

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA - BOUMERDES



Faculté des sciences de l'Ingénieur
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en :

Filière : Electromécanique

Spécialité : Maintenance Industrielle

THEME

Analyse des Modes de Défaillance d'une Usine de
Fabrication de Papier par la Méthode AMDEC

Réalisé par :
Hamza BELHADJ

Promoteur : Dr. M. A. MELLAL
Co-promoteur : Dr. S. ALEM
Encadreur : Mr. N. DEBBAHI

Promotion : 2018-2019

Résumé

Résumé

Le travail de ce mémoire cerne l'étude de la maintenance et l'analyse des modes de défaillance par la méthode d'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) sur les machines d'une usine de fabrication de papier. La méthode AMDEC permet de maîtriser les défaillances à l'aide des indices de fréquence, la gravité et de la non détection. L'interprétation des résultats permet de développer un plan de maintenance qui vise à optimiser les risques d'apparition des défaillances.

Mots clés : Analyse des risques, AMDEC, Maintenance.

Abstract

The work presented in this dissertation focuses on studying the maintenance and failure mode analysis by the Failure Mode Effects and Criticality Analysis (FMECA) method of machines in a paper manufacturing plant. The FMECA method allows handling the failures by resorting to the frequency indices, severity, and the non-detection. The rendition of the results allows to develop a maintenance plan that optimizes the risks of failures occurrence.

Keywords: Risks analysis, FMECA, Maintenance.

ملخص

يتناول عمل هذه الأطروحة دراسة صيانة طرق الفشل وتحليلها من خلال طريقة تحليل أوضاع الفشل وتأثيرها وخطورتها (AMDEC) على آلات مصنع التصنيع من الورق. تتيح طريقة AMDEC التحكم في حالات الفشل باستخدام مؤشرات التردد والجاذبية وعدم الكشف. يتيح تفسير النتائج وضع خطة صيانة تهدف إلى تحسين مخاطر حدوث الأعطال.

الكلمات المفتاحية: تحليل المخاطر، AMDEC، الصيانة.

Remerciements

Je tiens à saisir cette occasion et adresser mes profonds remerciements qui vont d'abord à Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et la patience pour pouvoir réaliser ce travail.

Mes profonds remerciements et reconnaissances vont à :

« Docteur MELAL Mohamed Arezki », mon promoteur, pour ses précieux conseils et son orientation ficelée tout au long de notre ce travail.

« Docteur ALÈM Said », mon co-promoteur, pour ses conseils et son accompagnement.

« MrYOUSFI Abdelkader »

Et au responsable « Mr DEBBAHI NOUREDINE », qui par leur compréhension et leur aide, j'ai pu accomplir ce travail.

Finalement, j'exprime chaleureusement ma profonde gratitude à ma famille qui m'a soutenu et encouragé, ainsi que l'ensemble des personnes qui ont contribué à notre formation.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont encouragé et soutenu durant la période de mes études. Que Dieu les protège.

A mes frères Sofiane, Bilal et Sidahmed.

A mes sœurs Siham, Samira et Loubna.

A mes enseignants durant tout mon cycle d'étude, particulièrement pour l'aide et le temps qu'ils nous ont bien voulu consacrer.

A tous mes collègues du travail Rabia, Sabrina, Mounia, Anisa et Nabila.

A Mes chers amis Siham, Imad et Bilal et tous ceux qui me sont proches et qui me sont chers.

A tous les étudiants du Département de Génie Mécanique.

TABLE DE MATIERE

Introduction générale	1
Chapitre I Présentation de l'entreprise	2
I.1. Introduction.....	2
I.2. Organigramme du Complexe Tonic Industrie :.....	3
I.3. Domaines de compétence.....	3
I.3.1. Activité de production	3
I.3.2. Activité de Transformation.....	3
I.3.3. Activité récupération de papier et carton	4
I.3.4. Activité prestations de service :	4
I.4. Domaines d'activité	5
I.4.1. Unité récupération	5
I.4.2. Unité alvéoles	5
I.4.3. Unité fabrication papier d'emballage.....	6
I.4.4. Unité ouate.....	6
I.4.5. Unité mandrins	7
I.4.7. Unité imprimerie (KBA)	7
I.4.8. Unité sacherie.....	8
I.4.9. Unité transformation ouate	9
I.4.10. Unité gobelets	9
I.4.11. Unité Pots	9
I.4.12. Unité complexage.....	10
I.4.13. Unité hélió / flexographie.....	10
I.4.14. Unité impression numérique.....	11
I.4.15. Unité transport et manutention.....	11
I-5 Conclusion	12
Chapitre II Généralités sur la maintenance industrielle	12
II.1. Introduction.....	12
II.2. Concepts fondamentaux de la maintenance.....	13
II.2.1. Définition et objectifs de la maintenance	13
II.2.2. Maintenance typologie.....	14
II.2.3. Autres terminologies de la maintenance	16
II.3. Choisir une politique de maintenance	18
II.4. Mise en œuvre de la maintenance conditionnelle.....	19

Table de matières

II.5. Maintenance basée sur la fiabilité (MBF).....	20
II.5.1. Objectifs de la Maintenance Basée sur la Fiabilité.....	21
II.6. Niveaux de maintenance	21
II.7. Défaillances et pannes (norme NF EN 13306).....	23
II.8. Classification des défaillances	23
II. 9. Fonctions du service de maintenance	25
II.10. Activités de la maintenance	27
II.11. Conclusion	28
Chapitre III Application de la méthode AMDEC.....	30
III.1. Introduction.....	30
III.2. Méthodes de maintenance	30
III.2.1. Méthode AMDEC.....	30
III.2.2. Méthode Ishikawa	31
III.2.3. Diagramme Pareto.....	33
III.2.4. Méthode des 5S.....	35
III.2.5. Méthode KAIZEN	35
III.2.5.1. Présentation	35
III.2.5.2. Démarche	36
III.2.5.3. Objectifs du KAIZEN.....	36
III.2.6. Méthode auto maintenance.....	37
III.2. Application de l'AMDEC machine sur l'usine (Unité Imprimerie)	39
III.2.1 Organigramme de l'usine (Unité Imprimerie)	39
III.2.2. Définition du système à étudier	43
III.2.3. Définition des objectifs à atteindre	44
III.2.4. Décomposition fonctionnelle	45
III.2.5. Grille de Criticité.....	45
III.2.6. Type de pannes.....	46
III.2.7. Historique	47
III.2.8. Tableau AMDEC machine	51
III.3. Conclusion	59
Conclusion générale.....	60
Bibliographie	61

LISTE DES FIGURES

Figure I-1 Zone d'activité de Bou-Ismaïl (Wilaya de TIPAZA)	2
Figure I-2 Zone de Chaïba (Wilaya de TIPAZA)	2
Figure I-3 Organigramme de Complexe Tonic Industrie.	3
Figure I-4 Récupérer des déchets de papier et cartons	5
Figure I-5 Produit à partir du déchet de papier journal des plateaux	5
Figure I-6 Fabrique à partir du déchet de papier marron	6
Figure I-7 Fabrique à partir du déchet de papier blanc	6
Figure I-8 Transforme le papier liner en tubes en carton appelés mandrins.....	7
Figure I-9 Produit à partir du papier liner des caisses en carton.....	7
Figure I-10 Fabrique des produits standards.....	8
Figure I-11 Tels sacs standards.....	8
Figure I-12 Rouleaux de papier hygiénique.....	9
Figure I-13 Gobelets à café, à boisson, à glaces	9
Figure I-14 Pots en plastique	10
Figure I-15 Rames de papier.....	10
Figure I-16 Différents types d'emballage souple à base de papier et film	11
Figure I-17 Impression numérique grande format	11
Figure I-18 Moyens de transport.....	12
Figure II-1 Types de maintenance	15
Figure II-2 Triptyque « faute - défaut – défaillance »	17
Figure II-3 Organigramme pour le choix de la politique de maintenance	19
Figure II-4 Etapes de mise en œuvre de la maintenance conditionnelle.....	20
Figure II-5 Etapes de mise en œuvre de la technique MBF.....	21
Figure II-6 Fonctions de la maintenance. (Norme FD X 60-000)	26
Figure II-7 Domaine d'action de la maintenance.	27
Figure III-1 Diagramme Cause Effet	32
Figure III-2 Causes principales de 80% des pannes matériels.....	34
Figure III-3 Diagramme d'auto-maintenance	38
Figure III-4 Organigramme de l'usine (l'Unité Imprimerie).	40
Figure III-5 Organigramme de l'usine par machines.....	40
Figure III-6 Organigramme de l'usine par Maintenance.	42
Figure III-7 Organigramme de l'usine par Maintenance proposé	42
Figure III-8 Machine KBA Rapida 105.....	43
Figure III-9 Auto platine SP-102	44
Figure III-10 Machine Mistral-110	44
Figure III-11 Décomposition fonctionnelle d'étapes d'impression.	45
Figure III-12 Nombre de pannes.....	47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II-1 Les cinq niveaux de la maintenance [7].....	22
Tableau II-2 Classification d'une défaillance.....	24
Tableau III-1 Nombre de panne pour chaque cause	33
Tableau III-2 Cumul des causes de défaillance	34
Tableau III-3 Equipe de maintenance	42
Tableau III-4 Grille de cotation de la gravité.....	46
Tableau III-5 Grille de cotation de la fréquence.	46
Tableau III-6 Nombre de pannes	47
Tableau III-7 Historique Rapida KBA 105.....	48
Tableau III-8 Auto Platine SP 102-E II.	50
Tableau III-9 AMDEC machine (KBA)	51
Tableau III-10 AMDEC machine (AUTO PLATINES).....	55
Tableau III-11 AMDEC machine (MISTRAL)	56
Tableau III-12 Grille de cotation de la criticité	58

Introduction générale

Ce rapport est le fruit d'un travail effectué durant la période destage, au sein de TONIC INDUSTRIE où nous avons pu constater que rien n'est laissé au hasard. La qualité de ses produits, l'amélioration de sa production et la satisfaction de sa clientèle si abondante, étaient la préoccupation aussi bien de ses dirigeants que celle de ses ouvriers. Les entreprises sont de plus en plus sensibilisées à l'importance des coûts induits par les défaillances accidentelles des systèmes de production. Jusqu'à très récemment, la maintenance était considérée comme un centre des coûts. Actuellement, il y a une prise de conscience qu'elle peut contribuer d'une manière significative à la performance globale de l'entreprise. La complexité des mécanismes de dégradation des équipements a fait en sorte que la durée de vie de ces derniers a toujours été traitée comme une variable aléatoire. Avec la mise en place du juste à temps, de la qualité globale et compte tenu des coûts très élevés des machines modernes, les pertes de production ont des répercussions économiques souvent importantes. L'amélioration de la disponibilité de l'outil de production devient donc une priorité de l'entreprise et en particulier du service maintenance.

L'analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) est une approche qualitative pour les études de sûreté dans différents domaines. En effet cette technique apporte une connaissance approfondie du fonctionnement et des interactions d'un système, par l'analyse systématique des relations causes-effets. Les informations obtenues sont utilisées dans le cadre de la maîtrise des risques, avec comme préoccupation principale l'obtention d'un bon niveau de sûreté de fonctionnement du système opérationnel.

Dans cette optique et à la lumière de ces points, l'AMDEC occupe une place importante dans l'optimisation de la fonction maintenance. En effet elle peut rendre le système fiable tout en faisant diminuer le nombre de pannes.

L'objectif de ce travail est l'analyse des risques ce qui conduit à produire dans une usine de fabrication de papier à l'aide de la méthode d'analyse des modes de défaillance, leurs efficacités et criticités (AMDEC).

Pour suivre cette méthodologie, nous avons structuré ce mémoire en trois chapitres :

Chapitre I : Présentation de TONIC Industrie.

Chapitre II : Maintenance industrielle.

Chapitre III : Application de la méthode AMDEC.

Chapitre I Présentation de l'entreprise

I.1.Introduction

L'entreprise **TONIC INDUSTRIE** a été créée le 14/04/2011 suite à la résolution du CPE N°6/109 du 06/01/2011, a procédé en juin 2011 à la fusion- absorption des ex-sociétés **TONIC** transférées par le Trésor Public, opérant dans le secteur de la papeterie et de l'emballage. Elle est organisée en la forme d'une EPE/SPA avec un capital social de 30.000.000.000 DA, dont la totalité est détenue pour le compte de l'Etat par la Société de Gestion des Participations « SGP- GEPHAC ».

Vous trouverez (**Figures I.1. & I.2.**) ci-dessous deux **sites TONIC INDUSTRIE** à ses activités concentrées



Zone d'activité de Bou-Ismaïl (Wilaya de TIPAZA)



Figure I-Zone de Chaiba (Wilaya de TIPAZA)

I.2. Organigramme du Complexe Tonic Industrie :

L'organigramme du complexe Tonic Industrie est donné à la figure I-3.

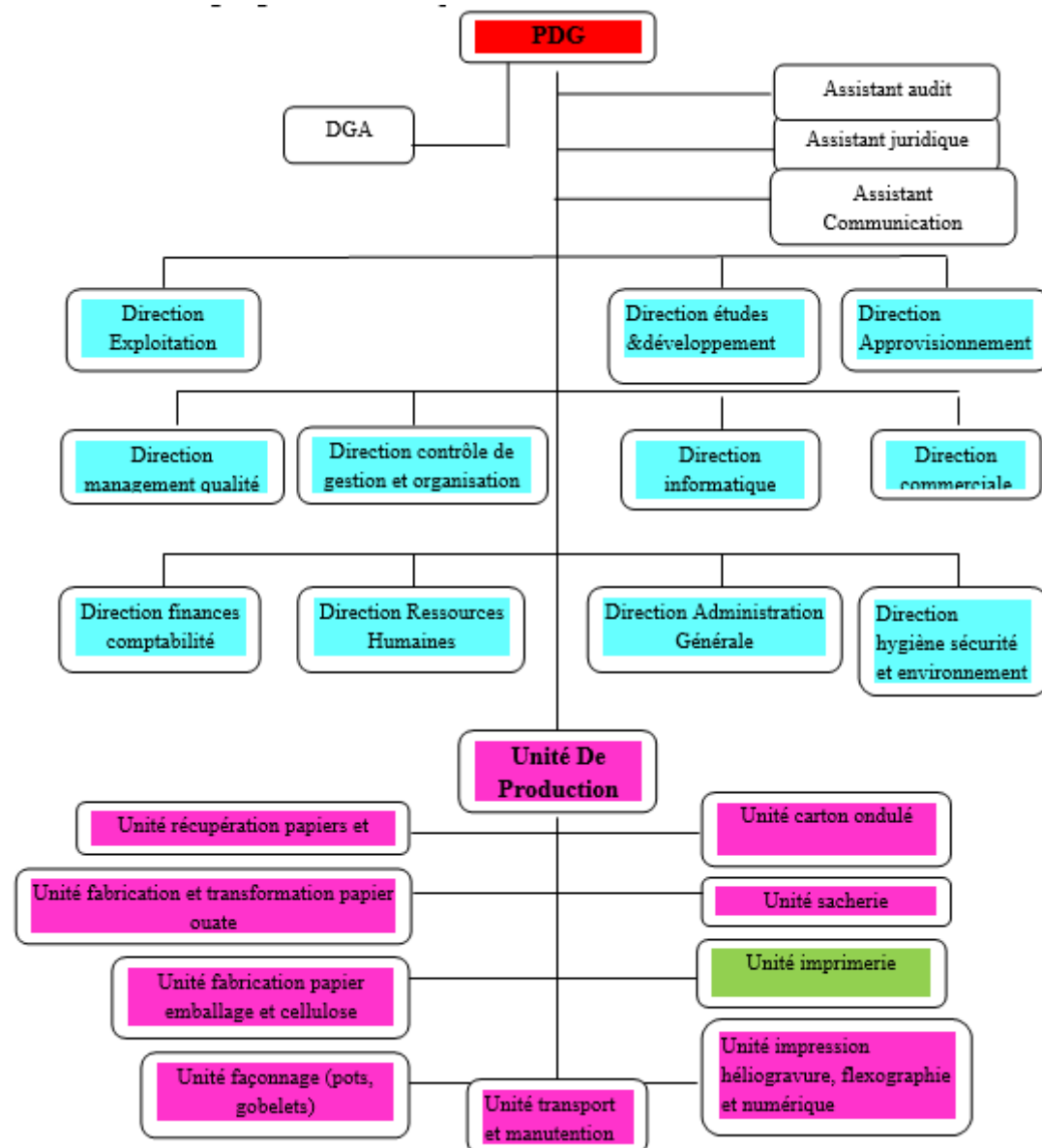


Figure I-Organigramme de Complexe Tonic Industrie.

I.3. Domaines de compétence

I.3.1. Activité de production

Les activités de production de l'usine sont :

- Fabrication de papiers ouate (tissu).
- Fabrication de papiers pour carton ondulé (liner).
- Fabrication de cellulose moulée (Alvéoles).

I.3.2. Activité de Transformation

Les activités de transformations de l'usine sont :

- Fabrication de caisses en carton ondulé.
- Fabrication de sacs de petite et moyenne contenance standards et personnalisés.
- Fabrication de mandrins en carton gris –gris.
- Fabrication de boîtes en carton compact (emballage pour pâtisserie, fromage, étuis pharmaceutiques, pochettes à CD etc. ...).
- Fabrication de gobelets (pour café et autres boissons).
- Fabrication de pots en plastique.
- Fabrication d'enveloppes et de rames et de ramettes en papier.
- Fabrication d'emballage souple de conditionnement de produits alimentaires.
- Transformation papier tissu (serviettes en papier, papier Hygiénique...).

I.3.3. Activité récupération de papier et carton

L'entreprise assure une activité de récupération de papiers et cartons pour les besoins de ses unités de production.

I.3.4. Activité prestations de service :

Impression numérique grand format sur tout support (habillage, véhicule, support publicitaires).

Fiche signalétique

- **Raison sociale:**EPE TONIC INDUSTRIE.
- **Forme juridique:** Société par Actions à capitaux publics.
- **Capital social actuel :** 30 000 000 000 dinars algériens.
- **Activité:**Production, transformation et commercialisation des papiers.
- **Actionnariat :** SGP-GEPHAC (100%).
- **Président du Conseil d'Administration :** Mr MERZOUK MUSTAPHA
- **Directeur Général :** Mr MERZOUK MUSTAPHA
- **Commissaires aux comptes :** Mr FARES ALI et Mr HEDOUUM Mohand larbi.
- **Localisation:** Zone Industrielle de Bou-Ismaïl (W.TIPAZA).
- **Superficie:**36,8 ha.

I.4. Domaines d'activité

L'entreprise est principalement spécialisée dans la Fabrication, la Transformation et la vente de papiers et accessoirement dans la location externe de moyens matériels de transport et de levage. Ce potentiel de Tonic Industrie Spa est organisé en 11 unités de fabrication, de transformation et d'impression sur papier et carton et de logistique, on trouve ci-dessous avec de Figure.

I.4.1. Unité récupération

Cette unité est chargée de récupérer des déchets de papier et cartons destinés aux unités de fabrication. Parmi eux, on peut citer le papier blanc, le papier journal, le carton, la cartonnelle,

Le papier kraft, le papier d'archive, les confettis, les livres etc. Dispose d'une capacité d'approvisionnement de 60 000 T/an.



Figure I-Récupérer des déchets de papier et cartons

I.4.2. Unité alvéoles

Cette unité qui produit à partir du déchet de papier journal des plateaux d'alvéoles pour les œufs. Dispose d'une capacité de production de 10 000 T/année.

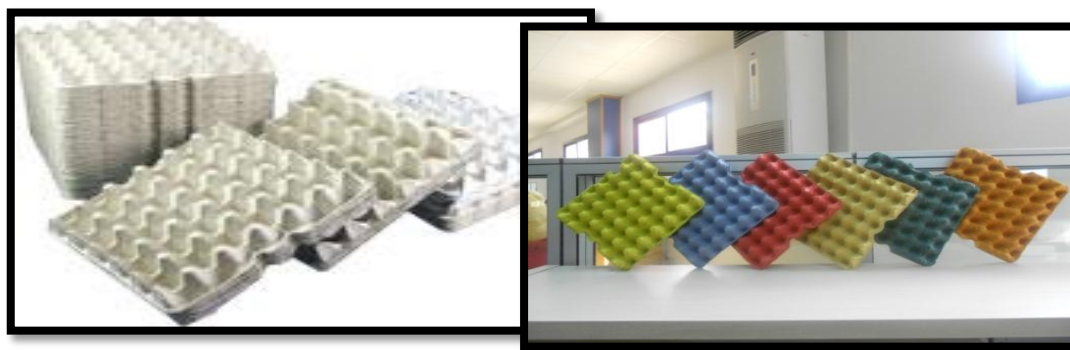


Figure I- Produit à partir du déchet de papier journal des plateaux

I.4.3. Unité fabrication papier d'emballage

D'une capacité théorique de 90.000 tonnes, l'unité Liner fabrique à partir de déchet de papier carton, cartonnnetteet kraft du papier liner de différentes catégories tels que papier pour onduler, papier cannelure (fluting), papier couverture (test liner), papier d'emballage et le papier gris pour fabrication de mandrins.



Figure I-Fabrique à partir du déchet de papier marron

I.4.4. Unité ouate

Cette unité fabrique à partir du déchet de papier blanc, des bobines de papier ouates ou papier tissu destiné principalement aux unités de transformation. Sa capacité de production est de 22 000 T/année.



Figure I-Fabrique à partir du déchet de papier blanc

I.4.5. Unité mandrins

Cette unité transforme le papier liner en tubes en carton appelés mandrins de diamètre variant de 30 mm à 273 mm. La capacité de production est de 2 600 T/an.



Figure I- Transforme le papier liner en tubes en carton appelés mandrins

I.4.6. Unité carton ondulé

Cette unité produit à partir du papier liner des caisses en carton de différentes dimensions destinées à l'emballage des produits industriels et alimentaires tels que réfrigérateurs, cuisinières, climatiseurs et des caisses pour l'emballage de produits laitiers (yaourt, fromage etc.). Sa capacité de production est de 90 000 T/année.



Figure I-Produit à partir du papier liner des caisses en carton.

I.4.7. Unité imprimerie (KBA)

Unité d'impression et de transformation de carton compact. Elle fabrique des produits standards tels que les boîtes de fromage, pizza, gâteaux, pâtisserie, barquettes de frites,

assiettes, blocs note, cahiers scolaires etc. Elle fabrique aussi des produits personnalisés tels les étuis, assiettes alimentaires personnalisées, étiquettes, notices pharmaceutiques, pochette à CD, revues, calendriers à spirale etc. Cette unité dispose d'une capacité de production de 13 000 T/année.



Figure I- Fabrique des produits standards

I.4.8. Unité sacherie

Cette unité produit des sacs de petite et de moyenne contenance de formes et dimensions multiples tels sacs standards pour les croissants, poulets rôtis, zlabias, sandwiches, à pain, pharmacie,

Sacs shopping et autres sacs pour l'industrie agroalimentaire. La capacité de production est de 8 000 T/année



Figure I-Tels sacs standards

I.4.9. Unité transformation ouate

Cette unité transforme le papier tissu en rouleaux de papier hygiénique, en papier essuie-tout, en serviettes de tables et en papier mouchoir. Ces produits peuvent être personnalisés ou standards. Cette unité dispose d'une capacité de production de 13 000 T/année.



Figure I-Rouleaux de papier hygiénique

I.4.10. Unité gobelets

Cette unité produit des et réalise des prestations d'habillage des pots en plastique. La capacité de production est de 1 300 T/année.



Figure I- Gobelets à café, à boisson, à glaces

I.4.11. Unité Pots

Cette unité produit des pots en plastique avec couvercles de différentes capacités (0.5 kg, 0.55 kg et 1kg). La capacité de production est de 9 000 000 u/an.



Figure I-Pots en plastique

I.4.12. Unité complexage

Cette unité produit des rames de papier, des enveloppes, du papier nappe et assure la prestation de complexage pour la fabrication des gobelets etc. Sa capacité de production est de 12 000 T/an.



Figure I- Rames de papier

I.4.13. Unité hélios / flexographie

Cette unité produit différents types d'emballage souple à base de papier et film en plastique des produits alimentaires tels tablettes de chocolat, cornets de glace, gaufrettes, biscuits etc. Sa capacité de production est de 8 000 T/année.



Figure I-Différents types d'emballage souple à base de papier et film

I.4.14. Unité impression numérique

Spécialisée dans l'impression numérique grand format sur tout type de support (habillage de véhicules, supports publicitaires). Sa capacité de production est de 250 000 m²/année.



Figure I- Impression numérique grande format

I.4.15. Unité transport et manutention

Location de moyens de transport, de levage et de manutention. **Tonic Industrie** a hérité d'un parc de matériels logistiques lourds de 1 200 engins dont seuls 347 sont en état d'exploitation (Le reste est en immobilisation technique ou à l'arrêt de longue durée).



Figure I-Moyens de transport.

I-5 Conclusion

Dans ce chapitre, on a donné une présentation de l'entreprise Tonic Industrie où on a effectué le stage fin d'études. Dans le prochain chapitre on va présenter des généralités sur la maintenance.

Chapitre II Généralités sur la maintenance industrielle**II.1. Introduction**

En s'inspirant de la citation de Victor Hugo: l'art est à l'homme ce que la nature est à Dieu, il est possible d'annoncer: la maintenance est à l'équipement ce que la médecine est à l'homme.

Aujourd'hui la maintenance est un facteur de performance important et une source de au sein de l'entreprise : aussi bien en termes de productivité que de technologie, une bonne gestion de la maintenance ne peut avoir que des conséquences positives sur l'entreprise et le produit fabriqué.

Entre les années 1960 et 1980, la maintenance industrielle était uniquement perçue comme une activité d'arrière-plan, dont l'utilité était considérée comme toute relative et à laquelle on ne faisait appel que lorsque la machine était tombée en panne, autrement dit la maintenance pour les industriels était considérée beaucoup plus comme une contrainte.

Ses fonctions étaient très limitées et les notions de prévision ou de prévention n'avaient pas encore fait leur apparition, si bien que la maintenance souffrait d'une image plutôt archaïque.

On se contentait par exemple d'intervenir sur les graissages ou encore les rondes de surveillance, et les stratégies alors employées se basaient uniquement sur le dépannage et les opérations de correctif d'envergure.

Evidemment, l'essor technologique actuel dans tous les domaines, les exigences économiques, de qualité, de sécurité et de préservation de l'environnement ont grandement influés sur le développement de la maintenance.

Progressivement, la maintenance industrielle a donc pris une place plus importante pour constituer aujourd'hui un levier de croissance et de richesses au sein des entreprises [1].

Cette évolution de la maintenance est devenue possible avec l'apparition des premières procédures de maintenance en management, diagnostic et interventions, grâce à elles, on a pu limiter drastiquement les risques d'accident, contrôler de manière assidue le fonctionnement des machines, éviter au maximum les défaillances critiques pour toute la chaîne de production et réduire les coûts.

La maintenance se métamorphose complètement avec l'arrivée de l'informatique et des nouvelles approches, à l'image de la maintenance productive, un concept tout

droit importé du Japon qui a révolutionné la vision mondiale, il a fallu que les grandes industries se modernisent pour se faire une place sur le marché et de pouvoir rivaliser avec la concurrence [1].

II.2. Concepts fondamentaux de la maintenance

II.2.1. Définition et objectifs de la maintenance

C'est dans cet état d'esprit d'évolution et de prise de conscience des risques liés à l'utilisation de machines de plus en plus performantes et complexes que les premières normes ont fait leur apparition, à travers toute l'union européenne, la mise en place de normes relatives à la maintenance industrielle s'est peu à peu concrétisée.

Depuis 2002, une nouvelle définition de l'association française de normalisation (AFNOR), désormais européenne (NF EN 13306) fait référence : « 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. ».

La fédération européenne des sociétés nationales de maintenance (EuropéenFédération of National Maintenance Sociétés ou EFNMS) propose une définition similaire : « Toutes les actions qui ont pour objectif de conserver ou de restaurer un élément dans ou dans un état dans lequel il peut remplir sa fonction requise.

Les actions comprennent la combinaison de toutes les actions techniques et correspondantes d'administration, de gestion et de supervision », ces définitions sont remarquées parce qu'elles font apparaître les principaux concepts de la maintenance, elles englobent toutes les actions indispensables pour aboutir à un objectif (technique, économique) précis sur le fonctionnement requis du bien.

Nous pouvons alors distinguer :

En premier lieu, les actions techniques qui se pratiquent directement sur le bien pour le maintenir (avant l'apparition d'une défaillance) ou le rétablir (après l'apparition d'une défaillance), en amont, un autre groupe d'actions de préparation telles que la définition des objectifs et de la stratégie de la maintenance, la connaissance sur le bien (par la consultation de la documentation technique, la formation, etc), la disponibilité des moyens humains et matériels, l'expertise, la planification etc)

Et en aval, le management qui touche l'évaluation technique et financières des tâches de la maintenance réalisée, le réapprovisionnement des pièces de rechange, l'amélioration des méthodes etc ...), le cycle de vie d'un bien commence à la conception du bien et se termine avec son élimination.

La fonction requise d'un bien est la fonction ou l'ensemble des fonctions technologiques considérées comme nécessaires pour fournir un service donné.

Selon la politique de maintenance de l'entreprise, les objectifs de la maintenance seront les suivants :

- **Objectifs économiques** : optimiser les coûts de la maintenance, réduire le temps d'arrêt de la production.
- **Objectifs opérationnels** : assurer la disponibilité des équipements, maintenir les équipements dans un état acceptable, assurer la sécurité.
- **Objectif sociétal et environnemental** : psychologique, motivation.

II.2.2. Maintenance typologie

Le choix entre les méthodes de maintenance à effectuer dans le cadre de la politique de maintenance et doit être effectué en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut être informé des objectifs de la direction, de la politique de maintenance, mais il est nécessaire de connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériaux, le comportement du matériel en exploitation, les conditions d'application des chaque méthodes, les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.

Vous trouverez ci-dessous deux familles principales de maintenance : la maintenance corrective et la maintenance préventive (systématique et conditionnelle) [2].

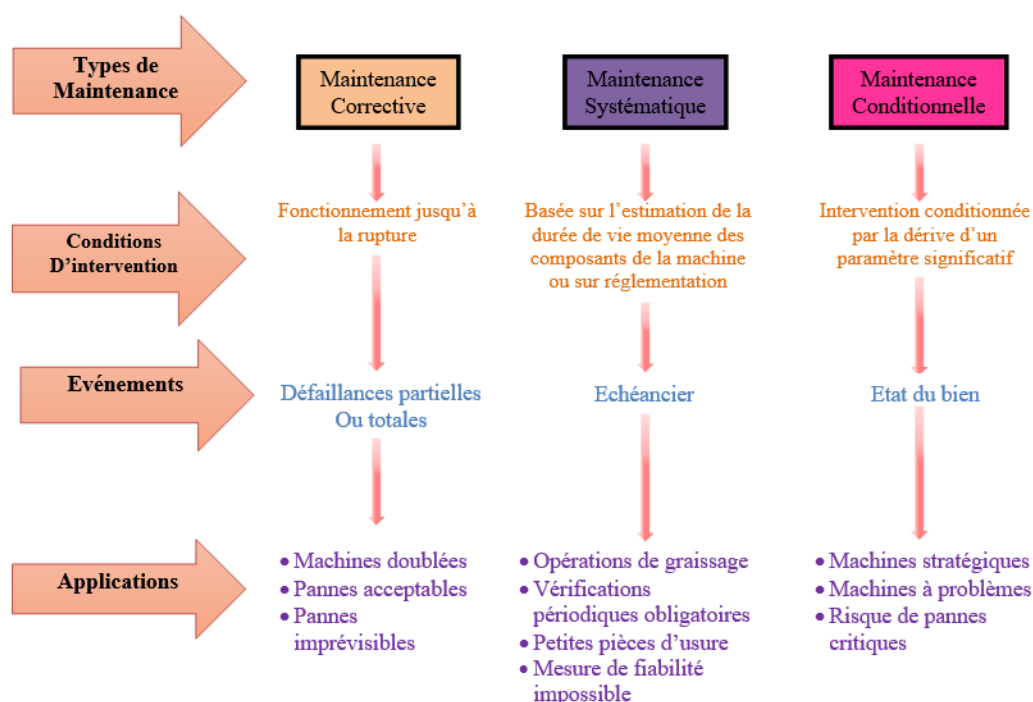


Figure II-Types de maintenance

II.2.2.1. Maintenance corrective

Maintenance corrective appelée parfois curative (terme non normalisé) dans le but de conférer au matériau les qualités perdues nécessaires à son utilisation.

La maintenance corrective est «Maintenance effectuée après la détection d'une défaillance et destinée à restaurer une propriété dans un état lui permettant d'accomplir une fonction requise». AFNOR (norme X 60-010).

Cette maintenance est utilisée lorsque l'indisponibilité du système n'a pas de conséquences majeures ou lorsque les contraintes de sécurité sont faibles.

Elle se subdivise en :

➤ Maintenance palliative

Action de maintenance corrective permettant à un produit d'exécuter provisoirement tout ou partie d'une fonction requise.

Communément appelé "dépannage", la maintenance palliative consiste principalement en des actions temporaires qui doivent être suivies d'actions curatives.

➤ Maintenance curative

Action de maintenance corrective pour restaurer une propriété dans un état spécifié afin de lui permettre.

II.2.2.2. Préventive maintenance

C'est une maintenance effectuée selon des critères prédéterminés dans l'intention de réduire la probabilité de l'apparition de la défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu, elle correspond à une attitude proactive, autrement dit la maintenance préventive est effectuée soit pour des raisons de sûreté de fonctionnement (les conséquences d'une défaillance sont inacceptables), soit pour des raisons économiques (cela revient moins cher) ou parfois pratiques (l'équipement n'est disponible pour la maintenance qu'à certains moments précis).

On distingue deux formes particulières de maintenance préventive [2] :

➤ **Maintenance préventive systématique**

C'est une maintenance préventive effectuée suivant un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage, à l'intérieur de cette maintenance, on trouve la maintenance effectuée pour satisfaire aux réglementations diverses (visites et contrôles obligatoires, épreuves,...), la maintenance de ronde (vérifications précises, visuelles ou instrumentées, graissages périodiques,...), la maintenance de premier et de deuxième niveau, de plus en plus intégrée dans les tâches des opérateurs, les visites périodiques des machines importantes, le remplacement périodique des pièces d'usures ; c'est une maintenance qui coûte cher, en particulier si l'on veut fixer une périodicité de visite qui fasse courir peu de risque d'avoir une défaillance avant l'intervention. (Norme NF EN 13306).

➤ **Maintenance préventive conditionnelle (ou prédictive)**

Pour les équipements importants, on remplace de plus en plus la maintenance préventive systématique par la maintenance préventive conditionnelle : on ne déclenche les opérations que lorsque certains paramètres mesurables arrivent à un seuil limite.

La maintenance prédictive est subordonnée à un type d'évènement prédéterminé (autodiagnostic, information donnée par un capteur, mesure d'une usure, échauffement,...) révélateur de l'état de dégradation d'un bien, les paramètres mesurés concernent: (vibration, température, pression, speed, voltage/courant, stress/strain/shock, position, particulate count/composition). (Norme NF EN 13306).

II.2.3. Autres terminologies de la maintenance

Nous considérons que la terminologie joue un rôle essentiel dans la communication entre les différents acteurs inter et extra maintenance.

Ci-dessous nous donnons quelques termes standardisés couramment utilisés en maintenance [2].

II.2.3.1. Défaillance

Altération ou cessation d'un bien à accomplir sa fonction requise ».Synonymes usuels non normalisés : «failure» (anglais), dysfonctionnement, dommages, dégâts, anomalies, avaries, incidents, défauts, pannes, détériorations.

Une défaillance peut être :

- **Partielle** : s'il y a **altération** d'aptitude du bien à accomplir sa fonction requise,
- **Complète** : s'il y a **cessation** d'aptitude du bien à accomplir sa fonction requise,
- **Intermittente** : si le bien retrouve son aptitude au bout d'un temps limité sans avoir subi d'action corrective externe.

Le terme « défaillance » est étroitement lié à la « fonction » du bien, d'où la désignation de la « **défaillance fonctionnelle** ».

II.2.2.3. Faute-Défaut-Défaillance

Très souvent le triptyque « faute-défaut-défaillance » prête à confusion, mais il est possible de le distinguer de la façon suivante : la défaillance est la conséquence d'un défaut, dont la cause est une faute.



Figure II-Triptyque « faute - défaut – défaillance »

➤ **Faute**

Elle peut être physique (interne ou externe) ou due à l'utilisateur, c'est la notion de la méthode des 5M : Matières, Matériel, Milieu, Moyens et Main d'œuvre, elle entraîne une erreur.

➤ **Défaut**

Au départ, il est latent, car on ne s'en aperçoit pas tout de suite, il devient ensuite effectif. Le défaut peut être : Soudain (s'il était imprévisible), Catalectique (s'il est soudain et irréversible), progressif (s'il était prévisible et éventuellement réversible), précoce (s'il se manifeste en début de vie de l'équipement, d'Usure (s'il se manifeste en fin de vie de l'équipement).

➤ **Fonction requise**

Est la fonction d'un produit dont l'accomplissement est nécessaire pour la fourniture d'un service donné. Une fonction requise pourra être une fonction seule ou un ensemble de fonctions.

La notion du service pourra recouvrir une mission, c'est à dire une succession de phases par lesquelles doit passer le produit sur un intervalle du temps donné.

La « dégradation » se rapporte à l'état d'une entité présentant une perte de performances d'une des fonctions assurées par celle-ci ou alors un sous-ensemble lui-même dégradé, voire défaillant, sans conséquence fonctionnelle sur l'ensemble. On peut aussi parler de dérive.

➤ **Diagnostic**

Actions menées pour la détection de la défaillance, sa localisation et l'identification de la cause.

II.3. Choisir une politique de maintenance

Le choix d'une politique de maintenance ne se fera par une entreprise qu'après avoir défini les objectifs technico-économiques et humains, si l'objectif essentiel reste dans l'optimisation du rapport coût disponibilité et la sécurité plusieurs outils d'aide à la décision ont été développés pour le choix de la politique de maintenance la mieux adaptée.

Le plan d'action de maintenance consiste à mettre la bonne politique de maintenance là où il faut et au bon moment à un coût optimale, en fait, les différentes politiques de maintenance préventive et réactive seront toujours appliquées en combinaison dans des proportions qui dépendent des objectifs et de la nature de l'entreprise [3].

Ci-dessous donnons organigramme pour le choix de la politique de maintenance.

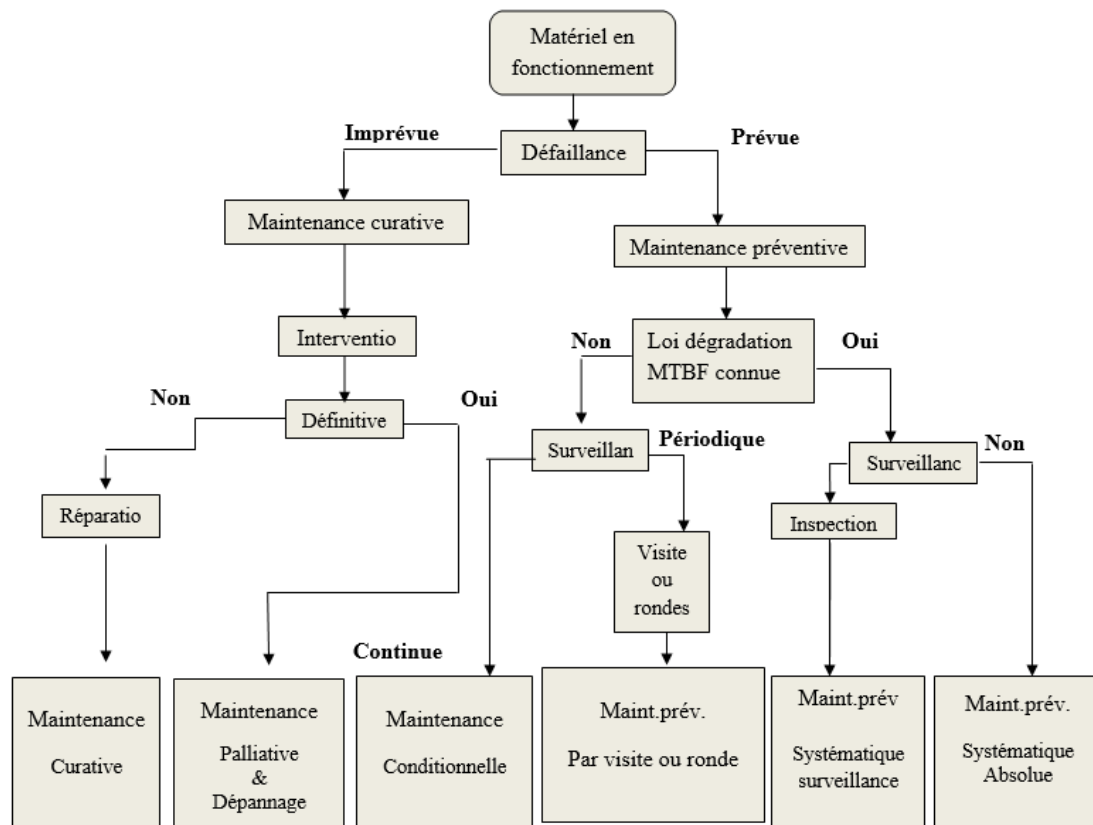


Figure II-Organigramme pour le choix de la politique de maintenance

II.4. Mise en œuvre de la maintenance conditionnelle

La mise en place d'un tel projet et sa pérennité dans l'entreprise demande une préparation minutieuse qui peut se scinder en trois phases : l'identification des points critiques ou à risque potentiel, l'étude de faisabilité de détectabilité des paramètres reflétant le mécanisme de dégradation considérée, l'évaluation du coût de surveillance ou du ratio Investissement /impact et enfin la réalisation par le choix des acteurs et le démarrage du programme [4].

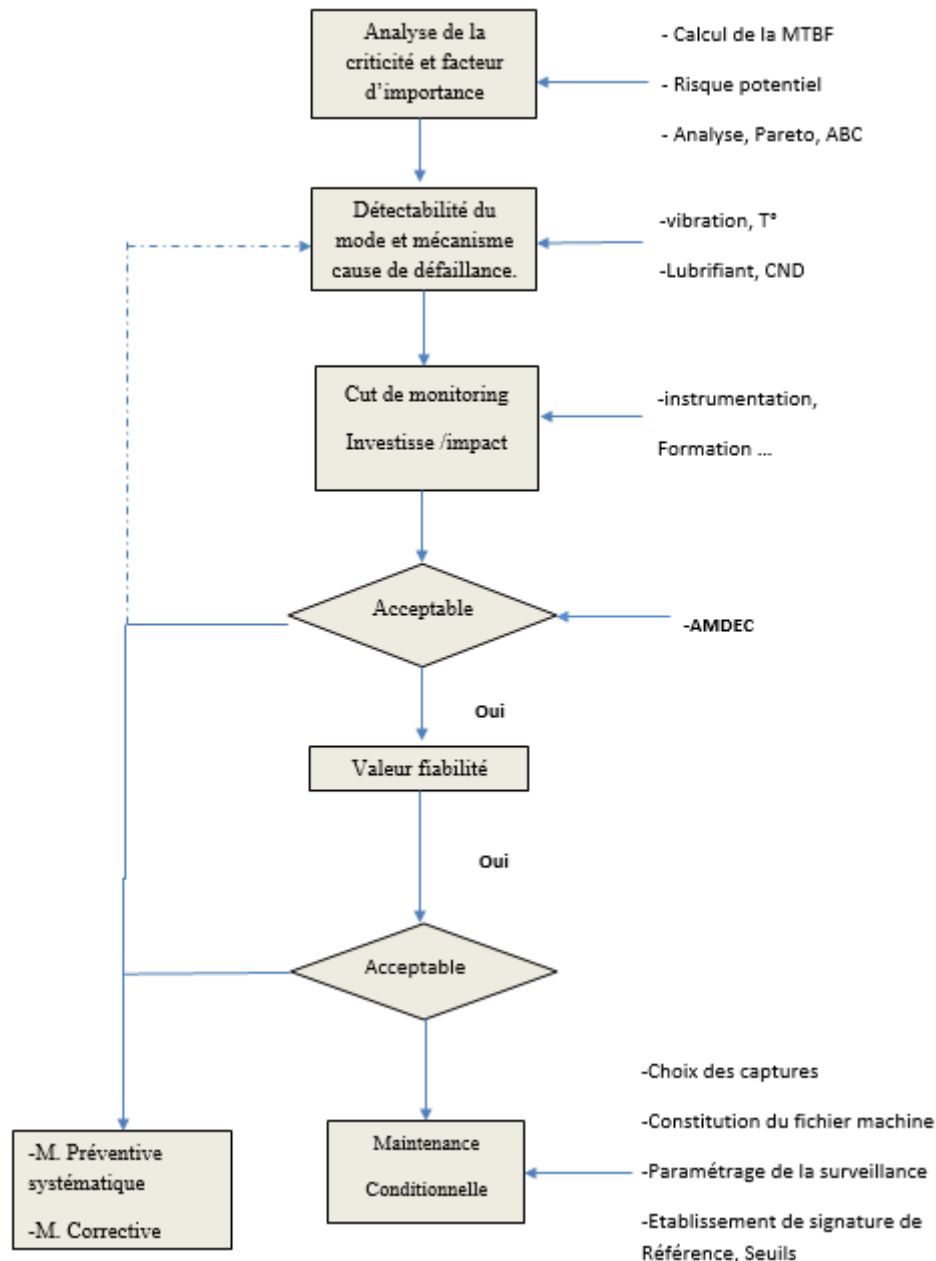


Figure II-Etapes de mise en œuvre de la maintenance conditionnelle

II.5. Maintenance basée sur la fiabilité (MBF)

La MBF (la maintenance basée sur la fiabilité) est un véritable outil de conception de la maintenance préventive ; en conciliant les doubles enjeux disponibilité/coût global de possession des installations.

Parmi les outils ou méthodes qu'elle utilise, les grilles d'analyse de mode de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC).

Cette technique apporte une connaissance approfondie du fonctionnement et des interactions d'un système, par l'analyse systématique des relations causes-effets [5].

Elle occupe une place importante dans l'optimisation de la fonction maintenance.

Aujourd'hui, l'intérêt économique de la fonction maintenance réside dans l'anticipation des anomalies potentielles, plus que dans les actions correctives, voire la maîtrise du processus de production.

Son ambition est de guider la démarche industrielle dans une voie d'augmentation des moyens organisationnels, techniques et d'information [6].

II.5.1. Objectifs de la Maintenance Basée sur la Fiabilité

Les objectifs de la MBF sont [6]:

- De définir et de justifier en conception les actions de maintenance programmées à mettre en place.
- De redéfinir en exploitation les actions de maintenance programmée.
- D'assurer et d'augmenter les performances de l'outil de production en matière de sûreté de fonctionnement.
- De déterminer les recommandations relatives aux enjeux technico-économiques (investissement, rénovation, procédure, justification).

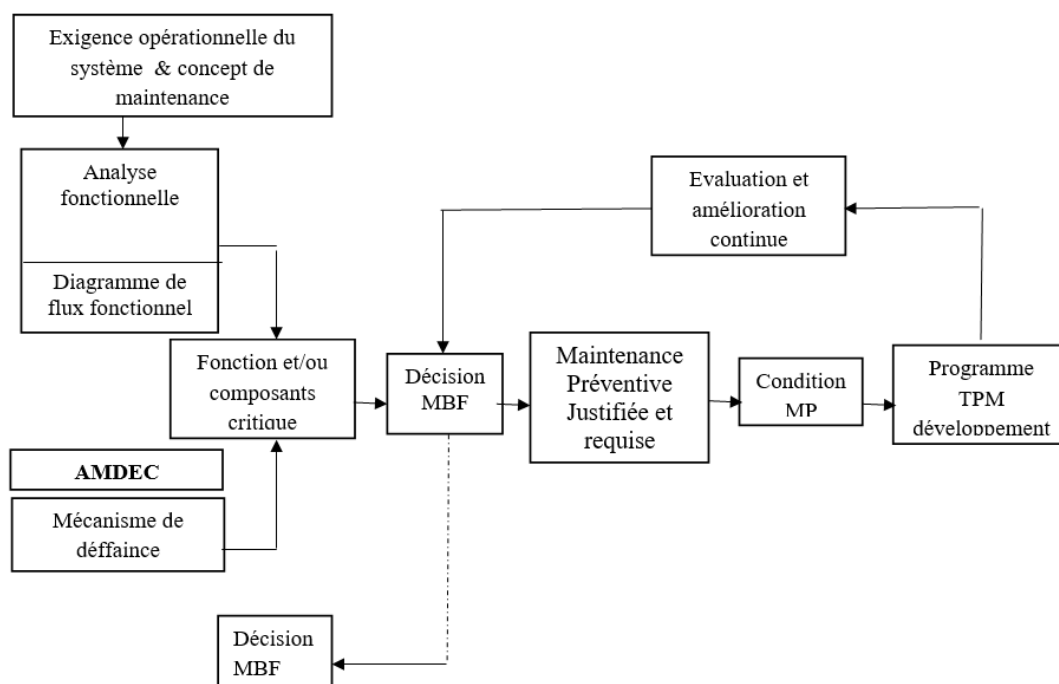


Figure II-Etapes de mise en œuvre de la technique MBF

II.6. Niveaux de maintenance

La norme AFNOR NF EN 13306 définit 5 niveaux de maintenance, cette distinction des tâches de maintenance en fonction de leur complexité et des moyens humains et matériels à mettre en œuvre est essentielle dans l'élaboration d'une politique de maintenance.

Les responsables de la maintenance et de l'entreprise pourront éventuellement envisager par exemple de sous-traiter une partie de leurs activités techniques de la maintenance telles que la rénovation et la reconstruction exigeant des moyens très lourds et indisponibles dans l'entreprise en raison de leur non rentabilité.

Tableau II-Les cinq niveaux de la maintenance [7]

Niveau	Actions	Intervenants	Documentation associée	Moyens logistiques
1	✓ Réglages, contrôles et inspections simples. ✓ Opérations élémentaires de maintenance préventive. ✓ Remplacements consommables et accessoires.	✓ Exploitant (opérateur, régleur ...)	✓ Modes opératoires d'auto maintenance. ✓ Procédures assurance qualité.	✓ Petit outillage. ✓ Consommables.
2	✓ Maintenance préventive systématique. ✓ Réparations par échanges standards simples.	✓ -Technicien ou exploitant habilité ✓ (Régleur, chef de ligne, conducteur...)	✓ -Procédures détaillées. ✓ -Instructions de maintenance. ✓ -documents de gestion.	✓ Equipements de soutien d'utilisation simple ✓ Pièces de rechange portables.
3	✓ Maintenance corrective : diagnostic dépannage, réparation. ✓ Maintenance préventive complexe.	✓ -Technicien de maintenance qualifié.	✓ -Procédures détaillées. ✓ -Dossier machine. ✓ -Documents de gestion.	✓ Equipements de soutien complexes. ✓ Outillages, moyens de contrôle et d'essais, pièces de rechange.
4	✓ Travaux importants de maintenance corrective ou préventive. ✓ Améliorations	✓ Techniciens spécialisés et professionnelles d'un atelier central de maintenance. ✓ Société	✓ Dossier machine. ✓ Documentations spécifiques. ✓ Dossier de réparation. ✓ Documents de	✓ Gros outillage. ✓ Moyens importants de contrôle et /ou d'essai. ✓ Pièces de

	importantes.	spécialisée.	gestion.	rechange et sous-ensembles.
5	✓ Rénovation. ✓ Reconstruction. ✓ -Gros travaux d'amélioration.	✓ Constructeur du matériel ou société spécialisée.	✓ Documentation spécifique (constructeur)	✓ Moyens logistiques importants et/ou spécifiques.

II.7. Défaillances et pannes (norme NF EN 13306)

➤ Défaillance

Cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise.

➤ Panne

État d'un bien inapte à accomplir une fonction requise, excluant l'inaptitude due à la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées ou à un manque de ressources extérieures.

➤ Causes de défaillance

Ce sont les raisons de la défaillance. Les raisons peuvent résulter d'au moins un des facteurs suivants : défaillance due à la conception, à la fabrication, à l'installation, à un mauvais emploi, par fausse manœuvre, à la maintenance.

➤ Modes de pannes

Un mode de panne est la façon par laquelle est constatée l'incapacité d'un bien à remplir une fonction requise.

Remarque : L'emploi du terme "mode de défaillance" dans ce sens est déconseillé par la norme.

➤ Mécanisme de défaillance

Le mécanisme de défaillance correspond aux processus physiques, chimiques ou autres qui conduisent ou ont conduit à une défaillance.

II.8. Classification des défaillances

La classification d'une défaillance peut se faire en fonction des critères suivants (norme X60-500)

Tableau II-Classification d'une défaillance

En fonction de la vitesse d'apparition	Défaillance progressive	Evolution dans le temps de certaines caractéristiques d'une entité
	Défaillance soudaine	Evolution quasi instantanée des caractéristiques d'une entité
En fonction de l'instant d'apparition	Défaillance en fonctionnement	Se produit sur l'entité alors que la fonction requise est utilisée
	Défaillance à l'arrêt	Se produit sur l'entité alors que la fonction requise n'est pas utilisée
	Défaillance à l'arrêt	Se produit sur l'entité alors que la fonction requise n'est pas utilisée
En fonction du degré d'importance	Défaillance partielle	Entraîne l'incapacité d'une entité à accomplir certaines fonctions requises
	Défaillance totale	Entraîne l'incapacité totale d'une entité à accomplir la fonction requise
En fonction de la Vitesse d'apparition et du degré d'importance	Défaillance par dégradation	Qui est à la fois progressive et partielle
	Défaillance cataclysmique	Qui est à la fois soudaine et complète
En fonction des causes	Défaillance par faiblesse inhérente	Due à la conception ou à la fabrication de l'entité
	Défaillance par emploi inapproprié	Les contraintes appliquées dépassent les possibilités de l'entité
	Défaillance par fausse manœuvre	Opération incorrecte dans l'utilisation de l'entité
En fonction de son origine	Défaillance interne à l'entité	L'origine est attribuée à l'entité elle-même.
	Défaillance externe à l'entité	L'origine est attribuée à des facteurs externes à l'entité elle-même.

En fonction des Conséquences	Défaillance critique	Susceptible de causer des dommages (aux personnes, biens, environnement)
	Défaillance majeure	Affecte une fonction majeure de l'entité
	Défaillance mineure	N'affecte pas une fonction majeure de l'entité
En fonction de leur caractère	Défaillance systématique	Liée d'une manière certaine à une cause
	Défaillance reproductible Peut être	Provoquer à volonté en simulant ou reproduisant la cause
	Défaillance non reproductible	La cause ne reproduit jamais la défaillance

II. 9. Fonctions du service de maintenance

Chaque entreprise est un cas particulier en raison de sa taille, de ses objectifs, de sa politique appliquée, de ses moyens etc.

De ce fait, choisir une organisation de maintenance selon un modèle prédéfini est irréaliste. Toutefois, pratiquement, dans toutes les structures de maintenance on peut retrouver les fonctions décrites dans la figure 1.

Ensuite, chaque entreprise procédera à leur accommodement pour aboutir à sa propre organisation selon les enjeux cités précédemment et les domaines d'action de la maintenance [8].



Figure II-Fonctions de la maintenance. (Norme FD X 60-000)

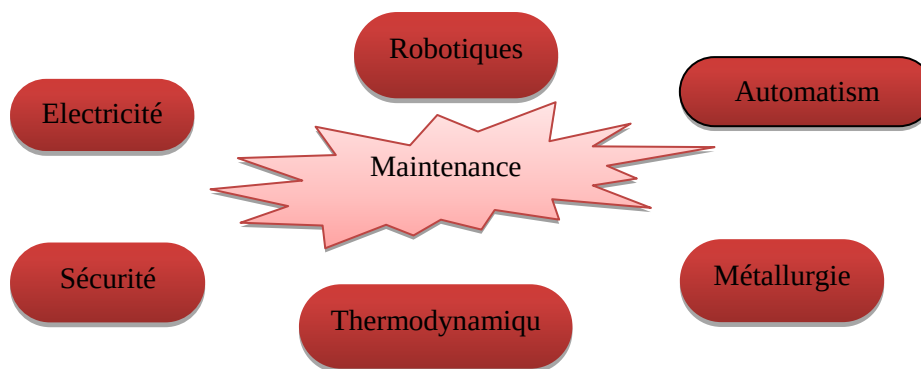


Figure II-Domaine d'action de la maintenance.

Deux types d'organisation peuvent être mis en place en fonction de la spécificité et de la taille de l'entreprise :

- Un service de maintenance centralisé (atelier central),
- Services de maintenance décentralisés proches de chaque secteur d'activité

II.10. Activités de la maintenance

• Inspection

C'est un contrôle de conformité réalisé en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien.

En général, l'inspection peut être réalisée avant, pendant ou après d'autres activités de maintenance (norme NF EN 13306)

• Surveillance

C'est l'activité exécutée manuellement ou automatiquement ayant pour objet d'observer l'état réel d'un bien.

La surveillance se distingue de l'inspection en ce qu'elle est utilisée pour évaluer l'évolution des paramètres du bien avec le temps.

• Réparation

Ce sont les actions physiques exécutées pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne.

• Dépannage

Ce sont les actions physiques exécutées pour permettre à un bien en panne d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée jusqu'à ce que la réparation soit exécutée.

- **Amélioration**

Ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise.

- **Révision**

Ensemble complet d'examen et d'actions réalisés afin de maintenir le niveau requis de disponibilité et de sécurité.

- **Reconstruction**

Action suivant le démontage d'un bien et la réparation ou le remplacement des composants qui approchent de la fin de leur durée de vie utile et/ou devraient être systématiquement remplacés.

La reconstruction diffère de la révision en ce qu'elle peut inclure des modifications et/ou améliorations.

L'objectif de la reconstruction est normalement de donner à un bien une vie utile qui peut être plus longue que celle du bien d'origine.

II.11. Conclusion

La maintenance est une fonction complexe qui, selon le type de processus, peut être déterminante pour la réussite d'une entreprise. Les fonctions qui la composent et les actions qui les réalisent doivent être soigneusement dosées pour que les performances globales de l'outil de production soient optimisées.

Toute la difficulté tient à ce réglage qu'il faut ajuster en tenant compte de nombreux éléments :

- au niveau de l'entreprise : du contexte économique et social ;
- au niveau de l'installation : de l'interaction avec les autres systèmes (en particulier celui de la production) .
- au niveau du système maintenance : des divers effets de chacune des activités (études, préparation, ordonnancement...).

Pour être efficace, il faut d'abord avoir une idée aussi claire que possible des mécanismes qui influent sur les grandeurs significatives (nombre de pannes, temps de réparation, délais logistiques, coûts de maintenance préventive, coûts du stockage des matières, actions de communication, etc.).

Il faut ensuite mesurer ces grandeurs et construire des indicateurs pour juger de l'état du système maintenance et pour identifier des axes d'amélioration. Il faut enfin trouver les actions qui conviennent et tâcher d'en évaluer l'impact.

Chapitre III Application de la méthode AMDEC

III.1. Introduction

Dans le contexte actuel d'ouverture des marchés les entreprises doivent améliorer leur compétitivité et donc leur productivité « Produire plus pour moins cher » c'est avoir une meilleure disponibilité des moyens de production et c'est dépenser moins.

Or la maintenance influe sur les deux facteurs : une maintenance mieux ciblée c'est moins d'indisponibilité une maintenance mieux maîtrisée c'est moins de dépenses.

Au vu de l'importance du processus maintenance et de son impact sur les performances des installations des méthodes d'optimisation ont été développées permettent d'aider les responsables de maintenance à construire ou à modifier les stratégies de maintenance telle que la méthode **AMDEC**, la méthode Ishikawa (ou le diagramme Causes Effets), le diagramme de Pareto, méthode des 5S, la méthode **KAIZEN**, la méthode **d'auto-maintenance**.

III.2. Méthodes de maintenance

III.2.1. Méthode AMDEC

Le mot **AMDEC** signifie l'analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leur criticité.

C'est une technique d'analyse préventive permettant d'identifier et de traiter les causes potentielles de défauts et de défaillance avant qu'ils ne surviennent

L'AMDEC est une méthode rigoureuse de travail en groupe, très efficace grâce à la mise en commun de l'expérience et des connaissances de chaque participant, à condition toutefois que l'animateur **AMDEC** soit suffisamment expérimenté [9].

On peut faire :

- Une **AMDEC** Produit, pour vérifier le produit, pour vérifier la conformité d'un produit développé par rapport aux exigences du client.
- Une **AMDEC** Processus, pour valider la fiabilité du processus de fabrication.
- Une **AMDEC** Moyen, pour vérifier la fiabilité d'un équipement.

Le principe consiste à recenser toutes les causes potentielles de chaque mode de défaillance d'évaluer la criticité. Cette dernière résulte d'une triple cotation quantifiée :

- Note "G" : Gravité ou sévérité de l'effet du défaut ou de la défaillance,
- Note "F" : Occurrence ou fréquence d'apparition de la cause,
- Note "D" : Détection : probabilité de non détection de la cause.

- L'indice de criticité est obtenu par le produit des trois notes : $C = G * F * D$

❖ **Remarque**

Plus la criticité est importante, plus le mode de défaillance considéré est préoccupant lorsquela criticité dépasse la limite prédéfinie par le groupe, ce dernier recherche les actionsd'amélioration possible pour la ramener à un niveau acceptable en jouant sur :

- La gravité (exemple : la gravité d'une fuite de carburant sera diminuée par la mise en place d'un bassin de rétention)
- L'occurrence (exemple : en augmentant la fiabilité d'un composant, en jouant sur la maintenance préventive ...)
- La non-détection (exemple : en mettant en place des outils de contrôle et de surveillance, en formant les contrôleurs...).

III.2.2. Méthode Ishikawa

III.2.2.1. Présentation

Diagramme d'Ishikawa ou le « diagramme Causes/Effets » est une méthode de résolution de problèmequi vise à explorer toutes les dimensions de ce dernier en classant par famille et sous-famillesles causes de celui-ci.

Cette méthode s'intègre dans une logique d'amélioration continue etpermet de relier les causes et les effets d'un dysfonctionnement, qui aura le plus souvent pourorigine, dans le cas de la maintenance industrielle, la défaillance technique d'un équipement [10].

Elle est constituée de quatre grandes étapes :

- Identification et définition du problème à traiter
- Listing des sources possibles d'un dysfonctionnement ;
- Classement des causes dans les familles : Matière, Milieu, Méthode, Machine et Main d'œuvre
- Représentation du diagramme cause effet

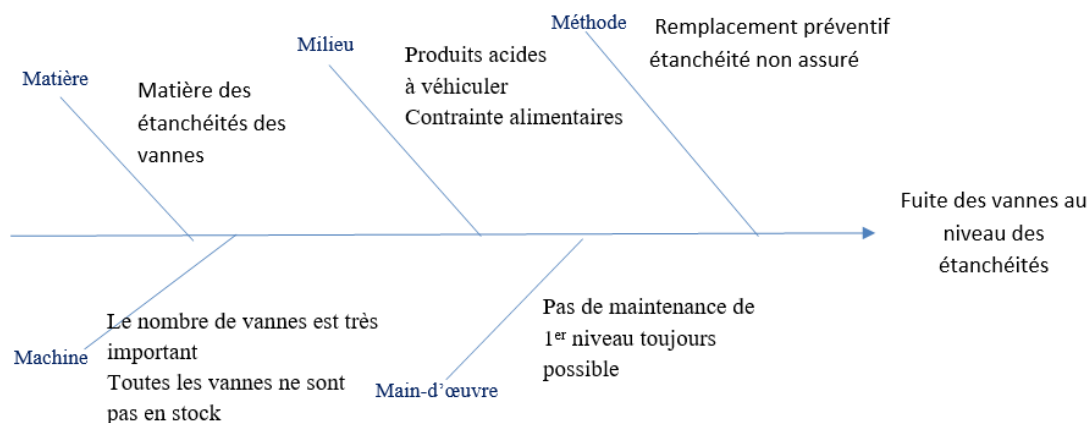


Figure III-Diagramme Cause Effet

Ce diagramme à 5 branches peut être étendu à une version « 7M » en y ajoutant le management et les moyens financiers cependant, en restant sur des dysfonctionnements techniques, ces deux derniers « M » ne seront pas très représentatifs dans un souci de simplicité, mieux vaut rester sur un diagramme Causes / Effets à 5 familles.

III.2.2.2. Mise en pratique

De la même façon qu'une AMDEC, l'utilisation de cette méthode va demander l'intervention de tous les maillons de la chaîne maintenance en effet, qui connaît mieux la machine que le technicien de maintenance, qui connaît mieux le milieu que l'opérateur de production, qui connaît mieux les moyens financiers que le superviseur de maintenance.

Le rôle de ce dernier sera également d'animer les séances de réflexion ayant pour objectif de remplir le diagramme.

Bien qu'assez théorique à première vue, cette méthode permet de bien s'intégrer dans la résolution d'un problème et dans la recherche de pannes ou plus généralement de dysfonctionnements techniques.

Elle peut être mise en pratique dans plusieurs cas :

- Suite à une AMDEC faisant ressortir des problèmes particuliers sur un équipement ;
- Dans le cas de pannes récurrentes d'origine inconnue.

Appliquer Ishikawa de façon plus générique à l'ensemble des équipements d'un centre de production constitué d'un grand nombre de machines ne sera pas intéressant car c'est une méthode qui demande beaucoup de ressources humaines, de temps de réflexion et qui peut par conséquent vite devenir coûteuse.

III.2.3. Diagramme Pareto

III.2.3.1. Présentation

Le diagramme de Pareto, également connu sous le nom de la loi des 80/20 est une méthode d'optimisation et de résolution de problème très connue dans le milieu industriel.

De façon générale, on s'aperçoit que dans la plupart des situations, 80% des conséquences sont entraînées par 20% des causes rapporté à la maintenance, cela signifie que 80% des arrêts d'équipements vont être causés par seulement 20% des causes de pannes référencées.

Seulement, pour arriver à de telles conclusions, une analyse préliminaire est nécessaire, chose que nous allons détailler dans la suite à travers un exemple simple [11].

III.2.3.2. Construire un diagramme de Pareto

La construction du diagramme de Pareto va se faire en plusieurs étapes :

- Le recensement de la récurrence des pannes en fonction des causes
- On liste l'ensemble des causes de défaillance, et on y associe le nombre de pannes qui en sont les conséquences.

Dans notre exemple, nous avons un total de 269 arrêts ayant pour origine 18 causes différentes.

Tableau III-Nombre de panne pour chaque cause

Causes	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	TOT
Récurrences pannes	7	20	1	42	32	5	8	36	2	
Causes	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	269
Récurrences pannes	1	6	45	4	10	9	4	34	3	

- On classe ensuite par ordre décroissant de récurrence les causes de défaillance.
- On réalise le cumul des causes de défaillance, puis on ramène cela en pourcentage du total des défaillances, de façon à faire apparaître en premier les causes les plus problématiques.

Tableau III-Cumul des causes de défaillance

Causes	C12	C4	C8	C17	C5	C2	C14	C15	C7	C1	C11	C6	C13	C16	C18	C9	C3	C10	Tot
Réurrence pannes	45	42	36	34	32	20	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	
Réurrence pannes %	17	16	13	13	12	7	4	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	269
Pannes cumulées	45	87	123	157	189	209	219	228	236	243	249	254	258	262	265	267	268	269	
%	17	32	46	58	70	78	81	85	88	90	93	94	96	97	99	99	100	100	

On sélectionne les causes principales qui sont à l'origine de 80% des pannes matériels.

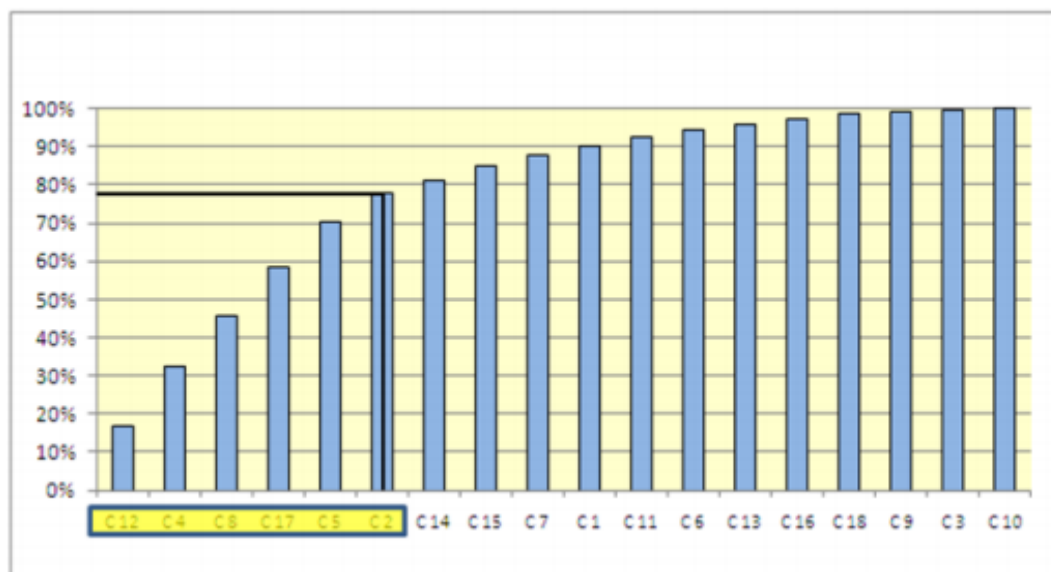


Figure III-Causes principales de 80% des pannes matériels

III.2.3.3. Analyse des résultats

Dans le cas présent, on recense 6 causes à l'origine de près de 80% des pannes. Par conséquent, en s'attaquant à ces 6 points, on va toucher 80% des problèmes on va ainsi minimiser les plans d'action sur lesquels travailler, tout en maximisant leurs impacts sur les équipements de l'entreprise.

Ce travail d'analyse de causes peut s'avérer très utile afin de se focaliser sur les sources de pannes impactant le plus la production il suppose cependant un historique

fiable et complet à partir duquel on pourra extraire des chiffres justes de façon à ne pas se tromper de direction dans la suite de la résolution des pannes.

III.2.4. Méthode des 5S

C'est un outil d'amélioration continue importé du Japon, permettant d'optimiser l'organisation et l'efficacité d'un poste de travail d'un service d'une entreprise.

Il est basé sur la participation du personnel qui prend en charge et organise son espace de travail c'est un outil essentiel pour amorcer une démarche de Qualité Totale (TQM)[12].

L'appellation "5 S" vient des initiales des mots clés de la méthode :

-  **SEIRI** : c'est Débarrasser (éliminer ce qui est inutile).
-  **SEITON** : c'est Ranger (classer, ordonner ce qui est utile).
-  **SEISO** : c'est Nettoyer (tenir propre les outils, les équipements, l'atelier ...).
-  **SEIKETSU** : c'est Organiser (établir et formaliser des règles).
-  **SHITSUKE** : c'est Maintenir la rigueur (respecter les règles).

Cette méthode :

- Améliore la productivité, l'efficacité et la Qualité. - Diminue les pannes
- (Gravité/fréquence).
- Réduit les pertes de temps (recherche d'un outil ...).
- Contribue à l'implication et à la motivation du personnel.
- Inspire confiance et donne une bonne image de l'entreprise (un environnement propre et agréable est votre meilleure publicité).
- Améliore la sécurité au travail et réduit les risques de pollution.
- Libère de l'espace inutilement utilisé.
- Permet au personnel d'avoir une meilleure qualité de vie au travail

III.2.5. Méthode KAIZEN

III.2.5.1. Présentation

Le mot **KAIZEN** est la fusion des deux mots japonais **KAI** et **ZEN** qui signifient respectivement « changement » et « bon » la traduction française courante est «

amélioration continue » en fait, par extension on veut signifier « analysé pour rendre meilleur ».

Le **KAIZEN** est un processus d'améliorations concrètes, simples et peu onéreuses réalisées dans un laps de temps très court. Mais le **KAIZEN** est tout d'abord un état d'esprit qui nécessite l'implication de tous les acteurs [13].

III.2.5.2. Démarche

Cette démarche japonaise repose sur des petites améliorations faites au quotidien constamment c'est une démarche graduelle et douce, qui s'oppose au concept plus occidental de réforme brutale du type « on jette le tout et on recommence à neuf » ou de l'innovation, qui est souvent le résultat d'un processus de réingénierie.

En revanche le **KAIZEN** tend à inciter chaque travailleur à réfléchir sur son lieu de travail et à proposer des améliorations donc contrairement à l'innovation, le **KAIZEN** ne demande pas beaucoup d'investissements financiers mais une forte motivation de la part de tous les employés.

En conséquence plus qu'une technique de management le **KAIZEN** est une philosophie, une mentalité devant être déployée à tous les niveaux de l'entreprise la bonne mise en œuvre de ce principe passe notamment par :

- Une réorientation de la culture de l'entreprise.
- La mise en place d'outils et concepts comme les outils du TQM (gestion globale de la qualité), un système de suggestion efficace et le travail en groupe.
- La standardisation des processus.
- Un programme de motivation (système de récompense, satisfaction du personnel...).
- Une implication active du management pour le déploiement de la politique.
- Un accompagnement au changement, lorsque le passage au KAIZEN représente un changement radical pour l'entreprise.

➤ Remarque

Toute la philosophie du **KAIZEN** réside dans cette phrase : « Fais le mieux, rends le meilleur améliore le même s'il n'est pas cassé parce que si nous ne le faisons pas, nous ne pouvons pas concurrencer ceux qui le font. »

III.2.5.3. Objectifs du KAIZEN

- Simplification des flux.
- Amélioration de la qualité.

- Amélioration des délais.
- Amélioration de la productivité.
- Amélioration de la gestion des fournisseurs.
- Développement de nouveaux produits.

III.2.6. Méthodeautomaintenance

Par définition, l'AUTOMAINTEANCE est « la maintenance exécutée à l'endroit où le bien est utilisé et par les personnes qui utilisent ce bien ».

Il s'agit avant tout de mettre en application des consignes permanentes de maintien de premier niveau des équipements. Cela comprend [14] :

- Les consignes de nettoyage, de propreté et de rangement
- Les vérifications visuelles de l'état d'équipement à l'arrêt et en marche
- La surveillance « sensible » du bon fonctionnement
- La surveillance de la normalité de paramètres à relever
- Les procédures d'alerte en cas d'anomalies constatées
- La maintenance curative de premier niveau
- Les tâches simples de maintenance systématique
- La saisie des informations inhérentes à ces tâches

L'AUTOMAINTEANCE est basée sur la responsabilisation des opérateurs de productionvis-à-vis de leurs équipements de travail et est schématisée dans le diagramme suivant :

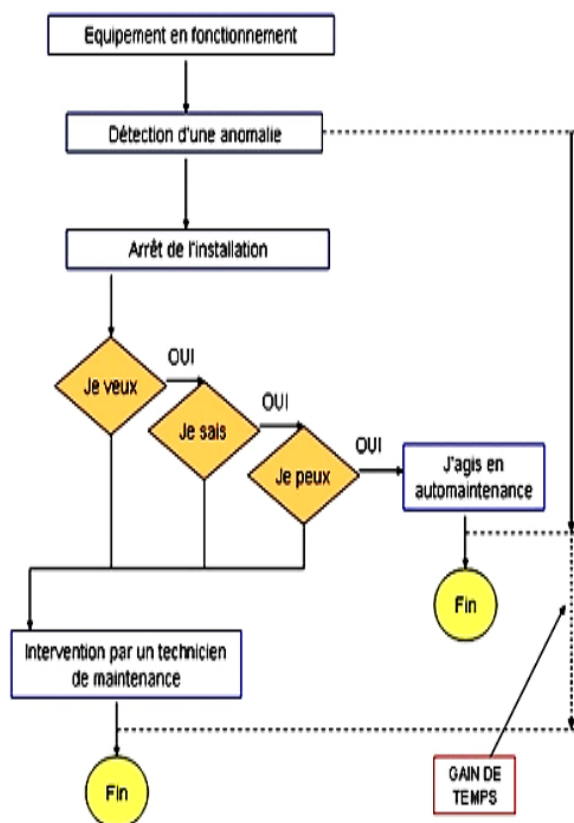


Figure III-Digramme d'auto-maintenance

Comme on peut le voir, agir en auto-maintenance va entraîner un gain de temps. Même si ce gain est élémentaire (car il va notamment s'agir de micro-arrêts, d'opération dites « rapides »), multiplié plusieurs fois dans une journée, il s'agit d'un levier de performance qui peut se montrer au final fort intéressant ce gain passe également par la réduction des procédures administratives liées à la maintenance « classique » d'autant plus que les interventions d'auto-maintenance sont généralement répétitives et beaucoup plus courantes que les pannes durables et plus graves.

L'auto-maintenance permet de sensibiliser et de responsabiliser le personnel de production face à son outil de travail.

En effet, cette démarche demande une implication des opérateurs et un contrôle de leur propre travail il s'agit là d'encourager l'autocontrôle et d'orienter la maîtrise des équipements vers une attitude de soutien d'équipe et de conseil.

Enfin, l'auto-maintenance, par la réalisation d'opérations simples directement effectuées par les opérateurs leur permet de mieux connaître les équipements de travail.

L'observation le contrôle systématique et les interventions de « petites » réparations permettent aux opérateurs de mieux appréhender les différents équipements de mieux

maîtriser leur exploitation et d'anticiper les défaillances après observations et analyses de signes avant-coureurs.

Les trois questions posées révèlent cependant des freins à l'auto-maintenance :

« Je veux » pose le problème de la motivation pour y remédier, il est nécessaire de mettre en place une implication directe des techniciens de production et un mode de travail en équipe.

« Je sais » pose le problème de la compétence et de ses limites.

En effet, le rôle premier des opérateurs n'est pas de réparer leurs outils de travail mais faire fonctionner leur outil de production.

L'objectif étant pour chacun de devenir autonome, cette opération peut passer par des formations ou plus simplement par la réalisation de fiches de renseignements

« Je peux » pose le problème de l'organisation et des moyens les opérateurs, pour effectuer des interventions d'auto-maintenance doivent être disponibles, il faut également qu'ils aient à leur disposition les outils nécessaires à la réalisation de leurs travaux.

Une fois les opérations du « Je veux » et de « Je sais » passées, il serait effectivement dommage de finalement passer par la maintenance pour une simple question matérielle.

L'objectif est de passer au-delà de ces trois problèmes, par la mise en place rigoureuse d'une démarche d'auto-maintenance, basée sur des outils concrets, sur une analyse pertinente des équipements et par l'implication des opérateurs dans ce travail.

Cela passe d'un point de vue opérationnel par :

- L'analyse de la définition du métier des opérateurs
- La rédaction de consignes de maintenance autonome
- La rédaction de fiches d'auto-maintenance
- La détermination de la fréquence des opérations de contrôle
- La mise en place d'outils pour réaliser les différentes interventions
- La mise en place d'un stock de pièces de rechange

III.2. Application de l'AMDEC machine sur l'usine (Unité Imprimerie)

III.2.1 Organigramme de l'usine (Unité Imprimerie)

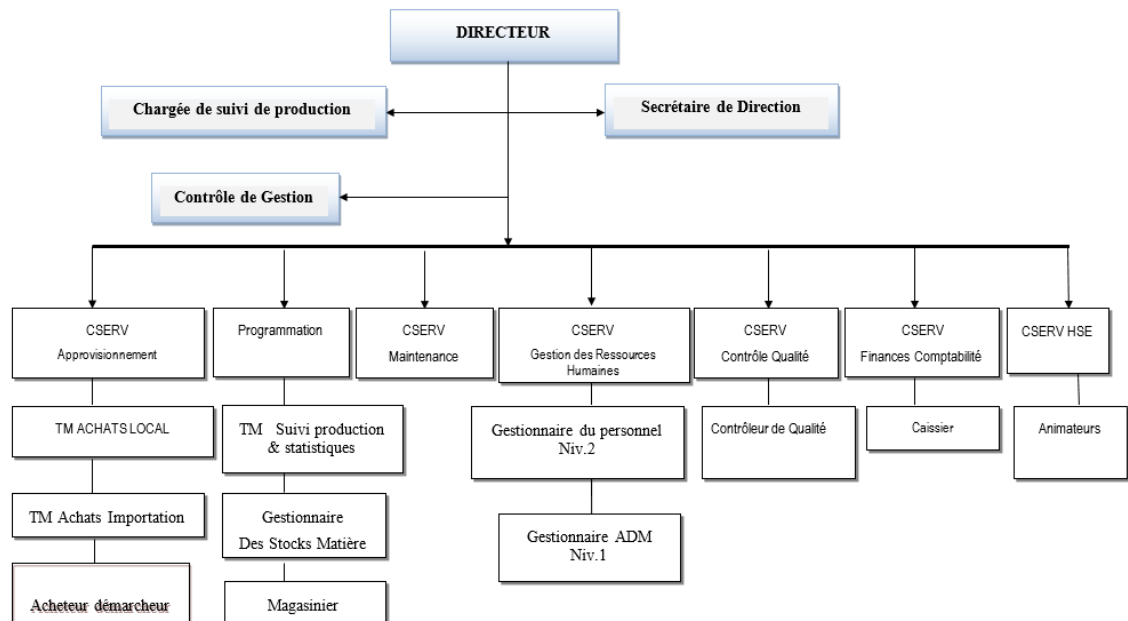


Figure III-Organigramme de l'usine (l'Unité Imprimerie).

CSERV : chef de service / TM : technicien moyen /HSE : hygiène sécurité environnement

III.2.1.1. CDPT Production

SD : sans décisions

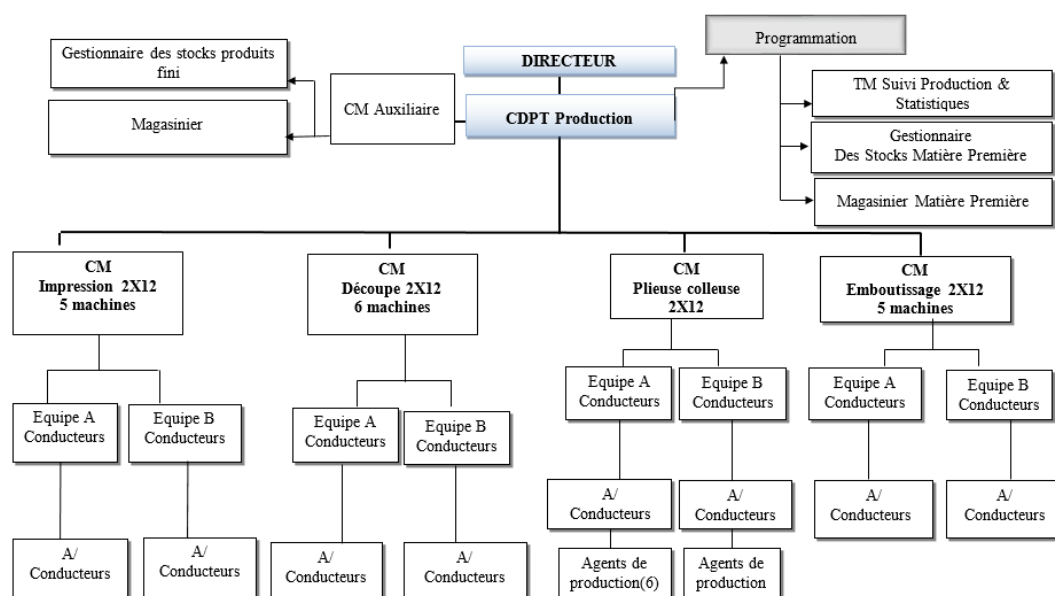


Figure III-Organigramme del'usine par machines

CDPT : chef de département de production tonic+

CM : contre maitre

TM : technicien moyen

A : aide conducteur

III.2.1.2. CSERV maintenance

ING : ingénieur

CSECT : chef section

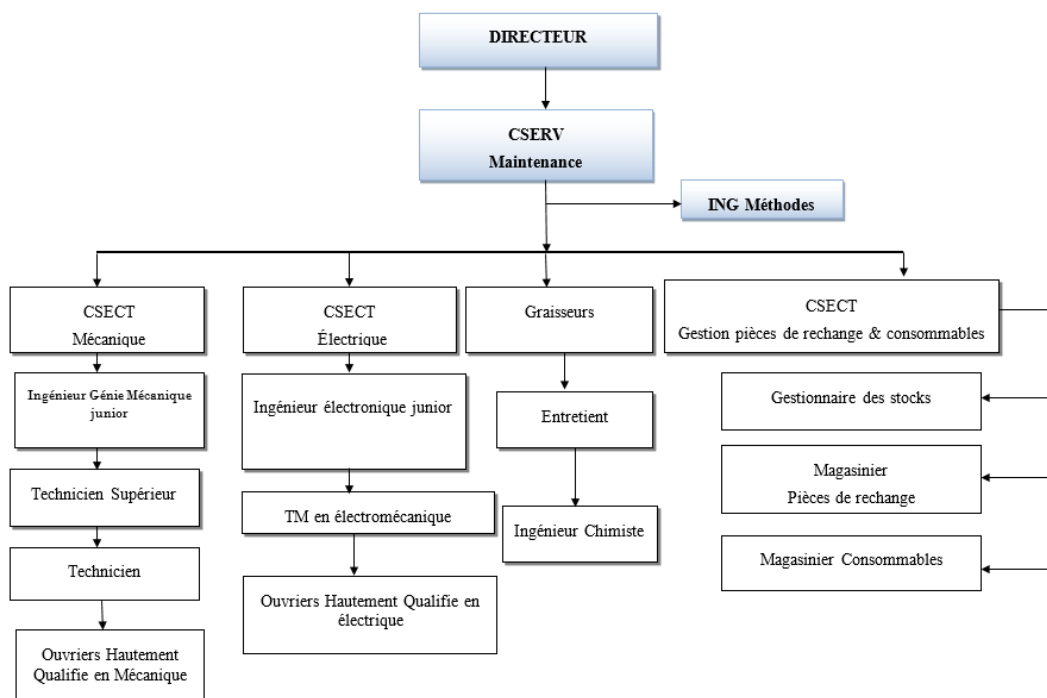


Figure III-Organigramme de l'usine par Maintenance.

III.2.1.3. CSERV maintenance préposé l'équipe de maintenance

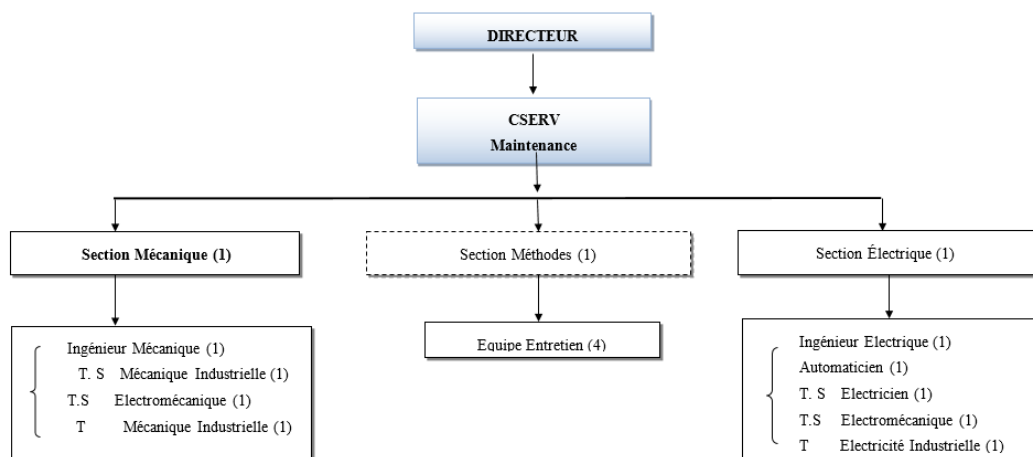


Figure III-Organigramme de l'usine par Maintenance proposé

Remarque

Equipe d'entretien pour assurer la maintenance préventive.

Tableau III-Equipe de maintenance

Cadre	Maitrise	Exécution	Total
-------	----------	-----------	-------

01	10	06	17
----	----	----	----

III.2.2. Définition du système à étudier

III.2.2.1. Impression machine KBA Rapida 105

Le principe de l'impression consiste à imprimer sur la feuille une couverture ou bien une image prédéfinie et cela grâce à des machines d'impression qui opèrent par différentesfaçons telles que l'offset, la lithographie pour des grandes vitesses de production, et la méthode laser et par jet d'encre pour les moyennes vitesses.

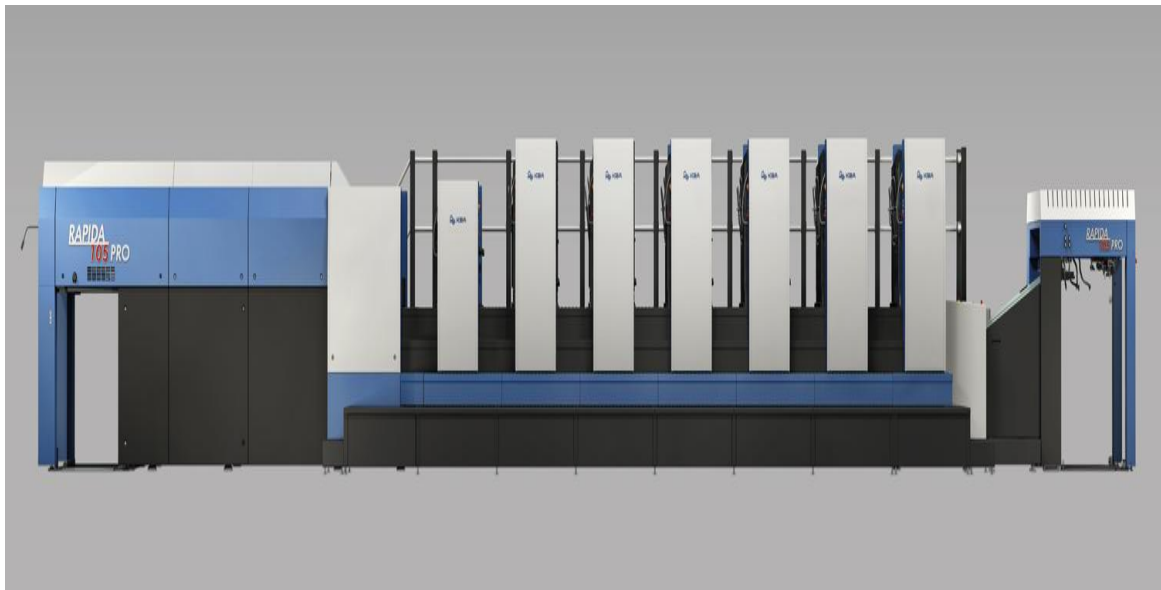


Figure III-Machine KBA Rapida 105.

III.2.2.2. Découpage machine auto platine SP-102

Le principe du découpage consiste à donner une forme à la feuille qui est prédéfinie par cahier de charges et cela grâce à des machines d'impression qui opèrent par plusieurs façons telles que la découpe rotative en forme de cylindre et la découpe à plat en forme de presse à platine.



Figure III-Auto platine SP-102

III.2.2.3. Pliage et le collage machine Mistral-110

C'est la dernière étape de transformation du carton. Après l'impression et le découpage, la feuille de carton passe par des machines de pliage et collage pour prendre la forme finale. On dénombre deux types d'assemblage : l'assemblage à base de colle et l'assemblage au moyen d'agrafes.



Figure III-Machine Mistral-110

III.2.3. Définition des objectifs à atteindre

Notre étude effectuée est centrée sur des objectifs qui sont les suivants :

III.2.3.1. Disponibilité

Il y a une gamme très variée de produits fabriqués, allant des produits standard (boîte pâtissière, boîte pizza, barquette de frite, impression découpe gobelet à café et jus,

jusqu'aux personnaliser (boites et valisette détergent, cosmétiques, étui produits pharmaceutiques, boîte présentoir en contre collé boîte a fromage, pot à glace...).

III.2.3.2. Politique de la maintenance

On a fait appel à l'outil AMDEC en vue d'obtenir des conseils qu'on utilise dans la prise de décision. Il guide le groupe dans sa démarche de résolution de problème pour l'amener à découvrir lui-même la solution.

III.2.4. Décomposition fonctionnelle

Décomposition du système

La figure ci-dessous décompose fonctionnelle d'étapes d'impression.

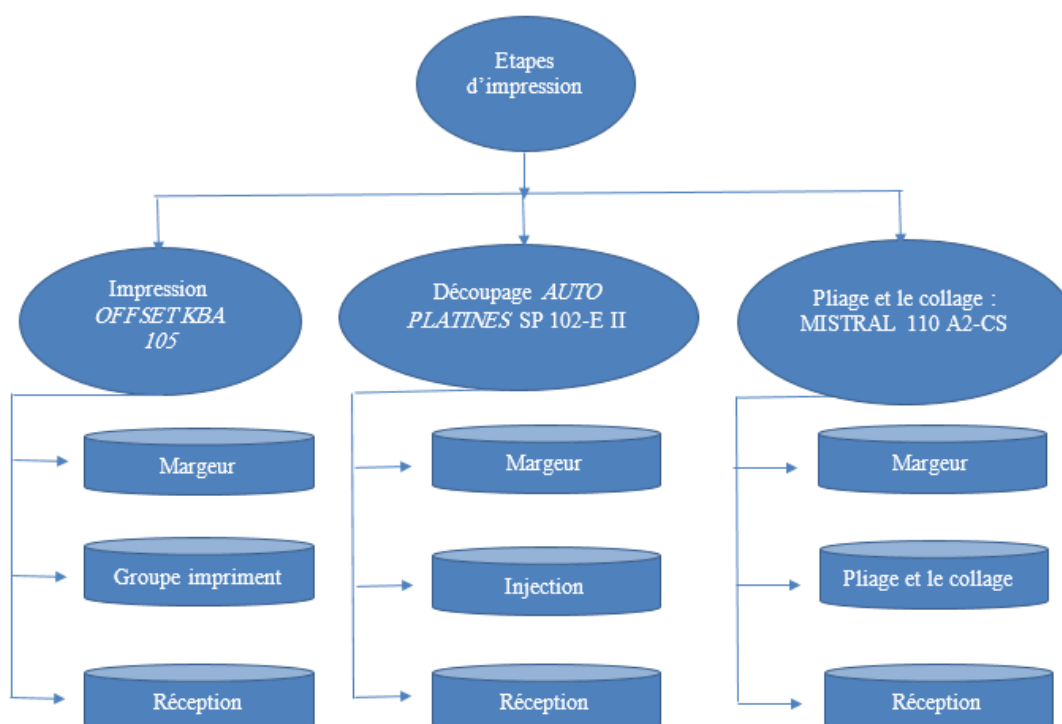


Figure III-Décomposition fonctionnelle d'étapes d'impression.

III.2.5. Grille de Criticité

III.2.5.1. Fonction de criticité

La fonction de criticité c'est : $C = G * F * N$

$\swarrow$
 Criticité

$\downarrow$
 Gravité

$\downarrow$
 Fréquence

$\downarrow$
 non-détection

III.2.5.2. Gravité

C'est la gravité des effets de la défaillance

- ✓ Pertes de productivité (arrêt de production, défaut de qualité).
- ✓ Cout de la maintenance.
- ✓ Sécurité, environnement.

Le tableau ci-dessous montre niveau de gravité « G ».

Tableau III- Grille de cotation de la gravité.

Niveau de gravité « G »	Indice	Définition
Gravité très faible	1	Arrêt production inférieur à 4 heures
Gravité faible	2	Arrêt production de 4 heures1jour
Gravité moyenne	3	Arrêt production de 1 jour à 3jour
Gravité majeur	4	Arrêt production plus à 3jour

III.2.5.3. Fréquence

Fréquence d'apparition d'une défaillance due à une cause particulière, le tableau ci-dessous montre de Niveau defréquence « F ».

Tableau III- Grille de cotation de la fréquence.

Niveau de fréquence « F »	Indice	Définition
Fréquence très faible	1	Très rare
Fréquence faible	2	1 fois par moins
Fréquence moyenne	3	1 fois par semaine
Fréquence forte	4	1 fois par jour

III.2.5.4. Non-détection

Probabilité de non détection avant qu'il n'atteigne l'utilisateur, le tableau ci-dessous montre de niveau de détection.

Tableau III.6. Grille de cotation de lanon-détection.

Niveau de détection « D »	Indice	Définition
Détection facile	1	Défaillance facilement détectable
Détection possible	2	Défaillance détectable
Détection improbable	3	Défaillance difficilement détectable
Détection impossible	4	Détection impossible

III.2.6. Type de pannes

La figureci-dessous montre les types de pannes d'une durée de 90 jours.

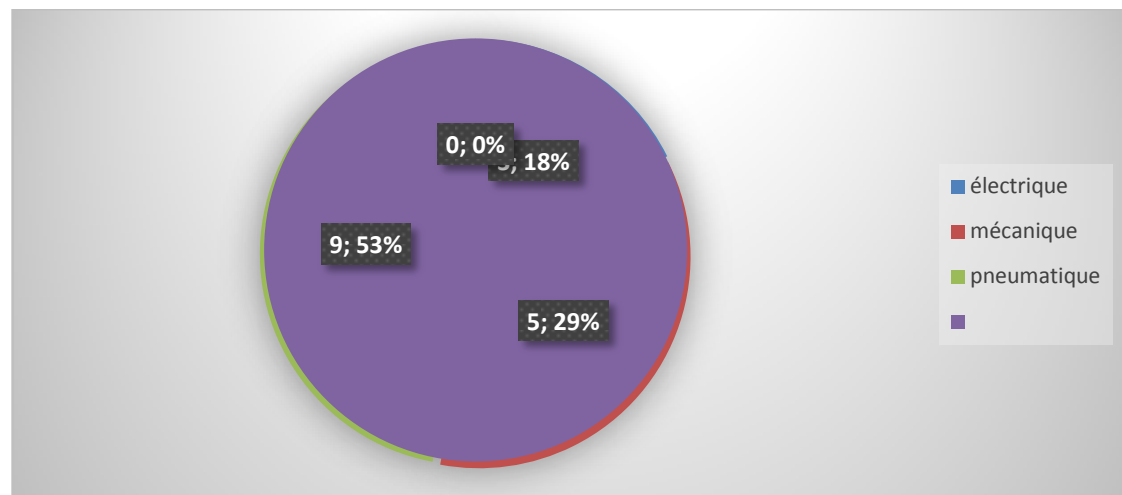


Figure III-Nombre de pannes

Le tableau ci-dessous montre les types de pannes d'une durée de 90 jours.

Tableau III-Nombre de pannes

Type des pannes	Nombre pannes
Electriques	03
Mécaniques	05
Pneumatiques	09

La plupart des pannes qu'on peut trouver dans notre usine sont : pneumatiques avec 47%, mécaniques de 35%, mais électriques juste de 18%.

III.2.7. Historique

Le tableau ci-dessous montre les historiques des pannes sur les machines suivantes : OFFSET 105, AUTO PLATIN et MISTRAL ; d'une durée de 90 jour.

Tableau III-Historique Rapida KBA 105

Date	Type de machines	Position	Description des travaux	Préventifs	Curatifs	Temps	Types de pannes
02/08/2018	KBA 105/4	Groupe imprimant : 06&05	Les révélations et fuite d'air		X		Mécanique
		Groupe imprimant : 02	Fuite d'AIR		X	1h	Pneumatique
05/08/2018		Groupe imprimant : 01& 02& 03	Graissage	X	X	2h	Mécanique
06/08/2018	KBA 105/4	Groupe imprimant : 01 & 02& 04& 05	Fuite d'air rouleaux de collage couté service 1 Couté entraînent 2 Couté entraînent 4-5 Manque des records	X	X	8h	Pneumatique
07/08/2018		Groupe imprimant : 01	Fuite d'air rouleaux de mouchoir supérieur « porte	X	X	8h	Pneumatique

			plaque »				
08/08/2018	KBA 105/4	Groupe imprimant : 01	Fuite d'air rouleaux de mouchoir sup « porte plaque »	X	X	8h	Pneumatique
12/08/2018	KBA 105/4	Ordinateurs	Montage d'ordinateurs		X	1h	Pneumatique
16/08/2018	KBA 105/4	Groupe imprimant : 01& 02& 03& 4 & 5& 6 & 7	Graissage	X		30min	Pneumatique
26/08/2018	KBA 105/4	Groupe imprimant : 03	Fuite d'air		X	2h	Pneumatique
02/09/2018	KBA105/4	Groupe imprimant : 01	Fuite d'air (Manque des tuyaux de turbine) dépannage		X	1h	Pneumatique
16/09/2018	KBA105/4	Groupe imprimant : 02	Fuite d'air		X	1h	Pneumatique
	KBA105/4	Groupe imprimant : 01 & 02 & 03 & 4 & 5& 6	Graissage	X		3h	Pneumatique

	KBA105/4	Réception	2Pompe de pression et Fuite d'air de tuyaux de pompe		X	7h	Electromécanique
17/09/2018	KBA105/4	Réception	Fuite d'air Changement de raccord		X	10min	pneumatique
01/10/2018	KBA105/4	Toute la machine	Un défaut aléatoire		X	1h	électrique
02/10/2018	KBA105/4	Réception	Frottement des pinces		X	60h	Mécanique

Tableau III-Auto Platine SP 102-E II.

Date	Type de machines	Position	Description des travaux	Préventifs	Curatifs	Temps	Types de pannes
7/08/2018	auto platine Sp_102 (b)	L'embarillage du moteur	Fuite d'air		X		pneumatique
4/09/2018 5/09/2018	SP102E II (B)	Margeur	Démontage de groupe suceur		X	16h	Mécanique
6/09/2018	SP102E II (B)	Margeur	Nettoyage de groupe Suceur		X	8h	Margeur
16/09/2018 17/09/2018	SP102EII(B)	Margeur	Montage groupeSuceur		X	16h	Mécanique
14/10/2018	SP102EII(B)	Margeur	fuite d'air (manque des raccords).		X	1h	pneumatique

III.2.8. Tableau AMDEC machine

Le tableau ci-dessous montre AMDEC des pannes sur les machines suivantes : OFFSET 105, AUTO PLATIN et MISTRAL ; de doré 90 jour.

Tableau III-AMDEC machine (KBA)

AMDEC machine		Analyse des modes de défaillances de leurs effets et leurs criticités (KBA)									
N	Sous-ensembles	Fonction	Défaillance (description du défaut)	Cause du défaut	G	Effet critique du défaut	F	Eléments de contrôle (détection)	D	Criticité	Mesures correctives
1	Groupe imprimant	impression	fuite d'air au niveau des flexibles	flexible vétustes	1	basse pression	3	le bruit d'air	2	6	Changement du flexible pneumatique
2	Groupe imprimant	impression	Bruit au niveau d'arbre à pinces	absence un entretien	2	Endommagement de galets	2	Ouverture des pinces très faibles	3	12	Graissage arbre à pinces
3	Groupe imprimant	impression	Fuite d'air rouleaux de collage couté service01&02&04 &05 Coté entraînement Manque des	les flexible sont vétustes	2	basse pression	3	le bruit d'air	2	12	Change des raccords et flexible pneumatique

			records								
4	Groupeimpriment	impression	Fuite d'air rouleaux de mouchoir supérieur « porteplaque »	les flexible sont vétustes	2	basse pression	3	le bruit d'air	2	12	Change des flexibles pneumatiques
5	pupitre de commande		unité central	Les couper diélectriqu e	4	Stop la machine	1	Unité centrale ne démarre pan	4	16	Changeme nt de l'unité centrale
6	Groupe imprimant : 07 (vernissage)	impression	Défaillance de la pompe de vernissage		2	Le groupe n'est pas alimenté par le vernier	1	Contrôle de la sortie et l'entrée de la pompe	2	4	Enlever la prise d'air de la pompe
7	margeur	Alimenté la machine par la matière	Défaillie de Ressort de bar balancier	Forçage de mécanism e en production	3	Décalage leurs de passage des feuilles	1	Passage coup par coup et observation dedécalage	3	9	réglage de mécanisme qui commande l'ouverture de

											balancé avec changement de ressort
8	Réception		arrêt de Ralentisseur	Défiance de potentiomètre	3	Arrêt de tirage	1	Contrôle visuel	3	9	Changement de potentiomètre
9	Réception		Pompe de pression et Fuite d'air de tuyaux de pompe	les flexible sont vétustes	1	basse pression	3	le bruit d'air	2	6	Changement du flexible pneumatique
10	Toute la machine		Un défaut Aléatoire		4		1		4	16	redémarré la machine après une courte durée et nettoyage de

											l'armoire principale
11	Réception		Frottement des barres à pinces	Dilatation de la chaîne	4	Usure au niveau de tête des pinces	1	Contrôle visuel	4	16	Réglage de la détente de la chaîne et l'ouverture des pinces
1 2	réception		réglage du taquet frontaux (réception)	Les courroies sont vétustes	1	Déréglage des taquets	1	Contrôle visuel	3	3	Changement des courroies
13	Sécheur	Sécheur la faille	Soufflage Faible	Bouchages de circuit de soufflage	4	Mauvaise qualité de séchage	1	Non séché	4	16	Nettoyage Tout le circuit à partir de pompe

Tableau III-AMDEC machine (AUTO PLATINES)

AMDEC machine		Analyse des modes de défaillances de leurs effets et leurs criticités (AUTO PLATINES)									
N	Sous-ensembles	Fonction	Défaillance (description du défaut)	Cause du défaut	G	Effet critique du défaut	F	Eléments de contrôle	D	Criticité	Mesures correctives
14	L'embarillage du moteur		fuite d'air au niveau des flexibles	flexible vétustes	1	basse pression	2	le bruit d'air	2	4	Changement du flexible pneumatique
15	Margeur	Alimenté la machine par la matière	Eclatement de chien	Blocage de groupe suceur	4	Détérioration de tendeur de la chaine (pignon+ axe de pignon)	2		3	24	Changement de pignon et axe de tendeur et montage de la chaine et libéré groupe suceur
16	Margeur (table de marge et table de margeur	Alimenté la machine par la matière	La machine ne fait pas la production à cause d'un problème de synchronisation (tourne avide)	A cause de changement de groupe suceur	4	Retard de l'introduction de la feuille dans la machine para port a la marge	2	Contrôle visuel par introduction de la feuille	3	24	Synchronisation de la machine (entre table de marge et table de margeur)

Tableau III-AMDEC machine (MISTRAL)

AMDEC machine		Analyse des modes de défaillances de leurs effets et leurs criticités (MISTRAL)									
N°	Sous-ensembles	Fonction	Défaillance (description du défaut)	Cause du défaut	G	Effet critique du défaut	F	Eléments de contrôle	D	Criticité	Mesures correctives
17	Porte sécurité	Sécurité	Caches de sécurité		3	Machine ne marche manuellement pas continue	1	Message d'erreur au niveau de protection	3	9	Nettoyage de photocellule

Légende :

D Niveau de détection du mode de défaillance

F : Niveau de Fréquence

G : Niveau de gravité

C : Criticité de la cause observée

III.2.8.1. Interprétation des résultats de tableau AMDEC

D'après l'analyse du tableau (AMDEC) précédent, on remarque que la fréquence d'apparition est au-dessous de l'indice « 4 », ce qui nous ramène à dire ce qui suit :

- Pour la fréquence « F » : c'est une fréquence qui varie entre le niveau le très faible et le niveau moyen, donc il n'y a pas de fréquence forte pour la période étudiée (90 jours).
- Pour la détection « D » : on n'est pas face à une détection impossible des défaillances, on n'est pas face à une détection impossible des défaillances, car celle-ci est soit évidente, possible ou improbable c.-à-d. elle n'exige pas un matériel de diagnostic spécifique ou une intervention avancée (une équipe très qualifiée ou sous-traitance externe).
- Pour la gravité « G » : elle varie entre la gravité très faible et la gravité majeure, ce qui rend la gravité majeure qui peut provoquer des accidents de sécurité inexistantes (on doit revoir le plan de sécurité et des risques vis-à-vis cette défaillance avec risque majeur).

III.2.8.2. Classification des modes de défaillance par leur criticité

Nous avons vu dans le tableau AMDEC plusieurs combinaisons mode / cause / effet avec variation des degrés de criticité. Nous classons les modes de défaillances par rapport à leurs criticités dans le tableau suivant pour pouvoir proposer des actions correctives

Tableau III- Grille de cotation de la criticité

Niveau de criticité	Définition	N° de mode de défaillance	Action à engager
1 ≤ C < 10 Criticité négligeable	Aucune modification de conception	01-06-07-08-09-12-14	MC Aucune modification de conception (maintenance Correctives)
10 ≤ C < 16 Criticité moyenne	Amélioration des performances du système Maintenance préventive systématique	02-03-04-17	MPS Amélioration des performances des éléments (maintenance préventive)

			systematique)
			MPS+MPC
	Surveillance particulière		Révision de la conception
$16 \leq C < 25$	et révision	05-10-11-13-15-16	des éléments et choix des
Criticité élevée	Maintenance préventive		surveillances particulières
	conditionnelle.		(maintenances préventive
			conditionnelle)

III.3. Conclusion

L'application de cette méthode permet de localiser et d'identifier les défaillances probables, ce qui facilite la proposition d'un plan de maintenance optimal, elle a l'avantage de suivre la performance de la production et de faire un bon diagnostic des défaillances probable, donc d'augmenter la disponibilité des machines et plus de sa minimiser le temps de panne.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans ce travail nous avons traité un sujet d'une grande importance pour l'Unité imprimerie. Ce travail nous a permis de découvrir la réalité de l'activité d'un complexe industriel, ce qui a été très bénéfique pour nous, car il nous a permis d'enrichir nos connaissances en pratiquant sur le terrain les théories acquises au niveau de l'université.

L'application la méthode d'AMDEC nous a permis d'analyser systématiquement les dysfonctionnements d'un équipement et pour éliminer ou diminuer les points critiques qui existent on utilise des maintenances préventives et correctives.

Pour cela il est recommandé de mentionner dans les rapports d'interventions toutes les informations nécessaires telles que : les temps d'arrêts et d'interventions, les modes, causes, effets des défaillances, liste de consommation en pièce de rechange pour chaque sous système.

D'une façon générale ce travail décrit la méthodologie d'un plan de maintenance basé sur la méthode AMDEC, suivi d'un exemple d'application avec les recommandations et propositions pour l'amélioration de la fonction maintenance en général et pour la réussite de l'application de la méthodologie de l'AMDEC au sein de l'unité.

Bibiographie

- [1] Smail benissaad. Cours de Maintenance Industrielle/TEC 336 Université Frères Mentouri Constantine. 2008
- [2] Siteweb: TechnologiePro, (Consulté le 14 Avril 2019)
<https://www.technologuepro.com/maintenance-industrielle/chapitre-2-les-strategies-de-la-maintenance.pdf>
- [3] DUCHEMIN, G. *Maintenance des machines et des moteurs*.
- [4] Maintenance conditionnelle : Aide-mémoire (15 octobre 2008) par Alain Boulenger
- [5] B. Herrou et M. Elghorba, L'AMDEC un outil puissant d'optimisation de la maintenance, application à un moto compresseur d'une PME marocaine, CPI'2005, Casablanca-Maroc
- [6] M. L. BOUANAKA, R. CHAIB , M. BENIDIR , M. BELLAOUAR. La maintenance basee sur la fiabilite (mbf) : un outil puissant pour optimiser les politiques de maintenance, illustration dans un complexe moteurs-tracteurs., Université Mentouri Constantine – Algérie. 2010
- [7] La norme AFNOR [FD X 60- 000] définit 5 niveaux de maintenance.
- [8] Centre d'etudes et de recherches sur les qualifications la maintenance industrielle.
- [9] Une fonction en évolution, des emplois en mutation (Céreq Bref n° 174 - AVRIL 2001)
- [10] Thomas Lombard. Gestion des risques a priori : application de la méthode AMDEC à la production, des médicaments anticancéreux au CHU de Grenoble. Sciences pharmaceutiques. 2015
- [11] Alain Bagnaud, Le diagramme d'Ishikawa : comment le construire ? , par | Août 31, 2018 | Optimisation logistique
- [12] *, Prioriser et faites des choix avec le Pareto, Manuscrit non publié.
- [13] Siteweb : CommentProgresser,
<https://www.commentprogresser.com/outilpareto.html>
- [14] Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke, Les 5S, 2018
- [15] Siteweb : ManagerPro, <https://www.manager-go.com/management-de-la-qualite/methode-5s.htm>

Bibliographie

- [16] Laurent GRANGER, Comprendre les principes du Kaizen et les appliquer 2019,
- [17] Siteweb : Manager-Go, <https://www.manager-go.com/management-de-la-qualite/dossiers-methodes/kaizen>
- [18] Daniel Charoupis, Yves Lavina, Réussir l'automaintenance. Comment impliquer la production dans un métier qui doit aussi être le sien, Éditions d'organisation, 1995