



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure
Et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE D'EL-OUED

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine : Science technique

Spécialité : Génie mécanique

Option: Maintenance Des Équipements Industrielle

Thème

**Etude et maintenance d'une turbine à
gaz MS5002b par Application de la
méthode Pareto**

L'encadreur:

DJEBALLAH Said

Présenté par :

LIMANE M^{ed}Laid

HABI M^{ed}Mourad

KINA Saif Eddine

Remercîments

Sur le point de terminer notre parcours universitaire ; nous devons nous souvenir des années qui sont passées très vite avec dans cette université, avec nos grands professeurs. Ils ont vraiment pris plus que le temps pour nous enseigner.

Nous avons l'honneur d'être parmi vos apprenants un jour.

« Si tu en es capable, soit un savant, si tu ne peux pas soit alors un étudiant, si tu ne peux pas alors aimes-les, si tu ne peux pas ne les détestes pas »

Nous remercions également toute personne qui nous a donné un coup de main ou même un conseil.

Nous remercions sincèrement ceux qui nous apprennent d'être sur le chemin de l'optimisme et de ne pas rater les bonnes occasions.

Nous devons remercier même ceux qui ont essayé de nous empêcher et entraver le travail de ce mémoire, car sans eux nous ne sentirions jamais la valeur de ce travail rigoureux.

Dédicace

Tout d'abord, louange à « Allah » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes reflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et remerciements à mon encadreur, qu'il a fait preuve d'une grande patience et a été un grand apport pour la réalisation de ce travail.

Je veux également dédier ce modeste travail à deux personnes, sans eux et sans leur soutien moral je ne serais jamais arrivé à ce niveau ; c'est ma chère maman et mon cher papa, ainsi que toute ma famille.

Je n'oublierai jamais mes amis, mes collègues, mes connaissance ainsi que toute personne de près ou de loin qui a été à mes côtés un jour pour m'aider même avec un petit sourire.

M^{ed} Laid

Dédicace

Au nom d'Allah ; le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

*« Et dis : œuvrez, car Allah va voir œuvre, de même que son messenger
et les croyants »*

O mon Dieu ; si j'ai bien aimé le temps que j'ai passé, ou les jours que
j'ai vécus, ou les moments dont je me souviens ; c'est grâce à TOI ma
seule inspiration. Je ne souhaite qu'une seule chose : être auprès de TON
paradis.

Je dédie ce travail tout d'abord pour celui qui nous a amené le saint
Islam, et qui nous a guidé dans le droit chemin « notre prophète Sidna
Mohammed -Que la paix soit sur lui- ».

Pour celui que je porte son nom, l'homme qui m'a élevé ; qui m'a
protégé ; qui n'a jamais cessé de me éclairer le chemin. Ses conseils
étaient toujours la bonne guidance.

Cher Papa

Pour l'ange ; pour le sens de l'amour fidèle ; pour le sourire de toute ma
vie

Chère Maman

Pour mes frères qui ne portent pas mon nom de famille, ceux qui ont été
toujours à mes côtés pour le bonheur et la tristesse

Mes chers amis

saif eddine

Dédicace

Au nom d'Allah ; le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

*« Et dis : œuvrez, car Allah va voir œuvre, de même que son messenger
et les croyants »*

O mon Dieu ; si j'ai bien aimé le temps que j'ai passé, ou les jours que
j'ai vécus, ou les moments dont je me souviens ; c'est grâce à TOI ma
seule inspiration. Je ne souhaite qu'une seule chose : être auprès de TON
paradis.

Je dédie ce travail tout d'abord pour celui qui nous a amené le saint
Islam, et qui nous a guidé dans le droit chemin « notre prophète Sidna
Mohammed -Que la paix soit sur lui- ».

Pour celui que je porte son nom, l'homme qui m'a élevé ; qui m'a
protégé ; qui n'a jamais cessé de me éclairer le chemin. Ses conseils
étaient toujours la bonne guidance.

Cher Papa

Pour l'ange ; pour le sens de l'amour fidèle ; pour le sourire de toute ma
vie

Chère Maman

Pour mes frères qui ne portent pas mon nom de famille, ceux qui ont été
toujours à mes côtés pour le bonheur et la tristesse

Mes chers amis(saïf laïd ibrahim)

M^{ed} mourad

SOMMAIRE

Liste de figure

Introduction générale	01
------------------------------	----

Chapitre I : NOTION GENERALE SUR LA MAINTENANCE

I-1- Introduction	02
I-2- Historique de la maintenance	02
I-3- Définition de la maintenance.....	02
I-4- Rôle de la maintenance.....	03
I-4-1-Prévision à long terme	03
I-4-2-Prévision à moyen terme	03
I-4-3-Prévision à court terme	03
I-5- Objectifs de la maintenance.....	03
I-6 -Les types de maintenance.....	04
I-6-1 - Maintenance préventive.....	04
I-6-1-A. La maintenance conditionnelle	04
I-6-1-B. Maintenance systématique	04
I-6-2. Maintenance corrective.....	05
I-6-2-A. La maintenance palliative.....	05
I-6-2-B. Maintenance curative.....	06
I-7- Politique de la maintenance.....	06
I-8 -Les Niveaux de maintenance	06
I-9- Les opérations de maintenance.....	07
I.10. Les fonctions d'un service maintenance	07
I.10.1. Fonction méthode	08
I.10.2. La fonction d'ordonnancement	08
I.10.3. La fonction de la préparation	08
I.10.4. La fonction de lancement	08
I.10.5. La fonction d'exécution	09
I.10.6. La fonction de la gestion des stocks	09
I.10.7. La fonction de la gestion des coûts	09

I-11- Organigramme des différentes formes de maintenance.....	09
---	----

Chapitre II : ETUDE THEORIQUE DE TURBINE à GAZ

II.1. Historique.....	11
II.2. Définition Turbine à gaz	11
II .3.Domains d'application des turbines à gaz	11
II.4. Classification des turbines.....	12
II.4.1 Par le mode de travail	12
II.4.2. Par le mode de fonctionnement thermodynamique	14
II.4.3. Par le mode de construction	14
II.4. 4. Appellation des turbines à gaz GE.....	16
II.5. Principe de fonctionnement.....	16
II.6. ELEMENTS PRINCIPAUX D'UNE TURBINE A GAZ.....	18
II.6.1 Section compresseur	18
II.6.2 Section combustion.....	19
II.6.3 Section turbine.....	19
II.7. FACTEURS INFLUENANT SUR LES PERFORMANCES.....	20
II.7.1 Facteurs extérieurs	20
II.7.2 Facteurs intérieurs.....	22

CHAPITRE III :DESCRIPTION DE LA TURBINE à GAZ ms 5002 B

III.1. Caractéristiques de la turbine à gaz MS 5002b.....	23
III .2.Description des différentes sections de la turbine à gaz MS 5002b:.....	25
III .2.1. Section aspiration	25
III.2.2.. Section compresseur	26
III.2.3. Section combustion	29
III.2.4.. Section échappement.....	37
III.3. Systèmes de contrôle et de protection	38
III.31. Systèmes de contrôle	38
III.3.2. Systèmes de protection	39

CHAPITRE IV: ANALYSE DES DONNES

IV- 1-Introduction.....	41
IV- 2-Historique.....	41
IV-3-Objectif.....	41
IV -4-Analyse de Pareto (méthode ABC).....	41
IV -5- Fonction.....	43
IV -6- Stratège et Méthode du travail.....	43
IV -7.Application la méthode ABC sur turbine à gaz type ms 5002 b.....	44
IV- 7.1. Histogrammes de Pareto.....	45
IV- 7.2 Analyse ABC des pannes mécanique selon leurs heures d'arrêt.....	46
Conclusion générale.....	50
Bibliographe.....	51
Résumé	

LISTE DES FIGURES

N ^{br} de figure	Titre de figure	Page
Figure 1	Organigramme de types de maintenance	10
Figure 2	Classification des turbines	12
Figure 3	écoulement par étage à réaction	13
Figure 4	écoulement par étage à action	13
Figure 5	cycle ouvert	14
Figure 6	Schéma d'une turbine à gaz à une ligne d'arbre	15
Figure 7	Schéma d'une turbine à gaz à deux lignes d'arbres	15
Figure 8	Méthode d'application des turbines à gaz	16
Figure 9	Variations de Pression et de Température dans les différentes sections de la turbine	17
Figure 10	Différentes sections d'une turbine à gaz	18
Figure 11	Influence de la température ambiante sur les performances de la turbine	20
Figure 12	Influence de la pression atmosphérique sur les performances de la turbine	21
Figure 13	Influence d'humidité relative sur les performances de la turbine	21
Figure 14	Ensemble corps compresseur et rotor turbine HP [5]	29
Figure 15	Vue de l'ensemble rotor turbine HP du compresseur	29
Figure 16	Chemises de combustion (tubes à flamme) [7]	32
Figure 17	enveloppe turbine [7]	33
Figure 18	Directrice BP [7]	34
Figure 19	rotor de la turbine BP [7]	35
Figure 20	Les aubes de la turbine	36
Figure 21	Caise d'échappement	37
Figure 22	Représentation graphique « ABC »	42
Figure 23	Histogramme de type des pannes par rapport aux nombres des pannes	45
Figure 24	Courbe ABC des pannes mécanique selon leurs heures d'arrêt	48

Introduction générale

INTRODUCTION

Le monde de l'industrie est devenu très complexe, l'enjeu aujourd'hui est autour de la rentabilité, en contribuant au développement de la société et en assurant des progrès technologiques satisfaisants, tout en mettant toutes les capacités humaines et matérielles pour arriver à un développement meilleur et ceci par une recherche scientifique assez poussée. La présentation obligatoire d'un système assiste par une telle turbine à gaz ainsi que son fonctionnement contenu inévitable dans un lieu hyper industriel d'une grande importance.

En effet la turbine à gaz caractérisée par un rendement élève, permet de réaliser de grande puissance avec un faible en comprime. La turbine à gaz a connu ces dernières années un développement considérable dans de nombreuses applications industrielles, et en particulier dans le domaine du transport du gaz, où conçue avec deux lignes d'arbres et accouplée à un compresseur centrifuge, elle offre une grande souplesse d'exploitation, l'évolution de la machine et son succès ont été conditionnés par l'amélioration des performances techniques des turbines et des compresseurs. Dans ce but, on va étudier une turbine à gaz de type ms 5002 b afin d'évaluer ces performances et présenter une proposition pour l'amélioration de ces performances..

On divise cette étude en quatre parties principales:

Notion générale sur la maintenance.

Etude théorique de turbine à gaz.

Description de la turbine à gaz MS5002b.

Application et interprétation de la méthode ABC appliquée à la turbine.

Chapitre I

I-1- Introduction :

De nos jours le problème de production dans les entreprises est en relation directe avec la maintenance. La préoccupation principale de toute entreprise doit viser à réduire les coûts de production en minimisant les périodes d'immobilisation des installations. L'existence d'un service maintenance se justifie par la nécessité d'assurer la disponibilité permanente des équipements pour que le service puisse accomplir sa tâche en obtenant le rendement optimal, son coût constitue une partie de plus en plus grande du coût total de fabrication à tel point que le service de maintenance est devenu un organe capital dans les entreprises.

I-2- Historique de la maintenance : [8]

a- Le terme "maintenance" à son origine dans le vocabulaire militaire, dans le sens "maintenance dans des unités de combat, de l'effectif et du matériel à un niveau constant".

b- Entretien et Maintenance :

Au-delà du vocabulaire à la mode, c'est en fait une réelle et profonde mutation qui recouvre ces deux termes.

- Entretien, c'est dépanner et réparer un parc matériel, afin d'assurer la continuité de la production :
- Entretien, c'est subir le matériel.
- Maintenir , c'est choisir des moyens de prévenir, de corriger ou de rénover le matériel, suivant sa criticité économique afin d'optimiser le coût global de possession:

Maintenir c'est maîtriser en fait, la plus part des services actuels.

I-3- Définition de la maintenance : [3]

Selon d'AFNOR X60 010, la maintenance est : «< Toutes les activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison d'activités techniques, administratives et de management. >>».

La définition de la maintenance fait donc apparaître quatre notions :

- Maintenir : qui suppose un suivi et une surveillance.
- Rétablir : qui sous-entend l'idée d'une correction de défaut.

Etat : qui précise le niveau de compétences et les objectifs attendus de la maintenance.

- Cout optimal : qui conditionne l'ensemble des opérations dans un souci d'efficacité économique.
- Le rôle de la fonction maintenance dans une entreprise (quel que soit son type et son secteur d'activité) est donc de garantir la plus grande disponibilité des équipements au meilleur rendement tout en respectant le budget alloué.

I-4- Rôle de la maintenance :

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise en maintenant le potentiel d'activité et en tenant compte de la politique définie de l'entreprise. La fonction maintenance sera donc amenée à considérer alors les :

I-4-1-Prévision à long terme :

Liées à la politique de l'entreprise et permettant l'ordonnancement des charges, des stocks, des investissements en matériel

I-4-2-Prévision à moyen terme :

La volonté de maintenir le potentiel d'activité de l'entreprise conduit à veiller à l'immobilisation des matériels qui perturbent le moins possible le programme de fabrication.

I-4-3-Prévision à court terme :

Dans ce cas le service maintenance s'efforcera de réduire les durées d'immobilisation du matériel et les coûts de ses interventions.

Sachant que les réductions de coûts et d'immobilisation ne sont possibles que si le matériel et les interventions aient fait l'objet d'une étude préalable, il est donc nécessaire de préparer le travail et d'étudier les conditions de fonctionnement, les défaillances possibles et les conditions d'exécution des interventions.

I-5- Objectifs de la maintenance :

Les principaux objectifs de la maintenance sont :

- Maintenir l'équipement dans un bon état de marche, dans les meilleures conditions de qualité, de délai et de prix de revient.
- Remplacer l'équipement à des périodes prédéterminées.
- Assurer à l'équipement des performances de haute qualité.
- Améliorer la sécurité du travail.
- Former le personnel dans les spécialités spécifiques à la maintenance.

- Conseiller la direction d'usine et la fabrication.
- Maintenir l'installation dans un état de propreté absolue.

I-6 -Les types de maintenance : [3]

Dans définition de la maintenance, nous trouvons deux mots-clés : maintenir et rétablir. Le premier fait référence à une action préventive. Le deuxième fait référence à l'aspect correctif.

I-6-1 - Maintenance préventive :

« La maintenance préventive est effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu » (norme d'AFNOR X 60010).

But de la maintenance préventive :

- Augmenter la durée de vie des matériels.
- Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- Prévenir et aussi prévoir les interventions de maintenance corrective coûteuse.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- Éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant etc.
- Supprimer les causes d'accidents graves.

❖ Avantages et inconvénients de la maintenance préventive :

Avantage

- Bonne préparation de l'intervention.
- Durée de mobilisation du matériel minimisée.
- Facilité de programmation et de planification des travaux.

Inconvénients

- Frais de gestion des stocks importants.
- Frais dus à la planification.
- Charges supplémentaires dues formation du personnel.

I-6-1-A. La maintenance conditionnelle :

D'après la norme AFNOR X 60-100, la maintenance conditionnelle se définit comme une maintenance préventive subordonnée à un type d'évènement prédéterminé (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure), révélateur de l'état de dégradation du bien .

I-6-1-B. Maintenance systématique :

Ce type de maintenance comprend l'ensemble des actions destinées à restaurer, en totalité ou partiellement, la marge de résistance des matériels non défaillants, lorsque ces tâches sont décidées en fonction du temps ou de la production, sans considération de l'état des matériels à cet instant».

I-6-2. Maintenance corrective :

Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien ou la dégradation de fonction pour lui permettre d'accomplir une fonction requise ou moins prévoyant. Ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic la remise en état avec ou sans modification, le contrôle de bon fonctionnement.

❖ Avantage et inconvénients de la maintenance corrective :**Avantage**

- Un budget d'entretien moyen.
- Coût direct minimisé.
- Frais de gestion de stocks moins important.
- Simplicité du travail.

Inconvénient

- Temps d'arrêt et d'intervention relativement long.
- Coût de maintenance élevée.
- Achats des pièces de rechange à un prix élevé.

I-6-2-A. La maintenance palliative :

C'est une activité de la maintenance corrective destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tous ou une partie d'une fonction requise, appelée plus souvent dépannage. Cette action palliative est principalement constituée d'actions et principalement d'action à caractère provisoire qui devra être suivies d'actions caractérisées .

I-6-2-B. Maintenance curative :

C'est une activité corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifique on de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Les résultats des activités réalisées doivent présenter un caractère permanent. Ces activités peuvent être des réparations, des modifications ou améliorations ayant pour objet de supprimer la défaillance.

I-7- Politique de la maintenance

La politique est en général définie comme l'ensemble des orientations destinées à satisfaire les grands objectifs :

- ✚ Accroître la disponibilité des matériels de production.
- ✚ Réduire les coûts de maintenance des matériels de production.
- ✚ Permettre une production de haute qualité.
- ✚ Diminuer les pertes de production.
- ✚ Augmenter la productivité du personnel de maintenance.
- ✚ Réduire les stocks liés à la maintenance.
- ✚ Améliorer l'efficacité de l'ordonnancement (moins d'improvisations).
- ✚ Définir les conditions de renouvellement ou d'investissement.
- ✚ Définir une politique d'approvisionnement.
- ✚ Définir une politique de recours à des entreprises extérieures.
- ✚ Optimiser la répartition entre la maintenance corrective et la maintenance préventive.

I-8 -Les Niveaux de maintenance :

La maintenance est caractérisée par une très grande variabilité des tâches, en natures comme en durées. D'où l'utilité de jeter les bases de son organisation à partir d'une mise en familles à cinq niveaux.

Les cinq niveaux de maintenance :

Niveau 1 :

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage d'équipement, où échange d'éléments accessibles en toute sécurité.

Niveau 2 :

Dépannage par échange standard d'élément prévu à cet effet ou d'opérations mineures de maintenance préventive (rondes).

Niveau 3 :

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineurs.

Niveau 4 :

Travaux importants de maintenance corrective ou préventive.

Niveau 5 :

Travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante confiée à un atelier central.

I-9- Les opérations de maintenance :

a- Dépannage :

c'est une action sur un équipement en panne en vue de le rendre fonctionnel, une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires, cette opération est toujours suivie par une réparation.

b- Réparation :

c'est une intervention diminutive, donc un équipement réparé doit assurer les performances pour lesquels il a été conçu. On distingue une réparation partielle et une réparation générale. Cette opération peut être exécutée juste après une défaillance ou après un dépannage.

c- Visite :

les visites sont des interventions qui correspondent à une liste d'opérations, ces opérations peuvent entraîner l'arrêt et le démontage de la machine.

d- Révision :

Les révisions sont des actions d'examen de contrôle et d'intervention effectuées dans le but d'assurer le bien contre toutes défaillances majeures ou critiques, on distingue une révision partielle et générale.

e- Inspection :

sont des actions de surveillance qui consistent à relever des anomalies, elles nécessitent ni l'arrêt de l'équipement ni son démontage à l'exception des réglages très simples.

I.10. Les fonctions d'un service maintenance :

I.10.1. 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 ;

- Elaboration des méthodes d'entretien.

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

I.10.2. La fonction d'ordonnancement :

Cette fonction rassemble les moyens et matériels pour rendre exécutable les travaux à réaliser, elle établit la programmation des travaux, suit leur avancement et veille au respect des délais ; elle définit les besoins en main d'œuvre, contrôle et regroupe les informations relatives aux travaux.

I.10.3. La fonction de la préparation :

Bien que découlant de la fonction méthodes, la préparation du travail détermine le processus des différentes phases, les moyens nécessaires, les durées opératoires et la préparation de la main d'œuvre.

I.10.4. 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.

I.10.5. La fonction d'exécution :

C'est la fonction opérationnelle de la maintenance. Elle assure la remise en route des machines par l'exécution des interventions. Elle garantit le niveau de qualité requis dans les délais prévus, à la date fixe et dans les meilleures conditions de sécurité.

I.10.6. La fonction de la gestion des stocks :

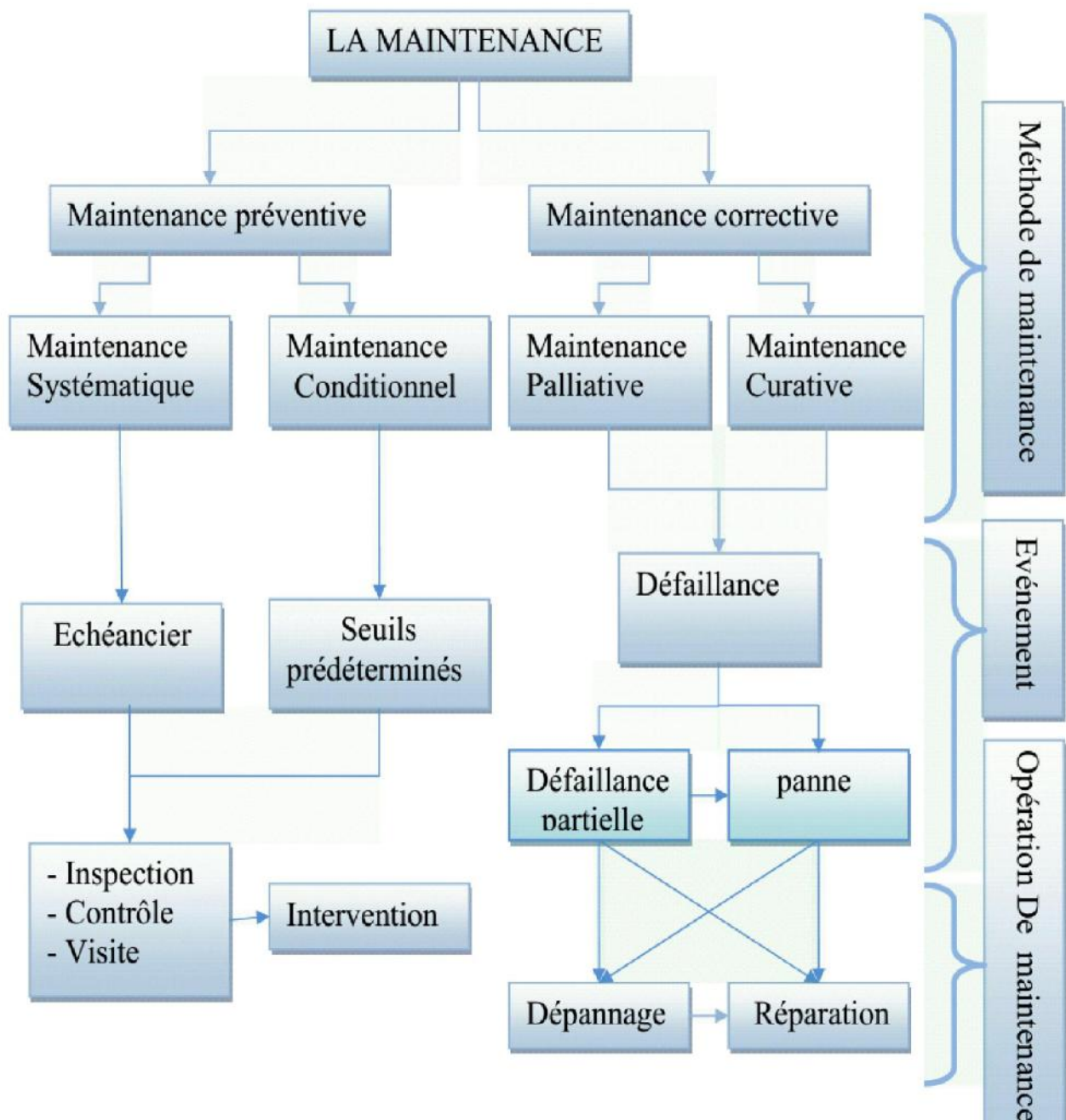
La première tâche est de prévoir à chaque moment les besoins de l'usine en articles courants du magasin de maintenance, pièces de rechanges spécifiques aux installations de production. Elle détermine les quantités à réapprovisionner en fonction du niveau des stocks, des consommations et des délais de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

I.10.7. 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.

I-11- Organigramme des différentes formes de maintenance :

En résumé nous pouvons présenter les différentes formes et opérations de maintenance suivant l'organigramme suivant (Fig. I-1) :



(Fig. I-1) : Organigramme de types de maintenance

Chapitre II

II.1. Historique :

La turbine à gaz est un moteur rotatif qui transforme l'énergie thermique (calorifique) en énergie mécanique par un procédé continu qui comprime, chauffe et évacue un gaz. La première turbine à gaz fut brevetée en 1791 en Angleterre, Frank Whittle dépose le premier de nombreux brevets pour des moteurs à réaction d'aviation, qui sont essentiellement des turbines à gaz.

Les turbines à gaz employées sur les navires sont des moteurs à réaction provenant de l'aviation, et marines c'est-à-dire qu'elles servent de générateurs de gaz. L'énergie de ces gaz est récupérée (600°C à 3 bars) pour entraîner une turbine basse pression qui entraîne à son tour par le moyen d'un réducteur une hélice ou un hydrogel, Tous les matériaux sensibles à la corrosion saline sont éliminés.

II.2. Définition Turbine à gaz : [4]

La turbine à gaz est un moteur à combustion interne. tous les points de vue, elle peut être considérée comme un système autosuffisant ; en effet, elle prend et comprime l'air atmosphérique dans son propre compresseur, augmente la puissance énergétique de l'air dans sa chambre de combustion et convertit cette puissance en énergie mécanique utile pendant le processus de détente qui a lieu dans la section turbine.

L'énergie mécanique qui en résulte et transmise par l'intermédiaire d'un accouplement à une machine conduite, qui produit la puissance utile pour le processus industriel ou la turbine à gaz est appliquée.

II .3.Domains d'application des turbines à gaz :

Les domaines d'application des turbines à gaz peuvent être dévisés en deux catégories :

1. Domaines fixes (utilisation industrielle) :

- entraînement des compresseurs ;
- entraînement des pompes ;
- entraînement des alternateurs.

2. Domaines mobiles :

- Pour la traction automobile ;
- Pour la traction ferroviaire ;
- Pour l'application marine (turbo hélice) ;
- Pour l'aviation (turbo réacteur).

II.4. Classification des turbines : [5]

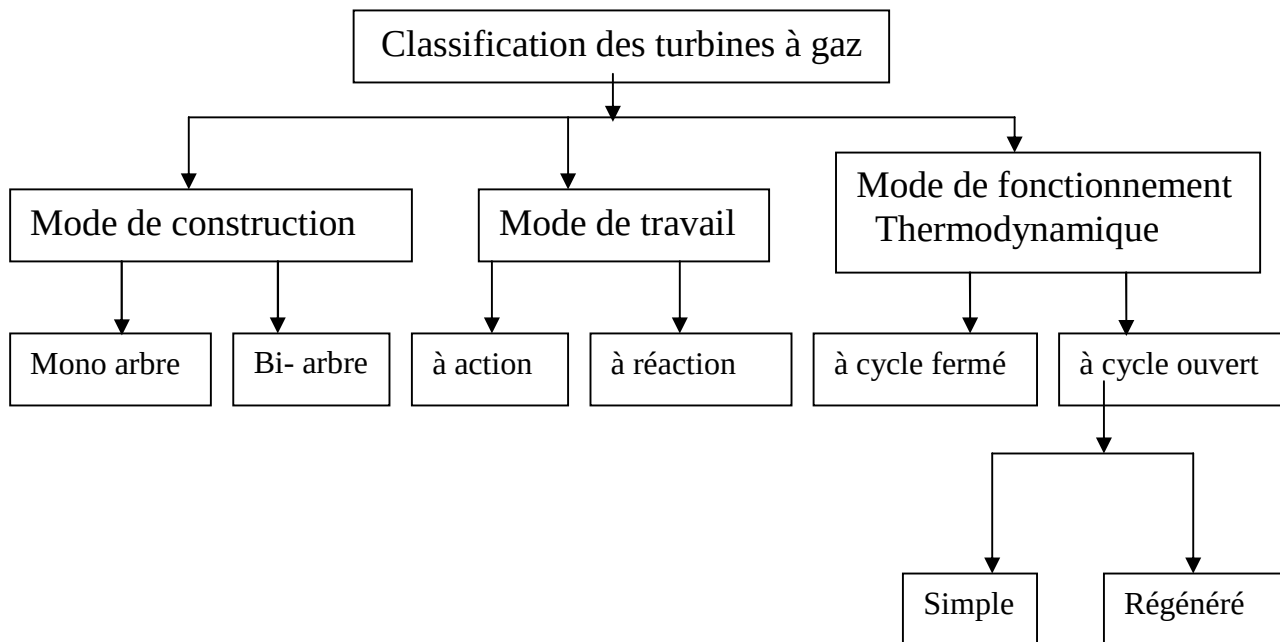


Fig II.1: Classification des turbines

II.4.1 Par le mode de travail :

On distingue deux types de turbines :

a)- Etage à Réaction :

Dans les turbines à réaction, nous savons que la détente se fait aussi bien dans les canaux fixes que dans les canaux mobiles, c.-à-d. qu'une partie de l'énergie thermique est transformée dans la roue en énergie cinétique et mécanique. L'évolution des gaz dans la roue se fait avec variation de la pression statique, $p_1 > p_2 > p_3$. Le degré de réaction caractérise la répartition de l'énergie thermique totale.

Ainsi que le degré de réaction est le rapport :

$$\varepsilon = \frac{\text{chute d'enthalpie dans les canaux mobiles}}{\text{chute théorique disponible de l'etage}}$$

L'écoulement à travers un étage à réaction, est représenté comme suite :

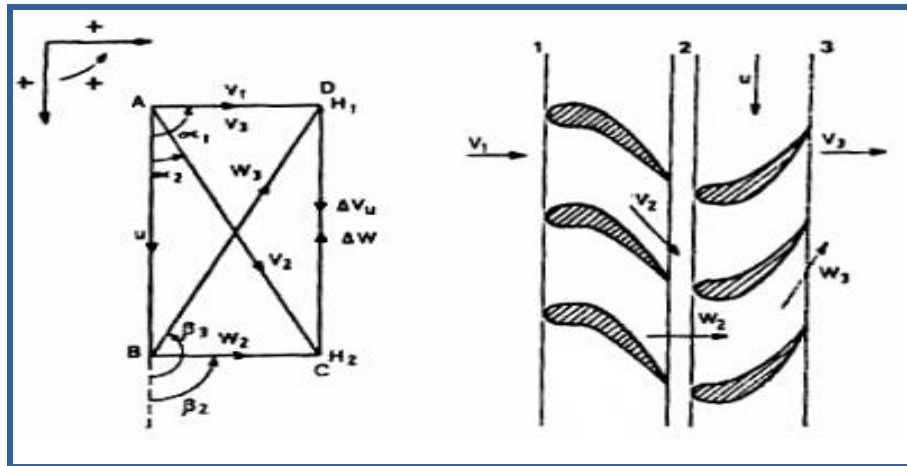


Fig II.2 : écoulement par étage à réaction

b) Etage à Action :

Le principe de fonctionnement d'une turbine à action, est que la transformation thermodynamique du fluide se fait uniquement dans les canaux fixes, désigne sous le nom de distributeur, ou encore tuyère de détente, les aubes mobiles n'ont qu'un rôle à jouer, c'est de transformer l'énergie cinétique acquise par la détente en travail mécanique communiqué au rotor, donc l'évolution des gaz dans les aubes mobiles se fait sans variation de la pression statique $P_1 > P_2 = P_3$.

On peut dire que la turbine à action, est un cas particulier de la turbine à réaction, dont le degré de réaction est nul,. Le triangle des vitesses pour un étage à action est représenté sur la figure II.3 :

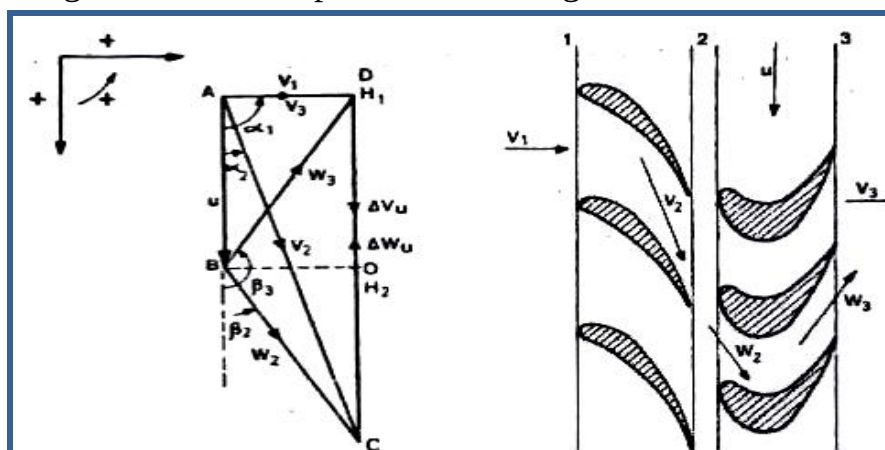


Fig II.3 : écoulement par étage à action

II.4.2. Par le mode de fonctionnement thermodynamique :

Il existe deux cycles thermodynamiques :

- **Turbine à gaz à cycle fermé :**

Dans laquelle le même fluide est repris après chaque cycle.

- **Turbine à gaz à cycle ouvert :(Fig II.4)**

C'est une turbine dont l'aspiration et l'échappement s'effectuent directement dans l'atmosphère, ce type de turbine qui est le plus répandu se divise en deux classes :

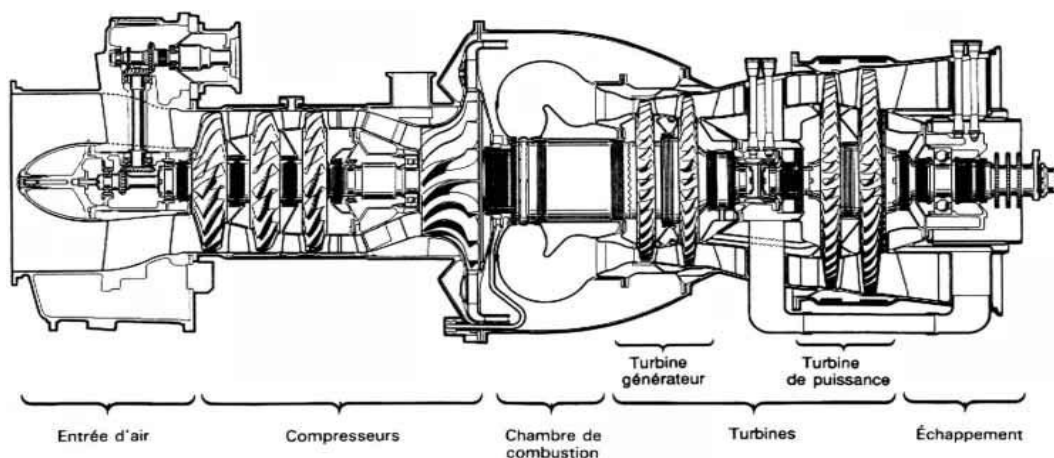


Fig II.4: cycle ouvert

➤ **Turbine à cycle simple :**

C'est une turbine utilisant un seul fluide pour la production d'énergie mécanique, après la détente les gaz possédant encore un potentiel énergétique qui est perdu dans l'atmosphère à travers l'échappement.

➤ **Turbine à cycle régénéré :**

C'est une turbine dont le cycle thermodynamique fait intervenir plusieurs fluides moteurs dans le but d'augmenter le rendement de l'installation.

II.4.3. Par le mode de construction : [7]

Une turbine à gaz peut comporter une ou deux lignes d'arbre pour l'ensemble des éléments tournants :

- **Une ligne d'arbre**

Le système est entraîné d'abord par un moteur jusqu'à une certaine vitesse, ensuite c'est la turbine HP qui continue l'entraînement de l'ensemble des éléments.

- **Deux lignes d'arbre**

Comme pour une ligne d'arbre, il est rajouté une turbine BP en bout d'arbre séparé mécaniquement.

La conception à deux lignes d'arbres représente le maximum de souplesse et, est retenue pour les applications de grandes puissances.

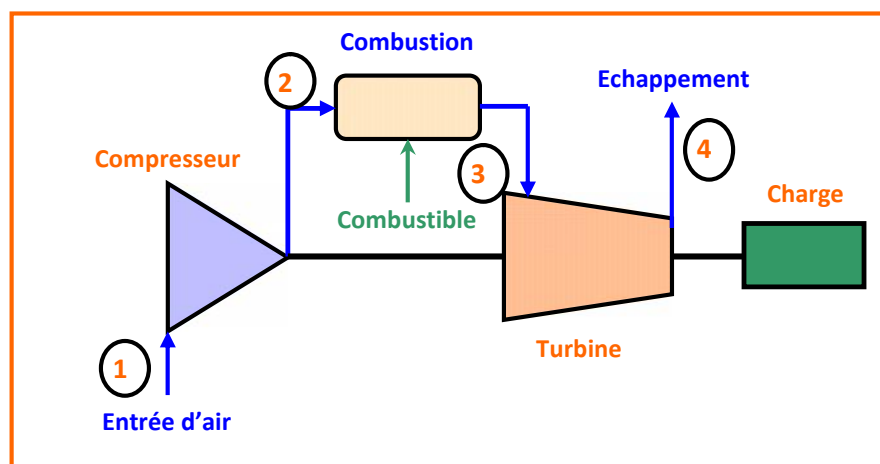


Fig II.5: Schéma d'une turbine à gaz à une ligne d'arbre.

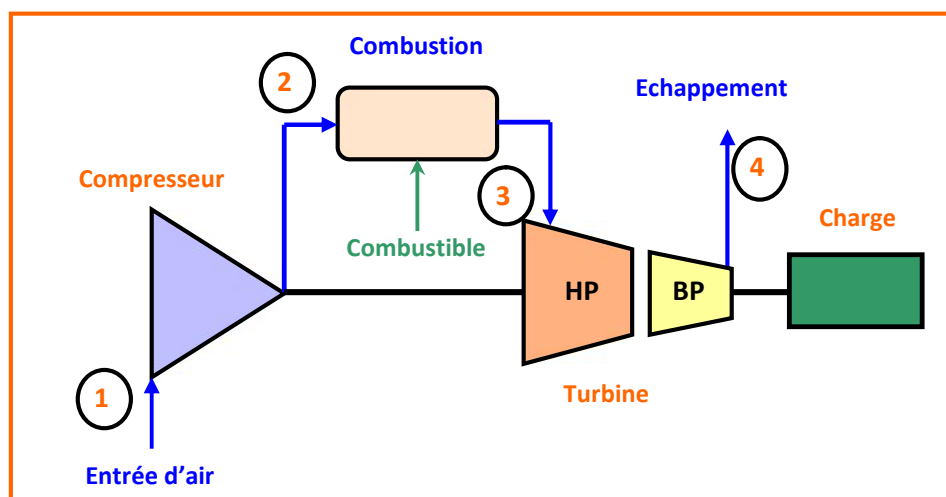


Fig II.6: Schéma d'une turbine à gaz à deux lignes d'arbres.

II.4. 4. Appellation des turbines à gaz GE:

Les constructeurs (GE & NP) utilisent pour l'appellation de leurs turbines à gaz la forme : **MS** × × × × × × (Fig. II 7).

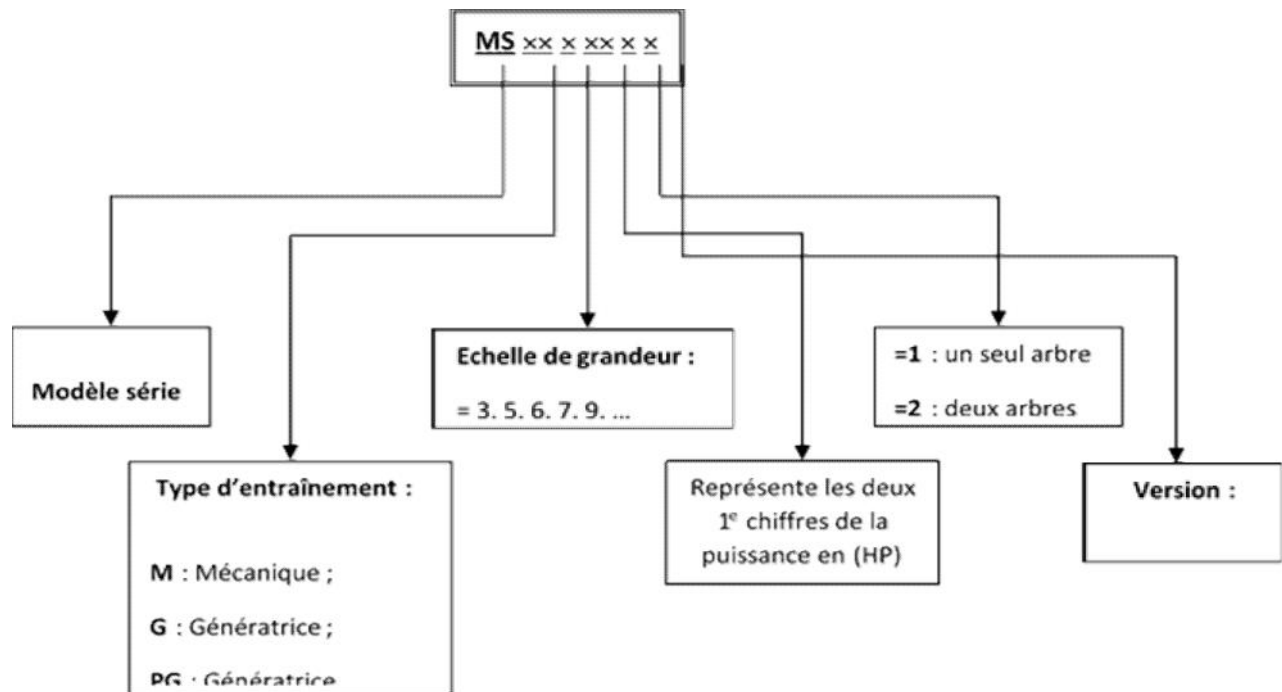


Fig. II.7: Méthode d'appellation des turbines à gaz

II.5. Principe de fonctionnement: [7]

Une turbine à gaz fonctionne de la façon suivante :

- Extrait de l'air du milieu environnement.
- Comprime à une pression plus élevée.
- Augmente le niveau d'énergie de l'air comprimé, en ajoutant et en brûlant le combustible dans une chambre de combustion.
- Achemine l'air à pression et à température élevées vers la section de la turbine, qui convertit l'énergie thermique en énergie mécanique pour faire tourner l'arbre.

Ceci, sert d'un côté à fournir l'énergie utile au compresseur centrifuge couplé au moyen d'un accouplement et de l'autre côté, à fournir l'énergie nécessaire pour la compression de l'air, au compresseur axial relié directement à la section turbine.

- Décharge à l'atmosphère les gaz à pression et température basses, résultants de cette transformation.

La (Fig. II.8), montre les variations de pression et de température dans les différentes sections de la turbine.

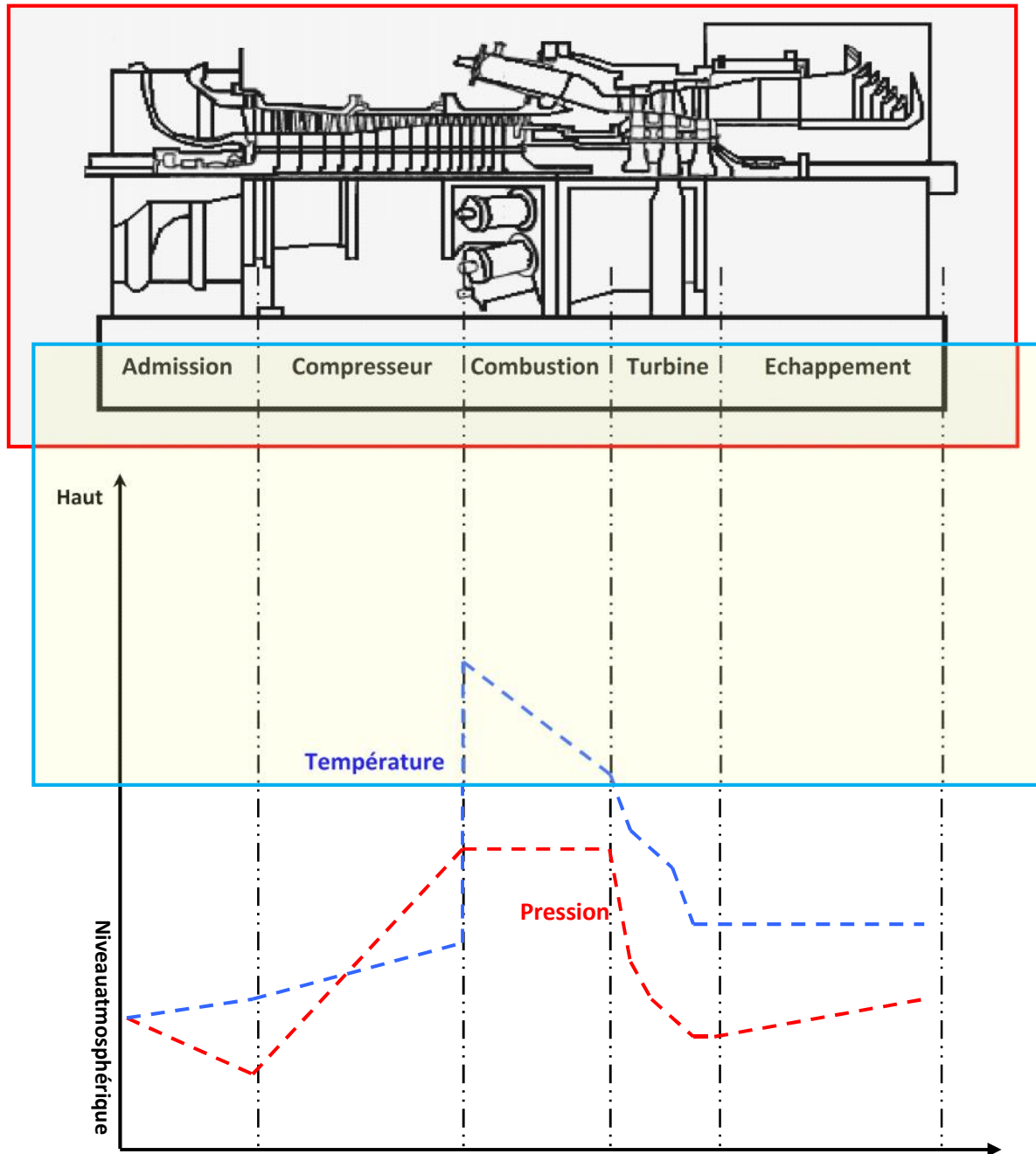


Fig. II.8: Variations de Pression et de Température dans les différentes sections de la turbine.

II.6. ELEMENTS PRINCIPAUX D'UNE TURBINE A GAZ:

Une turbine à gaz se compose de trois sections principales.

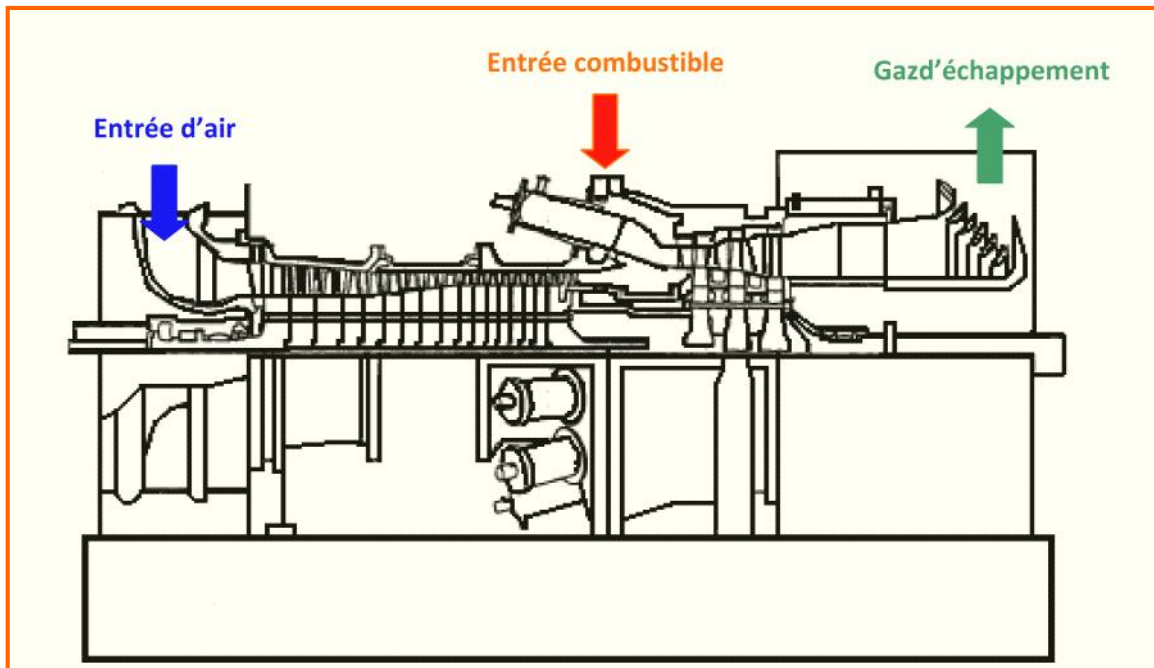


Fig. II.9: Différentes sections d'une turbine à gaz

II.6.1 Section compresseur : [2]

Le compresseur est du type à flux axial, il produit des débits d'air importants, nécessaires pour obtenir des puissances utiles élevées avec des dimensions réduites.

Un compresseur se compose d'une série d'étages d'aubes orientables, qui augmentent la vitesse de l'air en matière d'énergie cinétique, suivie alternativement par des étages d'aubes fixes, qui convertissent cette énergie en une pression plus élevée.

Le nombre d'étages de compression, est lié à la structure de la turbine à gaz et au taux de compression à obtenir.

Sur le côté aspiration du compresseur, il y a des aubes variables à l'admission (**IGV**), dont le but est de diriger l'air, vers le premier étage des aubes du rotor.

Ces aubes variables permettent aussi d'assurer le comportement fluide-dynamique correct sous différents régimes de fonctionnement, pendant le démarrage et l'arrêt du compresseur.

Sur le côté refoulement du compresseur, il y a quelques étages d'aubes variables à la sortie (**EGV**), pour obtenir la récupération de la pression maximale avant que l'air n'entre dans la chambre de combustion.

Le compresseur sert à fournir une source d'air pour refroidir les parois des directrices, les aubes, les disques de la turbine et l'huile d'étanchéité des joints à labyrinthe du palier.

II.6.2 Section combustion:

Se compose d'un système comprenant une ou plusieurs chambres de combustion annulaires, disposées symétriquement le long d'une circonférence.

Ces chambres de combustion reçoivent et brûlent du combustible, au moyen d'un nombre égal des brûleurs.

L'air entre dans chaque chambre dans une direction opposée à la veine des gaz chauds, pour cette raison, cette méthode de distribution de l'air s'appelle à débit inverse.

Au début du fonctionnement, le processus de combustion est déclenché par une ou plusieurs bougies d'allumage.

Une fois déclenchée, la combustion continue sans intervention, aussi longtemps que les conditions d'alimentation du combustible et d'air de combustion sont maintenues.

Dans le cas des turbines à gaz construites pour l'industrie aéronautique, la section de combustion se compose d'une chambre annulaire simple, à refroidissement direct et non pas à refroidissement à débit inverse.

En effet, cela aide à réduire les dimensions diamétrales extérieures, puisqu'une plus petite section frontale était nécessaire afin d'offrir une résistance aussi réduite que possible au mouvement de l'avion.

II.6.3 Section turbine: [2]

Comprend un certain nombre d'étages, chacun d'entre eux se compose d'un étage stator et d'un étage rotor.

Dans l'étage stator, les gaz à température et pression élevées, fournis par la pièce de transition, sont accélérés et acheminés vers un étage d'aubes du rotor montées sur un disque connecté à l'arbre de puissance.

La conversion de température et de pression, en énergie cinétique a lieu dans l'étage du stator.

L'étage du rotor complète cette conversion, étant donné qu'ici l'énergie cinétique est transformée en énergie d'entraînement de l'arbre.

II.7. FACTEURS INFLUENANT SUR LES PERFORMANCES : [7]

II.7.1 Facteurs extérieurs

Une turbine à gaz emploie de l'air atmosphérique, donc ses performances sont considérablement influencées par tous les facteurs qui ont un effet sur le débit massique de l'air refoulé au compresseur.

Ces facteurs sont :

✓ Température à l'admission du compresseur

L'augmentation de la température d'admission du compresseur augmente le travail spécifique de compression, tandis que le débit des gaz d'échappement diminue.

En conséquence, le rendement de la turbine et la puissance diminuent.

Si la température diminue, le phénomène inverse se produit

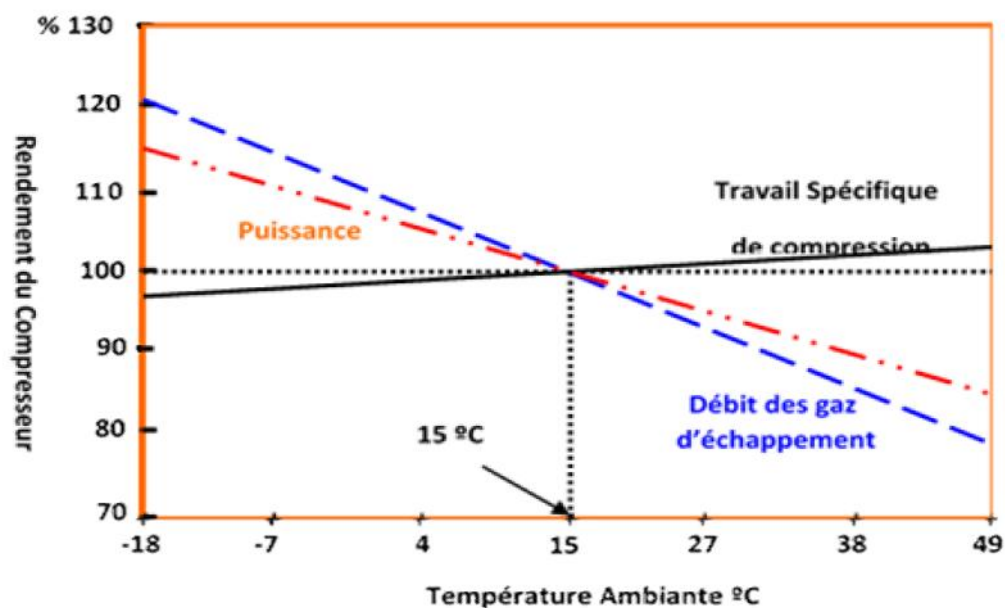


Fig. II.10: Influence de la température ambiante sur les performances de la turbine.

✓ Pression atmosphérique

La chute de pression atmosphérique diminue le débit massique de l'air en raison d'une réduction de sa masse spécifique, donc

la puissance à la sortie d'arbre est réduite parce qu'elle est proportionnelle au débit massique du gaz.

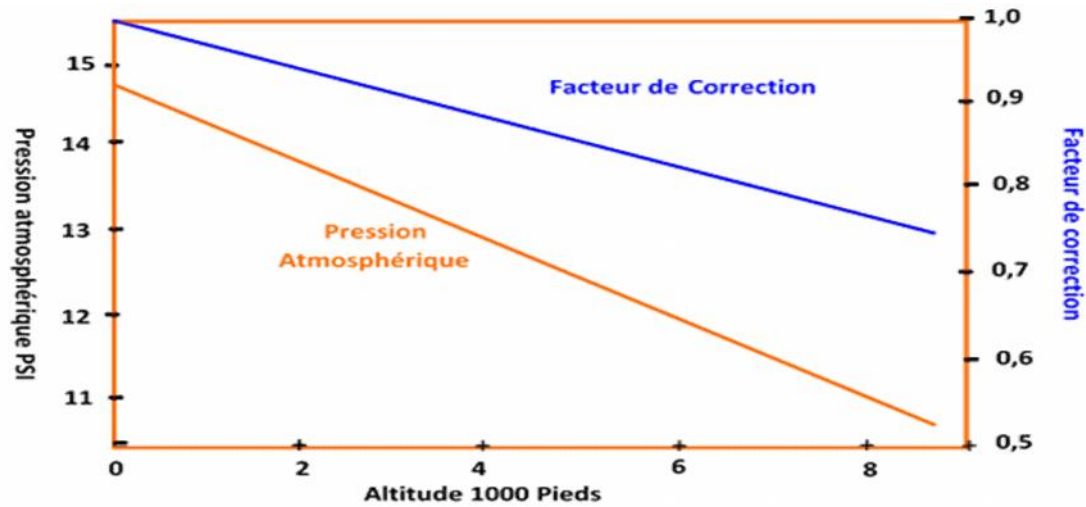


Fig. II.11: Influence de la pression atmosphérique sur les performances de la turbine.

✓ Humidité relative:

En effet, l'air humide est moins dense que l'air sec, donc si l'humidité relative augmente, la puissance débitée diminue et la consommation spécifique du gaz augmente.

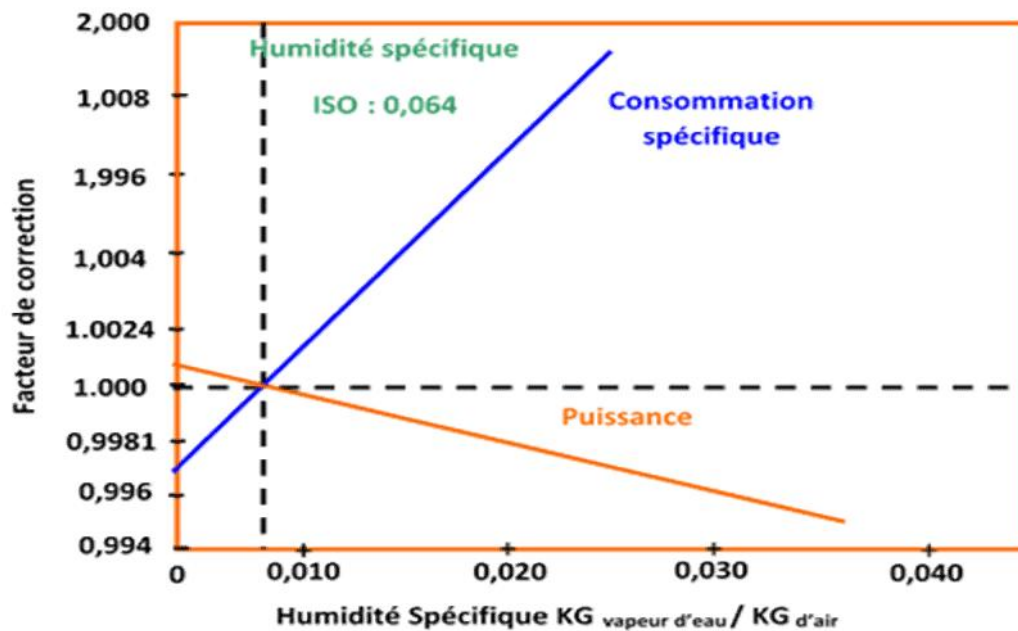


Fig. II.12: Influence de l'humidité relative sur les performances de la turbine.

II.7.2 Facteurs intérieurs:

En plus des trois facteurs extérieurs précédents, il y a d'autres facteurs qui influencent sur les performances d'une turbine à gaz. Ceux-ci peuvent être définis comme des facteurs intérieurs, parce qu'ils sont liés aux systèmes auxiliaires de la turbine à gaz.

Chutes de pression dans la section d'admission du compresseur

Elles sont provoquées par le système d'admission de la turbine à gaz. Quand l'air traverse ce système, il est soumis au frottement, qui réduit sa pression et le poids spécifique.

Ces chutes causent une réduction de la puissance utile et l'augmentation de la consommation spécifique du gaz.

Chutes de pression dans le système d'échappement de la turbine

Celles-ci sont provoquées par le système d'échappement de la turbine à gaz, par lesquels les gaz d'échappement sont expulsés à l'atmosphère.

Les gaz d'échappement traversant ce système sont soumis aux pertes dues au frottement, qui augmentent la valeur de la contre-pression, par rapport à la valeur de la pression atmosphérique.

Le tableau suivant donne des valeurs typiques montrant comment les performances sont influencées par les chutes de pression de l'admission et de l'échappement.

Tous les 4'' H ₂ O à l'aspiration	Tous les 4'' H ₂ O à l'échappement
1,42 % pertes de puissance.	0,42 % pertes de puissance.
0,45 % augmentation de la consommation spécifique.	0,42 % augmentation de la consommation spécifique.
1°C augmentation de la température d'échappement.	1°C augmentation de la température d'échappement.

Chutes de pression dans le système d'échappement de la turbine

✓ **Influence du type de combustible**

On obtient par exemple de meilleures performances si l'on emploie le gaz naturel plutôt que le gasoil.

Ce comportement est dû au pouvoir calorifique plus élevé des produits générés par la combustion du gaz naturel au lieu du gasoil.

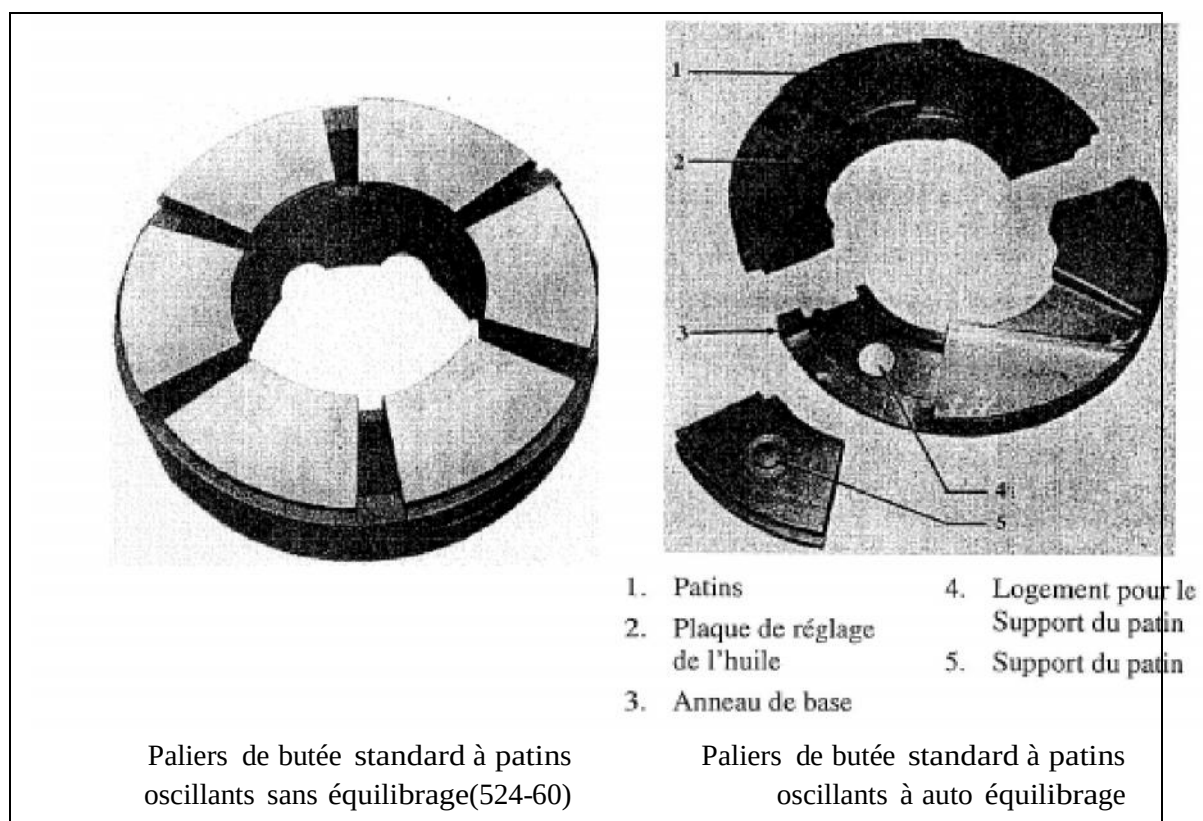
chapitre III

III.1. Caractéristiques de la turbine à gaz MS 5002b:[1]

- MarqueGENERALE ELECTRIQUE
- FabricantNUOVO PIGNONE
- Série du modelMS 5002b
- CycleSimple
- Rotation de l'arbresens inverse des aiguilles d'une montre
- Type de fonctionnementContinu
- Vitesse de l'arbre HP.....5100 tr/min
- Vitesse de l'arbre BP.....4670 tr/min
- Commande.....MARK II
- Température à l'échappement.....505°C
- Débit carburant2,14 m³/s
- Système de démarrageTurbine à détente
- Rendement thermique≈ 28%
- Atténuation du bruit.....silencieux d'admission et d'échappement selon les exigences locales ;
- ❖ Section du compresseur :
 - Nombre des étages du compresseur axial.....16 ;
 - Type du compresseur.....écoulement axial, série lourde ;
 - Plan de joint.....bride horizontale ;
 - Type d'aubes directrice d'entrée.....variable ;
 - Pression à l'admission1 bar ;
 - Pression de refoulement... ..7 bars ;
 -
- ❖ Section de la turbine :
 - Nombre des étages de la turbine.....02 ;
 - Plan de joint.....bride horizontale ;
 - Directrice du premier étage.....fixe ;
 - Directrice du deuxième étage.....variable ;
 -
- ❖ Section de combustion :
 - Type.....12 multiples foyers, types à flux inverses ;
 - Configuration des chambres.....concentrique autour du compresseur ;
 - Combustible Gaz naturel ;
 - Bougies d'allumage.....deux, types à électrodes à ressort, auto rétractant;
 - Détecteur de flamme.....deux, type ultraviolet ;
 -
- ❖ Ensemble paliers :
 - Quantité.....04 ;
 - Lubrification.....sous pression ;

Type	Genre	N°
Elliptique	Coussinet lisse	1
Patins oscillants, à compensation automatique	Butée active	
Patins oscillants, à compensation	Butée inactive	
Elliptique	Coussinet lisse	2
Coussinet lisse, elliptique	Coussinet lisse	3
Patins oscillants	Coussinet lisse	4
Patins oscillants, à compensation	Butée active	
Patins oscillants, sans compensation	Butée inactive	

Tab III.1 : Ensembles des paliers



❖ Pompes d'huile de graissage:

Pompe de graissage principale	Entraînée par arbre intégral avec le réducteur auxiliaire
Pompe de graissage auxiliaire	Entraînée par moteur, verticale, centrifuge, immergée
Pompe de graissage de secours.....	Entraînée par moteur, verticale, centrifuge, immergée
Filtre (fluide de graissage)	
Type.....	Débit plein avec vanne de transfert
Quantité.....	Deux

❖ Pompes d'alimentation hydraulique:

Pompe d'alimentation hydraulique	
Principale.....	Entraînée par réducteur auxiliaire, volumétrique, variable, piston axial
Pompe d'alimentation hydraulique	
auxiliaire.....	Entraînée par moteur, à engrenages
Type.....	Débit plein
Quantité.....	Deux, avec vanne de transfert

III.2.Description des différentes sections de la turbine à gaz MS 5002b: [6]

III.2.1. Section aspiration :

Les turbines à gaz consomment une grande quantité d'air pour la combustion et le refroidissement des pièces internes. Cet air doit être filtré pour éviter la pénétration des particules qui peuvent avec le temps éroder les ailettes du rotor et stator du compresseur d'air traîner des pertes de performances dues aux pertes de charge au niveau du compresseur axial. Les particules de saleté peuvent aussi colmater les orifices de passage de l'air utilisé pour le refroidissement des différentes pièces de la turbine.

L'aspiration de la turbine est une enceinte ou compartiment qui abrite les filtres et relié au caisson d'admission de la turbine. Ce système regroupe les fonctions de filtrage et de réduction du bruit à celle de direction de l'air dans le compresseur de la turbine. Ce compartiment est muni de portes permettant un accès facile aux filtres pour les besoins de maintenance.

Les types de filtres utilisés sont :

types conventionnels : ils sont de type pré filtrant et filtre cubique, ces filtres peuvent être démontés et lavés facilement.

Type autonettoyant : ce système contient les cartouches de filtres haut rendement régénérer (nettoyés) à intervalles réguliers par jet d'air comprimé pendant le fonctionnement de la turbine. La régénération s'effectue automatiquement par pulsions sous forme de cycle.

La pression différentielle régule les cycles de régénérations. Un jet de 144 filtres est utilisé, chaque jeu comprend 2 filtres, une conique et l'autre cylindrique.

Les grandes quantités d'air entrant au compresseur engendrent un bruit important d'où la nécessité de placer un silencieux à l'entrée du compresseur pour atténuer le bruit haute fréquence causée par l'aubage du compresseur. Ce dispositif comporte des écrans verticaux de panneaux de matériaux isolants basse densité, enrobés de perforées. La turbine est aussi logée dans une enceinte acoustiquement isolée.

III.2.2.. Section compresseur :

1) Généralités :

Le compresseur à flux axial comprend le rotor du compresseur et le corps qui comporte les 17 étages, les aubes variables de la directrice et deux détecteurs de sortie.

Dans le compresseur l'air est confiné dans l'espace entre le rotor et les aubages de stator, où il est comprimé en plusieurs étages, par une série d'aubes alternativement tournantes (rotor) et fixe (stator), ont profilé aérodynamique. Les aubes du rotor donnent la force nécessaire pour comprimer l'air à chaque étage de la compression et les aubes du stator guident l'air pour le faire pénétrer dans l'étage suivant du rotor, sous l'angle qui convient. L'air comprimé sort par le corps de refoulement du compresseur et entre dans l'enveloppe de combustion et les chambres combustion. L'air du compresseur sert également à refroidir la turbine et pour l'étanchéité huile de graissage des paliers.

2) Rotor compresseur :

Le rotor du compresseur est un ensemble composé de 17 roues, d'un demi arbre de tirants et des aubes du rotor du compresseur.

Chaque roue et chaque portion de la roue du demi arbre avant, à toute autour, des fentes alésées, dans lesquels s'insèrent les aubes du rotor que des entretoises maintiennent en position axiale, ces entretoises étant bloquées à chaque extrémité de la fente. Ces aubes ont une forme aérodynamique et sont conçues pour bien comprimer à des vitesses élevées à l'extrémité des aubes. Les roues et demi-arbres sont montés les uns dans les autres, par l'intermédiaire des rainures

concentriques, et maintenues par des tirants. Le choix de position des roues se fait lors du montage, de manière à réduire les corrections d'équilibre le demi-arbre avant est usiné de façon à donner les faces avant et arrière la butée et le coussinet du palier N.1 et du joint d'air bas pression du compresseur (voir Fig. III.2.).

3) Stator du compresseur :

Généralité :

Le stator (corps) du compresseur comprend trois sections principales :

- a. le corps d'admission.
- b. le corps avant du compresseur.
- c. le corps de refoulement du compresseur.

Ces sections et la caisse de la turbine forment la structure externe principale de la turbine à gaz. Ils supportent le rotor à l'endroit des paliers et constituent à la paroi externe de l'espace annulaire de veine des gaz.

L'alésage du corps a pour des raisons d'efficacité, des tolérances serrées en ce qui concerne les extrémités d'aubes du rotor.

a) Corps d'admission :

Le corps d'admission se trouve à l'avant de la turbine à gaz, sa fonction principale est de diriger l'air de manière uniforme dans le compresseur. Le corps soutient également l'ensemble du palier N.1 dont la partie inférieure du logement consiste un corps séparé, à bride et boulonné à la moitié inférieure du corps d'admission. L'évasement interne est relié à l'évasement externe par sept entretoises radiales à profil aérodynamique et sept tringles de liaisons axiales. Les entretoises et les tringles se dans la paroi de l'évasement. Les aubes variables de la directrice sont montées à l'arrière du corps d'admission. Les aubes variables permettent à la turbine d'accélérer rapidement et en douceur, sans pompage (pulsation) du compresseur. L'huile hydraulique sert à mettre en marche les aubes variables par l'intermédiaire d'une grande couronne d'entrée et de plusieurs petits pignons d'engrenage. Au moment du lancement les aubes sont mises à 44° , ce qui représente la position fermée

b) Corps avant du compresseur :

Le corps avant du compresseur contient les dix premières étages du stator du compresseur (numérotées de zéro à neuf). Il transforme également les charges structurales du corps adjacent au support avant du corps. Le corps avant du compresseur est équipé de deux gros tourillons, fondus dans la masse, utilisés pour le levage de la turbine à gaz de son socle.

Les aubes du stator situé dans le corps avant sont montées dans des segments demi-circulaires rainurés. Les ensembles aubes et segments du stator sont alors montés dans des rainures en queue d'aronde, usinées dans la paroi du corps d'admission. Une longue clavette de blocage, monté dans une rainure usinée dans une bride de raccordement horizontal de la moitié inférieur du corps, empêche ces ensembles de tourner dans les rainures du stator.

d) Corps de refoulement du compresseur :

Le corps de refoulement du compresseur est la dernière partie de la section compresseur. C'est le corps simple le plus long, il se trouve à égale distance entre les supports avant et les supports arrière de la turbine. Les fonctions du corps de refoulement du compresseur sont d'équilibrer les pompages du compresseur, de fermer les parois internes et externes du diffuseur et de relier le compresseur au stator de la turbine. Il sert également de support la directrice de la turbine de premier étage.

Le corps de refoulement du compresseur comprend deux cylindres, dont l'un est la continuation du corps du compresseur et l'autre un cylindre intérieur qui entoure le rotor du compresseur. Ces deux cylindres sont concentriques, ils sont maintenus en place par huit entretoises radiales.

Évasées de manière à correspondre au grand diamètre de caisse de la turbine, ce sont les éléments porteurs de la charge principale de cette partie du stator de la turbine à gaz.

La structure de support du palier N.2 se trouve dans le cylindre intérieur. L'espace annulaire conique sépare le cylindre externe du cylindre intérieur du corps de refoulement forme un diffuseur convertit une partie de la vitesse de sortie du compresseur en pression supplémentaire.

Le corps de refoulement du compresseur contient les six clavettes (numérotées de dix à quinze), qui sont montées directement dans les rainures usinées dans les brides horizontales de raccordement de la moitié supérieur du corps. Ces clavettes servent également à empêcher les aubes du stator de tomber sur les rainures lors de l'investissement de la moitié supérieur du corps de refoulement pour le montage de la turbine (voire Fig. III.1.).

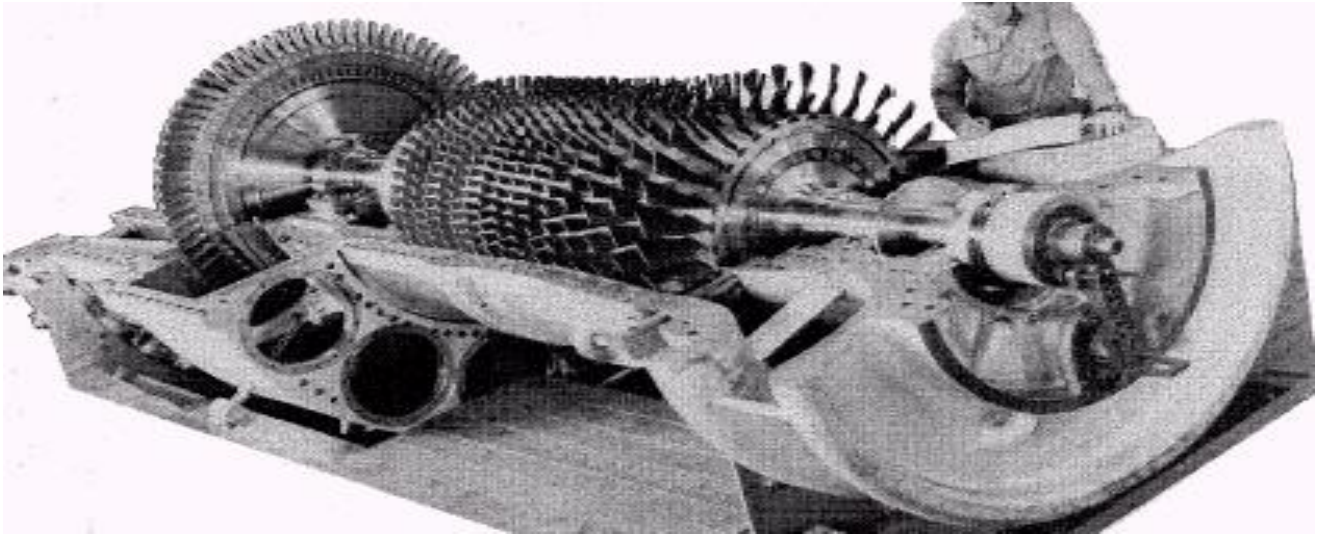


Fig.III.1. Ensemble corps compresseur et rotor turbine HP[5]



Fig.III.2. Vue de l'ensemble rotor turbine HP du compresseur

III.2.3. Section combustion :

1) Généralités :

La section combustion de la turbine à gaz comprend l'enveloppe de combustion, douze corps de combustion extérieurs, douze ensembles chapeaux et chemises de combustion, douze ensembles de pièces de transition, douze injecteurs de combustibles deux bougies d'allumage, deux transformateurs

d'allumage, deux détecteurs de flamme, douze tubes à flammes (foyers) et diverses garnitures.

L'enveloppe de combustion est un élément soudé entourant la partie arrière du corps de refoulement du compresseur et recevant l'air de refoulement compresseur à flux axial

Le combustible est envoyé dans chaque chemise des chambres de combustion par un injecteur de combustion montée dans le couvercle de chambre de combustion et pénétrant dans la chemise. La combustion du mélange air combustible est déclenchée par les bougies d'allumage. Lorsque l'allumage se produit dans une des deux chambres des gaz chauds de combustion passent dans les tubes à flammes et vont allumer le mélange air combustible des autres chambres les gaz chauds de combustion passent dans les tubes à flammes et vont allumer le mélange air combustible des autres chambres.

2) Enveloppe de combustion :

L'enveloppe de combustion soutient les douze corps de combustion et referme les douze pièces de transition. C'est une enceinte soudée qui reçoit l'air de refoulement du compresseur à flux axial et le transfère aux chambres de combustion. La moitié supérieure et la moitié inférieure de l'enveloppe sont moitiées autour de la partie arrière du corps de refoulement du compresseur.

La plaque arrière de l'enveloppe de combustion est boulonnée à la bride verticale du corps de la turbine, la plaque avant est boulonnée à la bride arrière du corps de refoulement.

a) chambre de combustion :

Les brides arrière des douze corps de combustion sont montées sur la surface verticale avant de l'enveloppe de combustion avec chaque corps relié par les tubes à flammes. Les ensembles chapeaux chemises se trouvent à l'intérieur de chaque corps. Les injecteurs de combustible montés dans les couvercles du corps de combustion pénètrent dans les chambres des combustions et les alimentent en combustibles.

Ces corps sont numérotés de un à douze et peuvent être identifiés en regardant vers l'aval à partir de l'admission de la turbine et en comptant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre à partir de la position de midi.

Pendant le service, l'air de compresseur va dans l'enveloppe de combustion et dans l'espace annulaire entre les chambres de la chemise et la paroi de protection. Cet air comprimé passe dans la chemise, s'y mélange avec le combustible et est allumé, les gaz chauds qui ont résultent descendent dans la

chemise, puis dans la pièce de transition qui est fixée à la directrice de du premier étage les directeurs de flammes sont installées dans deux chambres envoient un signal au système de commande pour lui indiquer qu'il a eu allumage.

La combustion du mélange combustible et d'air est déclenchée par les bougies avec électrode, deux bougies sont installées dans chacune des deux chambres (N9 et N10) et reçoivent l'énergie des transformateurs d'allumages. Les autres chambres sans bougies, sont allumées à travers les tubes foyer d'interconnexion.

c) détecteur de flamme :

Pendant la séquence de lancement il faut envoyer une indication de présence ou absence de flamme au système de commande pour cette raison, un système de contrôle de flamme est utilisé, il comprend deux capteurs installés sur deux chambres de combustion adjacentes et un amplificateur électrique monté dans le tableau de commande de la turbine.

Le capteur de flamme ultraviolette comprend un capteur de flamme, contenant un détecteur rempli de gaz. Le gaz dans ce détecteur est sensible à la présence des radiations ultraviolettes émises par la flamme aux hydrocarbures. La tension C. C, fournie par l'amplificateur, est appliquée à travers les bornes de détecteur. En cas de flamme, l'ionisation du gaz dans le détecteur. Permet la conduction dans le circuit électronique ce qui donne une sortie définissant la flamme.

Au contraire, l'absence de la flamme engendrera une sortie opposée définissant l'absence de flamme.

d) injecteur de combustible :

Chaque chambre de combustion et pourvue d'un injecteur de combustible émettant une quantité mesurée de combustible dans la chemise de combustion, le combustible gazeux entre directement dans

Chaque chambre à travers des trous de mesure situés sur le bord extérieur de la plaque de turbulence.

Quand le combustible liquide est utilisé, atomisé dans la chambre de turbulence de l'injection par l'intermédiaire d'air haute pression.

Le mélange air combustible plus complet est un fonctionnement sans fumée de l'unité.

e) tube foyer (tube d'interconnexion):

Les douze cambres de combustion sont reliées entre elles par des tubes foyers. Ces tubes permettent la propagation de la flamme venant des chambres allumées vers les chambres non allumées.



Fig.III.3.Chemises de combustion (tubes à flamme). [7]

III.2.4. Section turbine : [2]

1) Généralités :

La section turbine est celle où les gaz chauds venants de section combustion sont convertis en énergie mécanique. Cette section comprend les éléments suivants: le corps de la turbine, la directrice de premier étage, la roue de la turbine premier étage (appelée également turbine haute pression), la directrice à aubes variables de deuxième étage et la roue de la turbine de deuxième étage (appelée également turbine basse pression).

Cette section comprend aussi le diaphragme et l'étanchéité air et la veine des gaz entre les divers étages. Pour faciliter l'entretien, les pièces du stator sont fondues en deux dans le sens horizontal.

2) Caisse turbine:

La caisse de la turbine est un des principaux éléments structuraux de la turbine à gaz, elle est boulonnée extérieurement à l'avant aux entretoises du corps de refoulement du compresseur et extérieurement à l'arrière du cadre d'échappement. Dans la caisse de la turbine se trouvent les ensembles suivants, qui établissent la veine des gaz de chambre de combustion au cadre

d'échappement, en passant par les roues de la turbine, les cloisons et les segments de protection de la directrice de premier étage, le diaphragme et l'étanchéité air du deuxième étage, et enfin les cloisons et les segments de protection de la directrice de deuxième étage. La bague de commande, actionne les cloisons de la directrice de deuxième étage à angle variable, est soutenue par les galets montés sur la paroi extérieure de la caisse de la turbine.

La paroi interne de la caisse de la turbine est isolée des pièces de la veine des gaz chaude, sauf aux surfaces nécessaires de positionnement de la directrice et des segments de protections.

L'air de refoulement du compresseur, qui fuit au de là des segments de la directrice de premier étage dans l'espace entre la paroi isolée de la caisse de la turbine et la paroi extérieure de la vaine des gaz entre étages, contribué à dissiper la chaleur dégagée par la paroi extérieure de la vaine de gaz. Les trous d'extraction de la bride de la caisse correspondent à ceux de la bride verticale avant du cadre d'échappement. L'air ambiant passe par ces trous pour refroidir l'arrière de la caisse de la turbine et les entretoises du cadre d'échappement dans la veine d'échappement.



Fig.III.4. enveloppe turbine [7]

a) Directrice de premier étage :

La directrice de premier étage comprend les segments d'aube directrice montés dans une bague de retenue, soutenue dans la veine des gaz par un dispositif de fixation de la caisse de la turbine. La conception de l'ensemble de la directrice et de la disposition de son support dans la caisse tient compte de la dilatation thermique due aux gaz chauds, et maintient l'ensemble correctement

aligné dans la veine des gaz. Une caractéristique particulière de conception permet de démonter facilement la moitié inférieure de la directrice sans retirer le rotor.

La bague de retenue de la directrice est fendue en deux sur le plan horizontal et les deux moitiés sont réunies par des boulons. Les segments d'aube directrice ont des cloisons à profiler aérodynamique situées entre une paroi latérale interne et paroi latérale externe.

Ces cloisons de la directrice sont creuses avec des trous de purge traversant la paroi de séparation à proximité du bord de fuite ce qui permet le passage de l'air de refroidissement des directrices. L'air de refoulement du compresseur venant de l'enveloppe de combustion passe autour de la bague de retenue, puis dans les cloisons creuse de la directrice et sort enfin par les trous de purge de la veine des gaz d'échappement. Cette veine d'air sert à refroidir les profils de la directrice.

b) Directrice de deuxième étage :

La directrice de deuxième étage comprend les cloisons (déflecteurs) formant une directrice à angle variable dans l'espace circulaire de la veine des gaz, juste à l'avant de la turbine de deuxième étage. Ces cloisons peuvent être déplacées en même temps grâce à des arbres saillant dans la caisse de la turbine à travers des douilles. Des leviers, fixés à l'extrémité des arbres, sont reliés par des maillons à des montants d'une bague de commande qui tourne sous l'action d'un cylindre hydraulique.



Fig.III.5.Directrice BP [7]

c) Ensemble diaphragme :

Le diaphragme est soutenu entre les roues de la turbine de premier étage et celle de la turbine de deuxième étage par six chevilles creuses radiales traversant la caisse de la turbine et aboutissant dans des trous percés dans la paroi du diaphragme. Ce diaphragme est une pièce cylindrique fendue en deux

sur le plan horizontal. Un joint d'air est installé dans une rainure du diaphragme pour séparer les deux étages de la turbine et forme l'espace roué arrière de la turbine de premier étage est l'espace roué avant de la turbine de deuxième étage. L'air de refroidissement est envoyé dans les espaces roue pour refroidir les roues de la turbine et fermer hermétiquement la veine des gaz. Les flasques du diaphragme comportent les joints des roues qui empêchent les gaz chauds de s'échapper dans les espaces roux.

Le diaphragme soutient également la paroi interne de la veine des gaz entre étages. Une rainure usinée sur la circonférence de l'extrémité arrière de la paroi externe du diaphragme sert à retenir les éléments de protection intérieurs de la directrice de deuxième étage et à minimiser les fuites de gaz autour de la directrice.

L'air de refroidissement est envoyé au diaphragme de deuxième étage par les chevilles creuses du support et l'alésage central de la roue de premier étage. Les trous percés à angle dans la paroi du diaphragme, directement derrière la rainure du déflecteur d'air, croisent les trouent des chevilles de support et permettant à l'air de refroidissement d'arriver à l'espace rouent avant du deuxième étage, en passant par les chevilles creuses du support.

Les thermocouples devant mesurer la température des espaces rouent arrière de premier étage et avant de deuxième étage sont maintenus dans les flasques du diaphragme. Les conducteurs des thermocouples sortent de la turbine par l'une des chevilles creuses de support.

3) Rotor de la turbine :

La turbine à gaz dispose de deux rotors séparés : celui de la turbine de premier étage, ou turbine haute pression, qu'entraîne le compresseur à flux axial et les accessoires, et le rotor de la turbine de deuxième étage, ou turbine basse pression, qui entraîne la charge.



Fig.III.6.rotor de la turbine BP [7]

Les deux rotors de la turbine sont alignés dans la section turbinée, mais sont mécaniquement indépendants l'un de l'autre, ce qui permet aux deux turbines de marcher à des vitesses différentes.

La roue de la turbine de premier étage est boulonnée directement sur le demi-arbre arrière du rotor du compresseur de manière à fermer un rotor haut pression.

La roue de deuxième étage est boulonnée sur un arbre pour former le rotor de la turbine basse pression / puissance. Ce rotor de turbine de puissance est soutenu par deux paliers : le coussinet lisse N.3 situés à l'avant du cadre d'échappement et le palier de butée est coussinet lisse N.4 situé dans le logement de palier boulonné à l'arrière du cadre d'échappement.

L'arbre de la turbine de puissance dispose d'une masse de survitesse qui déclenche mécaniquement le système de commande de la turbine à gaz en cas de survitesse. Le rotor est équilibré avec la masse de survitesse située dans l'arbre, avant le montage final, et il suffira d'une légère correction pour obtenir l'équilibre final.

4) Aubes de la turbine :

Les aubes de la turbine sont montées dans les roues, dans des queues d'aronde axiales, en forme de sapin avec des couvercles installés sur les échasses de l'aube. Un couvercle sur deux est un couvercle de fermeture. Les aubes sont maintenues en place sur une cheville Twistlock fixée par empilage.



Fig.III.7. Les aubes de la turbine

III.2.5.. Section échappement:

La section échappement se compose essentiellement du plénum ou cadre d'échappement ainsi que le caisson d'échappement.

1) Plénum d'échappement :

C'est une structure rectangulaire en forme de boîte dans laquelle les gaz d'échappement de la turbine sont évacués avant d'être conduits au silencieux et ensuite libérés dans l'atmosphère. Situé à l'extrémité arrière de la base de la turbine, il loge le châssis d'échappement, le diffuseur et les aubes de turbine. Il supporte aussi les paliers 3 et 4, la tuyauterie d'alimentation et le retour d'huile et la tuyauterie d'air de refroidissement et d'étanchéité. En service les gaz d'échappement provenant de la turbine sont déchargés dans le diffuseur et passent à travers des aubes qui dirigent ces gaz vers la bêche d'échappement.

2) Caisson d'échappement :

C'est une structure rectangulaire en forme de boîte dans laquelle les gaz d'échappement de la turbine sont déchargés puis libérés vers l'atmosphère. Il comporte le cadre d'échappement et les silencieux. Le plénum et le caisson d'échappement sont reliés par des joints de dilatation. La conception de l'échappement est devenue assez complexe afin de minimiser le bruit au maximum. La charnière doit être assez élevée pour permettre un refroidissement progressif des fumées et le dégagement de celle-ci dans des endroits sécurisés.



Fig.III.8.Caisse d'échappement

III.3. Systèmes de contrôle et de protection :

III.3.1. Systèmes de contrôle :

Les systèmes de contrôle de la turbine à gaz consistent en des ensembles ou dispositifs de composants montés sur la turbine à gaz, sur le tableau de contrôle électrique et les câbles d'interconnexions entre l'armoire de contrôle et la turbine à gaz, ces dispositifs effectuent un contrôle des différents paramètres (température, vitesse, pression,...), pour assurer le bon fonctionnement de la turbine à gaz.

a. Système de contrôle du fuel :

La fonction primaire du système de contrôle du fuel est de contrôler la vitesse de la turbine en charge, il comprend également :

- ❖ La fonction d'allumage.
- ❖ La fonction d'accélération.
- ❖ La fonction de contrôle limite du combustible.
- ❖ La fonction de contrôle de la température d'échappement.

b. Système de contrôle de la directrice du premier étage :

Afin de maintenir relativement constante la température d'échappement sous les différentes charges et suivant la température ambiante, l'angle des aubages orientables de la directrice du premier étage est ajusté automatiquement pour pouvoir contrôler la vitesse de la charge suivant le besoin.

c. Système de contrôle de la température :

Pour obtenir le meilleur rendement de la turbine à gaz il est souhaitable de travailler avec des températures du gaz à l'entrée de la section turbine aussi hautes que possible.

Cependant, afin de travailler à l'intérieur des limites de résistance des pièces il ne faudra pas dépasser un maximum permis de température d'entrée et d'échappement. Ainsi, un système de contrôle de température est nécessaire pour contrôler la vitesse ou la charge dans le cas où la température d'admission ou d'échappement dépasse les limites prescrites.

III.3.2. 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.

a. Système de protection des survitesse :

Le système de protection de survitesse consiste en un système primaire et secondaire. Le système primaire est le système de protection électronique et le système de protection secondaire est le système mécanique, il comprend des masses de survitesse HP et BP. La masse de survitesse HP est assemblée dans l'arbre du réducteur des auxiliaires. La masse de survitesse BP est placée dans l'arbre de la turbine seconde étage.

b. 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 la température dépasse la limite fixée.

c. 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.

d. Système de protection et de détection de flamme :

Le système sert pour les trois fonctions principales suivantes :

a)- Lorsque la vanne de régulation qui contrôle l'arrivée du combustible pour l'allumage est en fonctionnement et que 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 ne sont plus sous 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.

b)- 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 d'autres phases de la séquence de démarrage pour la montée en régime de la turbine.

e. Système de protection contre les pulsations au démarrage et à 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 pour empêcher le pompage du compresseur au cours de l'accélération pour prendre sa vitesse dans la séquence de démarrage.

La protection du pompage est également nécessaire pendant la séquence d'arrêt 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'aube de pré rotation avec un mécanisme de commande pour la couronne qui entraîne les aubes orientables.

CHAPITRE IV

IV- 1-Introduction:

Dans le cadre de la maintenance, la méthode ABC est un outil intéressant pour classer les matériels ou modes de défaillance en trois catégories : les éléments appartenant à la zone A seront prépondérants, ceux de la zone B devront faire l'objet d'études moins approfondies, alors que ceux de la zone C feront principalement l'objet d'une politique de maintenance corrective.

IV- 2-Historique :

C'est un sociologue et économiste franco-italien, Vilfredo Federico Samoso, dit marquis de Pareto (1848 - 1923) qui a montré que 80 % des richesses étaient détenues par 20 % de la population. Par extension, dans la majorité des cas, un petit nombre de facteurs est responsable du plus grand nombre des effets.

IV-3-Objectif :

Le but est d'analyser un phénomène, en le représentant par un graphique qui permet de déterminer l'existence d'une relation entre deux 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.

IV -4-Analyse de Pareto (méthode ABC):

L'analyse de Pareto consiste à déterminer la minorité de causes responsables de la majorité Des effets.

La démarche de la méthode se décline en 4 étapes principales :

1. définir la nature des éléments à classer dépendent du caractère étudié. Ces élément peuvent être: des matériels, des causes de panes, des natures de Pannes, des bons de travail, des articles en stocks etc.

2. Choisir le critère de classement

Les critères les plus fréquents sont les coups et les temps, selon le caractère Étudiée, d'autres critères peuvent être retenue tels que :

- le nombre d'accidents, le nombre d'incidents;
- le nombre de rebuts, le nombre d'heures d'utilisation;
- le nombre de kilomètres parcourus;
- la valeur consommée annuellement.

3. Tracé la courbe pourcentage des valeurs cumulées du critère en fonction du pourcentage

Des éléments cumulés qui en sont responsables (figure IV .1).

4. Détermination des seuils des classes A, B et C des éléments.

La classe A est celle de la minorité d'éléments (en général 20%) responsable de la majorité des effets (en général 80%).

La classe C est celle de la majorité d'éléments (en général 50%) responsable e de la minorité des effets (en général 20%).

La classe B est intermédiaire. Elle est composée généralement des 30% d'éléments responsable de 15% d'effets.

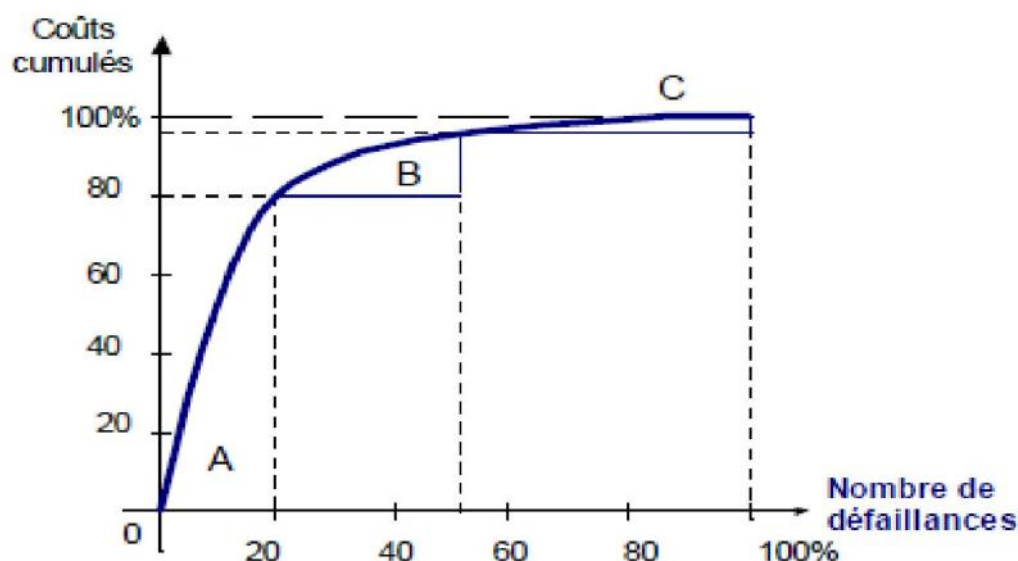


Fig. IV.1. Représentation graphique « ABC »

L'outil Pareto est utilisé dans de nombreux travaux concernant cette méthodologie comme, Nous permet de classer les causes selon les effets qu'elles génèrent et de déduire les priorités d'actions à mener:

- déterminer les éléments qui pénalisent le plus la disponibilité des équipements et leurs Fréquences.
- Définir les actions de maintenance correctives à entreprendre dans l'ordre d'urgences Et d'importance.
- Optimiser les moyens techniques et humains.
- Automatiser les opérations principales de gestion des stocks

Orienter le choix des actions d'amélioration.

Exemples des causes et leurs effets qu'on peut étudier à l'aide de cette méthode:

Effet	Causes
Coût de maintenance	Equipements
Coût d'indisponibilité	Défaillances
Valeur de consommation	Articles en stock

Tableau IV.1 : La minorité des Causes responsables de la majorité des effets

IV -5- Fonction :

Suggérer objectivement un choix, c'est-à-dire ordre importance des éléments (produits, machine pièces....) à partir d'une base des connaissances d'une période antérieure (une base connaissance antérieure), historique de panne par exemple.

Les résultats se présentent sous la forme d'un courbe appeler courbe ABC dont l'exploitation permet de détecter les éléments les plus significatifs du problème à résoudre et de prendre les décisions permettant sa résolution.

IV -6- Stratège et Méthode du travail:

Cette méthode est menée à travers plusieurs étapes suivantes:

1. Collecter la donne relative au problème
2. Définir un premier critère de sélection des sujets
3. Valoriser, pour chaque sujet, la valeur de critère
4. Classer les sujets dans l'ordre décroissant de la valeur du critère
5. Calculer les valeurs cumulées du critère (dans l'ordre de classement).
6. Confectionner le tableau ou tracer la courbe des fréquences cumulées.
7. Interpréter le tableau ou la courbe.

% de pannes cumulées	Cumuls des pannes	%nombre d'heures d'arrêt	Cumul nombre d'heures d'arrêt	Classement par ordre décroissant de d'heures d'arrêt
$\sum \frac{N_{pi}}{NPT}$	N_{pi}	$\sum Ha/HaT$	Ha	Ha

Tableau IV.2 : pour la méthode ABC

Dans lequel on a:

- Ha : représente la valeur du critère choisi, classée par ordre décroissant.
- $a Ha / HaT$: cumul des effectifs (fréquence) (CT).
- N_{pi} : Représente l'effectif du sujet de range i (éléments i).

- Npi/NPT : cumul relatif des sujets.

IV -7.Application la méthode ABC sur turbine à gaz type ms 5002 b:[9]

Nombre Heures d'arrêt(TTR)	Nombre de pannes	pièces		N°
90	3	Tiroir de régulation huile hydraulique	Hyd	01
18	15	Bruleur	Mec	02
18	15	Filtre de gaz combustion	Hyd	03
200	1	T lignes décharge Déplacement	Mec	04
25	2	Fuite d'huile de la turbine	Hyd	05
76	1	Package turbin	Mec	06
168	3	Fuite d'air vanne anti pompage	Hyd	07
288	2	Défaut de masse	Mec	08
607	5	Système anti incendie	Mec	09
12	2	Eclairage cabine turbine de l'unité 390	Elec	10
1200	4	Fuite d'huile palie 03	Hyd	11
27	5	Soufflets palie 04	Mec	12
35	3	Calorifugez de la cheminée	Mec	13
48	1	Fuite huile multiplicateur	Hyd	14
78	2	Palier 04	Mec	15
338	2	Compresseur centrifuge	Mec	16
360	2	Palie 02 changement de joint	Mec	17
100	3	Vanne SRV et GCV	Hyd	18
2	2	Trappe caisse d'huile	Hyd	19
3	3	Thermocouple échappement turbine	Mec	20
8	1	Filtre en Y	Hyd	21
72	3	Electrovannes entre d'huile caisse principale	Hyd	22
13	1	Défaut de position des IGV	Hyd	23
11	1	Circuit fuel gaz	Hyd	24
74	10	Thermocouple espace roue	Mec	25
21	7	Etanchéité	Mec	26
9	1	Fuite MANO	Hyd	27
5	2	Bougie d'allumage	Elec	28

Tableau IV.2: Application la méthode ABC

IV- 7.1. Histogrammes de Pareto:

Cumul Heures d'arrêt % (C.H.A)	Cumul N ^{br} . de Pannes % (C.N.P)	Durée d'arrêt (h)	N ^{bre} des pannes	type	code
54.40	56,86	2125	58	Mécanique	1
45.16	39,21	1764	40	hydraulique	2
0.43	3,92	17	4	Electrique	3
100	100	3906	102	Total	

Tableau.2: Classification des différents types de panne.

Les pannes des éléments mécaniques (éléments) sont responsables de 54.40 % des Heures d'arrêt Cumulées (C.H.A) (effets).

Les pannes type électriques ne causent que 0.43 % des Heures d'arrêt Cumulées (CHA).

Les causes responsables de 45.16 % des Heures d'arrêt Cumulées (CHA) sont de natures hydrauliques.

Le nombre de pannes de type mécaniques représentent 56.86 % des N^{br} de Pannes Cumulés (CNP).

39.21 % CNP sont dus aux pannes relatives aux éléments hydrauliques.

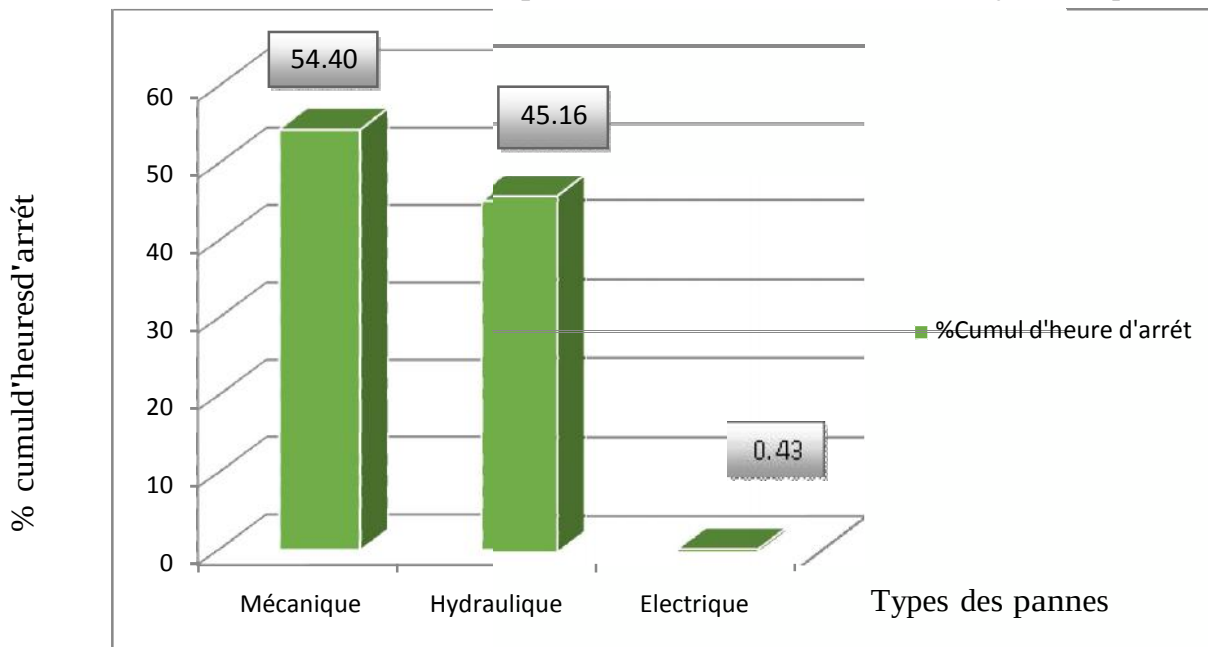


Figure.IV.2: Histogramme de type des pannes par rapport aux nombres des pannes

Conclusion :

À partir de ces résultats, sous forme d'histogrammes, on constate facilement que les causes des pannes du type mécaniques (56,86%) sont responsables de la majorité des effets (54.40 %) avec un nombre important de pannes.

Donc on doit concentrer nos efforts sur la partie mécanique d'une turbine à gaz, pour déterminer bien évident la minorité d'éléments responsables de la majorité des effets, afin de choisir la politique de maintenance la plus convenable

IV- 7.2 Analyse ABC des pannes mécanique selon leurs heures d'arrêt:

D'après le fichier historique de la turbine à gaz ms 5002 b on peu classé les pannes mécaniques et calculer le nombre de pannes enregistrées par chaque organe, ainsi que les heurs d'arrêts correspondantes.

Les résultats sont portés dans le tableau ci-dessous.

Nombre Heures d'arrêt (TTR)	Nombre de pannes	pièces	N°
18	15	Bruleur	01
200	1	Déplacement lignes décharge	02
76	1	Package turbin	03
288	2	Défaut de masse	04
607	5	Système anti incendie	05
27	5	Soufflets palie 04	06
35	3	Calorifugez de la cheminée	07
78	2	Palier 04	08
338	2	Compresseur centrifuge	09
360	2	Palie 02 changement de joint	10
3	3	Thermocouple échappement turbine	11
74	10	Thermocouple espace roue	12
21	7	Etanchéité	13

% des pannes cumulées	Cumul des pannes	Number de pannes	% des coûts cumulés	Cumul des coûts (en h)	TTR	Les pièces mécaniques	N
8.6	05	05	28.6	607	607	Système anti incendie	01
12.5	07	02	45.5	967	360	Palie 02 changement de joint	02
15.5	09	02	61	1305	338	Compresseur centrifuge	03
19	11	02	75	1593	288	Défaut de masse	04
20.5	12	01	84	1793	200	déplacement lignes décharge	05
24	14	02	88	1871	78	Palie 04	06
25.8	15	01	92	1974	76	Package turbine	07
43.1	25	10	95.1	2021	74	Thermocouple espace roue	08
48.2	28	03	96.8	2056	35	Calorifugez de la chemine	09
56.9	33	05	98.1	2083	27	Soufflets palie 04	10
69	40	07	99.1	2104	21	Etanchéité	11
95	55	15	99.95	2122	18	Bruleur	12
100	58	03	100	21235	03	Thermocouple échappement turbine	13

Tableau : des coûts et des pannes cumulé

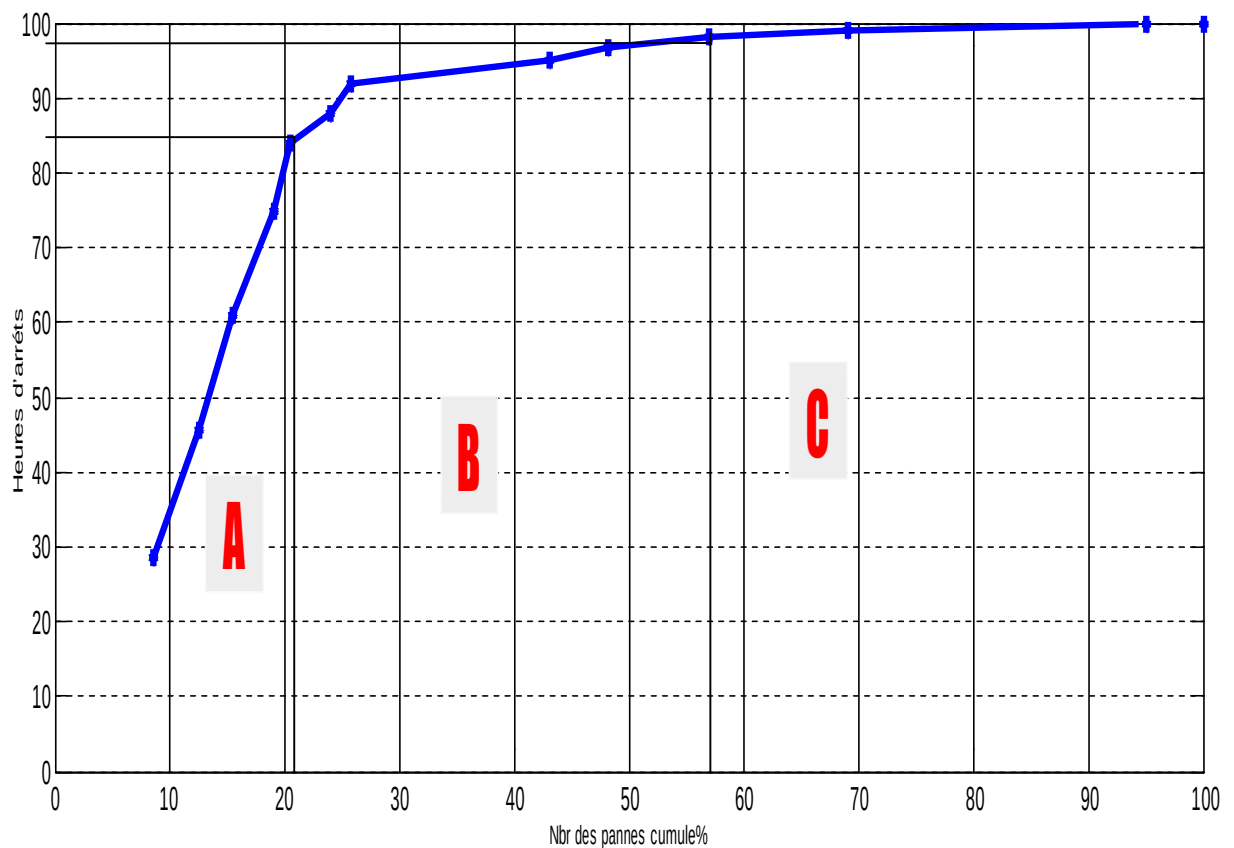


Figure IV-3 : Courbe ABC des pannes mécanique selon leurs heures d'arrêt

A-Interprétation de la courbe :

D'après les deux modes d'analyse (heures d'arrêt) on constate que :

Zone " A " :

Dans cette Zone on remarque, que « 20.5 % » du cumul des pannes correspondent à « 84 % » du cumul d'heures d'arrêt. Cette zone comprend les organes suivants (Système anti-incendie, Compresseur centrifuge, Palie 02 changements de joint, Défaut de masse, déplacement lignes décharge).(Nésite une maintenance préventive)

Zone " B " :

Contient « 36.4 % », du cumul des pannes correspondant « 14.1 % » du cumul d'heures d'arrêt, dans cette zone ont trouve les organes suivants (Palie 04, Package turbine, Thermocouple espace roue, Calorifugez de la chemine ,Soufflets palie 04).(moins exigeant de la maintenance préventive).

Zone " C " :

Contient « 43.1 % », du cumul des pannes correspondant « 1.9 % » du cumul d'heures d'arrêt on trouve les organes suivants (Étanchéité, Bruleur, Thermocouple échappement turbinent). (peut exigeant de la maintenance préventive).

B- Conclusion:

Les résultats obtenus permettant de prendre des décisions en matière de politique de maintenance en effet, la zone A doit faire l'objet d'une maintenance préventive systématique ou conditionnelle en vue de minimiser considérablement le coût, et améliorer la disponibilité et par conséquent, augmenter la production de la machine.

D'autre part, cette classification en zones ABC permet de bien gérer les stocks en garantissant l'existence constante des pièces de rechange (PDR) et partant de minimiser le temps logistique lors des interventions.

Conclusion général

En terminant ce travail, on arrive à quelques conclusions d'ordres généraux et spécifiques à notre étude:

- L'importance que représente la précision des données historiques relative à la machine ou à l'extérieur qui conserve le milieu, la main d'œuvre, et les méthodes.

- Certains organes de turbine occupent une grande part du travail de maintenance et ce de point de nombre d'interventions. Ces organes sont compresseurs - palier, un autre facteur fondamental qui influe sur l'efficacité du processus maintenance est le manque de la qualification de la main d'œuvre qui s'est manifestée clairement dans la qualité de l'historique et le manque de motivation. Ce qui est tout à fait attendu vu les sollicitations de ces parties

Un programme de maintenance préventive est une nécessité primaire afin d'assurer la gestion correcte de l'installation conduite par les turbines à gaz ou les arrêts forcés de l'installation doit être réduite au minimum.

Dans le but de contribuer à l'amélioration de l'efficacité de la maintenance et de faciliter la tâche des professionnels, il faut que le service maintenance doive comprendre les différentes fonctions citées dans le chapitre maintenance ainsi d'assurer une bonne relation inter fonctions.

Enfin ce travail est une légère contribution à l'amélioration de la maintenance par application de la méthode de Pareto (outil d'aide à la décision), qui reste la méthode la plus efficace de par sa simplicité et l'importance des résultats qu'elle donne cependant elle reste tributaire de la précision et de la consistance des prélèvements de données historiques.

Bibliographie

[1] Document de l'entreprise, "Manuel d'utilisation de la turbine à gaz MS 5002b", Nuovo Pignone, Florence, 1987.

[2] Document de l'entreprise, "Manuel d'utilisation de la turbine à gaz MS 5002c", Nuovo Pignone, Florence, 1999.

[3]-Guide de la maintenance :

DANIEL BOITEL et CLAUDE HAZARD

[4] -Gas Turbine Handbook: Principles and Practices by

Tony Giampaolo, MSME, PE

[5] "Turbine à gaz ". - Institut français du pétrole (1958).

Tome 1 et 2 -J.E. Lamy

[6] Mémoire de fin d'étude (MASTER) session 2012/2013

.hydrocarbures et chimie- UNIVERSITE Kasdi Merbah – Ouaregla.

L'auteur: MOSLI HASSENE et BRAHIMI SMAIL

[7] Mémoire de Magister session 2011_2012-université M'Hamed

bougara- Boumerdes, L'auteur : LAISSAOUI MOHAMMED

[8] G. Zwingelstein, La maintenance basée sur la fiabilité

HERMES, Paris, 1996

[9] documents d'entreprise

[http ://www. Science direct.org](http://www.Science direct.org)

Résumé:

Ce travail a été réalisé sur l'étude d'une turbine à gaz industrielle MS5002 B utilisée dans une station pétrolière, application la maintenance sur la turbine à gaz permet de réduire les temps d'arrêt de la machine, donc d'améliorer la disponibilité et finalement réduire les pertes de production ,pour ce la nous appliquons de la méthode de Pareto (outil d'aide à la décision), qui permet de visualiser rapidement les priorités d'action, de faire un choix et de se concentrer sur les problèmes à traiter en priorité.

Mots clés: turbine à gaz MS5002b ,Maintenance, méthode de Pareto

SUMMARY:

This work has been done on the study of an industrial gas turbine MS5002 B used in an oil station, applying maintenance on the gas turbine reduces the downtime of the machine, thus improving the availability and ultimately reduce production losses, in the method we apply Pareto tool (decision support), which allows you to quickly view the priorities for action, to choose and focus on problems addressed as a priority

Keywords: gas turbine MS5002b, Maintenance , method of Pareto

:

قد تم العمل على دراسة التوربينات الغازية الصناعية المستخدمة في محطة للنفط حيث أن تطبيق الصيانة على التوربينات الغازية يقلل من تضيق الوقت للأجهزة وبالتالي تحسين النتائج

.

ولذلك يتم تطبيق أداة باريتو (والتي تسمح بسرعة عرض أولويات العمل ,والتركيز على تناول المشاكل كأولوية.

الكلمات المفتاحية: التوربينات الغازية , الصيانة , طريقة باريتو