



# RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ANNÉE

**Spécialité: Génie Industriel**

## Intitulé

**DIAGNOSTIQUE ET AMÉLIORATION DE LA  
QUALITÉ**

**Lieu du stage**

Les Ateliers Micro-  
Mécanique  
AMM

**Réalisé par**

**Encadré par**

Mr. HICHEM  
HASSINE

# Remerciements



Nous remercions tout d'abord notre encadreur académique Monsieur HICHEM HASSINE pour sa pédagogie, ses conseils par petites touches et sa manière de nous avoir cadré tout en nous laissant donner à ce travail la forme que nous lui souhaitions.

Nous profitons de l'occasion pour remercier également notre encadreur professionnel Madame DORSAF CHAOUCH qui n'a pas cessé de nous encourager pendant la durée du projet. Nous le remercions également pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'il nous a apporté lors des différents suivis, et la confiance qu'il nous a témoigné.

Nous tenons à remercier tout particulièrement et à témoigner toute notre reconnaissance au personnel de les ateliers micro mécanique « AMM » Teboulba pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêts qu'ils nous ont fait vivre durant notre période de stage.

## Sommaire

<b>CHAPITRE 1 : Présentation de la société</b> .....	1
<b>Introduction</b> .....	2
I. Présentation générale de l'entreprise.....	2
1. Historique de la société .....	2
2. Organigramme de l'entreprise :.....	4
3. La Fonction de quelques services de l'AMM .....	5
3.1 La direction générale.....	5
3.2 La production .....	5
3.3 La maintenance .....	6
Problématique .....	10
<b>CHAPITRE 2 : Rappel théorique</b> .....	13
Introduction: .....	14
I. Analyse SWOT l'outil de strategique : .....	15
1. Définition .....	15
2. Principe.....	15
3. Comment effectuer une analyse SWOT ? .....	16
4. Avantages .....	16
II. Analyse quantitative des défaillances .....	17
1. DIAGRAMME DE PARETO.....	18
1.1 Définition.....	18
1.2 Méthode ABC (Diagramme Pareto) : .....	18
III. Analyse qualitative des défaillances.....	20
1. Diagnostic et expertise : .....	20
2. Conduite d'un diagnostic : .....	20
3. Savoir-faire :.....	21
4. Diagramme Cause-Effets : .....	21
5. Arbre de défaillances :.....	22
IV. Généralité de la maintenace.....	24
1. Définition de la maintenance.....	24
2. Types de maintenance .....	24
a) Maintenance corrective.....	25
b) La maintenance préventive .....	25
3. Stratégie de la maintenance.....	26
3.1 LA MÉTHODE AMDEC .....	26
3.1.1 Définition .....	26
3.1.3 Démarche pratique de l'AMDEC.....	27
<b>CHAPITRE 3 :Diagnostic de letat actuel et analyse AMDEC</b> .....	32
<b>Introduction</b> .....	33
<b>I. Analyse SWOT de la société AMM</b> .....	34
<b>II. Analyse PARETO et étude du taux de qualité</b> .....	36
<b>III. Diagramme Ishikawa et analyse des causes</b> .....	38
<b>IV. Analyse AMDEC process</b> .....	40
<b>1. Tours à commandes numérique</b> .....	40
<b>2. Commande numérique centrale</b> .....	51
<b>V. Analyse AMDEC</b> .....	55
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	56

## Liste des tableaux

Tableau 1: exemples des machines par secteur .....	7
Tableau 2 : exemples des produits .....	9
Tableau 3 : Les types D'AMDEC .....	26
Tableau 4 : Probabilité d'occurrence F .....	30
Tableau 5 : Gravité des défauts .....	31
Tableau 6 : probabilité de non détection .....	31
Tableau 7 : les points faibles et les points forts .....	34
Tableau 8 : les opportunités et les menaces .....	35
Tableau 9 : Taux non-conformité .....	36
Tableau 10 : répartition de non-conformité par processus .....	36
Tableau 11 : Diagramme PARETO de non-conformité .....	37
Tableau 12 : Type ISHIKAWA de chaque cause .....	38
Tableau 13 : AMDEC secteur TCN .....	50
Tableau 14 : AMDEC secteur CNC .....	54

## LISTE DES FIGURE

Figure 1 : Organigramme de la société AMM .....	4
Figure 2 : Evolution des équipements .....	8
Figure 3 : La matrice SWOT .....	15
Figure 4 : Analyse des temps .....	17
Figure 5 : Diagramme PARETO .....	18
Figure 6 : Le diagramme Causes-Effet.....	21
Figure 7 : Construction de l'arbre de défaillance .....	22
Figure 8 : Type de maintenance .....	24
Figure 9 : Diagramme cause-effet CNC, TCN.....	39

## **INTRODUCTION GENERALE**

Avec une mondialisation grandissante et une forte et exigeance demande, les frontières de l'industries et des services s'estompe de plus en plus basculant les anciens schémas et provoquant une rude concurrence entre les entreprises. Ainsi, un perfectionnement des systèmes de production et une adaptation aux besoins s'impose, dans l'optique de satisfaire le besoin des clients.

La parieuse avancée de la technologie notamment des machines, suscite des composantes fabriquées avec une grande précision et de meilleure qualité.

Consciente de ce besoin en qualité, l'Atelier Micro-Mécanique (AMM) dispose d'une unité de fabrication dotée d'un parc machine performant et possède un large éventail d'outil et d'équipement de dernière génération.

L'objectif de ce travail est l'amélioration de la qualité à travers la mise en place de la méthode AMDEC permettent l'étude des mode de défaillance et déterminer ceux les plus critiques.

Le présent rapport résume notre interventions et constitué de trois chapitres organisée comme suit :

- Le première chapitre présente la société AMM.
- Le deuxième chapitre est alloué à un rappel théorique sur la maintenance et les outils utilité
- Le dernière chapitre dédié à la mise en place de la méthode AMDEC et les solutions d'amélioration proposés.



---

# CHAPITRE 1 : Présentation de la société



## Introduction

Ce chapitre est dédiée à la présentation de l'entreprise AMM , société d'accueil de ce travail . On clôture cette partie par un aperçu sur la problématique traitée.

### I. Présentation générale de l'entreprise

#### 1. Historique de la société

Les Ateliers Micro-Mécanique « AMM » est une société de mécanique de précision, fondée en 2000 par monsieur Mrabet LOTFI, dispose d'une unité de fabrication de 5000 m<sup>2</sup>, dotée d'un parc machines performant et possède un large éventail d'outils et d'équipements qui permet de réaliser l'étude et la fabrication de moules et outillages, ainsi que diverses pièces et ensembles mécaniques pour toutes industries.

L'entreprise réalise en effet selon les plans ou les cahiers des charges du client, des pièces qui sont soumises à des fortes contraintes mécaniques

- **Raison sociale** : les ateliers micromécaniques
- **Date de création** : établi depuis 2000
- **Siège sociale** : AV HABIB BOURGUIBA 5080 TEBOULBA
- **Tél** : (+216) 73 561 255
- **FAX** :(+216) 73 561 355
- **Site Web**: <https://amm.tn/>
- **Activité** : Etude, conception et fabrication de moules et pièces mécanique pour toutes industries.
- **Gérant** : Mr. LOTFI Mrabet



## 2. Organigramme de l'entreprise :

On présente à l'aide de la figure ci-dessous l'organigramme de la société AMM.

La structure de la société repose 7 directeurs ou services à savoir : service financier , service commercial , direction technique...

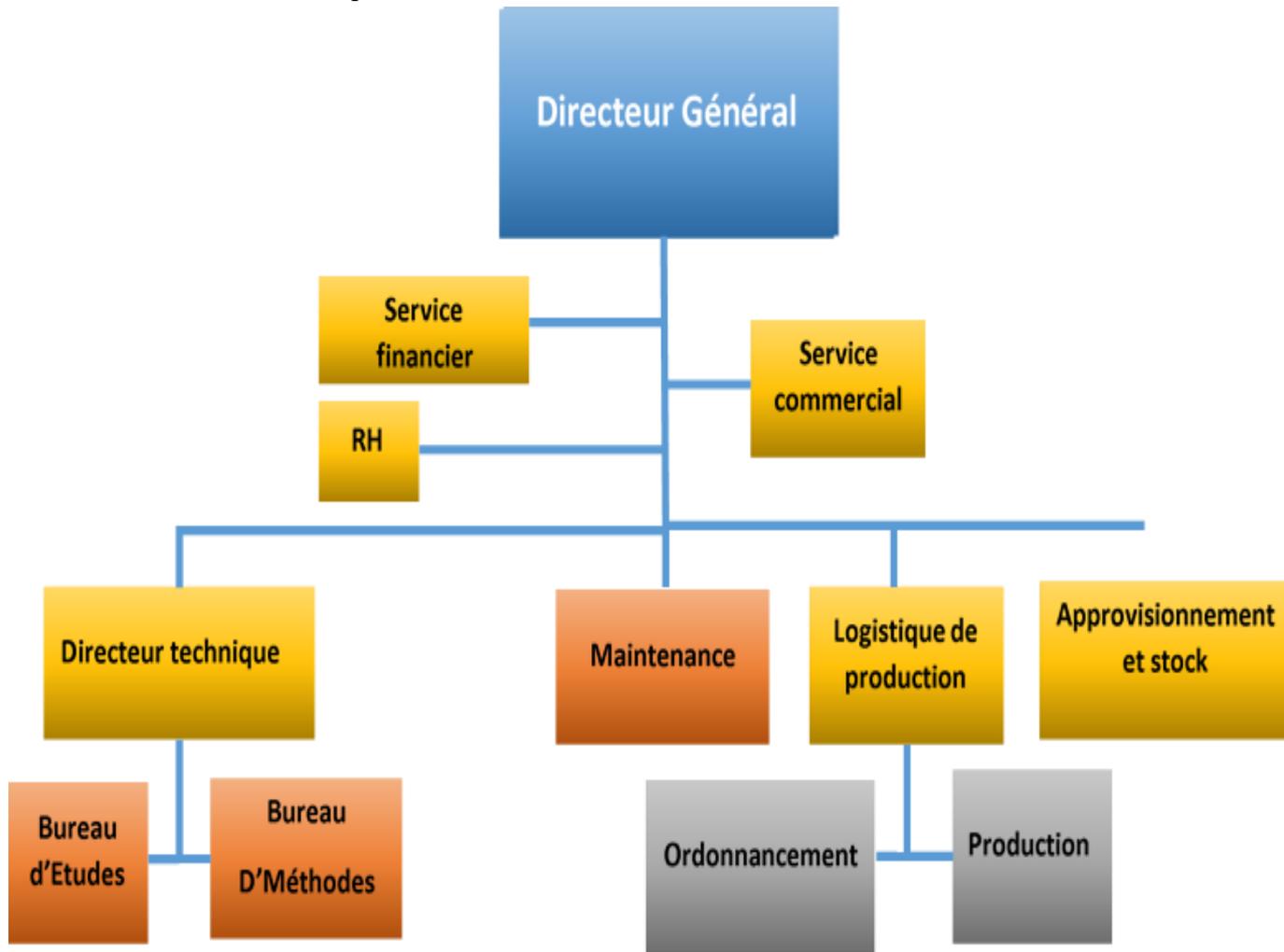


Figure 1 : Organigramme de la société AMM

### 3. La Fonction de quelques services de l'AMM

#### 3.1 La direction générale

A pour mandat d'assurer la direction et la gestion de l'organisme à la lumière des orientations stratégiques établies par le conseil d'administration. Principales fonctions et responsabilités Le directeur général s'acquitte de certaines ou de la totalité des fonctions suivantes :

- **Leadership**
- **Planification et gestion des opérations**
- **Planification et gestion de programmes**
- **Planification et gestion des ressources humaines**
- **Planification et gestion des finances**
- **Relations avec la communauté et revendication Gestion des risque**

#### 3.2 La production

La fonction Production englobe l'ensemble des activités qui transforment des matières premières et composants en produits vendus aux clients. Elle doit permettre à l'entreprise de satisfaire la demande qui lui est adressée ce qui suppose que l'entreprise adapte sa capacité de production au volume des ventes.

Ceci passe par des actions visant à maintenir en l'état les capacités productives ou par la mise au point de plans d'investissements en capacité.

- **Objectif en termes de qualité :**

Les biens économiques produits doivent être de bonne qualité, c'est-à-dire doivent permettre de satisfaire les besoins de la clientèle. Mais la production doit aussi être de qualité en termes d'utilisation de ressources afin de respecter le critère d'efficacité attaché au système productif.

Le système productif doit donc être économe en ressources et constant en termes de qualité.

- **Objectif de coût :**

Le système productif adopté par l'entreprise doit proposer les plus faibles coûts de production possibles de manière à garantir la compétitivité de l'entreprise. De plus, les coûts de production calculés doivent aussi être mis en relation avec les coûts de production prévus par le centre opérationnel.

Sur la longue période, cet objectif de coût se traduit par la recherche permanente de gains de productivité afin de détenir ou de conserver un avantage compétitif coût pour l'entreprise.

- **Objectif de délai :**

Le système de production doit certes produire, mais dans des délais raisonnables, c'est-à-dire en conformité avec le niveau de la demande à laquelle doit faire face l'entreprise. En termes de productivité, l'objectif de délai signifie aussi réduire les délais de fabrication.

- **Objectif de flexibilité :**

Le système productif doit être flexible soit pour pouvoir s'adapter aux variations de la demande, soit pour tenir compte des évolutions de l'environnement productif de l'entreprise (innovations technologiques...), soit pour permettre une production simultanée de plusieurs types de produits différents en même temps.

### **3.3 La maintenance**

Le service maintenance doit mettre en oeuvre la politique de maintenance définie par la direction de l'entreprise ; cette politique devant permettre d'atteindre le rendement maximal des systèmes de production.

Tous les équipements n'ont pas le même degré d'importance. Il faut donc définir des stratégies les mieux adaptées

- Prévisions à long terme
- Prévisions à moyen terme
- Prévisions à courts termes

#### **Fonctions et tâches associées à la maintenance**

##### **❖ Etudes techniques :**

Etudes d'améliorations, études de conception et de reconception des équipements ou des travaux neufs, analyse des conditions de travail

##### **❖ Préparation et ordonnancement :**

- Etablissement des fiches et gammes d'instructions pour le personnel, constitution de la documentation pour les interventions.
- Etablissement des plannings d'interventions et d'approvisionnements en pièces de rechange.
- Réception et classement des documents relatifs à l'intervention et remise à jour des dossiers techniques.

##### **❖ Etudes économiques et financières :**

Gestion des approvisionnements, analyse des coûts (maintenance, défaillance, fonctionnement), rédaction du cahier des charges et participation à la rédaction des marchés (travaux neufs, investissements, sous-traitance), gestion du suivi et de la réception de ces marchés.

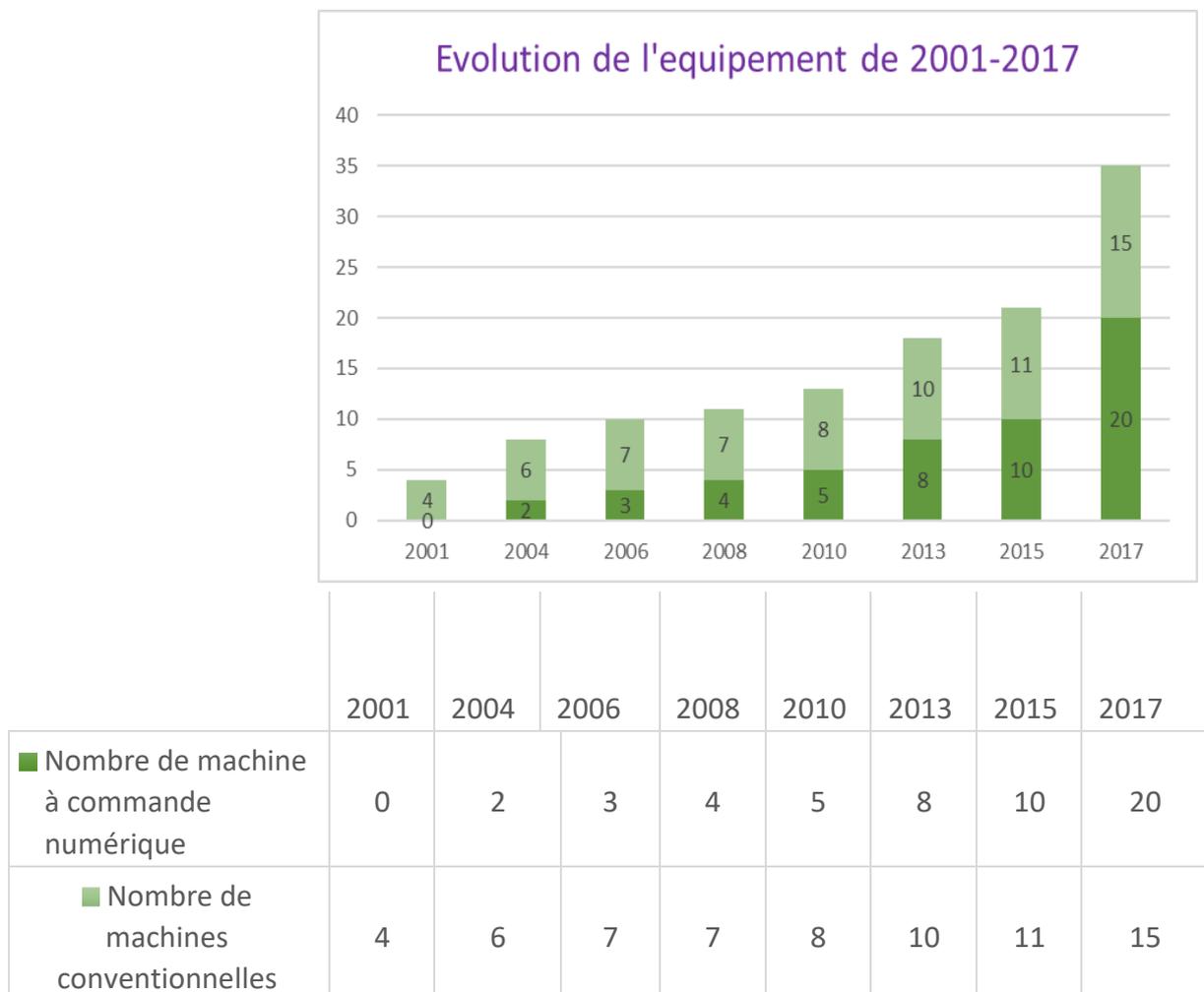
Secteurs	Définitions	Exemples des machines
<b>CNC</b>	Centres d'usines qui permet l'usinage en 3 et 4 axes 5 faces axes.	
<b>TCN</b>	Tours a commande numériques allant de 2 axes a 6 axes ( c axe, c-y axes deux broches )	
<b>électroérosion</b>	Parc d'électroérosion par fil et par enfonçage ainsi le perçage par enfonçage.	
<b>Tailleuses</b>	Tailleuses d'engrenages (diamètre max 800, module max 10)	
<b>TC</b>	Des machines conventionnelles (tour conventionnelle jusqu'à 7 mètres de longueur)	

**Tableau 1: exemples des machines par secteur**

## II. Evolution des équipements

Alors que le monde du travail continue à évoluer, La société tient à la pointe de la technologie pour fournir de nouveaux produits qui jouent le rôle de catalyseurs des changements positifs et qui s'y adaptent facilement. Aujourd'hui, les systèmes de communication avancés et les technologies d'innovation pratiques facilitent le travail flexible pour les individus et les entreprises de toutes tailles.

L'évolution de l'équipement chez AMM se manifeste par la présente figure.



**Figure 2 : Evolution des équipements**

### III. Exemples des produits pour quelque secteurs d'activités

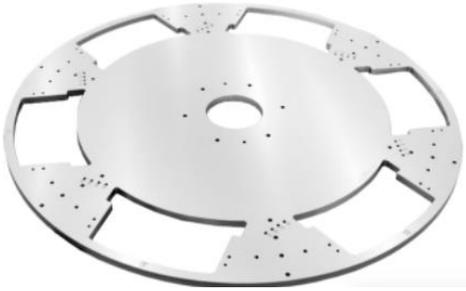
Secteur d'activité	Exemple des produits fabriqués
 <p><b>Aéronautique</b></p>	
 <p><b>Automobile</b></p>	
 <p><b>Industries marine</b></p>	
 <p><b>Agroalimentaire</b></p>	

Tableau 2 : exemples des produits

## Problématique

Après quelques jours passés dans les ateliers micro-mécanique nous avons remarqué un problème critique en relation avec les taux de défaillance. Ainsi, pour bien identifier nous avons utilisé la méthode QQQQCP<sup>1</sup>.

### ● **Quoi ?**

◆ De quoi s'agit-il ? :

▲ Un projet de diminuer le taux de non-conformité .

◆ Quel est le problème ?

▲ Le taux de non-conformité et élevé dans des secteurs de la société.

◆ Quel est l'état de la situation actuelle ?

▲ Etat critique.

◆ Quelles sont les conséquences ?

▲ gaspillage MP et TU+surcharge de planification production ;

▲ Perturbation stock magasin;

▲ Perte budgétaire achat et outillage.

◆ Quel est le risque ?

▲ Une mauvaise image de l'entreprise sur le marché ;

▲ Perte de la confiance des clients ;

▲ Augmentation des couts production .

### ● **Qui ?**

◆ Qui est concerné par l'étude ?

▲ Société AMM.

◆ Qui a le problème ?

▲ Les ateliers de production ;

◆ Qui est concerné par la mise en œuvre ?

▲ Hamza boukhris et Wassim Hamdi : 2 stagiaires étudiants en 4<sup>ème</sup> genie industriel a epi sousse

---

<sup>1</sup> La méthode QQQQCP est aussi appelée la méthode de questionnement. L'objectif de la méthode est de répondre aux questions Qui ? Quand ? Où ? Quoi ? Comment ? Pourquoi ? Cette méthode QQQQCP apporte les informations qui permettent de mieux connaître, cerner, clarifier, structurer, cadrer une situation car elle explore toutes les dimensions sous différents angles.

● **Où ?**

◆ Où cela se produit et s'applique-t-il ?

▲ Les ateliers de production.

● **Quand ?**

◆ Depuis quand ces problèmes se produisent ?

▲ Depuis un certain temps (environ 7 ans).

◆ Quand le problème devient plus critique ?

▲ Toute la journée de travail.

◆ Quand se produit le risque ?

▲ Lors du production .

● **Comment ?**

◆ Comment se produit le problème ?

▲ Mauvaise aménagement des secteurs ;

▲ Condition de travail non ergonomique

▲ Changement d'effectifs répétitif subit à une recrutement du personnels non qualifié

▲ Taux des produits finis non conforme élevé

◆ Comment mettre en œuvre les moyens nécessaires ?

▲ Recrutement des ouvriers selon leur compétence ;

▲ Organisation l'implantation des ateliers ;

▲ Suivi des actions.

● Pourquoi ?

◆ Pourquoi résoudre le problème ?

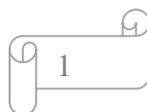
- ▲ Pour mieux exploiter les ressources les employés et engins de manutention ;
- ▲ Augmenter la capacité de production;
- ▲ Améliorer la qualité des produits ;
- ▲ Récupérer la confiance des clients ;
- ▲ Réduire le gaspillage de temps.
- ▲ Meilleure gestion de capacité et ressources
- ▲ Des ateliers bien organiser

- Par conséquent, la problématique de notre projet de fin d'études revient à répondre à la question suivante :

## Comment peut on réduire le taux de non-conformité et optimiser la qualité des produits ?

### Conclusion

Ce chapitre fut une présentation du AMM (Fiche technique, organigramme, activités et différents services), ainsi qu'une description sur produits et les secteur d'activité . Et finalement nous avons également posé notre problématique de recherche





---



# CHAPITRE 2 : Rappel théorique



---



# Introduction:

Le présent chapitre est consacré à un rappel théorique portant sur quelques notions liées à la maintenance et les outils utilisés dans ce travail tel que l'AMDEC

# I. Analyse SWOT l'outil de stratégique :

## 1. Définition

La matrice SWOT propose de synthétiser en un seul visuel la situation concurrentielle actuelle. Bien utilisée, elle permet de circonscrire le champ des possibles tout en esquissant les voies de développement. Cet outil d'analyse stratégique, ainsi dénommé par son acronyme anglo-saxon SWOT : ( Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) semble d'un usage assez simple, à la portée de tout un chacun.

## 2.Principe

La matrice SWOT consiste en un tableau à quatre cases, où l'on range après identification, les forces et les faiblesses de l'entreprise, les menaces pesant sur elle à court ou moyen terme tout comme les opportunités potentielles. Cet outil est rapidement devenu un incontournable de la [démarche stratégique](#).

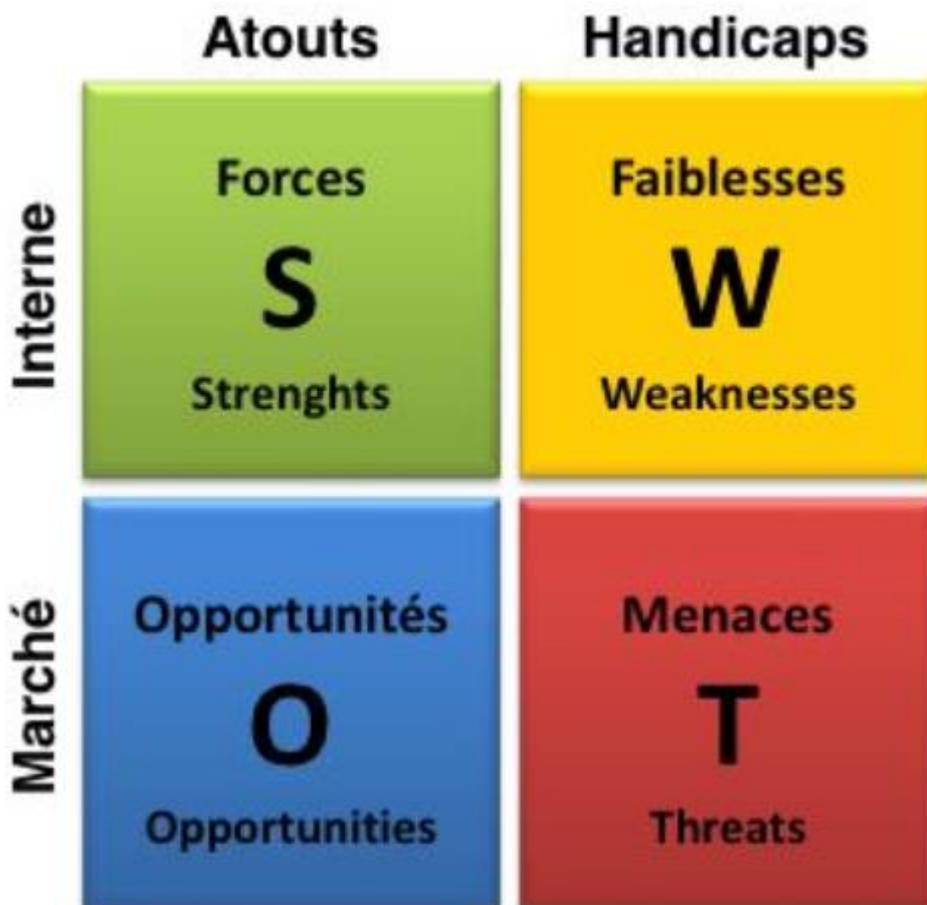


Figure 3 : La matrice SWOT

### 3. Comment effectuer une analyse SWOT ?

**Faire une analyse SWOT** nécessite une démarche méthodique dont les étapes sont les suivantes :

1. Rassembler une équipe compétente
2. Demander à chacun de lister les forces, les faiblesses, les possibilités et les menaces de l'entreprise (ou du projet de création).
3. Compiler / regrouper les éléments de chacun. Envisager de tenir une séance de brainstorming en groupe pour identifier les causes de chaque catégorie.
4. Alternativement, il est possible de demander à chaque membre de l'équipe de travailler seul avant de partager, brainstormer et compiler les résultats en groupe. Cela ouvre le débat et développe la créativité.
5. Ne vous précipitez pas dans l'évocation ou l'élaboration de solutions. Commencez par identifier et lister les facteurs pertinents dans chaque catégorie.
6. Une fois brainstorming terminé, élaborer une version finale de l'analyse SWOT qui énumère et synthétise tous les facteurs de chaque catégorie. Classez-les de haut en bas en fonction de leur importance.
7. Une fois la matrice terminée, identifiez les stratégies possibles puis choisissez celle(s) qui sera(ont) la(es) plus adaptée(s).

### 4. Avantages

Construire un tableau SWOT possède certains avantages tel que le fait de pouvoir être réalisé en interne et donc ne rien coûter à l'entreprise.

Les avantages du SWOT sont :

- Représentation synthétique de la stratégie de l'entreprise.
- Regroupe le diagnostic interne et le diagnostic externe au sein d'un même tableau.
- Remise en question son projet d'entreprise. La construction d'un SWOT oblige l'entrepreneur à considérer certaines faiblesses qu'il n'aurait peut-être pas identifiées sans diagnostic interne.
- Peut aider à identifier certains facteurs clés du succès.

## II. Analyse quantitative des défaillances

L'analyse quantitative d'un historique va permettre de dégager des actions d'amélioration, donc d'identifier les défaillances à approfondir afin de les corriger et les prévenir. Analyser quantitativement les résultats des diagnostics constitue ainsi un axe de progrès. Les données chiffrées à saisir doivent être les suivantes :

- Dates des interventions correctives (jours, heures) et nombre  $N$  de défaillances ; ces éléments permettront de calculer les périodes de bon fonctionnement ( $UT = \text{Up Time}$ ), les intervalles de temps entre deux défaillances consécutives ( $TBF = \text{Time Between Failures}$ ) et leur moyenne ( $MTBF$ ) ; ces données permettront de caractériser la fiabilité des équipements ;
- Temps d'arrêt de production ( $DT = \text{Down Time}$ ) consécutifs à des défaillances, y compris ceux des « micro-défaillances » ; 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 ; l'expérience montre que son oubli fausse complètement une étude de fiabilité ultérieure. Il est prouvé aussi que les micro-défaillances, qui appartiennent à la routine, donc qu'on oublie facilement, sont génératrices de perte de disponibilité, donc de productivité moindre et bien sûr de non qualité ; ces données permettront donc de caractériser la disponibilité des équipements ;
- Durées d'intervention maintenance ( $TTR = \text{Time To Repair}$ ) et leur moyenne ( $MTTR$ ) ; ces données permettront de caractériser la maintenabilité des équipements

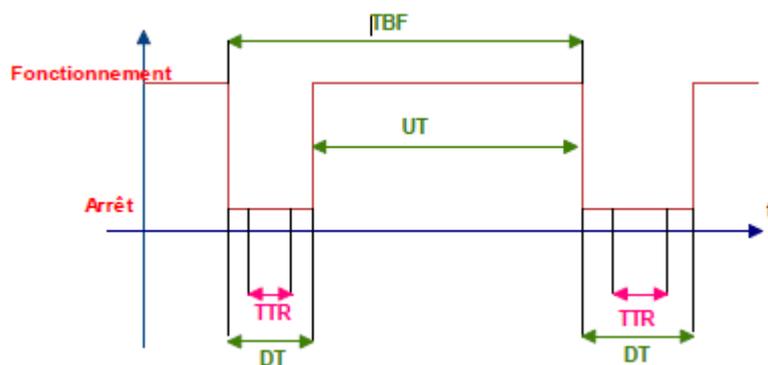


Figure 4 : Analyse des temps

## 1. DIAGRAMME DE PARETO

### 1.1 Définition

Le diagramme de Pareto (principe ou loi ABC) est un graphique représentant l'importance de différentes causes sur un phénomène. Ce diagramme permet de mettre en évidence les causes les plus importantes sur le nombre total d'effet et ainsi de prendre des mesures ciblées pour améliorer une situation.

### 1.2 Méthode ABC (Diagramme Pareto) :

Parmi la multitude de préoccupations qui se posent à un responsable maintenance, il lui faut décider quelles défaillances doivent être étudiées et/ou améliorées en premier. Pour cela, il faut déceler celles qui sont les plus importantes et dont la résolution ou l'amélioration serait le plus rentable, en particulier en terme de coûts d'indisponibilité. La difficulté réside dans le fait que ce qui « est important » et que ce qu'il « l'est moins » ne se distinguent pas toujours de façon claire.

La méthode ABC apporte une réponse. Elle permet l'investigation qui met en évidence les éléments les plus importants d'un problème afin de faciliter les choix et les priorités. On classe les événements (pannes ou défaillances par exemple) par ordre décroissant de coûts (temps d'arrêts, coût financier, nombre, etc.), chaque événement se rapportant à une entité. On établit ensuite un graphique faisant correspondre les pourcentages de coûts cumulés aux pourcentages de types de pannes ou de défaillances cumulés. Sur le schéma figure 6.2, on observe trois zones.

1. Zone A : 20% des défaillances occasionnent 80% des coûts ;
2. Zone B : les 30% de défaillances supplémentaires ne coûtent que 15% supplémentaires ;
3. Zone C : les 50% de défaillances restantes ne concernent que 5% du coût global.

Conclusion : il est évident que la préparation des travaux de maintenance doit porter sur les pannes de la zone A.

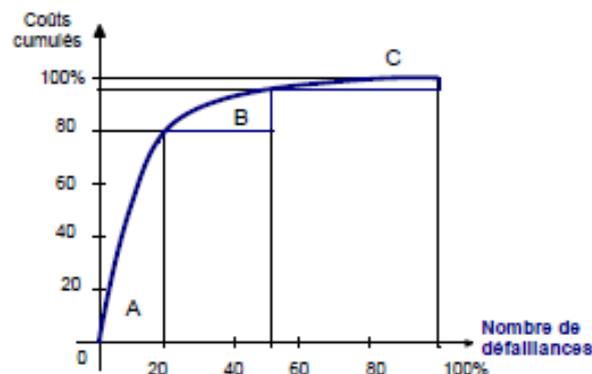


Figure 5 : Diagramme PARETO

En maintenance cette méthode est très utile pour déterminer les urgences ou les tâches les plus rentables, par exemple :

- S'attacher particulièrement à la préparation des interventions sur les défaillances les plus fréquentes et/ou les plus coûteuses (documentation, gammes opératoires, contrats, ordonnancement, etc..),
- Rechercher les causes et les améliorations possibles pour ces mêmes défaillances,
- Organiser un magasin en fonction des fréquences de sortie des pièces (nombre de pièces et emplacement),
- Décider de la politique de maintenance à appliquer sur certains équipements en fonction des heures et des coûts de maintenance.

Attention toutefois : cette méthode ne résout pas les problèmes, mais elle attire l'attention du technicien sur les groupes d'éléments à étudier en priorité.

### **III. Analyse qualitative des défaillances**

#### **1. Diagnostic et expertise :**

Le diagnostic est « l'identification de la cause probable de défaillance à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test ». La norme NF EN 13306 va plus loin, puisqu'elle indique que le diagnostic d'une panne est « l'ensemble des actions menées pour la détection de la panne, sa localisation et l'identification de la cause ». On va donc jusqu'à l'expertise de la défaillance. Localisation de panne est l'ensemble des actions menées en vue d'identifier l'équipement en panne au niveau de l'arborescence appropriée.

#### **2. Conduite d'un diagnostic :**

Elle nécessite un grand nombre d'informations recueillies :

- Auprès des utilisateurs (détection, manifestation et symptômes)
  - Dans les documents constructeurs et/ou dans les documents du service maintenance.
- Mais il y a aussi l'expérience du terrain et le savoir-faire.

##### a) Manifestation de la défaillance :

La manifestation (ou effet) de la défaillance se manifeste par son amplitude (partielle ou complète), sa vitesse (elle est progressive ou soudaine), son caractère (elle est permanente, fugitive ou intermittente).

##### b) Les symptômes :

Les symptômes peuvent être observés in situ, sans démontage, par les utilisateurs de l'équipement ou par le maintenancier : VTOAG, mesures, défauts de qualité. Le VTOAG est l'utilisation naturelle des cinq sens de l'individu. Il ne faut jamais les négliger, car ils sont capables de contribuer à l'établissement d'un diagnostic.

##### \* La vue (V) :

- Détection de fissures, fuites, déconnexions,
- Détection de dégradations mécaniques.

##### \* Le toucher (T) :

- Sensation de chaleur, de vibration,
- Estimation d'un état de surface.

##### \* L'odorat (O) :

- Détection de la présence de produits particuliers,
- «Odeur de brûlé», embrayage chaud,...

##### \* L'auditif (A) :

- Détection de bruits caractéristiques (frottements, sifflements).

##### \* Le goût (G) :

- Identification d'un produit (fuite).

Les symptômes peuvent aussi s'observer après démontage : mesures, observations de rupture, d'état de surface, contrôles non destructifs, etc.

### 3. Savoir-faire :

Le diagnostic est construit comme une enquête policière : le maintenancier part des informations et symptômes, et à partir de son expérience, il formule des hypothèses affectées d'un niveau de probabilité plus ou moins important, teste ces hypothèses afin de se construire une certitude. Il dispose pour cela d'outils de diagnostic. Les plus utilisés sont :

- Le diagramme Causes – Effets,
- L'arbre des causes,
- L'organigramme de diagnostic et/ou la fiche de diagnostic

### 4. Diagramme Cause-Effets :

Cet outil a été créé par Ishikawa, professeur à l'Université de la TOKYO dans les années 60 et concepteur d'une méthode de management de la qualité totale. Le diagramme causes-effet est une représentation graphique du classement par familles de toutes les causes possibles pouvant influencer un processus. Ces familles de causes au nombre de 5 engendrent la non qualité dans un processus de fabrication. Leur nom commence par la lettre M d'où l'appellation 5M. Ishikawa a proposé une représentation graphique en « arête de poisson »

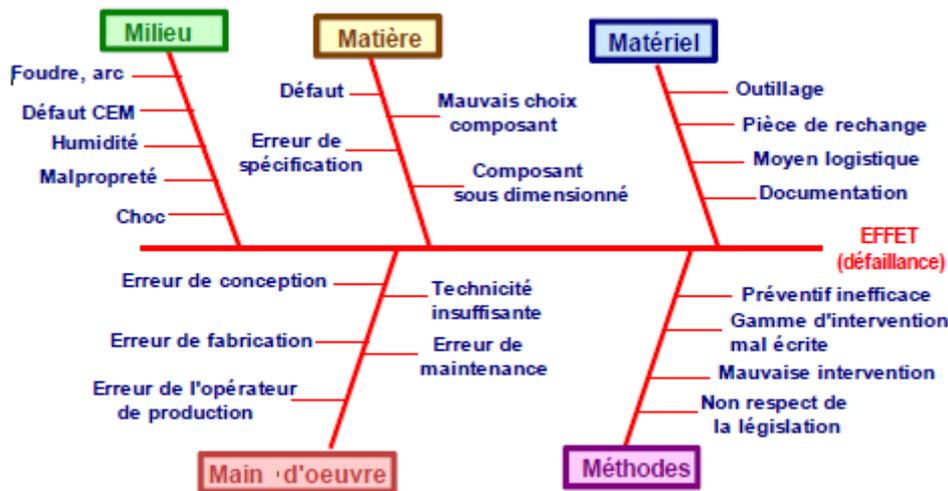


Figure 6 : Le diagramme Causes-Effet.

## 5. Arbre de défaillances :

C'est un diagramme déductif qui va de l'effet vers la cause et qui a pour objet de rechercher toutes les combinaisons de défaillances élémentaires (primaires) pouvant déboucher vers une non-conformité

Construction de l'arbre de défaillances :

Pour construire un arbre de défaillance, on peut utiliser l'organigramme de la figure N°. Notons que cette construction est tout à fait qualitative.

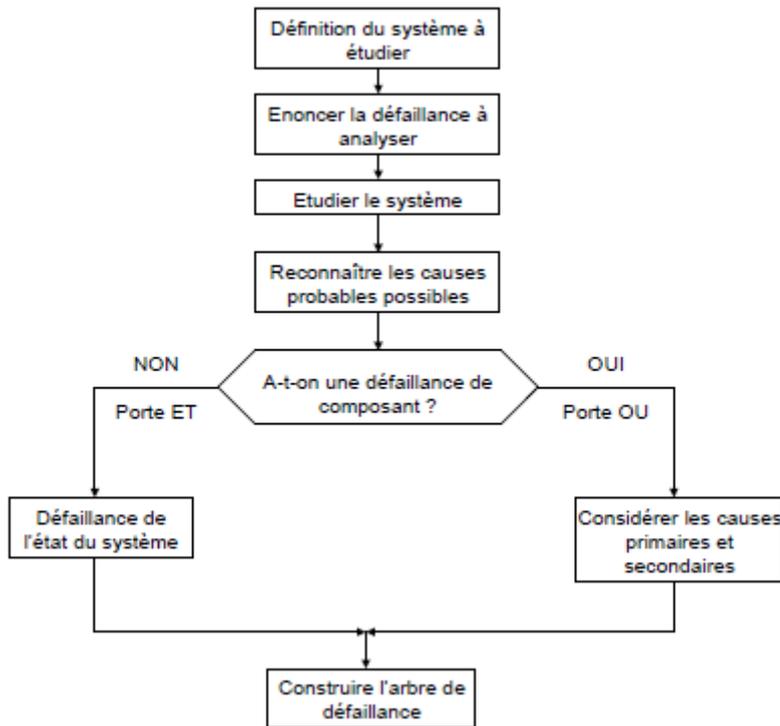


Figure 7 : Construction de l'arbre de défaillance



## IV. Généralité de la maintenance

### 1. Définition de la maintenance

Ensemble des activités destinées à maintenir, à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise.

L'analyse des défaillances peut s'effectuer :

- Soit de manière quantitative puis qualitative en exploitant l'historique de l'équipement et les données qualitatives du diagnostic et de l'expertise des défaillances
- Soit de manière prévisionnelle en phase de conception ou a posteriori, après retour

### 2. Types de maintenance

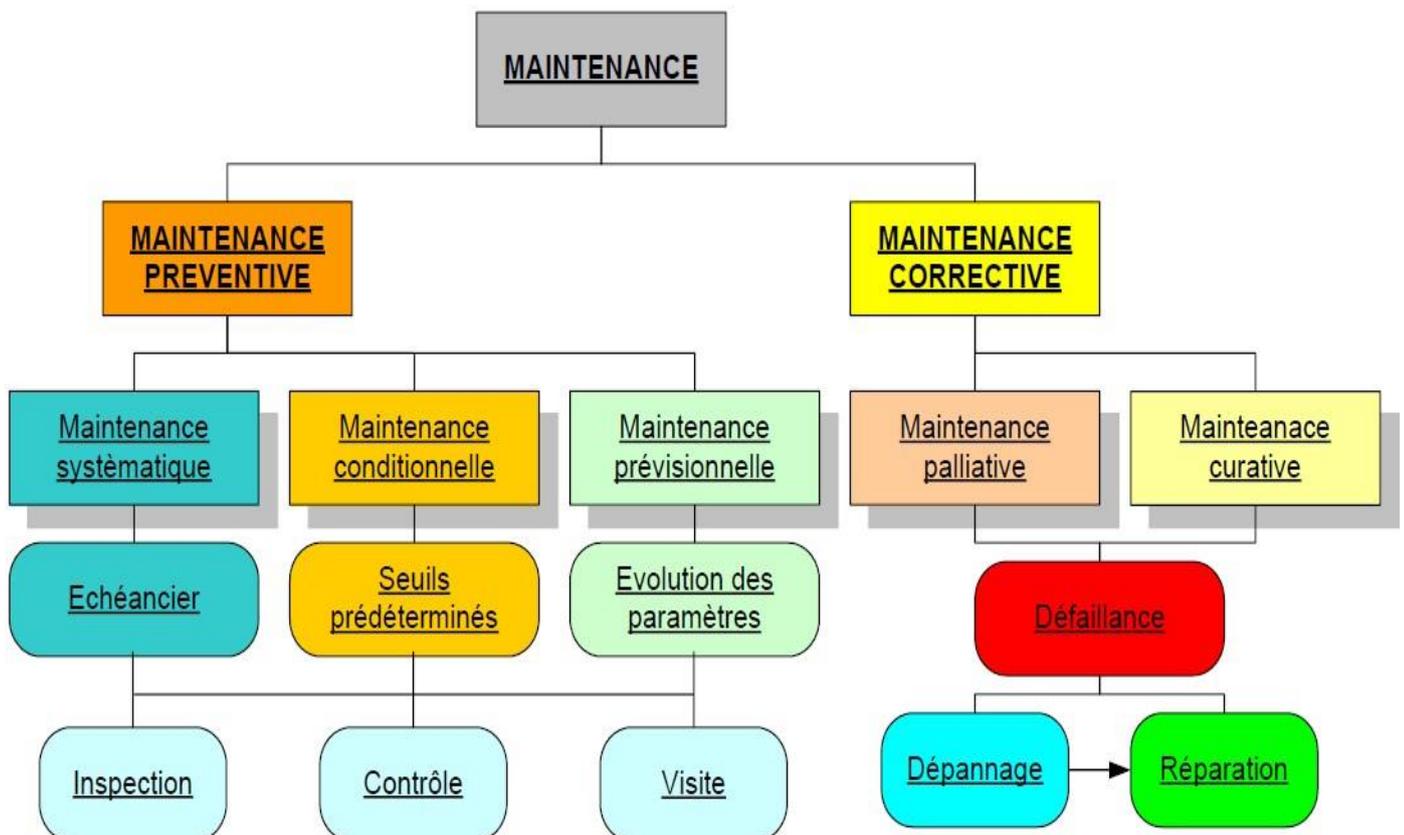


Figure 8 : Type de maintenance

## a) Maintenance corrective

Maintenance effectuée après défaillance. Suivant la nature des interventions, on distingue deux types de remise en état de fonctionnement :

## b) La maintenance préventive

La maintenance préventive est définie comme étant l'ensemble des contrôles périodiques des installations, mis en œuvre pour découvrir des états pouvant entraîner la panne ou la baisse des performances et des remises en état avant même que les incidents ne se déclarent. Elle comprend trois types :

- † **Maintenance systématique** : Désigne des opérations effectuées, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.) ;
- † **Maintenance conditionnelle** : Réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement ;
- † **Maintenance prévisionnelle** : Réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement.

## 3. Stratégie de la maintenance

### 3.1 LA MÉTHODE AMDEC

#### 3.1.1 Définition

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est une méthode d'analyse préventive de la sûreté de fonctionnement des produits et des équipements. Ce principe de la prévention repose sur le recensement systématique et l'évaluation des risques potentiels d'erreurs susceptibles de se produire à toutes les phases de réalisation d'un produit. C'est une méthode précieuse qui permet à l'entreprise de valider, tout au long de la construction du produit, sa qualité et sa fiabilité :

- Elle identifie les modes de défaillance des composants, en évalue les effets sur l'ensemble des fonctions et en analyse les causes.
- Elle évalue l'impact, ou criticité, de ces modes de défaillances sur la sûreté de fonctionnement.
- En phase de conception, elle est associée à l'Analyse Fonctionnelle, pour la recherche des modes de défaillances spécifiques à chaque fonction ou contrainte des composants.
- Dans le cas d'analyse sur des procédures ou chaînes de fabrication, elle permet de localiser les opérations pouvant conduire à élaborer un produit ne respectant pas le cahier des charges, ce qui permettra par la suite de limiter les rebuts.
- Appliquée à un groupe de travail pluridisciplinaire, elle est recommandée pour la résolution de problèmes mineurs dont on veut identifier les causes et les effets ; elle contribue donc à la construction et à l'amélioration de la qualité.

L'AMDEC est une technique qui conduit à l'examen critique de la conception dans un but d'évaluer et de garantir la sûreté de fonctionnement (sécurité, fiabilité, maintenabilité et disponibilité) d'un moyen de production.

L'AMDEC doit analyser la conception du moyen de production pour préparer son exploitation, Afin qu'il soit fiable et maintenable dans son environnement opérationnel.

#### 3.1.2 Les différents type D'AMDEC

Types	Rôle
AMDEC Fonctionnelle	Analyse des défaillances et de ses causes à l'étape de la conception.
AMDEC Produit	Analyse les demandes des clients en termes de fiabilité.
AMDEC Process	Analyse des risques liés aux défaillances d'un produit.
AMDEC Moyen de Production	Analyse les risques liés aux défaillances de la chaîne de production.
AMDEC Flux	Analyse les risques liés à l'approvisionnement, le temps de réaction et de correction et leurs coûts.

Tableau 3 : Les types D'AMDEC

### 3.1.3 Démarche pratique de l'AMDEC

L'AMDEC est une technique d'analyse exhaustive et rigoureuse de travail en groupe : chacun y met en commun son expérience et sa compétence. Mais, pour la réussir, il faut bien connaître le fonctionnement du système qui est analysé ou avoir les moyens de se procurer l'information auprès de ceux qui la détiennent. Elle comporte cinq étapes :

- Etape 1 : préparer l'étude.
- Etape 2 : réaliser l'analyse fonctionnelle.
- Etape 3 : réaliser l'analyse qualitative des défaillances.
- Etape 4 : évaluer la criticité.
- Etape 5 : définir et suivre un plan d'actions correctives et préventives.

#### a. Etape 1 : Préparation de l'étude

Lors de la première étape de préparation, il faudra d'abord valider l'objectif de l'étude : pourquoi effectue-t-on cette étude ? L'objectif va dépendre du contexte de l'étude :

- Amélioration de la fiabilité du produit,
- Amélioration de la disponibilité du moyen de production,
- Amélioration de la disponibilité du service.

On commence tout d'abord par constituer le groupe de travail. L'AMDEC fait appel à l'expérience, pour rassembler toutes les informations que détiennent les uns et les autres, mais aussi pour faire évoluer les conclusions que chacun en tire et éviter que tous restent sur leur a priori. Les méthodes de travail en groupe doivent être connues et pratiquées afin d'assurer une efficacité optimale en groupe. C'est un critère de réussite essentiel.

##### ➤ Les acteurs de la méthode

- **Le demandeur (ou pilote)** : c'est la personne ou le service qui prend l'initiative de déclencher l'étude. Il est responsable de celle-ci jusqu'à son aboutissement. Il en définit le sujet, les critères et les objectifs. Il ne doit pas être le concepteur pour garantir l'indépendance des jugements.
- **Le décideur** : c'est la personne responsable dans l'entreprise du sujet étudié, et qui, en dernier recours et à défaut de consensus, exerce le choix définitif. Il est responsable et décideur des coûts, de la qualité et des délais.
- **L'animateur** : c'est le garant de la méthode, l'organisateur de la vie du groupe. Il précise l'ordre du jour des réunions, conduit les réunions, assure le secrétariat, assure le suivi de l'étude. Très souvent, c'est un intervenant extérieur, ou du moins extérieur au service de façon à pouvoir jouer les candides.
- **Le groupe de travail** : 2 à 5 personnes en général, responsables et compétentes, ayant la connaissance du système à étudier et pouvant apporter les informations nécessaires à l'analyse (on ne peut bien parler que de ce que l'on connaît bien). Selon l'étude (produit, procédé ou moyen de production), ce seront des représentants du design, du marketing, du bureau d'études, du service qualité, du service achat, de la production, de la maintenance ou des experts du domaine étudié.

##### ➤ Planification des réunions

Comme il est difficile de réunir 5 à 8 personnes d'un certain niveau (elles sont souvent peu disponibles), on planifie les cinq phases, de la « préparation » jusqu'aux « actions menées » en respectant une fréquence d'une demi-journée tous les 15 jours en général.

➤ **Limitations de l'étude**

Il est nécessaire de limiter le champ et la durée de l'étude. Un champ d'étude trop important conduira à un exercice harassant pour un résultat médiocre. Une durée d'étude de 2 à 3 mois est tout à fait raisonnable.

➤ **Constitution du dossier AMDEC**

Dans cette phase, on effectue la collecte des données nécessaires à l'étude :

- Cahier des charges ou spécifications du produit,
- Plans, nomenclature, gammes de fabrication, spécifications,
- Calculs et leur vérification (chaîne de cotes),
- Contraintes de fabrication,
- Défaillances observées (retours clients, rebut de production),
- Essais de fiabilité, résultats de test,
- Relevés statistiques d'exploitation, historiques des pannes,
- Probabilités de défaillances liées à la technologie,
- Objectifs qualité.

➤ **Fin de l'étape 1 : fiche de synthèse**

Cette fiche accompagne l'étude tout au long de sa durée. On y retrouve toute la phase d'initialisation ainsi que le suivi de l'étude. Elle est à remplir par l'animateur lors d'un entretien avec le demandeur et complétée avec le décideur. Son but est de formaliser sur un document les points clés de l'étude AMDEC.

## **b. Etape 2 : Analyse fonctionnelle**

L'objectif final de l'étape 2 est la réalisation d'un dossier complet sur le système étudié. Ce dossier comprend :

- la feuille de synthèse de l'état actuel de l'étude AMDEC,
- ce que l'on connaît sur les fonctions à étudier,
- ce que l'on connaît sur l'environnement du système,
- les objectifs de qualité et de fiabilité (conception), le TRS (en production), etc..
- l'analyse fonctionnelle,
- les historiques (lien GMAO-AMDEC),
- le plan de maintenance préventive,
- le conditionnement du produit (marketing).

## **c. Etape 3 : Analyse qualitative des modes de défaillance**

A partir de l'analyse fonctionnelle, la démarche consiste en :

- Une recherche des modes de défaillance (par exemple perte de fonction, dégradation d'une fonction, pas de fonction, fonction intempestive),
- Une recherche des causes (choix pouvant être guidé par la gravité des conséquences),
- Une étude des effets.

➤ **Recensement des modes de défaillance**

Exemples : perte de fonction, dégradation d'une fonction, pas de fonction, fonction intempestive.

➤ **Recherche des causes de défaillances**

Une cause est l'anomalie initiale pouvant entraîner le mode de défaillance. Dans cette phase, il faut chercher de manière exhaustive les causes pouvant déclencher l'apparition potentielle du mode de défaillance. Le diagramme d'Ishikawa est l'outil de recensement par excellence.

➤ **Etude des effets**

Un effet est une conséquence défavorable que le client pourrait subir (mécontentement, défaut qualité, arrêt de production). Selon le type d'AMDEC réalisée, le client est l'utilisateur final ou toute opération postérieure à celle exécutée au moment de l'apparition de l'effet. Chaque mode de défaillance provoque un effet, c'est à dire qu'il y a une conséquence sur la fonction, le niveau supérieur, sur l'étape suivante ou sur le système environnant. En fait, il est souvent difficile de différencier mode, effet et cause de défaillance.

➤ **Fin de l'étape 3 : la grille AMDEC**

Un des moyens de rassembler les idées du groupe de travail est la grille AMDEC. Elle concrétise l'analyse sous la forme d'un tableau faisant apparaître, pour chaque élément traité, ses modes de défaillance, leurs causes, leurs effets et les moyens de les détecter.

La grille AMDEC typique comprend 7 colonnes : le nom de l'élément ou du composant, la fonction, le mode de défaillance, la cause de la défaillance, son effet, sa non-détection, la cotation de la criticité. Elle peut être complétée par une colonne indiquant les actions préventives pouvant être apportées.

On différencie souvent les modes, causes et effets par des couleurs afin de bien les mettre en évidence. L'ordre « mode, cause, effet » est volontaire. Les effets du mode ainsi que la non-détection seront ressentis directement par l'utilisateur. La cotation de la fréquence, de la gravité et de la non-détection va permettre une hiérarchisation des différentes défaillances.

#### **d. Etape 4 : Evaluation de la criticité**

➤ **Notion de criticité**

La criticité permet de quantifier la notion de risque. Dans une étude AMDEC, elle est évaluée à partir de la fréquence de la défaillance, de sa gravité et de sa probabilité de non-détection. Elle détermine le choix des actions correctives et préventives à entreprendre et fixe la priorité entre ces actions. C'est un critère pour le suivi de la fiabilité prévisionnelle de l'équipement. La cotation de la criticité permet une hiérarchisation des différentes défaillances et donc de planifier les recherches d'amélioration en commençant par celles qui ont la criticité la plus élevée. On prend alors les décisions qui s'imposent et on met en oeuvre ces améliorations. Un programme de suivi est ensuite nécessaire si l'on veut pouvoir évaluer l'efficacité des améliorations : nouvelle mesure de la criticité et comparaison avec la valeur antérieure.

➤ **Cotation de la criticité**

La cotation s'effectue sur la base de trois critères : la fréquence F d'apparition de la cause de défaillance, la gravité G de ses effets et sa non-détection N.

- Fréquence F d'apparition de la cause de défaillance : La cause de défaillance peut apparaître à l'utilisation, à la fabrication ou à la conception d'un produit

- Gravité G des effets de la défaillance : La gravité est une évaluation de l'importance des effets de la défaillance potentielle sur le client. La cause n'a pas d'incidence sur la gravité de la défaillance.

- Non-détection N de la défaillance : Ce critère rend compte de la probabilité qu'a la défaillance de ne pas être détectée par l'utilisateur lors de contrôles (lors de la conception d'un produit, de sa fabrication ou de son exploitation) alors que la cause et le mode sont apparus.

\* Cotation des critères :

Pour évaluer ces trois critères, on utilise des grilles de cotation qui peuvent être définies par l'entreprise ou alors reprises dans certains ouvrages spécialisés.

\* Expression de la criticité

On obtient la criticité C par la formule :

<b>Criticité = Fréquence × Gravité × Détection</b>
--

Une fois que les notes de fréquence, de gravité et de détection ont été données, la note de criticité est calculée :

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.

<b>F – PROBABILITE D'OCCURRENCE</b>	
<b>1 - 2</b>	Faible : très peu de défaillances.
<b>3 - 4</b>	Modérée : défaillance apparue occasionnellement dans des proportions mineures.
<b>5 - 6</b>	Fréquente : défaillance associée à une conception limite du produit et des moyens, ou à une utilisation abusive des moyens de fabrication, ou à une baisse de sévérité de la procédure de contrôle.
<b>7 - 8</b>	Elevée : défaillance qui a traditionnellement cause des problèmes dans le passé ou qui est due à la malfaçon d'une étape critique de production.
<b>9-10</b>	Très élevée : défaillance récurrente.

**Tableau 4 : Probabilité d'occurrence F**

<b>G – GRAVITE</b>	
<b>1</b>	Défaillance minime. Le client ne s'en aperçoit pas.
<b>2 - 3</b>	Défaillance mineure, que le client peut déceler, ne provoquant qu'une gêne légère et remettant en cause l'image de soin apporté à la fabrication.
<b>4 - 5</b>	Défaut provoquant une gêne pour l'usinage ou le montage (litige de conformité).
<b>6 - 7</b>	Défaut provoquant une gêne pour le montage ou l'usinage entraînant un litige de conformité.
<b>8</b>	Défaut provoquant un rebut sans possibilité de retouche avec perturbation importante du flux de production.
<b>9</b>	Défaut provoquant une rupture d'approvisionnement chez le constructeur ou mettant en panne le véhicule du client utilisateur.
<b>10</b>	Défaut entraînant un risque d'accident pour le client utilisateur du véhicule.

Tableau 5 : Gravite des défauts

<b>D – PROBABILITE DE NON DETECTION</b>	
<b>1 - 2</b>	Il y a de fortes probabilités de détecter le défaut au poste de fabrication.
<b>3</b>	Le défaut à une forte probabilité d'être détecté. Risque improbable d'atteindre le client.
<b>4</b>	Le défaut est difficile à détecter. Risque improbable vis-à-vis du client
<b>5 - 6</b>	Le défaut risque de ne pas être détecté. Risque possible vis-à-vis du client.
<b>7 - 8</b>	Le défaut atteindra probablement le client Risque probable vis-à-vis du client.
<b>9</b>	Le client détectera certainement le défaut. Risque certain.
<b>10</b>	Le client utilisateur détectera certainement le défaut. Risque certain.

Tableau 6 : probabilité de non détection



---



## CHAPITRE 3 : Diagnostique de letat actuel et analyse AMDEC



---



## Introduction

.

.

Dans ce chapitre nous allons mettre en place les outils mentionnés dans le chapitre précédent (méthode AMDEC, diagramme PARETO, tableau Ishikawa ...) basé sur les données existe et l'historique de la société AMM afin d'étudier les sources de faiblesse et proposé les solutions d'améliorations.

## I. Analyse SWOT de la société AMM

Afin de mieux cerner notre problématique, nous avons mené une analyse SWOT de la société AMM. Ainsi, on résume dans ce qui suit les résultats observés.

Les faiblesses	Les forces
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>Manque personnelles pour faire l'intervention préventives</b></li> <li>➤ <b>Manque de formation des personnelles</b></li> <li>➤ <b>Qualité renseignement GMAO non disponible</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>Diminution les risques liés a une défaillance de machine</b></li> <li>➤ <b>disponibilité des nouveaux équipements mécanique</b></li> <li>➤ <b>Les pièces de rechange peuvent être fabriquée dans la société</b></li></ul>

Tableau 7 : les point faibles et les points fortes

Le tableau suivant représente les menaces et les opportunités de la société AMM face à son environnement externe.

les menaces	les opportunités
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Risque d'absence des compétences pour maintenance externe des équipements</b></li>   <li>➤ <b>Risque de Non-disponibilité des pièces de rechange machines</b></li>   <li>➤ <b>situation épidémique internationale (covid-19)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Intégration d'une approche de gestion des risques</li>   <li>➤ Investissement financier</li>   <li>➤ avoir un-Parc machine modern</li> </ul>

**Tableau 8 : les opportunités et les menaces**

Notre objectif étant donc de minimiser les faiblesses observées pour rendre la société AMM moins vulnérable aux menaces extérieures. Ceci revient donc à réduire le taux de non-conformité et taux de défaillance observée.

## II. Analyse PARETO et étude du taux de qualité

Pour étudier le taux de qualité, on se propose d'utiliser Pareto pour suivre le taux de non-conformité par opération de fabrication.

Historique de la société :

<b>AMM</b>	<b>Tableau taux non-conformité</b>											F030/01
Reprise	<b>Secteur</b>											
mois	CNC	TCN	électroérosion	ajustage	Tc	magasin matière	tailleuse	sous-traitant	stock	BE	montage	
1/	66,70%	0%	0%	33,30%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
2/	57,10%	42,90%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
3/	33,30%	40%	6,70%	6,70%	6,70%	0%	0%	0%	0%	6,70%	0%	
4/	40%	20%	0,00%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	0%	
5/	40,00%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	40%	0%	
6*	5,60%	16,70%	5,60%	5,60%	0%	0%	0%	0%	0%	16,70%	0%	
7	25,00%	12,50%	12,50%	0,00%	12,50%	0%	0%	25%	0%	12,50%	0%	
8	28%	10,30%	0%	10,30%	0%	0%	0%	35%	0%	13,80%	0%	
9	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
<b>Total</b>	<b>38.37%</b>	<b>15.82%</b>	<b>5%</b>	<b>8.43 %</b>	<b>2%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>7%</b>	<b>0%</b>	<b>12.19%</b>	<b>0%</b>	

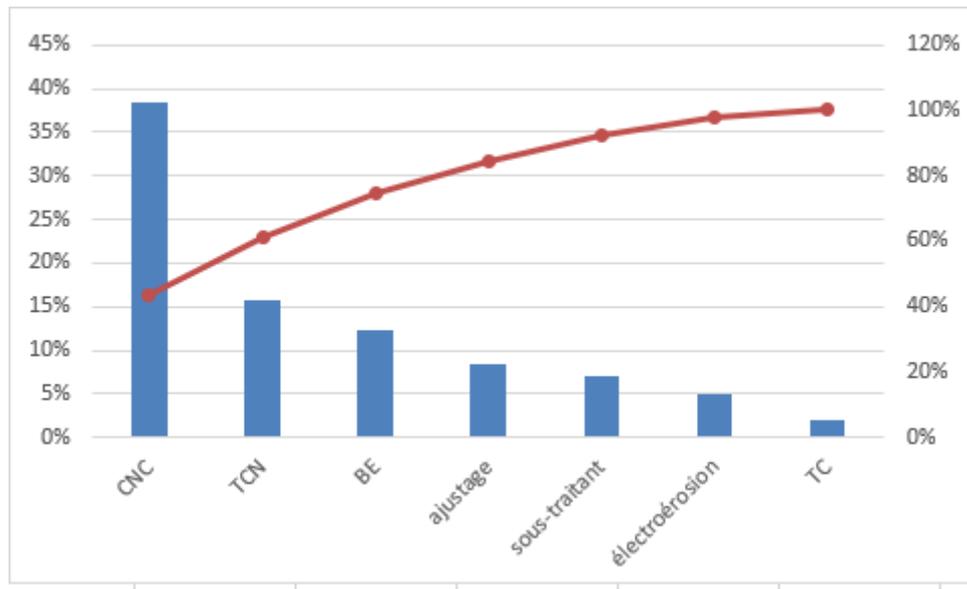
**Tableau 9 : Taux non-conformité**

Répartition de taux non-conformité par processus :

<b>Secteurs</b>	<b>TAUX Non-conformité</b>	<b>Fréquence en %</b>	<b>Pourcentage cumulé</b>
<b>CNC</b>	38.37%	43.2%	43.2%
<b>TCN</b>	15.82%	17.81%	61.01%
<b>BE</b>	12.19%	13.72%	74.73%
<b>ajustage</b>	8.43%	9.49%	84.22%
<b>sous-traitant</b>	7%	7.8%	92.22%
<b>électroérosion</b>	5%	5.6%	97.62%
<b>TC</b>	2%	2.2%	100%
<b>TOT</b>	<b>88.81%</b>	<b>100%</b>	

**Tableau 10 : répartition de non-conformité par processus**

Diagramme PARETO de l'évolution de taux non-conformité par procédé de fabrication



**Tableau 11 : Diagramme PARETO de non-conformité**

En exploitant l'évolution du taux de non-conformité par procédé de fabrication, on remarque la fabrication par CNC représente le procédé qui gère le maximum de non conformité et par suite le taux de qualité le plus faible.

### III. Diagramme Ishikawa et analyse des causes

DESIGNATION	TYPE ISHIKAWA
101.MAUVAIS ENREGISTREMENT	METHODE
102.incohérence choix machine pour usinage	METHODE
103.erreur de programmation/conception	METHODE
104.outil non adapté	METHODE
105.erreur gamme d'usinage	METHODE
106.plan d'usinage non conforme au plan client/model/exigence	METHODE
107.ERREUR CONTRAT DES PHASES	METHODE
108.plan inachevé	METHODE
109.NC procédure	METHODE
110.manque étude	METHODE
201.rupture de stock	MATIERE
202.débitage / brut non conforme	MATIERE
203.defaut de nuance du matière première	MATIERE
204.matiere délicate	MATIERE
205.	MATIERE
301.matériel fournisseur défectueux/non conforme	MATERIEL
302.materiel proposé incompatible	MATERIEL
303.défaillance machine	MATERIEL
304.outil usé	MATERIEL
305.instrument de mesure non étalonné	MATERIEL
306.	MATERIEL
307.	MATERIEL
402.incohérence plan client	MILIEU
403.non conformité sous traitant	MILIEU
404.exigence client mal définie	MILIEU
405.travail sous pression/surcharge/condition exceptionnel	MILIEU
406.non propreté du poste de travail	MILIEU
407.encombrement du poste de travail	MILIEU
408.anomalie de flux informationnel	MILIEU
409.non conformité client	MILIEU
410.exigence incontrôlable	MILIEU
501.erreur palpage outil/mauvaise manipulation outillage/defaut d'axe/mauvaise manipulation programme/plus de serrage de la pièce	MAIN D'ŒUVRE
502.oubli spécification client	MAIN D'ŒUVRE
503.erreur mise en position pièce	MAIN D'ŒUVRE
504.manque précaution/inattention	MAIN D'ŒUVRE
505.manque conrole/autocontrol	MAIN D'ŒUVRE
506.erreur choix outil	MAIN D'ŒUVRE
507.modes opératoires/modes administrative	MAIN D'ŒUVRE
508.opérateur incompetent/non-adaptation de ressource humaine	MAIN D'ŒUVRE
509.reglage machine non conforme	MAIN D'ŒUVRE
510.Personnel trop chargé	MAIN D'ŒUVRE
511.Non respect des procedures /disciplinaire	MAIN D'ŒUVRE

Tableau 12 : Type ISHIKAWA de chaque cause

Ces causes identifiées d'un dysfonctionnement potentiel pouvant survenir sur un système. Il se veut le plus exhaustif possible en représentant toutes les causes qui peuvent avoir une influence sur la sûreté de fonctionnement. Les 5 grandes familles ou 5 facteurs primaires sont renseignés par des facteurs secondaires et parfois tertiaires; Les différents facteurs doivent être hiérarchisés

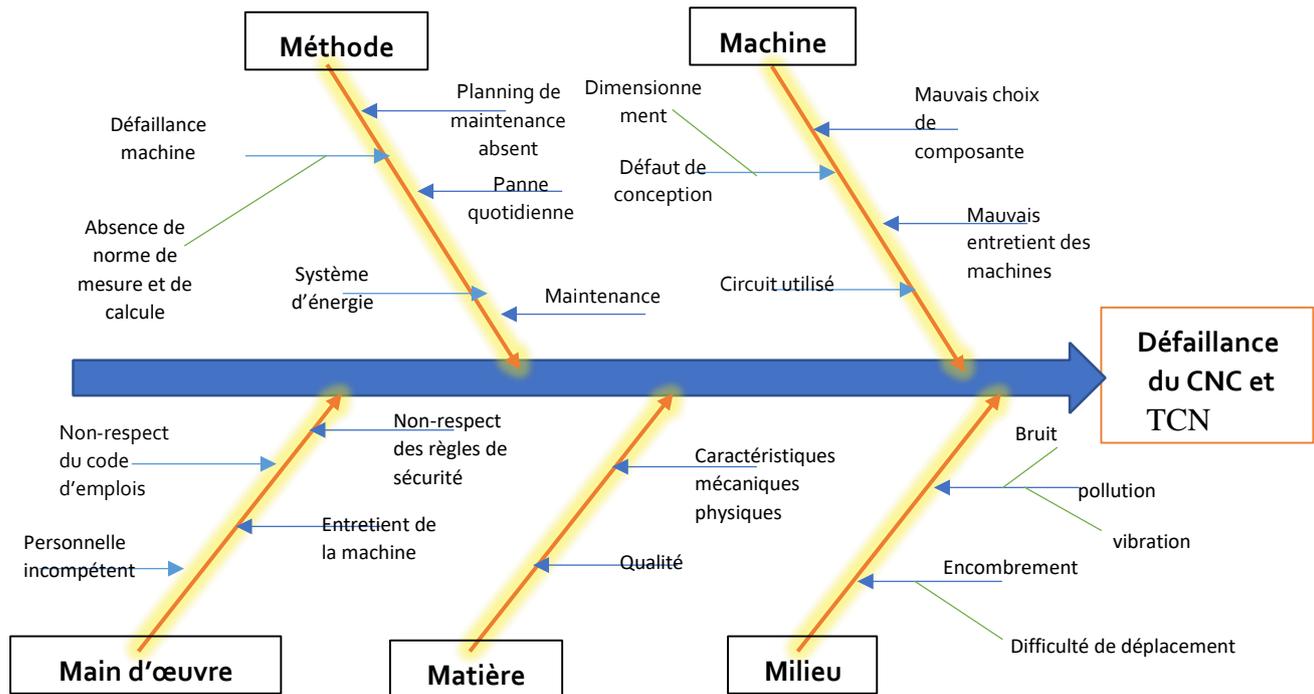


Figure 9 : Diagramme cause-effet CNC, TCN

## IV. Analyse AMDEC process

### 1. Tours à commandes numérique

processus	SOURCE	service	OBJET	DATE	Causes	F	Effets	G	Service de détection	D	IP R	Actions recommandées
production	Non-conformité système	TCN	NON-RESPECT PROCEDURE :BR00021-25	06/07/débitage / brut non conforme1	<i>Non respect des procédures /disciplinaire</i>	2	MANQUE IDENTIFICATION CAUSE RACINE REBUT OUTILLAGE	2	SUIVIE RESPPONSABLE MAGASIN	2	8	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	TCN	Fraise D4 RI : 62 rebut	08/07/débitage / brut non conforme1	<i>erreur choix outil</i>	1	Perte budgétaire achat outillage	2	suivie chef d'equipe tcn	3	6	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	TCN	fraise D2 RI:468 et Fraise torique D2 RI: 299 REBUT	28/08/débitage / brut non conforme1	manque précaution/inattention	1	Perte Budgetaire achat outillage	2	magasin	3	6	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	TCN	Outil gorge ext PPG-332 rebut	24/09/débitage / brut non conforme1	manque étude	1	Perte budgétaire achat	3	Magasin(sarra)	3	9	Rtude statistique de cout

producti on	Rebut	TCN	Gravure NC OF3259 QT=14	29/11/débita ge / brut non conforme1	anomalie de flux informationnel	1	Perte MP et TU	3	conrol final(wafa)	3	9	Sensibilisation de personnel ismail (sur l'importance de coordination au cours d'usinage ) (reunion AMDEC)
producti on	REBUT	TCN	cote non conforme:15+- 0,2-->14,6	14/04/débita ge / brut non conforme1	oubli spécification client	1	gaspillage MP et TU+ surcharge production	7	contrôle encours(naja h)	7	49	PLAN D'ACTION DE REMISE EN APPLICATION LES ROLES,L'AUTORITE ET LES RESPONSABILITES DE POSTE CHEF D'EQUIPE(sensibilisa tion d'autorité et responsabilité)

production	REBUT	TCN	cote roulement non conforme:13+0,01-->12,95	16/04/débitage / brut non conforme1	défaillance machine	1	perturbation de chaine de valeur+manque fiabilité et capacité machine secteur tcn	4	contrôle encours (najah)	3	12	étalonnage machine (Tcn3)
production	REBUT	TCN	cote roulement non conforme:13+0,01-->12,95	16/04/débitage / brut non conforme1	défaillance machine	1	perturbation de chaine de valeur+manque fiabilité et capacité machine secteur tcn	4	contrôle encours (najah)	3	12	polissage des pieces(action immédiate)
production	REBUT	TCN	Pièce N.C: problème de fixation OF: 1630	26/05/débitage / brut non conforme1	modes opératoires/modes administrative	2	Perte matière première et temps d'usinage	6	Control encours (Ismail)	7	84	suivie 2eme échantillon (état de surface)
production	rebut	TCN	Filtage non conforme of 1870	01/07/débitage / brut non conforme1	erreur de programmation/conception	1	gaspillage temps d'usinage et matier premier	4	contrôle encours najeh	6	24	action dérogatoire (contact client pour validation )

proces sus	SOURCE	servic e	OBJET	DATE	Causes	F	Effets	G	Service de détection	D	IP R	Actions recommandées
production	Non-conformité système	TCN	NON-RESPECT PROCEDURE :BR00021-25	06/07/débitage / brut non conforme1	<i>Non respect des procédures /disciplinaire</i>	2	MANQUE IDENTIFICati on CAUSE RACINE REBUT OUTILLAGE	2	SUIVIE RESPPONSAB LE MAGASIN	2	8	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	TCN	Fraise D4 RI : 62 rebut	08/07/débitage / brut non conforme1	<i>erreur choix outil</i>	1	Perte budgétaire achat outillage	2	suivie chef d'equipe tcn	3	6	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	TCN	fraise D2 RI:468 et Fraise torique D2 RI: 299 REBUT	28/08/débitage / brut non conforme1	manque précaution/inattention	1	Perte Budgetaire achat outillage	2	magasin	3	6	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	TCN	Outil gorge ext PPG-332 rebut	24/09/débitage / brut non conforme1	manque étude	1	Perte budgétaire achat	3	Magasin(sarra)	3	9	Rtude statistique de cout

production	Rebut	TCN	Gravure NC OF3259 QT=14	29/11/débitage / brut non conforme1	anomalie de flux informationnel	1	Perte MP et TU	3	control final(wafa)	3	9	Sensibilisation de personnel ismail (sur l'importance de coordination au cours d'usinage ) (reunion AMDEC)
production	REBUT	TCN	cote non conforme:1 5+-0,2-->14,6	14/04/débitage / brut non conforme1	oubli spécification client	1	gaspillage MP et TU+ surcharge production	7	contrôle encours(najah)	7	49	PLAN D'ACTION DE REMISE EN APPLICATION LES ROLES,L'AUTORITE ET LES RESPONSABILITES DE POSTE CHEF D'EQUIPE(sensibilisation d'autorité et responsabilité)

processus	SOURCE	service	OBJET	DATE	Causes	F	Effets	G	Service de détection	D	IP R	Actions recommandées
production	Non-conformité système	TCN	NON-RESPECT PROCEDURE :BR00021-25	06/07/débitage / brut non conforme1	<i>Non respect des procédures /disciplinaire</i>	2	MANQUE IDENTIFICATION CAUSE RACINE REBUT OUTILLAGE	2	SUIVIE RESPONSABLE MAGASIN	2	8	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	TCN	Fraise D4 RI : 62 rebut	08/07/débitage / brut non conforme1	<i>erreur choix outil</i>	1	Perte budgétaire achat outillage	2	suivie chef d'equipe tcn	3	6	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	TCN	fraise D2 RI:468 et Fraise torique D2 RI: 299 REBUT	28/08/débitage / brut non conforme1	manque précaution/inattention	1	Perte Budgétaire achat outillage	2	magasin	3	6	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	TCN	Outil gorge ext PPG-332 rebut	24/09/débitage / brut non conforme1	manque étude	1	Perte budgétaire achat	3	Magasin(sarra)	3	9	Rtude statistique de cout

production	Rebut	TCN	Gravure NC OF3259 QT=14	29/11/débit age / brut non conforme1	anomalie de flux informationnel	1	Perte MP et TU	3	conrol final(wafa)	3	9	Sensibilisation de personnel ismail (sur l'importance de coordination au cours d'usinage ) (reunion AMDEC)
production	REBUT	TCN	cote non conforme:15+- 0,2-->14,6	14/04/débit age / brut non conforme1	oubli spécification client	1	gaspillage MP et TU+ surcharge production	7	contrôle encours(naj ah)	7	49	PLAN D'ACTION DE REMISE EN APPLICATION LES ROLES,L'AUTORITE ET LES RESPONSABILITES DE POSTE CHEF D'EQUIPE(sensibilis ation d'autorité et responsabilité)

production	REBUT	TCN	cote roulement non conforme:13+0,01-->12,95	16/04/débit age / brut non conforme1	défaillance machine	1	perturbation de chaîne de valeur+manque fiabilité et capacité machine secteur tcn	4	contrôle encours (najah)	3	12	étalonnage machine (Tcn3)
production	REBUT	TCN	cote roulement non conforme:13+0,01-->12,95	16/04/débit age / brut non conforme1	défaillance machine	1	perturbation de chaîne de valeur+manque fiabilité et capacité machine secteur tcn	4	contrôle encours (najah)	3	12	polissage des pièces(action immédiate)
production	REBUT	TCN	Pièce N.C: problème de fixation OF: 1630	26/05/débit age / brut non conforme1	modes opératoires/modes administrative	2	Perte matière première et temps d'usinage	6	Control encours (Ismail)	7	84	suivie 2eme échantillon (état de surface)
production	rebut	TCN	Filtage non conforme of 1870	01/07/débit age / brut non conforme1	<i>erreur de programmation/conception</i>	1	gaspillage temps d'usinage et matière premier	4	contrôle encours najah	6	24	action dérogatoire (contact client pour validation )

production	REBUT	TCN	Filtage non conforme of 1870	01/07/débit age / brut non conforme1	erreur de programmation/conception	1	gaspillage temps d'usinage et matier premier	4	contrôle encours najeh	6	24	sensibilisation de personnel
production	REBUT	TCN	PIECE NON CONFORME (AXE CASSE) QT=1	28/06/débit age / brut non conforme1	oubli spécification client	1	surcharge de chaine de valeur productive	6	contrôle encours (najah)	7	42	evaluation (sensibilisation )de rebut
production	REBUT	TCN	PIECE NON CONFORME (AXE CASSE) QT=2	28/06/débit age / brut non conforme1	oubli spécification client	1	surcharge de chaine de valeur productive	6	contrôle encours (najah)	7	42	evaluation (sensibilisation )de rebut
production	REBUT	TCN	Filtage N.C : OF2291	03/08/débit age / brut non conforme1	opérateur incompetant/non-adaptation de ressource humaine	1	Perte TU et MP	2	Control encours (tasnim)	2	4	Evaluation technique dans la base des stagiaire
production	REBUT	TCN	Filtage N.C OF2018	04/08/débit age / brut non conforme1	exigence client mal définie	2	Surcharge planification production	7	CLIENT	7	98	Contact client
production	REBUT	TCN	Cote 180/-0,02 ==>17,95 OF2278	06/08/débit age / brut non conforme1	manque conrole/autocontrol	2	Surcharge planification production	6	Control final (wafa)	7	84	sensibilisation personnel

production	REBUT	TCN	Cote 95+0,2 ===>414	17/08/débit age / brut non conforme1	débitage / brut non conforme	1	surcharge chaîne valeur production	5	control encours (najah)	6	30	Reclamation fournisseur N°12 et N°13
production	REBUT	TCN	Pièce NC + non respect procédural OF1654	19/08/débit age / brut non conforme1	oubli spécification client	1	Perte TU et MP	5	Control final(wafa)	6	30	sensibilisation personnel
production	REBUT	TCN	Les dens NC OF2515	06/09/débit age / brut non conforme1	défaillance machine	2	Perte MP et TU	9	control encours (ismail)	9	16 2	Installation des régulateur de protections Machine TCN2
production	REBUT	TCN	Longueur N.C: 97+- 0,3===>96,54/ 69,2 OF2622	16/09/débit age / brut non conforme1	oubli spécification client	2	Reatard clotue projet	7	control encours (najah)	6	84	sensibilisation personnel
production	REBUT	TCN	Décalage 0,5 mm sur entraxe entre perçage	24/09/débit age / brut non conforme1	manque étude	2	Retard cloture projet	6	control encours (sahar)	7	84	Fabrication d'une pièce (échantillon)
production	REBUT	TCN	Cote NC: +,87+-0,2 ===>7,5/7,2 OF2739	27/09/débit age / brut non conforme1	outil utilisé	2	Perte MP et TU	6	Control encours (najah)	6	72	recrutement externe ou interne d'opérateur TCN

Tableau 13 : AMDEC secteur TCN

## 2. Commande numérique centrale

processus	SOURCE	service	OBJET	DATE	Causes	F	Effets	G	Service de détection	D	IPR	Actions recommandées
production	Non-conformité système	CNC	Fraise D5 dhf REBUT OF: 1965,1964	09/07/débitage / brut non conforme1	modes opératoires/modes administrative	4	Perte d'outillage	3	magasin (najla)	3	36	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	CNC	Fraise D5 DHF REBUT OF: 1965,1964	09/07/débitage / brut non conforme1	NC procédure	1	Perte budgétaire achat outillage	3	magasin (najla)	3	9	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	CNC	Fraise BR D3 rébut RI: 603 OF2258	31/07/débitage / brut non conforme1	erreur palpage outil/mauvaise manipulation outillage/defaut d'axe/mauvaise manipulation programme/plus de serrage de la pièce	1	Perte d'outillage	3	MAGASIN (najla)	3	9	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	CNC	Fraise D12 perdu (BR00056) RI:5178	12/07/débitage / brut non conforme1	Non respect des procédures /disciplinaire	1	Perturbation stock magasin	3	magasin	3	9	sensibilisation personnel
production	REBUT	CNC	Cote 13(+0,087/0,06) NC et trace fraise sur la pièce	10/08/débitage / brut non conforme1	Non respect des procédures /disciplinaire	4	surcharge chaîne valeur production	10	control encours (sahar)	9	360	Sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	CNC	Fraise D12 rebut OF2326	14/08/débitage / brut non conforme1	manque précaution/inattention	1	Perte d'outillage etTU	2	control encours (sAHBI)	3	6	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	CNC	Fraise D16 RI:100 rebut OF2065	23/08/débitage / brut non conforme1	erreur palpage outil/mauvaise manipulation outillage/defaut d'axe/mauvaise manipulation	2	Perte budgétaire achat outillage	3	Magasin	3	18	sensibilisation personnel

					programme/plus de serrage de la pièce							
production	REBUT	CNC	Non respect procédurale : disiplinary, rentabilité, absentisme	16/08/débitage / brut non conforme1	Non respect des procédures /disciplinaire	3	Ambiance stressant dans l'equipe	7	suivie leadership	7	14 7	renvoi de personnel
production	Non-conformité système	CNC	Fraise D12 RI: fr-25 rebut	06/09/débitage / brut non conforme1	Personnel trop chargé	1	Perte budgétaire achat outillage	3	magasin(sarah)	3	9	Besoin recrutement "conducteur machine CNC"
production	Non-conformité système	CNC	Foret cassé dans la pièce QT=2 OF2700	22/09/débitage / brut non conforme1	outil usé	1	Perte MP et TU	3	control encours (sahar)	3	9	Reprise de 2 pièces dans le secteur E.E
production	Non-conformité système	CNC	Fraise D2 RI:468 REBUT	24/09/débitage / brut non conforme1	erreur mise en position pièce	4	Perte MP et TU	3	Magasin(sarra)	3	36	Changement de vis de fixation après 8 pièces
production	Non-conformité système	CNC	Utilisation de fraise D8 OF2382 pour une autre commande	06/10/débitage / brut non conforme1	Non respect des procédures /disciplinaire	4	Perte budgétaire achat outillage et MP	2	magasin(najla)	2	16	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	CNC	Fraise 2/15 RI:517 REBUT OF2758 QT=1	06/10/débitage / brut non conforme1	manque précaution/inattention	1	Perte budgétaire achat outillage et MP	2	magasin(sarra)	1	2	sensibilisation personnel sur le risque technique
production	Non-conformité système	CNC	Fraise D3 RI:173 et Fraise D6 RI: 702 Rebut OF 2713	29/09/débitage / brut non conforme1	erreur mise en position pièce	1	Perte budgétaire achat outillage	3	magasin(sarra)	3	9	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	CNC	Fraise D3 RI:173 et Fraise D6 RI: 702 Rebut OF 2713	29/09/débitage / brut non conforme1	manque étude	3	Perte budgétaire achat outillage	3	magasin(sarra)	3	27	sensibilisation personnel

production	Non-conformité système	CNC	Fraise D2/15 RI:517 OF2816	10/10/débitage / brut non conforme1	débitage / brut non conforme	1	Perte budgétaire achat outillage	3	magasin(sarra)	3	9	sensibilisation personnel
production	Non-conformité système	CNC	Fraise D6 RI:702-423 REBUT OF2773	14/10/débitage / brut non conforme1	Personnel trop chargé	3	Perte budgétaire achat outillage	3	Magasin(najla)	3	27	sensibilisation personnel (SANCTION°)
production	Non-conformité système	CNC	Deux fraise D16 révut RI:100 et 224	30/11/débitage / brut non conforme1	manque précaution/inattention	1	Perte budgétaire achat outillage	8	magasin(nada)	7	56	Validation de chef hiérarchique avant de lancement des pièces
production	Non-conformité système	CNC	Deux fraise D16 révut RI:100 et 224	30/11/débitage / brut non conforme1	anomalie de flux informationnel	1	Perte budgétaire achat outillage	8	magasin(nada)	7	56	Validation de chef hiérarchique avant de lancement des pièces

**Tableau 14 : AMDEC secteur CNC**

## V. Analyse AMDEC

<b>IPR</b>	
Valeur	Définition
<b>1 &lt; ipr &lt; 8</b>	Négligeable : on les laisse de coté
<b>8 &lt; ipr &lt; 14</b>	Moyenne : on se pose les questions de les laisser ou conserver
<b>14 &lt; ipr &lt; 27</b>	Élevée : il faut trouver des actions à mettre en œuvre et regarder l'importance de ces actions
<b>27 &lt; ipr &lt; 64</b>	Majeure : il faut obligatoirement trouver des actions à mettre en œuvre changer ou ajouter des documentet ou des procedures

La combinaison (multiplication) de ces critères permet ensuite d'obtenir factuellement un niveau de priorité (ipr) et selon ce niveau on décide des actions (et des délais) à entreprendre

## CONCLUSION GENERALE

Au terme de notre analyse, nous nous rendons à l'évidence que notre étude nous a permis de mieux cerner les notions de la gestion de maintenance

Dans la première partie nous avons présenté la société AMM et on a donné des exemples des produits fabriqués et les centres d'activité de la société, en suite l'atelier de travail et ses secteurs, qu'on ont présenté comme une source de défaillances.

À propos du deuxième chapitre nous nous sommes évertués de décrire les concepts de base des outils de travail qu'on a mentionnés (tableau Ishikawa, diagramme Pareto, méthode AMDEC...)

Finalement on a fait l'étude nécessaire pour avoir dans quelle partie on a orienté notre travail ensuite nous appliquons ces outils identifiés dans le deuxième chapitre

il est nécessaire de mentionner que AMM est une entreprise où on peut effectuer un stage de formation dans de très bonnes conditions vu les moyens modernes dont elle dispose en encadrement de haute qualité.

## Bibliographie

Historiques de la société : <https://amm.tn/>

Analyse SWOT : <https://www.piloter.org/strategie/matrice-swot.htm>

Diagramme PARETO : <https://cabinetnpm.com/le-diagramme-de-pareto/>

Définition AMDEC, Principe AMDEC : <http://www.piloter.org/qualite/amdec.htm>

### Norme de référence

la norme AFNOR : "NF EN IEC 60812" et publiée en Octobre 2018 est la référence de la démarche AMDE et AMDEC.

Vilfredo Pareto, « Essai sur la courbe de la répartition de la richesse », dans *Recueil publié par la faculté de droit à l'occasion de l'exposition nationale suisse*, Genève, Université de Lausanne, 1896 ; réédité dans Vilfredo Pareto, *Écrits sur la courbe de répartition de la richesse*, Genève, Droz, 1965

Olivier Mesly (2017). *Project feasibility – Tools for uncovering points of vulnerability*. New York, NY: Taylor and Francis, CRC Press, 546 p

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse\\_des\\_modes\\_de\\_d%C3%A9faillance,\\_de\\_leurs\\_effets\\_et\\_de\\_leur\\_criticit%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_des_modes_de_d%C3%A9faillance,_de_leurs_effets_et_de_leur_criticit%C3%A9)  
<https://gasdetection.3m.com/fr/node/1422>

