



جامعة عباس لغرور خنشلة
Faculté de Sciences et Technologie
كلية العلوم و التكنولوجيا
Département de Génie Mécanique
قسم الهندسة الميكانيكية



Mémoire

de fin d'études Pour l'obtention du diplôme
de **Master (LMD)**

Spécialité : Génie Mécanique

Option : Construction Mécanique

Thème

*Etude énergétique et les méthodes de
maintenance de
(Turbine à gaz V94.2 de Central LABREG
KHENCHELA)*

Réalisé par :

_ Hamdanie Noureddine

_ Rim Abde arrahim

Membres de jury :

-Aboudi AbedElaziz

-Zaamouche radhia

M.Président

M.Examinateur

Université de khenchela

Université de khenchela

Dirigé par : Messaoudi Aissam

Présenté le

../06/2022

2021/2022

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le bon Dieu tout puissant de la santé, de la volonté, la patience qu'il nous a donnée tout au long de notre cursus.

Nous tenons à remercier très vivement :

*Notre encadreur : Mr *Messaoudi Aissam * pour son aide qui nous a fait aimer notre travail.*

N'oublions pas de remercier les membres de mon jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail,

Un grand remerciement aux différents enseignants du département de génie mécanique et notamment le Chef de Département : Berkja Abde el hak

Pr : Fayçal Khadraoui ,

Pr : Chitour Mourad

M : Sid Nouredinne , Mansouri Khalifa , Allaoui Abde el halim , Ghilani laalaTouts les enseignants.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mon cher PAPA

A l'âme de ma mère allah yarhamha

Mes sœurs Dr Rim Soumia et Doctorante Rim Kelthoum qui sont toujours à mes côtés et mon frère Rim Haroun

Une spéciale dédicace à Emily et Rassim les anges de ma famille

Une grande dédicace à la personne la plus précieuse de ma vie Nesrine pour toute sa présence avec moi

A tous mes amis, à tous les membres de ma grande famille, à tous ceux que j'aime et à toutes les personnes qui m'ont soutenu pendant les moments difficiles et durant cette année de formation

A mes chers formateurs et formatrices sans exception

Nul mot ne pourra exprimer mes sentiments et ma Gratitude envers vous,

Je vous remercie pour tout ce que vous avez fait pour moi.

Rim Abderahim

Dédicaces

Je dédie ce Modest travail : à mes parents qui étaient si proches de moi au cours de mes études, je souhaite que dieu donnera le bonheur et la santé et une longue vie.

Je dédie également ce travail à ma famille et à mes amis, ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet, je vous dis merci.

Hamdani Noureddine

INTRODUCTION GENERALE	12
1. Introduction.....	15
2. Description général	15
3. Caractéristiques générales de l'unité puissance nominale nette (conditions ISO): 421,50 MW (combustible gaz).....	16
4. Conditions du site.....	16
5. Organigramme	17
5.1. Organigramme de l'unité de production d'électricité.....	17
5.2. Structure fonctionnelles.....	17
5.3. Mission	17
CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES CENTRALES ELECTRIQUES.....	19
I. Généralités sur les centrales électriques	20
I.1. Introduction.....	20
I.2. La production de l'électricité	20
I.3. Les centrales thermiques	21
I.3.1. Les centrales nucléaires	22
I.3.1.1. Description.....	22
I.3.1.2. Fonctionnement technique	23
I.3.1.3. Rendements d'une centrale nucléaire	25
I.3.2. Les centrales à flamme	26
I.4. Centrales récupérant de la chaleur préexistante (solaire, Géothermique...)	27
I.4.1.1. Centrale solaire thermodynamique	27
I.4.1.2. Centrale Géothermique	29
I.5. Les centrales électriques à des turbines à gaz	31
I.5.1. Généralité sur les turbines à gaz.....	31
I.5.2. Les types des turbines à gaz	32
I.6. Chaîne énergétique	33
I.7. La consommation d'énergie primaire	34
I.8. Conclusion	35
CHAPITRE II : DESCRIPTION DE LA TURBINE A GAZ V94.2.....	37
II. Description de turbine à gaz	38
II.1. Description général	38
II.1.1. Définition	38

SOMMAIRE

II.1.2.	Historique de la turbine à gaz	38
II.2.	Classification des turbines à gaz	38
II.2.1.	D'après le mode de construction :	39
II.2.2.	D'après le mode de travail.....	39
II.2.3.	D'après le mode de fonctionnement thermodynamique	40
II.3.	Le cycle thermodynamique de turbine Arbre mon arbre	41
II.3.1.	Cycle idéal de Brayton :.....	41
II.3.2.	Cycle réel de Brayton :	41
II.4.	Principe de Fonctionnement de la turbine à gaz	42
II.5.	Présentation de la centrale	42
II.6.	Caractéristiques de la turbine V94.2:.....	43
II.6.1.	Description de la turbine à gaz	43
II.6.2.	Données générales [3].....	47
II.6.3.	Constitution de la turbine à gaz.....	48
II.6.3.1.	Section Compresseur	52
II.6.3.2.	Chambres de combustion	53
II.6.3.3.	Section Turbines.....	57
II.6.3.4.	Régulateur	58
II.6.3.5.	Système de démarrage.....	58
II.6.4.	les Systèmes auxiliaires de turbine à gaz V94.2.....	59
II.6.4.1.	Système à huile lubrifiante	59
II.6.4.2.	Système à huile hydraulique	61
II.6.4.3.	Système de nettoyage du compresseur	62
II.6.4.4.	Système d'allumage à gaz	63
II.7.	Partie électrique:.....	64
II.7.1.	L'Alternateur:	64
II.7.2.	Caractéristiques principales de générateur	64
II.7.3.	Ventilateurs Axiaux	65
II.8.	Conclusion :	65
CHAPITER III: CALCUL ENERGETIQUES DETAILLES DE LA TURBINE A GAZ		66
III.	Calcul énergétiques détaillés de la turbine à gaz.....	67
III.1.	Introduction	67
III.2.	Cycle thermodynamique des turbines à gaz	67
III.2.1.	Etude énergétique de cycle de Baryton :.....	67

SOMMAIRE

III.2.1.1. Etude de la compression :	67
III.2.1.2. Etude de la combustion :	68
III.2.1.3. Etude de la détente :	68
III.3. Bilan de cycle	69
CHAPITER IV : LES METHODES DE MAINTENANCE DES TURBINES A GAZ DANS LES CENTRALES ELECTRIQUE	73
IV. Maintenance des centrales électrique	74
IV.1. Introduction	74
IV.2. Définition de la maintenance	74
IV.3. Les différents types de maintenance	74
IV.3.1. La maintenance corrective	74
IV.3.2. La maintenance préventive	75
IV.3.3. La maintenance préventive systématique [6]	75
IV.3.4. La maintenance préventive conditionnelle [5]	75
IV.3.5. La maintenance prédictive	76
IV.3.6. Types de révision	76
IV.3.6.1. Petite révision (temps nécessaire : quelques jours)	76
IV.3.6.2. Révision mineure (temps nécessaire : 2 semaines environ)	76
IV.3.6.3. Révision majeure (temps nécessaire : 7 semaines environ)	77
IV.3.7. Maintenance de générateur	77
IV.4. Inspection et entretien de la turbine à gaz	78
IV.4.1. Intervalles et séquence d'inspection	78
IV.4.2. Inspection majeur	78
IV.4.3. Les inspections planifiées et réalisées sur site sont	79
IV.4.4. Ces inspections planifiées comprennent généralement	79
IV.4.5. La maintenance lourde de groupe	79
IV.4.5.1. Outillage de Travail	79
IV.4.5.2. Planning de la maintenance lourde du group	80
IV.4.5.3. Contrôle de pièce du groupe	83
IV.4.5.4. Pièce de rechange du groupe	86
IV.5. Conclusion	91
Conclusion générale	92
Conclusion générale	93
Bibliographie	94

SOMMAIRE

Résumé :	95
Summary:	95
ملخص	96

LISTE DES FIGURE

Introduction général

Figure 1 : Centrale TG de LABREG (3x140, 5 MW).

Figure 2 : Organigramme de l'unité de production d'électricité.

Chapitre I : Généralité Sur Les centrales électrique

Figure I-1 : Centrale nucléaire 23

Figure I-2 : Centrale à flamme 26

Figure I-3 : Centrales solaire de THERMIS..... 28

Figure I-4 : Centrale constituée de capteur cylindra parabolique 28

Figure I-5 : Centrale solaire parabolique29

Figure I-6 : Centrale solaire à tour29

Figure I-7 : Centrale géothermique de Nesjavellir.....30

Figure I-8 : Schéma de principe d'une centrale électrique à turbine à gaz.....32

Figure I-9 : Turbomoteur33

Figure I-10 : Cycle de brayton33

Chapitre II : Description de turbine à gaz V94.2

Figure II-1 : Classification des turbines à gaz.....39

Figure II-2 : schéma de turbine à action et turbine à réaction.....40

Figure II-3 : schéma de cycle thermodynamique de turbine mon arbre.....41

Figure II-4: Cycle réel d'une turbine à gaz.....41

Figure II-5 : Centrale turbines à Gaz V94.2 de «LABREG » (3X 140.5MW).....43

Figure II-6: la turbine à gaz V94.2.....45

Figure II-8 : Dessin général de la turbine à gaz V94.2.....49

Figure II-9 : système typique d'admission.....50

Figure II-10 : système de prise d'air.....51

Figure II-11 : système de prise d'air et Les filtres à air utilisée de forme conique et Cylindrique.....51

Figure II-12 : compresseur.....53

Figure II-13 : La Chambre de combustion.....55

Figure II-14 : vue extérieur de la turbine.....56

Figure II-15 : Vue interne de la chambre de combustion.....56

Figure II-16 : brûleur.....56

LISTE DES FIGURE

Figure II-17 : les étages de la turbine.....	57
Figure II-18 : les Systèmes auxiliaires avec la turbine à gaz.....	59
Figure II-19 : Système à huile de levage et de graissage.....	60
Figure II-20 : Système d'huile hydraulique.....	61
Figure II-21 : Système de nettoyage du compresseur.....	62
Figure II-22 : Système d'allumage à gaz.....	63
Figure II-23 : Le Générateur.....	64
Chapitre III : calcul énergétiques détaillés de la turbine à gaz	
Figure III-1 : Cycle de Baryton d'une turbine à gaz.....	67

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Généralités sur les centrales électrique

Tableau I-1 : Capacité géothermique installée(2002).....31

Tableau I-2 : échange de masse et d'énergie entre le système et le milieu extérieur.....32

Tableau I-3 : Consommation d'énergie primaire par région, en millions de tep(Mtep).....35

Chapitre III : Calcul énergétiques détaillés de la turbine à gaz

Tableau III-1 : les valeurs de La consommation spécifique (Csp réelle) par mois avant la Révision.....70

Tableau III-2 : Les données de Calcul du la révision.....71

Chapitre IV : Les méthodes de maintenance des turbines à gaz dans les centrales électrique

Tableau IV-1 : planning de la maintenance lourde du groupe.....82

Tableau IV-2 : contrôle de pièce du groupe.....85

Tableau IV-3 : Pièce de rechange du groupe.....90

INTRODUCTION GENERALE

L'énergie électrique est l'une des formes d'énergie importantes qui sont utilisées dans divers domaines et qui sont indispensables dans notre vie quotidienne dans les usages domestiques tels que l'éclairage, le chauffage, le fonctionnement des appareils électroménagers et tous les autres domaines tels que l'industrie, les communications et les domaines scientifiques.

La production d'électricité est réalisée depuis la fin du 19e siècle dans des centrales électriques. Les centrales transforment des énergies primaires ou les sources énergies primaires (fossile ou hydroélectrique, nucléaire), généralement grâce à des générateurs électriques entraînés soit par une machine thermique alimentée en combustible fossile (charbon, gaz naturel ou pétrole), en combustible organique (biomasse, déchets), ou en énergie nucléaire ou en énergie géothermique, soit directement par l'énergie mécanique hydroélectrique ou éolienne ou par l'énergie solaire.

D'après ces ressources qu'on trouve dans notre pays l'Algérie, c'est le gaz naturel, qui est utilisé largement dans la production d'énergie électrique et le quel est utilisé avec des turbines à vapeur et des turbines à gaz et hétérogène en abondance grâce à notre stage dans le domaine des centrales électriques, nous avons eu l'occasion dans les centrales ou la production d'électricité utilise des turbines à gaz c'est la centrale «Centrale électrique LABREG comprend trois groupes turboalternateur d'une puissance unitaire de 145,5 MW Le site LABREG de construction est situé dans la commune de BABAR willaya de KHENCHELA.

Ces turbines ont les caractéristiques qui les distingues a d'autre, la production rapide de l'électricité dans une période de 14minutes par rapport à la turbine à vapeur, qui commence la production après 12heures, dans cette station il y a trois turbines à gaz d'une capacité de chacune est de 145.5 MWatts à une température de 35°C.

Cette turbine travaille sur la conversion de l'énergie chimique, un <<gaz naturel >> en énergie calorifique par la combustion et plus tard transformé en une énergie mécanique en suite à changement d'énergie électrique. Et puisque les turbines sont des systèmes industriels qui fonctionnent toute l'année 24 heures par 24 heures, elles sont exposées à des pannes qu'il faut entretenir.

Alors La maintenance des systèmes industriels est devenue un point essentiel lors de leur conception, exploitation et leur fonctionnement, tant pour des questions de et sûreté, ainsi que pour des questions de rentabilité et de qualité.

Le marché, par les concurrences articulées autour des (prix, délais, qualité) ainsi que les services après-vente, et la renommée du constructeur influent et façonnent les politiques de maintenance. Une maintenance mal adaptée à un système peut également conduire à une situation critique dangereuse aussi bien pour les personnes que pour matériel ou l'environnement. C'est pourquoi une certaine collaboration entre constructeur utilisateur-chercheur, éventuellement les prestations de services sont indispensable, cette collaboration faite d'échange précis, fonds sur le retour d'expérience et d'observation qualifiés permet une appréciation des comportements qui résultent la méconnaissance a priori des causes et aléas imposées par l'environnement.

La maintenance lourde de turbine à gaz V94.2 c'est une opération nécessaire visant à maintenir à une degré convenable les moyens de production à un prix optimum pour satisfaire la disponibilité et la sécurité des équipements. La maintenance s'impose impérativement dans la fonction de la gestion de la production même et exige des décisions pour que ses objectifs, préalablement définis, soient atteints. La maintenance est l'ensemble des opérations, qui permettent de conserver le potentiel du matériel donc en état de stabilité pour assurer la continuité de fonctionnement du matériel et la qualité de la production dans les conditions de sécurité. Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimum.

Et dans ce sens Nous avons réalisé ce mémoire sur l'étude énergétique de la turbine à gaz V94.2 de constructeur ANSALDO en insistant sur l'organisation et la maintenance de la turbine à gaz qui installé au niveau de centrale électrique LABREG dans la commune de BABAR willaya de KHENCHELA. Ce travail sera divisé en quatre chapitres :

- ✓ **Chapitre I** : Généralités sur les centrales électrique.
- ✓ **Chapitre II** : Description de la turbine à gazV94.2 de constructeur ANSALDO.
- ✓ **Chapitre III** : Calcul énergétiques détaillés de la turbine à gaz.
- ✓ **Chapitre IV** : Etude de maintenance de la turbine à gazV94.2 de constructeur ANSALDO.

Enfin le mémoire se termine par une conclusion générale.

Présentation et organigramme de centrale

1. Introduction

Les centrales de production d'électricité ont connu un développement important dans leurs technologies de construction et d'exploitation, une technologie avancée a été utilisée dans le domaine de production d'électricité afin d'assurer une fiabilité et une continuité dans le fonctionnement des ouvrages de production. Ces derniers sont des milieux riches pour les stagiaires afin d'améliorer leurs connaissances techniques et permettre une intégration facile au milieu de travail après l'obtention des diplômes.

2. Description général

La centrale électrique turbines à gaz de LABREG est constituée de trois groupes d'une puissance unitaire de 140,5 MW fonctionnant en cycle simple, et d'une puissance totale de 421,50 MW. La centrale est alimentée en gaz naturel fourni par le gestionnaire du réseau de transport gaz (GRTG) comme combustible principal avec une pression minimale garantie de 32bars. Le gasoil constitue le combustible de secours; avec 03 bacs d'une capacité de 9000 m³ chacun, cette réserve assure une autonomie de marche en plein charge des 03 groupes de production pendant 06 jours de fonctionnement continu.

L'énergie produite par la centrale est évacuée via 03 travées vers le poste 220KV du gestionnaire du réseau de transport d'électricité (GRTE), ce dernier alimente 04 départs lignes vers : KHENCHELA, ZERIBET HAMED, ELBAYADA et EL AMIRIA



Figure 1: Centrale TG de LABREG (3x140,5 MW).

La centrale électrique de LABREG est située au Sud de la Wilaya de KHENCHELA, à la Daira de BABAR sur le chemin de Wilaya CW12' menant de la localité d'EL-MEITA Vers ZRIBAT HAMED et à 75 Km de la ville de CHECHAR. Elle est constituée de 03 groupes TG Turbine à gaz de type V94.2 du constructeur ANSALDO d'une puissance installée de 3 X 140,5M W (soit 421,5MW), s'inscrit dans le cadre du programme d'urgence 2012 destinée à :

- ✓ Assurer un renforcement du réseau interconnecte
- ✓ Faire face à l'évolution de la demande d'énergie
- ✓ Assurer la fiabilité et la continuité de la qualité de service
- ✓ Assurer la sécurité de l'alimentation de la région.

La mise en service et le couplage des trois groupes de la centrale électrique de LABREG est achevé selon le programme suivant :

- ✓ le Couplage du GTA N° 01:04/07/2014
- ✓ le Couplage du GTA N° 02:24/07/2014
- ✓ Le Couplage du GTA N° 03:16/03/2015

3. Caractéristiques générales de l'unité puissance nominale nette (conditions ISO): 421,50 MW (combustible gaz)

- ✓ Tension bornes usine: 220 kV
- ✓ Transformateur principal : un pour chaque groupe (tension 220 kV)
- ✓ Alimentation des auxiliaires par soutirage MT
- ✓ Alternateur refroidi à: air
- ✓ Combustibles principal : gaz naturel
- ✓ Combustibles secours : gasoil.

4. Conditions du site

- ✓ Température Maximale absolue 50 °C
- ✓ Température ambiante 40 °C
- ✓ Température minimale absolue -5 °C
- ✓ Humidité relative moyenne 59 %
- ✓ Pression atmosphérique moyenne 923 mbar (de 920,1 à 925,2 mbar)

- ✓ Sismicité: La région de la centrale est classée en ZONE II b selon le règlement RPA2003. Les ouvrages à réaliser relèvent du GROUPE 1A

5. Organigramme

5.1. Organigramme de l'unité de production d'électricité

L'organigramme de l'unité de production d'électricité est composé de : Structures techniques :

- ✓ La division Exploitation
- ✓ La division Maintenance.

5.2. Structure fonctionnelles

- ✓ Le service ressources humaines
- ✓ Le service finances et comptabilité
- ✓ Le service patrimoine et affaires générales
- ✓ Le service HSE
- ✓ Le service systèmes d'information
- ✓ L'assistant de gestion ; L'assistant S IE.

5.3. Mission

L'unité TG a pour mission de superviser et de coordonner tous les actes de gestion technique, administrative et financière de l'unité afin d'optimiser l'exploitation et la disponibilité des moyens de production, et ce dans le respect des normes et règles en vigueur.



Figure 2: Organigramme de l'unité de production d'électricité.

CHAPITRE I :
GENERALITE SUR
LES CENTRALES
ELECTRIQUES

I. Généralités sur les centrales électriques

I.1. Introduction

Une centrale (de production d'énergie) électrique est un site industriel destiné à la production d'électricité. Les centrales électriques transforment différentes sources d'énergie naturelle en énergie électrique afin d'alimenter en électricité les consommateurs, particuliers ou industriels relativement lointains. Le réseau électrique permet de transporter puis de distribuer l'électricité jusqu'aux consommateurs.

Hormis dans les centrales photos-voltaïques (encore peu répandues...), la génération d'électricité est assurée par un alternateur entraîné en rotation par une turbine (dans quelques cas rares par un moteur diesel stationnaire). Le type de turbine définit alors le type de centrale.

- Une turbine à vapeur, dans une centrale thermique (à combustible fossile ou nucléaire) ;
- Une turbine à combustion (communément, mais improprement appelée turbine à gaz), dans une centrale thermique ;
- Une turbine hydraulique, dans une centrale hydroélectrique ou une centrale marémotrice ;
- Une éolienne est aussi une sorte de turbine.

I.2. La production de l'électricité

La production d'électricité est tout simplement une conversion ou une transformation d'énergie mécanique (liée au mouvement) en énergie électrique. Aujourd'hui l'électricité est devenue une énergie incontournable. Sans elle plus d'éclairage ni de force motrice ni de distribution d'eau ni de communication.

La plupart de temps l'électricité est produite à partir d'une source de chaleur en utilisant la vapeur d'eau comme colporteur d'énergie. La vapeur fait tourner des turbines qui sont couplées à des générateurs électriques. Les énergies hydrauliques et éoliennes étant des exceptions puisque c'est l'énergie de l'eau et du vent en déplacement qui produit un travail directement dans une turbine couplée à un générateur.

Les centrales nucléaires jouent un rôle très important dans la production d'électricité utilisent souvent un circuit primaire et secondaire de vapeur afin d'isoler physiquement le réacteur

nucléaire de la salle des générateurs et du reste des installations. De petites installations (brulant habituellement du gaz naturel) combinent la génération d'électricité et de chaleur (pour le chauffage domestique ou pour des processus industriels). Ces centrales électriques combinées ont le meilleur rendement après les centrales hydroélectrique. Cette technique porte le nom de cogénération.

Des unités d'appoint ou de secours appelées groupes électrogènes permettent une fabrication d'électricité ponctuelle ils utilisent tous un moteur à explosion pour entrainer la génératrice. Il existe des groupes transportables pour une utilisation des outils électriques hors des lieux électrifiés [1]

I.3. Les centrales thermiques

Une centrale thermique est une centrale électrique qui fonctionne à partir d'une source de chaleur selon le principe des machines thermiques. Cette transformation se fait soit directement, par détente des gaz de combustion, soit indirectement, via un cycle eau-vapeur, par exemple. Les installations à cogénération utilisent en outre une partie de la chaleur résiduelle pour d'autres applications, telles que les réseaux de chaleur.

La source de chaleur chauffe un fluide (souvent de l'eau) qui passe de l'état liquide à l'état gazeux (vapeur par exemple) gaz qui entraine une turbine accouplée à un alternateur qui transforme l'énergie cinétique de la turbine en énergie électrique. Le fluide condensé est en général réutilisé comme source de vapeur et effectue un cycle thermodynamique fermé.

La cogénération consiste à produire conjointement de la chaleur pour un procédé industriel ou le chauffage urbain afin d'améliorer le rendement global. Les centrales thermiques se répartissent en trois grandes catégories selon la nature de leur source de chaleur :

- Centrales nucléaires ;
- Centrales à flamme (charbon, fioul ou gaz) ;
- Centrales récupérant de la chaleur préexistante (solaire, géothermique ...).

I.3.1. Les centrales nucléaires

Une centrale nucléaire est un site industriel destiné à la production d'électricité et dont la chaudière est constituée d'un ou plusieurs réacteurs nucléaires ayant pour source d'énergie un combustible nucléaire. La puissance électrique d'une centrale varie de quelques mégawatts à plusieurs milliers de mégawatts en fonction du nombre et du type de réacteur en service sur le site.

L'énergie d'une centrale nucléaire provient de la fission de noyaux d'atomes lourds. Celle-ci dégage de la chaleur, qui sert dans un premier temps à vaporiser de l'eau, comme dans toute centrale électrique thermique conventionnelle, puis la vapeur d'eau produite entraîne en rotation une turbine accouplée à un alternateur qui produit à son tour de l'électricité. C'est la principale application de l'énergie nucléaire dans le domaine civil.

I.3.1.1. Description

Une centrale nucléaire regroupe l'ensemble des installations permettant la production d'électricité sur un site donné. Elle comprend fréquemment plusieurs tranches, identiques ou non ; chaque tranche correspond à un groupe d'installations conçues pour fournir une puissance électrique donnée (par exemple 900 MWe, 1300 MWe ou 1400 MWe). Une tranche comprend généralement :

- Le bâtiment réacteur , généralement double enceinte étanche qui contient le réacteur nucléaire, les générateurs de vapeur (trois ou quatre selon la génération), un pressuriser qui a pour fonction de maintenir l'eau du circuit primaire à l'état liquide , le groupe motopompe primaire servent à faire circuler le fluide caloporteur (eau) et une partie du circuit d'eau secondaire et le circuit d'eau primaire, dont le rôle principal est d'assurer le transfert thermique entre le cœur du réacteur et les générateurs de vapeur ;
- bâtiment salle des machines, qui contient principalement :
 - Une ligne d'arbre comprenant les différents étages de la turbine à vapeur et l'alternateur ;
 - Le condenseur ;
- Des bâtiments annexes qui contiennent notamment des installations diverses de circuits auxiliaires nécessaires au fonctionnement du réacteur nucléaire et à la

maintenance, les tableaux électriques alimentant tous les auxiliaires et générateurs diesel de secours ;

- Un aéroréfrigérant atmosphérique (la partie la plus visible d'une centrale nucléaire), ou simplement une station de pompage pour les tranches dont le refroidissement utilise l'eau de mer ou de rivière.

Les autres installations de la centrale électrique comprennent :

- Un ou plusieurs postes électriques permettant la connexion au réseau électrique par l'intermédiaire d'une ou plusieurs lignes à haute tension, ainsi qu'une interconnexion limitée entre tranches ;
- Un bâtiment administratif ...

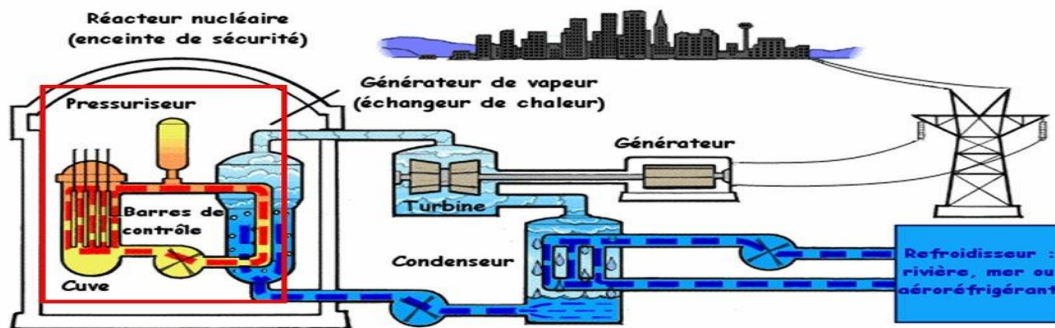


Figure I-1: Centrale nucléaire.[1]

I.3.1.2. Fonctionnement technique

Dans une tranche nucléaire, le réacteur nucléaire est en amont d'une installation thermique qui produit de la vapeur transformée en énergie mécanique au moyen d'une turbine à vapeur ; l'alternateur utilise ensuite cette énergie mécanique pour produire de l'électricité.

La différence essentielle entre une centrale nucléaire et une centrale thermique classique est matérialisée par le remplacement d'un ensemble de chaudières consommant des combustibles fossiles par un réacteur nucléaire. Pour récupérer de l'énergie mécanique à partir de chaleur, il est nécessaire de disposer d'une source chaude et d'une froide.

- Pour un réacteur de type REP (Réacteur à Eau sous Pression), la source chaude est fournie par l'eau du circuit primaire, à la température moyenne de 360 C en sortie, température de sortie varient selon la puissance de la tranche) ;

- La source froide est fournie par l'eau d'un fleuve ou de la mer, ou bien de l'air ambiant par évaporation dans des tours aéroréfrigérant.

Ainsi, une tranche nucléaire de type REP comporte trois circuits d'eau importants indépendants :

Le circuit primaire qui se situe dans une enceinte de confinement. Il est constitué, suivant le type de tranche, 3 ou 4 générateurs de vapeur associés respectivement à une pompe (par GV), un pressurisé assurant le maintien de la pression du circuit (155 bar) puis d'un réacteur intégrant des grappes de contrôle et le combustible. Il véhicule, en circuit fermé, de l'eau liquide qui extrait les calories du combustible pour les transporter aux générateurs de vapeur (rôle de caloporteur). L'eau du circuit primaire a aussi comme utilité la modération des neutrons (rôle de modérateur) issus de la fission nucléaire. La thermalisation des neutrons les ralentit pour interagir avec les atomes d'uranium 235 et déclencher la fission de leur noyau. Par ailleurs, l'eau procure un effet stabilisateur au réacteur : si la réaction s'emballait, la température du combustible et de l'eau augmenteraient. Cela provoquerait d'une part, une absorption des neutrons par le combustible (effet combustible) et d'autre part une modération moindre de l'eau (effet modérateur). Le cumul de ces deux effets est dit effet puissance : l'augmentation de ce terme provoque l'étouffement de la réaction d'elle-même, c'est un effet auto stabilisant.

Le circuit d'eau secondaire est un circuit ferré, qui se décompose en deux parties :

- Entre le condenseur et les générateurs de vapeur, l'eau reste sous forme liquide ; c'est l'alimentation des générateurs de vapeur ; des pompes permettent d'élever la pression de cette eau, et des échangeurs de chaleur en élèvent la température (60 bar et 220 C)
- Cette eau se vaporise dans 3 ou 4 générateurs de vapeur (suivant le type de tranche 900 ou 1300 / 1450 MW) et les tuyauteries de vapeur alimentent successivement les étages de la turbine disposé sur une même ligne d'arbre. La vapeur acquiert une grande vitesse lors de sa détente permettant ainsi d'entraîner les roues à aubages de la turbine.

Celle-ci est composée de plusieurs étages séparés et comportant chacun de nombreuses roues de diamètre différent. D'abord, la vapeur subit une première détente dans un corps haute pression (HP ; de 55 à 11 bar), puis elle est récupérée, séchée et surchauffée pour subir une seconde détente dans les corps BP dans le but d'augmenter le rendement du cycle thermo hydraulique. La sortie du dernier étage de la turbine donne directement sur le condenseur, un échangeur de chaleur dont la pression est maintenue aux environs de 50 mbar absolu (vide) par la température de l'eau

du circuit de refroidissement (selon la courbe de saturation de l'eau). Des pompes à vide extraient les gaz incondensables en phase gaz du mélange (principalement l'oxygène et l'azote). L'eau condensée dans cet appareil est réutilisée pour réalimenter des générateurs de vapeur.

Le circuit de refroidissement assure le refroidissement du condenseur. L'eau est refroidie par un courant d'air dans une tour aéroréfrigérante d'où une petite partie () de l'eau s'échappe en vapeur en forme de panache blanc. L'eau de refroidissement peut aussi être échangée directement avec un fleuve ou la mer.

L'énergie mécanique produite par la turbine sert à entraîner l'alternateur qui la convertit en énergie électrique, celle-ci étant évacuée par le réseau électrique.

Lorsque la tranche nucléaire débite de la puissance électrique sur le réseau, on dit qu'elle est couplée au réseau. La déconnexion intempestive de l'alternateur au réseau (ce qu'on appelle un déclenchement), nécessite une réduction immédiate de l'alimentation en vapeur de la turbine par des vannes de réglage disposées sur les tuyauteries de vapeur, faute de quoi sa vitesse de rotation.

Augmenterait jusqu'à sa destruction en raison de la force centrifuge excessive s'exerçant alors sur les aubages. Néanmoins, dans ce cas-ci, la tranche reste en service à faible puissance : la turbine est en rotation et reste prête au recoupage immédiat sur le réseau (la turbine est alors ilote : elle alimente elle-même ses auxiliaires).

I.3.1.3. Rendements d'une centrale nucléaire

Le rendement d'une centrale nucléaire est de l'ordre de 33 auquel il faut ajouter les pertes en ligne sur le réseau Très Haute Tension. Les centrales électriques alimentées au fioul ou au charbon possèdent un rendement un peu supérieur (40) car celles fonctionnent avec une température de vapeur plus élevée (moins de contraintes de sécurité). Un réacteur nucléaire électrogène ne peut être utilisé pour faire de la cogénération.

Ceci reviendrait à augmenter la température de la source froide et donc diminuer la différence de température entre les sources ayant pour conséquence une baisse du rendement de production d'électricité. Dans une centrale thermique à cogénération, ce sont les gaz d'échappement qui sont utilisés pour produire de la vapeur qui sert au chauffage urbain. Par contre

les eaux chaudes rejetées peuvent être captées et réutilisées, une ferme de crocodiles fonctionne de cette façon en aval de la centrale nucléaire de Cruas, en Ardèche.[1]

I.3.2. Les centrales à flamme

Une Centrale thermique à flamme utilise l'énergie fournie par la combustion d'un combustible (charbon, pétrole, gaz naturel, gaz issus de hauts fourneaux). Cette combustion a lieu dans une chaudière.

La combustion dégage une grande quantité de chaleur utilisée pour chauffer de l'eau dans la chaudière (ou générateur de vapeur). On dispose alors de vapeur d'eau sous pression. Cette vapeur sous pression fait tourner à grande vitesse une turbine qui entraîne elle-même un alternateur qui produit une tension alternative sinusoïdale. A la sortie de la turbine la vapeur est refroidie pour se transformer en eau, puis renvoyée dans la chaudière. Le refroidissement de la vapeur issue de la turbine est confié à une réserve d'eau (cours d'eau) ou plus rarement à une tour de refroidissement analogue à celle d'une centrale nucléaire. Une centrale thermique à flamme fournit une puissance électrique de l'ordre de quelques centaines de mégawatts ($1\text{MW} = 1000000\text{ W}$).[1]

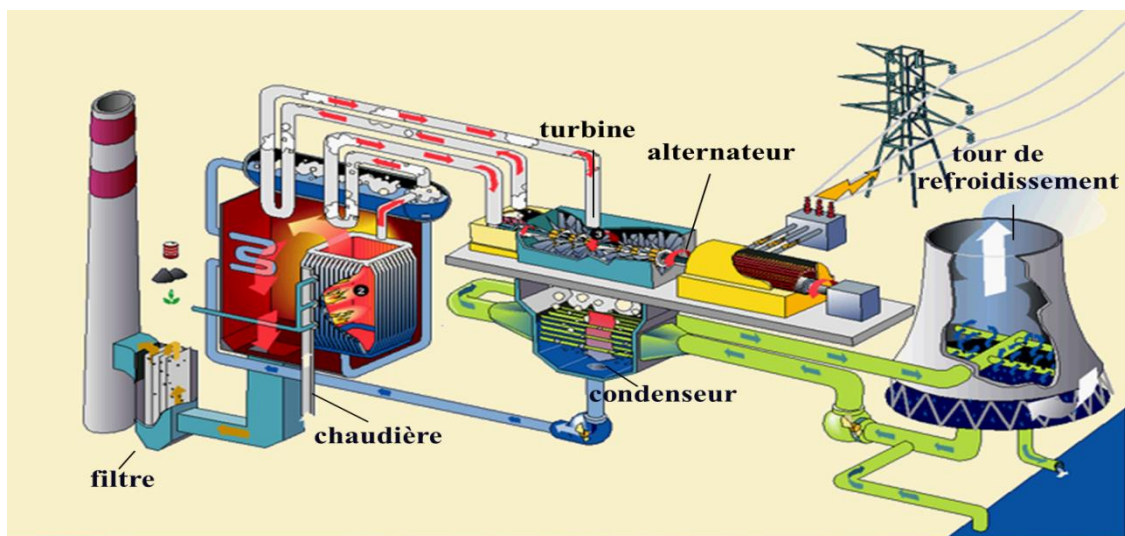


Figure I-2 : Centrale à flamme

I.4. Centrales récupérant de la chaleur préexistante (solaire, Géothermique...)

I.4.1.1. Centrale solaire thermodynamique

Le soleil envoie chaque année 1.080.000.000 térawatt heurs d'énergie sur la terre l'équivalent de 60.000 fois la consommation mondiale annuelle d'électricité. L'énergie solaire possède ainsi le plus grand potentiel parmi toutes les énergies renouvelables.

Une centrale solaire thermique (ou centrale solaire thermodynamique ou encore héliodynamique) est une centrale qui concentre les rayons du soleil à l'aide de miroirs afin de chauffer un fluide caloporteur qui permet en général de produire de l'électricité.

➤ Types :

On distingue :

- Centrale à tour.
- Centrale constituée de capteurs cylindro parabolique.
- Centrale constituée de capteurs parabolique.



Figure I-3 : Centrales solaire de THERMIS.



Figure I-4: Centrale constituée de capteur cylindra parabolique.

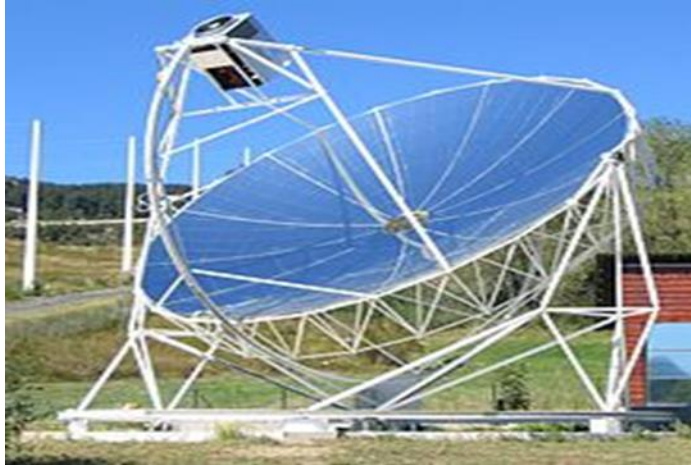


Figure I-5 :Centrale solaire parabolique.



Figure I-6 : Centrale solaire à tour.

I.4.1.2. Centrale Géothermique

La géothermie, du grec Géo (la terre) et thermie (la chaleur), est la science qui étudie les phénomènes thermique internes du globe terrestre et la technique qui vise à l'exploiter. Par extension, la géothermie désigne aussi l'énergie géothermique issue de l'énergie de la Terre qui est convertie en chaleur.

On distingue trois types de géothermie :

- La géothermie peu profonde à basse température;
- La géothermie profonde à haute température;
- La géothermie très profonde à très haute température.

Ces trois types de géothermie prélèvent la chaleur contenue dans le sol.

L'énergie géothermique est exploitée dans réseaux de chauffage et d'eau chaude depuis des milliers d'années en Chine, dans la Rome antique et dans le bassin méditerranéen.

L'augmentation des prix de l'énergie et le besoin d'émettre moins de gaz à effet de serre la rendent plus attrayante.[1]



Figure I-7 : Centrale géothermique de Nesjavellir.

➤ **Installation dans le monde :**

Région du monde	MWe
Asie	3220
Amérique du nord	2971
Union européenne	883
Océanie	441
Amérique centrale du sud	416
Autres pays d'Europe	297
Afrique	128
Total mondial	8536

Tableau I-1 : Capacité géothermique installée (2002).

I.5. Les centrales électriques à des turbines à gaz

La centrale électrique à turbine à gaz est une centrale thermique qui fonctionne à partir d'une source de chaleur selon le principe des machines thermiques. Cette transformation se fait directement, par détente des gaz de combustion.

I.5.1. Généralité sur les turbines à gaz

Une turbine est un dispositif rotatif destiné à utiliser la force d'un fluide (gaz de combustion), dont le couple est transmis au moyen d'un arbre.

- Dans les machines thermiques on assiste à une conversion d'énergie d'une forme en une autre (chaleur travail ou inversement).
- Dans les échanges de chaleur, il y a transfert de chaleur par suite d'une différence de température dans le système ou entre deux systèmes. Le milieu extérieur est le reste de l'espace entourant le système.

Le système peut être ouvert ou fermé, adiabatique c.à.d. isolé thermiquement ($Q=0$) ou rigide c.à.d. indéformable ($W=0$).

Système	Echange matière	Echange énergie
Isolé	Non	Non
Fermé	Non	Oui
Ouvert	Oui	Oui

Tableau I-2 : Echange de masse et d'énergie entre le système et le milieu extérieur.

L'énergie du fluide, caractérisée par sa vitesse et son enthalpie, est partiellement convertie en énergie mécanique pour entrainer un alternateur, une pompe ou tout autre récepteur mécanique rotatif.[1]

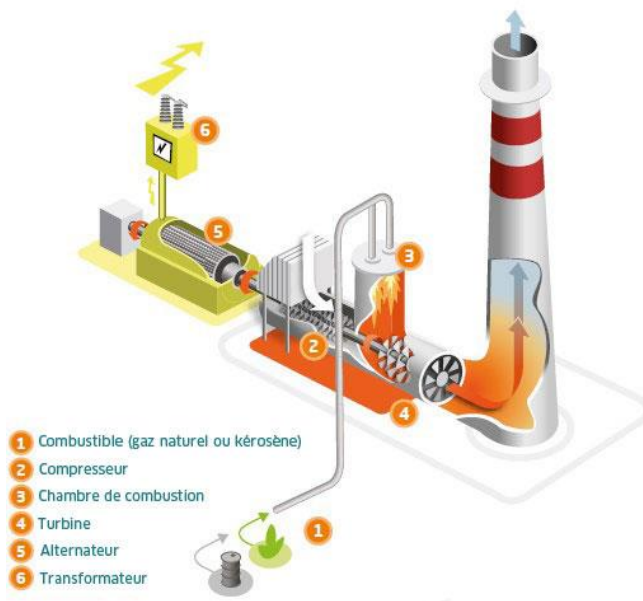


Figure I-8 : Schéma de principe d'une centrale électrique à turbine à gaz.

I.5.2. Les types des turbines à gaz

Les turbines à gaz sont séparées en deux catégories selon la nature de la puissance récupérée du fluide en sortie de la turbine:

- ❖ Les turbomoteurs et turbopropulseurs :
Les turbomoteurs :

Ces des turbines à gaz génère de la puissance mécanique extraite d'un arbre. Cet arbre peut entrainer un rotor d'un alternateur (groupe électrogène).

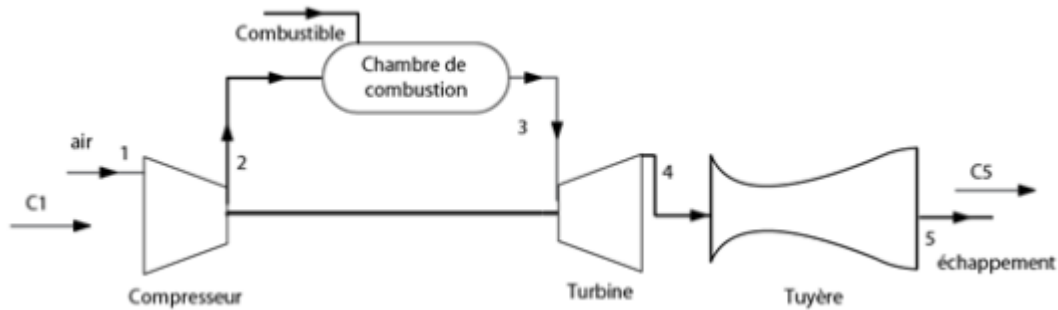


Figure I-9 : Turbomoteur.

- turbopropulseurs :

Ces des turbines à gaz génère de l'énergie cinétique sous forme d'un jet à haut vitesse qui sert à la propulsion des avions.

Le cycle thermodynamique qui représente bien les transformations des turbines à gaz est le cycle de Baryton.

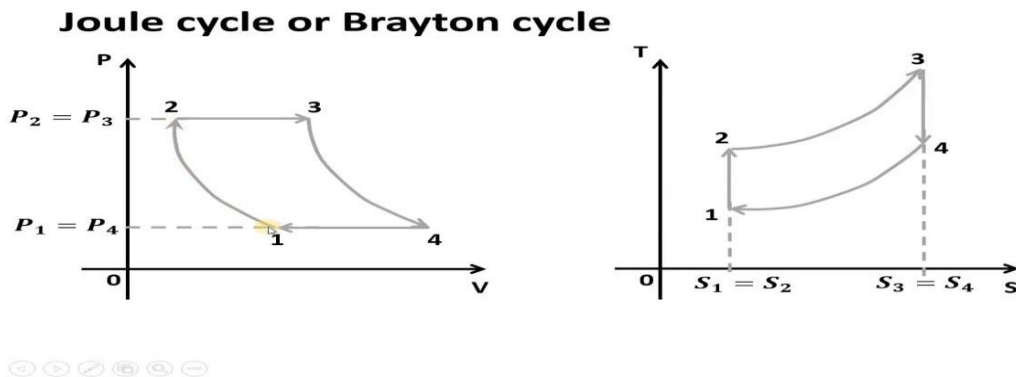


Figure I-10 : Cycle de Brayton.

I.6. Chaîne énergétique

Chaîne énergétique : chemin qui mène d'une source d'énergie brute à un usage et qui comprend tous les convertisseurs nécessaires.[1]

Energie efficace ou finale : énergie qui a subi toutes les transformations nécessaires pour répondre à un besoin précis (essence, électricité...).

Convertisseur d'énergie : tout appareil ou toute technique qui permet de passer d'une énergie brute à une énergie domestiquée. Le convertisseur, c'est l'indispensable pont entre la source d'énergie et son utilisation.

Trois contraintes :

- le lieu : disponibilité de l'énergie à un endroit donné, transport Difficulté de faire correspondre le lieu de production avec le lieu d'utilisation.
Recours à des convertisseurs qui assurent le transport. Ex : chaque tonne de pétrole consommée dans le monde parcourt en moyenne 4000Km.
- le temps : disponibilité de l'énergie à un instant donné, stockage Difficulté de faire correspondre le moment où la source est disponible et celui où on en a besoin. Recours à des convertisseurs qui permettent de stocker l'énergie et de réguler son utilisation en fonction des besoins.
- La qualité : conditionnement de l'énergie pour son usage, transformation Difficulté de mettre une source dans la forme qui correspond à son emploi.

Quatre opérations :

- Capturer l'énergie : extraction de gisement, capteur solaire, barrage...
- Transporter l'énergie : transport, réseau de distribution, circulation d'eau chaude...
- Transformer l'énergie : raffinage, production d'électricité...
- Utiliser l'énergie : la dernière étape chez le consommateur.

I.7. La consommation d'énergie primaire

Les énergies fossiles représentent près de 88 (chiffre de 2004) de la consommation d'énergie primaire. Le pétrole arrive en tête des énergies consommées.

La consommation d'énergie primaire permet de mesurer le taux d'indépendance énergétique d'un pays.[1]

Remarque : On utilise le joule ou la tonne d'équivalent pétrole (tep) pour comparer des formes d'énergie différentes.

Région	Consommation	Pétrole	Gaz-N	Charbon	Nucléaire	Hydro élec
Amérique de nord	2784,40	1122,40	705,90	603,80	201,40	141,90
Etats unis	2331,60	937,60	582,0	564,30	187,90	59,8
Asie-pacifique	3198,80	1090,50	330,90	1506,60	118,90	634,40
Chine	1386,20	308,60	35,10	956,90	11,30	74,20
Europe	2964	957,30	997,70	537,20	287,20	184,70
France	262,60	94,00	40,20	12,50	101,40	14,80
Allemagne	330,40	123,60	77,30	85,70	37,80	6,10
Moyen-Orient	481,90	250,90	218,0	9,10	--	04
Amérique latine	483,10	221,70	106,20	18,70	4,40	132,10
Afrique	312,10	124,30	61,80	102,80	3,40	19,80

Tableau I-3 : Consommation d'énergie primaire par région, en millions de tep (Mtep).

I.8. Conclusion

Aujourd'hui et pour les cinquante années à venir, de quelles énergies disposerons-nous ?

Selon toute vraisemblance, la gamme des sources d'énergie que nous pourrons utiliser restera conventionnelle avec les combustibles fossiles (charbon, gaz, pétrole), l'énergie nucléaire (de fission) et les énergies renouvelable (hydraulique, solaire, éolien, biomasse et géothermie), la fusion thermonucléaire contrôlée restant un objectif beaucoup plus lointain.

Actuellement, la consommation mondiale d'énergie requiert les combustibles fossiles à hauteur de 80, le nucléaire pour 07 et les énergies renouvelable pour 13.

La population mondiale devrait atteindre 9 milliards d'habitants d'ici cinquante ans et entrainera une augmentation de la consommation d'énergie, notamment dans les pays en développement. A titre d'exemples, le parc automobile devrait passer de 400 millions à 1 milliard d'unités des 2020 le nombre de ville de plus de 10 millions d'habitants, deux fois plus avides d'énergie que les régions rurales, doubler vraisemblablement.

CHAPITRE II :
DESCRIPTION DE
LA TURBINE A GAZ
V94.2

II. Description de turbine à gaz

II.1. Description général

II.1.1. Définition

La turbine à gaz est un moteur à combustion interne, dont le rôle est la reconversion de l'énergie thermique due à la combustion d'un hydrocarbure en énergie mécanique (couple mécanique sur l'arbre de la turbine). La turbine à gaz prend l'air atmosphérique et le comprime dans son propre compresseur, augmente la puissance énergétique de l'air dans sa chambre de combustion et convertie cette puissance en énergie mécanique utile pendant le processus de détente qui a lieu dans la section turbine. L'énergie mécanique qui en résulte est transmise par l'intermédiaire d'un accouplement en puissance utile à une machine réceptrice (alternateurs, pompes centrifuges, compresseurs de gaz...Etc.). [2]

II.1.2. Historique de la turbine à gaz

Dans l'histoire de la turbine à gaz, on peut distinguer trois périodes : En 1791, l'Anglais John Barber brevetait un appareil hybride puisque cette turbine à gaz comportait un compresseur alternatif. Pour les turboréacteurs, c'est le Français Lorin qui, en 1911, en fait breveter le principe.

Entre 1901 et 1906, les recherches des Français Armengaud et Le Male aboutissent au Premier turbomoteur autonome avec un rendement global à 3%.

En 1930: Brevets par Frank Whittle de moteurs à réaction d'aviation qui sont des turbines à gaz
Années 1950: utilisation des turbines pour la production d'électricité avec un rendement de 30%
Années 60: diminution du coût du gaz, utilisation des turbines à gaz se multiplie dans le domaine industriel notamment dans l'industrie pétrolier et de gaz. [2]

II.2. Classification des turbines à gaz

On peut classer les turbines selon différents points:

- Mode de construction.
- Mode de travail.
- Mode de fonctionnement thermodynamique.

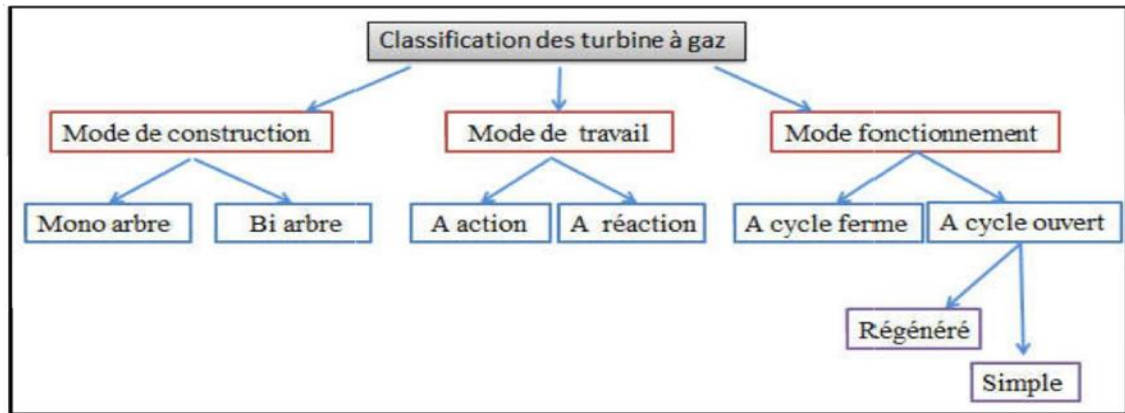


Figure II-1 : Classification des turbines à gaz.

II.2.1. D'après le mode de construction :

- Turbine mono-arbre : Le compresseur et les sections de la turbine sont montés sur Un même arbre ce qui permet de tourner à la même vitesse, ce type est utilisé pour les applications qui n'ont pas besoin des variations de vitesse telle que l'entraînement des génératrices pour production de l'électricité
- Turbine bi-arbre: La turbine à gaz se compose de deux roues turbines indépendantes mécaniquement. La roue turbine HP entraîne le rotor du compresseur axial et les accessoires, tandis que la roue BP deuxième étage sert à entraîner l'organe récepteur (ex : les compresseurs).

II.2.2. D'après le mode de travail

- **Turbine à action** : transformation thermodynamique du fluide se fait uniquement dans aubages fixes). Les aubes mobiles n'ont qu'un rôle à jouer, c'est de transformer L'énergie cinétique acquise par le détenteur rotor. L'évolution des gaz dans la roue se fait sans variation de pression statique ($p_2 = p_3$) ;

- **Turbine à réaction** : aussi bien dans les canaux fixes 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 $p_1 > p_2 > p_3$.

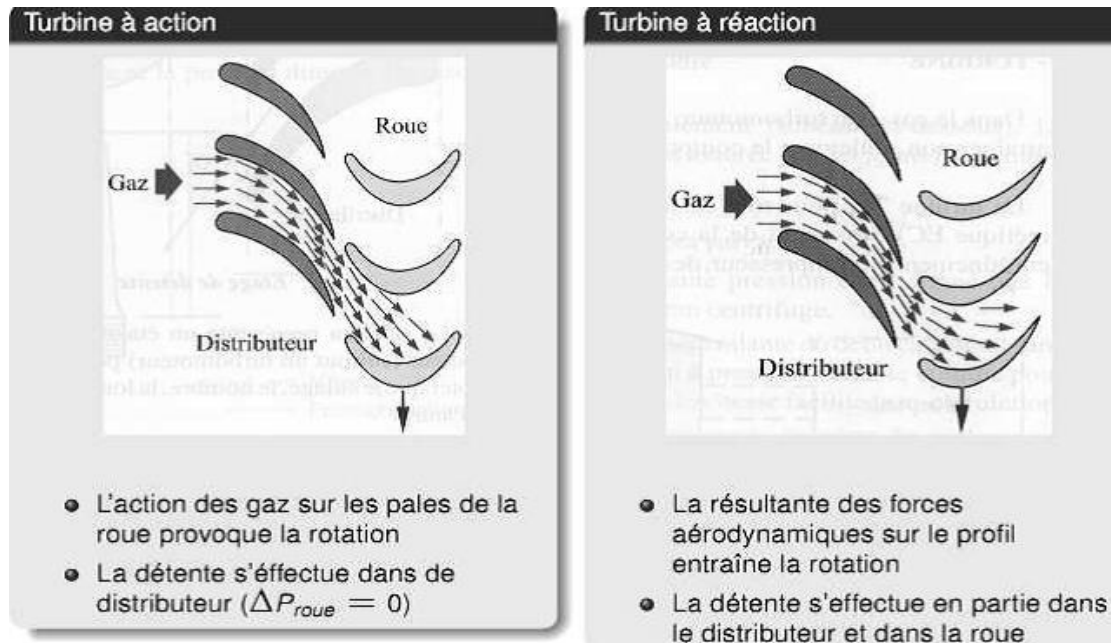


Figure II-2 : schéma de turbine à action et turbine à réaction.

II.2.3. D'après le mode de fonctionnement thermodynamique

La turbine à gaz à cycle ouvert dont l'aspiration et l'échappement s'effectuent directement dans l'atmosphère, ce type de turbines qui est le plus répandu se divise en deux classes : turbine à cycle simple et turbine à cycle avec régénération ou mixte.

- **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 sont perdus dans l'atmosphère à travers la cheminée ;
- **Turbine à cycle avec régénération** : Les pertes de chaleur causées par les gaz D'échappement sont les plus importantes dans l'installation de turbine à gaz. Pour cela le rendement des installations de turbine à gaz peut être augmenté, en conduisant les gaz d'échappement dans un échangeur thermique où ils réchauffent l'air sortant du

compresseur avant son entrée dans les chambres de combustion on récupère une partie de chaleur sensible de ces gaz qui se trouvait perdue dans l'atmosphère.

II.3. Le cycle thermodynamique de turbine Arbre mon arbre

II.3.1. Cycle idéal de Brayton :

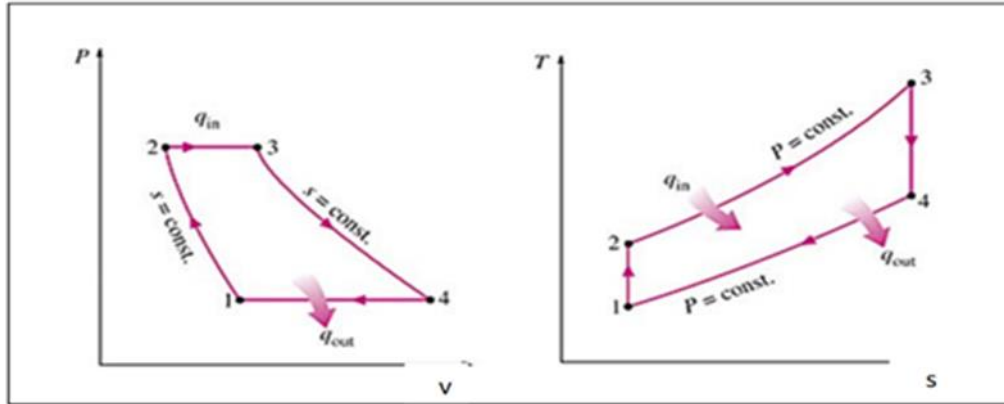


Figure II-3 : schéma de cycle thermodynamique de turbine mon arbre.

1 à 2 : compression isentropique de l'air (compresseur).

2 à 3 : combustion isobare (échangeur de chaleur).

3 à 4 : détente isentropique (turbine).

4 à 1 : refroidissement isobarique (échangeur de chaleur).

II.3.2. Cycle réel de Brayton :

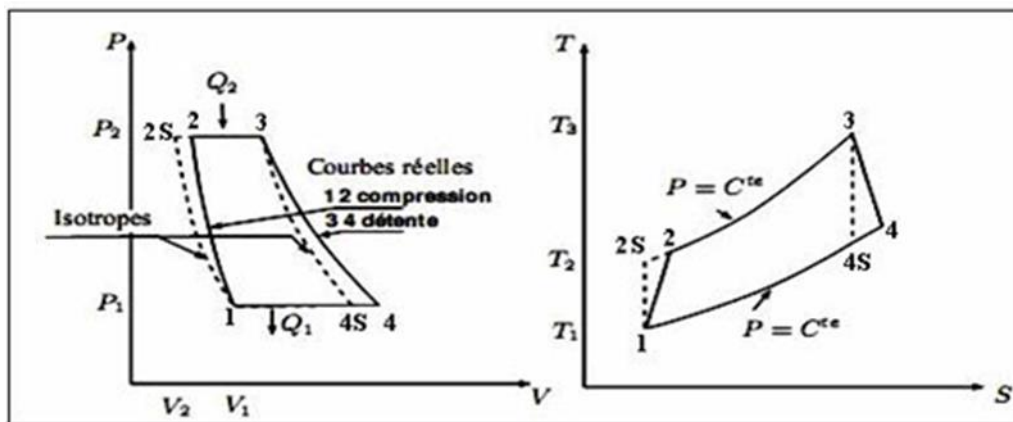


Figure II-4 : Cycle réel d'une turbine à gaz.

L'étude du cycle thermodynamique décrit réellement dans une turbine à gaz devrait, en toute rigueur, tenir compte de toutes les imperfections des différentes parties de cette machine. Dans le diagramme T, S de figure II-1 ci-dessus, sont représentées à la fois le cycle idéal(1,2,3,4,) et cycle réel (1,2S,3,4S,) donc les valeurs de T_2, T_4 , sont données par des relations(chapitre 3) .

II.4.Principe de Fonctionnement de la turbine à gaz

Une turbine à gaz fonctionne de la façon suivante :

- elle extrait de l'air du milieu environnant ;
- elle le comprime à une pression plus élevée ;
- elle augmente le niveau d'énergie de l'air comprimé en ajoutant le carburant (gaz) le Combustible dans une chambre de combustion ;
- elle achemine les gaz brûlant 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 –turbine ;
- La détente se produit sur deux étages à travers deux roues indépendantes
Mécaniquement, la première roue dite roue HP (les turbines à gaz bi arbres) est destinée uniquement à l'entraînement du compresseur d'air et les accessoires attelés à l'arbre tandis que la deuxième roue dite roue BP (roue de puissance) est reliée à la charge (récepteur).

II.5.Présentation de la centrale

La centrale de « LABREG » d'une puissance de 421.5 MW (bornes usine (3 x 140.5) MW conditions site) est constituée de quatre groupes turbines à gaz type V94.2 ANSALDO. Ces groupes sont installés à l'intérieur d'une salle des machines ventilée et insonorisée.

La turbine est du type mono arbre à cycle simple tournant à 3000 (tr/min), fonctionnant au gaz naturel comme combustible principal et au gasoil comme combustible de secours, avec la possibilité de passage d'un combustible à l'autre en mode automatique.

La centrale est dotée de moyens technologiques lui permettant de fonctionner dans le respect des normes en matière de préservation de l'environnement. [3]



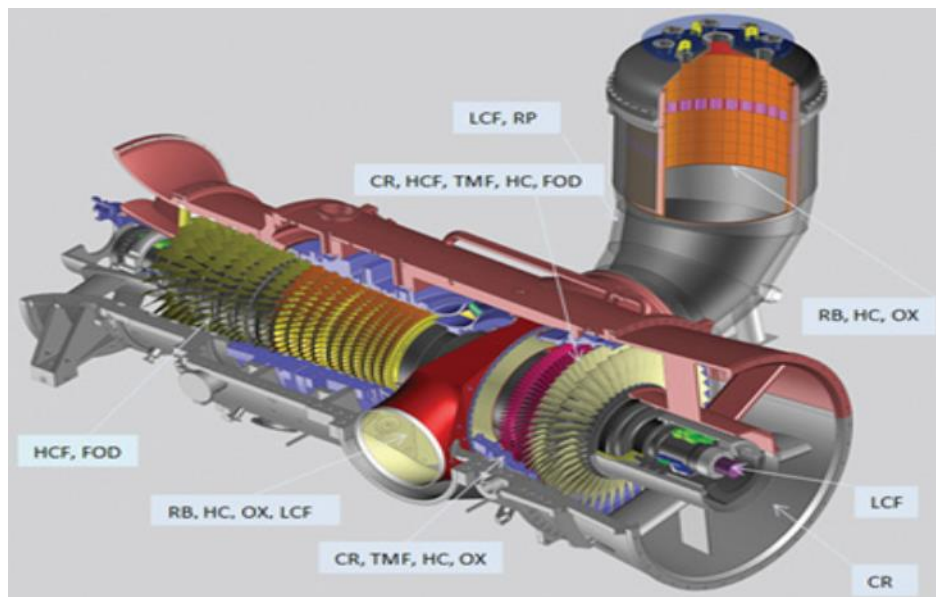
Figure II-5 : Centrale turbines à Gaz V94.2 de «LABREG » (3X 140.5MW)

II.6. Caractéristiques de la turbine V94.2:

II.6.1. Description de la turbine à gaz

La turbine à gaz V94.2 est basée sur une conception à un seul arbre (mon arbre) : se compose un compresseur axial à seize (10) étages et une turbine à quatre (4) étages avec un rotor commun. Le rotor se compose d'une section avec arbre creux de seize (16) disques à lame du compresseur et un arbre creux central, quatre (4) disques de la turbine tout assemblé par un seul boulon central avec un contre-écrou à l'extrémité de la turbine. Le contre-écrou est serré sur le boulon central, et le boulon central est préformé hydrauliquement cette procédure, qui peut être effectuée aussi dans la centrale électrique, permet d'éviter les tensions de torsion des parois du rotor pendant l'assemblage. Chaque disque du rotor possède des dents radiales (Hirth) sur les deux côtés; les dents Hirth permettent l'alignement radial entre les sections du rotor, la transmission du couple et l'expansion et contraction radiale relative libre. Cette construction est particulièrement importante pour la durée de vie des parties du rotor en réponse aux changements des conditions de fonctionnement et à la distribution de la température dans le rotor c'est la raison des temps courts de démarrage et chargement/déchargement des turbines gaz. AE94.2 et de leur fonctionnement sans problèmes dans toutes les conditions de température du rotor en état de stabilité et en état d'instabilité. Le rotor dans cette installation est un tambour autoportant de poids limité et rigidité élevée ; il peut donc être supporté par deux roulements. Seulement, un dans la partie d'avant de l'arbre et l'autre dans la partie arrière, avec la vitesse de fonctionnement du rotor au-dessous de sa

vitesse critique. Cela permet d'éviter la nécessité d'un roulement additionnel entre le compresseur et la turbine. Le roulement à l'extrémité du compresseur est un roulement combiné portant une butée conçue pour régler la poussée axiale du rotor. Les deux roulements se trouvent au-dehors de la zone sous pression de la turbine à gaz, garantissant la base pour un bon alignement constant et des qualités de fonctionnement excellentes. Le rotor est refroidi à l'intérieur. Une partie de l'air comprimé, déchargé du flux principal à l'échappement du compresseur, passe dans la partie intérieure du rotor par les trous qui se trouvent dans l'arbre central creux. L'air est dirigé aux bases des ailettes et aux sections actives de la première partie des ailettes du rotor. Ensuite elle est déchargée dans le flux de gaz chauds, avec l'air de refroidissement de la base des ailettes qui fournit un film de refroidissant sur le moyeu.



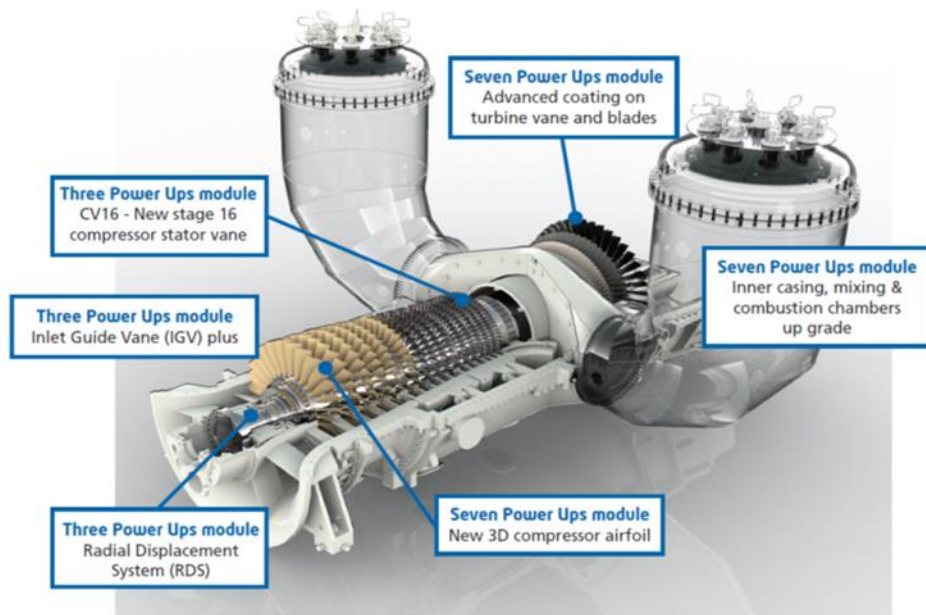


Figure II-6 : la turbine à gaz V94.2.

Un autre pourcentage d'air comprimé est déchargé du flux principal à la 13ème étage du compresseur et introduit à l'intérieur du rotor pour refroidir les disques du rotor de 2ème, 3 et 4ème étage et les ailettes du rotor de 2ème étage. Les deux circuits de refroidissement du rotor sont séparés par un tambour à l'intérieur. Ce circuit d'air de refroidissement garantit que le tambour du rotor, comprenant la partie de la turbine, soit complètement enveloppé par l'air froid pour éviter tout autre stress thermique qui peut causer une distorsion du rotor pendant les changements de charge et les démarrages. La conception de la turbine à gaz V94.2 se base sur le principe des deux enveloppes de la section du 6ème étage du compresseur à la sortie de la turbine, avec les chambres de combustion et l'enveloppe des gaz chauds. Au contraire, l'enveloppe de l'entrée du compresseur aux 16 étages du compresseur se base sur le principe d'une seule enveloppe. L'avantage principal du principe des deux enveloppes est que les charges mécaniques et thermiques sur les structures sont clairement séparées : toutes les charges mécaniques causées par la pression interne sont supportées par la structure extérieure sur laquelle les charges thermiques sont basses, tandis que toutes les charges thermiques sont supportées par la structure interne sur laquelle les charges mécaniques sont basses. Les ailettes du stator du compresseur et de la turbine sont montées dans des portes-pales du stator. Trois portes-pales du stator du compresseur et une porte-pale du stator de la turbine sont utilisés. L'enveloppe extérieure de confinement de la pression est formée par le

logement du roulement de front, la première porte pale du stator du compresseur, une section cylindrique et le logement du roulement arrière. L'enveloppe intérieure se compose de la deuxième et troisième porte pale du stator du compresseur et de la porte pale du stator de la turbine, tous supportés par la section cylindrique de l'enveloppe extérieure pour permettre expansion thermique libre.

Le logement du roulement de front contient le roulement combiné butée, avec son enveloppe extérieure qui agit comme un moyen pour guider l'entrée de l'air dans la turbine à gaz. Le groupe roulement est supporté sur les étriers de front par des chevrons dans les passages d'entrée de l'air. L'air est déchargé d'une chambre de l'air en entrée qui se trouve dans la partie de front du compresseur. Les gaz d'échappement passent à travers la structure d'échappement qui se compose d'un cylindre intérieur et d'une enveloppe extérieure légèrement conique. Le cylindre intérieur et l'enveloppe sont connectés par des nervures qui sont aussi le logement des tuyaux d'alimentation et de drainage du logement du roulement arrière dans le cylindre intérieur. Les plaques de couverture des roulements, les chevrons et l'enveloppe sont équipés d'un système d'isolation pour la protection contre la chaleur des gaz d'échappement. Les gaz d'échappement sont déchargés de la turbine par une structure d'échappement axiale qui combine les avantages d'une géométrie simple et un bas niveau de dépense d'échappement. La structure d'échappement est séparée et boulonnée sur la structure extérieure autour de sa circonférence. La turbine à gaz est supportée dans ses fondations par deux supports des extrémités du compresseur, deux supports des extrémités de la turbine et un guide de centrage. Les supports des extrémités du compresseur forment le point fixe de la machine.

Les supports des extrémités de la turbine sont conçus comme des barres de support flexibles qui garantissent l'expansion et la contraction thermique de la machine dans le plan horizontal sans forces de réaction importantes, mais au même temps ils sont suffisamment des guides dans le plan vertical pour garantir le support dans la zone de la turbine. Le guide décentrage, qui se trouve dans la partie de fond de la structure de la turbine, centre l'unité dans la direction axiale. La transmission du générateur est garantie par l'extrémité (froide) du compresseur. Cela facilite la connexion d'un diffuseur des gaz d'échappement avec géométrie optimale et d'un système d'échappement des gaz à basse perte à une chaudière de récupération de chaleur sans changements de direction importants. L'embrèvement des IGV du compresseur est réglable. L'engrenage tournant est une buse d'huile à haute pression qui agit sur une file d'épalés montées sur un arbre intermédiaire. [3]

II.6.2. Données générales [3]

Caractéristiques	Unités	Valeurs
Fabricant	-	AnsaldoEnergia
➤ Type	-	WY217-092
➤ Nombre d'identification	-	0482 A1/A2/A3
➤ Type de turbine couplée	-	Turbiné à Gaz
➤ Sens de rotation (coté turbine)	-	Horaire
➤ Puissance nominale à 40°C selon la norme CEI	MVA	190
➤ Tension nominale	kV	15,5
➤ Facteur de puissance nominale	-	0,9
➤ Fréquence nominale	Hz	50
➤ Plage de variation de tension normale	%	±7,5
➤ Plage de variation de fréquence normale	% (Hz)	± 4 (±2)
➤ Variation du rapport tension/fréquence	p.u.	1,12
➤ Courant nominal	A	7077
➤ Vitesse nominale/survitesse	rpm	3000/3600
➤ Nombre et couplage des phases	-/-	3/ Etoile
➤ Normes de référence	-	C.E.L
➤ Type du système d'excitation	-	STATIQUE
➤ Courant d'excitation à puissance nominale	A	1267
➤ Tension d'excitation à puissance nominale	V	249
➤ Class d'isolation du stator/ rotor	-	F/F
➤ Moyen de refroidissement primaire	-	Air
➤ Type de refroidissement enroulement stator	-	Indirect
➤ Type de refroidissement enroulement rotor	-	Direct
➤ Température de l'eau de refroidissement	°C	35
➤ Température de l'air refroidissement	°C	40
➤ Débit de l'eau de réfrigération	m ³ /h	300
➤ Echauffement de l'eau de réfrigération	K	6
➤ Température totale enroulement statorique	°C	121

➤	Température totale enroulement rotorique	°C	105
➤	Courant inverse maximale en régime permanent (12)	%	8
➤	Courant inverse maximale en régime transitoire (122)	s	10
➤	Degré de protection selon CEI 34-5	-	IP54
➤	Modes de refroidissement selon CEI 34-6	-	IC8AIW7
➤	Forme de construction selon CEI 34-7	-	IM 7315
➤	Degré de sismicité (d'après le RPA 2003)	-	Zone IIb
➤	Altitude du site	m	42
➤	Moment d'inertie du rotor	kg m ²	5091
➤	Nombre des pôles	-	2

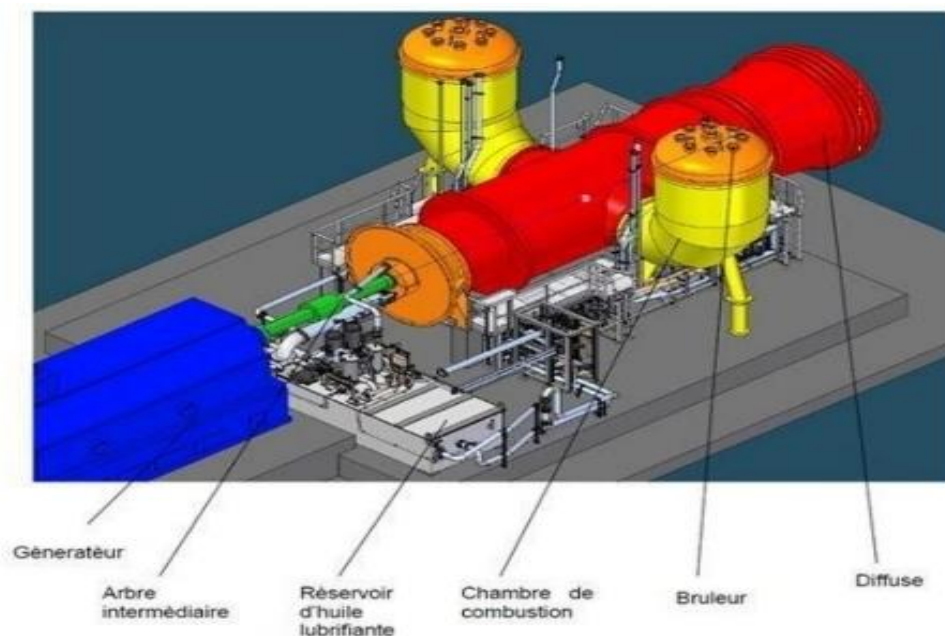
II.6.3. Constitution de la turbine à gaz

On peut diviser La centrale turbine à gaz en deux parties principales:

Partie mécanique:

Qu'est formée essentiellement par:

Le compresseur et Chambre de combustion et la turbine et les Systèmes auxiliaires.



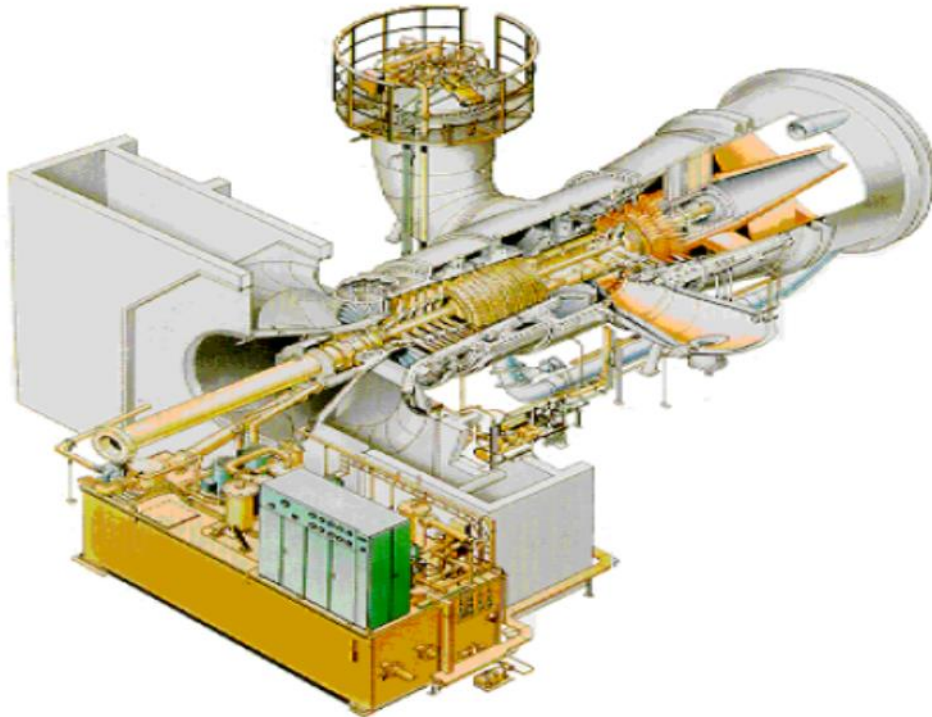


Figure II-8: Dessin général de la turbine à gaz V94.2

Système d'admission :

Le système d'admission d'une turbine à gaz a pour but de diriger l'air vers la section d'admission du compresseur axial (Figure. II.9), il doit assurer :

- Une bonne filtration de l'air pour le bon fonctionnement de la turbine.
- ✓ Les particules solides contenues dans l'air admis (surtout pour les atmosphères humide) peuvent se collées sur les bouts d'ailettes de compresseur, ainsi que sur la base des aubes de stator par effet des forces centrifuges, donc une perte de rendement du compresseur et une augmentation de la consommation spécifique de la turbine.
- ✓ Des grains de sable non bloqués par le filtre pour le cas des turbines implantées dans le Sahara, causent une usure érosive surtout aux hautes vitesses de rotation, cela peut changer le profil aérodynamique des ailettes, et peut même aller jusqu'à l'arrachement des ailettes du compresseur.

- ✓ La présence des agents corrosifs (Chlorure de Sodium près de la mer, aérosols acides dans les zones industrielles), peut induire une dégradation corrosive des équipements de la machine.

Un débit d'air admis régulier afin de produire la puissance voulue. Le bouchage du filtre limite la quantité d'air admise (débit d'air), qui a pour conséquences une chute de puissance, et une augmentation de la consommation spécifique.

Le système d'admission comprend un filtre d'admission, une conduite, un silencieux, un coude, un caisson d'admission et accessoires. L'air entre dans le filtre, traverse la conduite, le silencieux, le coude et le caisson d'admission pour atteindre le compresseur.

Les filtres à air utilisés comportent des éléments filtrant d'une forme conique et cylindrique (en deux morceaux), ils sont autonettoyant, avec une grande efficacité (par rapport aux filtre classiques), et d'une durée de vie qui peut aller jusqu'à 3ans.

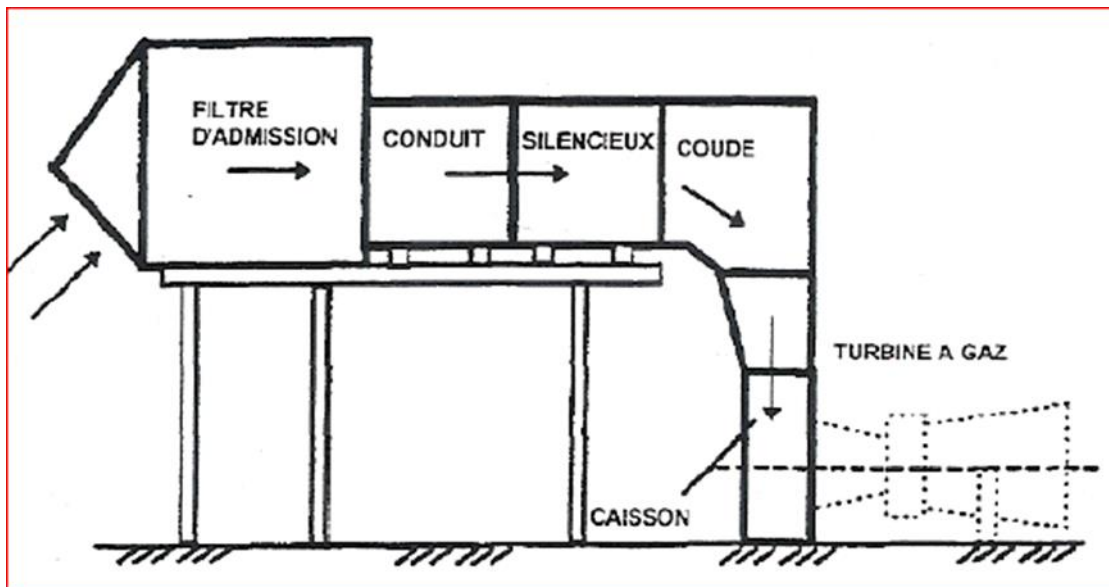


Figure II-9 : système typique d'admission.



Figure II-10 : système de prise d'air



Figure II-11 : Système de prise d'air et Les filtres à air utilisée de forme conique et cylindrique.

II.6.3.1. Section Compresseur

La section du compresseur axial comprend le rotor et le corps du compresseur de seize (16) étages de compression, les aubes variables de la directrice et de deux déflecteurs de sortie. L'air est comprimé à travers d'une série d'aubes du rotor et les aubes du stator guident l'air et l'orientent dans l'étage suivant du rotor. [2]Le rôle du compresseur axial, est essentiel, il se résume en :

- Assurer l'alimentation des chambres de combustion avec l'air comprimé, pour l'opération de combustion;
- Assurer un débit et une pression de valeurs convenables pour avoir une puissance utile suffisante;
- Assurer le débit d'air nécessaire pour le refroidissement des pièces exposées aux fortes contraintes thermique.

Caractéristiques de compresseur de la turbine à gaz V94.2 [3]

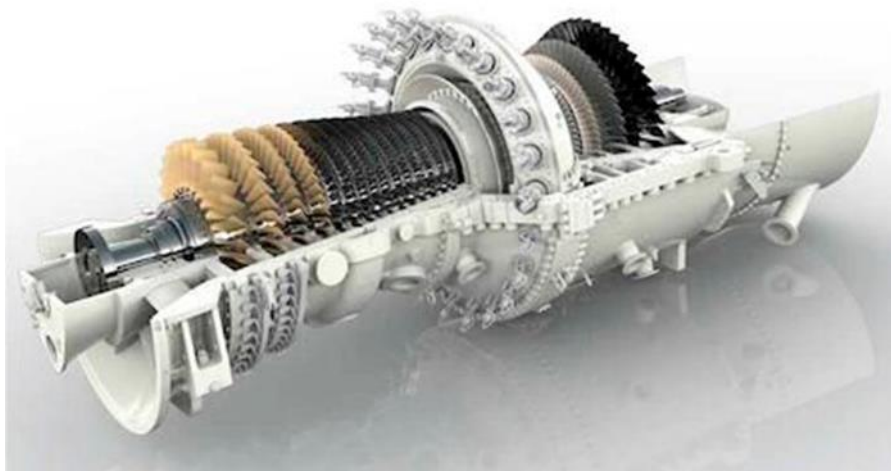
Nombre des étages : 16

Type de construction du rotor : Multi disque avec dents Hirth et tirant central

Nombre des étages des IGV; 1

Vannes anti pompage:2 à l'étage 5 et à l'étage 10

Taux de compression: 12





Rotor du compresseur axial



stator du compresseur axial

Figure II-12 : Compresseur

II.6.3.2. Chambres de combustion

La turbine à gaz V94.2 est équipée de deux chambres de combustion, montées verticalement sur les côtés de la turbine à gaz et connectées aux brides latérales de l'enveloppe extérieure de la turbine à gaz. Cette structure de la chambre de combustion offre une bonne accessibilité de toutes les composantes pour les inspections et un montage et de montage facile. L'air fourni par le compresseur est chauffé à la température d'entrée de la turbine dans les chambres de combustion par la combustion. Dans le tuyau de flamme, où les températures des gaz est particulièrement élevées et la radiation des flammes très importante, le revêtement en céramique est réalisé avec des carreaux aux bords bloqués est utilisé d'une manière très efficace. Les petits flux d'air de refroidissement pour refroidir les Supports des carreaux simultanément agissent comme une barrière entre la structure derrière les carreaux et le flux de gaz chauds. La structure de gaz chauds entre le tuyau de la Flamme et la turbine est conçue comme une enveloppe refroidie, à une seule couche de tôle en métal qui est capable de compenser l'expansion thermique par déformation. La conception de la chambre de combustion prévoit deux parcours de flux concentriques: un du compresseur aux chambres de combustion et l'autre des chambres de combustion à la turbine, avec

des vitesses de flux relativement basses et donc en chute de pression minimale. L'enveloppe extérieure est conçue pour résister à la pression interne, tandis que l'enveloppe intérieure à une température élevée, l'air sous pression délivré par le compresseur passe autour du parcours des gaz chauds et l'enveloppe intérieure est refroidie par l'échange de chaleur. L'admission symétrique et la déflexion des flux de gaz permettent une distribution uniforme de la température avec de petites différences de pression après les pales. Chaque chambre de combustion, équipée d'un revêtement réfractaire, contient huit brûleurs séparés qui fonctionnent avec le gaz et le gasoil

GENERALDE LA CHAMBRE.



DESSIN GENERAL
DE LA CHAMBRE
DE COMBUSTION
(pour informations seulement)

- 1 Brûleur
 - 2 Plateforme
 - 3 Ensemble d'aubes de turbulence diagonal
 - 4 Enveloppe sous pression
 - 5 Bague d'air secondaire
 - 6 Composantes internes
 - 7 Trappe
 - 8 Tuyau d'inspection
 - 9 Capteurs de flamme
 - 10 Actuateur électrique
 - 11 Tuyau de flamme
- A Sortie gaz chaud
 - B Côté alimentation compresseur
 - D Réglage trou
 - E Pale air secondaire
 - F Pale air primaire

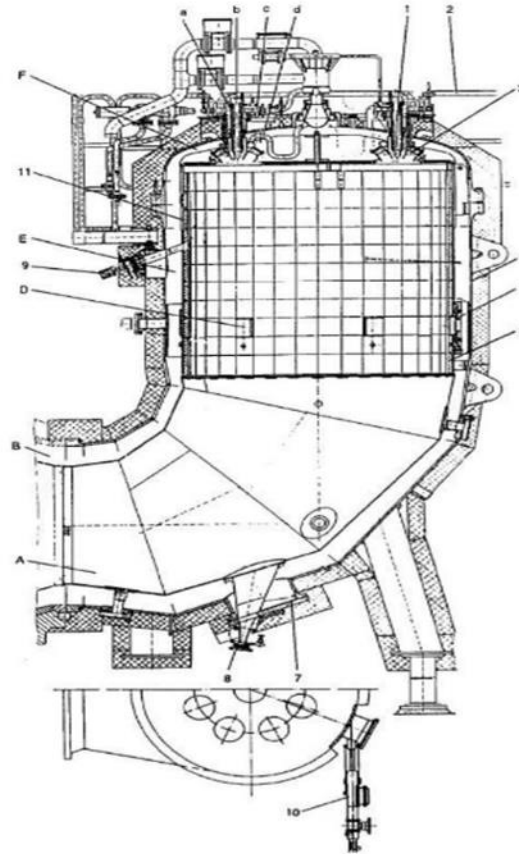


Figure II-13 : La Chambre de combustion

➤ **Système de combustion**

Nombre de chambres de combustion: 2

Nombre de tuyaux flamme:2

Protection tuyau flamme : Carreaux en céramique

Nombre de brûleurs : 16 (8 par chambre de combustion)

Type d'allumeurs : Bougies

Nombre d'allumeurs : 1par bruleur

Type d'éléments contrôle flamme : Capteurs de flamme

Nombre d'éléments contrôle flamme : 2 par chambre de combustion



Figure II.14: vue extérieur de la turbine

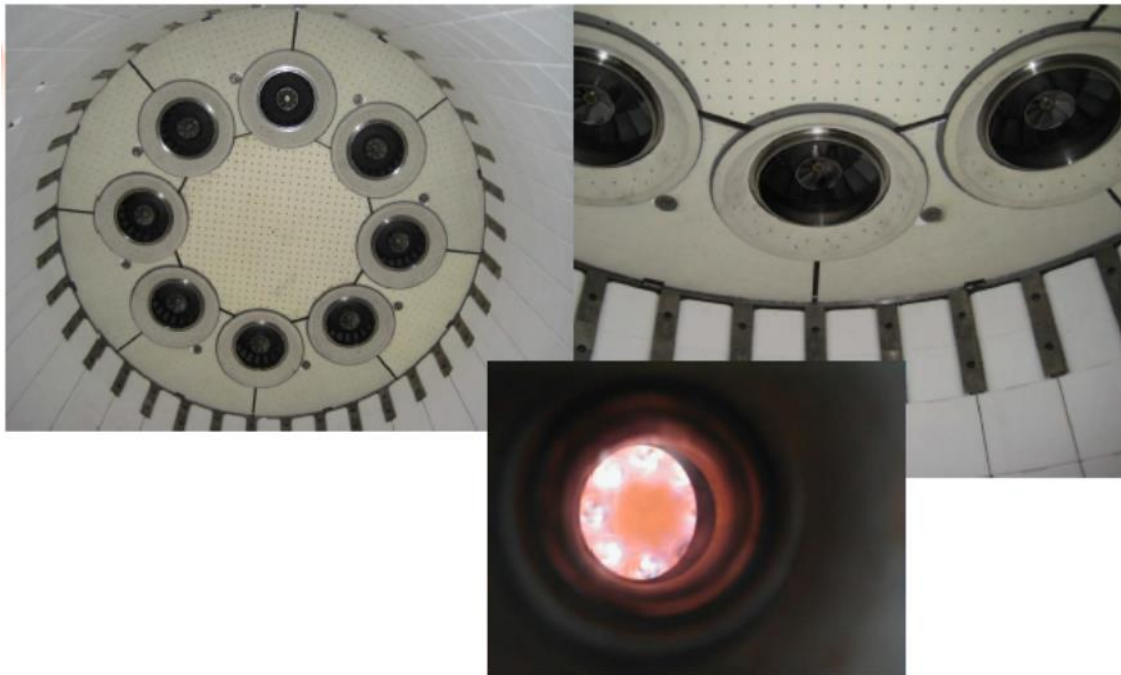


Figure II-15 : Vue interne de la chambre de combustion

Figure II-16 : brûleur

II.6.3.3. Section Turbines

Les gaz chauds issus de la chambre de combustion se détendent dans une turbine à quatre étages. Cette opération est suivie par la création d'une grande quantité d'énergie mécanique faisant entraîner le rotor de la turbine à gaz.

Caractéristiques de la turbine à gaz V94.2

Nombre des étages : 4

Type de construction rotor : Multi disque avec dents Hirth

Vitesse turbine à gaz

Vitesse nominale : 3000 tours/min. (50 Hz)

Gamme de vitesses permises: 47,5-51,5 Hz

Vitesse critique générateur turbine à gaz: flexionnel premier/deuxième 1530/3516

Tortionnaire : premier/deuxième 703 / 6996tour/min.

Seuil de protection vitesse excèsive 3240 tours/min. (54 Hz).



Figure II-17 : Les étages de la turbine.

II.6.3.4. Régulateur

Type de régulateur : Electronique

➤ **Engrenage tournant**

Type Turbine hydraulique : 8

Vitesse en fonctionnement tournant : 85- 110 tours/min.

Période de fonctionnement après arrêt : 4 heures

Structure pour rotation manuelle: Oui

II.6.3.5. Système de démarrage

Type de system de démarrage : Convertisseur statique

Puissance nominale : 2900 kW

Vitesse : 3000 tours/min.

Nombre de démarrages permis : 5 (environ 1 heure prévue après cinquième démarrage pour la limitation du convertisseur statique)

➤ **Paliers**

Type/ nombre : 1 portant (coté turbine)

Type de l'huile : 1 combiné portant et butée (coté compresseur)

Température huile à l'entrée : 50/55°C

Seuil d'alarme: 100 °C (métal palier)

Seuil de déclenchement: 120 C (métal palier).

II.6.4. les Systèmes auxiliaires de turbine à gaz V94.2

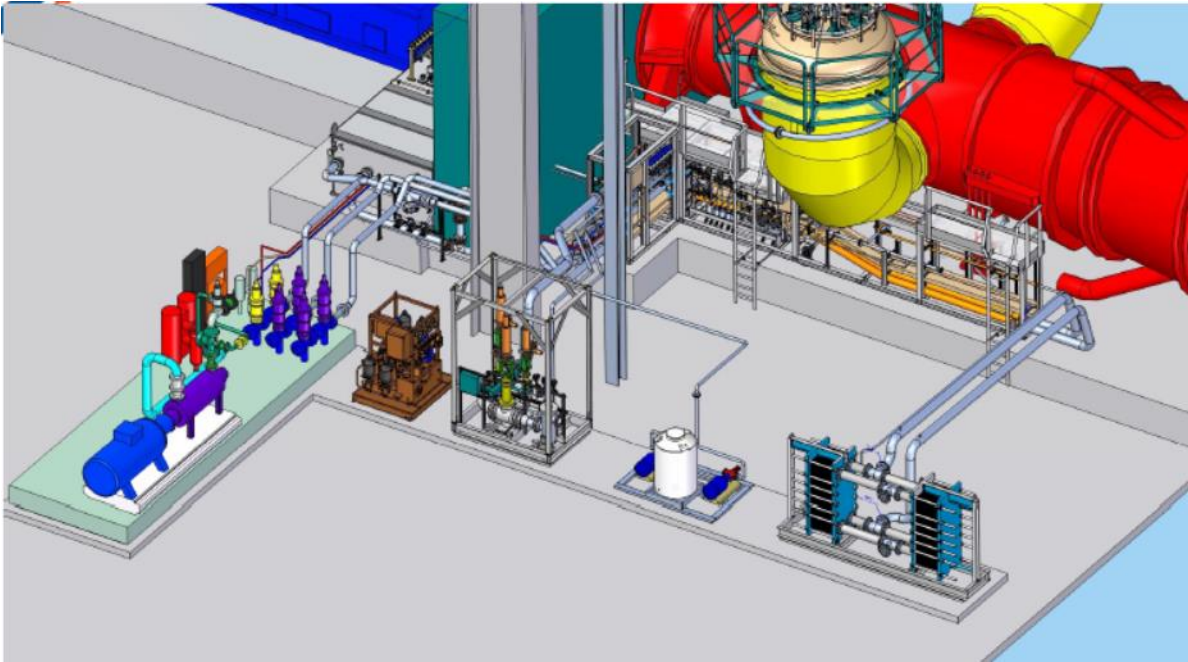


Figure II-18 : Les Systèmes auxiliaires avec la turbine à gaz.

II.6.4.1. Système à huile lubrifiante

Le système d'huile de lubrifiante fournit l'huile au palier du compresseur et de la turbine et aux paliers du générateur. L'huile fournie exécute plusieurs fonctions: premièrement, elle forme un film qui prévient le contact métal-métal entre les paliers portants de l'arbre et les coquilles du palier, réduisant le frottement. Deuxièmement, le flux d'huile enlève la chaleur des zones du palier. L'huile lubrifiante est aussi utilisée pour actionner l'engrenage rotatif, fournir l'huile pour soulever l'arbre à basse vitesse. Le réservoir d'huile est utilisé pour la récolte, l'extraction et la désaération de l'huile lubrifiante et de l'huile du système de levage. L'huile lubrifiante est remplie dans le réservoir au moyen d'un filtre. Le ventilateur à extraction de vapeur d'huile est monté sur le réservoir, enlevant la vapeur d'huile du réservoir et créant une légère pression atmosphérique dans les lignes de retour du système à huile lubrifiante. Le séparateur d'huile prévient l'émission de vapeur d'huile dans l'environnement.

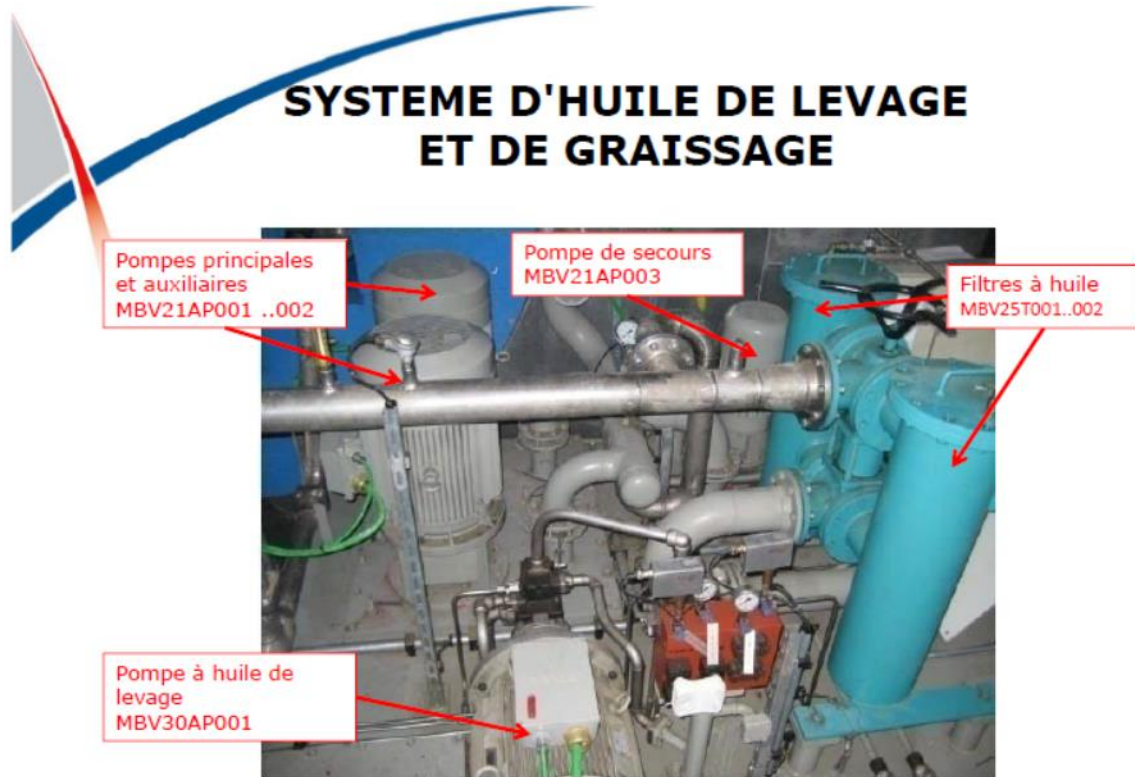


Figure II-19 : Système à huile de levage et de graissage

Plusieurs pompes sont fournies pour garantir l'approvisionnement d'huile lubrifiante aux paliers à la pression requise. La pompe à huile lubrifiante principale fournit l'huile de lubrification pendant le fonctionnement normal. Le système est aussi doté d'une pompe à huile auxiliaire et d'une pompe à huile d'urgence. Ce sont des pompes centrifuges verticales à étage unique. Les pompes à huile principales et auxiliaires sont actionnées par des moteurs triphasés, tandis que la pompe à huile d'urgence est actionnée par un moteur à courant continu. L'huile lubrifiante, en aval des pompes à huile lubrifiante principales et auxiliaires, entre dans le radiateur pour dissiper la chaleur. Une température constante dans les paliers est obtenue en contrôlant une partie de l'huile lubrifiante qui by-pass le radiateur au moyen d'une vanne thermostatique. Le filtre duplex situé en aval du radiateur retient les matériaux étrangers. Seulement un filtre fonctionne, tandis que l'autre est en stand-by. L'huile lubrifiante est fournie aux paliers au moyen d'orifices. L'huile lubrifiante s'écoule des paliers dans les réservoirs au moyen des lignes de retour.

II.6.4.2. Système à huile hydraulique

Le système à huile hydraulique sert à positionner les vannes de contrôle du gasoil et de gaz combustible selon les exigences du contrôleur du combustible, ouvrant ou fermant les vannes d'arrêt d'urgence quand le système est démarré ou arrêté et quand le combustible est remplacé. En outre, le système ferme immédiatement la vanne d'arrêt d'urgence en cas de défauts qui requièrent l'arrêt immédiat de la turbine à gaz (déclenchement). Le dispositif de contrôle qui règle l'approvisionnement d'huile hydraulique à l'actuateur est monté directement sur les actuateurs de la vanne afin que chaque vanne soit une unité compacte. Deux accumulateurs servent à garantir la disponibilité de quantités suffisantes d'huile hydraulique.



Figure II-20 : Système d'huile hydraulique.

Le système à huile hydraulique incluse les éléments suivants: Réservoir d'huile hydraulique: c'est en acier inoxydable, à défecteur, dimensionné pour une rétention de 5 minutes, doté de moniteurs de niveau et de température. Deux pompes à huile hydraulique principale : montée horizontalement, actionnée par un moteur à courant alterné, à déplacement positif ayant un système de contrôle dépendant de la pression qui règle continuellement la quantité d'huile hydraulique qui doit être fournie aux actuateurs de la vanne. Une est toujours en fonction quand la turbine à gaz est en fonction. Deux filtres : sur la cote refoulement de chaque pompe, il y a un filtre simplex. Deux

accumulateurs: ils fournissent l'huile hydraulique aux actuateurs de la vanne silles deux pompes sont en panne, garantissant l'arrêt de sécurité de la turbine à gaz. Ventilateur de réfrigération : quand la température de l'huile hydraulique dépasse une certaine valeur, le ventilateur est actionné jusqu'à ce que la température atteigne la valeur.

II.6.4.3. Système de nettoyage du compresseur

Le système de nettoyage du compresseur est une unité portable généralement placée à côté du système de prise d'air) consistant dans un réservoir (500 litres), une pompe centrifuge, un filtre et un tuyau de connexion. Le système est utilisé pour enlever les dépôts des aubes du compresseur. Les dépôts réduisent la puissance et le rendement de la turbine à gaz. Les buses à jet et les buses de pulvérisation sont distribuées uniformément autour de la circonférence des aubes de guidage d'entrée du compresseur. La pompe centrifuge prélève le détergent liquide de nettoyage et ou d'eau déminéralisée dans le réservoir aux buses à jet et aux buses de pulvérisation. Une vanne d'arrêt manuelle est fournie en amont de chaque buse. Le filtre prévient l'obstruction des buses. Il y a deux types de nettoyage du compresseur: le nettoyage hors ligne et le nettoyage sur ligne.



Figure II-21 : Système de nettoyage du compresseur.

II.6.4.4. Système d'allumage à gaz

Le combustible principal de la turbine à gaz doit être allumé pendant le démarrage au moyen des flammes d'allumage et chaque brûleur est doté d'une bougie. Selon le combustible sélectionné pour le démarrage, le combustible d'allumage peut être : gaz combustible, extrait directement du système principal à gaz combustible, quand le combustible de démarrage est le « gaz combustible » >gaz propane, extrait d'une série des bouteilles, quand le combustible de démarrage est « j gasoil » Lorsque on atteint la vitesse d'allumage, les électrovalves dans le système d'allumage à gaz sont ouvertes afin que le gaz d'allumage puisse s'écouler dans les brûleurs et tous les transformateurs flamme doit être présente entre la chambre de combustion. Le gaz d'allumage (généralement le gaz propane) est stocké dans quatre cylindres deux cylindres contenant du propane liquide et les deux autres contenant du propane gazeux. Le propane gazeux est directement disponible pour le processus d'allumage. On fournit un dispositif de pesage pour vérifier la quantité du gaz d'allumage.



Figure II-22 : Système d'allumage à gaz.

II.7. Partie électrique:

II.7.1. L'Alternateur:

L'alternateur est une machine tournante son rôle est la transformation de L'énergie mécanique en énergie électrique.

L'alternateur est une machine «Génératrice de courant alternatif »Les alternateurs peuvent être :

Polyphasés

- Monophasés

On distingue parmi les alternateurs :

- Les alternateurs Basse Tension (220-380 V) utilisés principalement pour groupes de secours

Les alternateurs Haute tension dans les valeurs des tensions sont fonction des puissances, utilisées dans les centrales électriques.

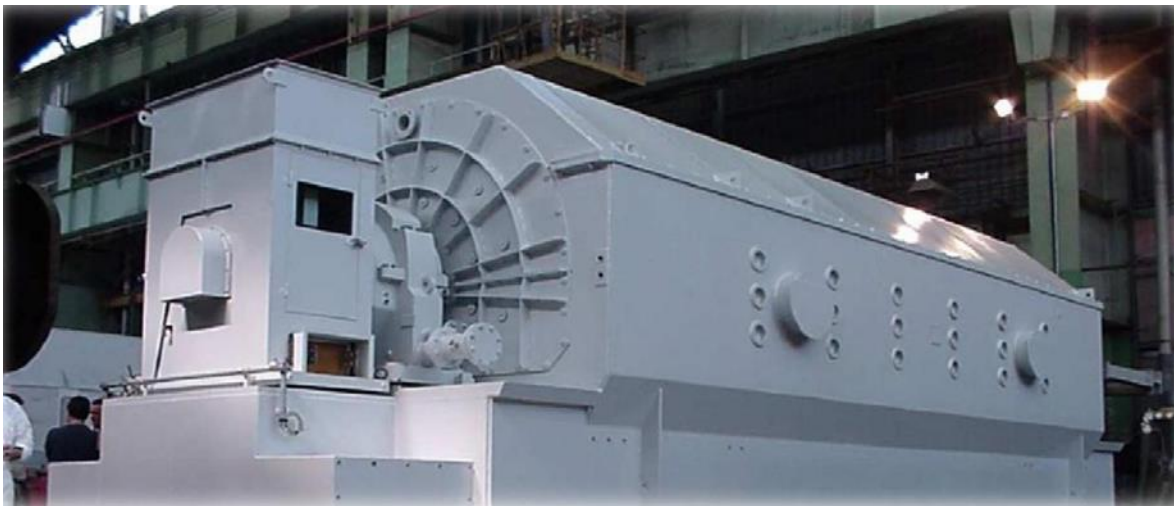


Figure II-23 : Le Générateur.

II.7.2. Caractéristiques principales de générateur

- Turboalternateur triphasé à deux pôles avec rotor lisse
- Rotor directement couplé à la turbine
- Enroulement amortisseur du rotor
- Ventilation en circuit fermé avec 4 échangeurs air-eau incorporés dans la carcasse Auto-ventilation du stator et du rotor
- Générateur expédié complètement assemblé

- Excitation de type statique Isolation d'enroulement stator de type Résine-Rich en barre individuelle
- Règles, Standards CEI
- Système d'isolation stator et rotor en classe F
- Système de mise à la masse de l'arbre et d'isolation des paliers pour prévenir la circulation des courants d'arbre.

II.7.3. Ventilateurs Axiaux

Ilya un ventilateur axial à chaque extrémité de l'arbre ; les moyeux du ventilateur sont frettés sur l'arbre. Les aubes du ventilateur sont en un alliage d'aluminium estampé à froid, leur angle peut être réglé en accord avec la vitesse de rotation et le débit d'air voulus et elles sont fixées au moyeu par une connexion boulonnée.

II.8. Conclusion :

Ce chapitre est traité une étude descriptive des différentes types des turbines à gaz et l'installation de la turbine à gaz V94.2.

**CHAPITER III:
CALCUL
ENERGETIQUES
DETAILLES DE LA
TURBINE A GAZ**

III. Calcul énergétiques détaillés de la turbine à gaz.

III.1. Introduction

Les calculs énergétiques ont pour but de déterminer les performances dans les conditions d'exploitation de ces machines (V94.2) en utilisant les paramètres du site et permettent d vérifier leur aptitude énergétique dans ces conditions de fonctionnement et de déterminer éventuellement l'influence des paramètres climatiques sur les performances de ces machines Le cycle thermodynamique de la machine à la fois idéal (1, 2, 3, 4,) et réel (1, 2,2s, 3,4,4s) est représenté dans le diagramme (T, S) de figure.1 suivante :

III.2. Cycle thermodynamique des turbines à gaz

III.2.1. Etude énergétique de cycle de Baryton :

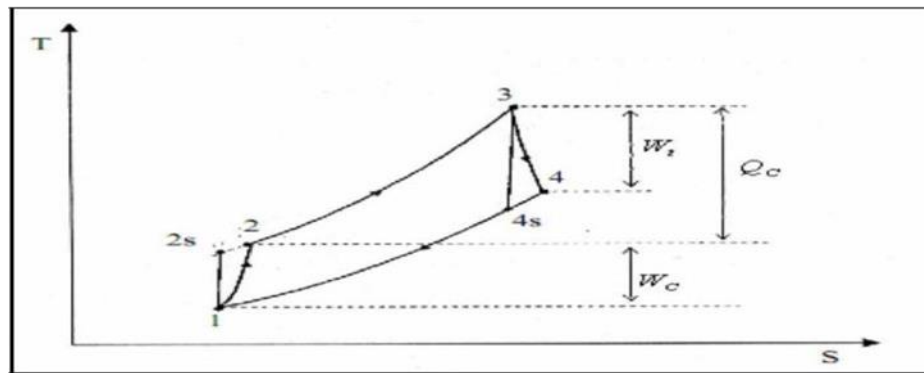


Figure III-1 : Cycle de Baryton d'une turbine à gaz [4].

III.2.1.1. Etude de la compression :

- ✓ La pression à la sortie de compresseur (p2) :

$$\Gamma = \frac{P_2}{P_1} \quad P_2 = P_1 \cdot \Gamma \quad (III.1)$$

Avec Γ : Taux de compression.

- ✓ Le travail isentropique fourni au gaz par le compresseur (wsc) :

$$w_{sc} = c_p (T_{2s} - T_1) = \varphi_c \cdot T_1 \left(\frac{T_{2s}}{T_1} - 1 \right) \quad (III.2)$$

- ✓ Transformation isentropique

$$\frac{T_{2s}}{T_1} = \left(\frac{P_{2s}}{P_1} \right)^{\frac{\gamma_{air}-1}{\gamma_{air}}} = (\Gamma)^{\frac{\gamma_{air}-1}{\gamma_{air}}} \quad (III.3)$$

$$w_{sc} = cp_c T_1 \left((\Gamma)^{\frac{\gamma_{air}-1}{\gamma_{air}}} - 1 \right) \quad (III.4)$$

- ✓ Le travail réel fourni par le compresseur (W_c) :

$$\eta_{sc} = \frac{w_{sc}}{w_c} \quad w_c = \frac{w_{sc}}{\eta_{sc}} \quad (III.5)$$

- ✓ La température à la sortie de compresseur (T_2):

$$w_c = cp_c (T_2 - T_1) \quad T_2 = T_1 + \frac{w_c}{cp_c} \quad (III.6)$$

III.2.1.2. Etude de la combustion :

- ✓ Quantité de chaleur de la combustion (Q_{c-c}):

$$Q_{c-c} = cp_{cc} (T_3 - T_2) \quad (III.7)$$

Avec

cp_{cc} : Chaleur spécifique du mélange

- ✓ Rapport du mélange air-combustible : $F = \frac{\dot{m}_c}{\dot{m}_a}$

III.2.1.3. Etude de la détente :

- ✓ Le travail isentropique fourni par le gaz à la turbine (W) :

$$W_{st} = cp_t (T_{4s} - T_3) = cp_t T_3 \left(\frac{T_{4s}}{T_3} - 1 \right) \quad (III.8)$$

- ✓ Transformation isentropique

($p_{4s} = p_{4s} = p_1$ et $p_3 = p_{2s} = p_2$) isobar

$$\frac{T_{4s}}{T_3} = \left(\frac{p_{4s}}{p_3} \right)^{\frac{\gamma_t-1}{\gamma_t}} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma_t-1}{\gamma_t}} = \frac{1}{\Gamma} \quad (III.9)$$

$$W_{sT} = cp_t T_3 \left(\left(\frac{1}{\Gamma} \right)^{\frac{\gamma_t-1}{\gamma_t}} - 1 \right) \quad (III.10)$$

- ✓ Le travail réel fourni par le gaz à la turbine WT :

$$\eta_{st} = \frac{W_T}{W_{ST}} \quad W_T = \eta_{st} \cdot W_{ST} \quad (\text{III.11})$$

- ✓ Température à la sortie de turbine (l'échappement) (T_4):

$$w_T = cp_t (T_4 - T_3) \quad T_4 = T_3 + \frac{w_T}{cp} \quad (\text{III.12})$$

III.3. Bilan de cycle

- ✓ Le travail utile (W_{UT}):

$$W_{UT} = |W_T| - |W_c| \quad (\text{III.13})$$

- ✓ La puissance de compresseur (P_C):

$$P_C = \dot{m} \cdot W_c \quad (\text{III.14})$$

- ✓ La puissance de la turbine (P_T):

$$P_T = \dot{m} \cdot W_T \quad (\text{III.15})$$

- ✓ La puissance utile (P_{UT}):

$$P_{UT} = |P_T| - |P_C| \quad (\text{III.16})$$

- ✓ Rendement théorique (η_{Th}):

$$\eta_{Th} = \frac{W_{UT}}{Q_{c-c}} \quad (\text{III.17})$$

- ✓ Rendement global (η_g):

$$\eta_g = \frac{P_{UT}}{\dot{m}_a \cdot P_{ci}} \quad (\text{III.18})$$

- ✓ Rendement Mécanique (η):

$$\eta_m = \frac{\eta_g}{\eta_{Th}} \quad (\text{III.19})$$

- ✓ Consommation spécifique (théorique) (csp_{th}):

$$csp_{th} = \frac{3600 \times f}{W_{ut}} \quad (\text{III.20})$$

- ✓ Consommation spécifique (réelle) (csp_{co}): [5]

$$csp_{corr} = \eta_{N.corr} = \eta_{mens.corr} \times (1 - (/ PGT_{mens.co})) \quad (III.21)$$

$$\eta_{mens.cor} = \eta_{mens} / (\eta_{G3} \times \eta_{G4} \times \eta_{G5} \times \eta_{G6} \times \eta_{G7} \times \eta_{G10} \times \eta_{G11}) \quad (III.22)$$

$\eta_{N.corr}$: Le rendement net à la charge spécifiée (corrigé)

$\eta_{mens.corr}$: Rendement brut corrigé de la Turbine à Gaz à la charge spécifiée (corrigé)

P_{auxt} : Consommation d'énergie électrique de tous les auxiliaires de la TG

$PGT_{mens.corr}$: Puissance brute corrigée aux bornes de l'Alternateur à la charge spécifiée (corrigé)

η_{mens} : Le rendement brut à la Charge de Base

η_{G3} : Effet de la perte de pression à la sortie

η_{G4} : Effet du pouvoir calorifique inférieur gaz combustible (PCI)

η_{G5} : Effet de l'humidité relative ambiante

η_{G6} : Effet de la vitesse sur le rendement

η_{G7} : Effet de la température de l'air ambiant sur le rendement à la Charge de Base de 100%

η_{G10} : Effet du vieillissement sur le rendement

η_{G11} : Pertes conventionnelles Alternateur et rendement

Remarque : La consommation spécifique Csp réelle est calculée par le service contrôle économique au niveau de la centrale de Labrag avant la révision générale est comme suit :

Mois (2018)	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	septembre	octobre	Novembre
csp_{corr} (kg/kwh)	0.2972	0.2984	0.2999	0.301	0.3015	0.312	0.3125	0.311	0.3105	0.3107	0.3112

Tableau III-1 : les valeurs de La consommation spécifique (Csp réelle) par mois avant la révision

✓ Conversion d'unité :

$$csp(kj / kwh) = \frac{3600}{\eta_{N.corr}}$$

$$csp(kcal / kwh) = \frac{csp(kj / kwh)}{4.18}$$

$$csp(kg / kwh) = \frac{csp(kcal / kwh)}{PCI}$$

Calcul de la turbine à gaz :

Paramètres	données
La pression ambiante après le filtre	$P_1 = 1 \text{ bar}$
Le combustible : gaz naturel	$PCI = 8605,57 \text{ (kcal/m}^3\text{)}$
Le taux de compression	$\tau = 12$
Température à l'entrée de compresseur	$T_1 = 20,05 \text{ (}^\circ\text{C)}$
La température à la sortie de la C-C	$T_3 = 1092 \text{ (}^\circ\text{C)}$
Rendement isentropique du compresseur	$\eta_{sc} = 88,00 \%$
Rendement isentropique de la turbine	$\eta_{st} = 86,78 \%$
Débit massique d'air	$\dot{m}_a = 522 \text{ (kg/s)}$
Débit massique de gaz	$\dot{m}_g = 471,2 \text{ (kg/s)}$
Débit massique de combustible	$\dot{m}_c = 9,87 \text{ (kg/s)}$
Chaleur spécifique de l'air	$cp_c = 1,024837 \text{ (kJ/kg.k)}$
Chaleur spécifique du mélange	$cp_{cc} = 1,168 \text{ (kJ/kg.k)}$
Chaleur spécifique de turbine	$cp_t = 1,08933 \text{ (kJ/kg.k)}$
Coefficient poly tropique de l'air	$\gamma_{air} = 1,3874$
Coefficient poly tropique	$\gamma_t = 1,3405$
Le rendement brut à la Charge de Base	$\eta_{mens} = 0,33541006$
Effet de la perte de pression à la sortie	$\eta_{G3} = 1,00060265$
Effet du pouvoir calorifique inférieur gaz combustible (PCI)	$\eta_{G4} = 0,9995$
Effet de l'humidité relative ambiante	$\eta_{G5} = 1,0034092$
Effet de la vitesse sur le rendement	$\eta_{G6} = 1$
Effet de la température de l'air ambiant sur le rendement	$\eta_{G7} = 1,02663007$
Effet du vieillissement sur le rendement	$\eta_{G10} = 0,9633$
Pertes conventionnelles Alternateur et rendement	$\eta_{G11} = 1,00145991$
Consommation d'énergie électrique de tous les auxiliaires de TG	$P_{auxt} = 1466,352 \text{ (kw)}$
Puissance brute corrigée aux bornes de l'Alternateur	$PGT_{mens.cor} = 132493,549 \text{ (kw)}$

Tableau III-2 : Les données de Calcul énergétique

**CHAPITER IV : LES
METHODES DE
MAINTENANCE
DES TURBINES A
GAZ DANS LES
CENTRALES
ELECTRIQUE**

IV. Maintenance des centrales électrique

IV.1. Introduction

La maintenance d'une centrale électrique à turbine à gaz, comme pour tout processus industriel, doit être programmée afin d'assurer l'entretien ou la réparation de chaque composant de telle façon qu'il puisse exécuter sa fonction. La maintenance de la turbine à gaz et l'alternateur est indispensable est pour assurer une fonction fiable de ces dernier on doit respecter de façon minutieuse les programmes de maintenance de ces éléments principaux de la centrale électrique.

IV.2. Définition de la maintenance

La maintenance industrielle peut se définir comme le fait de maintenir ou de rétablir un équipement de production dans un état défini en amont afin que celui-ci soit en mesure d'assurer le service prévu. Lorsqu'une entreprise installe un système pour maintenir ses équipements de production, cela lui permet de prévenir un grand nombre de problèmes et de diminuer les pertes de productivité.

Elle implique une inspection des installations, mais également des données précises sur l'état des infrastructures, de l'équipement et des machines. Pour y arriver, de nombreuses entreprises se tournent vers des entreprises technologiques spécialisées dans la gestion de ces procédés industriels. Ces outils permettent de mesurer quotidiennement si les indicateurs sont bons. Mais surtout d'alerter lorsqu'un système arrive en zone critique et qu'une intervention est nécessaire. Les opérations de maintenances industrielles consistent également à se déplacer physiquement dans le lieu dédié pour inspecter toutes les installations et effectuer les réparations nécessaires. Le travail est souvent effectué par des techniciens spécialisés dans la maintenance industrielle.

IV.3. Les différents types de maintenance

IV.3.1. La maintenance corrective

Comme l'indique son nom, la maintenance corrective vise à diagnostiquer et corriger les défauts de fonctionnement de tout équipement ou ligne de production dès leur apparition. Si la panne qui perturbe le processus de production n'a pas été anticipée par d'autres types de maintenance, comme la maintenance préventive, les techniciens de maintenance industrielle s'occupent de la résolution du problème dès leur survenue. Il s'agit ici d'une maintenance

préventive non planifiée (sans planning) ou maintenance curative. Ce type de maintenance des installations peut coûter cher aux entreprises. Pour limiter ce coût, les industriels optent pour la maintenance corrective dite palliative, qui consiste à dépanner l'élément en cause du problème par un moindre coût et plus rapidement. Selon le niveau de cette panne, les opérations de maintenances des systèmes peuvent être réalisées par un opérateur (technicien/ technicienne de maintenance, chef d'équipe de maintenance, ingénieur de maintenance, responsable maintenance, etc.) pour améliorer et fluidifier les processus.

IV.3.2. La maintenance préventive

Ce type de maintenance s'applique par les techniciens chargés de la gestion des interventions de maintenance industrielle en amont de toute apparition de panne ou de dysfonctionnement. Elle touche aux pièces détachées, les pièces de rechange aux composants ainsi qu'aux machines et aux équipements de production afin de réduire le risque d'échec ou de défaillance. La digitalisation des entreprises industrielles a apporté de nombreuses solutions technologiques permettant aux techniciens d'effectuer, suivre, planifier et assurer la maintenance préventive efficacement pour s'assurer de l'état de fonctionnement des appareils de production.

IV.3.3. La maintenance préventive systématique [6]

Ce type de maintenance préventive se distingue par sa périodicité. Systématique, elle est réalisée par les techniciens à des intervalles de temps bien définis en amont. Ce service de maintenance préventive permet ainsi de remplacer les composants et les pièces détachées régulièrement, ce qui améliore la productivité des équipements industriels. Cet entretien préventif repose donc sur une inspection régulière des différents équipements permettant aux techniciens de collecter les informations nécessaires sur les différents composants de la chaîne de production et de prévenir efficacement les pannes et les défaillances.

IV.3.4. La maintenance préventive conditionnelle [5]

La maintenance préventive conditionnelle consiste à surveiller les paramètres et les indicateurs clés du fonctionnement du bien et à mettre en œuvre les actions correctives nécessaires afin d'anticiper toute panne et tout dysfonctionnement. De nombreux outils informatiques permettent d'automatiser ce type de maintenance des équipements (anciens et nouveaux équipements). Ainsi, les techniciens peuvent faciliter leur travail en optant pour la digitalisation des processus de maintenance industrielle.

IV.3.5. La maintenance prédictive

L'émergence des solutions de traitement et d'analyse des données ainsi que de l'intelligence artificielle a permis aux industriels de planifier la gestion de la maintenance prédictive ou prévisionnelle qui se base sur la prédiction des pannes et des dysfonctionnements. Dans le secteur industriel, ce type de maintenance 4.0 permet aux entreprises d'anticiper les problèmes en planifiant les actions de maintenance nécessaires basées sur les prédictions. Elle permet ainsi de limiter les dépenses causées par les pannes inattendues et des arrêts, les opérations de dépannage et la perturbation de la production pour assurer le bon fonctionnement des machines

IV.3.6. Types de révision

Il est conseillé de réaliser le travail suivant lorsqu'un turbogénérateur s'arrête pour des raisons externes au groupe turbine-générateur.

- ✓ Mesures adéquates, en conformité aux observations effectuées durant le fonctionnement
- ✓ Contrôles sélectifs sur les protections du générateur.

Il s'est avéré utile de distinguer les révisions en trois types.

IV.3.6.1. Petite révision (temps nécessaire : quelques jours)

Évidemment, les petites interventions de diagnostic peuvent être programmées, mais normalement elles peuvent saisir les occasions d'arrêt qui ne sont pas liées au générateur. Ces interventions sont définies principalement par les circonstances de fonctionnement et comprennent :

- Les mesures aptes à améliorer les conditions de fonctionnement ;
- Le contrôle des systèmes de sécurité, si présents ;
- Le contrôle des parties critiques du système de protection du générateur et de ses auxiliaires, si présents

IV.3.6.2. Révision mineure (temps nécessaire : 2 semaines environ)

Les révisions mineures sont des interruptions programmées du fonctionnement, avec un travail de préparation réalisé conformément au domaine planifié, et comprennent :

- Le contrôle des paliers;
- Le contrôle du système d'excitation;
- Le contrôle visuel des enroulements définitifs du stator, de leurs connexions et des bornes,

en tentant d'éviter leur démontage

- Le contrôle des extrémités des pôles du rotor
- Contrôle du système de protection du générateur.

Tous les contrôles et les travaux de démontage / montage doivent être réalisés par le personnel Formé et compétent. Si nécessaire, le domaine de la révision peut être étendu conformément aux observations effectuées durant le fonctionnement et conformément aux discussions relatives concernant le travail.

IV.3.6.3. Révision majeure (temps nécessaire : 7 semaines environ)

Une révision majeure concerne essentiellement les travaux suivants :

- ✓ Le contrôle des paliers;
- ✓ Le démontage et le contrôle du système d'excitation;
- ✓ La dépose et le contrôle du rotor du générateur;
- ✓ L'inspection de l'enroulement entier du stator (supports des têtes de l'enroulement, des cales des gorges, des connexions d'isolement, des connexions, des bornes);
- ✓ Le contrôle du paquet stator entier pour en vérifier la solidité et les dommages possibles;
- ✓ Le contrôle des réfrigérants;
- ✓ Le contrôle du système de protection du générateur

Tous les contrôles et les travaux de démontage / montage doivent être réalisés par le personnel formé et compétent. Si nécessaire, le domaine de la révision peut être étendu conformément aux observations effectuées durant le fonctionnement et conformément aux discussions relatives au travail.

IV.3.7. Maintenance de générateur

Une fois les révisions programmées, les contrôles planifiés sur les différentes parties de l'installation ou sur l'installation entière sont réalisés dans le but d'éviter des interruptions de Fonctionnement de l'installation causée par des pièces ou des installations endommagées. Si les intervalles prescrits sont respectés, les révisions rendent possible la détection de l'usure la reconnaissance prospective d'une panne et le remplacement à temps d'une pièce défectueuse. La disponibilité de la machine n'est pas seulement influencée par les erreurs de fonctionnement, mais aussi par la politique de maintenance préventive mise en œuvre. Les instructions programmées du fonctionnement doivent ainsi être réalisées à l'intérieur des limites économiquement valides, en

planifiant le travail pour obtenir des résultats de révision optimaux.

Ces objectifs sont possibles dans les conditions suivantes :

- ✓ Programmation de la révision pendant le temps adéquat
- ✓ Prévision soignée du travail à développer
- ✓ Planification globale des révisions et prestation compétente du travail, qui génère le temps le plus bref possible d'interruption du fonctionnement.

Pour créer ces conditions, une collaboration étroite et bien planifiée est nécessaire entre les opérateurs de l'installation et le fabricant de la machine.

IV.4. Inspection et entretien de la turbine à gaz

Un niveau élevé de disponibilité et fiabilité de la turbine à gaz prévoit des inspections régulières des composantes principales.

IV.4.1. Intervalles et séquence d'inspection

Les inspections sont programmées sur la base des heures de travail équivalentes. Les intervalles d'inspection obligatoires sont les suivants :

- ✓ toutes les 100 heures de fonctionnement, mais au moins une fois par mois
- ✓ toutes les 2000 heures de fonctionnement
- ✓ toutes les 4000 heures de fonctionnement
- ✓ toutes les 8000 heures de fonctionnement
- ✓ après des interruptions de fonctionnement de plus d'un mois.

Si la turbine à gaz est en fonctionnement à puissance continue, il est recommandé de renvoyer les inspections de 2000 et 4000 heures de fonctionnement jusqu'à l'interruption de fonctionnement suivante. Les inspections doivent être organisées de manière à minimiser l'impact sur le fonctionnement de la turbine à gaz

Plusieurs inspections doivent être réalisées pendant le fonctionnement afin de permettre l'évaluation du système dans des conditions de fonctionnement.

Les inspections effectuées avec la turbine à gaz au point mort doivent être réalisées pendant les interruptions de fonctionnement programmées (par exemple pendant les weekends) par un programme d'inspection détaillé (par exemple listes de contrôle).

IV.4.2. Inspection majeur

ANSALDO International fournit un support client complet consistant en un service total

incluant la maintenance et des programmes de modernisation de package.

IV.4.3. Les inspections planifiées et réalisées sur site sont

- ✓ Les inspections endoscopiques.
- ✓ Les inspections de combustion (IC).
- ✓ Les inspections des parties chaudes (IPC).
- ✓ Les inspections majeures (IM). [1]

IV.4.4. Ces inspections planifiées comprennent généralement

- ✓ Analyse vibratoire – Point zéro.
- ✓ Révisions générales des multiplicateurs, de l'alternateur et des auxiliaires.
- ✓ Mise à disposition des techniciens, superviseurs et ingénieurs.
- ✓ Fourniture des outillages spécifiques et des équipements.
- ✓ Calibration des systèmes de contrôle et de l'instrumentation.
- ✓ Fourniture de pièces.
- ✓ Essais de réception et de performance.
- ✓ Réhabilitation des auxiliaires.
- ✓ Réhabilitation des contrôles commandes
- ✓ Maintenance prédictive basée sur une analyse d'huile, d'analyse vibratoire, inspection endoscopique
- ✓ Contrôles non destructifs (CND) et analyse matière
- ✓ Equilibrage dynamique in situ sur des bancs transportables ou en atelier

IV.4.5. La maintenance lourde de groupe

- Durée de maintenance 55 jours ouvrables.
- Effectifs 40 agents de SPE dont 04 ingénieurs de maintenance et 25 techniciens supérieur maintenance et le reste des agents polyvalents. Supervisés sous 04 agents spécialistes du prestataire.

IV.4.5.1. Outillage de Travail

Outillage standard

- Electriques
- Pneumatiques
- Instruments de mesure et contrôle

- Marteaux, burins
- Pinces
- Clés fixes et mobiles
- Etau fixes et mobiles
- Limes
- Scies
- Mèches pour foreuse
- Poinçons
- Postes à souder oxyacétylénique
- Postes à souder à électrode
- Vêtements et équipements de protection
- Marteaux pour essais non destructifs
- Mètre à ruban
- Alésoir cylindrique 8
- Alésoir cylindrique 9
- Disques au diamant pour tronçonneuse
- Limes
- Mèches pour foreuse en hss
- Mesureur d'allongement boulons
- Mèches pour foreuse
- Poinçons
- Lissoirs

IV.4.5.2. Planning de la maintenance lourde du group

N° :	tache	Duré
1	Préparation de site	46.56 jours
2	Installation de site	32 hr
3	Arrêt de la turbine	24 hr
4	Vérification de la consignation et l'identification	4 hr
5	Taches préliminaire	0.25 jour



6	Démontage	12.56 jours
7	Assuré l'accessibilité à l'unité	3.5 jours
8	Inspections avant le démontage de la turbine	1.44 jours
9	Retirer les chambres de combustion	4.25 jours
10	Ouverture du corps de la turbine a gaz	4 jours
11	Vérification des jeux d'ailette	0.88 jour
12	Exposer le rotor de la turbine à gaz	5.06 jours
13	Soulèvement du rotor de la turbine à gaz	6.75 jours
14	Enlèvement des parties inferieur du stator	1.06 jour
15	Démonter rotor de la turbine à gaz	10.56 jours
16	Expertise	24.25 jours
17	Vérification visuelle	0.06 jour
18	Instrumentation (SPE)	1.25 jour
19	L'arbre intermédiaire	0.31 jours
20	Vireur (SPE)	0.13 jours
21	Gaine d'aspiration	0.06 jours
22	Compresseur général	7.88 jours
23	Cône d'admission d'air et support de porte palier	0.44 jours
24	Les ailettes de stator du compresseur .les portes ailettes	12.5 jours
25	Aubes du rotor compresseur, segments	12.31 jours
26	Palier de compresseur, palier de butée	0.56 jours
27	Enveloppe centrale compresseur, anti pompage	7.31 jours
28	Turbine général	2.56 jours



29	Turbine – enveloppe intérieure (innes casing)	1.63 jours
30	Turbine, aubes et porte aubes	8.94 jours
31	Turbine, ailette du rotor, segments (disques)	8.31 jours
32	Palier turbine, porte palier	0.69 jours
33	Echappement – turbine, support tiges	1.5 jours
34	Système d’huile, et levage (SPE)	0.38 jours
35	Chambre de combustion, général	1.88 jours
36	Chambre de combustion, Chambre jackets, trous Et dôme	1.19 jours
37	Chambre de combustion, tube de flamme, briques Anneaux d’air	9.56 jours
38	Chambre de combustion, Chambre de mélange	3.63 jours
39	Chambre de combustion, bruleurs	0.88 jours
40	Système de combustion, vanne d’action rapide et vanne de régulation (SPE)	2.25 jours
41	Vanne de gaz (SPE)	0.88 jours
42	Vanne de fuel (SPE)	0.88 jours
43	Taches intermédiaires	1.44 jours
44	Vérification montage de l’enveloppe intérieur	1.44 jours
45	Remontage	34.31 jours
46	Remontage du rotor de turbine	14.81 jours
47	Installation des pièces intérieures en TG	9.06 jours
48	Installation du rotor	4.69 jours
49	Installation des parties supérieures	4.38 jours
50	Remontage externe	4.56 jours
51	Positionnement axial de la TG	1.56 jours
52	Montage des Chambre de combustion cc1, cc2	8.88 jours
53	Alignement de l’arbre, serrage de l’couplement	3.75 jours
54	Remontage final	2.69 jours




55	essai	4.81 jours
56	essai à froid	4 jours
57	essai à chaud	1.75 jours

Tableau IV-1 : Planning de la maintenance lourde du groupe

IV.4.5.3. Contrôle de pièce du groupe

section	pièce	photo
turbine	Les ailettes du 4 ^{ème} étage (contrôle CND) ressuage (4 ailettes)	
compresseur	Les aubes du compresseur (contrôle CND)	


<p>Paliers</p>	<p>Les coussinets de différents de paliers (contrôle CND) (4)</p>	
<p>cheminée</p>	<p>Travaux de soudage a univeau diffuseur et cheminée</p>	



Alternateur	Vérification del'état du rotor	
	Vérification descalles d'encoche stator	
	Démontage et nettoyage et contrôledu système refroidissement	

<p>Alternateur</p>	<p>Extracti ondu rotor</p>	
--------------------	------------------------------------	--


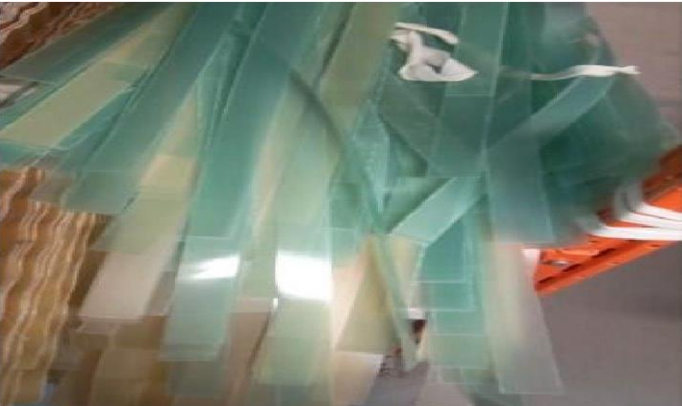
Tableau IV-2 : Contrôle de pièce du groupe



IV.4.5.4. Pièce de rechange du groupe

section	pièce	photo
<p>turbine</p>	<p>Les directrices de trois premiers étages turbine (1.2et3)</p>	

<p>turbine</p>		
	<p>Les ailettes detrois premiers étages de la turbine</p>	

Combustion	Chambres De mélangede deux chambre de combustion	
	La caisse chambre de combustion	
	Céramiques (brique réfractaire) Chambre de combustion	

<p>Système d'aspiration d'air</p>	<p>Les filtres d'admission d'air (1200 filtres)</p>	
<p>Alternateur</p>	<p>Remplacements des calles d'encoche stator alternateur</p>	

		
<p>Paliers</p>	<p>Coussinet de compresseur</p>	


<p>Paliers</p>	<p>Coussinet d'alternateur</p>	
	<p>Coussinet de Turbine</p>	

Tableau IV-3 : Pièce de rechange du groupe

IV.5. Conclusion

La maintenance industrielle des équipements et des ouvrages à un rôle important dans la fiabilité des centrales on suivants les plans de maintenance établir par les constructeurs de ces équipements.

Conclusion générale

Conclusion générale

Cette étude nous a permis de connaître les caractéristiques, la structure de la turbine à gaz ANSALDO V94.2, de bien comprendre son fonctionnement et son utilité dans les différents domaines industriels. Le bon fonctionnement de la turbine dépend du programme de maintenance préventive dans le but est de maintenir les équipements en bon état de marche, détecter les problèmes existants diagnostiquer la nature et la gravité des pannes mécaniques qui surviennent et comment rechercher les solutions à ces problèmes.

On constate que la température des gaz d'échappements est élevée ce que implique une grande perte d'énergie à l'échappement d'où l'idée de récupération de cette énergie indispensable pour améliorer le rendement de l'installation.

La turbine à gaz contribue dans une large mesure aux motorisations actuelles. Leur avantage de légèreté en impose l'usage dans l'aéronautique, tandis que dans le domaine des fortes puissances (production d'électricité) elles se démarquent par leur adaptation à des cycles combinés ou de cogénérations très performantes. Les moteurs à explosion eux ont leur puissance limitée à environ 10 MW pour des raisons de masse et d'encombrement.

Bibliographie

[1] Mémoire de fin d'étude (MAGISTRER)

Identification des éléments une centrale électrique thermique approche multi-model.

(Promotion 2010) Université de Badji Mokhetar - Annaba

[2] Manuel d'utilisation de la turbine à gaz MS 5002b -Nuovo Pignone – Florence- (1987)

[3] Manuel d'exploitation de maintenance de la turbine à Gaz **AE94.2**

[4] A. Benidir, << calcul énergétique de l'installation hybride thermique pour la production d'électricité >>, mémoire de fin d'étude de master en système énergétique et développement durable, Université de Mohamed Khider-Biskra, (juin 2013).

[5] Mémoire de fin d'étude (MASTER) Etude de turbine a gaz MS5002b

UNIVERSITE Kasdi Merbah – Ouaregla (Promotion 2013)

[6] Mémoire de fin d'étude (Ingénieur d'état) Université de 20 AOUT 1955 - Skikda (promotion 2010)

Résumé :

Dans ces dernières années, les turbines à gaz industrielles jouent un rôle important dans les systèmes de production de puissance, telles que les centrales électriques la production des produits Pétroliers etc. et puisque Le secteur économique de l'énergie occupe une place prédominante dans l'économie de l'Algérie. La production et la consommation d'énergie, y compris dans le secteur de l'électricité, sont tirées des hydrocarbures à plus de 99 %.et surtout les centrales électrique que utilise les turbines à gaz dans la conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique tel que plus de 80 % des centrales utilisée les turbines à gaz et Pour cela nous avons proposé Ce sujet dans le cadre d'un stage pratique au niveau de «Centrale électrique de LABREG de construction ANSALDO est situé dans la commune de BABAR willaya de KHENCHELA.sur le titre : Etude énergétique et les méthodes de maintenance des turbines à gaz pour les centrales électriques(Centrale électrique de LABREG).

Summary:

In recent years, industrial gas turbines play an important role in power generation systems, such as power plants that produce the products Oil tankers etc. and since the economic sector of energy occupies a predominant place in the economy of Algeria. Energy production and consumption, including in the electricity sector, are more than 99% derived from hydrocarbons, and especially power plants that use gas turbines in the conversion of mechanical energy into energy electricity such as more than 80% of the power stations used gas turbines and For this we proposed This subject within the framework of a practical training course at the level of "Power station of LABREG of construction ANSALDO is located in the commune of BABAR willaya of KHENCHELA.on the title: Energy study and methods of maintenance of gas turbines for power plants (Centrale power de LABREG).

ملخص

في السنوات الأخيرة، لعبت توريينات الغاز الصناعي دورًا مهمًا في أنظمة توليد الطاقة، مثل محطات الطاقة التي تنتج المنتجات ناقلات النفط الخ. وبما أن القطاع الاقتصادي للطاقة يحتل مكانة سائدة في الاقتصاد الجزائري. إن إنتاج الطاقة واستهلاكها، بما في ذلك في قطاع الكهرباء ، مشتق من الهيدروكربونات بنسبة تزيد عن 99% ، وخاصة محطات الطاقة التي تستخدم توريينات الغاز في تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية مثل أكثر من 80% من محطات توليد الكهرباء التي تستخدم توريينات الغاز ولهذا اقترحنا هذا الموضوع في إطار دورة تدريبية عملية على مستوى "محطة كهرباء لابرق للبناء تقع المحطة في بلدية بابار ولاية خنشلة بعنوان : دراسة الطاقة وطرق صيانة الغاز توريينات لمحطات الطاقة لبرق .