



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Maintenance en Instrumentation

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Ingénierie de la Maintenance en Instrumentation

Thème

**Méthodes d'analyse prévisionnelles des
défaillances dans une installation
industrielle**

Présenté et soutenu publiquement par :

Noms Prénoms :

Amrouche Fatima El Zahra

Sadok Hadjer

Devant le jury composé de :

| Nom et Prénom | Grade | Etablissement | Qualité |
|-------------------------|--------------|----------------------|------------------|
| | | | Président |
| Mm Otsmani Zineb | | | Encadreur |
| | | | Examineur |

Juin 2017

Remerciement

*Nous remercions avant tout ALLAH,
le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience qui nous ont
permis d'accomplir ce modeste travail.*

*Au cours de ce travail, nous étions encadrées par
Madame **OTSMANI ZINEB**, nous tenons à la remercier
Pour son abnégation et pour son aide qu'elle n'a jamais ménagée.*

Nous exprimons nos sincères remerciements :

*À monsieur le Co-encadreur **DARRAZIRAR MOHAMED**
Pour son aide et sa contribution pendant notre mise en situation
professionnelle au Ceramit SPA.*

*Nous adressons nos remerciements
Les plus vifs aux membres du jury
Qui ont pris sur leur temps pour examiner et porter une analyse critique
Sur notre travail, sans oublier les personnels de l'institut de maintenance et
sécurité industrielle IMSI.*

***En fin, nous remercions tous nos camarades de la promotion 2017 avec
lesquels nous avons passé des moments inoubliables.***

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes chers parents ma Mère et mon Père et ma chère tante

SADOK Talia, aucune dédicace ne saurait exprimer

l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai

toujours eu pour vous. Rien au monde ne Vaut les efforts

fournis jour et nuit, pour mon éducation et mon bien être.

Mes frères Abdallah et Abd El Kader, mes sœurs Soumia et

Fatima et Meriem, les mots ne suffisent guère pour

exprimer l'attachement, l'amour et l'affection, que je vous

porte. Vous êtes mes anges gardiens et mes fidèles

compagnons dans les moments les plus délicats de cette vie

sans oublier mon petit neveu Ahmed que j'adore et je chéris.

Mes amis : AMINA, HALIMA, AMINE, FATIMA.

Hadjer Sadok

Dédicace

*Au nom de Dieu le clément et le Miséricordieux et en termes
d'amour et de fidélité, je dédie ce présent mémoire :*

Aux deux êtres les plus précieux au monde

Ma MERE et mon PERE

QUE DIEU LES PROTEGE

A mes SCEURS SAIDA et MARWA et NAIMA , mes

FRERES ISMAIL , ABD EL NOUR , IYAD

Aux familles

Amrouche ,Sanadik, Antar, oussriri

Pour leur affection, leur soutien et leur compréhension qu'ils

m'ont prodigués durant toutes ces années de dur labeur

Mes camarades : Khawla, Hannane, Ahlem, Hadjer

Amrouche Fatima El zahra

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| Introduction générale..... | 1 |
| Chapitre I-Généralités sur la sûreté de fonctionnement | |
| I.1-Introduction..... | 2 |
| I.2-Définition de la sûreté de fonctionnement..... | 2 |
| I.2.1-Les quatres notions de la SDF..... | 2 |
| I.2.2-Les études de sûreté de fonctionnement..... | 3 |
| I.2.3-Les indicateurs de la maintenance..... | 4 |
| I.2.4-Les estimateurs de maintenance | 5 |
| I.3-Les défaillances..... | 5 |
| I.3.1-Définition | 5 |
| I.3.2-Classification des défaillances..... | 6 |
| I.3.2.A-En fonction de son origine..... | 6 |
| I.3.2.B-En fonction de la rapidité de manifestation..... | 6 |
| I.3.2.C-En fonction de degré d'importance..... | 6 |
| I.3.2.D-En fonction des causes..... | 7 |
| I.3.2.E-En fonction des conséquences..... | 7 |
| I.5-Conclusion..... | 8 |
| Chapitre II-Méthodes d'analyse prévisionnelles des défaillances | |
| II.1-Introduction..... | 9 |
| II .2- Analyse quantitative des défaillances | 9 |
| II.3-La méthode ABC..... | 10 |
| II.3.1-Les avantages de la méthode ABC..... | 11 |
| II.3.2-Les inconvénients..... | 11 |
| II.3.3-Diagramme de Pareto en N , Nt et t | 12 |

| | |
|--|----|
| II.4-L'arbre de défaillance..... | 12 |
| II.4.1-Définition..... | 12 |
| II.4.2-Les types des évènements d'un arbre de défaillance..... | 13 |
| II.4.3-Symbolisme..... | 13 |
| II.4.4-Construction de l'arbre de défaillance..... | 14 |
| II.4.5-Les avantages de l'arbre de défaillance..... | 15 |
| II.4.6-Les inconvénients..... | 15 |
| II.5-AMDEC | 16 |
| II.5.1.1-Définition..... | 16 |
| II.5.2-L'historique et domaine d'application | 16 |
| II.5.3-Les types d'AMDEC | 17 |
| II.5.4-Déroulement de l'AMDEC..... | 17 |
| II.5.5-La détermination des priorités..... | 20 |
| II.5.6-La méthode G.F.D de cotation de la criticité..... | 22 |
| II.5.6.A-Indice de fréquence | 22 |
| II.5.6.B-Indice de gravité | 22 |
| II.5.6.C-Indice de détection | 23 |
| II.5.6.D-Indice de la criticité..... | 24 |
| II.5.7-Les avantages généraux de la méthode AMDEC | 24 |
| II.5.8-Les inconvénients..... | 25 |
| II.6-Conclusion..... | 25 |

Chapitre III-Présentation de l'entreprise

| | |
|---|----|
| III.1-Introduction..... | 26 |
| III.2-Présentation de l'entreprise E.C.O..... | 26 |
| III.2.1- L'historique de l'unité | 26 |
| III.2.2- Présentation de l'usine de Ténès E.C.S.T | 27 |
| III.2.3-La fiche technique | 28 |
| III.2.4-L'organigramme de l'entrepris..... | 29 |
| III.3-Processus de production | 30 |
| III.4-Stockage des matières premières | 30 |
| III.5-Pesage des matières premières..... | 31 |
| III.6-Les différents ateliers | 31 |
| III.6.1-Atelier de la préparation de la barbotine de coulage..... | 31 |
| III.6.2-Atelier de coulage | 33 |
| III.6.3-Atelier de séchage..... | 35 |
| III.6.4-Atelier de contrôle-Emallage | 37 |
| III.6.5-Atelier de cuisson..... | 38 |
| III.6.6-Atelier de tirage | 40 |
| III.7-Laboratoire de contrôle..... | 40 |
| III.8-La conclusion..... | 41 |

Chapitre IV-Illustration et application

| | |
|--|----|
| IV.1-Objectif de l'étude | 42 |
| IV.2-Description générale de système étudié..... | 42 |
| IV.2.1-Caractéristiques générales de moulin | 44 |
| IV.2.2-Localisation de la panne..... | 44 |
| IV.3-Application de la sureté de fonctionnement sur le système étudié..... | 45 |
| IV.4-Application de la méthode AMDEC sur le moteur..... | 46 |
| IV.5-Application de la méthode ABC sur le moteur..... | 48 |
| IV.5.1-Les graphes N, Nt et t..... | 49 |
| IV.5.1.A-Le graphe N..... | 50 |
| IV.5.1.B-Le graphe Nt..... | 50 |
| IV.5.1.C-Le graphe t..... | 51 |
| IV.6-Les types de maintenances effectuées..... | 52 |
| IV.6.1-Représentation graphiques des types de maintenance en %..... | 53 |
| IV.7. La conclusion..... | 54 |
| Conclusion générale..... | 55 |

Listes de figures

Chapitre I-Généralités sur la sûreté de fonctionnement

| | |
|---|---|
| Figure I.1- les études de sureté de fonctionnement... ; | 4 |
| Figure I.2- l'origine de la défaillance | 6 |

Chapitre II-Méthodes d'analyse des défaillances

| | |
|---|----|
| Figure II.1- analyse de temps | 10 |
| Figure II.2- diagramme de Pareto ou courbe ABC | 11 |
| Figure II.3- symbolisme des arbres de défaillance | 13 |
| Figure II.4- construction de l'arbre de défaillance | 14 |
| Figure II.5- organigramme de la méthode AMDEC | 19 |

Chapitre III-Présentation de l'entreprise

| | |
|---|----|
| Figure III.1-situation géographique | 27 |
| Figure III.2-l'organigramme de l'entreprise | 29 |
| Figure III.3- procès de production | 30 |
| Figure III.4- boxes de stockage | 31 |
| Figure III.5- broyeur | 32 |
| Figure III.6- cuve de stockage jus de sable | 32 |
| Figure III.7-cuve de stockage jus d'argile | 32 |
| Figure III.8 -turbo délayeur | 32 |
| Figure III.9 -turbo délayeur (3eme phase) | 33 |
| Figure III.10-cuves de vieillissement | 33 |
| Figure III.11-manipulateur manuelle | 33 |
| Figure III.12-robot manipulateur | 34 |
| Figure III.13-réservoir de la barbotine | 35 |
| Figure III.14-pompe | 35 |
| Figure III.15- réservoir d'eau | 35 |

| | |
|--|----|
| Figure III.16-compresseur..... | 35 |
| Figure III.17-séchage primaire..... | 36 |
| Figure III.18-séchage secondaire..... | 37 |
| Figure III.19 : cabine d'émaillage..... | 37 |
| Figure III.20 -les phases de cuisson..... | 38 |
| Figure III.21- les zones de four tunnel..... | 39 |
| Figure III .22- four intermittent..... | 39 |

Chapitre IV-Illustration et application

| | |
|---|----|
| Figure IV.1- photo d'un moulin à tambour..... | 42 |
| Figure IV.2- la partie défaillante | 44 |
| Figure IV.3- diagramme de Pareto | 49 |
| Figure IV.4- le graphe N (les éléments les moins fiables)..... | 50 |
| Figure IV.5- le graphe NT(les éléments les moins disponibles)..... | 50 |
| Figure IV.6- le graphe t (les éléments les moins maintenables)..... | 51 |
| Figure IV.7- nature de type de maintenance en % | 53 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau II.1-Les quatre questions de base de l'AMDEC..... | 20 |
| Tableau II.2-Questions de détermination de priorité de l'AMDEC..... | 21 |
| Tableau II.3-Tableau d'AMDEC..... | 22 |
| Tableau II.4-grille de cotation de la fréquence..... | 22 |
| Tableau II.5-grille de cotation de la gravité..... | 23 |
| Tableau II.6-grille de cotation de la détection..... | 23 |
| Tableau IV.1-la gamme opératoire..... | 45 |
| Tableau IV.2-les paramètres de SDF..... | 46 |
| Tableau IV.3-application d'AMDEC sur un système..... | 47 |
| Tableau IV.4-Historique d'une machine..... | 48 |
| Tableau IV.5-Tableau des coûts et des pannes cumulées (Application)..... | 48 |
| Tableau IV.6-N, Nt et t..... | 49 |
| Tableau IV.7-sur les méthodes de maintenance effectuée sur l'équipement..... | 52 |

Introduction générale :

La maintenance est l'une des fonctions de l'entreprise, mais elle n'est pas une fin en soi. À ce titre, elle est peu lisible et parfois méconnue des décideurs qui sous-estiment son impact. Et pourtant, elle devient une composante de plus en plus sensible de la performance de l'entreprise. Il est donc important de la mieux faire connaître. [1]

Au moment de la détermination de la politique de maintenance qui va être mise en œuvre sur un équipement ou une installation, le responsable de maintenance se trouve devant un dilemme : doit-il attendre l'apparition de la défaillance qui réduira en partie la fonction requise de l'équipement, ou bien doit-il faire l'impossible pour éviter que cette défaillance ne se développe et entraîne la panne du matériel ? Dans le premier cas on mettra en place une stratégie de maintenance corrective, alors que dans le second on s'orientera vers une stratégie de maintenance préventive.

Ceux qui assurent la fonction de maintenance ont pour mission, quelle que soit l'entreprise, d'accomplir toutes les tâches nécessaires pour que l'équipement soit opérationnel et ceci afin de :

- Permettre une exécution normale des opérations dans les meilleures conditions de coût, de sécurité et de qualité (le cas de production).
- Obtenir un service dans des meilleures conditions de sécurité.

On peut dire que la maintenance est l'ensemble des opérations (dépannage, graissage, visite, réparation, amélioration, ...) qui permettent de conserver le potentiel du matériel donc en état de stabilité pour assurer la continuité du matériel et la qualité de la production dans les conditions de sécurité. Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimum.

Notre travail consiste à réaliser une étude de l'application de différentes méthodes prévisionnelles des défaillances sur un site industriel, l'ECST : l'entreprise de céramique sanitaire Ténès.

Pour mener à bien notre travail, nous avons procédé par étapes illustrées comme suit :

- Chapitre I : la sûreté de fonctionnement SDF.
- Chapitre II : méthodes de diagnostic de défaillance.
- Chapitre III : la présentation de l'entreprise ECST et ces différents processus.
- Chapitre VI : illustration et application de SDF et les méthodes sur l'entreprise.
- Finalement, ce travail sera clôturé par une conclusion générale

Chapitre I

I.1-Introduction :

Les préoccupations dites de sécurité sont très présentes dans le monde des machines-outils ou dans les procédés continus comme l'industrie. Dans les applications de type manufacturier, les préoccupations sont plutôt liées à la disponibilité. Dès lors que la sécurité ou la disponibilité d'un système est mise en défaut, on incrimine sa fiabilité. Enfin, en cas de dysfonctionnement, il convient de remettre le système en conditions de fonctionnement initial : c'est là qu'intervient la maintenabilité. Ces quatre caractéristiques constituent la sûreté de fonctionnement d'un dispositif

I.2 -Définition de la sûreté de fonctionnement :

La sûreté de fonctionnement est une notion générique qui mesure la qualité de service délivré par un système, de manière à ce que l'utilisateur ait en lui une confiance justifiée.

Cette confiance justifiée s'obtient à travers une analyse qualitative et quantitative des différentes propriétés du service délivré par le système, mesurée par les grandeurs probabilistes associées : fiabilité, maintenabilité, disponibilité, sécurité.

Le terme "sûreté de fonctionnement", inventé voici trente ans pour englober plusieurs concepts, n'a pas d'équivalent exact en langue anglaise.

En France, la sûreté de fonctionnement regroupe quatre notions.

I.2.1-Les quatre notions de la SDF : [2]

- La fiabilité : aptitude d'un système à rester constamment opérationnel pendant une durée donnée, c'est la probabilité d'un dispositif à accomplir une fonction requise dans des conditions d'utilisation données et pour une période de temps déterminée

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad \text{Equation (1)}$$

$R(t) = P \{ \text{d'un système non défaillant pendant } [0, t] \}$

- La maintenabilité : c'est l'aptitude d'un système à être remis rapidement dans un état opérationnel. Ainsi les systèmes dont les composants sont très facilement démontables peuvent bénéficier d'une meilleure maintenabilité que les autres.

$$M(t) = P \{ \text{système est réparé sur un intervalle } [0, t] \}$$

- La disponibilité : aptitude d'un système à être opérationnel au moment où il est sollicité.

C'est une notion importante pour un appareil de sécurité tel qu'un disjoncteur par exemple.

Une disponibilité importante est compatible avec une fiabilité faible, pour peu que l'appareil puisse être réparé très rapidement.

$$D(t) = P \{ \text{d'un système non défaillant à l' instant } t \}$$

- La sécurité : c'est l'aptitude d'un système à ne pas connaître de pannes considérées comme catastrophiques pendant une durée donnée.

I.2.2-Les études de sûreté de fonctionnement :

Elles constituent un préalable indispensable à la conception d'un système voulu sûr, et permet d'aider à la décision en :

- ✓ comprenant et identifiant les risques.
- ✓ optimisant l'architecture et comparant des solutions différentes.
- ✓ optimisant les moyens de soutien en comparant des solutions.
- ✓ justifiant les choix de façon rationnelle et démontrée.
- ✓ vérifiant la bonne atteinte des objectifs de sûreté de fonctionnement.

Elles peuvent aussi aider à l'optimisation en :

- ✓ diminuant le nombre de pannes qui seront observées durant la vie du système.
- ✓ optimisant économiquement la conception par le dimensionnement des équipements et des architectures au "juste nécessaire".
- ✓ rendant la maintenance plus ciblée et plus efficace.
- ✓ dimensionnant au plus juste les moyens de soutien nécessaires (stocks de pièces de rechange).

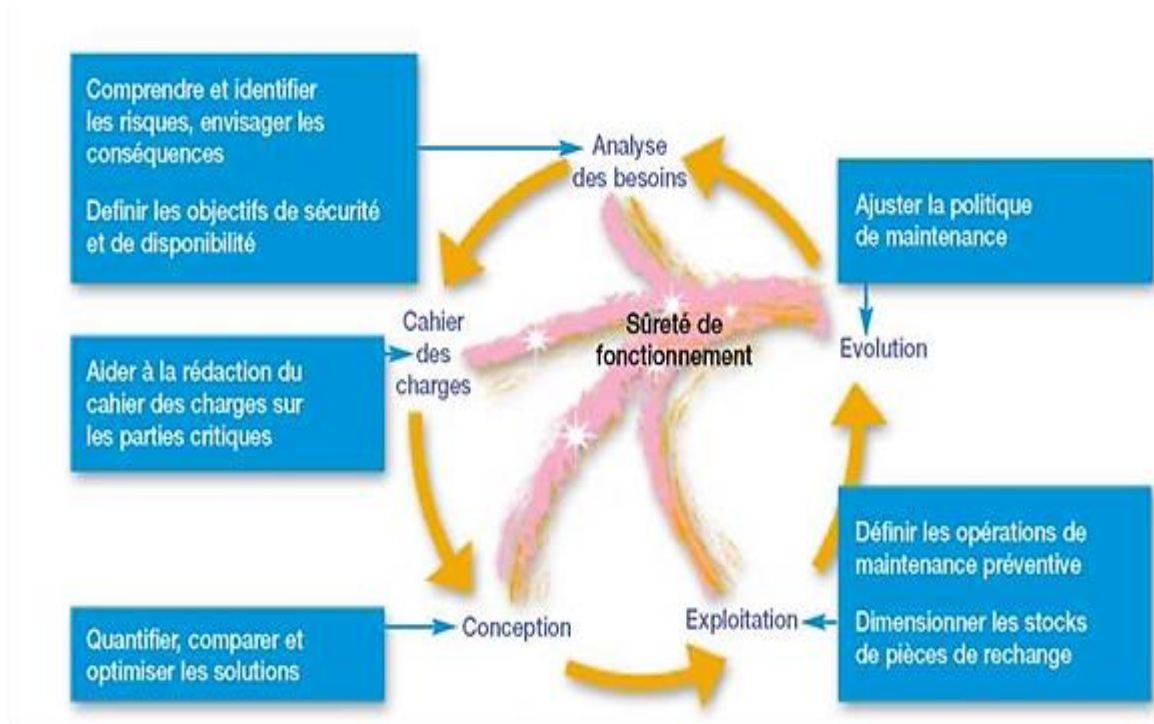


Figure I.1 : Les études de sûreté de fonctionnement

I.2.3- les indicateurs de la maintenance : [3]

- Indicateur de la fiabilité : MTBF

MTBF désigne le temps moyen entre défaillances consécutives

$$\text{MTBF} = \text{Somme des Temps de Bon Fonctionnement} / \text{nombre de défaillances} \quad \text{Equation (2)}$$

La Somme des Temps de Bon Fonctionnement inclut les temps d'arrêt hors défaillance et les temps de micro arrêts. La MTBF peut s'exprimer en unités plus parlantes pour les opérationnels, par exemple : nombre de pannes pour 100 heures de production

- Indicateur de la maintenabilité : MTTR

La maintenabilité s'entend, pour une entité utilisée dans des conditions données, comme la probabilité pour qu'une opération donnée de maintenance puisse être effectuée sur un intervalle de temps donné, lorsque la maintenance est assurée dans des conditions données et avec l'utilisation de procédures et moyens prescrits.

L'indicateur MTTR (Mean Time To Repair) littéralement : temps moyen pour réparer, exprime la moyenne des temps de tâches de réparation. Il est calculé en additionnant les temps actifs de maintenance ainsi que les temps annexes de maintenance, le tout divisé par le nombre d'interventions.

$$\text{MTTR} = \text{Temps d'arrêt Total} / \text{nombre d'arrêts} \quad \text{Equation (3)}$$

➤ Indicateur de la disponibilité

La notion de disponibilité exprime la probabilité qu'une entité soit en état de "disponibilité" dans des conditions données à un instant donné en supposant que la fourniture des moyens extérieurs soit assurée.

La disponibilité, ou taux de disponibilité est le rapport du "Temps effectif de disponibilité" : Temps requis ou encore le rapport du Temps de fonctionnement / (Temps de fonctionnement+ Temps propre d'indisponibilité).

La disponibilité s'exprime en fonction des indicateurs précédents de la manière suivante :

$$\text{Disponibilité} = \text{MTBF} / (\text{MTTR} + \text{MTBF}) \quad \text{Equation (4)}$$

I.2.4-Les estimateurs de la maintenance :

A- L'estimateur de la fiabilité $\lambda(t)$:

Représente la probabilité de l'apparition d'une défaillance à l'instant t

$$\lambda(t) = 1/\text{MTBF} \quad \text{Equation (5)}$$

B- L'estimateur de la maintenabilité $\mu(t)$:

L'estimateur d'un bien à être réparé ou dépanné

$$\mu(t) = 1/\text{MTTR} \quad \text{Equation (6)}$$

I.3-les défaillances : [4]

I.3.1-Définition :

Les défaillances sont à la maintenance ce que les maladies sont à la médecine. Il serait donc illusoire de vouloir effectuer un dépannage ou une réparation sur un matériel sans avoir au préalable élucidé la nature de la défaillance à remédier.

Définition de la défaillance selon la norme (AFNOR). « Altération ou cessation d'un bien à accomplir sa fonction requise ».

La défaillance est la conséquence d'un défaut, dont la cause est une faute.



Figure I.2 : Origine de la défaillance

Synonymes usuels non normalisés : « failure » (anglais), dysfonctionnement, dommages, dégâts, anomalies, avaries, incidents, défauts, pannes, détériorations.

I.3.2- Classification des défaillances :

A- En fonction de son origine :

- Défaillances de causes intrinsèques : défaillances dues à une mauvaise conception du bien, à une fabrication non conforme du bien ou à une mauvaise installation du bien. Les défaillances par usure (liées à la durée de vie d'utilisation) et par vieillissement (liées au cours du temps) sont des défaillances intrinsèques.
- Défaillance de causes extrinsèques : défaillances de mauvais emploi, par fausses manœuvres, dues à la maintenance, conséquences d'une autre défaillance.

B- En fonction de la rapidité de la manifestation :

- Défaillance progressive : défaillance qui aurait pu être prévue par un examen ou une surveillance antérieure.
- Défaillance soudaine : défaillance qui n'aurait pas pu être prévue par un examen ou une surveillance antérieure.

C- En fonction du degré d'importance :

- Défaillance partielle : défaillance résultant de déviations d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, mais telle qu'elle n'entraîne pas une disparition complète de la fonction requise.
- Défaillance complète : défaillance résultant de déviations d'une ou des caractéristiques au-delà des limites spécifiées, telle qu'elle entraîne une disparition complète de la fonction requise.

- Défaillance intermittente : défaillance d'un dispositif pour une période de temps limité, après laquelle le dispositif retrouve son aptitude à accomplir la fonction requise sans avoir été soumis à une action corrective extérieure. De telles défaillances sont souvent répétitives.

D- En fonction des causes :

- Défaillance due à une faiblesse inhérente : défaillance attribuable à une faiblesse inhérente au dispositif lui-même lorsque les contraintes ne sont pas au-delà des possibilités données du dispositif (faiblesse due à la conception ou à la réalisation du dispositif).
- Défaillance due à un mauvais emploi : défaillance attribuable à l'application de contraintes au-delà des possibilités données du dispositif.
- Défaillance première : défaillance d'un dispositif dont la cause directe ou indirecte n'est pas la défaillance d'un autre dispositif.
- Défaillance seconde : défaillance d'un dispositif dont la cause directe ou indirecte est la défaillance d'un autre dispositif.

E- En fonction des conséquences :

- Défaillance critique : défaillance qui empêche l'accomplissement de la mission et fait encourir des risques de blessures graves à des personnes ou des dégâts très importants au matériel. Ce type de défaillance est pris en compte dans les études de sécurité.
- Défaillance majeure : défaillance autre que critique, qui risque de réduire l'aptitude d'un dispositif plus complexe à accomplir la fonction requise.
- Défaillance mineure : défaillance autre que critique, qui ne réduit pas l'aptitude d'un dispositif plus complexe à accomplir la fonction requise.

I.5-Conclusion :

La sûreté de fonctionnement SDF, terme générique rassemblant la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des systèmes, est aujourd'hui un facteur décisif dans les choix de stratégie technologique, économique et sociétale d'un projet.

Son but est de mesurer la qualité de service délivré par un système, de manière à ce que l'utilisateur ait en lui une confiance justifiée. Cette confiance justifiée s'obtient à travers une analyse qualitative et quantitative des différentes propriétés du service délivré par le système, mesurée par les grandeurs probabilistes.

Chapitre II

II.1-Introduction :

Que l'on soit concepteur ou exploitant d'une machine, l'on s'interroge sur sa fiabilité. Quelles sont les problèmes auxquels on doit s'attendre de la part de cette machine ? La réponse à cette question passe par la mise en œuvre de méthodes de maintenance.

L'analyse des défaillances peut s'effectuer :

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

II.2-Analyse quantitative des défaillances : [6]

L'analyse quantitative d'un historique va permettre de dégager des actions d'amélioration, donc identifié les défaillances à approfondir afin de les corriger et les prévenir.

Analyser quantitativement les résultats des diagnostics constitue ainsi un axe de progrès. Les données chiffrées à saisir doivent être les suivantes :

- A- dates des interventions correctives (jours, heures) et nombre N de défaillances ; ces éléments permettront de calculer les périodes de bon fonctionnement (UT = Up Time), les intervalles de temps entre deux défaillances consécutives (TBF = Time Between Failures) et leur moyenne (MTBF) ; ces données permettront de caractériser la fiabilité des équipements.
- B- temps d'arrêt de production (DT = Down Time) consécutifs à des défaillances, y compris ceux des « micros défaillances » ; tous les événements sont systématiquement consignés, même les plus anodins.
- C- durées d'intervention maintenance (TTR = Time To Repair) et leur moyenne (MTTR) ; ces données permettront de caractériser la maintenabilité des équipements.

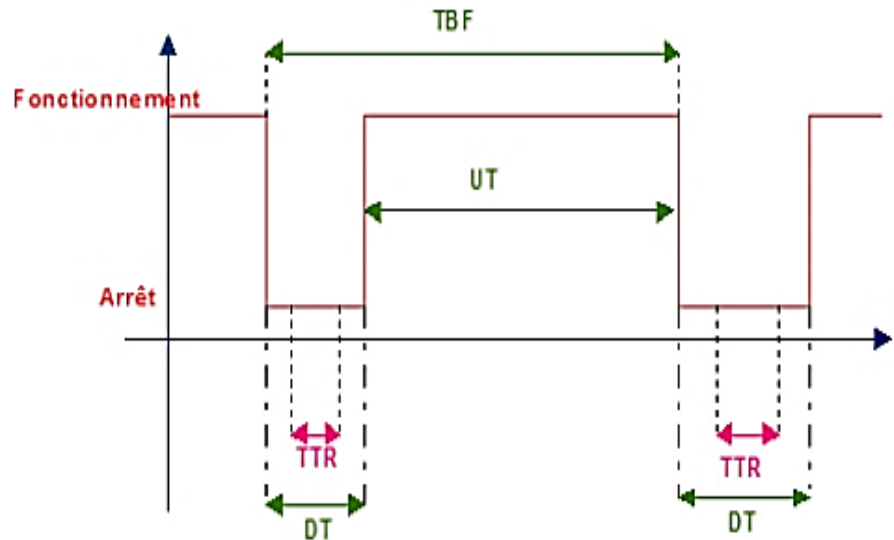


Figure II.1 Analyse des temps

II.3-Méthode ABC

Parmi la multitude de préoccupations qui se posent à un responsable de maintenance, il lui faut décider quelles défaillances doivent être étudiées et/ou améliorées en premier. Pour cela, il faut déceler celles qui sont les plus importantes et dont la résolution ou l'amélioration serait le plus rentable, en particulier en terme de coûts d'indisponibilité.

La méthode ABC apporte une réponse. Elle permet l'investigation qui met en évidence les éléments les plus importants d'un problème afin de faciliter les choix et les priorités. On classe les événements (pannes par exemple) par ordre décroissant de coûts (temps d'arrêts, coût financier, nombre, etc..), chaque événement se rapportant à une entité. On établit ensuite un graphique faisant correspondre les pourcentages de coûts cumulés aux pourcentages de types de pannes ou de défaillances cumulés. Sur le schéma figure II.2, on observe trois zones. [6]

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

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

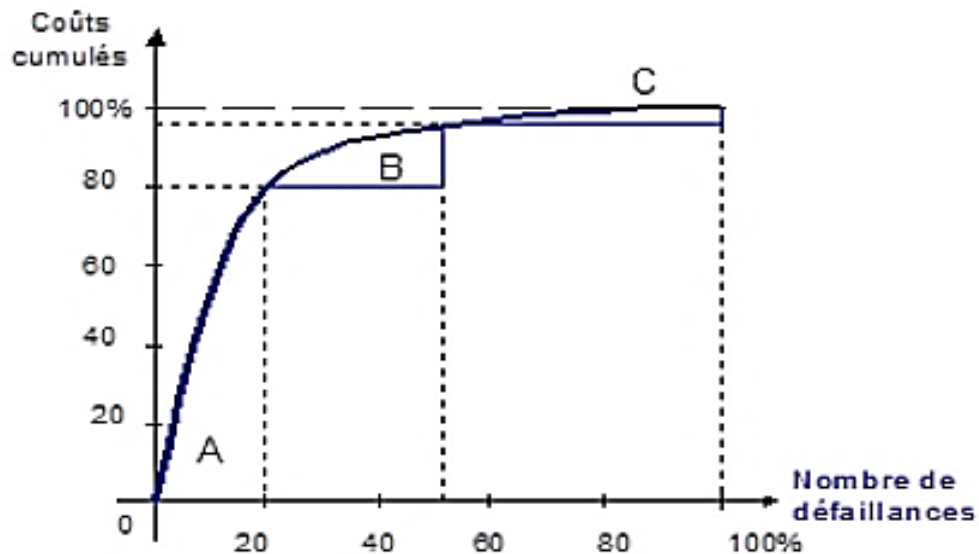


Figure II.2 Diagramme de Pareto ou courbe ABC

II.3.1- les avantages :

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

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

II.3.2-L'inconvénient :

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

II.3.3- Diagrammes de Pareto en N, Nt et t

Le service maintenance peut exploiter cette méthode en allant beaucoup plus loin :

- On dresse un tableau regroupant les sous-ensembles, le nombre de défaillances N, les temps d'arrêt par sous-ensemble Nt et la moyenne des temps d'arrêt \bar{t} .
- On élabore les diagrammes en bâtons N, Nt et t ; ils permettront de déterminer la priorité de prise en charge des sous-ensembles par le service maintenance.
- Le graphe en N oriente vers l'amélioration de la fiabilité.
- Le graphe en Nt est un indicateur de disponibilité, car Nt estime la perte de disponibilité de chaque sous-ensemble.
- Le graphe en t oriente vers la maintenabilité, c'est à dire l'amélioration de l'aptitude à la maintenance.

II.4- Arbre de défaillances :

II.4.1-Definition: [6]

C'est une méthode déductive qui consiste à partir d'un événement redouté ER de chercher toutes les causes immédiates, nécessaires et suffisantes et leurs combinaisons, ces combinaisons sont exprimées par des portes logiques OU/ET.

L'arbre de défaillance est une méthode d'analyse qui a deux aspects :

- Aspect qualitatif : Il vise à examiner dans quel proportion une défaillance correspondante à un évènement de base peut se propager dans l'enchaînement des causes jusqu'à l'évènement final.
- Aspect quantitatif : Il vise à estimer à partir des probabilités d'occurrence des évènements de base, la probabilité d'occurrence de l'évènement final ainsi que des évènements intermédiaire.

II.4.2- Les types des évènements d'un arbre de défaillance :

- Évènement redouté : est l'évènement indésirable pour lequel nous faisons l'étude de toutes les causes qui y conduisent, cet évènement est unique pour un arbre de défaillance et se trouve au sommet de l'arbre.
- Évènement intermédiaire : sont des évènements à définir, ils sont des causes pour d'autres évènements.
- Évènement élémentaire : sont des évènements correspondant au niveau le plus détaillé de l'analyse de système, il représente des défaillances des composants qui constitue le système étudié.

II.4.3-Symbolisme

Cet outil utilise un symbolisme qu'on utilise également sur les circuits logiques. On parle aussi de logigramme de dépannage. Ce symbolisme est donné par la figure II.3

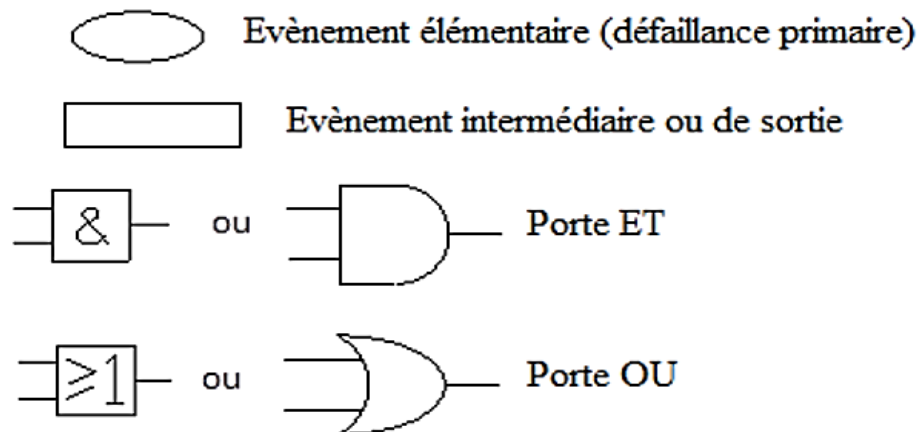


Figure II.3. Symbolisme des arbres de défaillances

II.4.4- Construction de l'arbre de défaillances :

Pour construire un arbre de défaillance, on peut utiliser l'organigramme de la figure II.4 [6].

Notons que cette construction est tout à fait qualitative.

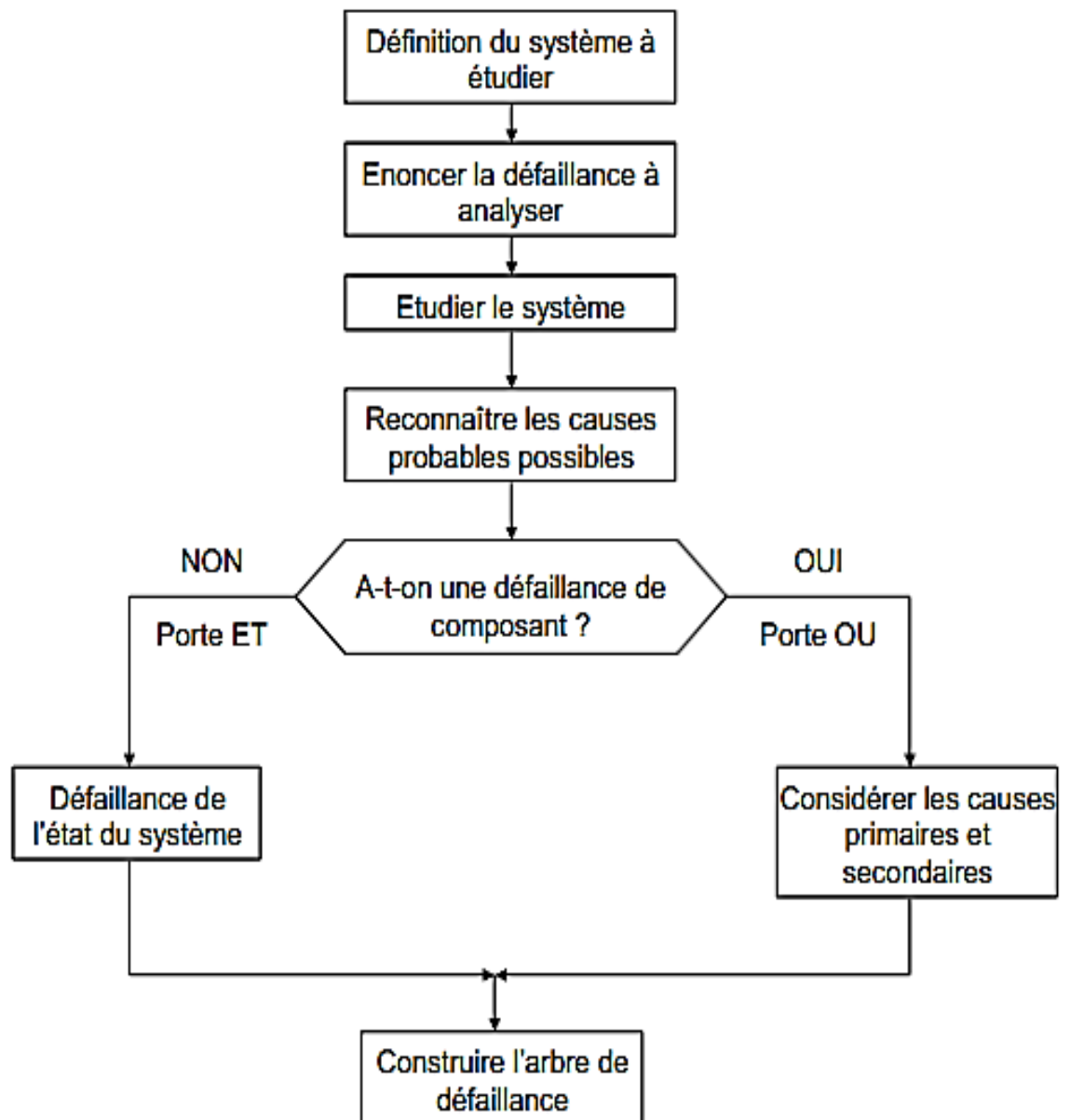


Figure II.4. Construction de l'arbre de défaillance

II.4.5- Les avantages de l'arbre de défaillance :

- Rechercher les événements élémentaires ou leurs combinaisons qui conduisent à un événement redouté.
- La représentation graphique des liaisons entre les événements, il y'a autant d'arbre de défaillance à construire que d'évènement redouté retenu.
- L'analyse qualitative : cette analyse permet de déterminer les faiblesses des systèmes, elle fait dans le but de proposer des modifications à fin d'améliorer la fiabilité de système.
- L'évaluation de la probabilité d'apparition de l'évènement redouté connaissant la probabilité des événements élémentaires.
- C'est une analyse quantitative qui permet de déterminer d'une manière quantitative des caractéristiques de fiabilité du système étudié.

II.4.6-Les inconvénients :

L'utilisation de l'arbre de défaillance devient inefficace ou difficilement applicable lorsque les caractéristiques suivantes apparaissent :

- Dépendance entre les événements : les calculs de probabilité d'occurrence effectués par le biais de l'arbre de défaillance sont basé sur une hypothèse d'indépendance des événements de base entre eux (par exemple, la probabilité d'apparition d'un événement de base ne peut pas dépendre de l'apparition d'autre événement de base).
- La taille de l'arbre : l'arbre doit être divisé en sous-arbres, et la lisibilité ainsi que la compréhension du modèle deviennent alors plus difficiles.

II.5- AMDEC:

II.5.1-Definition : [6]

L'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticités (AMDEC) est une méthode d'élimination des défaillances applicable à tous types de systèmes.

C'est surtout un outil d'aide à la conception qui permet de prendre en compte les défaillances réelles et potentielles et de les corriger le plus rapidement possible. Cette méthode est applicable tout le long du cycle de vie du système pour le maîtriser et l'améliorer. Au cours du cycle de vie du système, l'AMDEC permet d'agir sur les causes de défaillance les plus critiques afin de se rapprocher des zéro défaillances. Les objectifs d'une AMDEC sont :

- L'amélioration des systèmes (objectif fiabilité).
- Le diagnostic des défaillances (objectif maintenance).
- La maîtrise du fonctionnement (objectif performance attendue).

II.5.2- Historique et domaines d'application : [7]

L'AMDEC a été créée aux Etats-Unis par la société Me Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement sous le nom de FMEA pour évaluer l'efficacité d'un système. Dans un contexte spécifique, cette méthode est un outil de fiabilité. Elle est utilisée pour les systèmes où l'on doit respecter des objectifs de fiabilité et de sécurité. A la fin des années soixante-dix, la méthode fut largement adoptée par Toyota, Nissan, Ford, BMW, Peugeot, Volvo, Chrysler et d'autres grands constructeurs d'automobiles.

La méthode a fait ses preuves dans les industries suivantes : spatiale, armement, mécanique, électronique, électrotechnique, automobile, nucléaire, aéronautique, chimie, informatique et plus récemment, on commence à s'y intéresser dans les services. Dans le domaine de l'informatique la méthode d'Analyse des Effets des Erreurs Logiciel (AEEL) a été développée. Cette accroche consiste en une transcription de l'AMDEC dans un environnement de logiciels.

Aujourd'hui, dans un contexte plus large comme celui de la qualité totale, la prévention n'est pas limitée à la fabrication. Il est maintenant possible d'anticiper les problèmes dans tous les systèmes du processus d'affaires et de rechercher à priori des solutions préventives. C'est pourquoi l'application de l'AMDEC dans les différents systèmes du processus d'affaires est très

utile, souvent même indispensable. Cette méthode est donc considérée comme un outil de la qualité totale.

Il est important de souligner que l'utilisation de la méthode se fait avec d'autres outils de la qualité et cette combinaison augmente considérablement la capacité et l'efficacité de la méthode (certains exemples sont mentionnés plus loin).

II.5.3-Les types d'AMDEC : [6]

Il existe plusieurs types d'AMDEC, parmi les plus important, mentionnons :

- AMDEC-organisation: s'applique au niveau différents niveaux de processus d'affaires; du premier niveau qui englobe le système de gestion, le système d'information, le système production, le système personnel, le système marketing et le système finance, jusqu'à au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche de travail
- AMDEC-produit ou AMDEC-projet : est utilisée pour étudier en détail la phase de la conception du produit ou d'un projet. Si le produit comprend plusieurs composants, on applique AMDEC-composants.
- AMDEC-processus : s'appliquée a des processus de fabrication. Elle est utilisée pour analyser et évaluer la criticité de toutes défaillances potentielles d'un produit engendrées par son processus. Elle peut être aussi utilisée pour les postes de travail.
- L'AMDEC-moyen s'applique à des machines, des outils, des équipements et appareils de mesure, des logiciels et des systèmes de transport interne.
- L'AMDEC-service s'applique pour vérifier que la valeur ajoutée réalisée dans le service correspondre aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillances.
- L'AMDEC-sécurité s'applique pour assurer la sécurité des opérateurs dans les procédés où il existe des risques pour ceux-ci.

II.5.4-Déroulement de l'AMDEC : [8]

- Étape 1: Initialiser

Constituer un groupe de travail de personnes de domaines divers pour avoir plusieurs visions.

Formaliser le sujet, les objectifs et les limites.

- Étape 2: Analyser.

Consiste à étudier de façon réaliste les points à risques imaginables est connus par expérience et leurs conséquences pour le client (cause, mode, effet, détection).

Analyse fonctionnelle du besoin (=gravité), analyse fonctionnelle technique (= mode).

➤ Étape 3: Évaluer.

Évaluer et hiérarchiser les défaillances potentielles à partir de barèmes préétablis.

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

* Indice de gravité: G (la non qualité ressentie).

* Indice de non-détection: D (probabilités qu'une cause ou un mode atteigne le client).

Calcul de l'Indice de Priorité de Risque nommé aussi la criticité C : $IPR = G \times F \times D$.

Décider de faire des plans d'action pour les IPR supérieurs aux seuils.

➤ Étape 4: Recherche des solutions.

Trouver des solutions à mettre en place pour résoudre les défaillances rencontrées (souvent lors de séances de brainstorming).

➤ Étape 5: Suivre.

Analyser les solutions correctives proposées jusqu'à ce que les IPR (C) soient inférieurs aux seuils.

➤ Étape 6: Appliquer.

Les solutions correctives, validées lors du suivi, sont appliquées.

Étape très importante car on corrige effectivement les défaillances potentielles.

➤ Étape 7: Vérifier.

Vérifier l'efficacité des mesures prises sur le terrain.

Capitaliser l'expérience en archivant l'étude dans une base de données

L'organigramme représentant ces différentes étapes est donné par la figure II.5

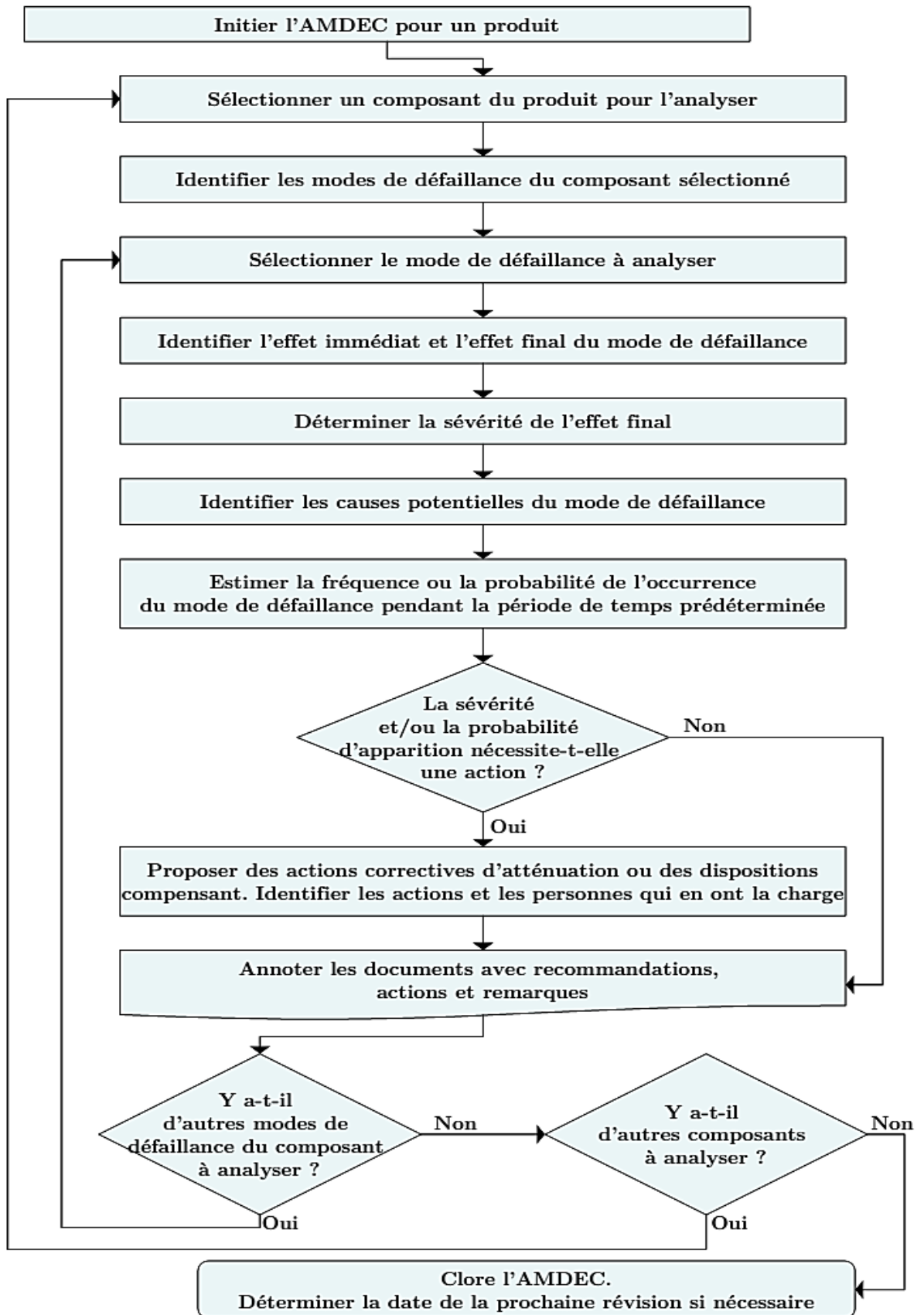


Figure II.5. Organigramme de la méthode AMDEC (AFNOR)

Il nous semble utile de synthétiser le travail AMDEC de la manière suivante (son déroulement) : quatre questions nous suffisent pour vous donner une première approche de la logique suivie et pour vous aider à comprendre que l'AMDEC est une façon de penser, une méthode de travail, et non un formulaire à remplir (Tableau II.1).

Tableau II.1 Les quatre questions de base de l'AMDEC [9]

| Modes de défaillance potentielle | Effets possibles | Causes possibles | Plan de surveillance |
|---|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Qu'est-ce qui pourrait aller mal ? | Quels sont les effets ? | Quels sont les causes ? | Comment faire pour voir ça ? |

La logique AMDEC est suit ces quatre questions, pour tous les types d'AMDEC existantes:

- Des modes de défaillances potentielles, réponse à la question de base : « Qu'est-ce qui pourrait aller mal ? »
- Des effets possibles, réponse à la question : « Quels pourraient être les effets entraînés par ce mode de défaillance potentielle ? »
- Des causes possibles, réponse à la question : « Quelles pourraient être les causes à l'origine de ce mode de défaillance potentielle ? »
- Des moyens de détection, réponse à la question : « Comment faire pour voir si cela se produit ? »

II.5.5-La détermination des priorités

S'ajoutent à nos quatre questions de base les questions de détermination de priorité qui viendront aider le groupe à trier les préoccupations, à savoir ce qui est important, et ce qui l'est moins. Surtout, ces questions permettront de savoir par où commencer le travail.

Lorsque nous parlons de priorité, nous nous inscrivons dans la logique d'amélioration continue, et à ce titre l'AMDEC est un outil de base puisqu'elle vous permettra de répondre aux questions : « Si je ne peux faire qu'une seule action, laquelle faire ? Si je ne peux faire que deux actions, lesquelles ?... »

Mais comme on le conçoit aisément, ce travail d'amélioration devra se poursuivre, sans fin...

Nous déterminerons des priorités, en travaillant sur trois critères :

- la cotation de la gravité des effets, première hiérarchisation qui vous permettra de pondérer votre réponse en fonction des conséquences imaginées, pour chaque problème potentiel listé.
- la cotation de la probabilité d'apparition, appelée aussi occurrence (uniquement à cause d'un manque de traduction évident, entre l'anglais et le français), afin d'estimer si le mode de défaillance potentielle risque de se produire, et à quelle fréquence.
- la cotation de non-détection, qui vous permettra de juger de la capacité des actions de contrôle prévues à détecter l'apparition des problèmes.

Nous pouvons synthétiser cet outil de détermination de priorités par des questions, comme pour les étapes précédentes (Tableau II.2).

Tableau II.2 : Questions de détermination de priorité de l'AMDEC [9]

| Gravité | Occurrence | Non-détection | IPR (C) |
|---|--|--|---|
| Quelle est la gravité relative des effets ? | Quelle est la probabilité relative d'apparition des causes ? | Quelle est l'efficacité relative des contrôles ? | Quelles est la priorité des points listés ? |

Dans un premier temps le groupe initialise l'étude AMDEC en mettant au point les supports de l'étude :

- Définir le système étudié, ses limites et les différents composants
- Réaliser le tableau qui permet d'analyser le système sous une forme structuré et claire (tableau II.3)
- Mettre au point les barèmes de fréquence, de gravité et de non-détection qui seront utilisés pour calculer la criticité.

Tableau II.3 : Tableau d'AMDEC

| N° | Fonction | Mode de défaillances | Causes | Effet sur système et/ou sous-système | F | G | D | C | Remarques |
|----|----------|----------------------|--------|--------------------------------------|---|---|---|---|-----------|
| | | | | | | | | | |

II.5.6-Methode G.F.D de cotation de la criticité :

C'est la méthode la plus universelle, elle peut être utilisée en AMDEC prévisionnelle (conception) ou en AMDEC opérationnelle (exploitation). Les indices de fréquence F, de gravité G et de détection D sont définis de la façon suivante.

A- Indice de fréquence :

C'est l'indice relatif à la fréquence d'apparition de la défaillance. Cette fréquence exprime la probabilité combinée d'apparition du mode de défaillance par l'application de la défaillance.

Elle est cotée de la façon suivante :

Tableau II.4 : grille de cotation de la fréquence

| Niveau de la fréquence F | N° | Définition des niveaux |
|--------------------------|----|---|
| Fréquence très faible. | 1 | Défaillance rare <ul style="list-style-type: none"> Moins d'une défaillance par an |
| Fréquence faible. | 2 | Défaillance possible <ul style="list-style-type: none"> Moins d'une défaillance par trimestre |
| Fréquence moyenne | 3 | Défaillance fréquente <ul style="list-style-type: none"> Moins d'une défaillance par semaine |
| Fréquence forte | 4 | Défaillance très fréquente <ul style="list-style-type: none"> Plusieurs défaillances par semaine |

B- Indice de gravité G :

C'est l'indice relatif aux conséquences provoquées par l'apparition du mode de défaillance en termes de temps d'intervention, qualité des pièces produite, et de sécurité des hommes ou des biens. Il est coté de la façon suivante :

Tableau II.5 : grille de cotation de la gravité

| Niveau de la gravité | N° | Définitions des niveaux |
|-----------------------|----|--|
| Gravité mineure | 1 | Défaillance mineure <ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de production inférieur à 1h • Aucune dégradation notable du matériel |
| Gravité moyenne | 2 | Défaillance moyenne <ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de production de 1 à 8h • Remise d'état de court durée ou une petite réparation sur place nécessaires |
| Gravité critique | 3 | Défaillance critique <ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de production de 8 à 48 heures • Changement du matériel défectueux nécessaire |
| Gravité très critique | 4 | Défaillance très critique <ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de production de 2 à 7 jours • Intervention importante sur sous ensemble |
| Gravité majeure | 5 | Défaillance majeure <ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de production supérieur a 7 jours • Intervention nécessitent moyens couteux |

C- Indice de détection D :

C'est l'indice relatif à la possibilité de détecter la défaillance avant qu'elle ne produise l'effet.

Il est coté de la façon suivante :

Tableau II.6 : grille de cotation de la détection

| Niveau de la détection D | N° | Définition des niveaux |
|--------------------------|----|---|
| Détection évidente | 1 | Défaillance précocement détectable <ul style="list-style-type: none"> • Signe avant-coureur évidant d'une dégradation |
| Détection possible | 2 | Défaillance détectable <ul style="list-style-type: none"> • Existence de signe avant-coureur mais il y a un risque que le signe ne soit pas aperçu |
| Détection improbable | 3 | Défaillance difficilement détectable <ul style="list-style-type: none"> • Le signe avant-coureur difficilement détectable |
| Détection impossible | 4 | Défaillance indétectable <ul style="list-style-type: none"> • Il n'existe aucun signe avant-coureur |

D- Indice de la criticité :

Il se calcule par le produit des trois indices suscités plus haut, son expression est : $C = G * F * D$

C'est donc ce critère qui permettra de hiérarchiser les défaillances et de recenser celles dont le niveau de criticité est supérieur à une limite constante et caractéristique du dispositif considéré.

II.5.7-Les avantages généraux de la méthode AMDEC

La méthode AMDEC confronté les connaissances de tous les secteurs d'activité de l'organisation, pour obtenir, dans un ordre que nous avons cherché à rendre significatif, les résultats suivants :

- La satisfaction du client est l'objectif majeur de l'AMDEC, un objectif contre lequel personne ne peut aujourd'hui s'élever. S'il n'y avait que ce seul argument en faveur de l'AMDEC, il devrait suffire à la rendre indispensable dans nos organisations.
- Le pilotage de l'amélioration continue par la gestion de plan d'actions. L'élaboration et la gestion de ces plans seront, avec les mises à jour régulières de l'AMDEC, un des moyens majeurs de faire vivre l'amélioration continue et de démontrer sa mise en œuvre.
- L'amélioration de la stabilité des produits, procédés, services, machines... Il s'agit en priorité d'agir sur les choses qui gênent, déstabilisent, compliquent... Vous utiliserez l'AMDEC pour rendre plus stable, mieux maîtrisé, mieux connu, mieux compris, moins dangereux..., ce sur quoi vous travaillez.
- L'optimisation des contrôles, des tests, des essais, et non pas renforcement de ces mêmes contrôles. L'AMDEC vous aide à ne faire des contrôles que sur les points qui le nécessitent.
- L'élimination des causes de défaillances C'est un des objectifs majeurs de l'AMDEC qui se traduira par la mise en place de mesures préventives.
- L'expérience écrite À partir du raisonnement AMDEC, certaines organisations vont être amenées à passer d'une culture orale à une culture écrite. L'AMDEC est un des moyens de faire comprendre à tous les membres d'une organisation.

II.5.8-Les inconvénients : [10]

- Cout d'utilisation trop élevés.
- Lourdeur d'application car sa réalisation exige un travail souvent important et fastidieux.
- La gravité est parfois difficile à évaluer, et pose des problèmes quand il s'agit de sécurité.
- La méthode peut être réalisée seulement par le personnel qui possède de l'expérience et de la compétence.

II.6-Conclusion :

Nous avons présenté les différentes méthodes d'analyse à partir d'une banque de données de défaillances pour éviter la panne et agir rapidement.

Parmi les méthodes que nous citons, la maîtrise des risques à l'aide de la méthode AMDEC qui permet de mener les actions préventives, c'est-à-dire de résoudre les problèmes avant que ceux-ci ne se présentent. Si cette méthode est suivie tout au long du cycle de vie de produit, la production sera améliorée.

Chapitre III

III.1- Introduction :

La céramique est une pratique connue bien avant le monde de l'industrialisation et qui n'a pas cessé de se développer. Elle est préparée à partir des matières premières telles que les Kaolins. Les argiles, les feldspaths, le sable et autres, ces matières mélangées avec de l'eau, donnent une pâte qui après coulage, émaillage, séchage et cuisson produit des pièces de céramique.

Les céramiques peuvent garder leur solidité même à des températures très élevées. Elles ont généralement une conductivité thermique faible, elles sont opaques, elles résistent à l'acide et ils sont très solides.

Les matériaux de construction et en particulier les produits à base d'argile jouent un rôle très important dans la vie de l'être humaine, ils ont une influence relative au développement de la culture, de la technique et la technologie.

L'homme s'est penché trop sur l'utilisation de l'argile comme la faïence, les vitrés et les grés.

Selon ces propriétés, on distingue la céramique fine pour qui une importance particulière est accordée actuellement à travers le monde.

Les produits sont classés en deux groupes :

- les produits poreux, cuits assez durs.
- les produits bien cuits qui sont denses, très durs et de cassures.

Dans le premier groupe nous travaillons les produits grés fins et sanitaire et le vitrés.

III.2-Présentation de l'entreprise :

III.2.1-Historique de l'unité : [11]

Société nouvelle céramique sanitaire SPA; Entreprise du Céramique sanitaire, elle était liée à l'entreprise nationale des matériaux de construction, en Octobre 1982, elle a été divisée en deux entreprises :

- Céramique de l'ouest :

Elle est située à Télemcen, elle produit en générale les matériaux de construction comme : les lavabos, les porte-savons, les accessoires de douche et toilette...etc.

➤ Céramique de l'est :

Elle est située à Constantine, elle produit les mêmes produits que l'E.C.O, mais en plus les accessoires ménagers comme : les assiettes, tasses de café ... etc.

Après la réorganisation générale des entreprises nationales en 1988 ; l'E.C.O est divisée en trois usines :

- L'usine de céramique sanitaire de Ramchi (E.C.S.R, W Témcen).
- L'usine de céramique sanitaire d'Elghazaouat (E.C.S.G, W Témcen).
- L'usine de céramique sanitaire du Ténès (E.C.S.T W Chlef).

III.2.2-Présentation de l'usine de Ténès (E.C.S.T):

La filiale céramique est située à environ 5 km au sud de la ville de TENES et à 48 km de la ville de CHLEF, est la grande et la plus moderne d'Afrique, et elle présente trois unités de production :

- Unité préparation (EMAUX-MOULE-BARBOTINE).
- Unité barbotine vitreux.
- Unité barbotine grés fins.

L'unité a une superficie de 15 hectares, et contient de (08) ateliers et bâtiment administratif. Le 18 Janvier 1975 un contrat fut signé avec le constructeur italien « SACMI ». En mars 1978, débutent les travaux de construction et prennent fin Avril 1979. La première ligne de production fut mise en service après plusieurs tests et une ultime vérification.

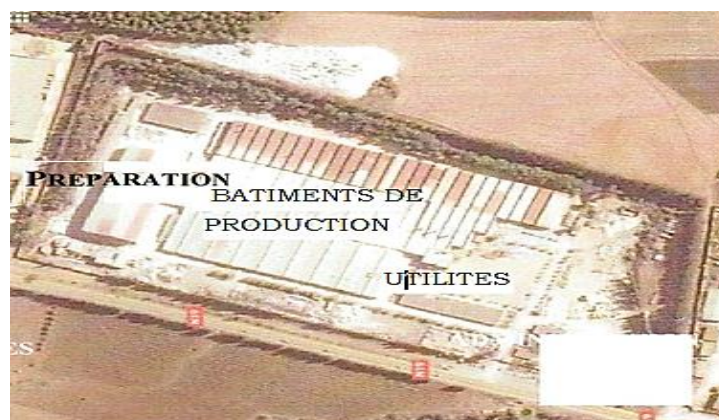


Figure III.1-situation géographique.

III.2.3-La fiche technique:

A - Gamme de production :

- Lavabo, lave main, colonnes pour lavabo.
- WC anglais, WC turcs.
- Evier, Simple, double bac, vide sauce.

B - Les matières premières :

Les matières premières utilisées dans la composition de la patte ont trois catégories :

- Un élément plastique qui permet le façonnage.
- Dégraissant fusible qui provoque la vérification
- Dégraissant quartzéux qui corrige la plasticité de la patte et complète la teneur nécessaire en silice.

C - Production des pièces des produits sanitaire par année :

- Usine vitreous : 500.000 pièces/année.
- Usine grés : 200.000 pièces / année.
- Total : 700.000 pièces / année.

III.2 .4-Organigramme de l'entreprise:

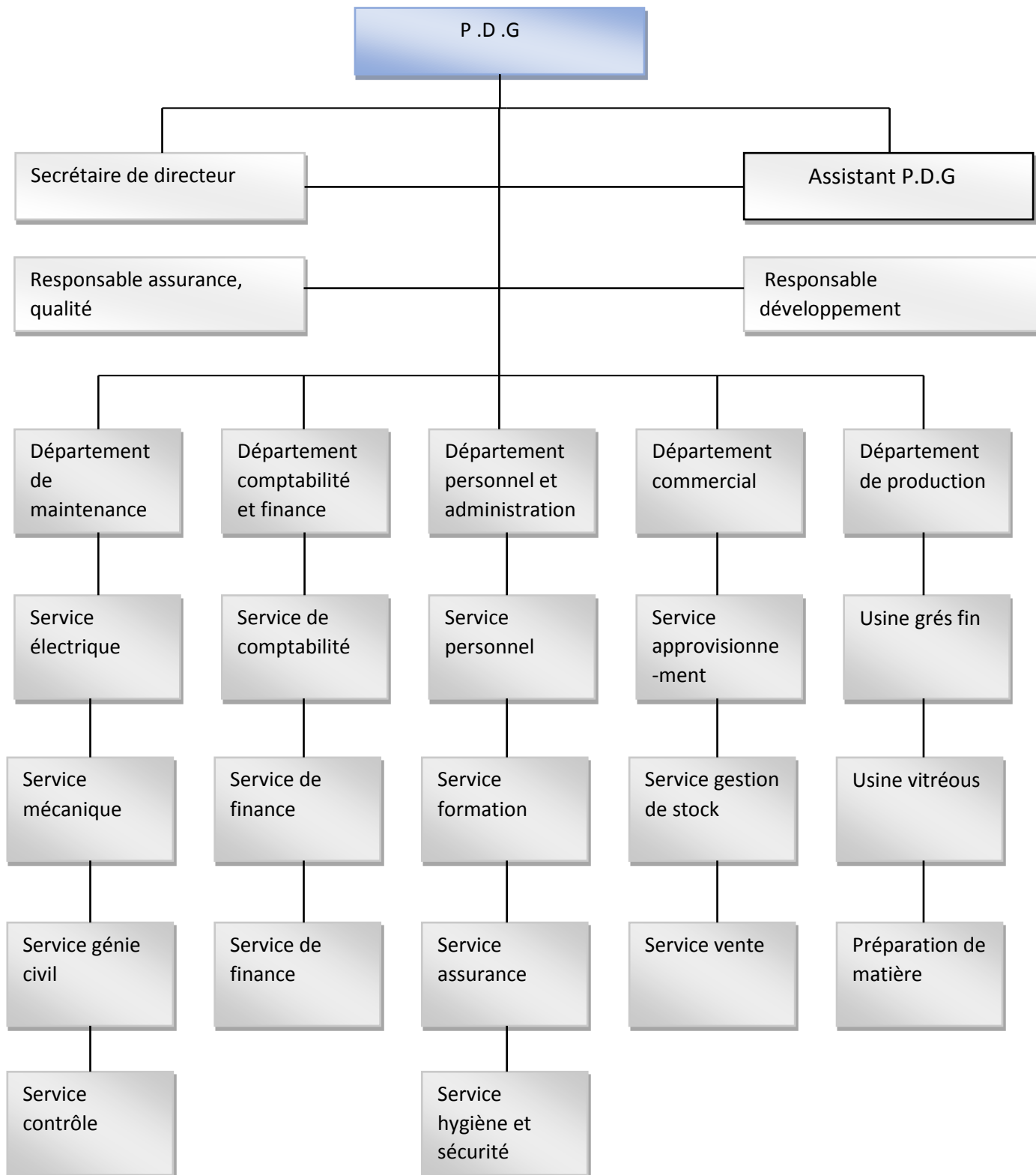


Figure III.2-1'organigramme de l'entreprise

III.3- Processus de production

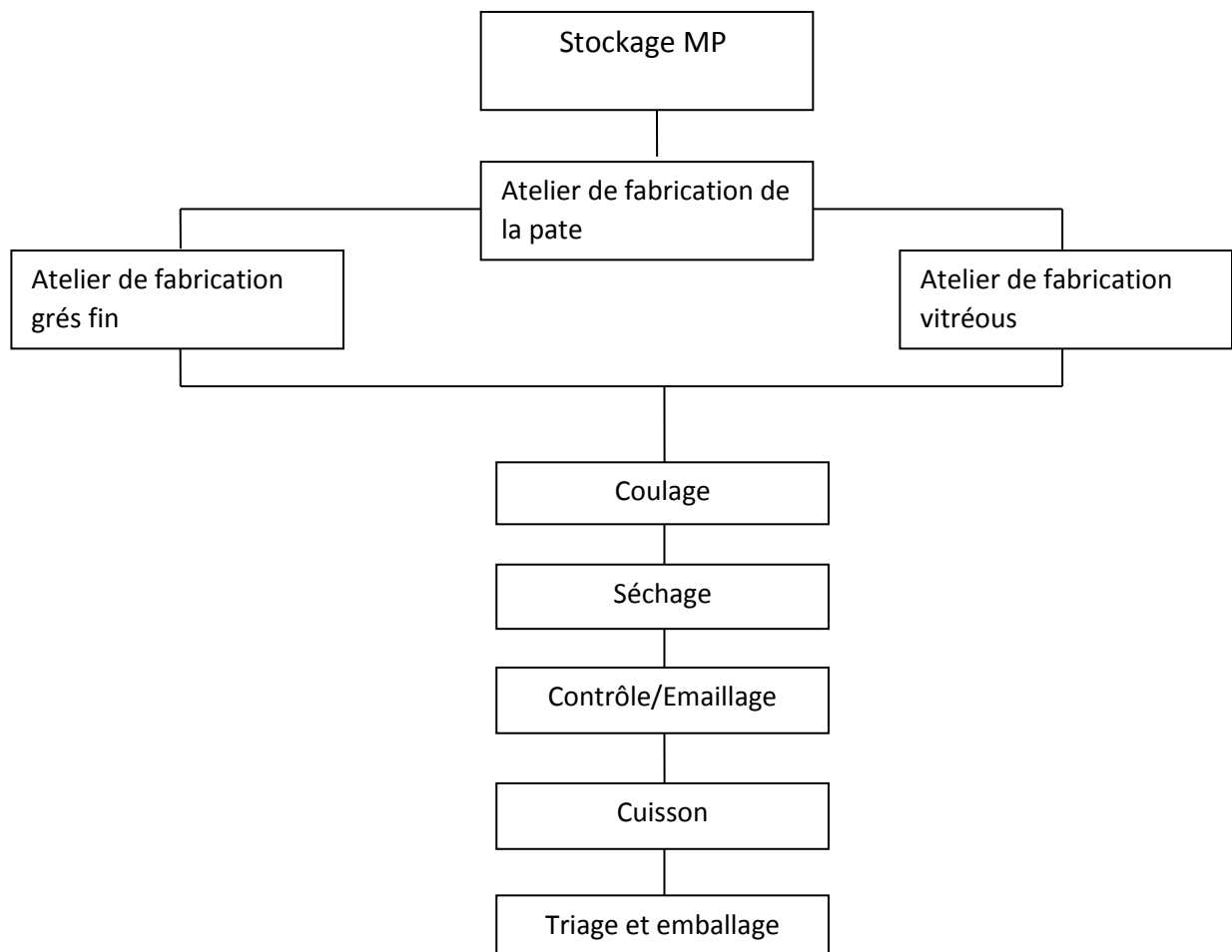


Figure III.3- procès de production

III.4- Stockage des matières premières :[11]

Le stockage s'effectue dans des boxes de 15 m³ sur lesquel est inscrite la nature de la matière première. Le chargement de ses boxes se fait au moyen du pont roulant qui se déplace transversalement et longitudinalement au-dessus des boxes pour faire une quantité dans les trémies et les cuves pour la preparation de la barbotine.

III.5-Pesage des matières premières :

Les composants de la barbotine pour produits en vitreux ou en grès fin sont prélevés au moyen d'extracteurs des silos et pesés dans trois trémies balances ; après pesage, les matières premières (kaolins seulement) sont déchargées sur un tapis roulant et envoyées aux turbo délayeurs pour la 3ème phase.

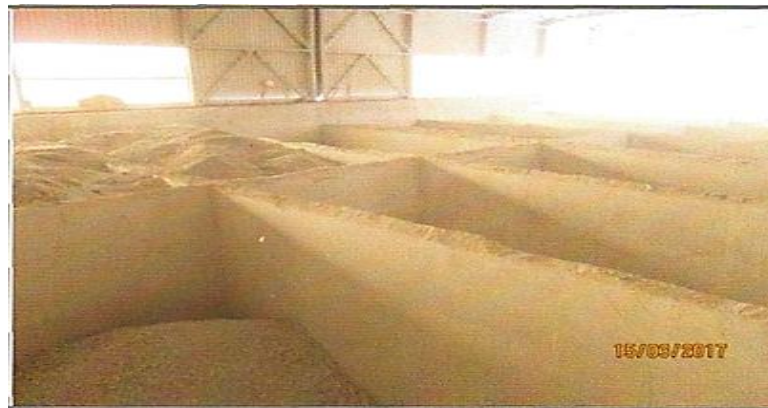


Figure III.4- boxes de stockage.

III.6-Les différents ateliers :

III.6.1-Atelier de La préparation des barbotines de coulage :

La préparation est effectuée en trois phases :

- **1^{ère} phase** : assurée par quatre broyeurs d'une capacité de 400 tonnes. Un dosage est opéré avec les autres matières dures (sable 75 kg, Argile 25 kg). Après tamisage et dosage de ces matières, le transport est effectué à l'aide de tapis roulant (convoyeur a bande).

Elles passent dans le broyeur à galets où on ajoute une quantité de kaolin pour garder en suspension du bac pour la chauffer. Les broyeurs sont remplis de 8000 Litres d'eau pour avoir la densité désirée, le broyage s'effectue pendant 18 heures. La solution obtenue passe à travers un tamis vibreur et est déversée, pour rester en agitation dans des cuves de stockage.



Figure III.5- broyeur.



Figure III.6- cuve de stockage jus de sable.

- **2^{ème} phase :** Cette opération a pour but d'éliminer la quantité du charbon qu'elle contient, et pour disperser les grains de l'argile, en ajoutant un défloquant (Na_2 , SiO_3 -0.2 %), la suspension est délayée dans un turbo-délayeur pendant une heure et 30min a deux heures pour avoir une densité de 1500 g/l. Enfin le jus d'argile est tamisé (1000 puis stockée dans une cuve avec l'agitation.



Figure III.7-cuve de stockage jus d'argile.



Figure III.8 -turbo délayeur

- **3^{ème} phase :**

Le jus de la première phase est pompé vers un turbo-délayeur d'une capacité set 10 m³ avec addition de jus d'argile, le talc et le kaolin.RM, ainsi que les rognures et la barbotine récupérée du coulage, en ajoutant des défoulant (Na_2 , SiO_3 : 0.24 % Na_2Co_3 : 0.065 %).

Le délayage dure une à deux heurs.la suspension obtenue est tamisé à travers un vibro-tamis de 245 μm , pour finir à 118 μm .

Puis vient le vieillissement de la barbotine dans des cuves (8) pour vitreux et (4) pour grés fin pendant 3 à 5 jours pour homogénéisation.

Enfin, une pompe reliée à ces cuves refoule la barbotine vers l'atelier coulage.

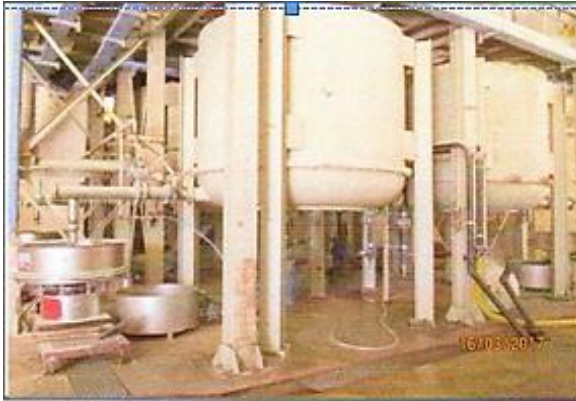


Figure III.9 -turbo délayeur (3^{ème} phase).

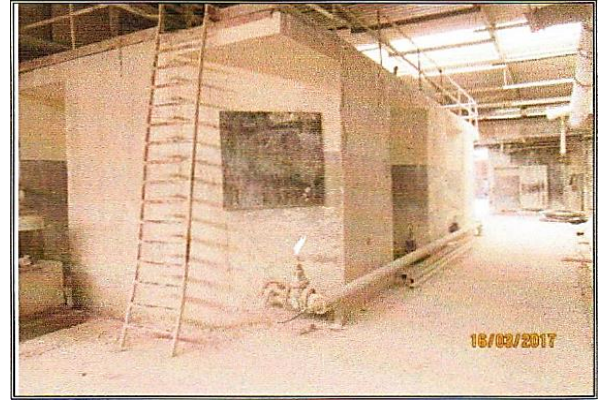


Figure III.10-cuves de vieillissement.

III.6.2-Atelier de Coulage :

Il s'agit du remplissage des moules par la barbotine .en effet, il y a deux sortes de chantier :

- **Un chantier vertical** qui est semi-automatique : Ou le remplissage des moules se fait à travers des tubes Placés dans les moules en plâtre dont les parois nettoyées au talc pour faciliter le découlage des pièces .La barbotine est coulée dans des moules à travers des Orifices munis entonnnoirs. On laisse reposer les pièces Pendant un temps correspondant à l'épaisseur désirée. La température de 35°C à l'intérieur de l'atelier facilite l'opération de la prise de la barbotine.

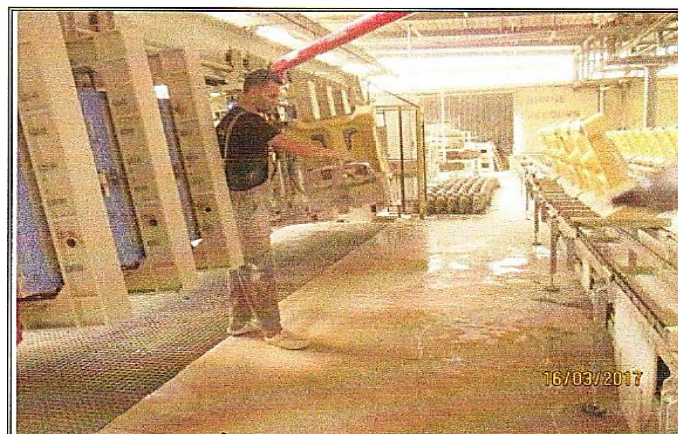


Figure III.11-manipulateur manuelle.

- **Un chantier automatique** qui se compose de huit lignes de coulage des différents pièces a obtenu ou toute les opérations se faite avec robot :
- 05 destinées à la barbotine vitréous pour les produits tels que : WC turc, lave-main lavabo, WC anglais, colonne.
- 03 destinées à la barbotine grés fin pour les produits tels que l'évier, receveur de douche.

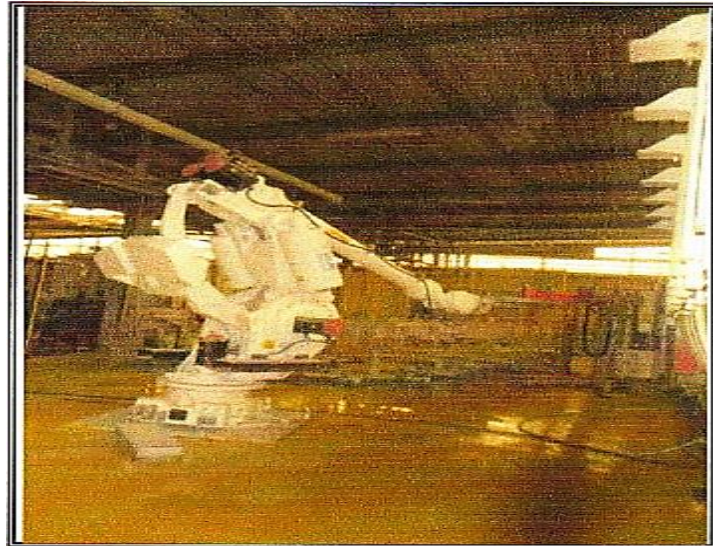


Figure III.12-robot manipulateur.

Chaque ligne possède un réservoir pour la barbotine vitréous ou grés fin, un compresseur, un réservoir d'eau des pompes un porte moule et pour certaines Lignes un robot manipulateur pour le déplacement de la Pièce pour autres les manipulations sont manuelles.

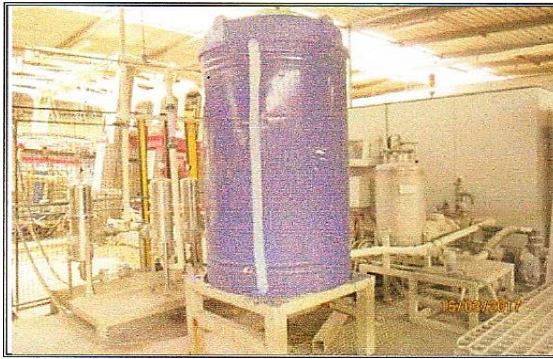


Figure III.13-réservoir de la barbotine.

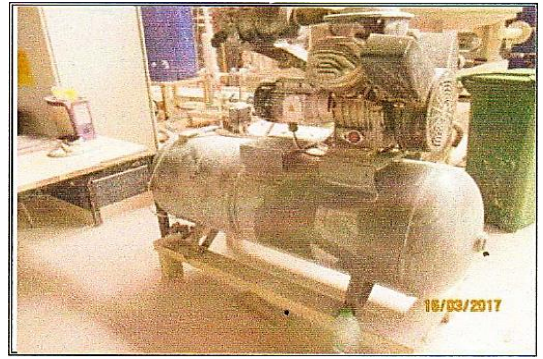


Figure III.14-pompe.



Figure III.15- réservoir d'eau.



Figure III.16-compresseur.

III.6.3-Atelier de séchage des pièces :

Le séchage des pièces comprend deux étapes :

- Phase 1 : Séchage primaire des produits et moules dans la salle de coulage pendant 24 heures à une température maximale de 45 °c.

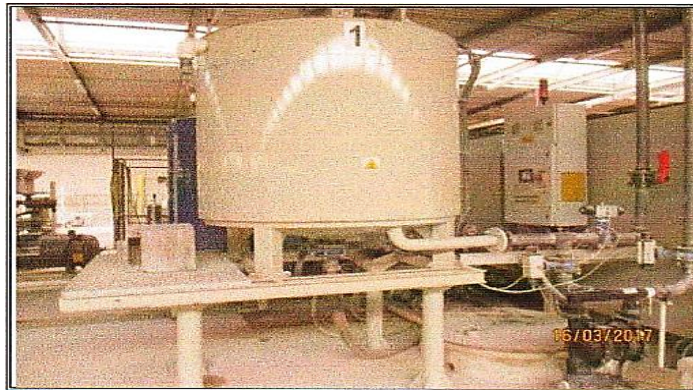


Figure III.17-séchage primaire.

- Phase 2 : La tâche du séchoir est réduire en manière considérable l'humidité dans les pièces céramiques à l'état vert en temps plus brefs par rapport aux temps demandés par séchage de type naturel Le séchage d'articles sanitaires, avec le séchoir intermittent à deux (2) chambres a lieu selon les phases suivantes :

Chargement : manuel des chariots porte-pièces a l'intérieur du séchoir.

Fonctionnement : Une fois achevé le chargement, le séchoir est mis en marche directement par le tableau de commande. Son fonctionnement peut être automatique ou manuel.

Le séchage dure 16 h .le principe réside dans l'augmentation progressive de la température accompagnée d'une diminution du taux d'humidité.

En effet la température dans la salle de séchage augmente progressivement de 35°C à 70°C, par contre le taux d'humidité diminue progressivement de 60% à 0%.

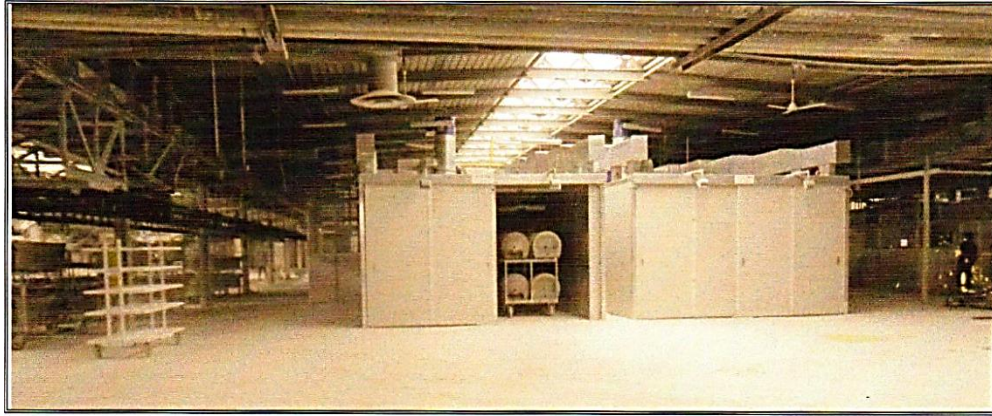


Figure III.18-séchage secondaire.

III.6.4- Atelier de Contrôle - Emaillage :

L'installation CELLULE ROBOTISE D'EMAILLAGE a été conçue et réalisée pour effectuer automatiquement l'émaillage de sanitaire.

Il existe 7 installations destinées à l'émaillage des divers produits, les paramètres d'émaillage de chacun des produits dépendent du volume et des dimensions ainsi que des formes de ces produits. Cet émaillage s'effectue en 02 phases en cycle automatique (couche de base et couche de finition).

Il existe deux sortes d'émaux, l'opaque et le transparent. L'opaque à base de zircon d'une part, et d'autre part l'email transparent destiné pour l'obtention des émaux colorés ou flammés.



Figure III.19 : cabine d'émaillage.

III.6.5-Atelier de Cuisson :

Tunnel pour les petites pièces (V.C) et le four intermittent pour les grandes pièces(G.F) :

- Four tunnel : à gaz de 84 m de longueur, avec une capacité utile de 188.2 m³ pour une température maximale de 1300°C. Equipé avec :
 - 84 wagonnets et système de déplacement automatique des wagonnets.
 - 02 chariots de transfert.
 - 01 séchoir.
 - 02 cheminées.
 - 68 bruleurs.

Les pièces émaillées sont introduites dans le four dans des wagons à une cadence déterminée; la durée de la cuisson est de 14 heures.

Le régime thermique et la température maximum de cuisson sont différents selon le type d'objet que l'on fabrique.

A l'intérieur du four les objets sont soumis à des effets thermiques différents selon la phase de la cuisson, suivant le schéma ci-dessus :

- 1- Phase de préchauffage au cours de laquelle l'eau est évacuée.
- 2- Phase de cuisson proprement dite pendant laquelle la masse se transforme en une pâte cuite dure.
- 3- Phase de refroidissement de l'objet cuit.

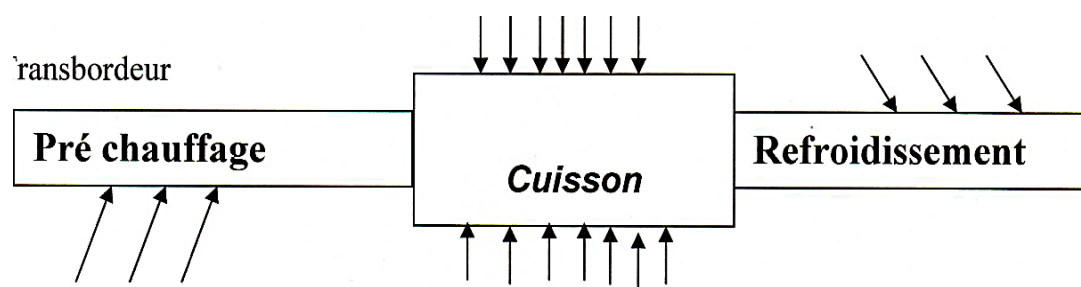


Figure III.20 -les phases de cuisson.

Le four tunnel comprend 05 zones :

- 1- Diffusion et circulation forcé (14m).
- 2- Préchauffe (20m).
- 3- Cuisson (16m).
- 4- Refroidissement rapide et récupération d'air (8m).
- 5- Refroidissement et récupération d'air (26m).

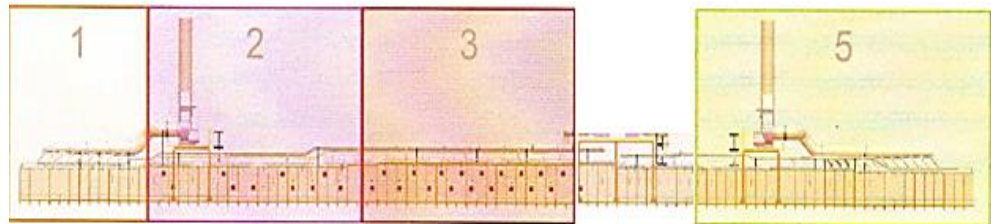


Figure III.21- les zones de four tunnel.

- Four intermittent : Four intermittent à gaz, haute vitesse, avec une capacité utile de 103 m³, pour une température maximale de 1300°C. Avec revêtement intérieur en fibre céramique. Il est équipé de:
 - 1- 01 porte guillotine.
 - 2- 21 wagonnets.
 - 3- 01 chariot de transfert.
 - 4- 33 brûleurs.



Figure III .22- four intermittent.

III.6.6-Atelier de Triage/ Emballage :

A la sortie des fours, les wagons sont dirigés vers la ligne de déchargement du produit fini.

Le produit fini, déchargé sur un banc de contrôle, est trié suivant cinq critères de classification: 1er choix, choix commercial, produit déclassé, produit rebuté, re-cuisson.

Les produits triés (à commercialiser) sont rangés manuellement sur des palettes en bois ; les produits destinés à l'exportation sont d'abord emballés dans des boites en carton et ensuite palettisés.

III.7-Laboratoire de contrôle :

La préparation des pates (grés, vitreous) et l'émail sont contrôlés par le laboratoire. En effet c'est lui qui s'assure que la barbotine est conforme aux normes de fabrication.

Ses fonctions sont multiples :

- Contrôle rhéologique de la barbotine, c'est un test de densité et la viscosité.
- Le contrôle accord pate / émaux.
- Le contrôle teinture.
- Le contrôle fusibilité des émaux.
- Le contrôle résistance a la flexion.

✓ Densité :

Pour VC= 1820g/l.

Pour GF=1975g/l.

✓ La viscosité :

Pour VC= 320 à 330 °G

Pour GF=295 °G

III.8-Conclusion :

Le stage pratique passé dans l'entreprise de CERAMIT-SPA de TENES nous a permis:

Une connaissance avec la vie industriel et de savoir comment s'y prendre avec celui-ci.

D'avoir une idée sur les problèmes qui ralentissent la production, ainsi que les tâches qui sont associées au service de maintenance et son importance au niveau de l'entreprise.

En conclusion, nous espérons que les informations contenues dans ce rapport permettront aux futures stagiaires de profiter de nos remarques, observations et essayant même d'approfondir leur connaissances dans ce domaine.

Chapitre IV

IV.1- Objectif de l'étude :

L'objectif de la société Céramique de TENES est de continuer à assurer la couverture des besoins tels que les articles sanitaires pour l'aménagement d'une salle de bain comme : lavabo, des éviers de cuisine et d'autres produits de luxe.

Pour améliorer la productivité il faut privilégier la maintenance et en développer le mécanisme, c'est pour cela on a appliqué les différentes méthodes étudiés pour garantir une meilleure disponibilité des équipements

IV.2- Description générale du système étudié : moulin à tambour

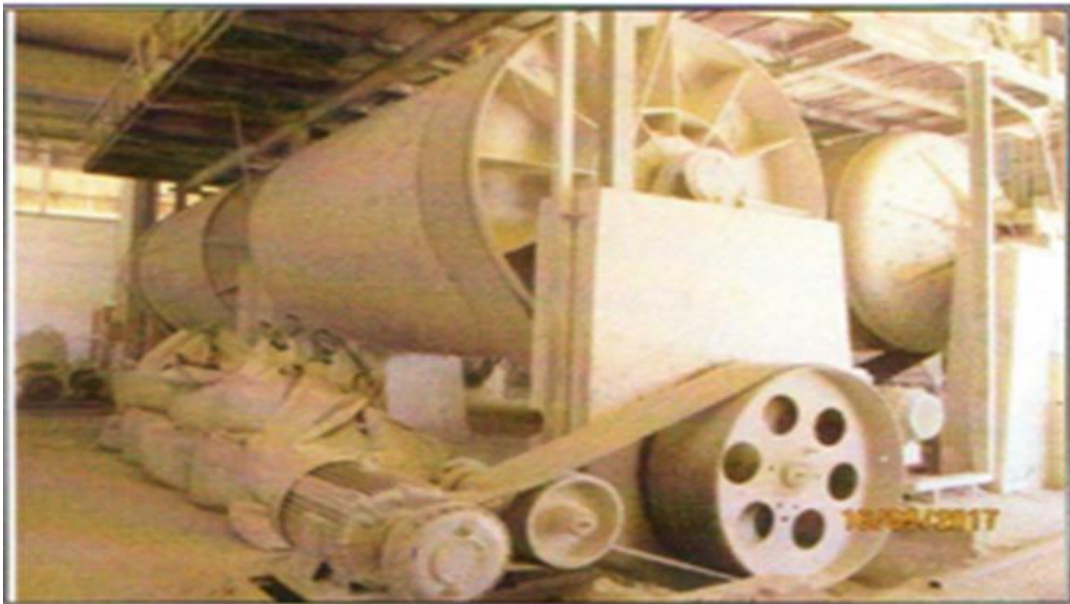


Figure IV.1 : photo d'un moulin à tambour

Pour des besoins de conception et de montage, la machine a été divisée en différents groupes :

➤ Groupe cylindrique :

Il comprend un cylindre en tôle d'acier de forte épaisseur, avec bouche de remplissage et d'évacuation de matériau, revêtement intérieur en cilice.

➤ Groupe écoutille :

Il comprend toutes les parties formant le bouchon de fermeture de la bouche de remplissage des matériaux. Cette bouche permet également le passage d'un homme pour l'inspection à l'intérieur du moulin

- Groupes bouchon d'évacuation :

Il comprend un bouchon de fermeture qui est monté pendant le broyage, et un bouchon d'évacuation, qui ne doit être monté qu'au moment où l'on procède à l'opération d'évacuation du matériau broyé.
- Groupe renvoi :

Grace à des courroies trapézoïdales ce groupes transmet le mouvement au cylindre .L'arbre de renvoi est monté sur des roulements à billes logés dans un coussinet en tournant ce dernier on obtient la juste tension des courroies de transmission.
- Groupe moteur et deuxième renvoi :

Ce groupe se compose d'un moteur électrique asynchrone triphasé à étanchéité parfaites qui transmet le mouvement grâce à des courroies trapézoïdales.
- Groupe frein :

Le frein est de type à disque, actionné pneumatiquement à blocage hydraulique, utilisé pour placer le moulin dans la position exacte permettant d'exécuter au mieux les opérations de remplissage et d'évacuation du matériau.
- Groupe commande frein (installation pneumatique) :

L'installation pneumatique de commande du frein se compose d'une ligne sur laquelle figurent, dans l'ordre :-un filtre pour l'évacuation manuelle de la condensation.
-un réducteur de pression avec manomètre étalonné à la pression voulue.
-un graisseur à nébulisation
-un distributeur à deux positions fixes avec commande manuelle à bouton.
-un cylindre pneumatique servant à commander la pompe hydraulique.
- Groupe cabine électrique :

Dans la cabine se trouve un compteur, du type à minuterie avec remise à zéro manuelle servant à arrêter automatiquement le moulin, une fois le broyage terminé.

IV.2.1-caractéristiques générales du moulin :

- Matériau sec : environ 14.500 kg
- Eau : environ 8.900 kg
- Cailloux : environ 18.000 kg
- Dimension de cailloux : 80 - 120 mm
- Récupération cailloux/matériaux broyé : 30 – 40 kg
- Tour de moulin : 13 tour/min

IV.2.2-Localisation de la panne :

Cisaillement de l'arbre numéro 17 qui est représenté dans la figure IV.2

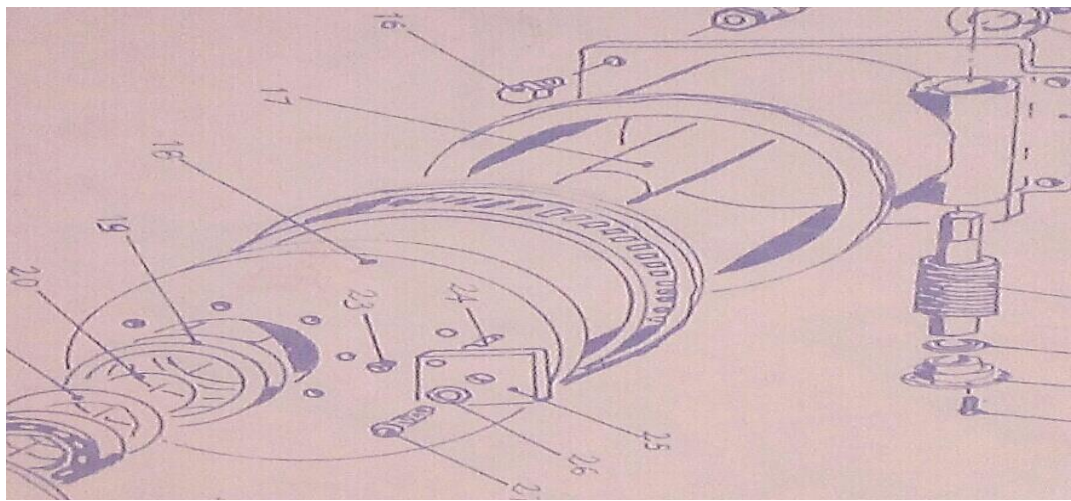


Figure IV.2 : la partie défailante

16 : Vis-TE.

17 : Arbre intermédiaire.

18 : Excentrique.

19 : Bague de palier (anneau de palier).

20 : Joints V-ring.

21 : Anneau d'écartement.

25 : Support.

26 : Rosette élastique.

IV.3-Application de la sureté de fonctionnement sur le système étudié :

Tableau IV.1 : La gamme opératoire

| ordre | Opération à effectuer | outillage | Nombre d'ouvrier | spécialités | Temps prévues (mn) | TTR(mn) |
|-------|--|-----------------------------|------------------|-------------|--------------------|---------|
| 1 | Coupure courant et d'extraction fusible au niveau de TC | Pince/fusible | 01 | M | 15 | 15 |
| 2 | Desserrage vis rep 29 de fixation ensemble moteur | Clé 30 F | 01 | M | 30 | 20 |
| 3 | Détensions et enlèvement courroies 1 er renvoi tige de tension rep6 | 2 clés 36 M | 02 | M | 30 | 20 |
| 4 | Desserrage vis rep 19de fixation ensemble palier support poulie 1 er renvoi rep 17 | 1 clé 30F | 01 | M | 30 | 20 |
| 5 | Détention et enlèvement courroies rep 18 2 eme renvoi | 2 CL2S 36 M | 02 | M | 30 | 30 |
| 6 | Découpage soudage buttoir et placer la barre d'élingage palan à chaine | | 04 | 3m,1 s | 40 | 40 |
| 7 | élingage poulie 2 eme renvoi rep 28 | | 02 | M | 10 | 10 |
| 8 | Desserrage vis centrale rep 35 de fixation poulie rep 28 | Clé à laine 17 | 01 | M | 05 | 05 |
| 9 | Déblocage aléatoire du groupe excentrique de tension rep 18en devisant la vis rep 27 | | 01 | M | 10 | 05 |
| 10 | Détension du groupe excentrique (soulèvement de poulie 2 eme renvoi) jusqu'au niveau du sol | | 03 | M | 45 | 30 |
| 11 | Extraction poulie 2 eme renvoi rep 28 et clavette rep 32 | | 03 | M | 90 | 90 |
| 12 | Dévisage vis rep 30 de fixation flasque roulement | Clé à laine 12 | 01 | M | 15 | 10 |
| 13 | Extraction flasque rep 29 et joint rep 31 de protection | | 01 | M | 10 | 10 |
| 14 | Dévisage vis et rondelle centrale de fixation poulie intermédiaire | Clé à laine 17 | 01 | M | 25 | 20 |
| 15 | Décalage courroies rep 2 vers le coté centre du moulin et enlever poulie intermédiaire et clavette rep 1 | Extracteur ciseau , marteau | 03 | M | 30 | 30 |

| | | | | | | |
|-----------|--|-------------------|----|---|------|-------------|
| 17 | Démontage roulement rep 22 | Jet, marteau | 02 | M | 20 | 20 |
| 18 | élingage 2 eme partie et l'extraire vers coté 2 eme renvoi | | 03 | M | 90 | 90 |
| 19 | Nettoyage interne du groupe excentrique et des roulements | éponge | 01 | M | 15 | 15 |
| 20 | Remontage de l'ensemble arbre de rechange et inverse au de montage | | 03 | M | 1080 | 1005 |
| 21 | Graissage roulement palier et tension des courroies | Pompe à graisse | 02 | M | 20 | 20 |
| 22 | Mise sous tension essai et mise en marche | Pince p / fusible | 01 | E | 60 | 60 |

D'après les informations données par le tableau on peut calculer les différents indicateurs de sureté de fonctionnement: MTBF, MTTR, D et les différents estimateurs λ , μ ; qui sont déterminées selon les formules et équations citées au chapitre I (2,3 et 5,6).

Le temps de fonctionnement est de 16h / jours c'est-à-dire 1248h /année, donc :

Tableau IV.2 : les paramètres de SDF

| MTBF (heures) | MTTR (heures) | λ | μ | D |
|----------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------|
| 55.40 | 1.32 | 0.01805 | 0.75 | 0.976 |

On remarque que le taux de réparation est plus grand par rapport au taux de défaillance ce qu'explique la présence d'un problème au niveau de service de la maintenance (la réparation n'est pas efficace pour traiter le système défaillant).

Pour éviter ce problème il faut étudier la probabilité de l'apparition de défaillance et les différentes méthodes qui apportent la solution pour les traiter (application de AMDEC, ABC, arbre de défaillance), et l'application des types de maintenance soit corrective en cas de dépannage soit préventives pour ralentir la dégradation de l'équipement.

IV.4-Application de la méthode AMDEC sur un moteur

Etant donné que moulin à tambour est entrainer par un moteur asynchrone triphasé (380V) dont les défaillances seront néfastes à la disponibilité de production du moulin une étude AMDEC du moteur s'imposer.

Tableau IV.3: application d'AMDEC sur un système

| Analyse des modes de défaillances et leurs effets et leur criticité | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|----------|----------|----------|--------------------------------------|
| Système étudié : Moteur | | | Date : 17\04\2017 | | | | | | | |
| L'élément | Fonction | Mode de défaillance | Causes | Effets | Détection | Criticité | | | | Action à engager |
| | | | | | | F | G | D | C | |
| Moteur | Entrainer la pompe | Pas de rotation Rotation inverse | Erreur de câblage | Arrêt de la machine | | 1 | 2 | 4 | 8 | MPS |
| Stator | Crée un champ tournant | Grillage d'enroulement Défaillance d'isolement | Surcharge Fatigue | Arrêt de pompe | Visuelle | 1 | 2 | 4 | 8 | Bobinage de l'enroulement |
| Rotor | Assurer le mouvement de rotation | Défaillance de la cage | Surcharge Fatigue | Arrêt de pompe | Visuelle | 1 | 2 | 4 | 8 | Changement de la cage |
| Paliers roulement | Guider et supporter le rotor | Usure Cassure | Fatigue Vibration | Echauffement Blocage du rotor | Bruit Echauffement | 2 | 3 | 2 | 12 | Changement des roulements |
| Alimenter le moteur | Court-circuit et débranchement des câbles | Les câbles frottent | Arrêt de moteur | Visuelle | | 1 | 3 | 2 | 6 | Branchement ou changement des câbles |

L'étude a été appliquée sur un moteur en vue d'optimiser sa fiabilité, sa maintenabilité et sa disponibilité puisque aujourd'hui, l'intérêt économique de la fonction maintenance réside dans l'anticipation des anomalies potentielles, plus que dans les actions correctives, c'est-à-dire dans la maîtrise de l'ensemble des éléments de processus de fabrication. Dans ce contexte l'AMDEC constitue incontestablement un véritable outil d'optimisation des coûts de maintenance.

IV.5–Application de la méthode ABC sur un moteur

Le but de l'entreprise est d'augmenter sa productivité en diminuant les pannes sérieuses. Pour cela elle demande au service de maintenance de définir des priorités sur les améliorations à apporter à cette machine constituée des sous-ensembles :

S/S1 A : Rotor

S/S2 B : stator

S/S3 C : les paliers roulement

S/S4 D : boîte d'alimentation

L'historique de la machine fournit le tableau suivant.

Tableau IV. 4 Historique d'une machine

| Sous-ensemble | S/S1 A | S/S2 B | S/S3 C | S/S4 D |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Nombre d'heures d'arrêt | 1 | 2 | 4 | 6 |
| Nombre de pannes | 8 | 9 | 5 | 2 |

Tableau IV.5: Tableau des coûts et des pannes cumulées (Application)

| Sous-ensemble | Classement en cout | Cumul des couts | %des couts cumulés | Nombre de pannes | Cumul des pannes | %des pannes cumulées |
|---------------|--------------------|-----------------|--------------------|------------------|------------------|----------------------|
| S/S4 | 6 | 6 | 46.15 | 2 | 2 | 8.33 |
| S/S3 | 4 | 10 | 76.92 | 5 | 7 | 29.16 |
| S/S2 | 2 | 12 | 92.30 | 9 | 16 | 66.66 |
| S/S1 | 1 | 13 | 100 | 8 | 24 | 100 |

A partir du tableau ci-dessus, on construit le diagramme de Pareto (figure IV.3). Les cases vertes nous donnent les limites des zones A, B et C. Il est donc évident qu'une amélioration de la fiabilité sur les sous-ensembles 4 et 3 peut procurer jusqu'à 76,92% de gain sur les pannes.

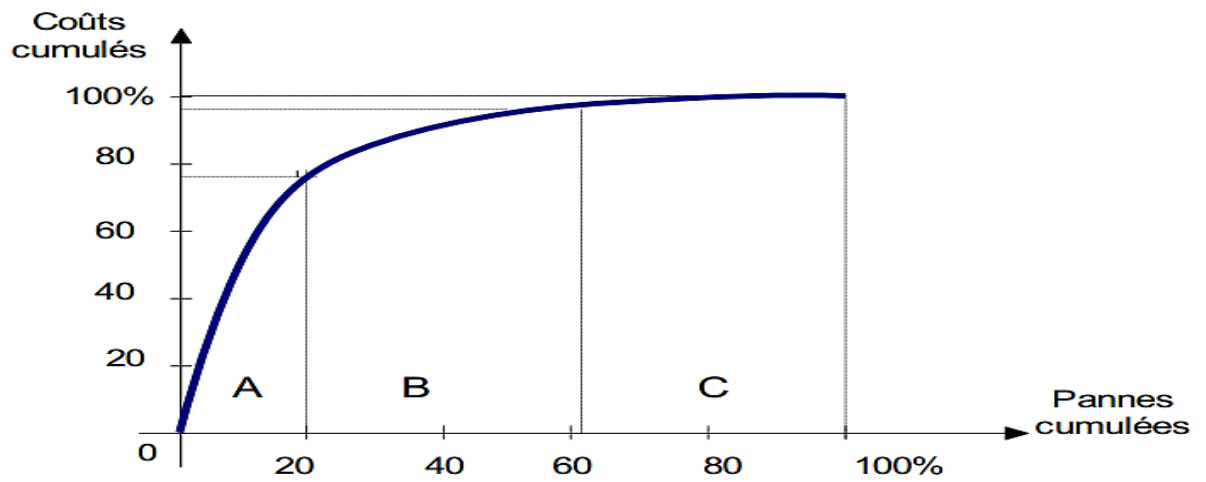


Figure IV.3 : Diagramme de Pareto (Application)

IV.5.1- les graphe N, Nt, \bar{t}

Tableau IV.6: N, Nt et t

| Sous-ensembles | N : nombre de panne | Nt : temps d'arrêt | \bar{t} : MTTR |
|----------------|---------------------|--------------------|------------------|
| AS/S1 | 8 | 1 | 0.125 |
| BS/S2 | 9 | 2 | 0.222 |
| C S/S3 | 5 | 4 | 0.8 |
| D S/S4 | 2 | 6 | 3 |

A- Le graphe N :

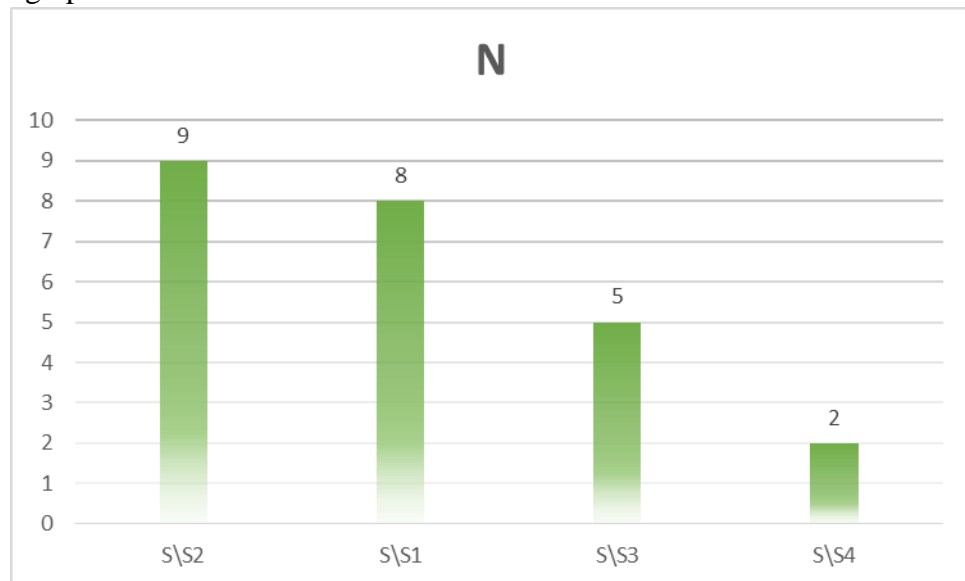


Figure IV.4 : Mise en évidence des éléments les moins fiables (Application)

Le graphe en N (figure IV.4) oriente vers l'amélioration de la fiabilité : ici on constate que les sous-ensembles S/S 2 et S/S1 sont ceux sur lesquels il faudra agir prioritairement.

Différentes actions sont envisageables : modifications techniques (qualité des composants), consignes de conduite, surveillance accrue (maintenance de ronde), actions préventives systématiques dans un premier temps, conditionnelle ensuite.

B- Le graphe Nt :

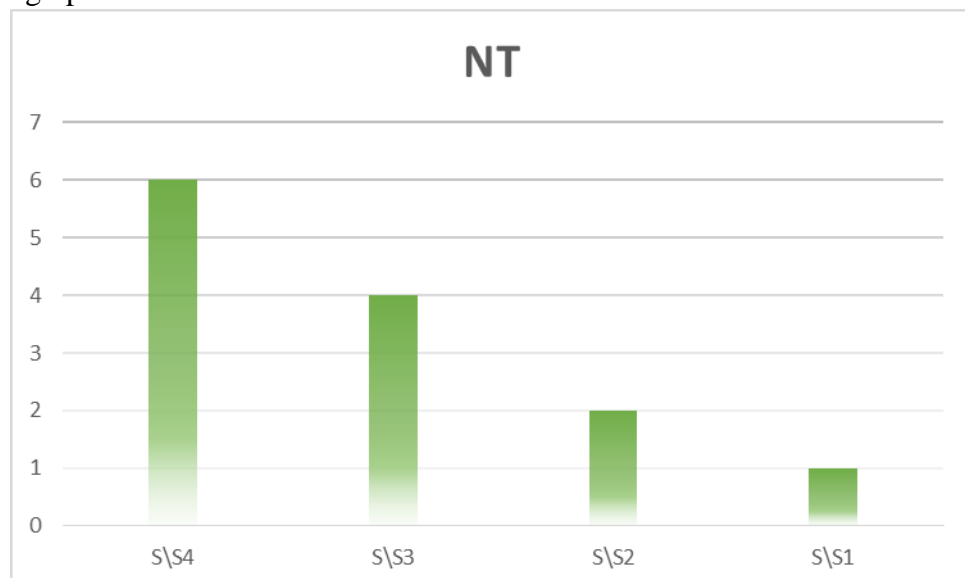


Figure IV.5 : Mise en évidence des éléments les moins disponibles (Application)

Le graphe en N_t (figure IV.5) est un indicateur de disponibilité, car N_t estime la perte de disponibilité de chaque sous-ensemble. Il permet donc de sélectionner l'ordre de prise en charge des types de défaillance en fonction de leur criticité (ici les sous-ensembles 4 et 3).

C- Le graphe \bar{t} :

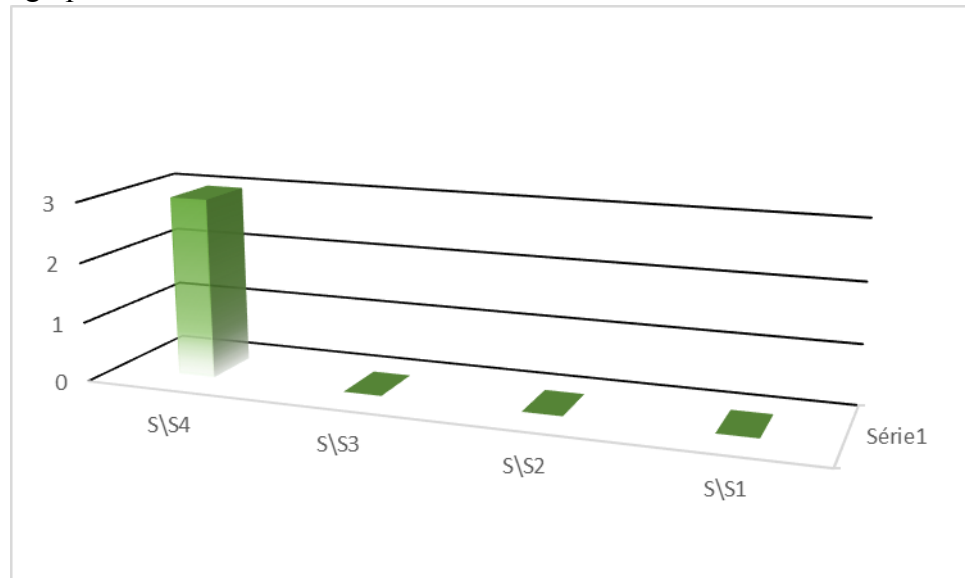


Figure IV.6: Mise en évidence des éléments les moins maintenables (Application)

Le graphe en \bar{t} (figure IV.6) oriente vers la maintenabilité, c'est à dire l'amélioration de l'aptitude à la maintenance. Ici, les sous-ensembles 4 et 3 présentent quasiment 80% des difficultés de réparation.

Après analyse de \bar{t} (attente maintenance, déplacements, temps de diagnostic, attente de pièce, etc..), il sera possible d'agir sur :

- La logistique (moyens de dépannage, de manutention, etc..),
- L'organisation de la maintenance (gammes d'intervention, formation du personnel, échanges standard, etc..),
- L'amélioration de la maintenabilité (accessibilité, conception modulaire, etc..).

IV.6- Les types de maintenances effectués :

Tableau IV.7 sur les méthodes de maintenance effectuée sur l'équipement.

| date | préventif | curatif | Désignation de travail | Temps réalisé |
|-----------|-----------|---------|--|---------------|
| 12/1/2017 | | × | Rechange joint de bouchon, réparation frein | 2h |
| 8/2/2017 | × | | Dégripage et réglage système de frein | 1j |
| 16/3/2017 | | × | Mise en marche | 1/2j |
| 20/3/2017 | × | | Rechange joint d'étanchéité du coupleur | 2j |
| 24/3/2017 | × | | Elimination fuite d'huile du coupleur (serrage bague) | 3h |
| 30/3/2017 | | × | Fixation de boulon de perrage poulie de courroies | 1/2h |
| 5/4/2017 | | × | Réparation bouchon moulin | 2h |
| 10/4/2017 | | × | Rechange joint bouchon de remplissage et de vidange | 2h |
| 20/4/2017 | | × | Fabrication d'une échelle pour décapage revêtement du moulin MT30.000 : dimension Largeur : 3400mm ; largeur 400mm | 5h |
| 24/4/2017 | | × | Serrage courroies | 1h |
| 1/5/2017 | | × | Démontage courroies pour le traçage de revêtement en gomme ; montage | 1/2j |
| 9/5/2017 | | × | Réparation des bouchons | 1h |
| 14/5/2017 | | × | Soudage clés pour ouverture moulin | 1h |
| 17/4/2017 | | × | Rechange joint bouchon | 2h |

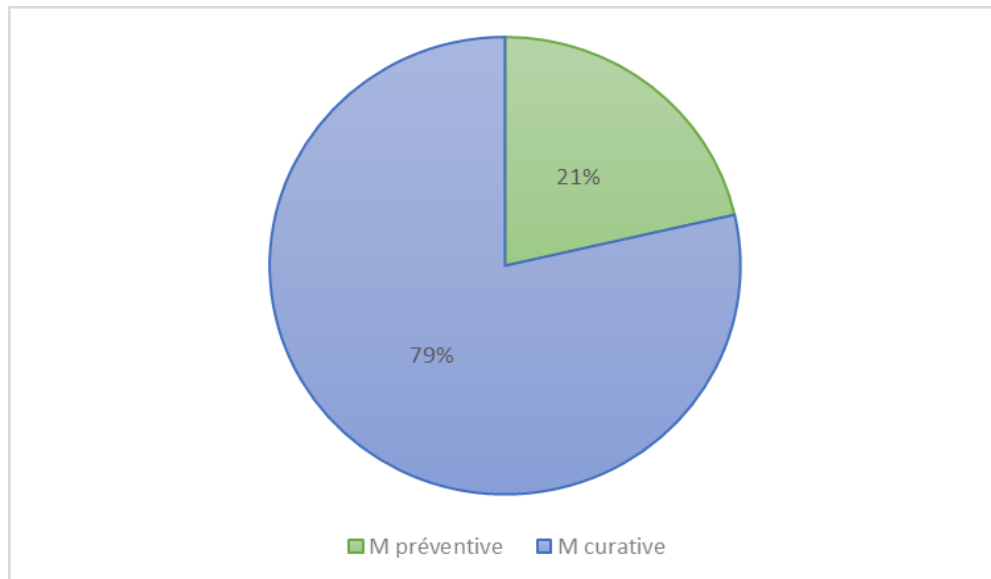
IV.6.1-Représentation graphique des types de maintenance en %

Figure IV.7 : nature de type de maintenance en %

Le pourcentage de l'application de la maintenance curative est plus élevé que celui de la maintenance préventive, donc pour la protection de l'équipement il faut effectués les actions préventives selon des calendriers prédéfinis pour anticiper les pannes (remplacement des pièces avant leur ruptures, graissage et nettoyage régulier des certains pièces)

IV.7- Conclusion :

L'objectif de l'application de la SDF est de minimiser les différentes pannes et augmenter la fiabilité et la disponibilité des équipements.

Nous avons appliqué les méthodes de diagnostic pour analyser et évaluer la productivité, qui sont :

- Les paramètres de SDF.
- AMDEC.
- ABC Pareto.

Notre recherche, nous on permet de diagnostiquer un site industriel qui utilise des équipements de production.

Il faut noter que malgré le développement important de la maintenance préventive, la maintenance corrective reste nécessaire pour la réparation ou le dépannage des équipements

Conclusion générale :

Le processus maintenance apparait comme un levier essentiel, à la fois pour maîtriser les risques et pour optimiser les performances. Selon la situation, l'attitude du responsable de maintenance sera plutôt défensive pour réduire la probabilité d'un évènement redouté.

La sûreté de fonctionnement, terme générique rassemblant la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des systèmes, est aujourd'hui un facteur décisif dans le choix stratégie technologique, économique et sociétale d'un projet. Elle doit être associée dès les premières étapes du processus de conception d'un système.

Tout le problème pour responsable de la maintenance est de savoir quelles défaillances traiter en priorité, certaines n'ayant que peu d'importance en termes d'effets et de coûts. L'exploitation de l'historique va permettre d'effectuer ce choix. Il est clair que le choix des types de défaillances est important (défaillance intrinsèque ou extrinsèque), et en tout état de cause, ne peut s'analyser de la même manière même si on apporte par la suite un correctif. On a étudié l'analyse quantitative (ABC) et qualitative (AMDEC), c'est pour faciliter le diagnostic.

Si diagnostiquer une défaillance fait partie du travail quotidien de responsable de maintenance, la prévoir, afin qu'elle ne survienne pas est beaucoup plus efficace. C'est le but de l'analyse prévisionnelle des défaillances.

Le but de notre étude est l'application de ces méthodes sur un site industriel ECST pour améliorer le service de maintenance en prévenir les défaillances, enfin on a constaté que ce site a des problèmes au niveau de la réparation en terme de coût, donc on a donné la solution d'étudier les défaillances avant qu'elles n'apparaissent, et de ne pas se basé seulement sur la maintenance curative car la préventive ralenti la dégradation des équipements et encore plus conseiller que la curative parce qu'elle permet une rentabilité durable

L'annexe

SDF : la sureté de fonctionnement.

MTBF : indicateur de la fiabilité.

MTTR : indicateur de la maintenabilité.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

AMDEC : l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticités.

E.C.O : Entreprise du Céramique sanitaire de l'Ouest.

PDG : président-directeur générale.

CERAMIT-SPA : Société Par Action.

VC : barbotine vêtirons.

GV : barbotine grès-fin.

M : mécanique.

S : sécurité.

Bibliographie :

- [1] : François Monchy « maintenance méthode et organisation » Dunod 3eme édition.
- [2] : le magazine Schneider Electric de l'enseignement technologique et professionnel. Novembre 2004.
- [3] : @Histian HOHMANN-[http://chohmann free.fr/](http://chohmann.free.fr/)
- [4] : strategies de maintenance – défaillances et pannes (BTS MI) 17 octobre 2014
- [5] : automate stochastique hybride et fiabilité dynamique. Jean-françois Aubry 2007-2008
- [6] : laboratoire en sdf qualité et organisation 62 avenue Notre Dame du Lac 49000 Angers ED N 503 30 sept 2011.
- [7] : école des hautes études commerciales centre d'étude en qualité totale 1994 (AMDEC).
- [8] : national agency for innovation and research luxinnovation www.luxinnovation.lu
- [9] : AMDEC guide pratique 2eme édition Gérard Landy.
- [10] : projet formation AMDEC. Pareicia CONDE CESPEDES 2005 \2006
- [11] : fichier technique de la société.