

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Génie industriel

**Spécialité** : chaine logistique

### Intitulé

Application de la démarche TPM sur la machine de soufflage  
des préformes de la ligne de production PET

**Présenté par :**

AZZOUZ Mohammed Islam

ZIANE Abdeldjalil

Soutenu, le 07/07/2021, devant le jury composé de :

|                       |                       |                       |           |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| M. KAHOUADJI Housseyn | Maître de Conférences | Université de Tlemcen | Président |
| Mme. DIB Zahéra       | Maître de Conférences | Université de Tlemcen | Examineur |
| Mme. MEGHELLI Nihad   | Maître de Conférences | Université de Tlemcen | Encadrant |

## **Remerciements**

Tout d'abord, nous remercions Allah Tout-Puissant de nous avoir donné la force de mener à bien ce travail.

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à notre encadreur Madame **MEGHELLI N.** pour avoir bien voulu diriger ce mémoire ainsi que pour ses conseils très enrichissantes et efficaces grâce auxquels nous avons pu mener à bien cette recherche.

Nos remerciements sincères aux membres du jury, Monsieur **KAHOUADJI H.** et Madame **DIB Z.**, de nous avoir fait l'honneur de lire et d'évaluer note travail et ce malgré leurs innombrables occupations.

Nous remercions nos professeurs pour leurs enseignements lesquels nous ont donné le goût de la rigueur scientifique et nous ont beaucoup aidés à rédiger, structurer ce mémoire et à améliorer son contenu.

Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon acheminement de cette formation sans oublier Monsieur **MAESSOUDIF.** ingénieur de maintenance, qui nous a aidés et encouragés pour aller de l'avant dans ce mémoire.

Finalement, nous témoignons notre immense gratitude à nos parents qui n'ont ménagé aucun effort pour nous soutenir et encourager dans nos études.

# Dédicaces

*Je dédie ce travail à :*

- *Mes parents*
- *Mon frère Abdelmadjid et Mes sœurs*
- *Tous mes amis fidèles*
- *Toute la promotion 2015/2016*

*Mohammed Islam*

# Dédicaces

*Je dédie ce travail à :*

- *Mes parents*
- *Mes frères*
- *Tous mes amis fidèles*
- *A mes camarades de master 2 génie industriel*

*Abdeljalil*

# Résumé

Chaque entreprise se fixe d'excellents objectifs, comme adopter des politiques de gestion techniquement efficaces et économiquement rentables. Dans cette optique l'entreprise des boissons L'Exquise s'est donné une stratégie pour améliorer les performances de sa production. Néanmoins, elle a quelques pertes liées à la machine de soufflage dans la ligne de production PET. C'est là qu'intervient la maintenance productive. En effet, pour mener à bien ce projet et résoudre ce problème de pertes, nous avons appliqué les trois premiers piliers de la démarche TPM (Total Productive Maintenance).

## Mots clés :

La ligne de production PET –TPM –TRS –RCA –AMDEC – plan de maintenance préventive

## Abstract

Each company sets itself excellent objectives, such as adopting technically efficient and economically profitable management policies. With this in mind, the beverage company L'Exquise has adopted a strategy to improve production performance. Nevertheless, it has some blowmolding machine related losses in the PET production line. This is where the productive maintenance comes in. To carry out this project and solve this loss problem, we applied the first three pillars of the TPM (Total Productive Maintenance) approach.

## Keywords:

PET Production Line –TPM–TRS –RCA–AMDEC –Plan of preventive maintenance

## ملخص

تضع كل شركة لنفسها أهدافاً ممتازة، مثل اعتماد سياسات إدارة فعالة تقنياً ومريحة اقتصادياً. مع وضع ذلك في الاعتبار، اعتمدت شركة المشروبات ليكز كيباستر استراتيجية لتحسين أداء إنتاجها بالنفخ في خط إنتاج (PET) ومعدلاتها، لديها بعض الخسائر المتعلقة بمشكلة التشكيل

الثلاثي الأول ولن نهج TPM هذا هو المكان الذي تأتي فيها الصيانة الإنتاجية. في الواقع، لتنفيذ هذا المشروع وعو حل مشكلة الخسارة هذه، طبقنا الركنين  
الكلمات الرئيسية:

خط إنتاج PET –TPM–TRS –RCA–AMDEC

# Liste des abréviations

**AMDEC** : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et leur Criticité

**IP** : l'indice de priorité

**JMA** : Japan Management Association

**JIPM** : Japan Institute of Plant Maintenance

**MBF** : Maintenance Basé sur la Fiabilité

**QQOCP** : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?

**PET** : Polyéthylène Téréphtalate

**RCA** : Root Causes Analysis

**RI** : Rapport Incident

**TPM** : Total Productive Maintenance

**TRS** : Taux de Rendement Synthétique

# SOMMAIRE

## Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| Remerciements.....   |           |
| Dédicaces.....   |           |
| Résumé .....   |           |
| Liste des abréviations.....  |           |
| SOMMAIRE .....   |           |
| Introduction générale.....   | 1         |
| <b>1 Chapitre 1 : Présentation de l'usine l'exquise.....</b>             | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Introduction .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.2 Présentation de l'entreprise l'Exquise.....</b>                   | <b>2</b>  |
| <b>1.2.1 Historique.....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>1.2.2 L'organigramme.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1.2.3 Différents départements.....</b>                                | <b>3</b>  |
| <b>1.3 La limonaderie l'exquise .....</b>                                | <b>5</b>  |
| <b>1.4 Les étapes de production.....</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>1.4.1 Station du traitement d'eau.....</b>                            | <b>6</b>  |
| <b>1.4.2 La siroperie .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>1.4.3 La chaine de la production .....</b>                            | <b>9</b>  |
| <b>1.5 Conclusion .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>2 Chapitre 2 : La démarche TPM .....</b>                              | <b>2</b>  |
| <b>2.1 Introduction : .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2.2 Cahier des charges.....</b>                                       | <b>14</b> |
| <b>2.2.1 Cadrage de problème .....</b>                                   | <b>14</b> |
| <b>2.3 Problématique.....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2.4 Les outils de développement à utiliser .....</b>                  | <b>14</b> |
| <b>2.5 Les axes de déroulements de projet : .....</b>                    | <b>15</b> |
| <b>2.6 Présentation de la machine de soufflage (la souffleuse) .....</b> | <b>15</b> |
| <b>2.6.1 Les composantes de la souffleuse .....</b>                      | <b>15</b> |
| <b>2.6.2 Le fonctionnement de la souffleuse : .....</b>                  | <b>15</b> |
| <b>2.7 Généralité sur la Total Productive Maintenance : .....</b>        | <b>16</b> |
| <b>2.7.1 Origine de la TPM : .....</b>                                   | <b>16</b> |
| <b>2.7.2 Définition et caractéristique de la TPM :.....</b>              | <b>16</b> |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.8   | Conclusion :  | 23 |
| 3     | Chapitre 3 : Les deux premiers piliers de la TPM..... | 14 |
| 3.1   | Introduction :  | 25 |
| 3.2   | Amélioration au cas par cas.....                      | 25 |
| 3.2.1 | Mode de calcul du TRS.....                            | 25 |
| 3.3   | Analyse du problème de la chute de performance.....   | 30 |
| 3.3.1 | La méthode RCA :                                      | 30 |
| 3.3.2 | Application la méthode RCA :                          | 31 |
| 3.4   | La maintenance autonome.....                          | 33 |
| 3.4.1 | Définition de la maintenance autonome.....            | 33 |
| 3.4.2 | Objectifs de la maintenance autonome.....             | 33 |
| 3.4.3 | État des lieux et remises en état.....                | 34 |
| 3.4.4 | Définition des 5 S.....                               | 34 |
| 3.4.5 | Elaboration des standards.....                        | 40 |
| 3.5   | Conclusion :  | 42 |
| 4     | Chapitre 4 : la maintenance planifiée.....            | 25 |
| 4.1   | Introduction :  | 44 |
| 4.2   | La maintenance basée sur la fiabilité.....            | 44 |
| 4.2.1 | Définition.....                                       | 44 |
| 4.2.2 | Les Bénéfices de la MBF.....                          | 44 |
| 4.2.3 | Mise en œuvre de la MBF.....                          | 46 |
| 4.2.4 | Analyse AMDEC.....                                    | 47 |
| 4.2.5 | Démarche d'AMDEC sur la souffleuse.....               | 50 |
| 4.3   | Plan de maintenance préventive.....                   | 60 |
| 4.4   | Conclusion.....                                       | 60 |
|       | Conclusion générale.....                              | 61 |
|       | Bibliographie :                                       | 63 |



## Liste de figure

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Figure 1: Photo ancienne des ouvriers qu'ils déchargent les bouteilles de la boisson l'Exquise. ....                | 2                                  |
| Figure 2: Schéma montre la hiérarchie de l'entreprise .....   | 3                                  |
| Figure 3: Schéma montre la relation entre l'approvisionnement et les services .....                                 | 4                                  |
| Figure 4: Schéma montre les services qui gèrent par la gestion de stock. ....                                       | 5                                  |
| Figure 5: les bouteilles de limonaderie .....   | 5                                  |
| Figure 6: Le sucre .....  | 6                                  |
| Figure 7: La préforme .....   | 6                                  |
| Figure 8: Schéma de traitement d'eau .....  | 7                                  |
| Figure 9: Station de traitement d'eau .....   | 8                                  |
| Figure 10: Le plan de la siroperie .....  | 9                                  |
| Figure 11: Alimentateur des préforme .....  | 10                                 |
| Figure 12: La machine de soufflage (la souffleuse) .....  | 10                                 |
| Figure 13: la remplisseuse .....  | 10                                 |
| Figure 14: Le convoyeur intermédiaire (le convoyeur à l'aire) .....   | 11                                 |
| Figure 15: L'étiqueteuse .....  | 11                                 |
| Figure 16: Le dateur .....  | 12                                 |
| Figure 17: La fardieuse .....   | 12                                 |
| Figure 18: La souffleuse .....  | 15                                 |
| Figure 19: la maison de la TPM. ....  | 21                                 |
| Figure 20: décomposition de TRS .....   | 26                                 |
| Figure 21: Suivi du TRS .....   | 29                                 |
| Figure 22: Suivi des indicateurs. ....  | 30                                 |
| Figure 23: arbre de défiance .....  | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 24: Modèle des étiquettes .....  | 36                                 |
| Figure 25: Accumulation de la poussière sur les capteurs la souffleuse .....  | 37                                 |
| Figure 26: Mettre des objets inutiles .....   | 37                                 |
| Figure 27: Mettre les sacs en plastique au hasard sur la zone du travail et les coller aux les<br>équipements. .... | 37                                 |
| Figure 28: la poussière sur la commande de la souffleuse .....  | 38                                 |
| Figure 29: les préformes sur le sol et la poussière sur la machine .....  | 38                                 |
| Figure 30: Les câbles sont mal rangés et poussiéreux .....  | 38                                 |
| Figure 31: trop d'eau sur le sol de travail .....   | 38                                 |
| Figure 32: rangement des outils de la maintenance .....   | 40                                 |
| Figure 33: suivante regroupe les différentes étapes suivies pour l'application .....                                | 45                                 |
| Figure 34: la décomposition fonctionnelle et structurelle .....   | 52                                 |

## Liste des tables :

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1: Effets positifs de la TPM [3] .....                               | 18 |
| Tableau 2: les résultats d'application de la démarche TPM. ....              | 20 |
| Tableau 3: calcul du TRS sous Excel.....                                     | 29 |
| Tableau 4: Plan d'action .....   | 33 |
| Tableau 5: les 2 axes abordés.....   | 34 |
| Tableau 6: Significations et objectifs des 5S .....                          | 35 |
| Tableau 7: Actions correctives des anomalies.....                            | 39 |
| Tableau 8: classements de criticités des équipements.....                    | 46 |
| Tableau 9: la matrice de criticités de souffleuse .....                      | 47 |
| Tableau 10: résultats de matrice de criticités.....                          | 47 |
| Tableau 11: Les quatre questions de base de l'AMDEC.....                     | 48 |
| Tableau 12: application d'AMDEC sur la souffleuse .....                      | 53 |
| Tableau 13: grille de cotation de la fréquence .....                         | 56 |
| Tableau 14: grille de cotation la gravité. ....                              | 56 |
| Tableau 15: grille de cotation la détection. ....                            | 57 |
| Tableau 16: les criticités des éléments de souffleuse.....                   | 57 |
| Tableau 17: hiérarchisation les pannes par ordre d'importance .....          | 58 |
| Tableau 18: Tableau des actions corrective .....                             | 59 |
| Tableau 19: plan de maintenance préventive a réalisé sur la souffleuse. .... | 60 |

## **Introduction générale**

Au cours des deux dernières décennies, l'environnement industriel a subi d'énormes changements, de sorte que nous ne sommes plus à une époque où la demande dépasse l'offre. Actuellement, les offres sont bien au-dessus de la demande, les clients sont de plus en plus exigeants, ils sont exigeants dans le choix, la qualité et le délai de livraison pour les produits qu'ils achètent.

Cette situation rend la production plus compliquée. L'entreprise s'efforce d'améliorer et de mieux gérer sa production tout en réduisant ses coûts : il s'agit donc de mieux produire

Face à cette évolution les techniques de production sont en constante évolution, la maintenance ne peut être retardée, et la lutte éternelle entre les ouvriers de maintenance et de production doit sombrer dans l'intérêt de l'entreprise. C'est là qu'intervient la maintenance productive.

La démarche TPM est l'acronyme de Total Productive Maintenance, c'est une démarche globale d'optimisation des moyens de production visant à améliorer les performances économiques de l'entreprise, basée sur le travail en équipe. Il est mis en œuvre grâce à la participation des deux parties (service de maintenance et service de production) et par tous les services et tous les niveaux du haut en bas de la hiérarchie.

Notre projet de fin d'apprentissage fait partie de cette visualisation d'amélioration et est défini en quatre chapitres :

Le chapitre 1 est consacré à une présentation générale de l'entreprise l'Exquise et du processus de production des boissons gazeuses.

Le chapitre 2 est consacré à présenter le cahier des charges, la problématique de notre projet où nous avons décrit le fonctionnement de la machine de soufflage (la souffleuse) et les concepts généraux de la démarche TPM.

Le chapitre 3 est consacré au premier pilier de la démarche TPM. Ce pilier est basé sur la recherche de toutes causes susceptibles d'augmenter les pertes afin d'apporter des améliorations. Il est également dédié à la maintenance autonome, qui est le deuxième pilier de TPM.

Le chapitre 4 est consacré au troisième pilier de la démarche TPM. Ce pilier est basé sur la mise à jour du plan de maintenance préventive.

Enfin, ce mémoire est couronné par une conclusion et perspectives.

# **Chapitre 1**

## **:Présentation de l'usine l'exquise.**

## 1.1 Introduction

Dans ce chapitre nous présentons d'une manière générale l'entreprise et plus particulièrement **L'exquise** usine des boissons en tant qu'organisme d'accueil. Nous donnons aussi un aperçu détaillé du processus de fabrication des boissons gazeuse.

## 1.2 Présentation de l'entreprise l'Exquise

### 1.2.1 Historique

De retour d'Espagne où il a acquis une grande expérience en tant que responsable dans une fabrique de boissons, Larbi Rahmoun crée avec Djilali Khédim en mars 1928 la première fabrique algérienne de boissons. A partir des fruits provenant des vergers de leur région, celle de Tlemcen, ils mettent au point des boissons et des liqueurs qu'ils distribuent à l'occasion des fêtes organisées par leurs connaissances qui vont montrer un engouement de plus en plus prononcé pour ces boissons.

Fort de ce premier "succès", M. Larbi Rahmoun, en autodidacte avéré, développe un ingénieux système dit « de la cloche » qui lui permet, à partir de carbure, de fabriquer du gaz dioxyde de carbone. Ainsi, démarre la fabrication des boissons gazeuses "L'EXQUISE".

Après des années de production, M. Larbi Rahmoun crée en 1951 la société Larbi Rahmoun et fils, laquelle se dote dès 1956 d'une première ligne de production automatisée. La marque "L'EXQUISE" est ensuite déposée.[4]



*Figure 1: Photo ancienne des ouvriers qu'ils déchargent les bouteilles de la boisson l'Exquise.*

## 1.2.2 L'organigramme

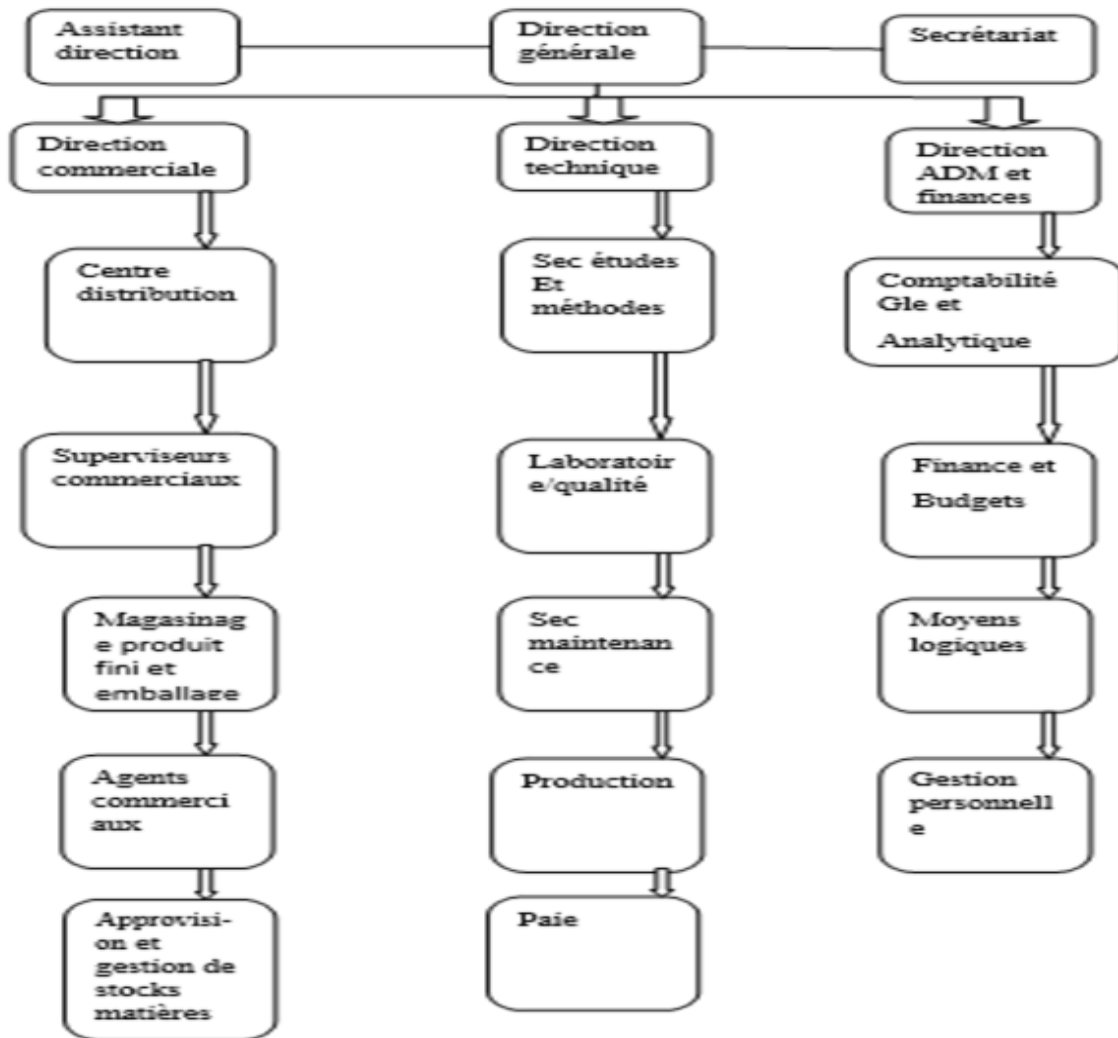


Figure 2: Schéma montre la hiérarchie de l'entreprise

### 1.2.3 Différents départements

C'est la division des services dans l'entreprise en plusieurs départements afin de faciliter la gestion et l'orienter au mieux et le lien entre les départements, notamment ceux qui ont des liens communs, ainsi que la coordination entre eux, et comme tous les grands départements, la gestion des Exquise est associé aux départements suivants :

#### 1.2.3.1 Département des moyens généraux

L'objectif est de gérer l'activité comptable et financière, ainsi que l'investissement.

#### 1.2.3.2 Département commercial

Ce département s'occupe du marketing (étude de marché) et de la distribution.

#### 1.2.3.3 Département de ressources humaines

Il prend soin des travailleurs et ils sont :recrutement spécial, formation et promotion des travailleurs.

#### 1.2.3.4 Département finance et comptabilité

Il est divisé en deux parties, à savoir

##### 1.2.3.4.1 Service finance

Ce service développe la stratégie de l'entreprise, les plans financiers et représentants commerciaux, préparer le budget et suivre sa mise en œuvre.

##### 1.2.3.4.2 Service comptabilité

Son rôle est de payer et de collecter les factures ainsi que de payer les salaires Pour les employés.

#### 1.2.3.5 Département contrôle de qualité

La limonade étant un produit alimentaire sensible sa qualité est contrôlée continuellement, le produit est surveillé en continu, car on peut dire que le suivi a effectué toutes les demi-heures par le laboratoire en prélevant un échantillon.

#### 1.2.3.6 Département de production

Il est responsable de la production des produits qui sont dans le cas de l'exquise : la limonade, le jus et le sirop.

#### 1.2.3.7 Département de maintenance

Et se soucie de la préservation de tous machines et équipements utilisés au niveau de l'unité. Et cela en le réparant quand il est inactif.

#### 1.2.3.8 Département d'approvisionnement

Ce département est toujours en contact avec les services « internes » de l'entreprise. Il doit donc y avoir une congruence entre l'offre et la production et ventes et à l'étranger avec des fournisseurs de matières premières (fournisseurs de sucre, Emballage, formation, dioxyde de carbone, pièces détachées, etc.).

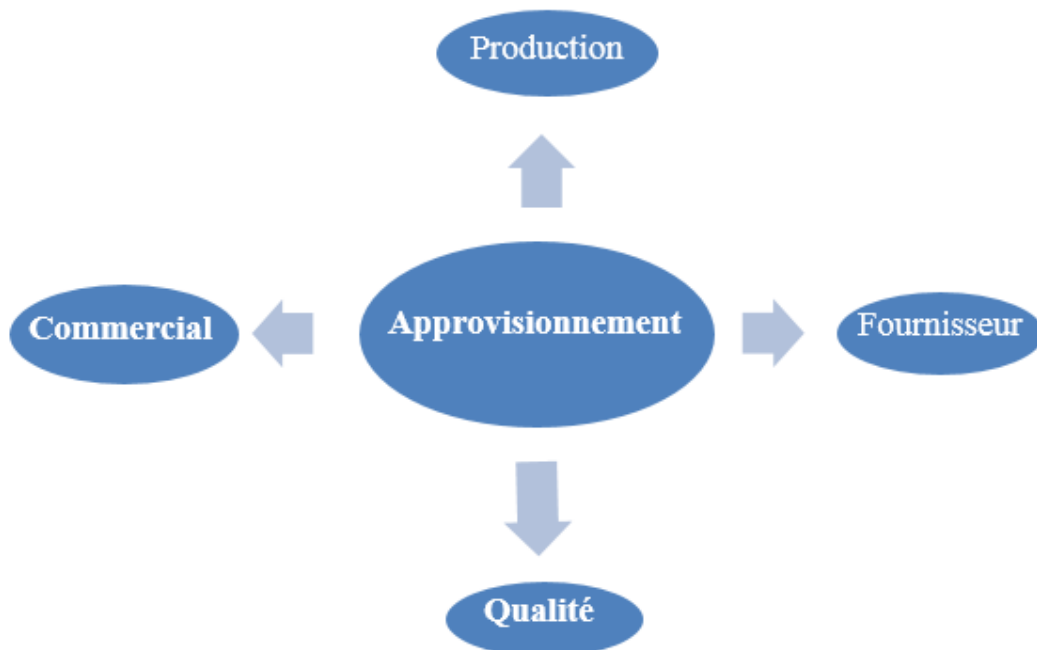


Figure 3: Schéma montre la relation entre l'approvisionnement et les services.

### 1.2.3.9 Département de gestion de stock

Ce service utilise certains programmes afin de vérifier la quantité de stock et également de le surveiller en permanence.

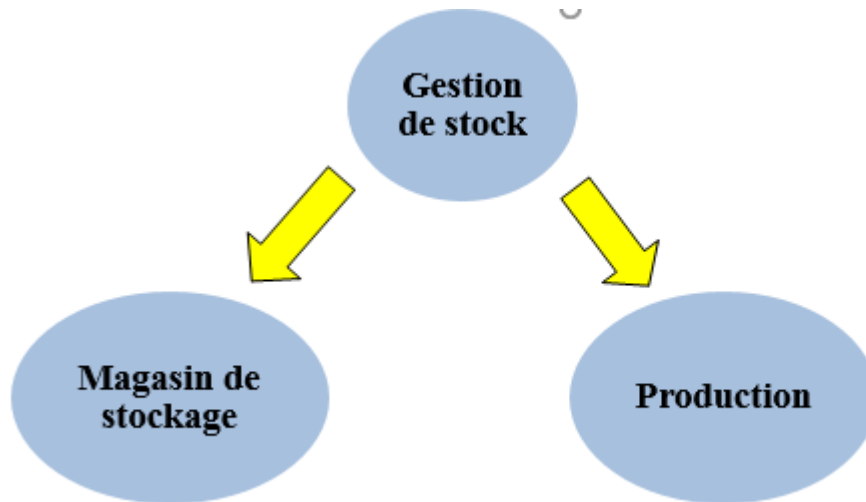


Figure 4: Schéma montre les services qui gèrent par la gestion de stock.

### 1.3 La limonaderie l'exquise

La limonaderie l'exquise c'est une usine qui spécialisée dans la production des boissons gazeuses, pour la préparation de ses boissons on utilise comme matière première : l'eau, le sucre, le gaz carbonique, et les additifs et comme matières d'emballage : les bouchons, les étiquettes et les préformes.

La société exquisite est dispose d'un d'embouteillage plastique non retournable (PET) (format 0.33L, 1L, 2L) et une autre en verre. Sa capacité de production est de 5000 à 6000 bouteilles/h.



Figure 5: les bouteilles de limonaderie





*Figure 6:Le sucre*



*Figure 7:La préforme*

L'usine est située dans la zone industrielle à la wilaya de Tlemcen.

C'est une usine de fabrication des boissons gazeuses comportant une ligne de production des boissons gazeuses avec des machines et des procédés industriels, sa capacité de production est de 5000 à 6000 bouteilles par heure, cette entreprise travaille selon un planning de deux équipes par jour et la production est effectuée sur commande et sur le besoin de marché, avec un stock de sécurité de 200 à 300 bouteilles qui ne dépasse pas 24heures.

## **1.4 Les étapes de production**

### **1.4.1 Station du traitement d'eau**

L'eau potable distribuée par un Forage qui émerge à 240mètres de surface est utilisée par le service de traitement des eaux qui s'occupe de la traiter avant d'être utilisée par la siroperie, la

production et le rinçage des bouteilles soufflés. Dans cette station l'eau passe par quatre étapes principales, ces étapes vis donc à travers des traitements chimiques et physiques.

- La bache 1 : la calorification.
- Le filtre à sable : (la silice) il y a 3 filtres commence par faire un filtrage ensuite une régénération toutes les 48 heures avec l'utilisation du sel.
- Le filtre à charbon : (on a 2 citernes pour éviter le retard qui utilisent le charbon actif dans cette opération) enlever la chloration, adsorption de chlore pour enlever les mauvaises odeurs.
- La préparation de l'eau adoucie : Un autre bassin qu'on remplit par de l'eau de ville passé par un adoucisseur permet l'élimination de Mg et Ca afin de ne pas avoir de dépôts de calcaire dans les machines, cette eau appelée eau adoucie sert à nettoyer les bouteilles dans le laveuret à alimenter les chaudières.

Le traitement des eaux est nécessaire pour :

- ❖ Diminuer l'alcalinité.
- ❖ Eliminer les impuretés susceptibles d'affecter le gout ou l'aspect du produit.

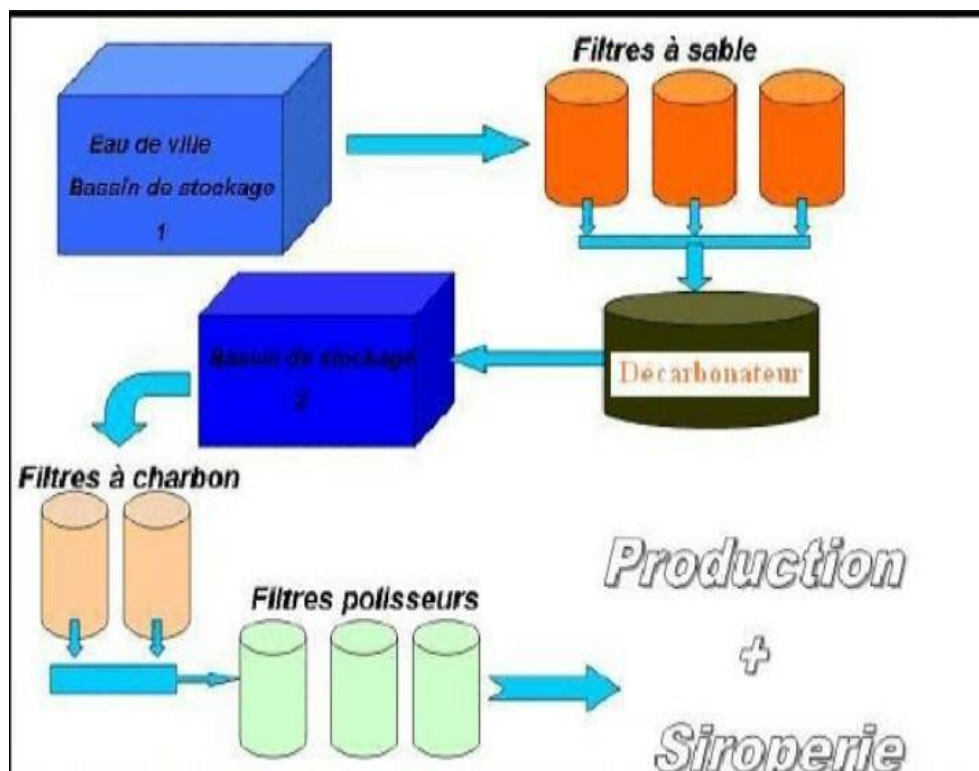


Figure 8:Schéma de traitement d'eau



*Figure 9: Station de traitement d'eau*

### **1.4.2 La siroperie**

La préparation du sirop brute (produit semi fini) nécessite la présence du sucre contrôlé, l'eau traité qui provient de la station de traitement des eaux, puis on ajoute le conservateur, arôme, acide citrique, le colorant...

Le sirop simple passe dans un pasteurisateur à une température comprise entre 80 et 85 grâce à un échangeur de chaleur. la température ne doit pas sortir de cette plage, d'une part pour éliminer les microbes et d'autre part pour ne pas bruler le sucre et le transformer en caramel, puis on fait passer le sirop par la suite par un échangeur de chaleur pour le refroidir.

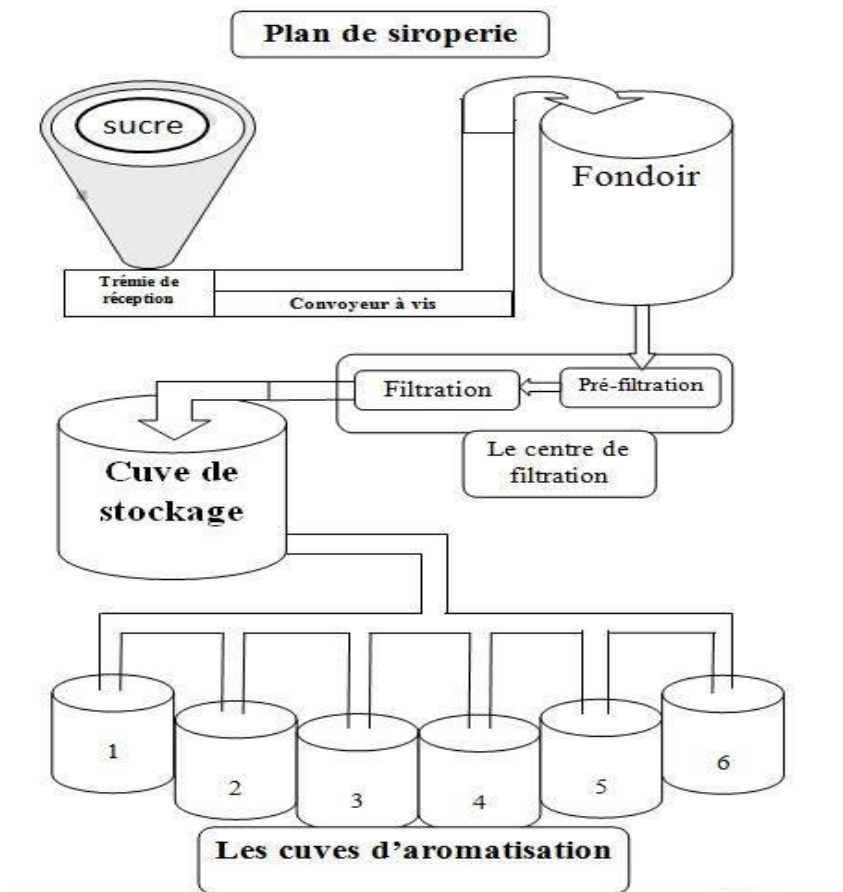


Figure 10:Le plan de la siroperie

### 1.4.3 La chaîne de la production

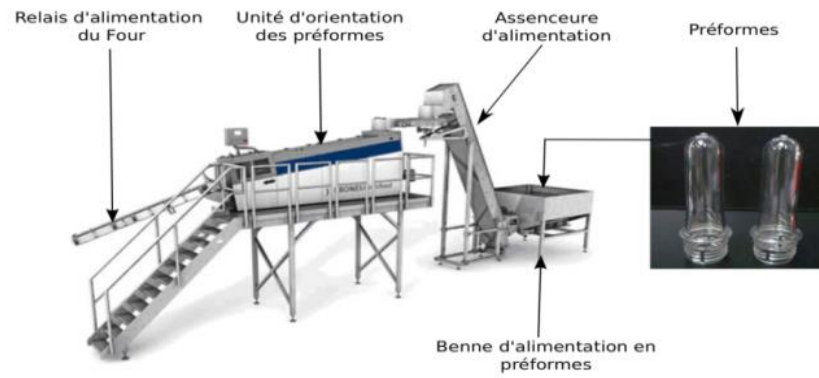
La chaîne de production de l'EXQUISE passe par trois phases principales :

#### 1.4.3.1 Préparation du soda

C'est la partie où on mélange le sirop préparé avec de l'eau froide et le CO<sub>2</sub> et on s'appelle cette partie le Prémix.

#### 1.4.3.2 Embouteillage et remplissage

- ✚ **La trémie de préforme (alimentation des préforme).**
- ✚ **Soufflage du préforme :** étape permettant la transformation des préformes en bouteilles de formes désirées en utilisant des moules correspondantes.
- ✚ **Le rinçage :** après le refroidissement des bouteilles soufflées, elles sont ramenées par des convoyeurs à air vers la rinceuse ou elles vont subir un rinçage à l'eau traité chloré entre 1 et 3 ppm.
- ✚ **Le Remplissage :** les bouteilles rincées et désinfectées passent au remplissage, c'est une opération qui requiert le respect strict des paramètres (la température, pression du gaz...).
- ✚ **La bouchonneuse :** les bouteilles sont obturées à l'aide de bouchons en plastique, la distance entre deux dernières machines est réduite, afin d'éviter toute infiltration d'impuretés ou échappement de gaz carbonique.



*Figure 11: Alimentateur des préforme*



*Figure 12: La machine de soufflage (la souffleuse)*



*Figure 13: la remplisseuse.*



*Figure 14:Le convoyeur intermédiaire (le convoyeur à l'aire)*

### **1.3.5.Leconditionnement**

#### **1.4.3.3 L'étiquetage**

Les bouteilles sont acheminées à l'étiqueteuse ou elles subissent une simple étape automatisée de collage d'étiquette.



*Figure 15:L'étiqueteuse.*

#### 1.4.3.4 Le dateur

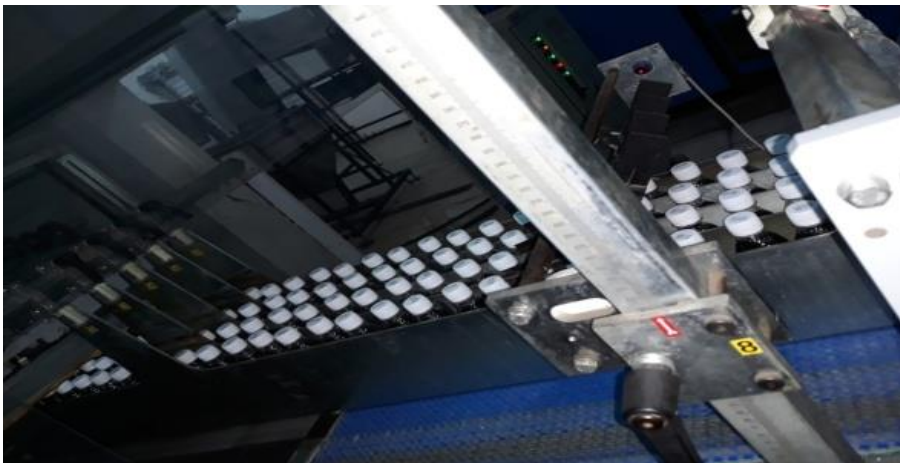
Une petite machine qui met un code programmé avant par l'opérateur (la date, heure, et le numéro du lot).



*Figure 16:Le dateur*

#### 1.4.3.5 La fardelage

Des lots de 6 à 12 bouteilles sont formés, emballé sous des films plastiques et placé pendant quelques secondes dans un four à 160°C, pour que l'enveloppe plastique prenne la forme du lot constitué.



*Figure 17:La fardeleuse*

### 1.5 Conclusion

L'entreprise « l'exquise » travaille jour en jour pour améliorer la qualité de ses produits et donner la meilleure à ses consommateurs, pour offrir là les boissons gazeuses efficaces dans l'Algérie.

Pendant ce stage nous avons remarqué beaucoup des problèmes à l'usine parmi les pertes de performance, et manque de fiabilité des équipements.

# Chapitre 2 :

## **La démarche TPM**



## **2.1 Introduction :**

Les entreprises s'efforcent toujours de répondre aux demandes des clients et des consommateurs et d'améliorer leurs performances et leurs produits, mais sur le chemin, ils rencontrent de nombreux obstacles et problèmes, ce qui entraîne de faibles rendements de production, ils doivent donc faire des plans pour éliminer ces problèmes.

Dans ce chapitre, nous allons présenter le cahier des charges, la problématique de notre projet et une description de fonctionnement de la machine de soufflage (la souffleuse) et nous allons proposer une méthode qui s'appelle la total maintenance productive ou en bref la démarche TPM pour résoudre les différents problèmes que nous avons cités au par avant avec mettre la définition, les objectifs et les principes piliers de cette méthode, tels sont les objets de ce chapitre.

## **2.2 Cahier des charges**

**Sujet :** Application de la démarche TPM sur la machine de soufflage des préformes de la ligne de production PET

### **2.2.1 Cadrage de problème**

Qui : L'entreprise Exquise par son département de maintenance.

Quoi : application de la démarche TPM (trois piliers de TPM)

Où : la machines (la souffleuse).

Quand : année 2021.

Comment : Analyser l'état actuel et mettre 3 piliers de la TPM.

Pourquoi : Améliorer la maintenance, la productivité dans la machine du soufflage (souffleuse) tout en visant le zéro accident.

## **2.3 Problématique**

La problématique de notre projet fin d'étude, peut être résumée sous forme des questions suivantes :

Comment faisons-nous face aux problèmes de manque la fiabilité des équipements, les pertes de performance, méthodes et procédés utilisées.

Comment former les personnels de la ligne de production sur le maintien des équipements, de créer milieu propre pour le travail.

La Total Productive Maintenance ou TPM un choix judicieux car cette démarche répond aux exigences de l'entreprise et permet d'affronter aux problèmes indiqués par l'analyse de la problématique dans la ligne de production.

## **2.4 Les outils de développement à utiliser**

Pour remédier à la problématique, nous proposons des techniques et des méthodes de résolution et d'amélioration. Ces outils sont les suivants :

**5S** : méthode du management japonaise

**QQOCO** : Qui ? Quoi ? Quand ? Où ? Comment ? Pourquoi ? Pourquoi ?

**TRS** : taux de rendement synthétique.

**RCA** : arbre des causes racines (Root Causes Analysis).

AMDEC : analyse des modes de défaillance, leurs effets et leurs criticités.

## **2.5 Les axes de déroulements de projet :**

**Premier axe :** Analyse du TRS et identifié les causes des problèmes détectés

**Deuxième axe :** maintenance autonome.

**Troisième axe :** Mise à jour de la méthode de maintenance préventive au moyen d'une étude AMDEC.

## **2.6 Présentation de la machine de soufflage (la souffleuse)**

### **2.6.1 Les composantes de la souffleuse**

La souffleuse se compose d'un four avec une tête sur laquelle les préformes sont fixées et elle se compose également de stations de polarisation gonflées dans lequel se déroulent les processus d'étirement et de soufflage.



*Figure 18: La souffleuse*

### **2.6.2 Le fonctionnement de la souffleuse :**

#### **2.6.2.1 Alimentation des préformes**

Via un vecteur spécial, les configurations sont transférées du locus d'alimentation à la source, qui est présentée dans un guide diagonal, où la gravité tombe dans l'étoile de transport, situé à l'entrée de l'unité de chauffage. L'étoile alimente la chaîne filante, à travers laquelle les configurations sont "ramassées" qui entre à l'unité de chauffage.

#### **2.6.2.2 Chauffage des préformes**

Le processus se fait en ramassant les préformes à placer dans les têtes du four et prêt à entrer dans le four, qui a une température comprise entre 120 et 140 degrés Celsius, où il reste une certaine durée pas plus de 15 secondes ou les préformes sont souffler.

### **2.6.2.3 Etirage-soufflage des préformes :**

Les formations sont prises à partir de l'extrémité du four et placées aux stations de polarisation gonflées. La procédure d'étirement et de soufflage se compose de deux phases différentes : préexistant, qui se produit simultanément, en descendant la tige de dilatation automatique et en insérant de l'air comprimé à basse pression, et soufflage final, par air comprimé à basse température. L'inflexion est estimée à : 40 bars, grâce auxquels les préformes prennent forme.

Le temps nécessaire pour souffler ne dépasse pas 3 secondes.

### **2.6.2.4 Sortie des bouteilles :**

Une fois le processus terminé, les configurations sont prises sous forme de flacons prêts pour le lavage et le remplissage.

Au cours des travaux effectués sur le terrain, il est nécessaire d'évaluer et de passer en revue les principaux objectifs et piliers, tels que les objectifs de ce chapitre.

## **2.7 Généralité sur la Total Productive Maintenance :**

### **2.7.1 Origine de la TPM :**

Le passage de la maintenance corrective à la maintenance préventive dans les années 50 a permis de réduire le nombre de pannes et donc les coûts associés. L'introduction de paramètres de disponibilité (le fiabilité et maintenabilité) permet d'étendre le concept de maintenance au concept de TPM. En attirant la participation, la motivation et le soutien de tout le personnel de l'entreprise.

La TPM a été mise en place dans les années 1970 par la société Nippon Denso, avec l'aide du cabinet JMA (japon Management association) au japon.

Cette démarche était basée sur l'amélioration du fonctionnement des équipements par l'amélioration de la fiabilité et de la disponibilité des machines, sa connotation c'est "la maintenance", Cette approche inclut le Japon et atteint le reste du monde industrialisé, et aider à réussir.

### **2.7.2 Définition et caractéristique de la TPM :**

#### **2.7.2.1 Définition**

La TPM est un système global de maintenance productive dont le but est de réaliser le rendement maximum. Elle optimise la notion de durée de vie total/coût des installations en incluant l'ensemble des services de l'entreprise et plus particulièrement les études, la maintenance et la production. De même elle fait appel aux cercles pour une meilleure mobilisation sur le terrain. La hiérarchie se doit être totalement impliquée dans un tel projet.  
[1]

Cette définition contient au moins quatre idées de base :

Aspect culturel : Cette méthode révolutionnaire vise à modifier les pensées habituelles et à changer les comportements, et elle a été introduite et maintenue par la direction générale et déployée dans des groupes de succession aux niveaux hiérarchiques inférieurs.

Aspect participatif : Dans un environnement de travail exceptionnel, TPM intègre un travail participatif à grande échelle. Tous les collaborateurs, des managers aux opérateurs, valorisant ainsi le potentiel humain et le respect de la créativité humaine, car les services de recherche, de maintenance et de production y sont utilisés.

Aspect auto-maintenance : La technologie de plus en plus complexe des équipements actuels implique de multiples compétences techniques (mécaniques, électriques, hydrauliques, etc.). Cela modifie la conception de la maintenance et les exigences du fichier de configuration de l'agent de maintenance. Par conséquent, l'ère de « fabrication et maintenance » est révolue. Le personnel de production est de plus en plus impliqué dans les tâches de maintenance, car l'opérateur est le plus proche de la machine, il est donc le plus proche du problème technique, donc dans une certaine mesure, l'aide à la maintenance est très précieuse. Grâce à de simples mesures d'intervention, telles que le nettoyage, le serrage et la vérification de la machine.

#### **2.7.2.2 Pour quoi fait-on de la TPM ?**

Ces dernières années, l'équipement est devenu de plus en plus automatisé et avancé. On peut même dire que c'est l'équipement qui produit plus de produits que les hommes. On ne tolère plus les dysfonctionnements ou les produits défectueux.

Le rôle des hommes est de préparer l'entretien qui permet à l'appareil de fonctionner normalement sans défaillance.

Il est donc essentiel que tous, qu'ils soient employés dans les services de production ou responsables du développement des machines et des produits, soient impliqués.

Activités d'entretien normales lorsque le service d'entretien n'est plus en mesure de répondre à ces exigences.

Toute personne impliquée dans l'utilisation de machines doit envisager de se protéger, afin de voir des défaillances.

#### **2.7.2.3 Enjeux de la TPM :**

TPM permet d'améliorer la culture de l'entreprise en améliorant le rendement des ressources humaines et de l'équipement.

❖ Améliorations des ressources humaines :

- Opérateur : Capacité d'effectuer la maintenance de groupe (auto-maintenance)
- Homme de maintenance : Capacité à effectuer une maintenance de type maintenance productive.
- Responsable d'exploitation : La capacité de mettre en œuvre un programme pour conduire.

❖ Amélioration des équipements :

• Des équipements sans pertes.

Obtenez des performances en réparant et en améliorant les équipements existants. Conception de nouveaux équipements en fonction de leur durée de vie globale et de leur disponibilité accrue.

Il s'est avéré que la démarche TPM est longue à mettre en œuvre (3 à 5 ans) de par la forte implication humaine qu'elle implique. Il est également avéré, qu'elle a un fort impact sur la réduction des coûts et sur l'amélioration de la qualité. La démarche TPM s'intéresse à 6 domaines analysés représentés dans le tableau suivant.

Tableau 1: Effets positifs de la TPM [3]

| Effets« output»            | Ressources « input » |            | Gains | Méthodes Complémentaire           |
|----------------------------|----------------------|------------|-------|-----------------------------------|
|                            | Personnel            | Equipement |       |                                   |
| P Production               | XXX                  | XXX        | +++   | SMED (changement D'outillage)     |
| Q Qualité                  | XXX                  | XXX        | +++   | Maîtrise statistique des procédés |
| C Coûts                    | XXX                  | XXX        | +++   |                                   |
| D Délais                   | XXX                  | XXX        | +++   | JAT Juste-à-temps                 |
| S Sécurité / Environnement | XXX                  | XXX        | +++   |                                   |
| M Motivation               | XXX                  |            | +++   | Management participatif           |
|                            | Auto maintenance     | TRS        |       |                                   |

#### ●Production+Qualité+Délai

Le principe de base de l'amélioration du taux de rentabilité global des équipements (TRS) est d'identifier, de mesurer, puis de prendre des mesures pour réduire les « six (06) sinistres majeurs », ces sinistres étant liés aux la qualité et le débit (temps de cycle). L'optimisation du plan d'action (auto-maintenance et maintenance régulière systématique) permet de réaliser le contrôle de l'équipement, améliorant ainsi l'efficacité (P), la qualité (Q) et le raccourcissement du délai (D).

#### ●Sécurité+Motivation

L'outil privilégié ici est de laisser toute la hiérarchie et tous les participants (agrégés en équipes indépendantes) participer au développement du projet TPM, puis participer à ses applications quotidiennes via des fonctions de décomposition.

La hiérarchisation doit impliquer le positionnement du projet TPM dans le plan qualité globale de l'entreprise, puis dans le diagnostic initial, l'animation du système de management, la capitalisation des résultats et l'évaluation des acteurs. La hiérarchie doit se fixer de nouveaux objectifs de performance et transmettre à d'autres le succès de la mesure et de la capitalisation (nouveaux équipements, nouveaux supports de recrutement...). Les acteurs participent à « l'équipe » :

- à l'organisation et responsable de leur « chantier »,
- à identifier les causes d'inefficacité ;
- à l'auto-entretien, qui inclut l'étape 5S du chantier « clarification". Toutes ces responsabilités permettent des bénéfices environnementaux directs autour des participants et réduisent les risques « d'accidents ».

Les travaux d'enrichissement des suggestions sont un bon facteur d'amélioration professionnelle qui doit être identifié et vérifié.

- **Coûts globaux**

Réduire durablement les coûts tout au long du cycle de vie de l'équipement :

- Contrôlez la durée de chaque étape pour gagner au plus vite ;
- Réduire les pertes, alors les coûts indirects et les prix de revient.
- Assurer le contrôle des dépenses tout en respectant les échéanciers.
- Établir des indicateurs de performance économique et opérationnelle, et estimer les bénéfices attendus et réalisés à travers des plans d'action.
- Bref, il a été prouvé que lorsque la méthode TPM est bien mise en œuvre, l'augmentation de la productivité justifie la rationalité de la méthode TPM.

Ce que le TPM et le MSP (American Statistical Process Control ou SPC) ont en commun, c'est qu'ils reposent tous deux sur la défaillance ou la prévention des défaillances, ainsi que sur l'intégration et la mobilisation de l'initiative des opérateurs. Associé au MSP dans la démarche « qualité totale », l'effet TPM est encore amplifié pour améliorer la compétitivité du marché et la satisfaction client.

#### **2.7.2.4 Objectifs de la TPM :**

TPM cible la performance des ressources de production et la création de valeur partagée. Ses objectifs sont :

- Construire une culture pour améliorer l'efficacité de système de production.
- D'obtenir les meilleures performances de l'équipement.
- Réduire le coût des produits.
- Optimiser le coût d'exploitation des équipements (coût du cycle de vie).
- Amélioration de la valeur opérationnelle de l'entreprise.
- Développer une efficacité maximale pour toutes les fonctions de l'entreprise.
- Baisser les coûts de maintenance.
- Chercher les causes racines des problèmes.
- Avoir en permanence le problème d'amélioration.

Ce changement de culture consiste à rendre le responsable des ressources de production responsable de la qualité des équipements, du savoir-faire des employés et de l'efficacité de l'organisation. Les opérateurs participent également activement à la détection des anomalies avant qu'elles ne provoquent des dysfonctionnements, c'est-à-dire:

- Utilisez-les selon les conditions de base
- Respecter les conditions normales de maintenance (lubrification, qualité de maintenance, rejet d'approximation, manque de jeu, analyse des pannes, maintenance préventive adaptée et optimisée, etc.)

La démarche TPM a permis un grand développement au niveau de la production et de la qualité comme par exemple si on prend l'exemple l'expérience Renault, après 3 ou 4 ans de développement de la démarche au niveau de leur société à leur a permis d'avoir un niveau d'excellence.

Le tableau suivant représente les résultats d'application de la démarche TPM dans la société Renault :

*Tableau 2: les résultats d'application de la démarche TPM.*

|              |  |
|--------------|--|
| P=production | Nombre de panne est devisé par 20.<br>Augmentation de 50% du TRS.                |
| Q=qualité    | Défauts internes devisés par 20.<br>Zéro réclamation clients.                    |
| C=coût       | Coût de maintenance devisé par 2.<br>Diminution des coûts d'exploitation de 30%. |
| D=délai      | Respect de juste à temps.<br>Stock en cours devisé par 20.                       |
| S=sécurité   | Zéro pollution, intégration ISO 14001, OHSAS 18001.<br>Zéro Accident.            |
| M=motivation | Responsabilisation, implication, savoir-faire, rigueur.                          |

### **2.7.2.5 Principes et pilier de TPM :**

#### **2.7.2.5.1 Principes :**

Le TPM est organisé autour de 5 principes :

La connaissance de ces 5 principes est essentielle à la compréhension de l'approche MTP. Cela mène à l'élaboration de huit piliers qui aideront à bâtir le processus, à en tirer des avantages et à maintenir les résultats.

**Principe N° 1 :** atteindre l'efficacité maximale du système de production. [1]

Pour cela il est indispensable :

- De supprimer les causes de pertes d'efficacité. C'est l'objet de pilier N°1 : Amélioration au cas par cas. Éliminer toutes les causes privées et chroniques de diminution de la fiabilité intrinsèque des équipements. Cette procédure est effectuée à partir du pilier N° 2 : Maintenance indépendante.
- Prévenir l'échec naturel. C'est l'objectif principal du pilier N°3 : la maintenance planifiée.
- Améliorer les connaissances des opérateurs et des techniciens de maintenance. C'est l'objectif du pilier N°4 : Améliorer le savoir-faire et les connaissances.

**Principe N°2 :** démarrer rapidement les nouveaux produits et les nouveaux équipements.

Ce principe est défini par le pilier N°5 : maîtrise la conception.

**Principe N°3 :** Assurer zéro défaut, zéro panne et le TRS maximale.

Le développement des 4 premiers piliers améliore les performances, mais les phénomènes chroniques persistent et les résultats sont irréguliers. Il faut améliorer 4 M (méthode du travail, man d'œuvre, matière première, milieu de travail).

Le pilier correspondant est le pilier N°6 : maîtrise de la qualité.

**Principe N°4 :** Obtenir l'efficacité maximale des services fonctionnels.

Ce principe est implémenté dans le pilier N°7 : application de la TPM dans les services fonctionnels.

**Principe N° 5** : maîtriser la sécurité, les conditions de travail et respecter l'environnement.

C'est l'objet du pilier N°8 : sécurité, condition de travail et environnement

#### 2.7.2.5.2 Les 8 piliers de la TPM

Les 5 principes précédents expliquent les 8 piliers sur lesquels s'appuie la démarche TPM. Chaque pilier a sa propre stratégie qui implique une démarche spécifique ainsi que l'utilisation d'outils particuliers.[1]

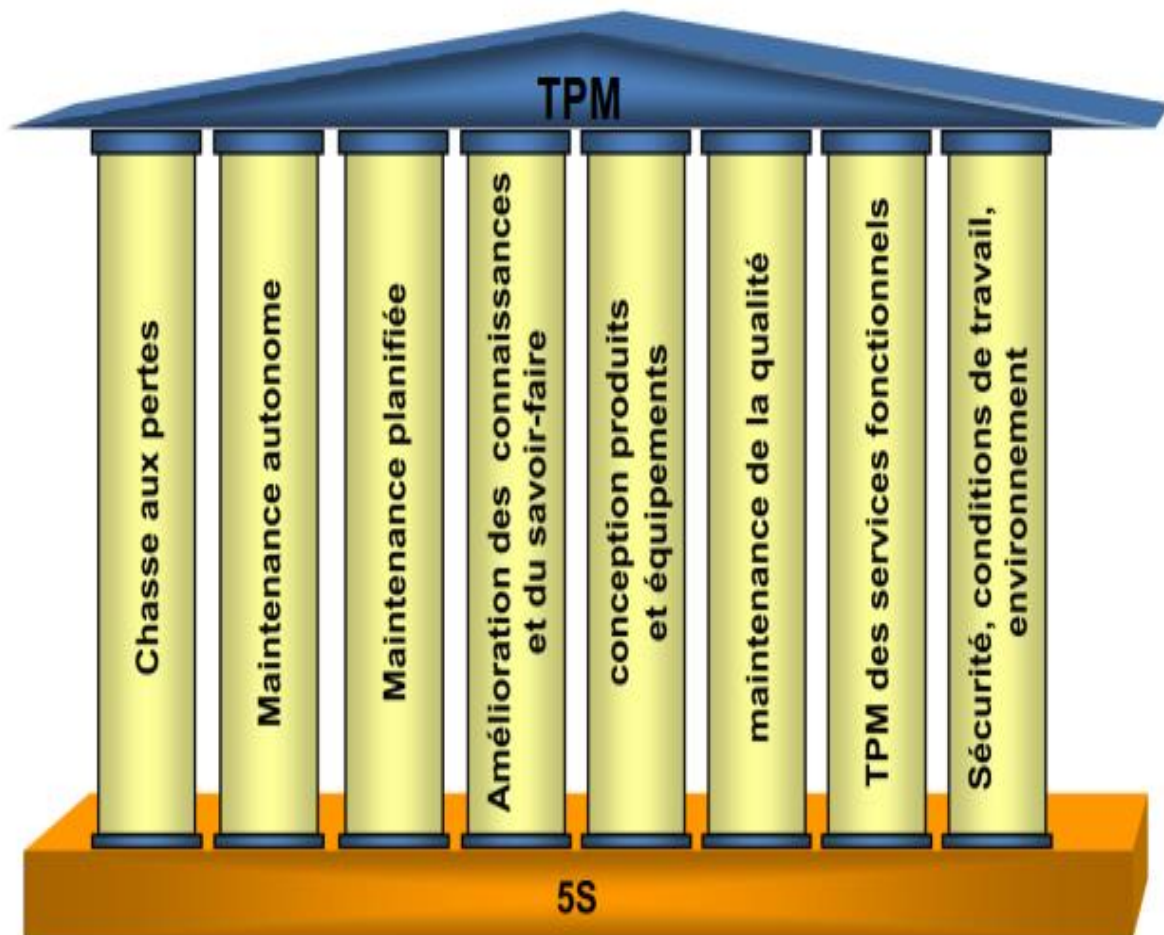


Figure 19: la maison de la TPM.

#### **Pilier N° 1 : chasse aux pertes (amélioration au cas par cas).**

Le premier pilier est l'amélioration de l'équipement existant en éliminant les pertes et en améliorons la maintenabilité.

Cela comprend la création d'équipes de projet ou de groupes de travail qui analyseront et qualifieront toutes ces pertes, puis fixeront des objectifs, un plan d'action et des indicateurs.



## **Pilier N° 2 : maintenance autonome**

Il vise à responsabiliser tous les acteurs de la production et à les impliquer dans les activités de maintenance de l'outil dont ils sont responsables de la gestion car, grâce à leur contact étroit avec les équipements, ils peuvent découvrir et corriger eux-mêmes les erreurs ou en informer le personnel de maintenance. Par conséquent, ils protégeront leur appareil par eux-mêmes.

## **Pilier N° 3 : Maintenance planifiée**

Il comprend des activités exécutées selon un calendrier strict et exécutées par le personnel de maintenance. L'objectif est d'effectuer des opérations appropriées afin de permettre à l'équipement de fonctionner sans problème pendant une période déterminée.

## **Pilier N° 4 : Amélioration des connaissances et du savoir-faire**

TPM nécessite un personnel compétent. Surtout, le personnel de production doit être formé pour détecter les anomalies. Cela signifie qu'il doit apprendre à vérifier la qualité du produit et à surveiller le fonctionnement de l'équipement.

De plus, le personnel de maintenance doit être en mesure de réagir rapidement à des situations complexes.

## **Pilier N° 5 : Conception produits et équipements.**

Ce pilier consiste à optimiser la conception des équipements neufs ou existants afin de réduire les pertes de rendement et les besoins de maintenance. De plus, les employés en apprennent beaucoup sur la qualité de la conception des équipements en participant à leur correction et à leur amélioration.

## **Pilier N° 6 : maintenance de la qualité**

Le contrôle de la qualité assure l'absence de défauts par la prévention. Il s'agit de maintenir la perfection de l'équipement pour obtenir la qualité des caractéristiques importantes du produit.

Les marqueurs affectant la qualité sont systématiquement identifiés et mesurés pour vérifier que leurs écarts restent dans les plages autorisées, évitant ainsi les défauts.

## **Pilier N° 7 : TPM des services fonctionnels**

La TPM est un processus à gérer pour d'autres opérations du système de management de la qualité (ressources humaines, orientation, amélioration, contrôle de gestion, logistique, etc.). Élargir le domaine de l'étude de maintenance pour tous les processus de gestion de la société pour l'entretien et l'amélioration de l'efficacité.

## **Pilier N° 8 : sécurité, condition de travail, environnement**

Ce dernier pilier vise à ne pas avoir d'accidents. Il consiste à mettre en place un système de management de la santé et de la sécurité au travail pour éliminer ou réduire les risques pour les personnes et les autres parties intéressées.

**Remarque :** “ Par conséquent, les piliers 1 à 4 doivent être construits en premier et la logique qui les relie doit être suivie. Même si seuls les Piliers 6 et 7 sont activés, le Prix d'Excellence **PM** (maintenance préventive) dépend du développement de ces 8 Piliers.

Les TPM doivent être mises en œuvre en stricte conformité avec la méthode JIPM de l'entreprise japonaise. Ce processus est trop lourd pour prendre peu de temps, mais de 3 à 4

ans à construire.

Après ses expériences, **JIPM** (Japan Institute of Plant Maintenance) dit qu'il n'y a aucun moyen d'éliminer les problèmes de production comme la TPM.

D'autres entreprises ont essayé des procédures fortement liées à la qualité et à la sécurité sans attendre la découverte, mais elles n'ont pas vraiment atteint l'efficacité maximale des procédures de production du système pour JIPM, de sorte que les piliers de la sécurité, de la qualité et de la performance des services fonctionnels sont conçus pour "atteindre des conditions idéales". Idéal pour combiner les performances les plus élevées avec un risque minimal de déviation,

## **2.8 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté le cahier de charge de ce projet de fin d'étude et la description de la machine soufflage du qui représente le problème principal dans la ligne de production, et nous avons définis la démarche utilisée, ses objectifs, ses principes et ses piliers. Le prochain chapitre se concentrera sur une analyse complète des pertes de production, qui seront mesurées à l'aide de l'indicateur TRS et aussi on va appliquer la maintenance autonome (appliquer les deux premiers piliers de la TPM).

# **Chapitre 3 : Les deux premiers piliers de la TPM**

### 3.1 Introduction :

Le premier pilier de la démarche TPM est intitulée «Amélioration au cas par cas» ou « Chasse aux pertes » et il consiste principalement à identifier les pertes, à identifier leurs sources et à mettre en œuvre des mesures afin d'obtenir une efficacité maximale de l'équipement. La TPM fournit un outil connexe qui peut suivre et lister toutes les pertes dans le processus de production : le TRS ou taux de rendement synthétique.

Dans ce chapitre, nous allons utiliser la date de 2020 pour calculer le TRS à partir de taux de qualité, de performance et de disponibilité de chaque mois, puis nous allons appliquer une méthode d'amélioration continue pour identifier les racines des problèmes et les résoudre en proposant un plan d'action approprié.

Quant à le deuxième pilier, on ne peut pas dire que l'entreprise implémente le TPM si l'auto-maintenance n'apparaît pas. Le succès du TPM dépend nécessairement de la bonne acceptation de l'auto-entretien par le personnel. Avec cette proposition, nous aborderons le concept d'auto-entretien, basé sur la méthode des 5s, qui décrit l'état actuel de l'environnement des affaires et définit des normes de maintenance afin d'impliquer les opérateurs eux-mêmes à l'élimination des dégradations forcées.

### 3.2 Amélioration au cas par cas

#### 3.2.1 Mode de calcul du TRS

TRS est le seul indicateur qui prend en compte tous les paramètres affectant la productivité d'un équipement.

La méthode la plus utilisée est la suivante [1]:

TRS= Taux de qualité × taux de performance × taux de disponibilité.

Avec :

**Le taux de disponibilité TD** : il évalue la disponibilité réelle de la machine pendant le cycle de production et reflète donc le taux de travail de la machine et sa formule de calcul comme suit :

$$TD = \frac{\text{temps brut de fonctionnement}}{\text{temps requis}}$$

Dans ce cas le temps d'ouverture de l'entreprise est de 16h/jour.

**Temps requis A**= temps ouverture – arrêts programmée

**Temps brut de fonctionnement B**=temps requis – arrêts non programmées

**Le taux de performance TP** : Il permet de comparer les cadences réelles observées en atelier, par rapport aux cadences théoriques de la machine fournis par le constructeur.

Format du compte comme suit :

$$TP = \frac{\text{temps net de fonctionnement}}{\text{temps brut de fonctionnement}}$$

**Temps net de fonctionnement C** =production ×Cycle théorique

**Le taux de qualité TQ** : avec cela, il est possible d'évaluer la qualité de la production des machines.

$$TQ = \frac{\text{production} - \text{production non conforme}}{\text{production}}$$

Ou bien

$$TQ = \frac{\text{temps utile}}{\text{temps net de fonctionnement}}$$

**Temps utile D** = temps net de fonctionnement – non qualité.

Finalement, le **TRS est** calculé comme suit :

$$TRS = \frac{\text{temps utile}}{\text{temps requis}}$$

La figure suivante représente les composants de TRS :

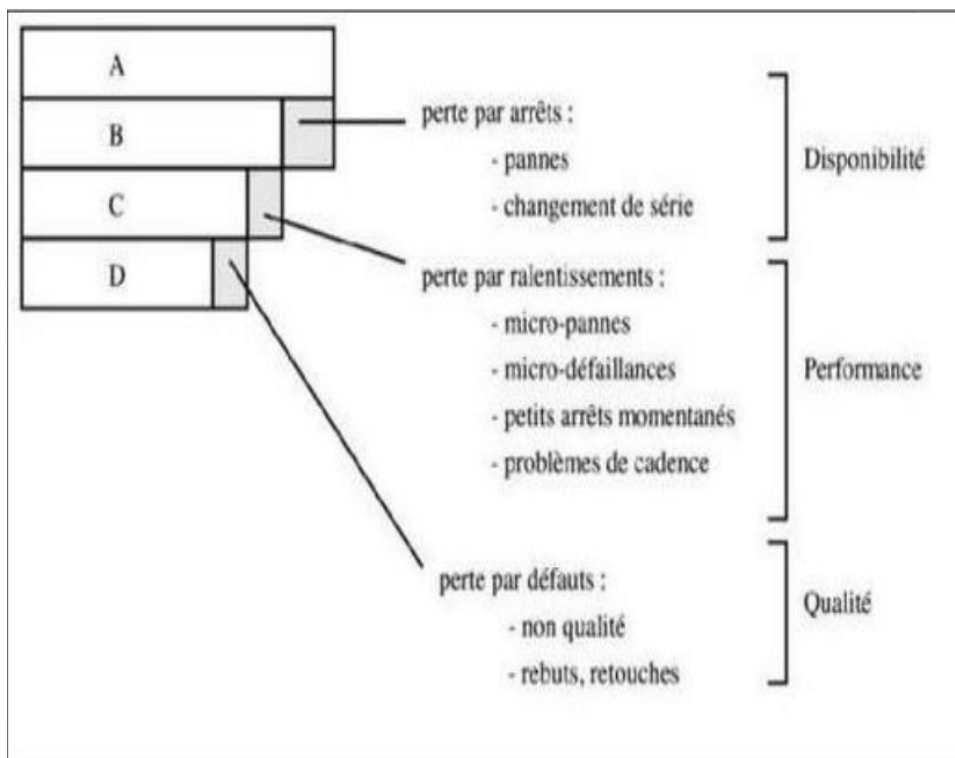


Figure 20: décomposition de TRS

### 3.2.1.1 Les causes de pertes d'efficacité:

La TPM dénombre 16 [1] causes des pertes. Elles concernent la performance :

- Des équipements.
- De main d'œuvre.
- Des matières, outillage.
- De l'énergie.

### **Et ont pour origines :**

- L'absence de fiabilité des équipements.
- Les carences de l'organisation.
- Les méthodes et procédés utilisés.

#### 3.2.1.1.1 Pertes dues au manque de fiabilité :

Toutes les pertes sont dues à la fiabilité de l'équipement. Cet équipement est défini par sa conception et ses conditions d'utilisation.

Les pertes sont liées aussi aux arrêts, il existe deux types d'arrêt :

##### 3.2.1.1.1.1 Les arrêts programmés

Ce sont des arrêts essentiels pour une bonne utilisation des équipements tels que les opérations de :

- Nettoyage.
- Maintenance préventive.
- Maintenance de premier niveau exécutée par les opérateurs.
- Modification des équipements et suivre ces modifications.

##### 3.2.1.1.1.2 Les arrêts non programmés :

- Les pannes : Elles correspondent à la disparition ou à la diminution de la fonction attendue, on assimile aux pannes, les dépassements des temps alloués, les dépassements de temps programmés de temps de la maintenance préventive, le dépassement des temps de réalisation d'intervention urgente ou planifiées.
- Régales : Le temps où la machine ne produit pas après à un réglage des paramètres à cause de non-respect des paramètres standards ou si la machine est non capable.
- Démarrage : Le démarrage ou le redémarrage d'une installation peut demander un temps de chauffe ou une marche à vide et parfois la fabrication de pièces non conformes.

Donc ces pertes sont concernées à des minutes perdues, la matière perdue.

- Marche à vide : Peut-être dû au manque d'alimentation de la machine.
- Micro-arrêts : Soit des arrêts visibles mais volontairement mais n'est pas enregistré, soit les défauts sont très courts mais fréquents.
- Sous vitesse : La machine peut être réglée volontairement à une vitesse inférieure à sa cadence nominale, Cela pose des problèmes de qualité ou de fiabilité.
- Non qualité : Les produits rebuts peuvent représenter des temps machine perdu et aussi pertes matières.

### **Pertes dues aux cadences de l'organisation :**

Changements de fabrication : Représente le temps perdu entre la fin de la dernière bonne pièce de l'ordre de fabrication et le début de la première pièce d'un nouvel ordre de fabrication.

Activité de l'opérateur : des écarts entre le temps réel de production et le temps standard grâce à :

- Compétence de l'opérateur.
- Sa formation et ses connaissances.

- Qualité des modes opératoires.
- La présence de l'opérateur.

Déplacement-manutention : Le choix de l'emplacement pour stocker les matières premières ou les pièces fabriquées peut entraîner des manipulations supplémentaires, par conséquent, perte de temps opérateur et / ou temps machine.

Organisation du poste : Souvent, l'opérateur ait à conduire Plusieurs machines. Dans ce cas, lorsque la machine nécessite une intervention particulière de sa part, la ou les autres machines peuvent attendre une intervention.

Défaut logistique : Ce sont toutes des pertes résultant d'attentes :

- Matières premières et fournitures
- Outillages
- Moyens de manutention
- Main d'œuvre (retard dans l'occupation du poste)

Excès de mesures :

- Mauvaise organisation du contrôle.
- Contrôles précis en raison du manque de confiance dans le processus.
- Le feu vert attend la qualité.
- Manque de charge – Blocage amont ou aval.

Pertes dues aux méthodes et procédés :

Ces pertes ne peuvent pas toujours être directement inscrites sur le compte TRS ; Compatible avec :

- Rendement matériaux : Ce sont les pertes matérielles qui s'expriment par le rapport : Quantité matières achetées/Quantité matières vendues dans le produit fini.

- Rendement énergétique: Elle s'exprime soit par rapport à la valeur théorique, soit par comparaison avec d'autres processus ou ateliers.

Surconsommations d'outillages et de fournitures.

- Rupture et usure précoces de l'outils.
- Consommations excessives de lubrifiants.
- Surcoût des outillages : Un mauvais état ou le non-respect des conditions normales d'utilisation de l'équipement conduit l'entreprise à utiliser des outils de propriétés plus élevées que nécessaire.

### 3.2.1.2 Calcul de TRS de l'année 2020:

Le tableau suivant représente les données utilisées pour le calcul du taux de rendement synthétique (TRS) de la ligne de production PET pour l'année 2020 :

Tableau 3: calcul du TRS sous Excel

| mois                  | janvier  | fevrier  | mars     | avril    | mai      | juin     | juillet   | aout      | septembre | octobre   | novembre  | décembre  |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Temps ouverture       | 352      | 320      | 352      | 336      | 352      | 336      | 352       | 352       | 336       | 352       | 336       | 352       |
| les arrêts            |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| programmer            | 16.5     | 16.5     | 16.5     | 16.5     | 16.5     | 16.5     | 16.5      | 16.5      | 16.5      | 16.5      | 16.5      | 16.5      |
| les arrêts non        |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| programmer            | 37.5     | 25.16    | 11.5     | 20       | 29       | 39       | 33        | 40        | 32        | 50        | 40        | 39        |
| production            | 712104   | 456240   | 535290   | 355188   | 836760   | 476400   | 1045452   | 1108080   | 903054    | 719178    | 783846    | 778374    |
| débit théorique       | 6000     | 6000     | 6000     | 6000     | 6000     | 6000     | 6000      | 6000      | 6000      | 6000      | 6000      | 6000      |
| débit réel            | 2800     | 2245     | 2567     | 2312     | 2876     | 2778     | 2579      | 2834      | 2675      | 2345      | 2456      | 2678      |
| temps requis          | 335.5    | 303.5    | 335.5    | 319.5    | 335.5    | 319.5    | 335.5     | 335.5     | 319.5     | 335.5     | 319.5     | 335.5     |
| temps brut de         |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| fonction              | 298      | 278.34   | 324      | 299.5    | 306.5    | 280.5    | 302.5     | 295.5     | 287.5     | 285.5     | 279.5     | 296.5     |
| temps net de fonction | 118.684  | 76.04    | 89.215   | 59.198   | 139.46   | 79.4     | 174.242   | 184.68    | 150.509   | 119.863   | 130.641   | 129.729   |
| produits rebuts       | 17       | 130      | 56       | 0        | 87       | 0        | 0         | 25        | 0         | 15        | 0         | 0         |
| taux de disponibilité | 0.888226 | 0.917100 | 0.965722 | 0.937402 | 0.913561 | 0.877934 | 0.9016393 | 0.8807749 | 0.8998435 | 0.8509687 | 0.8748043 | 0.8837555 |
| taux de performance   | 0.398268 | 0.273191 | 0.275354 | 0.197656 | 0.455008 | 0.283065 | 0.5760066 | 0.6249746 | 0.5235095 | 0.4198353 | 0.4674096 | 0.4375345 |
| taux de qualiti       | 0.999976 | 0.999715 | 0.999895 |          | 0.999896 |          |           | 0.9999774 |           | 0.9999791 |           |           |
| TRS                   | 0.353744 | 0.250472 | 0.265888 | 0.185283 | 0.415634 | 0.248513 | 0.5193502 | 0.5504495 | 0.4710766 | 0.3572593 | 0.4088920 | 0.3866736 |

A partir du tableau ci-dessus, nous avons pu tracer la courbe de l'évolution de la TRS en fonction du temps(le mois) :

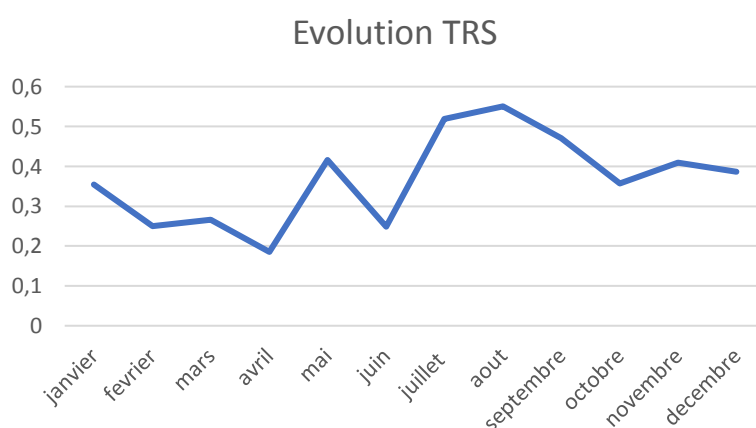


Figure 21: Suivi du TRS



La figure suivante représente les courbes des composants du TRS, de chacune du taux de qualité en vert, du taux de disponibilité en bleu, du taux de performance en rouge :

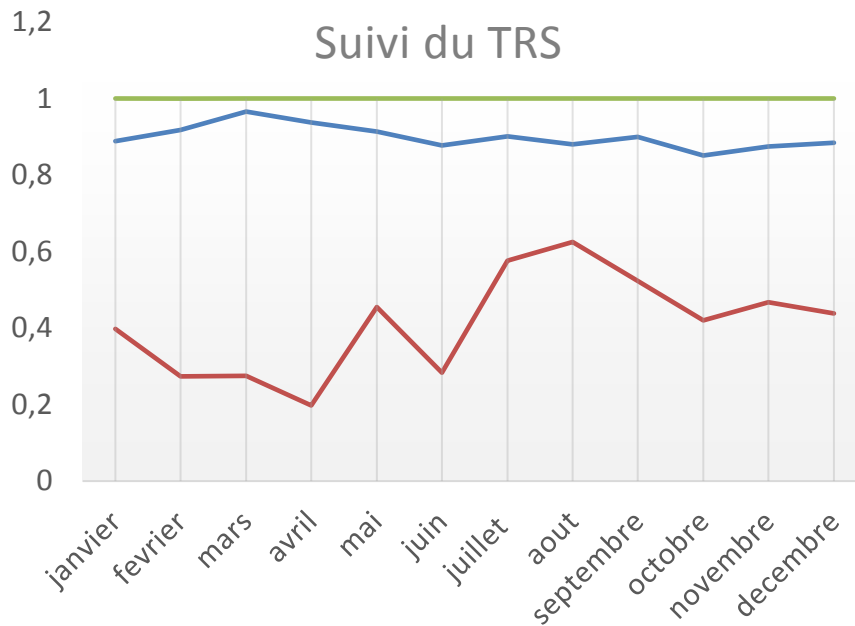


Figure 22: Suivi des indicateurs.

D'après les graphes ci-dessus, nous avons constaté une baisse de TRS durant le mois avril et juin, et à partir de l'analyse de ses trois composants, nous pouvons voir que cette diminution est attribuée à la baisse du taux de performance entraînant une diminution du débit.

### 3.3 Analyse du problème de la chute de performance

Vu la nature du projet visant l'amélioration continue de l'usine, la méthode RCA s'est apparue plus adéquate pour traiter ce genre du problème.

#### 3.3.1 La méthode RCA :

La méthode de l'arbre des causes racines est la technique dite de déduction descendante, qui part d'un phénomène ou d'un événement critique pour comprendre ses causes et repose sur un certain nombre de principes et de règles.

La capacité de cette technique est de décomposer un phénomène en une séquence des causes élémentaires, ceci est la preuve de sa puissance. Cela permet à l'analyste de vérifier les mesures préventives liées à ces causes et de réduire ainsi la probabilité de récurrence de ce phénomène.

Les objectifs de la méthode sont doubles:

- Identifier un ensemble d'événements qui pourraient conduire à une situation indésirable.
- Représentez graphiquement ces différents groupes à l'aide d'un diagramme arborescent.

Cette démarche est composée de 4 étapes ordonnancées:

- ✓ Connaître le problème.
- ✓ Créer l'arbre des causes.
- ✓ Analyser les causes racines.
- ✓ Trouvez des solutions pour garantir l'efficacité.

### 3.3.2 Application la méthode RCA :

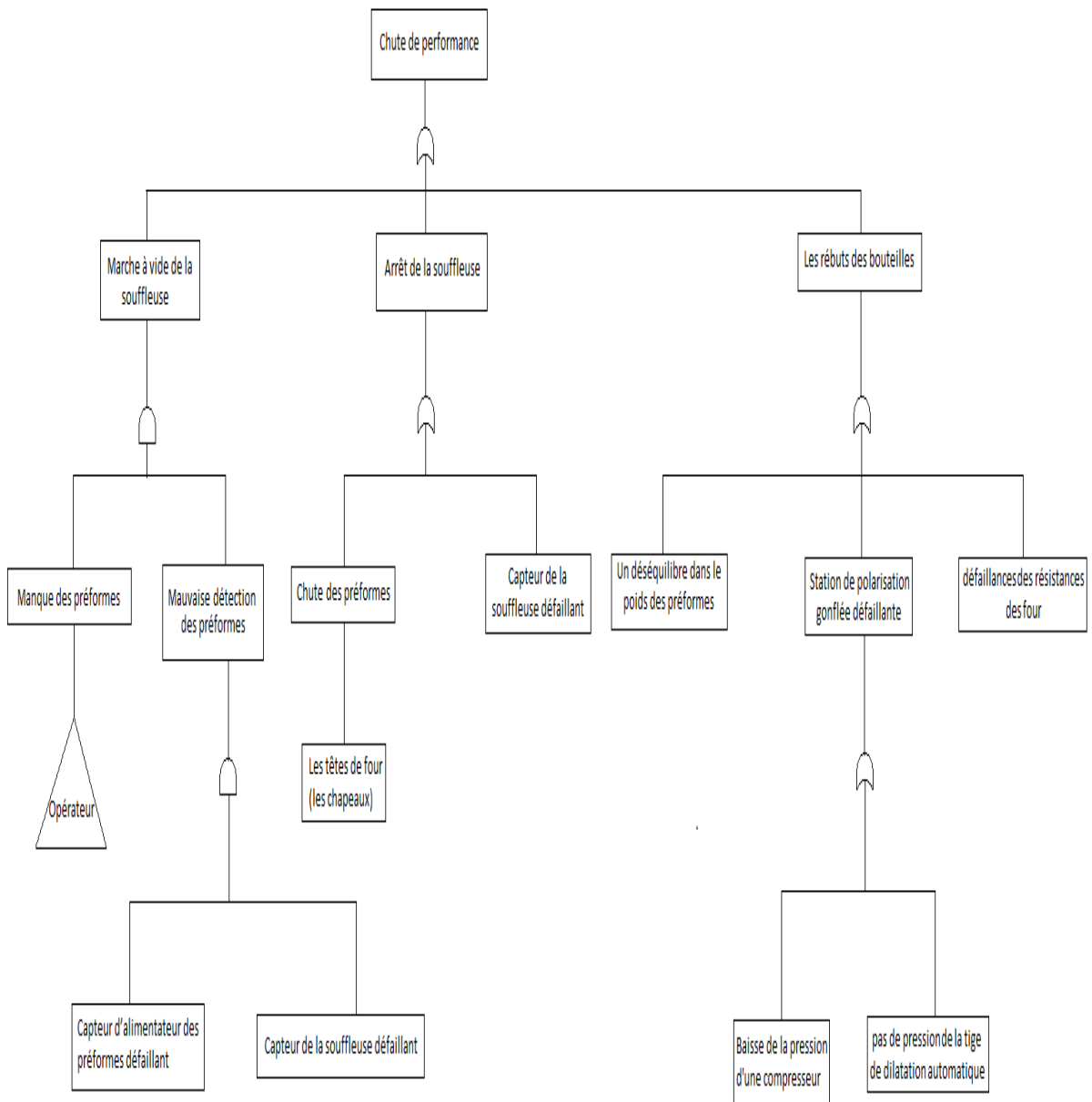


Figure 23: arbre de défaillance

### **3.3.2.1 Analyse et interprétation des causes racines :**

#### **3.3.2.1.1 Capteur d'alimentateur des préformes défaillant, capteur de la souffleuse défaillant et manque des préformes :**

En analysant ces causes, nous avons constaté que lorsque les deux capteurs sont interrompus au même temps et quand les préformes sont absentes dans la source d'alimentateur des préformes Cela implique la marche à vide de la souffleuse. Où l'on constate que lorsque les indicateurs sont poussiéreux, ils se produisent une mal détection quant à l'absence des préformes, elles sont dues à la négligence des travailleurs qui ne surveillent pas la source des préformes.

#### **3.3.2.1.2 Les têtes de four(les chapeaux) :**

On remarque que les préformes tombent dans le four et que l'ouverture du préformes ne correspond pas aux têtes du four sur lequel elles sont fixées, et cela est dû à la fissuration ou à la casse des têtes.

#### **3.3.2.1.3 Capteur de la souffleuse défaillant :**

On remarque que le capteur de la souffleuse fait des fausses détections lorsqu'il est poussiéreux ou quand il est au ralenti, donc la machine s'arrête.

#### **3.3.2.1.4 La tige de dilatation automatique :**

On remarque des flacons qui ne se gonflent pas car ils ne se dilatent pas, et cela est dû au La tige de dilatation automatique, due à fuite au niveau de la tige de dilatation et Cela conduit à une perte de pression dirigée vers la préforme, ce qui provoque une déformation au niveau de la bouteille.

#### **3.3.2.1.5 Le compresseur :**

On note qu'il y a des bouteilles qui ne sont pas bien gonflées ou déchirées par le bas, et cela est dû à un dysfonctionnement du compresseur dans la station de polarisation gonflée.

#### **3.3.2.1.6 Les résistances de four défaillances :**

On note que lorsque la température produite par les résistances est élevée ou quel soit inférieur au degré approprié pour le chauffage des préformes, les bouteilles ne se gonfle pas ou le gonflage est distendu.

#### **3.3.2.1.7 Un déséquilibre dans le poids des préformes :**

On note que si la masse est la masse spécifique de la préforme est inférieur à la valeur définie (37g), les bouteilles ne se gonfle pas.

### **3.3.2.2 Plan d'action :**

Afin de remédier à ces anomalies détectées, il est nécessaire de mettre en œuvre un plan d'action pour résoudre le faible débit avec l'identification de qui doit intervenir.

Le tableau suivant contient les actions recommandées pour chaque cause première identifiée:

Tableau 4: Plan d'action

| Action   | Responsabilité       |
|--|----------------------|
| Attention de l'opérateur à la source de la préforme et dépoussiérage du capteur des machines.                              | L'opérateur.         |
| Changer la tête du four chaque fois qu'elle est fissurée.  | Service maintenance. |
| Augmenter le nombre de résistances si la préforme n'est pas bombée ou réduire le nombre si les bouteilles sont distendues. | Service maintenance. |
| Préformer le poids avant de l'acheter et choisir la masse la plus proche de la masse appropriée.                           | Service d'achat.     |
| Changement de la tige de dilatation automatique.   | Service maintenance. |
| Vérifier et mettre le gaz sur le compresseur dans la station de polarisation gonflée.                                      | L'opérateur.         |

### 3.4 La maintenance autonome

#### 3.4.1 Définition de la maintenance autonome

L'auto-maintenance comprend la mise en service des opérateurs, en plus de leurs tâches de production, mais aussi une partie de la maintenance de la machine. La maintenance implique principalement le nettoyage, la surveillance et le réglage de la machine. Les opérateurs se voient confier de nouvelles responsabilités et doivent être formés aux nouvelles tâches de maintenance.

Les défis auxquels cette approche est confrontée sont doubles. Cela permettra d'une part d'augmenter la convivialité de l'outil et, d'autre part, d'augmenter la charge de travail de l'opérateur

#### 3.4.2 Objectifs de la maintenance autonome

- Permettre aux opérateurs de participer au rendement idéal de l'équipement et de le pérenniser
- Mettre la responsabilité de la qualité des équipements sur les travailleurs.

Cela signifie qu'ils sont capables de réparer leurs appareils :

- Respect strict des conditions de base et pratiques ou opérationnelles.
- Verrouiller complètement et définitivement les causes des dommages matériels obligatoires
- Découvrir la détérioration qui se produit en observant l'apparence de leurs appareils et en découvrant tous les changements de leur comportement,
- Comprendre la relation entre la qualité des produits obtenus et l'état de l'équipement.
- Développer leurs connaissances, leurs compétences et les techniques d'exploitation, d'inspection, d'assemblage et de modification.
- Effectuez des opérations simples de maintenances.

Nous avons travaillé sur deux axes pour la mise en place de ce pilier, chaque axe comporte les étapes à suivre.

Le tableau suivant représente les 2 axes abordés :

*Tableau 5: les 2 axes abordés.*

| Le premier axe : <b>Etat des lieux et remises en état.</b>         | Le deuxième axe : <b>Elaboration des standards.</b> |
|--|---|
| Nettoyage initial.   | Une fiche d'inspection autonome (check-list).       |
| Plan d'action et remise en état par l'application des 3S premiers. | Un mode opératoire.                                 |

### **3.4.3 État des lieux et remises en état**

#### **3.4.3.1 Nettoyage initiale :**

Le nettoyage initial est l'inspection et le nettoyage de routine de l'équipement, qui est une mesure nécessaire pour démarrer l'entretien automatique. Son objectif est de détecter les anomalies, les sources de pollution et les zones inaccessibles. L'application du nettoyage initial correspond à l'application de la méthode 5S, dans laquelle nous avons poursuivi les trois premières étapes (se débarrasser, ranger, nettoyer). À ce stade, le technicien de maintenance aidera l'opérateur à détecter les conditions anormales et à expliquer le fonctionnement et la nature anormale de l'équipement.

#### **3.4.4 Définition des 5 S**

La démarche 5 S représente un point de départ et la base de la TPM. C'est une méthode de management très efficace, d'origine japonaise et de sa réussite dont dépend le développement de l'amélioration continue et le succès de l'activité sur le résultat de l'entreprise.

Tableau 6: Significations et objectifs des 5S

| Etape            |              | Signification   | Objectif  |
|------------------|--------------|---|---|
| <b>Seiri</b>     | Débarrasser  | Détacher le nécessaire de l'inutile.  | Pour une vision plus claire sur l'environnement de travail.   |
| <b>Seiton</b>    | Ranger       | Organiser les objets de sorte que vous puissiez trouver ce dont vous avez besoin. | Développer l'efficacité et Augmenter la productivité en éliminant tous les temps perdus.            |
| <b>Seiso</b>     | Nettoyer     | Éliminer les déchets et les sources de salissures.                                | Il faut comprendre que le nettoyage c'est détecter plus rapidement les dysfonctionnements.          |
| <b>Seiketsu</b>  | Standardiser | Identifier des règles communes au secteur 5S, à partir des résultats obtenus.     | Mettre en place des règles de management pour que les 5S deviennent une habitude dans l'entreprise. |
| <b>Shitshuke</b> | Contrôler    | Impliquer tout le monde par l'exemple.  | Changer le comportement de tous les employés pour rechercher et obtenir une amélioration durable.   |

#### 3.4.4.1 Détection des anomalies

Dans TPM, nous appelons des exceptions qui ne répondent pas aux conditions de base et aux conditions de fonctionnement de l'équipement. Ce sont ces anomalies qui constituent des failles potentielles et sont à l'origine d'échecs et d'effondrements à long terme dus à la synergie. Afin de remettre l'équipement à un état normal, ces anomalies doivent être éliminées (découvertes et éliminées).

#### 3.4.4.2 Utilisation d'étiquettes

Dans cette section, nous utilisons un outil de visualisation simple et efficace pour identifier les anomalies, à savoir les étiquettes.

Cet outil laisse chacun (des opérateurs, des techniciens de maintenance, ainsi que superviseurs et cadres) à comprendre l'écart entre l'état actuel, l'équipement et son état normal. Cela montre que si nous voulons voir le vrai problème, nous devons commencer par restaurer l'état normal.

Cet outil peut rendre toutes les anomalies découvertes immédiatement visibles, en particulier les opérateurs postés sur différentes équipes. C'est la première façon de définir ce que l'on attend de l'appareil pour déterminer sa normalité

La figure suivante représente un exemple d'un modèle d'étiquette :

www.dced.fr www.platfordmeduiean.fr

Posée le : \_\_\_\_\_ Par : \_\_\_\_\_

Désignation : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Référence: \_\_\_\_\_

Description de l'anomalie: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Code : \_\_\_\_\_

Traitée le : / / Par : \_\_\_\_\_

Ressource Added N° xxxxxx

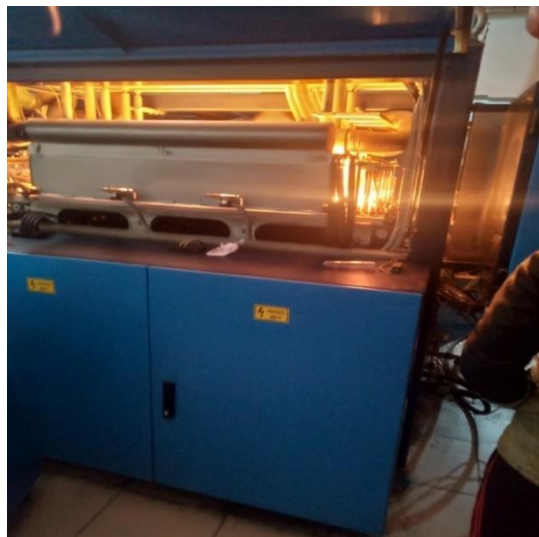
*Figure 24: Modèle des étiquettes*

### 3.4.4.3 Observation terrain et recueil d'anomalies

Lors de notre visite à l'entreprise, nous avons apposé des étiquettes sur tous les endroits anormaux, et observé les anomalies constatées sur divers équipements de l'atelier comme suit:



*Figure 25: Accumulation de la poussière sur les capteurs la souffleuse*



*Figure 26: Mettre des objets inutiles*



*Figure 27: Mettre les sacs en plastique au hasard sur la zone du travail et les coller aux les équipements.*





Figure 28: la poussière sur la commande de la soufflante



Figure 29: les préformes sur le sol et la poussière sur la machine



Figure 30: Les câbles sont mal rangés et poussiéreux



Figure 31: trop d'eau sur le sol de travail

Il y a d'autres remarques :

- Manque des outils de la maintenance devant l'opérateur.
- Manque de nettoyage de la machine souffleuse.
- Déplacement d'une grande partie de la machine qui commande la machine de soufflage.
- Desserre des boulons qui fixent les têtes du four ou les chapeaux sur lequel les préformes sont installés.

#### **3.4.4.4 Plan d'action et remise en état par l'application des trois S premiers**

En exploitant les différents résultats d'anomalies précédemment constatées et en nous basant sur des 3S premiers, nous proposons des actions correctives à mettre en place sur le tableau suivant :

*Tableau 7: Actions correctives des anomalies*

| <b>N°</b> | <b>Action corrective</b>   | <b>Délai</b>                            |
|-----------|--|---|
| 1         | Nettoyer régulièrement de la machine de soufflage.   | chaque dix jour                         |
| 2         | Nettoyer régulièrement de la commande de la machine de soufflage.                            | Chaque mois                             |
| 3         | Fixer la commande de la machine de soufflage.  | Une fois dans trimestre                 |
| 4         | Nettoyer les capteurs situés dans les machines.  | Chaque semaine                          |
| 5         | Débarrasser des outils inutiles.   | Chaque jour                             |
| 6         | Mise en place de cours d'eau juste à la machine de remplissage pour se débarrasser de l'eau. | Chaque trois jour                       |
| 7         | Fixer des places pour les sacs dans lequel les bouteilles de plastiques rebuts.              | Chaque jour                             |
| 8         | Ranger et nettoyer les câbles des machines.  | Chaque jour                             |
| 9         | Retirer les préforme du sol et les mettre à leur place.                                      | Chaque jour                             |
| 10        | Ranger et mettre les outils de la maintenance devant l'opérateur.                            | Après la fin du processus de réparation |



*Figure 32: rangement des outils de la maintenance*

### **3.4.5 Elaboration des standards**

Afin de permettre à l'opérateur d'effectuer le contrôle de premier niveau et de trouver la norme qui s'écarte de l'état de référence, il est nécessaire d'établir une norme. Dans ce cas, nous avons rédigé des exemplaires des standards:

- Une fiche d'inspection autonome (check-list).
- un mode opératoire.

#### **3.4.5.1 Check-list**

La check-list est une check-list qui regroupe les tâches à réaliser. L'opérateur effectue chaque jour des contrôles indépendants pour trouver des anomalies dans les plus brefs délais. Nous définissons dans ce standard :

- Les tâches à accomplir.
- Boîte d'observation où l'opérateur peut observer les anomalies observées.
- Si l'anomalie nécessite l'intervention du personnel de maintenance, l'opérateur cochera une case RI (rapport d'incident).

|                                    |   |                                    |           |
|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------|
| <b>TPM</b>                         | Nom :   | Date :.../.../...                  |           |
|                                    | Ligne : <b>la ligne de production PET</b>   | Heurs de début :<br>Heurs de fin : |           |
| <b>CHECK LIST AUTOMAINTEANCE</b>   |   |                                    |           |
| <b>Les tâches</b>                  |   | <b>Observation</b>                 | <b>RI</b> |
| <b>Alimentateur des préformes.</b> | Contrôler l'alimentation des préformes dans la machine.                               |                                    |           |
|                                    | Vérifier la marche d'ascenseur d'alimentation des préformes.                          |                                    |           |
|                                    | Contrôler l'unité d'orientation des préformes et les guider vers la souffeuse.        |                                    |           |
|                                    | Inspecter les capteurs de la machine d'alimentation en particulier pour la poussière. |                                    |           |
|                                    | Contrôle fonctionnement du dépoussiérage doseurs alimentation.                        |                                    |           |
| <b>La machine de soufflage.</b>    | Contrôler les poignées de la machine.   |                                    |           |
|                                    | Surveiller les têtes du four avec des préformes attachées.                            |                                    |           |
|                                    | Contrôler les capteurs de la machine de soufflage en particulier pour la poussière.   |                                    |           |
|                                    | Vérifier les résistances chauffantes qui chauffe les préformes.                       |                                    |           |
|                                    | Suivre la commande de la souffeuse.   |                                    |           |
|                                    | Vérification de la tige de dilatation   |                                    |           |
|                                    | Fixer les boulons des têtes du four.  |                                    |           |
|                                    | Vérification de stations de polarisation gonflées.                                    |                                    |           |
|                                    | Eliminer toutes les poussières.   |                                    |           |
| Ranger les câbles de la machine.   |   |                                    |           |
| <b>Produit semi fini.</b>          | Suive l'état des bouteilles.  |                                    |           |
|                                    | Vérification de convoyeur aérien.   |                                    |           |

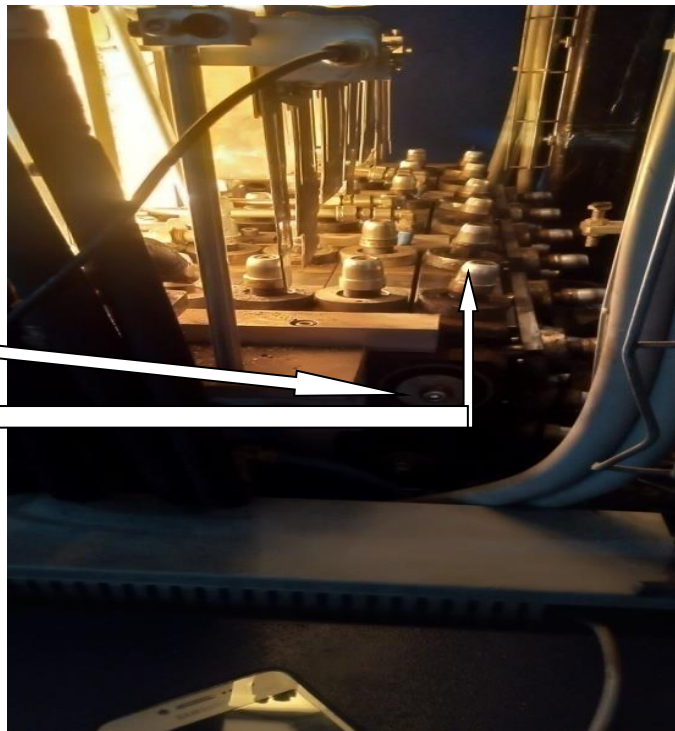
### 3.4.5.2 Mode opératoire

La méthode TPM fournit des opérations simples effectuées par l'opérateur sans erreur. Pour atteindre ce niveau, il faut utiliser un mode de fonctionnement, qui est la séquence chronologique des étapes à effectuer pour effectuer une tâche spécifique à une activité.

Un exemple de mode opératoire du remplacement du chapeau défaillant au niveau de la souffleuse :

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p><b>Mode opératoire</b><br/>Remplacement du chapeau défaillant au niveau de la souffleuse<br/><b>Etat de l'emplacement :</b><br/>casse.</p> | <p><b>La zone :</b> La ligne de production PET<br/><b>Equipement :</b> Les têtes du four ou les chapeaux.<br/><b>Fonction :</b> Assurer une bonne Fixation du préformes et ne pas tomber.</p> | <p><b>Date :</b><br/><br/><b>Rédacteur :</b><br/><b>AZZOUZ MED ISLAM</b><br/><b>ZIANE ABDELDJALIL</b></p> |
|---|---|---|

|   |
|---|
| <p><b>Matériel nécessaire :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Pièce de rechange : les chapeaux.</li> <li>-Caisse à outils (tourneur à vis, clés mante, pince coupante).</li> <li>- Chiffon.</li> </ul>  |
| <p><b>Mode opératoire :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) L'arrêt de la souffleuse.</li> <li>2) le desserre du boulon au sommet de chapeau.</li> <li>3) Enlever le chapeau défaillant.</li> <li>4) le nettoyage du bar de fer</li> <li>5) le placement de nouveau chapeau.</li> <li>6) serrer le boulon.</li> <li>7) fonctionnement de la machine.</li> <li>8) Essaie.</li> </ol> |



### 3.5 Conclusion :

À la lumière du calcul TRS2020, nous avons pu nous concentrer sur les causes profondes du problème détecté et créer un plan d'action à exécuter tout en évaluant le même problème. L'objectif est de contribuer à la construction du pilier 2 de la démarche TPM.

Dans ce chapitre aussi, nous sommes concentrés sur le deuxième pilier du TPM « Maintenance autonome ». Les opérateurs de l'entreprise L'exquise peuvent participer eux-mêmes à l'élimination de la dégradation forcée par une inspection indépendante, en utilisant des normes et des procédures d'exploitation.

# Chapitre 4 : la maintenance planifiée

## **4.1 Introduction :**

La maintenance planifiée est le troisième pilier de la TPM, qui comprend Maintenance de la panne à la maintenance attendue, ça prend Les efforts dans les outils et les méthodes sont autant que les efforts dans le changement de culture l'entreprise.

Le but de ce chapitre est de réduire et d'éliminer l'occurrence de pannes pour améliorer la disponibilité des souffleuses à neige basées sur les méthodes de maintenance de fiabilité MBF. Ces travaux ont largement contribué à la mise à jour du plan de maintenance des équipements critiques.

## **4.2 La maintenance basée sur la fiabilité**

### **4.2.1 Définition**

La MBF est une méthode destinée à établir un programme de maintenance préventive permettant d'améliorer progressivement le niveau de disponibilité des équipements critiques. La méthode repose essentiellement sur la connaissance précise du comportement fonctionnel et dysfonctionnel des systèmes [2].

### **4.2.2 Les Bénéfices de la MBF**

Les résultats d'une analyse de MBF sont une meilleure connaissance des fonctions, une compréhension de comment un équipement peut défaillir et quelles en sont les causes premières pour converger sur une liste de tâches proposées qui soient applicables et efficaces. L'effet global d'une telle approche est de développer un travail d'équipe rigoureux et motivant [2].

Les avantages pour l'entreprise comprendront les effets suivants :

- Sécurité et intégrité environnementales plus élevées,
- Meilleure performance opérationnelle,
- Plus économique à entretenir,
- Prolongez la durée de vie des équipements coûteux
- Une plus grande motivation des employés.

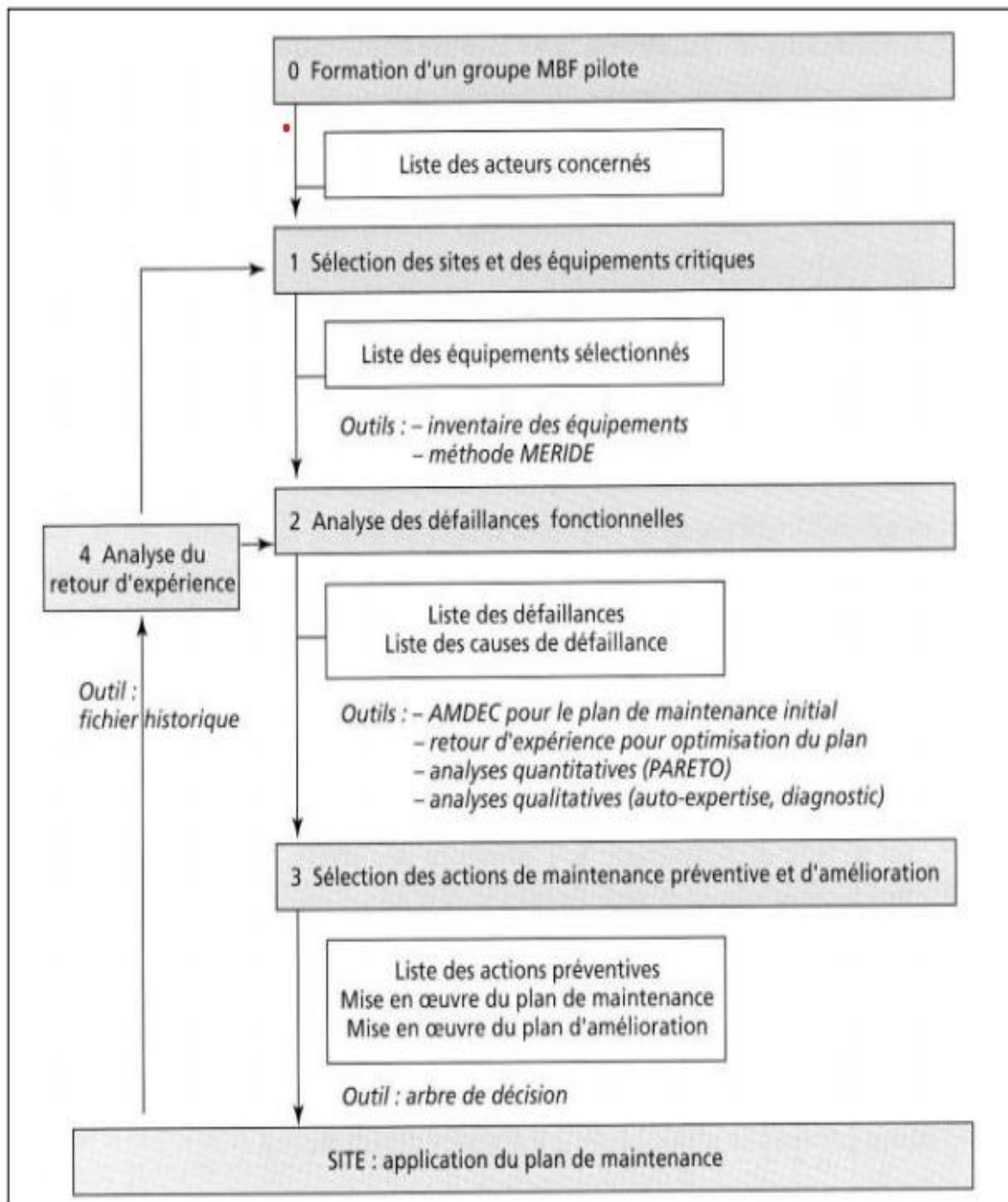


Figure 33: suivante regroupe les différentes étapes suivies pour l'application



### 4.2.3 Mise en œuvre de la MBF

#### 4.2.3.1 Evaluation des équipements critiques

Pour identifier les équipements critiques dans la machine du soufflage (la souffleuse) dans la ligne de production PET, l'établissement d'une matrice de criticité est nécessaire, elle est basée sur un tableau de classification et un tableau de criticité finale.

Les critères à considérer sont la sécurité, la qualité, le taux d'utilisation, le délai de livraison, la fréquence de panne et la maintenabilité.

Le tableau suivant résume l'impact des trois niveaux des équipements sur les paramètres considérés :

Tableau 8: classements de criticités des équipements

| Influence \ Classe                  | A  | B   | C  |
|-------------------------------------|--|---|--|
| <b>Sécurité &amp; environnement</b> | Résultats grave sur la sécurité des humains et de l'environnement<br>(4) | Résultats localisé sur l'environnement ou danger de sécurité accru<br>(2) | Pas de Résultats<br>(1)                          |
| <b>Qualité</b>                      | Résultat important sur la qualité  | Influence modérée   | Pas de Résultats                                 |
| <b>Taux d'utilisation</b>           | 100%   | 50%   | 10%  |
| <b>Délai de livraison</b>           | Distribution arrêté  | La ligne de production s'arrêter  | Quantité suffisante dans le dépôt                |
| <b>Fréquence de panne</b>           | Fréquents  | Occasionnelle   | Rare   |
| <b>Maintenabilité</b>               | Arrêt >8H<br>Réparation >150000DA  | Arrêt entre 4H et 8H<br>Réparation entre 80000DA et 150000DA              | Arrêt <4H<br>Réparation entre 40000DA et 80000DA |

Pour déterminer la criticité finale de chaque équipement de la souffleuse, on a respecté la démarche schématisée par les matrices ci-dessous

#### 4.2.3.2 Description de la matrice

Cette matrice se repose sur deux critères, la probabilité et l'impact qui veut dire quelle gravité aura ce risque sur mon projet s'il se matérialise nous allons analyser ses deux variables dans une matrice qui nous donnera le niveau de priorité du risque de notre matrice d'analyses de la priorité du niveau de priorité de notre risque d'un côté on a l'impact quel est le degré de gravité pour mon projet si le risque se matérialise d'un autre côté on a la probabilité quel est le

degré de probabilité pour que ce risque se matérialise on va donner des valeurs de 1 à 4 en étant le moins fort de le moyen et 4 le plus élevé on fera la même chose pour la probabilité et pour l'impact puis on va multiplier les deux valeurs si on trouve que c'est très probable que se matérialise alors on donne 4 probabilité et en plus s'il se matérialise et qu'il a un impact élevée sur le projet on donne aussi 4 alors le niveau de priorité maximum et de 16.

Tableau 9: la matrice de criticités de souffleuse

| Probabilité \ Impact | 1 | 2 | 3  | 4  |
|----------------------|---|---|----|----|
| 1                    |   |   |    |    |
| 2                    |   | 4 |    |    |
| 3                    |   | 6 |    | 12 |
| 4                    | 4 |   | 12 |    |











|                            |   |
|----------------------------|---|
| Groupe élévateur           |    |
| Groupe de four             |    |
| Groupe ventilation de four |    |
| Groupe des pinces          |    |
| Groupe de soufflage        |  |

Tableau 10: résultats de matrice de criticités

| Risque   | Accepté | Refusé (petite modification)   | Stratégie transférée (Modification et réparation) |
|----------|---------|--|---|
| Groupe   | [1 ;4]  | [4 ; 8]  | >8  |
| Résultat |         |      |   |

#### 4.2.4 Analyse AMDEC

AMDEC : analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité, en version française.

##### 4.2.4.1 Introduction

L'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDEC) et l'analyse des effets et de la criticité des modes de défaillance utilisée pour identifier les conséquences d'une application donnée dans un défaut qui affecte le fonctionnement du système. D'un composant ou le mode de défaillance affecterai-je fonctionnement du système. L'étude de la fiabilité, de la sécurité et de l'utilisabilité du système fait appel à deux types d'analyses complémentaires : l'analyse qualitatif et analyse quantitative. L'analyse quantitative est utilisée pour calculer ou prédire les indicateurs de performance du système lors de l'exécution d'une tâche spécifique.

L'indice classique caractérise la fiabilité, la sécurité, la disponibilité, Défaillance, temps moyen avant défaillance (MTTF), etc.

Il s'agit d'une analyse de problème potentiel, pas d'une analyse de problème vérifiée. L'ajout systématique d'acronymes de base peut permettre pour éviter cette confusion.

Afin de faire avancer la définition, il nous semble utile de résumer le travail d'AMDEC comme suit : Quatre questions nous suffisent pour vous fournir le premier moyen de suivre la logique et vous aider à comprendre ce qu'est l'analyse AMDEC une façon de penser, une façon de travailler, pas une forme de remplissage.

Tableau 11: Les quatre questions de base de l'AMDEC

| <b>Modes de défaillance potentielle</b> | <b>Effets possibles</b>                 | <b>Causes possibles</b>                   | <b>Plan de Surveillance</b>                    |
|---|---|---|--|
| Qu'est-ce qui peut mal tourner ?        | Quels pourraient concerner les effets ? | Quelles pourraient concerner les causes ? | Comment feindre dans lequel avoir affaire ça ? |

Pour les modes de défaillance potentielle, il faut répondre à la question «Qu'est-ce qui peut mal tourner ? »

Et pour des effets possibles, il faut répondre à la question «Quels pourraient être les effets de cette mode de défaillance potentielle?»

Pour les causes possibles, il faut répondre à la question «Quelles pourraient être les causes profondes de cette mode de défaillance potentielle ? »

Pour le plan de surveillance, il faut répondre à la question Comment feindre dans lequel et avoir affaire ça?»

#### **4.2.4.2 L'AMDEC est utilisé dans le secteur industriel pour**

- l'analyse prévisionnelle de la fiabilité des produits.
- l'optimisation de la fiabilité des équipements de production.
- la prise en compte de la maintenabilité dès la conception.
- la maîtrise de la disponibilité opérationnelle des machines.[6]

#### **4.2.4.3 Les avantages d'AMDEC**

##### **4.2.4.3.1 La satisfaction du client**

C'est l'objectif global de l'AMDEC, un objectif contre lequel personne ne peut parler aujourd'hui. S'il n'y a qu'un seul argument en faveur de l'AMDEC, il devrait suffire à en faire un incontournable de nos organisations.

#### **4.2.4.3.2 Le pilotage de l'amélioration continue**

En gérant les plans d'action. L'élaboration et la gestion de ces plans, ainsi que les mises à jour régulières de l'AMDEC, seront l'un des principaux moyens de maintenir et de démontrer l'amélioration continue.

#### **4.2.4.3.3 La réduction de coûts**

Contrairement à certains affirmez qu'AMDEC peut vous aider à réduire le coût interne de l'obtention de la qualité dans les conditions de travail est également lié aux effets internes.

=> Dans le cadre de la démarche de réduction et de reprise des déchets de l'AMDEC.

Les coûts externes seront également réduits.

=> Moins de retours garantis, moins de réclamations clients, moins de réclamations...

Et beaucoup plus.

#### **4.2.4.3.4 L'optimisation de contrôles**

AMDEC vous aide uniquement à vérifier les points qui doivent être vérifiés, ça ne t'obligera pas contrôlez tout ce que nous voyons et entendons souvent.

#### **4.2.4.3.5 L'élimination des causes de défaillances**

C'est l'un des principaux objectifs d'AMDEC et il conduira à la mise en place de mesures préventives et même à l'élaboration d'un plan d'action.

#### **4.2.4.4 Déroulement de l'AMDEC**

##### **4.2.4.4.1 Étape 1: Initialiser**

Former un groupe de travail, composé de personnes de différents domaines, aux visions multiples ; « Formaliser les thèmes, les objectifs et les restrictions.

##### **4.2.4.4.2 Étape 2: Analyser**

Y compris une recherche réaliste sur les points de risque imaginables connus par expérience et leurs conséquences pour les clients (causes, modèles, effets, détection).

« Analyse fonctionnelle des exigences (=sévérité), analyse de la fonction technique (=mode).

##### **4.2.4.4.3 Étape 3: Évaluer**

Évaluer et prioriser les défaillances potentielles en fonction d'échelles préétablies .....

Indice de non-détection : **D** (probabilités de la cause ou du schéma d'atteindre le client).

Indice de gravité : **G** (non-qualité perçue).

Indice de fréquence : **F** (problème).

Calcul de l'indice de priorité du risque : **IPR = G x F x D**

Il faut Décider d'élaborer un plan d'action pour le **RPI** au-dessus du seuil.

##### **4.2.4.4.4 Étape 4: Recherche de solutions**

Trouver des solutions pour résoudre les échecs rencontrés (généralement lors de sessions de brainstorming).

#### **4.2.4.4.5 Étape 5: Suivre**

Analyser la solution corrective proposée jusqu'à ce que l'indice de priorité (**IP**) soit en dessous des seuils.

#### **4.2.4.4.6 Étape 6 : Appliquer**

Appliquer les solutions correctives vérifiées pendant la période de surveillance ; « C'est une étape très importante, car les défaillances potentielles sont efficacement corrigées. »

#### **4.2.4.4.7 Étape 7 : Vérifier**

Vérifier l'efficacité des mesures prises sur place ; « Utiliser pleinement l'expérience en archivant les recherches dans une base de données.

#### **4.2.4.4.8 Les règles d'or :**

**Préliminaire :** Avant de commencer, il faut connaître le système et son environnement. Ces informations résultent souvent de l'analyse fonctionnelle, de l'analyse des risques ou d'un retour d'expériences.

**Indice de Priorité au Risque (IPR) :** Il est possible de se fixer un seuil pour cet indice au-dessus duquel toute criticité doit être réduite. Le but est de hiérarchiser les actions d'amélioration à conduire en procédant par ordre de criticité décroissante.

**But :** Il faut déterminer à quel fin l'AMDEC sera utilisée et déterminer par la suite les moyens et les responsabilités associées. [5]

### **4.2.5 Démarche d'AMDEC sur la souffleuse**

#### **4.2.5.1 Description générale de la souffleuse**

Réchauffer les préforme et les changer en bouteilles 1.5 L ; 0.5 L ; 0.33 L à haute température, introduire les préforme et les souffler par un compresseur qui admis une pression 10 bar.

La machine souffleuse se compose principalement des groupes suivants :

#### **Groupe élévateur**

Il amène la préforme dans le dispositif d'orientation. L'entraînement est contrôlé par un moteur à vitesse variable.

#### **-Groupe dispositif d'orientation**

Il dirige les préformes venant de la trémie Chargez "élévateur" vers la descente des préformes.

#### **-Groupe pour la descente des préformes**

Il dispose les préformes en rangée, et est prêt à entrer dans la machine.

#### **-Groupe four : Ce groupe se compose de :**

- Groupe module de refroidissement.
- Groupe module de chauffage.
- Groupe lampes infrarouges.

#### **-Groupe ventilation de four**

Ce groupe se compose de trois moteurs : un moteur prend la chaleur des plaques placées au fond et la transfère vers la gaine d'évacuation.

Les deux autres servent à refroidir les extrémités des lampes.

**-Groupe pinces** : Ce groupe se compose de :

- **Alimentateur** : Place les préforme dans un convoyeur relié au four.
- **Transbordeur** : Il transporter les préformes chouffer vers le moule.

**-Groupe de soufflage**

L'unité de soufflage assure la transformation des préformes chauffées à l'état des bouteilles bien formées

**-Procédé de soufflage**

Les préformes sont transférées de la trémie d'alimentation au dispositif d'orientation automatique et de celui-ci à la zone de chauffage où est fait de manière telle à en permettre le chauffage différencié dans le sens longitudinal.

A la sortie du four de chauffage un capteur envoie une alerte sur la présence de préformes et voici le rôle des pinces qui transportent les préformes chaudes après réception de l'alerte et les met dans les postes de soufflage par étirement. A ce stade, les préformes sont serrées dans le moule et peuvent ils sont soufflés à l'air comprimé, ce qui permet la formation de la bouteille et de là vient le rôle du convoyeur a l'air qui l'envoie à la station de remplissage.

#### **4.2.5.2 Initialisation**

L'unité de chauffage se compose de deux systèmes de refroidissement différents :

- Système fluide de refroidissement de la bague de protection permettant au col des préformes de ne pas se déformer lors de la procédure de chauffage.
- Système d'air, pour maintenir la température interne de l'unité de chauffage suffisamment basse, pour éviter que les parois extérieures des préformes soient exposées à une température trop élevée.

## -Décomposition fonctionnelle et structurale

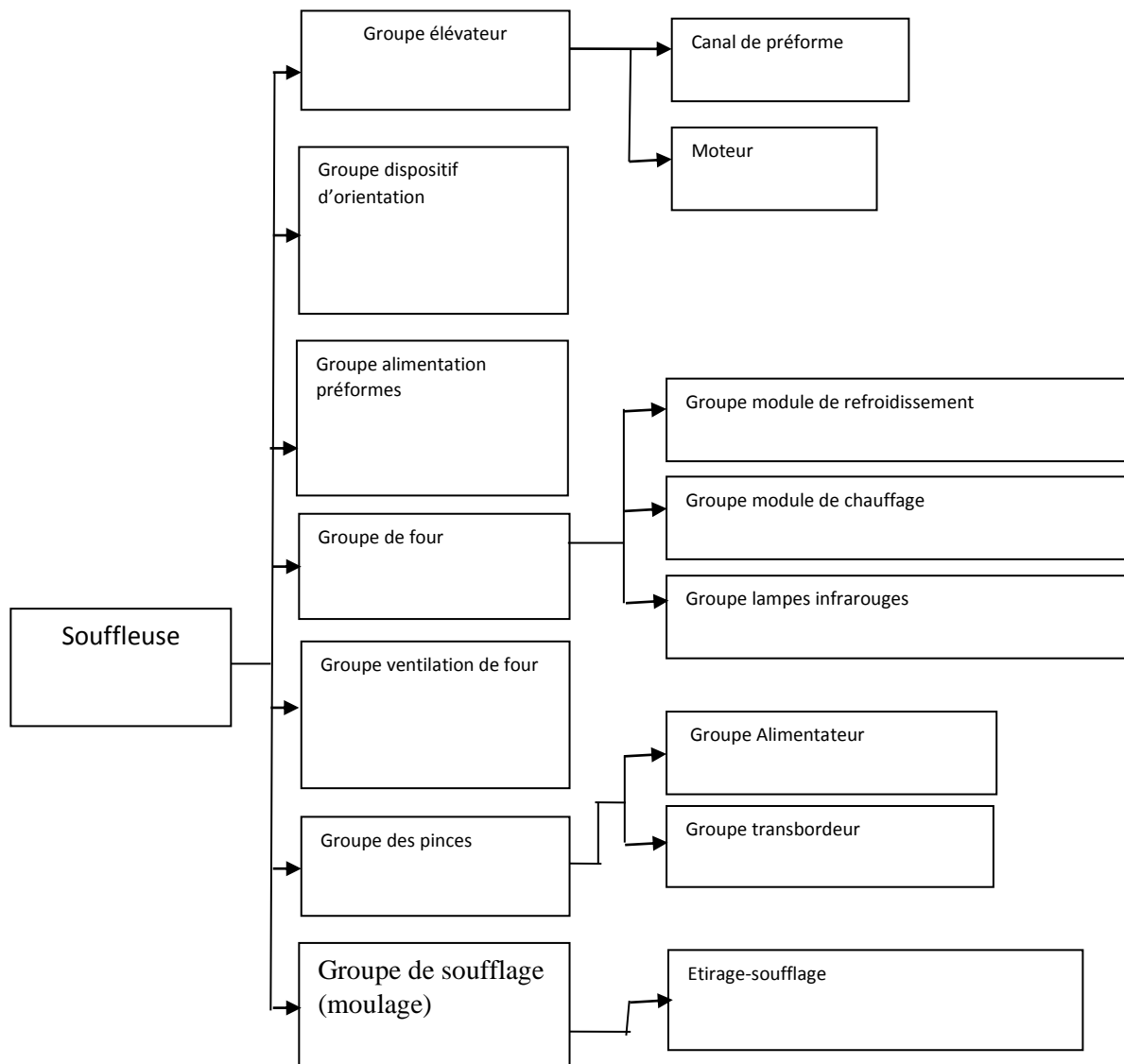


Figure 34: la décomposition fonctionnelle et structurale

### 4.2.5.3 Tableau d'AMDEC

Après avoir déterminé la décomposition structurale et fonctionnelle d'une souffleuse, nous allons maintenant appliquer AMDEC à chaque composant de cette machine.

Tableau 12: application d'AMDEC sur la souffleuse

| Eléments   | Fonctions   | Mode de défaillance                               | Cause de défaillance                                 | Effets de défaillance                        | Mode de détection                                 |
|--|---|---|--|--|---|
| Canal préforme   | Transfert les préformes à chauffer  | Blocage des préformes au niveau de la canal       | Défaillance de moteur                                | Arrêt de l'élévateur                         | Activation de l'alarme                            |
| Ligne soufflage  | Elle assure la transformation de la préforme chaude en bouteille  | Blocage la ligne de soufflage                     | Lorsqu' un préforme reste dans le moule de soufflage | Arrêt de fonctionnement                      | Activation de l'alarme                            |
| La bande (moyen de transport de préforme dans le four) | Déplacer les préformes dans une étape spécifique et dans l'ordre dans le four à l'aide d'un chapeau de la bande | Désynchronisation                                 | Micro -coupure électrique                            | Arrêt de fonctionnement                      | Activation de l'alarme                            |
|  |   | Rupture   | Courroie défectueuse                                 |  |   |
| Chapeau de la bande                                    | Rotation de préforme dans le four   | Grippage des roulements                           | Les roulements défectueux                            | Arrêt de fonctionnement                      | Activation de l'alarme                            |
| Four   | Permet de chauffer des préformes en utilisant Lampes infrarouges  | Augmentation ou Diminution de température de four | Changement de température de milieu                  | Surchauffé ou moins chauffer a les préformes | Indication d'un problème sur le panneau opérateur |
|  |   | Problème de chaine de four                        | Lampes défectueuse                                   | Surchauffé ou moins chauffer a les préformes |   |



|                    |   |  |  |                                 |   |
|--------------------|---|--|--|---------------------------------|---|
| Les pinces         | Prenez des préformes chaudes et mettez-les dans des stations<br>D'étirage-soufflage | Usure<br>Cassure<br>Décalages entre les doigts de la pince | Micro -coupure électrique<br>Défaillance des ressorts ou des vices   | Echec de convoyage de préforme  | Détecter par l'opérateur de la machine            |
|                    |   |  |  | Rejet de préforme               |   |
| Rampes             | Assuré la protection de cols des préformes  | Mauvaise température de l'eau circulant                    | Fuite d'eau  | Déformé le col de la préforme   | Indication d'un problème sur le panneau opérateur |
| Moule              | Donner la forme finale de bouteille   | Problème de soufflage<br>Problème fond de moule            | Problème au niveau de vérin<br>Les roulements défectueux<br>Ressorts défectueux  | Bouteille déformé               | Boîtier de commande                               |
| Armoire électrique | Assurer le fonctionnement de la machine   | Coupure de courant<br>Chute de tension                     | Défaillance de câble<br>Défaillance d'un visible<br>Défaillance d'un transformateur<br>Défaillance d'un bouton poussoir<br>Défaillance d'un contacteur | Arrêt automatique de la machine | Arrêt de la machine                               |
| Courroie           | Transmission de mouvements  | Rupture  | Défaillance de la courroie   | Arrêt la machine                | Opérateur arrêter la machine                      |

|                         |                                     |                         |                           |                      |   |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|---|
| Pignon                  | Transmission de mouvements          | Usure des dents         | Manque de lubrification   | Désynchronisation    | Détecter par l'opérateur de la machine                        |
| Système de verrouillage | Plaquer les demi moule l'un l'autre | Détérioration           | Vieillessement            | Défauts Verrouillage | Détecter par l'opérateur de la machine                        |
| Poulie                  | Transmission de mouvements          | Grippage des roulements | Les roulements défectueux | Arrêt de la machine  | Arrêt de la machine<br>Détecter par l'opérateur de la machine |

#### 4.2.5.4 Analyse AMDEC de Souffleuse

**Fréquence (F) :** Il s'agit d'un indice qui indique la fréquence à laquelle une défaillance se produira en raison d'une cause particulière, représente le risque que la cause potentielle de la défaillance se produise et qu'il prenne en compte la défaillance potentielle, et notée sur une plage de 1 à 4.

Tableau 13: grille de cotation de la fréquence

| Fréquence d'occurrence | Indice | Définition   |
|------------------------|--------|--|
| Fréquence très faible  | 1      | Défaillances rares :<br>Moins d'une défaillance par année            |
| Fréquence faible       | 2      | Défaillances possibles :<br>Une défaillance par trimestre            |
| Fréquence moyen        | 3      | Défaillances fréquentes :<br>Une défaillance par deux mois           |
| Fréquence forte        | 4      | Défaillances très fréquentes :<br>Plusieurs défaillances par semaine |

**Gravité (G) :** Il s'agit d'un indice indiquant la gravité de l'impact de chaque défaillance, Ainsi, la notion de risque est directement liée à la gravité des effets d'une défaillance, et notée sur une plage de 1 à 5.

Tableau 14: grille de cotation la gravité.

| Niveau de gravité | Indice | Définition   |
|-------------------|--------|--|
| Mineure           | 1      | Arrêt de production inférieur à 2 minutes<br>Aucune dégradation notable.   |
| Significatif      | 2      | Arrêt de production de 2 minutes à 20 minutes<br>Réparation à court terme ou réparation simple.  |
| Moyen             | 3      | Arrêt de production de 20 minutes à 60 minutes :<br>Changer le matériel défectueux.  |
| Majeure           | 4      | Arrêt de production de 1 heure à 2 heures :<br>Intervention importante sur les sous-groupes.   |
| Catastrophique    | 5      | Arrêt de production de supérieur à 2 heures :<br>Intervention lourde nécessite des moyens coûteux, Problèmes de sécurité des employés. |

**-Détection (D) :** Il s'agit d'une indication que la cause ou le modèle de défaillance peut ne pas être détecté avant que l'effet se produise, et notée sur une plage de 1 à 5.

Tableau 15: grille de cotation la détection.

| Niveau de non détection | Indice | Définition   |
|-------------------------|--------|--|
| Evidente                | 1      | DéTECTABLE a 100% :Détection fiable des pannes ; Un signe clair d'une dégradation ; Dispositif de détection automatique (alarme) |
| Possible                | 2      | DéTECTABLE :Signe de défaillance facilement détectable.  |
| Improbable              | 3      | Difficilement détectable, peu utiles ou nécessitent des procédures ou des moyens complexes (démontage).                          |
| Impossible              | 4      | IndéTECTABLE : aucun signe de défaillance.   |

Le tableau suivant représente les criticités des éléments de souffleur et les actions à engagé pour éviter les pannes.

La criticité (C) c'est le même avec indice de priorité de risque

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

Tableau 16: les criticités des éléments de souffleur.

| Élément             | Criticité |   |   |    | Action à engagé   |
|---------------------|-----------|---|---|----|---|
|                     | F         | G | D | C  |   |
| Canal préforme      | 2         | 2 | 1 | 4  | Changement de moteur  |
| Ligne de soufflage  | 3         | 4 | 2 | 24 | Vérifier la mise en phase de la machine   |
| La bande            | 3         | 4 | 1 | 12 | Synchroniser la bande   |
| Chapeau de la bande | 2         | 4 | 1 | 8  | Changement de chapeau   |
| Four                | 3         | 4 | 1 | 12 | Réglage des paramètres de la température<br>Changements des lampes défectueuses       |
| Les pinces          | 2         | 2 | 2 | 8  | Contrôler et dépanner les pinces chaque semaine                                       |
| Rampes              | 2         | 4 | 2 | 16 | Contrôler la température de l'eau et réparer les fuites des canalisations             |
| Moule               | 3         | 3 | 2 | 18 | Changement de tige fond du moule<br>Changements des roulements<br>Etalonnage du moule |
| Armoire électrique  | 1         | 3 | 2 | 6  | Changements des éléments défectueux   |
| Courroie            | 3         | 2 | 1 | 6  | Changement la courroie  |

|                         |   |   |   |    |   |
|-------------------------|---|---|---|----|---|
| Pignon                  | 1 | 4 | 2 | 8  | Changer de pignon<br>Graissage de pignon      |
| Système de verrouillage | 2 | 3 | 3 | 18 | Vérifier l'état de moule                      |
| Poulie                  | 1 | 3 | 3 | 9  | Changer la poulie<br>Graissage des engrenages |

#### 4.2.5.5 Priorisation les défaillances selon la criticité

On a classé les défaillances selon le résultat de criticité par un ordre décroissant dans le tableau suivant :

Tableau 17: hiérarchisation les pannes par ordre d'importance

| Elément                 | Coefficient de la criticité |
|-------------------------|-----------------------------|
| Ligne de soufflage      | <b>24</b>                   |
| Système de verrouillage | <b>18</b>                   |
| Moule                   | <b>18</b>                   |
| Rampes                  | <b>16</b>                   |
| La bande                | <b>12</b>                   |
| Four                    | <b>12</b>                   |
| Poulie                  | <b>9</b>                    |
| Chapeau de la bande     | <b>8</b>                    |
| Pignon                  | <b>8</b>                    |
| Les pinces              | <b>8</b>                    |
| Armoire électrique      | <b>6</b>                    |
| Courroie                | <b>6</b>                    |
| Canal préforme          | <b>4</b>                    |

A partir des tableaux ci-dessus, on a pu hiérarchiser les modes de défaillances des pannes selon leurs critiques. En concertation avec le groupe AMDEC constitué, nous avons fixé des niveaux de criticité signalé l'action corrective à entreprendre :

- ▲ **C < 6 : maintenance corrective.**
- ▲ **6 ≤ C < 12 : maintenance corrective au niveau bas.**
- ▲ **12 ≤ C < 18 : maintenance corrective au niveau élevé.**
- ▲ **18 ≥ C : maintenance corrective au niveau très élevé.**

Le but de ces actions correctives est d'élaborer un plan de maintenance détaillé visant à développer la maintenance planifiée.

#### 4.2.5.6 Tableau des actions correctives

Pour hiérarchiser les défaillances en fonction de leur importance, nous utilisons un tableau d'actions correctives pour chaque composante étudiée.

Tableau 18: Tableau des actions correctives

| Niveaux de criticité | Elément   | Actions correctives  |
|----------------------|---|--|
| $C < 6$              | Canal préforme  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nous effectuons la maintenance corrective</li> </ul>  |
| $6 \leq C < 12$      | Courroie<br>Armoire électrique<br>Les pinces<br>Pignon<br>Poulie<br>Chapeau de la bande | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'y a aucun changement dans la conception</li> <li>• Nous effectuons la maintenance corrective (changement des pièces)</li> </ul>                                  |
| $12 \leq C < 18$     | Four<br>La bande<br>Rampes  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revoir la conception des sous-ensembles et le choix des éléments de surveillance particuliers</li> <li>• Effectuer une maintenance préventive systématique</li> </ul> |
| $18 \geq C$          | Ligne de soufflage<br>Moule<br>Système de verrouillage                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remise cause complète de la conception</li> </ul>   |

##### 4.2.5.6.1 Description du tableau des actions correctives

Nous constatons que les membres ayant un résultat critique inférieur à 12 sont considérés comme négligés, ce qui ne nécessite pas de modification de conception mais uniquement une maintenance corrective.

Les composants critiques supérieurs ou égaux à 12 et inférieurs à 18 sont considérés comme d'importance modérée et nécessitent une amélioration des performances des composants, une revue de conception et une surveillance particulière.

A partir de 18 et plus, les éléments critiques sont considérés comme étant d'une grande importance, ce qui nécessite une interrogation complète de la conception des composants.

### 4.3 Plan de maintenance préventive

Après avoir appliqué l'AMDEC sur la souffleuse, il a été possible d'identifier les composants les plus importants et les mesures préventives à prendre sur cette machine, afin de réduire l'importance de cette dernière et d'avoir un bon fonctionnement et une meilleure disponibilité.

Tableau 19: plan de maintenance préventive a réalisé sur la souffleuse.

| Périodiques                              | Les opérations préventives  |
|--|---|
| Conditionnel (au besoin ou selon l'état) | Réglage de la synchronisation transfert préformes au niveau de la bande             |
|  | Réglage le synchronisme de transfert préformes dans moule                           |
| Journalière                              | Élimination des préformes ou bouteille éjectés                                      |
|  | Vérifier la présence de préformes dans la trémie du distributeur                    |
| Hebdomadaire                             | Graissage et vérification des composants de la bande de transport                   |
|  | Vérifier l'état des Courroie, Armoire électrique, Les pinces, Pignon, Poulie        |
|  | Vérifier et Nettoyer le canal de préforme   |
| Mensuel                                  | Contrôler le Four et Rampes   |
| Trimestriel                              | Contrôler le niveau d'huile de la souffleuse<br>Contrôler les chapeaux de la bandes |
| Annuel                                   | Vérification totale au niveau de la souffleuse                                      |
|  | Vidange du circuit hydraulique  |
|  | Vérifier les connexions électriques   |

### 4.4 Conclusion

Au cours de notre période de stage, nous avons pu recueillir les informations nécessaires sur la souffleuse, afin de pouvoir identifier diverses anomalies selon les causes, modèles et effets de défaillance de chaque de chaque sous-ensemble pour bien dérouler l'AMDEC.

Cette application nous a permis de proposer un plan de maintenance basé sur des actions correctives et préventives afin d'améliorer les performances pour assurer la disponibilité de notre machine.

# Conclusion générale

Cette recherche permet d'appréhender la réalité et la complexité des dynamiques des entreprises. En plus du niveau technique, les fonctions humaines jouent également un rôle important dans la décision d'établir une démarche TPM. La stratégie de mise en œuvre d'une maintenance de production complète est spécifique à chaque environnement de réglage. Le secret pour assurer le succès du processus ne peut pas être suivi à tous les niveaux. Par conséquent, il est important de comprendre les circonstances spécifiques de chaque entreprise.

La première partie du projet est consacrée au déploiement du premier pilier de la démarche TPM « L'amélioration cas par cas ».

Nous avons contribué à l'évaluation du TRS (Taux de Rendement Synthétique), qui donne une trilogie quantitative (qualité, performance, disponibilité). Cette évaluation nous permet d'analyser en profondeur la dégradation des performances selon la méthode RCA. Par conséquent, nous avons réussi à proposer un plan d'action d'amélioration pour réduire l'impact de ces pertes sur les performances des équipements.

Le deuxième volet concerne la mise en place du deuxième pilier de la démarche TPM « maintenance autonome ».

Nous avons élaboré à ce niveau des exemplaires de listing des paramètres démarches, checklist d'inspection autonome et mode opératoire.

La troisième partie, c'est de mettre le point sur la maintenance planifiée, pour ce faire nous avons mené une étude AMDEC sur les équipements critiques de la souffleuse dans le but de mettre à jour le plan de maintenance préventive qui vise à diminuer la criticité et à éliminer les modes de défaillance de ces équipements.

Enfin, comme perspective et pour suivre à ce travail, nous proposons l'application du sixième pilier « maintenance de la qualité » en utilisant la méthode six sigmas pour obtenir des produits de bonnes qualités et ainsi l'application du dernier pilier de la démarche TPM « le sécurité, condition de travail, environnement » pour éliminer les risques dans le travail et pour un mode opératoire concernant la santé des employés.



## Résumé

Chaque entreprise se fixe d'excellents objectifs, comme adopter des politiques de gestion techniquement efficaces et économiquement rentables. Dans cette optique l'entreprise des boissons L'Exquise s'est donné une stratégie pour améliorer les performances de sa production. Néanmoins, elle a quelques pertes liées à la machine de soufflage dans la ligne de production PET. C'est là qu'intervient la maintenance productive. En effet, pour mener à bien ce projet et résoudre ce problème de pertes, nous avons appliqué les trois premiers piliers de la démarche TPM (Total Productive Maintenance).

**Mots clés :** la ligne de production PET –TPM –TRS –RCA –AMDEC – plan de maintenance préventive

## Abstract

Each company sets itself excellent objectives, such as adopting technically efficient and economically profitable management policies. With this in mind, the beverage company L'Exquise has adopted a strategy to improve production performance. Nevertheless, it has some blowmolding machine related losses in the PET production line. This is where the productive maintenance comes in. To carry out this project and solve this loss problem, we applied the first three pillars of the TPM (Total Productive Maintenance) approach.

## Keywords:

PET Production Line –TPM–TRS –RCA–AMDEC –Plan of preventive maintenance

ملخص

تضع كل شركة لنفسها أهدافاً ممتازة، مثل اعتماد سياسات إدارية فعالة تقنياً ومرتبة اقتصادياً. معوض ذلك في الاعتبار، اعتمدت شركة المشروبات باتليكس كيز استراتيجية لتحسين أداء إنتاجها بالنفخ في خط إنتاج (PET) ومع ذلك، لديها بعض الخسائر المتعلقة بالآلة التشكيل

الثلاثي الأول ولن نهج TPM هذا هو المكان الذي تأتي فيها الصيانة الإنتاجية. في الواقع، لتنفيذ هذا المشروع وعو حل مشكلة الخسارة هذه، طبقنا الركائز الكلمات الرئيسية:

خط إنتاج PET – TPM – TRS – RCA – AMDEC

# Bibliographie :

[1] : Jean BUFFERNE

Le guide de la TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE). Livre outils performance, édition d'organisation.

[2]: Christian Hohmann

Guide pratique des 5S pour les managers et les encadrant

L'outil de base de la performance

<https://docplayer.fr/18308555-Guide-pratique-des-5s.html>

[3] : MONCHY François

« Maintenance, Méthodes et organisation » 2ème Edition DUNOD Paris 2003.

[4] :<http://exquise1928.com/presentation.php#historique>

<https://www.academia.edu/13797677/>

[5] AMDEC = ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

<http://www.innovation.public.lu/fr/innover/gestion-innovation/resolution-probleme/amdec-fr.pdf>

[6] KAHOUADJI H.AG.M\_06\_16\_AMDEC