

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA

BADJI MOKHTAR ANNABA-UNIVERSITY



جامعة باجي مختار عنابة

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIRAT

DEPARTEMET DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

INTITULE

**Etude des modes de dégradation et proposition d'un
plan d'amélioration de MN d'une turbine à vapeur
[TERMOMECCANICA –DE LAVAL SERIE CA]**

DOMAINE: SCIENCE ET TECHNIQUE

FILIERE: GENIE MECANIQUE

SPECIALITE : MAINTENANCE INDUSTRIELLE ET FIABILITE MECANIQUE

PRESENTE PAR : SAKHRI AHMED NACER EDDINE

DIRECTEUR DU MEMOIRE : Pr. KHELIF RABIA

DEVANT LE JURY

PRESIDENT: KHELIF RABIA MCA UBM ANNABA

EXAMINATEURS :

- | | | |
|----------------------|-----|------------|
| - Dr.BOURENANE.J | MCA | UBM ANNABA |
| - Dr.BOUTECHICHE.S | MCB | UBM ANNABA |
| - Dr.MERABTINE.ABD.M | MCB | UBM ANNABA |
| - OMRI .M.S | MAA | UBM ANNABA |

Année 2015 - 2016

REMERCIEMENT

Je remercie notre Dieu pour tout ce qu'il nous offre

*Tout d'abord un grand merci à mon encadreur et ami
Mr MERABET AHCENE de l'unité, pour son orientation et
ses précieux conseils qui m'ont aidé beaucoup dans mon
travail.*

*Je remercie **Mr KHELIF RABIA** directeur de mémoire de fin
d'étude et tout le corps enseignant qui ont contribué à
ma formation en lui exprimant mon profond respect.*

*Je souhaite remercier également tout le personnel du
département de génie mécanique et toutes les personnes qui
ont aidé, de près ou de loin à la réalisation de ce travail de fin
d'étude.*

*Mes remerciements vont également à tous mes collègues et
mes amis pour leur soutien.*



Dédicaces

Grace à dieu le tout puissant et en signe de reconnaissance à tous les sacrifices consentis pour ma réussite et la volonté pour mener à bien ce modeste travail que je dédie :

Aux personnes les plus chères à mon cœur et qui ont attendu avec patience les fruits de leur bonne éducation, à mes chers parents.

*A ma grand-mère **BOURASSE AICHA** toujours dans mon cœur*

*A mes frères **ABDOU, SALAH***

A mes sœurs que j'admire tant pour leurs parcours de formation que pour leurs réussites professionnelles qui m'ont soutenu et encouragé.

A tous ceux que j'aime et qui m'aime, ma famille, mes amis et à tous ceux qui ont l'amour d'apprendre.

SAKHRI AHMED NACEREDDINE

Sommaire

CHAPITRE I : Présentation du complexe RA1k et Généralités sur les turbomachines

I.1. Présentation du complexe RA1K :	4
I.1.1. Introduction :	4
I.1.2. Présentation de l'organisme d'accueil : SONATRACH :	4
I.1.2.1. Historique :	4
I.1.2.2. La dimension internationale de la SONATRACH :	4
I.1.3. Historique de l'entreprise « NAFTEC » :	5
I.1.4. Présentation de la raffinerie de Skikda :	5
I.1.5. Organigramme du complexe de raffinage de pétrole de Skikda :	7
I.1.6. Présentation générale des unités de procédés :	7
Département.....	7
I.1.7. Unités annexe et utilités :	8
I.2. Généralités sur les turbomachines :	11
I.2.1. Définition :	11
I.2.2. Fonctions et domaines des turbomachines :	11
I.2.3. Notion d'étage _ Échanges d'énergies :	13
I.2.3.1. Géométries des turbomachines :	13
I.2.3.2. Notion d'étage :	14
I.2.4. Classification :	16

CHAPITRE II : Présentation de la TAV [TERMOMECCANICA –DE LAVAL SERIE CA]

II.1. Définition :	18
II.2. Limite technique – avantage :	18
II.3. Principe de fonctionnement :	18
II.4. Présentation de la TAV [TERMOMECCANICA –DE LAVAL SERIE CA]	19
II.4.1. Généralité	19
II.4.2. caractéristiques d'emploi	20
II.4.3. Matériaux	20
II.4.4. Accessoire et caractéristiques standard	21
II.4.5. APPAREILLAGES SUR DEMANDES	21
II.4.6. Accessoires Standard	21
II.4.7. accessoires sur demande	23

II.4.8. Installation	25
II.4.9.Fonctionnement.....	28
II.4.10.Montage	32

CHAPITRE III : Etude des modes de dégradations de turbine à vapeur {AMDEC}

III.1 Dégradation des matériaux :	37
III.1.1 Introduction :.....	37
III.1.2 Mécanisme de dégradations :.....	37
III.1.3 Diagramme d'endurance :.....	37
III.1.4 Facteurs influant sur la résistance à la dégradation :	38
III.1.5 Paramètres d'ordre métallurgique :.....	40
III.2. Etude AMDEC :	41
III.2.1 Introduction.....	41
III.2.2 Définition de l'AMDEC : AFNOR (Norme X-510).....	41
III.2.3 Principe de basse.....	42
III.2.3.1 Objectifs de l'AMDEC	42
III.2.3.2 Les avantages et les inconvénients	42
III.2.3.3 Déroulement de la méthode	43
A. initialisation.....	43
B. Décomposition fonctionnelle.....	47
C . Analyse AMDEC.....	54
D . Synthèse	57

CHAPITRE IV : Plan d'amélioration de MN

IV.1. Introduction.....	64
IV.2. Objectifs.....	64
IV.3. Conditions d'établissement	64
- Principales actions intégrées au plan de maintenance	65
IV.4. Démarche générale d'établissement du plan de maintenance	66
IV.5. Stratégie de mise en place d'un plan de maintenance	67
- Sources disponibles et utilisées	67
- Définition des actions de maintenance à prévoir dans le plan.....	67
- Définition des périodicités	69

- Mettre en place un programme d'entretien préventif.....	70
IV.6. Aspect organisationnel	75
<u>Conclusion générale</u>	76

Introduction

La production industrielle a connu un développement considérable grâce à l'amélioration de la technologie, de la maintenance et de la sécurité de fonctionnement des machines et des équipements industriels, ce progrès a pour but essentiellement :

- ❖ L'augmentation de productivité ;
- ❖ L'utilisation de la machine et de l'équipement de manière optimale en réduisant les durées et les coûts de la maintenance.

Parmi ces machines, les turbines à vapeur qui sont très sensibles dans le domaine des hydrocarbures.

Ces turbines représentent un investissement considérable pour les unités de raffinage et les trains de liquéfaction, de plus les défaillances d'arrêts de ces équipements entraînant la plus part du temps des grandes perturbations ou même l'arrêt de production.

Il est donc essentiel d'empêcher la défaillance des turbines, en assurant leur disponibilité d'où la nécessité d'un programme de maintenance adéquat, et un entretien rigoureux.

Résumé

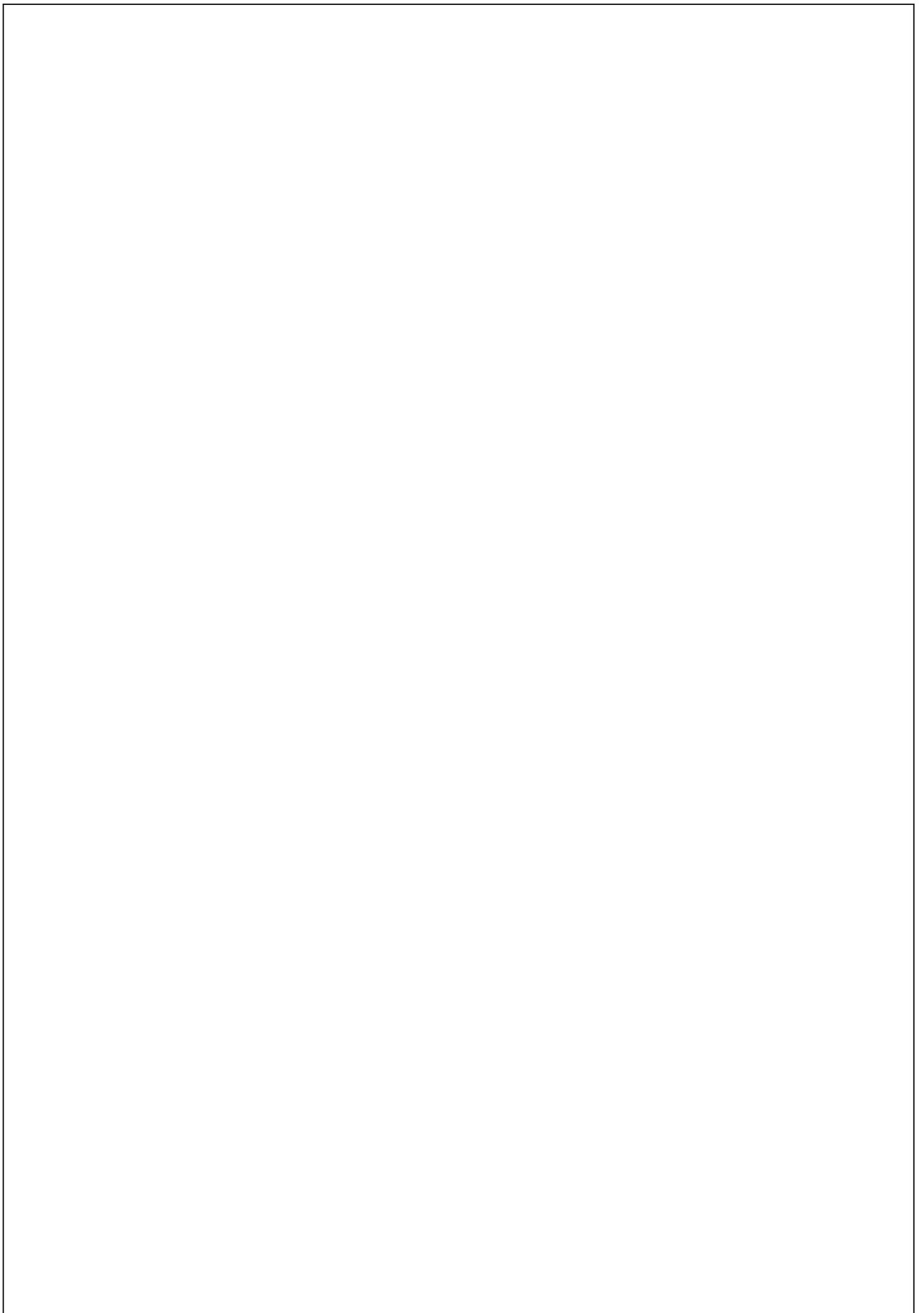
Les turbines représentent un investissement considérable pour les unités de la raffinerie de Skikda, de plus les défaillances et les arrêts de ces équipements entraînent la plus part du temps des grandes perturbations et même l'arrêt de production d'où la nécessité de la maintenance afin de les protéger, donc augmenter leurs durées de vie.

Ce travail concerne l'étude des modes de dégradations de la turbine à vapeur [TERMOMECCANICA –DE LAVAL SERIE CA] ainsi qu'une proposition d'un plan d'amélioration de maintenance.

Cette étude est présentée sous la forme de quatre chapitres, le premier chapitre consiste en une présentation de l'entreprise et une introduction sur les turbomachines, ainsi les constituants qui influent sur son efficacité de fonctionnement. Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la turbine à vapeur [TERMOMECCANICA –DE LAVAL SERIE CA].

Une étude des modes de dégradation en appliquant la méthode AMDEC, fait l'objet du troisième chapitre.

Le dernier chapitre est consacré à la proposition d'un plan de maintenance pour l'amélioration nécessaire du fonctionnement de la turbine.



I.1. Présentation du complexe RA1K :

I.1.1. Introduction :

Grâce à des techniques de plus en plus perfectionnées, l'homme a découvert et exploiter l'une après l'autre, les richesses de la nature telles que l'énergie (les gisements de charbon, de pétrole et du gaz).

Incontestablement, le pétrole et le gaz sont les richesses naturelles les plus importantes de notre pays, la matière de base connu sous le terme pétrole brut constitue non seulement une source d'énergie, mais aussi une matière première pour plusieurs industries en pleine expansion.

Le pétrole brut dont le marché mondial connaît une forte croissance, sont devenus de nos jours parfaitement intégrés en tant que source d'énergie inévitable.

I.1.2. Présentation de l'organisme d'accueil : SONATRACH :

I.1.2.1. Historique :

L'état a créé par décret du 31 décembre 1963, complété par celui du 21 septembre 1966, la société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures liquides et gazeux SONATRACH : (**Société National de Transport et Commercialisation des Hydrocarbures**)

Instrument actif du recouvrement de la souveraineté économique dans un domaine vital pour l'avenir de pays. Ce que lui a permis de se frayer un chemin parmi les plus grandes compagnies du monde.

I.1.2.2. La dimension internationale de la SONATRACH :

Grâce à la situation géographique privilégiée du pays, la SONATRACH a dû développer son action commerciale vers les états unis et l'Europe de l'ouest et évidemment les pays de Maghreb.

La SONATRACH occupe une place capitale dans l'économie du pays, elle emploie 3700 agents tous cors de métiers confondus, elle est gérée par un directeur général avec collaboration de 4 directeurs adjoints.

I.1.3. Historique de l'entreprise « NAFTEC » :

Avant janvier 1982 le complexe de raffinage de pétrole de SKIKDA était géré par la société nationale SONATRACH.

A partir du 02 janvier 1982 la société SONATRACH a été restructurée en 13 entreprises, parmi ces entreprises, l'Entreprise nationale de raffinage et de distribution de produits pétroliers l'E.R.D.P créée par décret 80-101 du 06 avril et mise en place le 02 janvier 1982.

L'E.R.D.P est placée sous tutelle du ministère de l'énergie et des industries pétrochimiques.

A partir du 02 février 1985 l'E.R.D.P a été transformée sous le nom commercial NAFTAL. Cette dernière est subdivisée en quatre unités à savoir :

- Unité NAFTAL de raffinage.
- Unité NAFTAL de distribution.
- Unité NAFTAL portuaire.
- Unité NAFTAL de maintenance.

A compter du 25 août 1987 et par décret 87-190 fut créée l'Entreprise nationale NAFTEC qui a pris en charge une des activités dévolues initialement à NAFTAL en l'occurrence la promotion, le développement, la gestion et l'organisation de l'industrie du raffinage par notamment le traitement du pétrole brut et du condensât ainsi que du brut réduit importé en vue d'obtenir des produits raffinés destinés à la consommation nationale et à l'exportation.

Actuellement l'Entreprise nationale de raffinage de pétrole gère l'ensemble des trois raffineries se situées à Skikda, Alger et Arzew.

I.1.4. Présentation de la raffinerie de Skikda :

Le Complexe de raffinage de pétrole de Skikda baptisé RA.1K a pour mission de transformer le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud avec une capacité de traitement (15 millions t/an) ainsi que le brut réduit importé (271100 t/an).

Cette raffinerie est située dans la zone industrielle à 7 km à l'est de Skikda et à 2 km de la mer, et est aménagée sur une superficie de 183 hectares environ.

Elle emploie à l'heure actuelle 1400 travailleurs. La raffinerie de Skikda a été construite en janvier 1976 à la suite d'un contrat signé le 30 avril 1974 entre le gouvernement algérien et le constructeur italien SNAM PROGETTI et SAIPEM. Le coût total de cette réalisation s'est élevé à 3.402.872.000 DA.

Il faut noter qu'en 1989 d'autres nouvelles unités ont été réalisées par la société Japonaise J.G.C corporation, en l'occurrence l'unité de pré-traitement et de Reforming catalytique II (platforming U. 101/103) et l'unité de traitement et de séparation des gaz (U. 104), ces deux unités ont démarrées en Octobre 1993 ainsi que leurs unités d'Utilités (Chaudière : « G4 », Turbo alternateur : « U1050 » et l'unité Blinder : « U600 »).

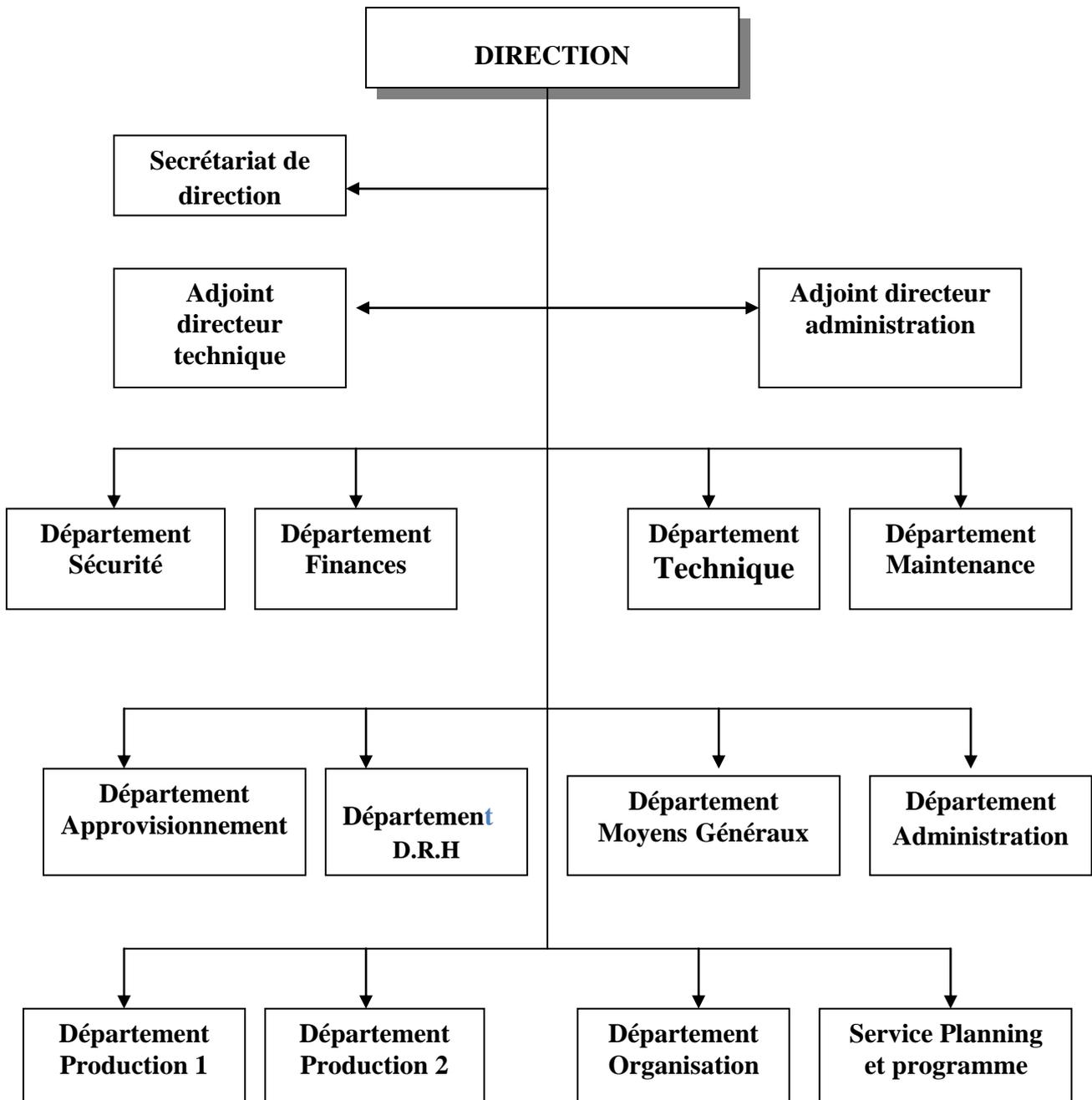


Figure I.1 : Vue aérienne de la Zone Industrielle de Skikda



Figure I.2 : Vue du Satellite de la Raffinerie de Skikda

I.1.5. Organigramme du complexe de raffinage de pétrole de Skikda :



I.1.6. Présentation générale des unités de procédés :

La raffinerie est divisée en différentes zones et en outre elle comprend 09 unités de production :

- Unité 10/11 de distillation atmosphérique (Topping).
- Unité 100 de pré traitement et de reforming catalytique (magnaforming).

- Unité 101.103 de pré traitement et de reforming catalytique (platforming).
- Unité 30/31 et 104 de traitement et séparation des gaz (GPL).
- Unité 200 d'extraction des aromatiques.
- Unité 400 de cristallisation et séparation du para xylène.
- Unité 70 de distillation sous vide (production du bitume).

I.1.7. Unités annexe et utilités :

- Unité 600 de stockage, mélange et expédition (melex).
- Unité 1050 : centrale thermique électrique et utilités (C.T.E)

❖ Présentation succincte de ces unités :

1. Topping (Unités 10/11) :

Le topping ou distillation atmosphérique a pour but de fractionner le brut en différentes coupes stabilisées, pouvant être utilisées pour l'obtention de produits finis (Naphta / Gaz oil / Fuel oil...) ou pour alimenter d'autres unités situées en aval (magnaforming, platforming, gaz-plant).

2. Magnaforming - Platforming (unités 100 et 103) :

Le magnaforming et le platforming ont pour but de transformer le naphta moyen et lourde obtenue à partir du topping en un produit reformât utilisé comme charge pour les unités d'aromatiques (unité 200 et 400).

Cette transformation qui a pour conséquence une augmentation de l'indice d'octane de 45 à 99 permet aussi d'utiliser le réformât obtenu pour la fabrication des essences.

3. G.P.L (unités 30/31 et 104) :

Ces unités ont pour but de séparer à partir des GPL obtenus des unités topping et magnaforming ainsi que platforming, le butane et le propane commercial, le reste est utilisé comme fuel gaz.

4. Extraction des aromatiques (unité 200) :

Cette unité utilise une charge obtenue à partir de l'unité de magnaforming par extraction au sulfone, elle permet de séparer le benzène et toluène des autres familles d'hydrocarbures.

Le mélange benzène-toluène est ensuite fractionné en vue de l'obtention de produits à très haute pureté.

5. Cristallisation du para-xylène (unité 400) :

Cette unité utilise une charge venant de l'unité de magnaforming, elle permet par cristallisation de séparer le para-xylène des autres xylènes (méta, ortho) et éthyle benzène le para-xylène est commercialisé comme telle, le reste peut être utilisé comme base pour obtention des essences ou commercialisé sous forme de mélange xylène pouvant être utilisé comme solvant pour la fabrication de peintures etc.

6. Production et conditionnement bitumes (unité 70) :

Cette unité est constituée de deux sections :

- La section bitume routier : elle produit du bitume routier par distillation sous vide d'un brut réduit importé.
- La section bitume oxydé : cette section utilise comme charge une partie du bitume et du slop wax produit par l'unité de bitume routier. Par oxydation avec de l'air dans un réacteur elle permet d'obtenir le bitume oxydé, qui après conditionnement (mis en sachet) peut être utilisé pour les revêtements d'étanchéité etc.

7. Centrale thermoélectrique et utilités C.T.E (unité 1050) :

La centrale thermique est utilisée et conçue par la production, le conditionnement et la distribution au sein de la raffinerie des utilités suivantes :

- Air comprimé
- Vapeur basse, moyenne et haute pression.
- Eaux de refroidissement, eaux potable et anti-incendie.
- Azote (gaz inerte).
- Fuel gaz et gaz naturel.
- Électricité

8. Unité de stockage, mélange et expédition des produits finis (unité 600) :

La raffinerie possède une capacité de stockage de 2.500.000 m³ environ. L'unité comprend les équipements nécessaires au mouvement blending et exportation des produits finis.

L'évacuation des produits finis se fait par un réseau de canalisation vers les deux ports de Skikda, les dépôts GPL et carburants de Skikda ainsi que le centre de distribution du Khroub (Constantine).

L'évacuation du bitume routier se fait quant à elle par camions et par pipeline vers l'ancien port.

La raffinerie de Skikda est conçue pour permettre la production de carburant, aromatique, bitumes et gaz selon les répartitions suivantes :

- Propane butane : utilisation domestique.
- Essence normale – essence super : utilisation automobile.
- Naphta « a »-« b »-« c » : industrie pétrochimique.
- Kérosène Jet A1 : Transport aérien.
- Gaz oil MI – gaz oil B.P gaz oil N.P : véhicule lourd utilisation domestique.
- Aromatiques : benzène – toluène – para xylène – mélange xylène – éthyle
- Benzène : utilisation peinture, plastique, pharmaceutique.
- Bitumes routiers – bitumes oxydes : pour le pavage et revêtement d'étanchéité.
- Bunker fuel oil fuel – oil lourd: transport maritime plus chaudière.

La raffinerie de Skikda de par l'ampleur de la complexité de ses installations et les énormes investissements qu'elle a exigés, joue un rôle important et stratégique dans la vie économique du pays et nécessite de ce fait une prise en charge effective des contraintes techniques imposées par aussi bien son exploitation courante que par l'évolution des technologies de par le monde.

Nous présenterons dans le deuxième chapitre l'unité de récupération de gaz « U 104 » dont la section traitement de GPL rencontre une contrainte technique durant la phase de régénération nécessitant une réflexion approfondie notamment dans le domaine de la régulation automatique.

I.2. Généralités sur les turbomachines :

I.2.1. Définition :

Une turbomachine est une machine tournante qui réalise un transfert d'énergie entre son arbre propre, et un fluide en mouvement. Ce transfert peut s'effectuer dans les deux sens :

- ✓ Une récupération de l'énergie du fluide sur l'arbre de la machine (fonction réalisée par les machines de type turbine)
- ✓ Une augmentation de l'énergie du fluide par fourniture d'énergie mécanique sur l'arbre de la machine (fonction réalisée par les machines de type compresseur, ventilateur, pompe...) [9].



Figure I.2.1: Turbine à vapeur industrielle.

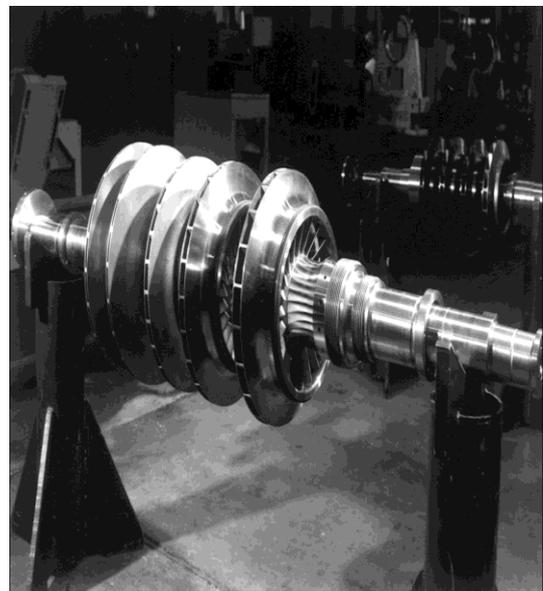


Figure I.2.2 : Rotor de compresseur centrifuge.

I.2.2. Fonctions et domaines des turbomachines :

A. Récupération de l'énergie d'un fluide (turbines):

- _ liquide : récupération d'énergie potentielle hydraulique (barrages,...)
- _ Gaz : turbines à gaz, turbocompresseurs, turbopompes, ...
- _ turbines associées à d'autres éléments (compresseurs, chambres de combustion,...) pour la production d'énergie mécanique, ou pour la propulsion en aéronautique.

B. Compression de gaz (compresseurs) :

_ Fonction qui se présente dans des domaines très diversifiés : industrie chimique (pression de réaction), industrie pétrolière (extraction du pétrole), ou simplement création d'air comprimé.

_ Compresseurs associés à d'autres éléments (turbines, chambres de combustion,...) pour la production d'énergie mécanique, ou pour la propulsion en aéronautique.

C. Transport de fluide :

_ Élévation : fournir une énergie pour vaincre le champ gravitationnel (pompes).

_ Transport horizontal : apport périodique d'énergie au fluide pour vaincre les pertes de charges (boosters).

D. Ventilation :

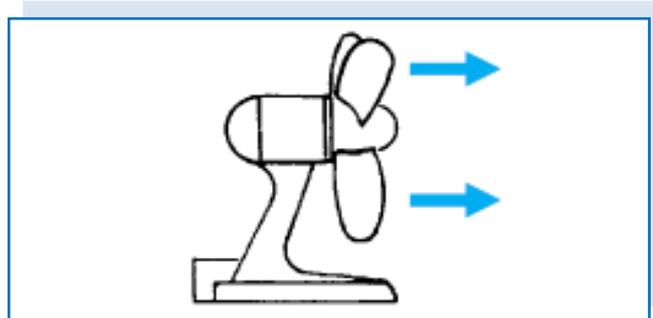


Figure I.2.3 : Ventilateur de table.

E. Production d'énergie mécanique à partir d'une source de chaleur :

_ Production réalisée par des turbines à gaz ou des turbines à vapeur. Ces machines associent dans un cycle thermodynamique turbines, compresseurs, sources de chaleur, refroidisseurs,... Puissance variant de quelques kW à plusieurs dizaines de MW.

_ Production d'énergie électrique (aérospatiale, avions, chars, réseau nationale,...)

_ Production d'énergie mécanique : entraînement d'hélice de bateau, d'avion (turbopropulseur), de rotor d'hélicoptère ...

_ Turbines à vapeur essentiellement destinées à la production de forte puissance d'énergie électrique dans les centrales thermiques.

F. Propulsion par réaction :

Ces machines associent dans un cycle thermodynamique turbines, compresseurs, chambres de combustions, tuyères...

- ✓ Turboréacteurs.
- ✓ Turbofans (multiflux).

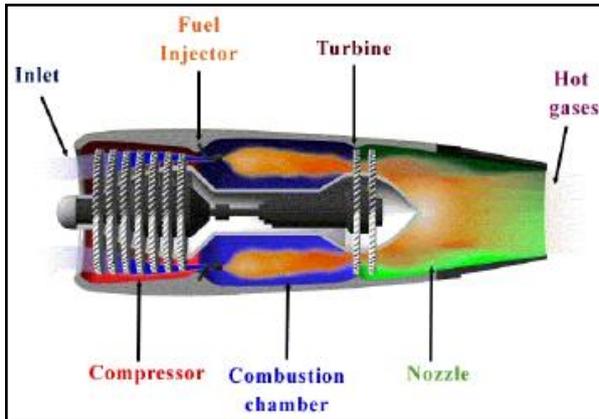


Figure I.2.4 : Turboréacteur.

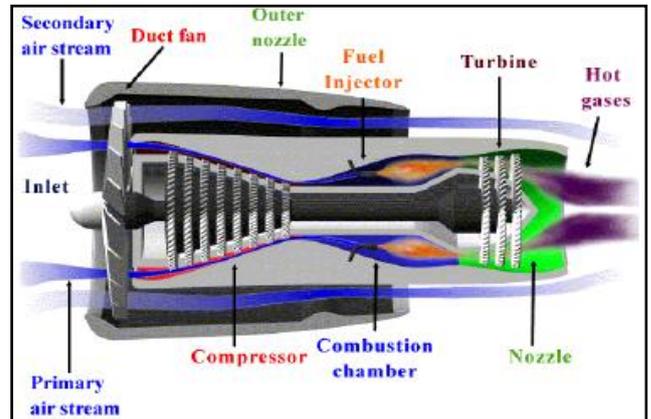


Figure I.2.5 : Turbofans.

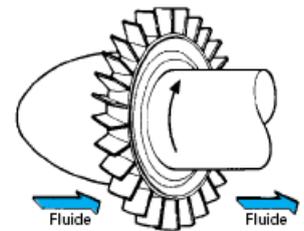
I.2.3. Notion d'étage _ Échanges d'énergies :

I.2.3.1. Géométries des turbomachines :

Les géométries sont très diverses (de l'éolienne à la Pelton), mais une majorité des turbomachines peut être répertoriée en 3 catégories :

- Les machines axiales :

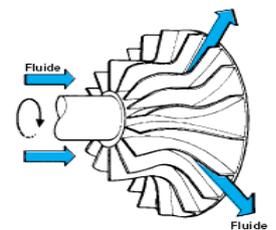
Le fluide entre et sort avec une vitesse débitante approximativement axiale. Machines caractérisées par des débits importants, mais des taux de pression limités (de l'ordre de 1,4 pour un compresseur transsonique et de 2 pour un compresseur supersonique).



Axiale

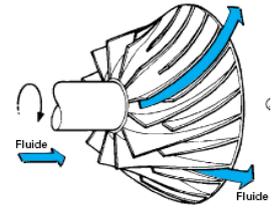
- Les machines centrifuges :

Le fluide sort approximativement dans un plan radial, l'entrée pouvant ne pas être radiale. Machines caractérisées par des débits limités et des taux de pression important (pouvant atteindre 10 grâce au travail de la force de Coriolis et à l'augmentation de la pression statique liée à l'action de la force centrifuge).



Centrifuge

- Les machines hélico centrifuges
- Les machines mixtes : (hélico centrifuges).



Hélico centrifuges

I.2.3.2. Notion d'étage :

Un étage de turbomachine se compose d'une partie mobile appelée rotor (ou roue) et d'une partie fixe appelée stator (ou selon le cas : redresseur, distributeur, diffuseur,...).

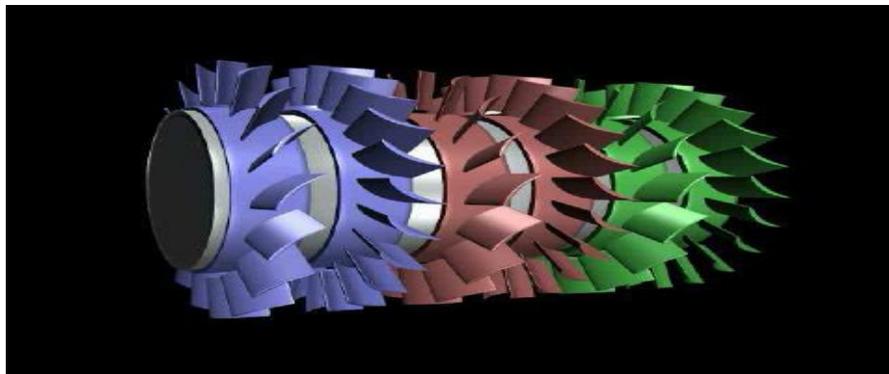


Figure I.2.6 : Un étage de turbomachine.

I) Le stator :

➤ Rôle :

- Modifier la forme d'énergie (énergie cinétique en pression, ou inversement).
- Il existe comme pour la roue mobile une force exercée par le fluide sur les aubes, liée à la déflexion de l'écoulement.
- Par contre l'aube étant fixe, il n'y a pas de déplacement du point d'application de la force. Donc pas de travail => pas d'échange d'énergie
 - Redresseur de compresseur axial :
 - Situé en aval de la roue mobile
 - Rôle : redresser l'écoulement vers la direction axial, transformant ainsi l'énergie cinétique de la composante giratoire de vitesse en pression statique. « Orienter » le fluide dans une direction compatible avec le prochain étage.
 - Distributeur de turbine axiale :
 - Situé en amont de la roue mobile

- Rôle : provoquer une giration de l'écoulement, transformant ainsi une partie de l'énergie de pression statique disponible sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie est ensuite récupérée au niveau de la roue mobile.
- Diffuseur de compresseur centrifuge :
- Récupération de pression statique avec l'augmentation de la section de passage (rayon).

2) Le rotor :

- Rôle :
 - Assurer le transfert d'énergie entre l'arbre de la machine et le fluide en mouvement.
 - L'écoulement étant défléchi au passage de la roue, il existe donc une force exercée par le fluide sur les aubages.
 - Le point d'application de la force se déplace du fait de la rotation des aubages, il y a donc travail => échange d'énergie.
- Énergie de pression :

Une turbomachine échange nécessairement de l'énergie de pression avec le fluide (même si cela ne doit pas être sa fonction principale).

 - Cas compresseur : augmentation de la pression pour compenser les pertes de charge du circuit.
 - Cas turbine : une partie de l'énergie récupérée l'est toujours sous forme de pression.
- Énergie cinétique :

Une turbomachine échange nécessairement de l'énergie cinétique avec le fluide du fait de la giration de l'écoulement au passage de la roue mobile.
- Énergie calorifique :

Il n'y a pas d'énergie calorifique directement échangée entre le fluide et la roue.

 - Cependant le fluide peut recevoir de la chaleur naissant de la dégradation d'une partie de l'énergie cinétique => travail des forces de frottement liées à la nature visqueuse du fluide.
 - Phénomène de dissipation principalement localisé près des parois = transformation de la forme d'énergie et non transfert de l'énergie (« pertes » => rendement).
 - Faible surface des parois en rapport avec les grands débits rendent les échanges de chaleur avec l'extérieur négligeable => parois considérées comme adiabatiques [9].

I.2.4. Classification :

On peut classifier les turbomachines selon plusieurs critères, on cite les trois les plus utilisés :

- Le rôle de la machine : motrice ou réceptrice.
- La nature de fluide : compressible ou incompressible.
- La direction de l'écoulement : axial, radial ou mixte...etc.

II.1. Définition :

La turbine à vapeur est un moteur thermique à combustion externe, fonctionnant selon le cycle thermodynamique dit de Clausius Rankine. Ce cycle se distingue par le changement d'état affectant le fluide moteur qui est en général de la vapeur d'eau.

En pratique la température est limitée à 550 ou 580°C et le maximum mis en œuvre est de 650°C. La pression est de l'ordre de 180 bars et atteint 250 bars pour les installations supercritiques.

II.2. Limite technique – avantage :

Le principal avantage des turbines à vapeur est d'être des moteurs à combustion externe. De ce fait, tous les combustibles (gaz, fuel, charbon, déchets, chaleur résiduelle) et notamment les moins chers peuvent être utilisés pour l'alimenter en vapeur. Le chauffage peut même se faire par énergie solaire. Le rendement peut atteindre des valeurs assez élevées d'où des frais de fonctionnement réduits.

Par contre, le coût et la complexité des installations les réservent le plus souvent à des installations de puissance élevée pour bénéficier d'économies d'échelle. Hormis des cas particuliers, les moteurs et turbines à gaz sont mieux adaptés en dessous d'environ 10 MW.

II.3. Principe de fonctionnement :

La vapeur admise dans la turbine par la vanne d'admission est détendue dans une ou plusieurs tuyères.

A la sortie de la tuyère la vapeur est animée d'une très grande vitesse.

La vapeur vient alors percuter les ailettes de la roue de la turbine qu'elle met alors en rotation.

A la sortie de la roue, la vapeur ressort avec encore une grande vitesse ; elle peut être réutilisée après être passée dans une chambre d'inversion qui lui redonne une orientation correcte vis-à-vis de l'aubage. Puis elle est évacuée par la tubulure d'échappement.

A vitesse constante la puissance fournie par la turbine est égale à celle consommée par la machine entraînée.

Toute variation de la puissance consommée, entraîne une variation de la vitesse de rotation si l'on ne modifie pas la puissance motrice de la turbine.

II.4. Présentation de la TAV [TERMOMECCANICA –DE LAVAL SERIE CA]

II.4.1. Généralité :

Les turbines de Laval, classe ‘CA’, sont du type à une seule roue à action avec deux chutes de vitesse ; elles sont convenables pour une vaste gamme d’utilisation, soit directement accouplées soit par l’intermédiaire de réducteur. Une vue d’ensemble de la turbine ‘CA’ est illustrée dans la **Figure.III.1**.

Les spécifications de projet, les matériaux, les caractéristiques standard et les accessoires de la turbine sont indiquées dans la table I, tandis que dans la table II sont indiquées les caractéristiques extra et optionnelles et les accessoires disponibles pour satisfaire les demandes spécifiques.

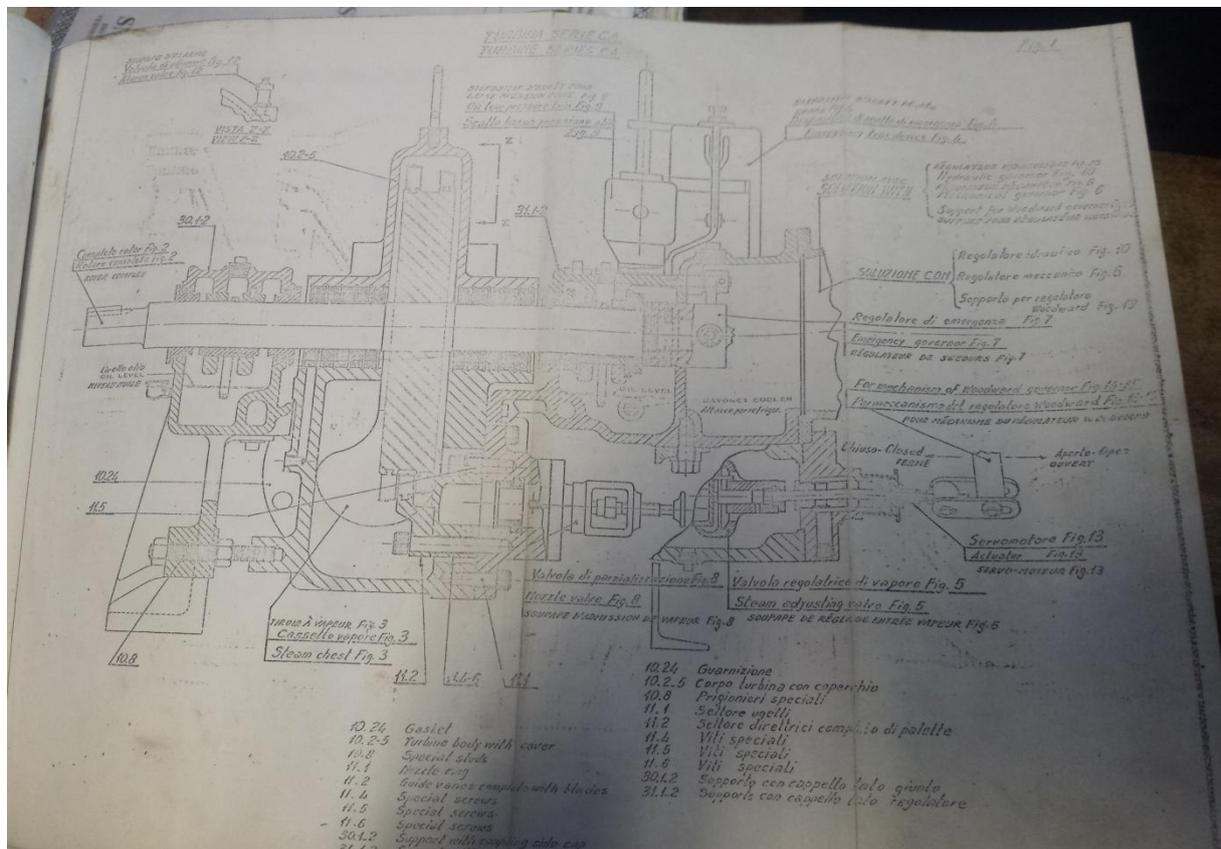


Figure .II.1. Une vue d’ensemble de la turbine ‘CA’

TABLE I:**II.4.2.caractéristiques d'emploi**

Turbine types		LCA	MCA
Pression max « admis »	Ata	45	45
Tempér * max« admis »	°C	440	440
Pression max *décharge	Ata	7	7
Vitesse rotation max	T/mn	6000	6000
Puissance max	Cv	1000	2000
Bride entrée		4'' ASA600 RF	6''ASA600 RF
Bride sortie		8''ASA150 RF	10''ASA150 RF
Rotation(vue du Régulateur)		Horaire ou anti-horaire	Horaire ou anti-horaire
Nombre de tuyères max		9	13
Vitesse critique	T/mn	9200	10200
Diamètre max *de l'air			
Bre et accouplement	mm	63,5	63,5
Poids	Kg	770	1100

II.4.3.Matériaux

Tuyères – Acier résistant à la corrosion.

Aubes – Acier résistant à la corrosion.

Roues – Acier au carbone forgé.

Arbre – suivant la puissance requise, il peut être en acier au carbone, étiré et traité ou bien en acier forgé allié.

Coussinets – Acier avec métal anti-friction pour grandes vitesses.

Soupapes – les soupapes manuelles et à déclenchements, la tige de régulation, le siège de la soupape, sont en acier résistant à la corrosion.

Filtre à vapeur – Monel.

II.4.4. Accessoire et caractéristiques standard :

- ❖ Régulateur de vitesse – Il est monté horizontalement, directement relié à la soupape d'admission et règle le flux de la vapeur admis à la turbine.
- ❖ Régulateur dispositif d'arrêt de secours – C'est un mécanisme indépendant du régulateur de vitesse avec soupapes et levier à déclenchement séparé.
- ❖ Graissage – Par bagues avec huile dans le palier. Capacité totale d'huile dans les paliers : 3,5 litres.
- ❖ Refroidissement de l'huile - Avec circulation d'eau à l'intérieur du tube à ailettes inséré dans chaque support.
- ❖ Étanchéité de l'arbre - Elle est constituée de 5 bagues de carbone dans chaque coite à étoupe. Les bagues de carbone sont serrées avec des ressorts hélicoïdaux. La partie de l'arbre, au dessous des bagues de carbone, est chromée à l'intérieur pour éliminer l'usure.
- ❖ Epreuves mécanique – Les essais complets de fonctionnement mécanique sont effectués avant l'expédition.

TABLE II :

II.4.5. APPAREILLAGES SUR DEMANDES

- Régulateur hydraulique à action directe du type à orifice: Fourni pour un domaine de régulation et vitesse supérieures à celles du régulateur mécanique.
- Dispositif d'arrêt pour basse pression huile: Il est prévu seulement dans le cas de graissage sous pression et en plus du dispositif d'arrêt de secours.

II.4.6. Accessoires Standard

- ❖ Régulateur mécanique de vitesse

Régulateur est du type centrifuge à masses et il est monté horizontalement sur l'arbre de la turbine.

La tige du régulateur est accouplée par l'intermédiaire d'un seul levier à la soupape de réglage d'entrée de la vapeur.

Le ressort est réglé de façon à équilibrer la force centrifuge engendrée par les masses du régulateur à la vitesse de régime de façon à régler la soupape d'admission dans sa position de fonctionnement.

Le réglage de cette vitesse peut être effectué manuellement avec le groupe en fonctionnement, par l'intermédiaire du volant indiqué.

Le champ de variation de la vitesse est compris entre 10% de la vitesse nominale.

Le volant ne devra jamais être serré pour augmenter la vitesse au-dessus de celle maximum indiquée, autrement des charges excessives seront imposées sur le coussinet du régulateur.

❖ Dispositif d'arrêt secours

Indépendamment du dispositif de régulation, le dispositif d'arrêt de secours arrête automatiquement l'afflux de la vapeur à la turbine en cas de survitesse.

Le dispositif comprend un régulation de secours et le mécanique de déclenchement, nécessaires pour mettre en mouvement la soupape de renvoi vapeur de secours.

La soupape, du type à piston, non équilibrée, à charge par ressort, est équipée d'un support mobile qui la maintient normalement dans la position d'ouverture, en contraste avec le ressort qui tend à la fermer.

Les autres organes comprennent les pivots et les leviers nécessaires à relier la soupape au régulateur de secours.

Le régulateur de secours fait partie de l'arrêt même de la turbine et il est constitué essentiellement par un petit piston à charge par ressort et disposé perpendiculaire à l'axe dans le corps du régulateur.

A une vitesse de déclenchement préfixée, la force centrifuge agissant sur le petit piston dépasse la force antagoniste du ressort et pousse le petit piston contre le levier de déclenchement. Ce dernier, en tournant autour de son point d'appui, actionne, par l'intermédiaire du pivot à fourche (85.15) le levier de déclenchement (94.4) en ouvrant la soupape de secours qui arrête l'afflux de la vapeur et la turbine s'arrête.

❖ Soupape d'admission de vapeur

Le flux de vapeur aux tuyères est toujours réglé par la soupape de réglage.

Par l'intermédiaire de la soupape d'admission de vapeur (une ou deux suivant la construction), lorsque la soupape de réglage est ouverte, on peut régler séparément une ou plusieurs tuyères.

Avec les soupapes d'admission, le nombre de tuyère en fonctionnement peut être limité au minimum requis pour proportionner la charge aux conditions de vapeur déjà existantes.

La construction de la soupape d'admission de vapeur est illustrée.

Il est opportun de rappeler que les soupapes d'admission de vapeur ne peuvent pas être utilisées comme soupapes d'étranglement. Celles-ci doivent être complètement ouvertes ou complètement fermées.

II.4.7.accessoires sur demande :

❖ Régulateur hydraulique

Lorsqu'on demande un champ de vitesse supérieur à celui possible avec un régulateur mécanique, on fournit un régulateur hydraulique. Celui-ci est constitué par une pompe à huile, commandée par la turbine ou par la machine entraînée, et par un piston à charge par ressort et relié, par l'intermédiaire d'un levier, à la soupape de réglage.

Lorsque la pompe à huile est montée sur la machine entraînée, le piston et la pompe à huile seront placés dans deux boîtes séparées ; dans ce cas, seulement le piston sera monté à l'extrémité de la turbine. La soupape est actionnée, pour la fermeture, par la pression de l'huile engendrée par la pompe et pour l'ouverture par le ressort du piston.

La vitesse à laquelle le régulateur se met en mouvement, est déterminée par le tarage de la vanne-pointeau, entre le refoulement de l'huile de la pompe et le système de vidange de l'huile. Plus grande est l'ouverture de la vanne-pointeau plus élevée devra être la vitesse pour développer la pression nécessaire à déplacer le piston du régulateur en opposition à la charge du ressort.

Toute tendance de la turbine à augmenter la pompe vitesse et à augmenter la pression sur le piston qui actionne la soupape du régulateur, provoquera le déplacement de la soupape en fermeture, suffisant à maintenir la vitesse d'exploitation à celle déterminée par le tarage de la vanne-pointeau.

Le champ de variation de la vitesse est compris entre 50-100 de la vitesse nominale.

❖ Servo-moteur hydraulique

Lorsqu'un réglage plus précis est demandé, ou quand une plus grande force est nécessaire pour le fonctionnement de la soupape de réglage, on fournit un servo-moteur hydraulique.

Celui-ci est constitué d'un piston de commande à double effet et d'une soupape à piston pilote qui fonctionne dans le piston-même à la suite du mouvement du régulateur. Le déplacement de la soupape pilote, dans toutes les deux directions, permet l'introduction d'huile sous pression sur un côté ou sur l'autre du piston de commande ; de cette façon, soit le piston soit la soupape de réglage se déplacent dans une position telle à maintenir la vitesse appropriée aux conditions de charge requises.

Le déplacement de la soupape-pilote provoque un déplacement du piston dans le même sens ; de cette façon le flux de l'huile est intercepté au même instant ou la quantité de vapeur a atteint la vapeur désirée.

❖ Dispositif d'arrêt pour basse pression huile

Les groupes, pourvus de graissage sous pression, peuvent être également fournis de dispositifs d'arrêt pour basse pression de l'huile.

Ce dispositif est constitué par une soupape à piston à charge par ressort, placée sur la tubulure de l'huile sous pression et reliée par l'intermédiaire de levier à la soupape d'arrêt de secours.

Les détails du mécanisme d'arrêt de l'huile pour basse pression et la façon dont celui-ci est relié à la soupape d'arrêt de secours.

Avant la mise en marche de la turbine, porter levier (95.12), suivant plan, en "Position Armé".

Lorsque la turbine est mise en marche, l'huile commence à rentrer dans le cylindre (95.1) ; la pression exercée sur le piston (95.4) fait en sorte que celui-ci soit poussé ultérieurement dans son siège formé dans le cylindre (95.1).

De ce déplacement le levier reste libre et en tombant pour son propre poids, il se placera en bas comme dans la « Position de fonctionnement ».

Si, pour une raison quelconque, l'écoulement de l'huile dans le cylindre vient à manquer, le ressort (95.2) en vainquant la force antagoniste de la pression de l'huile, pousse le piston (95.4) vers le couvercle (95.5), en faisant actionner le jeu de leviers à fourche de façon à faire déclencher la soupape d'arrêt de secours, avec fermeture de l'entrée de la vapeur. En conséquence, la turbine s'arrête.

L'écoulement de l'huile dans le cylindre (95.1) peut être interrompu au moyen d'une électrovanne à 2 voies placée sur la tubulure d'entrée.

Un signal électrique, émis par des dispositifs de sécurité reliés à l'électrovanne, actionnera la même en fermeture en interrompant l'écoulement de l'huile au cylindre.

II.4.8. Installation :

1. INTRODUCTION

Etant donné que l'installation demande une connaissance approfondie de la machine, il est conseillé d'avoir recours aux services d'un Technicien de Termomeccanica. Les notes suivantes relatives à l'installation servent seulement de guide générale et ne peuvent pas remplacer l'intervention du Technicien spécialisé.

2. PRECAUTIONS

Avoir toute précaution afin d'éviter des déformations et dommages à la machine durant le déchargement et le transport, avant le montage

Elinguer de façon que le poids soit distribué uniformément et laisser la machine sur les patins jusqu'au moment où elle sera placée sur la fondation. Les colliers doivent être utilisés seulement pour soulever les couvercles, car ils ne peuvent pas soutenir le poids de toute la machine.

Maintenir à leur place les couvercles provisoires (appliquées aux brides) jusqu'au moment d'effectuer les connexions des tubulures. Veiller que dans la machine ne rentrent pas des impuretés. Ne pas ôter la protection antirouille des surfaces usinées, jusqu'au moment où la machine sera sur le point de rentrer en fonctionnement.

Emmagasiner avec soin toutes les pièces détachées et expédiées dans des caisses séparées, pour les avoir disponibles en cas de nécessité.

Dans le cas où la turbine doit être emmagasinée pour une longue période avant l'installation, il est recommandé de la garder dans un lieu sec et de la contrôler périodiquement pour vérifier qu'il n'y ait pas de phénomènes de rouille ou de corrosion.

3. NETTAYAGE

Avant que la turbine soit mise en marche pour la première fois, ôter avec soin le vernis antirouille de toutes les parties usinées externes. Si avant l'installation la machine a été mise pour un certain temps en magasin, il faut l'ouvrir et la nettoyer soigneusement et complètement.

4. PONDATION

La turbine doit être appuyée sur une fondation solide et suffisamment rigide pour assurer la stabilité de l'alignement.

Les plaques d'assise fournies par TERMOMECCANICA sont robustes et convenablement dimensionnées. De toute façon il n'est pas possible de construire une base ayant des proportions telles qu'elle ne se déforme pas si elle n'est pas soigneusement et opportunément appuyée.

Pour ce qui concerne la forme, la fondation doit s'adapter autant que possible à la forme de la plaque d'assise. La meilleure façon est de prolonger la surface d'appui d'une dizaine de centimètres en plus des bords de plaque d'assise afin de fournir un angle appui aux plaques de nivellement et aux coins utilisés pour mettre en place la machine.

Dans l'étude de la fondation, se rappeler qu'entre la base et la fondation, il doit y avoir un jeu de 25 mm pour les plaques de nivellement et pour le ciment. Si possible, la fondation de la machine doit être isolée de la fondation de l'édifice et des autres machines qui y sont installées. (*)

(*) Ce qui est dit à propos des fondations en ciment ne se rapporte pas, naturellement, aux installations de bord.

5. MISE EN PLACE

Placer le groupe sur sa propre fondation, avec le poids bien distribué sur un certain nombre de plaquettes en acier disposées au dessous des bords de la plaque d'assise.

Contrôler l'alignement entre l'arbre de la turbine et celui de la machine en trainée. Effectuer les corrections nécessaires.

6. CIMENTATION

Après avoir corrigé l'éventuel désaxage, serrer légèrement les boulons de scellements.

Oter les déchets autour des boulons de scellement, et construire un coffrage en bois autour de la base pour contenir le ciment. Le groupe est prêt pour être cimenté à la fondation. Il est conseillé de laisser en place les cales lamellaires, les plaquettes et les coins.

7. TUBULURES

Les tubulures d'entrée et de sortie de la vapeur ne doivent pas être fixées jusqu'à ce que le groupe ne soit pas aligné et cimenté et le ciment n'ait pas fait prise.

Nettoyer avec soin l'intérieur des tubulures avant de les fixer. Les tubes de l'huile doivent être nettoyés avec de la vapeur et lavés du pétrole.

Les tubulures doivent être soutenues de façon telle à ne pas transmettre de contraintes à la machine.

Les brides doivent être bien unies et leurs surfaces doivent être parfaitement parallèles. Des contraintes aux tubulures peuvent produire des déformations et désaxage en provoquant de sérieux dommages.

Le corps de la turbine et les décharges du tiroir à vapeur devront être équipées de tubes avec soupapes manuelles de façon que celles-ci puissent être ouvertes durant les périodes d'arrêt et de démarrage, mais fermées lorsque la machine est en fonctionnement.

Toutes les autres décharges devront être reliées avec des tubes directement à l'atmosphère, à moins d'autre indication sur le plan.

NOTE : plusieurs installations ne sont pas équipées de soupape de sûreté entre la turbine et la soupape de décharge. Il faut tenir compte que lorsque cette soupape de sûreté n'est pas installée, la soupape sentinelle, qui se trouve normalement sur le corps de la turbine, sert seulement d'alarme en cas de pression excessive qui peut se vérifier à l'intérieur du corps et ne permet pas de faire sortir la vapeur et par conséquent d'abaisser la pression.

8. CONTROLE DE L'ALIGNEMENT

Après avoir fixé les tubulures, contrôler à nouveau l'alignement.

Dans le cas où les instructions sus-dites ont été scrupuleusement suivies, tout désaxage relevé avec ce contrôle est indice d'une mauvaise cimentation ou de contraintes dues aux tubulures ; par conséquent, ces anomalies doivent être éliminées.

9. CONTROLE DEFINITIF DE L'ALIGNEMENT

Une fois l'installation achevée, la machine est prête pour le contrôle définitif de l'alignement.

Unir à nouveau les deux demi-accouplements et faire démarrer la machines en exécutant les instructions indiquées dans le paragraphe suivant.

Après avoir porté la turbine à la température de régime, l'arrêter, la désaccoupler et contrôler l'alignement.

Exécuter ensuite tout réglage nécessaire pour éliminer les éventuelles différences thermiques.

Unir les demi-accouplements, et après avoir exécuté la mise au point définitive de la machine, la fixer sur la plaque d'assise.

Il ne sera jamais suffisamment recommande l'importance de l'alignement de la machine, il ne faut rien négliger pour obtenir un alignement correct et le maintenir. Le désaxage est inévitablement une source continue de dérangements et de frais.

II.4.9.Fonctionnement

❖ PREPARATION DU GROUPE POUR L'EXPLOITATION

Nettoyer avec soin les surfaces externes du groupe avec une attention particulière aux leviers de transmission du régulateur et au mécanisme d'arrêt de se cours.

La turbine a déjà été nettoyée après les essais en usine et toutes les ouvertures bouchées avant l'expédition.

Si l'une des couvertures a été cassée ou déplacée, ou bien si le groupe est testé inactif pour une longue période, ouvrir la carcasse et nettoyer avec soin toutes les parties internes.

En cas de graissage sous pression, les tubulures et les réservoirs de l'huile des coussinets doivent être soigneusement lavés. Remplir ensuite les réservoirs avec une huile convenables.

❖ DEMARRAGE

S'assurer qu'il y ait une quantité d'huile suffisante.

Graisser les leviers de transmission du régulateur et vérifier que les éléments se déplacent librement.

Pour graisser les roulements à billes de l'arbre du régulateur, utiliser seulement la quantité de graisse strictement nécessaire. Ce , étant donné que la décharge de la graisse est en

communication avec la boîte du régulateur et par conséquent, il est possible d'introduire une quantité de graisse excessive dans la boîte même.

Déplacer l'arrêt du mécanisme de secours. Si le mécanisme ne fonctionne pas ou fonctionne irrégulièrement, en déterminer la cause et apporter les remèdes nécessaires.

Relier l'arrêt de mécanisme de secours.

Ouvrir les purges du corps de la turbine et celles du tiroir à vapeur.

Ouvrir la tubulure de décharge de la turbine. Décharger la tubulure principale et la vapeur et la vanne papillon.

Ouvrir la vanne papillon qui permet l'entrée d'une quantité de vapeur suffisante à faire le condensat et à réchauffer la turbine.

Fermer les purges du corps de la turbine et du tiroir à vapeur. Faire entrer une quantité de vapeur suffisante par l'intermédiaire de la vanne papillon et faire tourner le groupe lentement ; procéder ainsi jusqu'à ce que la turbine soit réchauffée. Durant cette phase, ouvrir le couvercle à charnières sur les réservoirs des coussinets pour s'assurer que les anneaux de graissage tournent sur l'arbre et portent l'huile sur les surfaces des coussinets.

Augmenter graduellement la vitesse jusqu'à ce que le régulateur de vitesse commence à fonctionner. Si le régulateur ne fonctionne pas correctement, en chercher les causes et les éliminer.

Lorsque le régulateur a commencé à fonctionner, ouvrir la vanne papillon, ensuite la fermer d'1/4 de tour dans le sens contraire aux aiguilles d'une montre et contrôler que la machine s'arrêter.

Si des réfrigérants d'huile ont été prévus, régler le refoulement de l'eau de façon à éviter le sur-chauffage des coussinets.

Enfin, essayer avec soin le groupe dans les conditions de charge en ayant une attention particulière au fonctionnement du graissage et du réglage.

❖ CONTROLES

Contrôler le niveau, la pression et la température de l'huile. S'assurer que les anneaux de graissage tournent librement.

Presque tous les jours, si les conditions d'exploitation le permettent, et de toute façon au moins une fois par semaine, pousser la soupape d'admission de la vapeur reliée avec le régulateur, sur son siège, pour s'assurer que le régulateur prenne immédiatement le contrôle lorsque la soupape est fermée.

S'il y a des vibrations, bruits ou toute autre condition anormale, arrêter immédiatement la machine et en chercher la cause.

❖ CONTROLE LE DU REGULATEUR MECANIQUE DE VITESSE

Le fonctionnement du régulateur mécanique devra être essayé lorsque la machine est mise en marche pour la première fois ou après un long arrêt, et au moins une fois par mois durant le service régulier. Ceci peut être fait en tirant graduellement la tige de la soupape du régulateur en direction de l'ouverture, jusqu'à ce que soit atteinte la vitesse de déclenchement convenable.

Lorsqu'on effectue cet essai, la vitesse de la turbine devra être soigneusement contrôlée avec un tachymètre de précision et une personne devra être prête à faire déclencher le dispositif manuel si celui-ci ne se déclenche pas automatiquement à 120% env. De la vitesse de projet. Si le dispositif ne fonctionne pas à cette vitesse, chercher l'anomalie et la réparer.

Après le fonctionnement du dispositif, le replacer lorsque la vitesse a été réduite de 90% de celle normale.

Excepté dans le cas d'une commande à générateur, il sera probablement nécessaire de désaccoupler le groupe pour cet essai de survitesse. Lorsqu'on désunit la turbine équipée d'un joint à dents, le manchon du joint devra être bloqué sur l'arbre de la turbine, de façon à ne pas endommager le joint à dents et causer un déséquilibre à l'arbre de la turbine lorsqu'on effectue cet essai.

❖ ELIMINATION DES INCONVENIENTS DURANT L'EXPLOITATION

Chaque machine est soigneusement soumise aux essais en usine et elle vient expédiée seulement après que celle-ci a fonctionné de façon satisfaisante et avec les prestations correspondante à celles contractuelles. Par conséquent, il est logique de penser que des éventuels inconvénients rencontrés sur le lieu de l'installation ne peuvent être causés que par une mauvaise mise en place ou par d'autres conditions locales. Les contrôles conseillés ci-

après indiquent la cause plus probable des inconvénients et les mesures nécessaires pour les éliminer.

✓ Sur chauffage des coussinets

Contrôler le fonctionnement des anneaux de graissage, l'état de l'huile et l'alignement de la machine. Si les anneaux de graissage ne sont pas parfaitement circulaires, ceux-ci ne peuvent pas tourner sur l'arbre, et par conséquent ils ne peuvent pas graisser suffisamment les coussinets. Remplacer par conséquent les anneaux avec d'autres parfaitement ronds.

On outre, il faut tenir compte que si l'arbre n'est pas horizontal, les anneaux ne tournent pas régulièrement, soigner par conséquent le parfait alignement de la machine.

✓ Excessive perte des carbones

Observer si la vidange de la boîte à étanchéité fonctionne mal ou si les anneaux de carbone sont usés ou cassés. Contrôler la pression de sortie de la vapeur.

✓ Réglage défectueux

Voir s'il y a des pièces usées.

Contrôler si la soupape et les tubulures de réglage sont placées correctement.

✓ Basse vitesse

Contrôler la pression de la vapeur et contre pression, la charge et la condition du filtre de vapeur, tuyères et aubes mobiles. Contrôler également le fonctionnement de la soupape manuelle.

✓ Vibration

Il faut dans ce cas-là, vérifier l'alignement, l'état des coussinets, les éventuels frottements internes, les conditions de l'accouplement, et si les carbones d'étanchéité sont fortement serrés sur l'arbre.

✓ Eau dans l'huile

Vérifier si la perte des carbones est excessive et s'il y a un réfrigérant, contrôler les pertes éventuelles dans le circuit de refroidissement.

Générale, mais si ceci serait nécessaire, il sera opportun de les réchauffer avant le démontage. Toutes les parties filetées de la turbine sont dans le sens des aiguilles d'une montre et si tournantes elles sont bloquées par des vis d'arrêt.

II.4.10.Montage

Avant de commencer les opérations de montage, tous les éléments doivent être examinés et nettoyés avec soin. Les coussinets devront être graissés.

Le processus pour monter les rotors de la turbine est le suivant.

1. Monter le roue de la turbine et la bloquer à chaud. La surface de la roue sur côté de l'admission de la vapeur devra être à 118,5 mm. De l'épaulement de l'arbre qui est en contact avec la bague répard – huile. Pour monter la roue, celle-ci devra être réchauffée uniformément de la circonférence vers le centre.

Il faudra veiller à ne pas la surchauffer.

Après de la clavette de blocage en la pliant vers la roue.

2. Introduire sur l'arbre les bagues entretoises de la boîte à étanchéité de carbone. Ne pas installer les bagues de carbone jusqu'à ce que le rotor ne soit pas placé dans la carcasse.
3. Monter à chaud les bagues répard – huile contre leurs épaulements de repère sur l'arbre.
4. Monter les rondelles de butée.
5. Visser le corps du régulateur de secours sur l'arbre jusqu'à ce qu'il soit serré contre son épaulement de repère et serrer les vis d'arrêt.
6. Pour effectuer le centrage, placer la moitié inférieure des coussinets d'appui dans leur propre palier.
7. Graisser les coussinets d'appui et placer le rotor dans la caisse.

Si le jeu terminal devrait dépasser la vapeur indiquées, ajuster les cales lamellaires d'épaulement de la butée.

❖ REBLAGE DU REGULATEUR MECANIQUE

Le régalage de la vitesse de la turbine peut être changé en faisant tourner au moyen d'une clé l'écrou de réglage (90.6) de façon à varier la compression du ressort (90.17).

Si le régulateur de vitesse est démonté pour être nettoyé, indiquer soigneusement la position de l'écrou de réglage (90.6) de façon à pouvoir le remettre exactement à sa place.

❖ REGLAGE DU REGULATEUR HYDRAULIQUE

Avec le régulateur hydraulique le beylisme devra être placé de façon que la soupape de réglage soit à une distance de 11,9 mm. De son contact sur le siège, le pivot du point d'appui soit dans le trou intermédiaire et le piston hydraulique contre son arrêt dans la direction d'ouverture de la soupape.

Les réglages de vitesse sont ensuite effectués par l'intermédiaire de la vanne- pointeau. En effet, l'ouverture de la vanne – pointeau augmente la limite de vitesse à laquelle le régulateur entre en fonctionnement.

❖ REGLAGE DU SERVO – MOTEUR HYDRAULIQUE

Régler la tige de la soupape de réglage dans le collier (32.15) de manière que la soupape de réglage reste ouverte de 13,5 lorsque le piston (32.6 -32.9) est contre la douille (32 .24).

Placer ensuite la soupape – pilote (32.21) à l'intérieur de la douille de la soupape – pilote (32.9) de façon à obtenir la distance "C" égale à 9,5.

Ce réglage peut être fait sans devoir démonter le servo – moteur, mais seulement en ôtant le bouchon du couvercle (32.1) et en mesurant la distance depuis l'extrémité extérieure de la soupape (32.21) à l'extrémité extérieure de la douille de la soupape (32.9). si d'autre réglages ne sont pas nécessaires, ceux-ci peuvent être faits à travers les raccords au levier "A" (Mécanisme pour régulateur Woodward).

❖ REGLAGE DU REGULATEUR DE SECOURS

La vitesse de tarage pour la fermeture de la soupape de secours peut être changée en variant la compression du ressort (90.40). ce peut être fait en remplaçant la rondelle (90.41) avec une autre plus ou moins épaisse suivant les nécessités.

Ne jamais régler le l'imitateur pour une vitesse de déclenchement plus élevée de 120% de la vitesse de fonctionnement maximum.

Durant le tarage, la vitesse de fonctionnement devra être contrôlée avec un tachymètre à vibration de haute précision.

❖ ETANCHEITE A CARBONE

Les bagues de carbone placées dans chaque boîte à étanchéité sont au nombre de 5.

Une bonne étanchéité peut être réalisée en prévoyant un jeu de 0,05 mm. A 0,13 mm. Sur le diamètre entre les bagues et l'arbre lorsque les parties sont froides.

Les bagues devenues molles, si elles ne sont pas trop usées, peuvent être réparées en limant les extrémités des segments avec un racloir. Lorsqu'on remonte les bagues, faire bien attention que tous les segments de chaque bague soient bien accouplés.

Les segments d'une bague ne peuvent pas être interchangeables entre eux ni avec ceux des autres bagues.

❖ GRAISSAGE

Pour le graissage des coussinets, il faut utiliser une huile pour turbine, de haute qualité, résistante à l'oxydation. Celle-ci doit avoir une viscosité de 3,5 + 5 °E à 50°C.

Il est conseillé de vider, nettoyer et remplir périodiquement les réservoirs d'huile. Ceux – ci sont suffisamment pleins quand l'huile arrive à 6 mm. env. du bord de l'entonnoir de remplissage.

Graisser les logements des roulements à billes du régulateur de vitesse avec un normal graisseur, à travers les ouvertures appropriées. Employer une graisse neutre, de consistance ASTM n° 2.

Les parties mobiles externes, telles que les leviers de connexion du dispositif de secours et du régulateur de vitesse doivent être toujours propres et graissées de temps en temps.

La capacité totale des réservoirs dans les paliers est de 3,5 litres.

Le raccord pour l'eau de refroidissement est unique pour tous les deux paliers, ainsi que la décharge.

Toutefois, quand le graissage est sous pression, la capacité totale du système sera diverse suivant la dimension du réservoir externe et le système des tubulures mêmes. Un schéma typique des tubulures pour le graissage sous pression avec régulateur hydraulique.

❖ PIECES DE RECHANGE

Il est conseillé de garder en stock les pièces de rechange suivantes :

- a) Une série de coussinets de l'arbre rotor complets de bagues répand – hile – postes 30.3 -31.4 – 20.14.
- b) Deux séries de bagues de carbone avec ressorts et butées – poste 20.8 – 10 – 11.
- c) Une garniture pour le tiroir à vapeur poste 10.5 – 1 garniture pour soupape de réglage vapeur poste 92.11 – 1 garniture pour vapeur poste 10.24.
- d) Un jeu de rondelles du collecteur pour les serpentins de refroidissement du réservoir pour les turbines équipées de serpentins de refroidissement.
- e) Une tresse pour soupape d'admission de vapeur poste 50.17.
- f) Une demi-pinte du composé pour joint de Copaltite.

III.1 Dégradation des matériaux :

III.1.1 Introduction :

La résistance à la fatigue des pièces et structures mécaniques dépend de nombreux facteurs et bien entendu du matériau qui les constitue. Mais elles seront d'autant plus fiables que leur concepteur aura pris soin de leur éviter toute concentration inopportune de contraintes. Près de la moitié des avaries survenues en service sur des pièces ou structures mécaniques sont des ruptures par fatigue. Le chargement cyclique des zones critiques où se concentrent les contraintes en est à l'origine. Dans ces zones, l'endommagement progressif du matériau se manifeste par l'apparition de microfissures, apparition plus ou moins rapide selon la nature du matériau et l'importance du chargement appliqué. Après cette période d'amorçage, l'une des fissures ou plusieurs d'entre elles vont se propager dans toute l'épaisseur de la pièce jusqu'à la rupture brutale. D'un point de vue purement mécanique.

III.1.2 Mécanisme de dégradations :

L'observation macroscopique d'une section rompue sous l'effet de fatigue indique la présence d'une amorce locale (ou point d'amorce de la fissure) provoquée par une concentration de contrainte due à une imperfection du matériau ou à un changement de la géométrie de la pièce. Cette amorce se continue par une zone où la rupture se propage graduellement. Enfin, une troisième zone indique qu'une rupture brusque s'est produite lorsque la section résiduelle est devenue trop petite pour résister à la charge.

On distingue donc trois étapes dans le processus de fatigue :

- 1 - L'amorce de la fissure
- 2 - La propagation de la fissure
- 3 - La rupture finale du matériau

III.1.3 Diagramme d'endurance :

Soumettre un métal à un essai de fatigue, c'est lui faire subir des contraintes cycliques (généralement sinusoïdale). Pour un métal donné, à une température fixée, l'essai de fatigue est défini par le mode de déformation imposée (traction, compression, torsion, flexion, par exemple), les valeurs minimales et maximales de la contrainte appliquée, la vitesse de déformation caractérisée par le nombre de cycles par seconde et le nombre de cycles à la rupture qui est, en général, la conclusion de tout essai de fatigue poursuivi assez longtemps. A chaque éprouvette correspond un point du plan (σ, N) et à partir d'un lot d'éprouvette soumises à des contraintes maximales différentes, on obtient une courbe qui à l'allure de celle

représentée sur la figure.

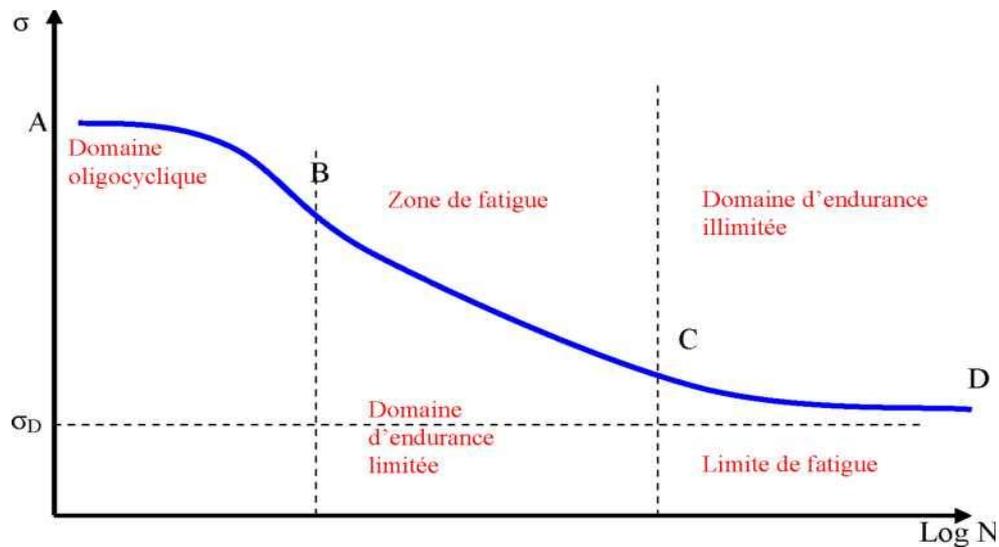


Figure III.1 : Principales zones de la courbe de Wohler.

III.1.4 Facteurs influant sur la résistance à la dégradation :

En fait, la résistance à la dégradation est affectée par plusieurs facteurs dont il faut prendre en considération lors de la conception d'une pièce. Nous allons étudier brièvement quelques uns de ces facteurs.

- Concentration de contrainte : Des essais de fatigue, effectués sur des éprouvettes entaillées ou rainurées, permettent de déterminer expérimentalement l'effet de l'entaille sur la résistance à la fatigue. On peut ainsi définir le facteur K_f (facteur d'entaille).

$$K_f = \sigma_D / \sigma'_D$$

σ_D : pour une vie N (sans entaille)

σ'_D : pour une vie N (avec entaille)

En général, K_f est inférieur au facteur de concentration de contrainte K_t :

$$K_f = 2/3 K_t$$

Toutefois, en l'absence de données expérimentales, il est préférable de supposer que

$$K_f = K_t.$$

- Finis de surface : Ce facteur est en relation étroite avec l'effet imputable à la

concentration de contrainte ; une pièce dont la surface est polie durera plus longtemps.

- Volume de pièce : Plus une pièce est volumineuse, plus sa vie écourtée. En effet, comme nous l'avons mentionné, l'amorce d'une fissure est associée à la présence des microfissures : plus le volume est grand plus le nombre des microfissures augmente, est plus forte est la probabilité qu'une amorce de fissure par fatigue se produise.

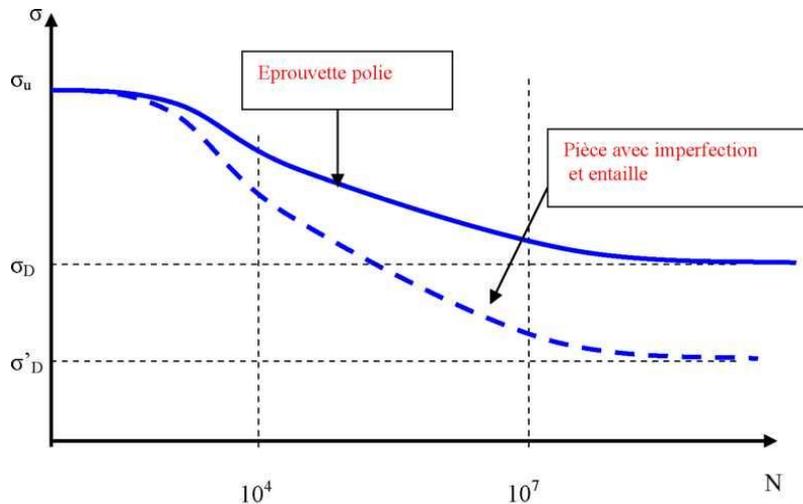
- Traitement thermique : Un traitement thermique approprié peut engendrer, en surface, des contraintes résiduelles compressives. Celles-ci tendent à refermer des fissures améliorant ainsi la résistance à la fatigue.

- Température : La température, exerçant un effet direct sur la résistance, influe sur le comportement d'une pièce soumise à la fatigue. Par ailleurs, pour certains matériaux dont la conductibilité thermique est faible (par exemple les polymères), on constate que, lorsque la contrainte varie à haute fréquences la température de la pièce augmente.

III.1.5 Paramètres d'ordre métallurgique :

○ Taille des grains

Les structures à grains fins présentent une meilleure tenue en fatigue que les structures à gros grains.



○ Orientation du fibrage par rapport à la direction des efforts

L'orientation générale des grains (fibrage) confère au matériau une anisotropie plus ou moins marquée. Les caractéristiques statiques et la tenue en fatigue seront meilleures dans le sens long du fibrage que dans les autres sens (travers long et travers court).

○ Taux d'érouissage

L'érouissage résultant des opérations de formage a pour effet de consolider le matériau (augmentation de la limite d'élasticité), améliore la tenue en fatigue.

○ Traitement thermique

Suivant que le traitement thermique provoque un adoucissement ou un durcissement du matériau, la tenue en fatigue sera diminuée ou augmentée. De plus, le traitement thermique peut modifier la taille des grains.

○ Santé métallurgique de l'alliage

Les défauts métallurgiques (lacunes, défauts interstitiels, précipités, inclusions) peuvent être à l'origine de l'endommagement par fatigue. Par incompatibilité des déformations, ils provoquent des concentrations de contraintes locales. L'abattement de durée de vie dépendra de leur quantité, taille, nature, répartition, orientation par rapport aux efforts. Cette approche macroscopique de l'endommagement par fatigue reste encore très utilisée bien qu'elle est soit empirique et qu'elle donne peu de renseignements sur l'influence de tel ou tel paramètre, notamment métallurgique.

III.2. Etude AMDEC :

III.2.1 Introduction

La méthode AMDEC a été utilisée originellement dans le traitement des risques potentiels essentiels aux activités de production de l'armement nucléaire. Progressivement, elle a été adaptée à l'ensemble des activités (nucléaire civil, domaine aéronautique, spatial, grands travaux), puis a été intégrée dans les projets industriels.

De nos jours, son emploi est très répandu dans le monde industriel soit pour améliorer l'existant, soit pour traiter préventivement les causes potentielles de non-performance des nouveaux produits, procédés ou moyens de production.

L'utilisation de l'AMDEC peut paraître pénible, cependant les gains qu'elle permet de réaliser sont très souvent bien plus importants que les efforts de mise en œuvre qu'elle suggère. La mise en œuvre de l'AMDEC offre une garantie supplémentaire pour l'entreprise industrielle de l'amélioration de ses performances.

Son utilisation très tôt en phase de conception (du produit, du procédé ou de l'outil de production) révèle la volonté de l'entreprise d'anticiper les problèmes potentiels plutôt que d'en subir les conséquences à terme.

III.2.2 Définition de l'AMDEC : AFNOR (Norme X-510)

L'AMDEC (**Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité**) « est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances et les conséquences affectant le fonctionnement du système dans le cadre d'une application donnée ».

Années 1950 :	La méthode FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis) est introduite aux Etats-Unis dans le domaine des armes nucléaires.
Années 1960 :	Cette méthode est mise en application en France sous le nom d' AMDEC pour les programmes spatiaux et aéronautiques.
Années 1970 :	Son application est étendue aux domaines du nucléaire civil, des transports terrestres et des grands travaux.
Années 1980 :	L' AMDEC est appliquée aux industries de produits et de biens d'équipement de production

Tableau.III.1. Historique de l'AMDEC.

III.2.3 Principe de basse

L'AMDEC est une technique d'analyse exhaustive et rigoureuse de travail en groupe, très efficace par la mise en commun de l'expérience et de la compétence de chaque participant du groupe de travail. Cette méthode fait ressortir les actions correctives à mettre en place.

III.2.3.1 Objectifs de l'AMDEC

L'AMDEC est une technique d'analyse prévisionnelle qui permet d'estimer les risque d'apparition de défaillance ainsi que les conséquences sur le bon fonctionnement du moyen de production, et d'engager les actions correctives nécessaires.

L'objectif principal est l'obtention d'une disponibilité maximale.

Les objectifs intermédiaires sont les suivants :

- ✓ Analyser les conséquences des défaillances.
- ✓ Réduction du nombre des défaillances.
- ✓ Prévention des pannes.
- ✓ Amélioration de fabrication, du montage et de l'installation.
- ✓ Amélioration de la maintenance préventive.
- ✓ Identifier les modes de défaillances.
- ✓ Aide au diagnostic.
- ✓ Préciser pour chaque mode de défaillance les moyens et les procédures de détection.
- ✓ Déterminer l'importance ou la criticité de chaque mode de défaillance.
- ✓ Classer les modes de défaillance.
- ✓ Amélioration de la sécurité.

III.2.3.2 Les avantages et les inconvénients

a. Avantages

La maîtrise des risques a l'aide de la méthode AMDEC permet de mener des actions préventives, c'est-à-dire de résoudre les problèmes avant que ceux-ci ne se présentent. Si cette méthode est suivie tout au long du cycle de vie du produit. La production en sera améliorée et débarrassée de problèmes majeurs.

b. Inconvénients

En général, un brainstorming avec plusieurs personnes impliquées de la conception à la livraison du produit est nécessaire. Pour cela, il faut donc qu'une équipe puisse. Mettre

d'accord sur les modes de défaillance étudiés. Cette méthode est de ce fait lourde à mettre en place.

Déroulement de la méthode

Pour réaliser une étude AMDEC d'un système, il faut bien connaître le fonctionnement du système qui est analysé ou avoir les moyens de se procurer l'information auprès de ceux qui la détiennent.

Pour cela, la méthode AMDEC est divisée en 4 étapes :

- Initialisation.
- Analyse fonctionnelle.
- Analyse des défaillances.
- La grille AMDEC.

A.Initialisation :

a. Définition du système à étudier (TAV) :

La turbine à vapeur est un moteur thermique à combustion externe, fonctionnant selon le cycle thermodynamique dit de Clausius-Rankine. Ce cycle se distingue par le changement d'état affectant le fluide moteur qui est en général de la vapeur d'eau.

Ce cycle comprend au moins les étapes suivantes :

- L'eau liquide est mise en pression par une pompe et envoyée vers la chaudière,
- L'eau est chauffée, vaporisée et surchauffée,
- La vapeur se détend et refroidit dans la turbine en fournissant de l'énergie mécanique,
- La vapeur détendue est condensée au contact de la source froide sous vide partiel.

Le principe est donc le même que celui de la machine à vapeur à pistons. La turbine en constitue une évolution exploitant les principaux avantages des turbomachines à savoir :

- Puissance_massique et puissance_volumique élevée,
- Rendement amélioré par la multiplication des étages de détente

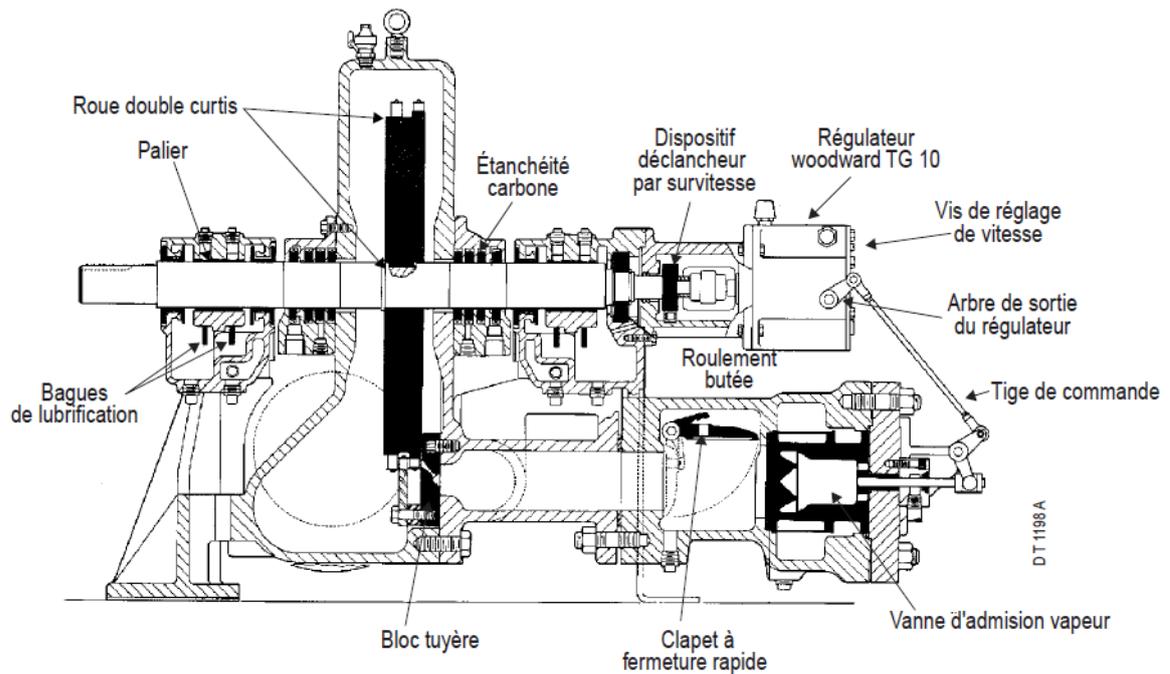


Figure III.2 Schéma des principaux éléments de la TAV.

b. Définition de phase de fonctionnement :

La vapeur admise dans la turbine par la vanne d'admission est détendue dans une tuyère ou sur une rangée de tuyères en parallèle (appelée distributeur ou aubages fixes).

A la sortie de la tuyère la vapeur est animée d'une très grande vitesse (quelquefois supérieure à la vitesse du son). Elle vient alors frapper les ailettes d'une roue qu'elle entraîne en rotation en lui cédant une partie de l'énergie cinétique qu'elle possède. A la sortie de l'ensemble mobile la vapeur est évacuée par la tubulure d'échappement.

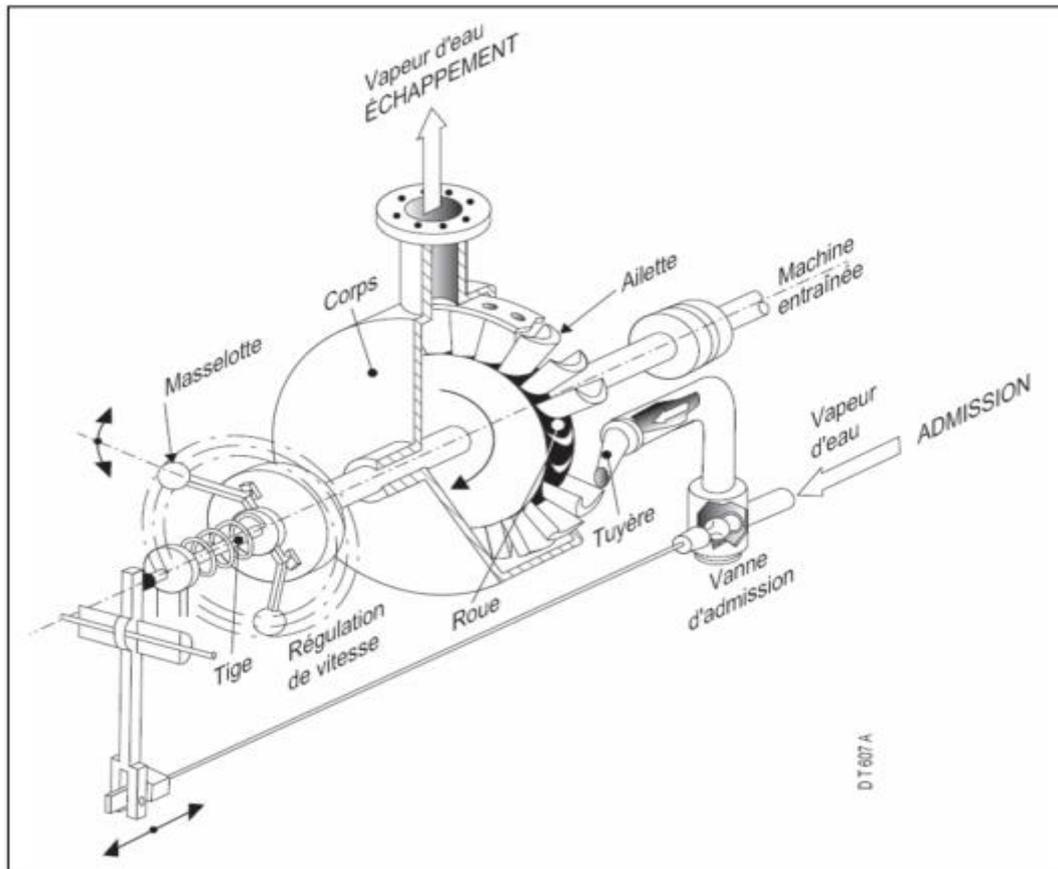


Figure III.3: Principe de fonctionnement d'une turbine à vapeur.

À vitesse constante la puissance fournie par la turbine est égale à celle consommée par la machine entraînée.

Toute variation de la puissance consommée, entraîne une variation de la vitesse de rotation si l'on ne modifie pas la puissance motrice de la turbine.

On se rend compte que la turbine n'a pas de vitesse propre, elle peut très bien ralentir ou accélérer selon la puissance à transmettre.

c. Définition des objectifs à atteindre :

Nos objectifs à atteindre dans cette étude AMDEC est de faire une analyse prévisionnelle permettant d'estimer les risque d'apparition de défaillance ainsi que les conséquences sur le bon fonctionnement de notre équipement étudié (TAV), et d'engager les actions de maintenance nécessaires, dont l'objectif principal est d'obtenir une disponibilité maximale est objectif intermédiaire de :

- ✓ Identifier et classer les modes de défaillances.
- ✓ Analyser les conséquences et les risques associés.
- ✓ Améliorer la maintenance préventive et la sécurité.

d. constitution du groupe de travail :

Le groupe de travail participé dans cette étude AMDEC de la turbine est constitué d'un responsable de maintenance (chef d'équipe), une équipe de travail de maintenance, le responsable d'étude (étudiant ou l'animateur), d'un membre d'encadrement du travail étudié (Co-encadreur), où ;

- ✓ le chef d'équipe : c'est un expert de domaine qui joue le rôle d'un responsable de travail sur site, de diagnostic et d'exécution des travaux de maintenance.
- ✓ l'animateur : c'est le garant de la méthodologie, l'organisateur de la vie du groupe.

Il précise avec le chef d'équipe les périodes de discussion.

- ✓ Le groupe de travail maintenance : 3 personnes formés et compétents, ayant la connaissance du système à étudier.
- ✓ Le membre d'encadrement : un superviseur de maintenance ayant la connaissance de base de système à étudier et pouvant apporter les informations nécessaires de l'analyse, il prend le rôle d'un Co-encadreur.

e. Etablissement du planning :

Sincèrement le déroulement de notre étude AMDEC a été fait sur site dans des défères périodes au court de la révision de la TAV, et pendant les jours de stage.

f. Mise au point des supports de l'étude :

SYNTHESE D'ETUDE AMDEC		Date :				Nom :						
Raison sociale du client :						Demandeur :						
Objectifs :						Décideur :						
Type de fabrication :						Limites de l'étude :						
Objectifs de l'étude :						PARTICIPANTS : (Nom + Tél)						
Causes de l'étude :						Permanents :			Temporaires			
PLANNING	Prévisionnel											
	Semaines											
	Réalisé											
	Légende	Début : I	Réunion : R	Fin : F	Suivi : S							
B I L A N	INITIAL				EVOLUTION				Animateur :			
	Date :		Criticité limite C0 =	Criticité limite C1 =	Criticité limite C2 =		Observations :					
	Nombre de causes	Total										
		Criticité > limite										
	%											

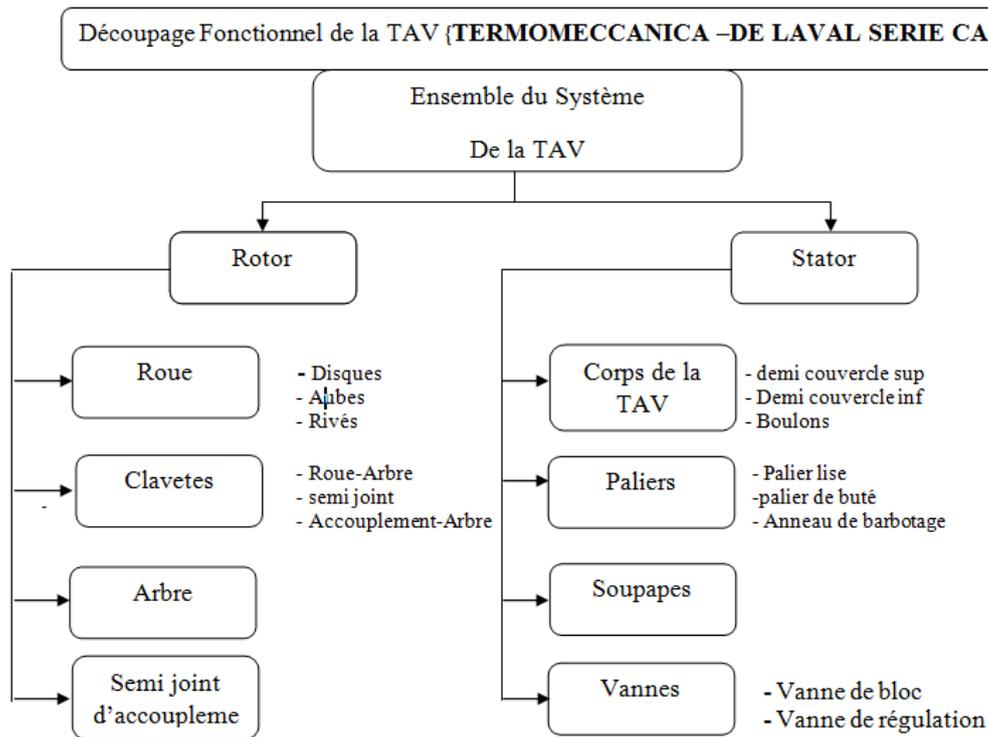
Tableau.III.2. fiche de synthèse de l'étude AMDEC

- cette fiche accompagne l'étude tout au long de sa durée, on y retrouve toute la phase d'initialisation plus le suivi de l'étude.
- BUT : formaliser sur un document les point clés de l'étude AMDEC en répondant aux questions : qui, quoi, ou, quand, comment, pourquoi ?
- Elle est à remplir par l'animateur lors d'un entretien avec le demandeur et complétée avec le décideur.

B. Décomposition fonctionnelle :

a. Découpage de système :

Un découpage fonctionnel sert essentiellement à déterminer de façon complète et précise les fonctions techniques de l'ensemble de la TAV, de comprendre les interactions et liens entre les fonctions, ce qui permettra forcément à mieux comprendre l'équipement et ses composants. On a partagé le système en quatre (04) niveaux basé sur la TAV [TERMOMECCANICA –DE LAVAL SERIE CA], il est représenté par le tableau suivant :



b. Identification des fonctions des sous-ensembles :

• Rotor :

➤ **Rôle :**

- Modifier la forme d'énergie (énergie cinétique en pression, ou inversement).
- Il existe comme pour la roue mobile une force exercée par le fluide sur les aubages, liée à la déflexion de l'écoulement.
- Par contre l'aubage étant fixe, il n'y a pas de déplacement du point d'application de la force. Donc pas de travail => pas d'échange d'énergie
 - Redresseur de compresseur axial :
 - Situé en aval de la roue mobile
 - Rôle : redresser l'écoulement vers la direction axial, transformant ainsi l'énergie cinétique de la composante giratoire de vitesse en pression statique. « Orienter » le fluide dans une direction compatible avec le prochain étage.
 - Distributeur de turbine axiale :
 - Situé en amont de la roue mobile
 - Rôle : provoquer une giration de l'écoulement, transformant ainsi une partie de l'énergie de pression statique disponible sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie est ensuite récupérée au niveau de la roue mobile.

- Diffuseur de compresseur centrifuge :
 - Récupération de pression statique avec l'augmentation de la section de passage (rayon).

- Stator :
 - Rôle :
 - Assurer le transfert d'énergie entre l'arbre de la machine et le fluide en mouvement.
 - L'écoulement étant défléchi au passage de la roue, il existe donc une force exercée par le fluide sur les aubages.
 - Le point d'application de la force se déplace du fait de la rotation des aubages, il y a donc travail => échange d'énergie.

- Système de régulation de vitesse :

DéTECTANT la vitesse de rotation

– corrigeant la puissance motrice par action sur le débit de vapeur pour stabiliser la vitesse et, éventuellement, la ramener à sa valeur initiale.

Dans les turbines les plus simples, la régulation de vitesse est assurée par un dispositif à masselottes articulées sur un couteau et qui repoussent une tige contre un ressort antagoniste. La position des masselottes, et donc de la tige, est fonction de la vitesse de rotation.

La tige commande par un jeu de leviers la vanne de régulation qui s'oppose plus ou moins au passage de la vapeur, ce qui permet de régler la puissance motrice de la turbine.

- Un système de sécurité contre une survitesse :

En cas de dysfonctionnement du régulateur ou d'une brusque variation de charge, la vitesse de la turbine change. Si le ralentissement ne pose qu'un problème de production, une accélération pose un problème de sécurité très important car la résistance mécanique de la turbine ne lui permet pas de tourner beaucoup plus vite que sa vitesse nominale. À vitesse trop élevée, des éléments de la turbine se cassent et sont projetés sous l'effet de la force centrifuge contre le corps de la turbine. Si celui-ci ne résiste pas, des morceaux de métal peuvent être projetés aux alentours.

Un système d'arrêt de la turbine par fermeture d'une vanne d'arrêt rapide est prévu en cas de dépassement de la vitesse limite (protection contre la survitesse).

- Les vannes :

C'est le dispositif servant à arrêter ou modifier le débit de la vapeur en milieu libre (canal) ou en milieu fermé (canalisation).

On appelle aussi valve, robinet (utilisé pour des appareils de petites dimensions).

- Les soupapes :

Une soupape de sécurité est un organe de sécurité, destiné à protéger les capacités contre les surpressions ou contre les dépressions. Son fonctionnement doit être exceptionnel et sa position reste normalement fermée.

Les capacités industrielles sont caractérisées par une pression de service maximale qu'il est interdit de dépasser.

c. Identification des fonctions des éléments :

- Enveloppe de la turbine:

Composé de 2 parties démontables assemblées suivant un plan horizontal passant par l'axe de la machine. L'étanchéité entre les deux demis - cylindres étant assurée, sans garnitures par un contact métal sur métal des brides au moyen de goujons, en acier spécial. Chacune des deux parties supérieure et inférieure du cylindre est elle-même constituée d'une partie HP en acier, coulé soudable et d'une partie BP en fonte, les parties HP et BP étant assemblées suivant un plan vertical par des brides boulonnées.



Figure III.4. Enveloppe de la turbine.

- L'arbre de la turbine:

Constitué d'un arbre en acier forgé supporté par des paliers. Cet arbre porte un disque métallique et à sa périphérie sont fixées des ailettes.

Il assure le transfert d'énergie entre l'arbre de la machine et le fluide en mouvement, bien que le travail de la turbine.

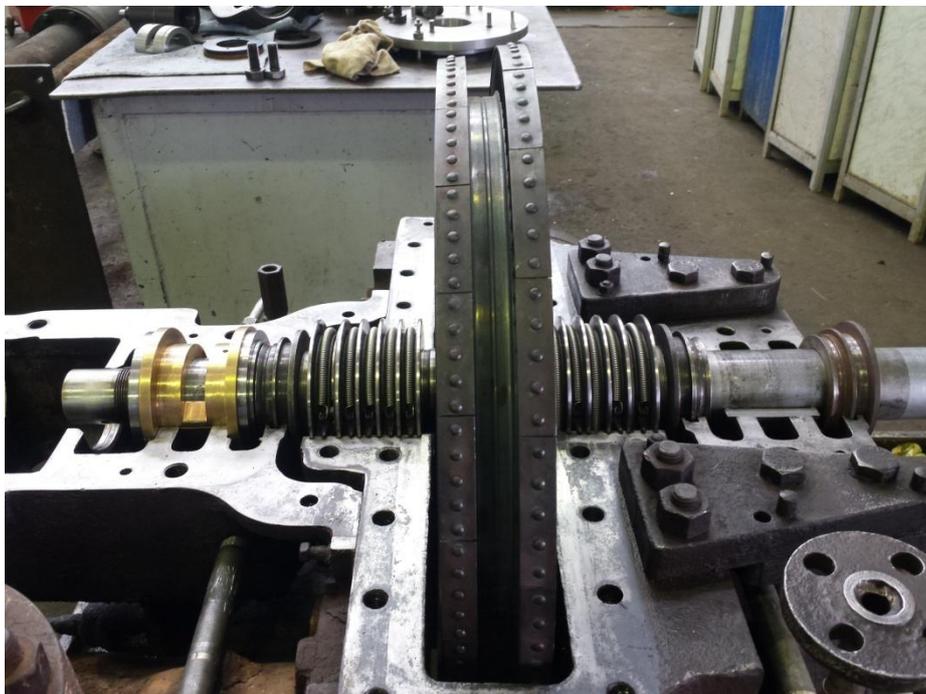


Figure III.5. L'arbre de la turbine.

- L'ailettage:

Il se compose de :

- Tuyères (constitué par un rangé d'ailettes fixes)
- Ailettage action HP (constitué par un rangé d'ailettes mobiles)
- Ailettage action BP (constitué par un rangé d'ailettes mobiles)

- Paliers et coussinets:

La turbine comporte 2 paliers:

- Un palier côté échappement. Il renferme le mécanisme du vireur et porte la distribution.
- palier de butée côté extérieur. Il enferme la butée et porte l'appareil de mesure de déplacement de l'arbre.

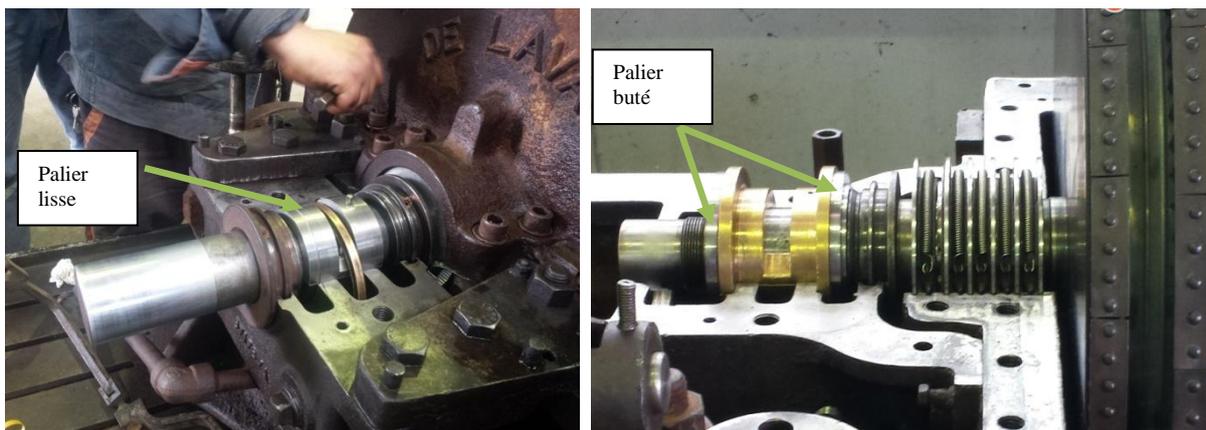


Figure III.6. Paliers et coussinets de la turbine.

- Étanchéité vapeur :

Il est nécessaire d'étancher les fuites de vapeur qui risquent de se produire le long de l'arbre à la traversée du corps de turbine. En effet, outre les dangers pour le personnel d'exploitation de fuites trop importantes (risques de brûlures), on risque d'introduire de la vapeur d'eau dans les corps de paliers et de provoquer une détérioration rapide des paliers et de la butée.

Sur les turbines monocellulaires, le dispositif d'étanchéité utilise des anneaux d'étanchéité en carbone. Ces anneaux sont formés de 3 ou 6 segments maintenus par un ressort.

Le nombre d'anneaux nécessaire dépend de la pression du réseau échappement. Des orifices de purge munis généralement d'une tuyauterie sont prévus sur les boîtes étanches pour permettre l'évacuation continue des condensats. La présence d'un peu de vapeur est normale. On donne parfois le nom de "buée" à cette fuite de vapeur.

Des bagues déflectrices limitent l'entrée de vapeur à l'intérieur des corps de palier aux traversées de l'arbre. Ceci n'évite pas d'avoir à purger régulièrement les corps de palier.

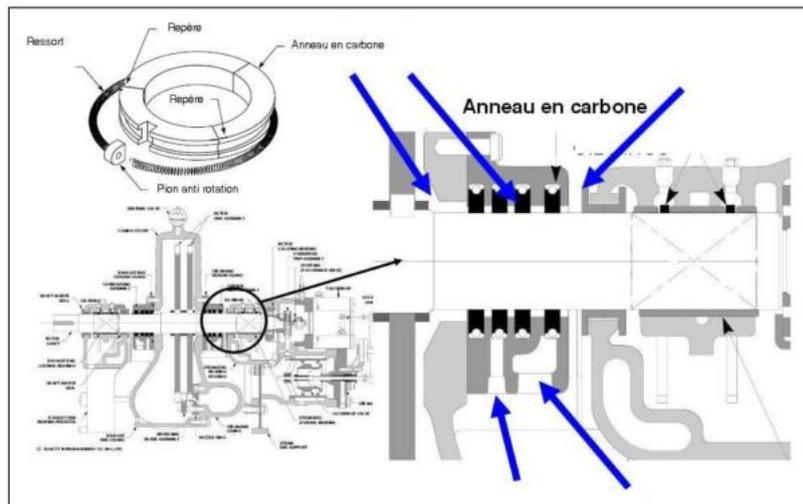


Figure III.7. Anneau d'étanchéité en carbone.

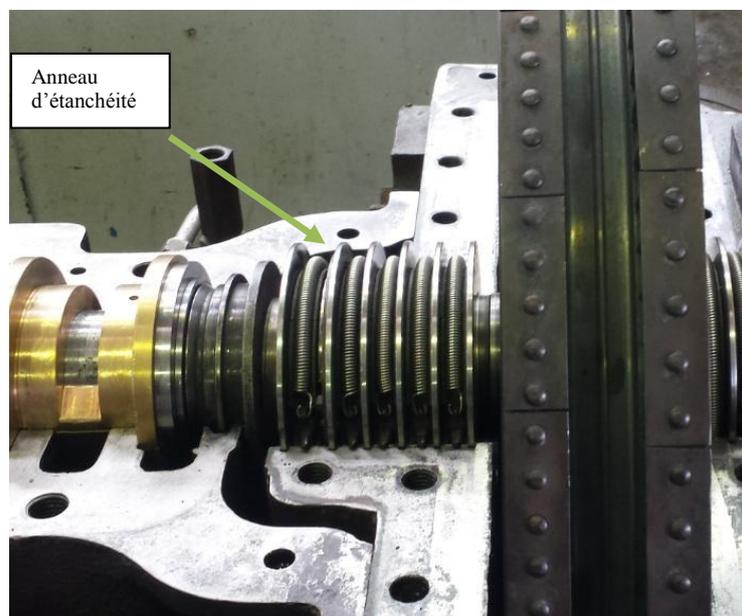
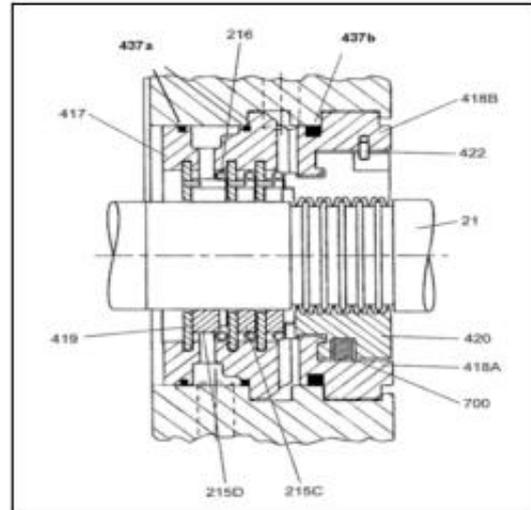


Figure III.8: Boîte d'étanchéité.

Dans le cas où la pression d'échappement de la turbine à vapeur a un étage est importante (entre 5 et 12 bars), l'étanchéité est assurée par une combinaison entre des anneaux en carbone et labyrinthe.



C. Analyse AMDEC :

❖ Analyse des mécanismes des défaillances :

a. Identification des modes des défaillances :

Ce sont des effets par lesquelles les défaillances se manifestent.

Le mode de défaillance est :

- Relatif à une fonction.
- Il s'exprime par la manière dont un système vient à ne plus remplir sa fonction.
- Il s'exprime en termes physiques :
 - Rupture.
 - Desserrage.
 - Coincement.
 - Court circuit.
 - L'usure.
 - La corrosion.
 - L'échauffement.
 - Mauvaise lubrification.
 - Mauvais refroidissement.
 - Mauvaise qualité d'huile de lubrification.
 - L'instabilité des paramètres vapeur à l'admission de la turbine.
 - Mauvaise utilisation des consignes d'exploitation.
 - Bouchage des tuyauteries.

b. Recherche des causes :

La cause de la défaillance :

- Est une anomalie initiale susceptible de conduire au **mode de défaillance**.
- Elle s'exprime en termes d'écart par rapport à la norme.
- Elle se répartit dans les domaines suivants :
 - Milieu.
 - Main-d'œuvre.
 - Méthodes.
 - Matériel.
 - Matière.

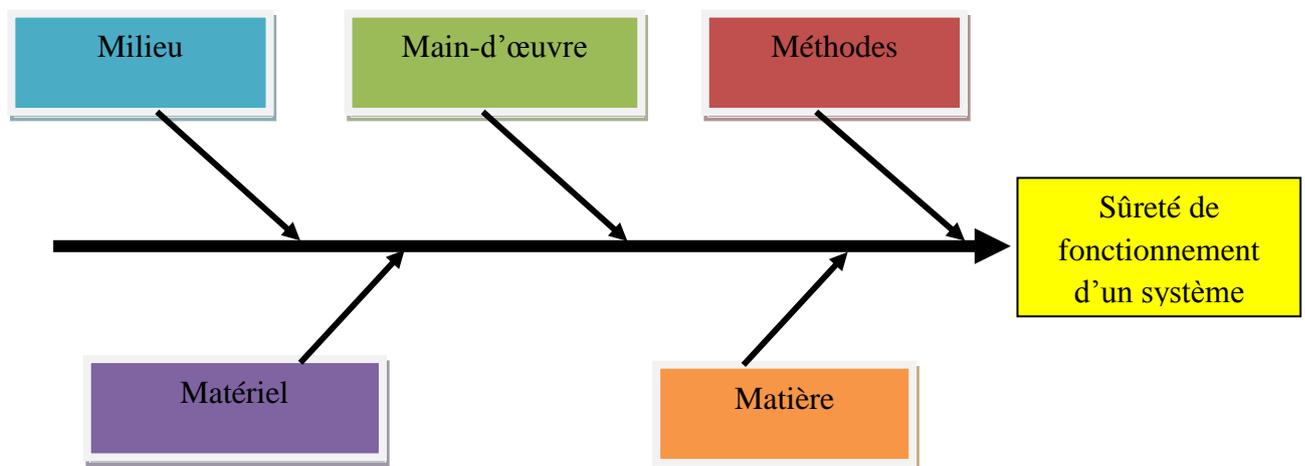


Figure III.9. Diagramme Causes- Effets

c. Recherche des effets :

L'effet de la défaillance :

- Concrétise la conséquence,
- Est relatif un mode de défaillance,
- Dépend du type d'AMDEC réalisé :
 - Mécontentement
 - Sécurité des opérateurs
 - Arrêt du flux de production

Etude AMDEC d'un système autenotisé

- Rendement insuffisant
- Vibration élevé
- Bruit anormale

d. Recensement des détections :

- Manomètres (visuel)

- Bruit (acoustique)
- Contrôle à main

❖ **Evaluation de la criticité :**

- a) Estimation du temps d'intervention
- b) Evaluation du critère de cotation

L'évaluation de la criticité de chaque combinaison cause, mode, effet, se fait par des critères de cotation :

- o La fréquence d'apparition de la défaillance.
- o La gravité de la défaillance.
- o La probabilité de non-détection de la défaillance.

La valeur de la criticité est calculée par le produit des niveaux atteint par les critères de cotation.

$$C=F.G.N$$

- **Niveau de criticité :**

Niveau de criticité		Actions correctives a engager
$1 \leq C \leq 10$ Criticité négligeable	1	Aucune modification de conception Maintenance corrective
$10 \leq C \leq 20$ Criticité moyenne	2	Amélioration des performances de l'élément maintenance préventive systématique
$20 \leq C \leq 40$ Criticité élevée	3	- Révision de la conception du sous-ensemble et du choix des éléments. - Surveillance particulière, maintenance préventive conditionnelle / prévisionnelle.
$40 \leq C \leq 64$ Criticité interdite	4	Remise en cause complète de la conception

Tableau.III.3.niveau de criticité

- Fréquence d'occurrence :

Fréquence d'occurrence		Définition
Trais faible	1	Défaillance rare : mois d'une défaillance par ans
Faible	2	Défaillance possible : mois d'une défaillance par trimestre
Moyenne	3	Défaillance fréquente : mois d'une défaillance par mois
Forte	4	Défaillance très fréquente : mois d'une défaillance par semaine

Tableau.III.4.Niveau de criticité

- Niveau de gravité :

Niveau de gravité		Définition
Mineure	1	Défaillance mineure arrêt de production <2 min aucune dégradation notable.
Significative	2	Défaillance significative arrêt de production de 2 min à 20 min, remis en état de courte durée ou petite réparation, déclenchement du produit
Moyenne	3	Défaillance moyenne arrêt de production de 20 min à 60 min, changement matériel défectueux nécessaire
Majeure	4	Défaillance majeure arrêt de production de 1h à 2h, intervention importante sur le sous-ensemble production des pièces non conformes
Catastrophique	5	Défaillance catastrophique arrêt de production 2h intervention lourde nécessite des moyens couteux, problèmes de sécurité

Tableau.III.5.niveau de gravité

- Probabilité de non détection :

Probabilité de non détection		Définition
Détection évidente	1	Défaillance détectable à 100 Détection certaine de la défaillance Signe évident d'une dégradation Dispositif de détection automatique (alarme)
Détection possible	2	Défaillance détectable Signe de la défaillance facilement détectable mais nécessite une action particulière (visite..)
Détection improbable	3	Défaillance facilement détectable Signe de la défaillance facilement détectable peu exploitable ou nécessitant une action ou d.moyens complexe (démontage..)
Détection impossible	4	Défaillance indétectable Aucun signe de défaillance

Tableau.III.6. probabilité de non détection

❖ Proposition d'actions correctives :

- Recherche des actions correctives :

La maintenance devient préventive et contribue à améliorer la fiabilité des équipements et la qualité des produits. Cette maintenance préventive se traduit par la définition de plans d'action et d'interventions sur l'équipement, par le remplacement de certaines pièces en voie de dégradation a fin d'en limiter l'usure, par le graissage ou le nettoyage régulier de ceins ensembles.

Ces actions préventives étaient dans un premier temps effectuées de façon systématique selon des calendriers prédéfinis. Elles permettaient d'anticiper les pannes, mais au prix. D'un alourdissement importa. Des coûts de maintenance. Grâce à l'évolution des méthodes de diagnostic et de contrôle. Une nouvelle maintenance commence à voir le jour. Elle utilise des techniques de prévisions de panne comme l'analyse des vibrations ou des huiles. Cette maintenance dite "préventive conditionnelle" permet de remplacer des pièces juste avant leur rupture. Le choix entre les différents aspects de la maintenance se fait principalement au regard des coûts économiques, mais aussi des aptitudes et compétences du personnel de maintenance, et la position concurrentielle sur le marché.

D .Synthèse :

❖ **La grille AMDEC**

la grille AMDEC typique comprend 7 colonnes :

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Effet de défaillance	Cause de défaillance	Criticité			Action corrective
					F	G	N	

Tableau.III.7.exemple sur la Grille AMDEC

❖ **La chaine fondamentale**

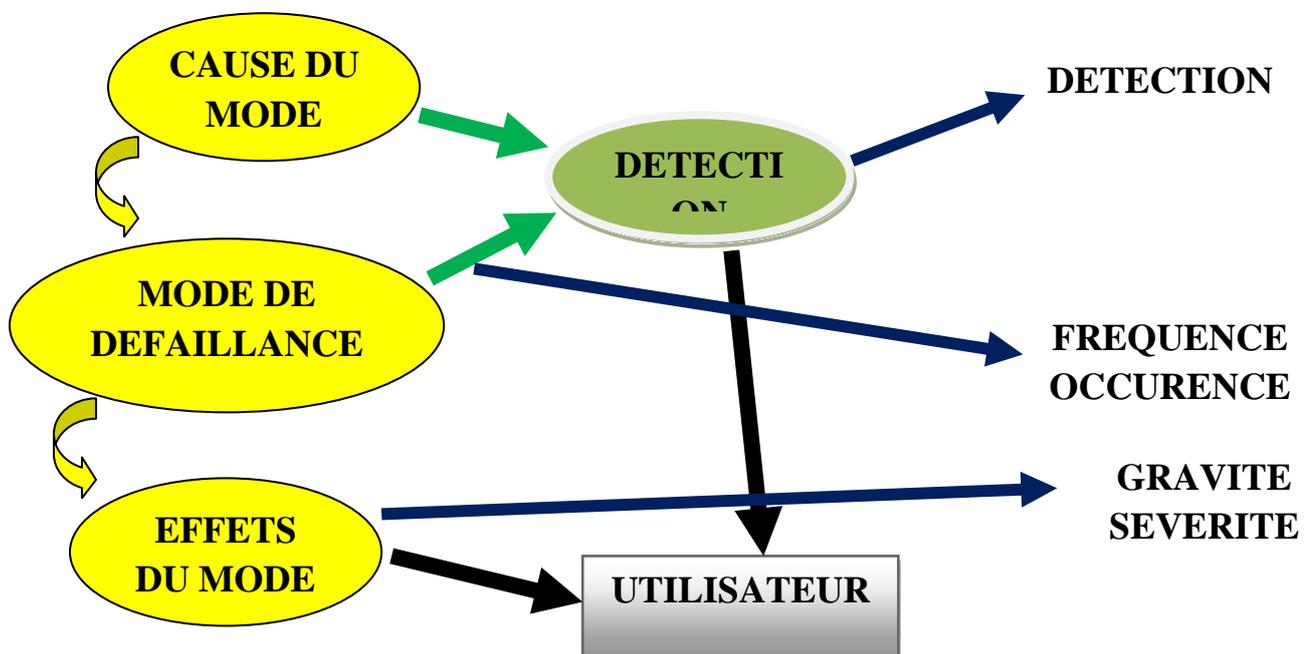


Figure.III.10.La chaine fondamentale

❖ **Analyse Fonctionnelle de la turbine à vapeur**

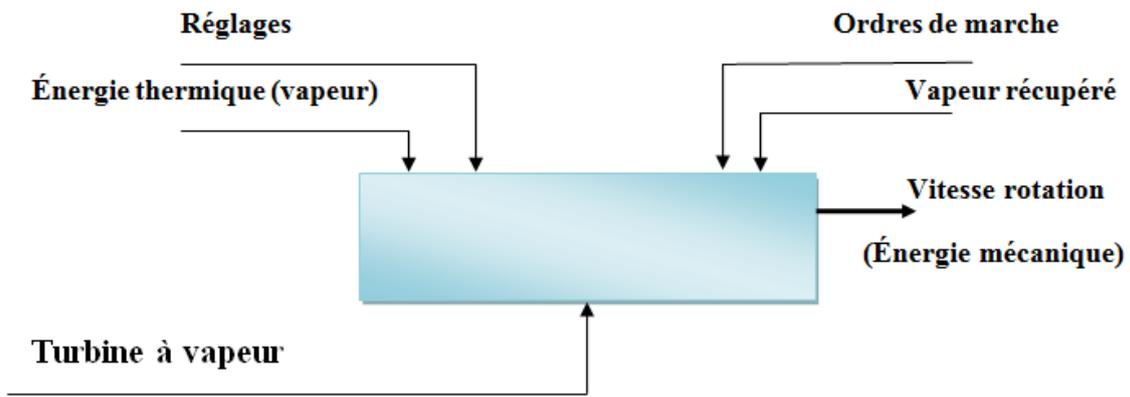


Figure.III.11. Analyse Fonctionnelle d'une turbine à vapeur

❖ Diagramme cause-effet

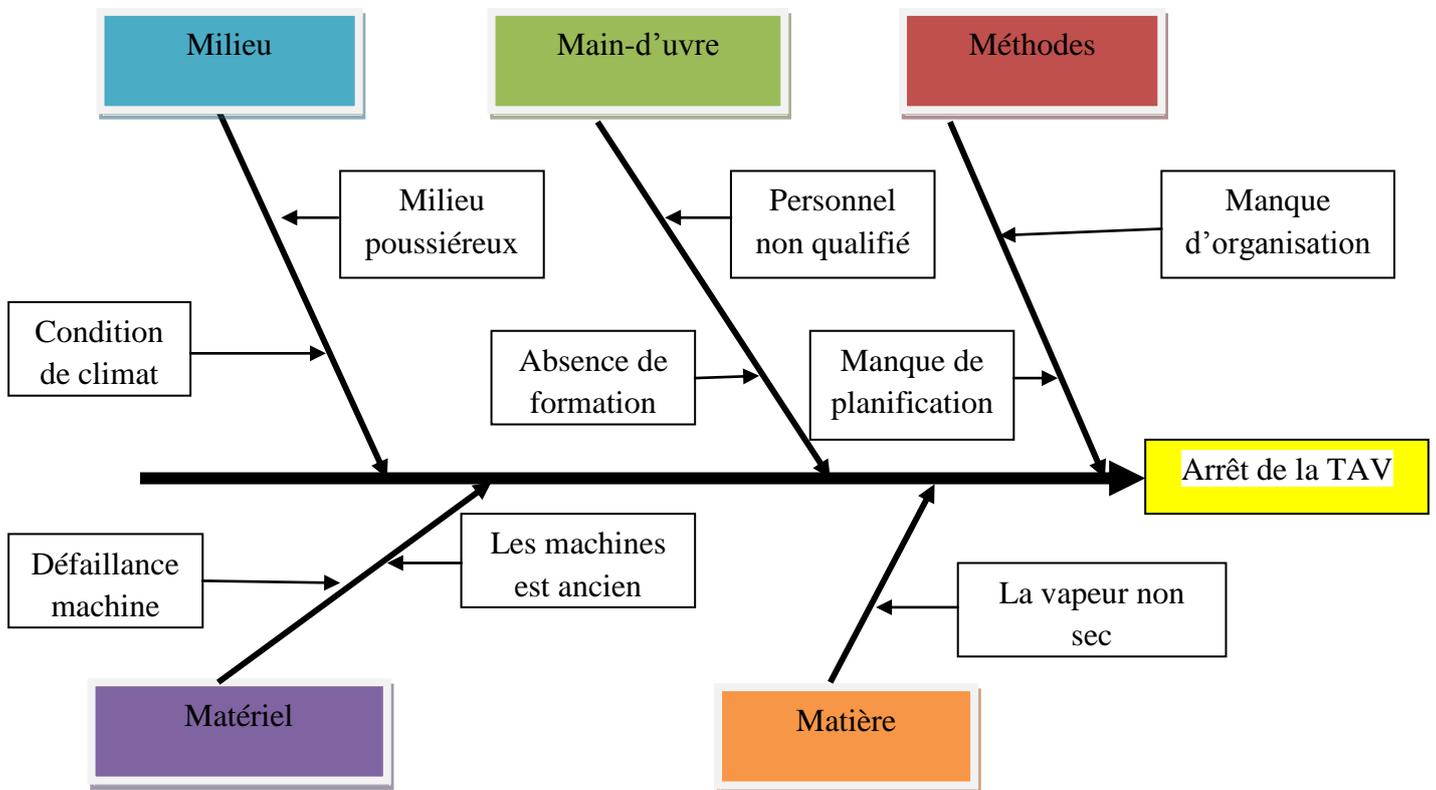


Figure.III.12. Diagramme causes-effet

❖ **Hierarchisation des defaillances :**

La hierarchisation de la criticite peut etre formalisee sous forme d'un histogramme. Le seuil de criticite est determine par le groupe de travail. Ce seuil est la limite au dela de laquelle des preventives doivent etre menees. On pourra aussi etablir une liste des points critiques. Apres la constatation des valeurs en notre procession des risques de defaillances critiques, il est imperatif que des actions correctives ou preventives soient entreprises. Une diminution de la criticite pourra etre obtenue en jouant sur un (ou plusieurs) facteurs du produit $F \cdot G \cdot N$

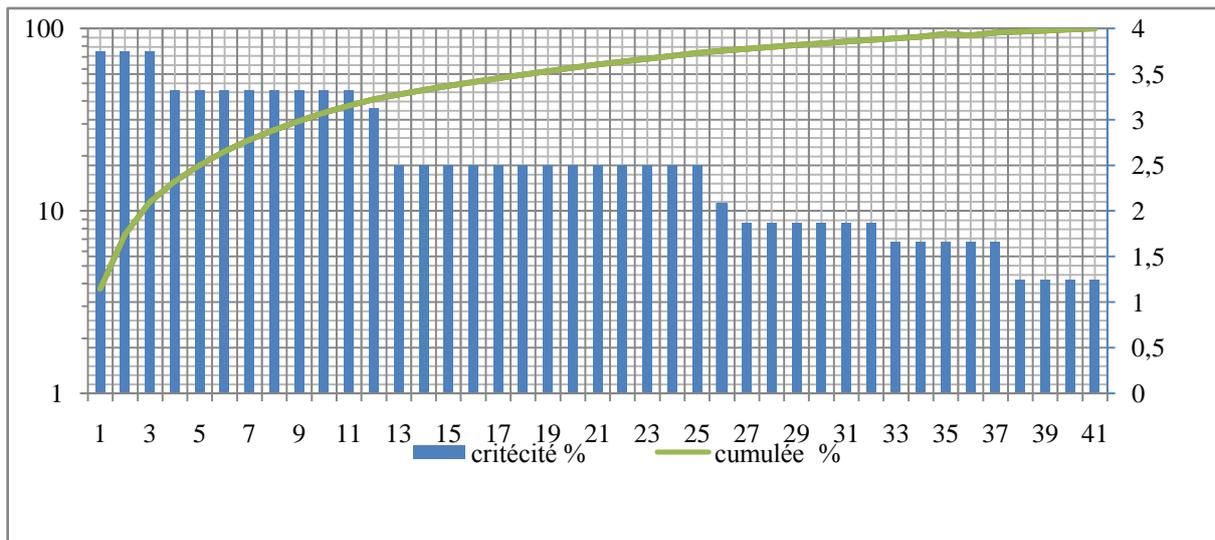


Figure.III.13. Histogramme de hierarchisation de la criticite

Conclusion

Ce chapitre est important par les informations fournies et la decortication des differentes fonctions de la TAV. Le facteur reveleveur, qui est, la criticite a ete determine suite a une enquete realisee sur le site (RA1K). Ce fait est du au manque d'un historique necessaire pour une etude objective de la situation.

Nous avons fait ressortir les elements de la machine qui ont une criticite importante. Par la methode AMDEC.

Une fois que les causes de disfonctionnement, revelees, il nous appartient de presenter des ameliorations du point de vue maintenance.

IV.1. Introduction

La maintenance préventive se fonde sur l'adage "mieux vaut prévenir que guérir", sur la connaissance des machines, la prise en compte des signes précurseurs et le réalisme économique.

Les turbines à vapeur doivent être disponibles avec des caractéristiques fonctionnelles les meilleurs possibles.

La démarche qui suivra, consistera à la présentation d'un plan de maintenance de la TAV qui servira de modèle pour les autres turbomachines par amélioration d'état de ces derniers du point de vue maintenance.

IV.2. Objectifs

L'établissement du plan de maintenance permet d'atteindre les objectifs suivants :

- Garantir une continuité de service
- Garantir un niveau de disponibilité connu à un coût global maîtrisé
- Maintenir une qualité de service contractuelle
- Prévenir les risques

IV.3. Conditions d'établissement

Afin d'assurer une bonne maîtrise dans le temps de la maintenance d'un bien, le plan de maintenance doit contenir toutes les informations nécessaires. Le contexte dans lequel ce plan a été établi doit être précisé. En effet, tout ou partie des dispositions décrites dans le plan de maintenance sont dépendantes du contexte qui prend en compte :

- Le taux d'engagement du bien
- Les objectifs assignés de production
- Les produits fabriqués
- Le taux de défaillance constaté

Si le contexte évolue, le plan de maintenance doit être réexaminé. Les modes de fonctionnement du service maintenance doivent donc intégrer cet examen automatique de la validité du plan de maintenance.

Pièce maîtresse du plan, **l'inventaire des interventions**, listant l'ensemble des interventions à réaliser sur le matériel, comportant éventuellement la périodicité préconisée et les commentaires nécessaires, **doit mentionner** :

- Les modes opératoires associés qui décrivent de manière détaillée l'ensemble des opérations de maintenance préventive à effectuer sur les équipements.
- L'état du bien requis pour effectuer l'intervention
- Les ressources

La phase suivante est l'établissement du planning des interventions qui permet de représenter de manière globale et synthétique l'activité de maintenance sur le bien.

Principales actions intégrées au plan de maintenance :

Le plan de maintenance définira de façon précise les actions suivantes : **inspections, contrôles, visites, réparation.**

IV.4. Démarche générale d'établissement du plan de maintenance :

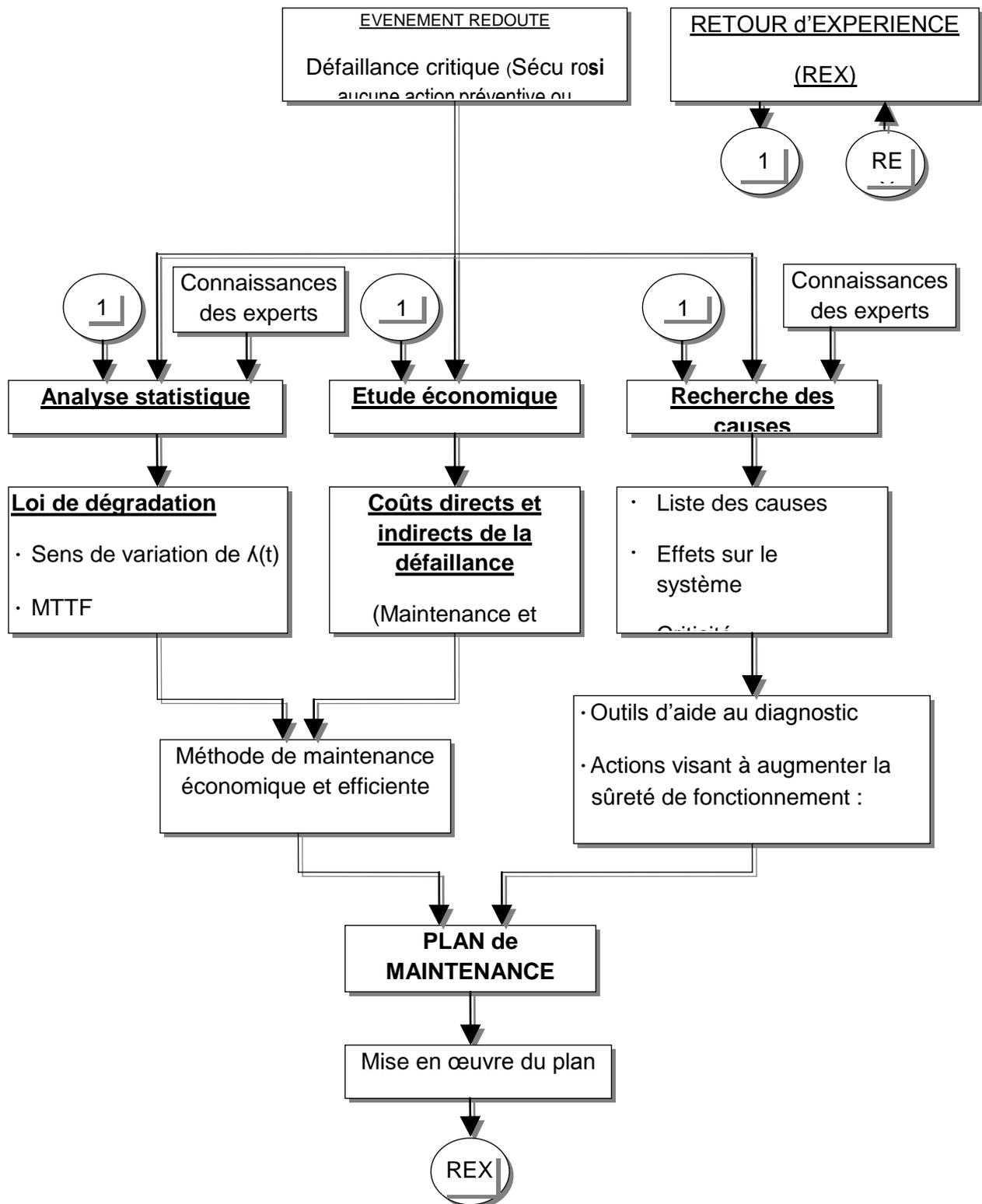


Figure. IV.1. Démarche générale d'établissement du plan de maintenance

IV.5. Stratégie de mise en place d'un plan de maintenance :

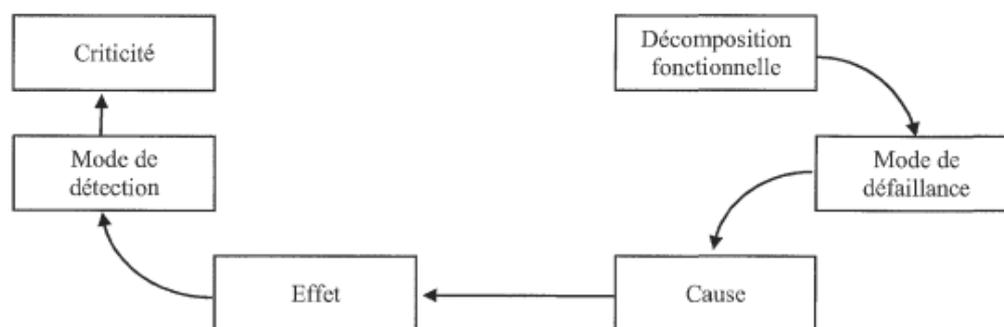
➤ Sources disponibles et utilisées :

La réalisation d'un plan de maintenance préventive sur une TAV nécessite, au préalable, un important travail d'analyse. Ainsi, afin de déterminer les dysfonctionnements pouvant intervenir sur chacun des organes des équipements de la TAV, et les effets que ces dysfonctionnements pouvaient induire, plusieurs sources ont été utilisées :

- Les documents techniques des équipements.
- Les cahiers de suivi des équipements.
- Les cahiers de suivi de box.
- L'expérience de chacun (opérateurs, techniciens de maintenance, responsable de production, ...).

➤ Définition des actions de maintenance à prévoir dans le plan

La réalisation d'une AMDEC permet de considérer les causes réelles de défaillance ayant pour conséquence l'altération de la performance du dispositif de production. Cette altération de performance se mesure par une disponibilité faible du moyen de production. Il s'agit d'une analyse critique qui a pour objectif d'identifier de façon inductive et systématique les risques de dysfonctionnement des machines, puis à en rechercher les origines et leurs conséquences.



Mais comment déterminer le type de maintenance et le type d'action à mettre en œuvre suite à l'étude de cette criticité ?

Principe : les opérations de maintenance à retenir dans le plan doivent satisfaire 3 critères : **applicabilité, efficacité et rentabilité**. Une opération est **applicable** si elle peut être mise en œuvre ; une opération est **efficace** si elle permet de réduire le taux ou l'intensité de défaillance ; une opération est **rentable** si elle peut être réalisée dans des conditions économiques

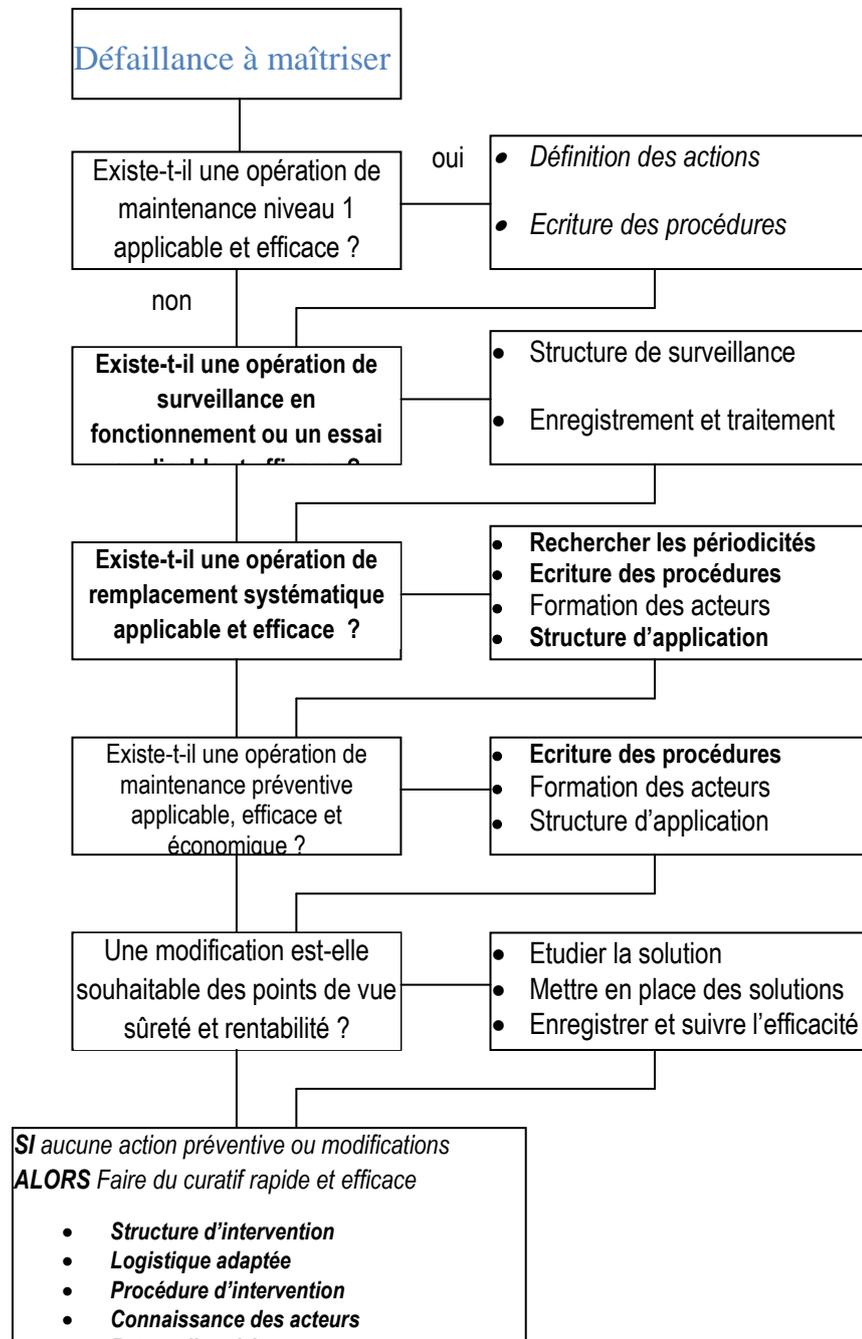


Figure. IV.3. prévoir les actions de maintenance dans les plans

la démarche utilisée pour définir les actions de maintenance à entreprendre sur la TAV est décrite ci-dessous :



Figure .IV.4.Arbre décisionnel de définition des actions de maintenance

➤ **Définition des périodicités :**

Du fait du nombre élevé d'opération de maintenance préventive à effectuer et de la faible disponibilité des équipements, la périodicité des interventions a été déterminée, autant que possible, en fonction des niveaux de maintenance requis. La maintenance mensuelle sur les équipements de la TAV ne sera constituée que de maintenance de premier niveau facile et rapide à mettre en œuvre : cette maintenance ne nécessite aucun démontage de l'équipement.

Tous les niveaux supérieurs de maintenance seront effectués lors de la maintenance semestrielle ou annuelle, selon les recommandations des constructeurs et l'expérience acquise lors du fonctionnement en maintenance corrective.

La périodicité d'intervention T se détermine à partir :

- Des préconisations du constructeur dans un 1^{er} temps
- De l'expérience acquise lors d'un fonctionnement correctif
- D'une analyse prévisionnelle de fiabilité (quantification d'un arbre de défaillance)

Dans tous les cas, la périodicité n'est pas une valeur fixe « une fois pour toute ». Elle doit évoluer en fonction du retour d'expérience et de l'évolution de l'équipement.

En général, un cycle de maintenance.

Une fois que les plans de maintenance préventive seront mis en place sur toutes les lignes de conditionnement, il y aura tous les mois à effectuer :

- La maintenance **mensuelle** à réaliser sur toutes les lignes de conditionnement.
- La maintenance **semestrielle** sur une ligne de conditionnement.
- La maintenance **annuelle** sur une autre ligne de conditionnement.

➤ **Mettre en place un programme d'entretien préventif**

L'élaboration d'un programme adapté demande la participation de tous les intervenants (direction, département de production, département de l'entretien et travailleurs). La bonne compréhension du rôle d'entretien préventif est essentielle au succès d'une telle entreprise. Voici donc la suite logique des étapes à suivre pour élaborer un programme d'entretien préventif efficace qui peut très bien fonctionner sur papier sans passer nécessairement à l'étape d'informatisation.

Les étapes suivantes sont:

1. Dresser l'inventaire des équipements.
2. **Choisir les équipements à entretenir**
3. **Déterminer le type d'entretien préventif et les activités qui en découlent**
4. Structurer le dossier d'entretien des équipements
5. Établir un calendrier d'entretien et déterminer les responsabilités des personnes concernées
6. Former le personnel. Le programme d'entretien doit être connu et compris de tous les acteurs du milieu de travail.

7. Évaluer le programme
8. Effectuer un suivi continu
- 9. Compiler les fiches techniques des équipements**
10. Structurer le dossier d'entretien des équipements
- 11. Contrôler l'inventaire des pièces de rechange**

Les étapes en gras, ont été choisies du fait de leur importance :

Choisir les équipements à entretenir :

Cette étape est l'une des plus importantes dans l'implantation d'un programme d'entretien préventif. En effet, il est recommandé de commencer l'entretien avec un minimum d'équipements et de s'assurer du bon fonctionnement du programme plutôt que d'inclure toutes les machines dès le début et de ne pouvoir effectuer l'entretien préventif correctement.

L'implantation doit donc se faire graduellement en commençant par les équipements critiques dont la défaillance entraînerait:

- Un danger pour la santé et la sécurité du personnel
- Un arrêt de production
- Une diminution de la qualité
- Damages et coûts considérables
- Danger pour l'environnement.

Pour justifier l'entretien préventif d'un équipement, il est indispensable d'en évaluer le coût et de comparer celui-ci aux coûts suivants:

- Coût de l'entretien curatif (dépannage et réparation).
- Coût des accidents de travail (coûts directs et indirects).
- Coût des pertes de production.
- Coût des rebuts (mauvaise qualité du produit).

Choix du type d'entretien

Il est également important de discerner le choix des équipements selon la spécialisation du personnel d'entretien et selon ce qu'on veut accomplir. Par exemple,

donner en sous-traitance les équipements de manutention (chariots élévateurs et ponts-roulants) pour se concentrer davantage sur les machines de production.

Après avoir sélectionné les équipements qui feront partie du programme d'entretien préventif, on doit cerner les types d'interventions et de soins à leur apporter.

Choisir le type d'entretien pour ces équipements

L'entretien préventif de type conditionnel est sans compromis le plus intéressant pour suivre l'évolution des paramètres sur une machine et de là, solliciter de façon optimale la durée de vie des pièces et des groupes de composants. Par contre, l'efficacité d'une maintenance conditionnelle est subordonnée à l'efficacité et à la fiabilité des paramètres de mesure qui la caractérisent. Ainsi ce type d'entretien sera réservé aux équipements dont l'évolution des défauts est facilement détectable et mesurable avec des capteurs fiables ou des instruments spécialisés.

Le choix du type d'entretien résultera toujours d'un compromis financier et technique. De ce fait, le responsable du choix devra effectuer pour chaque équipement la comparaison des avantages et des inconvénients inhérents à chaque type d'entretien.

Avantages de l'entretien  Coûts de l'entretien systématique
Conditionnel ou correctif

L'entretien correctif sera généralement réservé aux équipements dont la non disponibilité a peu d'impact sur la production (machine doublée ou non liée à la production), sur la sécurité des travailleurs et dont le coût annuel supposé des réparations et des pannes imprévisibles demeure acceptable.

L'entretien systématique sera généralement employé pour le remplacement des pièces d'usure de faible coût (joints, garnitures, fusibles, filtres, courroies, ...) ou des pièces critiques dont on connaît avec précision la longévité (relais, coussinets, sabots de frein, ...).

L'entretien périodique conviendra aux équipements nécessitant des vérifications obligatoires périodiques, des ajustements réguliers, des inspections fréquentes ou

chaque fois que des mesures fiables seront impossibles à obtenir autrement qu'en procédant à des étapes de vérifications spécifiques.

Pour les opérations de graissage, de lubrification, de calibration ou d'ajustements légers, on peut procéder davantage à des rondes spécifiques sur un groupe d'équipements donné. ou encore, demander la participation de l'opérateur à ces tâches (auto maintenance).

Afin de mieux s'orienter dans les choix menant à l'entretien conditionnel, voici un tableau récapitulatif des méthodes utilisées en fonction des équipements surveillés et de la périodicité des mesures.

Méthodes utilisées	Équipements surveillés	Instruments	Périodicité de base
Mesure de vibrations	Toutes les machines tournantes de moyenne et grosse puissance et/ou équipements critiques: moteurs, réducteurs, compresseurs, pompes, ventilateurs, ...	Capteur de vibration, analyseur, (sous-traitants)	1500 à 3000 heures
Analyse des huiles	Réducteurs et circuits hydrauliques, circuits de chauffage à huile thermique, transformateurs à l'huile.	Réalisé par les fournisseurs ou des sous-traitants	6 mois
Thermographie	Équipements haute tension, distribution basse tension, électronique de puissance, armoires de relai, équipements garnis de réfractaire (fours), ...	Imageur thermique et caméra infrarouge (sous-traitants)	12 mois
Mesure de défauts de roulement	Tous roulements	Mesureur spécial ou analyseur enveloppe	500 heures
Détection des ultrasons	Localisation des fuites	Détecteur ultrasonique (sous-traitants)	selon la demande
Examen endoscopique	Cylindres de compresseurs, ailettes, engrenages endommagés, ...	Endoscope + photos (sous-traitants)	tous les mois
Analyse stroboscopique	Partout où l'on voudrait étudier un mouvement, contrôler une vitesse, mesurer les plans.	Stroboscope de l'analyseur de vibration	selon les besoins

Tableau.V.1. Exempla du Choix du type d'entretien

Contrôler l'inventaire des pièces de rechange

Certaines méthodes pour évaluer les quantités sont établies mais seule une analyse cas par cas des consommations réelles permet de gérer les quantités car la consommation d'une pièce de rechange dépend d'une foule de facteurs qui sont liés à son usage (machine sur laquelle elle est utilisée, mode d'utilisation, modifications aux équipements de production, etc.). C'est pourquoi les méthodes théoriques pour évaluer les quantités sont de moins en moins suggérées.

Si on ne possède aucune donnée du fabricant de l'équipement ou du fournisseur concernant les pièces critiques sur la machine, on peut toujours débiter l'analyse par la démarche suivante qui peut très bien être réalisée lors de l'élaboration des fiches techniques par machine:

faire la liste des pièces et des sous-ensembles de la machine ;

Classer cette liste dans les catégories suivantes correspondant au type de pièces et, pour chaque catégorie, utiliser les valeurs indicatives correspondantes:

1. Pièces de liaison entre parties fixes et mobile ; pièces d'usure en majorité (coussinets, roulements, bagues, relais, contacts,)	1 pièce de rechange pour 4 en service
2. Pièces de régulation et de commande (soupapes, clapets, ressorts, tiges, bielles,).	1 pour 5
3. Pièces mobiles: arbres et rotors, ...	1 pour 10
4. Pièces pour l'électronique, etc.	1 pour 20
5. Pièces de structure: bâtis, ossatures, Charpentes ou supports.	0

Tableau. IV.2. Exemple de classement des pièces de Rechange

Pour le choix et les quantités, il faut tenir compte également de la charge de travail moyenne du matériel et du nombre de machines identiques. Ainsi, avec plusieurs machines identiques travaillant à faible charge, on pourrait avoir un stock nul («4 machines en marche à 75%» sont équivalentes à «3 machines en marche continue»).

Les fichiers historiques permettent également de corriger ces valeurs. Comme les causes des interventions de réparation sont notées, il sera facile de juger de la nature du remplacement de la pièce: usure, accidents, reconstruction, améliorations .

IV.6. Aspect organisationnel

Pour atteindre notre objectif, qui est l'application de l'entretien préventif conditionnel, une organisation Adéquate doit être élaborée en collaboration avec la production, la gestion de service maintenance et la logistique il faut :

-une coordination entre services exploitation maintenance gestion de service maintenance.

-la création d'un **circuit d'information** et de suivre des actions de maintenance dans tous ses détails (GMAO) et historique. Des **cahiers de suivi des opérations** de maintenance préventive sont disponibles pour chaque équipement. Ils contiennent, sous forme de tableaux, la liste des opérations de maintenance préventive mensuelle, semestrielle et annuelle à effectuer sur chaque équipement. Ces cahiers permettent non seulement de tracer les opérations de maintenance préventive mais aussi de faire participer les intervenants à l'amélioration des plans de maintenance.

-**Cahier de suivi des équipements** : Fait Partie de la documentation de maintenance qui enregistre les défaillances, pannes et informations relatives à la maintenance d'un bien C'est **le carnet de santé d'un équipement**. Il contribue au suivi dans le temps de tous les équipements, et permet de retrouver facilement la chronologie des interventions.

- Une information adéquate des acteurs de la maintenance :

- Une logistique qui répond aux besoins du service maintenance ; tel que
- Transport
- Moyens de manutention
- Outillage

- Documentations de standardisation et normalisation.

Conclusion générale

Par ce travail de mémoire de master en maintenance industrielle et fiabilité mécanique, nous avons atteint plusieurs objectifs.

On s'est rendu compte de l'importance de ce secteur industriel, sa production de divers produits chimiques lui confiant un rôle stratégique à l'échelle de l'économie nationale.

Au cours de notre étude, on a pu prendre conscience de l'importance de la turbine à vapeur dans la chaîne de production.

Pour mieux situer les causes des défaillances survenues, on a eu recours aux différents outils d'analyses pour atteindre l'objectif de notre étude ; à savoir :

En premier lieu, dans le but d'améliorer la performance de ce turbo-alternateur, on a pu identifier les causes possibles des effets constatés et de déterminer les moyens pour y remédier en utilisant le diagramme d'Ishikawa causes/effets. Et ceci après avoir collecté toutes les informations relatives aux différentes défaillances enregistrées durant une période déterminée.

En second lieu, une Amdec complète a été élaborée afin de trouver des actions à mener.

En dernier lieu, un plan d'amélioration de maintenance a été proposé.