

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ibn Khaldoun de Tiaret

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Mécanique



## MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de Master

**Domaine :** Sciences et Technologie

**Filière :** Génie Mécanique

**Parcours :** Master

**Spécialité :** Maintenance Industrielle

**Thème**

Analyse défaillance d'un compresseur à vis

Préparé par :

**Mimouni Mohamed**

Soutenu publiquement le : 02 / 07 / 2020, devant le jury composé de :

M. Abed Belgacem	Maître de Conférences "A" (Univ. Ibn Khaldoun)	Président
M. Guemmour mohamed	Maître de Conférences "B" (Univ. Ibn Khaldoun)	Examineur
M. Benamaar Badr	Maître de Conférences "A" (Univ. Ibn Khaldoun)	Examineur
M. Saad mohamed	Maître de Conférences "B" (Univ. Ibn Khaldoun)	Encadreur

Année universitaire : 2019 - 2020

## Remerciements

*Je Tiens A Exprimer Ma Profonde Gratitude A Mr Saad Mohamed, Je Tiens Aussi A Remercier Mr Guemmour Mohamed , Mr Abed Belgacem Et Mr Benammar Badr Pour L'intérêt Apporter A Mon Travail Et D'voir Examiner Et Faire Partis Des Jury Et Aussi, Pour Leur Lecture Attentive De Mon Mémoire Ainsi Que Pour Les Remarques Qu'ils M'adresseront Lors De Cette Soutenance Afin D'améliorer Mon Travail Mes Remerciements S'adressent Egalement A Tous Les Enseignants Qui Ont Fait Beaucoup D'efforts Durant Ces Années Pour Nous Fournir Une Formation De Qualité.*

*Je Présente Mes Vifs Et Chaleureux Remerciements A Tous Ceux Qui Ont Veillé De Près Ou De Loin A Ce Que J'accomplisse Ma Formation Dans Les Conditions Les Plus Favorables.*

*J'ose Espérer Atteindre L'objectif Fixé Par Ce Mémoire Qu'est Graver Un Echelon Scientifique Et Tracer Un Axe De Recherche Supplémentaire Lors De La Voie De Mon Projet Professionnel.*

## Dédicaces

*J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail*

*A ceux qui m'ont encouragé et soutenu moralement et  
matériellement pendant les moments les plus difficiles*

*Durant ma vie.*

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

*A mes chères amies*

*A l'ensemble de l'équipe pédagogique du département de génie  
mécanique*

*Sans doute, à mes très chers amis à l'Université d'Ibn Khaldoun*

*Mimouni Mohamed*

## Table des matières

Remercîments	
Dédicace	
Table des matières	
Introduction générale	1
<b>Chapitre I : Généralités sur les compresseurs</b>	
I.1 Introduction	3
I.2 C'est quoi un compresseur	3
I.3 But de la compression	3
I.4 Classification des compresseurs	4
I.4.1 Compresseur dynamique	5
I.4.2 Compresseur volumétrique	6
I.5 Type des compresseurs en fonction du débit et pression	14
<b>Chapitre II : Méthode analyse défaillance</b>	
II.1 le rôle de la maintenance	16
II.2 Les différents types de maintenance	17
II.2.1 La maintenance préventive	17
II.2.2 Maintenance corrective	18
II.3 La politique de maintenance	19
II.4 Les cinq niveaux de maintenance	20
II.5 Domaine d'action de la fonction maintenance	21
II.6 Stratégie De Maintenance	22
II.7 Les opérations de maintenance	23
II.8 Les temps de maintenance	24
II.9 La Défaillance	25
II.9.1 définition de la défaillance	25
II.9.2 Classification des défaillances	25
II.9.3 Normalisation des défaillances	25
II.10 Les modes de défaillance	27
II.10.1 Définition	27

II.10.2 Les modes de défaillance généraux (NF X60-510)	27
II.10.3 Les mode de défaillance générique	27
II.10.4 Causes de défaillance	29
II10.5 Effet de défaillance	29
II.11 La méthode Pareto	29
II.11.1 But	29
II.11.2 Principe	29
II.12 Méthode d'Ishikawa cause-effet	31
II.12.1 Définition	31
II.12.2 But	31
II.12.3 principe	31
II.13 Arbre de défaillance	33
II.13.1 Définition	33
II.13.2 But	33
II.13.3 Principe	33
II.13.4 Symbole de l'arbre de défaillance	34
II.14 AMDEC	35
II.14.1 Historique	35
II.14.2 Définition amdec	35
II.14.3 But de l'amdec	35
II.14.4 Les type de l'amdec	36
II.14.5 Déroulement de l'amdec	37

### **Chapitre III : Etude analyse amdec**

III.1 Exploitation d'historique du compresseur Ga90+	46
III.2 Application de la méthode AMDEC	47
III.2.1 ETAPE 1	47
III.2.2 ETAPE 2	49
III.2.3 ETAPE 3	55
III.2.4 ETAPE 4	71
III.3 Méthode d'Ishikawa	77

III.3.1 filtre à air	77
III.3.2 Roulement	78
III.3.3 Soupape de sécurité	78
III.4 Arbre de maintenance	79
III.4.1 Protection thermique moteur	79
III.4.2 Débit air comprimé	80
III.5 Méthode Pareto	81
III.5.1 Calcule Pareto	81
III.5.2 Courbe Pareto	81
III.5.3 Analyse de courbe	82
III.6 Plan de maintenance	82
Conclusion générale	84

## Liste des figures

### Figures chapitre I

### N° page

Figure I.1 : schéma de principe d'un compresseur	03
Figure I.2 : classification des compresseurs	04
Figure I.3 Les Type de compresseur dynamique.	05
Figure I.4 : Vue d'un compresseur axial à 6 étages	05
Figure I.5 : compresseur centrifuge	06
Figure I.6 : Les types des compresseurs volumétriques	07
Figure I.7 : Compresseur à piston	08
Figure I.8 : Compresseur à membrane	08
Figure I.09 : Compresseurs rotatifs à lobes	09
Figure I.10 : schéma de cycle de compresseurs à spirales	10
Figure I.11 : compresseurs à palettes	10
Figure I.12 : schéma compresseur mono-vis	11
Figure I.13 : compresseurs bi-Vis	12
Figure I.14 : vis de compresseur	12
Figure I.15 : Admission	12
Figure I.16 : Compression	13
Figure I.17 : Extraction	13
Figure I.18 : Cycle de fonctionnement du sécheur	13
Figure I.19 : Types de compresseurs en fonction de débit et de la pression	14

### Figures chapitre II

Figure II.1 : Rôle de maintenance	16
Figure II.2 : les type de maintenances	17
Figure II.3 : Diagramme de choix stratégie de maintenance	19
Figure II.4 : Représentation des temps des maintenances	24
Figure II.5 : représentation des zones (ABC)	30
Figure II.6 : Diagramme 5M	32

Figure II.7 : Déroulement AMDEC	37
---------------------------------	----

### **Figures chapitre III**

Figure III.1 : Fonctionnement Compresseur Ga90+	48
Figure III.2 : Décomposition du compresseur GA90+	49
Figure III.3 : Composant armoire électrique	50
Figure III.4 : Pupitre de commande	51
Figure III.5 : Composant moteur électrique	52
Figure III.6 : Composant étage de compression	52
Figure III.7 : composant circuit de refroidissement	53
Figure III.8 : Composant du sécheur	53
Figure III.9 : composant réservoir air	54
Figure III.10 : indentification de la fonction primaire et secondaire du compresseur	54
Figure III.11 : diagramme Ishikawa filtre à air	77
Figure III.12 : diagramme Ishikawa roulement	78
Figure III.13 : diagramme Ishikawa soupape de sécurité	78
Figure III.14 : arbre de maintenance relais thermique moteur	79
Figure III.15 : arbre de maintenance débit air comprime faible	80
Figure III.16 : Courbe de Pareto	81



## Liste des tableaux

<b><u>Tableaux chapitre II</u></b>	<b>N° Page</b>
Tableau II.1: les cinq niveaux de maintenance	20
Tableau II.2 : mode de défaillance	28
Tableau II.3 : symbole représentative l'arbre de défaillance	34
Tableau II.4 : Exemple AMDEC	40
Tableau II.5 : cotation de la fréquence sur 4 niveaux	41
Tableau II.6 : grille de cotation 5 niveaux	42
Tableau II.7 Grille de cotation de la probabilité de non détection	43
Tableau II.8 : Tableaux De Criticité	44
<b><u>Tableaux chapitre III</u></b>	
Tableau III.1 : tableaux historique du compresseur GA90+	46
Tableau III.2 : caractéristique technique du compresseur	47
Tableau III.3 : exemple tableaux amdec	48
Tableau III.4 amdec Armoire électrique	55
Tableau III.5 amdec moteur électrique	58
Tableau III.6 amdec élément étage de compression	61
Tableau III.7 Amdec Circuit de refroidissement	63
Tableau III.8 Amdec circuit de séchage	65
Tableau III.9 amdec : réservoir air	68
Tableau III.10 criticité Armoire électrique	71
Tableau III.11 criticité moteur électrique	72
Tableau III.12 criticité étage de compression	73
Tableau III.13 criticité circuit de refroidissement	74
Tableau III.14 criticité séchage	75
Tableau III.15 criticité réservoir air	76
Tableau III.16 calcule Pareto	81
Tableau III.17 plan de maintenance	82

# Abbreviations

## **Abréviations**

**AFNOR** : Association française normalisation

**Km** : kilomètre

**MTBF** : la moyenne des temps de bon fonctionnement

**MTTR** : est la moyenne des temps techniques de réparation

**MTTF** : Le temps moyen de fonctionnement avant panne

**MDT** : le temps moyen entre un défaut et la remise en service de l'équipement.

**MUT** : le temps moyen de fonctionnement entre la dernière remise en service après réparation et le prochain défaut.

**MTTF** : Mean time to failure

**NF** : Norme française

**AMDEC** : analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité

**ABC** : méthode de Pareto (priorité d'actions)

**5M** : Main d'œuvre – Milieu-Matière-Matériel-Méthode

**7M** : Main d'œuvre – Milieu-Matière-Matériel-Méthode Management - Moyen financiers

## Introduction générale

Actuellement l'Algérie se trouve en face de grands changements dans l'économie nationale. Le développement des différentes industries (lourde, légère, de l'énergie, de la chimie et de la pétrochimie,.....etc.) exigent un système mesure qui permet d'améliorer le travail, accélérer les rythmes de productivité, augmenter le volume des produits finis.

L'air comprimé est souvent décrit comme la quatrième source d'énergie aujourd'hui 10% de l'énergie globale utilisée dans le monde industriel. Avec de ci nombreuses applications dans différents environnements dépendant de l'air comprimé, les compresseurs n'ont pas pour seule tâche de comprimer l'air à une pression spécifique ou à un débit donné, mais ils doivent offrir un air selon la qualité souhaité.

Parmi les machines ayant un rôle primordial dans les domaines d'activité industrielle, on peut citer par exemple les compresseurs. Pour être en mesure de choisir des compresseurs selon les exigences technologiques et de les exploiter d'une façon compétente, un spécialiste doit parfaitement connaître les constructions de ces machines, leur principe de fonctionnement et la base théorique qui sert à expliquer leurs caractéristiques.

Les compresseurs sont des équipements 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. Le spécialiste doit être en mesure de choisir des compresseurs selon les exigences technologiques, les paramètres principaux, les règles de l'entretien et la base théorique pour prévoir l'état de la machine dans les différentes conditions d'exploitation.

L'absence de données fiables et d'outils efficaces de traitement de ces données a réduit la fonction maintenance à des tâches de dépannage, et par le fait même, à une fonction dont les coûts ne cessent d'augmenter et dont la contribution à la performance de l'entreprise n'est pas évidente. Les responsables des services de maintenance dans les entreprises ne sont pas toujours en mesure de défendre rigoureusement leur budget d'opération et encore moins leur contribution à l'efficacité de l'entreprise.

L'application des méthodes de maintenance à des matériels à haute production est moins coûteuse que la perte de production due un arrêt du matériel. L'arrêt d'une seule machine peut entraîner l'arrêt de toute la ligne.

Dans ce travail je vais faire une analyse de défaillance d'un compresseur à vis Atlas copco GA90+ afin de connaître qui sont les éléments les plus critiques et élaborer un plan de maintenance adapté

# Chapitre I

Généralités sur les  
compresseurs

## I.1. Introduction

Les compresseurs sont aujourd'hui utilisés dans des nombreux domaines, comme la production d'énergie, l'automobile, la propulsion aéronautique, ... Leur fonctionnement est basé sur le transfert d'énergie entre une partie mécanique tournante et un fluide. Cet échange peut être à la fois génératif (compresseur, pompe) comme réceptif (turbine).[1]

## I.2. Définition d'un compresseur

Les compresseurs sont des équipements 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). Comme l'indique la figure I.1

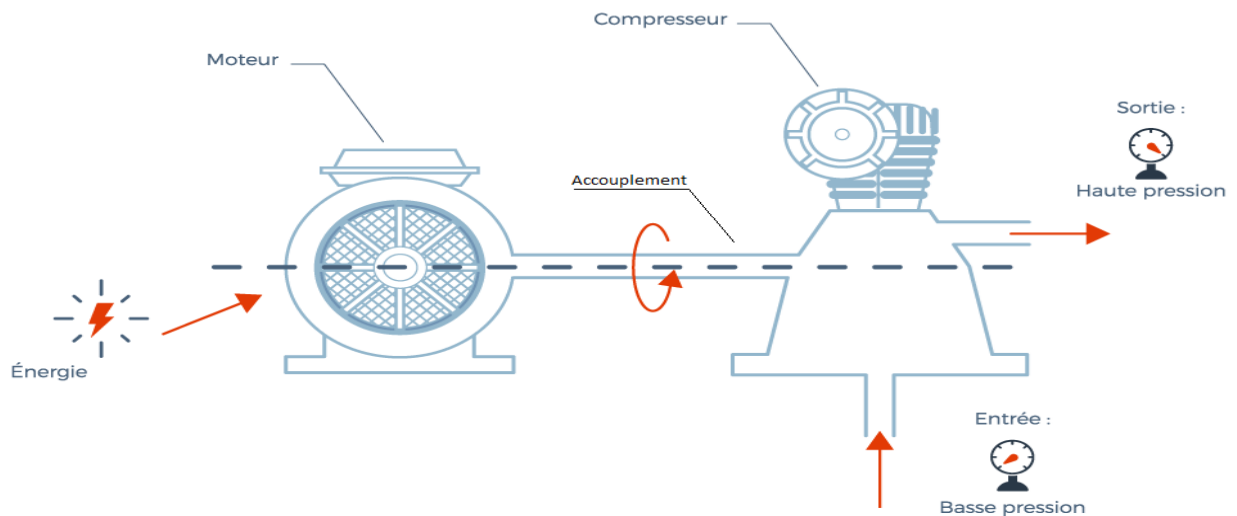


Figure 1.1 : schéma de principe d'un compresseur [1]

## I.3. But de la compression

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. [1]

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.

## I.4. Classification des compresseurs

Il existe deux grandes familles de compresseurs, les compresseurs volumétriques et les turbocompresseurs ou dynamique. Dans les premiers, de beaucoup les plus importants en quantité, l'élévation de pression est obtenue en réduisant un certain volume de gaz par action mécanique. Dans les seconds, on élève la pression en convertissant, de façon continue, l'énergie cinétique communiquée au gaz en énergie de pression, Cet échange d'énergie est dû à l'écoulement autour des aubages dans la roue.

Voir figure I.2

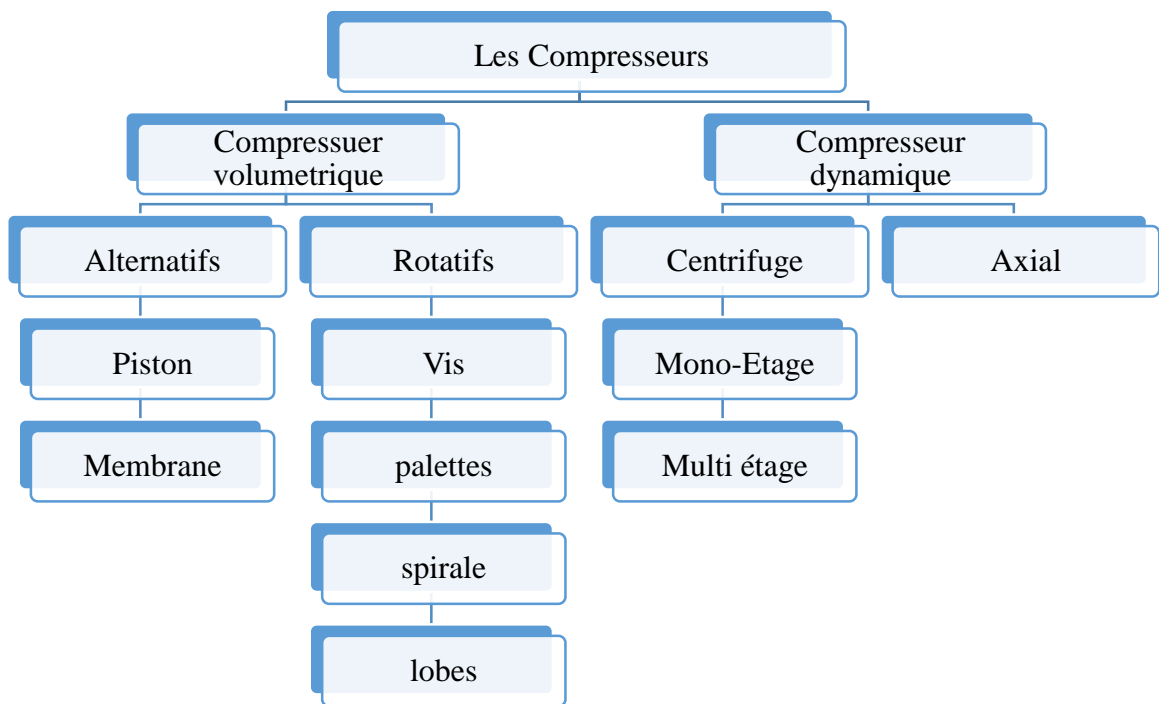


Figure I.2 : classification des compresseurs [1]

## I.4.1. Compresseur dynamique

Au point de vue de l'écoulement du fluide, les compresseurs dynamiques se divisent en machines axiales et centrifuges comme indiquée ci-dessous [1]

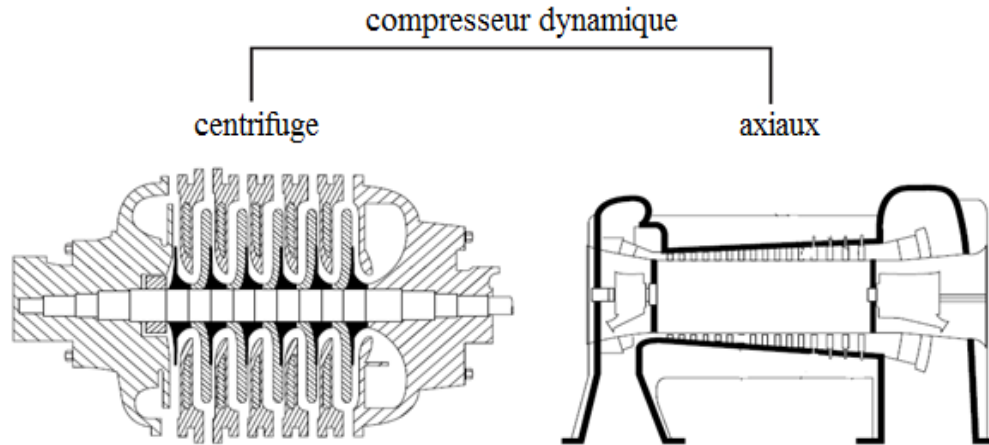


Figure I.3 Les Type de compresseur dynamique.

### I.4.1.1. Les compresseurs axiaux

Le compresseur axial est un compresseur dont le flux d'air suit l'axe de rotation, et dont le fluide de sortie a un mouvement radial. Il génère un flux continu d'air comprimé et fournit un rendement élevé pour une masse volumique donnée et une section donnée du compresseur. Il est nécessaire d'avoir plusieurs étages de pales pour obtenir des pressions élevées et des taux de compression Équivalents à ceux d'un compresseur centrifuge. [1]



Figure I.4 : Vue d'un compresseur axial à 6 étages



### I.4.1.2. Les compresseurs centrifuges

Ces compresseurs sont très utilisés en raffinage et dans l'industrie chimique et pétrochimique, ils sont très compacts et peuvent développer des puissances importantes comparées à leur taille dans leur plage de fonctionnement, ils n'engendrent pas de pulsation de pression au niveau des tuyauteries, ces qualités permettent des installations légères, pour l'environnement de ces compresseurs. [1]



Figure 1.5 : compresseur centrifuge

### I.4.2. Compresseur volumétrique

Compresseur volumétrique ont pour principe général la variation de volume d'une cavité entre l'entrée et la sortie de la machine, il se caractérise par l'encapsulation, ou emprisonnement, du fluide qui le traverse dans un volume fermé que l'on réduit progressivement. Un retour de ce fluide dans le sens des pressions décroissantes y est empêché par la présence d'une ou plusieurs parois mobiles. Dans ce type de machine ; De par leur conception, les compresseurs volumétriques conviennent particulièrement bien pour traiter les débits de fluide relativement faibles, éventuellement très variables, et sous des rapports de pression relativement importants.

Leur principe de fonctionnement est le suivant : une masse fixe de gaz à la pression d'aspiration  $P_1$  est emprisonnée dans une enceinte de volume variable. Pour augmenter la pression, ce volume est progressivement réduit, d'une manière qui diffère selon la technique utilisée. Voici le différent type du compresseur volumétrique représenté dans la figure 1.6 [2]

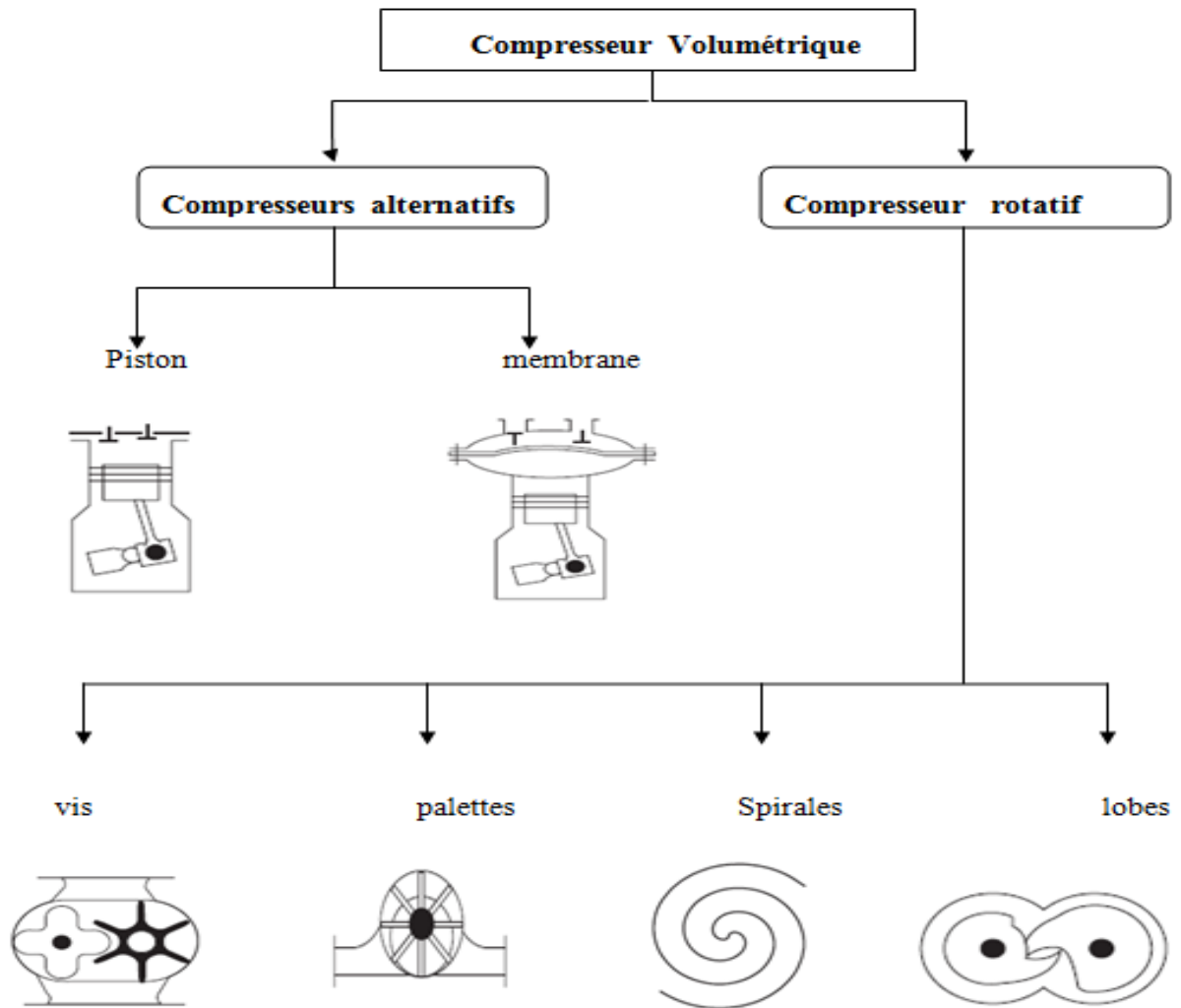


Figure I.6 : Les types des compresseurs volumétriques

## I.4.2.2 Compresseur alternatifs

Le gaz est introduit dans un espace limité par des parois métalliques (cylindre et piston). L'espace à disposition du gaz est réduit (le piston avance) et par conséquent la pression augmente, quand la pression est pareille à celle du circuit de haute pression le gaz est refoulé.

Dans cette catégorie de compresseur on distingue deux types : [2]

### I.4.2.2.1. Compresseur à piston

Le compresseur alternatif à pistons est le plus ancien et le plus répandu pour sa simplicité et exclusivement pour les hautes pressions. Sa théorie de fonctionnement est la compression du gaz par la variation du volume compris entre cylindre et piston. [2]

Ce type de compresseur est un mécanisme augmentatif de pression par un mouvement alternatif, combinaison d'une rotation procurée par un moteur et par translation du piston. Représente dans la figure I.7

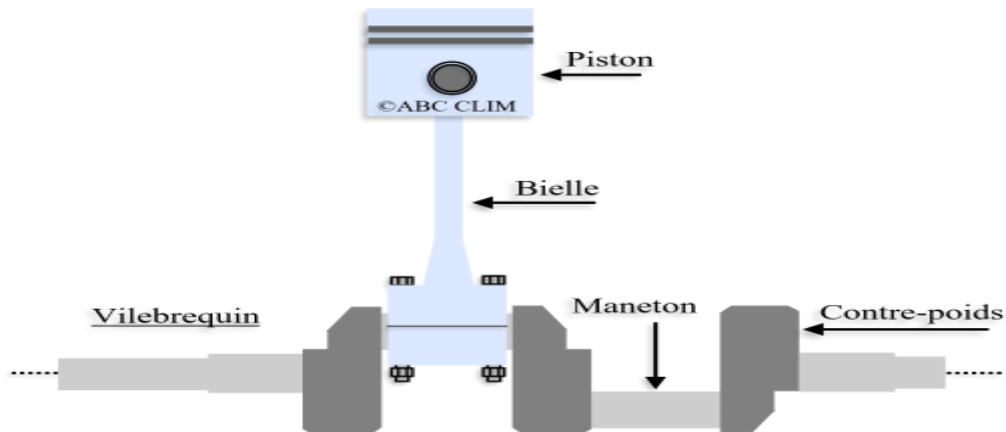


Figure I.7 : Compresseur à piston

### I.4.2.2.2. Compresseur à membrane

Les compresseurs à membrane forment un groupe à part. Leur membrane est actionnée mécaniquement ou hydrauliquement. Les compresseurs à membrane mécanique sont utilisés à faible débit et faible pression ou bien comme pompes à vide. Les compresseurs à membrane hydraulique sont utilisés pour les applications à haute pression. Voir la figure 1.8 [3]

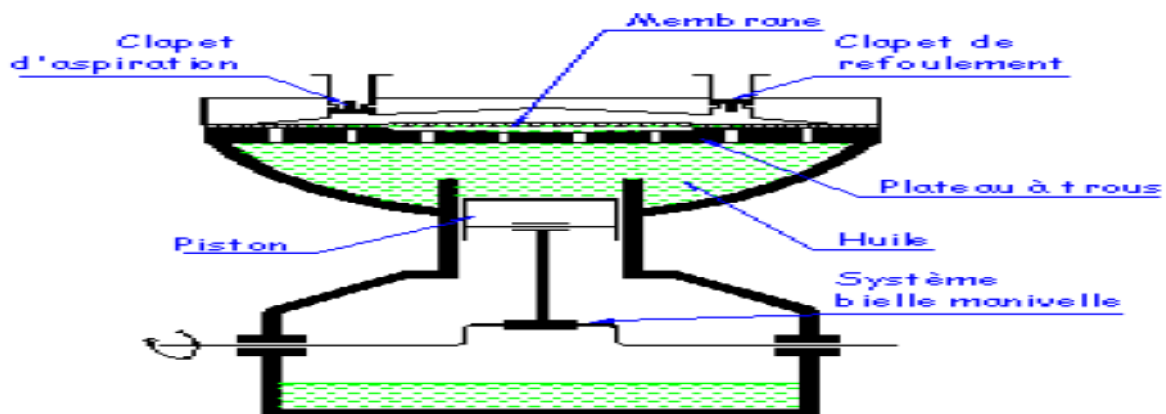


Figure I.8 : Compresseur à membrane

### I.4.2.3 Compresseur rotatifs

#### I.4.2.3.1. Compresseur rotatifs a lobe

Ces compresseurs, appelés également à piston rotatif, sont réalisés par deux rotors conjugués dont l'un tourne à l'intérieur de l'autre, le rotor intérieur ayant une dent de moins que le rotor extérieur. L'entraînement et la synchronisation des rotors sont obtenus par un engrenage associé aux rotors et extérieur à la chambre de compression. L'engrenage est à denture intérieure et le rapport des nombres de dents pignon/couronne est identique au rapport des nombres de dents rotor intérieur/rotor extérieur.

Du fait du mouvement de la dent du rotor intérieur dans le creux du rotor extérieur, il est possible de réaliser avec ce type de compresseur une compression interne dont le rapport est

## Chapitre I : Généralités sur les compresseurs

fonction de la position de l'ouverture de l'orifice de refoulement par rapport à la rotation des lobes. Voir figure I.9

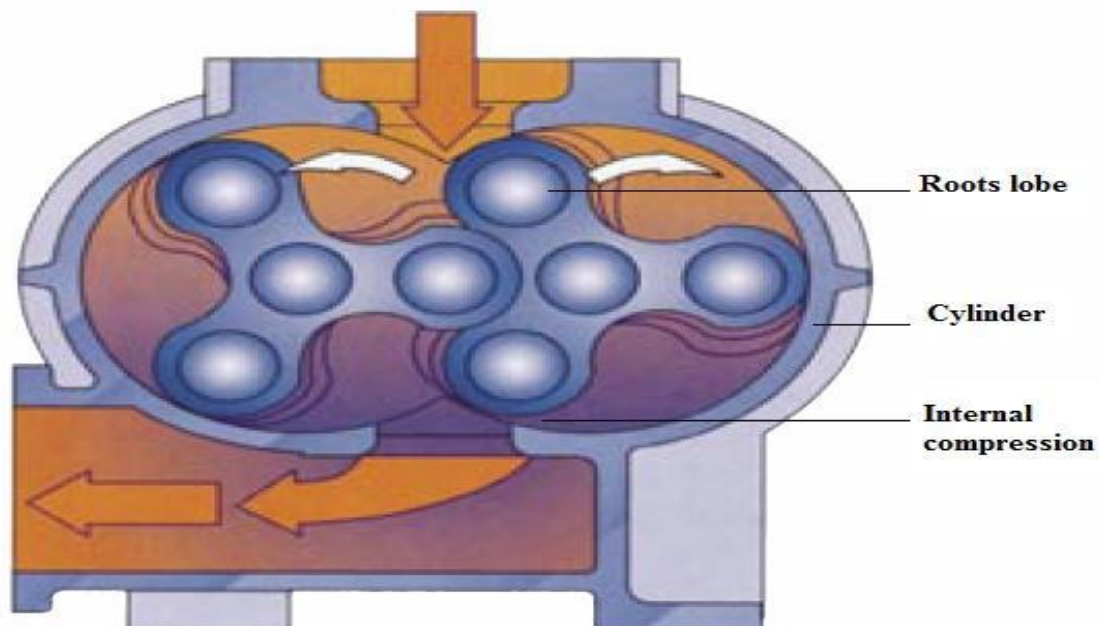


Figure I.9 : Compresseurs rotatifs à lobes

### I.4.2.3.2. Compresseur rotatifs spiral

Le compresseur rotatif à spirale est composé de spirales fixes et de spirales mobiles. Il est entraîné par la poulie d'un vilebrequin. Grâce à un arbre excentrique, la spirale mobile se rapproche et s'écarte de la spirale fixe, l'air emprisonné est comprimé dans cet espace et est chassé vers le centre du compresseur (sortie), puis vers le conduit d'admission du moteur.

Dans un compresseur scroll Co-rotatif, les deux centres des volutes sont décalés avec suffisamment de précision pour que les deux spirales s'effleurent. Ces deux spirales sont en rotation autour de leur centre respectif, Elles tournent dans le même sens et à la même vitesse, Le système peut être utilisé soit en compresseur soit en turbine suivant le sens de rotation des volutes, Le volume des poches formées entre les deux spirales varie avec la rotation de celles-ci et entraîne la compression du fluide. Comme représenté dans la figure I.10

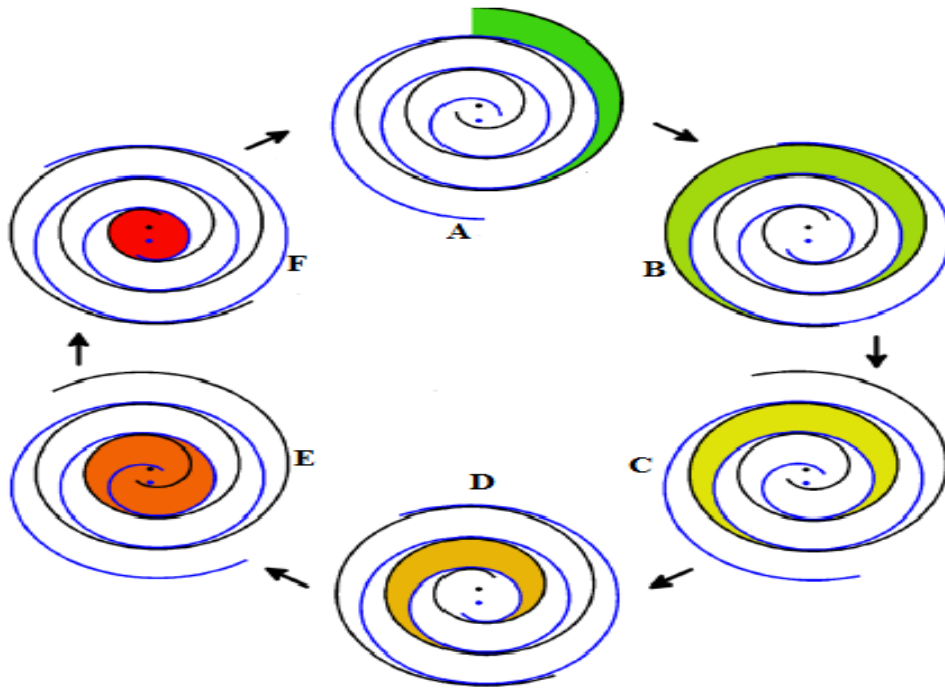


Figure I.10 : schéma de cycle de compresseurs à spirales

### I.4.2.3.3. Compresseur rotatifs a palettes

Le compresseur à palettes est un compresseur dit à rotation .Il est constitué d'un stator cylindrique dans lequel tourne un rotor excentré. Ce dernier est muni de rainures radiales dans lesquelles coulisent des palettes qui sont constamment plaquées contre la paroi du stator par la force centrifuge

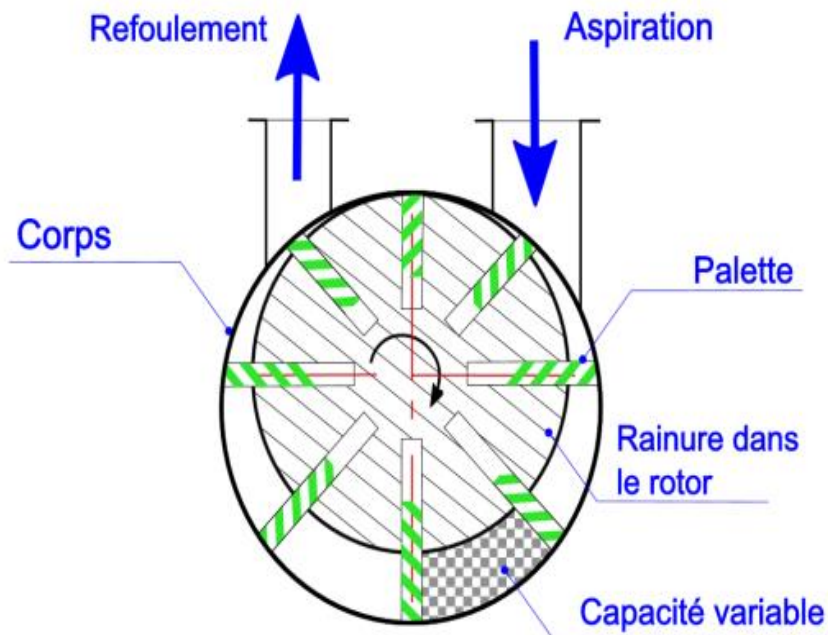


Figure I.11 : compresseurs à palettes

### I.4.2.3.4. Compresseur rotatifs a vis

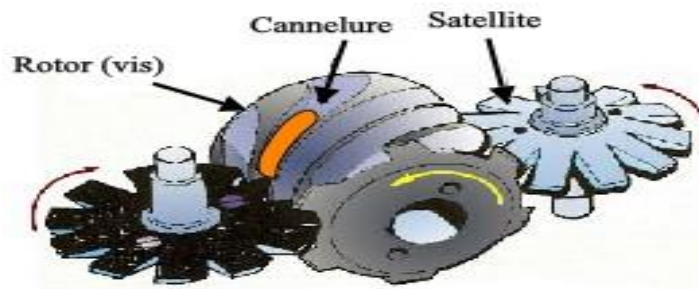
Un Compresseur rotatif est un compresseur volumétrique dans lequel la compression est obtenue par rotation de deux organes faisant varier le volume d'une chambre de compression.

Ce type de compresseur est muni de rotors à la place de pistons, et évacue l'air (ou le gaz) comprimé de façon continue, sans pulsations. Le compresseur rotatif le plus commun est le compresseur à vis.

**On distingue de type de compresseur à vis :**

#### I.4.2.3.4.1. compresseur mono-vis :

Le compresseur à vis mono-rotor ou simple vis est constitué d'un rotor principal (vis sans fin) avec des cannelures hélicoïdales et deux satellites. Les deux satellites sont recouverts d'une matière du type téflon et sont disposés de chaque côté du rotor principal, de l'huile est injectée sur la vis pour parfaire l'étanchéité (vis, satellites). Quand la vis tourne, le fluide remplit les canaux de la vis puis les satellites réduisent le volume dans ces cannelures le travail de la compression s'effectue alors dans la partie supérieure du compresseur pour un satellite et simultanément un processus analogue s'opère du côté du deuxième satellite, mais dans la partie inférieure du compresseur. Le gaz est refoulé ensuite par des orifices de part et d'autre des satellites. Voici la figure 1.12 qui le représente



**FigureI.12 : schéma compresseur mono-vis [4]**

#### I.4.2.3.4.2. La compresseur bi-vis :

La compresseur bi-vis est du type volumétrique rotatif constitué d'un rotor mâle et d'un rotor femelle à denture hélicoïdale représenté dans les figures 1.13-I.14 La rotation à grande vitesse dans des sens opposés des deux rotors mâle et femelle permet l'aspiration, la compression, le refoulement du gaz. Le gaz est transporté le long de la vis, de l'orifice d'aspiration à l'orifice le refoulement de façon continue.

Comme les rotors tournent dans des sens opposés, l'espace augmente en se déplaçant vers l'avant, le gaz est aspiré puis cet espace diminue au fur et à mesure de l'avancement de la vis, le gaz est comprimé puis refoulé par un orifice aménagé en fin de parcours de la vis.

Ce type de compresseur doit être abondamment huilé, il assure l'étanchéité et le refroidissement des rotors en formant un film. La variation de puissance de 15 à 100% est obtenue par variation de la vitesse ou par déplacement d'un tiroir réduisant la grandeur de la vis. [4]

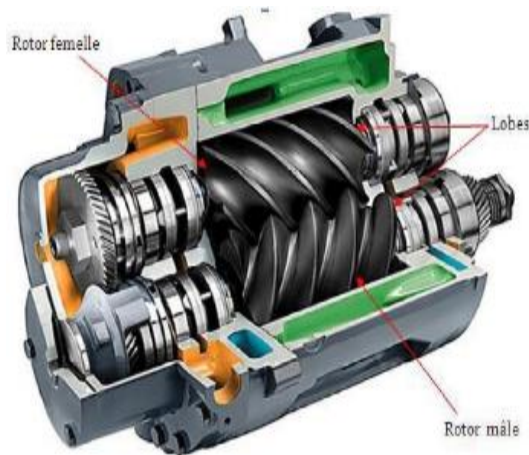


Figure I.13 : compresseurs bi-Vis

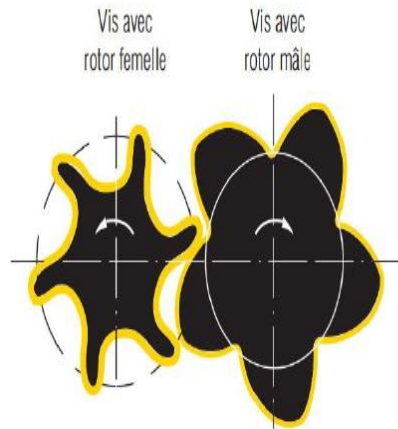


Figure I.14 : vis de compresseur

### I.4.2.3.4.2.1. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement d'un compresseur à vis est simple ; Ce type de compresseur se constitue d'un rotor mâle et d'un rotor femelle à denture hélicoïdale. La rotation à grande vitesse dans des sens opposés des deux rotors mâle et femelle provoque l'entraînement et la compression de l'air. Ce dernier est transporté le long de la vis de l'orifice d'aspiration à l'orifice de refoulement d'une façon continue.

**Voici une démonstration détaillé sur ce qui se passe au niveau du compresseur :**

**Admission :** L'air entre par l'orifice de prise d'air au même temps les pas des deux vis du rotor sont ouverts du côté de l'aspiration. Représenté dans la figure I.15



Figure 1.15 : Admission

**Compression :** La rotation progressive des deux vis verrouille l'orifice de prise d'air donc le volume des chambres se réduit ce qui donne l'augmentation de la pression comme représenté dans la figure I.16 , au même temps l'huile est injecté pour lubrifié les vis afin de diminuer la température des vis à cause des frottements.

## Chapitre I : Généralités sur les compresseurs

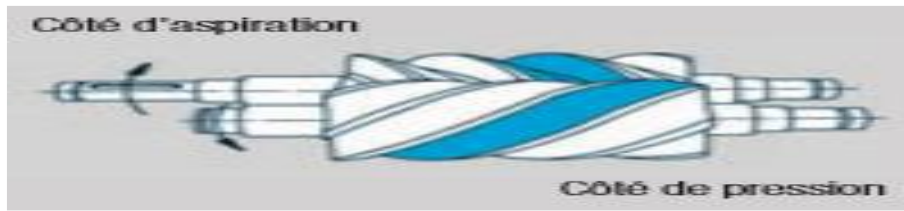


Figure 1.16 : Compression

**Extraction** : La compression est terminée et on obtient un mélange air huile à température élevée. Représenté dans la figure 1.17

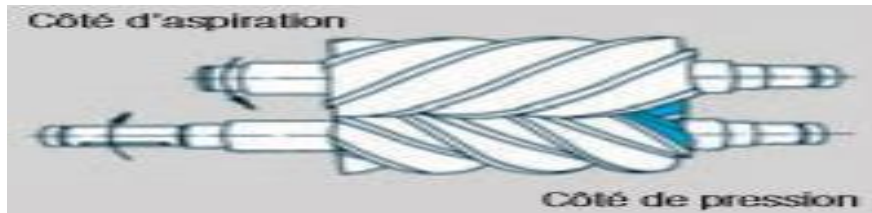


Figure 1.17 : Extraction

Dans le cas des compresseurs où le vis est en contact avec l'huile on doit utiliser les techniques suivantes afin d'avoir un gaz comprimé sec

**Séparation** : Le mélange air huile subit une séparation par gravité dans le séparateur puisque l'huile est plus lourde se dépose au fond puis passe vers le radiateur pour qu'il soit refroidie et filtré puis injecté à nouveau dans le bloc de la vis pour la lubrification (recyclage de l'huile), l'air humide aussi filtré passe vers le radiateur pour le refroidissement puis il subit une filtration.

**Sèchement** : Le système de sèchement contient un système de refroidissement et condensation voir figure I.18

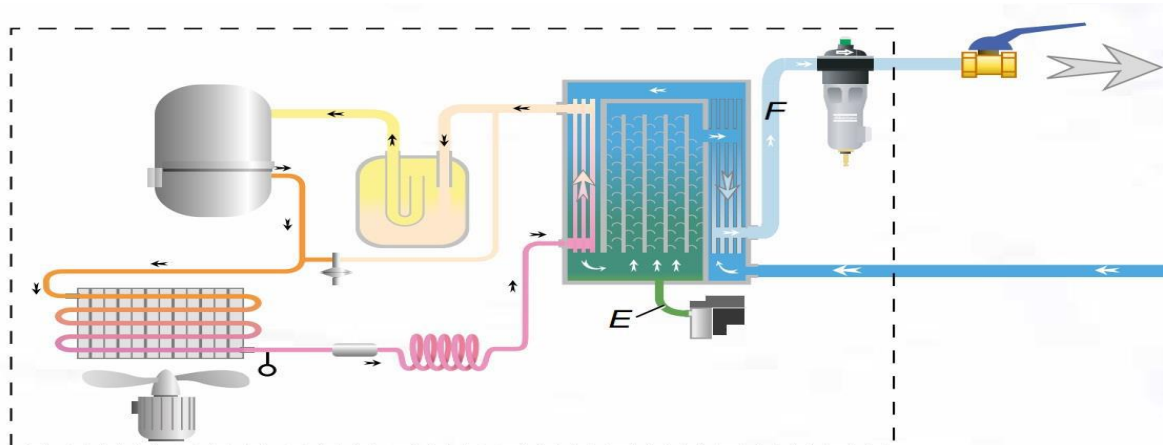


Figure 1.18 : Cycle de fonctionnement du sécheur



## I.5. Types des compresseurs en fonction de débit et de la pression

La figure I.19 représente les différents types des compresseurs et leurs plages d'utilisation .

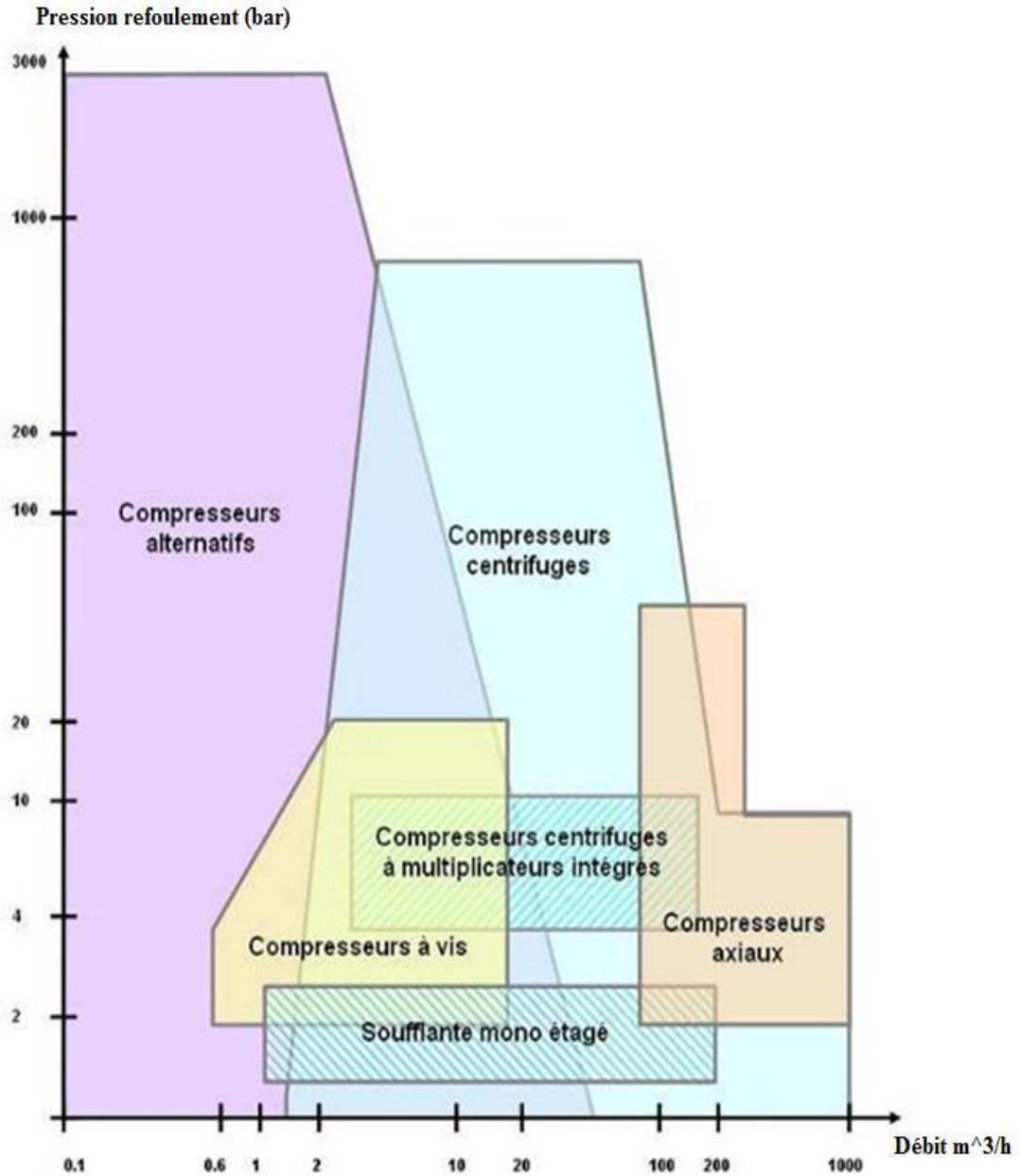


Figure I.19 : Types de compresseurs en fonction de débit et de la pression

# Chapitre II

Analyse des défaillances

### II.1. Le Role De La Maintenance

La fonction maintenance ne consiste plus seulement à remettre en état l'outil de travail mais de plus en plus à anticiper les dysfonctionnements. On est passé d'une maintenance curative à une maintenance préventive. Grâce à l'évolution des technologies et à des capteurs électroniques par exemple, il est possible de prévoir une panne et d'intervenir en amont (maintenance prédictive). Par conséquent, il ne faut pas simplement connaître le fonctionnement d'une machine mais mettre en œuvre des capacités d'analyse et de prévision. Et aussi d'améliorer la qualité et la disponibilité de la production au moindre coût de traiter des défaillances afin de réduire est si possible d'éviter les arrêts de production [5]

Voici une représentation graphique dans la figure II.1

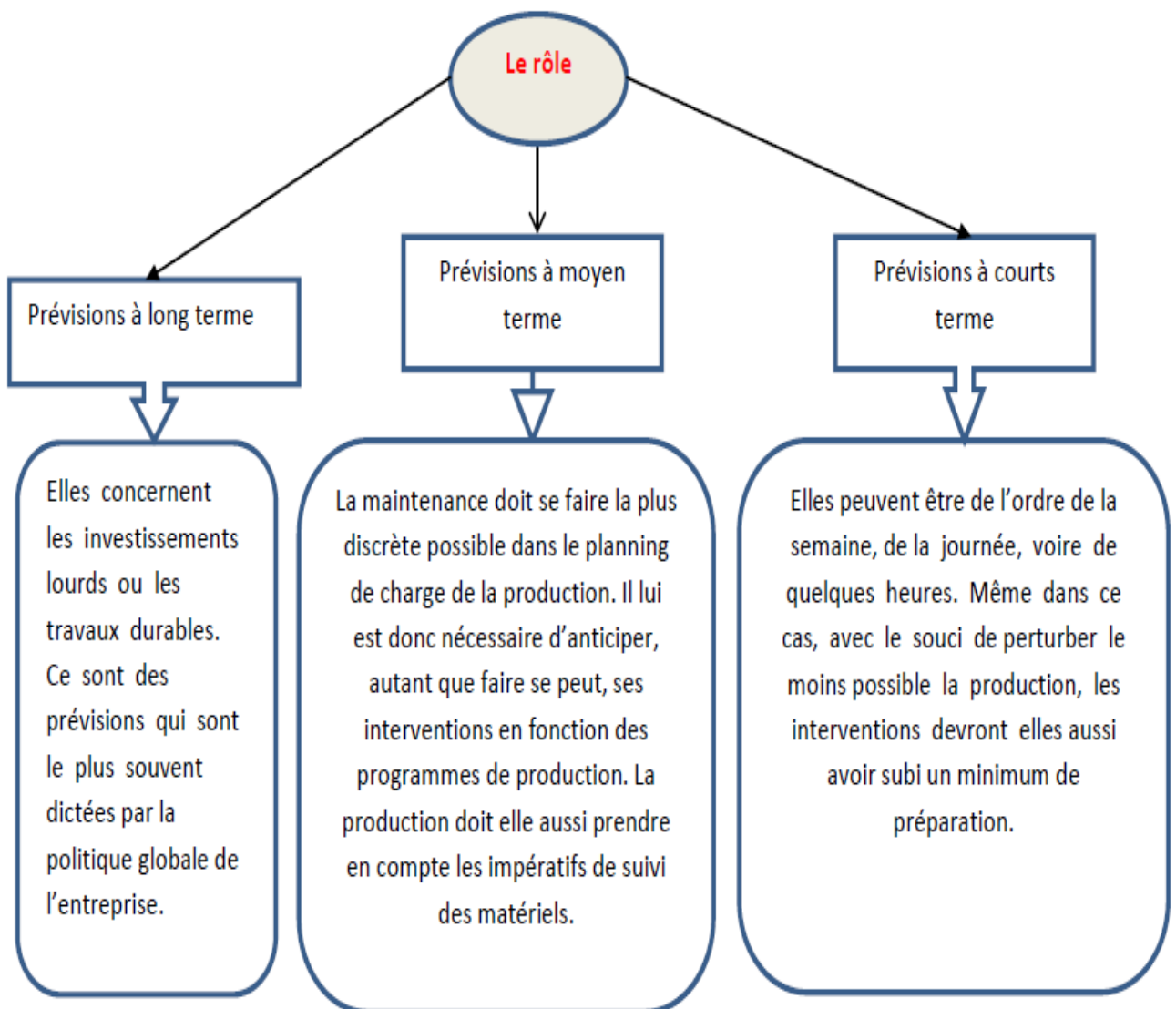


Figure II.1 : Rôle de maintenance

### II.2. Les différents types de maintenances :

La Figure II.2 représente sous forme de diagramme les type de maintenance

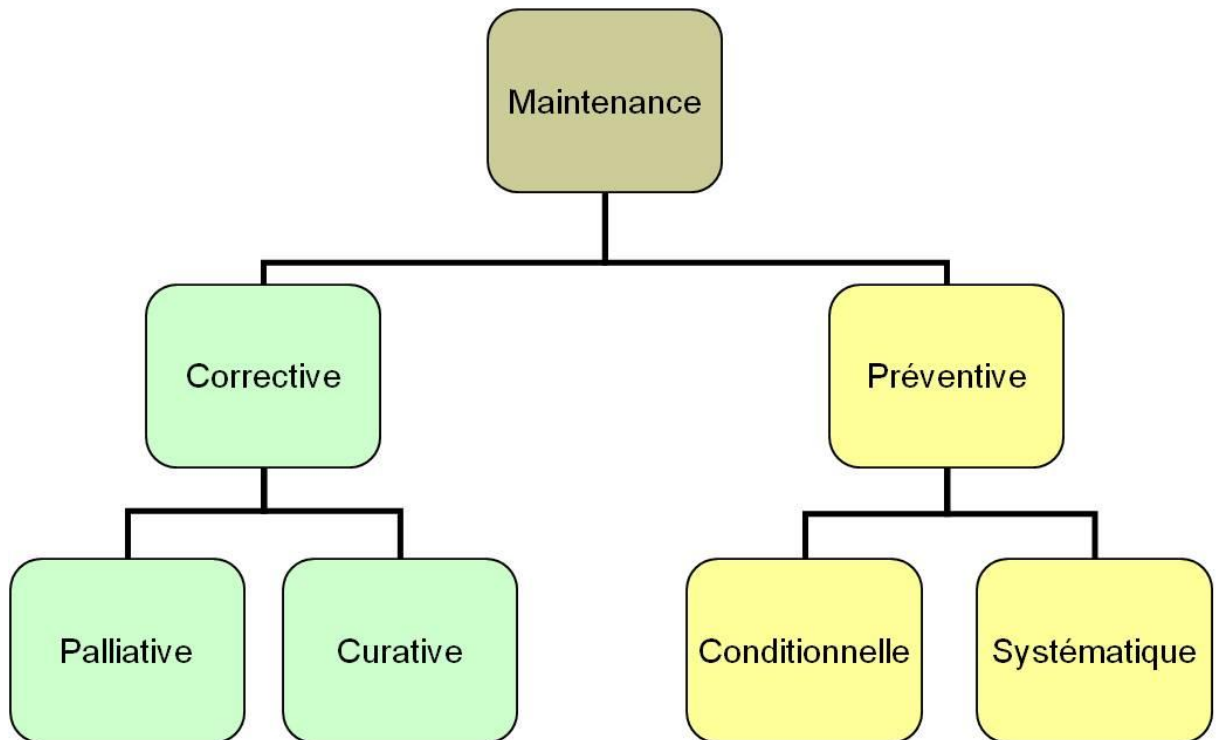


Figure II.2 : les types de maintenances

#### II.2.1. La maintenance préventive

Elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation. Selon l'AFNOR : « La maintenance préventive est une maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien. La maintenance préventive se subdivise en trois types :

##### II.2.1.1. Maintenance systématique

Selon l'AFNOR : « Maintenance effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou un nombre prédéterminé d'unités d'usage ».

#### Exemple

- Lubrifier les boîtes de vitesse des fraiseuses toutes les 200 heures
- Changer les filtres des moteurs des chargeurs tous les 500 Km

## Chapitre II : Analyse de défaillance

---

### II.2.1.2. Maintenance conditionnelle

Selon l'AFNOR : « Maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé ». Ces indicateurs sont généralement les vibrations, pression, bruit, température, ...etc.

#### Exemple

- Prévoir un changement de roulement s'il y a une évolution de l'accélération mesurée à ce point.
- Vérifier les fours si les capteurs thermiques indiquent une chute de température dans la tuyauterie, ....etc.

### II.2.1.3. Maintenance prévisionnelle

Parfois appelée « maintenance prédictive», la maintenance prévisionnelle est, selon l'AFNOR, « Maintenance exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien ». Elle est basée sur l'analyse de l'évolution des paramètres techniques qui permettent de quantifier l'état du bien et de déceler les dégradations potentielles dès leur apparition, elle permet d'anticiper et de prévoir au mieux le moment où l'intervention devra être réalisée.

### II.2.2. Maintenance corrective

Selon toujours la norme AFNOR « Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien ou la dégradation de sa fonction pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement, ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise en état avec ou sans modification, le contrôle du bon fonctionnement ».

**On trouve deux types de maintenance corrective :**

#### II.2.2.1 Maintenance palliative (Dépannage)

C'est une remise en état de fonctionnement effectuée in-situ parfois sans interruption du fonctionnement de l'ensemble concerné. Elle a un caractère « Provisoire » et doit être suivie par une action corrective durable.

#### II.2.2.2. Maintenance curative

Il s'agit des réparations faites in-situ ou en atelier central parfois après dépannage, ce type de maintenance a un caractère « définitif ».

### II.3. La politique de maintenances

La mise en place d'une politique de maintenance nécessite une analyse rigoureuse du Système de production, des modes de dégradation, des paramètres physiques pertinents, des Moyens à mettre en œuvre, des coûts induits, des objectifs en disponibilité et en gain Économique, des qualifications du personnel, des réticences des personnels et des conséquences Sur l'organisation générale du service [6] ; La figure II.3 représente la démarche suivie Pour le choix d'une stratégie de maintenance.

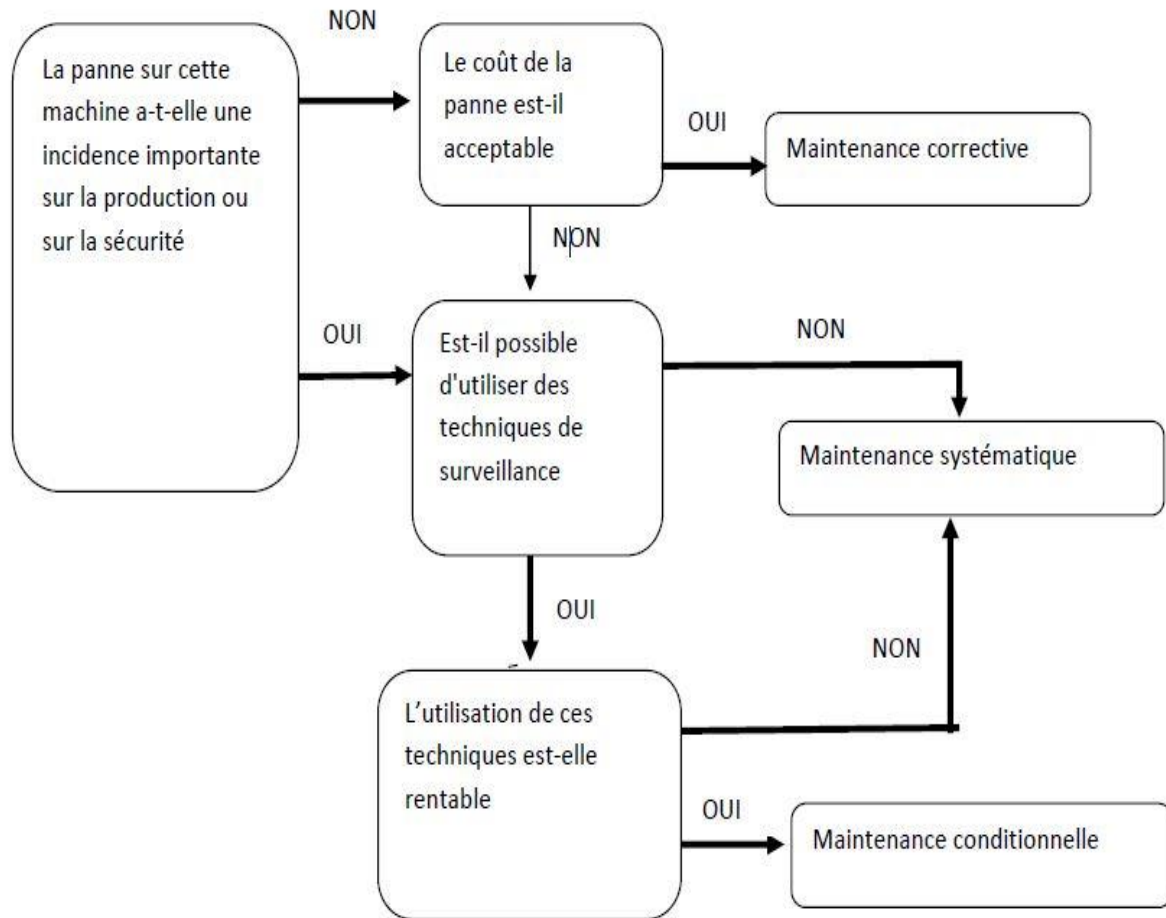


Figure II.3 : Diagramme de choix stratégique de maintenance

## Chapitre II : Analyse de défaillance

### II.4. Les Cinq niveaux de maintenance

Une meilleure connaissance des différents niveaux de maintenance nous permet d'améliorer la gestion des interventions sur le parc machine [7] comme représenté dans le tableau II.1

Tableau II.1: les cinq niveaux de maintenance

Niveaux	Personnel de l'intervention	Nature de intervention	Moyens requis
1	Exploitant, sur place	Réglage simple d'organes accessibles sans aucun démontage, ou échanges d'éléments accessibles en dans les consignes de toute sécurité conduite.	Outillage léger défini dans les consignes de conduite
2	Technicien habilité (dépanneur) sur place	Dépannage par échange standard d'éléments prévus à cet effet, ou opérations mineures de maintenance préventive	Outillage standard et rechanges situés à proximité
3	Technicien spécialisé, sur place ou en atelier de maintenance	Identification et diagnostics de pannes, réparations par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineures	Outillage prévu plus appareils de mesure, banc d'essai, de contrôle
4	Équipe encadrée par un technicien spécialisé, en atelier central	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive. Révisions	Outillage général et spécialisé
5	Équipe complète polyvalente, en atelier central	Travaux de rénovation, de reconstruction, réparations importantes confiées à un atelier central Souvent externalisé	Moyens proches de ceux de la fabrication par le constructeur

### II.5. Domaine d'action de la fonction maintenance:

Dans une entreprise, il existe un grand nombre de matériels différents qui sont liés ou non à la production. C'est dans ce contexte qu'apparaît la nécessaire polyvalence des gens de maintenance ainsi que leurs capacités d'adaptation. La liste (non exhaustive) qui suit permet de se rendre compte de la variété des actions qui constituent souvent le quotidien de la mission d'un service maintenance :

- Maintenance préventive et corrective de tous les systèmes dont le service a la charge ainsi que toutes les opérations de révisions, contrôles, etc. Travaux d'installation et de mise en route de matériels neufs.
- Travaux directement liés aux conditions de travail : sécurité, hygiène, environnement, pollution, etc.
- Amélioration, reconstruction et modernisation des installations.
- Gestion des pièces de rechange, des outillages et des moyens de transport et de manutention.
- Fabrication de certaines pièces détachées.
- Travaux divers dans les locaux de l'entreprise, agrandissements, déménagements.
- Gestion des différentes énergies et des réseaux de communication.
- Pour tous ces points, l'objectif permanent est de maintenir les matériels dans un état optimal de service.
- La priorité sera bien sur toujours orientée vers l'outil de production.



### II.6. Strategies de maintenance

La stratégie de maintenance, qui résulte de la politique de maintenance, impose des choix pour atteindre, voire dépassé, Les objectifs fixés. Ces choix sont à faire pour [8] :

- Développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance ;
- Élaborer et optimiser les gammes de maintenance ;
- Organiser les équipes de maintenance ;
- Internaliser et/ou externaliser partiellement ou totalement les tâches de maintenance ;
- Définir, gérer et optimiser les stocks de pièces de rechange et de consommables.

**Il s'agit de décider sur les trois points suivants :**

- Quelles méthodes de maintenance mettre en œuvre et sur quels biens ?
- Quels biens fiabiliser ?
- Quand remplacer un équipement ?

**Avec comme objectifs :**

- Augmenter la productivité de l'entreprise et la qualité des produits fabriqués ;
- Améliorer la sûreté de fonctionnement des installations, et leur durabilité ;
- Augmenter le taux de rendement global des installations ;
- Diminuer les coûts associés à une politique (Coûts directs et indirects, coût global) ;
- Optimiser les stocks de pièces de rechange ;
- Optimiser les méthodes de maintenance mises en place

### **II.7. Les opérations de maintenance**

Ces opérations trouvent leur définition dans la norme NF X 60-010 et NF EN 13306).

#### **II.7.1. Le dépannage**

C'est une action ou opération de maintenance corrective sur un équipement en panne en vue la remettre en état de fonctionnement.

#### **II.7.2. La réparation**

C'est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.

#### **II.7.3. Les inspections**

Ce sont des activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

#### **II.7.4. Les visites**

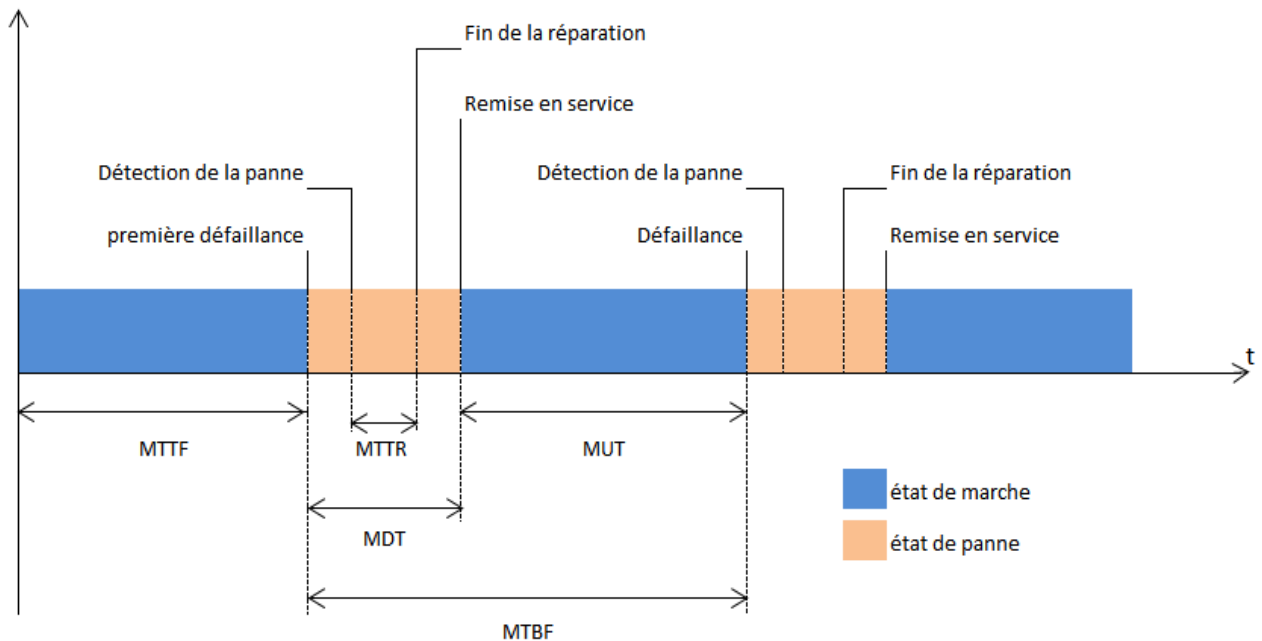
Ce sont des opérations de surveillance qui dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité prédéterminée.

#### **II.7.5. Les contrôles**

Ils correspondent à des vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivis d'un jugement.

### II.8. Les temps de maintenances

La figure II.4 représente les différents temps de maintenance



**Figure II.4 : Représentation des temps des maintenances**

- **MTBF** est la moyenne des temps de bon fonctionnement (**TBF**).

**MTBF =  $\Sigma$  Temps de bon fonctionnement / Nombre de défaillances ou nombre de période de bon fonctionnement**

- **MTTR** est la moyenne des temps techniques de réparation (**TTR**).

**MTTR =  $\Sigma$  Temps d'arrêt/Nombre d'arrêts**

- **MDT** (Mean Down Time): Est le temps moyen entre un défaut et la remise en service de l'équipement.

**(Temps de détection de la panne + temps de réparation + temps de remise en service)**

- **MUT** (Mean Up Time): Est le temps moyen de fonctionnement entre la dernière remise en service après réparation et le prochain défaut.
- **MTTF** (Mean time to failure) Le temps moyen de fonctionnement avant panne

### II.9. La défaillance

#### II.9.1. Définition de La défaillance:

Selon la norme NF X 60-010 c'est Altération ou cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise. Après défaillance d'une entité, celle-ci est en état de panne. La défaillance est un passage d'une entité d'un état de fonctionnement normal à un état de fonctionnement anormal ou de panne.

#### II.9.2. Classification des défaillances

Les caractéristiques d'une défaillance doivent être correctement identifiées afin de prévoir et d'organiser l'intervention nécessaire pour la remise en état initial.

##### II.9.2.1. Défaillances de causes intrinsèques :

Défaillances dues à une mauvaise conception du bien, à une fabrication non conforme du bien ou à une mauvaise installation du bien.

##### II.9.2.2. Défaillance de causes extrinsèques :

Défaillances de mauvais emploi, par fausses manœuvres, ou dues à une maintenance non appropriée

#### II.9.3. Normalisation des défaillances NF :

##### II.9.3.1. En fonction de la rapidité de la manifestation :

###### II.9.3.1.1. Défaillance progressive :

Défaillance qui aurait pu être prévue par un examen

###### II.9.3.1.2. Défaillance soudaine :

Défaillance qui n'aurait pas pu être prévue par un examen

##### II.9.3.2. En fonction du degré importance :

###### II.9.3.2.1. Défaillance partielle :

Défaillance résultant de déviations d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, mais telle qu'elle n'entraîne pas une disparition complète de la fonction requise.

### **II.9.3.2.2. Défaillance complète :**

Défaillance résultant de déviations d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, telle qu'elle entraîne une disparition complète de la fonction requise.

### **II.9.3.2.3. Défaillance intermittente :**

Défaillance d'un dispositif pour une période de temps limité, après laquelle le dispositif retrouve son aptitude à accomplir la fonction requise sans avoir été soumis à une action corrective extérieure. De telles défaillances sont souvent répétitives.

### **II.9.3.3. Par combinaison des concepts précédents :**

#### **II.9.3.3.1. Défaillance catalectique :**

Défaillance à la fois soudaine et complète.

#### **II.9.3.3.2. Défaillance par dégradation :**

Défaillance à la fois progressive et partielle. A la longue, de telles défaillances peuvent devenir de défaillances complètes.

### **II.9.3.4. En fonction des causes :**

#### **II.9.3.4.1. Défaillance due à une faiblesse inhérente:**

Défaillance attribuable à une faiblesse inhérente au dispositif lui-même lorsque les contraintes ne sont pas au-delà des possibilités données du dispositif (faiblesse due à la conception ou à la réalisation du dispositif).

#### **II.9.3.4.2. Défaillance due à un mauvais emploi:**

Défaillance attribuable à l'application de contraintes au-delà des possibilités données du dispositif.

#### **II.9.3.4.3. Défaillance première:**

Défaillance d'un dispositif dont la cause directe ou indirecte n'est pas la défaillance d'un autre dispositif.

#### **II.9.3.4.4. Défaillance seconde:**

Défaillance d'un dispositif dont la cause directe ou indirecte est la défaillance d'un autre dispositif.

## Chapitre II : Analyse de défaillance

---

### II.9.3.5. En fonction des conséquences :

#### II.9.3.5.1. Défaillance critique :

Défaillance qui empêche l'accomplissement de la mission et fait encourir des risques de blessures graves à des personnes ou des dégâts très importants au matériel. Ce type de défaillance est pris en compte dans les études de sécurité.

#### II.9.3.5.2. Défaillance majeure :

Défaillance autre que critique, qui risque de réduire l'aptitude d'un dispositif plus complexe à accomplir la fonction requise.

#### II.9.3.5.3. Défaillance mineure :

Défaillance autre que critique, qui ne réduit pas l'aptitude d'un dispositif plus complexe à accomplir la fonction requise.

## II.10. Les modes de défaillances

### II.10.1. Définition

Un mode de défaillance est la manière selon laquelle cette défaillance est observée. Généralement, il décrit la façon dont la défaillance survient et son impact sur l'opération de l'équipement.

### II.10.2. Les modes de défaillance généraux (NF X60-510)

- Fonctionnement prématuré.
- Ne fonctionne pas au moment prévu.
- Ne s'arrête pas au moment prévu.
- Défaillance en fonctionnement

### II.10.3. Modes de défaillance génériques

Le tableau II.2 représente quelque exemple sur les modes de défaillances

## Chapitre II : Analyse de défaillance

**Tableaux II.2 : mode de défaillance**

Défaillance structurelle (rupture)	Est en dessous de la limite tolérée	Fonctionnement après Le délai prévu (retard)
Blocage physique ou coincement	Fonctionnement intempestif	Entrée erronée (augmentation)
Vibration	Fonctionnement intermittent	Entrée erronée (diminution)
Ne reste pas en position	Fonctionnement irrégulier	Sortie erronée (augmentation)
Ne s'ouvre pas	Indication erronée	Sortie erronée (diminution)
Défaillance en position ouverte	Mise en marche erronée	Perte de la sortie
Défaillance en position fermée	Ne s'arrête pas	Court-circuit (électrique)
Fuite interne	Ne se démarre pas	Circuit ouvert (électrique)
Fuite externe	Ne commute pas	Fuite (électrique)
Dépasse la limite supérieure tolérée	Fonctionnement prématuré	Autres conditions de défaillance exceptionnelles

## Chapitre II : Analyse de défaillance

---

### II.10.4. Causes de défaillances

Une cause de défaillance est l'anomalie initiale pouvant conduire à la défaillance, par l'intermédiaire du mode de défaillance. La cause de défaillance d'un élément peut être interne ou externe à celui-ci. A un mode de défaillance peuvent correspondre plusieurs causes et réciproquement.

### II.10.5. Effet de défaillance

L'effet d'une défaillance est, par définition, une conséquence subie par l'utilisateur. Un même mode de défaillance peut engendrer plusieurs effets simultanés qui peuvent se cumuler et s'enchaîner. De même, plusieurs modes peuvent avoir le même effet.

**Nous allons maintenant élaborer les différentes méthodes d'analyse. Une des règles d'or de la maintenance est de ne pas traiter tous les problèmes sur un même pied d'égalité, il faut donc déceler les problèmes les plus importants qui valent la peine d'être abordés et ne pas se laisser accaparer par les détails. Les méthodes d'analyses permettent de mettre en évidence les éléments les plus importants sur lesquels il faut concentrer les efforts et les interventions.**

## II.11. La méthode Pareto graphe ABC

Il s'agit d'une méthode de choix qui permet de déceler entre plusieurs problèmes, ceux qui doivent être abordés en priorité. La courbe ABC figure II.5 permet donc de distinguer de façon claire les éléments importants de ceux qui le sont moins et ceci sous la forme d'une représentation graphique. Cette règle de répartition a été définie par Wilfred PARETO (socio-économiste italien, 1848-1923) on l'appelle aussi la règle des 80-20 [9]

### II.11.1. But

Faire apparaître les causes les plus importantes qui sont à l'origine du plus grand nombre d'effets. Sachant que 20% des causes sont à l'origine de 80% des conséquences [9]

### II.11.2. Principe

- Déterminer le problème à résoudre.
- Faire une collecte des données ou utiliser des données déjà existantes.
- Classer les données en catégories et prévoir une catégorie "Divers" pour les catégories à peu d'éléments.
- Faire le total des données de chaque catégorie et déterminer les pourcentages par rapport au total.
- Classer ces pourcentages par valeur décroissante, la catégorie "Divers" est toujours en dernier rang.
- Calculer le pourcentage cumulé.
- Déterminer une échelle adaptée pour tracer le graphique.
- Placer les colonnes (les barres) sur le graphique, en commençant par la plus grande à gauche.
- Lorsque les barres sont toutes placées, tracer la courbe des pourcentages



## Chapitre II : Analyse de défaillance

On distingue trois classes A, B et C qui se distribuent de la manière suivante :

Classe A : Les items accumulant 80% de l'effet observé

Classe B : Les items accumulant les 15% suivants

Classe C : Les items accumulant les 5% restant [9]

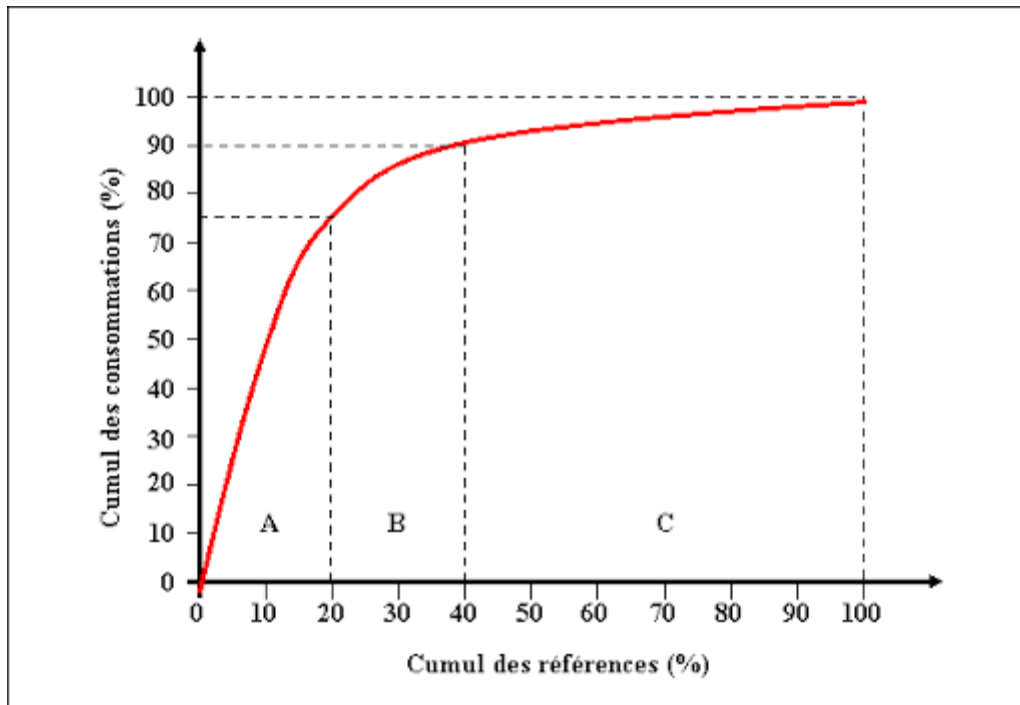


Figure II.5 : représentation des zones (ABC)

### II.12. Method d'Ishikawa cause – Effet

#### II.12.1. Définition

Le diagramme de causes et effet créé par Kaoru Ishikawa, est une représentation graphique des causes d'un phénomène, regroupées en classes par famille autour des 5 M : Main d'œuvre, Matériel, Matière, Méthode et Milieu. Il aide à identifier, à classer et à hiérarchiser les causes et peut ainsi servir à les communiquer et à réfléchir à leurs solutions. On dessine un diagramme en forme de poisson, la tête représente le problème ou l'effet à analyser comme on peut voir dans la figure II.6 [10]

#### II.12.2. But

Analyser et visualiser le rapport existant entre un problème (effet) et toutes ses causes possibles. Le diagramme d'Ishikawa est un outil graphique qui sert à comprendre les causes d'un défaut de qualité

#### II.12.3. Principe

##### II.12.3.1. Étape 1:

- Définir clairement le problème
- Placer une flèche horizontale, pointée vers le problème.

##### II.12.3.2. Étape 2: Classer les causes recherchées en grandes familles

- **Matière:** matière première, fourniture, pièces, ensemble, qualité.
- **Matériel:** machines, outils, équipement.
- **Main d'œuvre:** directe, indirecte, motivation, formation, absentéisme, expérience, Problème de compétence.
- **Milieu:** environnement physique, lumière, bruit, poussière, Aménagement, température.
- **Méthode:** instructions, manuels, procédures, modes opératoires utilisés.

On peut ajouter aux 5M deux critères supplémentaires, (Management et Moyen financiers) pour obtenir les 7M.

## Chapitre II : Analyse de défaillance

### II.12.3.3. Étape 3: Flèches secondaires

- Ces flèches secondaires correspondent au nombre de familles de causes identifiées.
- Il faut Les raccorder à la flèche horizontale. Chaque flèche identifie une des familles des causes Potentielles.

### II.12.3.4. Étape 4: Les Mini flèches

- Les causes rattachées à chacune des familles sont inscrites sur des mini flèches. Il faut avoir toutes les causes potentielles.

### II.12.3.5. Étape 5: Finalisation

- Il faut rechercher parmi les causes potentielles les causes réelles du problème. Il faut agir dessus, les corriger en proposant des solutions,

Le diagramme sera comme suivant :

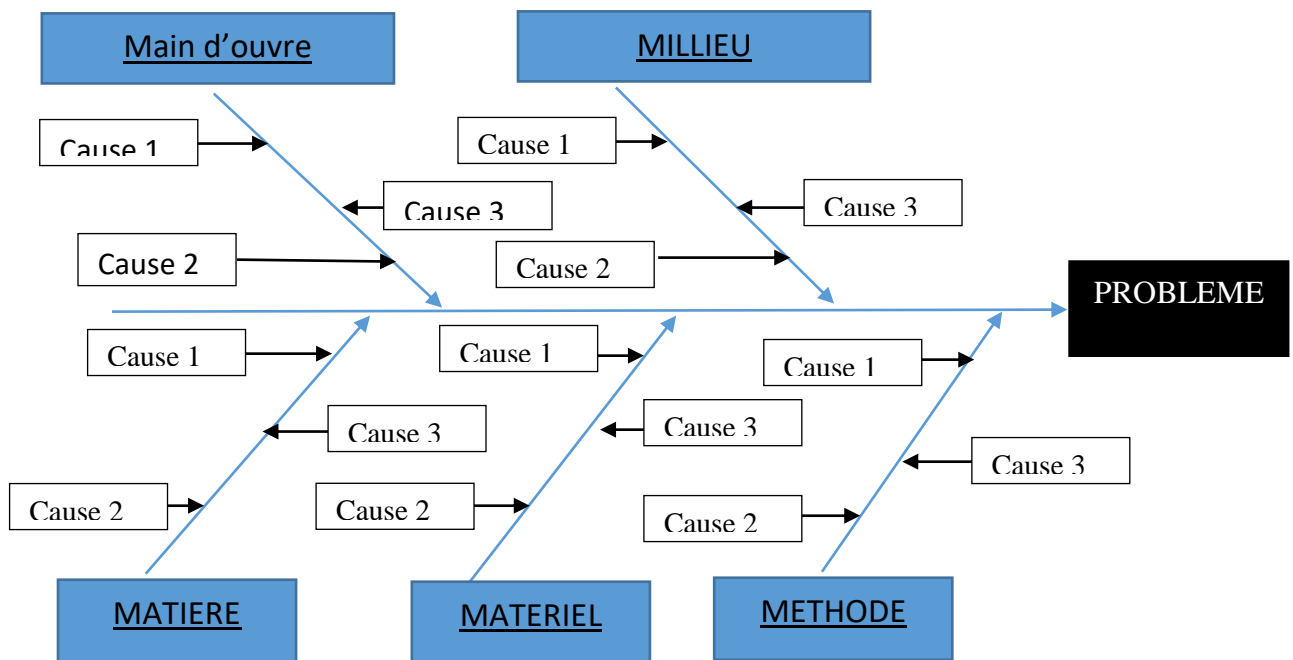


Figure II.6 : Diagramme 5M

### II.13. L'Arbre de défaillance

L'arbre des défaillances est une représentation graphique de type arbre généalogique (la filiation d'une famille). Il représente une démarche d'analyse d'événement. L'arbre de défaillances est construit en recherchant l'ensemble des événements élémentaires, ou les combinaisons d'événements, qui conduisent à un événement redouté L'objectif est de suivre une logique déductive en partant d'un événement redouté pour déterminer de manière exhaustive (exhaustif: sujet traité à fond) l'ensemble de ses causes jusqu'aux plus élémentaires [10]

#### II.13.1. But

- La recherche des événements élémentaires, ou leurs combinaisons qui conduisent à un E.R.
- La représentation graphique des liaisons entre les événements
- Analyse qualitative : cette analyse permet de déterminer les faiblesses du système

#### II.13.2. Principe

Cette méthode déductive (de l'effet vers ses causes) a pour objet la recherche de toutes les combinaisons de défaillances élémentaires pouvant aboutir à un événement redouté, parfois identifié par une AMDEC. A partir de cet événement sommet, on construit une arborescence (schéma graphique en forme d'arbre inversé) représentant l'enchaînement logique des événements intermédiaires jusqu'à la mise en cause des événements élémentaires (défaillance d'un composant). Cela par utilisation du symbolisme logique de l'algèbre de Boole. Il est ainsi possible d'identifier toutes les défaillances élémentaires pouvant conduire à l'événement redouté, puis de quantifier celui-ci par son taux de défaillance  $\lambda$  obtenu à partir des taux de défaillances  $\lambda$  de chaque composant mis en cause. Pour établir cet arbre, il est souhaitable de s'aider de l'analyse des modes de panne et défaillances qui seront décrit prochainement en AMDEC





## Chapitre II : Analyse de défaillance

---

### II.13.3. Symbole de l'arbre de défaillance

Il existe d'autres types d'événements définis par la norme et leurs symboles ainsi que leurs significations sont répertoriées dans le tableau II.3 :

**Tableaux II.3 : symboles représentative l'arbre de défaillance**

Symboles	Nom	Signification
	Rectangle	Evènement redouté ou évènement intermédiaire
	Cercle	Evènement intermédiaire
	Losange	Evènement élémentaire non développé
	Double losange	Evènement élémentaire dont le développement est à faire ultérieurement

### II.14. Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leurs criticités AMDEC

#### II.14.1. Historique

L'AMDEC a été créée aux États-Unis par la société Mc Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement sous le nom de FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) pour évaluer l'efficacité d'un système. À la fin des années soixante-dix, la méthode fut largement adoptée par des grands constructeurs d'automobiles [14]

#### II.14.2. 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 [11]

#### II.14.3. 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.

## Chapitre II : Analyse de défaillance

---

- Préciser, pour chaque mode de défaillance, les moyens de détection et les actions correctives à mettre en œuvre.
- 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). [10]
- 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

### II.14.4. Les types de l'AMDEC

#### II.14.4.1. L'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. [10]

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

#### II.14.4.2. 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

### II.14.4.3. L'AMDEC montage

On emploie aussi l'expression AMDEC 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

### II.14.4.4. 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

### II.14.4.5. L'AMDEC sécurité

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

### II.14.4.6. 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

### II.14.5. Déroulement de l'AMDEC

L'emploi des AMDEC crée une ossature qu'il convient de compléter et d'outiller. Pour cela une analyse plus fine de la pertinence des informations est nécessaire. Le groupe AMDEC est tenu de maîtriser la machine et de mettre à jour et s'assurer de la validité de toutes les informations utiles à l'étude. Il appartient à ce groupe de s'appuyer sur le retour d'expérience de tous les opérateurs de tous les services de cycle de fabrication de produit, qui peuvent apporter une valeur ajoutée à l'analyse. [12]

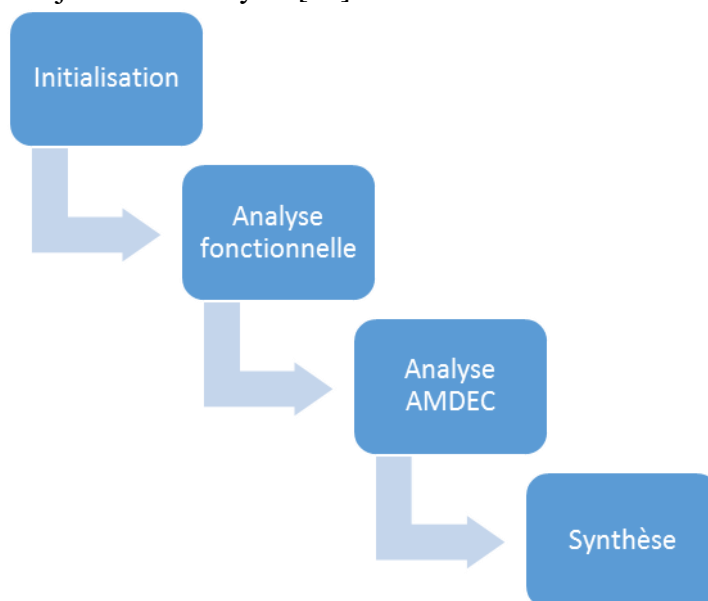


Figure II.7 : Déroulement AMDEC



### **II.14.5.1. Etape 1 : Initialisation**

C'est la première étape qu'on peut ne 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 :

#### **14.5.1.1. 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

#### **14.5.1.2. 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

#### **14.5.1.3. Définition des objectifs à atteindre**

L'étude AMDEC doit être concentrée sur des objectifs bien précis, ils peuvent être exprimés en termes d'amélioration de fiabilité, de maintenabilité, de disponibilité, de sécurité

#### **14.5.1.4. Construction d'un groupe de travail**

Il est important de fonder un groupe de travail, les outils de ce groupe seront :

- L'expérience dans le domaine.
- La décomposition du produit.
- Les critères de décision pour prescrire des recommandations

#### **14.5.1.5. Etablissement du planning**

Avant le début des travaux, le groupe doit se fixer un planning et un délai d'étude

#### **14.5.1.6. Mise au point des supports de l'étude**

Les supports peuvent être spécifiques à l'entreprise ou imposés par les donneurs d'ordre. Les grilles et méthodes de cotation sont à mettre au point, en fonction des objectifs recherchés, ils sont utilisés pour l'évaluation de la criticité

### II.14.5.2. Etape 2 : Analyse fonctionnelle

Cette étude est indispensable, car c'est à partir de l'identification des différentes fonctions que nous pouvons localiser les risques de dysfonctionnement de système. Elle comprend deux étapes :

#### 14.5.2.1. Décomposition de système

Dans cette étape, on décompose le système en sous-systèmes, puis en ensembles, et on décompose l'ensemble en sous-ensembles, puis en éléments jusqu'à la limite de notre étude

#### 14.5.2.2. Identification des fonctions

Dans cette étape on identifie la fonction principale et les fonctions contraintes pour chaque système (sous système, ensemble, sous ensemble, élément)

### II.14.5.3. Etape 3 : Analyse AMDEC

Cette phase consiste à examiner comment et pourquoi le système peut perdre une ou plusieurs de l'appareil (de système) et mettre en évidence les points critiques et proposer des actions correctives pour y-remédier.

L'Analyse se réalise en trois phases : l'analyse des mécanismes de défaillance, l'évaluation de la criticité et la proposition des actions correctives

#### 14.5.3.1. Analyse des mécanismes de défaillance

Cette phase de l'analyse des mécanismes de défaillance contient les tâches suivantes comme représenté dans le tableau II.4 :

- Identifier les modes de défaillance de l'élément en relation avec les fonctions à assurer dans la phase de fonctionnement ; On s'intéresse essentiellement aux modes de défaillance potentiels ou déjà constatés sur l'équipement ou sur des équipements équivalents.
- Rechercher les causes possibles de défaillance pour chaque mode de défaillance identifié dans les tableaux AMDEC, on note seulement les causes primaires de défaillance, le plus en amont possible du mécanisme de défaillance.
- Rechercher des effets sur le système et sur l'utilisateur pour chaque combinaison cause-mode de défaillance. (Dans les tableaux AMDEC on note seulement les effets les plus graves contenant des objectifs de l'étude.)
- Rechercher des détections possibles pour chaque combinaison cause-mode de défaillance.

## Chapitre II : Analyse de défaillance

Tableaux II.4 Exemple amdec

	Système Phase de fonctionnement	Date d'analyse		Page				
	Sous-système :							
Organe	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Moyen de détection	T1	Criticité	Action Corrective
Indique Le premier Organe	Lister Toutes Les fonctions Devant être Assurées l'élément	Pour La première Des fonctions Liste tous Les modes de Défaillance	Pour le 1er Des modes De défaillance Lister toutes Les causes Primaires possibles	Pour la première des causes : Lister successivement les effets le plus graves, les détections les plus probables  Evaluer les niveaux de fréquence, de gravité, de probabilité de non-détection et la criticité de la combinaison cause-mode-effet.  Lister les propositions d'action corrective  Pour chaque cause suivante : Effectuer la même opération				
				Pour chaque mode suivant : Effectuer la même opération				
		Pour chaque fonction suivante : Effectuer la même opération						
Pour chaque élément : Effectuer les mêmes opérations (tableau AMDEC)								

## Chapitre II : Analyse de défaillance

### 14.5.3.2. Evaluation de la criticité

Cette phase d'analyse consiste à évaluer la criticité des défaillances de chaque élément à partir de plusieurs critères de cotation, pour effectuer cette évaluation, on utilise des grilles de cotation définies selon 3,4 ou 5 niveaux en s'appuyant sur :

- Les connaissances des membres du groupe sur les dysfonctionnements.
- Les banques de données de fiabilités.

Il est possible de doser le poids relatif de chaque critère par des coefficients de pondération. Dans le cas où on utilise des grilles de cotations à 4 niveaux pour Fet D et une grille à 5 niveaux pour G. ( $C=F \times D \times G$ , varie donc de 1 à 80).

### 14.5.3.3. Les grilles de cotation

Ces grilles proposent des choix possibles de critères selon le type du système à étudier :

#### 14.5.3.3.1. Grille de cotation de la probabilité de non détection sur 4 niveaux

Le tableau II.5 présente les niveaux de fréquence avec la périodicité d'apparence

**Tableaux II.5 : cotation de la fréquence sur 4 niveaux :**

Niveaux de fréquence : F		DEFINITION DES NIVEAUX
Fréquence très faible	1	Défaillance rare : Moins d'une défaillance par an
Fréquence faible	2	Défaillance possible : Moins d'une défaillance par trimestre
Fréquence moyenne	3	Défaillance fréquente : Moins d'une défaillance par semaine
Fréquence forte	4	Défaillance très fréquente: plusieurs défaillances par semaine

## Chapitre II : Analyse de défaillance

### 14.5.3.3.2. Grille de cotation de gravité 5 niveaux

Le tableau II.6 représente le niveau de gravité avec une estimation du temps d'arrêt

**Tableaux II.6 : grille de cotation de gravité 5 niveaux :**

Niveaux de gravité : G		DEFINITION DES NIVEAUX
Gravite mineure	1	Défaillance mineure : -arrêt de production inférieur à 2 mn.  -aucune dégradation notable du matériel.
Gravite significative	2	Défaillance significative : -arrêt de production de 2 à 20 mn.  -remise d'état de courte durée ou une petite réparation sur place nécessaire.
Gravite moyenne	3	Défaillance moyenne : -arrêt de fonction de 20 mn à 1 heure.  -changement du matériel défectueux nécessaire.
Gravite majeure	4	Défaillance majeure : -arrêt de fonction de 1 à 2 heures.  -intervention importante sur sous-ensemble.
Gravite catastrophique	5	Défaillance catastrophique : - arrêt de fonction supérieur à 2 heures.  -intervention lourde nécessitant des moyens coûteux.  -problème de sécurité du personnel ou d'environnement.

## Chapitre II : Analyse de défaillance

### 14.5.3.3. Grille de cotation de la probabilité de non détection sur 4 niveaux

Le tableau II.7 représente le niveau de la probabilité de non détection avec un éclaircissement

**Tableaux 2.7 Grille de cotation de la probabilité de non détection**

Niveau de la probabilité de non détection : D		Définition des niveaux
Détection évidente	1	Défaillance détectable a 100%. -détection à coup sûr de la cause de défaillance. -signe avant-coureur évident d'une dégradation. -dispositif de détection automatique d'incendie.
Détection possible	2	Défaillance détectable : -signe avant coureur de la défaillance facilement détectable mais nécessitant une action particulière de l'opération (visite, contrôle visuel).
Détection improbable	3	Défaillance difficilement détectable : -signe avant coureur de la défaillance facilement détectable, nécessitant une action ou des moyens complexes (démontage ou appareillage).
Détection impossible	4	Défaillance indétectable. -aucun signe avant coureur de la défaillance.

### 14.5.3.4. Proposition des actions correctives :

La proposition des actions correctives consiste à proposer des actions amélioratives ayant pour but de faire chuter la criticité, et cela en agissant sur les critères de cotation F, G et D. On peut alors recalculer le niveau de la criticité et s'assurer que celui-ci est conforme au niveau souhaité.

Elles sont en trois types :

- Action de prévention de défaillance.
- Action de détection préventive de défaillance.
- Action de réduction des effets

## Chapitre II : Analyse de défaillance

**14.5.3.5. Les actions à engager selon le niveau de la criticité sont représentées sur le tableau, ci-dessous :**

Le tableau II.8 représenté l'intervalle de criticité pour chaque niveau avec le type de maintenance adapté pour le niveau

**Tableaux 2.8 : Tableaux De Criticité**

<b>Niveau de criticité</b>		<b>Action corrective</b>
Criticité entre $1 \leq C < 12$	Criticité négligeable	Aucune modification de conception  <b>Maintenance corrective</b>
Criticité entre $12 \leq C < 16$	Criticité moyenne	Amélioration des performances de l'élément  <b>Maintenance préventive systématique</b>
Criticité entre $16 \leq C < 20$	Criticité élevée	Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière  <b>Maintenance préventive conditionnelle</b>
Criticité entre $20 \leq C < 80$	Criticité interdite	Remise en cause complète de la conception

### **II.14.5.4. Etape 4 : Synthèse**

Cette étape consiste à effectuer un bilan de l'étude et permet de lancer de différentes actions en toute connaissance de cause. Les défaillances retenues peuvent être hiérarchisées entre elles selon la criticité choisie (fréquence, non-détection, gravité) ou selon leurs niveaux de criticité. Cette liste permet de recenser les points faibles du système et les éléments les plus critiques, elle permet également de classer par ordre de priorité les actions à réaliser. Pour cela, on utilise des matrices de criticité à double entrée (fréquence d'apparition de la défaillance, Gravité de la défaillance)

# Chapitre III

analyse de défaillances

Atlas Copco GA90+



## Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

Dans ce chapitre nous avons fait appel aux différentes méthodes d'analyse de défaillance pour mener une étude structurée comme principalement

Amdec pour attribuer un niveau de criticité et proposer définir les actions à entreprendre pour éliminer ces défaillances

Méthode d'Ishikawa afin de faire l'analyse des causes pouvant amener à une défaillance

Aussi la méthode de Pareto afin de déceler les problèmes majeurs et les problèmes plus secondaires.

### III.1. Exploitation d'historique du compresseur Ga90+

Le Traitement Des Données Du Tableau D'historique Du Compresseur Atlas Copco Ga90+ Passe Par TBF Et TTR

**Tableaux III.1 : tableaux historique du compresseur GA90+**

N°	Date de début	Date d'arrêt	TBF (h)	TTR (h)	Cause	Action
1	10/04/2013	27/06/2013	1824	48	Vibration importante vis 1	Démontage et équilibrage de vis
2	29/04/2013	12/09/2013	312	24	diminution du débit	Changer le filtre à air
3	13/09/2013	01/10/2013	1176	24	Chute de pression	Changement de la vanne
4	02/10/2013	07/01/2014	2088	48	Cisaillement de vis 1	Changement de la vis
5	09/01/2014	23/02/2014	1008	10	diminution de niveaux d'huile	Changement des tuyaux
6	23/02/2014	10/06/2014	2616	20	Charbon usé	Changement de charbon
7	11/06/2014	07/08/2014	1368	48	Défaut de roulement	Changement de roulement
8	09/08/2014	18/12/2014	3144	10	Température élevée	Moteur ventilateur grillé
9	18/12/2014	28/02/2015	1680	45	Cisaillement de vis 2	Changement de la vis 2
10	29 /03/2015	03/06/2015	2280	22	Corrosion de radiateur	Changement de radiateur
11	04/06/2015	07/07/2015	816	8	Vidange huile	Changement huile
12	07/07/2015	05/10/2015	2136	45	Grincement bruit fort	Changement de roulement
13	07/10/2015	13/12/2015	1608	24	Température élevée	Changement Filtre à air

14	14/12/2015	05/03/2016	1920	17	Chute de pression	Changement de vanne
15	08/05/2016	11/05/2016	1758	8	Joint étanchéité défectueux	Changement de joint
16	09/07/2016	12/07/2016	2200	10	Pression de refoulement faible	Changement filtre à air

### III.2. Application de la méthode amdec

#### 2.1. ETAPE 1

##### 2.1.1. Initialisation :

Pour garantir une production stable il faut éliminer au maximum les arrêts de production source de pertes dus à la panne de l'équipement atlas copco GA90+

##### 2.1.2. Définition du système a étudié :

Le système à étudier est un compresseur à vis fabriquer par atlas copco model GA+90 dans les caractéristique technique sont représenté dans le tableau III.2 :

**Tableaux III.2 : caractéristique technique du compresseur**

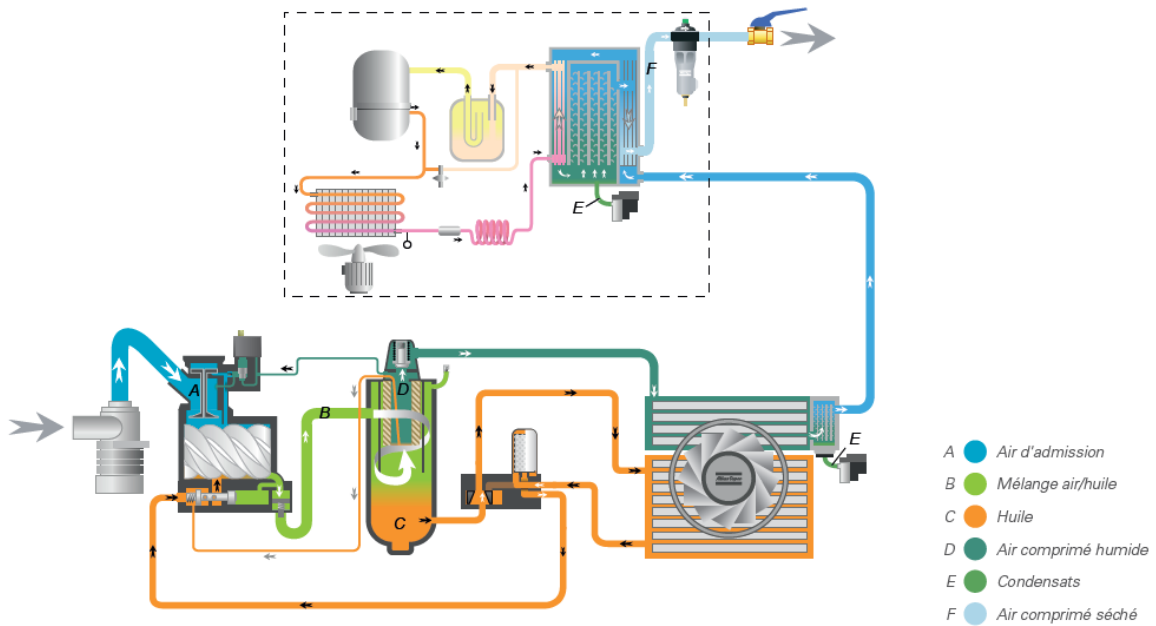
TYPE	Pression de service				Débit d'air réel FAD <sup>1</sup>			Puissance		Niveau de bruit <sup>2</sup>	Poids			
	Standard		Full-Feature <sup>3</sup>								Standard		Full-Feature	
	bar(e)	psig	bar(e)	psig	l/s	m <sup>3</sup> /min	cfm	kW	ch	dB(A)	kg	lbs	kg	lbs
GA 90+	5,5	80	5,3	77	336	20,2	712	90	125	74	3000	6614	3393	7480
	7,5	109	7,3	106	293	17,6	621	90	125	74	3000	6614	3393	7480
	8,5	123	8,3	120	280	16,8	593	90	125	74	3000	6614	3393	7480
	10	145	9,8	142	253	15,2	536	90	125	74	3000	6614	3393	7480

##### 2.1.3. Définition de la phase de fonctionnement

L'air aspiré à travers le filtre passe par une soupape qui en régule le débit puis il arrive à la vis où, en se mélangeant à l'huile, il est comprimé. Le mélange air/huile produit par la compression arrive dans un réservoir où se produit tout d'abord la première séparation par gravité; l'huile, plus lourde, se dépose au fond, elle est refroidie en passant par un échangeur de chaleur, filtrée puis injectée à nouveau dans la vis. Les fonctions de l'huile sont le refroidissement de la chaleur produite par la compression, la lubrification des roulements et l'étanchéité de l'accouplement au niveau des lobes des vis.

A travers un filtre déshuileur, l'air est une nouvelle fois purifié des résidus de particules d'huile. Refroidi à travers un autre échangeur de chaleur, il sort enfin à l'utilisation à basse température, Un système de sécurité contrôle les points vitaux de la machine en en signalant les éventuelles anomalies. [13]

Vitesse fixe : GA+ et GA



**Figure III.1 : Fonctionnement compresseur GA90+**

### 2.1.4. Objectifs à atteindre :

Nous allons fournir au compresseur Ga+ 90 un diagnostic, ce qui veut dire que nous allons lui dresser une stratégie de maintenance adapté selon les données en mains pour un meilleur temps de fonctionnement est moins de frais.

### 2.1.5. Décomposition du groupe :

Ce travail est réalisé en mono-homme.

### 2.1.6. Mise en point d'un support d'étude :

Les supports de l'étude sont fixés. Selon l'objectif de l'analyse et le type d'analyse AMDEC, notre support contient six paramètres (fonction, mode de défaillance, effet, détection et criticité), et les actions correctives sont repérés comme suivant :

**TableauxIII.3 : exemple tableaux amdec**

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :	page : 48 / 9			
	Système :		Sous - Ensemble :			Nom :				
Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	N	C	

### 2.2. ETAPE 2

#### 2.2.1. Analyse fonctionnelle

##### III.2.2.1.1. Décomposition du système

En premier lieu, le compresseur est décomposé en (05) dispositifs suivants comme indiquée dans la figure III.1 :

- Armoire électrique
- Moteur électrique
- Étages de compression
- Circuit de refroidissement
- Sécheur
- Réservoir air

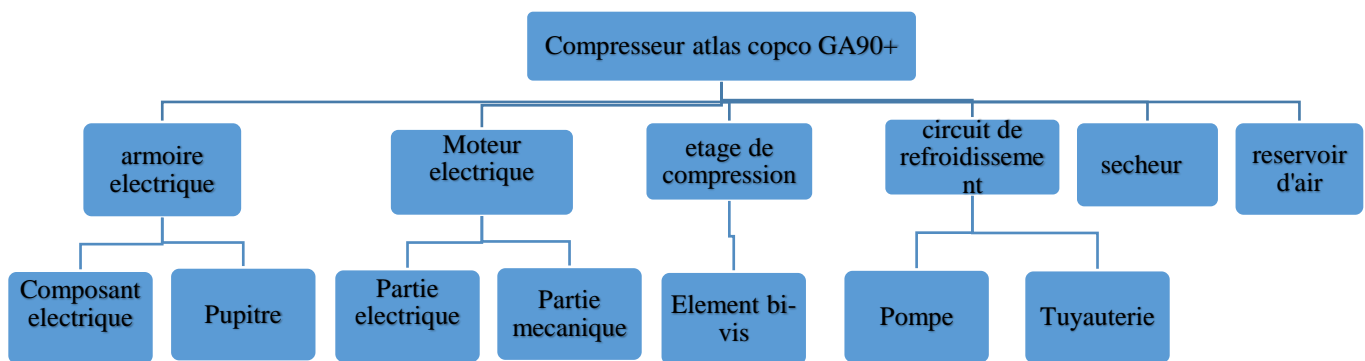


Figure III.2 : Décomposition du compresseur GA90+ [13]

##### III.2.2.1.2. Indication des fonctions

Notre étude se limite aux sous ensemble pour certains, et aux éléments pour d'autres, afin d'atteindre l'objectif de l'étude.

Les mécanismes sont décomposés comme suivant :

2.2.1.2.1. 1<sup>er</sup> étage : Armoire électrique

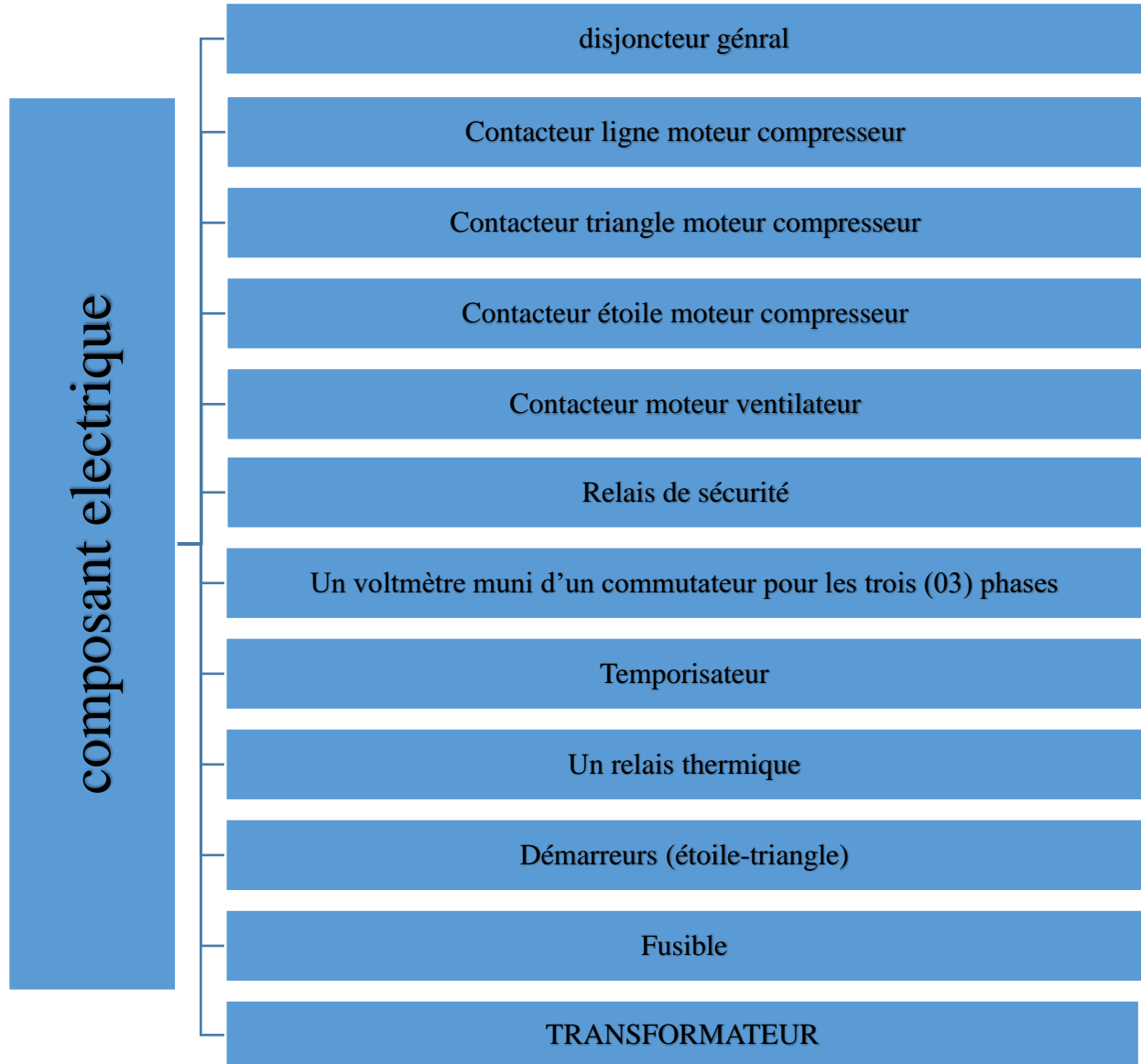


Figure III.3 : Composant armoire électrique

2.2.1.2.2. 2ème étage : Pupitre de commande

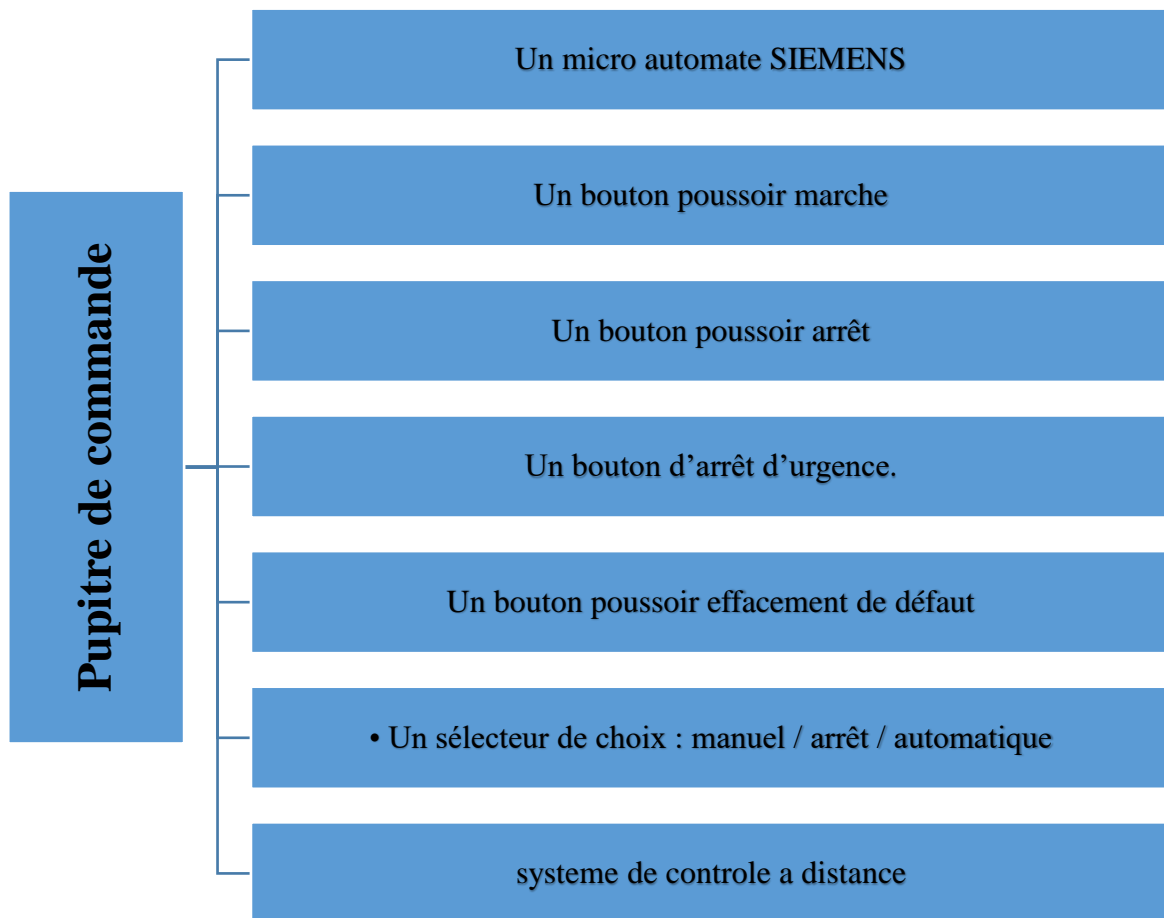


Figure III.4 : Pupitre de commande

2.2.1.2.3. 3ème étage : moteur électrique

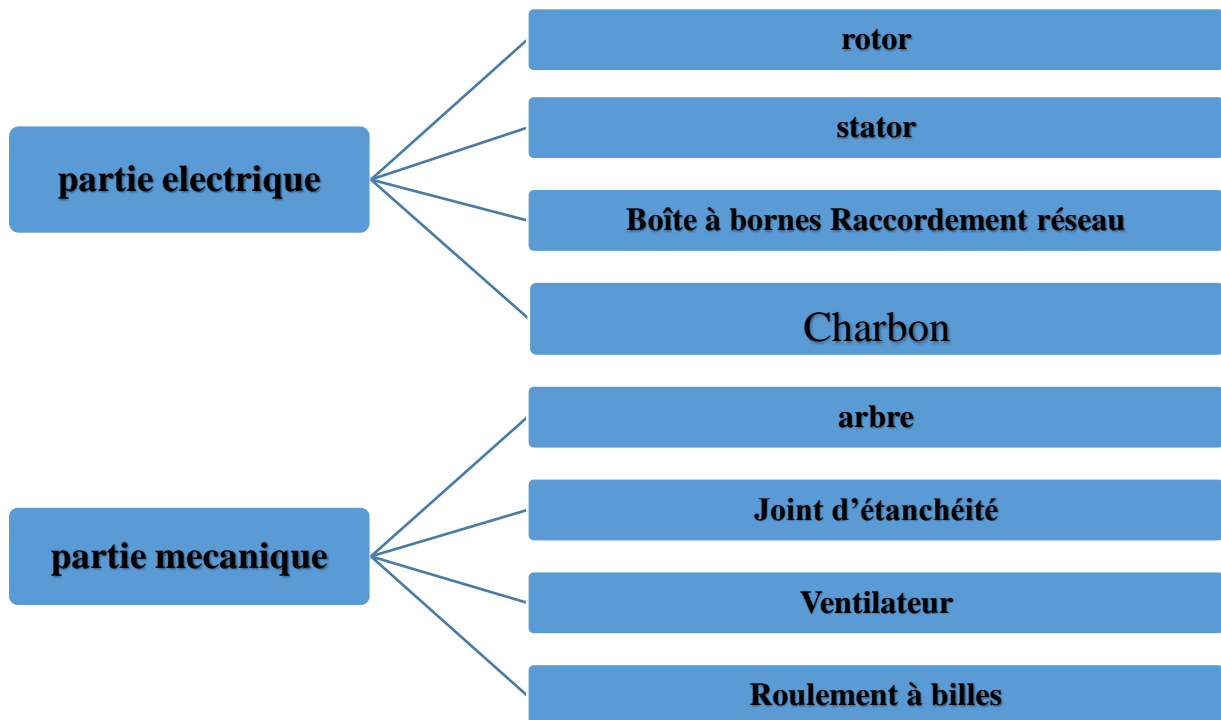


Figure III.5 : Composant moteur électrique

2.2.1.2.4. 4ème étage : étage de compression

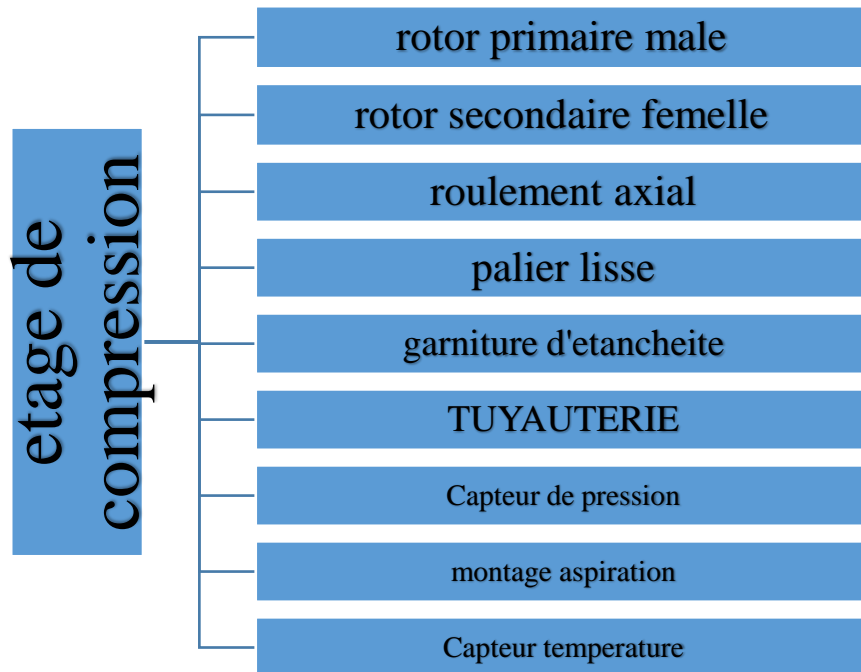


Figure III.6 : Composant étage de compression

2.2.1.2.5. 5ème étage : Circuit de refroidissement

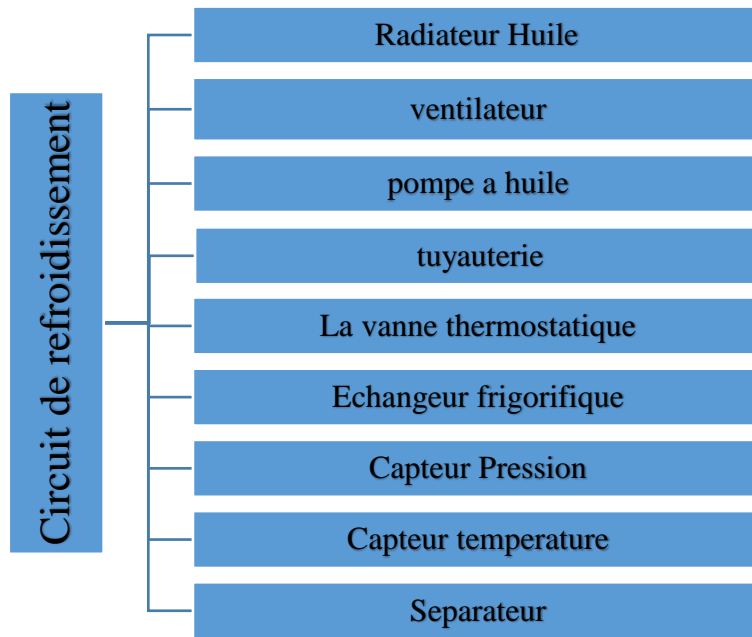


Figure III.7 : composant circuit de refroidissement

2.2.1.2.6. 6ème étage : sécheur

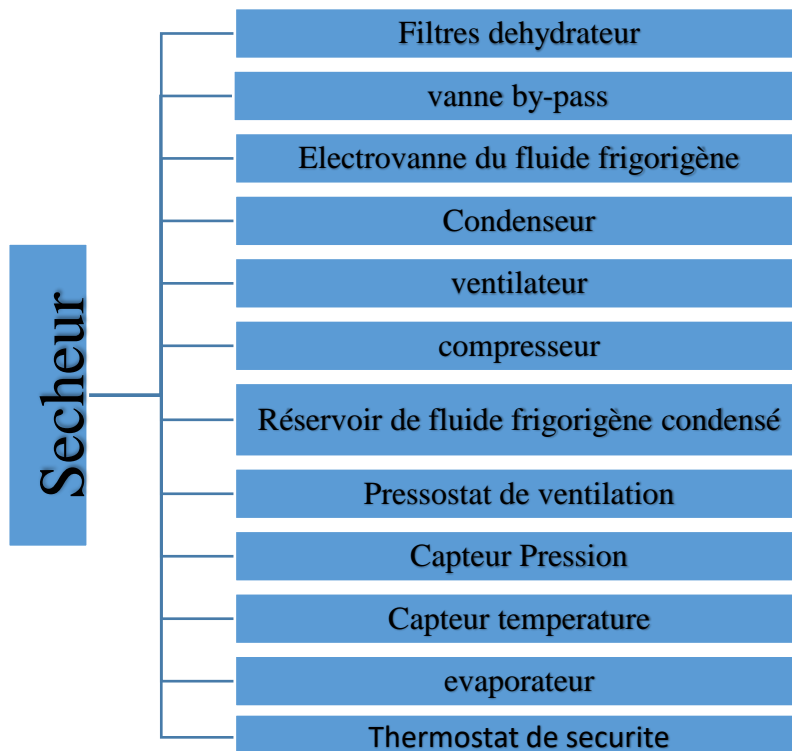


Figure III.8 : Composant du sécheur



### 2.2.1.2.7. 6ème étage de séchage

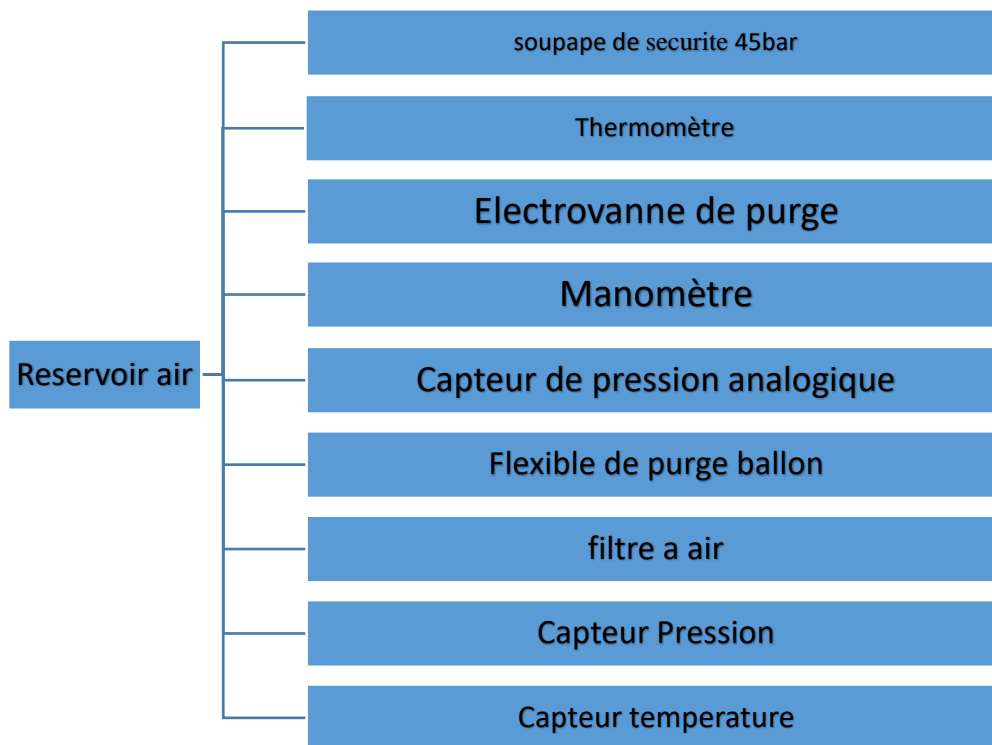


Figure III.9 : composant réservoir air

### 2.2.1.2.8. Identification des fonctions du compresseur

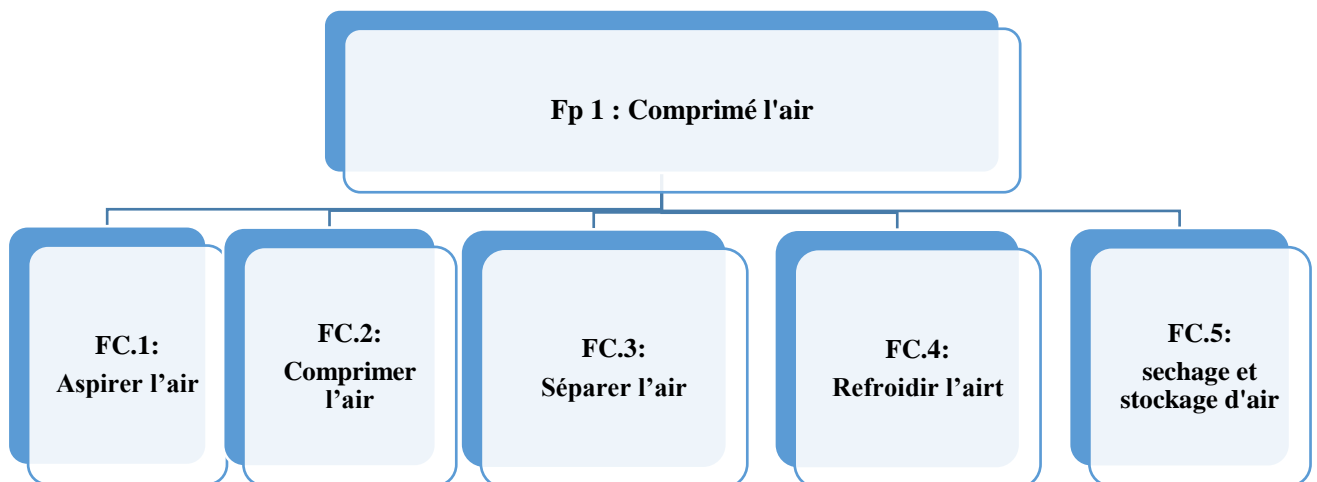


Figure III.10 : indentification de la fonction primaire et secondaire du compresseur

## Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

### 2.3. Etape 3 : Analyse amdec

#### 2.3.1. Tableaux III.4 amdec Armoire électrique :

date de l'analyse: xx/xx/xx		amdec machine – analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité				phase de fonctionnement :		page : 55 / 15		
		système : compresseur Ga90+		sous - ensemble : armoire électrique				nom :		
élément (réf)	Fonction	mode de défaillance	cause de la défaillance	effet de la défaillance	détection	criticité				action corrective
						F	G	D	C	
disjoncteur général (1.1)	isolation général des composants électriques	Pas D'alimentation Electrique	fusible hors service Détérioration du disjoncteur	arrêt ou impossibilité de démarrage compresseur	test de continuité par un multimètre	1	2	4	8	remplacer fusible ou changer disjoncteur
un contacteur de ligne moteur compresseur (1.2)	commander le circuit électrique	pas de commande	surcharge		aucun	3	1	4	12	vérifier circuit alimentation
contacteur triangle moteur (1.3)			détérioration interne contacteur		aucun	2	1	4	8	changer contacteur
un contacteur étoile moteur (1.4)			alimentation instable		aucun	2	1	4	8	vérifier circuit alimentation
contacteur moteur ventilateur (1.5)			échauffement de contacteur		aucun	2	1	4	8	-vérifier circuit alimentation

### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

										-diminuer la charge
un relais de phase (1.6)	protection	non excitation du relais	câblage ou détérioré mauvais câblage	arrêt ou impossibilité de démarrage compresseur	visuel	1	2	4	8	remettre contacte
			tension faible ou absente		voltmètre	1	2	4	8	vérifier circuit électrique
			détérioration interne		aucun	1	2	4	8	changer relais
un voltmètre (1.7)	Mesure	mauvaise indication	mauvais étalonnage	valeur indiquée incorrecte	multimètre (électronique)	1	1	2	8	étalonner ou changer
temporisateur (1.8)	commande de l'ouverture des électrovannes de purge automatique	détérioration complète	surcharge électrique	Pression élevée  température élevée	aucun	1	2	4	8	vérifier circuit d'alimentation
		fonctionnement dégradé	mauvaise connexion  système grippé		visuel	1	2	4	8	-vérifier isolation du système  -vérifier câblage
relais thermique (1.9)	Protection	pas de protection du moteur	-surcharge  -alimentation élevée  -échauffement enroulement moteur	arrêt ou impossibilité de démarrage compresseur	aucun	1	2	4	8	-vérifier alimentation et moteur  -changer le relais thermique

### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

transformateur (1.10)	alimentation	variation brusque de tension	tension primaire très élevée	arrêt du compresseur	aucun	1	3	4	12	vérifier la tension
			défaillance interne			1	2	4	8	changer la tension

## Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

### 2.3.2. Tableaux III.5 amdec moteur électrique

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :				de	page : 58 / 15
	Système : Compresseur Ga90+		Sous - Ensemble : motorisation Partie mécanique							Nom :	
Élément (réf)	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective	
						F	G	D	C		
Roulement (2.1)	Supporte et guides-en rotation l'arbre	Grippage  Usure	-Manque de graissage  -durée de vie dépassée	-Bruit  -vibration	-Visuel  -Auditif  -Contrôle vibration	2	4	2	16	Changer roulement	
Arbre (2.2)	Transmettre le mouvement de rotation	Mauvaise transmission de mouvement	Bague de guidage d'arbre usé	Vitesse de rotation instable  Vibration	Tachymètre de  Capteur vibration	4	2	1	8	CHANGER LA BAGUE	
Palier (2.3)	Guider et supporter le rotor	usure  -cassure	Fatigue  -vibration	Echauffement  -Blocage de rotor	CONTROLE DE VIBRATION	2	3	2	12	CHANGEMENT PALIER	
Joint d'étanchéité (2.4)	Assurer l'étanchéité	usure	Fatigue	échauffement	Fuite d'huile	3	4	1	12	changer joint	

### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

Ventilateur (2.5)	Refroidissement de moteur	Manque d'air pour le refroidissement	Environnement poussièreux Entrée colmaté d'air Préfiltre colmaté	Echauffement	VISUEL Thermomètre	1	2	2	4	nettoyage circuit air
Accouplement (2.6)	Liaison du compresseur avec le moteur	Usure	Mauvais alignement	VIBRATION	VISUEL	2	3	3	18	alignement    moteur compresseur vérifier fixation moteur

### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

Date de l'analyse: XX/XX/XX	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :				page : 60 / 15
	Système : Compresseur GA90+		Sous - Ensemble : moteur électrique Partie électrique							Nom :
Élément (réf)	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Bobinage statorique et rotorique (2.7)	Produire le champ magnétique ou électrique	Ne démarre pas	Bobinage défaillant	Arrêt moteur	Disjonction du moteur Multimètre	1	4	2	8	rembobinage de la partie défaillante
Charbon (2.8)	Alimentation des bobines du rotor	Ne démarre pas	Charbon usé	Arrêt moteur	Visuel après démontage	3	2	2	12	Changer les charbons
Générateur Tachemaitrique (2.9)	Mesure de la vitesse de rotation	Dysfonctionnement	Bobinage intérieur défaillant	Information erronée	L'écran affiche une vitesse non logique	1	2	1	2	Changer le générateur
			Tachymètre défaillant							Changer le tachymètre

## Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

### 2.3.3. Tableaux III.6 amdec élément étage de compression

date de l'analyse: <b>xx/xx/xx</b>	amdec machine – analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité				phase de fonctionnement :	page : 61 / 15				
	système : compresseur ga90+		sous - ensemble : élément bi-vis.			nom :				
élément (réf)	fonction	mode de défaillance	cause de la défaillance	effet de la défaillance	détection	criticité				action corrective
						F	G	D	C	
vis (male- femelle) (3.1)	compression d'air	Vibration anormal	usure	compression faible	capteur de vibration auditif	2	4	2	16	remplacer élément vis
		Rupture des vis	Surchauffe Mauvais lubrification			1	4	3	12	
montage aspiration (3.2)	la distribution du fluide entre l'extérieure et l'intérieure de la cellule de compression	soupape d'aspiration bloquée	fatigue ressort	dysfonctionnement du cycle de compression  débit réduit	capteur de pression	1	3	3	9	changer le ressort
		le joint sous soupape est défectueux	usure							changer le joint
roulement (3.3)	supporter et guides-en rotation des vis	roulement cassé	-mauvais montage -surcharge	-vibration -usure prématuré des vis	capteur de vibration	2	3	2	12	changer roulement



### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

		grippage	mauvais graissage							-lubrifier correctement
		déformation uniforme des billes	surchauffèrent							
garniture d'étanchéité (3.4)	assure l'étanchéité	dégradation	durée de vie dépassée	Ecrasement	visuel	4	2	2	16	changement du joint
		fuite huile / air	joint défectueux							
Capteur De Pression Huile (3.5)	la pression d'huile	dérégler	ressort défectueux	donné erroné	visuel	1	2	2	4	changer capteur
		dysfonctionnement	choc interne			1	2	2	4	
			mauvais connexion câble			1	2	2	4	vérifier câblage
			fuite				2	2	2	8
niveaux huile minimum		2	2	1	4	ajuster le niveau d'huile				
Tuyauterie (3.6)	transporter l'huile	fuite d'huile	rupture encrassement	dysfonctionnement échauffement	niveau d'huile diminuée	2	2	2	8	changement flexible

## Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

### 2.3.4. Tableaux III.7 Amdec Circuit de refroidissement

Date De L'analyse:	Amdec Machine – Analyse Des Modes De Défaillance De Leurs Effets Et De Leur Criticité					Phase De Fonctionnement :	Page : 63 / 15			
	Système : Compresseur Ga90+		Sous - Ensemble : Circuit De Refroidissement				Nom :			
Elément (réf)	Fonction	Mode De Défaillance	Cause De La Défaillance	Effet De La Défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Radiateur huile (4.1)	Evacuer La Chaleur	Encrassement	Huile Non Adapté Choc Extérieur	Echauffement Pression Elève Huile	Inspection Visuel Après Démontage	2	2	2	8	Changer Radiateur Débouché Le Radiateur
Pompe A Huile (4.2)	Lubrification	Mauvais Fonctionnement	Usure	Echauffement	Manque De Graissage	1	3	2	6	Changer La Pompe A Huile
Tuyauterie (4.3)	Faire Circuler	Boucher Corrosion	Usure	Echauffement	Visuel	1	3	2	6	Changer La Tuyauterie Défectueuse
Vanne Thermostatiques (4.4)	Maintenir Une Température De Bon Fonctionnement	Température De Compresseur Elevée	Débit D'air Obstrué Tuyauterie Encrassé Radiateur Bouché	Echauffement Compresseur Rendement Faible	Capteur de température	2	2	2	8	Changer la vanne
Capteur température (4.5)	Indication de température	Dysfonctionnement	Fatigue -plage de température dépassée	Information erronée	Aucun	1	3	3	9	Changer le capteur

### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

Capteur de pression (4.6)	Indication de pression	Dysfonctionnement	Fatigue	Information erronée	Aucun	1	2	3	9	Changer le capteur
Filtre a huile (4.7)	Filtration d'huile	Colmatage	Fatigue	Huile non filtré	Aucun	2	3	2	12	Changer le filtre à huile
		Durée de vie atteinte								
Séparateur (4.8)	Capte l'eau entraînée par l'air	Dysfonctionnement	détérioration	Air très humide	Visuel	1	3	2	6	CHANGEER LE SEPARATEUR
			colmatage			2	2	2	8	NETTOYER LE SEPARATEUR
Echangeur frigorifique (4.9)	Réduit la température de l'air comprimé	Ne refroidit pas	Dysfonctionnement interne	Température air élevé	Visuel après démontage	2	2	4	16	Nettoyer le circuit
		Corrosion	Humidité air			Arrêt du compresseur	1	3	3	
		Fuite d'air	Joint défectueux		Visuel	2	2	2	8	Changer le joint
		Fonctionnement dégradé	La conduite air est bouchée		Capteur pression air	2	2	2	8	Nettoyer le circuit
Ventilateur (4.10)	Refroidir Radiateur	Fonctionnement Dégradé	Déformations Aube	Ventilation Réduite	Visuel	1	3	2	6	Changement Aube
			Aubage Encrassé	Vibration		2	2	1	4	

## Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

### 2.3.5. Tableaux III.8 Amdec circuit de séchage

date de l'analyse:		amdec machine – analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité				phase de fonctionnement :		de page : 65 / 15		
		système : compresseur ga90+		sous - ensemble : sécheur air				nom :		
Elément (réf)	fonction	mode de défaillance	cause de la défaillance	effet de la défaillance	détection	criticité				action corrective
						F	G	D	C	
filtre déshydrateur (5.1)	Filtration Du Fluide Frigorigène	Colmatage	présence humidité et impureté	mauvais séchage	visuel	1	2	4	8	-changer le filtre -vérifier circuit de séchage
Thermostat de sécurité (5.2)	Régulation	Dysfonctionnement	Vieillesse	Arrêt du sécheur	Aucun	1	2	4	8	Régler le thermostat
			Détérioration interne							Changer le thermostat
Evaporateur (5.3)	vaporisation de fluide frigorigène	Fonctionnement dégradé	Fuite interne	L'air est humide	Visuel	1	4	2	8	Eliminer fuite
			Détérioration de l'électrovanne de purge							Changer évaporateur
			Bouchage de la tuyauterie							Déboucher tuyauterie
		Dysfonctionnement	Détérioration interne	Changer évaporateur						
électrovanne du fluide frigorigène (5.4)	évite le retour de fluide frigorigène (liquide) au compresseur	n'ouvre pas	bobine défectueuse	arrêt du sécheur	visuel après démontage	1	2	3	6	changer bobine
		ne ferme pas	rupture mécanisme interne							changer électrovanne

### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

pressostat de ventilation (5.5)	commande le ventilateur	pas de commande	rupture interne	arrêt du sécheur	aucun	1	2	4	8	changer pressostat
Condenseur (5.6)	condense le fluide frigorigène gazeux	fonctionnement dégradé	surchauffe	arrêt du sécheur	visuel	3	2	2	12	vérifier ventilateur
			fuite			1	4	2	8	changer condenseur
Ventilateur (5.7)	ventilation du condenseur	ne tourne pas	moteur hors service câblage défectueux	condenseur chaud	visuel	1	2	4	8	vérifier moteur et câblage
compresseur (5.8)	comprime le fluide frigorigène	compresseur chaud à l'arrêt du sécheur	surcharge du sécheur	arrêt sécheur	Capteur de température	1	3	1	3	vérifier la température du sécheur
			condenseur colmaté		visuel	1	3	2	6	nettoyer le circuit
vanne by-pass (5.9)	maintient la pression d'évaporation	dysfonctionnement	rupture interne	pression d'aspiration faible	pressostat de sécurité	1	3	2	6	changer la vanne
		déréglage	erreur de commande			1	2	4	8	régaler la vanne

### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

pressostat de sécurité combiné BP/HP (5.10)	régulation de la pression dans le circuit basse pression et circuit haute pression	pas de régulation	endommagement	arrêt sécheur	aucun	1	2	4	8	changer le pressostat
---	--	-------------------	---------------	---------------	-------	---	---	---	---	-----------------------

## Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

### 2.3.6. Tableaux III.9 amdec : réservoir air

Date L'analyse:	De	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ				Phase Fonctionnement :	De	Page : 68 / 15			
		Système : Compresseur Ga90+		Sous - Ensemble : Réservoir Air				Nom :			
Élément (Réf)	Fonction	Mode De Défaillance	Cause De La Défaillance	Effet De La Défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective	
						F	G	D	C		
Soupape De Sécurité (6 .1)	Protection Contre Les Haute Pression	Ne Ferme Pas	Rupture Interne	Surpression Arrêt De Compression	Manomètre	1	3	3	9	Changer Soupape De Sécurité	
		Ne S'ouvre Pas									
Manomètre (6 .2)	Indication De La Pression Dans Le Réservoir	Dérégler	Fatigue	Pas D'information Sur L'état De L'air	Visuel	1	2	2	4	Changer Manomètre Le	
		Dysfonctionnement	Rupture								1
Thermomètre (6.3)	Indication De La Température Dans Le Réservoir	Dysfonctionnement	Détérioration	Information Erroné	Aucun	1	2	3	6	Changer Thermomètre Le	

### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

Capteur De Pression Analogique (6.4)	Contrôle De La Pression De L'air Comprimé A La Sortie Du Réservoir	Dysfonctionnement	Fatigue	Information Erroné	Visuel	1	2	2	4	Changer Le Capteur
Filtre A Air (6.5)	Filtration De L'air	Colmatage	Fatigue	Pression Refoulement Faible	Visuel	3	2	2	12	Changer Filtre A Air
Capteur de température (6.6)	Indication de température	Dysfonctionnement	Fatigue	Information erronée	Aucun	3	2	1	6	changer le capteur
Capteur de pression (6.7)	Indication de pression	Dysfonctionnement	Fatigue	Information erronée	Aucun	3	2	1	6	Changer le capteur
Flexible De Purge Ballon (6.8)	Conduire L'air	Fuite	Détérioration Du Flexible	Manque De Débit De L'air Dans Le Collecteur Central	Visuel	1	3	2	6	CHANGER LE FLEXIBLE
		Bouchée	Usure Interne			1	3	4	12	



### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

Electrovanne De Purge  (6.9)	Evacuation De L'eau	N'ouvre Pas	Temporisateur Défectueux	Air Comprime Humide	Visuel Après Démontage	1	2	2	4	CHANGER BOBINE
			Bobine Hors Service			2	2	4	16	
		Ne Ferme Pas	Clapet Bloquer	Fuite De L'air		2	2	4	16	CHANGER ELECTROVANE
			Déterioration Interne			1	2	3	6	

### 2.4. Etape 4 Synthèse

#### 2.4.1. Les actions à engager selon les niveaux de criticité

##### 2.4.1.1. 1<sup>er</sup> étage : criticité Armoire électrique

**Tableaux III.10 criticité Armoire électrique**

niveau de criticité	Référence de l'élément	action corrective
criticité entre $1 \leq c < 12$	1.1- 1.3- 1.4- 1.5- 1.6- 1.7- 1.8 1.9	aucune modification de conception <b>maintenance corrective</b>
criticité entre $12 \leq c < 16$	1.2-1.10	amélioration des performances de l'élément <b>maintenance préventive systématique</b>
criticité entre $16 \leq c < 20$	criticité élevée	révision de la conception des sous- ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière <b>maintenance préventive conditionnelle</b>
criticité entre $20 \leq c < 80$	criticité interdite	remise en cause complète de la conception

Dans cet ensemble, on voit que la criticité delà plus part des organes est faible, ce qui veut dire qu'ils nécessitent une maintenance corrective.

Sauf les organes 1.2 et 1.10 ont une criticité moyenne nécessite une maintenance préventive systématique

- **Pour l'élément 1.2** : contacteur ligne moteur compresseur
- vérification systématiques de la tension

- **Pour l'élément 1.10** : transformateur
- Contrôle systématiques de la tension du réseau

### 2.4.1.2. 2ème étage criticité moteur électrique

**Tableaux III.11 criticité moteur électrique**

Niveau de criticité	Référence de l'élément	Action corrective
Criticité entre $1 \leq C < 12$	2.2 2.3 2.5 2.9 2.7 2.9	Aucune modification de conception  <b>Maintenance corrective</b>
Criticité entre $12 \leq C < 16$	2.4 2.8	Amélioration des performances de l'élément  <b>Maintenance préventive systématique</b>
Criticité entre $16 \leq C < 20$	2.1 2.6	Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière  <b>Maintenance préventive conditionnelle</b>
Criticité entre $20 \leq C < 80$	Criticité interdite	Remise en cause complète de la conception

- **les éléments 2.2 - 2.3 - 2.5 - 2.9** leur criticité est faible ; donc on opte pour une maintenance corrective

Concernant les organes **2.4 - 2.7** leurs criticité est moyenne donc :

- **l'élément 2.4 joint d'étanchéité** : nécessite une maintenance préventive systématique
  - Contrôle du joint d'étanchéité toute 2500H
- **l'élément 2.8 charbon** : nécessite une maintenance préventive systématique
  - Changement De Charbon 5000H
- **L'élément 2.1 - 2.6** leurs criticité est élevée donc

- **l'élément 2.1 roulement** : nécessite une maintenance préventive conditionnelle
  - (graissage et changement chaque 5000 heure)
  - Surveillance de vibration
- **l'élément 2.6 accouplement** : nécessite une maintenance préventive systématique
  - surveillance de vibration
  - (serrage et état de visserie)

### 2.4.1.3. 3ème étage : criticité étage de compression

**Tableaux III.12 criticité étage de compression**

Niveau de criticité	Référence de l'élément	Action corrective
Criticité entre $1 \leq c < 12$	3.3 3.4 3.5 3.6	Aucune modification de conception  <b>Maintenance corrective</b>
Criticité entre $12 \leq c < 16$	3.3	Amélioration des performances de l'élément  <b>Maintenance préventive systématique</b>
Criticité entre $16 \leq c < 20$	3.1	Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière  <b>Maintenance préventive conditionnelle</b>
Criticité entre $20 \leq c < 80$	Criticité interdite	Remise en cause complète de la conception

- **Les éléments 3.3 3.4 3.5 3.6** ont une criticité faible nécessite une maintenance corrective

## Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

- **l'élément 3.1 ensemble rotor bi-vis** : une criticité élevée nécessite une maintenance préventive conditionnelle
  - un bon graissage et une vérification de vibration de l'élément vis qui nous permet d'avoir une faible criticité avec (F=1 ; G=4 ; D=2)
- **l'élément 3.2 roulement** : nécessite une maintenance préventive systématique
- - changement chaque 20000H
  - cette action nous permet d'avoir une criticité faible avec (F=1 ; G=3 ; D=2)

### 2.4.1.4. 4ème étage : Criticité circuit de refroidissement

**Tableaux III.13 criticité circuit de refroidissement**

niveau de criticité	Référence de l'élément	action corrective
criticité entre $1 \leq c < 12$	4.1- 4.2 4.3- 4.4- 4.5- 4.6- 4.7- 4.8-4.10	aucune modification de conception  <b>maintenance corrective</b>
criticité entre $12 \leq c < 16$	Criticité moyenne	amélioration des performances de l'élément  maintenance préventive systématique
criticité entre $16 \leq c < 20$	4.9	révision de la conception des sous- ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière  <b>maintenance préventive conditionnelle</b>
criticité entre $20 \leq c < 80$	criticité interdite	remise en cause complète de la conception

## Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

Ce compartiment de refroidissement ne nécessite aucune intention particulière on choisit une maintenance corrective

- **l'élément 4.9 échangeur frigorifique** qui nécessite une maintenance préventive conditionnelle
  - contrôle toute 5000H

### 2.4.1.5. 5eme étage : criticité sécheur

**TableauxIII.14 criticité séchage**

Niveau de criticité	Référence élément	Action corrective
Criticité entre $1 \leq C < 12$	5.1 5.2 5.3 5.5 5.7 5.8 5.9 5.10	Aucune modification de conception  <b>Maintenance corrective</b>
Criticité entre $12 \leq C < 16$	5.4 5.6	Amélioration des performances de l'élément  <b>Maintenance préventive systématique</b>
Criticité entre $16 \leq C < 20$	Criticité élevée	Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière  <b>Maintenance préventive conditionnelle</b>
Criticité entre $20 \leq C < 80$	Criticité interdite	Remise en cause complète de la conception

- **L'élément 5.1 5.3 5.5 5.6 5.7 5.8** : nécessite une maintenance corrective
- **l'élément 5.2 électrovanne du fluide frigorifique** : nécessite une maintenance préventive systématique ce qui nous permet avoir une criticité faible avec (F= 1 G=2 D=3)
  - nettoyage et dégrippée du mécanisme
- **L'élément 5.4 condenseur** : nécessite une maintenance préventive systématique D'avoir une criticité faible avec (F=2 ; G=2 ; D=2)
  - Vérification du condenseur 10000 h à 75C°
  - Prévoir changement 2000H de travail

**2.4.1.6. 6ème étage : criticité réservoir air**

**Tableaux III.15 criticité réservoir air**

<b>Niveau de criticité</b>	<b>Référence élément</b>	<b>Action corrective</b>
Criticité entre $1 \leq C < 12$	6.1- 6.2- 6.3- 6.4- 6.6- 6.7 6.8-	Aucune modification de conception  <b>Maintenance corrective</b>
Criticité entre $12 \leq C < 16$	6.5 – 6.9	Amélioration des performances de l'élément  <b>Maintenance préventive systématique</b>
Criticité entre $16 \leq C < 20$	Criticité élevée	Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière  <b>Maintenance préventive conditionnelle</b>
Criticité entre $20 \leq C < 80$	Criticité interdite	Remise en cause complète de la conception

**L'élément 6.1- 6.2- 6.3- 6.4- 6.6- 6.7- 6.8** qui ont une criticité faible nécessite une maintenance corrective

- **L'élément 6.7 filtre à air** nécessite une maintenance préventive systématiques
  - changement tous les 2500 h
  - Ce qui nous permet d'avoir une criticité faible avec (F=2 D=2 G=2)
  
- **L'élément 6.9 électrovanne de purge** nécessite une maintenance préventive systématique
  - Changement tous les 1 ans

## III.3. Méthode Ishikawa

D'après l'étude AMDEC sur le Compresseur les effets représenté dans les diagrammes d'Ishikawa ci-dessous ont aussi un seuil de critique élevé Cependant il faut trouver les causes éminentes de ces derniers et les étudier de façon plus précise :

### II.3.1. Filtre à air :

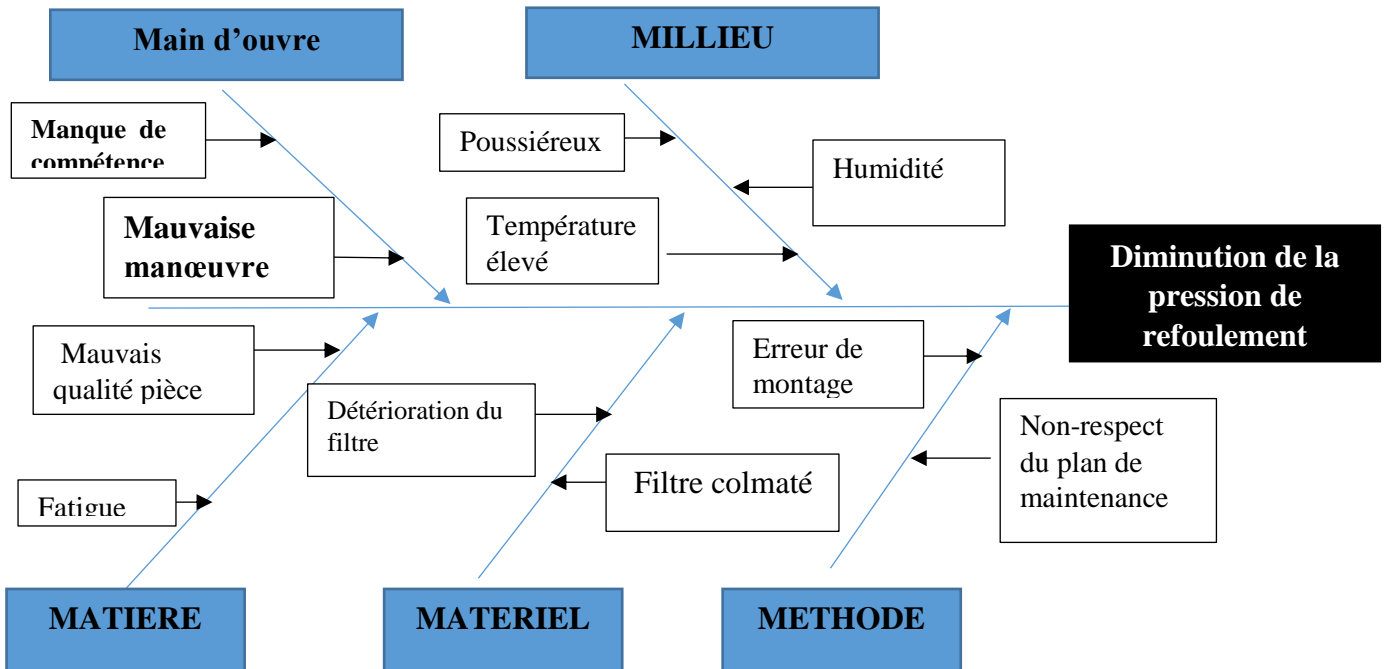


Figure III.11 : diagramme Ishikawa filtre à air



II.3.2. Roulement :

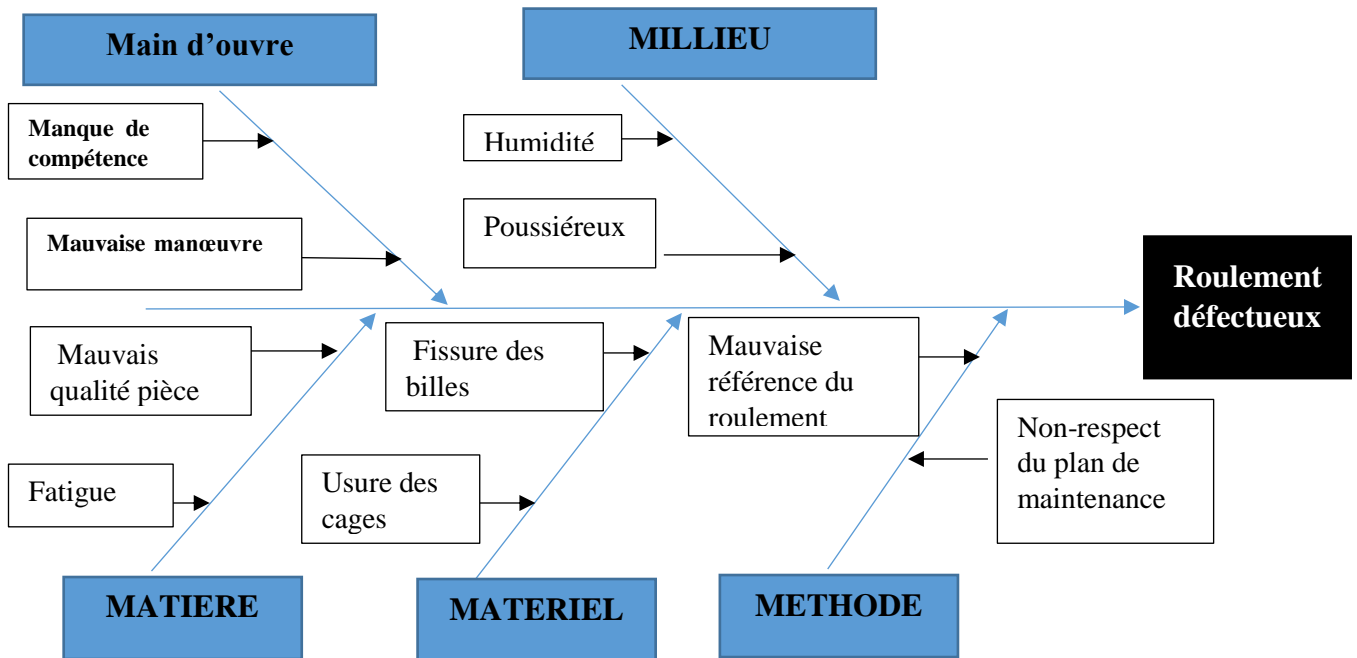


Figure III.12 : diagramme Ishikawa roulement

II.3.3. Soupape de sécurité :

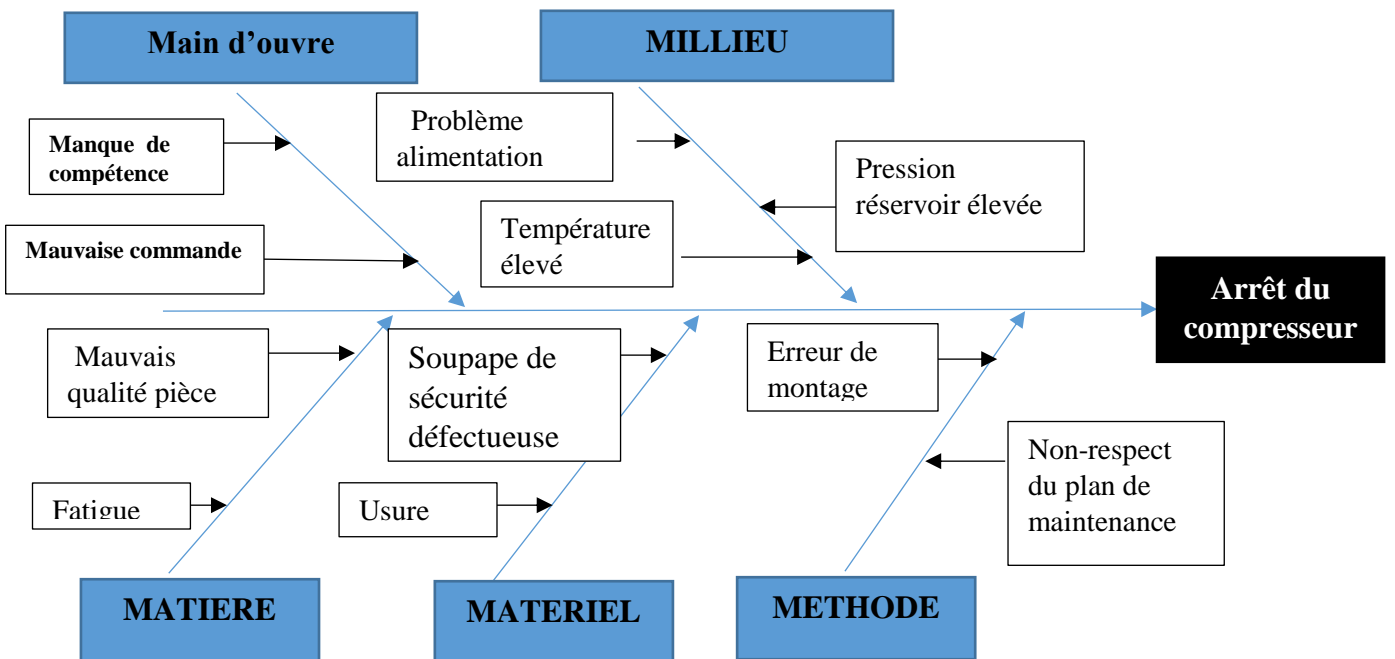


Figure III.13 : diagramme Ishikawa soupape de sécurité

## III.4. Arbre de maintenance

### III.4.1. Protection thermique moteur

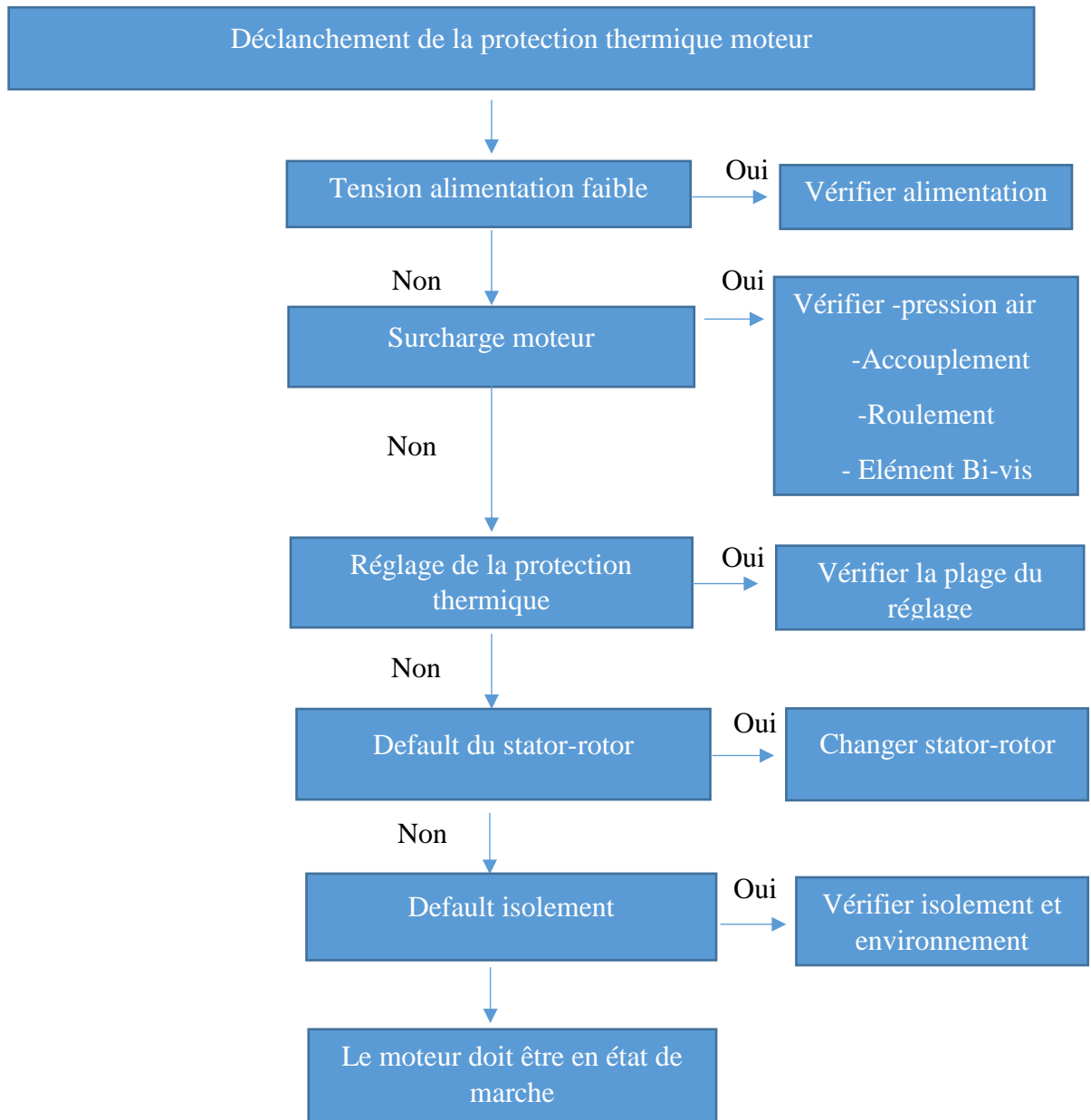


Figure III.14 : arbre de maintenance relais thermique moteur

III.4.2. Débit air comprimé faible

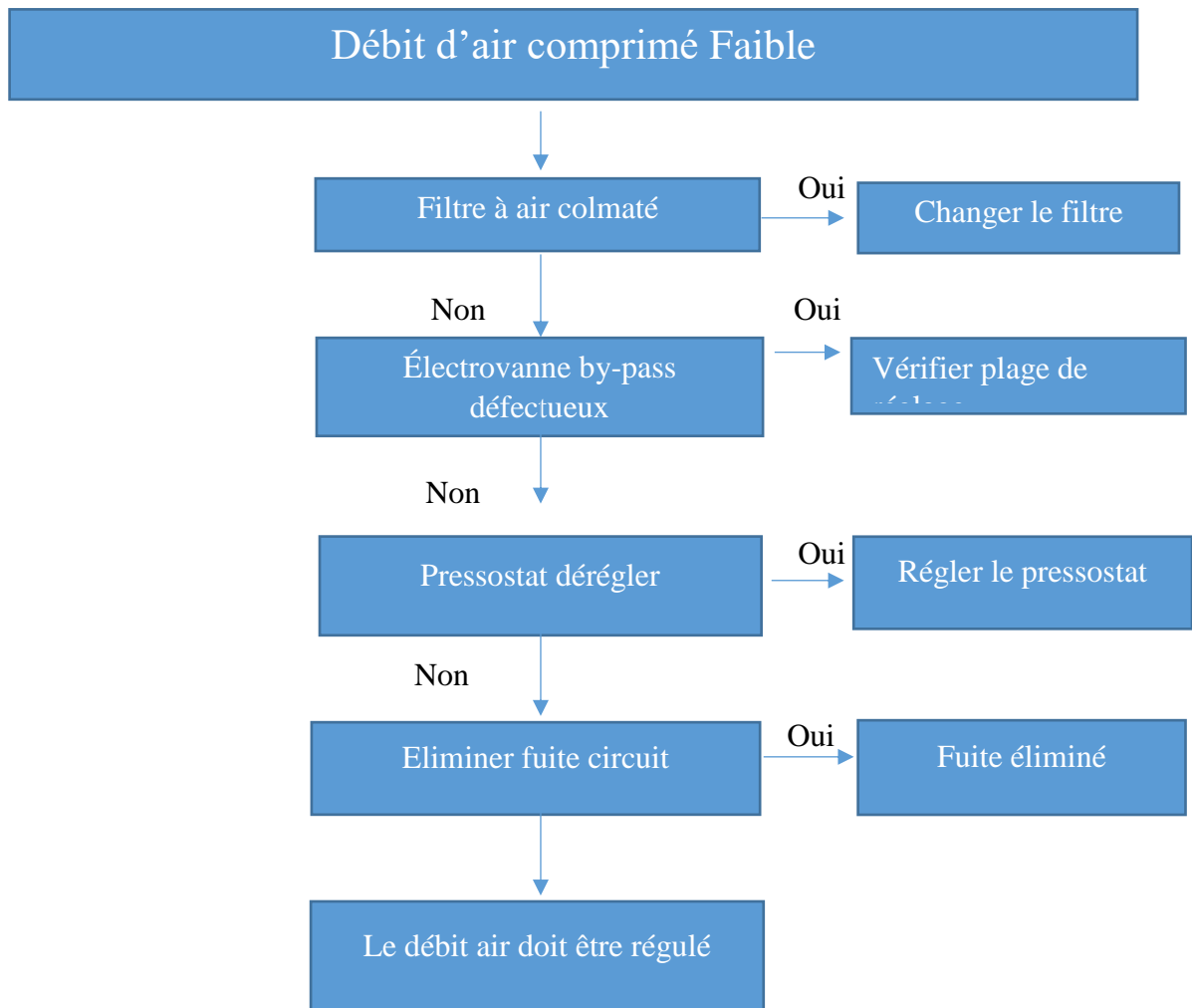


Figure III.15 : arbre de maintenance débit air comprime faible

### III.5. Méthode Pareto

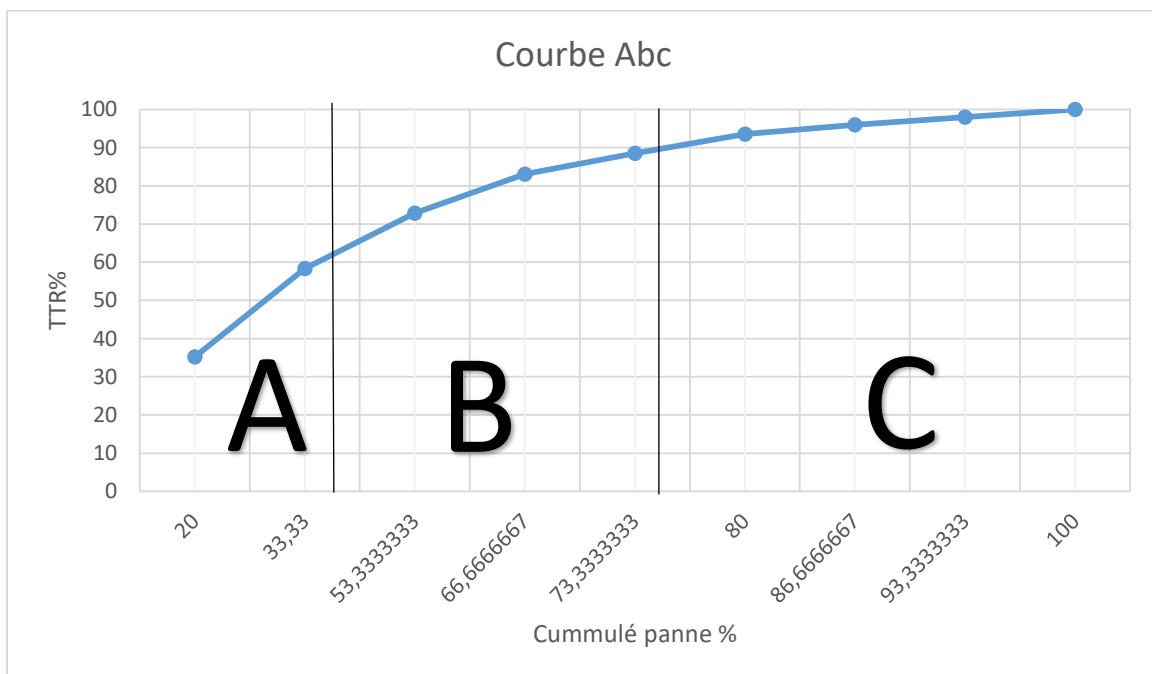
D'après les tableaux III.1 on peut avoir les données suivantes

#### III.5.1. calcule Pareto :

Tableaux III.16 calcule Pareto

N°	ORGANE	TTR	Cumule TTR	TTR%	Nombre de panne	Cumuler panne	% cumule panne
1	Vis1+VIS2	141	141	35,1620948	3	3	20
2	roulement	63	234	58,3541147	2	5	33,33
3	Filtre à air	58	292	72,8179551	3	8	53,3333333
4	électrovanne	41	333	83,042394	2	10	66,6666667
5	Radiateur	22	355	88,5286783	1	11	73,3333333
6	charbon	20	375	93,5162095	1	12	80
7	Moteur ventilateur	10	385	96,0099751	1	13	86,6666667
8	Huile	8	393	98,0049875	1	14	93,3333333
9	Joint	8	401	100	1	15	100

#### III.5.2. Courbe Pareto



**Figure III.16 : Courbe de Pareto**

**5.3. Analyse de courbe**

**Zone A :** les éléments vis 1,2 et Roulement sont les plus critique il nécessite une maintenance préventive conditionnelle

**Zone B :** les éléments filtre à air et électrovanne et radiateur sont des équipements essentielle donc il nécessite une maintenance préventif systématique

**Zone C :** l'élément charbon, moteur ventilateur huile et joint d'étanchéité sont des éléments général maintenance préventive ou corrective

**III.6. Plan de maintenance**

Le plan de maintenance représenté dans le tableau III.17 est déduit de notre étude amdec et Pareto en respectons les préconisations du constructeur

**Tableaux III.17 plan de maintenance :**

<b>Intervalle (jour) (Heure)</b>	<b>Opération a effectué</b>
TOUTE LES 48 HEURE	Vérification niveaux huile
TOUTE LES 200H	Vérifier le préfiltre anti poussière
	Contrôler l'armoire électrique et câblage.
TOUTE LES 2500 H	Remplacement cartouche filtre à huile
	Remplacement cartouche filtre déshuileur
	Remplacement cartouche filtre à air
	Contrôle des joints étanchéité
	Nettoyage radiateur air/huile
	Contrôle soupape de sécurité
	Contrôle pressostat
	Contrôle de vanne by-pass
Contrôle soupape d'aspiration et refoulement	

### Chapitre III : Analyse de défaillance atlas copco GA90+

---

TOUTE LES 5000H	Vidange Huile
	Contrôle Circuit de refroidissement
	Changement de charbon
TOUTE LES 20000H	Changement roulement
TOUTE LES ANNEE	Changement soupape de sécurité

## **Conclusion générale**

Arrivant à la fin de notre mémoire de fin d'études sur l'étude de défaillance d'un compresseur à vis atlas copco ga90+ je présente le bilan du travail effectué

Dans la première partie, nous avons présenté des généralités sur les différents types de compresseur puis dans la deuxième nous avons présenté l'ensemble de connaissances sur les défaillances et leurs modes, nous avons présenté la différente méthode d'analyse et détaillé sur la méthode amdec

Suite au deux chapitres nous avons suivi la méthode amdec abc et Ishikawa pour analyser le compresseur à vis on a pu hiérarchiser les causes potentielles des défaillances recensées, Afin d'assurer une bonne sûreté de fonctionnement des systèmes on préconise un bon graissage des Vis et des roulements un changement des filtres et une maintenance selon le plan donné.

## Bibliographie

- [1] Cour De Formation Sur Le Compresseur, Centrifuge, Nuovo Pugnone, Sonatrach
  
- [2] Perfectionnement Chefs De Quart-Dispatchers (Module : Compresseurs Centrifuges Et Turbines A Gaz) .Edition 1version :0/Ng/07, Naftogaz Filière Exploitation
  
- [3] Etude Et Maintenance Du Compresseur Centrifuge Bcl-406 Problème D'encrassements
  
- [4] <https://www.abcclim.net/compresseur-a-vis.html>
  
- [5] Ahmad Alali Alhouaij, Contribution A L' optimisation De La Maintenance Dans Un Contexte Distribué, Thèse Doctorat D'université De Grenoble Délivré Par L'institut Polytechnique De Grenoble, Mesure Intégré Du Risque Dans Les Organisation
  
- [6] Mohamed Soussan, Tarik Dib, Etude Critique Et Propositions D' amélioration De La Gestion De La Maintenance - Cas De L' adduction El Kansera, Mémoire De Fin D'étude, Ecole Nationale De L'industrie Minérale (E.N.I.M.), 2011/2012.
  
- [7] <http://tpmattitude.fr/5niv.html>
  
- [8] Le Grand Livre De La Maintenance
  
- [9] A. Belhomme, Cours Stratégie De La Maintenance
  
- [10] Analyse Des Défaillances Par La Méthode Amdec-Application A Un Compresseur Au Sein Du Complexe Cevital
  
- [11] Profs. Joseph Kelda, L'amdec Chapitre 5. Ecole Des Hec-1994
  
- [12] 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
  
- [13] Manuel D'instruction Compresseur D'air Stationnaires Atlas Copco
  
- [14] La méthode AMDEC. Ecole des Haute Etude Commercial. Joseph Kélada. 1998



## ملخص

في معظم الشركات الكبرى، يتسبب توقف آلات الإنتاج الاستراتيجية في عواقب مباشرة ومكلفة للغاية، وبصورة غير مباشرة على بقاء الشركة. تكلفة الصيانة لا تكاد تكون مؤثرة عامة مقارنة بالخسائر خلال إغلاق مرافق الإنتاج الاستراتيجية. في هذا المستند، تم استخدام العديد من الطرق لتحليل أوضاع فشل الضاغط من أجل معرفة العناصر الأكثر أهمية والحصول على حلول مناسبة واستنتاج خطة صيانة مناسبة.

## Résumé

Dans la plupart des grandes entreprises, l'arrêt de machines stratégiques de production provoque, Directement, des conséquences très coûteuses, et indirectement la survie de l'entreprise et mise En jeu. Le cout de la maintenance est en général négligeable par rapport aux pertes de Production pendant l'arrêt des installations stratégiques de production. Dans ce document, plusieurs méthode ont été utilisé afin d'analyser les modes de défaillance du compresseur afin de connaitre les éléments les plus critique et avoir des solutions appropriier et déduire un plan de maintenance adapté.

## Abstract

In most large companies, the stoppage of strategic production machines causes, directly, very costly consequences, and indirectly the survival of the company and jeopardizes. The cost of maintenance is generally negligible compared to losses during the shutdown of strategic production facilities. In this document, several methods have been used to analyze the compressor failure modes in order to know the most critical elements and have solutions to appropriate and deduce an appropriate maintenance plan.