



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
PEOPL'S DEMOCRATIC REPUBLIC OF ALGERIA  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTRY OF HIGH EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH  
جامعة العربي التبسي - تبسة  
LARBI TEBESSI UNIVERSITY - TEBESSA  
معهد المناجم  
INSTITUTE OF MINES  
قسم الإلكتروميكانيك  
ELECTROMECHANICAL DEPARTEMENT



## *MEMOIRE*

*Présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de Master*

*Filière : Electromécanique*

*Option : Maintenance Industrielle*

# Élaboration d'un plan de maintenance préventive d'une machine de fraisage

**KHALDI Sarra**

**Par  
et**

**SEKIOU Sihem**

**Devant le jury :**

|                           |                   |                  |   |
|---------------------------|-------------------|------------------|---|
| <b>LOUAFI Messaoud</b>    | <b>Professeur</b> | <b>Président</b> | <b>Université Larbi Tebessi Tébessa</b> |
| <b>MOGHRANI Redhouane</b> | <b>MAA</b>        | <b>Encadreur</b> | <b>Université Larbi Tebessi Tébessa</b> |
| <b>FARES Nour Eddine</b>  | <b>MAA</b>        | <b>Examineur</b> | <b>Université Larbi Tebessi Tébessa</b> |

*Promotion 2020 /2021*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



## Remerciements

*Au terme de cette étude, je tiens à remercier Allah le Tout Miséricordieux de m'avoir donné la patience, le courage et la volonté qui m'ont permis d'accomplir ce travail de recherche à son ultime point.*

*Je tiens, en premier lieu, à remercier profondément et sincèrement mon Encadreur Mr. Moghrani Redhouane pour sa disponibilité, ses précieux conseils et la subtilité de ses orientations.*

*Un grand remerciement, aussi, que j'adresse à mes enseignants du département D'électromécanique qui ont assuré ma formation pendant les cinq ans de mon cursus universitaire.*

*Enfin ; mes remerciements les plus tendres vont à mes parents, mes frères, ma chère sœur ; qui m'ont beaucoup aidé et soutenu, je leur exprime toute ma reconnaissance, qu'Allah le Tout Puissant vous récompense par le prix de son vaste paradis.*





## Dédicace

*Avec un amour éternel et des sentiments forts, je dédie ce Modeste travail à mes chers parents car ils sont toujours à mes côtés. Que Dieu les bénisse.*

*A ma chère sœur Rahma, à mes frères : hakim, djamel, nasrddin, mouhamed.*

*À mon homme : chabbi Abderrahmene.*

*A mes enseignantes : Mebarkia Meriem et Chebbah Hanene.*

*A mes chères amies : abir, houda qui m'a soutenue et encouragée du début jusqu'à la fin.*

*A ceux qui m'ont aidé et m'ont donné espoir et confiance pour relever ce défi.*

*A toute ma famille.*

*Je dédie aussi ce travail à ma deuxième famille : à ma belle-mère, mon beau-père, mes belles-sœurs et mon beau-frère pour leur soutien et leur amour*

**KHALDI Sarra**



## Dédicace

*Enfin, nous avons l'honneur de dédier ce modeste ouvrage :*

*A mes parents et surtout à ma chère mère, témoignage de ma gratitude  
pour les souffrances que vous endurez pour mon bien-être.*

*A la star de ma famille : ma propre sœur Sameh que Dieu les garde.*

*Pour toute la famille*

*À tous nos amis*

*A tous nos camarades de groupe A tous les camarades d'école*

*A tous les enseignants qui ont contribué*

*Pour nous former tout au long de notre vie scolaire*

*A tous ceux que nous aimons et ceux qui nous aiment*

*Sekiou sihem*

# Table des Matières

|                                    |  |  |
|------------------------------------|--|--|
| <b>Table des Matières</b>          |  |  |
| <b>Liste des Figures</b>           |  |  |
| <b>Liste des Tableaux</b>          |  |  |
| <b>Introduction Générale</b> ..... |  | 1  |
| <b>Chapitre I :</b>                |  | <b>Présentation de l'entreprise (Anabib) Tubes Gaz Tébessa (TGT)</b> |
| <b>I.1</b>                         | Introduction .....                                     | 03   |
| <b>I.2</b>                         | Cadre de l'opération .....                             | 03   |
| <b>I.3</b>                         | Ouverture de chantier.....                             | 04   |
| <b>I.4</b>                         | Localisation du projet.....                            | 04   |
| <b>I.5</b>                         | Utilités.....  | 05   |
| <b>I.6</b>                         | Composition générale de l'entreprise.....              | 05   |
| <b>I.7</b>                         | Procédé technologique et capacité.....                 | 07   |
|                                    | <b>I.7.1</b> Procédé technologique.....                | 07   |
|                                    | <b>I.7.2</b> Capacité .....                            | 10   |
|                                    | <b>I.7.3</b> Spécification des produits .....          | 11   |
| <b>I.8</b>                         | Mise en service des installations.....                 | 11   |
| <b>I.9</b>                         | Démarrage et exploitation .....                        | 11   |
| <b>I.10</b>                        | Etat d'avancement des travaux de réalisation.....      | 12   |
|                                    | <b>I.10.1</b> Montage et mise en service.....          | 12   |
|                                    | <b>I.10.2</b> Situation des réserves.....              | 13   |
| <b>Chapitre II :</b>               |  | <b>Généralité sur la Maintenance</b>                                 |
| <b>II.1</b>                        | Introduction.....                                      | 15   |
| <b>II.2</b>                        | L'histoire de la maintenance industrielle .....        | 15   |
| <b>II.3</b>                        | La stratégie de maintenance .....                      | 16   |
| <b>II.4</b>                        | Définitions et rôle de la maintenance .....            | 16   |
|                                    | <b>II.4.1</b> Définitions normatives.....              | 17   |
|                                    | <b>II.4.2</b> Objectif de la fonction maintenance..... | 17   |
| <b>II.5</b>                        | L'évolution de la maintenance .....                    | 18   |
| <b>II.6</b>                        | L'importance de la maintenance .....                   | 19   |
| <b>II.7</b>                        | Types de maintenance .....                             | 20   |
|                                    | <b>II.7.1</b> Maintenance corrective.....              | 21   |
|                                    | <b>II.7.1.1</b> Maintenance palliative .....           | 21   |
|                                    | <b>II.7.1.2</b> Maintenance curative.....              | 21   |
|                                    | <b>II.7.2</b> Maintenance préventive.....              | 21   |

|                       |                 |  |    |
|-----------------------|-----------------|--|----|
|                       | <b>II.7.2.1</b> | Maintenance systématique.....                              | 21 |
|                       | <b>II.7.2.2</b> | Maintenance préventive prévisionnelle.....                 | 22 |
|                       | <b>II.7.2.3</b> | Maintenance préventive conditionnelle.....                 | 22 |
| <b>II.8</b>           |                 | Objectives visées par la maintenance préventive.....       | 23 |
| <b>II.9</b>           |                 | Opérations de la maintenance.....                          | 24 |
|                       | <b>II.9.1</b>   | Opérations de la maintenance corrective.....               | 24 |
|                       | <b>II.9.2</b>   | Opération de la maintenance préventive.....                | 25 |
| <b>II.10</b>          |                 | Niveaux de la maintenance.....                             | 26 |
| <b>II.11</b>          |                 | Centralisation ou décentralisation de la maintenance ..... | 26 |
|                       | <b>II.11.1</b>  | La centralisation.....                                     | 26 |
|                       | <b>II.11.2</b>  | La décentralisation.....                                   | 27 |
| <b>II.12</b>          |                 | Fonctions et tâches associées à la maintenance.....        | 27 |
| <b>II.13</b>          |                 | Autre formes et méthodes de maintenance.....               | 28 |
|                       | <b>II.13.1</b>  | La maintenance méliorative .....                           | 28 |
|                       | <b>II.13.2</b>  | La totale productive maintenance (T.P.M) .....             | 29 |
| <b>II.14</b>          |                 | Télémaintenance.....                                       | 30 |
| <b>II.15</b>          |                 | Etude de FMD.....  | 30 |
|                       | <b>II.15.1</b>  | La maintenabilité.....                                     | 31 |
|                       | <b>II.15.2</b>  | La disponibilité.....                                      | 31 |
|                       | <b>II.15.3</b>  | Sécurité.....  | 31 |
|                       | <b>II.15.4</b>  | La fiabilité.....  | 31 |
| <b>II.16</b>          |                 | Les loi de fiabilité.....                                  | 31 |
| <b>II.17</b>          |                 | Conclusion.....  | 35 |
| <b>Chapitre III :</b> |                 | <b>Les machines-outils</b>                                 |    |
| <b>III.1</b>          |                 | Introduction.....  | 36 |
| <b>III.2</b>          |                 | Définition de machine-outil .....                          | 36 |
| <b>III.3</b>          |                 | Historique.....  | 36 |
| <b>III.4</b>          |                 | Typologie machine-outil.....                               | 37 |
| <b>III.5</b>          |                 | Procèdes d'usinage.....                                    | 38 |
|                       | <b>III.5.1</b>  | Tournage.....  | 39 |
|                       | <b>III.5.2</b>  | Perçage.....   | 41 |
|                       | <b>III.5.3</b>  | Rectification .....  | 41 |
|                       | <b>III.5.4</b>  | Rabotage .....   | 43 |
|                       | <b>III.5.5</b>  | Mortaisage.....  | 43 |
|                       | <b>III.5.6</b>  | Fraisage .....   | 44 |
| <b>III.6</b>          |                 | Diffèrent types des fraiseuses .....                       | 44 |
| <b>III.7</b>          |                 | Caractéristique de la fraiseuse .....                      | 47 |
| <b>III.8</b>          |                 | Les opérations d'usinage .....                             | 48 |
| <b>III.9</b>          |                 | Les outils de coupe .....                                  | 48 |
|                       | <b>III.9.1</b>  | La fraise .....  | 48 |
|                       | <b>III.9.2</b>  | Classification des fraises .....                           | 48 |
|                       | <b>III.9.3</b>  | Caractéristique des fraises .....                          | 49 |
|                       | <b>III.9.4</b>  | Diffèrent type de fraise .....                             | 50 |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| <b>III.10</b>  | Mise en position des pièce .....                                  | 51        |
|  | <b>III.10.1</b> L'étau .....                                      | 51        |
|  | <b>III.10.2</b> Eléments modulaire .....                          | 52        |
|  | <b>III.10.3</b> Fixation sur la table avec des brides .....       | 52        |
|  | <b>III.10.4</b> Accessoires de serrage .....                      | 53        |
|  | <b>III.10.5</b> Accessoires de montage .....                      | 54        |
|  | <b>III.10.6</b> Plateau circulaire .....                          | 54        |
|  | <b>III.10.7</b> Diviseur .....                                    | 55        |
|  | <b>III.10.8</b> Mandrin .....                                     | 55        |
| <b>III.11</b>  | Procèdes de fraisage .....  | 56        |
|  | <b>III.11.1</b> Fraisage en bout .....                            | 56        |
|  | <b>III.11.2</b> Fraisage en roulant .....                         | 56        |
|  | <b>III.11.3</b> Fraisage combine .....                            | 57        |
| <b>III.12</b>  | Surfaces obtenues par fraisage .....                              | 58        |
| <b>III.13</b>  | Mode de coupe .....   | 58        |
|  | <b>III.13.1</b> Fraisage en avalant .....                         | 58        |
|  | <b>III.13.2</b> Fraisage en opposition .....                      | 59        |
| <b>III.14</b>  | Conclusion .....  | 60        |
| <b>Chapitre IV : Gamme d'entretien de la fraiseuse FU-1800</b> |   |           |
| <b>IV.1</b>  | Introduction .....  | 61        |
| <b>IV.2</b>  | Fraiseuse FU-1800 .....   | 61        |
|  | <b>IV.2.1</b> Description de la fraiseuse FU-1800.....            | 62        |
|  | <b>IV.2.2</b> Composantes de la fraiseuses FU-1800 .....          | 62        |
|  | <b>IV.2.3</b> Caractéristique de la fraiseuse FU-1800.....        | 65        |
|  | <b>IV.2.4</b> Schémas dimensionnels de la fraiseuse FU-1800 ..... | 67        |
|  | <b>IV.2.5</b> Installation de la fraiseuse FU-1800.....           | 67        |
| <b>IV.3</b>  | Gamme d'entretien de la fraiseuse FU-1800 .....                   | 71        |
|  | <b>IV.3.1</b> Graissage .....                                     | 71        |
|  | <b>IV.3.2</b> Interventions .....                                 | 73        |
|  | <b>IV.3.3</b> Réglages et nettoyage .....                         | 73        |
| <b>IV.4</b>  | Pieces d'usure .....  | 76        |
| <b>IV.5</b>  | Propositions et solutions.....                                    | 76        |
| <b>IV.6</b>  | Conclusion.....   | 77        |
| <b>Conclusion générale et perspectives.....</b>                |   | <b>78</b> |
| <b>Bibliographies</b>  |   |           |
| <b>Résumé</b>  |   |           |



## Liste des figures

| <b>Liste des figures</b> |  |    |
|--------------------------|--|----|
| <b>Chapitre I</b>        |  |    |
| <b>II.1</b>              | Feuille d'inventaire d'équipement d'atelier d'usinage  | 13 |
| <b>Chapitre II</b>       |  |    |
| <b>II.1</b>              | Objectif de la maintenance.  | 18 |
| <b>II.2</b>              | L'évolution du contexte industrielle   | 19 |
| <b>II.3</b>              | Diagramme des méthodes de maintenance  | 20 |
| <b>II.4</b>              | Intervention préventive systématique   | 22 |
| <b>II.5</b>              | La relation entre les notions FMD  | 30 |
| <b>II.6</b>              | La courbe baignoire  | 33 |
| <b>II.7</b>              | Différentes formes de R(t).  | 33 |
| <b>II.8</b>              | Tracé de la fonction F(x).   | 34 |
| <b>II.9</b>              | Tracé de la fonction f(x).   | 34 |
| <b>Chapitre III</b>      |  |    |
| <b>III.1</b>             | Première exposition internationale de machines-outils, en 1898 par l'A.C.F. (aux Tuileries). | 37 |
| <b>III.2</b>             | tour conventionnel   | 39 |
| <b>III.3</b>             | Mouvements de coupe et d'avance en tournage.   | 40 |
| <b>III.4</b>             | Principe de tournage   | 40 |
| <b>III.5</b>             | perceuse radiale   | 41 |
| <b>III.6</b>             | Schéma de principe de la rectification plane.  | 42 |
| <b>III.7</b>             | Fraiseuse universelle  | 44 |
| <b>III.8</b>             | Fraiseuse horizontale et verticale.  | 45 |
| <b>III.9</b>             | Fraiseuse à C.N. à banc fixe.  | 45 |
| <b>III.10</b>            | Fraiseuse à reproduire à pantographe.  | 46 |
| <b>III.11</b>            | Fraiseuse d'établi.  | 46 |
| <b>III.12</b>            | Fraiseuse à double montant   | 47 |
| <b>III.13</b>            | Fraiseuse duplex   | 47 |
| <b>III.14</b>            | Caractéristiques des fraises   | 50 |
| <b>III.15</b>            | types des fraises  | 51 |
| <b>III.16</b>            | Etau   | 51 |
| <b>III.17</b>            | Eléments modulaire   | 52 |
| <b>III.18</b>            | Bridage  | 53 |
| <b>III.19</b>            | Accessoires de serrage d'un bridage  | 53 |
| <b>III.20</b>            | les accessoires de montage   | 54 |
| <b>III.21</b>            | Plateau circulaire   | 54 |
| <b>III.22</b>            | Diviseur   | 55 |
| <b>III.23</b>            | Mandrin  | 55 |
| <b>III.24</b>            | Fraisage en bout.  | 56 |
| <b>III.25</b>            | Surfaces obtenues par fraisage de face   | 56 |
| <b>III.26</b>            | Fraisage en roulant.   | 57 |
| <b>III.27</b>            | Fraisage combiné.  | 57 |
| <b>III.28</b>            | Surfaces obtenues par fraisage   | 58 |
| <b>III.29</b>            | fraisage en avalant  | 59 |
| <b>III.30</b>            | fraisage en opposition.  | 59 |
| <b>Chapitre IV</b>       |  |    |
| <b>IV.1</b>              | L'atelier des usinages   | 61 |
| <b>IV.2</b>              | Fraiseuse universelle FU-1800.   | 62 |
| <b>IV.3</b>              | Les composants de la fraiseuse FU-1800.  | 63 |
| <b>IV.4</b>              | Schéma de l'emplacement des moteurs  | 66 |
| <b>IV.5</b>              | Schème de dimensionnelle de fraiseuse FU-1800  | 67 |

## Liste des figures

---

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| <b>IV.6</b>  | Schéma de fondation                                       | 68 |
| <b>IV.7</b>  | le placard de commande                                    | 69 |
| <b>IV.8</b>  | schéma de graissage de roulement                          | 69 |
| <b>IV.9</b>  | tableau des symboles de graissage et des groupes d'huile. | 70 |
| <b>IV.10</b> | L'équivalence des huiles                                  | 70 |

| <b>Liste des Tableaux</b> |   |    |
|---------------------------|---|----|
| <b>IV.1</b>               | Les composants de fraiseuse FU-1800.    | 63 |
| <b>IV.2</b>               | Caractéristiques de la machine FU-1800  | 65 |
| <b>IV.3</b>               | Caractéristique des moteurs électriques | 66 |
| <b>IV.4</b>               | Les éléments de lubrification           | 71 |
| <b>IV.5</b>               | Présente le système de graissage        | 72 |
| <b>IV.6</b>               | Plan d'entretien                        | 73 |
| <b>IV.7</b>               | Plan d'entretien annuel                 | 74 |
| <b>IV.8</b>               | Plan d'entretien de chaque semaine      | 75 |

## Abréviation

|              |  |
|--------------|--|
| CEN          | Comité Européen de Normalisation               |
| T            | Période d'intervention a intervalles constants |
| In           | Intervention préventive systématique           |
| TPM          | Totale productive maintenance                  |
| TRS          | Taux de rendement synthétique                  |
| FMD          | Fiabilité Maintenabilité Disponibilité         |
| $f(t)$       | la densité de probabilité                      |
| $F(t)$       | La probabilité                                 |
| $R(t)$       | La fiabilité                                   |
| $\lambda(t)$ | Le taux de défaillance                         |
| <i>MTBF</i>  | Moyenne temps de bon fonctionnement            |
| TGT          | Tubes Gaz Tebessa                              |
| SNS          | Société Nationale de Sidérurgie                |



# **Introduction générale**

### Introduction Générale

La vie des entreprises dans les pays industrialisés est caractérisée par de profonds changements : technologique, économique et sociétal. C'est la situation dans notre pays, une base industrielle importante est généralement constituée sous l'apport initial de la technologie occidentale, et avec la mondialisation du marché, le besoin de maintenance et d'optimisation des performances des outils s'est accru.

Aujourd'hui, l'entretien a laissé la place à la maintenance .Ce changement ne réside pas uniquement dans un bouleversement complet de la manière de faire et de concevoir ce qui s'appelait « entretien » et que l'on appelle aujourd'hui « maintenance ».

Contribuant ainsi à la pérennité .Or, comme les pannes et les incidents des systèmes de production sont l'un des fléaux majeurs de l'industrie et viennent amputer lourdement la capacité de production, voire accroître le prix de revient.

Le problème d'accessibilité des éléments de machines peut être une cause dans la longueur de réparation de certaines pannes, le démontage est difficile et coûteux en temps et moyens. De plus, l'impact que peut laisser une fonction cachée dont la défaillance n'est pas évidente à l'équipage, durant les cours des rondes normales des opérateurs. il faut signaler aussi qu'un manque de pièce de rechange à un moment critique peut induire des frais directs et indirects importants, sinon une immobilisation des sommes importantes dans le stock de pièces de rechanges, la panne entraîne donc une perte de production, avec son inévitable coût, un glissement dans les délais de livraison qui rejaillit sur la crédibilité et l'image de la société sans compter les erreurs humaines inévitables, lors des arrêts et des remises en service.

Fondamentalement, le thème de la production est lié au thème de la maintenance .Dans les pays sous-développés, notamment dans notre pays, la maintenance est une activité très négligée. Cette négligence grave a entraîné une augmentation du taux d'immobilisation des équipements de production, mettant ainsi la productivité dans un état préoccupant : pour sortir de ce pire des cas, il faut donner aux réparations au plus ou moins la valeur réelle qu'elles méritent.

Notre mission est d'étudier la maintenance et de prendre le cas de la fraiseuse FU 1800 comme application dans l'atelier machine de l'entreprise (Anabib) Tuberie Gaz Tébessa(TGT)

Bien que le fichier historique de la machine soit ancien et que les données ne soient pas entièrement disponibles, nous avons appliqué toutes les données existantes pour mettre en œuvre une maintenance préventive et donner des solutions théoriques basées sur l'étude et les recherches présentées.

Par conséquent, le sujet est articulé en quatre chapitres :

**Le premier chapitre :** Présentation de l'entreprise (Anabib) Tuberie Gaz Tébessa (TGT) ;

**Le deuxième chapitre :** est consacré aux généralités sur la maintenance ;

**Le troisième chapitre :** est consacré au les Machines-Outils ;

**Le quatrième chapitre** est consacré à l'élaboration d'une gamme d'entretien de notre machine, ensuite une proposition d'une gamme d'entretien préventive de notre point de vue.

# **Chapitre I**

## **Présentation de l'entreprise (Anabib) Tuberie Gaz Tébessa (TGT)**



### **I.1. Introduction**

Le présent document vise à retracer l'histoire du projet « Tubes Gaz » Elma-Labioud de TEBESSA, dans l'ensemble de sa réalisation et reconstituer particulièrement les éléments essentiels sur les plans : technique, financier et commercial. D'une manière synthétique, on peut dire que : Le contrat procès a été honoré dans son ensemble à l'exception des opérations liées à la levée de réserves et celles portant sur l'optimisation du fonctionnement de certaines installations. Il y a lieu de noter par ailleurs, que l'unité a été en chômage technique pour manque de charge commerciale à partir de janvier 1997 sur une durée de dix-huit mois. Cet arrêt prolongé a eu des répercussions sur le fonctionnement des installations et s'est traduit notamment par une série de problèmes techniques, que l'unité s'attèle à régler. L'activité de l'unité connaît une reprise graduelle à partir de septembre 1998 [1].

### **I.2. Cadre de l'opération**

L'opération a été inscrite dans le plan quinquennal de développement. Le projet « Tubes Gaz » a fait l'objet de maturation entre 1977 et 1980. L'inscription de l'opération à la nomenclature des investissements planifiés a été réalisée dans le cadre du premier plan quadriennal et à l'indicatif de la Société Nationale de Sidérurgie (ex SNS) en 1983. Le projet ainsi individualisé était défini comme suit :

|                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Référence :                   | OP- 6/142.3.016.04.27              |
| Décision individualisation :  | MPAT/83/2738/IH/23 du 03 Juin 1983 |
| Montant de l'investissement : | 871 millions DA                    |
| Capacité de production :      | 60.000 tonnes/an                   |
| Localisation :                | AZZABA/SKIKDA                      |

Le site retenu devait recevoir un complexe de transformation sidérurgique conçu en aval de la production des laminoirs d'EL-HADJAR. L'opposition des autorités à l'implantation du projet à AZZABA conjuguée à la volonté politique de favoriser le développement des zones frontalières Algéro - Tunisiennes s'est soldée par le transfert du projet sur la Wilaya de TEBESSA, à ELMA LABIOD.

Les décisions associées à l'acte de délocalisation ont été formalisées en 1986 sous les références suivantes :

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Décision d'individualisation : | A l'indicatif de l'ENTTPP/ANABIB<br>OP. N° 8.142.3.230.177.03. |
| Référence :                    | M/P/AN – 86/260/IH/25 du 05 MARS 1986                          |
| Montant de l'investissement :  | 871 millions DA.   |
| Capacité de production :       | 60.000 tonnes/an.  |
| Localisation :                 | Elma-labioud / TEBESSA   |
| Décision de financement :      | N° 699/DCCA/SD/EPE du 12.12.86                                 |
| Partenaire étranger :          | MANNESMANN DEMAG HUTTENTECH-<br>ALLMAGNE--(R. F.A)             |

Le contrat signé le 14 juillet 1988, qui porte sur la fourniture le montage et la mise en service des installations, a été mis en vigueur le 6 mars 1989.L'unité est conçue pour produire le tube soudé longitudinalement à haute fréquence. Son activité couvre la fabrication de :

- Tubes rond pour canalisation de transport fluide et vapeurs (Eaux. Gaz) ;
- Tube carré et rectangle de construction pour diverses industries ;
- Accessoires divers de raccordement (manchons, coudes et tés) [1].

### **I.3. Ouverture de chantier**

Le chantier de réalisation a été ouvert après adaptation des études initiales et élaboration des dossiers de commande de travaux en 1987.

### **I.4 Localisation du projet**

L'Usine Tubes gaz est érigée sur un terrain d'assiette de 31 hectares (dont 38500 m2 couverts), située à environ 5 Km à l'Est d'ELMA-LABIOD et à 35 Km de chef-lieu TEBESSA. Le site est longé sur sa façade principale par la voie ferrée ainsi que par la

route nationale sur l'axe TEBASSA – BIR EL ATER. L'usine est raccordée au réseau ferroviaire SNTF et dispose d'un ensemble de voies ferrés intérieures d'une longueur de 5000 mètres desservant la totalité des ateliers principaux.

Ce réseau permet donc un approvisionnement aisé de l'ensemble des matières premières et des consommables et assure également l'expédition des produits finis [1].

### **I. 5 Utilités**

- **Electricité** : pour son démarrage, l'unité a été alimentée par une ligne électrique provisoire tirée sur le réseau existant situé à environ treize kilomètres de l'usine.

Selon la configuration finale, une ligne haute tension de 90 Kv sera tirée à partir de CHEREA, situé à 50 Km de l'usine.

- **Eau** : l'alimentation en eau de l'usine est assurée par une conduite ramenée de trois forages situés à environs dix kilomètres de l'usine.

En outre une station de pompage équipée de deux réservoirs semi- enterrés, en béton, permet un stockage de 2400 m<sup>3</sup> d'eaux potables, industrielles et d'incendies.

- **Gaz** : l'alimentation en gaz est assurée par une station de détente, réalisée pour le projet et qui est reliée au réseau extérieur SONELGAZ situé à proximité [1].

### **I.6. Composition générale de l'entreprise**

L'usine est composée des ateliers et installations suivants :

- **Installations de production et d'entretien**

Un atelier de refendage ;

Un atelier de fabrication de tubes avec four électrique et laminoir réducteur étireur ;

Un atelier de parachèvement de tubes gaz et eau ;

Un atelier de parachèvement de tubes chaudières et API ;

Un atelier de parachèvement de tubes profilés ;

Un atelier de décapage et de galvanisation avec parachèvement des produits finis ;

Un atelier de fabrication et galvanisation des manchons ;

Un atelier de fabrication des coudes ;

Un atelier de fabrication des pièces en tés ;

Un atelier central d'usinage ;

Un atelier d'entretien du matériel roulant.

- **Installations annexes**

Le laboratoire ;

Les stations à air comprimé, vapeur, traitement des eaux, pompage ;

La neutralisation et la sulfaterie ;

La station de déminéralisation ;

Les outillages et appareillages ;

Un poste de livraison électrique de 90 KV ;

Des sous- stations électriques.

- **Infrastructures administratives**

Le bâtiment administratif ;

Le bâtiment sous- direction ;

Le bâtiment cantine vestiaire ;

Le bâtiment bureaux vestiaires de l'atelier accessoires ;

Les bureaux localisés au niveau des différents ateliers.

L'unité est conçue pour produire le tube en acier E24 soudé longitudinalement par pression à extrémités lisses finis à chaud avec caractéristiques garanties à température ambiante et conditions particulières de livraison NFA 142 [1].



### **I. 7. Procédé technologique et capacité**

Le projet est doté d'équipements intégrant les dernières avancées technologiques de la filière fabrication des tubes en acier soudés.

#### **I.7.1 Procédé technologique**

**1) Refendage :** cette installation dimensionnée pour des épaisseurs de 1 à 10 mm est prévue pour le découpage des bobines d'acier en feuillards de largeurs adaptées aux différents tubes.

**2) Formage soudage :** cette ligne est du type avec générateur de courant à haute fréquence. Elle a pour fonction de transformer à l'aide des galets de formage à la dimension du tube ébauche, le feuillard cisailé à la largeur voulue en tube fendu.

L'introduction du formage par réglette permet une diminution de cages (donc de l'outillage et de la superficie d'implantation) par rapport à des installations conventionnelles.

Après formage, le tube est soudé électriquement en continu, sans apport de métal, par le biais d'un générateur de courant à haute fréquence.

**3) Laminage réduction – étirage :** le laminoir réducteur étireur (LRE) est composé de 18 cages. Après soudage, le tube est chauffé dans un four à induction à moyenne fréquence à une température de 950 à 1000° C.

Cette opération est suivie par un laminage obtenu sur une série de cages en nombre variable qui, simultanément, étirent le tube et réduisent son diamètre.

La technique utilisée permet une réduction très importante du diamètre extérieur, de l'ordre de 75%, accompagnée le plus souvent d'une petite réduction d'épaisseur.

En outre, la combinaison d'installation de soudage à haute fréquence et de laminoir réducteur étireur en ligne présente les avantages suivants qui sont importants par rapport à une installation de soudage monolithique, à savoir :

-Possibilité de produire la totalité de la gamme dimensionnelle à partir de deux dimensions d'ébauche (118 et 70 mm). Ce facteur permet d'éviter les changements

d'outillages qui serait sinon fréquemment nécessaires sur l'installation de soudage haute fréquence et d'accroître de manière sensible le taux d'utilisation de l'installation.

-Normalisation de la structure de tube par chauffage dans un four assurant de la sorte une amélioration de la qualité du produit fini

-Possibilité d'opérer tant en continu qu'en discontinu compte tenu de la liaison entre l'installation de soudage à haute fréquence et l'entrée du laminoir.

**4) Parachèvement tubes gaz et eau :** dans ces ateliers, les tubes subissent les opérations suivantes :

-Dressage ;

-Chanfreinage ;

-Filetage ;

-Contrôle d'étanchéité par courant Foucault pour les tubes gaz et eau, et une épreuve hydraulique en supplément pour les tubes API et ceux destinés aux tubulures de chaudières ;

-Pesage marquage, bottelage.

**5) Galvanisation :** pour obtenir une bonne adhérence du revêtement en zinc pour une protection durable un traitement chimique de surface par décapage est nécessaire, de façon à éliminer toutes sortes d'huiles ou de rouille.

Cette installation est placée en amont des lignes de galvanisation. Le décapage est réalisé en botes de tubes manutentionnées automatiquement par ponts et comprend les opérations suivantes :

-Dégraissage ;

-Rinçage ;

-Décapage ;

-Rinçage ;

-Fluxage.

La capacité totale de décapage est de 46.000 T/an

Le processus de galvanisation utilisé, désigné « procédé par voie sèche » permet d'obtenir un revêtement en zinc plus souple et de réaliser simultanément une économie de zinc considérable.

Deux lignes séparées sont implantées dans l'atelier et se différencient l'une de l'autre par la conception des bains d'immersion et des machines d'extraction.

La ligne 1, équipée d'une machine d'extraction, est utilisée pour les tubes de grands et moyens diamètres.

La ligne 2, utilisée pour la plage dimensionnelle la plus faible est équipée de deux machines d'extraction.

La galvanisation est réalisée selon les normes NFA 49700, DIN 2444, ISO R65 et 5745.

A l'issue de cette étape, le tube subit dans l'atelier de parachèvement les opérations suivantes :

- Dressage ;
- Filetage ;
- Manchonnage ;
- Bottelage, cerclage, pesage.

**6) Fabrication des accessoires :** cet atelier comprend quatre zones bien distinctes, à savoir :

Ligne de fabrication des manchons ;

Ligne de fabrication des tés ;

Ligne de fabrication des coudes ;

Ligne de traitement de surface et de galvanisation.

- **Ligne de fabrication des manchons**

La fabrication des manchons de raccordement s'opère suivant un cycle opératoire comprenant :

Découpage ;

Chanfreinage ;

Filetage ;

Le traitement de surface ;

La galvanisation.

- **Ligne de fabrication des coudes**

Le produit est obtenu par évasement d'un tronçon de tube préalablement chauffé. La transformation est suivie des opérations suivantes :

Calibrage ;

Tronçonnage ;

Usinage ;

Marquage.

- **Ligne de fabrication des pièces en Té**

La fabrication des pièces en Té est réalisée selon le procédé de matriçage à froid sous haute pression de liquide. Le formage est complété par les opérations suivantes :

Recuit de normalisation ;

Usinage (chanfreinage) ;

Marquage [1].

### **I.7.2. Capacité**

L'usine est dimensionnée pour produire annuellement 80.000 T de tubes ronds et profilés ainsi que cinq millions d'accessoires de raccordement, en deux postes.

Les tableaux qui suivent donnent le mix de production de base prévu.

### **I.7.3. Spécification des produits**

L'usine a été conçue pour produire, avec un cycle de fonctionnement en deux équipes 80.000 tonnes/an de tubes ronds et profilés ainsi que l'accessoire s'y rapportant pour les utilisations principales suivantes :

Tubes pour le transport des fluides.

Tubes de construction.

Tubes pour chaudières.

Tubes pour canalisation selon API.

- Les tubes ronds pouvant être livrés selon l'un des états suivants :

-Noirs à bouts lisses ;

-Noirs, filetés et manchonnés ;

-Galvanisés à bouts lisses ;

-Galvanisés, filetés et manchonnés ;

-Les profilés seront livrés en section carrée ou rectangulaire ;

-Les produits seront livrés selon les normes internationales (AFNOR, DIN, API etc... [1]).

### **I.8. Mise en service des installations**

Le démarrage de l'usine s'est opéré progressivement au courant de l'année 1993 et le premier tube soudé a été fabriqué en Avril 1993.

L'installation de refendage a été mise en service durant le 2eme semestre 1992.

### **I.9. Démarrage et exploitation**

Le projet est entré en phase de démarrage à compter du mois de Mai 1993.

Malgré les restes à réaliser de l'époque concernant l'achèvement des opérations de montage et de démarrage des installations de galvanisation et de parachèvement, la tuberie



Gestion des immobilisations  
Unité Tubes Gaz Tébessa  
Exercice : 2019

FEUILLE D'INVENTAIRE EXERCICE : 2019  
POINT D'INVENTAIRE : Equipement d'atelier d'usinage.

| N° | CODE IMMOB | DESIGNATION ITEM                       | Qte | Etats | Affectation |
|----|------------|--|-----|-------|-------------|
| 1  | 250101     | Equipement d'atelier d'usinage 2501    | 1   | pan   |             |
| 2  | 250102     | Scie à ruban hydraulique W601A-P       | 1   | Bon   |             |
| 3  | 250103     | Basculé à peser à aiguille T type 9014 | 1   | Bon   |             |
| 4  | 250104     | Machine d'oxyacétylène                 | 1   | Bon   |             |
| 5  | 250105     | Affûteuse universelle BEFIM            | 1   | Bon   |             |
| 6  | 250106     | Affûteuse de forêt universelle UBS100  | 1   | Bon   |             |
| 7  | 250107     | Touret à meuler DS 07/200 A            | 1   | Bon   |             |
| 8  | 250108     | Tour parallèle universelle M350        | 1   | Bon   |             |
| 9  | 250109     | Tour parallèle universelle L-1/260     | 1   | Bon   |             |
| 10 | 250110     | Tour parallèle universelle AT500       | 1   | Bon   |             |
| 11 | 250111     | Tour parallèle universelle L-1/200     | 1   | Bon   |             |
| 12 | 250112     | Rectifieuse cylindrique RUA-3-2000     | 1   | Bon   |             |
| 13 | 250113     | Rectifieuse plane RS-19/50             | 1   | Bon   |             |
| 14 | 250114     | Fraiseuse universelle FU-1800          | 1   | Bon   |             |
| 15 | 250115     | Fraiseuse universelle FU-1800          | 1   | Bon   |             |
| 16 | 250116     | Perceuse radiale MT-75/2000            | 1   | Bon   |             |
| 17 | 250117     | Perceuse à colonne BS30                | 2   | Bon   |             |
| 18 | 250118     | Perceuse d'établi BTU23B               | 1   | Bon   |             |
| 19 | 250119     | Mortaiseuse verticale SK700            | 1   | Bon   |             |
| 20 | 250120     | Marbre de tracage DIN 876/111          | 1   | Bon   |             |
| 21 | 250121     | Marbre de contrôle DIN 876/111         | 1   | Bon   |             |
| 22 | 250122     | Presse hydraulique 255 9361            | 1   | pan   |             |
| 23 | 250123     | Cisaille à guillotine HSL 3010         | 1   | Bon   |             |
| 24 | 250124     | Presse plieuse universelle             | 1   | Bon   |             |
| 25 | 250125     | Rouleuse cintréuse à 3 rouleaux PP295  | 1   | pan   |             |
| 26 | 250126     | Bordureuse moulureuse boudineuse 416   | 1   | Bon   |             |
| 27 | 250127     | Grignoteuse détoureuse cisaille CN902  | 1   | Bon   |             |
| 28 | 250128     | Cisaille à profilés 110/470            | 1   | Bon   |             |
| 29 | 250129     | Fileteuse pour tubes 77/S.Nr77 23541   | 1   | Bon   |             |
| 30 | 250130     | Fileteuse pour tubes 77/S.Nr77 24688   | 1   | Bon   |             |
| 31 | 250131     | Touret à meuler à colonne DS30/400 A   | 1   | Bon   |             |
| 32 | 250132     | Tronçonneuse pour tubes RA 4           | 1   | Bon   |             |
| 33 | 250133     | Cintréuse hydraulique F-18             | 2   | Bon   |             |
| 34 | 250134     | Poste à souder 140A                    | 2   | 1B/1M |             |
| 35 | 250135     | Pompe de contrôle à main HP300         | 1   | Bon   |             |
| 36 | 250136     | Matériels de brasage / tubes en cuivre | 1   | Bon   |             |
| 37 | 250138     | Ponceuse à ruban 150x1092              | 1   | Bon   |             |

Service utilisateur  
Nom: Bouzbeba  
Prénom: ERTEN  
Visa: [Signature]

Chef d'équipe  
Nom: GUERRAD  
Prénom: A/MALEK  
Visa: [Signature]

Gestion des immobilisations  
Unité Tubes Gaz Tébessa  
Exercice : 2019

FEUILLE D'INVENTAIRE EXERCICE : 2019  
POINT D'INVENTAIRE : Equipement d'atelier d'usinage.

Date : 05/11/2019

| N° | CODE IMMOB | DESIGNATION ITEM                            | Qte | Etats | Affectation |
|----|------------|---|-----|-------|-------------|
| 1  | 250139     | Transformateur de soudage THF 400           | 2   | Bon   |             |
| 2  | 250140     | Poste à souder 250A                         | 1   | Bon   |             |
| 3  | 250141     | Poste de soudage autogène mobile KDO 400    | 1   | Bon   |             |
| 4  | 250142     | Cisaille à lame                             | 3   | Bon   |             |
| 5  | 250144     | Fileteuse pour tubes 4" Nr.77 24689         | 1   | Bon   |             |
| 6  | 250145     | Table de métallisation                      | 1   | Bon   |             |
| 7  | 250146     | Touret à meuler DS 15/300A                  | 2   | Bon   |             |
| 8  | 250147     | Forge DS 330                                | 1   | Bon   |             |
| 9  | 250148     | Encume                                      | 1   | Bon   |             |
| 10 | 250149     | Estante universelle                         | 1   | Bon   |             |
| 11 | 250150     | Four électrique                             | 1   | Bon   |             |
| 12 | 250151     | Appareil d'essai de dureté N3B 000          | 1   | Bon   |             |
| 13 | 250152     | Potence pivotante sur fût 250Kg             | 1   | Bon   |             |
| 14 | 250153     | Tour parallèle CNC VDF400                   | 1   | Bon   |             |
| 15 | 250154     | Tour parallèle CNC VDF250                   | 1   | Bon   |             |
| 16 | 250155     | Rectifieuse de surfaces planes SW BE        | 1   | Bon   |             |
| 17 | 250156     | Affûteuse de lames de scie FSMK 10 M        | 1   | Bon   |             |
| 18 | 250157     | Soudeuse pour ruban de scie GAS 100         | 1   | Bon   |             |
| 19 | 2431-0021  | Transpalette                                | 2   | Bon   |             |
| 20 | 250159     | Compresseur à vis stationnaire              | 1   | Bon   |             |
| 21 | 250160     | Table de travail avec étai                  | 3   | Bon   |             |
| 22 | 250161     | Armoire métallique à 2 portes GM            | 9   | Bon   |             |
| 23 | 250162     | Armoire métallique à 2 portes PM            | 6   | Bon   |             |
| 24 | 250163     | Armoire métallique à 1 porte                | 4   | Bon   |             |
| 25 | 250164     | Tour L1/165                                 | 1   | Bon   |             |
| 26 | 250165     | Fraiseuse à outil universelle UW10          | 1   | Bon   |             |
| 27 | 250167     | Marbre à dresser 2000 x 1000mm              | 1   | Bon   |             |
| 28 | 250168     | Potence pivotante sur fût 1500Kg            | 1   | Bon   |             |
| 29 | 250169     | Bouteil acétylène                           | 1   | Bon   |             |
| 30 | 250170     | Bouteil oxygène                             | 1   | Bon   |             |
| 31 | 250171     | Chariot p/chaîmeu sans bouteil              | 2   | Mau   |             |
| 32 | 2436-0115  | Poste à souder GYSMI E160                   | 1   | Mau   |             |
| 33 | 2436-0116  | Poste à souder TECHNOLOGY 186 HD            | 1   | Mau   |             |
| 34 | 250174     | Scie à archer PMKS210HY Nr-0395             | 1   | Bon   |             |
| 35 | 250175     | table de soudage                            | 1   | Bon   |             |
| 36 | 250176     | aspirateur de fumé t-hermique               | 1   | Bon   |             |
| 37 | 250177     | machine rectifier les surfaces planes KH-15 | 1   | Bon   |             |
| 38 | 250178     | machine pour fair les segments ZE-1500      | 1   | Bon   |             |
| 39 | 2430-0021  | Appareil à ALESER P/FRAISEUSE               | 1   | Bon   |             |

Service utilisateur  
Nom: Bouzbeba  
Prénom: ERTEN  
Visa: [Signature]

Chef d'équipe  
Nom: GUERRAD  
Prénom: A/MALEK  
Visa: [Signature]

Fig. I.1: feuille d'inventaire d'équipement d'atelier d'usinage [1].

Atelier entretien matériel roulant :

- Banc d'essai pompe à injection ;
- Banc d'essai pour génératrice ;
- Banc d'essai pour stators ;
- Cisaille alligator ;
- Station de lavage graissage [1].

### I.10.2. Situation des réserves

La majeure partie des réserves non résorbées à la veille du départ du partenaire, a été levée par Anabib à l'exception de quelques-unes, jugées importantes. Il s'agit essentiellement de :



- **Ligne de formage de tube** : en absence d'une parfaite synchronisation de l'ensemble des équipements composant cette ligne, conjuguée au manque de maîtrise de nos agents il n'a pas été possible de mettre en œuvre le mode de fonctionnement continu.
- **Four à induction** : malgré les nombreuses interventions des électroniciens y compris sous la supervision du spécialiste de SIEMENS, l'équipement en question n'arrive pas à fonctionner durablement aux conditions optimales.
- **Sulfaterie** : cette installation qui a fait l'objet d'une mise en service par le biais des agents d'Anabib qui, au préalable ont subi une formation spécifique à Kasserine (Tunisie) ne fonctionne qu'en mode manuel, celui en automatique reste à obtenir.
- **Installation de décapage (pont roulant)** : le fonctionnement en mode automatique n'est pas encore opérationnel.
- **Atelier de parachèvement tubes gaz et eau** : les deux lignes composant ce parachèvement n'ont pas donné les résultats, ceci en dépit des efforts déployés de part et d'autre pour améliorer les performances, notamment par de nombreuses modifications suggérées par Mannesmann et mises en œuvre par notre personnel [1].

# **Chapitre II**

## **Généralité sur la Maintenance**

## **II.1. Introduction**

La maintenance est l'une des contraintes auxquelles est confronté tout exploitant d'une installation industrielle. En général, une installation de production qui nécessite une combinaison de moyens matériels et humains n'est en mesure de fournir le service qui lui est demandé qu'après avoir surmonté diverses contraintes, dont la maintenance des équipements de production utilisés. La construction d'une usine ou d'un atelier est inutile en l'absence d'une grosse production, de personnel qualifié, ou d'un système d'organisation permettant la maintenance des installations.

La maintenance joue un rôle de plus en plus important dans la productivité des entreprises. Le seul but de la maintenance n'est plus d'assurer le bon fonctionnement.

La maintenance préventive est l'une des stratégies de maintenance les plus fréquemment utilisées, car la planification et l'organisation des interventions sont essentielles pour garantir la disponibilité et le bon fonctionnement des équipements. C'est pourquoi nous allons introduire la définition de la maintenance industrielle et les stratégies de base utilisées dans ce chapitre [02].

## **II.2. Histoire de la maintenance industrielle**

Depuis la révolution industrielle, de nombreux changements ont eu lieu dans l'industrie manufacturière, mais les changements les plus spectaculaires se sont produits au cours des cinquante dernières années. Ces changements ont affecté les méthodes de maintenance des installations industrielles. Avant la Seconde Guerre mondiale, les machines étaient généralement grandes, et robustes, et fonctionnaient relativement lentement, avec des systèmes de contrôle et des instruments de base. Étant donné que les exigences de production ne sont pas aussi strictes qu'aujourd'hui, les temps d'arrêt ne sont pas aussi sévères. Lorsque le temps d'arrêt se produisait, ils étaient pris en charge, mais en général, les machines étaient fiables. Dans certaines usines plus anciennes, les machines fabriquées à cette époque sont toujours aussi bonnes aujourd'hui qu'elles étaient fabriquées.

Après la guerre, la reconstruction de l'industrie a commencé. Un marché beaucoup plus compétitif s'est développé, obligeant les fabricants à augmenter leur production. La surcharge de travail des machines entraîne une augmentation des temps d'arrêt et une hausse des coûts de réparation des machines. Cette augmentation de la production a exigé

de meilleures pratiques de maintenance, qui ont conduit au développement de la maintenance préventive.

Depuis les années 1980, les installations et les systèmes sont devenus encore plus complexes. Les exigences du marché concurrentiel et l'intolérance des temps d'arrêt ont augmenté, tandis que les coûts de maintenance ont augmenté. Outre les exigences de fiabilité accrue, une nouvelle sensibilisation aux processus de défaillance, l'amélioration des techniques de gestion et les nouvelles technologies ont permis de mieux comprendre la santé des machines et des composants. La compréhension du risque est devenue essentielle. Les questions d'environnement et de sécurité sont primordiales. De nouveaux concepts comme la surveillance des conditions, la fabrication juste à temps, les normes de qualité, les systèmes experts et la maintenance centrée sur la fiabilité ont également fait leur apparition [03].

### **II.3. Stratégie de maintenance**

Ensemble des décisions qui conduisent :

- à définir le portefeuille d'activités de la production de maintenance, c'est - à - dire, à décider des politiques de maintenance des équipements (méthodes correctives, préventives, à appliquer à chaque équipement) et, conjointement, à organiser structurellement le système de conduite et les ressources productives pour y parvenir dans le cadre de la mission impartie (objectifs techniques, économiques et humains) [04].

- Les stratégies de maintenance sont aussi variées que peuvent l'être les systèmes sur lesquels elles s'appliquent. Cependant, toutes visent le maintien du système dans un état de bon fonctionnement le plus longtemps possible ou la restauration la plus brève lors d'une défaillance [05].

### **II.4. Définitions et rôle de la maintenance**

La maintenance regroupe les actions de dépannage, de réparation, de réglage, de révision, de contrôle et de vérification des équipements matériels (machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) ou même immatériels (logiciels).

### **II.4.1. Définitions normatives**

Une première définition normative de la maintenance fut donnée par l'AFNOR en 1994 (norme NFX 60- e.010), à savoir « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ». Depuis 2001, elle a été remplacée par une nouvelle définition, désormais européenne (NF EN 13306 X 60-319) : « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ». Le dictionnaire Larousse définit la maintenance comme : « L'ensemble qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement » Le projet "CEN" (Comité Européen de Normalisation) la définit par : « L'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de gestion durant le cycle de vie d'un matériel, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ». La fonction requise est ainsi définie par : « la fonction ou l'ensemble des fonctions d'un bien considéré comme nécessaire pour fournir un service déterminé » [06].

### **II.4.2. Objectif de la fonction maintenance**

Dans une entreprise, quelque soit son type et son secteur d'activité, le rôle de la fonction maintenance est donc d'assurer la disponibilité maximale et une meilleure performance du matériel, tout en respectant le budget alloué. Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance définie par la direction de l'entreprise, cette politique devant permettre d'atteindre le rendement maximal des systèmes de production. Un service de maintenance peut également être amené à participer à des études d'amélioration du processus industriel, et doit, comme d'autres services de l'entreprise, prendre en considération de nombreuses contraintes comme la qualité, la sécurité, l'environnement, le coût, etc.

Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance formulée par la direction de l'entreprise, qui doit maximiser l'efficacité du système de production. Le service maintenance peut également être amené à participer à des recherches pour améliorer les procédés industriels, et doit prendre en compte la qualité, la sécurité, l'environnement et bien d'autres contraintes, coûts, etc., comme les autres services de l'entreprise.

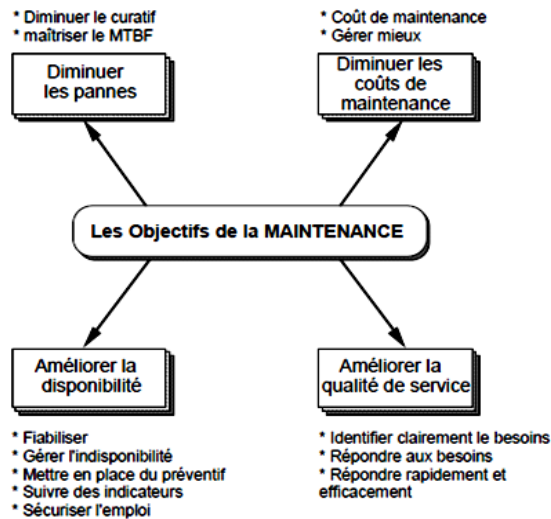


Fig. II.1: Objectif de la maintenance [7].

## II.5. L'évolution de la maintenance

Les trente glorieuses (1945 - 1975) :

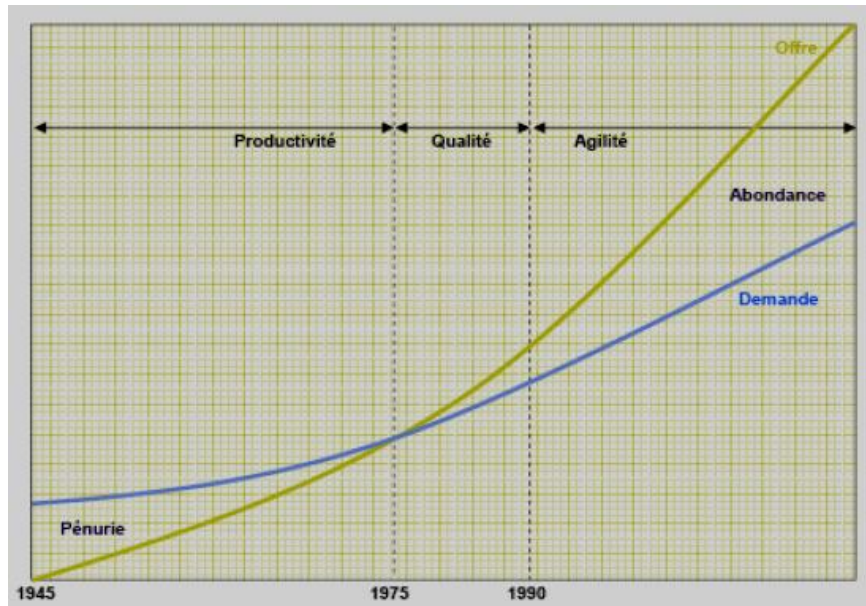
- Demande supérieure à l'offre ;
- Prix de revient, productivité ;
- Contrôle de gestion ;

L'équilibre (1975 - 1990) :

- Demande équivalente à l'offre ;
- Prix de revient, qualité, assurance qualité, Prévisions, MRP ;

Le client roi, la mondialisation (1990 -) :

- Demande inférieure à l'offre ;
- Exigences en termes de prix, délai, personnalisation ;
- Prix de vente, logistique, maîtrise des flux, agilité [08].



**Fig. II.2:** L'évolution du contexte industrielle [08].

Les 2 dimensions de performance industrielle globale :

-La vitesse à laquelle on génère la valeur ajoutée : c'est le temps écoulé entre la sortie du PF et l'entrée des MP incorporés.

-Le débit de valeur ajoutée : c'est la quantité de VAD générée par unité de temps (Le Throughput) [09].

## II.6. L'importance de la maintenance

La maintenance est importante pour l'industrie, surtout lors de l'occurrence des pannes provoquant des arrêts non planifiés [10].

Toute interruption au cours du fonctionnement peut avoir des conséquences telles que :

- Augmentation du coût de productions ;
- Diminution de la marge du profit ;
- Rupture du stock ;
- Retard des livraisons ;
- Ajout des heures supplémentaires ;



- Absence des sécurités des opérateurs.

Pour surmonter ces conséquences, on doit prévoir des entretiens bien planifier avant l'occurrence des pannes.

Pour ce faire, la partie suivante comprend des stratégies de maintenances.

## II.7. Types de maintenance

Le choix de la politique de maintenance doit s'appuyer sur des recherches techniques et économiques

En termes simples, il s'agit de la relation entre les coûts de maintenance et les coûts non liés à la maintenance.

Les opérations de maintenance nécessitent des coûts (temps passé, pièces de rechange, matériaux utilisés, perte de production. En revanche, lorsqu'il s'agit d'équipements critiques, la non maintenance ou les arrêts imprévus peuvent avoir des conséquences graves.

Au total, par exemple, s'agissant de la température de l'eau d'un réacteur ou d'un percolateur de centrale nucléaire, nous ne maintiendrons pas la réglementation de la même manière. La figure ci-dessous résume les différentes stratégies de maintenance et les situe les unes par rapport aux autres [11].

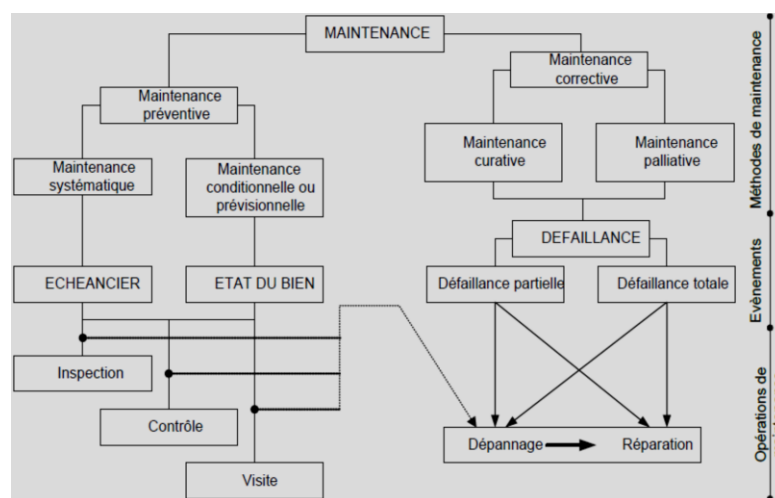


Fig. II.3: Diagramme des méthodes de maintenance [11].

### **II.7.1 Maintenance corrective**

La maintenance corrective regroupe l'ensemble des activités réalisées après la défaillance (totale ou partielle) d'un bien, ou la dégradation de sa fonction, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement.

La maintenance corrective peut être :

- palliative.
- curative [12].

#### **II.7.1.1. Maintenance palliative**

La maintenance palliative regroupe les activités de maintenance corrective destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise. Ces activités du type dépannage qui présentent un caractère provisoire devront être suivies d'activités curatives [13].

#### **II.7.1.2. Maintenance curative**

La maintenance curative regroupe les activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Ces activités du type réparation, modification ou amélioration doivent présenter un caractère permanent [13].

### **II.7.2. Maintenance préventive**

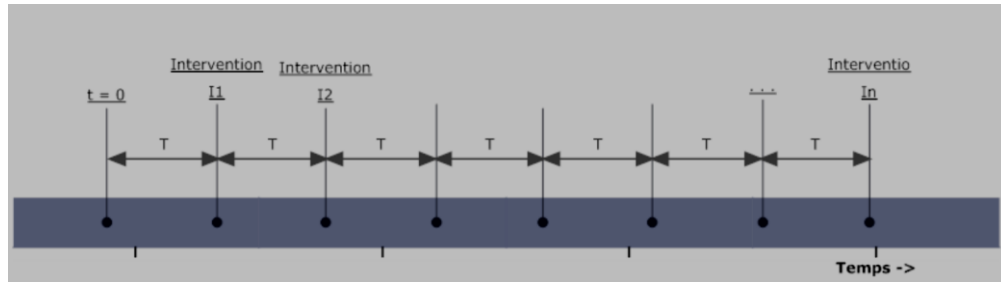
La maintenance préventive est définie comme étant l'ensemble des contrôles périodiques des installations, mis en œuvre pour découvrir des états pouvant entraîner la panne ou la baisse des performances et des remises en état avant même que les incidents ne se déclarent [14].

La maintenance préventive comprend trois types :

#### **II.7.2.1 Maintenance systématique**

Lorsque la maintenance préventive est réalisée à des intervalles prédéterminés, on parle de maintenance systématique. L'opération de maintenance est effectuée conformément à un échéancier, un calendrier déterminé a priori (**fig. II.4**). Aucune

intervention ne peut avoir lieu avant l'échéance prédéterminée [15]. L'optimisation d'une maintenance préventive systématique consiste à déterminer au mieux la périodicité des opérations de maintenance sur la base du temps, du nombre de cycles de fonctionnement, du nombre de pièces produites... etc.



**Fig. II.4:** Intervention préventive systématique [15].

T : période d'intervention à intervalles constants

In : intervention préventive systématique

### II.7.2.2. Maintenance préventive prévisionnelle

Cette maintenance est subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée d'un paramètre significatif de la dégradation du bien, permettant le report et la planification des interventions. La maintenance prévisionnelle permet d'utiliser l'équipement à sa pleine capacité, améliore la surveillance et augmente la sécurité.

En revanche, la mesure d'un paramètre important en fonctionnement continu n'est pas toujours possible, et le coût des équipements de mesure peut être élevé. Dans ces circonstances, ce type de maintenance sera réservé aux équipements critiques et aux équipements dont les pannes sont fréquentes et coûteuses [16].

### II.7.2.3. Maintenance préventive conditionnelle

D'après la définition Afnor, il s'agit de la « maintenance subordonnée à un type d'événement prédéterminé (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure...) ». La maintenance conditionnelle permet une surveillance continue des équipements en service, avec des décisions d'intervention prises lorsqu'une preuve expérimentale d'un défaut imminent ou d'un seuil de dégradation prédéterminé est détectée.

Il s'agit de types de défauts spécifiques, tels que les défaillances qui surviennent progressivement ou par dérive.

L'étude des dérives dans le cadre des interventions de maintenance préventive permet de déceler les seuils d'alerte, tant dans les technologies relevant de la mécanique que celles de l'électronique [16].

## **II.8. Objectives visés par la maintenance préventive**

Types d'objectifs durant la maintenance préventive :

### **1-Améliorer la fiabilité du matériel**

La mise en œuvre de la maintenance préventive nécessite les analyses techniques du comportement du matériel. Cela permet à la fois de pratiquer une maintenance préventive optimale et de supprimer complètement certaines défaillances.

### **2- Garantir la qualité des produits**

La surveillance quotidienne des machines est pratiquée pour détecter les symptômes de défaillance et veiller à ce que les paramètres de réglages et de fonctionnement soient respectés. Le contrôle des jeux (vibrations) et de la géométrie de la machine permet d'éviter les aléas de fonctionnement. L'absence de rebuts garantit la ainsi la qualité des produits.

### **3-Améliorer l'ordonnancement des travaux**

La planification des interventions de la maintenance préventive, correspondant au planning d'arrêt machine, devra être validée par le service production. Cela implique la collaboration de ce service, afin de faciliter la tâche de la maintenance. Les techniciens de maintenance sont fréquemment insatisfaits lorsque le responsable de production refuse d'autoriser l'arrêt de l'installation, malgré le fait qu'il a reçu un ordre de travail pour l'intervention. Un arrêt bien coordonné suit un calendrier prédéterminé, en tenant compte des impossibilités en fonction des besoins de production.

#### **4-Assurer les sécurités humaines**

La préparation des interventions de maintenance préventive ne consiste pas seulement à respecter le planning, mais elle doit tenir compte aussi des critères de sécurité pour éviter les imprévus dangereux.

#### **5-Améliorer la gestion de stock**

La maintenance préventive est planifiable. Elle maîtrise les échéances de remplacement des organes ou pièces, ce qui facilite la tâche de gestion des stocks. Cela permet aussi d'éviter de mettre en stock certaines pièces et ne les commander qu'en cas de besoin [14].

### **II.9. Opérations de la maintenance**

Il existe des définitions normatives pour les différentes opérations de maintenance.

#### **II.9.1. Opérations de la maintenance corrective**

Après une panne, le technicien de maintenance doit effectuer un certain nombre d'opérations, qui sont définies comme suit. Ces opérations sont effectuées par étapes (dans l'ordre) :

- Test : la comparaison entre la valeur mesurée et la valeur de référence ;
- L'action de détecter ou de détecter l'apparition du défaut ;
- Localisation ou action pour rechercher avec précision les éléments manifestés par la faute elle-même ;
- Diagnostiquer ou identifier et analyser la cause de l'échec ;
- Dépannage, réparation ou révision (avec ou sans modification) ;
- Vérifier si l'opération est correcte après l'intervention ;
- Améliorations possibles : c'est-à-dire pour éviter que l'échec ne se reproduise ;
- Historique des interventions ou stockage pour une utilisation ultérieure.

### II.9.2. Opérations de la maintenance préventive

- **inspection** : contrôle de conformité en mesurant, observant, testant ou étalonnant des caractéristiques importantes de l'active ; cela permet d'identifier les anomalies et d'effectuer des réglages simples qui ne nécessitent pas d'outils spécifiques, ou d'arrêter la production ou l'équipement (sans démontage)
- **contrôle** : vérifiez si cela correspond aux données préétablies, puis prenez une décision. Ces inspections peuvent donner lieu à des mesures de maintenance corrective, voire à l'ensemble (visites générales) ou à une partie (visites limitées) des différentes composantes du bien, pouvant impliquer des opérations de maintenance primaire et secondaire ; elle peut également entraîner une maintenance corrective.
- **Test** : comparez la réponse du système au système de référence ou aux principaux phénomènes physiques de marche correcte.
- **Echange standard** : remplacement d'une pièce ou d'un sous-ensemble défectueux par une pièce identique, neuve ou remise en état préalable, conformément aux prescriptions du constructeur
- **révision** : un ensemble complet d'examen et de mesures prises pour assurer la disponibilité et la sécurité des actifs.

Les révisions sont généralement effectuées après un intervalle de temps spécifique ou un certain nombre d'opérations.

La modification nécessitant le démantèlement complet ou partiel du bien de la propriété, les termes révision et surveillance ne doivent pas être utilisés de manière interchangeable. La révision est une opération de maintenance de niveau 4.

Les trois premières opérations sont encore appelées « opérations de surveillance », ils représentent parfaitement l'étape d'apprentissage, indispensable pour maîtriser l'évolution de l'état réel de la marchandise. En conséquence, nous avons accepté de payer le prix avant de le savoir ce que c'est. Ils sont calculés dans le temps ou à l'aide de numéros d'unité et peuvent être exécutés en continu ou à intervalles prédéterminés [05].

## II.10. Niveaux de la maintenance

Le degré du développement de la maintenance est classifié en 5 niveaux. Ces niveaux sont donnés par la norme à titre indicatif pour servir de guide et leur utilisation pratique n'est concevable qu'entre des parties qui sont convenues de leur définition précise selon le type de bien maintenir.

**-Premier niveau :** réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échange d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants, ou certains fusibles.

**-Deuxième niveau :** dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement.

**-Troisième niveau :** identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure.

**-Quatrième niveau :** tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

**-Cinquième niveau :** rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure [12].

## II.11. Centralisation ou décentralisation de la maintenance

Il existe deux tendances quant au positionnement de la maintenance dans l'entreprise :[17].

### II.11.1. La centralisation

Dans ce cas, toute la maintenance est assurée par un unique service interne avec les avantages suivant :

- Standardisation des méthodes, des procédures et des moyens de communication ;



- Possibilité d'investir dans des matériels onéreux grâce au regroupement ;
- Vision globale de l'état du parc des matériels à gérer ;
- Gestion plus aisée et plus souple des moyens en personnels ;
- Rationalisation des moyens matériels et optimisation de leur usage ;
- Diminution des quantités de pièces de rechange disponibles ;
- Communication simplifiée avec les autres services grâce à sa situation centralisée [18].

### **II.11.2. La décentralisation**

La maintenance est confiée à plusieurs services, de dimension proportionnellement plus modeste, et liés à chacun des services de l'entreprise. En conséquence, les avantages sont :

- Meilleures communications et relations avec le service responsable et l'utilisateur du parc à maintenir ;
- Effectifs moins importants dans les différentes antennes ;
- Réactivité accrue face à un problème ;
- Meilleure connaissance du matériel [16].

### **II.12. Fonctions et tâches associées à la maintenance**

#### **1- Etudes et méthodes**

Optimisation des tâches en fonction des critères retenus dans le cadre de la politique de maintenance définie par l'entreprise.

#### **2- Etudes techniques**

Études d'améliorations, études de conception et de préconception des équipements ou des travaux neufs, analyse des conditions et des accidents du travail.

### **3-Préparation et ordonnancement**

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

### **4-Etudes économiques et financières**

Gestion des approvisionnements, analyse des coûts, rédaction du cahier des charges et participation à la rédaction des marchés, gestion du suivi et de la réception de ces marchés.

### **5-Exécution et mise en œuvre**

L'aspect pur technique de cette fonction nécessite une grande expérience sur les matériels et une connaissance approfondie des différentes technologies. Le technicien devra agir avec beaucoup de rigueur pour rendre son action efficace. Il sera aidé par les documents et procédures établis par la fonction études et préparation.

### **6-Fonction documentation et ressources**

Indispensable à tout le service, cette fonction est la mémoire de l'activité sur laquelle s'appuieront les études ultérieures en vue de définir une politique de maintenance. Elle est aussi une source inestimable de renseignements pour la fonction « études et méthodes ».

Les principales tâches sont : élaboration et tenue des inventaires, constitution des dossiers techniques, des historiques, des dossiers économiques, constitution d'une documentation générale, technique et réglementaire, constitution d'une documentation fournisseurs [16].

## **II.13. Autre formes et méthodes de maintenance**

### **II.13.1. La maintenance améliorative**

L'amélioration des biens d'équipements qui consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel correspond à la maintenance d'amélioration.

Dans ce domaine beaucoup de choses restent à faire. C'est un état d'esprit qui nécessite une attitude créative. Cette créativité impose la critique. Cependant, pour toute maintenance d'amélioration une étude économique sérieuse s'impose pour s'assurer de la rentabilité du projet. Les améliorations à apporter peuvent avoir comme objectif l'augmentation des performances de production du matériel; l'augmentation de la fiabilité, c'est-à-dire diminuer les fréquences d'interventions; l'amélioration de la maintenabilité (amélioration de l'accessibilité des sous-systèmes et des éléments à haut risque de défaillance); la standardisation de certains éléments pour avoir une politique plus cohérente et améliorer les actions de maintenance et l'augmentation de la sécurité du personnel.

Tous les matériaux sont concernés la rentabilité est prouvée. L'obsolescence technique.

Tous les matériels sont concernés tant que la rentabilité est vérifiée. Cependant, il existe une restriction mineure pour les équipements à renouveler qui approchent de la fin de leur durée de vie utile en raison de l'usure générale ou de l'obsolescence technique [19].

### **II.13.2. La totale productive maintenance (T.P.M)**

La stratégie TPM1 étend la mission de maintenance à l'ensemble du personnel, impliquant tous les services, y compris l'ingénierie, ainsi que tous les niveaux de production, de maintenance et de hiérarchie, des managers aux services opérateurs.

Elle s'inscrit dans les stratégies fondamentales du juste à temps (zéro panne, zéro stock, zéro délai, etc.). Les fonctions et responsabilités envers les équipements sont partagées, en procédant comme suit

- Les opérateurs sont chargés de tâches de maintenance du 1<sup>er</sup> niveau (nettoyage, lubrification, examen externe, etc.). Ils ont la responsabilité de leur équipement ;
- Le service maintenance intervient comme spécialiste pour des tâches plus complexes ;
- La TPM fait participer des petits groupes analogiques aux cercles de qualités ayant pour objectif l'amélioration de la maintenance dans l'intérêt de l'entreprise.

Les objectifs de TPM sont :

- Réduction du délai de mise au point des équipements.

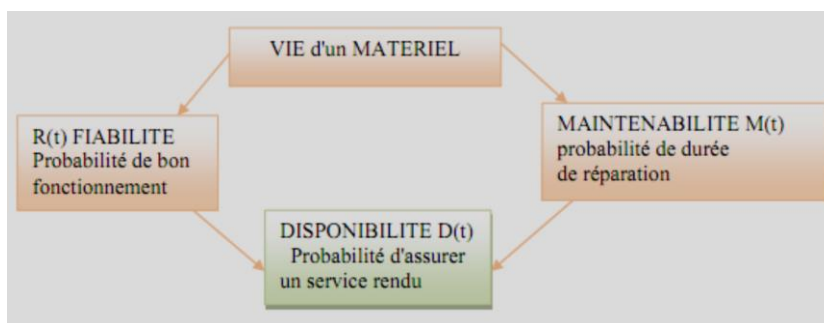
- Augmentation de la disponibilité, et du taux de rendement synthétique (T.R.S.).
- Augmentation de la durée de vie des équipements.
- Participation des utilisateurs à la maintenance appuyés par des spécialistes de maintenance.
- Pratique de la maintenance préventive systématique et conditionnelle.
- Meilleure maintenabilité des équipements (envisagée à la conception, aide au diagnostic, systèmes experts) [20] [21].

#### II.14. Télémaintenance

La télémaintenance représente « la maintenance d'un bien exécutée sans accès physique du personnel au bien ». Elle permet, en effet, d'adjoindre à distance des activités de maintenance. Cela envisage la mise en place des moyens assurant des télécommunications directes entre les unités fonctionnelles (biens) et un centre spécialisé en vue d'exécuter des tâches de maintenance. Ce concept de télémaintenance repose donc sur la perception de données ainsi que la prise de contrôle à distance [22] [23].

#### II.15 Etude de FMD

Avant d'aborder les notions de FMD, fiabilité, Maintenabilité et disponibilité, il est important d'apporter quelque rappel d'une part sur les lois de probabilité puisqu'elles sont la base de calcul de la fiabilité, et d'autre part sur les paramètres de calcul de maintenabilité et disponibilité [24].



**Fig. II.5.** La relation entre les notions FMD [25].

### **II.15.1 La maintenabilité**

D'après la norme AFNOR c'est « dans les conditions donné d'utilisation, l'aptitude d'une entité à être maintenue ou retable, sur un intervalle de temps donné, dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie, dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits » [24].

### **II.15.2 La disponibilité**

Définition : La norme NF EN 13306 définit la disponibilité comme : « L'aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires de maintenance soit assurée » [26].

### **II.15.3 Sécurité**

La sécurité est l'aptitude d'une entité à ne pas conduire à des accidents inacceptables et dangereuse. Plus précisément, la sécurité est l'aptitude d'un produit à respecter, pendant toutes les phases de vie, un niveau acceptable de risques d'accident susceptible de causer une agression du personnel ou une dégradation majeure du produit ou de son environnement [27].

### **II.15.4 La fiabilité**

La norme **AFNOR X60-500** définit la fiabilité comme « l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné » [25].

## **II.16 Les lois de fiabilité**

La fiabilité est déterminée par des lois de probabilités. Ces principales lois de probabilités sont classées de la manière suivante :

### **1) Les lois discrètes :**

-La loi binomiale ;

-La loi de Poisson.

## 2) Les lois continues :

-La loi de Weibull ;

-La loi exponentielle ;

-La loi normale ;

-La loi log-normale.

Quelle que soit la loi de distribution utilisée, une approche méthodique sera nécessaire.

- **Loi de Weibull**

C'est un modèle particulièrement bien adapté à l'étude statistique des défaillances [28], et Weibull a fourni une formule générale pour le taux de défaillance  $Z(t)$  basée sur trois paramètres :  $\eta, \beta$  et  $\gamma$ , la densité de probabilité pour la distribution de Weibull est :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left( \frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left( \frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad (\text{I.1})$$

La probabilité d'avarie cumulée au temps de 0 à t :

$$F(t) = 1 - e^{-\left( \frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad (\text{I.2})$$

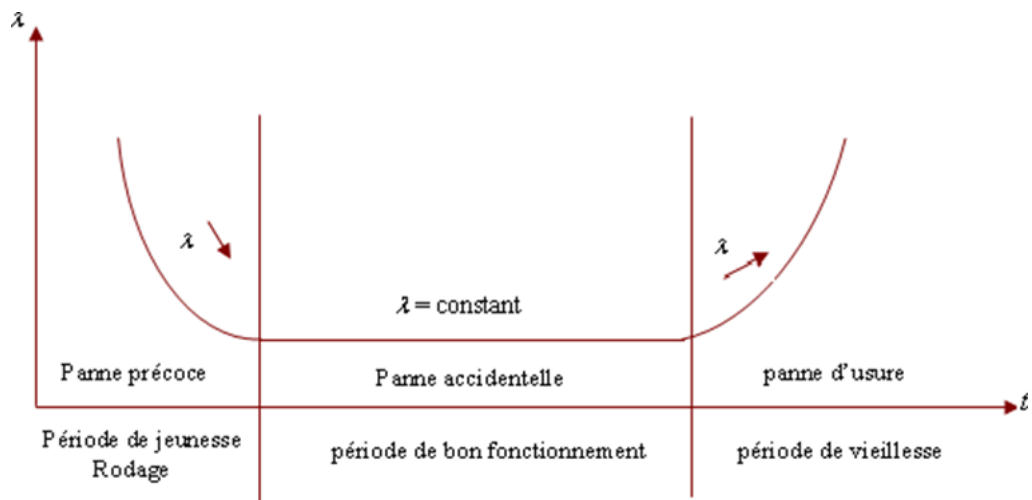
La fonction de fiabilité est :

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\left( \frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad (\text{I.3})$$

Le taux de défaillance est :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left( \frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \quad (\text{I.4})$$

$\lambda(t)$  S'exprime également par l'inverse d'un temps, mais n'est pas une densité de probabilité. L'expérience montre que pour la plupart des composants, le taux de défaillance suit une courbe en baignoire représenté sur la figure suivante : [02]

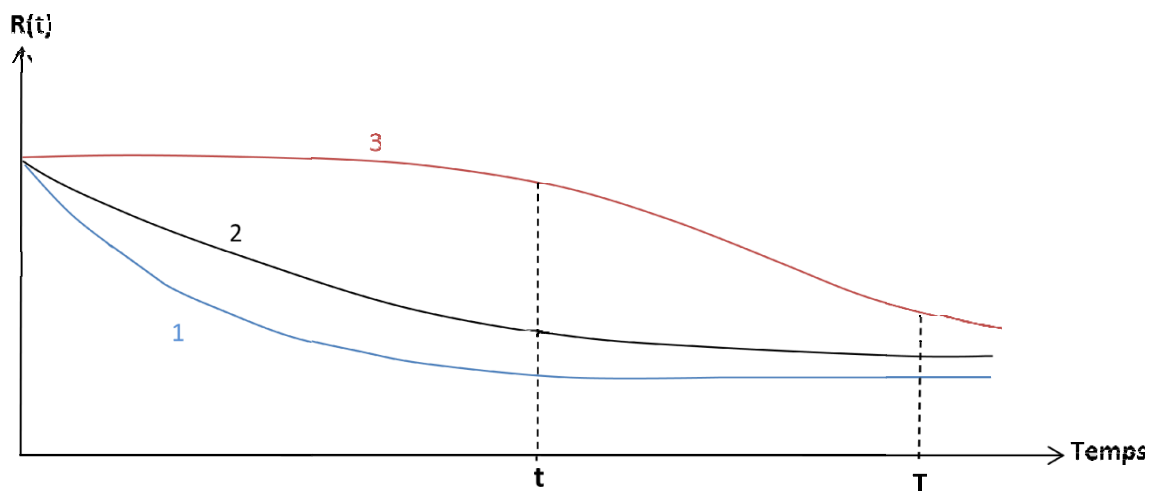


**Fig.II.6** La courbe baignoire [02].

Et le MTBF :

$$MTBF = T(1 + \frac{1}{\beta})\eta + \gamma \quad (\text{I.5})$$

Pour la fonction de  $R(t)$ , on distingue trois allures de graphe :



**Fig. II.7** : Différentes formes de  $R(t)$  [27].

Courbe 1 : Signifie la présence de défauts de jeunesse ( $\beta < 1$ ) ;

Courbe 2 : l'équipement n'est pas encore sujet de vieillissement ( $\beta = 1$ ) ;

Courbe 3 : Signifie la présence du phénomène d'usure ( $\beta > 1$ ).



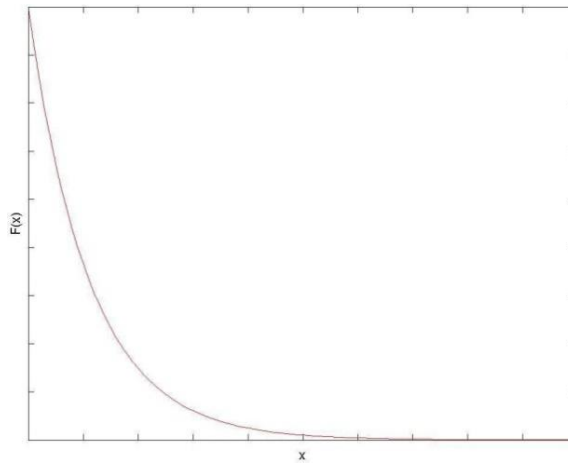
- **Loi Exponentielle**

On applique la loi exponentielle lorsque le composant à un taux de défaillance constant. La fonction de fiabilité est :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (\text{I.6})$$

La probabilité de défaillance est :

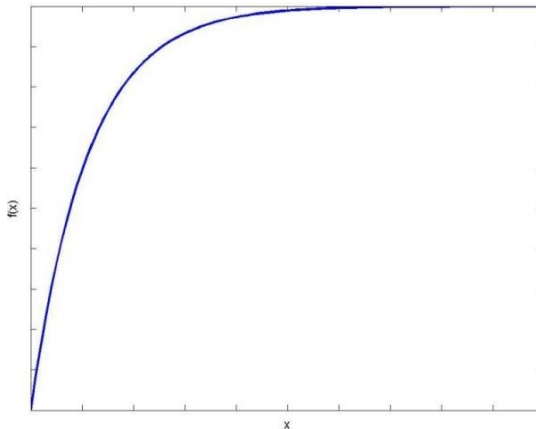
$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (\text{I.7})$$



**Fig.II.8** : Tracé de la fonction F(x) [27].

La densité de probabilité est :

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (\text{I.8})$$



**Fig.II.9** : Tracé de la fonction f(x) [27].

Le MTBF est égale à :

$$\text{MTBF} = \frac{1}{\lambda} \quad (\text{I.9})$$

### **II.17 Conclusion**

Même si les activités connexes sortent du cadre direct de la maintenance (maintenir en état) elles s'intègrent bien dans le champ de compétence des techniciens et des professionnels de maintenance. En période de crise économique, certains industriels peuvent se montrer prudents à l'égard des investissements et trouvent des possibilités d'amélioration par l'intermédiaire de ces formes de maintenance.

# **Chapitre III**

## **Les Machines- Outils**

### III.1. Introduction

En mécanique industrielle, la fabrication de pièces à partir d'un certain nombre de pièces Les matériaux livrés sous forme de produits semi-finis (tôles, barres, etc.) doivent être mis en œuvre Un ensemble de techniques. L'un d'eux est l'usinage, ce qui signifie enlever.

Usinage de matériaux avec des outils de coupe. Le traitement des pièces se décompose en une série Exploitée par le bureau de la méthode depuis La carte de définition du bureau d'études. Lors du traitement traditionnel, faites attention Règles de coupe du métal sur des machines-outils conventionnelles ou automatiques.

### III.2. Définition de Machine-outil

Les machines-outils sont des équipements mécaniques conçus pour effectuer des usinages ou d'autres tâches répétitives avec une précision et une puissance appropriée. C'est un outil de production qui sert à fixer, déplacer ou faire tourner un outil fixe, et à lui donner du mouvement pour usiner ou déformer des pièces ou des composants fixés ou fixés sur l'établi [29].

### III.3. Historique

Les tours, en particulier les tours à métaux, ont joué un rôle de premier plan dans la révolution industrielle [30]. C'est la machine de base de la mécanique industrielle, sans elle, aucune autre machine n'apparaîtrait. En 1751, Vaucanson invente son fameux « petit tour à cadre métallique », qui est aujourd'hui exposé au Musée national de technologie du CNAM. "La principale innovation de ce tour est le châssis. Le châssis est composé de tiges de fer boulonnées. Le châssis se déplace parallèlement à l'axe central et à son guide prismatique. Le chariot permet une précision d'usinage de pièces d'une longueur de 1 m et d'un diamètre de 30 cm. Premièrement, la naissance d'une machine-outil est généralement attribuée au travail des ingénieurs français au XVIIIe siècle. La motivation est double :

- Certaines personnes y voient la possibilité d'effectuer mécaniquement des opérations qui ne peuvent pas être exécutées avec précision par des techniques manuelles. Dans cet esprit, les ingénieurs britanniques à la suite de Wilkinson et Maudslay contribueront à l'amélioration et au développement des machines-outils.

• D'autres, comme Frédéric Japy (qui a déposé un brevet pour 12 machines en 1799), ont donné un élan à la volonté d'augmenter la productivité. La description du brevet indique qu'elles sont « aptes à simplifier et à réduire la charge de travail de l'horlogerie [31] » : machines à couper le laiton, machines à couper, tours à cadran rotatif, machines à couper les meules, machines à fabriquer des colonnes rondes ou carrées, Une machine pour faire des balances, une machine pour le perçage droit, une machine pour riveter les piliers d'une cage de montre, une machine pour réinstaller la potence et un entraînement à vis.

Du fait de son invention, Frédéric Japy a reçu le prix de revient du flan de table, soit un tiers du prix d'un artisan traditionnel. Depuis cette période, l'expansion significative de ces « machines de fabrication de machines » et leur précision toujours croissante ont été les principaux composants des machines industrielles.



**Fig. III.1:** Première exposition internationale de machines-outils, en 1898 par l'A.C.F. (aux Tuileries) [32].

#### III.4. Typologie machine-outil

Sont notamment des machines-outils :

##### **Les machines-outils pour l'enlèvement de matière :**

- Les scies motorisées appelées aussi débiteuses ;
- Le tour ;
- La fraiseuse ;
- La rectifieuse ;

- La perceuse à colonne ;
- L'étau limeur ;
- La machine transfert .

#### **Les outils pour l'assemblage**

- La visseuse .

Les machines-outils peuvent être classées selon deux grandes catégories :

- Machine-outil conventionnelle (tour conventionnel, fraiseuse conventionnelle...) ;
- Machine-outil à commande numérique (tour CN, fraiseuse CN...) ou centre d'usinage à plusieurs fonctions.

Une machine-outil comporte, généralement :

- Un bâti rigide réalisé avec une grande précision ;
- Une table coulissant selon plusieurs axes, guidée par des glissières ;
- Une (ou plusieurs) tête équipée de broche permettant de fixer l'outil ;
- Plusieurs moteurs (rotation outil, mouvements de table) ;
- Des éléments de manœuvre (manuels ou automatisés).

Les statistiques japonaises identifient les machines-outils comme des robots, ce qui est différent de l'Europe, qui les divise en différentes catégories.

La tendance en Europe est de fabriquer des machines spéciales en complément des machines spécifiquement conçues pour les industriels dits « leaders dans ce domaine ».

Dans les pays en développement, la machine standard est toujours la plus courante car elle est bon marché et disponible immédiatement [32].

#### **III.5. Procède d'usinage**

Le but de l'usinage est d'enlever les copeaux (trop épais) sur une machine-outil adaptée, de sorte que la forme et la taille de la pièce d'origine et la précision nécessaire requise par le concepteur dans son dessin de définition. Selon la forme à donner à la surface et le type de machine-outil, on distingue les opérations de coupe suivantes : tournage, perçage, meulage, fraisage, rabotage, etc. [33].

### III.5.1 Tournage

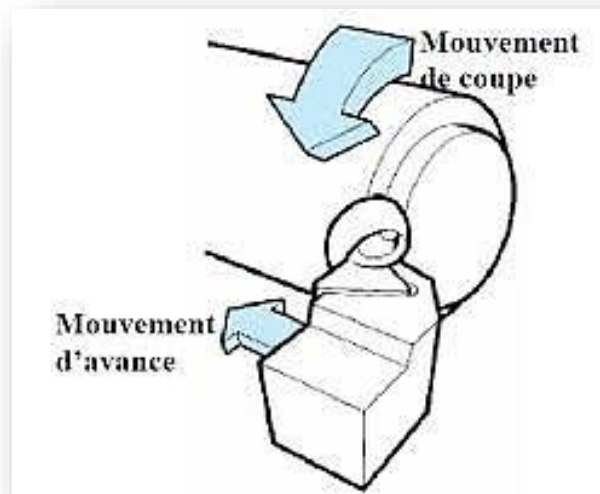
Le tournage est un processus d'usinage par découpe (enlèvement de matière) et implique des outils à un seul tranchant. Le tournage s'effectue sur machine dite tour, voir (Fig. III.2)

La pièce est entraînée par un mouvement de rotation (mouvement de coupe), qui est le mouvement principal du processus, et l'outil est entraîné par un mouvement de translation complémentaire (qu'il s'agisse d'une ligne droite ou non) appelé mouvement d'avance, donc que le contour de la pièce peut être défini.



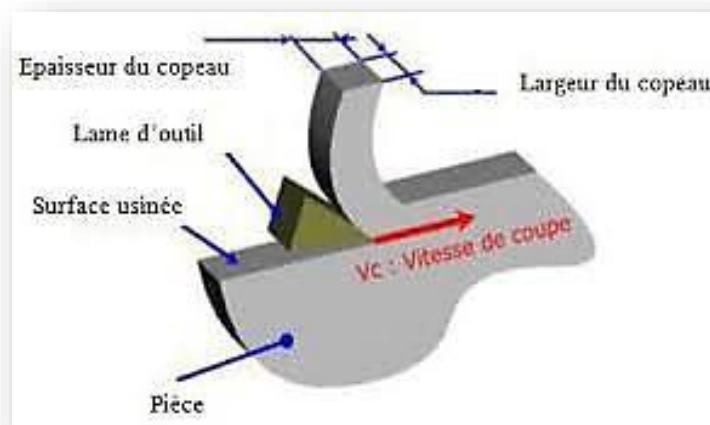
**Fig. III.2:** tour conventionnel [32].

La combinaison de ces deux mouvements, ainsi que la forme de la partie efficace de l'outil, permet d'obtenir des formes de traitement tournantes (cylindres, plans, cônes ou formes tournantes complexes) [34].



**Fig. III.3:** Mouvements de coupe et d'avance en tournage [34].

Lors de son déplacement, la pointe de l'outil trace une ligne appelée générateur, qui transforme la pièce en une entité tournante. En modifiant le déplacement (mouvement radial) de l'outil, il sera possible d'obtenir plusieurs formes (cylindres, cônes, sphères, etc.) de tous les solides en rotation. Le tournage peut également façonner la forme interne en perçant, en alésant et en taraudant [35].



**Fig. III.4:** Principe de tournage [36].



Le but principal de ces machines est l'usinage des arbres. Pièce généralement maintenue par une broche, qui a un mouvement de rotation (mouvement de coupe) transmis par la broche. L'outil peut être traduit dans deux directions. Ces deux directions perpendiculaires entre elles appartiennent au plan parallèle à l'axe de la broche. Le premier mouvement de translation est parallèle à l'axe de la broche. Le deuxième mouvement de translation est perpendiculaire à l'axe de la broche [37].

### III.5.2 Perçage

Le perçage fait référence au traitement des trous de perforation dans les pièces. Le trou peut passer directement à travers la pièce ou ne pas s'ouvrir. Ensuite, nous parlons d'un trou borgne. Le trou peut être fait par le foret sur la perceuse, le mèche sur le vilebrequin, la coupe entre le poinçon et la matrice, le laser, l'érosion électrique, les ultrasons et d'autres méthodes. Le trou peut être utilisé pour laisser passer des pièces (arbres, tubes), du fluide, ou il peut être taraudé pour recevoir des vis. Le perçage s'effectue sur des machines à percer appelées perceuses, voir (Fig. III.5) [38].



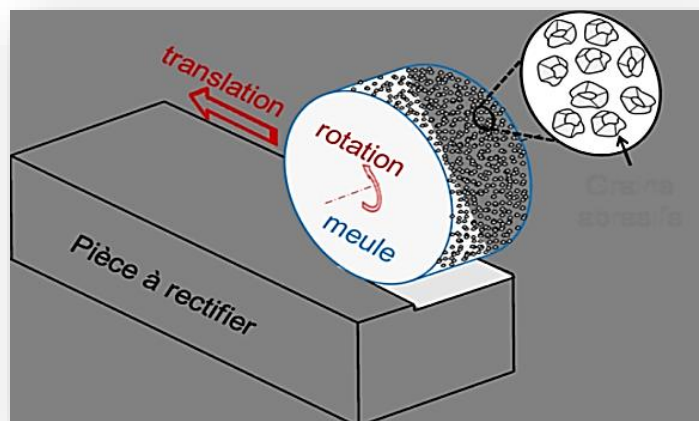
Fig. III.5: perceuse radiale [39].

### III.5.3 Rectification

La rectification est un procédé d'enlèvement de matière par abrasion. Au sens industriel du terme, le Larousse la définit comme une opération ayant pour objet le parachèvement à la meule d'une surface usinée qui permet la réalisation de très bons états de surface

- le paramètre de rugosité inférieure à  $0,1 \mu\text{m}$  ;
- avec des tolérances dimensionnelles de l'ordre du micron. Ainsi, la rectification conventionnelle est un procédé très courant qui est souvent assimilé à une opération de finition ;
- soit à la fin d'une gamme de fabrication de pièces ;
- pour la réalisation de pièces de précision. La rectification s'effectue sur une machine-outil conçue à cet effet appelée rectifieuse ;
- traditionnelle ou à commandes numériques ;
- avec un outil dénommé meule.

Concrètement, il s'agit de mettre en rotation et déplacer cette meule composée de grains abrasifs le long de la pièce à rectifier.



**Fig. III.6:** Schéma de principe de la rectification plane [40].

Tout comme il existe plusieurs rectifieuses suivant le type de rectification désiré. Il existe aussi plusieurs meules. La norme dresse alors un éventail des caractéristiques des différentes meules trouvées dans le commerce :

L'ISO 525 et la série des ISO 603 présentent des généralités

- caractéristiques, marquage
- pour les meules agglomérées de type corindons

— grains en alumine de formule  $Al_2O_3$

— alors que l'ISO 6104 concerne les meules à super abrasifs de type C.B.N. 3 ou diamant.

De manière générale, une meule est généralement constituée de plusieurs grains abrasifs agglomérés autour d'un liant qui viennent au contact de la pièce à rectifier [41].

#### **III.5.4 Rabotage**

Le rabotage est une opération d'usinage qui consiste à retirer de la matière de toute la surface de la pièce grâce à l'action régulière et progressive d'un outil. Il peut être utilisé pour augmenter la planéité de la surface ou réduire l'épaisseur de la pièce. Le terme de rabotage est également utilisé dans les travaux routiers.

Un morceau de bois peut être raboté à la main. Si une machine-outil est utilisée, la pièce à usiner est fixée sur la table de travail et le mouvement linéaire alternatif est effectué à travers deux curseurs. Réparez le fer pendant l'horaire de travail. Il est mobile et se soulèvera légèrement lors du retour. La vitesse d'avance est donnée par le déplacement de l'outil entre la fin de la course de retour et le début de la course de travail. L'avancement peut être parallèle à la table, verticale ou incliné. Selon l'épaisseur de la pièce, l'ensemble porte-outil composé de la traverse et du cadre coulissant nécessaire peut se déplacer en hauteur sur deux montants et être fixé pendant le processus de travail [42].

#### **III.5.5 Mortaisage**

Une mortaise est une opération de réalisation d'une mortaise : le tenon est installé dans la menuiserie ou la clé (machine) est installée dans un trou métallurgique. L'usinage doit être précis pour éviter tout écart excessif entre les deux pièces assemblées, sinon la résistance de l'assemblage sera affaiblie. Différents outils peuvent être utilisés pour compléter ce traitement, et chaque outil correspond à une machine spécifique. Ce processus est similaire au rabotage, mais dans ce cas, la trajectoire de l'outil est verticale (parfois inclinée). Si le rainurage est effectué dans le sens de la poussée, la cannibalisation est effectuée dans le sens de la poussée [43].

### III.5.6 Fraisage

Le fraisage est un processus d'usinage effectué par une variété d'outils (avec plusieurs arêtes de coupe), qui utilise un mouvement de rotation pour obtenir des effets d'animation

- Le mouvement de rotation de l'outil entraîné par la broche de la machine Mc (mouvement de coupe à l'arc rapide)

- Le mouvement de translation Ma des pièces fixées sur la table de la machine (auparavant mouvement linéaire lent et uniforme). Mouvement de translation directionnel pour pousser la pièce vers la fraise dans une direction à peu près perpendiculaire à son axe [44].

Le fraisage peut produire des pièces : révolutions prismatiques, internes et externes, contours spéciaux, hélices, cames, engrenages, etc. [45].

### III.6 Différent types de fraiseuses :

Le fraisage s'effectue sur différents types de machines

#### 1) Fraiseuses universelles :

Cette machine (**Fig. III.7**) sert principalement à usiner des pièces prismatiques. La pièce est fixée dans l'étau. L'outil est mis en rotation par le moteur de broche, il suit une trajectoire qui interfère avec la pièce. L'outil est muni d'une arête coupante, il en résulte un enlèvement de matière : les copeaux [46].



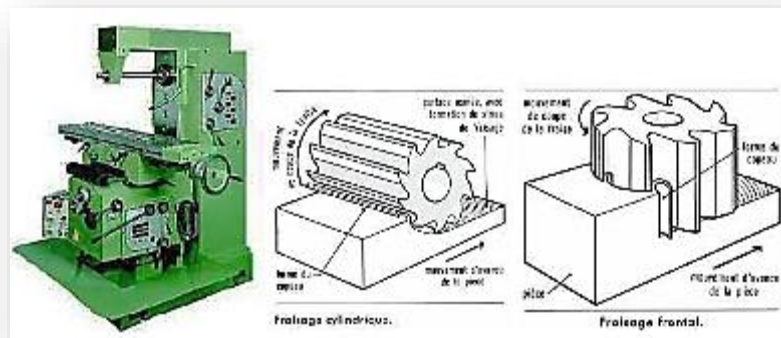
**Fig. III.7** : Fraiseuse universelle [46].

- **Fraiseuse horizontale :**

Elle est appelée fraiseuse horizontale parce que L'axe de la broche est parallèle à la table [46].

- **Fraiseuse verticale :**

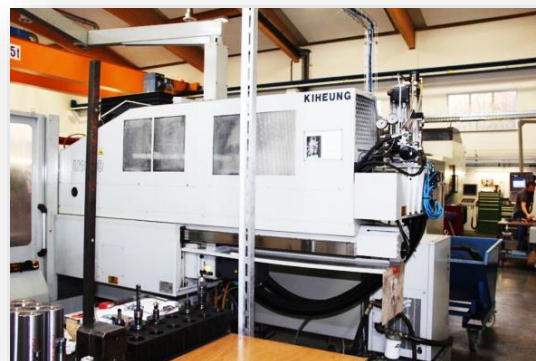
L'axe de la broche est perpendiculaire à la table.



**Fig. III.8 :** Fraiseuse horizontale et verticale [47].

## 2) Fraiseuses de production (à programme, commande numérique) :

La commande numérique (CN) est une technique utilisant des données composées de codes alphanumériques pour représenter les instructions géométriques et technologique nécessaires à la conduite d'une machine ou d'un procédé (**Fig. III.8**). La fraiseuse à commande numérique est une fraiseuse connectée à un système de commande numérique [48].



**Fig. III.9 :** Fraiseuse à C.N. à banc fixe [49].

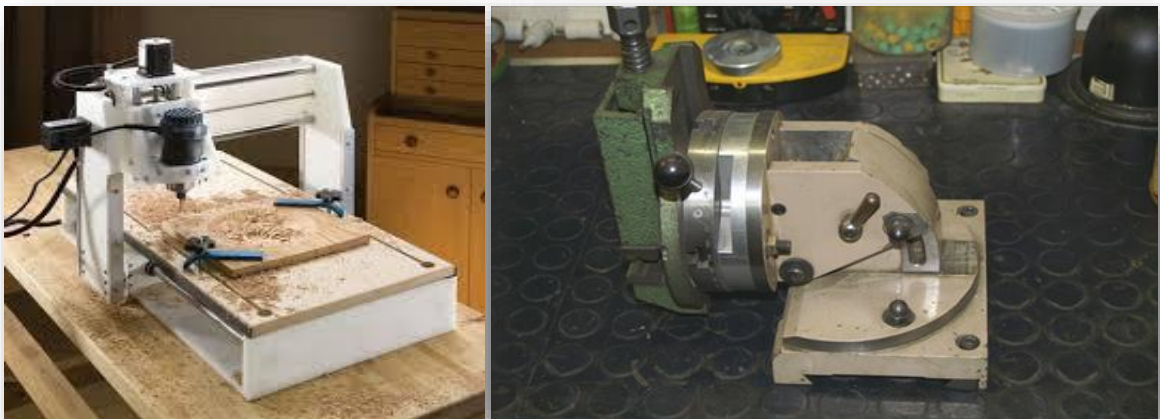
### 3) Fraiseuses spéciales (à reproduire, multibroches, etc.) :

Les fraiseuses à reproduire permettent de reproduire suivant deux ou trois axes la forme représentée par un modèle (ou gabarit). Un pantographe permet une reproduction en réduction ou avec symétrie. (**Fig. III.9**). Un palpeur est assujéti, par un dispositif hydraulique ou électrique, à suivre le profil d'un gabarit et à transmettre ses déplacements à une table porte pièce. Ces machines sont utilisées essentiellement pour les travaux à l'unité (outillages de presse, coquilles métalliques, etc.) [48].



**Fig. III.10** : Fraiseuse à reproduire à pantographe [47].

### 4) Fraiseuse d'établi :



**Fig. III.11**: Fraiseuse d'établi [47].



**5) Fraiseuse à double montant :**

**Fig. III.12:** Fraiseuse à double montant [47].

**6) Fraiseuse duplex :**

**Fig. III.13:** Fraiseuse duplex [50].

**III.7 Caractéristique de la fraiseuse**

- **Fonctionnelles**
- Puissance du moteur.
- Gamme des vitesses de broche et d'avances.
- Orientation de la broche [45].

➤ **Dimensionnelles**

- Type et numéro du cône de la broche (SA 40, Cm4...)
- Longueur et largeur de la table.
- Couses de table, chariot transversal et console.
- Hauteur entre table et broche.
- Distance entre table et glissière verticale.

### **III.8 Les opérations d'usinage**

- Le surfacage Réalisation d'une surface plane à l'aide de fraises de face ou de profil.
- Le rainurage Consiste à réaliser une rainure à l'aide de fraises de profits adaptés au genre de rainures à exécuter
- Le détourage de profits C'est une opération qui consiste à finir le profit d'une pièce à l'aide d'une fraise généralement cylindrique à une taille
- Le profilage Lorsque les profits fraisés résultent directement de formes de la fraise et non des mouvements de la pièce. Le fraisage [37].

### **III.9 Les outils de coupe**

#### **III.9.1 La fraise**

La fraise est un outil qui permet d'usiner la matière (métal, bois, etc.). Elle est généralement utilisée sur une fraiseuse pour faire du fraisage.

#### **III.9.2 Classification des fraises**

- **Fraises monoblocs**

Ce sont des fraises dont la denture est taillée dans la masse on rencontre 2 types de fraises monoblocs.

→Fraise à denture taillé ou fraisée ;

→Fraise à profil constant.



**•Fraises à denture rapportée**

Sont intéressantes du fait de la fabrication du corps de fraise en acier ordinaire au carbone et des dents en acier à coupe rapide ou alliage spécial. Deux types se rencontrent souvent :

→fraises à outils rapportés ;

→fraises à plaquettes rapide.

**•Fraises rouleaux**

C'est une fraise monobloc cylindrique à trou lisse pourvu d'une rainure pour clavette d'entraînement. Les fraises plus larges possèdent un alésage chambré qui assure un meilleur guidage fraise/arbre.

**III.9.3 Caractéristiques des fraises**

- **La taille** : Suivant le nombre d'arêtes tranchantes par dent, on distingue les fraises :

**Les fraises à une taille**

- elles coupent uniquement sur la périphérie ;
- de faible épaisseur, elles sont utilisées pour tronçonner ;
- de forte épaisseur, elles permettent la réalisation de plans.

**Les fraises à deux tailles**

- elles coupent sur la périphérie et en bout.

**Les fraises à trois tailles**

- elles coupent sur la périphérie et sur chacune des extrémités (En bout et sur la face opposée).

- **La forme** : Suivant le profil des génératrices par rapport à l'axe de l'outil, on distingue : Les fraises cylindriques, coniques et les fraises de forme.
- **La denture** : Suivant le sens d'inclinaison des arêtes tranchantes par rapport à l'axe de la fraise, on distingue les dentures hélicoïdales à droite ou à gauche et les dentures à double hélice alternée.

Si l'arête tranchante est parallèle à l'axe de la fraise, la denture est droite. Une fraise est également caractérisée par son nombre de dents [45].

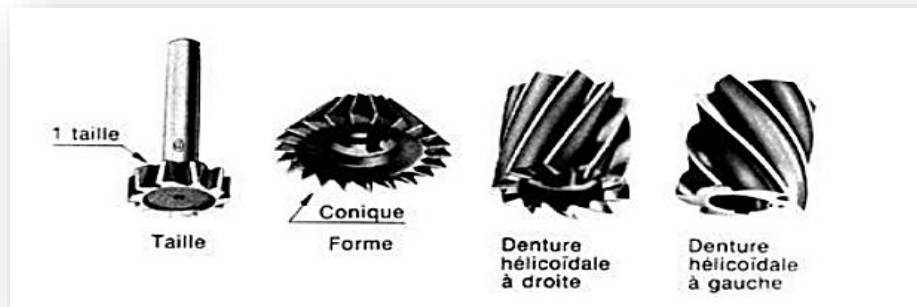


Fig. III.14 : Caractéristiques des fraises [45].

### III.9.4 Différent type de fraise





Fig. III.15 : types des fraises [45].

### III.10 Mise en position des pièces

#### III.10.1 Etau

L'étau convient essentiellement pour la liaison de pièces aux formes simples et régulières. La mise en position répétitive des pièces est, dans certains cas, assez peu précise, ce qui limite son utilisation en fabrication sérielle. En revanche il est très employé en fabrication unitaire [51].

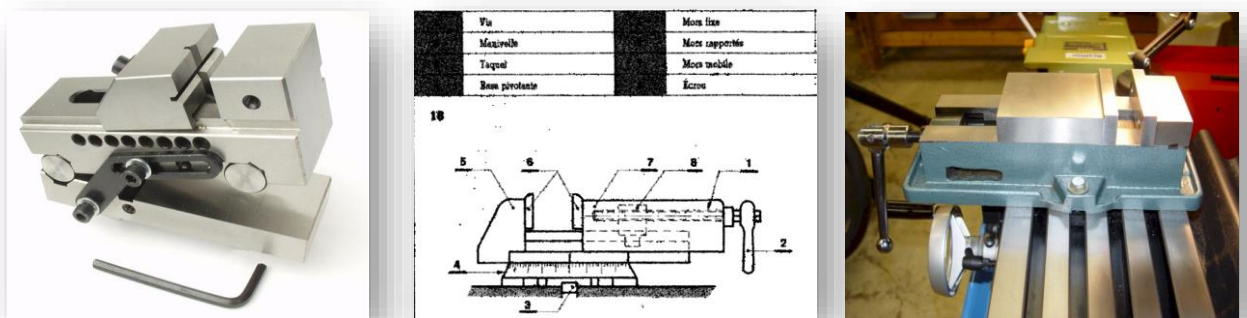


Fig. III.16: Etau [51].

### III.10.2 Eléments modulaire

Des palettes comportant des appuis plan ligne ponctuels permettent de préparer la mise en position de la pièce en dehors de la machine et de positionner l'ensemble à 0.01mm près [51].

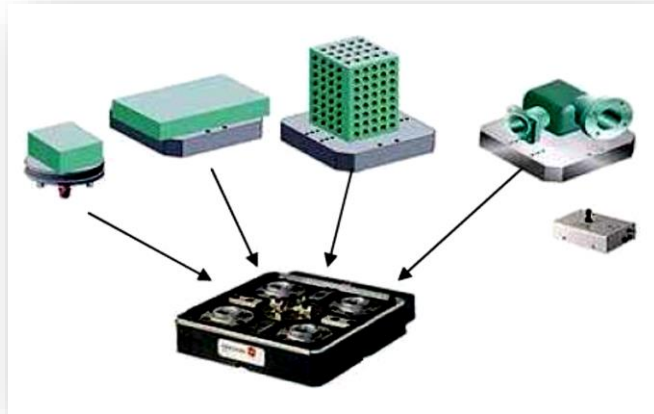


Fig. III.17: Eléments modulaire [51].

### III.10.3 Fixation sur la table avec des Brides

#### a) Bridage par bride à vis

Les points de positionnement réalisant l'iso statisme seront placés de manière à s'opposer aux efforts de coupe, le système de bridage évitant à la pièce de glisser dans l'autre sens tout en ne la déformant pas. Pour un bridage efficace  $a > b$  (effort de la vie appliqués sur la pièce) et  $h_1 > h$  pour que la bride appuie en pleine pièce et n'affaisse pas le coin.

#### b) Bridage par clame

Les plaques entièrement usinées sur le dessus sont serrées latéralement par des clames.

#### c) Bridage par aspiration

Une dépression est effectuée sous l'appui plan et plaque la pièce (Pour petits efforts ou grande surface).

#### d) Bridage par plateau magnétique

Un plateau magnétique lie par aimantation la pièce à la machine [51].

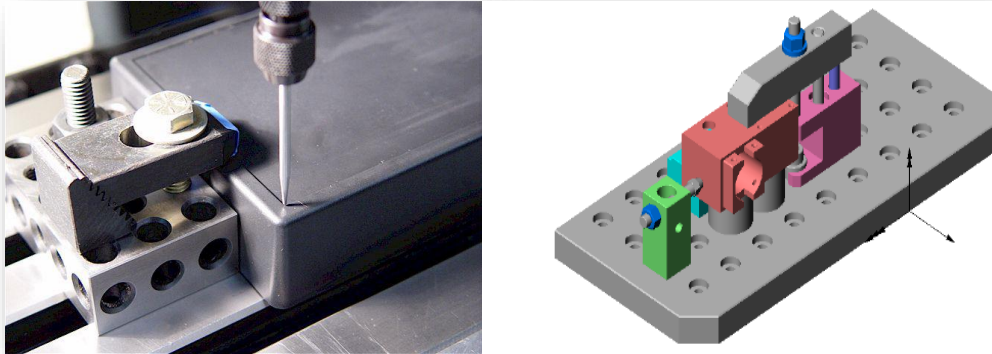


Fig. III.18: bridage [51].

#### III.10.4 Accessoires de serrage

Pour les opérations de bridage, on utilise des boulons traités, à têtes rectangulaires de différentes longueurs. Les brides sont de formes et dimensions variées. Les supports peuvent être des cales prismatiques, étagées ou des venus (**Fig.III.19**).

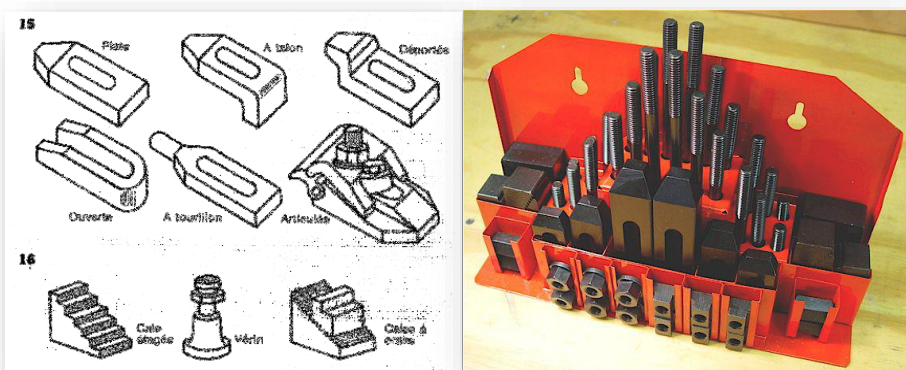


Fig. III.19: Accessoires de serrage d'un bridage [51].

### III.10.5 Accessoires de montage

Certains usinages nécessitent l'emploi d'éléments de montage tels que :

- Table-sinus pour des liaisons angulaires précises.
- Cube ou équerre de bridage (changement de position sans démontage de la pièce)
- Fausse table pour pièces encombrantes ou orientation d'un diviseur

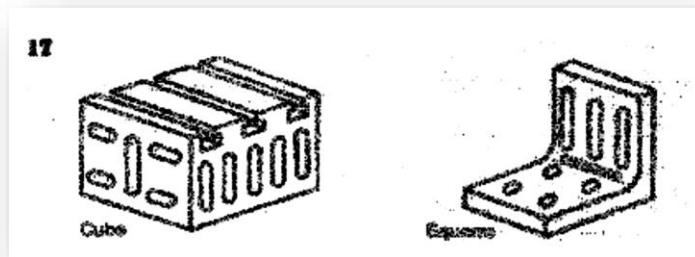


Fig. III.20: les accessoires de montage [51].

### III.10.6 Plateau circulaire

Le plateau circulaire permet d'obtenir :

Des surfaces de révolution cylindrique et conique, en fraisage de profil, généralement inférieures à  $360^\circ$  ;

Des positions angulaires pour des opérations de perçage, et d'alésage ;

Des polygones réguliers ou irréguliers [51].

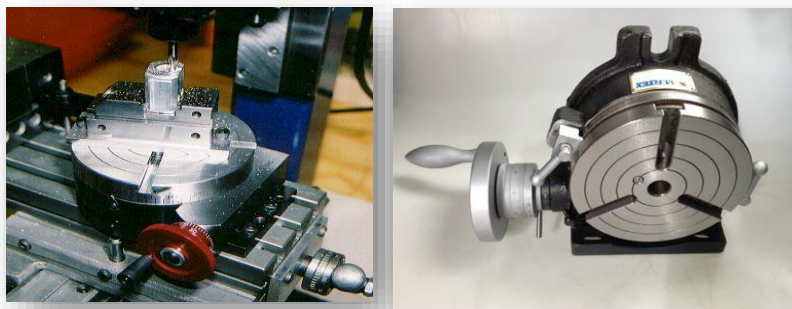


Fig. III.21: Plateau circulaire [52].



### III.10.7 Diviseur

Un diviseur est un appareil qui se fixe sur la table de la fraiseuse et permet la création de pignons, engrenages... La pièce à travailler est insérée entre le diviseur et une contre poupée. La manivelle alidade du diviseur et un disque comportant un certain nombre de trous permet la taille du nombre de dents désiré de la pièce. Depuis l'apparition des 5 axes à commandes numériques et surtout des machines spécialisées dans les tailles d'engrenage, ces dispositifs sont en voie de disparition [51].

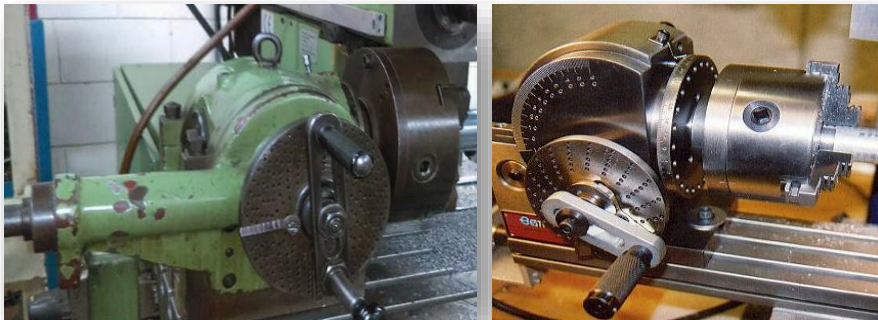


Fig. III.22: Diviseur [51].

### III.10.8 Mandrin

Le mandrin est une pièce mécanique fixée au bout de l'arbre d'une machine rotative ; il permet la fixation rapide d'un outil (comme le mandrin de perçage) ou d'une pièce (comme le mandrin de tour) [53].

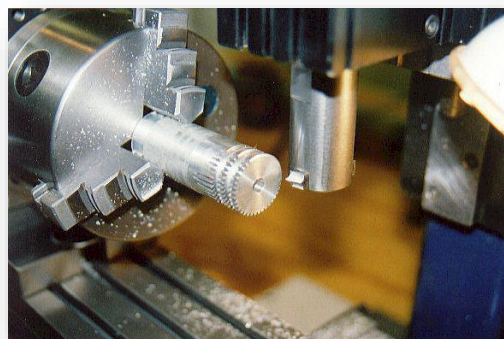


Fig. III.23: Mandrin [51].

### III.11 Procédés de fraisage

#### III.11.1 Fraisage en bout

L'axe de la fraise est placé perpendiculairement à la surface à usiner. La fraise coupe avec son diamètre, mais aussi avec sa partie frontale. Les copeaux sont de même épaisseur, ainsi la charge de la machine est plus régulière. La capacité de coupe est supérieure à celle réalisée par le fraisage en roulant. La qualité de l'état de surface est meilleure [54].

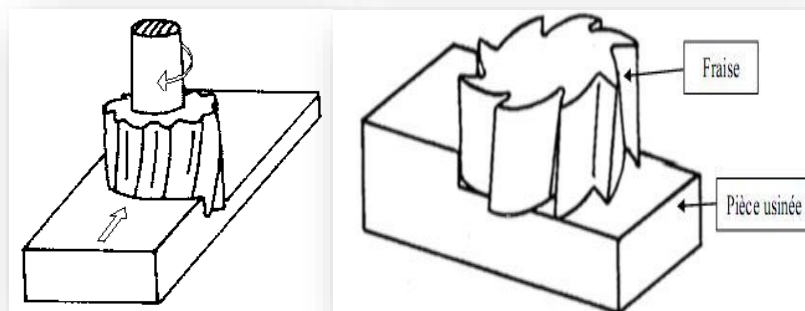


Fig. III.24 : Fraisage en bout [55].

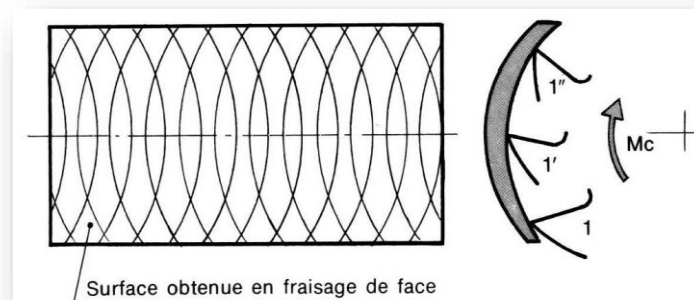


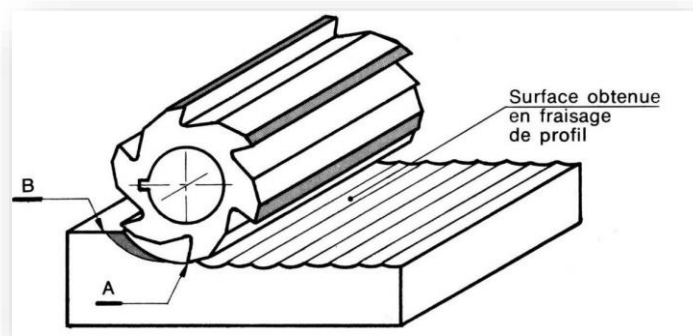
Fig. III.25 : Surfaces obtenues par fraisage de face [56].

#### III.11.2 Fraisage en roulant

L'axe de la fraise est placé parallèlement à la surface à usiner. La fraise coupe avec son diamètre. La charge de la machine en est irrégulière, surtout lors de l'emploi de fraises à denture droite. Les à-coups provoqués par cette façon de faire donnent une surface ondulée et striée. Pour pallier ces défauts, on utilisera une fraise à denture hélicoïdale.



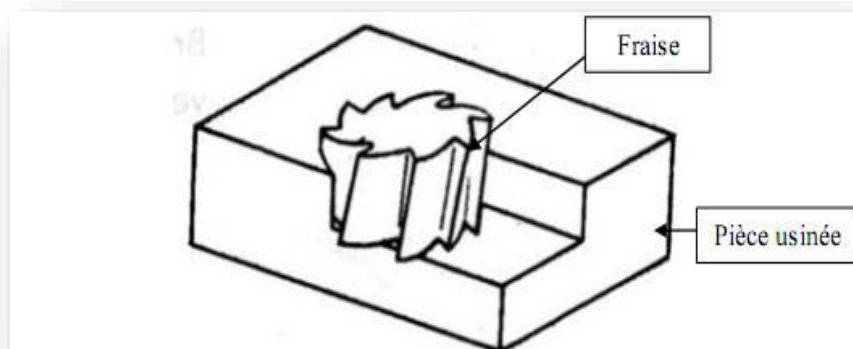
L'amélioration enregistrée s'explique ainsi : la denture est chargée et déchargée progressivement.



**Fig. III.26 :** Fraisage en roulant [56].

### III.11.3 Fraisage combine

Pour le fraisage combiné, la fraise coupe avec son diamètre et sa partie frontale



**Fig. III.27 :** Fraisage combiné [55].

### III.12 Surfaces obtenues par fraisage

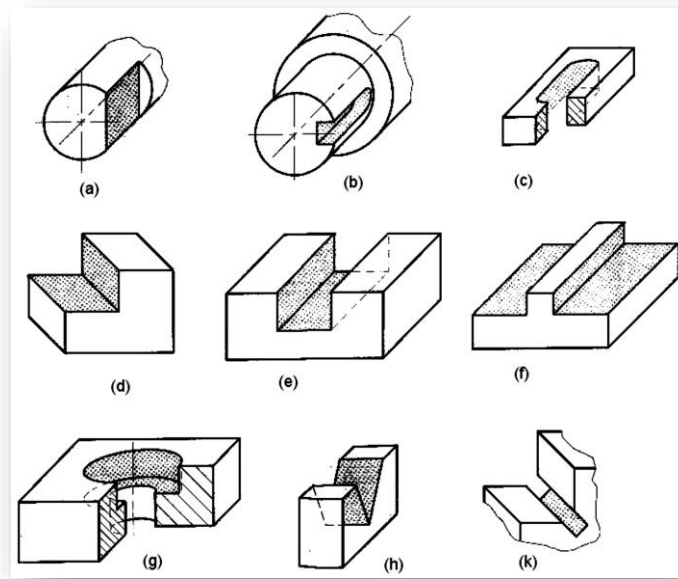


Fig. III.28 : Surfaces obtenues par fraisage [57].

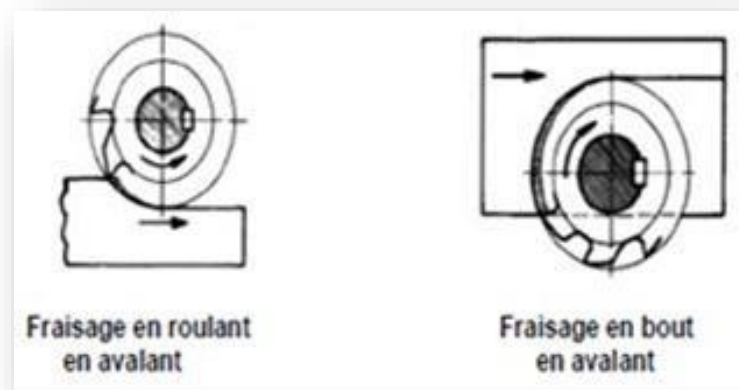
### III.13 Modes de coupe

Il existe deux modes de coupe, selon le sens de rotation de la fraise et la direction du déplacement de la pièce à usiner [51].

#### III.13.1 Fraisage en avalant

Le sens de rotation de la fraise et celui du déplacement de la pièce à fraiser vont dans la même direction.

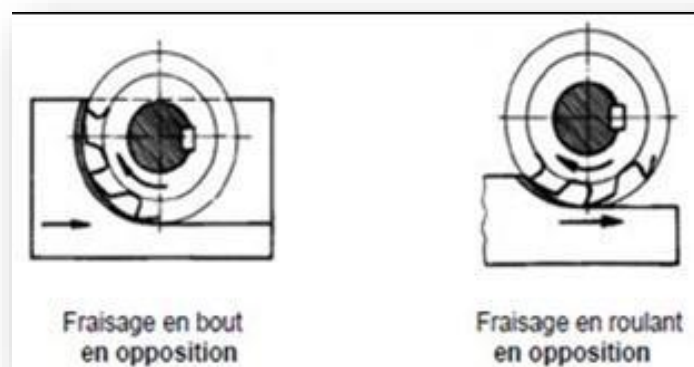
Les tranchants de la fraise attaquent le copeau au point d'épaisseur maximal. Cette façon de faire, en fraisage horizontal, plaque la pièce sur la table de la fraiseuse et donne des surfaces finies de bonne qualité. Ce principe nécessite l'utilisation d'une machine robuste disposant d'une table équipée d'un système de translation avec rattrapage de jeu, ce qui est le cas sur les machines modernes. Ainsi on évite que la pièce soit "tirée" dans la fraise.



**Fig. III.29** : fraisage en avalant [58].

### III.13.2 Fraisage en opposition

(Ou conventionnel) Le mouvement d'avance de la pièce à fraiser est opposé au sens de rotation de la fraise. Cette dernière attaque le copeau au point d'épaisseur minimal. Dans ce cas, les dents glissent sur la surface usinée avant rotation de la fraise. Cette façon de faire provoque un grand frottement d'où une usure plus rapide des tranchants de la fraise. De plus, l'effort de coupe en fraisage horizontal tend à soulever la pièce à usiner. Les copeaux peuvent également être entraînés par la fraise et se coincer entre la pièce et les arêtes de coupe, endommageant la pièce et la fraise [58].



**Fig. III.30** : fraisage en opposition [58].

**III.14 Conclusion**

Nous avons présenté dans ce chapitre une revue générale sur les machines-outils, dont le but de montrer les différents organes et techniques de chaque machine. Le développement de l'industrie exige une très bonne connaissance de la technicité de ces machines, pour cette raison l'intérêt, la nécessité de ces machines dans l'industrie est

Indispensable, et présentés la description générale de la fraiseuse (composants, caractéristique, procédés ...etc.).

# **Chapitre IV**

## **Gamme d'entretien de la Fraiseuse « FU-1800 »**

### IV.1 Introduction

L'entretien est l'ensemble des actions qui garantissent le bon fonctionnement et la durée de vie de la machine. Le but de ce chapitre de réaliser une gamme d'entretien à la fraiseuse de type « FU 1800 » nous, avons présentés la description générale (composants, caractéristiques), ainsi que les interventions nécessaires pour notre machine-outil. Cette gamme permet de réduire les pertes de production ainsi que la conservation des pièces d'usure qui s'usent rapidement.

### IV.2 Fraiseuse FU-1800

La fraiseuse de type FU-1800 se trouve au niveau de l'atelier d'usinage de la société Tubes de Gaz qui se situe à la Daira d'Elmaa-labioud, willaya de Tébessa.



Fig. IV.1 : l'atelier d'usinage [59].

### IV.2.1 Description de la fraiseuse FU-1800

La figure ci-dessous (**Fig. IV.2**) présente une machine-outil universelle pédagogique avec table non pivotable à trois axes, destinée au fraisage de pièces, qui est utilisée pour usiner tous types de pièces mécaniques à l'aide d'un outil coupant par enlèvement de matière. La machine est capable de fraiser des engrenages hélicoïdaux, des surfaces spirales variées et toute surface inclinée grâce à la demi-sphère avant, en faisant pivoter la tête de fraisage.

La machine contient une base, une colonne, une tête pivotante, un vérin, des équipements électriques, une table, un chariot longitudinal, du fluide de refroidissement, une structure d'élévation, etc.



**Fig. IV.2 :** Fraiseuse universelle FU-1800 [60].

### IV.2.2 Composantes de la fraiseuse FU-1800

Selon le dossier technique de la machine, les fraiseuses du type « FU-1800 » se composent de :



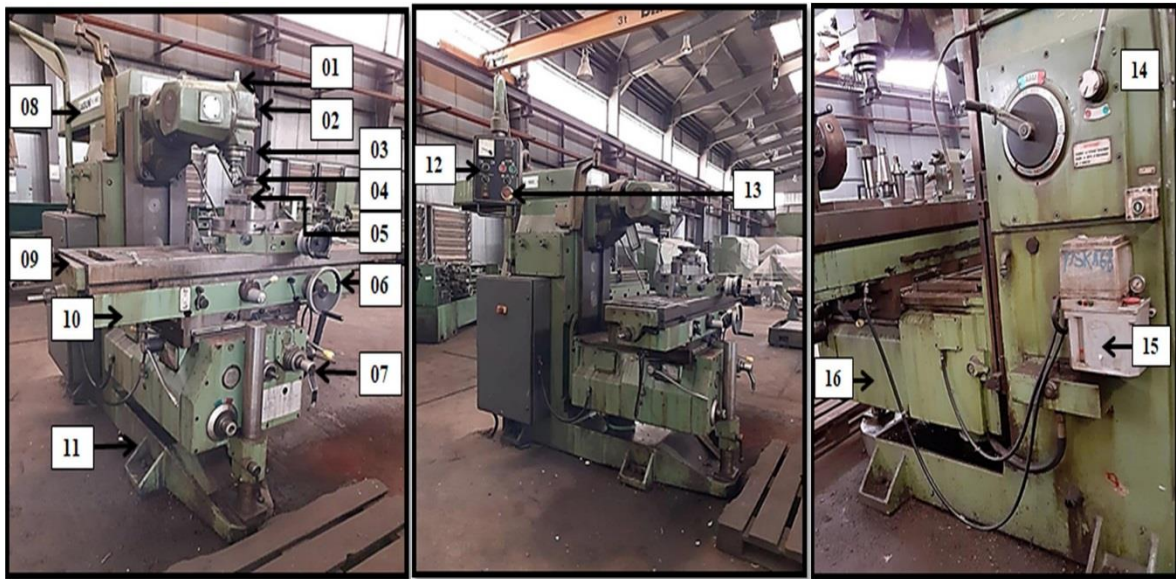


Fig. IV.3 : les composants de la fraiseuse FU-1800 [60].

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1-vis de broche                         | 9-table                     |
| 2- Tête porte-fraise pivotante          | 10-chariot                  |
| 3-broche                                | 11-socle                    |
| 4-adaptateur (cône)                     | 12-console de commande      |
| 5-outil (fraise)                        | 13-bouton d'arrêt d'urgence |
| 6-volant plein avec poignée rétractable | 14- colonne                 |
| 7-boite d'avance                        | 15- pompe d'arrosage        |
| 8-bélier                                | 16-console                  |

Tab IV.1 : les composants de fraiseuse FU-1800 [60].



L'obtention de la grande rigidité de la fraiseuse FU-1800 pendant l'usinage ainsi que l'amélioration de la qualité des pièces usinées, tous les éléments glissants de la machine sont susceptibles d'être bloqués, tant qu'ils ne sont pas utilisés, des façons suivantes :

**Table :** son blocage se fait par les leviers,

**Chariot transversale :** le blocage de celui-ci s'effectue par les vis à tête carrée 7,

**Chariot verticale :** Le blocage de celui-ci s'effectue par les vis à tête carrée 8,

**L'arbre porte fraises, lunettes et bélier :** l'utilisation de l'arbre porte fraises exige le positionnement du bélier et l'appui des supports lunettes. Pour bloquer la position du bélier, on utilise les vis 16 et pour les lunettes, les vis 17,

Après un long usage, les guides de glissement des chariots peuvent subir une usure, ce qui exigera un nouvel ajustement de ceux-ci, qui peut se réaliser pour chaque chariot de la façon suivante :

**Table :** Le jeu de glissement des guides de la table est réglé par une règle conique située sur toute la longueur de la pièce support de la table. Ce réglage se fait au moyen de la vis qui entraîne la règle dans son déplacement. Cette vis est assurée par la vis. Ayant obtenu un glissement correct, que l'on vérifie par le volant d'actionnement manuel, la position de règle et vis est fixée en serrant de nouveau l'écrou.

**Chariot transversal :** Le réglage de ce chariot se fait au moyen d'une règle conique à l'aide de la vis de façon similaire à celle qu'on a indiquée pour la table.

Outre cette règle conique, il porte deux règles prismatiques à sa partie inférieure et deux côtes, dont la mission est de fixer verticalement. Le chariot transversal par rapport aux guides de la console et empêche le balancement de la table à ses parcours extrêmes. Ces règles manquent d'éléments de réglage et en cas d'usure, il faudrait réaliser un nouvel ajustement de toute la zone de glissement.

**Console :** Le réglage de la console se fait avec un lardon conique et la vis d'une façon similaire à celle expliquée pour le réglage de la table.

En plus de ces lardons coniques, il y a deux règles prismatiques à sa partie inférieure et aux deux côtés. Elles fixent la console au front en rapport des guides de la console, afin d'éviter le balancement de la table au bout des déplacements. Les règles n'ont pas de système de réglage donc s'il y a de l'usure il faudrait faire un réglage de toute la zone de glissement.

**Support de la console :** Le support frontal de la console est serré avec le levier. Un coussinet spécial avec un coefficient de friction est placé à l'intérieur du support pour l'amortissement de la vibration. Ce coussinet évite les grippages si le déplacement vertical de la console est mis en travail sans débloquer le levier ci-dessus [60].

#### IV.2.3 Caractéristique de fraiseuse FU-1800

Le tableau IV.2 présente toutes les caractéristiques de ce type de fraiseuse [60].

|  |   |          |
|--|---|----------|
| Dimension de la table                    | Surface utile   | 1800×400 |
|  | Nombre et largeur de rainures en T                    | 5-18     |
|  | Entartement entre rainures                            | 70       |
|  | Angle de pivotement de la table                       | 470      |
| Course de déplacement longitudinale (mm) | Automatique   | 1250     |
|  | Manuelle  | 1260     |
| Course de déplacement transversale (mm)  | Automatique   | 430      |
|  | Manuelle  | 440      |
| Course de déplacement verticale (mm)     | Automatique   | 510      |
|  | Manuelle  | 515      |
| Broche port outil                        | Emmanchement, cône                                    | ISO-50   |
|  | Diamètre au palier avant                              | 100      |
|  | Distance de l'axe de la broche au bras coulissant     | 150      |
|  | Vitesse, nombre                                       | 18       |
|  | Valeur extrêmes                                       | 28-1400  |
|  | Sens de rotations                                     | 2        |
| Avance                                   | Nombre  | 18       |
|  | Longitudinales et transversales (mm / min)            | 12-800   |
|  | Verticale (mm /min)                                   | 3.6-240  |
| Déplacements rapides                     | Longitudinale et transversale (mm / min)              | 3000     |
|  | Verticale (mm /min)                                   | 900      |
| Moteurs                                  | Broche (CV)   | 15       |
|  | Avances (CV)  | 4        |
|  | Pompe d'arrosage (CV)                                 | 0.12     |
| Embrayage                                | Le type électromagnétique mono disque (GOZPER)        |          |
|  | Couple  | 32 DaNm  |
|  | Tension   | 24 V     |
|  | Puissance   | 60 W     |
|  | Température de travail                                | < 90°C   |
|  | Le type électromagnétique multidisque (GOIZPER 45023) |          |

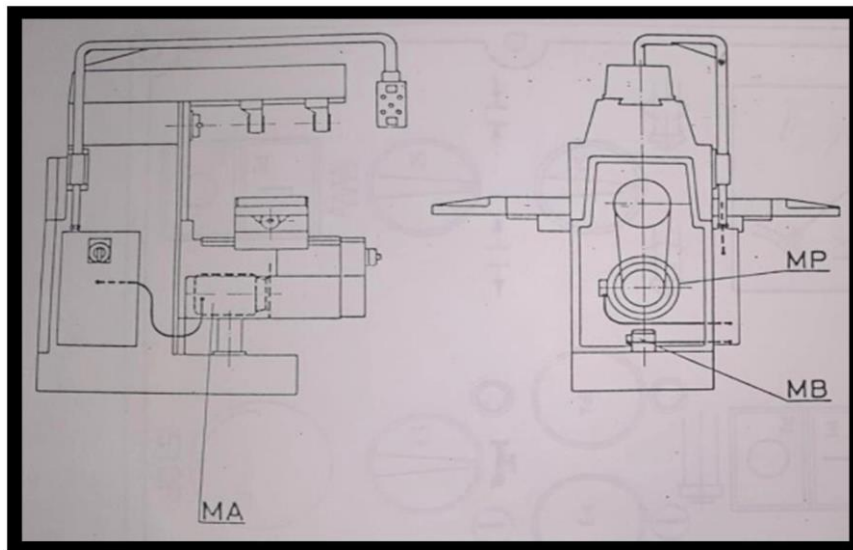
|       |                        |         |
|-------|------------------------|---------|
| Frein | Couple                 | 23 DaNm |
|       | Tension                | 24 V    |
|       | Puissance              | 48 w    |
|       | Température de travail | < 80°C  |

**Tab IV.2 :** Caractéristiques de la machine FU-1800 [60].

Cette machine est composée de trois moteurs électriques placés selon le schéma suivant :

| Carat | Les moteurs |      |     |    |      |    |
|-------|-------------|------|-----|----|------|----|
|       | MP          | MA   | MAC | MC | MB   | ME |
| HP    | 15          | 4    |     |    | 0.12 |    |
| Rpm   | 1500        | 1420 |     |    | 2800 |    |
| A     | 22.5        | 6.8  |     |    |      |    |
| V     | 380         |      |     |    |      |    |
| HZ    | 50          |      |     |    |      |    |

**Tab IV.3 :** caractéristique des moteurs électriques [60].



**Fig. IV.4 :** Schéma de l'emplacement des moteurs [60].

IV.2.4 Schémas dimensionnels de la fraiseuse FU-1800

Les schémas ci-dessus représente la vue de face et la vue de profile avec dimensions de la fraiseuse FU-1800.

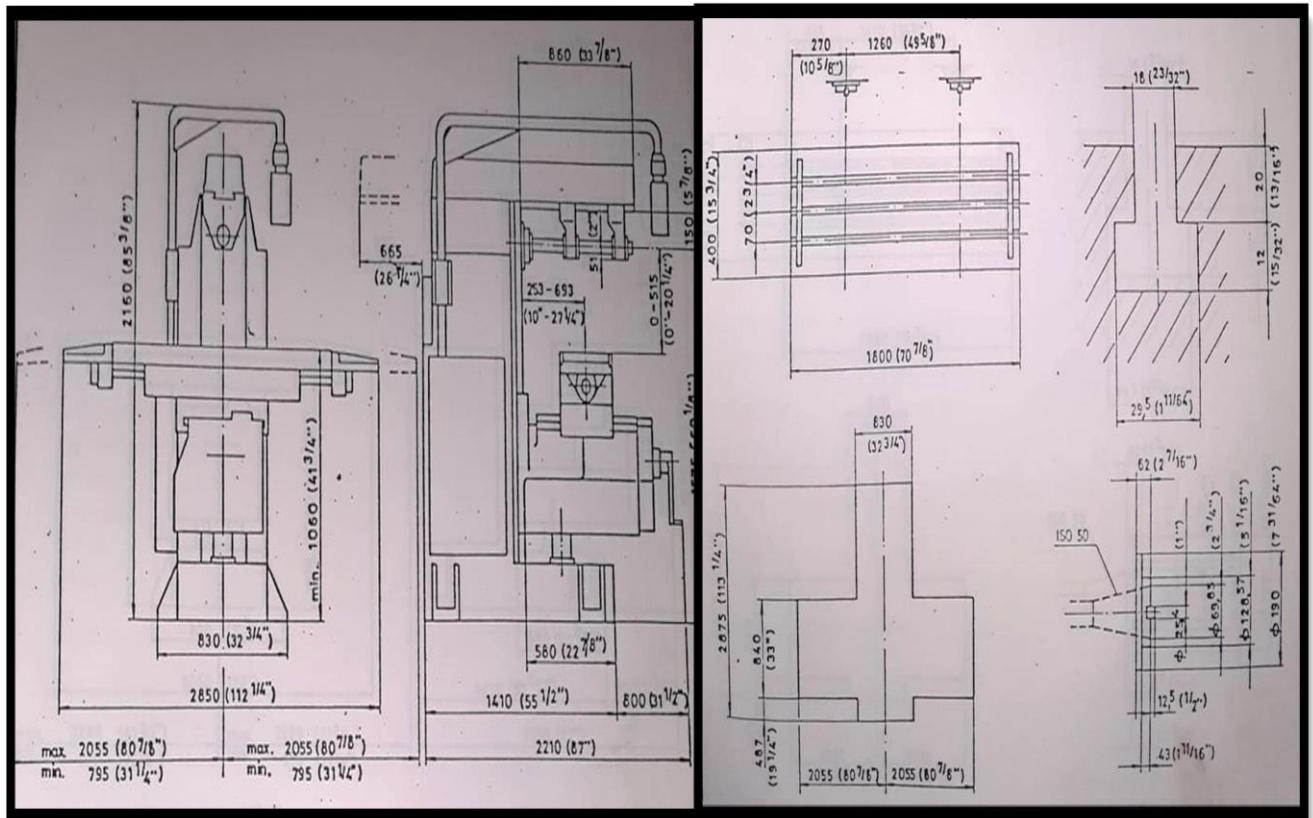
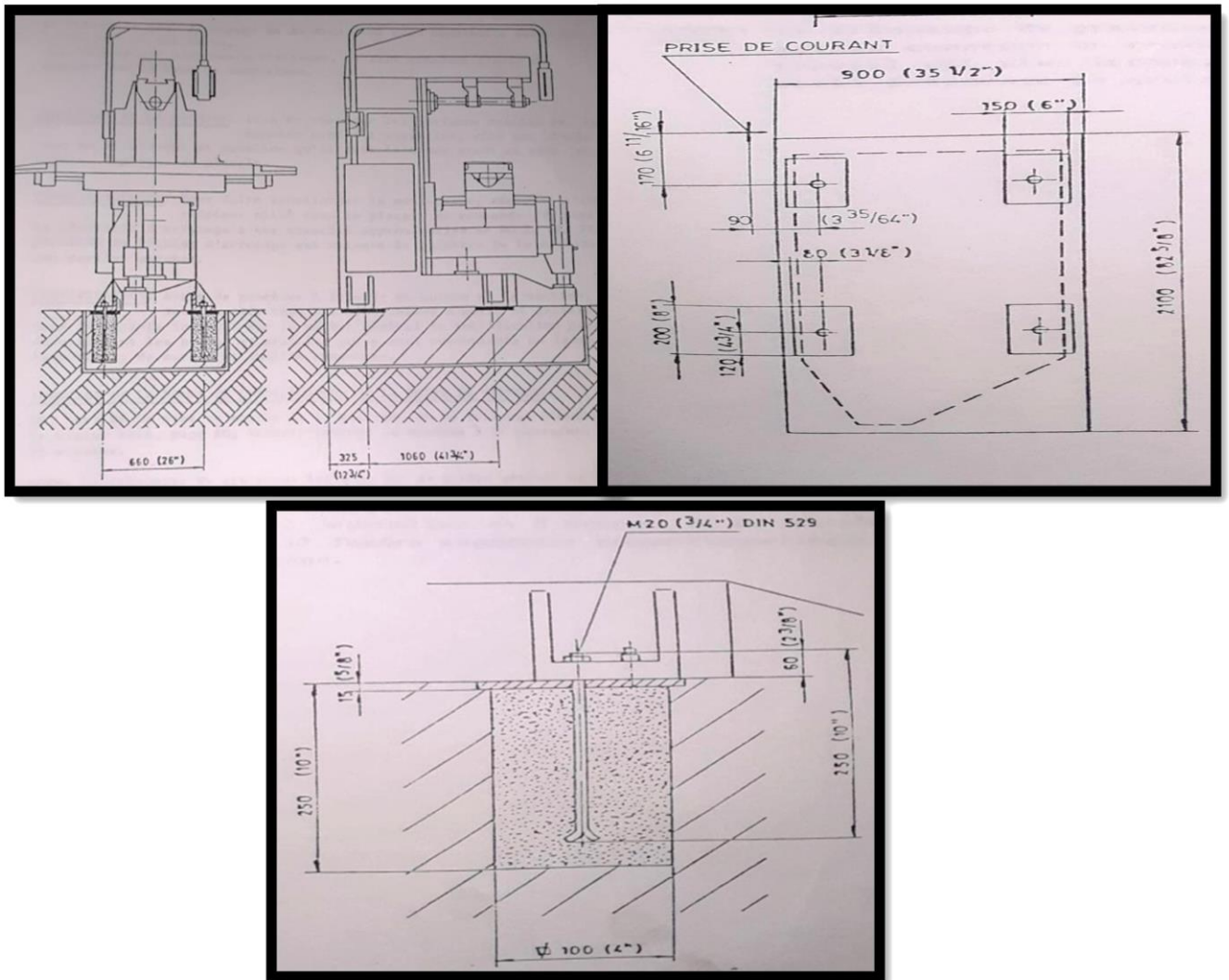


Fig. IV.5 : Schémas dimensionnelle de fraiseuse FU-1800 [60].

IV.2.5 Installation de la fraiseuse FU-1800

Fondation de la fraiseuse FU-1800

La fondation pour l'ancrage de la fraiseuse FU-1800 sera construite selon les conditions du sol ferme. Pour éviter des problèmes postérieurs, il faut demander l'avis des experts sur ce type de fondations.



**Fig. IV.6 : Schéma de fondation [60].**

#### **Nettoyage de la fraiseuse FU-1800**

Afin de protéger les surfaces usinées de la machine contre l'oxydation, elle est livrée avec un revêtement de vaseline qu'il faut éliminer avant sa mise en marche. Employer du pétrole.

#### **Refroidissement de la fraiseuse FU-1800**

Pour faire fonctionner la motopompe, employer l'interrupteur situé dans le placard de commande P6. Voir la figure suivante :

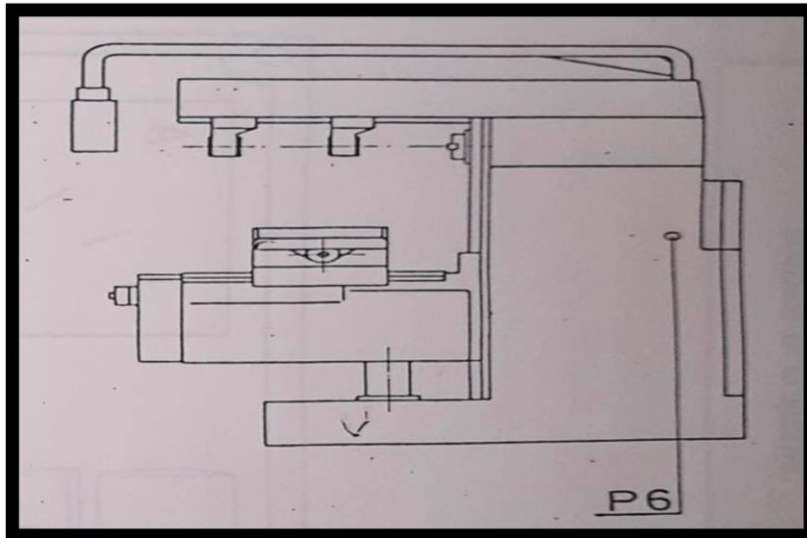
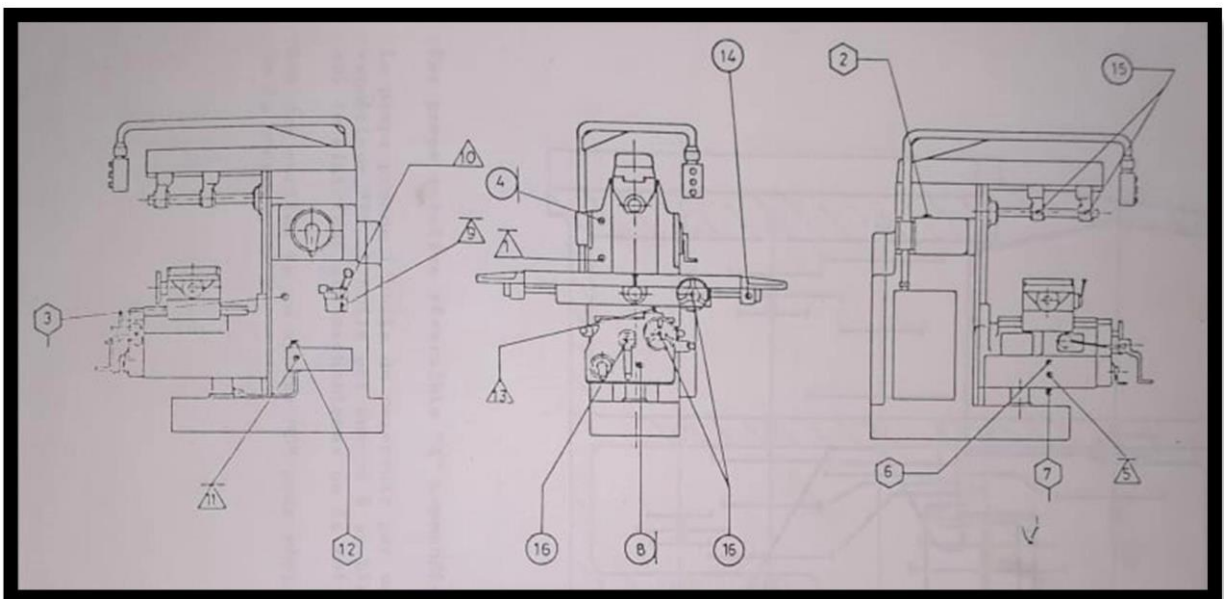


Fig. IV.7 : le placard de commande [60].

#### Lubrification de la fraiseuse FU-1800

Avant de procéder à la mise en marche de la machine, il faut remplir tous les réservoirs d'huile et graisser tous les points indiqués sur le schéma général de lubrification suivant :

Fig. IV.8 : schéma de graissage de roulement [60].



Les Points de 1 à 16 sont des roulements et des bagues internes.



|              | GROUPE I            | GROUPE II              | GROUPE III | SYMBOLES DE GRAISSAGE                                  |
|--------------|---------------------|------------------------|------------|--|
|              | ISO VG 32<br>HLP-32 | ISO VG 68<br>CG-68     | KP-2K      | ○ Graissage quotidien                                  |
| SHELL        | TELLUS 32           | TONNA T-68             | RETINAX AM | △ Graissage hebdomadaire                               |
| DISOL        | DICOEX-AUROL HLP-32 | DICOEX FLG-68          |            | ◊ Graissage semestriel                                 |
| REPSOL       | HIDROLEO-32         | GUIA-2                 |            | ○ Viseur, fonctionnement de pompe, regarder tous jours |
| CALVO SOTELO | TELEX E-32          | ZEUS G-50              |            | △ Niveau ou espion, regarder chaque semaine            |
| B. P.        | ENERGOL HLP-32      | ENERGOL HP-C-68        |            | ◊ Vidange semestrielle                                 |
| MOBIL OIL    | DTE 74              | VACUOLINE 1409         |            |  |
| ESSO         | ESSTIC 32           | MILLCOT K-68           | BEACON 02  |  |
| KLÜBER       | LAMORA HLP-32       | LAMOPA SUPER POLADD 68 |            |  |
| FUCHS        | RENOLIN MR-10       | RENEP-2                |            |  |
| AGIP         | ACER-32             | EXIDIA-68              |            |  |

Fig. IV.9 : tableau de symboles de graissage et des groupes d'huile [60].

En utilisant les huiles et graisses qui y sont recommandes ou leurs équivalents de marque et qualité reconnues.

| EQUIVALENCE DES HUILES   |                  | EQUIVALENCE DES HUILES     |                                |
|--------------------------|------------------|----------------------------|--------------------------------|
| HUILES                   | EQUIVALENT       | HUILES                     | EQUIVALENT                     |
| GRAPAQUUA 120            | PAS D'EQUIVALENT | CLP 680                    | FODDA 680                      |
| TREBOSTAR 2EP KLUBER     | "                | CGLP 68                    | RUMILA 68"                     |
| STRABURAGS NBU 12 KLUBER | "                | KP2K                       | TESSALA EP2                    |
| GRAISSE EP00             | TESSALA 2P00     | FEBIS K 220                | RUMILA 220                     |
| DRY SLIDE                | PAS D'EQUIVALENT | KP1K                       | TESSALA EP1                    |
| GOOK                     | "                | GT -00                     | TESSALA EP0                    |
| CIMKOOL                  | TASFALOUT 22B    | SURETTE 4K                 | TESSALA EP0 (graisse speciale) |
| HENKEL P3                | "                | ARCANOL L74                | <del>PAS D'EQUIVALENT</del>    |
| SE 46                    | "                | AMBLYGON TA30/2            | PAS D'EQUIVALENT               |
| WEDOLIT C 14             | "                | SKF GRAISSE SPECIALE       | "                              |
| ACMOSIT 64/02            | PAS D'EQUIVALENT | PGLP220                    | TISUA SN6                      |
| OSSENT PA DD 54          | TASFALOUT 22B    | SHELL TIVELA COMPOUND      | TISUA SN6                      |
| ALCUNA HVI 32            | TISKA HVI 32     | MOLYKOTE SPARAY            | PAS D'EQUIVALENT               |
| VOLTOL                   | PAS D'EQUIVALENT | PATTE DEGRAISSAGE FISHER   | PAS D'EQUIVALENT               |
| VOLTROL 46               | "                | SHELLS 8839                | PAS D'EQUIVALENT               |
| HYDROL DO 46             | "                | RADK concentré             | TASFALOUT 22B                  |
| ESSTIG 68                | TORADA 68        | ENCUPRE D'UILE DE LUBRI-   |                                |
| CGLP 33                  | PAS D'EQUIVALENT | FICATION ET DE REFROIDIS-  |                                |
| ESSOLUB 20W50            | NAFTYLIA 20W50   | REFRIGERANT PROMUS HUILE B | TASFALOUT 22B SHELLE           |
| TURBO 33                 | TORBA 33         | (SHELL)                    | TASFALOUT 22B                  |
| ESSO EXTRA               | NAFTYLIA 20W50   | REFRIGERANT ULTRALIN       |                                |
| MACONNA S 150            | FODDA 150        | HUILE DE MENMAGE TRANSPA-  | TRAFALOUT 22B                  |
| MAGNA BDX 68 CASTROL     | RUMELA 68        | CONCENTRE SPECIAL DE       | TASFALOUT 22B                  |
| KPN(K3N)                 | PAS D'EQUIVALENT | MEULAGE BAYER              | "                              |
| KP3K                     | TESSALA BP3      | HUILE DE FILTAGE REMS      | "                              |
| ESSO ANDOK               | PAS D'EQUIVALENT | SANITOL                    |                                |
| HLP11 ,HLP10             | TISKA 10         | S A E 90                   | E P 90                         |
| HLP 220                  | TISKA 220        | OIL 50 °C ,4,5 °E          | TORADA 68                      |
| HLP 46 ,VG 46            | TISKA 46         | SPICAX EP 8010/90          | TASSILIA EP90                  |
| HLP 68                   | TISKA 68         | OIL 35 °E A 50 °C          | TISKA 32                       |
| HLP 32, HLP22,HLP29      | TISKA 32         | EP1                        | TESSALA EP1                    |
| HLPD 46                  | TISKA 46         | ISO 4113                   | CHIFFA 20                      |
| ARAL SULNITK             | TISKA 46         | SAEW 32                    | CHIFFA 20                      |
| HLP 22                   | TISKA 22         | HUILE TRAMPO MT/BT         | BORAK 22                       |
| CLP 22                   | TORADA S22       | HUILE MOTEUR APICC/CD20    | CHIFFA 20 OU 40                |
| CLP 68                   | FODDA 68         | /40                        |                                |
| CLP 100                  | FODDA 100        | RBO 600                    | PAS D'EQUIVALENT               |
| CLP 150                  | FODDA 150        |                            |                                |
| CLP 220                  | FODDA 220        |                            |                                |
| CLP 320                  | FODDA 320        |                            |                                |
| CLP 460                  | FODDA 460        |                            |                                |
| CLP 680                  | FODDA 680        |                            |                                |

Fig. IV.10 : L'équivalence des huiles [60].

### IV. 3 Gamme d'entretien da la fraiseuse FU-1800

#### IV.3.1 Graissage

Le domaine de la lubrification et du graissage reste quasiment ignoré dans les milieux industriels des pays en voie de développement. L'importance accordée pour nos entreprises aux huiles et graisses, est loin d'atteindre l'importance réelle value.

Concernant la fraiseuse FU-1800 ; l'opération de graissage s'effectue au niveau des roulements.

Les roulements vivent moins de temps par rapport à leurs durées de vie exactes, et ceci pour diverses raisons tel que :

- Manque important de graissage.
- Manque d'entretien en général.

Pour diminuer cette perte il faut un bon graissage puis établir un plan des roulements (voir **Fig. IV.8**) ou plus au moins assurer un bon entretien en cas de manque de données pour les calculs.

Il faut toujours bien entretenir notre machine pour éviter les pertes d'argents dont on a besoin pour résoudre le problème des pièces de rechange.

Le graissage a pour but donc de :

- A** - Réduire les frottements parasites ou résistance passives des machines.
- B** - Combattre l'usure et la corrosion des organes des machines c'est-à-dire assurer le bon état d'où économie d'entretien.
- C** - Participer à l'équilibre thermique des machines en particulier des moteurs à explosion ou à combustion interne.
- D** - Evacuer les impuretés par circulation d'huile.

| Nom                     | Quantité | Remarques  |
|-------------------------|----------|------------|
| Le réservoir de console | 1        | V=3 Litres |
| Filtre                  |          |            |
| Séparateur magnétique   | 2        |            |
| Distributeur            | 1        |            |
| Soupape retenue         | 1        |            |
| Pompe                   | 1        |            |
| Commutateur             | 1        |            |
| Orifice de remplissage  | 3        |            |
| Points de lubrification | 22       |            |



|                               |   |              |
|-------------------------------|---|--------------|
| Indicateur de niveau          | 7 |              |
| Ramification triple           | 1 |              |
| Orifice de trainage           | 2 |              |
| Le réservoir du montant       | 1 | V=8,5 Litres |
| Filtre                        | 2 |              |
| Pompe Sz12-41                 | 1 |              |
| Distributeur                  | 1 |              |
| Nipple de graissage           | 4 |              |
| Le réservoir de la suspension | 1 | V=0,2 Litres |
| Filtre                        | 1 |              |
| Distributeur                  | 1 |              |
| Bouton                        | 1 |              |
| Bouton                        | 1 |              |

**Tab IV.4 :** les éléments de lubrification [47].

Le tableau IV.5 indique le système de graissage de chaque composante de la machine :

| Ensemble                    | Système de graissage   |
|-----------------------------|--|
| Boite de vitesse            | Le graissage de la boite de vitesse se fait par pompe automatique        |
|                             | Un Plein dépôt environ 25 litres   |
| Boite d'avance              | Le graissage de la boite d'avance se fait aussi par pompe automatique    |
|                             | Un plein dépôt de 12 litres  |
| Glissière                   | Centralise par pompe automatique   |
|                             | Signal électro acoustique pour le niveau minimum de l'huile              |
|                             | Contenance du réservoir 2 litre  |
| Vis verticale               | Bain d'huile   |
|                             | Le contrôle est le niveau minimum avec la table a sa position plus haute |
|                             | Un plain dépôt environ 3.5 litres  |
| Support transversal         | Pompe manuelle a graisse   |
| Support extrême de la table | Pompe manuelle à l'huile   |
| Lunettes                    |  |
| Volants d'actionnement      |  |

**Tab IV.5 :** présente le système de graissage [60].

**IV.3.2 Interventions**

Après les calculs nécessaires on déduit :

- a - On doit faire une révision générale chaque 12 années.
- b - Une moyenne révision toutes les 4 années.
- c - Une petite révision chaque année (1).
- d - Une inspection chaque 6 mois.

Pour facilite la programmation de ces taches en propose le plan d'intervention suivant :

| Fraiseuse           | Plan d'intervention      |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                            |                            |                            | anabib |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------|
| Type d'intervention | Cycle d'entretien        |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                            |                            |                            |        |
|                     | 1 <sup>er</sup><br>Année | 2 <sup>eme</sup><br>Année | 3 <sup>eme</sup><br>Année | 4 <sup>eme</sup><br>Année | 5 <sup>eme</sup><br>Année | 6 <sup>eme</sup><br>Année | 7 <sup>eme</sup><br>Année | 8 <sup>eme</sup><br>Année | 9 <sup>eme</sup><br>Année | 10 <sup>eme</sup><br>Année | 11 <sup>eme</sup><br>Année | 12 <sup>eme</sup><br>Année |        |
| Inspection          | •                        | •                         | •                         | •                         | •                         | •                         | •                         | •                         | •                         | •                          | •                          | •                          | •      |
| Petite révision     | •                        | •                         | •                         | •                         | •                         | •                         | •                         | •                         | •                         | •                          | •                          | •                          | •      |
| Révision moyenne    |                          |                           |                           | •                         |                           |                           |                           | •                         |                           |                            |                            | •                          |        |
| Révision générale   |                          |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                            |                            |                            | •      |

**Tab IV.6 : Plan d'entretien [60].**

**IV.3.3 Réglages et nettoyage**

Au court du travail il est nécessaire de régler certains ensembles et mécanismes de la fraiseuse afin de rétablir leur fonctionnement normal.

Une machine bien réglée, bien nettoyée donc bien entretenue travaille mieux et dure plus que si elle ne l'était pas. Pour permettre le suivi de la machine, on propose les plans d'entretien d'après le schéma de graissage (Fig.IV.7), le tableau IV.4 a montré le plan de d'entretien annuel suivant de fraiseuse FU-1800 :

| Fraiseuse<br>Type<br>FU-1800                            | Plan d'entretien préventif annuel |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Anabib<br>Atelier<br>d'usinage |   |
|---|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------------------------------|---|
|   | J                                 | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |                                | Temps   |
| Travail à exécuter                                      |                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                                |   |
| Graissage de boîte à vitesses et boîte d'avance         |                                   | • |   |   |   |   |   | • |   |   |   |   |                                | Changement l'huile de réservoir un mois après la mise en marche de la machine ensuite tous les six mois |
| Réglage du jeu radial dans le palier avant de la broche |                                   |   | • |   |   | • |   |   | • |   |   | • |                                |   |
| Réglage de la clavette de la table                      | •                                 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |                                |   |
| Réglage du mécanisme de la course rapide de la table    | •                                 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |                                |   |
| Soufflage des moteurs électrique                        | •                                 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |                                |   |

Tab IV.7: Plan d'entretien annuel [60].

Le tableau IV.8 c'est un sou plan d'entretien pour une semaine :

| Fraiseuse<br>Type<br>FU-1800                      | Plan de d'entretien de chaque semaine |   |   |   |   |  |   |   |   |   | Anabib<br>Atelier<br>d'usinage |   |
|---|---------------------------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--------------------------------|---|
| Les organes                                       | D                                     | L | M | M | J |  | D | L | M | M | J                              | Le temps de<br>d'entretien  |
| Graissage<br>Glissières                           | •                                     | • | • | • | • |  | • | • | • | • | •                              | La pompe<br>graissera<br>chaque heure   |
| Support<br>transversal                            |                                       |   |   |   | • |  |   |   |   |   | •                              | Trois courses<br>de piston par<br>semaine   |
| Support<br>extrême de la<br>table                 | •                                     | • | • | • | • |  | • | • | • | • | •                              | Deux courses<br>de piston deux<br>fois par jour   |
| Lunettes  | •                                     | • | • | • | • |  | • | • | • | • | •                              | Deux courses<br>de piston deux<br>fois par jour   |
| Volants<br>d'actionnement                         | •                                     | • | • | • | • |  | • | • | • | • | •                              | Une course de<br>piston par jour  |
| Graissage de<br>L'embrayage<br>d'avance<br>rapide |                                       |   |   |   |   |  |   |   | • |   |                                | Changer<br>l'huile après<br>les 200<br>premières<br>heures  |
| Graissage de<br>l'engrenage de<br>la tête         |                                       |   |   |   |   |  |   |   | • |   |                                | 5 Course de<br>piston de<br>graisse<br>d'engrenage,<br>chaque fois que<br>l'on monte la<br>tête, toutes les<br>200 heures de<br>fonctionnement. |
| Graissage de<br>roulement de la<br>tête           |                                       |   |   |   |   |  |   |   | • |   |                                | Deux courses<br>de piston de<br>graisse du<br>groupe III (voir<br>la Fig.IV.8),<br>toutes les 200<br>heures de<br>fonctionnement.               |

Tab IV.8: Plan d'entretien de chaque semaine [60].

**IV.4 Pièces d'usure**

L'abrasion est un processus invisible, elle entraînera une modification de la taille des pièces lors de l'utilisation de la machine, et entraînera une déformation des pièces avec le temps. Lorsque les performances de fonctionnement des pièces individuelles, des mécanismes et de l'ensemble changent dans une certaine mesure, les réparations sont inévitables.

L'usure des pièces de la machine est inégale, mais elle dépend des conditions d'utilisation. Il existe de nombreux types d'usure, tels que l'usure mécanique, l'usure par corrosion, l'usure moléculaire, etc.

**IV.5 Propositions des solutions****1- L'élaboration d'une gamme d'entretien**

La gamme d'entretien représente un programme prés-établi à l'avance, il contient plusieurs consignes et travaux divers d'entretien préventif sur une période déterminée. L'application de la gamme d'entretien préventif en respectant les périodicités des travaux permet d'assurer le bon fonctionnement du matériel ou plus ou moins éliminer la probabilité des avaries subites (arrêts imprévus).

**2- Le recrutement du personnel de maintenance qualifié**

Comme il a été dit, le nombre actuel de personnel de la maintenance est loin d'atteindre le taux normal indiqués par « Afnor » qui devrait être de 8 jusqu'à 12% du personnel total.

Pour mener bien les fonctions de la maintenance il faut assurer la disponibilité du personnel qualifié ayant une bonne connaissance du matériel ainsi qu'une expérience pratique.

**3-Respecter le stock d'alerte (faire une bonne gestion de stock)**

Gérer et optimiser la gestion des stocks (entrées et sorties), définir et mettre en œuvre les plans d'approvisionnement dans les délais impartis, en liaison étroite avec les fournisseurs et les transporteurs.

**4- La disponibilité des pièces de rechange**

Les pièces de rechange sont très indispensables dans la maintenance, c'est pourquoi elles sont d'une grande importance et il est nécessaire qu'elles soient disponibles le plus possible lors du besoin.

**5-La disponibilité du matériel d'entretien**

Chaque travail nécessite la disponibilité d'outillage nécessaire. Pour mener les travaux de maintenance dans des conditions favorables, il faut avoir les moyens matériels nécessaires suivant le niveau du travail à effectuer.

**6-Faire des formations pour les techniciens spécialisés pour les nouvelles technologies.****Exemple :**

A - Moyens logistiques tel que les locaux (atelier de maintenance), moyens de levage et manutention, l'ensemble des ressources permettant le fonctionnement du système mis en place.

B - Appareils de mesure (banc d'essai-contrôle...etc.), ainsi que de réglage et accessoires divers... [13].

**IV.6 Conclusion**

Cette étude démontre, que l'application de cette maintenance préventive dépend de l'implication de tous les acteurs, et qu'elle doit être effectuée avec rigueur pour garantir le bon fonctionnement de l'équipement et ainsi préserver son état performant.

Cette gamme permet de réduire les pertes de production ainsi que la conservation des pièces d'usure qui s'usent rapidement.

# **Conclusion Générale**



### **Conclusion Générale**

Dans ce rapport d'information, nous avons expliqué comment effectuer une série de maintenances préventives sur la fraiseuse « FU 1800 ». Ce périmètre assure à nos machines une durée de vie assez longue tout en s'assurant que les outils sont dans de bonnes conditions d'utilisation.

Aujourd'hui l'entretien (service de maintenance) est un service indispensable et plus important pour toute entreprise recherchant un rendement maximal. La synchronisation avec une production abondante et la concurrence entre les entreprises qui nous sont actuellement imposées est proche de cette industrie. Faites attention à nos objectifs.

Lorsque nous parlons de maintenance préventive, nous parlons de d'entretien préventive, car la maintenance préventive n'est qu'une organisation de service de d'entretien préventive.

Après avoir terminé ce travail, nous sommes arrivés à la conclusion que maintenance n'est pas que des réparations, et maintenance n'est pas forcément une bonne personne en tenue de travail grasse, mais plutôt des fonctions complexes qui nécessitent l'organisation et la parfaite connaissance de la machine-outil.

.

# Bibliographies

- [1] Fichier de définition de l'entreprise.
- [2] Douaba najdi, berouba slimane," analyse analytique fmd et amdec d'un compresseur à vis- atlas copco ze3-" universite kasdi merbah ouargla 2016/2017.sdfsdf
- [3] <https://td-maintenance.com/2020/07/29/levolution-de-la-maintenance-industrielle/>  
01/03/2021 20 :13
- [4] Lyons, m., adams, s., woloshynowych, m., vincent, c., 2004, human reliability analysis in healthcare: a review of techniques, international journal of risk & safety in medicine, vol.16, pp. 223–237.jbkj
- [5] Mme benaicha halima, « analyse des stratégies de maintenance des systèmes de production industrielle », thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences, université des sciences et de la technologie d'oran mohammed boudiaf
- [6] Addoun abdelkrim, « optimisation de la maintenance par la méthode amdec appliquée au ventilateur de l'entreprise al zinc », mémoire de fin d'étude, université aboubakr belkaïd tlemcen
- [7] <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.utc.fr%2Ftsibh%2Fpublic%2F3abih%2F11%2Fstage%2Fceram%2Findex.html&psig=AOvVaw3qhTBih2ITF8oSf9jGe3na&ust=1625353142820000&source=images&cd=vfe&ved=0CAcQjRxqFwoTCLClqLq-xfECFQAAAAAdAAAAABAF> 03/03/2021 09 :13
- [8] Z. simeu-abazi, m. di mascolo, d.m. pham, maitenance pré-conditionnelle, laboratoire d'automatique de grenoble.
- [9] H.procaccia, r.cordier, application of bayesian statistical decision theory for a maintenance optimisation problem, reliability engineering and system safety 55(1997)143-149.

- 
- [10] Benedetti, c. a. (2002). Introduction à la gestion des opérations (4e éd). québec : sylvain ménard. 2002.
- [11] Francastel. j-c, ingénierie de la maintenance, de la conception à la l'exploitation 2ème édition dunod. Paris, 2009
- [12] L. benali, « maintenance industrielle », office des publications universitaires.1, place centrale de ben aknoun, alger, (9/2006).
- [13] Hachem mohammed chérif, laimeche hadj abdellah, « présentation d'une gamme d'entretien préventive d'une fraiseuse de type 6 p 13 », mémoire de fin d'étude, université kasdi merbah–ouargla.
- [14] Y. khiyi, w. erroudi, « élaboration d'un plan de maintenance préventive », projet de fin d'études, faculté des sciences et techniques de fès.
- [15] Devarun ghosh, sandip roy, maintenance optimization using probabilistic cost benefit analysis. journal of loss prevention in the process industries 2009; 22(4): 403-407.
- [16] Chibane noureddine, « etude, diagnostic et reparation de la fraiseuse universelle weyrauch fr-u-1100 du hall de technologie de la faculte », memoire présenté pour l'obtention du diplôme de master, université aboubakr belkaïd– tlemcen.
- [17] Abbou r, contribution à la mise en œuvre d'une maintenance centralisée : conception et optimisation d'un atelier de maintenance. Thèse de doctorat, université joseph fourier, grenoble, france. 2003.
- [18] Allouai ahmad, contribution à l'optimisation de la maintenance dans un contexte distribué. Thèse de doctorat, institut national polytechnique de grenoble - inpg, 2010.
- [19] Moukhli amir, optimisation de la maintenance de roues de turbines hydroélectriques soumises à une dégradation par cavitation. Maitrise ès sciences appliquées, école polytechnique de montréal, 2011.
- [20] Nakajima s., la maintenance productive totale : mise en œuvre, afnor, 1989.
- [21] Nakajima s., la maintenance productive totale (tpm), nouvelle vague de la production industrielle, afnor gestion, 1987.
- [22] E garcia, h guyennet, j.c lapayre, n zerhouni, a new industrial cooperative telemaintenance platform. computers & industrial engineering, volume 46, issue 4, july 2004, pages 851-864.

- [23] Rasovska, i., chebel-morello, b., zerhouni, n., classification des différentes architectures en maintenance, 7e congrès international de génie industriel, québec, canada, juin 2007.
- [24] Chalal abdelaziz, « étude amdec de la fraiseuse huron mupar les outils de la maintenance industrielle au niveau de l'unité amm arcelormittal –annaba », mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master, université univerte badji mokhtar annaba
- [25] Gilles zwingelstein, la maintenance basée sur la fiabilité,ed ; hermes 2012
- [26] W. benzaoui cours " sûreté de fonctionnement " master académique. Automatique – s3 université kasdi merbah-ouargla 2014/2015.
- [27] Kahal housseyn, « réseaux bayésiens dynamiques : application aux réseaux électriques », mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère en electrotechnique, université des sciences et de la technologie d'oran.
- [28] Boudoukara zohra, « méthodologie d'évaluation de maintenance pour les systèmes de production », mémoire de magistère, enset2008.
- [29] D.el messaoudi machines-outils (année)
- [30] Une histoire des techniques, par bruno jacomy, edit° le seuil 1990
- [31] Cf. histoire générale des techniques (5 volumes, ed., puf, 1962– 1979,)
- [32] <https://www.wikiwand.com/fr/Machine-outil> 01/04/2021 11 :13
- [33] G. spinnler, « conception des machines principes et applications », tome 3, presses polytechniques et universitaires romandes, 1998.
- [34] Passeron, tournage, techniques de l'ingénieur, bm7086, 1997
- [35] J.p. cordebois, coll, fabrication par usinage, dunod, paris 2003.
- [36] F. Amier, Etude Comportementale de l'Outil – Pièce en Tournage, Ecole Nationale Polytechnique d'Oran,
- [37] A. toumine, cours de fabrication, usinage par enlèvement de copeaux, 2007
- [38] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Per%C3%A7age> 11/04/2021 20 :00
- [39] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Perceuse> 22/04/2021 20 :15
- [40] [https://www.researchgate.net/figure/Schema-de-principe-de-la-rectification-plane\\_fig1\\_281015130](https://www.researchgate.net/figure/Schema-de-principe-de-la-rectification-plane_fig1_281015130) 09/05/2021 19 :40

- [41] J. bernardus j-w. hegehan : fundamentals of grinding : surface conditions of ground materials. thèse de doctorat, groningen, 2000.
- [42] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Rabotage> 15/05/2021 14:11
- [43] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Mortaisage> 27/05/2021 20:19
- [44] T. dereli, i. h. filiz and a.baykasoglu, «optimizing cutting parameters in process planning of prismatic parts by using genetic algorithms », international journal of production research, vol. 39, n°15, 3303-3328, 2001.
- [45] Office de la formation professionnelle et de la promotion du travail, résumé théorique & guide de travaux pratique, module 3, « réalisation des opérations de base en fraisage » maroc.
- [46] Gaëtan albert, identification et modélisation du torseur des actions en fraisage, thèse de doctorat, école doctorale des sciences physique et l'ingénieur.
- [47] Rabhi Mohamed, Karbi Amar « Présentation d'une gamme d'entretien de la fraiseuse 6T80 », Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Professionnelle, Université des Sciences et de la Technologie universite mohamed boudiaf m'sila 2016/2017
- [48] R. butin, m. pinot, « fabrication mécanique technologie, tome 3 », foucher, paris
- [49] [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.surplex.com%2Ffr%2Fvente%2Fc%2Ffraiseuses-a-banc-fixe-4395.html&psig=AOvVaw2\\_kJnu4nHupbUHV1BviCE6&ust=1625398694065000&source=images&cd=vfe&ved=0CAcQjRxqFwoTCPDlopboxvECFQAAAAAdAAAAABAP](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.surplex.com%2Ffr%2Fvente%2Fc%2Ffraiseuses-a-banc-fixe-4395.html&psig=AOvVaw2_kJnu4nHupbUHV1BviCE6&ust=1625398694065000&source=images&cd=vfe&ved=0CAcQjRxqFwoTCPDlopboxvECFQAAAAAdAAAAABAP) 02/06/2021 15 :30
- [50] <https://www.soraluce.com/fr/machine-duplex> 04/06/2021 11 :44
- [51] Mme ghozlane mehdia, mr hajri helmi, procedes de fraisage, institut supérieur des etudes technologiques de radès
- [52] khenine nour, « fraisage », institut superieur des etudes technologiques de nabeul 2017-2018
- [53] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Mandrin> 04/06/2021 11 :50
- [54] Gilles prod'homme, « commande numérique des machines-outils » technique de l'ingenieure, traite génie mecanique, b 7130, pp.31997

- 
- [55] D. Veeramani, Y. Gau, « Technologie de la Machine-outil », éd. CIP Tram élan, 1997.
- [56] <http://robert.cireddu.free.fr/Ressources/Prod/Les%20modes%20de%20generation.pdf>  
04/06/2021 18 :44
- [57] <https://www.scribd.com/document/480984729/2-usinage-fraisage> 15/06/2021 12 :24
- [58] Samir benarabi, chouchani abidi brahim , « optimisation du choix des outils de coupe pour l'usinage des poches quadrilatères en 2d ½ », mémoire de fin d'étude ,université kasdi mer bah, ouargla,2010 .
- [59] <https://www.google.com/maps/search/Atelier+d'usinage,+El+Ma+Labiod/@35.1765718,8.1747022,17z/data=!5m1!1e4?hl=fr> 16/06/2021 11 :11
- [60] Dossier technique de la machine.

# **RESUME**



## *Résumé*

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre de la maintenance industrielle.

Notre mémoire de fin d'études est l'élaboration d'un plan de maintenance préventive d'une machine de fraisage (FU-1800) qui se trouve dans l'atelier d'usinage de l'entreprise (Anabib) Tubes Gaz Tébessa (TGT).

Dans ce rapport d'information, nous avons expliqué comment effectuer une série de maintenances préventives sur la fraiseuse « FU-1800 ». Ce périmètre assure à nos machines une durée de vie assez longue tout en s'assurant que les outils sont dans de bonnes conditions d'utilisation.

Mots clés : maintenance industrielle, fraisage, fraiseuse, FU-1800, maintenance préventive.

## *ملخص*

العمل المقدم في هذه الأطروحة هو جزء من الصيانة الصناعية.

أطروحتنا النهائية هي تطوير خطة الصيانة الوقائية لآلة الفرز (FU-1800) والموجودة في

ورشة الآلات التابعة لشركة الأنابيب ماء-غاز تبسة.

في تقرير المعلومات هذا، أوضحنا كيفية تنفيذ سلسلة من الصيانة الوقائية لآلة الطحن

"FU-1800". يضمن هذا المحيط أن تتمتع آلاتنا بعمر خدمة طويل إلى حد ما مع ضمان أن

الأدوات في حالة جيدة للاستخدام.

الكلمات الرئيسية: الصيانة الصناعية، الفرز، آلة الفرز FU-1800، الصيانة الوقائية.