

*Faculté des Sciences et Techniques de Fès*

*Département de Génie Industriel*

*LST de Génie Industriel*

## Projet de Fin d'Etudes

**Réalisation d'un plan de maintenance : application  
de la méthode AMDEC sur la machine centre  
d'usinage CMX 600 V**

**Lieu : FLOQUET MONOPOLE**

**Référence : 22/18GI**

**Préparé par :**

-Khadija RAMMACH

- Fatima HADDOUCH

**Soutenu le 8 Juin 2018 devant le jury composé de :**

- Pr.Fahd KHAGHAT (Encadrant FST)
- Pr.Driss TAHRI (Examineur)
- Pr.Nabih EL OUAZZANI (Examineur)
- Mr.Said HAGUITOU (Encadrant Société)

## *Remerciement*

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier **Mr. Fahd KAGHAT** notre encadrant de projet de fin d'études à la faculté de sciences et techniques pour ses précieux conseils et son orientation ficelée tout au long de notre stage.

Nos vifs remerciements vont également à **Mr. Said HAGUITOU** notre encadrant au sein de l'entreprise **FLOQUET MONOPOLE**. Merci pour votre grande serviabilité et votre sacrifice. Il faut noter que sans votre respectable expérience dans le domaine de la maintenance nous aurions jamais abouti à de tels résultats.

Sans oublier également de remercier les membres du jury : **Pr. Driss TAHRI** et **Pr. Nabih EL OUZZANI**. Nous présentons une grande reconnaissance à **Mr. ENNADI Abdelali** le coordinateur de licence génie industriel pour ses précieux conseils pédagogiques.

Nos remerciements s'étendent également à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études. Nos sincères remerciements aux techniciens de l'atelier usinage pour leur collaboration et pour tous les documents qu'ils nous ont fournis.

Enfin, nous remercions tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*



*Il n'y a rien de plus beau que la reconnaissance d'une personne, mais le mieux est de transmettre un message expressif rempli de remerciement et d'appréciation qui reflète la sincérité des sentiments.*

*Nous dédions ce travail à :*

*Nos mères, sources de tendresse et d'amour ...*

*Nos pères, qui nous ont toujours soutenus et qui ont fait tout possible pour nous aider...*

*Nos frères et nos sœurs, que nous aimons beaucoup...*

*Notre grande famille...*

*Nos cher amis et enseignants...*

*Les membres de club espoir...*

*Que dieu leur accorde santé et prospérité.*

*Fatima et Khadija.*

## Liste des abréviations

**FMI** : Floquet Monopole Industrie

**PDR** : Pièce De Rechange

**PDG** : Président Direction Générale

**SARL** : Société A Responsabilité Limitée

**ISO** : International Organisation for Standardization

**C.A.O** : Conception Assistée par Ordinateur

**F1, F2** : Face 1, Face 2

**L1, L2, L3, L4** : ligne 1, ligne2, ligne 3, ligne 4.

**OP** : Opération

**Qte** : quantité

**AMDEC** : Analyse des Modes Défaillances de leur Effets et leur Criticité

**PDCA**: Plan, Do, Check, Act

## Terminologies

**Norme ISO 9001** : c'est une norme qui établit les exigences relatives à un système de management de la qualité. Elle aide les entreprises et les organismes à gagner en efficacité et à accroître la satisfaction de leurs clients.

**ISO TS 16949** : c'est la norme concernant la démarche qualité dans l'industrie automobile. Elle a été élaborée par l'IATF, l'ISO l'ayant validé et publié sous forme de spécification technique (TS pour technical specification).

**IATF** :( International Automotive Task Force) le groupe d'étude international de l'industrie automobile.

**IQNET Systems** : c'est une entité de certification internationale des systèmes de gestion.

## Listes des figures

Figure N° 1 : l'entreprise Floquet monopole .....	2
Figure N° 2 : l'organigramme de l'entreprise .....	3
Figure N° 3 : les composants de disque .....	6
Figure N° 4 : les disques pleins et ventilés .....	6
Figure N° 5 : la PDCA appliquée à l'AMDEC .....	12
Figure N° 6 : la machine CMX 600 V .....	18
Figure N° 7 : le schéma de la partie hydraulique .....	20
Figure N°8 : le groupe hydraulique .....	20
Figure N° 9 : le schéma de la partie pneumatique .....	21
Figure N° 10 : le circuit pneumatique .....	21
Figure N° 11 : le schéma de convoyeur des copeau .....	22
Figure N° 12 : le schéma de la partie électrique et électronique .....	22
Figure N°13 : l'armoire électrique .....	23
Figure N° 14 : le schéma de la partie soufflage, aspiration et graissage .....	23
Figure N°15 : le diagramme de Pareto .....	33

## Liste des tableaux

Tableau N° 1 : la fiche technique de l'entreprise .....	3
Tableau N°2 : la grille de cotation de gravité .....	14
Tableau N°3 : la grille de cotation de fréquence .....	14
Tableau N°4 : la grille de cotation de fréquence .....	14
Tableau N° 5 : la criticité de la machine .....	17
Tableau N°6 : la décomposition de la partie mécanique .....	19
Tableau N° 7 : la codification des composantes et leur stock min .....	27
Tableau N° 8 : l'AMDEC de la partie mécanique .....	28
Tableau N° 9 : l'AMDEC de la partie hydraulique .....	28
Tableau N° 10 : l'AMDEC de convoyeur à copeaux .....	29
Tableau N° 11 : l'AMDEC de la partie électrique & électronique .....	30
Tableau N°12 : l'AMDEC de la partie pneumatique .....	31
Tableau N°13 : l'AMDEC de la partie soufflage & aspiration & graissage .....	32
Tableau N°14 : le tableau de Pareto .....	33
Tableau N°15 : la Short-List des pièces critiques .....	34
Tableau N° 16 : la check-list des tâches critiques .....	35
Tableau N°17 : le document de plan de maintenance systématique journalière avant la mise en place .....	36
Tableau N°18 : le document de plan de maintenance systématique journalière après la mise en place .....	39
Tableau N°19 : le recto de document de plan de maintenance systématique journalière ....	

# Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations et terminologie

Liste des figures et des tableaux

Sommaire

**Introduction** ..... 1

## **Le chapitre 1 : la présentation de l'entreprise d'accueil et de sa production**

**I. Présentation de l'entreprise d'accueil** ..... 3

1. **Généralité** ..... 3

2. **La fiche technique** ..... 3

3. **L'organigramme** ..... 4

4. **Organisation technique** ..... 5

**II. La production de l'entreprise** ..... 6

1. **Le produit de l'entreprise** ..... 6

1.1. La description de disques de freins : ..... 6

1.2. Les types de disques : ..... 7

2. **Le processus de fabrication** ..... 8

## **Le chapitre 2 : la présentation de la méthode AMDEC**

**I. Notions et Définitions** ..... 11

1. **Définition de l'AMDEC** ..... 11

2. **Les types de l'AMDEC** ..... 11

2.1. AMDEC produit ..... 11

2.2. AMDEC processus ..... 11

2.3. AMDEC machine ..... 12

3. **Les objectifs de l'AMDEC** ..... 12

**II. La démarche AMDEC machine, analyse et évaluation** ..... 12

1. **La démarche AMDEC machine** ..... 12

2. **L'analyse des défaillances** ..... 14

3. **L'évaluation** ..... 14

4. **Détermination de priorité (cotation)** ..... 15

5. **Les actions** ..... 17

## **Le chapitre 3 : la mise en œuvre de la méthode AMDEC sur la machine de centre d'usinage**

<b>I. Présentation de la problématique</b> .....	19
<b>II. Présentation de travail</b> .....	19
1. Préparation.....	19
1.1. La criticité de la machine .....	19
1.2. La présentation de la machine étudiée.....	20
1.3. l'équipe AMDEC.....	21
2. Décomposition de la machine .....	21
2.1. La partie mécanique .....	21
2.2. La partie hydraulique.....	22
2.3. La partie pneumatique .....	23
2.4. Le convoyeur à copeaux .....	24
2.5. La partie électique et électronique.....	25
2.6. Les autres parties : aspiration, soufflage et graissage.....	26
3. L'analyse qualitative et quantitative des défaillances .....	28
4. La mise en place et le suivi de plan d'action.....	35
4.1. Short-List des PDR.....	35
4.2. Check-list des tâches critiques.....	37
4.3. Maintenance systématique journalière .....	38
<b>Conclusion</b> .....	42
<b>Bibliographie et web graphie</b>	
<b>Annexes</b>	

# Introduction

Notre projet de fin d'études qui s'est déroulé à la société Floquet Monopole, a trait à l'industrie automobile. Dans le but de réduire la probabilité des pannes et le risque des défaillances, nous nous sommes intéressées à l'établissement d'un plan d'action pour une machine critique. Nous avons alors, appliqué la méthode AMDEC machine, ce qui nous a permis d'évaluer et de garantir la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des machines par la maîtrise des défaillances. Cette méthode présente comme objectif final l'obtention, au meilleur coût, du rendement global maximum des machines de production et des équipements industriels.

Notre projet de fin d'étude s'est axé sur l'application de la méthode AMDEC sur la machine "centre d'usinage CMX 600 V", dont l'opération est le perçage et l'ébavurage des disques de freins.

Ce mémoire comporte trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présentons l'entreprise Floquet Monopole et son processus de fabrication des disques de freins. Le deuxième chapitre porte sur la présentation de la méthode AMDEC, sa définition, sa démarche, ses types et ses objectifs. Le troisième chapitre présente la mise en œuvre de la méthode AMDEC sur la machine "centre d'usinage CMX 600V", en décomposant la machine en plusieurs partie, en analysant les défaillances, en déterminant la criticité et la priorité, en déterminant les pièces de rechange des composants critiques et en proposant un plan de maintenance préventive.



# **Le chapitre 1**

## **La présentation de l'entreprise d'accueil et de sa production**

Cette partie à pour but de présenter l'entreprise Floquet Monopole Industrie où on a effectué notre stage de fin d'études. Tous au long de ce chapitre, nous allons présenter la fiche technique de l'entreprise, son organigramme, ses services, ses produits et enfin le processus de fabrication des disques de freins.

## **I. Présentation de l'entreprise d'accueil**

### **1. Généralité**

Le groupe Floquet Monopole Industrie, est une entité familiale présidé par son PDG M. Mohammed Laraqui, unique dans son genre d'activité au Maroc.

Floquet monopole est spécialiste de l'industrie automobile. Elle produit pour des clients tels que PEUGEOT, FAURECIA. Actuellement RENAULT est son client principal. Elle est certifiée ISO 9001 V 2008 et ISO TS/16949 et IQnet System.

C'est une société spécialisée dans la fabrication des pièces motrices et des pièces de châssis pour automobiles. Elle a une production qui varie en fonction des années.



*Figure N° 1 : l'entreprise Floquet monopole*

### **2. La fiche technique**

La fiche technique de Floquet Monopole se présente comme suit :

Raison social	FMI: Floquet monopole
Forme	SARL
Date de création	1981
Siège	Quartier Industriel Sidi Brahim; LOT 59, Rue 813-30-080-Fès, Maroc
Activité	Fabrication des disques de freins
Capital	4 000 000 DH
Téléphone	+212 (0) 535 65 93 17
Email	<a href="mailto:sales@floquetmonopole.co.ma">sales@floquetmonopole.co.ma</a>

Tableau N° 1 : la fiche technique de l'entreprise

### 3. L'organigramme

L'organigramme suivant présente les différentes fonctions et tâches assurées au sein de floquet monopole :

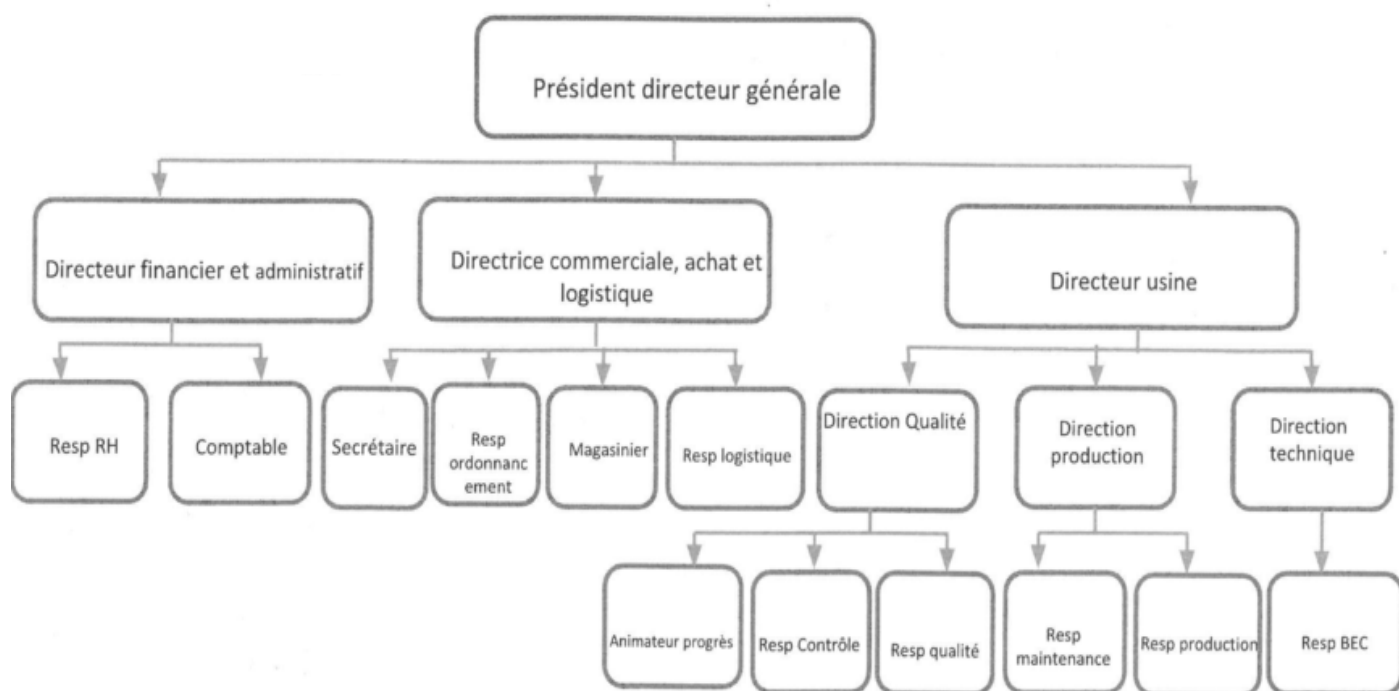


Figure N° 2 : l'organigramme de l'entreprise

## 4. Organisation technique

Floquet monopole est constitué de plusieurs services qui assurent la fabrication des disques de freins. Ces services se présentent comme suit :

### *Bureau de méthodes :*

Ce service a pour but de définir et de préciser chaque étape de production en utilisant les outils de C.A.O. Parmi ses objectifs on peut citer l'établissement des gammes d'usinage, l'établissement des fiches techniques, l'établissement des plans des outillages de fabrication et de contrôle et la définition des montages d'usinage et des paramètres du processus.

### *Bureau d'études et développements :*

Il sert à étudier un mécanisme, à analyser le fonctionnement, à choisir les matériaux constitutifs et à préciser les dimensions et l'agencement en vue de la fabrication.

L'étude se concrétise par l'exécution de dessins accompagnés de spécifications précises.

### *Service maintenance :*

Ce service assure le bon fonctionnement des moyens de fabrication. Il permet aussi la réalisation des interventions sur les moyens de fabrication, l'établissement d'une fiche après chaque panne, réalisation des interventions sur les moyens de production, l'établissement des dossiers des machines.

### *Service qualité :*

Ce service assure le bon fonctionnement du système management de la qualité et l'efficacité des activités au sein de la société conformément à la norme ISO 9002. Pour ce faire, il doit réaliser les activités suivantes :

- ✓ Assurer le respect du manuel qualité, qui est un document précisant les dispositions générales prises par l'entreprise pour obtenir la qualité de ses produits.
- ✓ Mener des audits qualités qui sont des examens méthodiques et indépendants en vue de déterminer si les activités et les résultats relatifs à la qualité satisfont aux dispositions établies préalablement et si ces conditions sont mises en œuvre de façon efficace.
- ✓ Faire le suivi de la mise en place et l'efficacité des actions correctives engagées lors des audits.
- ✓ Détecter les anomalies qui entravent la qualité.
- ✓ Analyser le processus de fabrication et étudier sa normalité.

### *Service métrologie :*

A chaque étape du processus, des contrôles fréquents sont effectués au cours de chaque opération. Le laboratoire de contrôle véhicule, par sondage, dans des lots de pièces finis ou en cours de fabrication. Tous les disques qui sont non conformes passent obligatoirement par le laboratoire métrologique pour un autre test.

### *Service ressources humaines :*

Il occupe une grande importance au sein de la FMI, il est chargé de toutes les fonctions administratives et professionnelles de l'ensemble du personnel de l'usine.

### *Service production :*

C'est un service qui s'occupe du positionnement réel dans le temps des dates de début et de fin des opérations (ou groupes d'opérations) afin de tenir les délais de fabrication.

### *Service de conditionnement et stockage :*

Ce service s'occupe des travaux de conditionnement, d'emballage et de Stockage final avant l'expédition chez le client.

## **II. La production le l'entreprise**

### **1. Le produit de l'entreprise**

Floquet Monopole est spécialisé dans la fabrication des pièces de moteurs, pièces de châssis et les disques de freins pour automobile.

#### **1.1. La description de disques de freins**

Le frein à disque est un système de freinage performant pour les véhicules munis de roues en contact avec le sol : automobile, avion, train, et pour diverses machines. Ce système transforme l'énergie cinétique du véhicule en chaleur.



*Figure N° 3 : les composants de disque*

## 1.2. Les types de disques

Il existe deux types de disques, les disques pleins et les disques ventilés :

*Les disques pleins* : sont de géométrie simple et donc de fabrication. Ils sont généralement placés sur l'essieu arrière de la voiture. Ils se composent tout simplement d'une couronne pleine reliée à un bol qui est fixé sur le moyeu.

*Les disques ventilés* : sont de géométrie plus complexe. Ils sont apparus plus tardivement. Ils sont composés de deux couronnes séparées par des ailettes. Ils refroidissent mieux que les disques pleins grâce à la ventilation entre les ailettes, qui en plus, favorise le transfert thermique par convection en augmentant les surfaces d'échange.



*Figure N° 4 : les disques pleins et ventilés*

## 2. Le processus de fabrication

Dans l'usine, il existe quatre lignes de production, les deux premières lignes L1 et L2 servent à fabriquer les disques ventilés, la troisième ligne L3 est pour la fabrication des disques pleins, et finalement la quatrième ligne L4 fabrique les disques ventilés d'épaisseur plus grande que ceux fabriqués dans L1 et L2.

La production de disques de freins passe par les opérations suivantes :

***OP 10 : La réception des disques bruts.***

***OP 20 : Tournage (ébauche)***

Cette opération permet de réaliser l'ébauche de la piste F2.

***OP 30 : Tournage (demi-finition)***

Cette opération permet de réaliser l'ébauche de la piste F1.

***OP 40 : Tournage (finition)***

La machine s'occupant de cette opération permet de réaliser la fonction des pistes F1 et F2, la face jante, la face appui moyeu et le diamètre de centrage.

***OP 50 et 60 : Perçage –Ebavurage***

Ces deux opérations permettent de réaliser l'ébavurage et le perçage des quatre tours de passage vis de fixation des roues et perçage des deux trous de finition moyeu.

***OP 70 : Lavage***

Cette opération effectue le lavage, le graissage et le séchage.

***OP 80 : Equilibrage***

C'est une opération d'équilibrage de disque et d'élimination de défauts de balourd.

***OP 90 : contrôle***

C'est un contrôle à 100% de toutes les épaisseurs et les dimensions.

***OP 100 : contrôle visuel***

***OP 110 : peinture***

C'est une opération de peinture des surfaces spécifiques pour protéger le disque de la rouille.

**Remarque**

Après cette opération Il s'agit d'un contrôle Aspect à 100% et une mise en chaîne.

**Conclusion**

L'entreprise Floquet monopole est bien intégrée dans le domaine de l'industrie automobile. Elle est le seul fournisseur des disques de freins dans les pays d'Afrique et de Moyen Orient.



## **Le chapitre 2**

### **La présentation de la méthode AMDEC**

L'AMDEC est une technique d'analyse prévisionnelle qui permet d'estimer les risques d'apparition de défaillance ainsi que les conséquences sur le bon fonctionnement du moyen de production, et d'engager les actions correctives nécessaires. Cette partie consiste à présenter la méthode AMDEC : sa définition, son vocabulaire et sa démarche.

## **I. Notions et Définitions**

La réalisation d'une AMDEC est recommandée aux entreprises qui souhaitent obtenir une norme ou une certification. La méthode AMDEC est l'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité. C'est un outil utilisé dans la démarche qualité et dans le cadre de la sûreté de fonctionnement.

### **1. Définition**

L'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité est une méthode rigoureuse et préventive visant à recenser, puis à évaluer, les défaillances potentielles d'un système et/ou d'un élément. La réflexion débouche sur une hiérarchisation de celles-ci suivie d'une prise de décision quant aux actions à mener. Un suivi et un calendrier de la réalisation de ces actions correctives ou de surveillance sont mis en place. L'application de ces mesures est vérifiée sur le terrain.

Chaque étude est capitalisée pour être utilisée comme support de diagnostic et pour les projets futurs.

### **2. Les types de l'AMDEC**

Il existe plusieurs types d'AMDEC :

#### **2.1. AMDEC produit**

Elle permet d'identifier les défaillances du produit ou de ses composantes en phase de conception et de valider la définition d'un produit par rapport au cahier des charges pour assurer la qualité, avant que la définition du produit ne soit figée.

#### **2.2. AMDEC processus**

L'objet de cette analyse est la conception de l'industrialisation (gamme de fabrication, d'assemblage, de retouche et de contrôle) du produit qui est examiné dans les différentes opérations de production prévues : fabrication, contrôle, manutention..., pour s'assurer que le

processus industriel étudié permettra de fabriquer en série un produit conforme aux exigences spécifiées aux plans.

### 2.3. AMDEC machine

L'objet de cette analyse est l'outil de production, machine, robot, montage d'usinage, outillage.., qui est examiné lors de sa conception, pour s'assurer qu'il satisfera en exploitation aux objectifs de conformité du produit ainsi que de la fiabilité, maintenabilité, disponibilité, et sécurité des personnes et des biens...

Les conséquences des défaillances potentielles sont relatives à l'utilisateur du moyen, c'est à dire le fabricant du produit automobile.

## 3. Les objectifs de l'AMDEC

La méthode AMDEC confronte les connaissances des différents secteurs d'activité de l'organisation pour obtenir les objectifs suivants :

- ✓ *L'amélioration et la stabilité du système étudié*, par la hiérarchisation des risques et le traitement prioritaire des risques critiques.
- ✓ *La réduction des coûts*, par la réduction des effets négatifs internes et externes et par l'obtention d'un niveau de qualité optimal.
- ✓ *La diminution des risques inhérents au système étudié*, par la mise en œuvre d'un plan d'action.
- ✓ *L'optimisation des contrôles*, par la détermination d'un plan de maintenance des actions préventives et correctives décidées.

## II. La démarche AMDEC machine, analyse et évaluation

### 1. La démarche AMDEC machine

La démarche AMDEC se déroule selon les phases suivantes :

- ✓ *La préparation :*

Pour démarrer une AMDEC, il faut identifier le sujet et le périmètre de la démarche ainsi que la composition du groupe de travail. La réflexion doit être menée par un groupe de travail pluridisciplinaire, dont les participants sont guidés par un animateur garant de la

méthode AMDEC. Le succès de la démarche repose sur la compétence, la rigueur et la créativité des membres de ce groupe.

✓ *Décomposition fonctionnelle de la machine :*

Elle permet d'identifier clairement les éléments à étudier et les fonctions à assurer. C'est une étape indispensable car il est nécessaire de bien connaître les fonctions de la machine pour analyser ensuite les risques de dysfonctionnement. Elle facilite l'étape ultérieure d'analyse des défaillances. Elle peut être menée de manière plus ou moins détaillée selon les besoins.

✓ *L'analyse qualitative et quantitative des défaillances :*

L'aspect qualitatif de l'analyse consiste à recenser les défaillances potentielles inhérentes aux fonctions du système étudié, à rechercher et à identifier les causes de ces défaillances ainsi que leurs effets sur les clients, et sur l'environnement de travail.

L'aspect quantitatif de l'analyse consiste à évaluer les défaillances potentielles afin de les hiérarchiser. L'évaluation des défaillances s'effectue en calculant la criticité selon plusieurs critères, la gravité des effets, la fréquence d'apparition des causes et la capacité de détection des défaillances.

✓ *La mise en place et le suivi des plans d'action :*

L'évaluation des défaillances est un outil aide à la décision. Le groupe de travail identifie les défaillances à traiter en priorité et décide des actions à mener pour gérer le risque. L'efficacité du plan d'action décidé doit être mesurée régulièrement afin d'assurer le pilotage de l'amélioration continue de la démarche.

**Remarque**

L'AMDEC devra être itérative, car c'est dans la répétition de cette méthode que se fera l'amélioration continue. Une AMDEC devra être poursuivie et complétée, durant le cycle de vie du produit, tant que le procédé évolue :

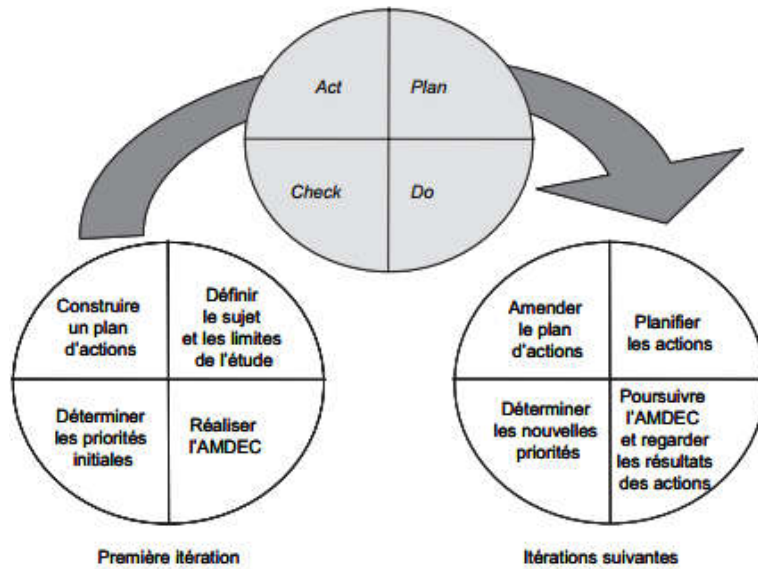


Figure N° 5 : La PDCA appliquée à l'AMDEC

## 2. L'analyse des défaillances

Il s'agit d'identifier les éléments suivants :

*Le mode de défaillance* : La forme observable de dysfonctionnement d'une machine.

*La cause* : c'est l'anomalie qui conduit au mode de défaillance. Les causes trouvent leurs sources dans cinq grandes familles. On en fait l'inventaire dans des diagrammes dits "diagrammes de causes à effets".

*L'effet* : l'effet concrétise la conséquence du mode de défaillance. Il dépend du point de vue AMDEC que l'on adopte, effets sur la qualité du produit, effets sur la productivité et effets sur la sécurité. Un effet peut lui-même devenir la cause d'un autre mode de défaillance.

*La détection* : c'est le contrôle ou l'action qui empêche la défaillance d'arriver chez le client.

## 3. L'évaluation

L'évaluation se fait selon 3 critères principaux : la gravité, la fréquence, la non-détection. Ces critères ne sont pas limitatifs, le groupe de travail peut en définir d'autres plus

judicieux par rapport au problème traité. Chaque critère est évalué dans une plage de notes. Cette plage est déterminée par le groupe de travail.

*La gravité* : elle exprime l'importance de l'effet sur la qualité du produit ou sur la productivité ou sur la sécurité. Le groupe doit décider de la manière de mesurer l'effet.

*La fréquence (occurrence)* : on estime la période à laquelle la défaillance est susceptible de se reproduire.

*La détection* : elle exprime l'efficacité du système permettant de détecter le problème.

*La criticité* : lorsque les 3 critères auront été évalués, on fait le produit des 3 notes obtenues pour calculer la criticité C :

$$C = G * F * D$$

*Avec* :

C : La criticité

G : La gravité

F : La fréquence

D : La détection

Plus la note de criticité est élevée, plus la défaillance est importante. Le plus souvent les entreprises fixent une note de criticité à ne pas dépasser.

#### **4. Détermination de priorité (cotation)**

Pour déterminer la priorité, on va donner à chaque critère (gravité, fréquence, détection) une note, en utilisant la cotation intégrée dans la procédure de l'entreprise « création et suivi des AMDEC : Produit / Process / Moyen de production / Flux /Inversé».

- **La grille de cotation de gravité :**

Niveau de gravité		Définition
Mineure	1	Arrêt de production < 10 min ; Aucune dégradation notable.
Significative	2	Arrêt de production entre 10 min et 30 min ; Remise en état de courte durée ou petite réparation.
Moyenne	3	Arrêt de production entre 30 min et 1 h ; Changement de matériel défectueux.
Majeure	4	Arrêt de production entre 1 h et 2 h ; Intervention importante sur les sous ensemble.
Catastrophique	5	Arrêt de production de > 2h ; Intervention lourde nécessite des moyens couteux, problème de sécurité du personnel.

*Tableau N° 2 : la grille de cotation de gravité*

- **La grille de cotation de fréquence :**

Fréquence		Définition
Très faible	1	Défaillance rare : moins d'une défaillance par an.
Faible	2	Défaillance possible : moins d'une défaillance par mois.
Moyenne	3	Défaillance fréquente : moins d'une défaillance par semaine.
Forte	4	Défaillance très fréquente : plus d'une défaillance par semaine.

*Tableau N° 3 : la grille de cotation de fréquence*

- **La grille de cotation de détection :**

Niveau de détection		Définition
Evidente	1	DéTECTABLE à 100% : détection certaine de la défaillance, signe évident d'une dégradation ; Dispositif de détection automatique (alarme).
Possible	2	DéTECTABLE : signe de la défaillance facilement détectable mais nécessite une action particulière (visite).
Improbable	3	Difficilement détectable ou nécessitant une action ou des moyens complexe.
Impossible	4	IndéTECTABLE aucun signe de défaillance.

*Tableau N° 4 : la grille de cotation de détection*

## 5. Les actions

Les actions à établir pour ce travail se résument dans les points suivants :

- ✓ Déterminer les listes des PDR, et une *short-List* pour les éléments les plus critiques qui doivent exister obligatoirement dans le stock.
- ✓ Le plan de maintenance préventive *check-list* : représente l'ensemble des Interventions à suivre selon une fréquence d'intervention (en heures).
- ✓ Le plan de maintenance systématique journalière : représente des contrôles et des vérifications à faire par le technicien chaque jour avant de commencer la production.

### Conclusion

Nous avons, dans ce chapitre, défini les outils de la méthode AMDEC et précisé son vocabulaire ainsi que sa démarche. Ces différents éléments seront mis en œuvre dans le chapitre suivant pour définir les éléments critiques de la machine et d'établir par la suite un plan d'action.



## **Le chapitre 3**

### **La mise en œuvre de la méthode AMDEC sur la machine de centre d'usinage**

Ce chapitre consiste à étudier le fonctionnement de la machine centre d'usinage CMX 600 V. On commence par étudier sa criticité et sa décomposition, on passe ensuite à la réalisation de l'AMDEC machine, et finalement on établit un plan de maintenance et des actions préventives.

## **I. Présentation de la problématique**

Le grand problème dont une entreprise souffre généralement est le risque d'arrêt de production à cause des pannes. C'est pour cela que l'atelier maintenance de Floquet monopole cherche toujours à travailler de manière préventive, pour minimiser la probabilité des pannes, pour optimiser les contrôles et pour réduire les coûts des effets de défaillance et les causes de ces effets.

Il est nécessaire de travailler avec des méthodes qui permettent d'éviter les risques de pannes, d'assurer le bon fonctionnement des machines et d'atteindre les autres attentes du service maintenance.

## **II. Présentation de travail**

Notre projet est axé sur l'application de la méthode AMDEC machine afin d'anticiper les problèmes potentiels et de proposer un plan d'action.

Pour réussir ce travail, il est nécessaire de suivre une méthodologie bien définie.

### **1. Préparation**

#### **1.1. La criticité de la machine**

En se basant sur la procédure propre à l'entreprise donnée par ISO TS 16949 (**voir l'Annexe 1**), nous avons affecté à chaque critère une note entre 0 et 4 suivant son importance.

Nous avons pris les avis de responsable maintenance, responsable production et technicien maintenance afin de remplir les cases correspondantes à l'incident des pannes, le taux d'utilisation, la difficulté de réparation et son influence sur la qualité.

Les résultats se présentent dans le tableau suivant :

Avis Critère	Responsable maintenance	Responsable production	Technicien maintenance
Incidence des pannes <b>P</b>	1	1	1
Taux d'utilisation <b>U</b>	1	1	1
Difficulté de réparation <b>R</b>	1	1	2
Influence sur la qualité <b>Q</b>	2	1	1

*Tableau N° 5 : la criticité de la machine*

Nous avons calculé par la suite le produit des quatre critères pour avoir la criticité **Cr** et nous avons obtenu la valeur **Cr** inférieur à 3, donc, d'après la fiche de la méthode d'évaluation (**voir Annexe 1**), nous avons conclu que la machine CMX 600 V est classé dans la catégorie **critique**.

Aussi Dans la ligne quatre, les opérations OP 20, OP 30 et OP 40 sont effectuées par deux machines chacune. Lorsque l'une tombe en panne l'autre reste en marche. Par contre, il existe une seule machine qui effectue les deux opérations OP 50 et 60, ce qui rend nécessaire de donner plus d'importance à cette machine. Il y a un risque d'arrêt de production si la machine centre d'usinage tombe en panne.

C'est pour toutes ces raisons nous avons choisit d'étudier la machine centre d'usinage CMX 600V.

## 1.2. La présentation de la machine étudiée

La machine que nous avons étudié est le centre d'usinage DMG MORI CMX 600 V. C'est une machine à trois axes qui assure deux opérations successives, le perçage et l'ébavurage des disques de freins (on parle de OP 50/60) dans la ligne quatre.



*Figure N° 6 : la machine CMX 600 V*

### 1.3. l'équipe AMDEC

L'AMDEC est une méthode participative, fondée sur la mise en commun des expériences diverses et des connaissances de chaque participant. Alors, tout au long de ce projet, une équipe AMDEC nous a accompagnées pour décomposer notre système et faire l'analyse et l'évaluation de chaque partie.

Cette équipe est composée généralement de techniciens et de responsables des différents services (maintenance, production, qualité ...).

## 2. Décomposition de la machine

Pour mieux comprendre le fonctionnement de la machine, et pour appliquer la méthode AMDEC sur cette dernière, nous allons la décomposer en plusieurs parties qui sont :

- La partie Mécanique
- La partie Hydraulique
- La partie Pneumatique
- La partie Electrique & Electronique
- Le Convoyeur à copeaux
- Les autres parties : Aspiration & Soufflage & graissage

### 2.1. La partie mécanique

Cette partie est composé principalement de 3 axes, l'axe X qui assure la translation horizontale de la table et l'axe Y et Z qui assurent les translations horizontale et verticale respectivement de la broche.

La décomposition de la partie mécanique se présente dans le tableau ci-dessous :

<b>Broche</b>	Vérin de serrage	Tige
		Connecteurs
		Piston
		Transmetteur
		Aimant de position
	Moteur broche	Rotor
		Stator
		Roulement
	Système de refroidissement	Thermostat
		Pompe de liquide de refroidissement
Radiateur		
Ventilateur		
	Roulement d'alignement de précision	
	Chiens de serrage d'outils	
<b>Table</b>	Mondrian	
	Pot de serrage	
	Glissière	
<b>Axe Z</b>	Servomoteur	
	Vis à billes	
	Roulement oblique	
	Poulie	
	Courroie	
<b>Axe X et Y</b>	Accouplement	
	Servomoteur	
	Roulement oblique	
	Vis à billes	
<b>Magasin</b>	Changeur d'outils	Moteur
		Pince de serrage
		Système de bras
	Magasin d'outils	Roue de magasin
		Moteur de magasin

*Tableau N°6 : la décomposition de la partie mécanique*

## 2.2. La partie hydraulique

Dans cette machine, la partie hydraulique assure la fonction de serrage et desserrage des disques par une commande numérique. Cette commande est liée avec l'ouverture et la fermeture de la porte de la machine. Lorsque la porte est ouverte le disque est desserré, dès que la porte se ferme le disque est serré par le pot de serrage.

La décomposition de la partie hydraulique se présente dans la figure ci-dessous :

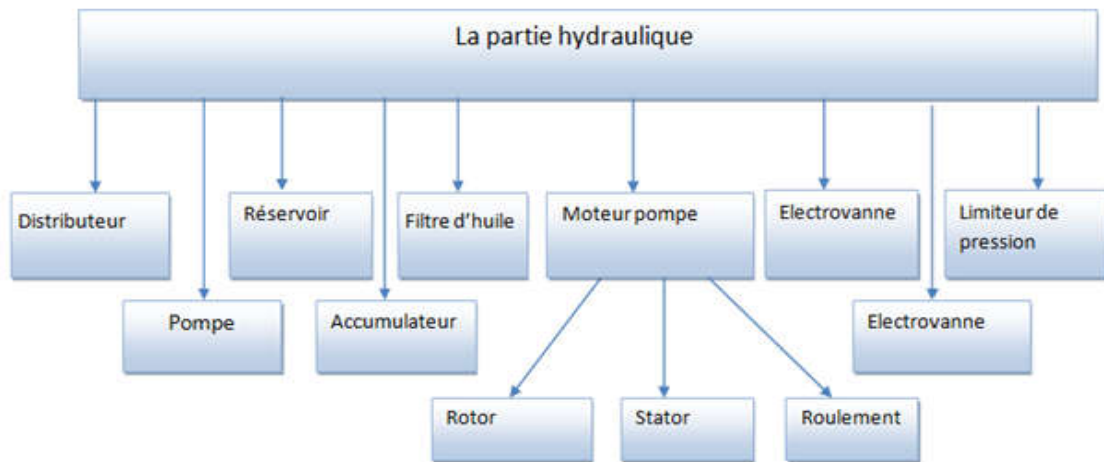


Figure N° 7 : le schéma de la partie hydraulique



Figure N°8 : le groupe Hydraulique

### 2.3. La partie pneumatique

La partie pneumatique assure trois fonctions principales, la première est le serrage et desserrage de l'outil dans la broche, la deuxième est le graissage, et la dernière est le soufflage.

La décomposition de la partie pneumatique se présente dans la figure ci-dessous :

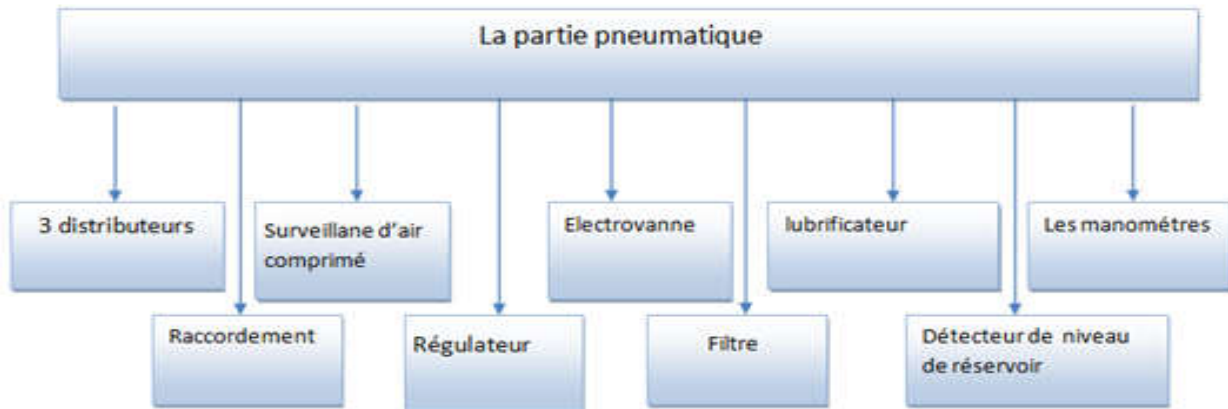


Figure N° 9 : le schéma de la partie pneumatique

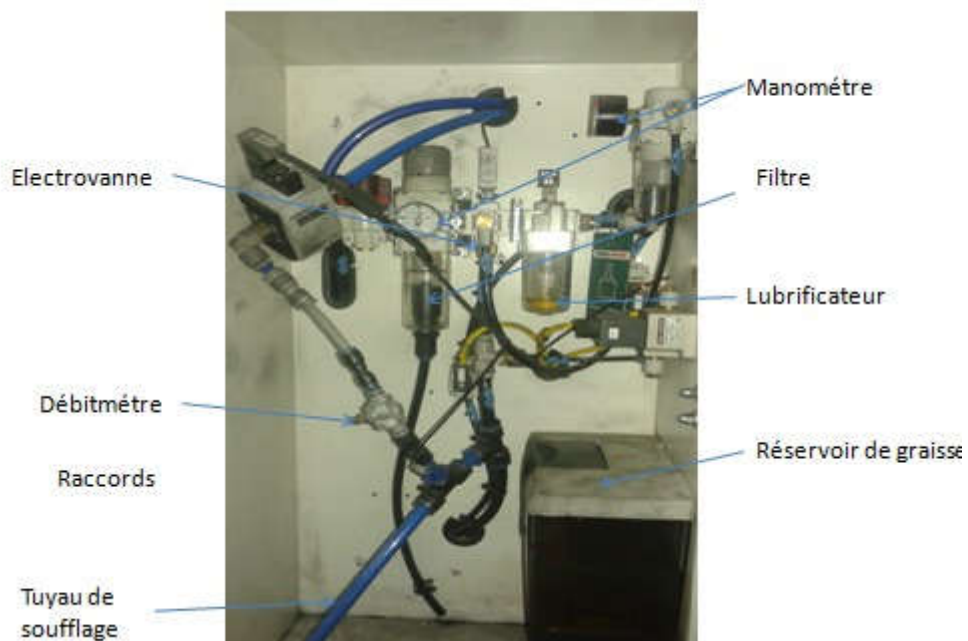


Figure N° 10 : le circuit pneumatique

#### 2.4. Le convoyeur à copeaux

Cette partie représente un mécanisme qui permet le transport des copeaux en dehors de la machine à l'aide d'une bande de raclage.

La décomposition de convoyeur à copeaux se présente dans la figure ci-dessous :

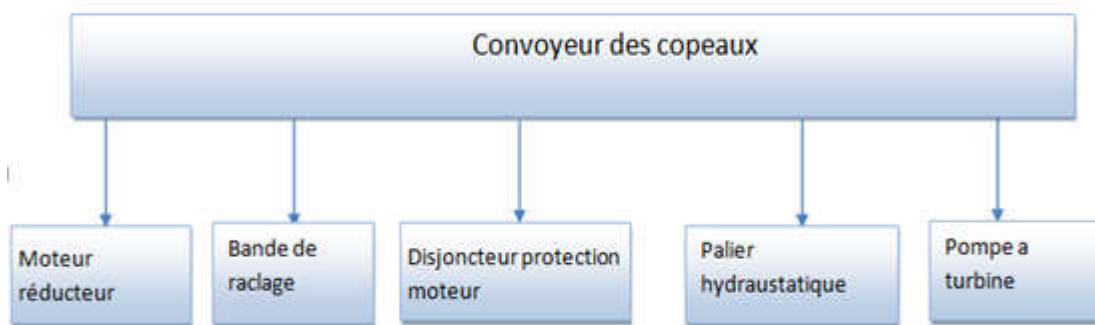


Figure N°11 : le schéma de convoyeur à copeaux

## 2.5. La partie électrique et électronique

Cette partie constitue principalement de la commande numérique qui présente le cerveau de la machine. C'est la commande qui transmette l'information aux variateurs de vitesse qui à leur tour donnent l'ordre aux moteurs de la machine pour faire leur travail.

La décomposition de la Partie électrique et électronique se présente dans la figure ci-dessous :

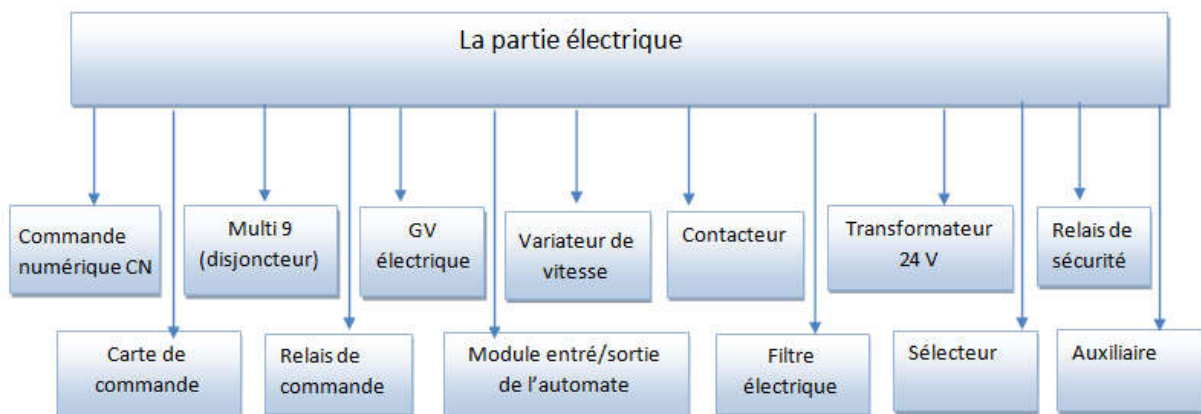


Figure N° 12 : le schéma de la partie électrique et électronique





Figure N°13 : l'armoire électrique

## 2.6. Les autres parties : aspiration, soufflage et graissage

Après le perçage des disques, pour éviter la non-conformité due à la poussière et les copeaux qui sont produits, la machine dispose des parties aspiration et soufflage. La première permet d'aspirer la poussière qui existe dans la machine par un caisson d'aspiration, et la deuxième permet de nettoyer les disques et les pots de serrage des copeaux par l'action d'une pression d'air.

Le graissage a pour but de graisser les glissières afin d'éviter les vibrations, il se fait selon une fréquence définie par l'opérateur à partir de pupitre de commande.

La décomposition cette Partie se présente dans la figure ci-dessous :

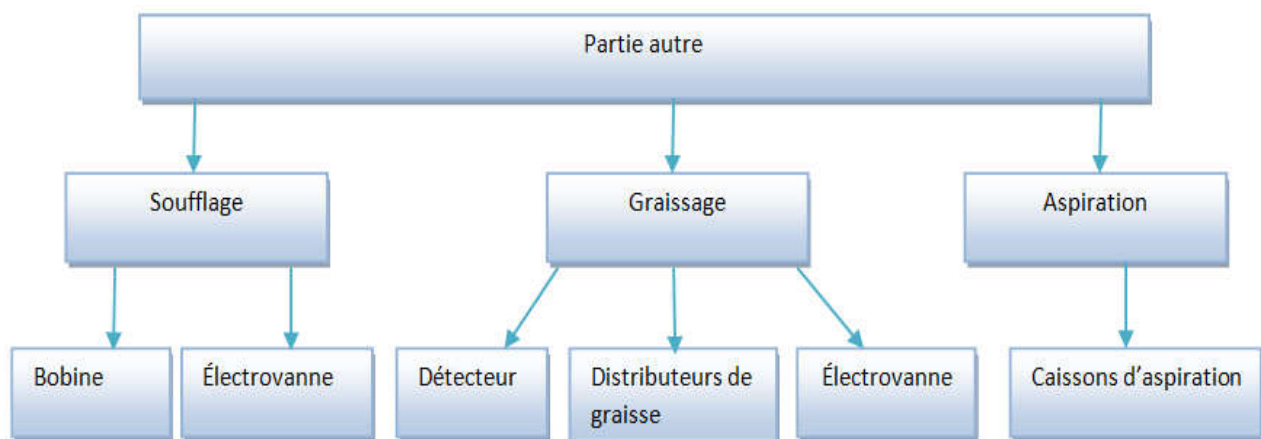


Figure N° 14 : le schéma de la partie soufflage, aspiration et graissage

## **La Codification :**

Nous avons réalisé une codification des éléments de la machine en utilisant le document gestion de codification PDR (**voir l'annexe 2**). Nous avons aussi défini le stock min pour chaque composant de la machine. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

<b>Composants</b>	<b>Code</b>	<b>stock min</b>	<b>Qte à commander</b>
CN	5120001DC5	1	
Moteur de magasin d'outils	5250002DC5	1	
Vis à billes	5250003DC5	3	
Moteur broche	5250004DC5	1	
Variateur de vitesse	5110005DC1	1	
Glissières	5250006DC5	1	
Servomoteur	5250007DC5	1	
Roulement d'alignement	5250008DC5	1	
Roue de magasin	5250009DC5	1	
Transformateur 24	5110010DC1	1	
Relais de sécurité	5110011DC1	1	
Bobine de soufflage	5340012DC4	2	
Accouplement	5250013DC5	1	
Chiens	5250014DC6	1	
Relais de commande	5110015DC1	6	
Raccords	5340016ZC4	1	
Electrovanne de graisse	5340017DC4	1	
Roulement oblique	5250018DC5	1	
Vérin pot de serrage	5250019DC5	1	
Palier à roulement	5250020DC5	1	
Filtre électrique	5110021DC1	1	
Distributeur de graisse	5340022DC4	1	
Radiateur	5250023DC5	1	
Ventilateur	5250024DC5	1	
Accumulateur	5330025DC3	2	
Réducteur	5250026DC5	1	
Soufflette	5340027ZC4	1	
Connecteur	5110028DC1	Ensemble	
Joint torique	5340029DC4	4	
Pompe de liquide de refroidissement	5250030DC5	1	
Moteur réducteur de Changeur d'outils	5250031DC5	1	
Distributeurs	5330032DC3	1	
Système de bras	5250033DC5	1	
limiteur de pression	5330034DC3	1	
Bande de raclage	5250035DC5	1	
Disjoncteur moteur	5250036DC5	1	

Contacteur	5110037ZC1	6	
GV électrique	5110038ZC1	6	
Manomètre	5330039ZC3	6	
Régulateur de pression	5340040ZC4	2	
Filtre	5340041ZC4	2	
Relais	5110042ZC1	1	
Surveillance d'air comprimé	5340043DC4	1	
Détecteurs	5340044ZC1	1	
Electrovanne d'huile	5330045DC3	1	
Moteur pompe	5330046DC3	1	
Thermostat	5250047DC5	1	
Filtre d'huile	5330048DC3	1	
Soupape manuel	5340049DC4	1	
Electrovanne d'air	5340050DC4	1	
Tuyaux	5340051ZC4	1	
Flexibles	5330052ZC3	1	
Pince de serrage	5250053DC5	2	
Ecran de pupitre de commande	5120054DC2	1	
Système de glissière de porte	5250055DC5	1	
Viraux de porte	5250056DC5	1	

*Tableau N° 7 : la codification des composants et leur stock min*



**Remarque :**

La quantité à commander est défini par le responsable maintenance selon le besoin et selon le budget alloué au PDR.

### **3. L'analyse qualitative et quantitative des défaillances**

Nous avons fait l'analyse et l'évaluation des défaillances de chaque partie de la machine, les résultats se présentent comme suit :

- **Partie mécanique :**

 <p>Floquet Monopole Industrie de l'Automobile Le Partenaire de l'Automobile</p>	<b>Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité</b>	
Code machine : 450323		

Atelier : usinage									
Ensemble : partie mécanique									
Composant	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	Criticité			
						G	F	D	C
<b>Accouplement</b>	Assurer la liaison entre l'arbre du moteur et celle de la vis à billes.	Desserrage ; Mauvais fonctionnement	Vieillessement	Problème de translation des axes ; produit non conforme	Bruit	4	1	3	12
<b>Servomoteur</b>	Entrainer la table	Manque de phase ; Court-circuit ; Moteur grillé.	Absence de commande ; Vieillessement Problème de roulement	pas d'entraînement de la table ; arrêt de production	Bruit ; Vibration ; Alarme	5	1	3	15
<b>Glissières</b>	Assurer la translation d'une pièce par rapport à l'autre	Fissure	Mauvais graissage ; Frottement	Pièces défectueuses	Bruit ; Vibration	5	1	3	15
<b>Roulement oblique</b>	Assurer une bonne précision de rotation de vis à billes	Dégradation ; Usure ; Grippage	Manque de graissage ; Vitesse excessive	Variation des côtes d'usinage	vibration	5	1	2	10
<b>Vis à billes</b>	Transformation du mouvement rotatifs au mouvement de translation soit horizontal soit vertical	Coincement ; Fissure	Vieillessement	Dégradation de la vitesse de translation des axes	Bruit ; vibration	5	1	4	20
<b>Poulie</b>	Transmission de mouvement de rotation de moteur par le courroie	Desserrage ; Mauvais liaison	Fatigue	Arrêt de production	Bruit Alarme	4	1	1	4
<b>Courroie</b>	Transmission de mouvement.	Mauvais alignement	Fatigue Vieillessement	Pas de transmission	Bruit Anormal Visuel	4	2	2	16
<b>Pot de serrage (de disque)</b>	Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique qui permet de serrer et de desserrer le disque	Blocage	Les coupeaux La poussière	Problème de serrage des disques ; disque non conforme	Visuel	5	1	2	10
<b>Vérin de serrage (outil)</b>	Transformer l'énergie pneumatique en énergie mécanique de mouvement rectiligne ou rotatif.	Blocage de vérin Usure de piston Arrêt de piston	Débit d'air insuffisant Problème des joints vieillessement	Problème de serrage des outils ; produit non conforme	Visuel ; Alarme	5	1	2	10
<b>Thermostat</b>	Réguler le débit de liquide de refroidissement vers le radiateur	Blocage : -Le thermostat reste ouvert - Le thermostat reste fermé	le gel n'est pas refroidit en temps voulu. ; le gel ne circule plus vers le radiateur	gélation de liquide ; surchauffe du moteur	Alarme	2	1	1	2

<b>Pompe de liquide de refroidissement</b>	Faire circuler le liquide de refroidissement dans le moteur	pompe est grippée (coincée)	vieillessement	surchauffe moteur	Contrôle visuel	4	1	1	4
<b>Radiateur</b>	Dissiper la chaleur de liquide de refroidissement au contact de l'air	ne refroidit plus convenablement la température du liquide de refroidissement ; fuites de ses canalisations	vieillessement	-moteur surchauffe et cela peut conduire jusqu'à la casse moteur	Difficile à détecter	4	1	2	8
<b>Ventilateur</b>	Accélérer le flux d'air pour refroidir le radiateur. Faire circuler d'air dans le radiateur	moto-ventilateur est ne fonctionne pas ; Cassure	Encombrement	Chauffage	Visuel	4	1	2	8
<b>Moteur de broche</b>	Entrainer la broche	Problème des roulements ; manque de phase ; vibration ; court-circuit	Absence de commande ; Surcharge ; Usure des roulements ; Vieillessement	Arrêt de moteur	Alarme	5	2	2	20
<b>Roulement d'alignement</b>	Dispositif destiné à guider la broche en rotation	Usure ; déformation	L'impact de la vibration ; vieillessement	Défauts d'alignement ; blocage et arrêt de broche	Bruit	5	1	3	15
<b>Pince de serrage</b>	Assurer le serrage d'outil	Serrage insuffisant	Déréglage	Chute de l'outil ; ralentissement de la production	Visuel	3	2	2	12
<b>Moteur de Changeur d'outil</b>	C'est un commutateur automatique d'outil, Il se sert d'un réglage rotatoire pneumatique de position qui assure le changement sûr d'outil	Le moteur de changeur ne fonctionne pas	absence de commande	Arrêt de production	Détection par machine	4	1	1	4
<b>Système de bras</b>	Assurer le fonctionnement de pince de serrage	Coincement	Manque d'huile	Pas de serrage d'outil	Alarme Visuel	4	1	1	4
<b>Moteur de Magasin d'outils</b>	Assurer la disponibilité des outils au moment voulu.	Dysfonctionnement du moteur de magasin d'outils	Absence de commande	Arrêt de production	Alarme	5	2	2	20
<b>Roue de magasin</b>	assurer la rotation de magasin d'outil	Coincement	Vieillessement	Arrêt de production	Alarme	5	1	3	15



Tableau N° 8 : l'AMDEC de la partie mécanique

- **Partie Hydraulique :**

Code machine : 450323									
Atelier : usinage									
Ensemble : Partie Hydraulique									
Composant	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance effets	Effet de défaillance	Détection	Criticité			
						G	F	D	C
<b>Moteur pompe</b>	Entrainer la pompe hydraulique	moteur cramé ; Problème de roulement ; vibration ou pas de rotation	Manque de phase ; -Vieillessement ; usure des roulements	-arrêt de la pompe	Bruit ; Visuel ; Alarme	3	1	1	3
<b>Distributeurs</b>	Diriger l'huile sous pression aux unités de commande.	Fuite ; Pas de transfert	Usure des joints ; Vieillessement ; Surpression	Dysfonctionnement de pot de serrage	Visuel ; Alarme	2	1	2	4
<b>Filtre d'huile</b>	Filtrer le lubrifiant	Mauvais filtration	Détérioration ; Colmatage	Usure de la pompe	Visuel	1	1	2	2
<b>Accumulateur</b>	Contenir l'azote pour stabiliser la pression hydraulique	Fuite Usure	Fatigue	mauvaise état de joint	Visuel	2	2	2	8
<b>Limiteur de pression</b>	Limiter la pression à un seuil donné	Fuite ; usure	Fatigue ou Casse du ressort ; vieillessement	Pression variable	Alarme	2	1	2	4

Tableau N° 9 : l'AMDEC de la partie hydraulique



- **Partie convoyeur à copeaux :**

	Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité								
Code machine : 450323									
Atelier : usinage									
Ensemble : Partie convoyeur à copeaux									
Composant	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance effets	Effet de défaillance	Détection	Criticité			
						G	F	D	C
<b>Réducteur</b>	Réduire la vitesse de rotation de moteur électrique.	Blocage ; coincement	Usure d'engrenage ; Problème de réglage	arrêt de bande de raclage	Inspection visuel ; Analyse vibratoire	4	1	2	8
<b>Disjoncteur moteur</b>	Organe de protection dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas de surcharge ou de court circuit.	Chauffage	Effet joule ; Le seuil de déclenchement n'est pas réglable ; problème de commande.	Court-circuit	Par machine	2	1	2	4

<b>Paliers à roulement</b>	Utilisés en construction mécanique pour supporter et guider des arbres de transmission	Usure ; Coincement	Frottement de glissement -Grande charge	Mauvais commande	Visuel	3	1	3	9
<b>Bande de raclage</b>	Transport des copeaux	Coincement	Mauvais graissage	Problème de transport des copeaux	Visuel	4	1	1	4

Tableau N° 10 : l'AMDEC de convoyeur à copeaux



• **Partie électrique & électronique :**

		<b>Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité</b>								
Code machine : 450323										
Atelier : usinage										
Ensemble : Partie électrique & électronique										
Composant	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance effets	Effet de défaillance	Détection	Criticité				
						G	F	D	C	
<b>Variateur de vitesse</b>	Régler la vitesse d'un moteur	Un défaut de fonctionnement	Le capteur de température du variateur ne fonctionne pas correctement	Fonctionnement incorrect ou arrêt de du moteur ; arrêt de production	Alarme	4	2	2	16	
<b>Contacteur</b>	Etablir ou interrompre le passage du courant à partir d'une commande électrique	Disfonctionnement	Surcharge ; Surintensité	Arrêt de machine	Possible par multimètre	2	2	1	4	
<b>Transformateur 24</b>	permet de convertir une tension alternative élevée en tension très basse de 24V	court-circuit ;	Surintensité	Arrêt de machine	Visuelle ; multimètre Alarme	3	2	2	12	
<b>Multi 9(disjoncteur)</b>	protège des biens contre les courts circuits et les surcharges.	Grillage	Surtension ; surcharge	Coupure de signal ;	Visuel Alarme	2	1	1	2	
<b>CN commande numérique</b>	Logiciel ayant pour fonction de donner les instructions de mouvements à tous les éléments de la machine	erreur de poursuite ; ne fonctionne pas	Absence de connexion	Arrêt machine	Alarme	4	3	2	24	
<b>Relais sécurité</b>	Ils surveillent les fonctions de sécurité, autorisent le	Ne fonctionne pas	dégradation de la bobine	problème de démarrage de la	Détection déficèle Alarme	3	2	2	12	

	démarrage de la machine ou exécutent des commandes pour l'arrêt			machine					
<b>Relais de commande</b>	Ils permettent de commander les servomoteurs	Pas de commande des servomoteurs	Surtension	Arrêt des axes	visuel	2	3	2	12
<b>Filtre électrique</b>	modifier un signal électrique d'entrée, en un signal électrique de sortie, et extraire une partie de l'information, afin de restituer un signal plus intelligible	Filtre ne répond pas ; Filtre grillé ;	Manque de puissance	mauvais filtrage de signal	indicateur visuel et/ou électrique	3	1	3	9
<b>Connecteurs</b>	Assurer la connexion Entre les différents éléments du circuit	Rupture	-Vieillessement ou Fatigue -surchauffe	Disfonctionnement de circuit électrique	Visuel	2	1	3	6
<b>GV électrique</b>	Séparer ou connecter un circuit électrique pour chaque composante de la machine	Ne fonctionne pas	-Surcharge -surtension	Arrêt de production	- Visuel -alarme	2	1	2	4

Tableau N° 11 : l'AMDEC de la partie électrique & électronique

• **Partie pneumatique :**

		<b>Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité</b>							
Code machine : 450323									
Atelier : usinage									
Ensemble : Partie pneumatique									
Composant	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	Criticité			
						G	F	D	C
<b>Manomètre</b>	mesurer et contrôler la pression	ne fonctionne pas	Surpression	Pas de mesure de pression	Visuel	2	1	2	4
<b>Régulateur de pression</b>	maintenir l'air à une pression constante et réglable en fonction de la demande	Disfonctionnement	Pression élevé	déréglage de pression	alarme machine	2	1	2	4
<b>Filtre</b>	Epurer l'air et soustraire du système tous les éléments nuisibles au bon fonctionnement	-colmatage -mauvais filtrage	Surcharge	Problème de fonctionnement de circuit pneumatique	-Par machine -Visuel	1	2	2	4
<b>Lubrificateur</b>	Un lubrificateur qui a	lubrification	Surcharge	-dégradation		1	2	2	4



	pour rôle d'incorporer à l'air un brouillard d'huile afin de lubrifier les parties mobiles des composants pneumatiques.	inadaptée		de circuit pneumatique	Alarme				
<b>Surveillance d'air comprimé</b>	Contrôler l'air comprimé pour détecter les fuites	Dysfonctionnement	Absence de commande	Pas de détection des fuites	Alarme machine	2	1	2	4
<b>Raccordement</b>	raccorder les tuyaux entre eux	Mauvais raccordement	Vieillessement	Fuites	Visuel	2	3	2	12
<b>Electrovanne pneumatique</b>	vanne commandée électriquement	Coincement	Fatigue	Pas de circulation de l'air	Visuel	3	2	2	12
<b>Soupape manuelle</b>	Une soupape permet d'évacuer du fluide surcomprimé vers l'extérieur lorsque la pression atteint la valeur limite dans le but de protéger les réservoirs de la surpression.	Dysfonctionnement ; ressort défectueux ; fissures	Fatigue par flexion	Surpression	Par machine	2	1	1	2
<b>Joint torique</b>	Assurer l'étanchéité de deux pièces interdépendantes	Corrosion	Vieillessement ; fatigue	Fuite	Visuel	3	1	2	6

Tableau N°12 : l'AMDEC de la partie pneumatique

• **Partie soufflage, aspiration et graissage :**



		<b>Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité</b>							
Code machine : 450323									
Atelier : usinage									
Ensemble : Partie soufflage, aspiration et graissage									
Composant	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	Criticité			
						G	F	D	C
<b>Electrovanne de soufflage</b>	graisser périodiquement les différents organes en mouvement d'une machine	dysfonctionnement ; Colmatage ; Cavitation ;	Surpression	Coincement des organes en mouvement	Alarme	4	3	1	12
<b>Distributeurs de graisse</b>	Diriger la graisse sous pression aux unités de commande	Fuite Pas de transfert	-Usure des joints -vieillessement -Surpression	Arrêt de l'unité concernée	Visuel Alarme	3	1	3	9
<b>Détecteur</b>	Détecter la présence de graisse	Détecteur grillé	Surcharge	Pas de détection	Alarme	2	2	1	4

Tableau N°13 : l'AMDEC de la partie soufflage & graissage

Après la discussion, l'équipe AMDEC a décidée de prendre le seuil de criticité **C=12**.

➡ Tous les composants qui ont une criticité  $C \geq 12$  sont critiques, ils doivent exister dans le stock comme PDR. Ces composants nous ont permet, par la suite, de déterminer les éléments les plus critiques qui sont listés dans la short-List des PDR.

## 4. La mise en place et le suivi de plan d'action

Notre plan comporte trois types d'action : une short-List des PDR, une maintenance préventive sous forme d'une check-list, et une maintenance systématique journalière

### 4.1. Short-List des PDR

La short-List est une liste qui contient les composants les plus critiques, qui doivent obligatoirement exister dans le stock.

Après avoir déterminer les éléments critiques, on utilise la méthode Pareto pour extraire les éléments les plus critiques.

Composants	Code	Criticité	Cumul	Pourcentage
CN	5120001DC5	24	24	8%
Moteur de magasin d'outils	5250002DC5	20	44	15%
Transformateur 24	5110005DC1	20	64	22%
Variateur de vitesse	5250007DC5	16	80	27%
Courroie	5120054DC2	16	96	33%
Servomoteur	5250055DC5	15	111	38%
Relais de sécurité	5340017DC4	15	126	43%
Electrovanne de soufflage	5330045DC3	15	141	48%
Electrovanne de graisse	5340050DC4	15	156	54%
Electrovanne pneumatique	5250057DC5	15	171	59%
Raccordement	5250056DC5	12	183	63%
Moteur broche	5110010DC1	12	195	67%
Pince de serrage	5110015DC1	12	207	71%
Relais de commande	5110011DC1	12	219	75%
Roue de magasin	5120054DC2	12	231	79%
Bobine	5340012DC4	12	243	84%
Accouplement	5250013DC5	12	255	88%
Glissières	5250006DC5	12	267	92%

Roulement d'alignement	5250008DC5	12	279	96%
Vis à billes	5250003DC5	12	291	100%

Tableau N°14 : le tableau de Pareto

En utilisant Excel, on obtient le diagramme suivant :

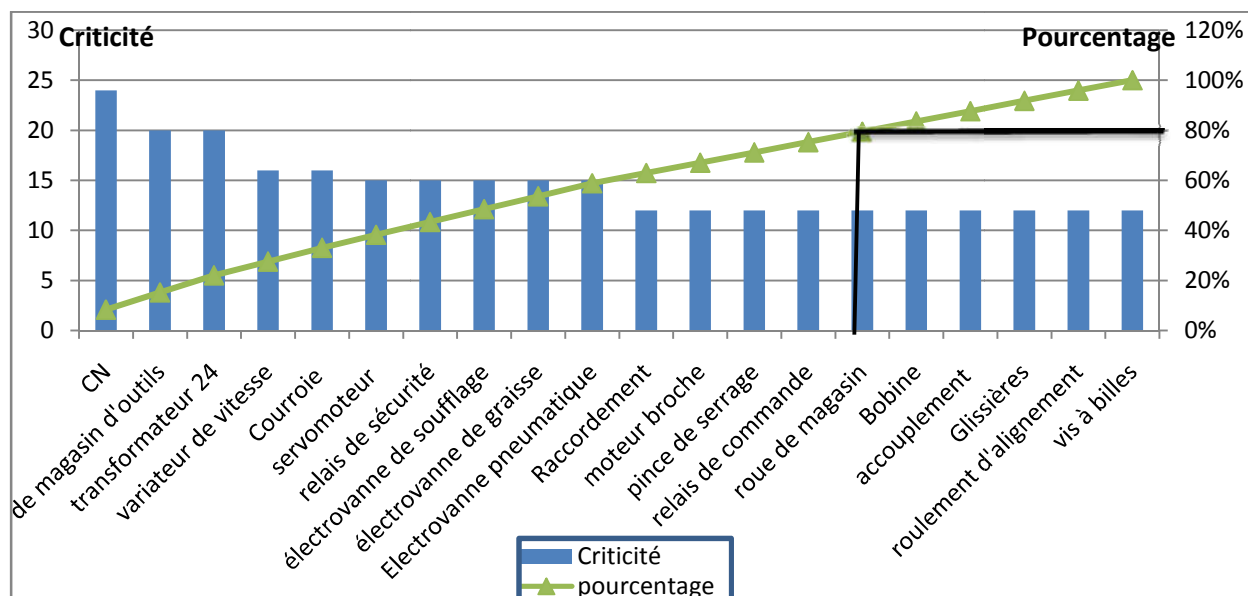


Figure N° 15 : le diagramme de Pareto

D'après ce diagramme nous constatons que les composants les plus critiques qui présentent les 80% de la totalité de criticité, sont listés dans la Short-List ci-dessous :

Eléments	Code	Stock min	Qte à commander
CN	5120001DC5	1	
Moteur de magasin d'outils	5250002DC5	1	
Transformateur 24	5110010DC1	1	
Variateur de vitesse	5110005DC1	1	
Courroie	5250057DC5	1	
Servomoteur	5250007DC5	1	
Relais de sécurité	5110011DC1	1	
Electrovanne de graisse	5340017DC4	1	
Electrovanne d'huile	5330045DC3	1	
Electrovanne de soufflage	5340050DC4	1	
Raccordement	5250056DC5	1	
Moteur broche	5110010DC1	1	
Pince de serrage	5110015DC1	2	

Relais de commande	5110015DC1	6	
--------------------	------------	---	--

*Tableau N°15 : short-List des pièces critiques*

### Remarque

La short-List est exigé par l'audit.

### 4.2. Check-list des tâches critiques

Il s'agit d'une liste de maintenance préventive qui se réalise selon une fréquence donnée.

Nous avons réalisé la Check-list des tâches critiques en concertation avec le responsable maintenance.

Machine	Intervention	Fréquence d'intervention (h)	Etat de réalisation OK/NOK	Commentaire
OP 50/60 L4	Nettoyage général de l'armoire avec l'aspirateur	Si besoin		
	Nettoyer la machine de l'extérieur et l'intérieur	50		
	Retirer les copeaux et nettoyer le soufflet et les capots en acier des axes	50		
	Déterminer la capacité de retenue des vitres de regard	2000		
	Nettoyage + graissage des glissières	500		
	Contrôler le fonctionnement du pupitre de commande	250		
	Vérification des câbles, des raccords et des connexions d'armoire	2000		
	Contrôle visuel des flexibles et des tuyaux	1000		
	Remplacer les filtres + Nettoyer le carter des filtres	2000		
	Nettoyer l'étui de magasin d'outils	250		
	Nettoyer la pince de la broche	250		
	Vérifier l'état de la pince de serrage d'outil.	1000		
	Nettoyer le convoyeur à copeaux	Une fois par an		

	Nettoyer le toit rétractable	500		
	Vérifier l'absence de dommage de cône de broche	1000		
	Démontage carter + nettoyage général de la partie broche et des courroies avec aspirateur	2000		
	Vérifier les câbles et les raccords des capteurs de mesure	1000		
	Vérification et contrôle du fonctionnement machine	250		
	Changer la courroie	2 ans		
	Vérifier le niveau d'huile de réducteur échangeur d'outil	250		

*Tableau N° 16 : la check-list des tâches critiques*

#### 4.3. Maintenance systématique journalière

Nous avons réalisé un plan de maintenance systématique journalière, sous forme d'un ensemble des interventions, qui doivent se réaliser chaque jour avant le démarrage de la

machine.


		<u>Maintenance Systématique Journalière</u>												Code : ER 007 DATE : 16/05/2018											
Période du : .....															au : .....			Code machines :							
450323																									
DISQUE																									
jours	<i>Intervention</i>																								
	Vérifier le Groupe hydraulique : niveau d'huile, pression			Vérifier le niveau de graisse ; vérifier le niveau de lubrifiant (pneumatique)			Vérifier Etat de soufflage (pression) ; Contrôle le fonctionnement d'aspirateur			Contrôle mécanique : état de pot de serrage, état de magasin d'outil, état des glissières, bruit anormale			Vérifier le Circuit air comprimé (fuite, pression)			Contrôler le fonctionnement de convoyeur à copeaux			Contrôler état de broche : fonctionnement des chiens et de vérin de serrage, système de refroidissement			Contrôle Armoire de commande (Etat climatiseur ; odeur)			Intervenant
	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									
26																									
27																									
28																									
29																									
30																									
31																									

Tableau N° 17 : plan de maintenance systématique journalière avant la mise en place

Nous avons déposé cette liste le 16 mai pour être mis en place, Les résultats se présentent comme suit :

Période du : 01/05/18 au 31/05/18 Code machine : 450323

DISQUE

Jour S	Intervention												Intervenant												
	Vérifier le Groupe hydraulique : niveau d'huile, pression			Vérifier le niveau de graisse ; vérifier le niveau de lubrifiant (pneumatique)			Vérifier Etat de soufflage (pression) ; Contrôle le fonctionnement d'aspirateur			Contrôle mécanique : état de pot de serrage, état de magasin d'outil, état des glissières, bruit anormale				Vérifier le Circuit air comprimé (fuite, pression)			Contrôler le fonctionnement de convoyeur à copeaux			Contrôler état de bruche : fonctionnement des chiens et de vérin de serrage, système de refroidissement			Contrôle Armoire de commande (Etat climatiseur ; odeur)		
	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	M	S	N	
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
18	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
19	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
20																									
21	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
22	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
23	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
24	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
25	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
26	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
27																									
28	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
29	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
30	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	
31	OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK		OK	OK	Zimb ZAKARIA	

Attention : en cas d'un écart l'intervenant doit le mentionner en recto du document

Tableau N° 18 : plan de maintenance systématique journalière après la mise en place

Quand le technicien maintenance détecte un problème, il le signale en recto de ce document qui se présente comme suit :

		<u>Maintenance systématique</u>		Code : ER007
		<u>journalier</u>		DATE : 01 / 07 / 2013
Mesure NOK	date	action	Intervenant	observation
Fuite d'eau	22/05/2018	Réparation de fuite d'eau démontage du barillet	ZAKARIA	bien fait
Niveau de graissage	29/05/2018	Remplissage d'huile G8	Felbah	fait
climatisation d'été	30/05/18	contrôle d'état climatisation + Réglage de températures	Felbah	fait

Tableau N° 19 : le recto de plan de maintenance systématique journalière

## Conclusion

Nous avons, dans ce chapitre, mis en œuvre la démarche AMDEC. En suivant les quatre étapes de la démarche, nous avons défini la criticité de la machine, puis, nous avons réalisé la décomposition fonctionnelle de la machine, ensuite, nous avons analysé les défaillances et calculé la criticité de chaque composants, en dernier, nous avons déterminé les actions adéquates à engager, dans le but d'augmenter la fiabilité et la disponibilité de système étudié.



## Conclusion

Ce projet de fin d'études, a été l'occasion de mettre en œuvre un certain nombre de connaissances acquises tout au long de notre formation « Génie Industriel », et encore plus, une occasion de découvrir le monde industriel.

Nous rappelons que notre projet de fin d'étude avait pour objectif la réalisation d'un plan de maintenance préventive de la machine centre d'usinage « CMX 600V », la définition des pièces de rechange et la détermination de la périodicité des actions préventives des tâches critiques.

Dans cet objectif, nous avons procédé à plusieurs investigations, en se basant sur les dossiers techniques, les catalogues de la machine, l'expérience du service maintenance, ainsi que les remarques des techniciens et des opérateurs.

Après l'étude de besoin et l'identification de périmètre de la démarche AMDEC, et à travers un groupe de travail. Nous avons décomposé la machine en plusieurs parties. Puis, nous avons recensé les défaillances inhérentes aux fonctions du système. Ensuite, nous avons recherché et identifié les causes de ces défaillances ainsi que leurs effets. Enfin, nous avons évalué les défaillances potentielles afin de les hiérarchiser et de mettre en œuvre un plan d'action qui contient la liste des pièces de rechange, la Short-List des pièces plus critiques, la Check-list de la maintenance préventive et finalement le plan de maintenance systématique journalière.

## ***Bibliographie***

**Gérard LANDY, le guide pratique de L'AMDEC, AFNOR, 2007.**

**Jean FAUCHER, Pratique de l'AMDEC, DUNOND, Paris, 2009.**

## ***Web graphie***

Le site de Faculté des Sciences et Techniques de Fès :

<http://www.memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/get/pdf/771> (visité le 16 avril 2018).

Le site de :

<https://www.leblogdudirigeant.com/efficacite-du-dirigeant-quest-ce-que-la-loi-de-pareto/> (visité le 18 avril 2018).

Le site de :

<http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Logistique/Methode-pareto-20-80-abc.htm>  
(visité le 18 avril 2018).

Le site de :

<http://www.bpms.info/amdec/> (visité le 18 avril 2018).

# **Les annexes**

## Annexe 1

S.M.F.N Service Qualité	<b>ISO TS 16949</b> <b>Processus maintenance</b>	24-09-02
----------------------------	---	----------

Le tableau d'évaluation permettant d'attribuer à chaque critère un poids entre 0 et 4 suivant son importance :

	0	1	2	3	4
<b>Incidence des pannes</b> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; text-align: center; margin: 5px auto;">P</div>	Répercution grave sur : -la sécurité -la chaîne de production -- l'environnement	Influence importante sur la chaîne de production	Influence Moyenne	Arrêt de ce Poste uniquement	Aucune Influence
<b>Taux d'utilisation</b> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; text-align: center; margin: 5px auto;">U</div>	Saturé	Fort	Moyen	Faible	Très faible
<b>Difficulté de Réparation</b> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; text-align: center; margin: 5px auto;">R</div>		Difficile	Difficulté Moyenne	Facile	Très facile
<b>Influence sur la qualité</b> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; text-align: center; margin: 5px auto;">Q</div>		Décisive	Sensible	Faible	Très facile

## Annexe 1

S.M.F.N Service Qualité	ISO TS 16949 Processus maintenance	24-09-02
----------------------------	---------------------------------------	----------

### Présentation de la méthode d'évaluation

On remplit pour chaque équipement les cases correspondantes à l'incident des pannes, le taux d'utilisation, la difficulté de réparation et son influence sur la qualité avec les poids correspondants.


On calcule ensuite le produit des quatre critères pour avoir la criticité  $C_r$  :

$$C_r = P \times U \times R \times Q$$

Le  $C_r$  permet de classer les équipements en trois catégories :

1 Critique	Si $0 \leq C_r \leq 3$
2 Ordinaire	Si $4 \leq C_r \leq 24$
3 Banal	Si $25 \leq C_r \leq 256$

## Annexe 2

	<b><u>Gestion de codification PDR</u></b>	<b>Code : ER 327</b>
		<b>DATE :16/05/2016</b>

**Emis par : Service maintenance**

**M.A.J** le 17/05/2018

***Gestion de codification PDR***

**Format : 5 F G NNNN RR**

- **5** :préfixe spécifique pour service maintenance
- **F** :Famille
- **G** :Groupe
- **NNNN** :Numéro de pièces
- **RR** :Rangée (colonne, ligne)

Famille	Type de pièces
<b>1</b>	Electrique /Electronique
<b>2</b>	Mécanique
<b>3</b>	Hydraulique /Pneumatique
<b>4</b>	Produit consommable

Groupe	Types de pièces
<b>1</b>	Electrique
<b>2</b>	Electronique
<b>3</b>	Hydraulique
<b>4</b>	Pneumatique
<b>5</b>	Mécanique
<b>6</b>	Produit consommable

**DMG Centre d'usinage :**

Rangée	DT1	DT2	DT3	DT4	DT5
	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5
<b>Types de pièces</b>	Electrique	Electronique	Hydraulique	Pneumatique	Mécanique

## Annexe 2

### TEST :

Rangée	T1	T2	T3	T4	T5
Types de pièces	Electrique	Electronique	Hydraulique	Pneumatique	Mécanique

### CTX :

Rangée	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
Types de pièces	Electrique	Electronique	Hydraulique	Pneumatique	Mécanique

### MAHR :

Rangée	M1	M2	M3	M4	M5
Types de pièces	Electrique	Electronique	Hydraulique	Pneumatique	Mécanique

### East Electrique :

Rangée	EP1	EP2	EP3	EP4	EP5
Types de pièces	Electrique	Electronique	Hydraulique	Pneumatique	Mécanique

### CMZ :

Rangée	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5
Types de pièces	Electrique	Electronique	Hydraulique	Pneumatique	Mécanique

### ZC : Zone des produits consommables

Rangée	ZC1	ZC2	ZC3	ZC4	ZC5
Types de pièces	Electrique	Electronique	Hydraulique	Pneumatique	Mécanique

