

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN DE TIARET

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUEES
DÉPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie Mécanique

Spécialité: Maintenance Industriel

THÈME

Maintenance Conditionnelle d'un Turbo-Alternateur

Préparé par:

Kouahi Abdel Mounaim
Feltane Haroune

Devant le Jury :

Nom et prénoms

Grade

Lieu d'exercice

Qualité

Président

Examineur rapporteur

Examineur 1

Examineur 2

Encadreur

Invité

PROMOTION 2015 /2016

R E M E R C I E M E N T S

- **Tous d'abord, nous remercions le bon dieu qui nous permis de finaliser notre travail.**
- **Un grand merci à nos parents pour l'éducation qu'ils nous ont offert et leur appui inconditionnel tout le long de notre vie.**
- **Nous tenons vraiment à remercier très chaleureusement notre encadreur Mr : GUEMMOR MOUHAMED pour sa sympathie, ses conseils et son aide efficace.**
- **Nous lui exprimons notre profonde gratitude de nous avoir encadré et notre profonde reconnaissance pour la confiance qu'il nous a accordé en nous donnant la chance de travailler avec lui.**
- **Nous remercions également tous nos professeurs du département de génie mécanique qui ont fait de gros efforts afin de faire notre formation.**
- **Un grand merci à l'ensemble des membres du jury qui nous feront l'honneur d'accepter et de juger notre travail.**
- **A tous les personnels de département de génie mécanique**

Dédicaces

J'ai toujours **pensé** faire où **offrir** quelque chose à maman en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils ont consenti comme efforts, rien que pour me voir réussir, et voilà, l'occasion est venue.

A mes chers frères et mes sœurs et mes deux nièce « la petite meriouma et loubina » , à toute ma famille,

À des personnes très chères pour moi, ce qui a fait pour que je puisse les honorer

A mes collègues du master , et surtout mes amis de section

MI.

A mes amis les plus adorable ou monde Zino Mehireche,

Taaalbi Chihab Eldine, groupe basmet Amel'jijel'

Grand ami, grand frère et grand binôme a ce travail

« FALTANE HAROUNE »

Je dédie ce modeste travail.

KOUAHI abdel MOUNAIM

Sommaire

Introduction générale

CHAPITRE I: Maintenance des Systèmes industriels

I.1 Introduction	2
I.2 la Maintenance des systèmes industriels	3
I.2.1 La fonction Maintenance.....	3
I.2.1.1 Qu'est-ce que la maintenance.....	3
I.3 Maintenance et performance	3
I.4 Différents types de maintenances	5
I.4.1 Maintenance corrective et Maintenance Préventive.....	5
I.4.1.1 La maintenance corrective.....	5
I.4.1.2 La maintenance préventive.....	5
I.4.1.2.1 Maintenance Conditionnelle.....	6
I.4.1.2.2 Maintenance systématique.....	7
I.5 Déroulement d'une action de maintenance préventive	8
I.6 Opération de la maintenance	9
I.7 Les stratégies de maintenance	10
I.8 Coûts de la maintenance	11
I.8.1 Coûts directs.....	11
I.8.1.1 Constitution des coûts directs.....	11
I.8.1.2 Ventilation des coûts de maintenance.....	13
I.8.2 Coûts indirects (coûts de défaillance ou d'indisponibilité).....	13
I.8.2.1 Définition.....	13
I.8.2.2 Constitution des coûts indirects.....	14

Chapitre II : Eléments constitutifs de turbo-alternateur

II.1 Introduction	15
II.2 Les caractéristiques de turbo-alternateur	15
II.3 Organisation de l'alternateur	16

Sommaire

II.3.1 Stator	16
II.3.1.1 Carcasse du stator	18
II.3.1.2 Culasse.....	19
II.3.1.3 Les encoche en général.....	21
II.3.1.4 Les encoches et l'enroulement du stator (turbo-alternateur)	22
II.3.1.5 Flasque.....	23
II.3.2 Rotor	24
II.3.2.1 L'enroulement du rotor.....	25
II.3.2.2 L'enroulement amortisseur.....	26
II.3.2.3 Les cales.....	26
II.3.2.4 Les frettes.....	27
II.3.2.5 Les bagues.....	28
II.3.2.6 Ensemble des balais.....	28
II.3.2.7 Palier.....	28
II.3.2.8 Joint d'huile de l'arbre.....	29
II.4 Conduite et Entretien de l'alternateur en marche	30
II.5 Régimes anormaux, dérangements dans l'alternateur et moyens d'y remédier	34
II.5.1 Les anomalies qui provoquent l'alternateur.....	36
<i>CHAPITRE III : INTERVENTION PRATIQUE</i>	
III.1 INTRODUCTION	37
III.2 Déroulement Type D'une Intervention De Maintenance	38
III.3 Intervention Pratique	39
III.3.1 Fuite du liquide de refroidissement	39
Phase1 : l'arrêt de l'alternateur.....	40
Phase2 : intervention sur les bagues collectrices.....	43
Phase3 : Travail exécuté sur le côté de la turbine.....	43
III.3.2 Révision Générale Du Turbo-alternateurs	44
Phase 1 : désassemblage de l'alternateur.....	44

Sommaire

Phase 1.1 : travaux sur le stator de l'alternateur.....	44
Phase 1.2 : remise en état du corps du stator.....	46
Phase 1.3 : travaux sur le rotor de l'alternateur.....	46
Phase 2 : système d'alimentation d'huile d'étanchéité d'hydrogène de l'alternateur...	47
Phase 2.1 : circuit de refroidissement de la bobine du stator.....	47
Phase 2.2 : circuit de refroidissement d'hydrogène du stator.....	47
Phase 2.3 : remise en état du dispositif de porte ballais.....	48
Phase 3 : assemblage de l'alternateur.....	48

Conclusion Générale

Liste des figures :

FigureI.1 : Le positionnement stratégique du processus maintenance.....	4
FigureI.2 : Different types de maintenance et leurs objectifs.....	5
Figure I.3 : Déroulement d'une action de maintenance preventive.....	8
Figure II.1: Le Stator.....	18
Figure II.2 : Culasse magnétique des machines synchrones.....	20
Figure II.3 : Culasse statorique feuilletée.....	20
Figure II.4 : Culasse statorique feuilletée avec plaque intermédiaire.....	21
Figure II.5 : Encoche fermée.....	21
Figure II.6 : Encoches demi-ouvertes.....	21
Figure II.7 : Encoche ouverte.....	22
Figure II.8: Les Encoches du stator.....	23
Figure II.9: Barres statoriques de la centrale de JIJEL.....	23
Figure II.10: La tête de Barre statorique de la centrale de JIJEL.....	23
Figure II.11: La flasque.....	24
Figure II.12: Rotor.....	24
Figure II.13: Ventilateur sans pales coté turbine.....	25
Figure II.14: compresseur coté Excitation.....	25
Figure II.15: ventilateur avec pales.....	25
Figure II.16: Le Diffuseur.....	25
Figure II.17: Amortisseur, frette et cales d'encoche.....	27
Figure II.18 : Les bagues.....	28
Figure II.19: Le Sabot.....	29
FigureII.20: Le Palier.....	29
Figure II.21 : Joint d'huile de l'arbre.....	30
Figure III.1: Logigramme d'une action du service.....	38

Liste des Tableau

Tableau II.1. Caractéristiques nominales de turbo-alternateur.....	15
Tableau II.2 : les valeurs admissibles des paramètres du régime de turbo-alternateur.....	30
tableau II.3 : Les températures qui assume le contrôle de turbo-alternateur.....	33
Tableau II.4 : Les cause et les types de défauts qui provoque l'alternateur.....	36

Les abréviations :

% : pourcentage.

°C : Degré Celsius.

Cat : Catégorie.

c.a : courant alternative.

c.c : courant continu.

GR : Groupe.

H.S: Hors service.

Hz: hertz.

Kg: Kilo gram.

KPa: Kilo Pascal.

Kv: Kilo volt.

kVA: Kilo volt ampere.

KW: Kilo Watt.

m³: Mètre cube.

m³/h: Mètre cube par heure.

Tr/mn : Toure par minute

N^o: Nombre.

P: Pression.

Sec: Second.

T: Temps.

T : Transition.

V : Volte.

A : Ampère.

Maxi : Maximum.

Mine : Minimum.

Introduction générale

Introduction Générale

Dans les milieux industriels, la stratégie de maintenance a des répercussions directes sur l'exploitation d'un système, la production et les charges financières. A chaque instant de l'exploitation du système, le décideur (gestionnaire) de maintenance doit faire un choix face aux interventions possibles sur le système afin de déterminer l'action à effectuer. Ce choix doit permettre de satisfaire aux mieux les objectifs fixés a priori et permettre ainsi une exploitation optimale du système. Cependant, ces objectifs peuvent être multiples et ne conduise pas toujours à une unique façon de procéder : une volonté de sécuriser le système exige une fréquence de maintenance préventive élevée alors que d'un point de vue économique, il peut être intéressant de ne pas trop intervenir pour ne pas ralentir une production, par exemple. Il est donc nécessaire de trouver un compromis, un équilibre entre maintenance préventive et maintenance corrective. Une stratégie de maintenance qui semble prometteuse est la maintenance conditionnelle. Les objectifs liés à l'exploitation d'un système sont très variés et peuvent amener à des situations contradictoires. Il est donc nécessaire de bien définir le critère de choix qui permet de déterminer les instants d'intervention sur le système et le type d'intervention à réaliser. Différents types de critères d'optimisation de la maintenance peuvent être envisagés, comme par exemple, un critère de disponibilité un critère de sécurité.

Au niveau des centrales thermiques le problème le plus important est d'éviter l'usure des équipements surtout l'alternateur, qui est considéré comme une pièce maîtresse, qui convertit l'énergie mécanique fournie par l'arbre de la turbine en énergie électrique à courant alternatif et qui tourne à une très grande vitesse (3000Tr/min) qui finit par diminuer son rendement à cause de l'augmentation de la température, les vibrations,.....etc. Au cours du fonctionnement.

Ce travail est porté sur trois chapitres à savoir :

- I. Maintenance d'un système industriel,
- II. Éléments constitutifs de turbo-alternateur,
- III. Intervention pratique.

Chapitre I

Maintenance des systèmes industriels

I.1 Introduction

La fonction maintenance conditionne fortement le niveau de performance d'une installation. Son optimisation est complexe car elle doit prendre en compte différents critères parfois antagonistes comme par exemple la disponibilité et les coûts.

Par ailleurs, il y a une multitude de façons de maintenir une installation. On peut jouer sur le type de maintenance, sur les types de tâches, sur leur fréquence, sur le niveau d'intervention, etc....

Pour effectuer ces choix stratégiques, des méthodes permettant d'optimiser les performances des systèmes sont appliquées, parmi lesquelles l'Optimisation de la Maintenance basée sur la fiabilité (OMBF). Les responsables de maintenance en viennent ainsi à envisager de véritables stratégies et ne se contentent plus de surveiller et de réparer.

Il cherche à prévoir les événements et évaluer les différentes alternatives qui s'offrent à eux pour exploiter au mieux les installations en fonction des contraintes techniques et budgétaires imposées.

Les décisions sont majoritairement prises sur la base d'informations qualitatives fournies par des experts et quelquefois appuyées par des données de retour d'expérience. Il serait toutefois utile de pouvoir effectuer des choix sur des critères quantitatifs décrivant les performances des programmes de maintenance.

Les différentes raisons de faire de la maintenance sur le matériel :

- vieillissement
- Usure
- Corrosion
- Erosion
- Dégradation inhérentes à la fonction qu'il assure
- Nécessité de soins périodiques
- Pollution
- Pertes d'énergie
- Préservation de la sécurité intrinsèque (construction) et de fonctionnement (exploitation)

I.2 la Maintenance des systèmes industriels

I.2.1 La fonction Maintenance :

I.2.1.1 Qu'est-ce que la maintenance

Au sens large, la fonction maintenance est un processus stratégique, mais au sens strict du terme, la maintenance agit sur les biens et considère l'ensemble des opérations d'entretien destinées à accroître la fiabilité ou pallier des défaillances, plus généralement, elle fait partie d'un ensemble d'action effectuées pour que l'entreprise puisse prospérer. En effet, les installations industrielles sont perturbées, tout au long de leur exploitation, par des dysfonctionnements qui affectent les coûts de production, la qualité des produits et des services, la disponibilité, la sûreté, la sécurité des personnes.

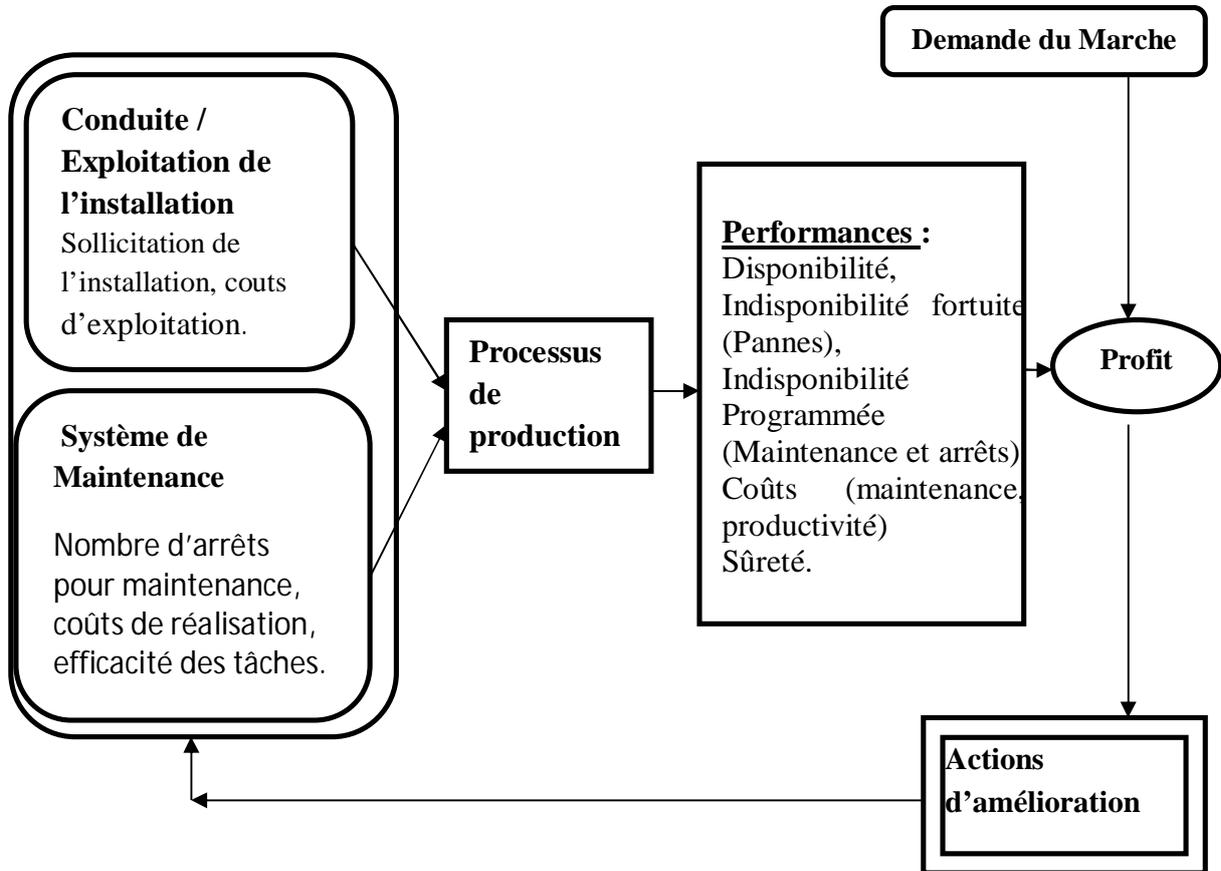
L'objectif de la maintenance est de limiter les effets de ces perturbations afin d'atteindre les performances exigées et des actions sont élaborées de manière à :

- ✓ Limiter les indisponibilités,
- ✓ Garantir la qualité des produits et des services,
- ✓ Maîtriser les coûts,
- ✓ Protéger les personnes, l'environnement et les biens.

I.3 Maintenance et performances

Dans certains secteurs industriels tels que l'énergie, le transport et l'aéronautique, les performances d'un système ou d'une installation considèrent non seulement les coûts relatifs à l'exploitation mais également, de par la nature des activités, la sûreté de fonctionnement au sens large.

La figure 1.1 souligne le positionnement stratégique du processus maintenance. Ce dernier est étroitement lié aux objectifs des installations, dans la mesure où il est intégré aux différents éléments fondamentaux qui les caractérisent et qu'il conditionne ainsi fortement leur niveau de performances [10].



FigureI.1 : Le positionnement stratégique du processus maintenance.

On peut caractériser les performances d'un système par :

- ✓ Les coûts d'exploitation, intégrant les bénéfices liés à la production et les dépenses réalisées pour effectuer les tâches de maintenance,
- ✓ La disponibilité du système et plus particulièrement ses durées d'indisponibilité fortuite, liée aux pannes, et d'indisponibilité programmée, résultant les opérations de maintenance,
- ✓ Le niveau de sûreté du système et les risques encourus pour les personnes, l'environnement et les installations.

Par ailleurs, on peut associer aux coûts de maintenance, la notion de soutien logistique qui considère la gestion des ressources utiles à l'exploitation du système. Il s'agit non seulement les pièces de rechange, mais aussi les ressources matérielles et humaines telles que le matériel spécifique de réparation et d'inspection et les équipes de maintenance.

I.4 Différents types de maintenances

I.4.1 Maintenance corrective et Maintenance Préventive

On distingue différents types de tâches de maintenance, caractérisées par leurs conditions d'activation et leurs objectifs [3], comme le montre la figure 1.2 :

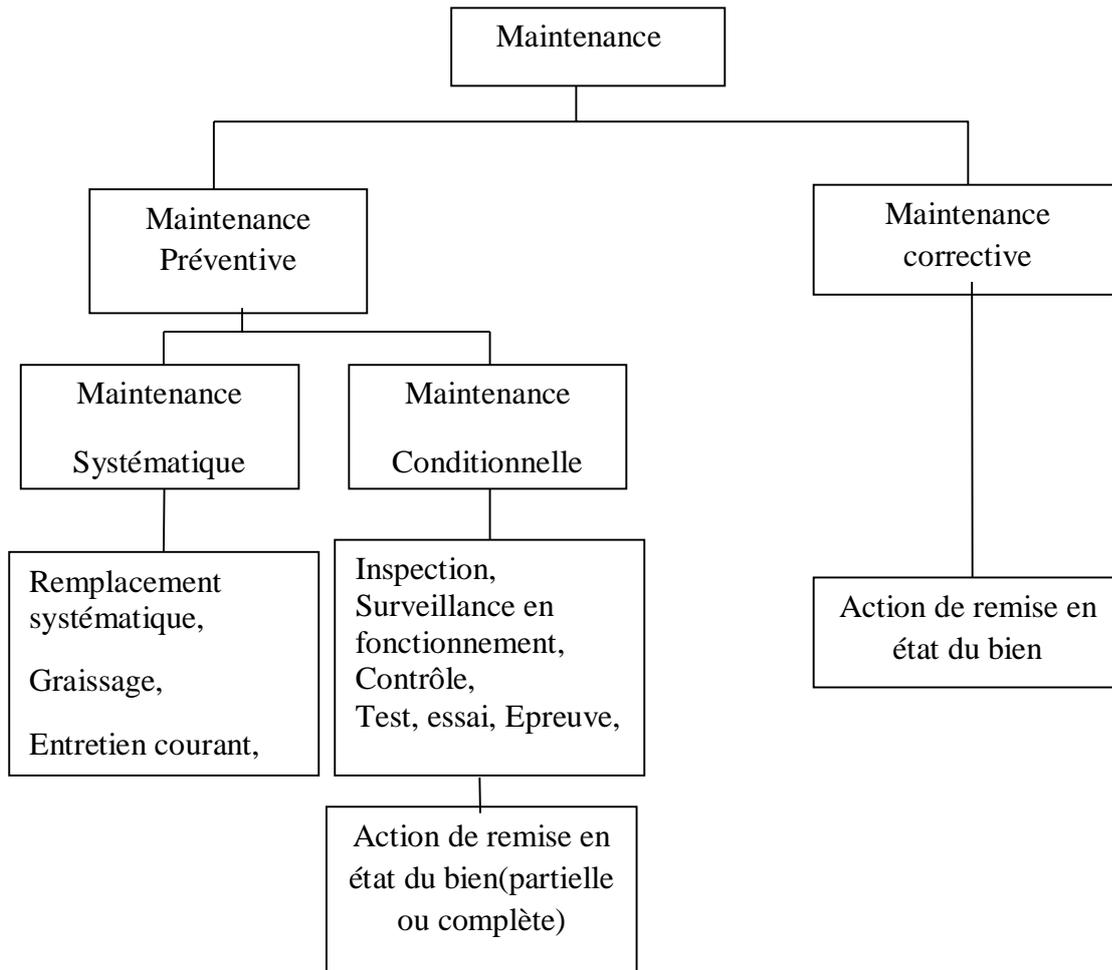


Figure I.2 Différents types de maintenance et leurs objectifs.

I.4.1.1 La maintenance corrective

Regroupe l'ensemble des actions exécutées après détection d'une panne et destinées à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise [3].

I.4.1.2 La maintenance préventive

C'est l'ensemble des activités réalisées selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

Lorsque le critère est un nombre prédéterminé d'unités d'usage (heure de fonctionnement, kilomètre, pièces produites.....), on se place dans une démarche de maintenance systématique,

S'il est une valeur prédéterminée (un seul) significative de l'état de dégradation du bien ou du service, on est alors dans le cas de la maintenance conditionnelle (appelée également maintenance selon état).

I.4.1.2.1 Maintenance Conditionnelle

La maintenance conditionnelle se traduit par une surveillance des points sensibles de l'équipement, exercée au cours de visites préventives.

Ces visites soigneusement préparées, permettent d'enregistrer un degré d'usure, un jeu mécanique, une température, une pollution, ou tout autre paramètre qui puisse mettre en évidence l'imminence d'une défaillance.

a. Objectifs de la maintenance conditionnelle

- Eliminer ou limiter le risque de panne, l'intervention ayant lieu avant que la dégradation n'atteigne un caractère critique (et donc, ralentir le vieillissement).
- Limiter les perturbations subies par l'utilisateur, en réalisant une meilleure préparation des interventions.
- Réduire les dépenses de maintenance en intervenant à un stade précoce des dégradations, évitant ainsi les remises en état très coûteuses.

b. Démarche générale de préparation des visites préventives

- Déterminer en fonction de leur criticité (éléments sécurité, d'usage courant ou de confort), de leur robustesse, et de leur coût, les éléments devant passer en maintenance conditionnelle,
- Pour chacun des équipements retenus, faire l'objet de contrôles,
- Définir les défauts possibles, préconiser les conditions de visite, les paramètres à contrôler, les valeurs limites et fixer la périodicité des visites,
- Regrouper les opérations de même périodicité en listes distinctes, afin d'établir des gammes types, ou processus de visite préventive. Ces gammes seront complétées par la liste des outillages, des instruments de contrôle, des petites fournitures et consommables, et des temps nécessaires.

- Planifier les visites préventives.

L'appellation **Maintenance prédictive** concerne plus particulièrement la surveillance d'équipements grâce à des techniques ne nécessitant ni arrêt de production ni démontage tels que :

- Le contrôle des vibrations,
- La thermographie (mesure de l'intensité des émissions de rayant infrarouges),
- La tribologie (étude dynamique des paliers lubrifiés par analyse du lubrifiant, des particules d'usure ou Ferro graphie),
- Le contrôle des paramètres de processus (pression, intensité électrique, vitesses....),
- L'inspection visuelle,
- Le contrôle ultrasonique,
- Le contrôle des émissions acoustiques,
- L'analyse des particules magnétiques...

I.4.1.2.2 Maintenance systématique

La maintenance systématique se traduit par l'exécution sur un équipement, à dates planifiées (ou à volume prédéfini d'unités d'usage atteint).

D'interventions dont l'importance peut s'échelonner depuis le simple remplacement de quelques pièces jusqu'à la révision générale.

Les travaux ont un caractère systématique, ce qui suppose une parfaite connaissance du comportement, de ses modes et de sa vitesse de dégradation.

La maintenance systématique se pratique quand on souhaite procurer à un équipement une sécurité de fonctionnement quasi absolue en remplaçant suffisamment tôt les pièces ou organes victimes d'usure ou de dégradations.

Cette recherche de garantie de fonctionnement conduit à remplacer des pièces dont l'usure est incomplète. C'est donc un procédé qui coûte cher et que seule la nécessité d'une sécurité de haut niveau peut justifier.

Chapitre I : Maintenance des Systèmes industriels

I.5 Déroulement d'une action de maintenance préventive

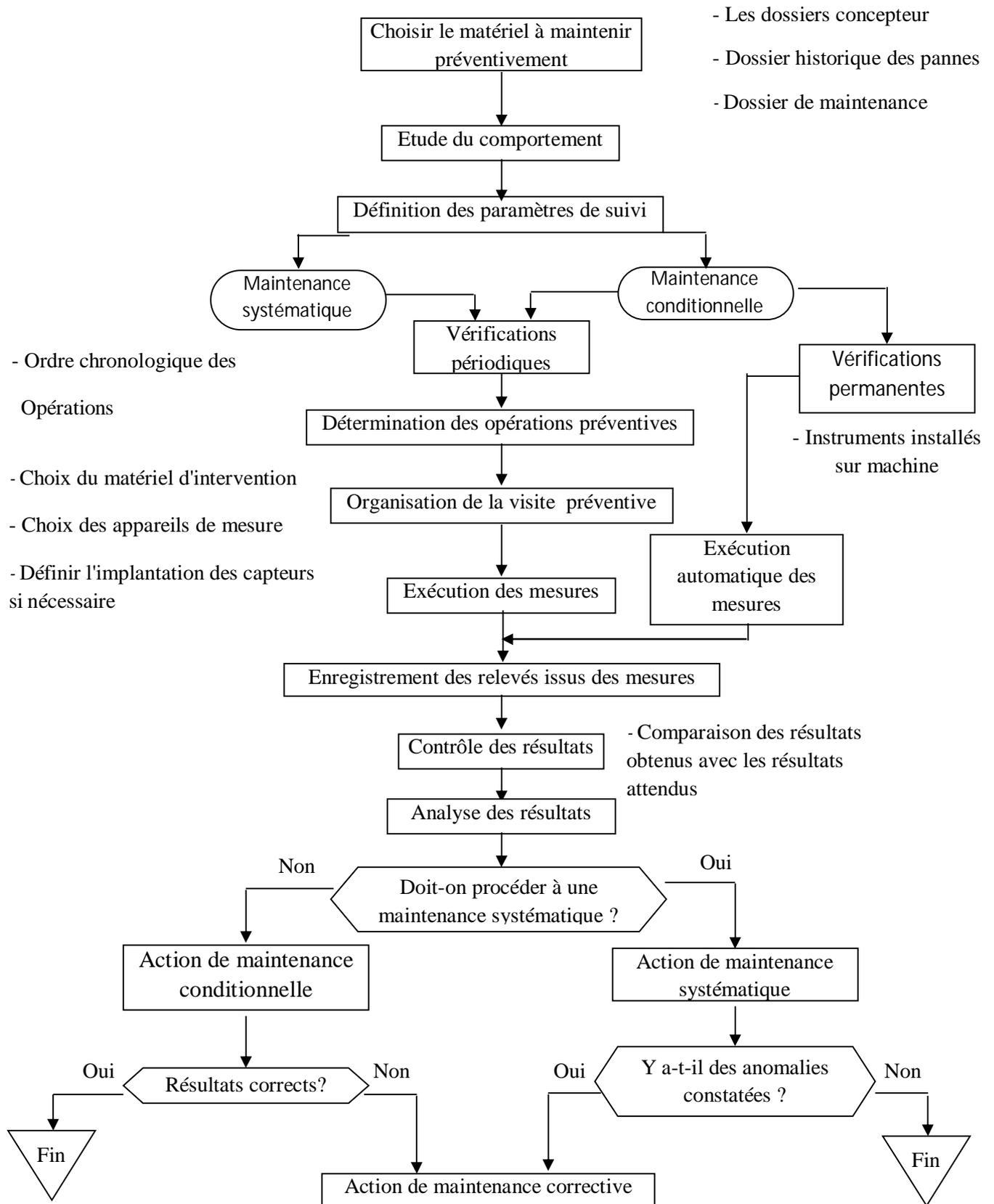


Figure I.3 : Déroulement d'une action de maintenance preventive.

I.6 Opération de la maintenance

La maintenance est réalisée selon des différentes opérations [10], parmi ces opérations en trouve :

- **Les visites systématiques** : les visites sont effectuées selon un échéancier établi suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage.
- **Les remplacements systématiques** : selon un échéancier défini, on remplace systématiquement un composant, un ou un sous-ensemble complet.
- **Inspection** : action de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission défini.
- **Contrôle** : action de mesurer, d'examiner, passer de calibre, essayer une ou plusieurs caractéristique d'un bien et de les comparer ou de les spécifier, en vue d'établir leur conformité.
- **vérification** : action permettant de constater que les écarts entre les valeurs indiquées par un appareil (ou un système) de mesure et les valeurs de référence connues sont tous inférieurs aux erreurs maximales tolérées.
- **Visite** : action de maintenance consistant à un examen détaillé prédéterminé de tout (visite générale) ou une partie (visite limitée) des différentes pièces du bien et pouvant impliquer des opérations de maintenance de 1^{er} niveau.
- **Test** : opération permettant de comparer des réponses d'un dispositif à une sollicitation appropriée et définie avec celle d'un dispositif de référence ou avec un phénomène physique significatif d'une machine correcte.
- **Détection** : action de détecter au moyen d'une surveillance accrue continue ou non, l'apparition d'un élément défaillance ou l'existence d'un élément défaillant.
- **Localisation** : action conduisant à localiser précisément les éléments par les quelles la défaillance se manifeste.
- **Diagnostic** : identification de la cause probable de la (les) défaillance (s) à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'information provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test.
- **Dépannage** : action sur un bien en panne vue de remettre provisoirement en état de fonctionnement avant réparation.
- **réparation** : intervention définitive limitée à la maintenance corrective après panne ou défaillance.
- **la rénovation** : inspection complète de tous les organes requis dimensionnelle complète ou remplacement.

Des pièces déformées

- **reconstruction** : remise en état défini par le cahier de charge initial qui compose le remplacement des pièces vitales par des pièces d'origine ou neuves équivalentes.
- **Modernisation** : remplacement d'équipements, accessoires et appareils importants.
- **Modification** : opération à caractère définitif effectuée sur un bien en vue d'en améliorer Le fonctionnement ou d'en change les caractéristique.

I.7 Les stratégies de maintenance

Face à la diversité des matériels d'une installation et de leurs comportement et, les responsables de maintenance doivent envisage de véritables stratégies, Ils peuvent décider de pratique une maintenance corrective à la suite de la défaillance d'un matériel mais cela ne permet pas d'éviter les conséquences des pannes sur le fonctionnement du système. Une attitude plus offensive à mettre en œuvre une maintenance préventive systématique selon laquelle la décision d'intervenir précède l'apparition du dysfonctionnement. Cela permet de diminuer le nombre de défaillances et induit un gain économique substantiel, conséquence de la différence entre les couts générés par l'intervention et la disponibilité qu'elle occasionne [10].

En limitant, voire en empêchant, les défaillances de cette manière, on court toute fois au risque de dépenses excessives et d'indisponibilités pour maintenance inutiles. Il est donc nécessaire de régler les paramètres de la politique de manière adéquate.

La maintenance préventive conditionnelle est de plus en plus utilisée, Elle présente l'avantage de limiter le nombre d'interventions sur les matériels. En effet la remise en état du matériel est réalisée uniquement lorsque celui-ci présente des signes de dysfonctionnement (dégradation, symptômes, panne à la sollicitation) pouvant mettre en cause ses performances à brève échéance [3].

Enfin, on peut associer à la maintenance préventive les notions de visite et révision qui consistent en un regroupement de taches de maintenance préventive afin de redonner au matériel un potentiel d'usage pour une durée déterminée tout en limitant le nombre d'interventions sur le matériel et donc son indisponibilité pour maintenance [10].

La diversité des alternatives fait de la maintenance un processus caractérisé par des choix d'exécution pour la définition des stratégies de maintenance.

I.8 Coûts de la maintenance

➤ Cause des coûts de maintenance

La mise en place d'une organisation rationnelle de la maintenance se traduit rarement par des gains immédiats sur les dépenses relatives à la maintenance. On peut associer à ces dépenses relatives à la maintenance, deux catégories : les causes directes et les causes indirectes. [1]

Les causes directes :

- les interventions curatives, suite à des désordres ou pannes graves, qui sont longues et difficiles, donc plus coûteuses.
- Les interventions en urgence sont également plus coûteuses que les interventions préventives qui sont programmées pendant des périodes favorables (arrêt de la production, absence de clients).

Les causes indirectes :

- les défauts de suivi d'exploitation qui peuvent, à cause d'un fonctionnement défectueux ou de mauvais réglages, entraîner des surcoûts très importants des consommables.
- Sinistre ou désordres graves, dont les conséquences peuvent être très lourdes sur le plan économique (arrêts de la production ou de l'activité commerciale, dégradation de la qualité du produit ou du service, perturbations diverses, mécontentement de la clientèle, des usagers ou des résidents etc...).
- L'absence de maintenance peut également entacher l'aspect d'un patrimoine et avoir, lorsqu'il sert de support à des activités de service, un effet négatif auprès de la clientèle.

I.8.1 Coûts directs

I.8.1.1 Constitution des coûts directs

Ils peuvent se décomposer en quatre (04) parties :

1. les dépenses de main d'œuvre interne et d'outillage ;
2. les dépenses d'achats et de sorties de magasin (pièces de rechange et matières courantes)

3. les dépenses de main d'oeuvre externe (co-traitance) et de location de moyens ;
4. les frais généraux.

1°. Main d'œuvre interne et outillage

Ces coûts sont obtenus à partir des temps passés et des taux horaires de la main d'oeuvre, lesquels sont calculés et réajustés périodiquement et prennent en compte:

- les salaires et charges,
- les matières consommables ,
- l'amortissement du matériel utilisé,
- un pourcentage des frais généraux.

2°. Achats et sorties de magasin

Ces dépenses comprennent:

- tous les produits consommés;
- les pièces ou ensembles remis en état pour échanges standards à l'exclusion toutefois des achats de moyens comme des outils par exemple.

3°. Main d'œuvre externe :

Il s'agit de toute main d'œuvre n'appartenant pas au personnel de l'entreprise mais y travaillant au forfait, et cela :

- en régie (travaux réalisés par un sous-traitant, dont la facturation est fondée sur le nombre d'heures passées et le remboursement du prix des matériaux utilisés),
- en dépense contrôlée,
- en fonction de toute clause contractuellement convenue entre la dite entreprise et un contractant.

4°. Frais généraux

Ils comprennent :

- tous les salaires et charges du personnel ne travaillant pas sur les interventions (cadres, préparateurs, magasiniers, comptable, gestionnaire...)

- tous les frais matériels (locaux, chauffage, énergie, fluides, imprimés, matériel administratif...)

I.8.1.2 Ventilation des coûts de maintenance

Ces coûts de maintenance sont à ventiler par **nature** ou par **périodes** :

1. Ventilation par nature : elle peut s'effectuer par :

- travail effectué,
- ouvrage,
- équipement,
- famille d'équipement,
- secteur d'activité,
- méthode de maintenance (correctif, systématique, conditionnel...),
- catégories professionnelles (électricien, chauffagiste...)
- origine (main d'œuvre, pièces, consommables ...)

2. Ventilation par période : les coûts de maintenance peuvent être fournis tous les mois ou tous les trimestres avec un cumulé depuis le début de l'année budgétaire. Il existe une certaine répétitivité des dépenses de maintenance au cours de l'année (en fonction des saisons, de la répétitivité de l'activité... il est donc intéressant d'analyser les coûts de maintenance par périodes et sur la totalité de l'année afin de comprendre les causes des variations.

I.8.2 Coûts indirects (coûts de défaillance ou d'indisponibilité)

I.8.2.1 Définition

La connaissance des coûts directs ne suffit pas pour apprécier son efficacité. Le coût le plus utile à connaître pour juger de l'efficacité de la maintenance sera celui qui intègre aux dépenses de maintenance toutes les pertes et manques à gagner induits : *c'est le coût de défaillance*. On considérera qu'il y a défaillance, non seulement en cas d'indisponibilité totale de l'élément à maintenir, mais aussi pour tout cas de réduction en quantité ou en qualité du service assuré par celui-ci.

I.8.2.2 Constitution des coûts indirects

Le coût de défaillance comprend notamment les éléments suivants :

a. Salaires et charges sociales du personnel exploitant non utilisé :

La perte peut être entière si le personnel est totalement inactif, partielle si le personnel est employé à un travail secondaire, ou entrer dans la catégorie des coûts de maintenance s'il exécuté lui-même tout ou une partie des interventions de maintenance.

b. Coût d'amortissement de l'élément défaillant :

Si la défaillance engendre une interruption de la production du produit ou du service attendu, on peut considérer que le coût d'amortissement horaire est perdu puisqu'il ne pourra être intégré dans aucune rémunération de la part de la clientèle.

c. Pertes de production

Trois cas peuvent se présenter :

- la fabrication ou le service fournit ne subissent pas de conséquences de la défaillance et aucune perte n'est à comptabiliser,
- la reprise du travail est impossible et la perte est totale s'il s'agit de la production d'un service, et partielle s'il s'agit d'un produit (le produit semi-ouvré pouvant alors éventuellement resservir comme matière première et il y a perte uniquement sur la valeur ajoutée).
- le produit peut ne pas être réutilisable et la perte est totale (coût matière première et valeur ajoutée).

Les pertes de production peuvent aussi être dues à la baisse de qualité ou aux retards de livraison nécessitant des rabais ou portant préjudice à l'image de marque de l'entreprise, pouvant entraîner la perte de clientèle.

d. Charges fixes et frais généraux:

Tout ralentissement de production entraîne une augmentation du coût unitaire des éléments produits car les charges fixes et frais généraux existent quel que soit le niveau de production.

[1]

Chapitre II

Éléments constitutifs de turbo-alternateur

II.1 Introduction

Comme toutes machines tournantes, la machine synchrone est constituée de deux parties essentielles la partie statorique et rotorique. Ces deux parties regroupent des organes électriques tel que par exemples les conducteurs, des organes magnétiques ou circuits magnétiques, et finalement des organes mécaniques tel que par exemple les ventilateurs, l'arbre avec le rotor et les flasques. Ces différents organes sont construits et organisés afin d'assurer le bon fonctionnement de la machine. Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la présentation de ces différents éléments ou organes constitutifs des machines synchrones. Le turbo-alternateur (appelé "alternateur" dans le texte qui suit) synchrone triphasé du type TrB-200-MT3 à refroidissement par hydrogène et par eau, d'une puissance de 210 000 kW et à fréquence de rotation de 3000 tr/mn est destiné à la production de l'énergie électrique conjointement avec une turbine à vapeur d'une puissance de 210 000 kW. L'alternateur est fabriqué en conformité avec les exigences des Normes d'Etat de l'U.R.S.S. et les recommandations de la Commission électrotechnique internationale. L'alternateur est destiné à être utilisé dans les conditions de climat tropical humide sous réserve d'installation dans la salle de machine. [2]

II.2 Les caractéristiques de turbo-alternateur

<i>Paramètres</i>	<i>Valeur</i>
Puissance, kVA/kW	247000/210000
Facteur de puissance	0,85
Fréquence de rotation	3000 tr/mn
Fréquence	50 Hz
Nombre de phases	3
Couplage des phases	En étoile (y)
Rendement	98,45
Tension au stator	15750 V
Intensité au stator	9060 A
Intensité au rotor (théorique)	1940 V
Tension d'excitation (théorique)	450 V
Rapport de court-circuit (r.c.c)	0,52
Masse du stator	170000 Kg

Masse du rotor	48100 Kg
Masse du flasque extérieur	6940 Kg
Dispositif porte-balais sans plaque	961 Kg
Refroidisseur de gaz	2330 Kg
Alternateur assemblé	254000 Kg
(Côtes d'encombrement du stator)	
Langueur	7720 mm
Largeur	4020 mm
Hauteur	4050 mm

Tableau II.1. Caractéristiques nominales de turbo-alternateur.

II.3 Organisation de l'alternateur

II.3.1 Stator

Dans les machines synchrones, le stator étant l'induit qui est généralement fixe ce choix est fait pour des raisons techniques où il est difficile de recueillir des tensions élevées aux bornes d'un alternateur qui tourne, donc il est délicat de faire tourner un ensemble de circuits de courants élevés, c'est pour cette raison l'induit des alternateurs est fixe.

Le noyau du stator est construit à partir d'un paquet de tôles minces d'acier qui sont découpées à la forme voulue et isolées électriquement les unes des autres, soit par un revêtement mince, soit par une couche d'oxyde qui est produite pendant le traitement thermique. L'acier utilisé comporte une faible proportion de silicium, cela accroît la résistivité et donc réduit les pertes dues aux courants de Foucault. L'acier est traité avec soin pour minimiser les pertes par hystérésis car l'ensemble du stator est soumis à un flux magnétique alternatif.

Dans les grands turbo-alternateurs, Les paquets sont séparés par des entretoises formant des canaux d'aération. Pour prévenir la transmission des vibrations à la carcasse du stator, le noyau du stator est suspendu dans la carcasse à l'aide de ressorts spéciaux, le noyau est construit en segments et de l'acier à grains orientés est utilisé pour réduire encore les pertes.

➤ Suspension du paquet de tôles statorique

Le plus grand diamètre de la culasse du paquet de tôles diminue la fréquence propre de la vibration à quatre nœuds, même en cas d'agrandissement linéaire de sa hauteur. Les vibrations renforcées du paquet de tôles produiraient une émission accrue de sons solidiens à travers la carcasse du stator. Une construction de support particulièrement élastique sert à découpler le paquet de tôles et la carcasse, (Figure2) Montre la solution appliquée à ce type d'alternateur. Les bagues disposés autour du paquet de tôles et soudées sur celui-ci possèdent des plaques de fixation sur les deux côtés. Ces plaques agissent comme des ressorts à lames. Après l'abaissement du paquet de tôles dans la partie inférieure de la carcasse, les ressorts à lames sont fixes sur celle-ci par des pièces tubulaires courtes. La fixation des extrémités de ces tuyaux se fait par soudage successif. Ces travaux de soudage peuvent être effectués depuis l'extérieur, ce qui diminue le risque d'encrassement lors du montage. Bien qu'elle soit en deux parties, la carcasse est très rigide.

➤ Diminution du bruit

La suspension élastique du paquet de tôles se distingue par une forte diminution des sons solidiens. C'est ainsi que la réduction de moitié de l'amplitude des vibrations procure une atténuation du bruit de 6 dB.

La partie la plus importante du bruit de la machine est émise sous forme de sons aériens produits essentiellement par les ventilateurs et le rotor auto ventilé. Sans contre-mesures et a cause des plus grands diamètres, les bruits aérodynamiques du nouveau type d'alternateur seraient très prononcés. Pour cette raison, on a disposé des amortisseurs acoustiques spéciaux dans les parties frontales de la carcasse. Ceux-ci absorbent les sons aériens et restreignent la propagation vers l'extérieur. De petites ouvertures et des interstices qui permettent le passage sans entrave du bruit vers l'extérieur seraient particulièrement défavorables. On a donc veillé à ce que la carcasse soit aussi imperméable au bruit que possible. L'efficacité de toutes ces mesures a pu être vérifiée pendant les essais sur plateforme du prototype, A la vitesse et à la tension nominale, Cette valeur était presque identique à celle mesurée en marche purement mécanique. Ce résultat est la preuve définitive que les vibrations du paquet de tôles sont maintenues en majeure partie a l'écart de la carcasse ; Dans ce qui suit, nous présentons les éléments ou les organes constitutifs du stator.



Figure II.1: Le Stator

Les bagues (1) placées autour du paquet de tôles et soudées sur celui-ci sont équipées sur les deux côtes de plaque de fixation (2) agissant comme des ressorts à lames.

II.3.1.1 Carcasse du stator

C'est la gaine ou l'enveloppe extérieure de la machine, elle est non démontable du stator se compose d'un système de cadres transversaux réunis entre eux au moyen des tubes, des barres longitudinales et des nervures. L'enveloppe soudée de la carcasse du stator est étanche aux gaz. Du côté de la turbine, la carcasse du stator est munie de deux puits verticaux prévus pour recevoir les réfrigérants de gaz. Dans la partie inférieure de la carcasse du stator il y a des trous de visite permettant d'effectuer l'examen de l'alternateur de l'intérieur sans démontage de ce dernier, en assurant ainsi deux rôles à la fois mécanique et magnétique.

➤ Rôle mécanique

Elle supporte les pôles et transmet les forces de réaction au bâti par l'intermédiaire des pattes de fixation ou des brides d'accouplement.

➤ Rôle magnétique

Elle véhicule les lignes d'induction correspondantes au flux principal et au flux auxiliaire d'aide à la commutation ; Sur le dessus de la carcasse du stator se fixent les caissons des réfrigérants de gaz. Après l'installation du turbo-alternateur dans la centrale, ces caissons doivent être rapportés par soudure sur la carcasse du stator de manière à assurer l'étanchéité au gaz, puisque ces caissons ne sont réalisés amovibles que pour permettre le transport du stator par le chemin de fer.

II.3.1.2 Culasse

C'est la partie active de la carcasse qui sert à véhiculer les lignes d'induction magnétique. Elle peut être massive ou feuilletée selon les caractéristiques électromagnétiques attendues de la machine.

➤ Culasse massive

Elles sont le plus souvent réalisées en acier laminé, par cintrage puis soudage d'une épaisse tôle, de façon à obtenir une forme cylindrique ou polygonale (figure II.2.a). Certaines petites machines dont la hauteur d'axe est inférieure à 355 mm (la hauteur entre l'axe et le sol), pour lesquelles l'évacuation de la chaleur se fait directement à travers la carcasse, ont une culasse nervurée; les ailettes de refroidissement axiales ou radiales sont placées à la périphérie. Ces enveloppes sont obtenues de préférence par moulage. Les machines de grand diamètre (hauteur d'axe supérieure à 1500 mm), ont généralement une culasse réalisée en deux parties (figure II.2.b). Elle comporte, alors, un plan de joint décalé vers le haut, ou vers le bas, par rapport au plan d'axe de la machine, de façon à assurer la fixation des pôles principaux (PP) ou des pôles auxiliaires (PA) situés dans cette zone. La tenue mécanique des grandes culasses nécessite l'adjonction de nervures, qui sont rapportées par soudure.

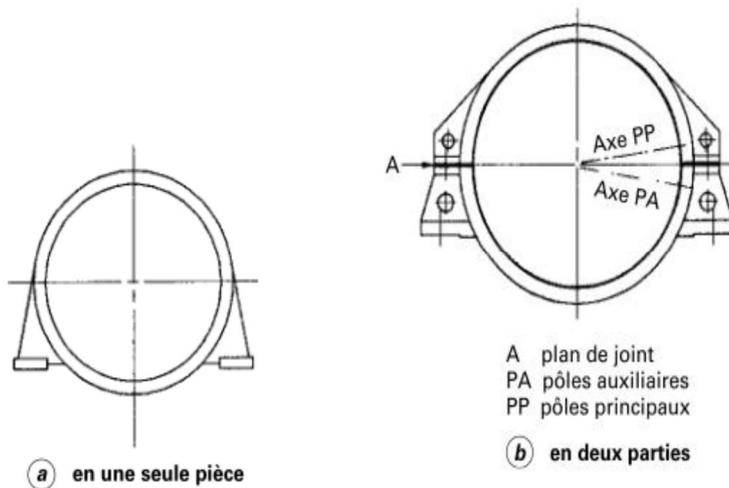


Figure II.2 : Culasse magnétique des machines synchrones.

➤ Culasse feuilletée

Ces culasses utilisées pour des machines à courant redressé ou pulsé nécessitant des constantes de temps rapides, sont obtenues par empilage de tôles d'acier dont l'épaisseur est de 3 à 5 mm, isolées ou non selon les caractéristiques magnétiques recherchées, et serrées entre deux flasques en acier par l'intermédiaire de tiges traversant (figure II.3.a) ou des barreaux soudés à l'extérieur du circuit magnétique (figure II.3.b). Chaque tôle est constituée d'un certain nombre de segments juxtaposés (de l'ordre de 6 à 18)

Les culasses de grand diamètre (> 2 m) et de longueur relativement importante (> 600 mm) sont renforcées par des plaques intermédiaires formant des nervures (figure II.4).

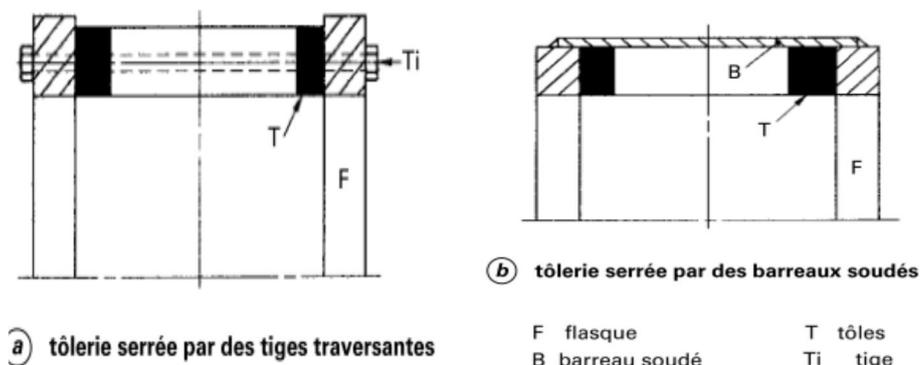


Figure II.3 : Culasse statorique feuilletée.

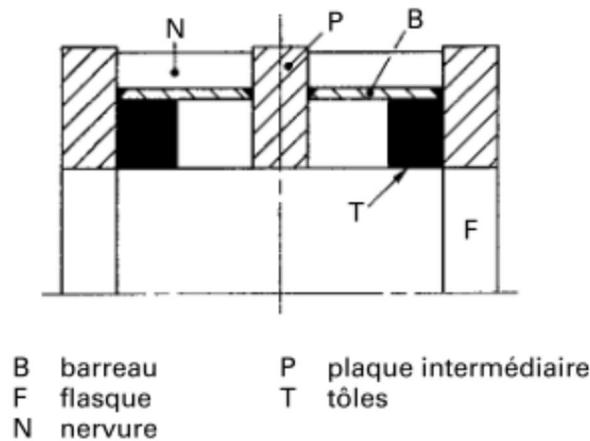


Figure II.4 : Culasse statorique feuilletée avec plaque intermédiaire.

II.3.1.3 Les encoches en général

Elles sont aussi appelées trous et constituent les logements des conducteurs de l'enroulement statorique (ou rotorique dans le cas d'alternateur à pôles lisses). Trois types d'encoches sont distingués. [4]

➤ Encoches fermées

Ces des trous ronds ou ovales (figure II.5) découpés dans la tôle statorique sur la périphérie de l'entrefer.



Figure II.5 : Encoche fermée.

➤ Encoches demi-fermées ou demi-ouvertes

Elles sont de forme rectangulaire ou arrondie, elles sont surtout utilisées dans les moteurs asynchrones.



Figure II.6 : Encoches demi-ouvertes

➤ Encoches ouvertes

Elles portent à leur ouverture une rainure en forme de queue d'aronde permettant le logement d'une clavette pour la fermeture. Elles sont à peu près exclusivement employées dans la construction des alternateurs.

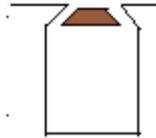


Figure II.7 : Encoche ouverte

II.3.1.4 Les encoches et l'enroulement du stator (turbo-alternateur)

Les encoches du noyau du stator sont ouvertes est on a 30 encoches. L'enroulement statorique est en barres à deux couches du type en panier donc il y on a 60 barres, trois phase, nombre de sortie -6- (3sorties de phase et 3 sorties neutre), Les bornes sortie coté neutre seront réalisées par un cloisonnement, Les bornes sortie coté phase seront séparées par des cloisonnement individuels et auront les caractéristiques correspondant aux condition d'installation et de service (Humidité et condensation éventuelles a l'arrêt, température de marche), Et le montage de l'enroulement est imbriquer, nombre de pair de pole égale a un, avec un pas de douze. Pour une conception identique de la construction de la tête de bobine, l'agrandissement du diamètre provoque une diminution de la fréquence propre des vibrations a quatre nœuds. Celle-ci peut alors se rapprocher de la fréquence double du courant statorique qui provoque les vibrations.

Il est refroidi intérieurement par l'eau (distillat) circulant dans des conducteurs creux, c'est un refroidissement indirect.



Figure II.8: Les Encoches du stator.



Figure II.9: Barres statoriques de la centrale de JIJEL



Figure II.10: La tête de Barre statorique de la centrale de JIJEL

II.3.1.5 Flasque

Dans les flasques extérieures sont disposés les paliers et les joints d'huile de l'arbre. La construction des flasques assure

- le démontage des paliers sans l'évacuation de l'hydrogène de l'enveloppe de l'alternateur à condition de prendre les précautions permettant d'éviter une production accidentelle d'étincelles et en l'absence de l'hydrogène dans le carter du palier.

- l'enlèvement de la partie supérieure de la flasque sans démontage du palier ni du joint d'étanchéité.
- l'examen des joints d'étanchéité sans démontage des flasques.



Figure II.11: La flasque

II.3.2 Rotor

Dans le cas des machines synchrones il représente l'inducteur c'est la partie tournante de l'alternateur il est alimenté par un courant continue (DC), c'est lui qui crée un champ magnétique tournant dans l'entrefer, la construction d'un turbo-alternateur est très spécialisée et les rotors pour ces machines ne sont pas traités ici. Cependant, même à l'intérieur de la catégorie des alternateurs à pôles saillants, des formes tout à fait différentes de construction de rotor sont utilisées, en fonction de la taille. [5]

Le rotor est fait d'une seule pièce de forge en acier spécial à haute résistance, nous présentons les éléments ou les éléments constitutifs du stator.



Figure II.12: Rotor.

Le rotor est porté a ces extrémité un **ventilateur** coté turbine et un **compresseur** coté excitation, et le rôle de ces deux dernier est d'assuré une bonne circulation d'hydrogène et de bon refroidissement a l'intérieur du génératrice.



Figure II.13: Ventilateur sans pales coté



Figure II.14: compresseur coté turbine.
Excitation



Figure II.15: ventilateur avec pales.



Figure II.16: Le Diffuseur.

II.3.2.1 L'enroulement du rotor

Dans le tambour du rotor sont fraisées les rainures recevant l'enroulement d'excitation. L'enroulement rotorique est composé de conducteur en forme d'auge. Deux conducteur de ce type, raccordes par paire, forme un canal de circulation du gaz de réfrigération. Les conducteurs sont réalisés en cuivre de résistance mécanique élevée avec addition de l'argent. *L'isolement* par rapport à la masse est *assuré* par un manchon en stratifié a fibre de verre et l'isolation entre spires par des

joints en stratifié a fibre de verre aussi, L'enroulement est maintenu en place sur le rotor par des cales trapézoïdales en duralumin.

❖ Efforts sur l'enroulement

L'intensité de courant par encoche devient très grande pour les puissances de 600 à 1 500 MW (20 000 à 30 000 A), de beaucoup supérieur à celle des plus grands alternateurs hydrauliques (5 000 à 10 000 A). Les efforts électrodynamiques, proportionnels au carré du courant, sont donc considérables en marche normale, et naturellement encore plus en court-circuit où le courant peut atteindre 4 à 6 fois sa valeur nominale. Les incidents dus à ces efforts se divisent en deux classes

- Les incidents dus à des phénomènes de fatigue ou d'usure par frottement au courant nominal, entraînant soit un claquage diélectrique par usure de l'isolation due à la vibration relative d'un calage, soit la rupture de conducteurs ou de connexions électriques ou hydrauliques par contrainte alternée ;

- Les incidents survenant lors d'un régime transitoire occasionnel où le courant est sévèrement accru momentanément (court-circuit ou faux couplage) ; si le calage prévu par le constructeur est insuffisant ou a pris du jeu, il peut y avoir déformation de l'enroulement entraînant un accident diélectrique.

II.3.2.2 L'enroulement amortisseur

Constitué par la surface en acier massif du corps du rotor, est complété par la présence de cales d'encoches constituées par un métal de faible résistivité électrique. Dans d'autres constructions, l'enroulement amortisseur est une véritable cage formée par des conducteurs en cuivre à l'argent situés sous les cales de fermeture des rainures et réunis à leurs extrémités par des anneaux de court-circuit. L'enroulement amortisseur est indispensable pour les alternateurs monophasés pour étouffer la composante du champ de réaction d'induit tournant en sens inverse de la roue polaire.

II.3.2.3 Les cales

Les cales (de la figure II.17.) sont constituées d'un métal de haute limite d'élasticité (35 à 55daN/mm²) et amagnétique (bronze, alliages d'aluminium, etc.) pour ne pas créer une dérivation de flux nuisible ; ces cales assurent aussi d'autres fonctions elles assistent généralement la cage

d'amortisseurs en portant une partie des courants induits, la déchargeant ainsi partiellement. Le métal qui les constitue doit donc posséder une résistivité électrique de préférence faible. Outre ces fonctions, les cales d'encoches doivent permettre le passage du gaz de refroidissement du rotor ; elles sont donc perforées dans les zones d'évacuation de gaz. Dans le cas des systèmes de refroidissement pick-up (ou à prise de gaz dans l'entrefer), la forme profilée de la cale conditionne l'efficacité de la prise de pression dynamique.

II.3.2.4 Les frettes

Les frettes du rotor faites chacune d'une seule pièce de forge en acier amagnétique sont emmanchées bloquées par dilatation sur le tambour du rotor et y sont fixées par des clavettes spéciales, une fixation double sur le fût d'un côté et sur l'arbre de l'autre étant déconseillée pour les grands rotors à cause de la déformation de flexion alternée de l'arbre entre ces deux appuis.

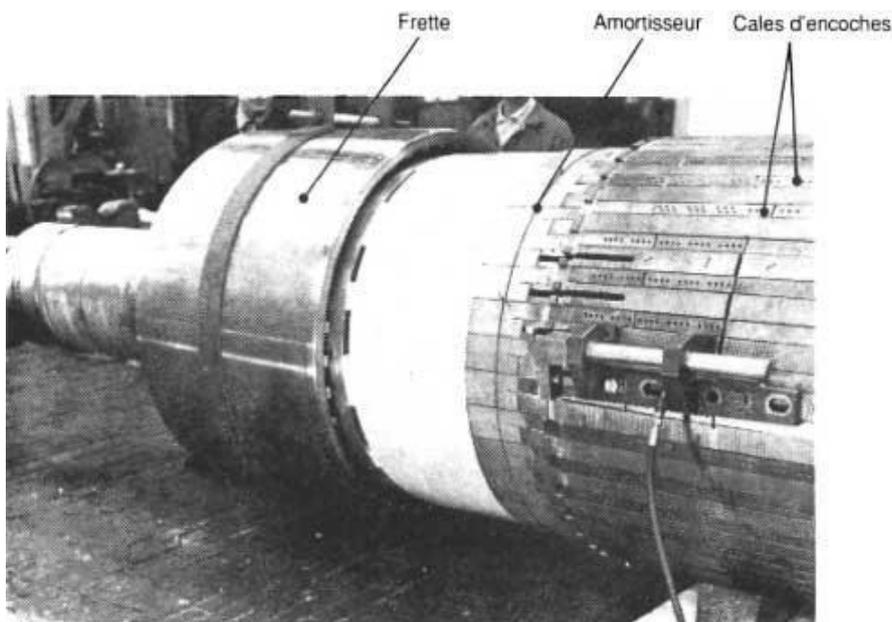


Figure II.17: Amortisseur, frette et cales d'encoche.

II.3.2.5 Les bague

Les bagues sont placées au-delà du palier dans un boîtier spécial qui comporte le dispositif porte-balais. Les bagues collectrices sont emmanchées à chaud sur la douille intermédiaire isolée par rapport aux bagues,

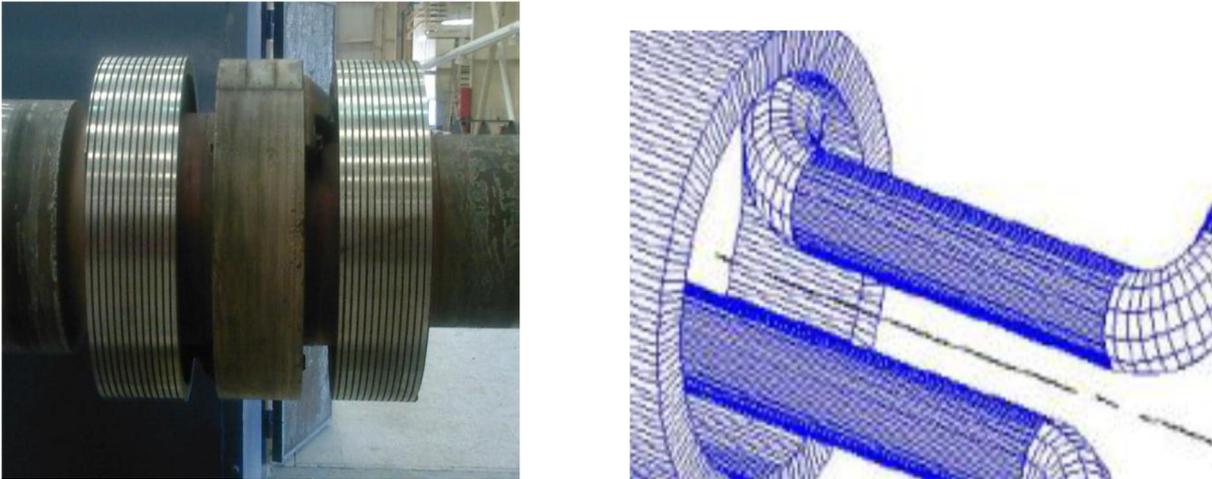


Figure II.18 : Les bagues.

II.3.2.6 Ensemble des balais

L'ensemble des balais est destiné à transmettre le courant à l'enroulement d'excitation. Sur les barres conductrices, sont assujetties les porte-balais munis d'un dispositif de réglage assurant la pression nécessaire des balais sur les bagues de prise de courant. Les bagues de prise de courant, les balais et les porte-balais sont refroidis avec de l'air. La circulation de l'air s'obtient au moyen d'un ventilateur centrifuge calé sur l'arbre du rotor.

II.3.2.7 Palier

Ils sont destinés à supporter le rotor et qui peuvent être désolidarisés du stator. Le sabot sert à protéger et bien serrer le palier. Les paliers de l'alternateur se composent de coussinet de cages. La surface active régulée des coussinets comporte des séries croisées.

- Le montage des coussinets dans les flasques se fait à l'aide des cages.
- La cage disposée du côté des bagues de prise de courant est isolée électriquement de la masse.

- Le graissage des paliers se fait par refoulement d'huile sous pression à partir du circuit d'huile de la turbine. Pour le contrôle visuel du retour d'huile sont prévues des tubulures de contrôle d'huile.



Figure II.19: Le Sabot.



Figure II.20: Le Palier.

II.3.2.8 Joint d'huile de l'arbre

Le joint d'huile en bout d'arbre se compose d'une cage fixe assujettie sur le flasque extérieur et d'un coussinet mobile qui se déplace à l'intérieur de la cage.

Par des ressorts spéciaux le coussinet est appliqué en permanence contre la languette de butée. La disposition du joint d'huile en bout d'arbre assure une faible consommation d'huile du côté de la chambre à hydrogène et, De ce fait, un tel joint d'étanchéité ne demande pas d'installation pour l'épuration de l'huile sous vide.



Figure II.21 : Joint d'huile de l'arbre.

II.4 Conduite et Entretien de l'alternateur en marche

La localisation et l'élimination opportunes de menus défauts qui peuvent être décelés en cours d'exploitation, pendant les visites périodiques et les vérifications de l'alternateur et des équipements auxiliaires permettent d'éviter les pannes graves et les avaries. [6]

Tous les dérangements doivent être consignés dans les documents d'utilisation et réparés en temps utile.

Le volume et périodicité d'enregistrement de l'information sur le régime de fonctionnement de l'alternateur, ainsi que les valeurs admissibles des paramètres du régime sont indiqués dans le tableau II.2

Grandeur à mesurer	Périodicité d'enregistrement	Indications en régime normal
Intensité au stator	Par des appareils enregistreurs fonctionnant en régime continu automatique	9060 à maxi
Puissance active	-"-	21000 KW maxi
Tension au stator	-"-	14.96 à 16.85 KV
Intensité au rotor	-"-	1940 a maxi

Chapitre II : Eléments constitutifs de turbo-alternateur

Débit de distillat	-“-	43.2 m/h
Pression d’hydrogène dans l’enveloppe de l’alternateur	-“-	2.8 à 3.2 bars
Différence de pression ‘huile-hydrogène’	-“-	0.7 à 0.8 bars
Vibration des paliers	-“-	40 u maxi
Tension au rotor	Tous les 4 heures	450 V maxi
Pression d’huile d’étanchéité	-“-	
Résistivité du distillat	Tous les 4 heures	75 à 200k .cm
Pression d’eau en amont des réfrigérants de gaz	-“-	4 bars maxi
Analyse chimique de l’hydrogène dans l’enveloppe de l’alternateur	1 fois par jour	97% mini
Teneur en eau de l’hydrogène dans l’enveloppe de l’alternateur	1 fois par jour (en cas de défauts d’étanchéité des circuits à l’intérieur de l’alternateur 1 fois par 8 heures)	10 g/m ³
Proportion de l’hydrogène dans les carters des paliers	Tous les 4 heures	1% maxi
Proportion de l’hydrogène dans le réservoir d’huile	1 fois par jour	néant

Chapitre II : Eléments constitutifs de turbo-alternateur

Proportion de l'hydrogène dans la gaine 'fermée de barres conductrices'	Toutes les 4heurs	1% maxi
Fuite d'hydrogène à l'enveloppe de l'alternateur	1 fois par semaine (1 fois par 8 heures lorsque la fuite atteint la valeur maximal admissible)	168 mm hg par jour, maxi
Résistance d'isolement des circuits d'excitation	1 fois par 8 heures	100 k mini
Pression assurée par le compresseur (ramenée à la pureté d'hydrogène 100% et à la température moyenne de 52°C	A chaque démarrage	660mm h2o, mini

Tableau II.2 : les valeurs admissibles des paramètres du régime de turbo-alternateur [6]

Lors du fonctionnement normal des appareils enregistreurs fonctionnant en régime automatique le personnel d'exploitation doit consigner les paramètres indiqués aux points 1 à 8 au moins 1 fois par huit heures de travail, en cas de mis hors service provisoire des enregistreurs toutes les deux heures au moins.

Le contrôle de la température du turbo-alternateur est réalisé à l'aide de l'installation A-701-03. Les valeurs de réglage utilisées dans l'installation A-703-03 sont indiquées au tableau II.3.

Pour les régimes nominaux d'utilisation de l'alternateur la température maximale admissible des parties actives et constructives de l'alternateur et des agents de refroidissement correspond à la valeur de réglage 1. Dans le cas où le fonctionnement du mécanisme de déclenchement à la valeur de réglage 1 est due aux particularités de régimes de fonctionnement de l'alternateur (pression d'hydrogène réduite, température du gaz de refroidissement supérieure à la valeur nominal, etc.), c'est le mécanisme de déclenchement à la valeur de réglage 2 qui assume le contrôle (tableau II.3).

Chapitre II : Eléments constitutifs de turbo-alternateur

Eléments de l'alternateur et agents de refroidissement dont la température est à contrôler	Valeur de réglage	
	1	2
Enroulement du stator	75°C	80°C
Acier actif du stator	100°C	105°C
Gaz chaud, entrée du réfrigérant de gaz	70°C	75°C
Gaz froid, sortie du réfrigérant de gaz	45°C	55°C
Gaz froid de l'alternateur	45°C	55°C
Air froid de l'ensemble des balais	45°C	50°C
Air chaud de l'ensemble des balais	75°C	80°C
Huile froide du palier, du joint	45°C	50°C
Huile chaude, retour du palier	60°C	65°C
Huile chaude, retour du joint	60°C	65°C
Distillat froid, arrivée à l'enroulement	45°C	55°C
Distillat chaud, retour de l'enroulement	80°C	85°C
Eau froide, entrée des réfrigérants de gaz	36°C	40°C
Eau chaude, sort des réfrigérants de gaz	45°C	50°C
Distillat chaud, retour des tiges et des barres	85°C	90°C
Distillat chaud, retour des tiges de l'enroulement	75°C	80°C

tableau II.3 : Les températures qui assure le contrôle de turbo-alternateur [6]

II.5 Régimes anormaux, dérangements dans l'alternateur et moyens d'y remédier

➤ Réduction de la résistance d'isolement du circuit d'excitation

En cas de réduction brusque de la résistance d'isollements des circuits d'excitation il faut essayer de relever la résistance d'isolement par soufflage des bagues de prise de courant du rotor et du collecteur de l'excitateur à l'air comprimé sec sous une pression de 4 bars au plus.

Si la résistance d'isolement ne se rétablit pas, il convient d'organiser une surveillance minutieuse de l'alternateur.

➤ Perte d'excitation de l'alternateur

Si le travail de l'alternateur en régime asynchrone est admissible selon les conditions du système énergétique, à la perte d'excitation il faut ouvrir le dispositif automatique de désexcitation avec shuntage de l'enroulement du rotor par la résistance d'extinction et réduire la charge active pendant 30 secondes jusqu'à 60% de la valeur nominal et pendant 1.5 min suivantes jusqu'à 40% de la valeur nominal.

➤ Passage de l'alternateur au régime de fonctionnement en moteur

L'alternateur se met a tourner en moteur à la cessation de l'admission de la vapeur dans la turbine, la puissance active change alors de signe. Le régime de fonctionnement en moteur n'est pas dangereux pour l'alternateur et est limité dans le temps par les conditions de fonctionnement de la turbine. Si le passage de l'alternateur en régime d'élaboration de la puissance active est impossible sans débranchement de l'alternateur il est indispensable de décharger l'alternateur en puissance réactive et le débrancher du réseau. Après le rétablissement de l'admission de la vapeur dans la turbine l'alternateur peut être rebranché au réseau.

➤ Surcharge de l'alternateur en courants statorique et rotorique

En cas d'avaries dans le système énergétique on peut tolérer une surcharge de courte durée de l'alternateur en courants statorique et rotorique.

Les surcharges en courants statorique et rotorique se produisent en cas de court-circuit dans le réseau, à la perte d'excitation (en courant statorique) et à d'autres régimes anormaux.

➤ Charge asymétrique

La charge asymétrique est un régime indésirable de fonctionnement de l'alternateur.

En présence de la charge asymétrique on peut tolérer le fonctionnement de longue durée de l'alternateur avec inégalité de courant dans les phases de 10% au plus de la valeur nominale (ceci correspond au courant inverse de 7% de l'intensité nominal).

➤ Anomalies d'indication des appareils de mesure

Si l'un quelconque des appareils de mesure de l'alternateur cesse brusquement de marquer ou en cas de variation de ses indication il faut vérifier si cela ne résulte pas du dérangement de l'appareil lui-même ou de ses circuit.

Dans ce cas, ne pas modifier le régime de fonctionnement de l'alternateur et continuer le contrôle à l'aide des autres appareils de mesure.

En cas de variation des indications de capteur, ou l'odeur de brulé des transformateurs de courant, il convient de décharger et de débrancher l'alternateur du réseau.

➤ Elévation de la température de l'enroulement et de l'acier du stator

L'élévation de la température de l'enroulement et de l'acier du stator peut être consécutive aux anomalies de fonctionnement du circuit de refroidissement au gaz et du circuit de refroidissement par le distillat de l'enroulement du stator.

Dans ce cas, le personnel agit conformément aux indications de la notice d'utilisation des circuits de gaz et d'huile de l'alternateur et de la notice d'utilisation du circuit de refroidissement à l'eau de l'enroulement du stator.

➤ Défaut d'étanchéité de l'enroulement du stator et des réfrigérants de gaz

En cas de pénétration de l'hydrogène dans le distillat, il faut soumettre l'alternateur a une surveillance méticuleuse : déterminer toutes les heurs la teneur de distillat en hydrogène, veiller à la température des tiges et à la présence de l'eau dans la carcasse du stator. Arrêter l'alternateur dès que possible, mais au bout de cinq jours au plus tard, pour déceler et supprimer les causes du défaut d'étanchéité.

➤ Exploitation de l'alternateur en cas de mise hors service d'une partie des transducteurs à thermistance

En cas de mise hors service de plus de trois transducteurs à thermistance interposés entre les tiges, il y a lieu de mettre l'alternateur en réparation aussitôt que possible en vue du remplacement de ces transducteurs à thermistance.

II.5.1 Les anomalies qui provoquent l'alternateur

Origine / causes	Anomalies/ défauts	Conséquence
Mauvais équilibrage des parties tournantes. -Apparition de phénomènes électromagnétique anormaux.	Vibration anormal de la machine.	Usure
Vibration	Fuite d'hydrogène	Chut de pression
Vibration	Fuite circuit SS	Court-circuit
--	L'étanchéité de l'enroulement du stator	Dégradation d'isolement
Augmentation de la conductivité d'eau de refroidissement	Corrosion ;	Augmentation de la température.
Courant d'excitation trop intense	Echauffement anormal de l'enroulement d'excitation	--
Echauffement anormal des nervures et des parois transversales du stator, des plateaux de serrage du fer statorique et de la clavette de fixation.	Echauffement local dans le turbo-alternateur.	Mauvais rendement.
Les paliers chauffent exagérément	Pénétration de l'huile à l'intérieur de la machine.	--

Tableau II.4 : Les cause et les types de défauts qui provoque l'alternateur

Chapitre III

Intervention

Pratique

INTRODUCTION

A Spe Jijel comme dans les autres industries, la politique de maintenance des matériels de production évolue.

Pouvoir analyser le comportement des machine à travers des différents paramètres, observer les dégradations à partir d'un certain nombre de mesures et d'observation apparait aujourd'hui comme essentiel pour évoluer d'une maintenance systématique et périodique couteuse vers une maintenance prédictive appelée également conditionnelle compétitive.

Machine électromécanique complexe, l'alternateur des centrales thermique n'échappe pas à la règle d'autant que ces dernières années, malgré une maintenance lourde et couteuse, il est malheureusement responsable d'indisponibilités importantes pour l'ensemble du parc des centrales thermiques.

Nous n'avons pas cherché dans réflexion à traiter l'ensemble des conditions nécessaires à l'évolution de cette politique, mais nous avons montré deux cas qui provoque l'alternateur, le premier cas est imprévu :

Fuite du liquide de refroidissement et on va montrer les différentes étapes a suivre pour une maintenance conditionnelle et leur procédure de réparation.

Et dans le deuxième cas on parle d'une **Révisions générale** du turbo-alternateur qui se fait chaque 5ans et on montre les travaux préparatoire et réaliser sur le turbo-alternateur.

III.1 Déroulement type d'une intervention de maintenance

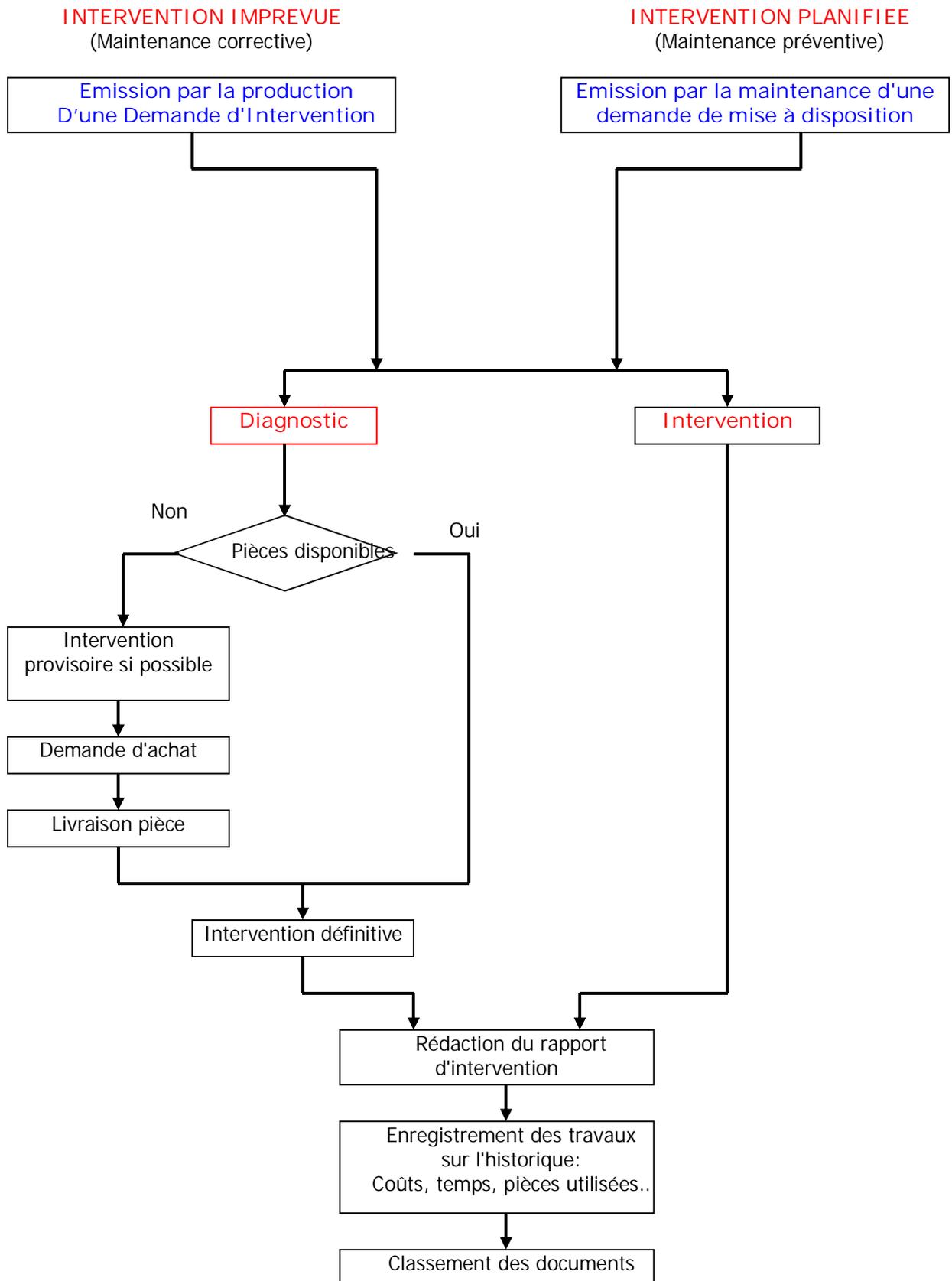


Figure III.1: Logigramme d'une action du service

III.2 INTERVENTION PRATIQUE

III.2.1 Fuite du liquide de refroidissement

Lorsqu'une défaillance apparaît, on déclenche une action de maintenance corrective. Celle-ci est décomposable en plusieurs phases:

1. **Détection** : cette phase permet de déceler. par une surveillance accrue, l'apparition d'une défaillance et d'établir un constat de défaillance.
2. **Localisation** : À partir du constat de défaillance et du dossier technique, cette phase permet de rechercher précisément le ou les éléments pouvant entraîner cette défaillance (hypothèses).
3. **Diagnostic** : La vérification des hypothèses émises permet d'identifier la ou les causes de la défaillance et de définir les opérations de maintenance corrective à mettre en place.
4. **Réparation**: l'aide au diagnostic est un outil précieux permettant de gagner du temps. Les outils d'aide au diagnostic se présentent sous différentes formes: organigramme de dépannage, tableau causes-effets, logigramme de tests, et tableau de diagnostic ...

Détection

Suite au déclanchement du groupe n°3 en date du 16/03/2010 causé par une fuite du fluide de refroidissement à travers trois barres statorique, les travaux d'intervention ont débuté avec l'aide des spécialistes du fournisseur.

Localisation

Suite à la détection de cette anomalie, il a été procédé à la localisation du lieu où a eu la fuite. Après les travaux de démontage

- Démontage cache d'excitatrice.
- Démontage des 1/2 chapeaux coussinets supérieur paliers 6 et 7
- Démontage des 1/2 flasques avant et arrière.
- Démontage des 1/2 couvercles supérieur de la bobine avant et arrière.
- Démontage des 1/2 flasques et couvercles inférieurs.

Chapitre III : Intervention Pratique.

- Epreuve hydraulique.
 - Il a été constaté l'hypothèse de la défectuosité du bobinage de stator.

Diagnostic

Une fois la fuite localisée au niveau de la bobine, il faut déterminer exactement son origine en analysant les effets et en définissant précisément sa ou ses causes :

- Usure de trois éléments de la bobine (3 barres) para port à la cale de maintien suite à une vibration ce qui a causé une fuite d'eau de refroidissement.

Réparation de la fuite

Après la révélation des anomalies citées ci-dessus, les travaux de réparation suivant ont été effectués :

1. Démontage de la tuyauterie d'eau de refroidissement (entrée bobine).
2. Démontage de toutes les cales libres des barres (cales isolantes en résine)
- 3 .Démontages de tout le kit de stator et remplacements de toutes les barres statorique (60 barres)
4. Contrôle d'isolement avant et après la mise en service d'eau de refroidissement.

Phase 1 : Arrêt de l'alternateur

Après avoir déchargé et mis l'alternateur hors tension

- Désassemblage et démontage de l'appareil du porte-balais.
- Enlèvement du garnissage.
- Déplacement d'hydrogène.
- Désassemblage des moitiés supérieures des flasques et des paliers de support.
- Marquage des pièces démontables.
- Démontage des barres de l'alternateur.
- Mesure la valeur de fuite de gaz a fréquence nominale de rotation du rotor et a l'état immobile et marquer tous les endroits d'inétanchéité.
- Révision des paliers et des joints d'arbres.

Phase 1.1 : Travaux sur le Rotor

- Nettoyage des surfaces extérieures du noir de carbone.
- Soufflage et nettoyage des bagues collectrices du rotor.
- Soufflage du métal du rotor par l'air comprimé.
- Confectionner des dispositifs pour un raclage des coussinets des joints d'hydrogène.
- Essai du rotor de l'étanche aux gaz.
- Réparation de la roue du compresseur.
- Soufflage, nettoyage du rotor, essai sous pression.
- Nettoyage du rotor
- Remplacement d'une douille de l'amenée de courant du pôle B
- Essai sous pression
- Nettoyage du rotor, lavage du rotor
- Essai sous pression
- Placement des mâchoires de serrage (serre-joint) sur des bagues collectrices pour faire brancher le câble et par la suite faire un séchage
- Brassage du rotor
- Enlèvement et repositionnement des bagues collectrices.
- Enlèvement et repositionnement du ventilateur axial
- Enlèvement de la roue du compresseur
- Enlèvement et repositionnement des anneaux de bandage du rotor.
- Révision des dispositifs de contrôles, de mesure et d'automatisation (Thermo convertisseurs à résistances incorporés avec câblage, boites a bornes, manchons de traversés, capteurs.).
- Faire les essais électriques et hydrauliques sur le rotor.
- Sortie du rotor de l'alternateur

Phase 1.2 : Travaux sur le Stator

- Mise sous pression du stator.
- Inspection et contrôle des conduites de décharge de l'enroulement du stator.
- contrôler l'état de l'enroulement statorique, l'étanchéité des cales, les encoches, les frettes et les têtes d'enroulement.
- Révision générale de l'excitateur
- Vérification des tubulures de distribution d'amenée d'eau a l'enroulement statoriques et aux bornes ainsi que des points de fixation de ces tubulures
- L'inspection visuellement de l'absence des déchirures, rayures aux endroits d'encastrement des manches et leurs surfaces intérieures et extérieures.
- Vérification du collecteur de l'enroulement statorique, l'état des isolateurs –supports destinés à la fixation des tuyaux des collecteurs au corps du stator.
- Vérification de calottes en caoutchouc des têtes de l'enroulement statoriques.
- Eliminer de l'huile et de l'eau de la boîte à bornes
- Examen visuel de la fixation du panier du stator coté bagues collectrices.
- Réparation du compresseur
- Réparation des joint d'hydrogène coté bagues collectrices
- Examen visuel des ressorts de la fixation du noyau du stator.
- Réparation du joint du diffuseur.
- Remplacement de l'isolation du diffuseur.
- Réparation du joint d'hydrogène
- (Grattage des fanions sur des coussinets du joint d'hydrogène)
- Contrôle et mesure de l'isolation de l'enroulement statorique
- Contrôle d'état des joints de l'espace d'air du compresseur
- Contrôle du ventilateur
- Contrôle des capteurs d'huile intérieur et extérieure

Chapitre III : Intervention Pratique.

- Démontage de tout le stator (60 barres statoriques)
- Essais électriques et hydraulique de toutes les barres statoriques.

Phase 1.3 : Les travaux sur turbo-alternateur groupe 3

- Essais sous pression du rotor
- Détection des défauts de l'amenée du courant pole B
- Remplacement des joints défectueux
- Détection des défauts et essai sous pression des refroidisseurs de gaz
- Réparation du coussinet du joint d'hydrogène côté turbine
- Réparation des refroidisseurs de gaz
- Démontage de la roue du compresseur du rotor de l'alternateur
- Remplacement de la douille d'étanchement sur l'amenée de courant pôle B
- Vérification du rotor sur l'étanchéité aux gaz
- Réparation des refroidisseurs de gaz.

Phase 2 : Intervention sur les bagues collectrices

- Démontage des étanchéités à l'huile de l'arbre,
- Démontage des pièges d'huile,
- Démontage de l'appareil de guidage et du diffuseur du compresseur.
- Déboulonnage et l'installation dans le creusement de la fondation de la moiti.

Phase 3 : Travail exécuté sur le côté de la turbine

- Démontage des étanchéités à l'huile de l'arbre, des pièges d'huile, du déflecteur du flasque extérieur et du flasque intermédiaire ainsi que du déflecteur du flasque intérieur.
- Déboulonnage et l'enlèvement.
- Contrôle des boulons du bâti de moyeu du stator.
- Préparation à la sortie et la sortie même du rotor.

III.2.2 Révision générale du turbo-alternateur

Lors de la révision générale du turbo alternateur du groupe No2. Les travaux suivants ont été réalisés:

Travaux préparatoires

- Préparation des locaux, des sites de travail, des caisses d'outils, des tables à ouvrage.
- Approvisionnement en outils et accessoires, sa révision et sa remise en état.
- Contrôle de l'étanchéité à l'hydrogène de l'alternateur.

Phase 1 : Désassemblage de l'alternateur

- Démontage des étanchéités d'hydrogène et des tuyauteries en contrôlant l'état des éléments composant.
- Démontage et contrôle de l'état de flasques, de diffuseurs.
- Démontage des ailettes de ventilateurs du rotor côté turbine. Mesure des jeux d'air "rotor-stator".
- Préparation et sortie du rotor en le posant sur le support à côté de l'alternateur.

Phase 1.1 : Travaux sur le stator d'alternateur

- Démontage partiel des protections et des barres pour déposer les bagues collectrices «phase» et «neutre».
- Évacuation d'eau du circuit de refroidissement de la bobine de rotor, soufflage par air comprimé.
- Déconnexion des contacts d'extrémité de la bobine.
- Démontage des tuyauteries d'amenée d'eau du circuit de refroidissement de la bobine de stator.
- Dépose des conducteurs et remise sur site de travail.
- Recherche des isolateurs défaillants.
- Démontage des isolateurs en porcelaine, changement des joints d'étanchéité, changement d'un isolateur en porcelaine défaillant. Contrôle de résistance et d'étanchéité. Nettoyage des contacts, des chemises en porcelaine et des liaisons flexibles à l'aide d'un chiffon imbibé d'une solution alcool-essence.
- Reprise des conducteurs, connexion des tuyauteries d'eau, joints d'étanchéité ayant été changés.

Chapitre III : Intervention Pratique.

- Contrôle de l'état des parties frontales de la bobine de stator, des cales de stator, des barres conductrices et de liaison, de l'acier actif, le serrage, inspection du circuit de refroidissement de la bobine de stator. Préparation d'un rapport d'inspection.
- Nettoyage des parties frontales de la bobine de stator, lavage par une solution alcool-essence.
- Nettoyage de l'acier actif de la corrosion, lavage de la partie usinée et des canaux de ventilation par une solution alcool-essence, soufflage par air comprimé et revêtement par vernis BT-99. Contrôle de fixation des plaques de serrage.
- Nettoyage de la chambre de sorties, de la surface intérieure de stator, de la boîte à eau de réfrigérants d'hydrogène. Changement du caoutchouc d'étanchéité dans la boîte à eau de réfrigérants d'hydrogène.
- Mesures électriques des bobines de stator et de rotor, résistance de l'isolation et R ohm TCM du stator.
- Changement des bandages desserrés de fixation des parties frontales et des barres de la bobine de stator.

Calage de 87% de la bobine de stator en confectionnant des cales en bakélite.

- Essai de l'acier actif de stator pour échauffement et les pertes spécifiques. Résultats d'essai répondent aux normes.
- Remise en état des isolateurs de sortie de la bobine de stator. Etanchement des isolateurs des sorties et des tuyauteries d'amenée d'eau au point de leur jonction avec la plaque d'appui de la boîte de sorties et le corps de stator.
- Connexion des tuyauteries d'amenée d'eau vers la bobine de stator, confection et changement des joints.
- Essais hydrauliques du circuit de refroidissement de la bobine de stator en étanchant des fuites dans des collecteurs et des tubes à impulsion. Changement des robinets défectueux.
- Étanchement de la tête de stator, rainure №17 côté turbine. Fuite dans la brasure fixant le tube en téflon et celui en cuivre. Essais consécutifs. Le circuit de refroidissement de la bobine de stator est étanche.
- Essais électriques de la bobine de stator par surtension de chaque phase par rapport au corps et à deux autres phases mises à la terre avant la mise en place du stator.

Chapitre III : Intervention Pratique.

- Peinture de la bobine de stator par émaille $\Gamma\Phi$ -92 XC et des usinages de l'acier actif par vernis BT-99.
- Essais du stator par une tension nominale de 15,75 kV, fréquence industrielle, distillat circulant dans la bobine. Résultats d'essais sont positifs.

Phase 1.2 : Remise en état du corps de stator

- ❖ Remise en état des emplantures de flasque d'extrémités et celles flasque-diffuseur. Remise en état des pièces de fixation. Remise en état et nettoyage des sièges de parois.
- ❖ Confection des joints isolants, collage des joints aux diffuseurs à l'aide de la résine époxyde.
- ❖ Remise en état de l'étanchéité d'hydrogène de l'alternateur, des pièges d'huile, des corps.
- ❖ Raclage des coussinets d'étanchéité.
- ❖ Soudage des fissures du corps de stator dans la chambre de réfrigérants d'hydrogène côtés intérieur et extérieur.

Phase 1.3 : Travaux sur le Rotor d'alternateur

- Mesures électriques du rotor avant la révision générale.
- Soufflage des canaux de ventilation du rotor.
- Essai sous pression du rotor. Détection d'une fuite à travers un joint côté turbine. Confection et mise en place du joint.
- Contrôle de l'état du rotor.
- Élimination de l'émail anticorrosif des bagues de bandage, nettoyage des ailettes de ventilateurs, des sièges d'assise pour expertise.
- CND des bagues de bandage, des ailettes de ventilateurs.
- Élimination de petits défauts.
- Nettoyage des parties frontales de la bobine dans des endroits accessibles.
- Dépose du compresseur côté bagues collectrices.
- Remise en état des conducteurs de courant en le déconnectant des bagues collectrices. Changement des douilles d'étanchéité en caoutchouc. Confection et changement des joints en texto lite. Essais d'étanchéité du rotor.
- Contrôle des court-circuit entre les spires.
- Nettoyage, dégraissage bagues de bandage et peinture anticorrosif par émail KO-983 M-XC.
- Montage du compresseur.
- Peinture du rotor par émail $\Gamma\Phi$ -92 XC.

Chapitre III : Intervention Pratique.

- Mesures électriques du rotor.
- Séchage de la bobine de rotor. Résistance de l'isolement est de 1,2 Ohm.
- Raclage de crêtes de support.
- Usinage et polissage des bagues collectrices.

Phase 2 : Système d'alimentation d'huile des étanchéités d'hydrogène de l'alternateur

- Nettoyage et remise en état des tuyauteries d'huile des étanchéités d'hydrogène, confection des joints.
- Désassemblage, nettoyage, changement de joints, réassemblage des voyants.
- Désassemblage, nettoyage, révision et remise en état des régulateurs de pression.
- Désassemblage, nettoyage, révision et remise en état des filtres d'huile.
- Désassemblage, nettoyage, changement de joints, réassemblage, essai sous pression des échangeurs de chaleur.
- Remise en état du verrouillage hydraulique.
- Révision et remise en état de la bêche tampon.
- Révision et remise en état de la soupape d'arrêt, de l'extracteur d'air, de l'injecteur.
- Révision et remise en état de la robinetterie D=6 ÷ D=100.

Phase 2.1 : Circuit de refroidissement de la bobine de stator.

- ✓ Désassemblage, nettoyage, révision et remise en état de la bêche tampon.
- ✓ Nettoyage des filtres du circuit de refroidissement de la bobine de stator, changement des joints d'étanchéité.
- ✓ Désassemblage, nettoyage, changement de joints, réassemblage, essai sous pression des échangeurs de chaleur du circuit de refroidissement de la bobine de stator.
- ✓ Révision et remise en état de la robinetterie.
- ✓ Rinçage du système de refroidissement de la bobine de stator à la pression 3,0 bars, débit - 38 m³/h. Absence de fuites.

Phase 2.2 : Circuit de refroidissement d'hydrogène du stator

- Démontage des réfrigérants d'hydrogène de l'alternateur.
- Désassemblage des réfrigérants d'hydrogène.
- Nettoyage des tubes, des planches perforées, des boîtes à eau, confection des joints, réassemblage des réfrigérants d'hydrogène.
- Les essais sous pression des réfrigérants d'hydrogène ont démontré de fortes fuites à travers les chapeaux inférieurs. Soudage des fissures n'a pas donné de bons résultats. Les

Chapitre III : Intervention Pratique.

chapeaux des autres réfrigérants d'hydrogène ne sont pas interchangeables selon les perçages. Brasage des perçages existants et perçages des nouveaux troue. Les essais consécutifs sont positifs, remise au Maître d'ouvrage.

- Vu que le réfrigérants d'hydrogène sont en état déplorable et il n'y a pas ceux de rechange, on a réparé et remis au Maître d'ouvrage un réfrigérant de réserve.
- Essai sous pression des tubes d'amenée d'eau.
- Remise en état et réglage du système de séchage d'hydrogène.
- Remontage des réfrigérants d'hydrogène, connexion des tuyauteries, confection et changement des joints.

Phase 2.3 : Remise en état du dispositif de porte-balais

- Démontage du porte-balais.
- Désassemblage, nettoyage, révision et remise en état de porte-balais.
- Changement de 15 porte-balais défectueux.
- Réassemblage du dispositif de porte-balais.

Phase 3 : Assemblage de l'alternateur

- Travaux préparatoires et mise en place du rotor.
- Mesure du jeu d'air «rotor - stator».
- Mise en place des ailettes de ventilateur, côté turbine, peinture.
- Connexion des sorties principales et «zéro» de la bobine d'alternateur aux barres conductrices.
- Mesure de l'isolation de la bobine de rotor.
- Assemblage des flasques frontales et des diffuseurs.
- Mise en place des corps d'étanchéité d'hydrogène et des tuyauteries de liaison.
- Assemblage des coussinets d'étanchéité de l'arbre d'alternateur.
- Essais d'étanchéité à l'hydrogène, $P = 3,0 \text{ kg/cm}^2$. Chute de pression est de 0,04 bars, ce qui est égale à 1,33%, valeur normalisée est de 1,5%.
- Montage des sorties «phase» et «zéro» d'extrémité.
- Remontage du dispositif de porte-balais. Centrage des porte-balais, goupillage, rodage des balais

Le turboalternateur type TBF-200 MT3, groupe №2, est prêt à exploitation après la révision générale

Conclusion générale

Dans l'industrie, les intérêts économiques considérables qui rentrent en jeu doivent favoriser l'essor de la maintenance dans les années à venir. Mais, il n'est plus possible à l'homme de contrôler l'état de santé d'une machine en posant simplement la main dessus, tant les machines deviennent complexes et leur fonctionnement plus critique. Nous avons montré que la maintenance préventive systématique n'est pas suffisante et qu'il faut se retourner vers une maintenance de type conditionnel, plus fiable et plus économique.

Les deux parties constitutives des machines synchrones qui sont le stator et le rotor ainsi que les organes qu'elles englobent ont été présentés. Nous avons vu à travers ce chapitre, que l'alternateur ou la machine électrique en générale est un ensemble d'éléments électriques, magnétiques et mécaniques liés entre eux de façon judicieuse et harmonieuse dans l'espace toléré pour former un système électrotechnique complet et assez complexe, capable de fonctionner avec la performance souhaitée.

Le turbo-alternateur est un élément principal ou son rôle important est de transférer l'énergie mécanique en énergie électrique.

Le but de mon travail est de présenter une vue d'ensemble sur les turbo-alternateurs en se basant sur l'alternateur TrB-200 MT3 installé à la centrale thermique de Jijel.

D'après le travail que nous avons pu élaborer nous concluons que:

- ✓ La maintenance de ce type de turbo-alternateur est un peu compliquée et demande une intervention des techniciens spécialistes de la machine au niveau d'une révision générale, ou d'une réparation d'une fuite, ce qui sera rentable vis-à-vis des autres turbo-alternateurs.

- ✓ Cette étude nous a permis d'avoir un aperçu plus détaillé et plus clair sur ce type de machines.

Bibliographies

[1] : Mr : Guemmour med, **cours maintenance 1.**

[2] : Mr : Bencharif Walid Chawki. Mr : Chabounia Oussama, **Etude de refroidissement de l'alternateur de la centrale de JIJEL, mémoire,** Université Abderrahmane Mira – Béjaia, 2011.

[3] : www.bibliographiedunet.com/maintenanceindustriel.

[4] : <http://membres.lycos.fr/benoist1/principe.htm#Moteur%20synchrone>.

[5]:<http://www.regime-de-neutre.fr/fonctionnement-machine-synchrone.php>.

[6] : *Manuel d'exploitation du turbo-alternateur TRB-200-MT3*

[10] : Mr : ladjroud amine, **amélioration de la maintenance d'un système industriel avec l'approche d'une optimisation des performances, mémoire,** Université de Jijel, 2012

Résumé

L'objectif de notre travail permet d'avoir un aperçu plus détaillé et plus clair sur le turbo-alternateur et son importance dans le milieu industriel.

D'un autre côté, ce travail nous a permis la détection des pannes et comment faire une maintenance préventive et corrective de deux cas du turbo-alternateur.

Mots clés : turbo-alternateur - détections – maintenance- couts....

الغاية من العمل هو تقديم و نظرة اكثر تفصيلا و اكثر وضوحا عن المولد التوربيني, أهميته و مكانته في الوسط الصناعي على هامش هذه الدراسة تطرقنا فيها إلى مختلف الأعطاب المختلفة ضف إلى ذلك مراحل التي تمر بها اثناء عملية الصيانة الوقائية و الصيانة التصحيحية .

Our goal of this work is to introduce more details and more clear look at turbo-alternateur, its importance and its place in industrial domain, in another way this work allow to detect the breakdowns and how to do the preventive maintenance and also the corrective one to two case of turbo-alternateur.