كلية العلوم و التقنيات فاس
ⵜⴰⵖⵉⵡⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⵎⴰⵙⵙⴰⵏⵉⵏ ⴷ ⵜⵙⵏⵉⵜⵉⵏⵏ
Faculté des Sciences et Techniques de Fès

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵙⵉⴷⵉ ⵎⵓⵃⵎⵎⴰⴷ ⴱⵏ ⵄⴱⴷⵍⵍⴰⵀ
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah

Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de la

Licence Sciences et Techniques

Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Titre

ETUDE DE LA MAINTENANCE DU COMPRESSEUR ABC

Lieu : **Société industrielle Oléicole de Fès**

Etablissement d'accueil : Faculté de Sciences et Techniques de Fès

Ville d'implantation de l'entreprise : Fès-Dokkarat

Présenté par :

- Karima LHIOUI

Encadré par :

- Mr. Abdeslam ESHIMI (l'encadrant sur place)
- Pr. Jalil ABOUCHITA (l'encadrant de la faculté)

Soutenu le 04/06/2018 devant le jury :

- Pr. Jalil ABOUCHITA
- Pr. Ahmed EL BIYAALI

Dédicace

J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail

A ceux qui m'ont encouragé et soutenu moralement et matériellement pendant les moments plus difficiles Durant ma vie.

A ma très chère ***mère****, qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi*

A mon très cher ***père***

A mes très chères sœurs : ***Fatima Zahra, Btisssam, Salma, Aya.***

A toute ma grande famille : ***LHIOUI***

A mes très chers amis : ***Meryem, Oumaima, Siham,***

Fatima Zahra.

A tous mes amis partout et en particuliers Et sans doute, à mes très chers amis à l 'Université ***FST****.*

REMERCIEMENTS

Je tiens *à remercier dans un premier temps, toute l'équipe pédagogique de* ***la faculté des sciences technique de Fès****, pour tous les intervenants professionnels responsables de la formation* ***Conception Et Analyse Mécanique (CAM)*** *et leurs bienveillances sur notre formation durant trois ans.*

Je tiens à remercier tout particulièrement tous équipes de ***SIOF*** *et même mon encadrant Mr* ***A.ESHIMI*** *pour leurs temps ainsi que leurs aide, à toutes les stagiaires pour leur accueil au sein de l'équipe et leur disponibilité.*

Je tiens également à témoigner toutes nos reconnaissances à Monsieur ***Jalil ABOUCHITA****, mon professeur et encadrant à la FST, pour son implication, ses conseils lucides, ses propositions enrichissantes, son immense soutien et son précieux encadrement.*

je souhaite également remercier monsieur ***Ahmed EL BIYAALI****, pour l'honneur qu'il m'a accordé en acceptant de juger mon travail.*

J'exprime également ma gratitude à l'égard de l'ensemble du service pour leur précieux aide ainsi que leur sympathie qui ont favorisées mon intégration dans la Régie.

Résumé

Ce projet de fin d'étude était une opportunité pour nous afin de valoriser les aspects techniques de contact direct avec l'entreprise SIOF qui s'occupe du secteur agro-alimentaire regroupe l'ensemble des activités allant du producteur au consommateur. Il couvre l'approvisionnement en intrants agricoles, la production et la transformation de produits agricoles ainsi que leur distribution auprès du consommateur final.

Du point de vue économique, le secteur agro-alimentaire est l'un des premiers générateurs d'emplois et de revenus dans le monde. L'amélioration des processus de fabrication devient de plus en plus un élément crucial pour chaque entreprise dans le but de garantir sa place sur le marché.

Mon Projet de Fin d'Etudes -Licences Sciences et Techniques s'intéresse en particulier à la maintenance du compresseur au sein de la Société Industrielle oléicole de Fès (SIOF).

Sommaire

DÉDICACE.....1

REMERCIEMENTS.....2

RÉSUMÉ.....3

TABLE DES MATIÈRES :

Introduction Générale.....6

Chapitre I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE 7

I- Généralités sur l'entreprise SIOF.....8

II-Fiche de présentation 9

III- Activités.....10

IV-Organigramme.....11

Chapitre II : Généralité sur le Compresseur.....12

1) Définition.....13
2) But de la Compresseur.....13
3) Types de Compresseur d'Air.....14
   1) Compresseur à piston.....14
      i-Définition.....14
      ii – Mécanisme d'un Compresseur à piston.....15
      iii – Le Fonctionnement.....16

Chapitre III : Etude des pannes du Compresseur ABC.....17

I- Analyse quantitatif des pannes..... 18

1) La méthode de PARETO 19
2) La méthode QQOQCPC.....20

II- Conclusion.....21

Chapitre IV : Application De La Méthode AMDEC Au Compresseur ABC.....22

I- Généralité Sur La Méthode AMDEC.....23

II-Application D'AMDEC Sur La Machine.....25

1) Fonctionnement De La Machine.....25

2) Décomposition Fonctionnelle.....26

3) Tableau D'AMDEC.....29

4) *Interprétation des tableaux d'AMDEC.....30*

5) Tableau de classification des éléments par leur criticité.....31

6) Méthode ISHIKAWA.....32

III-Conclusion.....40

Chapitre V : Plans de Maintenance Pour Le Compresseur ABC.....41

I- Généralité sur la maintenance.....42

II- Compresseur ABC : 43

1) Présentation de la machine.....43

2) Caractéristique de la machine.....43

III- Plan de Maintenance Préventive.....44

1) Les instructions de Maintenance.....45

Conclusion Générale.....46

BIBLIOGRAPHIE.....47

INTRODUCTION GENERALE

Dans toute formation structurée et basée sur les objectifs répondant aux exigences du marché de l'emploi, le stage devient un module obligatoire pour valoriser, contrôler et compter les aspects techniques de contact direct avec une entreprise privé ou établissement publique pour assurer une meilleure intégration et une bonne adaptation des étudiants à la vie professionnelle, ceci apporte à mon formation un aspect professionnel en confrontant des problèmes pratiques et essayant de les résoudre en complément des connaissances théoriques déjà assimilées.

La faculté des sciences et techniques de Fès a intégré dans son cursus de formation un stage de fin d'étude d'une durée de deux mois à effectuer dans des entreprises de différentes tailles et activités.

Le présent rapport est préparé à l'issue d'un stage de fin d'étude que j'ai passé au sein du service maintenance de SIOF qui s'occupe de la maintenance des équipements d'usine.

Dans le but de l'obtention d'une certification ISO 9001. L'entreprise a organisé chaque année des projets sur l'AMDEC pour l'audit.

Mon projet de fin d'étude porte sur l'application AMDEC pour le compresseur. Le rapport sera subdivisé en cinq grandes parties : la première mettra l'accent sur l'identification de la Société SIOF. Dans la deuxième partie une petite généralité sur le compresseur.

Dans la troisième partie l'étude des pannes d'un Compresseur ABC à partir de la méthode PARETO et QQOQCPC, la quatrième partie l'étude d'AMDEC pour le Compresseur et enfin établir un planning de la maintenance d'un compresseur.

CHAPITRE I :

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

I-Généralités sur l'entreprise SIOF :

La Société Industrielle Oléicole de Fès (SIOF) est une société anonyme à vocation agro-alimentaire, plus précisément dans le domaine de l'extraction, raffinage, et le conditionnement des huiles alimentaires et conserve des olives.

Crée en 1961 sous forme d'une société à Responsabilités Limitée (S.A.R.L), la SIOF est une réalisation familiale qui n'a pas cessé de développer ses moyens, de diversifier et d'améliorer la qualité de ses produits et voici les dates clés :

- 1966 : l'installation d'une raffinerie d'huile alimentaire.
- 1972 : la fabrication d'emballages en plastique et le conditionnement des produits.
- 1978 : la distribution du produit SIOF s'étend sur tout le royaume du Maroc.
- 1980 et 1984 : la modernisation de l'outil de production.
- 1985 : la société se transforme en S.A avec un capital de 30 millions de Dirhams.

2003-2004 : la société installe deux machines de soufflage pour la fabrication des bouteilles en PET.

II- Fiche technique :

Raison Social	Société Industrielle Oléicole de Fès (SIOF)
Forme Juridique	Société Anonyme (SA)
Date De Création	1961
Siége Sociale	29, Rue Pictet, Dokkarat, Fès-MAROC
Capital	51 000 000 Dh
Chiffre D'affaire	De 100 000 000 à 500 000 000 Dh
Effectif	Entre 200 et 500
Surface	12 000 m2 au quartier Industriel Dokkarat et 20 000 m2 au quartier Industriel Sidi Brahim.
Les Dépôts	Dépôt à Oujda ; Dépôt à Casablanca ; Dépôt à Marrakech ; Dépôt à Oued-Zem.
Téléphone	0535 65 59 52

III- Activités

La société SIOF raffine, conditionne et commercialise une large gamme d'huiles et d'olives de conserve. Pour atteindre ses objectifs en termes de production, l'entreprise s'est installée progressivement sur trois sites:

- ✓ Le premier au quartier industriel DOKARAT à Fès dont les activités sont : le raffinage et conditionnement des huiles alimentaires.

- ✓ Le deuxième au quartier industriel SIDI BRAHIM à Fès qui a intégrer l'extraction des huiles de grignon et la conserve et conditionnement d'olives de table.

- ✓ Et le troisième à Ain Taoujdate, spécialisé en extraction des huiles de grignon et qui intègre l'amont agricole.

La SIOF commercialise ses produits au Maroc à travers un grand réseau de distribution ainsi qu'à l'international avec des partenaires de grande envergure

IV-organigramme

L'aspect organisationnel de la SIOF ne diffère pas entièrement des types d'organisation disponible au sein d'autres établissements. Il se présente de la manière suivante:

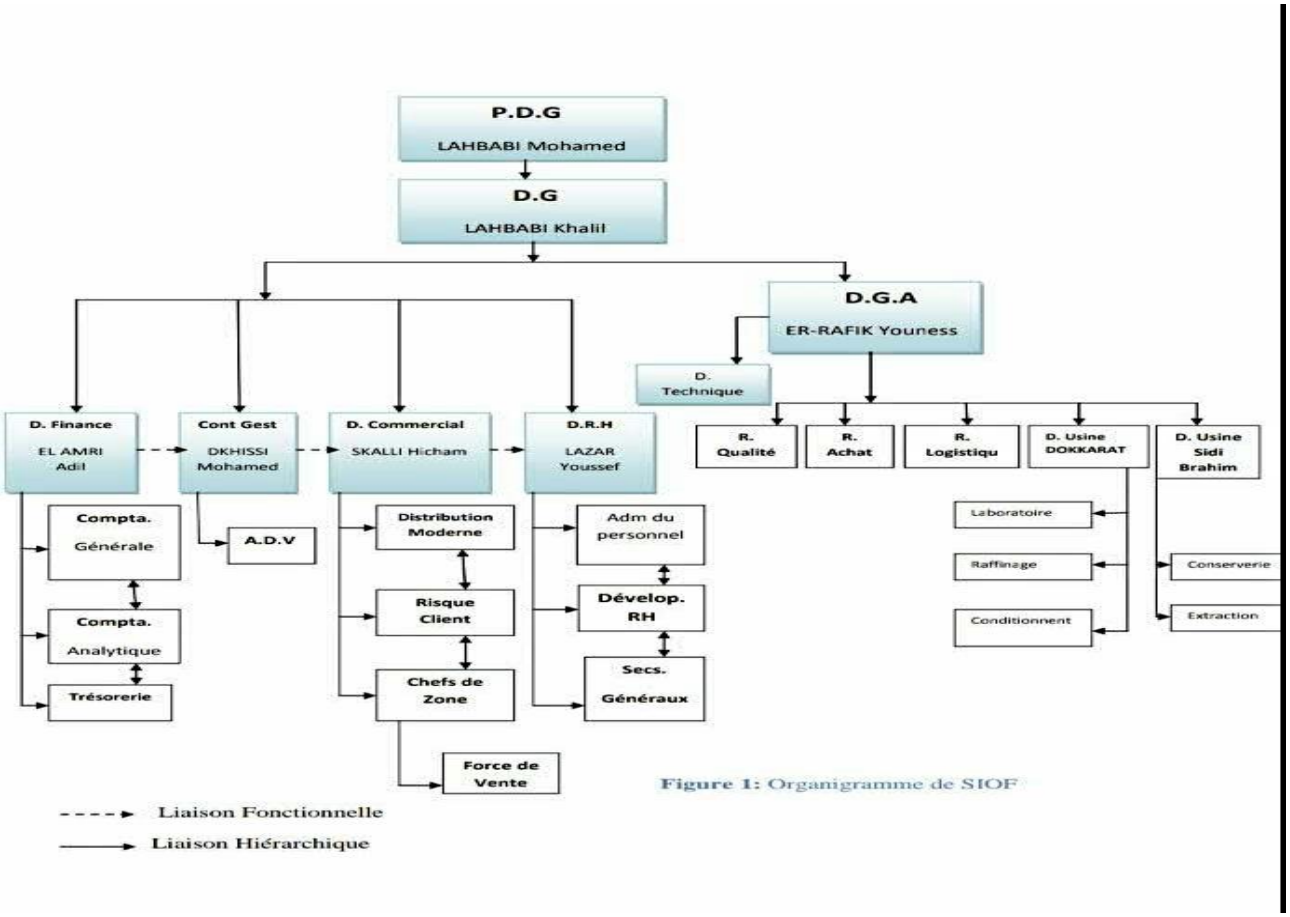


Figure 1: Organigramme de SIOF

Service de conditionnement d'huile :

L'unité de conditionnement d'huile de SIOF est constituée actuellement de cinq lignes de production, trois pour la production des bouteilles de 5 litres, une ligne pour la production des bouteilles de 1 litre et une ligne pour la production des bouteilles de 2 litres.

Pour générer l'air comprimé afin de souffler les bouteilles du conditionnement d'huile et l'alimentation pneumatique, on fait appel à des compresseurs qui portent l'air à pression du service désirée et avec le volume nécessaires. L'unité de conditionnement d'huile comporte deux compresseurs de type ARIZAGA BASTARRICA Y CIA S.A (ABC)

Chapitre II :
Généralité sur le Compresseur

1) Définition

L'élément fondamental du système de freinage à air est le compresseur, qui pousse l'air dans les réservoirs où il est emmagasiné sous pression, prêt à être utilisé au besoin.

Le compresseur prélève l'air à la pression atmosphérique normale, le comprime (ce qui en augmente la pression) et l'envoie dans une conduite vers un réservoir, où il est emmagasiné.

le **compresseur d'air** est un appareil qui convertit le courant (en général à partir d'un moteur électrique, un moteur diesel ou un moteur à essence) en énergie cinétique par la **compression** et la mise sous pression d'**air** atmosphérique, ce qui, sur commande, peut être libéré en rafales rapides.

2) But de Compresseur

La compression en général, 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.

2) Types de Compresseur

Selon la pression d'air et le débit recherchés, on utilise pour la production de l'air comprimé différents types de compresseurs d'air et principalement deux systèmes :

Des compresseurs à vis, et des compresseurs à piston (généralement à 2, 3 ou 4 étages).

Les compresseurs à pistons à 3 étages permettent d'atteindre des pressions jusqu'à 300 bar. Il existe aussi des compresseurs rotatifs : compresseur à turbine et à palettes.

❖ Compresseur à Piston

Définition :

Les compresseurs à pistons couvrent une très large gamme de puissance, de pression (de 1.5 à 45 bars) et d'utilisation dans les domaines nécessitant de plus faibles puissances.

Premier modèle de compresseur mis au point, le compresseur à piston utilise la rotation d'un moteur électrique : ce mouvement entraîne ses composants afin de comprimer l'air. Les compresseurs à piston sont très utilisés :

- par le grand public,
- dans l'industrie pour enfermer de l'air dans une bouteille, fabriquer des emballages de boissons ou bien encore démarrer des moteurs.

Contrairement aux autres modèles, ils parviennent aussi à comprimer le gaz à de très faibles altérations et à des pressions élevées.

Dans un compresseur à piston, le piston coulisse dans une soupape (cylindre) :

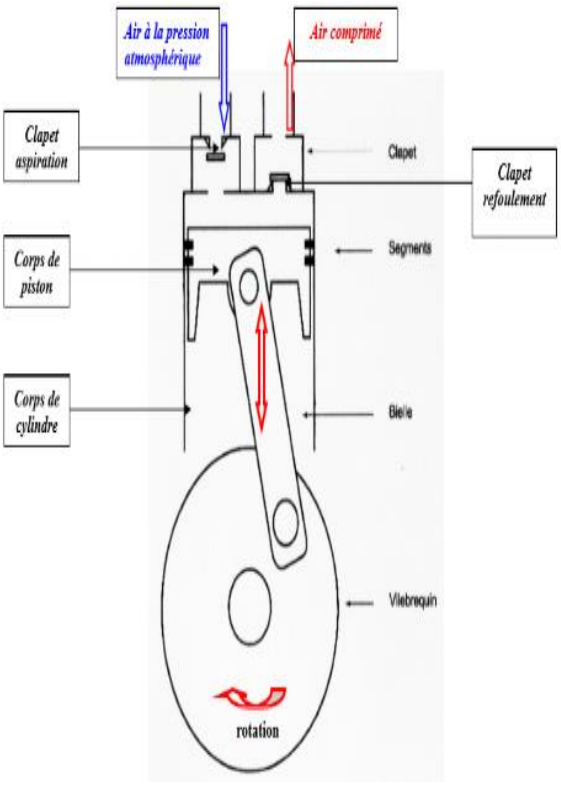
- cette soupape sert à l'admission et au refoulement du fluide frigorigène à l'état gazeux,
- le mouvement s'effectue d'avant en arrière.

Types de compresseur à piston : à simple ou à double effet

Il existe deux types de compresseur à piston :

- compresseur à simple effet : la compression se réalise d'un côté du piston,
- compresseur à double effet : la compression se réalise des deux côtés du piston.

❖ Mécanisme du Compresseur à Piston



Chaque compresseur à piston alternatif dispose d'un vilebrequin, une bielle, un piston, un cylindre, et une tête de soupape.

Pour l'ensemble du mécanisme de travail, il faut de l'énergie.

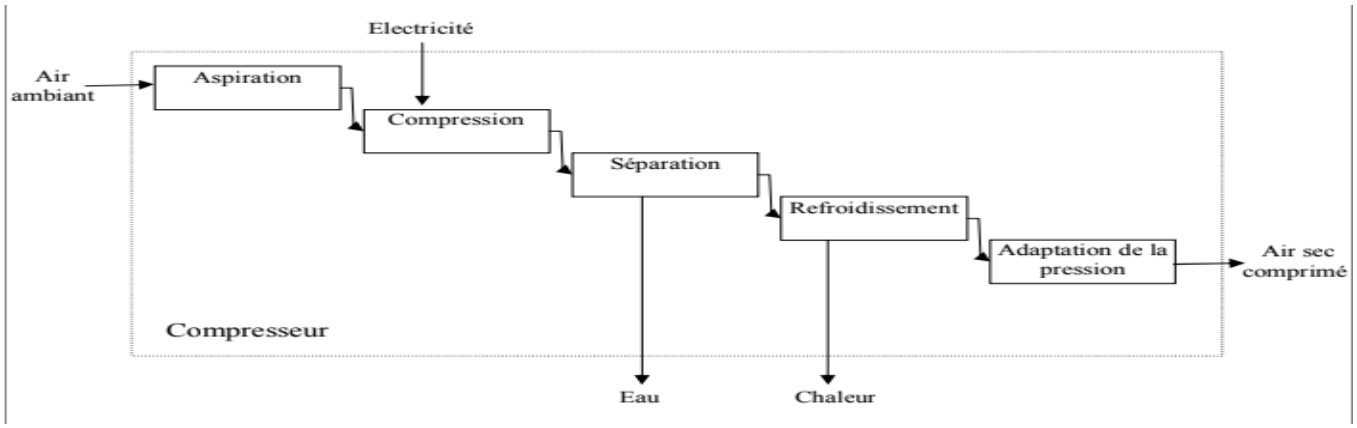
Ils fonctionnent par appel d'air puis compression, grâce à la rotation du vilebrequin faisant effet sur le piston.

Un moteur entraine un système bille/manivelle qui actionne un piston.

Dans sa course descendante, le piston aspire l'air extérieur et dans sa course montante, il le refoule vers le réservoir.

La pression dans le réservoir augmente à chaque expulsion de l'air

❖ Fonctionnement



Le moteur crée le mouvement rotatif, il entraîne l'arbre et la bielle, qui eux-mêmes entraînent le piston.

Les 3 phases de fonctionnement :

- ✓ **admission** : Lorsque le piston descend, cela ouvre un clapet d'aspiration par lequel de l'air s'engouffre dans la chambre jusqu'à la limite de course du piston.
- ✓ **Compression** : Lorsque le piston remonte, la soupape d'admission se referme et l'air contenu dans la chambre se comprime.
- ✓ **Refoulement** : Lorsque la pression dans le cylindre atteint le seuil de déclenchement d'un clapet de refoulement l'air comprime s'évacue.

Les compresseur à air fonctionne sur un principe très simple, lorsque l'air est comprimé son volume diminue alors que la pression augmente, c'est ainsi que l'on obtient de l'air sous pression stocké dans le compresseur.

Au sommet de chaque cylindre de compression il y a une tête de soupape qui contient à la fois un clapet d'entrée d'air (soupape d'aspiration) et un clapet d'évacuation (soupape de refoulement). Ceux-ci s'ouvrent et se ferment à intervalle régulier et sont situés sur le dessus de la plaque de soupape. Lorsque le piston se déplace vers le bas à l'intérieur du cylindre, un vide est créé dans l'espace au-dessus du piston comme lorsqu'on tire sur le piston d'une seringue.

La différence de pression à l'intérieur du cylindre créer une aspiration qui attire l'air extérieur à l'intérieur une fois la soupape d'admission/d'aspiration ouverte. L'air qui a pénétré dans le cylindre est ensuite comprimé par le piston lorsqu'il remonte, la soupape d'aspiration se ferme et la soupape de refoulement s'ouvre. L'air comprimé est stocké à l'intérieur du réservoir ce qui augmente la pression

Chapitre III :

Etude des pannes d'un Compresseur ABC

I- Analyse quantitative des pannes

1) La méthode de PARETO

La meilleure façon d'améliorer le rendement de production à moindre coût est d'éliminer les sources de pertes. Les pertes majeures sont dues aux pannes.

C'est pour cela qu'on va faire appel à la méthode de PARETO.

PARETO est un outil qui permet de visualiser un classement par importance décroissante de défauts, de causes, de critères… Il repose sur une constatation qui montre qu'en général 80% des effets sont dus à 20% des causes. En s'appuyant sur l'historique des arrêts de l'année précédents on va relever le nombre de panne.

Machine	Pannes	Nombre de panne	Date
Refroidisseur	-Détartrage de circuit de refroidisseur. -Démontage de refroidisseur N°2 et Nettoyage. -Démontage et Nettoyage de 3eme refroidisseur. -Montage de refroidisseur N° 4. -Démontage et Nettoyage de 1er refroidisseur. -Détartrage les refroidisseurs. -Détartrage de refroidisseur N°1 et 2. -Détartrage de refroidisseur N°3 et 4.	8	13-07-17 30-10-17 21-11-17 22-11-17 24-11-17 30-02-18 18-03-18 19-03-18
Filtre	-Vidange Filtre à Huile et nettoyage Filtre à air: H=670. - Vidange Filtre à Huile et nettoyage Filtre à air : H=1577 -Vidange Filtre à Huile (F.H) et nettoyage Filtre à air : H=2487 -Blocage des Filtres -Changement de Filtre à air. -Vidange Filtre à Huile et nettoyage Filtre à air.	6	18-05-17 17-09-17 28-12-17 01-02-18 02-02-18 15-05-18
Piston	-Détartrage les groupes de pistons	1	13-04-18

Soupape	-Changement 2 Soupapes d'aspiration et 2 soupapes de refoulement 4eme étage. -Changement 6 Soupapes d'aspiration. -Changement 6 Soupapes de refoulement de 1er étage.	3	14-05-17 15-10-17 16-03-18
Pompe à eau	-Changement pompe à eau.	1	30-04-18
Segment	-Démontage et changement les segments de 3ème étage. -Démontage et changement les segments de 4ème étage. -Changement un jeu de segment aucassion pour 3ème étage. Changement un jeu de segment aucassion pour 4ème étage.	3	31-05-17 01-06-17 31-02-18.

Machine	Nombre de panne	*Pourcentages*	POURCENTAGE CUMULE
Refroidisseur	8	36,37%	36,37%
Filtre	6	27,27%	63,64%
Soupape	3	13,64%	77,28%
Segment	3	13,64%	90,92%
Piston	1	4,54%	95,46%
Pompe à eau	1	4,54%	100%
TOTALE	22	100%	

Tableau : calcule de pourcentage cumulé des pannes

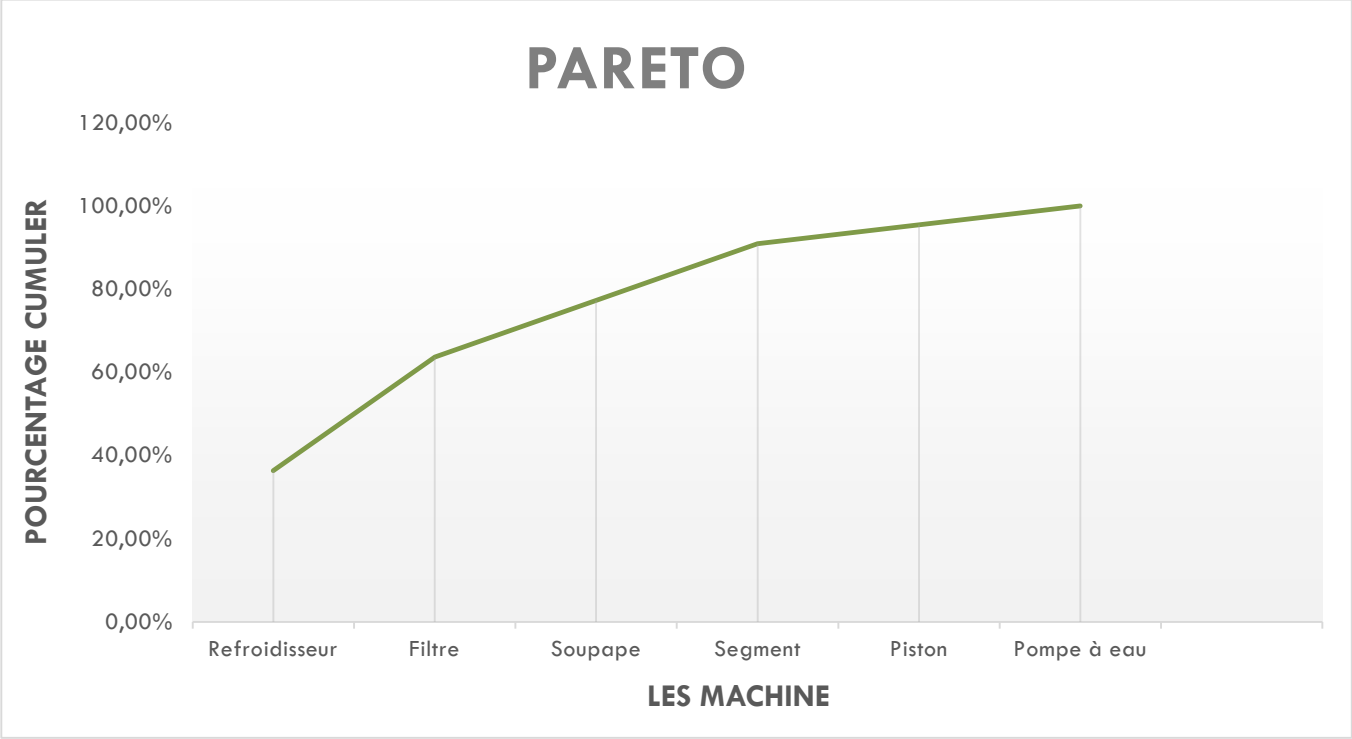


Diagramme PARETO

D'après l'analyse de la courbe PARETO on a pu constater que 80% des pannes de Compresseur sont dues aux pannes de Refroidisseur, Filtre et de Soupape.

2) La méthode QQOQCPC

- *Définition*

Le QQOQCP est un acronyme et un outil qui consiste à poser les questions suivantes : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Et Pourquoi ?

- *Objectif de l'outil*

L'objectif est de se poser toutes les questions relatives à un problème afin d'en fixer le périmètre en vue d'une future démarche de résolution de problème. Il est utilisé dès lors que l'on cherche à avoir une vision complète d'une situation.

- *Pourquoi l'utiliser*

C'est un outil qui cherche à rendre factuel et exhaustive la description d'un problème. C'est un outil simple et compréhensible de tous.

Dans le cas de mon étude, On va s'intéresser à l'étude de Refroidisseur.

Pour avoir une vision complète de la Refroidisseur on va utiliser un outil de la description des taches factuel et exhaustive : Le QQOQCPC.

QQOQCPC	Réponses
Qui?	Refroidisseur
Quoi?	Maintenance préventive conditionnelle
Où?	Sur le compresseur
Quand?	-Après plusieurs pannes de la machine.
Comment?	Tableau AMDEC. Plan de maintenance préventive.
Pourquoi?	-Pour augmenter la fiabilité de la machine
Combien?	Un quart d'heure pour réaliser le test

II- Conclusion

- Au terme de notre étude, nous pouvant constater et conclure qu'il est très important de définir la panne et comprendre les phénomènes des défaillances et de dégradation des matériels.
- Ainsi de connaître les comportements avec une étude détaillée de la Fiabilité et de la Disponibilité qui permet de choisir une meilleure politique de maintenance, ce qui donne la possibilité de réduire les temps d'arrêts, l'indisponibilité et les coûts de maintenance est tout cela pour concrétiser la meilleure organisation de maintenance.
- Après avoir utilisé la loi de Pareto qui permet de choisir entre plusieurs problèmes ceux qui doivent être traité en priorité nous avons remarqué que :

  *Les éléments importants du compresseur et qui nécessitent des interventions à mener en priorité de ceux qui le sont moins, sont les refroidisseurs, les filtres et les soupapes.
- Après avoir utilisé un outil de la description des taches factuel et exhaustive : Le QQOQCPC. Grâce à cette étude, j'ai défini un type de maintenance à mettre en place et un plan d'action pour minimiser les risques.

Chapitre IV:

Application De La Méthode AMDEC au Compresseur ABC

I GÉNÉRALITÉ SUR LA MÉTHODE AMDEC

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et leurs Criticités.

C'est un outil d'analyse qui permet d'améliorer la qualité des produits fabriqués ou des services rendus et favorise la maîtrise de la fiabilité en vue d'abaisser le coût global. (Est régie par la norme AFNOR X 60-510).

Cette méthode conçue pour l'aéronautique américaine en 1960: est devenue aujourd'hui, soit réglementaire dans les études de sûreté des industries « à risque » (aérospatial, nucléaire, chimie), soit contractuelle (pour les fournisseurs automobile par exemple).

Elle est applicable à :

-Un produit : AMDEC produit,

-Un processus : AMDEC processus

-Un système de production : AMDEC moyen de production.

Son objectif principal de l'AMDEC est l'obtention d'une disponibilité maximale, en passant par la méthodologie suivante :

-Le nom du système analysé

-La fonction remplie par l'élément

-Les modes de défaillance

-Les causes de défaillance

-Les effets des défaillances

- Les méthodes de détection des défaillances

- Les actions correctives

- La fréquence

- La gravité

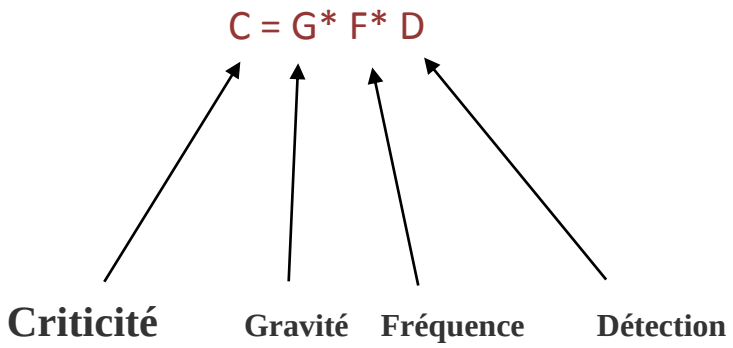
-La criticité

La grille de cotation de la criticité :

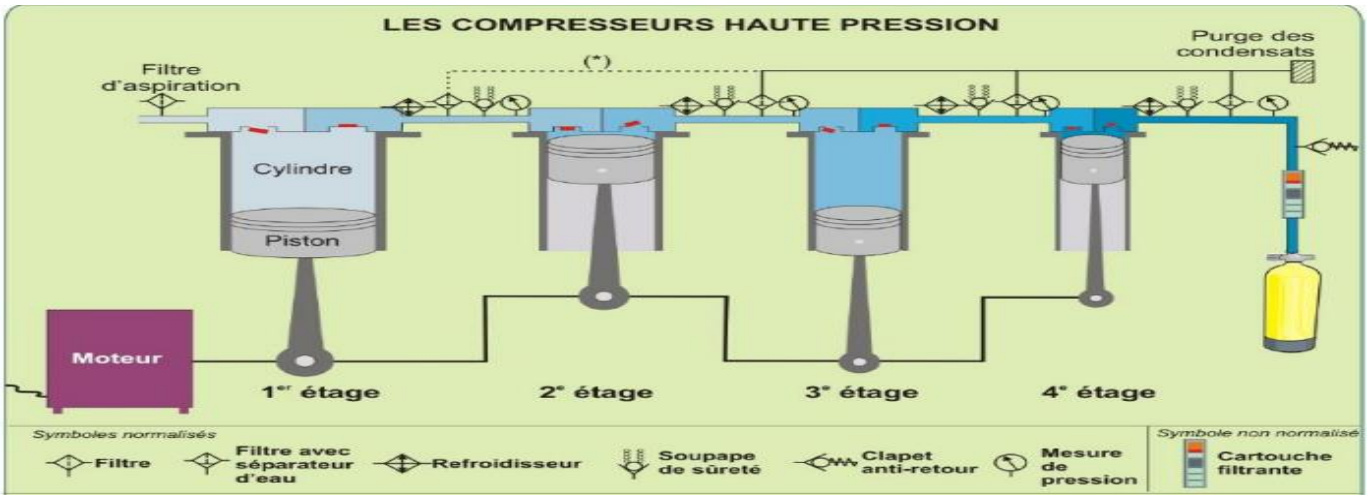
	1	2	3	4
Fréquence F	Moins de 1 défaillance par an	1 défaillance minimum par trimestre	1 défaillance par semaine	1 défaillance par jour
Gravité G	Temps d'arrêt inférieur à 3 heures	Temps d'arrêt de 3 à 8 heures	Temps d'arrêt de 8 à 12 heures	Temps d'arrêt supérieur à 12 heures
Détection D	Détection Visuelle	Détection après action de technicien	Détection Difficiles	Détection impossible

Tableau : cotation de la criticité

Formule de la criticité :



1-Fonctions de la machine



Compresseur Multi-étage :

- ✓ Mouvement semblable à celui d'un moteur à explosion

• Le mouvement du piston est commandé par un système bielle – vilebrequin qui transforme un mouvement rotatif en mouvement alternatif

• L'ensemble clapet – piston est ce qu'on appelle un étage ; on va créer une succession d'étages pour augmenter progressivement en pression, avec des volumes de cylindres de plus en plus petits pour résister aux forces.

- ✓ *On ne peut pas fabriquer un piston qui prendrait l'air atmosphérique à 1b pour le comprimer en un coup à 200b avec un volume de 12l pour gonfler nos bouteilles de plongée ; il faut comprimer en plusieurs étapes :*

• Comprimer l'air une première fois à une pression P1

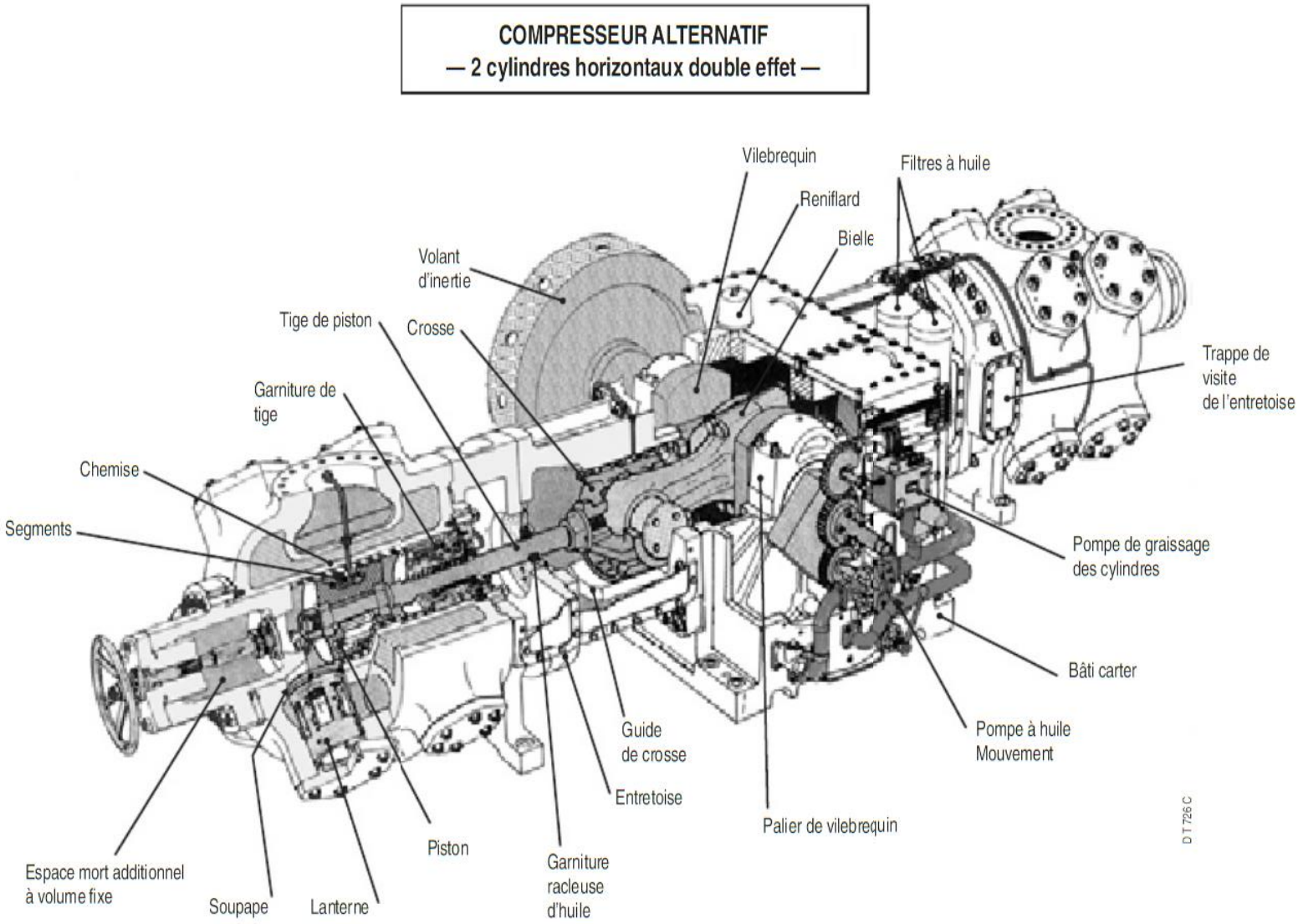
• Reprendre cet air à la pression P1 et le comprimer à une pression P2

• Recommencer jusqu'à obtenir la pression de sortie voulue.

- ✓ *Le cycle du piston dans le cylindre, amène l'échauffement de l'air qui sort du cylindre ; il faut donc refroidir cet air avant qu'il n'aille dans le cylindre suivant, sinon en bout de chaîne, on aurait de l'air à 1000°C.*

La méthode utilisée pour refroidir un fluide, est toujours la même : faire passer le fluide à refroidir dans un tuyau baigné dans un milieu froid.

1) Décomposition Fonctionnelle



- **Le cylindre et le piston**

Le cylindre est conçu pour supporter la pression du gaz, assurer un refroidissement provenant de la compression, permettre le passage des clapets, supporter le frottement du piston (ou des segments). Le prix du cylindre conduit à rechercher une diminution de son usure (lubrification) et du coût de sa réparation (chemises). Si la lubrification par l'huile n'est pas acceptable (problème de sécurité, pollution du gaz, ...) il est nécessaire d'utiliser des segments autolubrifiants (PTFE chargé ou carbone).

Piston : réalises en alliage d'aluminium en fonte ou en inox, suivant nécessité, ils assurent la compression du gaz. Ils sont équipés de segments porteurs et d'étanchéité. Le serrage du piston sur la tige est effectué par un écrou tendeur ou un écrou de grande dimension.

- **Les segments d'étanchéité :**

L'étanchéité entre piston et cylindre est généralement assurée par des segments disposés dans des gorges ménagées à la périphérie du piston. Le choix du matériau pour les réaliser est de la plus haute importance pour:

- s'opposer au passage du gaz de la chambre à haute pression vers la chambre à basse pression

- résister à l'usure pour maintenir l'étanchéité aussi longtemps que possible

- conserver ses propriétés à la température de travail la plus haute possible

Dans les compresseur non lubrifiés, des anneaux supplémentaires sont disposés à la périphérie du piston et destinés à empêcher le piston de frotter sur le métal du cylindre.

- **Clapets**

Les clapets (ou soupapes) doivent laisser passer librement le gaz pendant les phases d'aspiration et de refoulement, mais doivent être parfaitement étanches pendant la phase de compression. La perte de charge qu'ils génèrent doit être aussi faible que possible. Pendant le

travail du compresseur, cette perte de charge viendra s'ajouter à la différence de pression qu'il doit générer et se traduira en énergie supplémentaire consommée.
Le mouvement des clapets n'est dû qu'à la différence de pression entre la chambre de compression et le collecteur d'aspiration ou de refoulement. Aucun dispositif mécanique n'est nécessaire pour assister leur mouvement. Par contre, pour ajuster la capacité du compresseur, les clapets d'aspiration peuvent être maintenus ouverts dans certaine phase de fonctionnement de la machine. Dans ce but, un dispositif mécanique est installé, destiné à empêcher la fermeture pendant la phase de compression.

- **Refroidisseur**

Le refroidissement des cylindres est souvent requis par le constructeur. Il peut être obtenu par des ailettes disposées sur la surface externe, ou par un liquide circulant dans une double enveloppe. Le premier objectif du refroidissement est d'éviter des échauffements excessifs aux parois du cylindre ou aux étanchéités afin de limiter la dégradation des joints et des segments.
La mission du refroidissement des cylindres n'est pas de refroidir le gaz. Cependant si un bilan énergétique du compresseur doit être fait, la chaleur évacuée par ce refroidissement doit être prise encompte.
Le liquide de refroidissement doit être protégé contre le risque de gel en période d'arrêt hivernal de la machine. On utilisera alors un classique mélange d'eau et de glycol en circuit fermé.
La température du liquide de refroidissement doit être telle qu'elle ne permette pas l'apparition de liquide par condensation partielle du gaz traité. Une température froide du liquide de refroidissement 10°C au-dessus de la température d'entrée du gaz est souvent recommandée.
Le liquide de refroidissement peut aussi servir de fluide de préchauffage des cylindres avant un démarrage. En effet une température minimale de l'ordre de 40°C est souvent recommandée par le constructeur, pour limiter les tensions mécaniques sur la machine. Le circuit de refroidissement devra donc comporter, en plus du refroidisseur, un réchauffeur.

- **Filtres**

*Un **filtre** est un système servant à séparer des éléments dans un flux. L'action du filtre consiste à retenir, supprimer, rediriger ou modifier les éléments indésirables du flux, et à en laisser passer librement les éléments utiles. Les filtres sont utilisés dans différents domaines.*

3-Tableau D'AMDEC

A la suite de la décomposition de la machine en élément et sous-élément il nous faut passer à la phase d'analyse ***AMDEC****. Les tableaux suivants représentent le récapitulatif de cette analyse :*

Site : Atelier Usinage										
Analyse des Modes de Défaillances de leurs effets et de leurs Criticités-AMDEC moyen de production										
CAM FSTF FM	*Système : Compresseur ABC*		*Phase de fonctionnement : en cours de production*							*Responsable de Groupe de travail*
			Date d'analyse :							
Elément	*Fonction*	*Mode de Défaillances*	*Causes*	*Effets*	*Détection*	*Criticité*				*Action à engager*
						F	*G*	*D*	*C*	
Vilebrequin	*Transformer le mouvement de rotation*	*Usure au niveau des paliers lisses*	*Frottement*	*Mauvais fonctionnement de compresseur*	*bruit*	*1*	*1*	*4*	*4*	*- changement des paliers lisses - remplacement du vilebrequin*
Bielle	*Transmet-le mouvement au piston*	*- cassure -fissure*	*-fatigue -mauvaise conception*	*Pas de mouvement*	*visuel*	*1*	*1*	*4*	*4*	- Changement de la bielle

										-nouvelle concepti on
Segments	*Assurer l'étanchéité*	*usure*	*fatigue*	*Mauvaise compressio n*	*Faible débit de refoul ement*	*3*	*1*	*2*	*6*	*Change ment des segmen ts*
Piston	*Assurer la Compression*	*usure*	*fatigue*	*Mauvais fonctionne ment*	*-bruit - échau ffeme nt*	*1*	*1*	*4*	*4*	*Rempla cement de piston*
Joint d'étanchéité	*Assurer l'étanchéité*	*Usure*	*fatigue*	*échauffeme nt*	*Fuite d'huil e*	*4*	*1*	*1*	*4*	*Change ment des joints*
Soupapes (Clapets)	*Faire passer le fluide dans un seul sens*	*Colmata ge*	*-Fatigue -Mauvais fonctionne ment de filtre*	*-Diminution de pression*	*Faible débit*	*2*	*3*	*2*	***1 2***	*- Change ment de clapet - nettoya ge ou change ment de Filtre*
Tuyauterie	*Faire circuler limiter les pertes*	bouché corrosion fuite	*pollution amont, usure, défaut de conceptio n, surpressio n*	*perte de pression pollution du fluide, aucune circulation*	*visuel*	*4*	*1*	*1*	***4***	*Isoler les Tuyaute ries*

Filtres	Eliminer les particules	Pas de filtration	-filtre colmaté -filtre détérioré	Détérioration de tout le circuit hydraulique	Visuel	2	4	4	**32**	Changement de filter
Refroidisseurs	Eviter des échauffements excessifs aux parois des cylindres ou aux étanchéités	Usure	Refroidisseur bouché	Arrêt de compresseur	Visuel	4	1	2	8	Détartrage de refroidisseur Nettoyage

Conclusion : il est nécessaire de traiter les problèmes d'usure des filtres, des clapets, des segments et des refroidisseurs causés par le temps.

4- Interprétation des tableaux d'AMDEC

Suivant la criticité de ces composants, j'ai défini le stockage des pièces de rechanges avant la fatigue. Donc, les éléments qui nécessitent un planning sont:

-Le filtre

- La soupape

-Le segment

- le refroidisseur.

A la fin de cette étude, on peut sortir avec les recommandations suivantes :

• Il faut respecter les instructions de la maintenance systématique telles que les remplacements des pièces défectueuses selon les périodicités recommandées par le constructeur.

• Former le personnel de service maintenance à l'AMDEC.

• Tenir un stock de sécurité des pièces de rechange de 1ère nécessité.

5-Tableau de classification des éléments par leur criticité

On a choisi la valeur 4 comme seuil de criticité .les éléments dont la criticité dépasse 4 sont regroupés par ordre décroissant dans le tableau. C'est sur ces éléments qu'il faut agir en priorité en engageant des actions correctives appropriées.

Elément	*Coefficient de criticité*	*Pourcentages*
Filtres	*32*	*41,04%*
Soupapes	*12*	*15.39%*
Refroidisseurs	*8*	*10,26%*
Segments	*6*	*7,71%*
Vilebrequin	*4*	*5,12%*
Bielle	*4*	*5,12%*
Piston	*4*	*5,12%*
Joint d'étanchéité	*4*	*5,12%*
Tuyauterie	*4*	*5,12%*
SOMME	*78*	*100%*

Tableau : Le pourcentage de la criticité des organes du Compresseur

A partir du tableau ci-dessus, on a pu hiérarchiser les causes des pannes pertinentes selon leurs criticités.

Les résultats obtenus montrent que le filtre (Pas de filtration), les soupapes (*Colmatage*) et les refroidissements (l'sure) sont bien à la tête de la liste des éléments critiques

Alors la réduction de la criticité (C) peut se faire par modification technique, par le changement de la méthode de maintenance appliquée et / ou par la mise en place de documents relatifs aux modes opératoires, aux procédures,… -

Un plan d'action sera établit pour fixer des priorités par rapport aux améliorations proposées. Des critères économiques sont à prendre en compte pour hiérarchiser.

Mais avant cette étape je vais utiliser un outil de qualité, le diagramme ISHIKAWA Pour bien identifier les causes de chaque problème.

6-Diagramme d'ISHIKAWA :

- **Définition:**

Cet outil se présente sous la forme d'arêtes de poisson classant les catégories de causes inventoriées selon la loi des 5 M (matière, main d'œuvre, matériel, méthode, milieu). Elle permet d'identifier les causes possibles d'un effet constater et donc de déterminer les moyens pour y remédier.

- **Présentation :**

Il faut dans un premier temps définir clairement l'effet sur lequel on souhaite directement agir.

Pour cela il faut :

1/ Lister toutes les causes susceptibles de concerner le problème considéré.

2/ Il faut bien approfondir et explorer toutes les dimensions d'une situation donnée

3/ Classer par famille toutes les causes d'un problème déterminé (3 à 5 familles est un choix raisonnable)

Comment le construire ?

Il se fait dans 5 étapes suivantes :

a – En définissant l'effet avec précision.

b – En recherchant toutes les causes.

c – En ordonnant les causes.

d – En identifiant les causes principales à étudier.

e – En construisant le diagramme.

- **Application de la méthode**

D'après l'étude AMDEC sur le Compresseur on a constaté que 3 modes de défaillances dépassent le seuil de criticité, donc il serait évident d'apporter des actions correctives pour chacun de ces 3 modes. Cependant il faut trouver les causes éminentes de ces derniers et les étudier de façon plus précise, pour cela on a utilisé l'outil le plus convenable pour cette mission, c'est Ishikawa.

❖ *Le Filtre*

a) Pointer la flèche vers le problème ;

b) Rechercher les causes et les regrouper en familles des 5 M ;

Quel sont Les causes de problème :

-*Filtre colmate*
-*Filtre détérioré*
-*La poussière*
-*Vieillissement*
-*Erreur de montage*
-*Mauvaise programme de maintenance*
-*Utilisation de filtre occasion*
-*Manque de formation*
- La sévérité de l'environnement
-*Fissure*
- Durée de filtre

Classement des causes selon les 5 M :

Matière : *Utilisation de filtre occasion, filtre colmate*

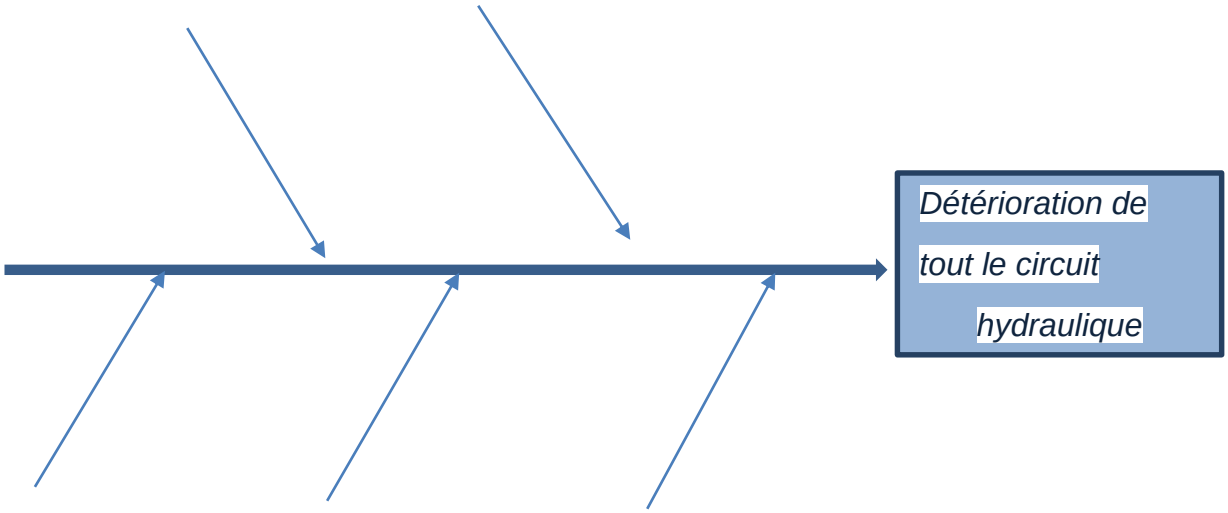
Main d'ouvre : Mauvaise programme de maintenance

Matériel : Filtre *détérioré*, Durée de filtre, Fissure

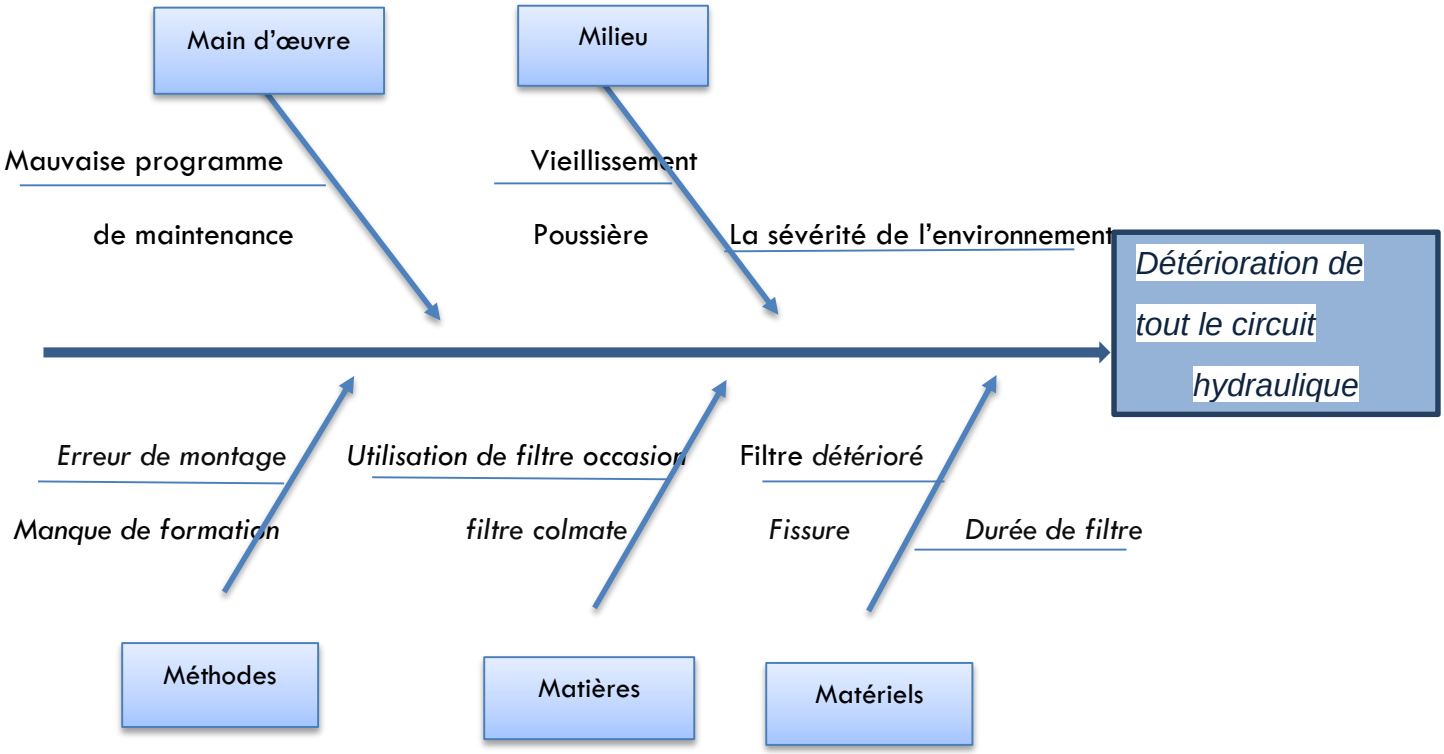
Méthode : *Erreur de montage, Manque de formation*

Milieu : La sévérité de l'environnement, *La poussière, Vieillissement*

C .Tracer les flèches secondaires ;



d. Identifier les causes principales à étudier



❖ La soupape :

a) Pointer la flèche vers le problème ;

b) Rechercher les causes et les regrouper en familles des 5 M ;

<u>Quel sont Les causes de problème :</u>

Fatigue
Mauvaise fonctionnement de filtre
Usure
Fissure des billes
Bruit excessifs
L'humidité
Vieillissement
Erreur de montage
Manque de formation
Soupape détente
Soupape défectueuse
Problème de compétence

Classement des causes selon les 5 M :

Matière : *Fatigue, Soupape détente, Soupape défectueuse*

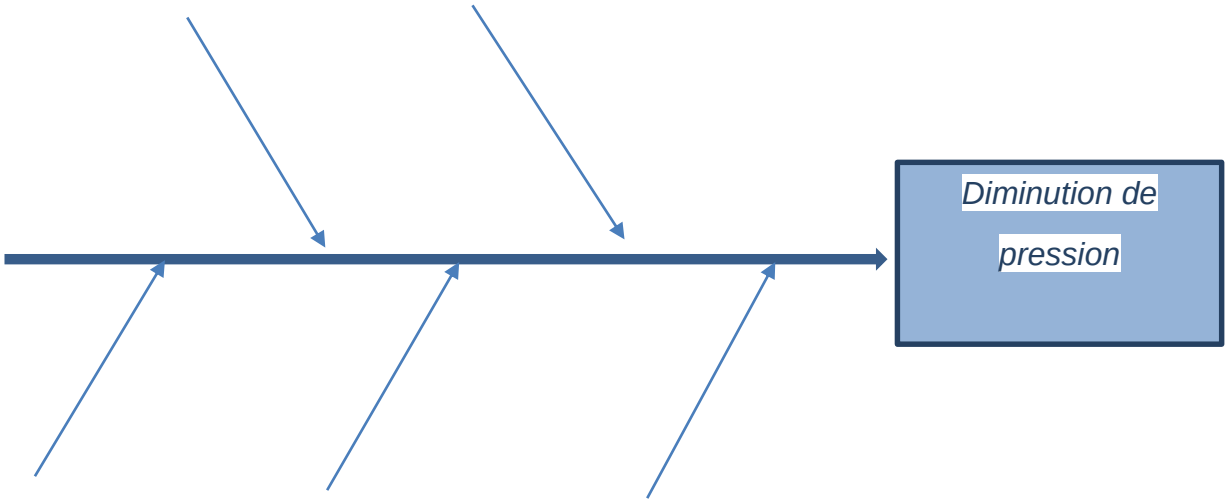
Main d'ouvre : *Problème de compétence*

Matériel : *Mauvaise fonctionnement de filtre, Usure*
Fissure des billes Soupape détente

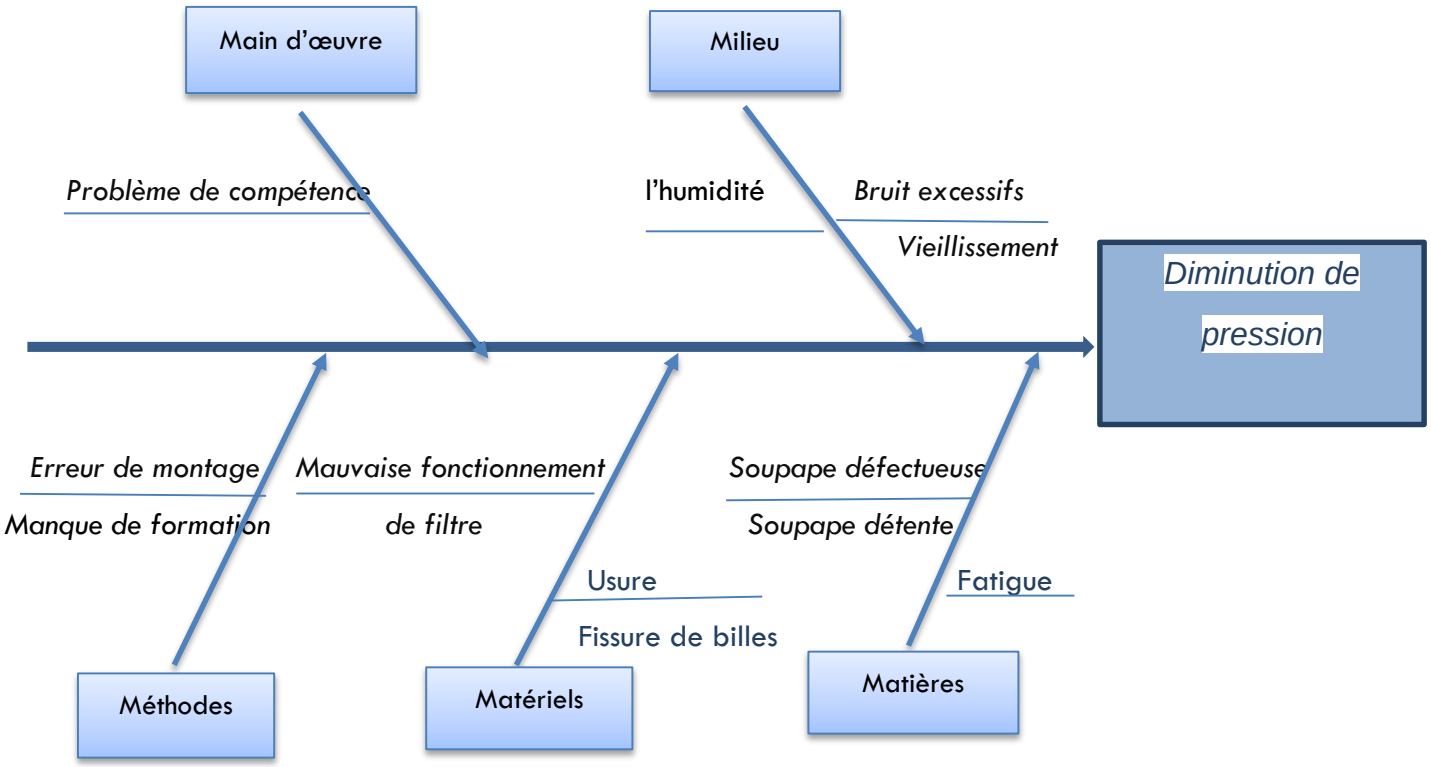
Méthode : *Erreur de montage, Manque de formation*

Milieu : l'humidité, *Vieillissement, Bruit excessifs*

C .Tracer les flèches secondaires ;

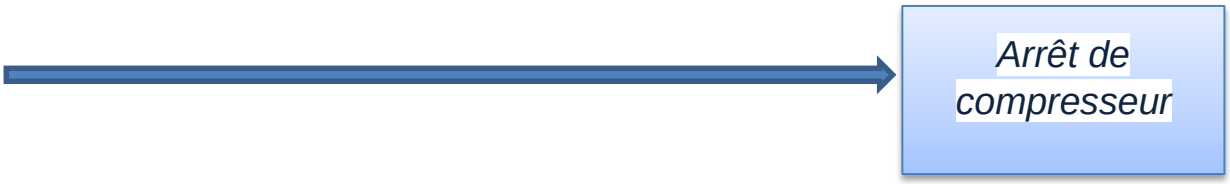


d. Identifier les causes principales à étudier



❖ Le refroidisseur

a) Pointer la flèche vers le problème ;



b) Rechercher les causes et les regrouper en familles des 5 M ;

<u>Quel sont Les causes de problème :</u>

Fatigue

Refroidisseur bouché

Usure

Bruit excessifs

L'humidité

Vieillissement

Poussière

Erreur de montage

Non respect des instructions du manuel

Mauvaise qualité des pièces

Problème de compétence

Classement des causes selon les 5 M :

Matière : *Fatigue, Mauvaise qualité des pièces*

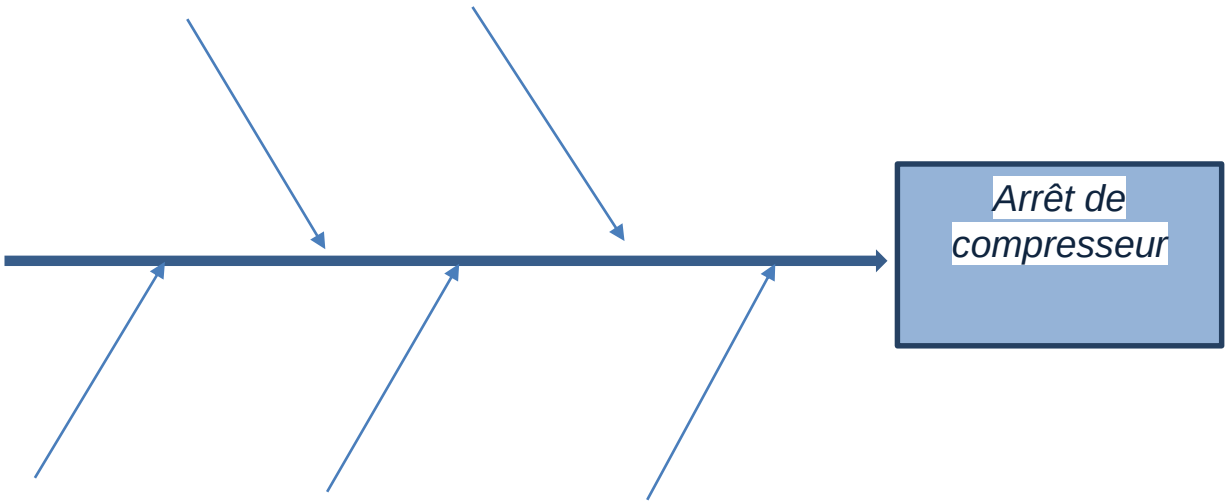
Main d'ouvre : *Problème de compétence*

Matériel : *Refroidisseur bouché, Usure*

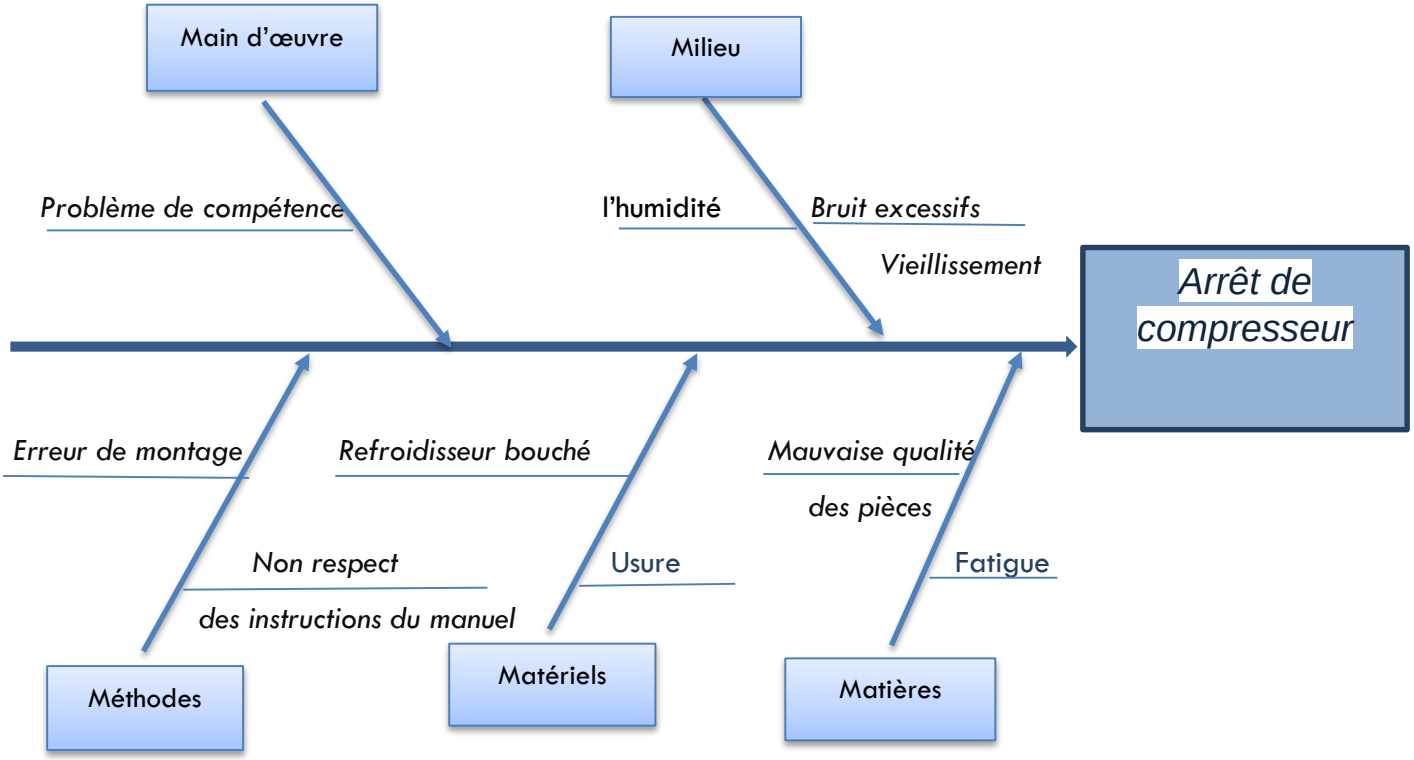
Méthode : *Erreur de montage, Non respect des instructions du manuel*

Milieu : l'humidité, *Vieillissement, Bruit excessifs, Poussière*

C .Tracer les flèches secondaires ;



d. Identifier les causes principales à étudier



La méthode ISHIKAWA m'aide à trouver les principales causes des pannes. Selon ces raisons, j'ai mis quelques solutions pour éviter les fautes et sauver la situation rapidement.

- ✓ *Le compresseur aspire une grosse quantité d'air nécessaire à sa ventilation interne, un environnement poussiéreux crée dans le temps des dommages et difficulté de fonctionnement. Il est donc évitent que le nettoyage du lieu d'installation et déterminant pour le bon fonctionnement de la machine et il est nécessaire de laisser un espace libre autour du compresseur.*
- ✓ *L'utilisation d'un filtre occasion peut colmater la machine. Donc il est de préférable utiliser des pièces de recharge originale eu permettre de maintenir le circuit propre.*
- ✓ *Le montage incorrect du filtre peut détériorer le circuit hydraulique. On faire appel à un agent spécialisé de maintenance.*
- ✓ *Le problème de la soupape peut être provoqué par une mauvaise opération de maintenance ou d'entretien par un technicien non qualifié ou expérimenté. Donc il est recommandé que ce technicien reçoive une formation continue pour améliorer son travail.*

III-Conclusion :

Après l'application de la méthode d'ISHIKAWA on a pu détailler les modes de défaillances et connaitre leurs causes principales qui sont du à la fois au : méthode, main d'œuvre, milieu, matériel, matière.

Puisque la réduction de la criticité est parmi mes objectifs, on va proposer des actions préventives pour l'ensemble des éléments. Ces actions sont à mettre en application pour un meilleur fonctionnement et une durée de vie optimale.

On se basant sur la méthode AMDEC et ISHIKAWA on a pu construire un planning de maintenance à suivre par le service maintenance de SIOF.

Chapitre V :

Plans de Maintenance Pour le Compresseur ABC

I- Généralité sur la maintenance

La maintenance joue un rôle de plus en plus important dans la productivité de l'entreprise. La maintenance n'a plus pour seule vocation d'assurer le bon fonctionnement.

1-Définition de la maintenance

D'après la norme AFNOR (Association Française de normalisation), La maintenance est l'ensemble des actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.

2-Les différentes formes de maintenance

Les diverses options susceptibles d'être mis en œuvre par le service de maintenance relèvent de deux principes fondamentaux :

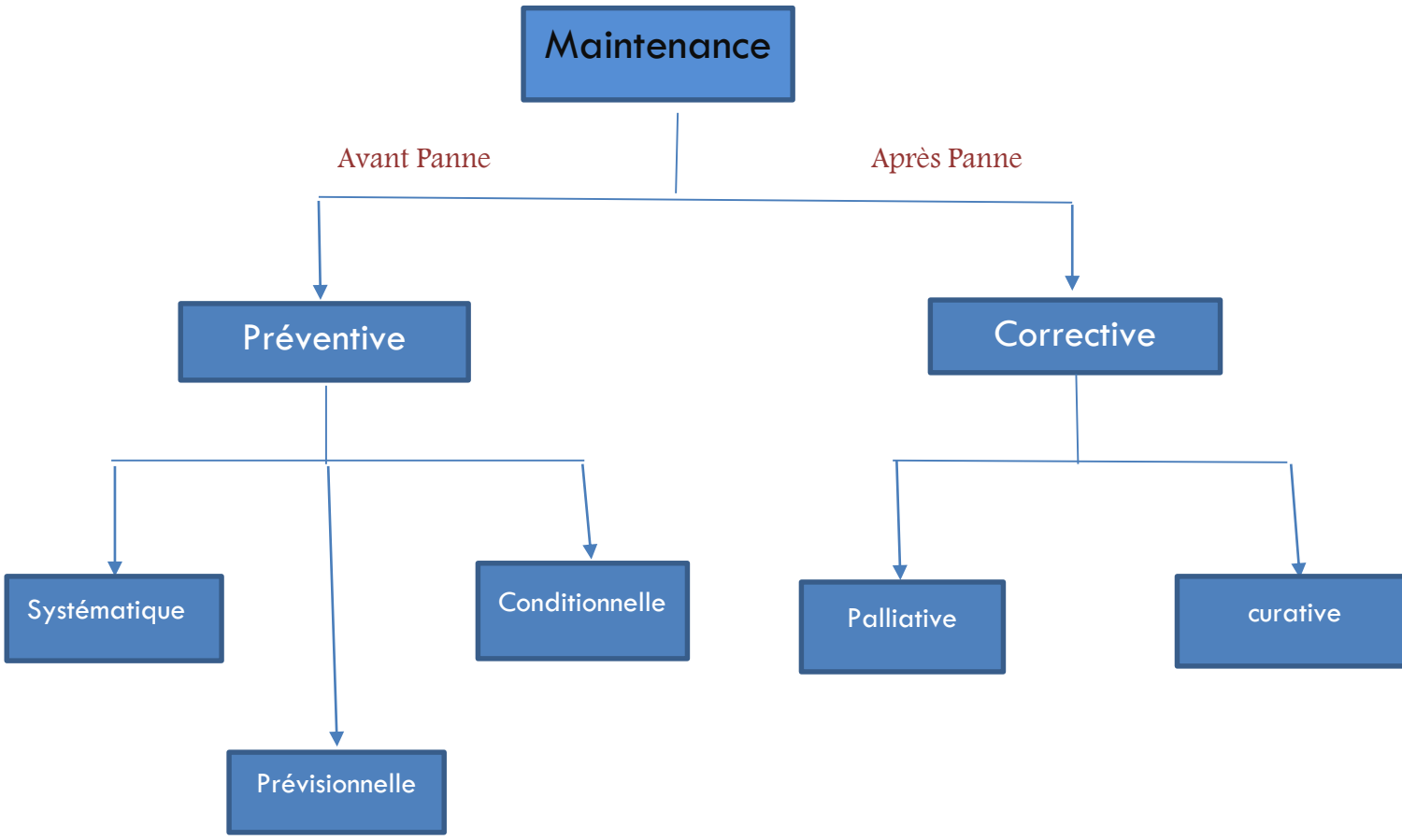


Figure 2 : Les types des maintenances

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'avoir nécessaires.

Dans ce but, Un atelier est équipé d'un compresseur à piston ARIZAGA BASTARRICA Y CIA S.A (ABC), de types horizontal alternatif avec crosse et cylindre à double effet, la compression se fait progressivement en quatre étages jusqu'à la pression maximal 42 bar, dans le premier étage il comprime de 0 à 3,1 bar puis dans le 2ème étage il comprime de 3,1 à 11,8 bar, dans le 3ème étage il comprime de 11,9 à 30 bar et dans le 4ème étage il comprime de 30 à 42 bar.

Ce compresseur présente des défaillances pour des raisons d'aspiration d'air pollué.

La compression à piston fonctionne avec un ou plusieurs pistons dans un mouvement d'avant en arrière qui crée la compression.

2-Caractéristique de la machine :

Marque	ABC
Modèle	4HA-4-TER-LT
N° de Série	23561
Année de construction	2002
Traits	Compresseur Haute Pression
Pression Nominale	42 BAR
Débit en m3/h	830

II- Plan de Maintenance Préventive :

Ces méthodes ont permis de suivre en détail les problèmes et choisir une meilleure politique de maintenance, donc une bonne amélioration du travail.

Bien que simple, la méthode AMDEC s'accompagne d'une lourdeur certaine et la réalisation exige un travail souvent important et fastidieux.

- Néanmoins l'AMDEC fournit :

- Une autre vision du système,

- Des supports de réflexion, de décision et d'amélioration,

- Des informations à gérer au niveau des études de sûreté de fonctionnement et des actions à entreprendre.

Pour garder la fiabilité du compresseur 80% il faut intervenir chaque temps systématique ; on citer quelques actions préventives de compresseur.

Plan de maintenance préventive	**Machine : Compresseur à Piston ARIZAGA BASTARRICA Y CIA S.A (ABC)**						
Opération executable en fonctionnement / **Operations**	Executant	Fréquence					Observation
		J	M	T	S	A	
Vérifier le niveau d'huile du compresseur	Mécanicien	X					A l'arrêt
Nettoyer la cartouche de filtre d'air	Mécanicien				X		A l'arrêt
Changer la cartouche de filtre d'huile	Mécanicien			X			A l'arrêt
Vérifier le clapet de retour d'huile	Mécanicien					X	A l'arrêt
Démontage et changement les segments	Mécanicien				X		A l'arrêt
Contrôler le système de refroidissement	Mécanicien		X				A l'arrêt
Détartrage les refroidisseurs	Mécanicien		X				A l'arrêt
Contrôler la soupape de sécurité	Mécanicien				X		A l'arrêt
Vérifier le clapet d'aspiration	Mécanicien			X			A l'arrêt
Vérifier le robinet de vidange	Mécanicien	X					A l'arrêt
Date	J= jour, M mensuel, T = trimestrielle, S = semestrielle- A = annuelle						

Remarque :

J : opération à réaliser chaque jour

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

T : opération à réaliser chaque trimestre

S : opération à réaliser chaque semestre

A : opération à réaliser chaque année

Dans le tableau suivant j'ai effectué un plan de maintenance pour le compresseur. Dans ce tableau j'ai identifié l'opération à faire celui qui doit l'exécuté et la fréquence avec laquelle on effectue cette opération et finalement l'état du compresseur pour faire cette opération est ce qu'il est en marche ou en arrêt.

2-Les instructions de Maintenance

Maintenance préventive instructions			**Etabli le :** **Par :**
Machine : Compresseur d'air ARIZAGA BASTARRICA Y CIA S.A (ABC)			Numéro :
Consignes de sécurité : machine a consignée électriquement			
Opérations à réaliser	Opérateur	Fréquence de réalisation	Mode opératoire -moyen.
Vérifier le niveau d'huile du carter.	Technicien	Chaque jour Avant démarrage	Visuel
Vérifier le robinet de vidange	Technicien	Chaque jour Avant démarrage	Visuel

Conclusion Générale

La société SIOF est parmi les entreprises qui veulent s'imposer dans le domaine de production des huiles. Pour aboutir une bonne réputation l'entreprise doit maitriser l'installation des machines, une bonne gestion des ressources disponibles tant humaines que matérielles.

Cependant, ceci reste insuffisant pour faire face à la concurrence ardente au niveau du marché. C'est ainsi que la société industrielle oléicole de Fès pourrait améliorer son statut si elle se développe dans l'établissement des systèmes de maintenance qui lui obligera de fournir des efforts tant humains que techniques.

Il est évident que mon stage au sein de la SIOF a été bénéfique, surtout avec le soutien de son personnel et de son expérience très riche dans le domaine industriel et mécanique.

Dans le cadre de ce projet on s'est focalisé sur la maintenance de compresseur puisque d'après l'étude PARETO en a montré que plus de 30% des pannes sont dues au problème de refroidisseur.

L'AMDEC est l'un des outils permettant d'atteindre ces objectifs. Ainsi, il m'a permis d'hiérarchiser les défaillances possibles du compresseur et de traiter en priorité les défaillances fréquentes qui sont difficiles à détecter dont les conséquences graves. Il relève donc de la responsabilité du personnel de rester vigilant pour conserver la réactivité et la flexibilité des machines.

Mon projet facilitera grandement les tâches du service Maintenance grâce à l'AMDEC qui m'a permis de déterminer le planning de maintenance préventive afin de diminuer les couts de maintenance correctives qui ont des effets nocifs pour l'entreprise.

BIBLIOGRAPHIE

Cours : gestion de la maintenance (Mr. BYAALI)

Cours : gestion de qualité (Mr. ABOUCHITA)

http://www.abc-compressors.com/

https://compresseur.ooreka.fr/comprendre/compresseur-a-piston