

# Sommaire

Sommaire .....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des abréviations .....	
Dédicaces .....	
Remerciements .....	
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise et cadrage du projet.....	1
1.1    Présentation de l'organisme d'accueil :.....	2
1.1.1    Généralités :.....	2
1.1.2    Les services de SOFAFER :.....	2
a)Service commercial :.....	2
b) Service logistique :.....	2
c)Service qualité :.....	2
1.1.3    Organigramme de SOFAFER : .....	3
1.1.4    Service production : .....	4
1.1.4.1    L'atelier de fabrication mécanique : .....	4
1.1.4.2    L'atelier de soudage :.....	4
1.1.4.3    L'atelier production : .....	4
a) Le refendage :.....	5
b) Machine Tube : .....	6
b) 1-Accumulateur : .....	6
b) 2-Formage :.....	7

b) 3- Refroidissement :	8
b) 4- Tronçonnage :	8
b) 5-Conditionnement et expédition :	9
c) Profileuse :	9
d) Machine tôle :	10
e) La presse :	11
1.2 Cadrage du projet :	11
2. Chapitre 2 : Analyse du processus maintenance en relation avec la norme ISO 9001 version 2015.	13
2.1 Définition de la maintenance : (NORME (NF EN 13306 X 60-319))	13
2.2 Les exigences de la norme ISO 9001 version 2015 par rapport à la maintenance :	13
2.3 Processus maintenance : (Annexe 10)	14
2.3.1 Procédure de la maintenance corrective :	16
2.3.2 Procédure de la maintenance préventive :	17
2.4 Diagnostique :	18
3. Chapitre 3 : Assurer la conformité du processus maintenance	19
3.1 Mise en place de la fiche historique :	19
3.1.1 Bon de demande d'intervention :	19
3.1.2 Fiche d'intervention :	20
3.1.3 Exemple d'une fiche historique machine :	21
3.2 Analyse du fiche historique :	22
3.2.1 Analyse de Pareto pour toute les machines de l'entreprise :	22
3.2.2 Analyse Pareto des causes des pannes pour les machines critiques :	23
3.2.3 Calcul de disponibilité :	27
3.3 La mise à jour du plan de maintenance préventive	30
3.3.1 Plan de maintenance préventive actuel :	30
3.3.2 Application de la démarche AMDEC :	31
3.3.3 Mise à jour du plan de la maintenance préventive:	38



**SOFAFER**  
**Société Fassi de FER**



Conclusion générale .....41

Annexes :.....	1
Annexe 1 : démarche AMDEC .....	1
Annexe 2 : Analyse Pareto .....	5
Annexe 3 : Méthode QQQQCP.....	6
Annexe 4 : Fiche historique machine .....	7
Annexe 5 : Mode opératoire.....	9
Annexe 6:Définition de la maintenance .....	10
Annexe 7 : Demande d'intervention .....	10
Annexe 8 : fiche d'intervention.....	11
Annexe 9 : les exigences de la norme ISO 9001 version 2015 par rapport à la maintenance .....	12
Annexe 10 : Processus maintenance de l'entreprise .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## *Liste des figures*

**Figure1** :Bobines PRO

**Figure2** :Bobines LAF

**Figure3** :Bobines LAC

**Figure4** :Bobines GAL

**Figure5** :Déroulement de la bobine à refendre

**Figure6** :Refendage de la bobine par coupe

**Figure7** :Enroulement des feuillards produits

**Figure8** :Transport des bobines et feuillards par pont roulant

**Figure9** :Schéma général su processus de fabrication des profilés sous forme de tube

**Figure10** :Feuillard déposé sur l'axe du dérouleur machine tube I

**Figure11** :Alimentation du réservoir de feuillard

**Figure12** :Réservoir de feuillard machine tube I

**Figure13** :Feuillard guidé vers le premier bloc de formage

**Figure14** :Insertion du feuillard dans le premier bloc des galets de formage

**Figure15** :Rôle du premier bloc de galets dans la machine tube I

**Figure16** :Soudage du tube par induction haute fréquence

**Figure17** :Raclage cordant extérieur de soudure

**Figure18** :Refroidissement et calibrage du tube

**Figure19** :Dispositif de coupe longitudinale du tube parvenant du bloc de calibrage

**Figure20** :Tubes dans le stock

**Figure21** :Tubes rectangles, carrés ,ronds

**Figure22** :Procédure de profilage

**Figure23** :Tube agrofe hexagonale

**Figure24** :Oméga 35 LAC

**Figure25** :Cadre 80 LAF

**Figure26** :Chemin de roulement 80

**Figure27** :Tôle ondulée

**Figure28** :Tôle NERVESCO

**Figure29** :Tôle plane

**Figure30** :Machine presse

**Figure31** :Feuillard perforé

**Figure32** : Lâme perforée

**Figure33** : Processus maintenance

**Figure34** : Bon de demande d'intervention

**Figure35** : Fiche d'intervention

**Figure36** : Planning de la maintenance préventive

**Figure37** : Fiche technique et historique de la machine

**Figure38** : Méthode des 80/20

**Figure39** : Diagramme de PARETO de la machine tube I

**Figure40** : Diagramme de PARETO de la machine tube II

**Figure41** : Diagramme de PARETO de la machine tube III

**Figure42** : La décomposition structurelle de la machine tube II

**Figure43** : Diagramme d'indice de priorité des risques.

## *Liste des tableaux*

**Tableau 1** : Méthode de QQQCP

**Tableau 2** : liste des pièces de rechanges

**Tableau 3** : Mode de défaillance et le temps d'arrêt pour la machine tube I

**Tableau 4** : Mode de défaillance et le temps d'arrêt pour la machine tube II

**Tableau 5** : Mode de défaillance et le temps d'arrêt pour la machine tube III

**Tableau 6** : calcul d'indicateur de performance et fiabilité pour février

**Tableau 7** : calcul d'indicateur de performance et fiabilité pour mars

**Tableau 8** : calcul d'indicateur de performance et fiabilité pour avril

**Tableau 9** : calcul d'indicateur de performance pour les 3 mois

**Tableau 10**: Fréquence d'apparition de la défaillance

**Tableau 11** : Gravité des effets de la défaillance

**Tableau12**: Fréquence de non-détection de la défaillance

**Tableau12**: le tableau AMDEC pour la machine tube II

**Tableau 14** : Classement de criticité.

**Tableau 15**: Plan d'action de la maintenance préventive et corrective

## *Liste des abréviations*

- AMDEC** : Analyse de mode de défaillance de leurs d'effet et de criticité
- BDI** : Bon de demande d'intervention
- GAL** : galvanisée
- IPR** : Indice de priorité des risques
- ISO** : International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)
- KPI** : key performance indicator (indicateur de performance )
- LAC** : Laminées à chaud
- LAF** : Laminées à froid
- MTBF** : Mean time between failures (temps moyen entre défaillance)
- MTTR** : Mean time to repair (moyen des temps technique de réparation)
- PDR** : Pièces de rechange
- PRO** : pré-laqués
- TA** : Temps d'arrêt
- TAT** : Temps d'arrêt total

# Introduction générale

*La globalisation de la concurrence, la complexité de l'économie et la pléthore des informations disponibles aujourd'hui placent les entreprises dans un contexte flottant avec lequel elles doivent composer. Les entreprises ont donc plus de mal à prévoir les évolutions politiques, sociales, économiques, technologiques et industrielles. Elles doivent cependant pouvoir définir une vision lointaine du futur tout en optimisant les ressources de production.*

*Une des grandes pénalités pour une entreprise est l'indisponibilité de son parc machines suite à des pannes imprévues. En effet, ceci implique différentes pertes, à savoir : Réduction de la productivité, baisse de la qualité des produits, dégradation de l'image de marque de l'entreprise, ... etc.*

*Par conséquent, la fonction maintenance est devenue primordiale pour une entreprise compétitive en adoptant une stratégie de maintenance bien organisée et visant à maintenir dans un état assurant la production attendue au coût global minimum. Il faut donc tout mettre en œuvre pour éviter le temps non productif, agir rapidement et efficacement afin d'optimiser l'utilisation du matériel. Le rôle de la maintenance dans l'entreprise est renforcé par la Norme ISO 9001 version 2015 qui exige d'avoir un processus maintenance organisé et performant.*

*C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet, nous commençons dans un premier temps par une présentation de l'entreprise ainsi qu'un cadrage du projet. Nous effectuerons ensuite une analyse du processus maintenance pour objectif de mettre à disposition ou mettre à jour les documents nécessaires pour le service maintenance.*

*Et pour conclure nous réalisons une étude d'analyse historique des équipements afin de classer les causes racines de perte par les biais de l'indicateur de disponibilité et performance.*

*Afin d'éliminer ces causes, on utilise la démarche AMDEC, ainsi que mettre à jour un plan de maintenance préventive.*

*Enfin, on clôture ce travail par une conclusion générale.*

## Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise et cadrage du projet

---

### 1.1 Présentation de l'organisme d'accueil :

#### 1.1.1 Généralités :

SOFAFER (Société Fassi de Fer) est une société industrielle opérant dans le secteur métallurgiques (profilés, tôles, Nervesco, ondulées et ridelles et planes, galvanisées : (lame) rideaux simple et perforée, profilé, etc.). Elle a été créée sur une superficie de 10.000m<sup>2</sup> dont 9000 m<sup>2</sup> couvertes. Elle a été agréée 1996 en tant qu'entreprise commerciale d'import et d'export. Les fournisseurs du SOFAFER sont la Turquie, l'Egypte, l'Espagne et le marché national.

C'est une société à responsabilité limitée (S.A.R.L) avec un capital initial était d'environ 24000000Dh, 100% marocain. Elle a un chiffre d'affaire (relevé en 2015) de 168 645 235 dirhams. Cette société dispose d'un effectif qui varie entre 100 et 200 Dont 10 cadres. Elle est composée des deux actionneurs principaux.

Son siège social : Zone Industrielle Sidi Brahim, avenue Ibn Haitam, rue Ibn Baja- 30050 Fès.

Elle se trouve aussi à Casablanca, lot 28, Km. 12,500 route 110 (Ain Sebaa)

#### 1.1.2 Les services de SOFAFER :

##### a)Service commercial :

Pour un meilleur management de la relation client, SOFAFER emploie une équipe commerciale compétente et qualifiée, orientée vers l'écoute du marché et la détection des besoins, afin d'apporter des améliorations en permanence à la prestation de service et répondre mieux aux exigences des clients. Les commerciaux sont des professionnels qualifiés.

Ils sont présents sur toutes les régions du royaume dans le but d'apporter conseil et accompagner toute les commandes afin de répondre à l'engagement de la société (qualité ; prix et délai de livraison).

### b) Service logistique :

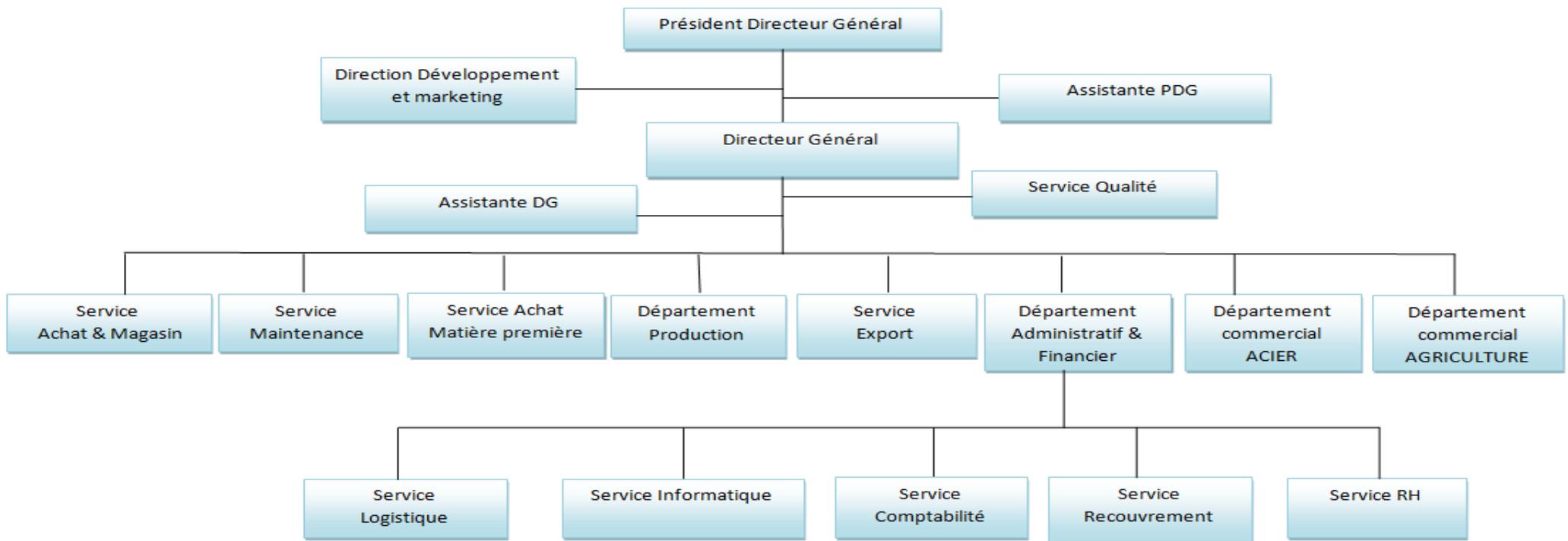
A travers le parc de camions destinés aux transports des produits. SOFAFER s'engage à répondre aux besoins de sa clientèle en matière de livraison et de distribution. Pour ce faire, SOFAFER s'assure de fournir à ses clients une prestation de qualité, basée sur la confiance et le respect des délais de livraison. SOFAFER met à la disposition de ses clients, une logistique fiable et une flotte sûre et rapide en permanence en plus de moyens de transport adaptés à leurs besoins. Une équipe expérimentée, entièrement orientée vers la prise en charge et la satisfaction des besoins des clients et prête à sillonner pour ces clients les endroits les plus lointains de tout le territoire national.

### c) Service qualité :

Le Service Qualité de SOFAFER développe continuellement des méthodes visant à assurer un niveau de qualité attendu par le client: traçabilité et vérification des données d'origine des bobines contrôlées avant et sur lignes de production envoi d'échantillons chez le client. Pour approbation le Service Qualité se déplace dans les ateliers de ces clients pour comprendre au mieux leurs besoins. Grâce à ces outils, SOFAFER peut offrir: Des aciers de qualité Des produits répondant aux critères d'utilisation.

### 1.1.3 Organigramme de SOFAFER :

L'organigramme représente les liens hiérarchiques, organisationnels et fonctionnels existants entre les différents métiers de l'entreprise, ainsi que la répartition des tâches au sein de l'entreprise, il est présenté comme suit (figure 1) :



**Figure 1 :** Organigramme de SOFAFER

### 1.1.4 Service production :

L'activité de production au niveau de l'entreprise SOSAFER est réalisée dans les sections suivantes :

1. Un atelier de fabrication mécanique ;
2. Un atelier de soudage ;
3. Un atelier de production ;
4. Un atelier de stockage.

#### 1.1.4.1 L'atelier de fabrication mécanique :

Cette partie regroupe l'ensemble des travaux de tournage, fraisage et perçage. Globalement il s'agit de la réparation des galets et l'amélioration de certaines pièces détériorées, pièces de rechange...etc.

#### 1.1.4.2 L'atelier de soudage :

Cet atelier est dirigé par un spécialiste en soudage. Son travail consiste surtout à tout ce qui est assemblage de deux ou plusieurs pièces, à des travaux d'améliorations de l'état de certaines détériorées, et bien d'autres choses encore...

#### 1.1.4.3 L'atelier production :

L'entreprise SOFAFER a pour activité la production ferrique, elle contient cinq types de machines : refendeuse, presse, tôle, profileuse, et tube. Le produit est réalisé sur cinq machines différentes (refendeuse, presse, tôle, profileuse, et tube) ; voir le tableau 1 :

**Tableau 1** : Parc machine de SOFAFER

Machines	Refendeuse	Machine Tube	Machine Profilée	Machine De tôle	Presse	Compresseur
Quantité	2	3	6	4	1	2

La fabrication commence tout d'abord par plusieurs types de bobines en acier (Bobines laminées à chaud (LAC) , Laminées à froid (LAF) , Galvanisées (GAL) et Pré- laqués(PPO)). Voir figure 2 .



**Figure 2 :** Bobines PPO/ Bobines LAF /Bobines LAC/ Bobines GAL

### a) Le refendage :

Le travail effectué par la refendeuse est la découpe de ces bobines qui peuvent être de matières différentes comme on a déjà cité (GAL, LAC, LAF, PPO) en feuillards selon les dimensions désirées. Le Refendage comporte quatre opérations principales successives (voir figure 3) :

- 1/ Déroulement de la bobine à refendre ;
- 2/ Refendage de la bobine par coupe dans le sens de la longueur ;
- 3/ Enroulement des feuillards produits ;
- 4/ Stockage de feuillards et redistribution dans l'usine (changement des machines profileuses).



**Figure 3 :** Déroulement de la bobine à refendre /Refendage de la bobine par coupe /Enroulement des feuillards produits

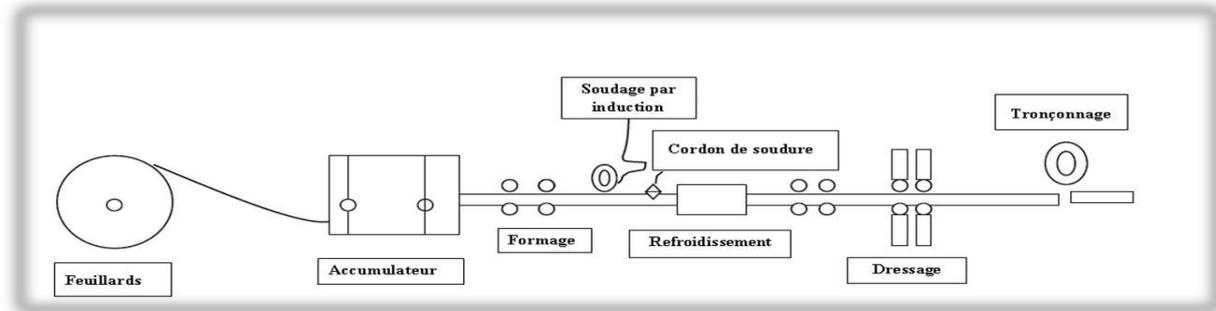
Ensuite, ces feuillards sont transportés au stock à l'amont des machines de production des tubes à l'aide des ponts roulants, l'entreprise dispose de plusieurs ponts installés au-dessus de toute la surface de l'usine ce qui assure un bon flux de la matière première, ainsi qu'une logistique de production bien répartie. ( voir figure 4 )



**Figure 4 :** Transport des bobines et feuillards par pont roulant

### b) Machine Tube :

La machine tube est une des machines les plus complexes dans la société SOFAFER, elle nous permet d'obtenir des formes compliqués de tube comme les carrés et les rectangulaires et les rond. Selon la demande du client la société fournit 8 types de tube selon la nature du feuillard utilisé et selon la disponibilité des diamètres des galets : (voir figure 5)



**Figure 5:** Schéma général du processus de fabrication des profilés sous forme de tube

#### b) 1-Accumulateur :

Ces mêmes ponts alimentent le premier constituant de la machine : dépôt la petite bobine de feuillards sur l'axe du dérouleur.(voir figure 6)



**Figure 6:** Feuillard déposé sur l'axe du dérouleur-machine tube 1

Ensuite, le déroulage du feuillard alimente un réservoir horizontal qui emmagasine environs 2 à 3 bobines de feuillard. Ce réservoir permet un fonctionnement en continu de la machine sans avoir recours lors de chaque opération d'alimentation en matière première à mettre en pause la ligne de production.(voir figure 7)



**Figure 7 :** Alimentation du réservoir de feuillard/ Réservoir de feuillard machine tube I /

### *b) 2-Formage :*

Le feuillard est dévidé du réservoir : ce dernier dispose d'un moteur qui fait tourner la table sur laquelle est déposé le feuillard (la table étant la plateforme du réservoir du feuillard d'acier), alors ce moteur tire le feuillard d'acier du dérouleur et le repousse vers le premier bloc des galets de formage.

Le contact entre le feuillard et les blocs de galets successifs permet le formage d'un tube à ouverture longitudinale : bord rapprochés. La figure suivante illustre le travail que fait le premier bloc de galets. ( voir figure 8 et figure 9)



**Figure 8:** Feuillard guidé vers le premier bloc de formage/Insertion du feuillard



**Figure 9 :** Rôle du premier bloc de galets dans la machine tube I

Ensuite, le tube à bords rapprochés est soudé à l'aide d'un poste de soudage par induction haute fréquence, une technologie qui permet un flux rapide du tube dans la ligne, ainsi qu'un cordon de soudure bien établi.

Un enroulement de cuivre induit un champ magnétique de haute fréquence causant l'échauffement du tube, le noyau de fer à l'intérieur du tube concentre ce champ vers les bords afin d'atteindre la température de fusion (aux alentours de 1400°C) et mène à la fermeture du tube de manière longitudinale.(voir figure 10)



**Figure 10 :** Soudage du tube par induction haute fréquence

On enlève la partie non esthétique du cordon de soudure (voir figure 11)



**Figure 11:**Raclage cordant extérieur de soudure

### ***b) 3- Refroidissement :***

Le tube étant chaud après le soudage, nécessite un refroidissement, pour ce faire, il traverse un bac contenant un liquide, et qui constitue le même que celui utilisé comme lubrifiant lors du contact entre feuilards et galets de formage de la machine. Pour passer ensuite au calibrage des tubes formés, dans cette étape, le tube change la forme de rond standard (ressortissant du premier bloc des galets de formage), et pourra alors prendre d'autres formes : ovale, carrée, rectangulaire.(voir figure 12)



**Figure 12 :** Refroidissement et calibrage du tube

### ***b) 4- Tronçonnage :***

Une dernière étape où agit la machine sur le tube est une coupe transversale du tube, de manière périodique et cadencée avec la vitesse de la ligne de production, afin de fournir des tubes de longueurs utiles, selon besoin (longueur par défaut=6m).La coupe est effectuée par une scie circulaire liée à l'automate de la machine.



**Figure 13:** Dispositif de coupe longitudinale du tube  
Parvenant du bloc de calibrage.

### ***b) 5-Conditionnement et expédition :***

Finalement, les tubes sont regroupés sous forme de fardeaux : des lots contenant de 100 à 200 tubes selon le diamètre et l'épaisseur, et qui seront transportés à l'aide des ponts roulant encore une fois vers la zone de stockage, jusqu'à expédition à travers les camions et semi-remorques dont dispose l'entreprise. (voir figure 14)



**Figure 14 :** Tubes dans le stock

### **+ Produits :**

Les différents types de Tube de cette machine sont présentés comme suit (voir figure 15) :



**Figure 15 :** Tubes rectangles, carrés, ronds

### **+ Domaine d'application :**

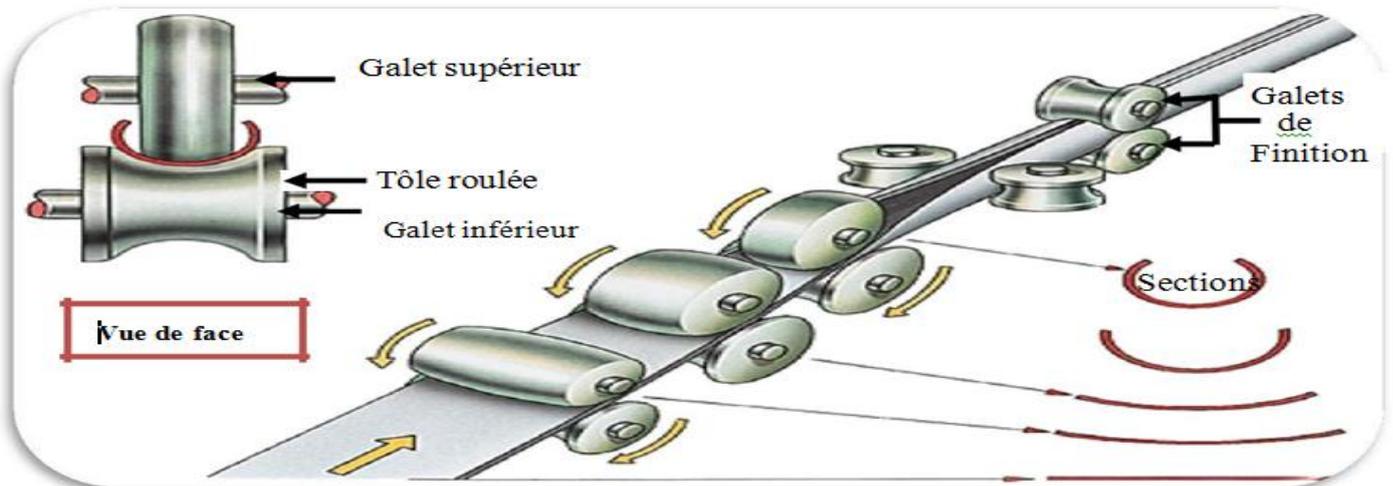
- Construction des machines en général ;
- La charpente ;
- Le bâtiment : (canalisation, échafaudage, étais) ;
- L'industrie automobile, la carrosserie, la fabrication de cycles et de motos, le mobilier de bureau.

### **c) Profileuse :**

Le profilage est une technique qui a pour but la déformation continue par formage à froid à partir de métal en feuilles ou en bobines, généralement plus longues que larges. La section de ces pièces est constante, et la précision varie en fonction de la qualité recherchée.

La bande de métal est entraînée des pièces appelées (galets) inférieure et supérieure, réalisés en acier trempé ou prétraité. Elle va passer entre plusieurs tête de profilage qui va former progressivement la tôle, jusqu'à la forme finale. Le profilage est une technique de pliage en continu.

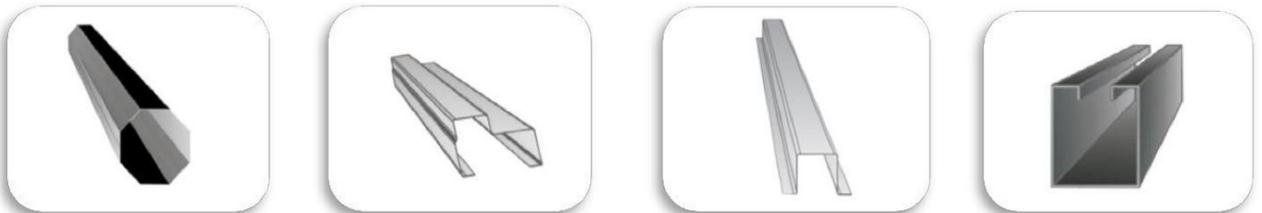
La machine utilisée est une profileuse, possédant diverses têtes de profilage (galets supérieur-galets inférieur) de 6 à 30 têtes environ suivant les cas. Cette machine peut être équipée d'appareillages divers, dérouleurs, outils de coupe, outils de poinçonnage, d'armoires à commande numérique ... (voir figure 16)



**Figure 16 :** Procédure de profilage

#### **+** Produits :

Les produits fabriqués par cette machines sont (voir figure 17) :



**Figure 17 :** Tube agrafe hexagonale /Oméga 35 LAC/Cadre 80 LAF/ Chemin de roulement 80

#### **d) Machine tôle :**

Dans la plupart du temps ces machines ne travaillent que sur commande on distingue quatre types de machines :

- Machine pour tôle NERVESCO ;
- Machin pour tôle ondulée ;
- Machine pour tôle plane ;
- Machine pour tôle ridelle.

Les produits fabriqués par la machine tôle sont les suivants (voir figure 18):



**Figure 18:**Tôle ondulée /Tôle NERVESCO/ Tôle plane

### e) La presse :

La presse est une machine qui réalise les trous sur les feuillards pour les lames perforées. (voir figure 19)



Figure 19: Machine presse

Les produits qui sont réalisés par la machine presse sont les suivants (voir figure 20) :

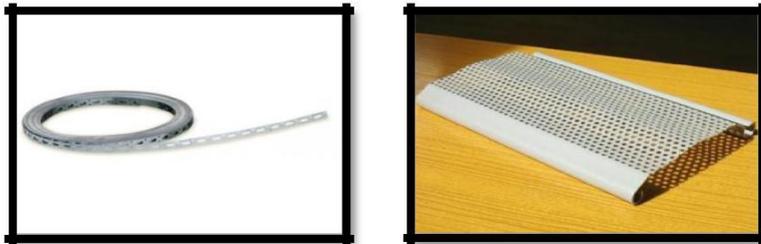


Figure 20 : Feuillard perforé /Lame perforée

## 1.2 Cadrage du projet :

### ✚ Problématique :

SOFAFER possède des systèmes de production assez complexe. Ceci montre l'importance du service maintenance qui connaît des faiblesses surtout au niveau de la méthodologie de son système management (documentation, mesure de la performance, politique maintenance ...), de collecte des données mesurables, ainsi au niveau de l'historique machine. Notre projet s'inscrit dans la perspective de réduire ces faiblesses et d'assurer une conformité du processus maintenance selon la norme ISO 9001 version 2015.

### ✚ Méthode QOOQCP :

Pour bien comprendre la problématique du sujet nous proposons de suivre la méthode **QOOQCP**. Dans ce sens, la méthode QOOQCP (voir tableau 2 et annexe 3) permet d'avoir, sur toutes les dimensions du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier les aspects essentiels du projet :

**Tableau 2 : Méthode de QOOQCP**

<b>QOOQCP</b>	
<b>Qui ?</b> Qui est concerné par le problème ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Service maintenance</li> <li>- Service qualité</li> <li>- Service production</li> </ul>
<b>Quoi ?</b> C'est quoi le problème ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque des éléments d'entrée pour le processus maintenance ;</li> <li>- Manque d'historique fiable ;</li> <li>- Manque d'analyse profond du problème rencontré au service maintenance</li> <li>- On atteint pas l'objectif au niveau des KPI.</li> </ul>
<b>Où ?</b> Où apparait le problème ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Au niveau du processus maintenance</li> </ul>
<b>Quand ?</b> Quand apparait le problème ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Au niveau des audits, des certifications, des calculs des indicateurs</li> </ul>
<b>Comment ?</b> Comment trouver la solution ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standardisation des règles d'application de la norme iso 9001 version 2015 ;</li> <li>- Analyse des données collectées dans un cadre scientifique basé sur le fait ;</li> <li>- Mise à jour du plan de maintenance préventive.</li> </ul>
<b>Pourquoi ?</b> Pourquoi résoudre le problème ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Répondre aux attentes de processus Maintenance.</li> <li>- Vision stratégique du service production</li> </ul>

## Chapitre 2 : Analyse du processus maintenance en relation avec la norme ISO 9001 version 2015.

---

### 2.1 Définition de la maintenance : (NORME (NF EN 13306 X 60-319))

Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.

Il existe deux types différents de la maintenance ; la maintenance corrective avec ses deux formes (curatives, palliatives) et la maintenance préventive avec ses deux types (conditionnelle, systématique).(voir annexe 6)

### 2.2 Les exigences de la norme ISO 9001 version 2015 par rapport à la maintenance :

Clairement, l'exigence qui concerne les équipements est citée dans la norme comme suit (voir annexe 9) :

- [Infrastructure \(7.1.3\)](#)

L'organisme doit déterminer, fournir et maintenir l'infrastructure nécessaire à la mise en œuvre de ses processus et à l'obtention de la conformité des produits et des services.

NOTE L'infrastructure peut comprendre:

- a) les bâtiments et les services associés;
- b) les équipements, y compris matériel et logiciel;
- c) les moyens de transport;
- d) les technologies de l'information et de la communication.

- [La maintenance](#) comme étant un service d'entreprise, elle doit avoir son propre processus bien défini (**4.4 de la norme ISO 9001 version 2015**), sa main d'œuvre compétente (**7.2 de la norme**), etc...

### 2.3 Processus maintenance :

Intitulé du processus : RESSOURCES MATERIELLES		
<p><b>Finalité du processus :</b> Maintenir en bon état les moyens de production de l'entreprise en réduisant les immobilisations et en anticipant le dysfonctionnement.</p>		
<p><b>Pilote du processus :</b> M. EL MRIAJ MOHAMMED</p>		
<p><b>Exigences explicites et implicites du client :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assurer le réglage des machines qui donne une meilleure qualité</li> <li>- Améliorer les performances des machines afin d'optimiser les délais</li> </ul>		<p><b>Exigences réglementaires et légales :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Normes et référentiels internationaux</li> </ul>
Données d'entrée	Etapes	Données de sortie
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dossier constructeur et ingénierie</li> <li>- Documentation techniques</li> <li>- Historique de maintenance</li> <li>- Liste des actions à réaliser.</li> <li>- Besoin en matériel</li> <li>- Matériel utilisé</li> </ul>	<p style="text-align: center;"> <b>Pré diagnostic</b>  <b>Diagnostic</b>  <b>Préparation</b> </p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"> <b>Réalisation</b> </p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"> <b>Entretien</b>  <b>Maintenance</b>  <b>Etalonnage</b> </p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"> <b>Suivi</b>  <b>Amélioration</b> </p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de maintenance préventive.</li> <li>- Maintenance corrective.</li> <li>- Ordre de travail</li> <li>- Liste d'outillage</li> <li>- Liste des pièces de rechanges</li> <li>- Rapport de maintenance</li> <li>- Retour d'expérience</li> <li>- Matériel optimisé</li> </ul>

<p><b>Processus en interaction :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Processus « Management »</li> <li>- Processus « supervision SMQ »</li> <li>- Processus « Mesure et Amélioration »</li> <li>- Processus « RH »</li> <li>- Processus « Achats »</li> <li>- Processus « fabrication»</li> <li>- Processus « planification »</li> <li>- Processus « logistique»</li> <li>- Processus « gestion stock produit fini »</li> </ul>	
<p><b>Indicateur(s) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilité de la machine</li> </ul>	<p><b>Objectif (s)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 100 %</li> </ul>
<p><b>Risques associés :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégradation de la performance des équipements.</li> <li>- Dégradation de la performance des machines.</li> <li>- Dégradation de la qualité du produit</li> <li>- Difficulté d’anticiper un désordre.</li> <li>- Dépassement de délais d’intervention sur la machine.</li> </ul>	<p><b>Moyens de surveillance du processus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Carnet de suivi de la maintenance</li> <li>- Evaluation quotidienne de la maintenance</li> <li>- Réalisation des inspections générales et périodique</li> <li>- Audit interne.</li> </ul>
<p><b>Documents de référence :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiche d’intervention</li> <li>- Fiche technique et historique de la machine</li> <li>- Procès-verbal d’incident</li> <li>- Planning de la maintenance préventive</li> <li>- Planning journalier de la maintenance préventive</li> <li>- Planning d’étalonnage</li> <li>- Demande d’intervention</li> <li>- Fiche de vie des équipements d’essai et de mesure</li> <li>- Inventaire des équipements d’essai et de mesure.</li> <li>- Documentation technique.</li> </ul>	<p><b>Ressources associées :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Locaux adaptés</li> <li>- Outillage adapté</li> <li>- Matériel de contrôle</li> <li>- Compétences du personnel</li> </ul>

Figure21 : Processus maintenance

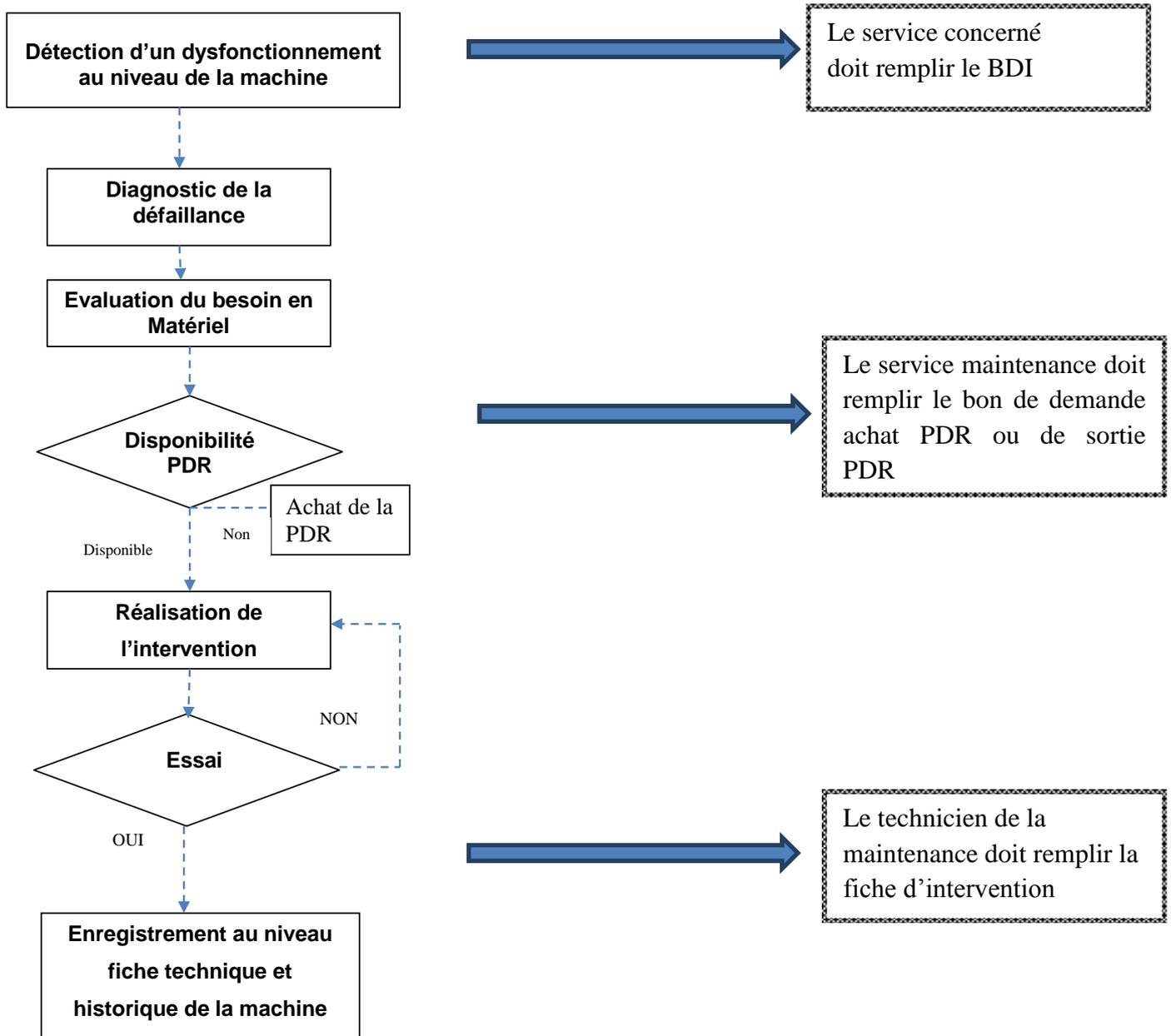
- L'entreprise a prévu deux procédures qui sont associées à ce processus (les procédures de la maintenance corrective et préventive), présentées comme suit :

### 2.3.1 Procédure de la maintenance corrective :

La maintenance corrective concerne les machines ayant subi une panne ou une casse.

Lorsqu'une nécessite une maintenance corrective, le service concerné contacte directement l'atelier maintenance, afin que le technicien se déplace pour intervenir.

Le schéma suivant indique les différentes activités qu'on va réaliser pendant une maintenance corrective.



**Figure22** : Procédure de la maintenance corrective

### 2.3.2 Procédure de la maintenance préventive :

Cette maintenance a lieu périodiquement pour chaque machine, ainsi le service maintenance s'organise pour visiter chaque service de l'entreprise sur l'année afin de récupérer et de réviser chaque machine.

Le service maintenance en concertation avec les services utilisateurs planifie les opérations de la maintenance préventive qui se divise en deux types principaux :

- La maintenance préventive systématique.
- La maintenance préventive conditionnelle.

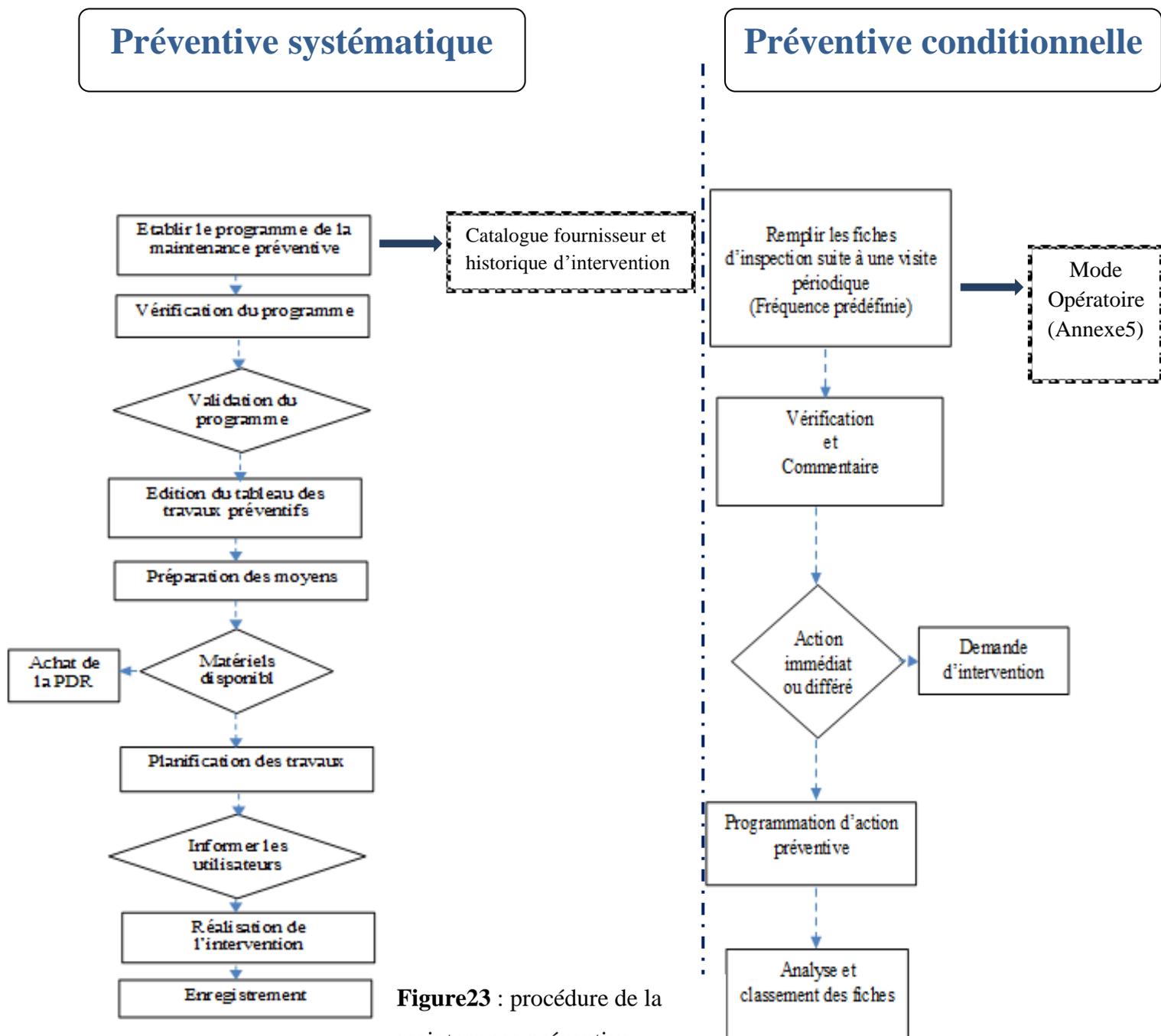


Figure23 : procédure de la maintenance préventive

## 2.4 Diagnostique :

Dans cette partie on va diagnostiquer les données existantes dans le processus maintenance. On s'est focalisé sur la partie documents et indicateurs qui nous concerne le plus dans notre démarche. Pour ce faire on a rassemblé les documents nécessaires dans le tableau ci-dessous :

**Tableau3** : Diagnostique des données existantes

<b>Documents de référence</b>	<b>Disposition</b>	<b>Mise à jour</b>
- Fiche d'intervention	Non	Non
- Fiche technique et historique de la machine	Non	Non
- Procès-verbal d'incident	Oui	Oui
- Planning de la maintenance préventive	Oui	Non
- Planning journalier de la maintenance préventive	Oui	Non
- Planning d'étalonnage	Oui	Oui
- Demande d'intervention	Non	Non
- Fiche de vie des équipements d'essai et de mesure	Oui	Oui
- Inventaire des équipements d'essai et de mesure.	Oui	Oui
- Documentation technique.	Oui	Oui

## Chapitre 3 : Assurer la conformité du processus maintenance

### 2.5 Mise en place de la fiche historique :

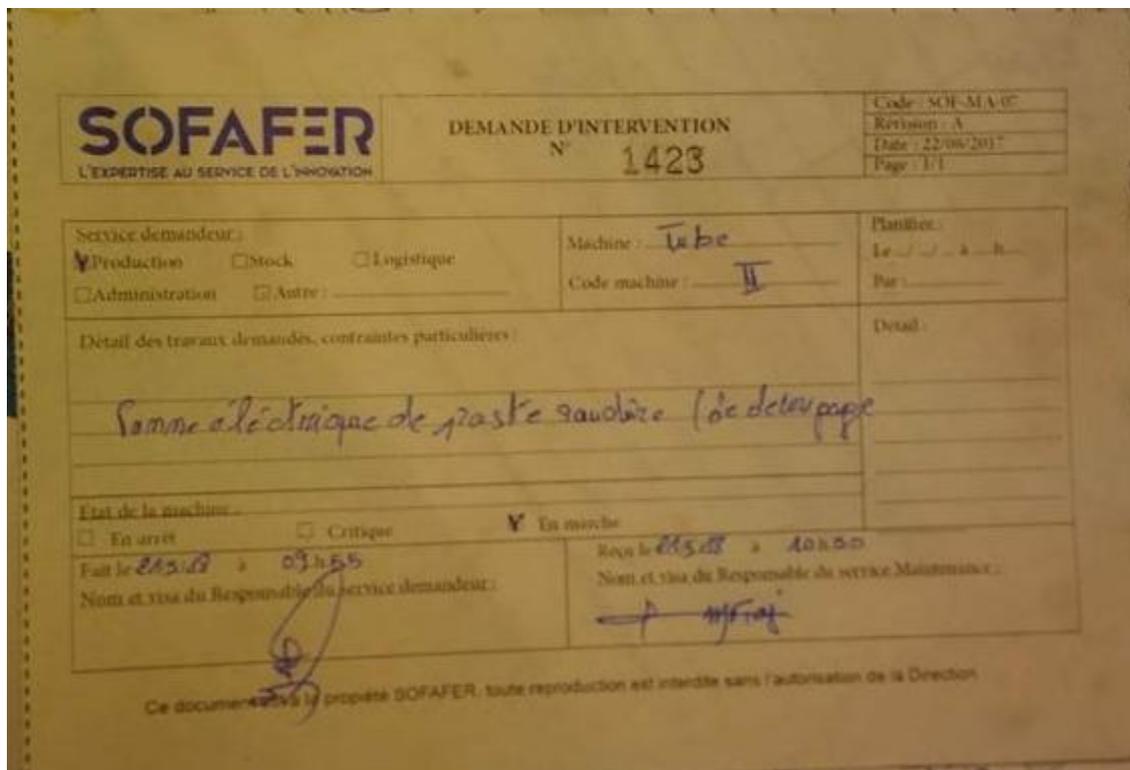
Pour mettre en place le fichier historique machine nous avons besoin en fait des données qui sont récapitulées dans les fiches d'intervention. Notre objectif alors c'est d'avoir **un fichier historique** qui contient des données existant dans **les fiches d'interventions** qui se basent à leur tour sur le **bon de demande d'intervention** ; pour ce faire nous avons assuré la saisie pour 3 mois. (voir l'Annexe).

Les documents nécessaires se présentent comme suit :

#### 2.5.1 Bon de demande d'intervention :

Le bon de demande d'intervention n'est pas correctement rempli par les techniciens car ils ne sont pas habitués à travailler avec des paperasses, donc nous avons assisté avec les techniciens pour les remplir ensuite on a pu rédiger les fiches d'intervention.

Le modèle choisi se présente comme suit (voir figure 24 et annexe 7) :



<b>SOFAFER</b> L'EXPERTISE AU SERVICE DE L'INNOVATION		DEMANDE D'INTERVENTION N° 1423		Code: SOF-MA-07 Révision: A Date: 22/06/2017 Page: 1/1
Service demandeur: <input checked="" type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Stock <input type="checkbox"/> Logistique <input type="checkbox"/> Administration <input type="checkbox"/> Autre: _____		Machine: <u>TUBE</u> Code machine: <u>II</u>		Plantée: Le: / / - - - - Par: _____
Détail des travaux demandés, contraintes particulières: <u>Somme électrique de piste sautoire (à dév page)</u>				Déclat: _____
Etat de la machine: <input type="checkbox"/> En arrêt <input type="checkbox"/> Critique <input checked="" type="checkbox"/> En marche		Reçu le: <u>22/06/2017</u> à <u>10h00</u> Nom et visa du Responsable de service Maintenance: <u>[Signature]</u>		
Fait le: <u>22/06/2017</u> à <u>09h55</u> Nom et visa du Responsable du service demandeur: <u>[Signature]</u>				

Ce document est la propriété SOFAFER, toute reproduction est interdite sans l'autorisation de la Direction

Figure 24 : Bon de demande d'intervention

### 2.5.2 Fiche d'intervention :

Après avoir veillé sur le remplissage du bon de demande d'intervention par le technicien, nous avons pu intervenir afin de remplir la fiche d'intervention pour qu'on puisse retrouver facilement les informations nécessaires pour la saisie du fichier historique machine.

Elle se représente sous la forme suivante (voir figure 25 et annexe 8) :

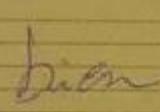
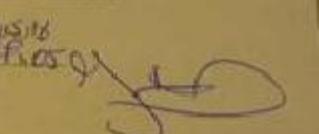
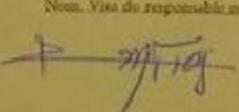
SOFAFER		FICHE D'INTERVENTION		Code: SOF-MA-01	
		N° 270222		Révision: A	
				Date: 27/05/2012	
				Page: 1/1	
Service demandeur:		Nature d'intervention:		Machine:	
<input checked="" type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Stock <input type="checkbox"/> Logistique <input type="checkbox"/> Administration <input type="checkbox"/> Autre		<input checked="" type="checkbox"/> Corrective <input type="checkbox"/> Préventive		Tournant Code machine:	
Problèmes:		Méthode:		Planifié:	
<input type="checkbox"/> Pneumatique <input type="checkbox"/> Hydraulique <input type="checkbox"/> Électrique <input checked="" type="checkbox"/> Mécanique <input type="checkbox"/> Autre				Le: / / à: h - m - s - PPT	
Causes:		Actions:		Numéro des bons de sortie de magasin:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- absence de Roulements patin N°53</li> <li>- Roulements patin n°3, 4 et 5</li> <li>- Surchauffement de roulements de réserve</li> <li>+ séparation des rouleaux de l'axe</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>+ vibrat° de patin (trauma Souage sur la table (Toucheuse)</li> <li>- défaut de Roulement de Rouleau (contre Réserve)</li> <li>+ Bloage et grippage et lancement du mécanisme</li> </ul>		MIF	
Intervenants		Début d'intervention		Fin d'intervention	
Nom: Achel I. S. S. I. El. Y. A. B.		Date: 27/5/12 Heure: 8h00		Date: 27/5/12 Heure: 15h05	
Durée: 3h25		Temps total d'intervention: 3h25			
Temps total d'arrêt de production: 260 mn					
Obtenu sans la responsabilité du service demandeur:				Date, Heure, et Visa:	
				27/5/12 	
Nom, Visa de responsable maintenance:					
					

Figure 25 : fiche d'intervention

### 2.5.3 Exemple d'une fiche historique machine :

La collecte des données nous a permis d'élaborer un historique machine pour les mois 2, 3 et 4 qui vas nous aider ensuite pour le déroulement du projet. (voir Annexe 8 )

 <b>FICHE TECHNIQUE ET HISTORIQUE DE LA MACHINE</b>									
								Code : SOF-MA-02	
								Révision : A	
								Date : 22/08/2017	
								Page : 1/1	
<b>Machine : TUBE 2</b>					<b>Code :</b>				
<b>Service : MAINTENANCE</b>									
Date	N° FI	Panne	Cause	Type I.	T.I.	TA	N° BS Mag	Pièce	Intervenants
10/03/18	270592	PANNE ELECTRIQUE DE LA CARTE ELECTRONIQUE	STRANGULATION DES RACCORDES PARTIE DE REFROIDISSEMENT	CORRECTIVE	56,00	20,00			SERVICE ELCTRIQUE
12/03/18	270186	CHANGEMENT DE ROULEMENT AU NIVEAU DES GALETS D CHANGEMENT ROULEMENT PALIER N°4	DETERIORATION ROULEMENTS	CORRECTIVE	90,00	0,00			EL YOUBI+ISMAIL
16/03/18	270188	PANNE MECANIQUE DE LA TABLE DE RAMASSAGE	GALETS NE TOURNENT PAS A CAUSE DE BLOCAGE DE L'AXE PORTE GALE	CORRECTIVE	10,00	17,00			EL YOUBI
19/03/18	270190	PANNE MECANIQUE DE LA CARDAN DU CHARIOT DE COUR	CASSE DU CARDAN	CORRECTIVE	80,00	80,00			EL YOUBI
24/03/18	270735	REPARATION GUIDE DE DRESSAGE N°2	JEU +VIBRATION DES GALETS	PREVENTIVE	90,00	0,00			EL YOUBI + ISMAIL
31/01/18	270739	CHANGEMENT ROULEMENT POUR PLIER N°3,7,8 ET 11	DETERIORATION DES ROULEMENTS	CORRECTIVE	60,00	0,00	818	2R(4917)	RACHID
23/03/18	270734	CHANGEMENT DE DISQUE DE DEROULEUR	DETERIORATION DU DISQUE DE DEROULEUR	PREVENTIVE	40,00	0,00			EL YOUBI
27/03/18	270749	PANNE DE LA TABLE	CHUTE DE PRESSION	CORRECTIVE	13,00	15,00			ISMAIL+ABDERRAZAK
24/03/18	270737	PANNE DE DEROULEUR	DETERIORATION DE PLAQUETTE DU FRIEN DE DEROULEUR	CORRECTIVE	13,00	15,00			ISMAIL+RACHID
03/03/18	270756	PANNE POSTE DE SOUDAGE H.F	DETERIORATION DES CONDENSATEURS	CORRECTIVE	730	180			ABDERRAZAK
26/03/18	270757	PANNE POSTE DE SOUDAGE H.F	ENDOMMAGEMET DES CONDENSATEURS	CORRECTIVE	361	361			ABDERRAZAK+FAHD
08/03/18	270597	PANNE PONT ROULANT	MAUVAIS CONTACT	CORRECTIVE	15,00	15,00			SERVICE ELCTRIQUE

Figure 26 : fiche technique et historique de la machine

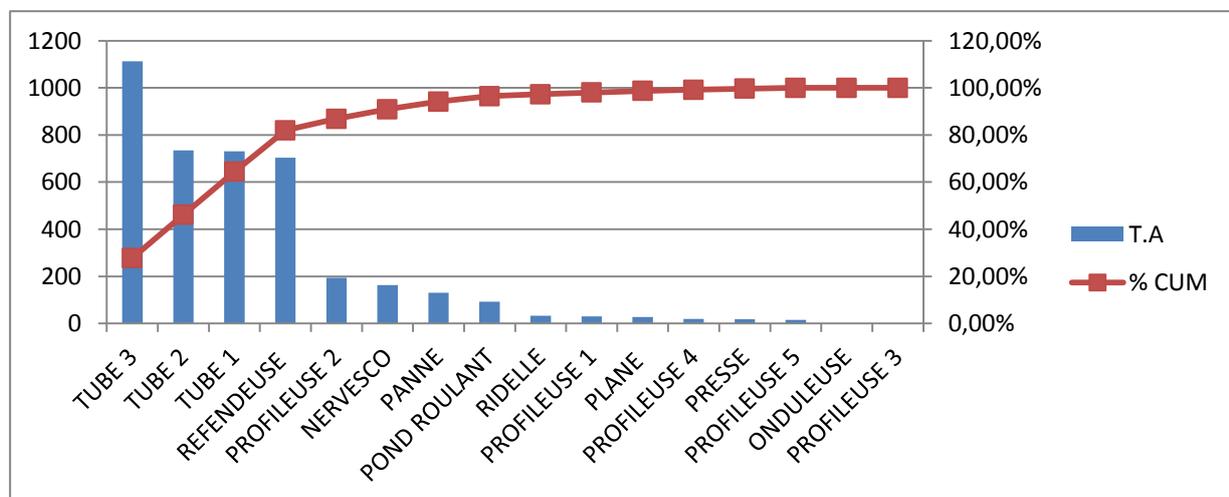
## 2.6 Analyse du fiche historique :

### 2.6.1 Analyse de Pareto pour toute les machines de l'entreprise :

Dans cette partie on va appliquer l'analyse PARETO pour toutes les machines de l'entreprise pendant les 3 mois (voir tableau 4 et Annexe 2) :

**Tableau 4 :** Mode de défaillance et le temps d'arrêt pour l'ensemble des machines

MACHINE	T.A (min)	Pourcentage	Pourcentage cumulé
TUBE 3	1112	27,79%	27,79%
TUBE 2	735	18,37%	46,15%
TUBE 1	731	18,27%	64,42%
REFENDEUSE	703	17,57%	81,98%
PROFILEUSE 2	194	4,85%	86,83%
NERVESCO	163	4,07%	90,90%
PANNE	130	3,25%	94,15%
POND ROULANT	92	2,30%	96,45%
RIDELLE	33	0,82%	97,28%
PROFILEUSE 1	30	0,75%	98,03%
PLANE	27	0,67%	98,70%
PROFILEUSE 4	19	0,47%	99,18%
PRESSE	18	0,45%	99,63%
PROFILEUSE 5	15	0,37%	100,00%
ONDULEUSE	0	0,00%	100,00%
PROFILEUSE 3	0	0,00%	100,00%



**Figure 27 :** Diagramme de PARETO des durées de pannes de toutes les machines

### **Commentaire :**

D'après ce diagramme nous constatons que les machines les plus critiques durant Les 3 mois : Février et Mars et Avril, qui dépassent les 80% sont :

- La machine Tube 1.
- La machine Tube 2.
- La machine Tube 3.

### 2.6.2 Analyse Pareto des causes des pannes pour les machines critiques :

L'analyse Pareto effectuer pour toute les machines de l'entreprise nous a permet de classer par ordre d'importance des arrêts des machines à partir d'une base connaissance d'une période 3 mois (Février, Mars et Avril). Les machines critiques sont (voir tableau 5 , 6 et 7):

#### a) Machine tube I

**Tableau 5 : Mode de défaillance et le temps d'arrêt pour la machine tube I**

Panne	TA	Pourcentage	Cumulée
PANNE DE L'ENCODEUR	254,00	21,77%	21,77%
FABRIQUATION D'UN MECANISME DE MONTAGE ENCODEUR	180,00	15,42%	37,19%
PANNE MECANIQUE DE COUPE	180,00	15,42%	52,61%
PANNE POMPE DE LUBRIFICATION	140,00	12,00%	64,61%
PANNE ELECTRIQUE DE LA POMPE DU RESERVE	85,00	7,28%	71,89%
CONTRÔLE ROULEMENTS DU PALIER N°10	68,00	5,83%	77,72%
FIXATION DES AXES	56,00	4,80%	82,52%
PANNE DE LA TABLE	35,00	3,00%	85,52%
PANNE ELECTRIQUE DE LA MACHINE	28,00	2,40%	87,92%
PANNE MECANIQUE DU COURROIE	28,00	2,40%	90,32%
PANNE ELECTRIQUE POSTE SOUDAGE	25,00	2,14%	92,46%
CASSE CARDONE	20,00	1,71%	94,17%
PANNE ELECTRIQUE DE POSTE DE FIL DE ZING	20,00	1,71%	95,89%
VARIATION DE LONGEUR DE LA BARRE	20,00	1,71%	97,60%
FIXATON DU CARDANE N3	18,00	1,54%	99,14%
PANNE MECANIQUE DU RESERVE	10,00	0,86%	100,00%

b) Diagramme de PARETO du tube I :

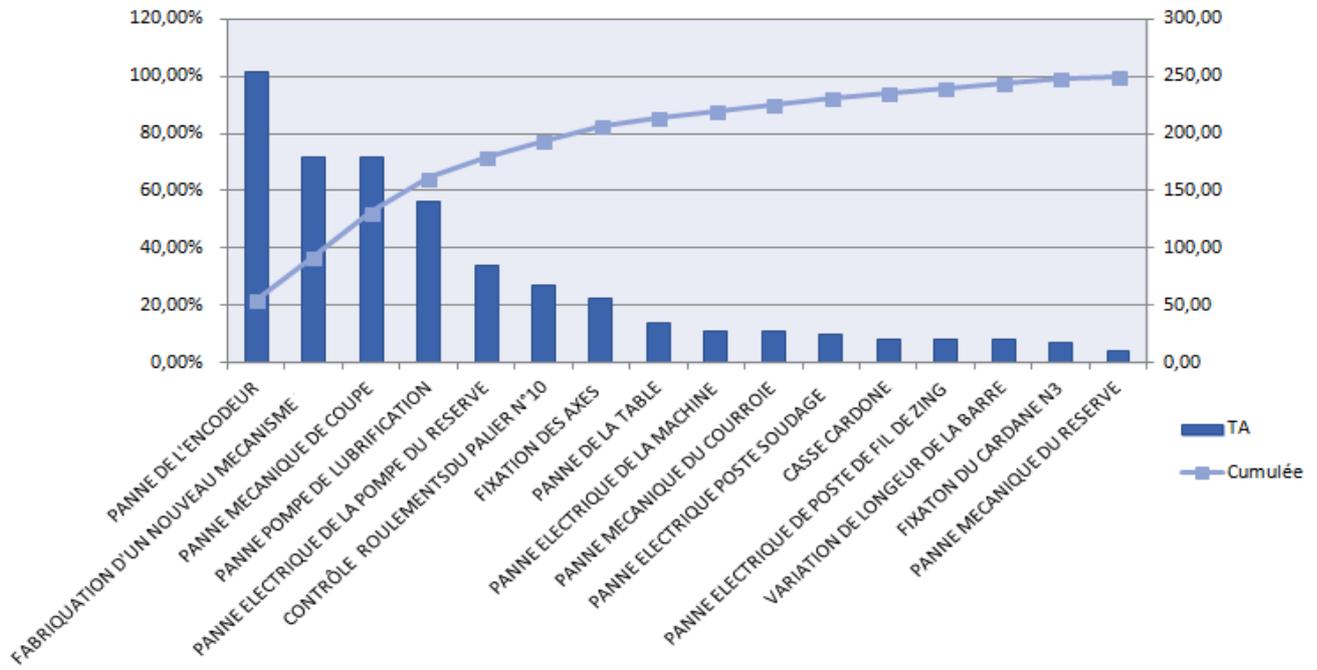


Figure 28 : Diagramme de PARETO de la machine tube I

**Commentaire :**

Pour la machine tube I on constate que les pannes les plus critiques, qui influencent dans un premier lieu sur le bon fonctionnement de la machine durant les trois mois et qui dépassent les 80% sont (voir figure 28) :

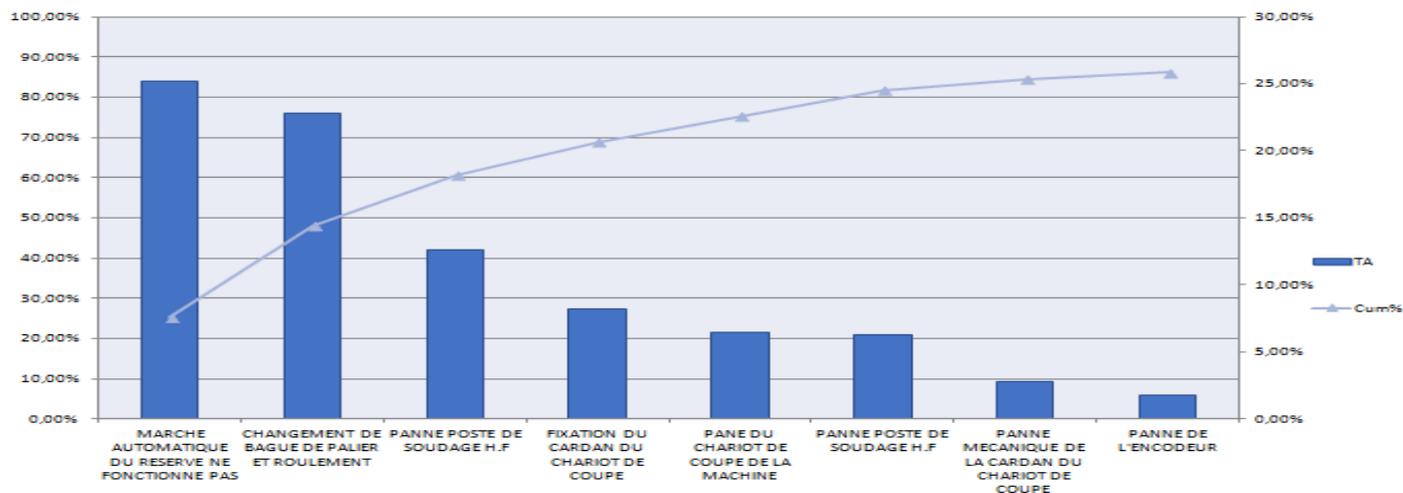
- Panne de l'encodeur
- Fabrication d'un nouveau mécanisme de montage de l'encodeur
- Panne mécanique de coupe
- Panne pompe de lubrification
- Panne électrique de la pompe du réserve
- Contrôle roulements du palier N°10

c) Machine tube II :

**Tableau 6 : Mode de défaillance et le temps d'arrêt pour la machine tube II**

Panne	TA	Poucentage%	Cum%
MARCHE AUTOMATIQUE DU RESERVE NE FONCTIONNE PAS	720	25,22%	25,22%
CHANGEMENT DE BAGUE DE PALIER ET ROULEMENT	650	22,77%	47,99%
PANNE POSTE DE SOUDAGE H.F	361	12,64%	60,63%
FIXATION DU CARDAN DU CHARIOT DE COUPE	233	8,16%	68,79%
PANE DU CHARIOT DE COUPE DE LA MACHINE	184	6,44%	75,24%
PANNE POSTE DE SOUDAGE H.F	180	6,30%	81,54%
PANNE MECANIQUE DE LA CARDAN DU CHARIOT DE COUPE	80,00	2,80%	84,34%
PANNE DE L'ENCODEUR	51,00	1,79%	86,13%

d) Diagramme de PARETO du tube II :



**Figure 29** :Diagramme de PARETO de la machine tube II

**Commentaire :**

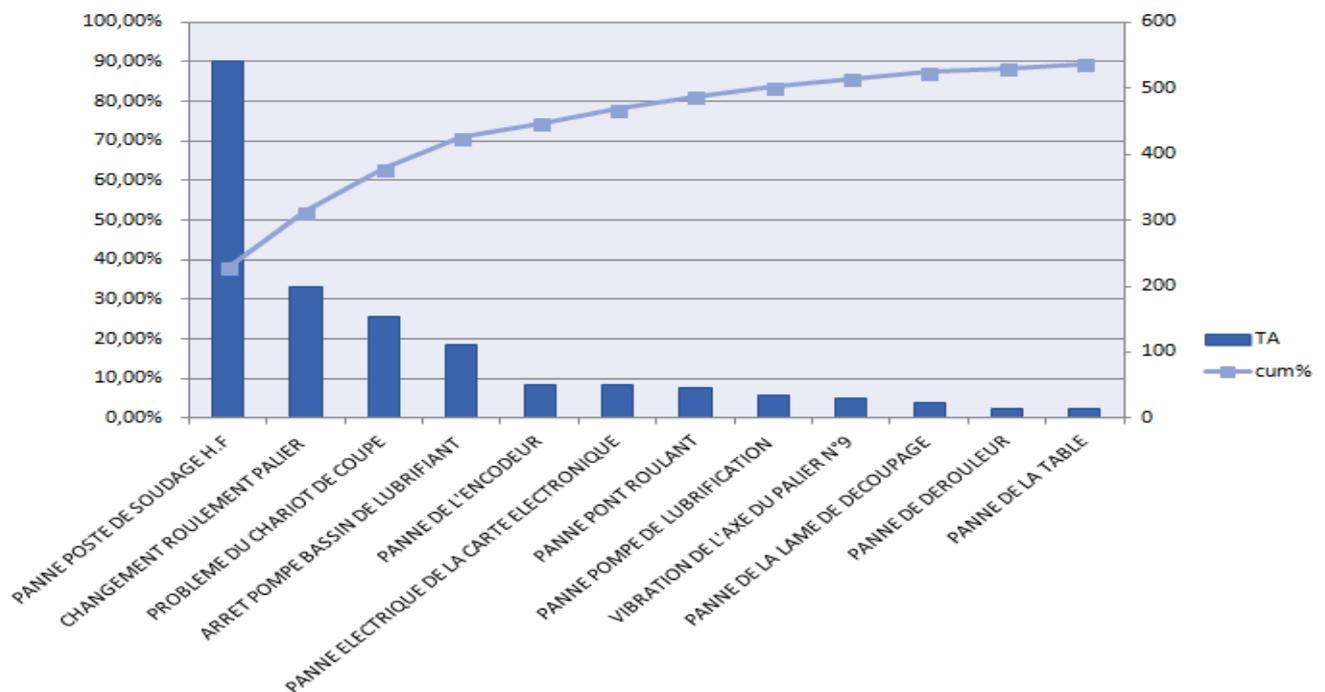
En analysant les données, pour la machine tube II on constate que la marche automatique du réserve qui ne fonctionne pas ,le changement de bague de palier ,la panne poste de soudage H.F ,fixation du cardan du chariot de coupe et la panne du chariot de coupe de la machine influencent dans un premier lieu sur le bon fonctionnement de cette machine.(voir figure 29)

e) Machine tube III :

**Tableau 7 : Mode de défaillance et le temps d'arrêt pour la machine tube III**

Pannes	TA	pourcentage%	cum%
PANNE POSTE DE SOUDAGE H.F	541	38,05%	38,05%
CHANGEMENT ROULEMENT PALIER	200,00	14,06%	52,11%
PROBLEME DU CHARIOT DE COUPE	155,00	10,90%	63,01%
ARRET POMPE BASSIN DE LUBRIFIANT	112,00	7,88%	70,89%
PANNE DE L'ENCODEUR	51,00	3,59%	74,47%
PANNE ELECTRIQUE DE LA CARTE ELECTRONIQUE	50,00	3,52%	77,99%
PANNE PONT ROULANT	45,00	3,16%	81,15%
PANNE POMPE DE LUBRIFICATION	35,00	2,46%	83,61%
VIBRATION DE L'AXE DU PALIER N°9	31,00	2,18%	85,79%
PANNE DE LA LAME DE DECOUPAGE	23,00	1,62%	87,41%
PANNE DE DEROULEUR	15,00	1,05%	88,47%
PANNE DE LA TABLE	15,00	1,05%	89,52%

f) Diagramme de PARETO du tube III



**Figure 30 :**Diagramme de PARETO de la machine tube III

**Commentaire :**

D'après ces résultats, on remarque que la panne poste de soudage H.F changement des roulements, problème du chariot de coupe, arrêt pompe bassin de lubrifiant, panne de l'encodeur et panne électrique de la carte électronique sont les plus dominants parmi tous les motifs d'arrêt.

(voir figure 30 )

→ Après avoir effectué une étude Pareto qui nous a permis de savoir les pannes les plus fréquentes, nous passerons maintenant à calculer l'indicateur de performance et de fiabilité.

### 2.6.3 Calcul de disponibilité :

Le service maintenance de SOFAFER a défini la disponibilité machine comme indicateur de suivi de leur parc matériel :

#### a) Définition de l'indicateur :

la disponibilité est l'aptitude d'un bien ou d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée

La disponibilité moyenne sur un intervalle de temps donné peut être évaluée par le rapport :

$$D = \frac{MTBF}{MTTR + MTBF}$$

➤ **MTBF** : (indice de fiabilité) est le temps moyen entre défaillance

$$MTBF = \frac{\text{Somme des temps de bon fonctionnement}}{\text{Le nombre de panne}}$$

La somme des temps de bon fonctionnement inclut les temps d'arrêt hors défaillance et le temps de micro-arrêts.

➤ **MTTR** : (indice de maintenabilité) est le moyen des temps technique de réparation

$$MTTR = \frac{\sum \text{Temps d'intervention pour n pannes}}{\text{Le nombre de panne}(n)}$$



b) Indicateur de performance pour les 3 machines pendant les 3 mois :

❖ Mois Février 2018 :

**Tableau 8** : calcul de l'indicateur de performance et de fiabilité pour février

Résultats du mois 2 / 2018										
Parc Machines										
SERVICE	Machines	NBRE DE PANNES	TEMPS D'OUVERTURE		TAT	TBF (minutes)	MTTR	MTBF	DISPONIBILITÉ	Objectif DISPONIBILITÉ
			Heures	Minutes						
TUBE	TUBE 1	12	283,00	16980	296	16684,00	24,67	1390,33	98,257%	100%
	TUBE 2	13	168,00	10080	1219	8861,00	93,77	681,62	87,907%	100%
	TUBE 3	15	120,00	7200	209	6991,00	13,93	466,07	97,097%	100%

❖ Mois Mars 2018 :

**Tableau 9** : calcul de l'indicateur de performance et de fiabilité pour mars

Résultats du mois 10 / 2017										
Parc Machines										
SERVICE	Machines	NBRE DE PANNES	TEMPS D'OUVERTURE		TAT	TBF (minutes)	MTTR	MTBF	DISPONIBILITÉ	Objectif DISPONIBILITÉ
			Heures	Minutes						
TUBE	TUBE 1	12	90,00	5400	731	4669,00	60,92	389,08	86,463%	100%
	TUBE 2	13	215,00	12900	703	12197,00	54,08	938,23	94,550%	100%
	TUBE 3	15	164,00	9840	1112	8728,00	74,13	581,87	88,699%	100%

❖ Mois Avril 2018 :

**Tableau 10** : calcul de d'indicateur de performance et fiabilité pour avril

Résultats du mois 10 / 2017										
Parc Machines										
SERVICE	Machines	NBRE DE PANNES	TEMPS D'OUVERTURE		TAT	TBF (minutes)	MTTR	MTBF	DISPONIBILITÉ	Objectif DISPONIBILITÉ
			Heures	Minutes						
TUBE	TUBE 1	12	126,00	5400	160	5240,00	13,33	436,67	97,037%	100%
	TUBE 2	13	223,00	12900	510	12390,00	39,23	953,08	96,047%	100%
	TUBE 3	15	285,00	9840	791	9049,00	52,73	603,27	91,961%	100%

➤ **Récapitulation :**

Le tableau suivant montre les taux de disponibilité des trois machines durant les trois mois (voir tableau 11) :

**Tableau 11** : calcul de d'indicateur de performance pour les 3 mois

KPI Machines	Février	Mars	Avril
TUBE 1	98,25%	86,46%	97,03%
TUBE 2	87,90%	94,55%	96,04%
TUBE 3	97,09%	88,69%	91,96%

→ Le calcul de cet indicateur pour notre base de donnée nous a permis d'indiquer la machine la plus critique pendant ces 3 mois qui a la disponibilité la plus faible : la machine Tube 2.

## 2.7 La mise à jour du plan de maintenance préventive

### 2.7.1 Plan de maintenance préventive actuel :

On a remarqué que le plan de la maintenance préventive n'est pas efficace car il contient des actions non appliquées ou non actualisées. (voir figure 31)

Code : SOF-MA-04													
Révision : A													
Date : 2017													
Page : 1/1													
 <p style="text-align: center;"><b>PLANING DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE</b></p>													
Machines : Tubes				Code: .....				Service: M		Année: 2017			
OPERATION													
Janvier													
Février													
Mars													
Avril													
Mai													
Juin													
Juillet													
Aout													
Septembre													
Octobre													
Novembre													
Decembre													
<b>Poste de soudage " Transistor Generator"</b>													
<i>Nettoyer les zones suivantes au début de chaque semaine avant de commencer l'opération :</i>													
<i>Zone d'entrée du tube de cuivre (pour l'eau de refroidissement) située au-dessus de la boîte CT (boîte correspondante)</i>													
<i>Barre de sortie (en forme de nez d'éléphant)</i>													
<i>Vérifier les fuites au niveau des articulations chaque semaine</i>													
<i>Vérifier le changement de couleur des filtres de l'eau pur</i>													
<i>Vérifier le mouvement du relais d'écoulement du système de refroidissement (3mois)</i>													
<i>Vérifier le mouvement des interrupteurs de porte (3mois)</i>													
<i>Engager un agent de nettoyage pour nettoyer l'échangeur de chaleur (3mois)</i>													
<i>Vérifier les barres de relâchement de la carte du circuit imprimé principale (6 mois)</i>													
<i>Changer les filtres une fois par an</i>													
<i>Vérifier le volume d'eau du système de refroidissement deux fois par an</i>													
<i>Nettoyer l'intérieur de la machine par l'air 1 fois par deux mois</i>													
<b>DC Motor Control</b>													
<i>Nettoyer les taches de poussière une fois par mois</i>													
<i>Vérifier s'il y a des vis mobiles sur les extrémités terminales connectées au câblage extérieur une fois par mois</i>													
<i>Vérifier la couleur des conducteurs (le câblage principale) une fois par an</i>													
<i>Vérifier les bornes de câblage (cable par cable qui peut se briser par les vibrations) 1 fois par 3 mois</i>													
<i>Vérifier le positionnement des fusibles PCB 1 fois par mois</i>													
<i>Vérifier le bruit , le soulage et la température de moteurs DC</i>													
<b>Partie Mécanique</b>													
<i>Graisser et contrôler les organes mécaniques (Roulement, Paliers, Pignons ) une fois par semaine:</i>													
<i>Vérifier le niveau d'huile des réducteurs mécaniques 1 fois par mois</i>													
<i>Vérifier les paramètres de fonctionnement de la pompe hydrauliques (filtre, qualité d'huile, fuite, pression...) 1 fois par mois</i>													
<i>Contrôler le niveau du lubrifiant</i>													
<i>Contrôle des filtres des compresseurs pneumatiques une fois par 3 mois</i>													

Figure 31 : Planning de la maintenance préventive actuel

## 2.7.2 Application de la démarche AMDEC :

### a) Définition

L'Analyse des Modes de Défaillances leurs Effets et Criticité est une technique de travail en groupe exhaustive et rigoureuse, très efficace pour la mise en commun de l'expérience et de la compétence de chacun des participants. Elle conduit à la mise en place des actions préventives.

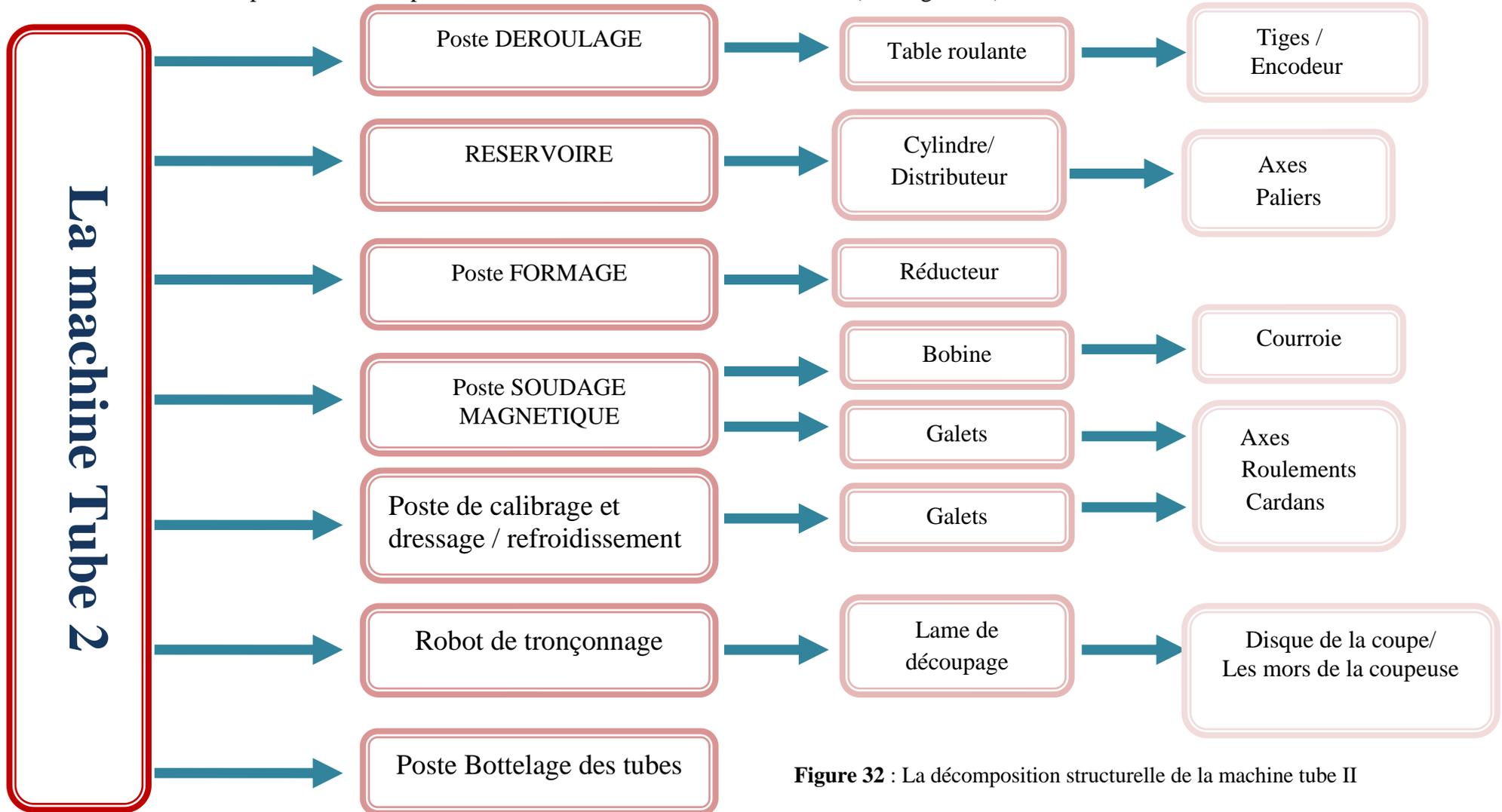
### c) Objective de la démarche AMDEC :

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.

L'objectif principal est l'obtention d'une disponibilité maximale. (Annexe 1)

d) Décomposition structurelle de la machine :

Le schéma ci-dessous représente les composantes structurelles de la machine **TUBE 2** (voir figure 32) :



**Figure 32** : La décomposition structurelle de la machine tube II

e) Analyse AMDEC :

✚ Criticité des conséquences :

La criticité est en fait la **gravité des conséquences** de la défaillance, déterminée par calcul :

$$C = F \times D \times G$$

- **F** : Fréquence d'apparition de la défaillance : elle doit représenter la probabilité d'apparition du mode de défaillance résultant d'une cause donnée.
- **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.
- **G** : Gravité des effets de la défaillance : la gravité représente la sévérité relative à l'effet de la défaillance. Chaque critère comporte 4 niveaux de gravité notés de 1 à 4.

Evaluation de la criticité C ou I.P.R (l'Indice de Priorité des Risques).

- **Si I.P.R. < 12** : Rien à signaler
- **Si 12 < I.P.R. < 18** : Surveillance accrue à envisager, à la limite de l'acceptable
- **Si I.P.R. > 18** : Mise en place d'actions permettant de corriger donc d'améliorer le moyen ou l'installation utilisé.

Nous allons appliquer l'analyse AMDEC pour chaque élément de la machine TUBE 2.

L'évaluation de la criticité « C » sera réalisée par les trois indicateurs suivants :

➤ **Fréquence :**

**Tableau 12:** Fréquence d'apparition de la défaillance

Fréquence d'occurrence		Définition
Très faible	1	Défaillance rare
Faible	2	Défaillance possible
Moyenne	3	Défaillance fréquente
Forte	4	Défaillance très fréquente

➤ **Gravité :**

**Tableau 13 :** Gravité des effets de la défaillance

Niveau de gravité		Définition
Mineure	1	Défaillance mineure : arrêt de production : moins de 15 minutes Aucune dégradation notable
Significative	2	Défaillance significative : arrêt de production de 15 minutes à une heure. Remis en état de courte durée ou petite réparation ; déclenchement du Produit
Moyenne	3	Défaillance moyenne : arrêt de production 1 heure à 2 heures changement matériel défectueux nectaire
Majeure	4	Défaillance majeure : arrêt de production 2 heures et plus intervention importante sur le sous-ensemble production des pièces non conformes non détectées

➤ **Détection :**

**Tableau14:** Fréquence de non-détection de la défaillance

Niveau de non détection		Définition
Détection évidente Détection visuelle	1	Défaillance détectable à 100% Détection certaine de la défaillance Signe évident d'une dégradation Dispositif de détection automatique (alarme)
détection après action de technicien	2	Défaillance détectable Signe de la défaillance facilement détectable mais nécessite une action particulière (visite...).
détection difficile	3	Signe de la défaillance Difficilement détectable peu exploitable ou nécessitant Une action ou des moyens complexes (démontage...)
Détection impossible	4	Défaillance indétectable Aucun signe de la défaillance

 **Tableau AMDEC de la machine TUBE 2 :**

**Tableau 15:** le tableau AMDEC pour la machine tube II

<b>Composant</b>	<b>Mode de Défaillance</b>	<b>Causes</b>	<b>Effets</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>D</b>	<b>C</b>
Les mors de la machine coupeuse	Blocage	Niveau d'huile insuffisant dans la pompe	Déformation des Tubes	3	4	2	24
Disque de la coupe	Rupture	Les mesures fournis par l'encodeur ne sont pas Exactes	Arrêt de la machine	4	3	1	12
Les roulements	Grippage	-Mauvaise qualité -Fuite d'eau -Manque de graisse	Détachement des Galets	1	3	2	6
Les galets	Fissure Déformation	Certains galets ne peuvent pas supporter la grande épaisseur du feuillard	Non-conformité des Tubes	1	2	2	4
Cardan de la machine tube	Fissure	La grande vitesse	Arrêt du robot	1	4	1	4

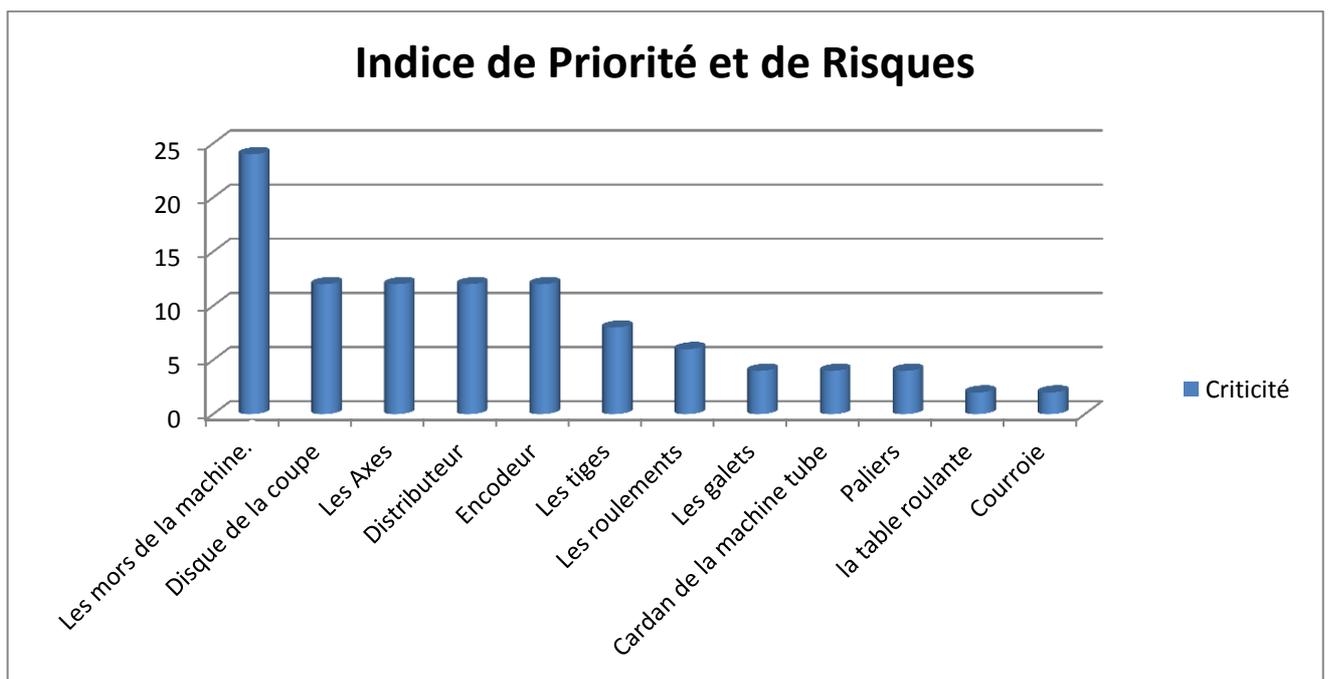
la table roulante	Mouvement non transmet	Disfonctionnement fin de Course	Accumulation des tubes	1	2	1	2
Paliers	Mal fixation	Problème de graissage	Production des tubes non conformés	2	1	2	4
Les Axes	Déformation	-Casse du filetage -Le jeu avec les roulements des paliers	Détachement des portes galets	2	3	2	12
Les tiges	Fissure	-Fissure à cause de l'utilisation d'une grande épaisseur -Contact des tiges avec la partie ouvert du tube	Détachement des galets	2	2	2	8
Courroie	désolidarisation	La grande chaleur	Arrêt du robot de tronçonnage	2	1	1	2
Distributeur	disfonctionnement	Fuite d'eau/d'air/ Huile : problèmes des Joints	Arrêt de la pompe	1	3	4	12
Encodeur	L'accouplement	Rupture du disque de la coupe. Production des tubes de longueur non conformes		3	4	2	12

### ✚ Hiérarchisation des défaillances selon la criticité :

Dans le tableau ci-dessous on va classer les éléments de la TUBE 2 par le coefficient de criticité :

**Tableau 16 : Classement de criticité.**

Composant	Criticité
Les mors de la machine coupeuse	24
Disque de la coupe	12
Les Axes	12
Distributeur	12
Encodeur	12
Les tiges	8
Les roulements	6
Les galets	4
Cardan de la machine tube	4
Paliers	4
la table roulante	2
Courroie	2



**Figure 33 : Diagramme d'indice de Priorité des Risques**

### 2.7.3 Mise à jour du plan de la maintenance préventive:

Comme indiqué en 3.3.1 le plan actuel effectué par le constructeur n'est plus efficace, la raison pour laquelle on l'a mis à jour par rapport à ce qui se passe, selon une analyse AMDEC qui nous a aidé à relever tout ce qui est critique.

**Tableau 17:** Plan d'action de la maintenance préventive

Les Organes	Les actions préventives	Périodicité			Durée En Minutes
		J	S	M	
Paliers	Vérifier les excès de graissage	X			2
	Lubrifier les paliers		X		30
	Contrôler les charges accidentelles sur paliers	X			15
Distributeur	Nettoyer les filtres à huile			x	60
	Effectuer les vidanges nécessaires			x	60
	Contrôler les pressions d'huile		x		20
	Vérifier les pompes de circulation			x	10
Les Axes	Contrôler l'usure des arbres.			x	40
	Nettoyer les arbres		x		30
	Resserrer les écrous et les vis.	X			20
	Remettre en place coins et clavettes.	X			10
Les mors de la machine coupeuse	Nettoyage des glissières	X			5
	Contrôler les fuites de l'huile			x	2
	Vérifier la pompe			x	2
Disque de la coupe	nettoyez les lames du disque en ôtant toutes traces de résidus de l'acier		x		15
	Contrôler le liquide de refroidissement		x		5
	Contrôler le serrage des écrous	X			1
	Auscultez le bruit et les vibrations	X			1

<b>Les roulements</b>	Vérifier l'usure des rails ou chemins de roulement		x		50
	Vérifier le jeu entre les axes des galets et les roulements des paliers.		x		10
<b>Les galets</b>	Contrôler les galets			x	30
	Vérifier l'usure des galets			x	20
<b>Les joints d'étanchéité</b>	Examiner les pièces fragiles.		x		5
	Vérifier les pièces flexibles.		x		5
<b>Cardan de la machine tube</b>	Contrôler les cardans				15
	Contrôler le serrage des bornes	x			30
	Auscouter le bruit et les vibrations	x			2
	Vérifier le jeu.	x			5
	Nettoyer les cardans.		x		5
<b>la table roulante</b>	Vérifier le jeu des roues			x	5
<b>Les tiges</b>	Auscouter le bruit et les vibrations	x			5
	Graissage des filetages.		x		15
	Resserrer les écrous et les vis	x			20
	Remettre en place coins et clavette		x		10
<b>Courroie</b>	Vérifier s'il y a des signes d'usure ou de frottement avec les composants de transmission.			x	5
	Vérifier la température de la courroie.	x			1
	Retendre à sa place.	x			2
<b>Encodeur</b>	Contrôler l'état des galets de l'encodeur			x	15

## Conclusion

---

Dans ce chapitre, on a pu donc faire une analyse globale qui nous a permis de bien organiser le service maintenance à travers la traçabilité (historique maintenance), ainsi que définir les machines les plus critiques en se basant sur l'analyse Pareto et l'indicateur de performance.

Après avoir identifié les sources majeures d'arrêt, on a mis en place une méthode d'amélioration qui va nous permettre de diminuer le temps gaspillé. Or, on a aussi utilisé la démarche AMDEC pour pouvoir trouver et agir sur les sources des problèmes.

L'analyse des causes des arrêts et le calcul de criticité nous a permis de déterminer les machines les plus critiques sur lesquelles on a pu mettre en place des actions préventives pour réduire leur degré de criticité.

## Conclusion générale

**D**urant le présent Projet de Fin d'Etudes, il nous a été confié la mission de diagnostiquer et améliorer la productivité de la machine Tube.

**A** cet effet, notre travail a été décomposé en quatre étapes majeures. La première avait pour but de présenter la société SOFAFER. Le second travail consistait à diagnostiquer le service maintenance afin de retirer les points faibles sur lesquels on a mis le doigt pour les améliorer par la suite.

Pour ce faire, nous avons mené une enquête permettant de collecter des données mesurables pour présenter un traitement efficace et sûre aux différents points de dysfonctionnements de l'outil de production dans la vision globale d'amélioration.

**P**assant à la troisième étape, on a diagnostiqué les causes qui ont occasionné l'arrêt de la machine, puis on a réparti les causes selon Pareto afin de déterminer les causes majeures, et finalement on a calculé les taux de disponibilité des trois machines en trois mois et on a trouvé que la machine tube II est la plus critique.

**E**nfin, nous avons clôturé notre travail par la proposition des méthodes du management de qualité comme AMDEC pour pouvoir réduire le temps d'arrêt et augmenter le rendement total de de cette machine.

**L**'élaboration de ce projet a été avant tout un défi à relever. Il a été pour nous l'occasion d'acquérir des nouvelles connaissances et de nous inculquer un esprit de management et de leadership.

## Annexes :

---

### Annexe 1 : démarche AMDEC

**AMDEC** : Analyse de **M**ode de **D**éfaillance de leurs **E**ffet et de **C**riticité

#### A. Définition générale :

L'Analyse des Modes de Défaillances leurs Effets et Criticité est une technique de travail en groupe exhaustive et rigoureuse, très efficace pour la mise en commun de l'expérience et de la compétence de chacun des participants. Elle conduit à la mise en place des actions préventives.

#### B. Différent type de l'AMDEC :

Il existe principalement trois types d'AMDEC :

- **AMDEC produit** : Elle s'applique en phase de conception du produit et vise l'amélioration de la fiabilité de celui-ci.
- **AMDEC processus** : Elle s'applique à la gamme de fabrication du produit et vise l'amélioration de la qualité de celui-ci.
- **AMDEC moyen de production** : Elle concerne le moyen de production (machines, installations,...) et vise le « zéro défaut, zéro panne » ; en agissant sur les causes pour augmenter la capabilité et la fiabilité, tout en améliorant la maintenabilité, la disponibilité, la sécurité des opérations et en détectant le plus tôt possible les défaillances.

#### C. Déroulement de la méthode :

Pour réaliser une AMDEC, il faut bien connaître le fonctionnement du système qui est analysé, pour cela, on peut diviser le travail en 5 étapes :

- **Présentation des équipements de la zone de coupe** :

Cette phase est consacrée pour identifier les différents équipements présents dans la zone.

- **Analyse fonctionnelle**

Son but est de fournir une description ainsi qu'une décomposition de chaque moyen de production, et établir une liste de toutes les fonctions principales et secondaires des équipements. Elle est subdivisée en deux types :

- Analyse fonctionnelle externe : Cette analyse permet de déterminer les fonctions qui lient le milieu extérieur au système.
- Analyse fonctionnelle interne : Permet de représenter les sous-ensembles et éléments nécessaires pour que les fonctions définies soient remplies.

• **Analyse des défaillances :**

Après la décomposition fonctionnelle, on sera amené à dégager les modes de défaillances, leur cause ainsi que leur effet sur chaque sous-système des machines de la zone.

- **Le mode de défaillance :** s'exprime par la manière dont un équipement vient à ne plus remplir sa fonction.

- **La cause de la défaillance :** correspond à l'anomalie initiale susceptible de conduire au mode de défaillance.

- **L'effet de la défaillance :** concrétise la conséquence du mode de défaillance.

Après la détermination des éléments précédent, nous allons fixer les critères de cotation des défaillances en se basant sur :

**F :** La fréquence d'apparition d'une défaillance.

**G :** La gravité de la défaillance.

**D :** La probabilité de non détection de la défaillance.

Ainsi nous pouvons calculer la criticité de la défaillance en multipliant les trois paramètres

$$C = G * F * D \quad (1)$$

Le tableau ci-dessous résume cette partie de la démarche :

ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES LEURS EFFETS ET LEURS CRITICITES											
Composant	Localisation	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	F	D	G	C	Action

Tableau : Grille des modes de défaillance

Les grilles de cotation que nous allons adopter pour apprécier les niveaux de Gravité, Probabilité, et Fréquence seront déterminées par la suite avec l'équipe de travail.

• **Hierarchisation des défaillances**

Le grand nombre de défaillances répertoriées précédemment nécessite d'être hiérarchisation afin de pouvoir isoler les plus critiques. On utilisera dans cette phase une analyse PARETO.

• **Détermination des actions à menées.**

Elle consiste à présenter des recommandations et dégager la politique de maintenance adéquate en se basant sur les indices de criticité des sous-ensembles

**D. L'analyse des défaillances :**

Il s'agit d'identifier les schémas du type :

• **Le mode de défaillance :**

Il concerne la fonction et exprime de quelle manière cette fonction ne fait plus ce qu'elle est sensée faire.

L'analyse fonctionnelle recense les fonctions, l'AMDEC envisage pour chacune d'entre-elles sa façon (ou ses façons car il peut y en avoir plusieurs) de ne plus se comporter correctement.)

- **la cause :**

C'est l'anomalie qui conduit au mode de défaillance.

La défaillance est un écart par rapport à la norme de fonctionnement.

Les causes trouvent leurs sources dans cinq grandes familles. On en fait l'inventaire dans des diagrammes dits "diagrammes de causes à effets".

Chaque famille peut à son tour être décomposée en sous-familles.

Un mode de défaillance peut résulter de la combinaison de plusieurs causes.

Une cause peut être à l'origine de plusieurs modes de défaillances.

- **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 (AMDEC procédé),
- effets sur la productivité (AMDEC machine),
- effets sur la sécurité (AMDEC sécurité).

Un effet peut lui-même devenir la cause d'un autre mode de défaillance.

## EVALUATION

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 (AMDEC procédé) ou sur la productivité (AMDEC machine) ou sur la sécurité (AMDEC sécurité). Le groupe doit décider de la manière de mesurer l'effet.

- **La fréquence :**

On estime la période à laquelle la défaillance est susceptible de se reproduire.

- **La non-détection :**

Elle exprime l'efficacité du système permettant de détecter le problème.

- **La criticité :**

Lorsque les 3 critères ont été évalués dans une ligne de la synthèse AMDEC, on fait le produit des 3 notes obtenues pour calculer la criticité.

$$C = G * F * N$$

*Criticité*      *Gravité*      *Fréquence*      *non-détection*

### LES ACTIONS :

La finalité de l'analyse **AMDEC**, après la mise en évidence des défaillances critiques, est de définir des actions de nature à traiter le problème identifié. Les actions sont de 3 types :

- **Actions préventives**
- **Actions correctives**
- **Actions amélioratrices**

## 2.8 Annexe 2 : Analyse Pareto

L'analyse de PARETO consiste à déterminer la minorité des causes (20%) responsables de la majorité des effets (80%). La méthode de Pareto est appelée aussi pour les raisons précitées : méthode des 20/80 ou encore méthode ABC. On peut alors faire un plan d'action sélectif qui s'attaque aux éléments essentiels. On optimise par la suite l'action en ne s'intéressant qu'aux éléments qui sont responsables du plus grand effet.

Cette technique de découpage regroupe les modes de défaillance dans trois classes :

- **La classe A** est celle de la minorité des éléments (en général 20%) sont responsables de la majorité des effets (en général 80%).
- **La classe B** est intermédiaire. Elle est composée généralement des 30% des éléments sont responsables de 15% d'effets.
- **La classe C** est celle de la majorité des éléments (en général 50%) sont responsables de la minorité des effets (en général 20%).

Ou encore selon d'autres théories :

- **La classe A** : les 10 % des éléments sont responsables de 60 % des effets,
- **La classe B** : les 40 % des éléments sont responsables de 30 % des effets,
- **La classe C** : les 50 % des éléments sont responsables de 10 % des effets.

### Annexe 3 : Méthode QQQQCP

Le QQQQCP (Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Pourquoi), appelé aussi méthode du questionnement est un outil d'aide à la résolution de problèmes comportant une liste quasi exhaustive d'informations sur la situation. Très simple d'utilisation, le QQQQCP s'utilise également dans diverses configurations telles que l'élaboration d'un nouveau processus ou encore la mise en place d'actions correctives.

La méthode QQQQCP : Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Pourquoi, est un outil adaptable à diverses problématiques permettant la récolte d'informations précises et exhaustives d'une situation et d'en mesurer le niveau de connaissance que l'on possède. Elle s'intègre parfaitement dans diverses démarches permettant entre autres :

- de définir un processus ou de rédiger une procédure
- de préparer un rapport
- de donner les lignes directrices pour le lancement d'un plan d'action (PDCA)
- d'élaborer un diagnostic
- de déployer un 5S
- d'animer un brainstorming

La méthode de questionnement QQQQCP permet de décrire une situation en répondant aux questions suivantes d'une manière générale :

QQQQCP	Description	Questions à se poser	Cibles
<b>Quoi ?</b>	Description de la problématique, de la tâche, de l'activité	De quoi s'agit-il ? Que s'est-il passé ? Qu'observe-t-on ?	Objet, actions, procédés, phase, opération, machine...
<b>Qui ?</b>	Description des personnes concernées, des parties prenantes, des intervenants	Qui est concerné ? Qui a détecté le problème ?	Personnel, clients, fournisseur...
<b>Où ?</b>	Description des lieux	Où cela s'est-il produit ? Où cela se passe-t-il ? Sur quel poste ? Quelle machine ?	Lieux, atelier, poste, machines...
<b>Quand ?</b>	Description du moment, de la durée, de la fréquence	Quel moment ? Combien de fois par cycle ? Depuis quand ?	Mois, jour, heure, durée, fréquence, planning, délais...
<b>Comment ?</b>	Description des méthodes, des modes opératoires, des manières	De quelle manière ? Dans quelles circonstances ?	Moyens, fournitures, procédures, mode opératoire...
<b>Pourquoi ?</b>	Description des raisons, des causes, des objectifs	Dans quel but ? Quelle finalité ?	Action correctives, préventives, former,

Dans le cadre de l'utilisation de la méthode QQQCCP pour la résolution de problème, il convient d'abord d'identifier l'écart avec le nominal ou les différences entre ce qui est conforme et ce qui ne l'est pas, puis ensuite de décomposer le problème.

Une fois les raisons d'un problème identifié et avant de proposer des solutions, il convient de faire l'analyse des problèmes élémentaires grâce à la question **Pourquoi**.

L'utilisation de **Pourquoi**, permet de définir des modalités d'actions les plus efficaces, en tenant compte des moyens investis et de leurs coûts et donc de renforcer l'analyse.

Ainsi la méthode QQQCCP se décompose en 3 grandes étapes :

- Décrire la situation initiale
- Isoler du problème global, les problèmes élémentaires
- Proposer des actions pertinentes et efficaces.

Toutefois, une application simple de la méthode QQQCCP peut se traduire par une liste de réponse aux questions suivantes :

**Quoi** : objet, action, phase, opération...

**Qui** : personnel, clients, fournisseurs...

**Où** : lieu, service, distances...

**Quand** : jour, nuit, moment, durée, fréquence...

**Comment** : manières, procédés, fournitures, transports...

**Pourquoi** : définir le but, la finalité...

Pour affiner l'analyse, il convient de poser la question **Pourquoi** à chaque question du QQQCCP.



## Annexe 4 : Fiche historique machine

### E. Définition :

C'est la partie de la documentation de maintenance qui enregistre les défaillances, pannes et informations relatives à la maintenance d'un bien. L'historique d'un équipement est donc l'équivalent du « carnet de santé » des individus. Elle retrace la vie du matériel en indiquant chronologiquement tous les faits marquants de maintenance ainsi que les améliorations qui auront été apportées à l'équipement depuis sa mise en service. Le technicien de maintenance se doit de connaître les évolutions d'un matériel pour les raisons suivantes :

- Certains faits passés peuvent très bien expliquer une défaillance quelques mois, voire quelques années plus tard ; l'historique est donc la mémoire technique de l'équipement.
- L'historique va permettre de conduire et de réaliser des études de fiabilisation et d'amélioration de l'équipement, au regard de toutes les interventions sur celui-ci. Le fichier historique a donc une importance vitale pour la maintenance de l'équipement ; il doit être « vivant », c'est à dire mis à jour régulièrement :
- Il doit être commencé dès l'installation de l'équipement car les défaillances de jeunesse peuvent contribuer à la recherche des causes des défaillances plus tardives.
- Tous les événements sont systématiquement consignés, même les plus anodins ; il est toujours plus simple de se rappeler d'une grosse panne que d'une micro défaillance répétitive qui engendrera à terme une défaillance grave ; en effet, la micro défaillance, le dérèglement passager d'un paramètre deviennent rapidement des habitudes ; or, il est prouvé qu'elles sont génératrices de perte de disponibilité, donc de productivité moindre et bien sûr de non-qualité.
- Lorsqu'une défaillance survient, il faut noter tout ce qui s'est passé (date, relevé du compteur machine en heures ou unités d'usage, effets, causes analysées, remèdes apportés, temps d'arrêt de l'équipement, temps consacré à l'intervention, pièces remplacées) ; la date est importante car une défaillance peut toujours arriver au même moment d'une journée, d'une période ou d'une saison. - Il faut également consigner les conditions de fonctionnement du processus (type de matière d'entrée, conducteur de la machine, valeurs des paramètres de fonctionnement : température, vitesse, débit, pression, vibrations, etc..). Toutes ces informations sont consignées dans les bons de travail et les rapports d'intervention. L'historique d'une machine est donc un document important en termes d'efficacité de la maintenance, mais aussi en termes de volume. Il est évident que l'informatique va avoir un rôle important dans la gestion des historiques.

**F. Exemple :**

 <p>L'EXPERTISE AU SERVICE DE L'INNOVATION</p>	<b>FICHE TECHNIQUE ET HISTORIQUE DE LA MACHINE</b>							Code : SOF-MA-02
								Révision : A
								Date : 22/08/2017
								Page : 1/1

Machine : TUBE 3

Code :

Service : MAINTENANCE

Date	N° FI	Panne	Cause	Type I.	T.I.	TA	N° BS Mag	Pièce	Intervenants
25/04/18	270201	PANNE ELECTRIQUE DU POMPE DU BASSIN	FLOTEUR NON ACTIONNE	CORRECTIVE	18,00	20,00			FAHD ABDEREZAK
24/04/18	270203	PANNE ELECTRIQUE DU SYSTEME DE REGLAGE	LAME NE DECOUPE PAS LA BANE SI LA VITESSE DEPASSE UN SEUIL	CORRECTIVE		160,00			FAHD EBDEREZAK
19/04/18	270800	PANNE MECANIQUE DE LA LAME DE DECOUPAGE	DETERIORATION ET CASSE DES ROULEMENTS DE LA POULIE	CORRECTIVE	185,00	185,00	999	4R(6450)	RACHID ET ISMAIL
17/04/18	270789	PANNE MECANIQUE DE LA COUPE	DETERIORATION DE 4 ROULEMENTS	CORRECTIVE	221,00	221,00	975	4R(6208)	EL YOUBI
17/04/18	270788	SOUDEGE DE LA TABLE DE RAMASSAGE	CASSE AU NIVEAU DE LA TABLE	CORRECTIVE	10,00	10,00			EL YOUBI
11/04/18	270776	FIXATION DES AXES N 2.T.b 3Tb 6,7 8. 10	DESSERRAGE DES AXES	CORRECTIVE	60,00	0,00			RACHID
11/04/18	270780	PANNE ELECTRIQUE DE L ARMOIRE DU RESERVE	ARRET D URGENCE	CORRECTIVE	23,00	23,00			ABDERAZAK FAHD
11/04/18	270781	PANNE ELECTRIQUE DU SYSTEME DE DECOUPAGE	DISQUE NE COMPLETE PAS LA COUPE,RELAIS+TEMPORISATEUR T.JRSBEXI	CORRECTIVE	25,00	30,00			FAHD
09/04/18	270765	REPARATION FREIN DEROULEUR	DETERIORATION DU FREIN	CORRECTIVE	38,00	0,00			RACHID
06/04/18	270762	CHANGEMENT ROULEMENT PALIER N11 ET 10 SERRAGE AXE N8	DETERIORATION ROULEMENT	CORRECTIVE	76,00	0,00	873	2R 6208	ISAMIL+RACHID
			DESSERRAGE AXE N8 EFFET ROTATION						
04/04/18	270763	REPARATION OUTIL DE FINITION ET 4R	VIBRATION DE L OUTIL	CORRECTIVE	154,00	0,00	853	4R 6208	EL YOUBI
			DETERIORATION DES 4R DES PALIERS						
25/04/18	270209	PANNE ELECTRIQUE DE POMPE DE L'EAU	MAUVAIS DETECTION DU CAPTEUR DU NIVEAU	CORRECTIVE	22,00	20,00			ABDERAZAK
30/04/18	270215	PANNE MECANIQUE AU NIVEAU DES COURROIS SUR LA LAME DE COUPE	DETERIORATION DES COURROIS	CORRECTIVE	71,00	71,00			ISMAIL
23/04/18	270206	PANNE POMPE DE LUBRIFICATION	DEREGLEGE DU CAPTEUR DE NIVEAU SUR LE BASSIN	CORRECTIVE	29,00	35,00			ISMAIL+ABDERAZAK
12/04/18	270780	PANNE ELECTRIQUE DU CHARIOT DE LA LAME	DISTRIBUTEUR NE CHANGE PAS D ETAT	CORRECTIVE	16,00	16,00			FAHD+ABDERAZAK

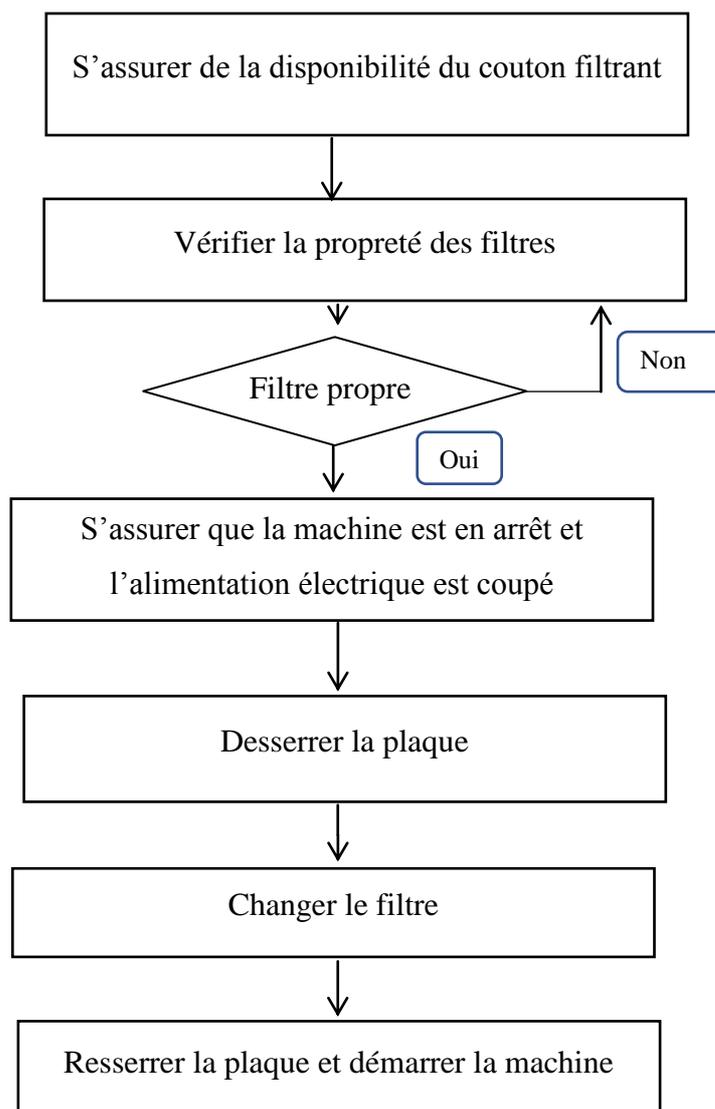
## Annexe 5 : Mode opératoire

### G. Définition :

Un mode opératoire consiste en la description détaillée des actions nécessaires à l'obtention d'un résultat. Dans le cadre d'une procédure d'entreprise ou d'un processus industriel, le mode opératoire décrit généralement le déroulement détaillé des opérations effectuées sur un poste fixe, mais il peut également décrire l'enchaînement des opérations de poste à poste.

### H. Exemple :

	<b>MODE OPERATOIRE</b>	Code : SOF-MO-01
	<b>Changement des filtres des moteurs DC</b>	Révision : A
		Date: 2017
		Page : 9 sur 1



## Annexe 6: Définition de la maintenance

- **D'après Larousse:** La maintenance est l'ensemble de tous ce qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement.

D'après L'Association française de Normalisation (AFNOR X 60 maintenance est l'ensemble des activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonction requise. Ces activités sont une combinaison d'activités technique, administratives et de management.

- **Différents types de maintenance :**

On distingue 2 formes de maintenance classée en fonction d'évènement matériel :

\_ **Maintenance corrective** (extrait de la norme AFNOR X 60

la défaillance d'un bien ou la dégradation de sa fonction, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement.

- La remise en état avec sans modification
- Le contrôle du bon fonctionnement.

\_ **Maintenance préventive** (extrait de la norme AFNOR X 60 ) réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'u sont déclenchées selon:

- un échancier établi à partir d'un nombre
- Et/ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou de service.

## Annexe 7 : Demande d'intervention

 L'EXPERTISE AU SERVICE DE L'INNOVATION	<b>DEMANDE D'INTERVENTION</b> N°:.....		Code : SOF-MA-07
			Révision : A
			Date : 22/08/2017
			Page : 1/1
<b>Service demandeur :</b> <input type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Stock <input type="checkbox"/> Logistique <input type="checkbox"/> Administration <input type="checkbox"/> Autre : .....		Machine : ..... Code machine : .....	<b>Planifiée pour :</b> Le .../.../... à ...h... Par : .....
<b>Détail des travaux demandés, contraintes particulières :</b> ..... ..... .....			<b>Délais :</b> ..... ..... .....
<b>Etat de la machine :</b> <input type="checkbox"/> En arrêt <input type="checkbox"/> Critique <input type="checkbox"/> En marche			
Fait le : .../.../... à ...h... Nom et visa du Responsable du service demandeur :		Reçu le : .../.../... à ...h... Date, Nom et visa du Responsable Maintenance :	



### Annexe 8 : fiche d'intervention

 L'EXPERTISE AU SERVICE DE L'INNOVATION	<b>FICHE D'INTERVENTION</b> N°:.....	Code : SOF-MA-01 Révision : A Date : 22/08/2017 Page : 1/1	
<u>Service demandeur :</u> <input type="checkbox"/> Production <input type="checkbox"/> Stock <input type="checkbox"/> Logistique	<u>Nature d'intervention :</u> <input type="checkbox"/> Corrective	<u>Machine :</u> ..... ...	<u>Planifiée pour :</u> Le .../.../... à ...h...
<u>Problèmes :</u> <input type="checkbox"/> Pneumatique <input type="checkbox"/> Hydraulique <input type="checkbox"/> Électrique <input type="checkbox"/> Mécanique <input type="checkbox"/> Autre : ..... ..... .....			
<u>Causes :</u> ..... .....			
<u>Actions :</u> ..... ..... .....			<u>Numéros des bons de sortie de magasin :</u> ..... ..... .....
<b>Intervenants</b>		<b>Début d'intervention</b>	<b>Fin d'intervention</b>
Nom	Durée	Date :	Date :
.....	.....	Heure :	Heure :
.....	.....	<b>Temps total d'intervention :</b>	
<b>Temps total d'arrêt de production :</b>			
<u>Observation du responsable de service demandeur :</u> ..... .....		<u>Date, Heure, et Visa :</u> Le .../.../... à ...h...	
<u>Nom, Visa du responsable maintenance :</u>			

## **Annexe 9 : les exigences de la norme ISO 9001 version 2015 par rapport à la maintenance**

### **Chapitre 4.4 Système de management de la qualité et ses processus**

**4.4.1** L'organisme doit établir, mettre en œuvre, tenir à jour et améliorer en continu un système de management de la qualité, y compris les processus nécessaires et leurs interactions, en accord avec les exigences de la présente Norme internationale. L'organisme doit déterminer les processus nécessaires au système de management de la qualité et leur application dans tout l'organisme et doit: a) déterminer les éléments d'entrée requis et les éléments de sortie attendus pour ces processus; b) déterminer la séquence et l'interaction de ces processus; c) déterminer et appliquer les critères et les méthodes (y compris la surveillance, les mesures et les indicateurs de performance associés) nécessaires pour assurer le fonctionnement et la maîtrise efficaces de ces processus; d) déterminer les ressources nécessaires pour ces processus et s'assurer de leur disponibilité; attribuer les responsabilités et autorités pour ces processus; f) prendre en compte les risques et opportunités tels que déterminés conformément aux exigences de 6.1; g) évaluer ces processus et mettre en œuvre toutes modifications requises pour s'assurer que ces processus produisent les résultats attendus; h) améliorer les processus et le système de management de la qualité.

**4.4.2** L'organisme doit, autant que nécessaire: a) tenir à jour les informations documentées nécessaires au fonctionnement de ses processus; b) conserver les informations documentées pour avoir l'assurance que les processus sont mis en œuvre comme prévu.

### **Chapitre 7.1.3 Infrastructure**

L'organisme doit déterminer, fournir et maintenir l'infrastructure nécessaire à la mise en œuvre de ses processus et à l'obtention de la conformité des produits et des services. NOTE L'infrastructure peut comprendre:

- a) les bâtiments et les services associés;
- b) les équipements, y compris matériel et logiciel;**
- c) les moyens de transport;
- d) les technologies de l'information et de la communication.

# *Bibliographie*

- Management de la qualité et des systèmes de production (Mme.Tajri)
- Gestion de la maintenance (Mr.Chafi)
- La norme ISO 9001 Version 2015
- Manuelle qualité de la société SOFAFER
- Support des documents de la société SOFAFER

*Rapport-gratuit.com*   
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES