

Chapitre III : Etude De La Maintenance De La Turbine A Gaz MS 5001.

Introduction

La fonction maintenance a pour but d'assurer la disponibilité optimale des installations de production et de leurs annexes, impliquant un minimum économique de temps d'arrêt.

Jugée pendant longtemps comme une fonction secondaire entraînant une perte d'argent si évitable, la fonction maintenance est généralement assimilée à la fonction dépannage d'équipements soumis à usage et vieillissement.

La véritable portée de la fonction maintenance même beaucoup plus loin, elle est une recherche incessante de compromis entre la technique et l'économie. Il reste alors beaucoup à faire pour que sa fonction productive soit pleinement comprise. Pour mener à bien sa mission, la fonction maintenance exige des moyens humains et matériels importants et adéquats. Elle ne peut pas devenir le refuge d'un personnel inapte à la fabrication et doit bénéficier d'un budget de fonctionnement qui doit lui permettre de jouer un rôle qui dépasse celui d'un service de dépannage.

III.1 Définition De La Maintenance [7]

Depuis 2001, elle a été remplacée par une nouvelle définition, désormais européenne (NF EN 13306 X 60-319) : « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. »

(Extrait de la norme européenne NF EN 13306 X 60-319 de juin 2001).

III.2 Rôle De La Maintenance [7]

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matérielle de l'entreprise en maintenant le potentielle d'activité en tenant compte de la politique de l'entreprise.

III.3 Les Objectifs De La Maintenance [7]

L'existence d'un service de maintenance a pour raison de maintenir les équipements et aussi la diminution des pannes, en effet ces dernières coûtent cher.

Parmi les objectifs de la maintenance, on cite :

- assurer en permanence la production avec des coûts de fonctionnement et entretien minimum.
- garantir la disponibilité et la fiabilité de l'équipement.
- organisation adéquate des moyens matériels modernes et moyen humaines, qualité, compétences et une bonne formation.
- Conserver la valeur d'un bien.
- Garder sa disponibilité.
- Assurer la maintenance dans les limites du budget.
- Minimiser les dépenses de la maintenance.
- Maintenir le bien durable dans un état acceptable.
- Assurer la disponibilité maximale a cout raisonnable.
- Eliminer les pannes a tout moment.
- Prolonger la durée de vie de bien.
- Remplacer le bien à des périodes prédéterminé.
- Assurer le bien à des performances de haute qualité.
- Un fonctionnement sûr et efficace.
- Un état de propreté absolue.

III.4 Les Types De La Maintenance [7]

III.4. 1 La Maintenance Corrective

III.4.1.a Définition

« Maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise » (extrait norme NF EN 13306 X 60-319).

III.4.1.b Les Avantages de la maintenance corrective

- ✓ Minimiser les coûts directs ;
- ✓ Budget de maintenance moyen ;
- ✓ Les frais de gestion de stock moins important.

III.4.1.c Les inconvénients de la maintenance corrective

- ✓ Les temps d'arrêts et d'interventions sont relativement longs ;
- ✓ Coût indirect élevé ;
- ✓ Achat de pièces de rechange à prix élevé.

III.4.1.d Les opérations de la maintenance corrective

- ❖ **Détection** : Action de découvrir au moyen d'une surveillance accrue - continus ou non l'apparition d'une défaillance ou l'existence d'un élément défaillant.
- ❖ **Localisation** : Action conduisant à rechercher précisément l'élément ou les éléments par lequel ou pour lesquelles la défaillance se manifeste.
- ❖ **Diagnostic** : Identification de la cause de la ou des défaillances à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test.
- ❖ **Dépannage** : Action sur un bien en panne, en vue de le remettre provisoirement en état de fonctionnement.

Remarque : Compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder du résultat provisoire, dans le cas, il sera suivi d'une réparation.

- ❖ **Réparation** : Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après défaillance.

Remarque : Cette réparation correspond à une remise à l'état définitive de l'équipement.

III.4.2 La Maintenance Préventive

III.4.2.a Définition

La définition donnée par l'AFNOR est la suivante : « Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien » (extrait norme NF EN 13306 X 60-319).

III.4.2.b Type De La Maintenance Préventive

- ❖ **Maintenance Systématique** : maintenance obéissant à un échéancier (planning, calendrier) établi en fonction du temps et du nombre d'unités d'usage.
- ❖ **Maintenance Conditionnelle** : maintenance subordonnée à l'apparition d'indices révélateurs de l'état (condition) d'un élément matériel.

III.4.2.c Les Avantages De La Maintenance Préventive

- ✓ Bonne préparation de l'intervention ;
- ✓ Durée de mobilisation minimisée (moyens humains et moyens matériel) ;
- ✓ Facilité de programmation et de planning des travaux.

III.4.2.d Les Inconvénients De La Maintenance Préventive

- ✓ Frais de gestion de stocks important ;
- ✓ Charges supplémentaires dues à la disponibilité du personnel d'entretien et sa formation ;
- ✓ Réparation et planification d'où nécessité d'un budget important.

III.4.2.e Le But De La Maintenance Préventive

- ✓ Augmenter la durée de vie matérielle ;
- ✓ Diminuer la probabilité des défaillances en service ;
- ✓ Diminuer les temps d'arrêts en cas de révision ou de panne ;
- ✓ Prévenir et prévoir les interventions de maintenance corrective coûteuse ;
- ✓ Eviter les consommations anormales d'énergie du lubrifiant ;
- ✓ Améliorer les conditions de travail du personnel de production ;
- ✓ Faciliter les coûts de maintenance ;
- ✓ Supprimer les causes d'accidents grave.

III.4.2.f Les Opérations De La Maintenance Préventive

- ❖ **Inspection_:** Activité de surveillance consistant à relever périodiquement les anomalies et exécuter les réglages simples. Ne nécessitant pas d'outillage spécifique, ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.
- ❖ **Contrôle:** Il correspond à des vérifications de conformité par rapport à des données préétablies, suivi d'un jugement.

- ❖ **Visite :** Consiste en un examen détaillé et prédéterminé de tout (visite générale) ou partie (visite limité) des différents éléments d'un bien. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective.

III.5 Organigramme De La Maintenance [7]

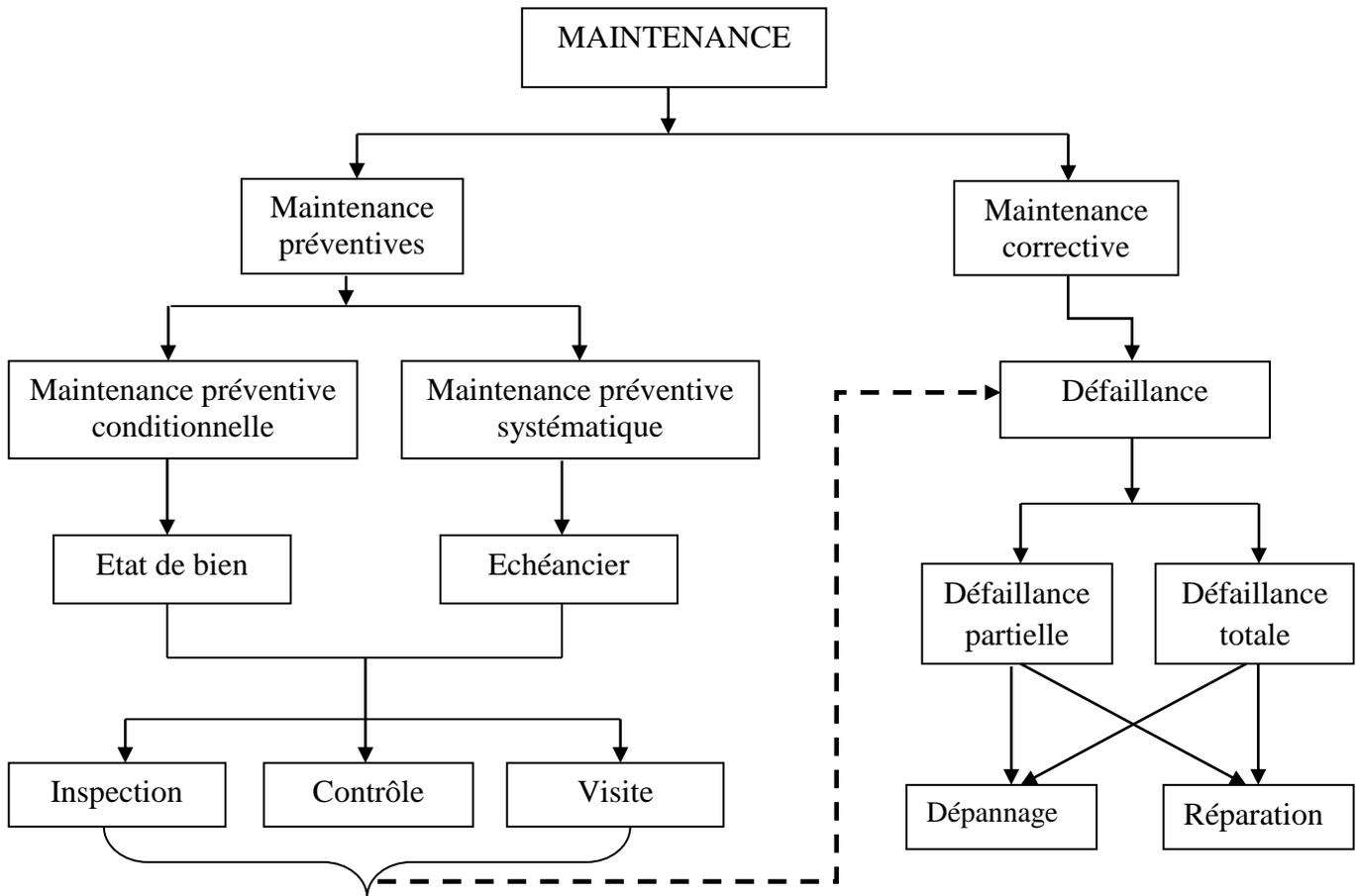


Figure.III.1 : Organigramme de La Différents Types De Maintenance.

III.6 Les Fonctions D'un Service Maintenance [8]

III.6.1 Fonction Méthode

Cette fonction est considérée comme le cerveau du service de maintenance, elle définit:

- ✓ Ce qu'il faut faire, avec qui le faire et comment le faire;
- ✓ Les méthodes et les techniques d'intervention;
- ✓ Les moyens et les normes d'entretien;
- ✓ La création et l'exploitation de la documentation technique et historique;
- ✓ L'élaboration des méthodes d'entretien.

Elle détermine les moyens nécessaires (matériels et humains) et les fréquences d'intervention.

III.6.2 Fonction Ordonnancement

Cette fonction permet de :

- ✓ Suivre l'avancement des travaux.
- ✓ Etablir les plannings d'intervention.
- ✓ Répartir le personnel en fonction des travaux et de délai.
- ✓ Calculer le temps d'intervention.

III.6.3 Fonction Exécution Et Réalisation

La fonction exécution et réalisation permet de :

- ✓ Gérer les stocks, pièces de rechange, outillages, appareils de contrôles.
- ✓ Assurer l'installation des machines et du matériel (Réception, Contrôle, Mise en fonctionnement).
- ✓ Assurer la remise en marche du matériel après intervention.
- ✓ Informer le personnel sur les équipements (consigne d'utilisation).
- ✓ Gérer l'intervention de la maintenance.
- ✓ Etablir le diagnostic de défaillance du matériel.

III.6.4 Fonction Documentation

La documentation de la maintenance est un support pour la mise en œuvre de la gestion de la maintenance des équipements elle permet :

- ✓ La programmation de la maintenance préventive systématique (basé sur la connaissance de paramètre d'usure inscrit au niveau des fiches techniques).
- ✓ La préparation du travail (réunir tous les éléments matériels : pièce de rechange, outillages, et les moyens humains : les intervenant par classification professionnelle).
- ✓ La réduction du temps d'intervention.
- ✓ La gestion du stock dans l'approvisionnement des pièces de rechange.
- ✓ La formation du personnel.

III.6.4.a La Documentation Générale

Qui se décompose en :

- ✓ Une documentation sur les techniques professionnelles : les livres techniques, revues, articles, conférences...etc.
- ✓ Une documentation sur l'outillage, les fournitures : les normes, les catalogues des outillages spéciaux et les pièces de rechanges ...etc.

III.6.4.b La Documentation Spécifique

Elle comprend :

➤ **Le Dossier Technique**

Ce dossier comprend tous les renseignements et documents qui concernent un même type de machine.

Il doit fournir les renseignements nécessaires dans le cadre de la préparation et des interventions (c'est la carte d'identité de la machine).

➤ **Le Dossier Historique**

Etant le résumé de la vie de la machine (c'est le carnet de santé de chaque machine), il permet de :

- ✓ Faire évaluer les méthodes de la maintenance.

III.6.5 La Fonction De Lancement

Assure la distribution du travail selon un planning établi en fonction de la charge et assure la gestion et la conduite des hommes pour la bonne exécution des travaux. Elle s'occupe de la surveillance et de l'orientation du personnel.

III.6.6 La Fonction De La Gestion Des Stocks

La première tâche est de prévoir à chaque moment les besoins de l'usine en articles courants du magasin de maintenance, pièces de rechanges spécifiques aux installations de production. Elle détermine les quantités à réapprovisionner en fonction du niveau des stocks, des consommations et des délais de livraison.

III.6.7 La Fonction De La Gestion Des Coûts

Le service de la maintenance pourra, par la diminution de ses coûts, augmenter la rentabilité de l'entreprise. Pour la maîtriser il sera nécessaire de connaître les coûts de la maintenance.

III.7 La Maintenance Appliquée Sur Les Turbines A Gaz MS5001 [9]

Les installations techniques représentent un important capital investis. Ce capital doit être préservé et géré avec efficacité. La division de maintenance nécessite de réunir un vaste éventail de compétences dans des domaines variés, ce qui conduit à l'organisation de la

maintenance autour de 4 services (services turbomachines, électricité, instrumentation et mécanique industrielle)

Un programme de maintenance préventive est une nécessité primaire afin d'assurer la gestion correcte des installations conduites par des turbines à gaz où les arrêts forcés de l'installation doivent être réduits au minimum. Et pour cela nous pouvons classer les inspections de la turbine en deux types :

III.7.1 La Maintenance Conditionnelle (Inspection En Fonctionnement)

Comprennent la somme des observations faites durant le fonctionnement de l'unité. Des données en opération devant être enregistrées pour permettre d'évaluer les performances de l'équipement, les besoins d'entretien et d'intervention lorsque ces relevés indiquent des alarmes qui vont déclencher la turbine par la suite.

Les plus importants sont :

- ❖ Les vibrations des rotors de la turbine HP ;
- ❖ La température à l'échappement ;
- ❖ La température à la sortie du compresseur ;
- ❖ La température autour des chambres de combustion ;
- ❖ La température de l'huile de graissage ;
- ❖ La vitesse des roues HP ;
- ❖ Le débit de combustible à injecter ;
- ❖ La pression de refoulement du compresseur.

III.7.2 La Maintenance Systématique (Les Inspections A L'arrêt)

Elle nécessite le démontage de la turbine à différents degrés :

- ❖ Inspection de combustion (combustion inspection CI) : chaque 8000 h de fonctionnement;
- ❖ Inspection du parcours des gaz chauds (hot gaz parth inspection HPGI) : chaque 16000 h de fonctionnement;
- ❖ Inspection majeure (major inspection MI) : c'est une révision générale qui est faite chaque 32000 h de fonctionnement.

III.7.2.a Inspection De Combustion (Combustion Inspection CI)

L'inspection CI consiste à contrôler : chaque 8000 H De fonctionnent

- ❖ Les injecteurs (pièces de recharge) ;
- ❖ Les flasques (les pièces vérifient) ;
- ❖ Tube à flamme (les pièces a contrôlé par la méthode ressuage) ;
- ❖ Tubes interconnections.

III.7.2.b Inspection HGPI (Inspection Partie Chaud) Hot Gaz Path Inspection

L'inspection HGPI consiste à contrôler : chaque 24000 H De fonctionnent

- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ❖ Les injecteurs ; ❖ Les flasques ; ❖ Tubes à flamme ; ❖ Caisse turbine ; ❖ Inspection de la directrice de 1 er étage ; ❖ Inspection de la roue HP ; ❖ Pièce de transition. | } | <p>Nettoyage</p> <p>Vérification de fesseur</p> <p>La méthode ressuage</p> |
|---|---|--|

III.7.2.c Inspection MI (Révision Générale)

(Major inspection) : Chaque 48000H De fonctionnent

L'inspection MI consiste à faire une révision générale de l'admission à l'accouplement de charge.

- ❖ Contrôle les ailettes du compresseur ;
- ❖ Contrôle les ailettes de la turbine ;
- ❖ Changement des palies ;
- ❖ L'équilibrage du rotor ;
- ❖ Vérifications les aubes de station ;
- ❖ Vérification les thermocouples ;
- ❖ Vérification de l'alignement des arbres ;
- ❖ Nettoyage par jet d'oxyde d'aluminium ;
- ❖ Contrôle des dimensions de la directrice et du diaphragme inspection visuelle et enregistrement des défauts ;

- ❖ Examen par ressuage de la directrice et préparation d'une carte indiquant les défauts et fissures ;
- ❖ Soumettre un planning achevé et des rapports à l'Engineering ;
- ❖ Mesurer et enregistrer les dimensions finales du diaphragme ;
- ❖ examen par ressuage du joint de rondelles d'écartement pour déceler les fissures ;
- ❖ Inspection visuelle des formes et des défauts ;
- ❖ Inspection complète de la directrice par ressuage ;
- ❖ Mesurer les diamètres de la directrice ;
- ❖ Prendre et enregistrer les dimensions des rétreints des pas et des hauteurs radiales.

III.8 Procédure D'une Révision Générale [10]

III.8.1 Préparation

Préparation Du Kit Des Pièces De Rechange

- Joints d'étanchéités;
- Boulons, clavettes, tubes d'interconnexions...etc.

III.8.1.a Préparation De L'outillage

III.8.1.b Préparation Du Dossier De La Machine (Documentation)

III.8.1.c Isolement De La Machine:

- Isoler électriquement la machine;
- Fermer les conduites de gaz;
- Isoler la machine réceptrice (le compresseur centrifuge).

III.8.2 Phase de Démontage

- Enlèvement des panneaux plus toiture ;
- Démonter les accouplements de charge et des auxiliaires;
- Relever les alignements;
- Démonter les bougies d'allumage, détecteurs de flamme, les captures de vibration, de vitesse et des thermocouples...etc.;
- Relever les jeux sur le compresseur et la turbine;
- Contrôler les jeux d'assemblages (des coussinets et du rotor et labyrinthe d'étanchéité);
- Démonter les chambres de combustion, les tubes à flamme, tubes d'interconnexions et pièces de transition;

- Démontez les carters supérieurs (la directrice),
- On inspecte l'état de toutes les pièces démontées en particulier celles soumises aux contraintes thermiques ou mécaniques telles que: pièces de transition, tubes à flamme, aubes fixes et mobiles diaphragmes...etc ;
- Dépose des caissons d'aspiration et d'échappement ;
- Toute présence de fissures doit être relevée, on constatera toutes usures aux points de surchauffes ;
- Démontage et pose de rotos HP ;
- Démontage de la partie inférieure des paliers.

III.8.3 Phase Réparation Et Inspection

- Vérification de l'état de chaque pièce, (des criques, déformation et fissure) ;
- Phase de réparation et inspection visuelle, par ressuage (Pénétration et révélateur afin de vérifier s'il y a présence de fissures ou non) ;
- Changement des pièces usées par des pièces réparées ou neuves ;
- Nettoyage de toutes les pièces.

III.8.4 Phase De Remontage

- Remontage des paliers de la partie inférieure ;
- Remontage du diaphragme ;
- Carter HP supérieur ;
- Enveloppe de la veine des gaz chauds;
- Remontage de la directrice fixe et convoyeur des gaz chaud ;
- Diffuseur d'échappement;
- Caisson et gaine d'admission;
- Pièces de transition;
- Carter chambres de combustion, puis tubes à flamme et tubes d'interconnexions et couvert chambres de combustion;
- Bougies d'allumage, injecteurs et tuyauterie du gaz combustible;
- Tuyauterie d'air de refroidissement...etc ;
- Remontage de l'enceinte de la machine ;
- Remontage de l'accouplement auxiliaire et charge ;

- Vérification et inspection des axillaires, de la qualité et du niveau d'huile de graisse et d'étanchéité ;
- Démarrage de la turbine.

III.8.5 Inspection Des Systèmes De Commande Et De Protection

Avant de démarrer la turbine les instrumentistes font un contrôle de tous les systèmes de commande et de protection comme par exemple:

- La chaîne de vibrations;
- L'état des thermocouples;
- Fonctionnement des servo-vannes;
- Des manomètres;
- Les moteurs électriques des auxiliaires;
- Les systèmes de survitesse et de déclenchement;
- Ainsi que toutes les boucles des systèmes de régulation (capteurs, transmetteurs, régulateurs, amplificateurs, organes d'exécution...etc.).

III.8.6 Teste De Démarrage Et Essai

On contrôlera tous les étapes de démarrage et on décèlera tous les bruits anormaux pendant la phase de ventilation, avant l'allumage, relever tous les paramètres à 80% et à 100% de la vitesse nominale. La turbine est réceptionnée après 72 h de marche.

III.9 La Maintenance D'amélioration (Passage A La Nouvelle Technologie Pour La Turbine A Gaz MS 5001) [10]

L'amélioration des biens des équipements consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel correspondant à la maintenance d'amélioration.

Dans ce domaine beaucoup de choses restent à faire c'est à dire qu'on peut toujours améliorer. C'est un état d'esprit qui nécessite une attitude créative.

Cependant pour toute maintenance d'amélioration, une étude économique sérieuse s'impose pour assurer la rentabilité du projet.

Actuellement les nouvelles technologies sont appliquées dans plusieurs domaines de l'industrie et en particulier dans l'industrie des hydrocarbures et plus précisément dans la

maintenance de machines tournantes (turbines, compresseurs, pompes ...etc.), afin de réaliser des objectifs bien déterminés.

Parmi les techniques des technologies nouvelles appliquées dans les installations des turbines à gaz, on trouve celles qui ont pour but l'extension des cycles ou intervalles de maintenance.

Cette technologie consiste à changer quelques pièces essentielles de la partie des gaz chauds de la turbine à gaz, par d'autres pièces, dont leur matériau est amélioré ou ils ont subies un revêtement ou traitement thermique afin de résister aux hautes températures pour une longue durée.

Exemples des pièces changées :

- Les tubes à flamme;
- Les pièces de transition;
- Les directrices des gaz chauds;
- Les tubes d'interconnexion.

❖ Les Cycles Des Révisions

Les inspections	Ancien cycle de maintenance	Nouveau cycle de maintenance
Inspection de combustion (CI)	8000 h	12000 h
Inspection du parcours des gaz chauds (HGPI)	16000 h	24000 h
Majeur inspection (MI)	32000 h	48000 h

Tableau III.1 : Cycles des révisions.

Les Durées Des Interventions

- CI : 10 jours;
- HGPI : 20 jours;
- MI : 35 jours.

III.10 Etude Technique Sur Le Méthode D'analyse (Loi de Pareto) [11]

III.10.1 Historique sur Loi de Pareto

Un économiste Italien, **Vilfredo Pareto**, en étudiant la répartition des impôts constata que 20 % des contribuables payaient 80 % de la recette de ces impôts. D'autres répartitions analogiques ont pu être constatées, ce qui a permis d'en tirer la loi des 20-80 ou la loi de Pareto. Cette loi peut s'appliquer à beaucoup de problèmes, c'est un outil efficace pour le choix et l'aide à la décision.

III.10.2 Définition de loi Pareto

La méthode de Pareto est un outil (moyen) simple d'emploi dans le cadre de l'élaboration d'un plan de maintenance basé sur la fiabilité pour classer par exemple les matériels ou leurs modes de défaillance en fonction de leur fréquence d'apparition ou de leur criticité. Elle consiste à distinguer trois catégories (A, B et C) en se basant sur un critère donné (Figure.III.2).

Cumul des interventions $\% \sum t_i$

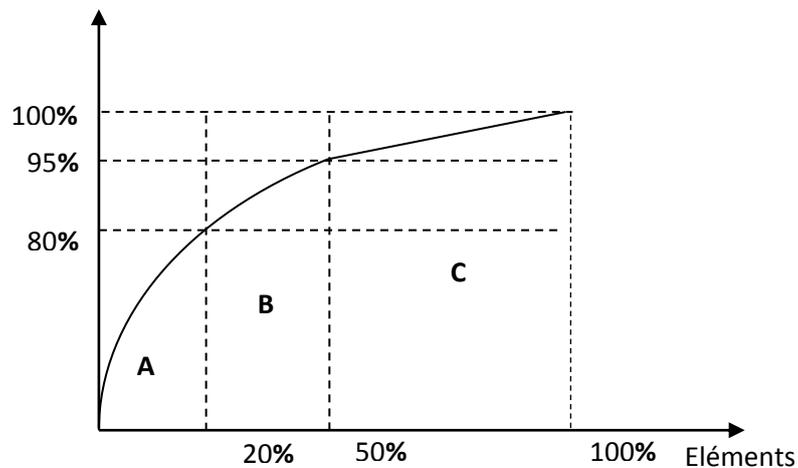


Figure.III.2 : Représentation graphique « ABC »

III.10.3 Objectif

Le but est d'analyser un phénomène, en le représentant par un (une image) graphique qui permet de déterminer l'existence d'une relation entre des groupes de données. Le diagramme de Pareto permet de classer les événements selon l'enjeu qu'ils représentent. Il permet de visualiser rapidement les priorités d'action, de faire un choix et de se concentrer sur les problèmes à traiter en priorité. C'est un moyen simple de classer les phénomènes par ordre d'importance.

III.10.4 Représentation Graphique

- **Zone A** : (zone de priorité) dans cette zone 20% des pannes représentent 80% des temps d'arrêts.
- **Zone B** : dans cette zone 30% des pannes représentent 15% des temps d'arrêts, c'est la zone la moins importante.
- **Zone C** : dans cette zone 50% des pannes représentent 5% des heures d'arrêt, c'est la zone la moins importante.

Le matériel est alors classé selon un critère d'importance décroissante en déterminant la zone A qui doit faire l'objet d'une maintenance préventive minutieuse pour éviter un coût de production exorbitant. Ainsi, l'analyse ABC influence énormément la politique de maintenance et la stratégie de sa mise en œuvre en focalisant les efforts sur des éléments spécifiques et en prévoyant les outils appropriés.

III.11 Application Des Analyses

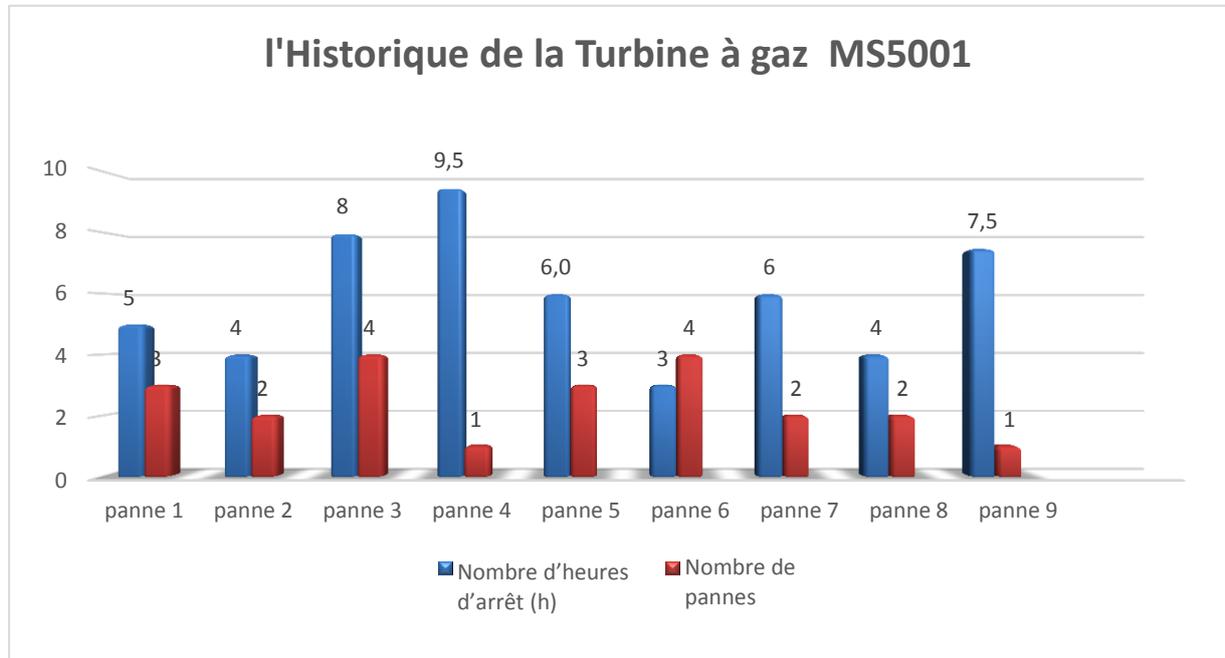
III.11.1 L'analyse Pareto Pour Les Différentes Pannes De La Turbine MS5001.

III.11.1.a Exploitation du fichier historique [10]

<i>Numéro De panne</i>	<i>DESIGNATION DE LA PANNE,</i>	<i>Nombre d'heures d'arrêt (heures)</i>	<i>Nombre de pannes</i>
1	Changement de bougie d'allumage	5	3
2	Fumée noire au niveau de l'échappement	4	2
3	Température élevée d'huile de graissage au niveau des paliers	8	4
4	Disjonction de la turbine	9,5	1
5	Changement vanne régulatrice de température	6	3
6	Nettoyage de filtre d'admission	3	4
7	Déclenchement turbine suite haute vibration	6	2
8	Elimination fuite d'huile de régulation turbine	4	2
9	Changement de la pompe d'huile	7,5	1
	Totale	53 (h)	22

Tableau III.2 : L'historique des pannes de la turbine MS 5001.

A partir de l'historique de pannes existantes au niveau de service maintenance De L 'année 2014, nous allons tracer les Histogrammes d'immobilisation de la turbine MS 5001 des nombre de pannes et les temps d'arrêt pour chaque panne (**Figuer.III.3**).



Figuer.III.3 : Histogramme d'immobilisation des pannes.

III.11.1.b Etude Statistique

Grace à L'exploitation de l'historique nous à permet de donner un tableau récapitulatif des heures d'immobilisation des différents pannes de la turbine à gaz. Ensuite après faire le classement des sections par un ordre décroissant un calcul, nous complétons ce tableau en donnant les taux relatif aux heures d'arrêt et le taux cumulé relatif aux ces heures.

$$T_x = \frac{h_i}{h} * 100 \text{ avec :}$$

T_x : taux relatif aux heures d'arrêts ;

h_i : les heures d'arrêts dues au sous-ensembles i ;

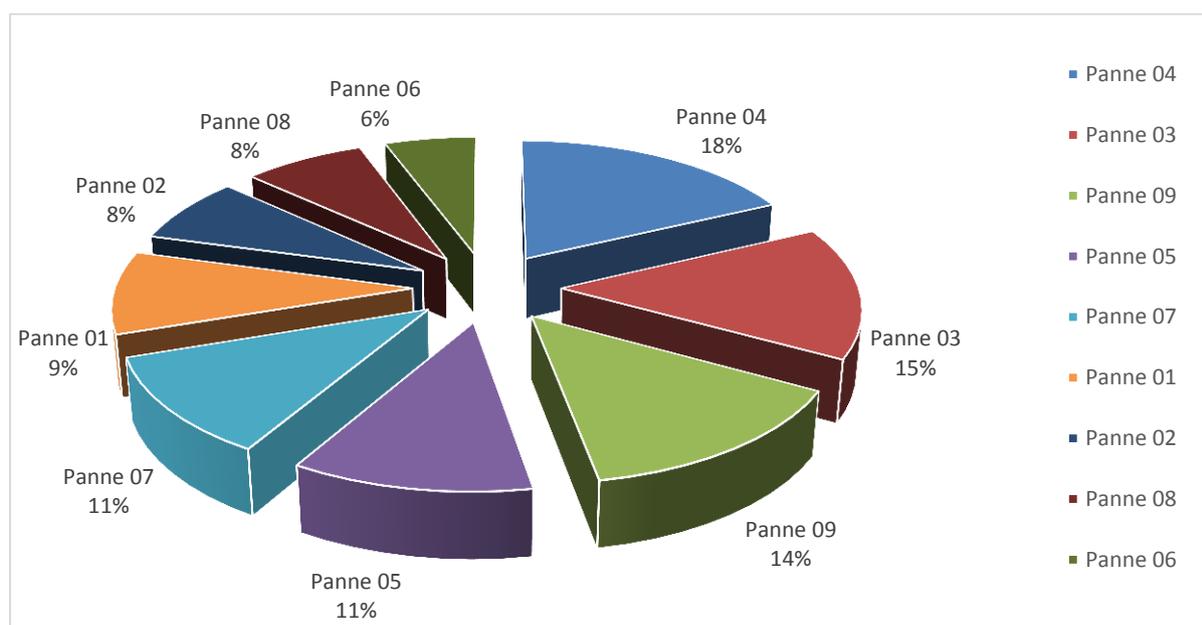
h : les heures totales d'arrêt de la chaîne ;

Cela nous donne le tableau de répartition des nombre des pannes et les heurs d'arrêts suivant chaque section :

N°	NOMBRE DE PANNE	Temps D'arrêt (heurs)	%Temps D'arrêt	%Temps D'arrêt Cumulé	% des pannes Cumulées	Les zones
Panne 04	1	9.5	17,92%	17,9%	4,55%	A
Panne 03	4	8	15,09%	33,0%	22,73%	A
Panne 09	1	7.5	14,15%	47,2%	27,27%	A
Panne 05	3	6	11,32%	58,5%	40,91%	A
Panne 07	2	6	11,32%	69,8%	50,00%	A
Panne 01	3	5	9,43%	79,2%	63,64%	A
Panne 02	2	4	7,55%	86,8%	72,73%	B
Panne 08	2	4	7,55%	94,3%	81,82%	B
Panne 06	4	3	5,66%	100,0%	100,00%	C
TOTAL	22	53	100%	/	/	

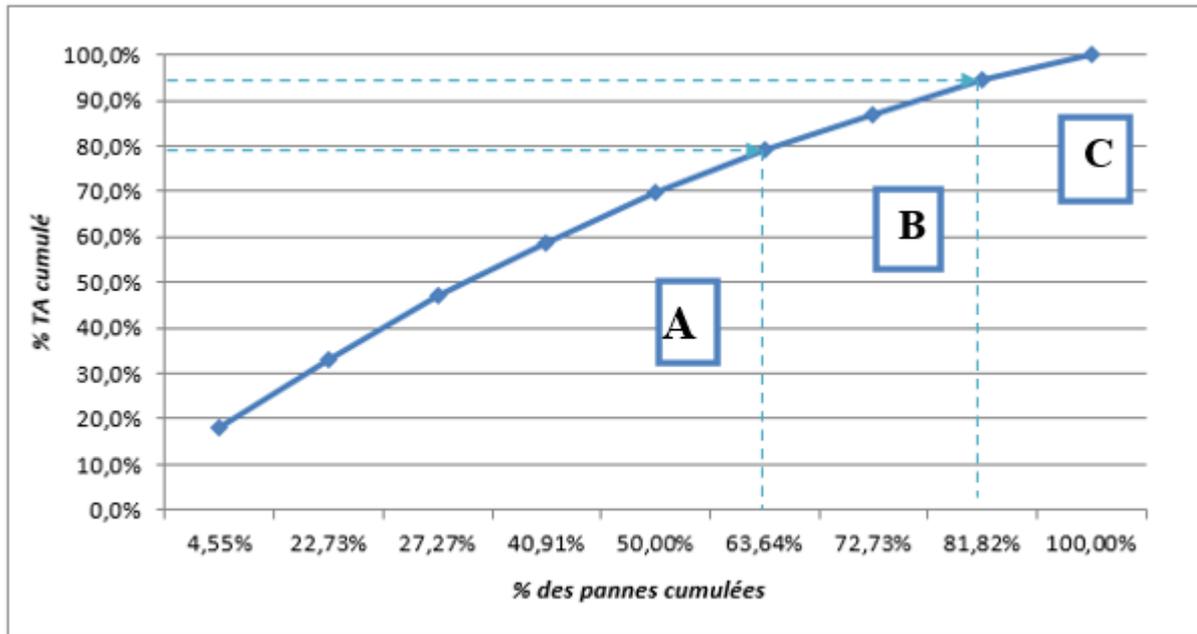
Tableau III.3 : Zones ABC des différentes pannes.

III.11.1.c Pourcentage De Temps D'arrêts De Chaque Panne De Turbine MS 5001



Figuer.III.4 : Pourcentage de temps d'arrêts de chaque panne de turbine MS 5001.

A partir des données de tableau ci-dessus, ce qui nous permet de faire tracer la courbe ABC le pourcentage du TA cumulé en fonction des pannes de turbine.



Figuer.III.5 : Analyse ABC des pannes de la Turbine à gaz.

III.11.2 Commentaires Sur La Courbe

Selon l'historique des pannes qu'on a trouvé sur la turbine MS 5001 qui couvre l'année 2014, la turbine est mise en analyse par la méthode de Pareto, alors cette courbe-là est représentée par le temps total d'arrêt (TTA) en fonction de nombre total des pannes (N). À partir de la courbe on peut distinguer les trois zones A, B et C de Pareto.

Zone A : correspond à 79,2% de temps total d'arrêt et 63,64% de nombre total des pannes, qui contient six panne (Changement de bougie d'allumage ,Température élevée d'huile de graissage au niveau des paliers ,Disjonction de la turbine, Changement vanne régulatrice de température, Déclenchement turbine suite haute vibration et Changement de la pompe d'huile) qui sont plus critiques donc cette zone a besoin d'une regarde plus attentif on applique la maintenance préventive et corrective des éléments .

Zone B : correspond à $(94,3 - 79,20 = 15,1)$ de temps total d'arrêt et $(81,82 - 63,64 = 18,18)$ de nombre total des pannes qui contient deux pannes moins défailants que la zone A (Fumée noire au niveau de l'échappement et Elimination fuite d'huile de régulation turbine)

qui sont la deuxième priorité à l'intervention donc un contrôle et un entretien quotidien peuvent permettre une réduction de temps d'arrêt.

Zone C : correspond à $(100-94.3= 5.7)$ de temps total d'arrêt et $(100-81.82 = 18.18)$ de nombre total des pannes qui contient une panne (Nettoyage de filtre d'admission) qui est moins défaillants que les autres, et qui est classée à la troisième et l'ultime priorité à l'intervention donc des actions simple peuvent régler le problème.

III.12 Proposition D'amélioration Turbine MS 5001[10]

D'après ces problèmes en vas présenter certain solution pratique pour améliorer le dispositif de la turbine MS5001 comme suivant :

III.12.1 Pour Les Parties Mécaniques

Sur les équipements mécaniques la réduction de l'intervalle d'usure est provoquée par les phénomènes suivants :

- Mauvaise fixation des pièces ;
- Graissage irrégulière ;
- Le phénomène de fatigue.

➤ **Contrôle La Fixation**

La bonne fixation des pièces mécaniques est une condition nécessaire au bon fonctionnement de l'installation contre les vibrations. S'assurer qu'aucune vis n'est desserrée et qu'aucun dispositif de fixation n'est manquant au défectueux. Et s'assurer qu'aucun pièce n'est totalement au partiellement est décroché de son support.

➤ **Entretien**

a) **Roulements (Moteurs De Transmission)**

Les boites à graisser étant remplies au montage, les roulements ne nécessitent aucun entretien avant 2000h, durée normale conseillée par les fabricants de roulements.

Pratiquement, vu les prix relativement bas des roulements normaux il est souvent plus avantageux de les utiliser sans entretiens jusqu'à usure complète et de les remplacer à ce moment.

Si l'on tient compte de l'immobilisation et du temps nécessaire à un entretien convenable avec démontage, nettoyage et remontage de roulement, le prix de revient dépasse largement celui d'un roulement neuf.

b) Pompes

Pas d'entretien, sauf les filtres (voir partie hydraulique).

c) Réducteur De Vitesse

Il peut travailler pendant deux ans, à raison de 8h par jour sans entretien, après cette période vidanger et rincer convenablement le carter.

d) Poulies Extensibles (Variateur De Vitesse)

Chaque poulie comporte un graisseur, la périodicité du graissage sera fonction du service demandé, en général, une fois par semaine suffit pour un service normal.

Pour la bonne marche du variateur il est nécessaire, au moins une fois par jour, de faire varier la vitesse du maximum au minimum, ceci afin d'étendre la graisse sur toute la surface des manchons coulissants et d'éviter la rouille de contact.

e) Vérin Mécanique De Lavage Des Cuves

Mensuellement, verser quelques gouttes d'huile sur les articulations ainsi que la vis, cette dernière peut même travailler en bain d'huile.

III.12.2 Pour Equipements Electriques

➤ Alimentation Électrique

Dans des conditions de fonctionnement, la tension de l'alimentation doit se trouver dans les valeurs exactes.

Une tension trop élevée peut engendrer une surchauffe et une surcharge.

Lors de la mise-en-marche, la chute de tension doit arriver dans les limites déclarées par le fabricant pour éviter d'endommager des enroulements du moteur.

Sur les équipements électriques la réduction de l'intervalle d'usure est provoquée par les phénomènes suivants :

- Usure des balais de contacte ;
- Surtension ;

- Court-circuit ;
- Surchauffe des bobines et des enroulements électriques ;
- Oxydation des contacte électrique.

Tous ces phénomènes d'usure entraînent une lente diminution d'intervalle d'usure prévues en phase de conception des installations, au point que celle-ci peuvent atteindre une valeur inférieur aux valeurs programmées qui ne coïncident pas à une défaillance d'installation. Diminution pouvant également être à l'origine d'une rupture subite des composants.

➤ **Contrôle**

✓ **Contrôles De L'état Des Appareillages**

Le contrôle des appareillages électriques chaque jour peut permettre de détecter des pannes et les débuts temps d'apparaisse des signes des pannes. Une surchauffe de composant cause une couleur noir sur les éléments chauffé, et sa à cause de mauvais fonctionnement de l'installation ou de l'appareillage.

Et s'assurer que les contacteurs en protection thermique pour chaque moteur, et les boutons poussoirs de commande des contacteurs en bonne état de fonctionnement.

Mètre un ampèremètre pour chaque moteur électrique.

Mètre un dispositif de sécurité à cellules photo-électrique contre les débordements accidentels ainsi que le tamis de sécurité.

S'assurer le fonctionnement de circuit auxiliaire pour la commande des bobines et des appareils annexe.

Vérification de l'étanchéité de la presse étoupe. Et pour but de :

- Empêcher les fuites de lubrifiant ;
- Eviter la pénétration d'impureté.

✓ **Contrôle De Degré D'usure Des Contacts**

Il faut contrôler le degré d'oxydation des contacts électriques.

Un mauvais contact au niveau des circuits électriques peut causer des dégâts catastrophique.

Pour les interventions de ce type nécessite des intervenants qualifiés.

✓ **Entretien Et Remise En Etat De Bon Fonctionnement**

Les appareillages électriques ne nécessitent pas d'entretien particulier, mais la prévention auxquelles elle est nécessaire de procédé consiste généralement en une remise en état de bon fonctionnement.

Et sa nécessite un personnel qualifier pour l'entretien des appareillages électrique, et en particulier dans la sécurité électrique.

Avant de passer à changer des éléments défectueux il faut couper l'alimentation électrique à la machine, à raison de sécurité.

Avant de procéder au débranchement des câbles ou des pièces pour le changement est important de noté les références et la numérotation poser sur elles, et dans le cas où ils en seraient inattendue d'en appliquer de façon à être sûr de les rebrancher correctement une autre fois.

III.12.3 Pour Les Equipements Hydrauliques

Sur les équipements hydrauliques la réduction des nombres des défaillances peut s'engendré comme suit :

- Usure des éléments frottant ;
- Fatigue des matériaux des roulements ;
- Phénomène de cavitation sur pompe et vanne ;
- Endommagement des flexibles par des détergents de nettoyage :

Tous ces phénomènes entraînent une augmentation des avaries (défaillances).

➤ **Contrôle**

✓ **Milieux Poussiéreux**

L'échange thermique dans des milieux poussiéreux s'effectue lentement à cause du dépôt des poussières sur les surfaces des échangeurs.

✓ **Contrôle Niveau De Pression**

Contrôle la pression d'ouverture des vannes de limitation de pression sur les circuits.

Contrôle la pression de réglages des vannes.

✓ **Contrôle Du Débit D'écoulement**

Dans les moteurs hydrauliques le degré d'usure peut établi en mesurant le débit d'écoulement, il en est de même sur certain vannes, le lent déplacement d'un vérin sous charge avec le distributeur ouvert, est le signe d'usure ou d'une défectuosité des garnitures du piston.

✓ **Contrôle Des Flexibles**

Il faut contrôler la tenue des tuyaux des raccords de connexion et de jonction, et s'assurer que les flexibles sont bien bloqués au niveau des points de raccordement. Sur les tuyaux et flexibles, il est nécessaire de l'absence d'éraflures et gonflements.

Il est important durant les premiers heurs de fonctionnement de la machine de contrôler au besoin de serrer les raccords de tous les tuyaux.

➤ **Entretien**

✓ **Vidange D'huile**

L'ors de chaque vidange d'huile, il est nécessaire de procéder au nettoyage de réservoir, aussi bien en cas de rajout qu'en cas de vidange nécessaire de tenir compte du fait que l'huile neuve n'est généralement pas prévue pour être introduite directement dans le circuit hydraulique puisqu'elle contient une certain quantité d'impureté.

✓ **Nettoyage Des Filtres**

Les cartouches de filtrage doivent être nettoyées ou changer à chaque vidange.

Aucun des tissus de filtrage actuellement utilisé ne peut être nettoyé sans que cela ait un cout important.

Et il est nécessaire de changer les cartouches à intervalles régulière relativement courts pour éviter l'ouverture des vannes sortie voir la détérioration des cartouches bouchées.

✓ **Elimination Des Pertes Au Niveau Des Flexibles**

La réparation de l'étanchéité des flexibles doit s'effectuer uniquement après avoir éliminé la pression. Les pertes au niveau des joints ne peuvent être éliminé par serrage puisque ces pertes sont le signe de rupture ou de durcissement des garnitures elles-mêmes, leur élimination ne peut s'effectuer qu'en les changent.

✓ **Nettoyage Des Dispositifs Hydraulique**

Il est nécessaire de nettoyer soigneusement les dispositifs hydrauliques pour localiser les éventuelles zones de perte, pour éviter que des impuretés ne pénètrent

dans le circuit lors des rajouts d'huile ou lors de changement des cartouches, pour mettre les tiges des vérins à l'abri des risques des rayures.

Il est important de ne pas introduire des détergents dans le circuit hydraulique, en cas d'utilisation des nettoyeurs haut pression, et important aussi de s'assurer que les bouchons des réservoirs, les ouvertures de passage des flexibles, les appareillages, et autres dispositifs électrique etc. sont en mesure de résister au type de nettoyage utilisé.

III.13 La Sécurité

La sécurité est l'ensemble des méthodes ayant pour objet, de supprimer, si non du moins, de minimiser les conséquences des défaillances ou des incidents dans un dispositif ou une installation.

Dont les conséquences peuvent faire l'objet, d'un effet destructif sur le personnel, le matériel ou l'environnement ou les deux à la fois.

Sachant qu'un incident mécanique, une panne, peuvent provoquer un accident, sachant aussi que la maintenance doit maintenir en état le matériel de protection ou même que certaines opérations de maintenance sont-elles- mêmes dangereuses, il apparaît que la relation entre la maintenance et la sécurité est particulièrement étroite.

III.13.1 Analyse De Système De Sécurité De La Turbine A Gaz MS 5001 [12]

III.13.1.a Systèmes De Protection

Le système de protection est constitué par un certain nombre de systèmes secondaires et primaires dont certains travaillent à chaque démarrage ou à chaque arrêt. Les autres systèmes et composants sont réservés pour des conditions de marche anormales ou des cas d'urgence demandant l'arrêt de la turbine à gaz.

III.13.1.b Système De Protection De Survitesse

Le système de protection de survitesse consiste en un système primaire et secondaire. Le système primaire est le système de protection électronique. Le système de protection secondaire est le système mécanique. Il comprend des masses de survitesse. La masse de survitesse est placée dans l'arbre de la turbine.

III.13.1.c Système De Protection De Dépassement De Température

Le système de protection de dépassement de température est l'un des systèmes de protection primaires de la turbine à gaz. Le système déclenche une alarme dès que température dépasse la limite fixée par le constructeur.

III.13.1.d Système De Protection Et De Détection Des Vibrations

Le système est constitué de plusieurs détecteurs de vibrations. Il agit pour mettre la turbine soit en alarme soit en déclenchement. Les capteurs ou détecteurs de vibrations sont répartis stratégiquement en différents points de la turbine.

III.13.1.e Système De Protection Et De Détection De Flamme

Le système sert au trois fonctions principales suivantes :

- ✚ Lorsque la vanne de régulation d'arrivée du combustible est en fonctionnement, et les circuits d'allumage sont sous tension dans la séquence de démarrage, la vanne d'arrêt de combustible se déclenche si la flamme n'est pas détectée, dans le temps réglé du temporisateur d'allumage (généralement 60 secondes), et les circuits d'allumage sont coupés de tension. Cela permet d'éviter un excès de concentration de combustible, dans la turbine et dans le système d'échappement, pour éviter tout risque d'explosion dans les conduites.
- ✚ Lorsque la flamme est établie et détectée au moment de l'allumage, dans la séquence de démarrage, la détection de la flamme est utilisée pour commander la montée en régime de la turbine.
- ✚ S'il y a une disparition de flamme, après que l'allumage ait été établi, la totalité du débit de combustible est immédiatement arrêté, pour empêcher le combustible non brûlé de pénétrer dans l'échappement.

III.13.1.f Système De Protection Contre Les Pulsations Au Démarrage Et A L'arrêt

Les caractéristiques de pression et de débit du compresseur sont telles qu'elle demande un équipement spécial et une séquentielle des composants de la turbine. Cela pour empêcher le pompage du compresseur, au cours de l'accélération et de décélération.

Lorsque la turbine est déclenchée et qu'il n'y a plus de flamme dans le système de combustion. Le pompage dans les cycles de décélération et d'accélération est habituel dans les compresseurs à haut rendement. C'est pourquoi, pour empêcher tout

dommage important à la turbine et à son compresseur, les équipements et composants ci-dessous jouent un rôle très important, pour empêcher le pompage du compresseur axial :

- ✚ Deux vannes d'extraction sont prévues sur le manifold du dixième étage.
- ✚ Le compresseur axial est équipé à son admission d'un aubage de pré-rotation, avec un mécanisme de commande de couronne qui entraîne les aubages orientables.
- ✚ Les contacteurs de fin de course sur les vannes d'extraction du compresseur.

III.13.2 Le Risques

Pour une meilleure exploitation de la turbine à gaz, des protections s'imposent face aux risques liés : aux produits entraînés, à la machine elle-même et au personnel exécutant.

Le risque de formation d'un nuage gazeux explosif, à l'intérieur de la turbine est omniprésent. Le danger d'infiltration de gaz combustible au compresseur axial est aussi éventuel. Au vu de ces risques, le système de détection de gaz approprié est conçu d'une façon judicieuse, afin d'alerter et de sécuriser la machine.

III.13.2.1 Types De Risques

a) Risques Liés Aux Produits

- Produit inflammable (explosion, inflammation) ;
- Projectiles (lors de remplacement des manomètres, bouchon de purge).

b) Risques Liés Aux Equipements

- Fuite sur vanne (compartiment Auxiliaire) ;
- Survitesse ;
- Corrosion du compresseur (probablement dû à la filtration).

c) Dangers Lié Aux Hommes

- Bruit ;
- Atmosphère chargé de gaz.

III.13.2.2 Moyens De Préventions

- Un bon choix de la garniture ;
- Une utilisation correcte de la garniture ;
- Des détecteurs de fuites d'hydrocarbure : explosimètre (portable) ;
- Un détecteur de chaleur : thermo couple ;
- Un système d'extinction de feu : à poudre.

Concluions

A partir de ce chapitre en constate que d'après le courbe abc qu'on a trouvée pour la Turbine à gaz qui contient (09) pannes, dont l'exploitation permet de détecter que la zone A est la zone la plus critique et significative du problème à résoudre et de prendre les décisions permettant sa résolution.

Nous avons trouvé que les (six) pannes de turbine qui sont : Changement de bougie d'allumage ,Température élevée d'huile de graissage au niveau des paliers ,Disjonction de la turbine, Changement vanne régulatrice de température, Déclenchement turbine suite haute vibration et Changement de la pompe d'huile présent 80% des temps d'arrêt de la turbine donc diminuer les défaillances de ces éléments implique la diminution des temps d'arrêt. Ce qui conduit à augmenter la disponibilité de la turbine alors augmenter la production. En fin en a fait une étude pour le risque et sécurité pour la turbine.