

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

UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN DE TIARET

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUEES
DÉPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences & Technologie

Filière : Electromécanique

Spécialité: Maintenance Industrielle

THÈME

***Elaboration d'un plan de maintenance
préventive de compresseur
INGEROSOLL-RAND SSR ML15***

Préparé par : MOKHTAR HICHEM BEN YUCEF

Soutenu le :

Devant le Jury :

Nom et prénoms	Grade	Lieu d'exercice	Qualité
Mr . Saad Mohamed			

PROMOTION 2018 /2019

Dédicaces

Je dédis ce modeste mémoire :

*A ma mère, qui m'a encouragé
d'aller en avant et qui m'a donnée tout
son amour pour reprendre mes études ;*

*A mon père qui m'a donné son
Soutien permanent durant toutes mes
Années d'études et qu'il dort bien dans sa tombe*

*A mes frères et ma soeur;
A tous mes amis taha et youcef et m'hamed sans
exception ;*

*A toute l'équipe de DML qui m'ont
aidé pondant la durée du stage.*

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier le bon Dieu le tout Puissant de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon directeur de mémoire MR: SAAD.M pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

*mes vifs remerciements s'adressent également à Mr **BEZAWCHA ABD ERAHMAN** Responsable du Service mécanique de l'unité DML qui m'a reçu chaleureusement comme stagiaire .*

je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université de ibn Khaldoun et les intervenants professionnels responsables de ma formation, pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé et assisté durant mes études

Sommaire

Dédicace	I
Remerciements	II
Resumé	III
Table d'abréviation	V
Liste des figures	VII
Liste des tableaux	VIII
Introduction général :	1
Chapitre I : Présentation de l'entreprise	2
I.1 Introduction :	2
I.2 Généralité de l'entreprise.....	2
I.2.1 Aperçu historique :	2
I.2.2 Domaines d'activités	2
I.2.3 Missions du service HSE:	3
I.2.4 Missions du Centre Informatique:.....	4
I.2.5 Missions du département Administration & communications.....	4
I.2.6 Missions du département Finances:	5
I.2.7 Missions du département Approvisionnement:.....	5
I.2.8 Missions du département Méthodes et Ordonnancement:	5
I.2.9 Missions du département Electricité et Instrumentation:	6
I.2.10 Missions du département Mécanique:.....	6
I.2.11 Missions du département Opérations spéciales:.....	7
Chapitre II : Généralité sur la maintenance préventive.....	8
II.1 Introduction	8
II.1 La maintenance préventive	8
II.1.1 Définition de la maintenance préventive.....	8
II.1.2 Objectifs	9
II.1.3 Différents types de maintenance préventive	10
II.1.4 Opérations de maintenance préventive	12
II.1.5 Principes élémentaires	14
II.1.6 TPM et maintenance préventive.....	18
Chapitre III : Généralités sur Les compresseurs	21
III.1 Introduction.....	21
III.2 Généralité sur les compresseur	21
III.2.1 Définition	21

Sommaire

III.2.2	But de la compression	21
III.3	Types des compresseurs.....	22
III.3.1	Compresseurs volumétriques	23
III.3.2	Les turbocompresseurs (compresseurs dynamiques).....	27
III.4	Domaine d'application et critères de choix des compresseurs	29
Chapitre IV : Elaboration d'un plan de maintenance préventive		32
IV.1	Introduction.....	32
IV.2	Définition de la défaillance.....	32
IV.3	Comment manifeste la défaillance.....	32
IV.4	Classification des défaillances	32
IV.5	Définition de l'AMDEC	33
IV.6	But de l'AMDEC.....	33
Les types de l'AM DEC.....		34
IV.6.1	L'AMDEC processus	35
IV.6.2	L'AMDEC montage	35
IV.6.3	L'AMDEC contrôle.....	35
IV.6.4	L'AM DEC sécurité	35
IV.6.5	L'AMDEC machine.....	35
IV.6.6	Déroulement de l'AMDEC	35
IV.6.7	Initialisation	36
IV.7	La maintenance du compresseur:.....	43
IV.7.1	Choix d'une politique de maintenance:.....	43
IV.7.1	Précautions d'interventions:	43
IV.8	PLANS DE MAINTENANCE DU COMPRESSEUR D'AIR INGERSOLL- RAND SSR ML 15	45
IV.8.1	Présentation de la machine:	45
IV.8.3	<i>Caractéristiques Techniques:</i>	45
IV.8.4	Arborescence:	47
IV.8.5	Plan de maintenance	47
IV.8.6	Arbre de défaillance :.....	49
IV.8.7	Plan de maintenance préventive :	54
IV.8.8	Les gammes de maintenance:	57
	Conclusion générale	61

Sommaire

Abréviation

RTO : Région Transport Ouest

DML : Direction Maintenance Laghouat

HSE : Health & Safety Executive

GMAO :Gestion Maintenance Assistée par Ordinateur

MTBF : Mean Time Between Failure

TPM : Total Productive Maintenance

Liste Figure

Figure 1:localisation de l'entreprise DML.....	13
Figure III.1:Schéma des diffèrent types de compresseur, A)- compresseurs volumétriques, B)- compresseurs dynamiques.....	3
Figure III.2: Compresseur à piston.....	4
Figure III.3: Compresseur à membrane.....	5
Figure III.4: compresseur à vis.....	6
Figure III.5: Compresseur à palettes.	6
Figure III.6: Compresseur à lobes, A)-La forme huit de rotor B)- La circulation de gaz.....	7
Figure III.7: Photo d'un compresseur centrifuge.	8
Figure III.8:Compresseur dynamique axial.....	9
Figure III.9: Plages d'application des différents types de compresseurs.	10
Figure IV.1:Déroulement d'AMDEC [1].	5
Figure IV.2:Compresseur INGERSOLL-RAND SSR ML15.....	31

Liste tableau

Tableau III.1: Les avantages et les inconvénients de chaque compresseur.....	30
Tableau 1:caractéristiques techniques de compresseur.....	45

Introduction

Introduction général :

Vacance mars 2019 j'ai effectué un stage au sein de l'entreprise DML-SONATRACH .Au cours de ce stage à la DML, j'ai pu m'intéresser au fonctionnement de cette direction, il s'agit d'effectuer, contrôler, les techniques CND. Plus largement, ce stage a été l'opportunité pour moi d'obtenir l'expérience nécessaire, développer mes connaissances sur le secteur de l'énergie et d'être au courant des nouvelles politiques adoptées par la société car elle est en perpétuel changement. Au-delà d'enrichir mes connaissances professionnels, ce stage m'a permis de comprendre dans quelle mesure il ma beaucoup apporté dans mon future parcours professionnel.

La maintenance préventive a pour objectifs de programmer la période optimale pour effectuer les opérations de maintenance, les remplacements et, ainsi, d'éviter le coût de défaillances majeures en détectant de façon précoce et suffisamment à temps une anomalie naissante ou la dégradation d'un composant qui pourrait conduire à une défaillance catastrophique. La maintenance préventive est soit systématique soit conditionnelle.

Pour les compresseurs sont des machines qui a fonction d'élever la pression du fluide Compressible qui le travers son nom traduit le fait que le fluide comprime (son volume Diminue) au fur et à mesure de l'augmentation de pression. Sans oublier que j'ai déjà parlé d'autres types de compresseur.

D'un point de vue rédactionnel, la structure de ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres

Première Chapitre : présentation de l'entreprise

Deuxième Chapitre : maintenance préventive

Troisième Chapitre : généralités sur les compresseurs

Quatrième Chapitre : élaboration d'un plan de maintenance préventive d'un compresseur

Enfin, nous clôturerons ce modeste travail par une conclusion générale.

Chapitre I

I.1 Introduction :

Dans l'Algérie, il existe une grande société qui s'occupe la production et du transport du brut Du gaz et du condensat. Ces derniers présentent actuellement les sources d'énergie les plus importantes dans le monde, cette société s'appelle Société Nationale des travaux chimique (SONATRACH).

I.2 Généralité de l'entreprise

I.2.1 Aperçu historique :

Au lendemain de l'indépendance de l'Algérie en 1962, La SONATRACH été créée. La Base Maintenance Laghouat relevant de la Région Transport Ouest (RTO) a été crée en 1966 avec la mise en service de l'ouvrage. En 1988, la Direction Maintenance Laghouat (DML) a été structurée en 03 bases : Laghouat, Biskra et Haoud El Hamra, qui ont été supprimé en 2002 avec la création de la Direction Maintenance Laghouat (DML) relevant de la Branche de Transport par Canalisation de la Sonatrach.



Figure 1:localisation de l'entreprise DML

I.2.2 Domaines d'activités

Maintenance préventive et corrective des machines tournantes principales de TRC (Turbines à gaz, Moteurs électriques, Pompes, Compresseurs, Alternateurs, ...) et de leurs accessoires.

- Rénovation de sous-ensembles et réparation d'éléments nobles de machines tournantes (rotors, directrices, corps de pompes...)

- Réalisation et/ou suivi des actions de maintenance améliorative des machines (rétrofits de contrôle-commande, amélioration matériaux ou conception ...)
- Contrôle et étalonnage des soupapes de sûreté.
- Analyse des défaillances.
- Étude et réalisation des piquages en charge et des opérations stopple sur les canalisations et ouvrages concentrés.
- Missions de la direction:
- La maintenance des niveaux 3, 4 et 5 des équipements de l'activité.
- L'établissement des procédures et contrôle de la maintenance des niveaux 1 et 2 des équipements de l'activité en collaboration avec les Directions régionales.
- La réparation des pièces et rénovation des organes des équipements.
- La fabrication de la pièce et rénovation des organes des équipements.
- La réhabilitation et modernisation des équipements et installations industrielles de l'activité.
- La préparation et réalisation des opérations spéciales.

I.2.3 Missions du service HSE:

- L'application de la politique HSE du groupe SONATRACH en s'assurant de l'application sur chaque site des principes HSE et la formulation des axes et politiques spécifiques à l'activité transport en la matière.
- La prévention des accidents et incidents par des inspections visant à détecter les conditions techniques, attitudes ou habitudes du personnel et les méthodes de travail dangereuses et la recommandation d'actions correctives.
- La protection et la sauvegarde du patrimoine humain et matériel par des programmes de prévention, de suivi sanitaire, et en cas d'incident, en dirigeant l'intervention, les opérations de dépollution et de bonification des milieux.
- La réalisation, le contrôle et le suivi des programmes de l'activité transport concourant à la préservation de l'environnement ainsi que les missions de responsabilités sociales de l'entreprise.
- La participation aux opérations d'audits opérationnels pour l'amélioration des techniques d'exploitation des installations de transport, de maintenance et de sécurité par référence aux standards de l'industrie pétrolière, ainsi que le suivi des principaux ratios significatifs de l'efficacité technique globale

- L'animation de la fonction HSE au sein de la direction par des actions constantes de sensibilisation et de formation.
- Le maintien de l'interfaçage avec les services internes et externes chargés de la sécurité ainsi qu'avec la cellule HSE de l'activité transport.

I.2.4 Missions du Centre Informatique:

- Gestion, maintenance et optimisation des systèmes d'exploitation, des réseaux locaux et distants.
- Maintenance préventive des équipements informatiques (micro-ordinateurs, imprimantes et connectique).
- Gestion, maintenance et optimisation des systèmes de gestion de bases de données (GMAO), des applications et progiciels utilisateur.
- Développement des applications spécifiques aux activités de la direction.
- Assistance et formation des utilisateurs à l'outil informatique
- Mise en œuvre de la bureautique et assistance aux utilisateurs.
- Mise en œuvre et gestion de l'Internet, l'intranet et de la messagerie.

I.2.5 Missions du département Administration et communications

- Evaluation des besoins en personnel de la direction maintenance et la préparation des plans de recrutement et de formation.
- Recrutement et formation du personnel dans le cadre des budgets approuvés.
- Etude et mise en place des procédures de gestion et développement de la fonction ressources humaines.
- Planification dans le domaine de la gestion du personnel et suivi des carrières.
- Gestion administrative du personnel de la direction.
- Gestion des prestations sociales et de la médecine du travail.
- Suivi du fonctionnement des différentes commissions paritaires.
- Prise en charge des relations de travail au sein de la direction.
- Gestion des moyens généraux de la direction.
- Gestion du patrimoine de la direction.
- Gestion et suivi des contrats de sous-traitance.
- Maintenance des infrastructures de la direction.

- Amélioration du processus ressources humaines

I.2.6 Missions du département Finances:

- Gestion financière de la direction.
- Élaboration des états comptables et financiers.
- Préparation des bilans de la direction.
- Consolidation des budgets, suivi des réalisations budgétaires et analyse des écarts.
- Collecte et traitement des données comptables et budgétaires permettant l'élaboration des coûts par activité.
- Elaboration, gestion des contrats et application des procédures en matière juridique

I.2.7 Missions du département Approvisionnement:

- Approvisionnement en pièces de rechange, outillage, équipements et matériels nécessaires à l'activité de la direction.
- Gestion du stock et du magasin des pièces de rechange.
- Gestion des matériels et équipements amortissables.
- Codification des pièces de rechange.
- Amélioration du processus approvisionnement.
- La gestion du parc véhicules et engins et son entretien.
- La gestion des prestations de transport et de manutention nécessaires aux activités des différentes structures.

I.2.8 Missions du département Méthodes et Ordonnancement:

- Elaboration du plan de charge annuel et pluriannuel en collaboration avec les directions régionales pour assurer la maintenance des niveaux 3, 4 et 5 des installations industrielles.
- La réception des demandes de travail, leur programmation et répartition entre es structures de la direction chargée de la réalisation.
- La gestion et mise a jour des manuels et procédures de maintenance.
- Organisation et animation des groupes pour l'élaboration des gammes opératoires de la maintenance des niveaux 3, 4 et 5 des machines tournantes.

- Etablissement et analyse des ratios de maintenance.
- Analyse et optimisation des coûts de maintenance.
- Gestion des données de l'activité maintenance et mesure des performances.
- Gestion de la documentation technique de référence des installations industrielles.
- Tenue à jour des normes et standards de la direction.
- Gestion technique et économique des matériels.
- Mise en place et gestion des procédures de contrôle qualité et contrôle réglementaire des moyens.
- Réalisation d'études spécifiques en matière de maintenance.
- Amélioration du processus Méthodes et ordonnancement.

I.2.9 Missions du département Electricité et Instrumentation:

- La réalisation de la maintenance des niveaux 3, 4 et 5 des équipements pour les parties électricité et instrumentation sur les machines de TRC et autres.
- La réalisation des travaux de modernisation et retrofits des équipements.
- La réalisation des travaux d'électricité industrielle et électromécanique.
- La réalisation de contrôle et l'étalonnage sur les systèmes de sûreté et régulation.
- L'élaboration et la mise à jour des procédures concernant les activités électricité et instrumentation en collaboration avec le département méthodes / Ordonnancement.
- La participation à l'élaboration des cahiers des charges liés aux retrofits des installations.

I.2.10 Missions du département Mécanique:

- Réalisation de la maintenance des niveaux 3, 4 et 5 des machines tournantes.
- Maintenance en atelier des ensembles et s/ensembles de turbines, pompes et compresseurs.
- Réalisation des travaux de modernisation des équipements.
- Fabrication de la pièce de rechange spécifique pour les besoins de TRC.
- Réparation des pièces des machines tournantes.
- Contrôle de conformité des pièces fabriquées ou réparées.
- Réalisation des analyses, essais, mesures et expertises

I.2.11 Missions du département Opérations spéciales:

- Elaboration des procédures de piquages en charge et stopple sur les canalisations des hydrocarbures.
- Réalisation des opérations spéciales sur les ouvrages.
- Maintenance des équipements de piquage en charge et stopple.
- Contrôle et inspection des travaux réalisés.
- Réalisation des travaux de préfabrication.

Chapitre II

II.1 Introduction

La fonction maintenance a fortement évolué depuis une décennie sous l'effet des contraintes de productivité, d'optimisation des coûts et sous l'influence des différents modèles industriels. Si le terme fonction est employé à la place de service, c'est parce que la maintenance n'est plus réservée à l'activité d'un groupe d'hommes sur lesquels on se déchargerait de tout ce qui n'est pas production, finance ou commercial. À l'inverse, maintenir n'est plus de la seule responsabilité d'un service de maintenance.

II.1 La maintenance préventive [1]

II.1.1 Définition de la maintenance préventive

Dans la définition de la maintenance préventive, nous incluons l'ensemble des contrôles, visites et interventions de maintenance effectuées préventivement. La maintenance préventive s'oppose en cela à la maintenance corrective déclenchée par des perturbations ou par les événements, et donc subie par la maintenance. La maintenance préventive comprend :

- les contrôles ou visites systématiques,
- Les expertises, les actions et les remplacements effectués à la suite de contrôles ou de visites,
- les remplacements systématiques,
- la maintenance conditionnelle ou les contrôles non destructifs.

La maintenance préventive ne doit pas consister à dire à un agent de maintenance : « allez voir si l'état de tel organe est bon » au moyen d'une liste des points à examiner. Dans ce cas, si l'état est bon, on ne dit rien ; s'il n'est pas bon, il faut intervenir de suite, ce qui nécessite forcément une disponibilité en pièces de rechange. Il s'agit d'une détection d'anomalie et non de maintenance préventive.

Au contraire, la maintenance préventive doit consister à suivre l'évolution de l'état d'un organe, de manière à prévoir une intervention dans un délai raisonnable (1 mois, par exemple) et l'achat de la pièce de remplacement nécessaire (donc on n'a pas besoin de la tenir en stock, si le délai normal le permet).

II.1.2 Objectifs [1]

La mise en place d'une politique de maintenance préventive vient suite à une stratégie adoptée par l'entreprise en vue d'attendre un certain nombre d'objectifs :

- a) **Améliorer la fiabilité du matériel** : La mise en œuvre de la maintenance préventive nécessite les analyses techniques du comportement du matériel. Cela permet à la fois de pratiquer une maintenance préventive optimale et de supprimer complètement certaines défaillances.
- b) **Garantir la qualité des produits** : La surveillance quotidienne est pratiquée pour détecter les symptômes de défaillance et veiller à ce que les paramètres de réglage et de fonctionnement soient respectés. Le contrôle des jeux et de la géométrie de la machine permet d'éviter les aléas de fonctionnement. La qualité des produits est ainsi assurée avec l'absence des rebuts.
- c) **Améliorer l'ordonnancement des travaux** : La planification des interventions de la maintenance préventive, correspondant au planning d'arrêt machine, devra être validée par la production. Cela implique la collaboration de ce service, ce qui facilite la tâche de la maintenance. Les techniciens de maintenance sont souvent mécontents lorsque le responsable de fabrication ne permet pas l'arrêt de l'installation alors qu'il a reçu un bon de travail pour l'intervention. Une bonne coordination prévoit un arrêt selon un planning défini à l'avance et prend en compte les impossibilités en fonction des impératifs de production.
- d) **Assurer la sécurité humaine** : La préparation des interventions de maintenance préventive ne consiste pas seulement à respecter le planning. Elle doit tenir compte des critères de sécurité pour éviter les imprévus dangereux. Par ailleurs le programme de maintenance doit aussi tenir compte des visites réglementaires.
- e) **Améliorer la gestion des stocks** : La maintenance préventive est planifiable. Elle maîtrise les échéances de remplacement des organes ou pièces, ce qui facilite la tâche de gestion des stocks. On pourra aussi éviter de mettre en stock certaines pièces et ne les commander que le moment venu.
- f) **Améliorer le climat de relation humaine** : Une panne imprévue est souvent génératrice de tension. Le dépannage doit être rapide pour éviter la perte de production. Certains problèmes, comme par exemple le manque de pièces de rechange, entraîne l'immobilisation de la machine pendant longtemps. La tension peut monter entre la maintenance et la production.

En résumé, il faudra examiner les différents services rendus pour apprécier les enjeux de la maintenance préventive :

- la sécurité : diminution des avaries en service ayant pour conséquence des catastrophes ;
- la fiabilité : amélioration, connaissance des matériels ;
- la production : moins de pannes en production.

II.1.3 Différents types de maintenance préventive [2]

La maintenance préventive se subdivise à son tour en :

II.1.3.1 Maintenance préventive systématique

II.1.3.1.1 Définition de la maintenance préventive systématique

« C'est une politique de maintenance effectuée selon un échéancier établi en fonction du temps ou le nombre d'unités d'usage. »

Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision partielle ou complète.

Remarque : Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que : la quantité de produits fabriqués ; la longueur de produits fabriqués ; la distance parcourue ; la masse de produits fabriqués ; le nombre de cycle effectué ; etc.

II.1.3.1.2 Conditions d'applications

La maintenance préventive systématique nécessite de connaître : le comportement du matériel ; les usures ; les modes de dégradations ; le temps moyen de bon fonctionnement entre deux avaries (MTBF). Actuellement de plus en plus les interventions de la maintenance systématique se font par échanges standards.

II.1.3.1.3 Domaines d'applications

La maintenance systématique peut être appliquée dans les cas suivants :

- Equipements soumis à la législation en vigueur (sécurité réglementée). Par exemples : appareil de levage, extincteur (incendie), réservoir sous pression, convoyeurs, ascenseurs, monte-charge, etc.
- Equipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves. Par exemples : tous les matériels assurant le transport en commun des personnes, avion, trains, etc.
- Equipements ayant un coût de défaillance élevé. Par exemples : éléments d'une chaîne automatisée, systèmes fonctionnant en continu.
- Equipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevées au cours de leur temps de service. Par exemples : consommation excessive d'énergie, allumage et carburation déréglés pour les véhicules à moteurs thermiques.

II.1.3.2 Maintenance préventive conditionnelle

II.1.3.2.1 Définition de la maintenance préventive conditionnelle

C'est une politique de maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé, (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.), révélateur de l'état de dégradation du bien. La maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendant de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel. On l'appelle parfois maintenance prédictive.

II.1.3.2.2 Conditions d'applications

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant les cas il est souhaitable de les mettre sous surveillance et à partir de là, nous pouvons décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint, mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs.

II.1.3.2.3 Cas d'application

Tous les matériels sont concernés. Cette maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement.

II.1.3.2.4 Paramètres mesurés

Ils peuvent porter par exemple sur :

- Le niveau et la qualité d'une huile ;
- Les températures et les pressions ;
- La tension et l'intensité du matériel électrique ;
- Les vibrations et les jeux mécaniques ;
- Etc.

De tous les paramètres énumérés, l'analyse vibratoire est de loin la plus riche quant aux informations recueillies. Sa compréhension autorise la prise à bon en pleine connaissance de cause des décisions qui sont à la base d'une maintenance préventive conditionnelle. La surveillance peut être soit périodique, soit continue.

II.1.4 Opérations de maintenance préventive [2]

Ces opérations peuvent être classées en quatre groupes d'actions.

- Le premier groupe concerne l'entretien ; il comprend les opérations suivantes :
 - le nettoyage, la dépollution et le retraitement de surface.
- Le deuxième groupe concerne la surveillance ; il comprend les opérations suivantes : l'inspection le contrôle et la visite.
- Le troisième groupe concerne la révision ; il comprend les opérations suivantes :
 - la révision partielle et la révision générale.
- Le quatrième groupe concerne la préservation ; il comprend les opérations suivantes :
 - la mise en conservation, la mise en survie et la mise en service.

II.1.4.1 L'entretien

L'entretien comprend les opérations courantes et régulières de la maintenance préventive tels que le nettoyage, la dépollution et le retraitement de surface qu'ils soient externes ou internes. Par exemple, on peut signaler pour le nettoyage extérieur l'existence de divers types de nettoyage en fonction de la structure et de l'état d'un bien, des produits utilisés et de la méthode employée (les solutions alcalines aqueuses, les solvants organiques, le soufflage aux abrasifs, etc.). Il faut aussi préciser que le retraitement de surface inclut les opérations suivantes de la lubrification et de graissage.

II.1.4.2 La surveillance

Les termes définis ci-après sont représentatifs des opérations nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien, effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

- a) **L'inspection** : C'est une activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission définie. Elle n'est pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablies. Cette activité peut s'exercer notamment au moyen de ronde.

- b) **Le contrôle** : C'est une vérification de la conformité à des données préétablies, suivie d'un jugement. Le contrôle peut :
 - comporter une activité d'information,
 - inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement,
 - déboucher sur des actions correctives.

- c) **La visite** : C'est une opération consistant en un examen détaillé et prédéterminé de tout (visite générale) ou partie (visite limitée) des différents éléments du bien et pouvant impliquer des opérations de maintenance du 1^{er} niveau.

II.1.4.3 La révision

C'est l'ensemble des actions d'examen, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné. Il est d'usage de distinguer suivant l'étendue de cette opération les révisions partielles des révisions générales. Dans les deux cas, cette opération implique la dépose de différents sous-ensembles. Ainsi le terme de révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections, etc. Les deux types d'opération définis (révision partielle ou générale) relèvent du 4^{ème} niveau de la maintenance.

II.1.4.4 La préservation

Elle comprend les opérations suivantes.

- **La mise en conservation** : c'est l'ensemble des opérations devant être effectuées pour assurer l'intégrité du bien durant les périodes de non-utilisation.

- **La mise en survie** : c'est l'ensemble des opérations devant être effectuées pour assurer l'intégrité du bien durant les périodes de manifestations de phénomènes d'agressivité de l'environnement à un niveau supérieur à celui défini par l'usage de référence.
- **La mise en service** : c'est l'ensemble des opérations nécessaires, après l'installation du bien à sa réception, dont la vérification de la conformité aux performances contractuelles.

II.1.5 Principes élémentaires [1]

II.1.5.1 Les principes

Il est important de s'assurer que quelques principes de bonne conduite sont respectés pour la réussite de l'application du programme de maintenance préventive dont l'objectif est de maîtriser les pannes. Ces principes sont simples et primordiaux.

- Bien conduire
 - Bien nettoyer
 - Bien réparer
 - Bien lubrifier
- 1) **Bien conduire** : Souvent, la conduite ou l'utilisation du matériel sans précautions génère de nombreux des fonctionnements qui peuvent aller jusqu'à la casse. Le respect des paramètres de fonctionnement est essentiel dans la bonne conduite. En effet, le suivi des paramètres de fonctionnement (température, pression, intensité...) permet souvent de déceler des dérives ou des débuts de dégradation. En matière de conduite on peut citer :
- Ouvrir la vanne d'aspiration, alimenter en liquide de barrage avant de démarrer une pompe à garniture mécanique.
 - Garder sous tension une commande numérique durant le week-end.
 - Arrêter l'alimentation en brouillard d'huile lorsque la machine est à l'arrêt ; la redémarrer avant la mise en route de la machine.
 - Une vanne ou un volant de réglage doit être réglé de la même manière entre l'équipe du matin et les équipes de l'après-midi et de la nuit. Un vernier avec des index de valeurs sera nécessaire.
- 2) **Bien nettoyer** : Une installation propre permet d'obtenir des conditions saines d'intervention de la part des conducteurs et des intervenants d'entretien, en terme :
- de facilité de diagnostic de panne,

- de rapidité d'intervention,
- de qualité des opérations de maintenance.

Cependant sur une installation propre, une faible trace de fuite ne sera pas inaperçue. Une instruction de nettoyage indiquant comment l'effectuer et avec quels instruments est parfois nécessaire. On utilise les chiffons, les éponges, les spatules comme outils de nettoyage. Les produits de nettoyage sont nombreux et le choix se fait en fonction du besoin et de l'environnement.

Par exemple dans les industries chimiques et alimentaires, la procédure de nettoyage fait partie du processus de fabrication. Tandis que dans les industrie mécanique, les machines outils ou les centres d'usinage sont quelquefois si compliqués que l'ouvrier ne peut pas les nettoyer sans perdre un temps précieux. Les couvercles de protection doivent être facilement démontables en utilisant des fixations convenables. On aura besoin de les enlever pour nettoyer en dessous. La poussière et les corps étrangers ont tendance à s'y infiltrer et à former une pâte dangereuse sur les glissières. Il est recommandé d'utiliser des aspirateurs industriels dont les filtres résistent aux huiles et aux liquides de refroidissement

3) **Bien réparer**

Il est important d'assurer la qualité des interventions de maintenance dans le respect des règles de l'art. On remarque parfois que ces règles de l'art ne sont pas toujours appliquées, pour raccourcir le temps. Il en résulte souvent que les dysfonctionnements ou pannes reviennent après la mauvaise réparation.

Dans certaines circonstances, les techniciens effectuent un dépannage provisoire (par exemple shuntage du circuit électrique). Il ne faut pas oublier dans ce cas de revenir et de refaire correctement le travail.

Bien plus grave encore, pour un dépannage urgent, un technicien d'automatisme n'hésite pas à modifier le programme d'automate pour pallier les dysfonctionnements des organes. Le programme d'automate est normalement bien testé à la mise en place. Il faut prendre le temps d'aller contrôler l'état de l'organe en dysfonctionnement et des capteurs entrant dans la boucle d'asservissement. Il faut bien analyser le fonctionnement et la séquence de sécurité avant d'effectuer le programme.

4) **Bien lubrifier**

Le graissage et la lubrification sont les bases de la maintenance. Négliger ces opérations, conduites inéluctablement à plus de défaillances, voire des bris de matériels. Chaque lubrifiant et chaque graisse ont leur utilisation. Il faut graisser au bon moment et avec une quantité suffisante sans excès (ni trop peu : on grippe, ni trop : on s'échauffe). Il est inutile de faire la vidange pour remplacer l'huile, alors que la qualité est encore bonne. Les instructions de graissage sont très importantes.

L'opération de graissage doit se faire de préférence pendant le fonctionnement de la machine. Cela favorise la bonne répartition de la graisse. Il existe des matériels permettant le graissage en marche tout en assurant l'aspect sécurité humaine, tels que la centrale de graissage ou la déportation des points de graissage.

Veiller à ce que la graisse dans le fond du pot de la centrale ne durcisse pas et que les circuits de graissage ne soient pas percés ou bouchés. Lorsque la machine est arrêtée, vérifier que la graisse envoyée atteigne bien les organes à graisser.

Dans une entreprise de grande taille, il est nécessaire d'avoir un plan de graissage à jour. Ce plan doit tenir compte de tous les points de graissage. La suppression et l'ajout des organes à graisser proviennent des modifications. Les graisseurs ne doivent pas exister sur des paliers dont les roulements sont graissés à vie. Ceci n'entraîne que de mauvaise confusion.

II.1.5.2 Critère de proximité

Pour certains équipements, le démontage est difficile et coûteux en temps et en moyen. Alors si l'objectif de ce démontage est de remplacer un organe qui a atteint sa limite de durée de vie, il est préférable de remplacer par la même occasion d'autres organes qui risquent d'être remplacés dans peu de temps et qui demanderont à nouveau le même démontage. Dans la pratique de la maintenance préventive, on limite le nombre de démontages et remontages, générateurs de faiblesses, en donnant la même périodicité d'intervention à toutes les pièces d'un sous-ensemble. L'échéancier se rapportera donc aux déposes des modules, sauf pour quelques

II.1.5.3 Différents niveaux de maintenance [3]

Le degré du développement de la maintenance est classifié en 5 niveaux. Ces niveaux sont donnés par la norme à titre indicatif pour servir de guide et leur utilisation pratique n'est concevable qu'entre des parties qui sont convenues de leur définition précise selon le type de bien à maintenir.

- 1er niveau de maintenance

Le premier niveau concerne les opérations de réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc..

Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

- 2e niveau de maintenance

Le deuxième niveau concerne les opérations de dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement. Les pièces de rechange nécessaires sont transportables et disponibles sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions. Un technicien est habilité lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur une machine présentant certains risques potentiels, et est désigné pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

- 3e niveau de maintenance

Le troisième niveau concerne les opérations d'identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure.

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien, ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

- 4e niveau de maintenance

Le quatrième niveau concerne tous les travaux de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des

appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

Ces types d'intervention peuvent être effectués par un équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières. Le stock de pièces de rechange et consommables nécessaires est considérable.

- **5e niveau de maintenance**

Le cinquième niveau concerne les travaux de rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiés à un atelier central ou à une unité extérieure. Ce type de travaux est donc effectué par le constructeur, ou par le reconstruteur, avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication

II.1.5.4 Maintenance préventive dite « de luxe »

Il faut éviter d'en faire trop et ce, non seulement pour des raisons économiques mais aussi pour des raisons techniques ; par exemple :

- remplacement systématique des roulements des moteurs tous les ans ;
- vidange systématique des huiles hydrauliques sans prise en compte de capacités ;
- mesure vibratoire de toutes les machines tournantes sans exception.

Cette façon de pratiquer n'est pas seulement du gaspillage, mais entraîne des risques techniques. En effet, au cours de l'arrêt annuel, il peut se produire un mauvais montage quand il y a un grand nombre de roulements à remplacer.

II.1.6 TPM et maintenance préventive

II.1.6.1 Principe

La méthode TPM (*Total Productive Maintenance*) est le résultat des développements des techniques japonaises de gestion et organisation .son objectif est d'assurer une productivité optimale des équipements conduisant à terme à une automatisation totale pour produire des biens [4]. Le niveau technique de l'atelier et la technicité des opérateurs doivent progresser ensemble

pour pouvoir améliorer le rendement du couple homme-machine. Deux types d'activités principales que l'on doit mener parallèlement au sein d'une entreprise

1. Activités de maintenance :

- exploitation correcte de l'installation,
- maintenance préventive,
- maintenance curative.

2. Activités d'amélioration :

- amélioration de la fiabilité,
- amélioration de la maintenabilité,
- prévention de la maintenance.

Ces activités ont les objectifs suivants :

- Activités de maintenance : réparer et supprimer les pannes.
- Activités d'amélioration :
 - prolonger la durée de vie du matériel,
 - diminuer le temps d'intervention,
 - optimiser la maintenance,
 - assurer la sécurité.

La TPM définit les activités de la fabrication de la manière suivante :

1. Prévention des détériorations :

- opérations correctes de l'exploitation,
- préparation des conditions de base,
- réglage,
- enregistrement des pannes et anomalies,
- collaboration avec la maintenance à la recherche des améliorations.

2. Mesure de détériorations :

- inspection quotidienne,
- une partie des visites périodiques.

3. Remise en état :

- petits travaux d'entretien,
- communication rapide lors de l'apparition d'une panne,
- assistance à la réparation imprévue.

La TPM est basée sur la compréhension mutuelle et le partage des tâches de maintenance. Cela implique que les opérateurs soient intéressés à leur outil de travail. Il est évident que l'opérateur de machine est le mieux placé pour constater les conditions de l'apparition des pannes. Un conducteur attentionné détecte les anomalies, les bruits anormaux pendant la conduite. Il réalise la maintenance de base sur sa voiture, par exemple le contrôle de niveau et le remplacement de l'huile, la surveillance de l'usure des plaquettes de frein. Suivant le principe de la TPM, le plan de maintenance préventive tiendra compte aussi des opérations effectuées par les opérateurs.

II.1.6.2 Application

Pour qu'il soit possible de confier les tâches de maintenance préventive aux agents de production, il faut que ceux-ci soient capables de les réaliser :

- en termes de charge,
- en termes de compétence.

Pour pouvoir intégrer certaines opérations dans leur charge de travail, il faut que le temps de réalisation soit le plus court possible. Le travail proposé doit être simple, bien visible et bien accessible. Pour cela, il faut étudier la possibilité de simplifier l'exécution ou de rendre le travail exécutable avec la machine en marche, par une modification mineure de l'installation. En outre, il existe d'autres moyens de simplifier le travail. Les procédures écrites, les instructions techniques, les affichages permettent à la fois de simplifier le travail et de l'exécuter correctement. Les instructions techniques sont élaborées non seulement pour les applications de la TPM, mais aussi pour servir le besoin des intervenants de maintenance [1].

Chapitre III

III.1 Introduction

Le présent chapitre a pour but de découvrir les différents types de compresseurs, critères de choix et de présenter les caractéristiques de construction de ces compresseurs.

Un compresseur est un organe mécanique destiné à augmenter par un procédé uniquement mécanique la pression d'un gaz. Pour exercer la même fonction sur un liquide, quasiment compressible, on utilise une pompe.

Les fluides traversant les compresseurs peuvent être de nature diverse :

- Gaz pur.
- Mélange gazeux.
- Vapeur surchauffée ou saturée.

Pour obtenir un accroissement de pression des fluides il y a eu recours à l'une des deux méthodes suivantes :

- La première, de beaucoup la plus importante en quantité, l'élévation de pression est obtenue en réduisant un certain volume de gaz par action mécanique.
- Tandis que la seconde, la pression est élevée en convertissant, de façon continue, l'énergie cinétique communiquée au gaz en énergie de pression.

III.2 Généralité sur les compresseur

III.2.1 Définition [5]

Les compresseurs sont des appareils qui transforment l'énergie mécanique fournie par une machine motrice en énergie de pression; (en réalisant un accroissement de pression d'un fluide à l'état gazeux).

III.2.2 But de la compression [5]

La compression en générale, peut être imposée par la nécessité technique de déplacer une certaine quantité de gaz d'un système à une certaine pression, vers un autre système à une autre pression plus élevée.

Cette opération a pour but de :

- faire circuler un gaz dans un circuit fermé.
- produire des conditions favorables (de pression) pour des réactions chimiques.
- envoyer un gaz dans un pipe-line de la zone de production vers l'utilisateur.
- obtenir de l'air comprimé pour la combustion.
- récupérer du gaz .

III.3 Types des compresseurs[5]

Les compresseurs peuvent être classés selon plusieurs paramètres :

- Principe de fonctionnement (volumétriques, dynamiques) ;
- Mouvement des pièces mobiles (mouvement linéaire, rotatif) ;
- Les compresseurs d'air ;
- Les compresseurs des gaz.

En général il existe deux grandes familles de compresseur (figure.III.1), les compresseurs volumétriques et les turbocompresseurs (compresseurs dynamiques).

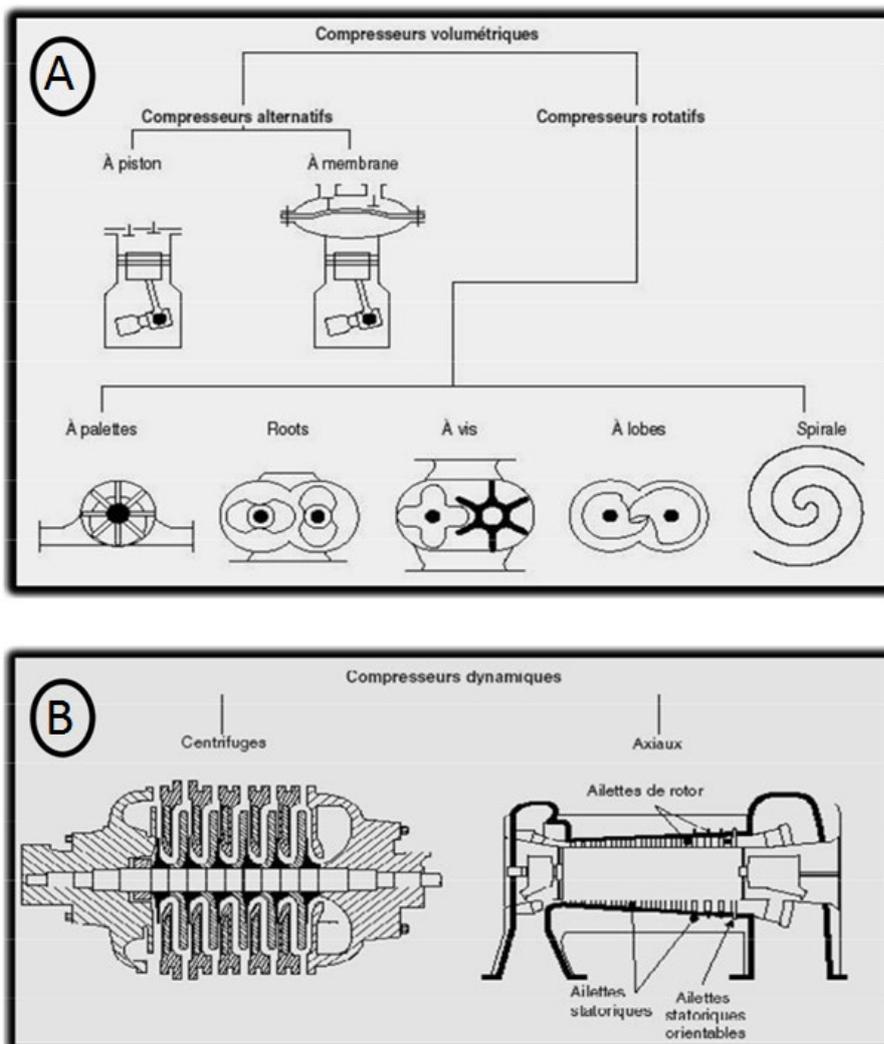


Figure III.1:Schéma des différents types de compresseur, A)- compresseurs volumétriques, B)- compresseurs dynamiques.[6]

D'après leurs principes de fonctionnement, on distingue les types suivants:

III.3.1 Compresseurs volumétriques[5]

Ces compresseurs réalisent la compression du gaz par réduction du volume qui se distingue:

III.3.1.1 Compresseurs volumétriques alternatifs

On a deux types de ces compresseurs sont :

• Compresseurs à piston

Le compresseur à piston est l'un des tout premiers modèles de compresseurs, mais il reste le plus polyvalent et offre toujours un excellent rendement (figure III.2). Le compresseur à piston pousse un piston dans un cylindre au moyen d'une bielle et d'un vilebrequin. Si un seul côté du piston est utilisé pour la compression, le compresseur est appelé compresseur à simple effet. Si les deux côtés du piston (supérieur et inférieur) sont utilisés, le compresseur est alors un compresseur à double effet.

La polyvalence des compresseurs à piston ne connaît virtuellement aucune limite. Ils compriment aussi bien l'air que le gaz avec de très faibles altérations

La configuration d'un compresseur à piston peut être monocylindre pour de faibles pressions, de faibles volumes ou multi-étages pour comprimer un fluide à de très hautes pressions. Dans ce type de compresseurs, le gaz est comprimé par paliers, sa pression augmentant palier après palier jusqu'à devenir très élevée. Les compresseurs à piston sont classés par différents indices:

- Disposition, nombres des cylindres (horizontale, verticale), monocylindrique,...
- méthode de refroidissement (air, eau) ou celle de graissage (barbotage, sous pression,...).

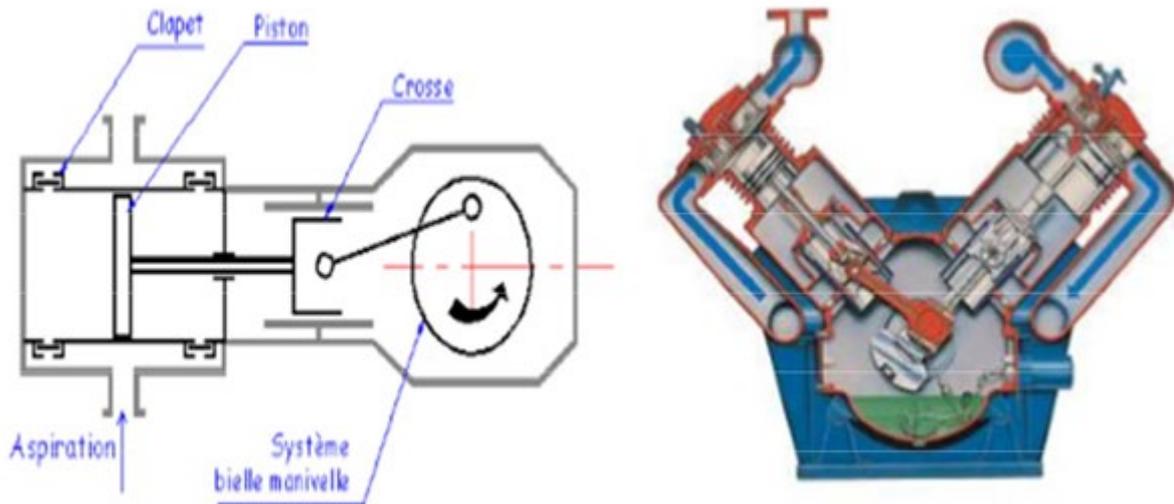


Figure III.2: Compresseur à piston.

- **Compresseur à membrane**

Ce compresseur est caractérisé par une déformation élastique d'une membrane qui assure l'aspiration et la compression du gaz (figure III.3). Un système hydraulique permet d'assurer la flexion de la membrane ; un piston se déplace dans le cylindre et agit sur le fluide hydraulique qui transmettra son mouvement oscillatoire à la membrane. Le rôle du plateau à trous est d'assurer une bonne répartition du fluide sous la membrane. Celle-ci est souvent constituée de trois disques métalliques ; ce système a l'avantage de permettre la détection de la rupture de la membrane par une mesure de pression.

La membrane assure une étanchéité statique sur le côté gaz procédé. De ce fait, les compresseurs à membrane sont utilisés pour des gaz dangereux, nocifs et corrosifs. La membrane permet également de réaliser l'étanchéité vis à vis de la partie mécanique.

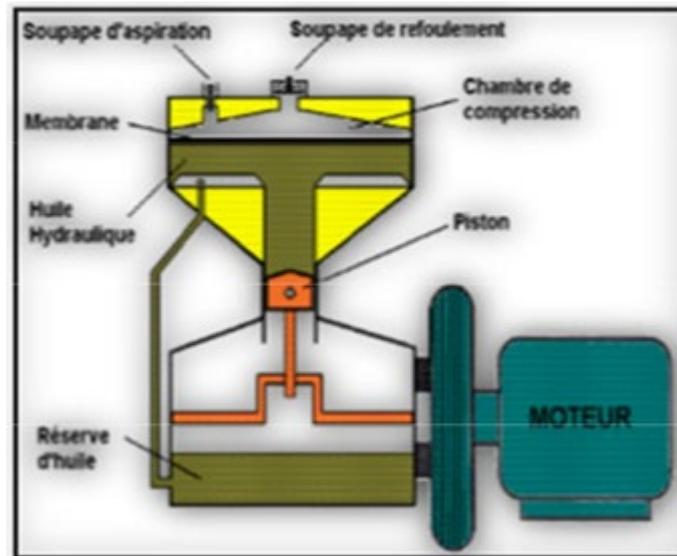


Figure III.3: Compresseur à membrane.

III.3.1.2 Compresseurs volumétriques rotatifs[5]

Parmi ces appareils on à :

- **Compresseur à vis**

Le compresseur à vis est un compresseur volumétrique dont les pistons se présentent sous forme de vis (fig.III.4). C'est le modèle de compresseur le plus utilisé de nos jours. Les principales pièces de l'élément de compression à vis comprennent un rotor mâle et un rotor femelle qui tournent l'un vers l'autre tandis que le volume situé entre eux et le carter diminue.

Le rapport de pression d'une vis dépend de la longueur et du profil de la vis d'une part, et de la forme de l'orifice de refoulement, d'autre part.

L'élément de compression à vis n'est équipé d'aucune soupape et il n'existe aucune force mécanique susceptible de créer un quelconque déséquilibre. Il peut par conséquent fonctionner à une vitesse d'arbre élevée et combiner un débit important et de faibles dimensions extérieures.



Figure III.4: compresseur à vis.

- **Compresseur à palettes**

Conçu à partir d'une technologie approuvée, le compresseur à palettes à entraînement direct fonctionne à très faible vitesse (1450 tr/min) et offre ainsi une fiabilité incomparable.

Le rotor, la seule pièce mobile continuellement mobile, comporte un certain nombre de fentes sur toute sa longueur où se logent des palettes coulissantes qui glissent sur un film d'huile.

Le rotor tourne dans un stator cylindrique. Lors de la rotation, la force centrifuge fait sortir les palettes de leur emplacement (figure III.5) : elles forment alors des cellules de compression individuelles. La capacité comprise entre deux palettes est variable. Devant la tubulure d'aspiration, le volume croît : il y a donc aspiration du gaz. Ce gaz est ensuite emprisonné entre deux palettes et transporté vers la tubulure de refoulement. Dans cette zone, le volume décroît et le gaz comprimé s'échappe dans la tuyauterie de refoulement. La chaleur générée par la compression est contrôlée grâce à une injection d'huile sous pression. Le gaz sous haute pression est évacué par un orifice de sortie et les traces d'huiles restantes sont enlevées par le séparateur d'huile final.

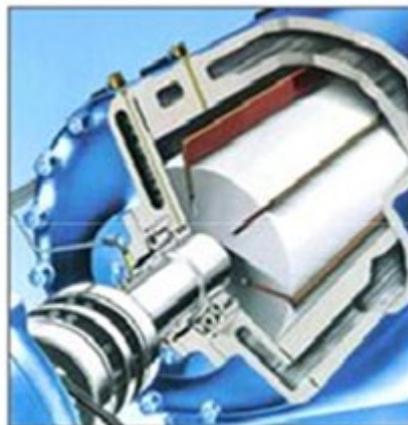


Figure III.5: Compresseur à palettes.

- **Compresseur à lobes**

Le rotor est formé de deux lobes (ayant la forme d'un huit-8) s'imbriquant l'une dans l'autre. Le mouvement de rotation des rotors est synchronisé par des pignons extérieurs. Il n'y a aucun contact des rotors entre eux ou l'un d'eux avec le carter (figure III.6.A).

Le gaz à véhiculer arrive dans la tubulure d'aspiration puis transporté de force du côté du refoulement réalisant ainsi sa compression. La rotation des rotors se faisant sans contact, il n'y a aucune nécessité de les lubrifier (figure.III.6.B).

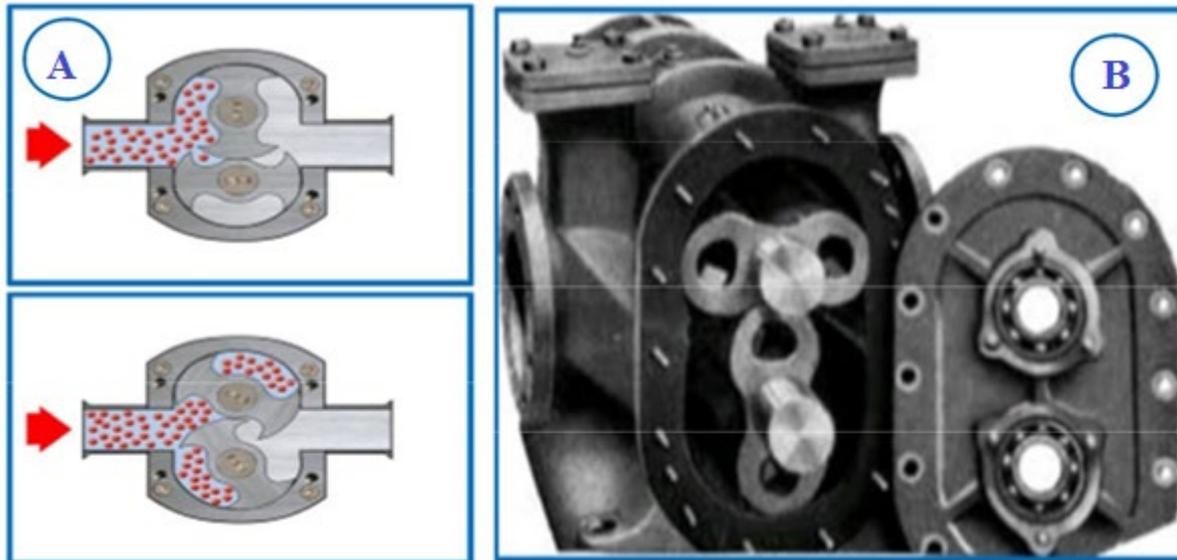


Figure III.6: Compresseur à lobes, A)-La forme huit de rotor B)- La circulation de gaz.

III.3.2 Les turbocompresseurs (compresseurs dynamiques)

Dans les turbocompresseurs, l'élévation de la pression résulte précisément d'une action sur la vitesse de fluide. Ici encore, l'énergie nécessaire au fonctionnement du compresseur est dépensée sous forme de travail, celui-ci est transformé sous forme d'énergie cinétique au fluide à compresser, et cette dernière à son tour est transformée en énergie de pression. L'amplification de vitesse est obtenue en soumettant le fluide à l'action des roues à aubes ayant une grande vitesse rotative.

Ces machines assurent la compression grâce à la force centrifuge, due au mouvement de rotation des roues munies d'aubes ou d'ailettes. Les turbocompresseurs sont divisés en deux types :

III.3.2.1 Compresseurs centrifuges[5]

Les turbocompresseurs peuvent être des compresseurs centrifuges, dans lesquels le parcours du gaz dans les roues est dirigé du centre vers la périphérie ; donc l'énergie de gaz comprimé augmente grâce à la force centrifuge. Les compresseurs centrifuges sont employés pour des hauteurs manométriques élevées (figure.III.7).



Figure III.7: Photo d'un compresseur centrifuge.

III.3.2.2 Compresseurs axiaux

Les compresseurs axiaux (figureIII.8) comme les compresseurs centrifuges, sont des turbocompresseurs, dont l'accroissement de la pression résulte d'une action sur la vitesse de fluide.

Le travail fourni par la turbine sous forme d'énergie mécanique transmise aux aubes du compresseur puis en énergie cinétique du gaz à comprimer grâce à la rotation des aubes; celle-ci est à son tour transformé en énergie de pression dans le diffuseur.

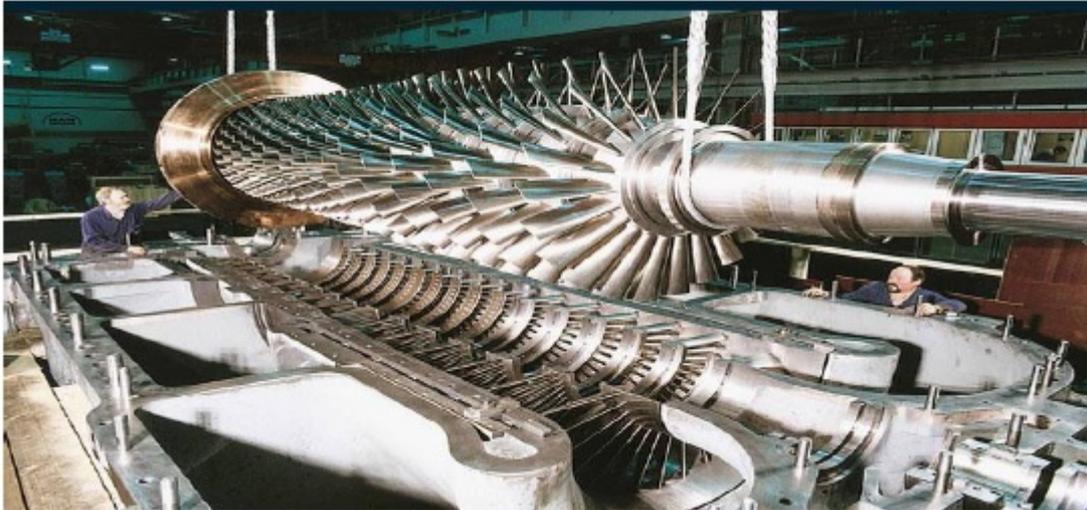


Figure III.8:Compresseur dynamique axial.

III.4 Domaine d'application et critères de choix des compresseurs

Les applications des compresseurs sont très diversifiées, on donne quelques exemples d'utilisation de ces machines :

- Production d'air comprimé ou gaz comprimé (air ou gaz instrument nettoyage de pièces, etc...).
- Compression et déplacement des gaz procédés.
- Transport des matières pulvérulentes (transport pneumatiques des poudres).
- Réalisation de vide et de dépression (cristallisation sous vide, distillation, évaporation, etc...).
- Asservissement des locaux (ventilation, climatisation, etc...).
- Réinjection du gaz vers les puits.

Les critères de choix de compresseur dépend des paramètres suivants :

- Qualité du gaz ;
- Propreté du gaz ;
- Nocivité du gaz ;
- Débit de gaz ;
- pression (taux de compression).

Pour ces deux derniers paramètres, la (**fig.III.9**) donne une information sur les plages habituelles de fonctionnement des catégories de compresseur.

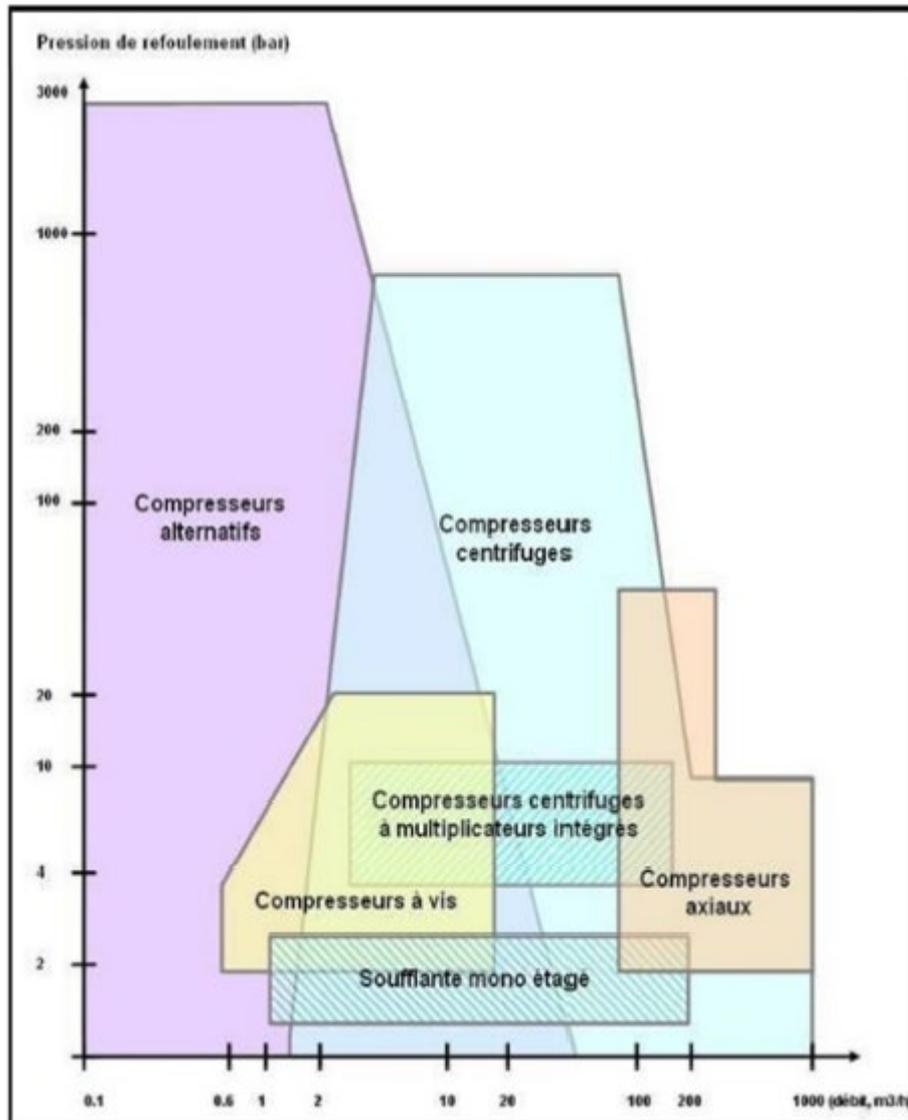


Figure III.9: Plages d'application des différents types de compresseurs.

Tableau III.1: Les avantages et les inconvénients de chaque compresseur.

Type de compresseur	Compresseurs volumétriques		Compresseurs Dynamiques	
	Alternatifs	Rotatifs	Centrifuge	Axiaux
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> -Bien adaptés aux petits débits. -Peuvent véhiculer du gaz à toutes les pressions. -Relativement souple à exploiter. 	<ul style="list-style-type: none"> -Peuvent véhiculer du gaz dans une large plage de débit. -Débit régulier. - Fiabilité Satisfaisante. -Débit plus régulier que les compresseurs Alternatifs. 	<ul style="list-style-type: none"> -Bien adaptés aux moyens et grands débits de gaz - Relativement Souple à exploiter -Excellent fiabilité 	<ul style="list-style-type: none"> -Très bon rendement. -Bien adaptés aux très grands débits et aux pressions modérées. -Excellent fiabilité.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> -Débit pulsé -Fiabilité moyenne au niveau des soupapes -Obligation d'avoir une machine secours. 	<ul style="list-style-type: none"> -Pas appliqué aux hautes pressions (maxi 50 Bars). 	<ul style="list-style-type: none"> -Pas adapté aux faibles débits. -Pompage à faible débit rend l'exploitation délicate. -Prix élevé. 	<ul style="list-style-type: none"> -Rotors de grande taille délicats à construire etcouteux.

Chapitre IV

IV Présentation de la méthode AMDEC

IV.1 Introduction

La maintenance nous fait comprendre les types de défaillance et les méthodes d'analyses de ces défaillances. Parmi les méthodes d'analyse, on a l'AMDEC : l'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité est l'une des méthodes performantes permettant la maîtrise de la défaillance en faisant l'identification et la recherche de toutes les circonstances qui l'ont causé.

IV.2 Définition de la défaillance

Altération ou cessation d'un bien à accomplir une fonction requise. Après défaillance d'une entité, celle-ci est en état de panne. NF X60-010

IV.3 Comment manifeste la défaillance

A l'initiation de la défaillance, elle peut se trouver sur un défaut de matière, un défaut de conception, un défaut de fabrication, puis la défaillance se propage et s'opère souvent par des modes de défaillances en fonctionnement comme l'usure, fatigue..., etc. Cela amène à la perte de bon fonctionnement qui intervient généralement d'une façon accélérée, consécutive à la propagation dans le temps, ou d'une façon soudaine [7].

IV.4 Classification des défaillances [8]

En fonction de la vitesse d'apparition

Défaillance progressive : elle est due à une évolution progressive des caractéristiques d'un bien. En général, elle peut être repérée par une inspection ou un contrôle antérieur. Elle peut aussi être évitée par la mise en place d'une maintenance spécifique. Ces défaillances concernant principalement les organes mécaniques.

Défaillance soudaine: brutale, elle est due à une évolution quasi instantanée des caractéristiques d'un bien. Une anticipation de ce type de défaillance est impossible pour effectuer une intervention avant la manifestation de cette défaillance.

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

La méthode a fait ses preuves dans les industries suivantes : spatiale, armement, mécanique, électronique, électrotechnique, automobile, nucléaire, aéronautique, chimie, informatique. Et plus récemment, on commence à s'y intéresser dans les services dans le

domaine de l'informatique, la méthode d'analyse des effets des erreurs logicielles (AFEL) a été développée.

Cette approche consiste à une transcription de l'AMDEC dans un environnement de logiciels.

Aujourd'hui, dans un contexte plus large comme celui de la qualité totale, la prévention n'est pas limitée à la fabrication. Il est maintenant possible d'anticiper les problèmes dans tous les systèmes du processus d'affaires et de rechercher a priori des solutions préventives. C'est pourquoi l'application de l'AMDEC dans les différents systèmes du processus d'affaires est très utile. Souvent même indispensable. Cette méthode est donc considérée comme un outil de la qualité totale.

Il est important de souligner que l'utilisation de la méthode se fait avec d'autres outils de la qualité et cette combinaison augmente considérablement la capacité et l'efficacité de la méthode [8].

IV.5 Définition de l'AMDEC

L'AMDEC est une méthode qualitative et inductive (qui définit une règle ou une loi à partir de l'expérience : un raisonnement inductif visant à identifier les risques de pannes potentielles contenues dans un avant-projet de produit ou du système, quelles que soient les technologies, de façon à les supprimer ou à les maîtriser (norme AFNOR X 60-510 de décembre 1986)

Les mots relatifs à l'AMDEC sont :

Fréquence (F): Fréquence d'apparition de la défaillance : elle doit représenter la probabilité d'apparition du mode de défaillance résultant d'une cause donnée.

Détection (D) : Fréquence de non-détection de la défaillance : elle doit représenter la probabilité de ne pas détecter la cause ou le mode de défaillance avant que l'effet survienne.

Gravité (G) : Gravité des effets de la défaillance : la gravité représente la sévérité relative à l'effet de la défaillance.

Criticité (C) : elle est exprimée par l'indice de priorité risque [9].

IV.6 But de l'AMDEC

On ne réalise pas une étude AMDEC pour le plaisir de «faire de l'AMDEC» ou seulement pour faire travailler ensemble un groupe de personnes. Il faut être conscient que l'AMDEC requiert des compétences et du temps.

Dans le cas de système complexe, comportant de nombreux composants, elle peut même constituer un énorme travail.

Il convient donc de l'utiliser à bon escient, lorsque l'investissement (objectif, résultats attendus, mobilisation des personnes, coût) le justifie.

Parmi ce que l'on peut en attendre, citons de manière non exhaustive :

- Procéder à un examen critique de la conception.
- Identifier les défaillances simples qui pourraient avoir des effets ou des conséquences graves ou inacceptables.
- Préciser, pour chaque mode de défaillance, les moyens de détection et les actions correctives à mettre en oeuvre.
- Valider une conception ou identifier les points de conception devant faire l'objet de modifications ou d'améliorations.
- Dans ce dernier cas, déterminer s'il est préférable de chercher à diminuer la probabilité d'apparition des modes de défaillance ou de chercher à diminuer la gravité des effets des défaillances.
- Vérifier si la conception est conforme aux exigences de sûreté de fonctionnement du client (interne ou externe).
- Identifier les éléments qui devront faire l'objet d'un programme de maintenance préventive.
- Organiser la maintenance (niveaux de maintenance, pièces de rechange, documentation...).
- Pour les produits, faire apparaître la nécessité de procéder à des essais.
- Pour les procédés, faire apparaître la nécessité de mettre en place des contrôles.
- Pour les machines, concevoir de telle sorte que la tâche des opérateurs soit facilitée en cas de défaillance, et prévoir des possibilités de fonctionnement en mode dégradé, fournir aux responsables des choix techniques, des éléments d'aide à la décision sur le plan de la sûreté de fonctionnement.

- Mieux connaître et comprendre le fonctionnement du matériel [10].

Les types de l'AM DECL'AMDEC Produit

Utilisée pour fiabiliser les systèmes par l'analyse des défaillances dues aux erreurs de conception. Ce type d'AMDEC est donc initialisé en phase de développement produit au moment de sa conception.

L'AMDEC peut être réalisée à différents stades de la conception du produit, en ne perdant pas de vue qu'elle sera d'autant plus efficace qu'elle interviendra plutôt dans le processus de conception.

- Au stade de l'analyse fonctionnelle
- Au stade de la définition du produit [10].

IV.6.1 L'AMDEC processus

L'AMDEC Processus est utilisée pour analyser les défaillances générées par le processus de fabrication. Ce type d'AMDEC est idéalement initialisé en phase d'industrialisation au moment de la définition du processus de fabrication et de la conception des moyens [9].

IV.6.2 L'AMDEC montage

On emploie aussi l'expression **AM DEC assemblage**. Pour certains produits ou pour certaines étapes de la fabrication d'un produit, le procédé (ou une partie du procédé seulement) sera constitué par une succession d'opérations totalement (ou partiellement) manuelles [10].

IV.6.3 L'AMDEC contrôle

Ici encore, on est très proche de l'**AMDEC procédé**. Pour ces opérations de contrôle, les modes de défaillances pourraient être qualifiés de modes de défaillance génériques, puisqu'ils seront toujours du type :

Absence ou oubli du contrôle, déclarer un produit bon ou un produit mauvais [10].

IV.6.4 L'AM DEC sécurité

Pour assurer la sécurité des opérations dans les procédés ou il existe des risques pour l'homme [11].

IV.6.5 L'AMDEC machine

Analyse de la conception et/ou de l'exploitation d'un moyen ou équipement de production pour améliorer la disponibilité et la sécurité de celui-ci [11].

IV.6.6 Déroulement de l'AMDEC

L'AMDEC se déroule suivant les quatre étapes suivantes :

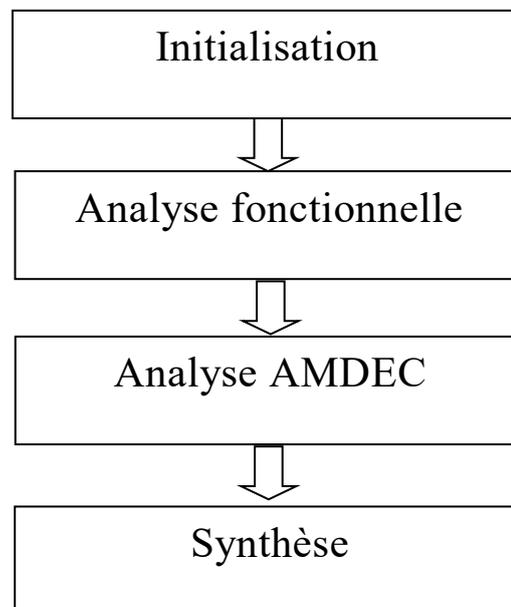


Figure IV.1 Déroulement d'AMDEC [11].

IV.6.7 Initialisation

C'est la première étape qu'on ne peut pas négliger, car il s'agit de poser clairement le problème et de définir le système et les limites de l'étude, cette étape comprend :

- **Définition du système à étudier**

Il s'agit de définir le système qui peut être l'appareil complet ou un sous-ensemble présentant un risque particulier. La documentation technique disponible sur le système doit être réunie, à savoir les plans d'ensemble, les plans détaillés des sous-ensembles et la nomenclature des composants [11].

➤ Définition de la phase de fonctionnement

L'analyse AMDEC se limite à l'analyse des défaillances dans la phase de fonctionnement la plus pénalisante de système à étudier et si d'autres phases peuvent avoir de l'importance, elles ne doivent pas être négligeables [11].

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

'tableau AMDFC pour un compresseur INGERSOLL RAND SSR ML 15					Date :				Page :	
Dispositif : Motorisation										
Mécanisme : Partie mécanique										
Organe	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets	Moyen de détection	F	G	D	C	Action corrective
Ensemble volant et courroie	Transmission de mouvement de rotation vers le vis	Pas de transmission de mouvement	Courroies déchiquetées (mauvaise qualité des courroies)	Le vilebrequin ne tourne pas (pas de compression)	Visuel	1	5	2	10	Remplacer la courroie
			Mauvais alignement du volant		Visuel après démontage	1	4	3	12	Réaligner le volant
			Non parallélisme entre les arbres		Visuel après démontage	1	4	3	12	Repositionner le moteur électrique
			Tension des courroies inappropriée		Visuel	1	4	2	8	Vérifier la tension des courroies
Ensemble paliers	Renferme les coussinets, Guider et supporter le vilebrequin	Augmentation d'alésage de la partie des coussinets en contact avec le vilebrequin	Usure des coussinets	Vibration et bruit	Visuel après démontage	1	5	3	15	Vérifier et remplacer si nécessaire
		Vibrations et cassure des paliers	Non respect du couple de serrage des vis de fixation des paliers	Vibration et desserrage des vis des chapeaux des paliers	Visuel après démontage	1	5	3	15	Revoir le couple de serrage

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

			Usure des coussinets	Vibration	Visuel après démontage	1	5	3	15	Changer les coussinets
			Détérioration des bagues de butée		Visuel après démontage	1	5	3	15	Changer les bagues de butée
Vis rotor	Transmet la puissance mécanique aux piston	Usure au niveau des paliers lisses	Frottements	Mauvais fonctionnement de compresseur	Bruit	1	2	3	6	Vérifier la lubrification
			Manque de lubrifiant		Manomètre d'huile	1	2	1	2	
		Cassure de vis rotor	Mauvais alignement	Arrêt du compresseur	Visuel après démontage	1	5	3	15	Réaliser le vis rotor
			Tension très élevée des courroies		Visuel après démontage	1	5	3	15	Vérifier la tension des courroies
Ensemble de bielle	Transmission de mouvement à la crosse	Cassure	Fatigue	Pas de mouvement	Visuel après démontage	1	5	3	15	Changer la bielle
			Fissure naissante		Visuel après démontage	1	5	3	15	
		Blocage et décalage	Usure des coussinets		Visuel après démontage	1	5	3	15	Changer les coussinets

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

			Manque du lubrifiant		Manomètre d'huile	1	2	1	2	Vérifier la lubrification
			Circlips détériorée		Visuel après démontage	1	5	3	15	Changer la circlips
Glissière de crosse	Guidage de crosse	Usure	Frottements	Vibrations	Bruit	1	5	3	15	Réparer si passible sinon changer et vérifier la lubrification
Ensemble crosse	Transformer le mouvement de rotation du vilebrequin en mouvement alternatif de la crosse	Usure	Frottement	Vibrations	Visuel après démontage	1	3	3	9	Vérifier la lubrification
		Détérioration de la liaison entre la crosse et la bielle	Cassure de rue du crosse	Pas de compression	Visuel après démontage	1	5	3	15	Changer l'axe du crosse
		Blocage	Manque de lubrifiant		Manomètre d huiles	1	3	1	3	Vérifier la lubrification
			Usure de la glissière	Visuel après démontage	1	5	3	15	Usiner si possible si non changer la	
		Usure de la rainure	Infiltration des particules externes	Cycle de compression bloqué	Visuel après démontage	1	5	3	15	Vérifier le filtre
			Échauffement dû au frottement		bruit	1	5	3	15	Vérifier la lubrification

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

Pompe à huile	Lubrification de la partie mécanique du	Ne pompe pas	Détérioration interne	Échauffement excessif de la partie mécanique et arrêt du compresseur	Capteur de pression d'huile	1	4	I	4	Réparer si possible si non changer la	
			Manque de lubrifiant dans le réservoir			1	3	1	3	Vérifier le niveau d'huile et ajouter la quantité qui manque	
			Bouchage de la tuyauterie d'aspiration et celle de refoulement			1	5	1	5	Souffler la tuyauterie	
			Pompe bouchée par des impuretés			I	4	I	4	Nettoyer la pompe et vérifier le filtre	
			c o m p r e s s e u r Détérioration de la liaison d'entraînement			I	4	1	4	Rétablir la liaison	
	Débit d'huile réduit	Filtre d'aspiration défectueux	2	3	1	6	Souffler le filtre si possible si non changer le				
		Détérioration interne de la pompe	1	3	I	3	Réparer la pompe si possible si non changer la				
		Fonctionnement de la pompe dégradé	1	3	I	3					
	Réfrigérant d'huile	Refroidissement d'huile	Réduction du taux d'échange de chaleur	Colmatage du circuit de refroidissement	Température d'huile très élevée	Capteur de température d'huile	I	5	I	5	Nettoyer le circuit

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

		Dysfonctionnement	Circuit perforé	Mélange entre l'eau et l'huile	Visuel	1	5	2	10	Souder les zones perforées de la tuyauterie
		Corrosion	Mauvaise qualité d'eau de refroidissement		Visuel	1	5	2	10	Utiliser l'eau de refroidissement convenable
Capteur de température d'huile	Contrôle la température d'huile	Déréglage	Fatigue des systèmes internes	Valeur incertaine de température d'huile	Visuel	1	2	2	4	Changer le capteur
		Dysfonctionnement	Détérioration interne ou choc externe		Visuel	1	2	2	4	
		Dysfonctionnement	mauvaise connexion des câbles électriques		Visuel	1	2	2	4	Vérifier le montage des câbles électriques
Capteur de la pression d'huile	Contrôle la pression d'huile du circuit de refroidissement	Déréglage	Fatigue du ressort	Anet du compresseur	Visuel	1	2	2	4	Changer de capteur
		Dysfonctionnement	Détérioration interne ou choc externe		Visuel	1	2	2	4	
		Dysfonctionnement	Mauvaise connexion des câbles électriques		Visuel	1	2	2	4	Vérifier le montage des câbles électriques

IV.1 La maintenance du compresseur :[12]

IV.1.1 Choix d'une politique de maintenance :

Le but du choix de l'une des politiques de la maintenance ci-dessus définies, pour l'entretien du compresseur, est d'assurer une grande disponibilité sans perturbations du processus de liquéfaction du gaz. Puisque la boucle de propane est un maillon incontournable dans le processus et l'action de compression doit se faire continuellement. L'arrêt de cette boucle porte préjudice pour la société.

Tenant compte de ce qui précède, ainsi que les critères du choix d'une politique de maintenance qui sont :

- L'appréciation du risque : le premier critère de choix est la gravité des répercussions d'une panne de l'équipement.
- L'importance de l'équipement: le second critère de choix d'une politique de maintenance d'un équipement est son importance (si cette ressource est rare, précieuse et stratégique pour la société).
- La charge de l'équipement : le troisième critère à prendre en considération est la charge de la l'équipement. L'impact d'un arrêt est proportionnel à la charge.

De ce fait, la politique de maintenance appropriée pour le compresseur est la maintenance préventive, combinée entre celle systématique dont les périodicités sont données par le constructeur, et conditionnelle dont les signaux sont donnés par les différents capteurs installés sur le compresseur.

IV.1.1 Précautions d'interventions:

Pour maintenir le compresseur dans les conditions de rendement optimum, il est indispensable que le personnel exploitant et le personnel d'entretien aient le plus grand soin de la machine.

Avant d'effectuer tout travail d'entretien sur le compresseur, on doit suivre les recommandations du constructeur, à savoir:

- Ne pas intervenir sur la machine tant que les vannes d'isolement n'ont pas été fermées, le circuit électrique ouvert et les pressions ramenées à la pression atmosphérique.

- S'assurer que les vapeurs toxiques dues aux gaz ou à des échauffements ont été purgées des cylindres ou des tuyauteries avant d'intervenir. Toujours supposer que les circuits sont sous tension à moins d'avoir personnellement verrouiller les circuits.
- Avant toute intervention à l'intérieur des cylindres et pièces intermédiaires, s'assurer que le mouvement est bloqué en rotation. Après intervention vérifier l'outillage utilisé afin d'être sûr qu'aucun outil n'a pas été oublié à l'intérieur
- S'assurer que tous les joints ont été remontés et que les écrous sont serrés correctement afin d'éviter des accidents.
- Utiliser des moyens de levage appropriés pour déplacer un ensemble ou des pièces lourdes.
- Avant de redémarrer le compresseur, s'assurer que les lignes et les capacités ont été purgées et ne contiennent pas de corps étrangers qui pourraient être entraînés dans le système.
- Vérifier les vannes de refoulement avant de refouler dans le réseau.

IV.2 PLANS DE MAINTENANCE DU COMPRESSEUR D'AIR INGERSOLL-RAND SSR ML 15

IV.2.1 Présentation de la machine:

Pour générer l'air comprimé on fait appel à des compresseurs qui portent l'air à la pression de service désirée et avec le volume d'air nécessaires. Dans ce but, Un atelier est équipé d'un compresseur à vis INGERSOLL RAND SSR ML 15 depuis 1997. Ce compresseur présente des défaillances pour des raisons d'aspiration d'air pollué. La compression à vis fonctionne avec deux vis hélicoïdales qui engrènent par leurs profils concave et convexe, refoulent de l'autre coté l'air aspiré axialement.



Figure. IV.2 Compresseur INGERSOLL-RAND SSR ML15

IV.2.2 Caractéristique de la machine :

IV.2.3 Caractéristiques Techniques:

Le compresseur a vis INGERSOLL RAND SSR ML 15 est silencieux avec caractéristique suivant :

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

Tableau 1:caractéristiques techniques de compresseur.

Fabricant	INGERSOLL RAND
Modèle	SSR ML 15
Pression nominale	7.5 bar
Débit on m ³ /heure	2.5m ³ /h
Puissance moteur	17.3 kw
Dimonsions (L*I*h)	(500*1500*9000)mm
Poids	80 kg
Alimentation - voltage	400V

IV.2.4 Arborescence:

CIRCUIT DE COMPRESSEUR D'AIR INGERSOLLRAND SSR ML15

- Compresseur
- Un moteur électrique
- Une armoire électrique
- Un accouplement
- Un réservoir d'air
- Un système de régulation
- Un filtre à air et un filtre à huile
- Un ensemble des dispositifs de commande et de surveillance
- Un ensemble de canalisations sécheur d'air

IV.2.5 Plan de maintenance

IV.2.5.1 Définition

Selon la norme NF X 60-010, c'est « **un document énonçant les modes opératoires, les ressources et la séquence des activités liées à la maintenance d'un bien** ». Ce document est établi dans une phase d'analyse et de conception de la maintenance à effectuer sur un matériel. Il rentre totalement dans une démarche de préparation et constitue souvent le cœur du dossier de préparation. Le plan de maintenance d'un bien doit permettre l'organisation de la maintenance du bien et concourir à sa réalisation [13].

IV.2.5.2 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 [14].

IV.2.5.3 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
- Etc...

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 nécessaire.

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.

IV.2.5.4 Principales actions intégrées au plan de maintenance.

Le plan de maintenance définira de façon précise les actions suivantes : *inspections, contrôles, visites, réparations* [14].

IV.2.5.5 Sources d'information

Les différentes sources d'informations qui nous aident à élaborer un plan de maintenance sont :

- Les documents techniques constructeurs ;
- L'expérience de chacun (opérateurs de machines et techniciens de maintenance) ;
- Les historiques de la machine concernée et éventuellement celles des machines de même type ;
- Les recommandations des constructeurs ;
- Base de données des organes très courants (standard de maintenance préventive) ;
- Les valeurs MTBF ;
- Les conditions d'utilisation (taux d'engagement, environnement...) [10]

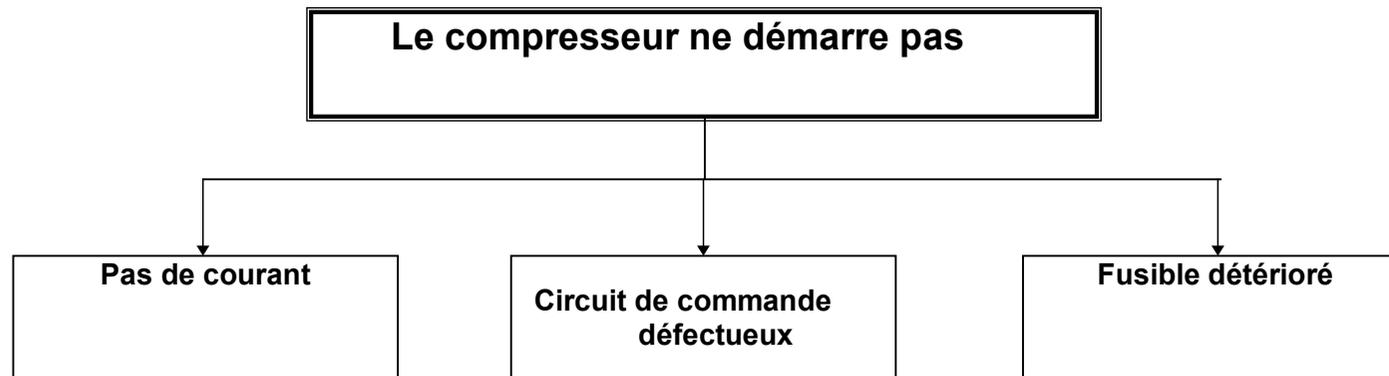
IV.2.5.6 Documents techniques constructeurs

Les documents constructeurs permettent de connaître d'une manière approfondie la machine à étudier. En général, on peut trouver les renseignements suivants :

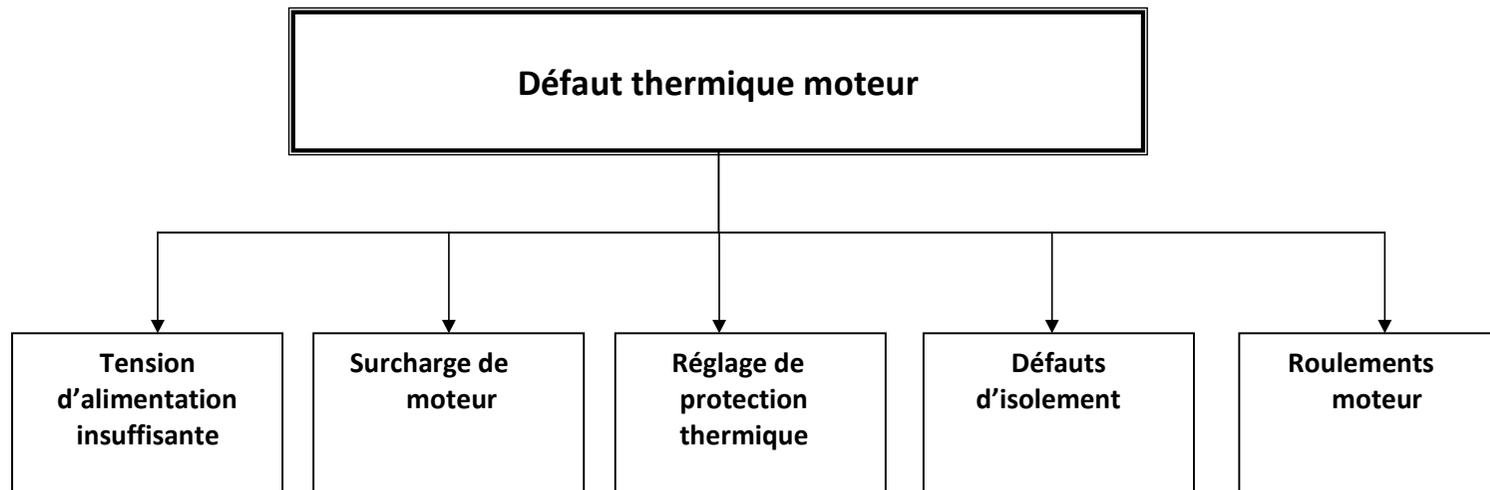
- pièces d'usure, pièces de rechange ;
- types et références des articles ;
- type de lubrifiant, produits consommables ;
- paramètres de surveillance, de réglage ;
- modes opératoires de maintenance ;
- précautions particulières ;
- consignes particulières de sécurité.

IV.1.1 Arbre de défaillance :

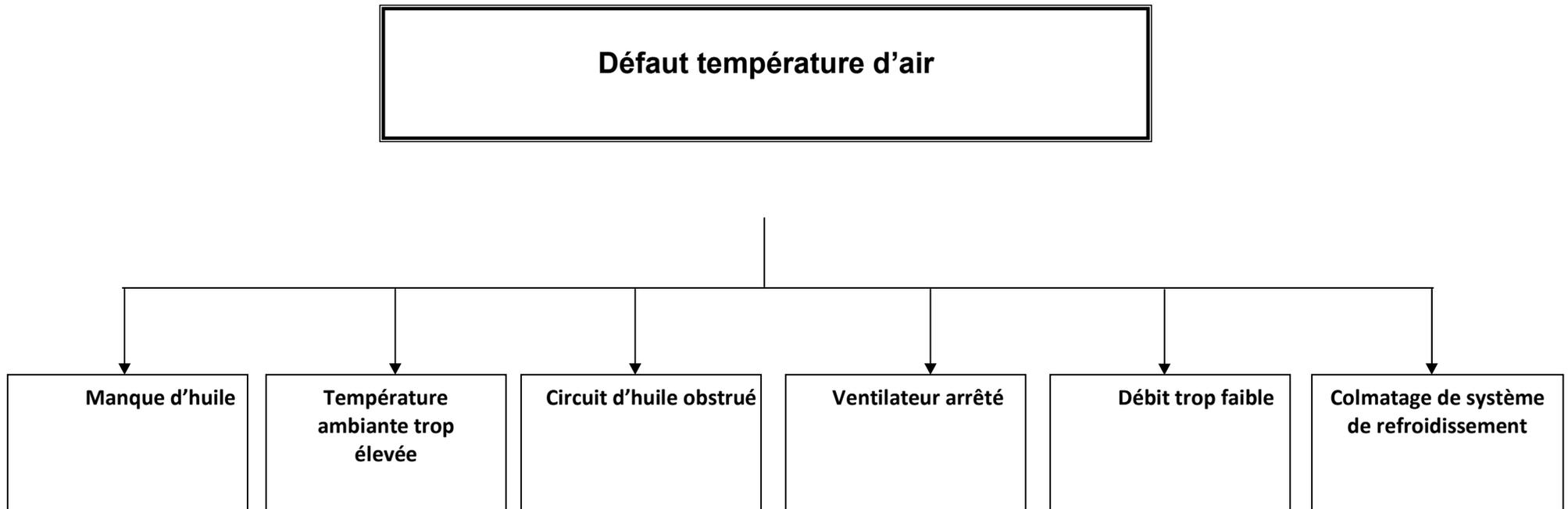
a) Compresseur



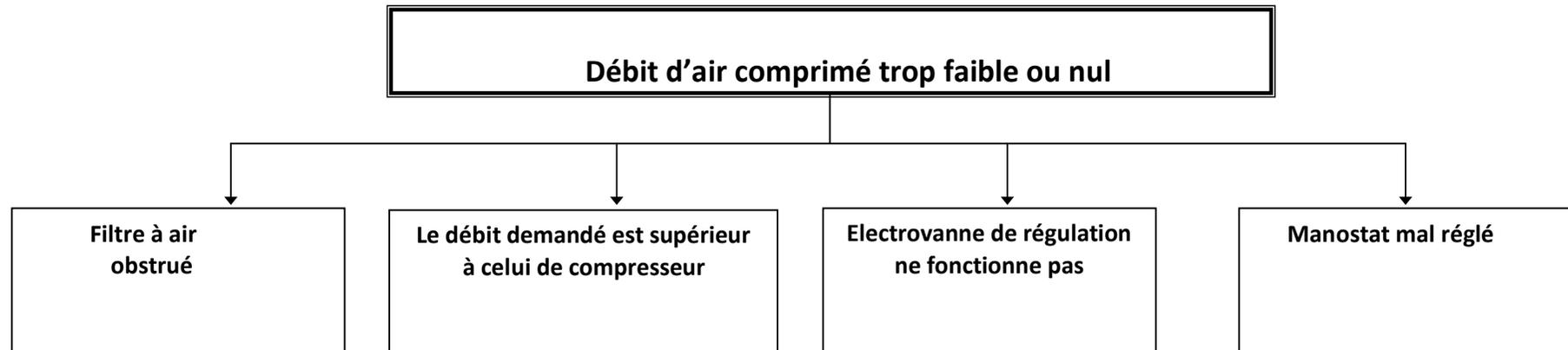
b) Moteur



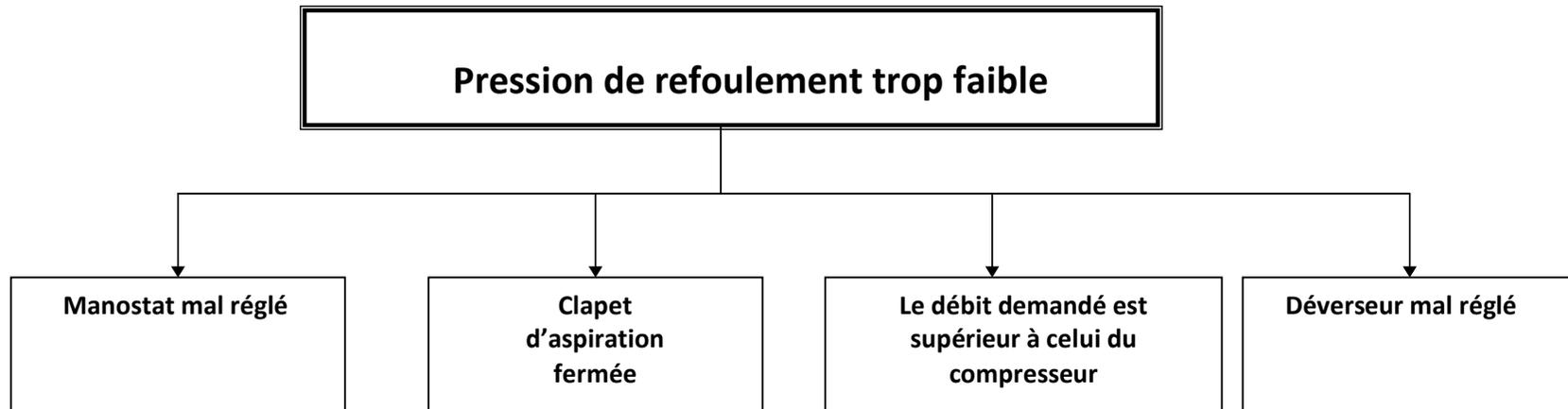
a) **Température**



b) Débit d'air



c) Pression de refoulement



Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

IV.8.7 Plan de maintenance préventive

Plan de maintenance préventive	Machine : Compresseur d'air INGERSOLL RAND SSR ML15							
Opération exécutable en fonctionnement	Exécutant	fréquence					N° gamme ou instruction	Observation
Opérations		J	M	T	S	A		
Vérifier le niveau d'huile du compresseur	Mécanicien	X						Contrôle
Contrôler la cartouche de filtre d'air	Mécanicien		X				01	A l'arrêt
Nettoyer la cartouche de filtre d'air	Mécanicien				X		03	A l'arrêt
Remplacer la cartouche de filtre d'air	Mécanicien					X	04	A l'arrêt
Changer la cartouche de filtre d'huile	Mécanicien			X			02	A l'arrêt
Vérifier le clapet de retour d'huile	Mécanicien					X	04	A l'arrêt
Contrôler l'étanchéité des raccords	Mécanicien				X		03	A l'arrêt

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

Vérifier l'état des canalisations	Mécanicien					X	04	A l'arrêt
Contrôler le système de refroidissement	Mécanicien		X				01	A l'arrêt
Contrôler la soupape de sécurité	Mécanicien				X		03	A l'arrêt
Graisser le palier du moteur	Mécanicien				X		03	A l'arrêt
Vérifier le clapet d'aspiration	Mécanicien					X	04	A l'arrêt
Vérifier l'état de l'accouplement	Mécanicien					X	04	A l'arrêt
Nettoyer le dispositif de commande	Mécanicien			X			02	A l'arrêt
Surveiller le bruit compresseur	Mécanicien						04	En marche
Vérifier le robinet de vidange	Mécanicien	X						
Date :	J= jour –M mensuel T = trimestrielle –S = semestrielle- A = annuelle							

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

- **Remarque:**

J: opération à réaliser chaque jour avant démarrage.

M: opération à réaliser chaque mois (la première semaine du mois).

T: opération à réaliser chaque trimestre (pendant la vacance de l'hiver et printemps).

S: opération à réaliser chaque semestre (pendant la période du stage).

A: opération à réaliser chaque année (pendant la vacance de l'été).

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

IV.8.8 Les gammes de maintenances:

Gamme de maintenance préventive (N°1)			Machine : compresseur d'air INGERSOLL RAND SSR ML15		
Opération réalisée à l'arrêt			Intervenant: technicien		Equipe : maintenance
Consigne de sécurité : machine consignée électriquement					
Ordre	Opération	Temps alloué	Matériel à employer	Fournitures pièces de rechange	Observations
01	* contrôler le cartouche de filtre d'air	10 mn	Thermomètre		Visuel
02	* contrôler le système de refroidissement	15 mn			Faire le soufflage des éléments de refroidissement et nettoyage en cas de mal fonctionnement
Date :		Document source : plan de maintenance préventive			Folio :

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

Gamme de maintenance préventive(N°2)			Machine : Compresseur d'air INGERSAOLL RAND SSR ML15		
Opération réalisé à l'arrêt			Intervenant: technicien		Equipe : maintenance
Consigne de sécurité : machine consignée électriquement					
Ordre	Opération	Temps alloué	Matériel à employer	Fournitures piècesde rechange	Observations
01	* changer la cartouche de filtre d'huile	30mn			
02	* nettoyer le dispositif de commande de surveillance	10 mn	Chiffon		Air comprimé
Date :		Document source : plan de maintenance préventive			Folio :

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

Gamme de maintenance préventive (N°3)			Machine : Compresseur d'air INGERSOLL RAND SSR ML15		
Opération réaliser à l'arrêt			Intervenant: technicien		Equipe : maintenance
Consigne de sécurité : machine consignée électriquement					
Ordre	Opération	Temps alloué	Matériel à employer	Fournitures pièces de rechange	Observations
01	* nettoyer le cartouche de filtre d'air	15mn			L'air comprimé Changer en cas d'usure Régler en cas d'usure Faire l'appoint si nécessaire huile ISO VG 68
02	* contrôler l'étanchéité des raccords	15mn 10 mn	Visuel Visuel	Joints	
03	* contrôler la soupape desécurité	30 mn	Pompe a graisse		
04	* graisser les paliers du moteur				
Date :		Document source : plan de maintenance préventive			Folio :

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

Gamme de maintenance préventive (N°4)			Machine : Compresseur d'air INGERSOLL RAND SSR ML15		
Opération réalisée à l'arrêt			Intervenant: technicien		Equipe : maintenance
Consigne de sécurité : machine consignée électriquement					
Ordre	Opération	Temps alloué	Matériel à employer	Fournitures pièces de rechange	Observations
01	* remplacer la cartouche de filtre d'air	15mn	Clé spéciale pour filtre	Cartouche de filtre d'air	Remplacement
02	* vérifier le clapet de retour d'huile	1 h			Changer en cas d'usure
03	* vérifier l'état des canalisations	30mn 1 h	Visuel		Boucher en cas de fuite d'air
04	* vérifier le clapet d'aspiration	15 mn	Visuel		Changer en cas d'usure
05	* vérifier l'état de l'accouplement	10 mn	Visuel		Vérifier l'alignement
06	* surveiller le bruit compresseur		Visuel		Compresseur en marche à

Chapitre IV élaboration d'un plan de maintenance préventive

					vide et en marche
Date :	Document source : plan de maintenance préventive			Folio :	

Conclusion

Conclusion général

Au terme de ce travail nous ne pouvons-nous empêcher de rappeler les questions fondamentales auxquels nous avons tenté de mettre en évidence. Plus précisément l'utilité des compresseurs (compresseur a vis principalement –INGERSOLL RAND SSR ML15)

Ce sujet relève d'une grande importance et pour cette raison notre L'accent a été mis sur l'importance d'instaurer une politique de Maintenance appropriée, se basant sur le préventif et non pas seulement sur le correctif. Elle permettrait d'évaluer de prolonger la durée de vie de L'équipement.

Pour cela la maintenance préventive Elle vise à diminuer la probabilité de défaillance d'un système. Cette politique de maintenance s'adresse aux éléments provoquant une perte de production ou des coûts d'arrêts imprévisibles classés comme importants pour l'entreprise.

À cette fin nous avons utilisé Les documents techniques et L'expérience de chacun (techniciens de maintenance et opérateurs de machine) et les fiches historiques de compresseur pour mettre un plan de maintenance préventive.

Enfin, cette étude nous a été d'une grande utilité scientifique. Elle nous a Permis d'approfondir nos connaissances théoriques et pratique sur les différents équipements utilisés; en particulier sur les compresseurs (a vis,...)qui sont très répandus .

Et le profit qu'on a tiré de ce travail, c'est réellement l'approfondissement de nos connaissances théoriques et l'acquisition d'une expérience pratique de la maintenance globalement et la gestion d'une maintenance dans l'industrie, chose qui nous a été d'un apport très positif et profitable.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] Jean HENG, « Pratique de la maintenance préventive », Edition DUNOD, 2002.
- [3] Projet de promotion du RCM PN 97.2167.1 PRESENTATION GENERALE DE LA MAINTENANCE
- [5] Cour de formation sur le compresseur, nuovo pugnone, SONATRACH
- [6] Situation et organisation du champ de DML SONATRACH
- [7] **prof. Joseph kélada**, L'AMDEC chapitre 5. Ecole des HEC-1994
- [8] **Astou Guindo dansoko**, mémoire de fin d'étude, chois d'une politique de maintenance, école supérieure polytechnique Sénégal, année 2007/2008
- [9] **Eric METAIS –DEVINCI Conseil**, DEVINCI Conseil -Stratégie et organisation industrielle -Ingénierie des produits et des processus, année2004
- [10] **Chacha Karim et korichi Habib**, mémoire de fin d'études, analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leurs criticité (AMDEC) du bras de chargement pétrolier et proposition d'une gamme de révision générale , université de Bejaia , 2000-2001
- [12] Cheurfi Abdrahim, mémoire de fin d'études, etude et maintenance de compresseur
- [14] Lycée Paul Emile VICTOR de Champagnole, « Cours plan de maintenance préventive BTS MI », 2011

WEBOGRAPHIE

- [2] umc.edu.dz/vf/images/cours/maintenance-industrielle/chapitre%202.pdf 25 mai 2013
- [13] <http://tpmattitude.fr/maintsyst.html> 03 mai 2012

RESUME

Compte tenu de l'importance dans les compresseurs dans les compagnies pétrolières, il est nécessaire de préserver et de les maintenir. Connaitre les raisons de leur dysfonctionnement est d'une importance capitale pour établir une stratégie de perfectionnement et un calendrier de maintenance.

ET Le concept maintenance, considéré encore comme une fatalité éprouvée par les gestionnaires, est une approche ou plus une adéquation d'un ensemble d'activités visant à maintenir à un degré convenable les moyens de production à un prix optimum pour satisfaire la disponibilité et la sécurité des équipements. La maintenance s'impose impérativement dans la fonction de la gestion de la production même et exige des décisions pour que ses objectifs, préalablement définis, soient atteints. La maintenance est l'ensemble des opérations qui permettent de conserver le potentiel du matériel donc en état de stabilité pour assurer la continuité du matériel et la qualité de la production dans les conditions de sécurité. Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimum. La tendance scientifique que les technologues sont contraints de pratiquer pour maintenir à un degré appréciable et avancé la disponibilité quasi permanente des équipements industriels de production à des prix toniques s'oriente vers le défi zéro panne et zéro stock de pièces de rechange.

ملخص

نظرا لأهمية في الضواغط في شركات النفط، من الضروري الحفاظ عليها وصيانتها. بالتالي تعرف وتحكم في إعطاب إنشاء إستراتيجية لذلك يعد أهم الأولويات تعتبر الصيانة الصناعية وسيلة لتوفير الأمن لمعدات الإنتاج و مراقبة التكاليف على درجة مناسبة بسعر مثالي و هي الأمور الحتمية التي يجب على كل مؤسسة إنتاجية إتباعها للمحافظة على استمرارية الإنتاج بطريقة نظامية للوصول الى الأهداف المحددة سابقا و تتمثل في عمليات (التنظيف و التزيت و مراقبة النظامية و الإصلاح و تحسين) .

ABSTRACT

Given the importance in compressors in the oil companies, it is necessary to preserve and maintain them. Know the reason for their failure is a significant capital to establish a development strategy and a maintenance schedule.

The concepts of maintenance seen as inevitable even by experienced managers is more an approach or match a set of activities designed to maintain a proper degree the means of production to an optimal price to meet the availability and security equipment. Maintenance absolutely bound in the function of managing the production itself and requires decisions to

RESUME

ensure its objectives, previously defined, are met. Maintenance is the set of operations that keep the potential of the material thus in a state of stability to ensure continuity and quality of material production in safely. Well maintained, ensuring that these operations to the overall cost optimum. The scientific tendency that technologists are forced to practice to maintain a substantial degree and short-term availability of advanced industrial equipment production at prices tonic moves to challenge zero breakdowns and zero stock of spare parts.