

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



Faculté des Sciences de L'Ingénieur
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

Filière : Génie mécanique
Spécialité : Construction mécanique

THEME

ETUDE ET REALISATION D'UNE GAMME DE FABRICATION
D'UNE BRIDE XS 150 D'UN CAMION M 230

Présenté par :
LEMOU Ahmed Amine

Promotrice : Mm : GEURRACHE Fadila
Co-promoteur : Mr : RIAL Djamel

Promotion 2018- 2019

REMERCIEMENTS

- ❖ *En premier lieu, on tiens à remercier mon dieu qui m'a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

- ❖ *On adresse nos profonds remerciements à notre promotrice Mm. GUERRACHE Fadila et notre encadreur Mr. RIAL Djamel qui ont spontanément la volonté et l'honneur d'examiner notre travail. Leurs critiques et leurs remarques nous permettent de clarifier plusieurs points importants dans ce mémoire. On les exprime nos très vives reconnaissances.*

- ❖ *Mes remerciements vont aussi au personnel de bureau d'étude de la SNVI, pour leur disponibilité et les facilités qu'ils nous accordées au cours de mes fréquents séjours parmi eux.*

Dédicaces

Chaleureusement je dédie ce modeste travail :

*A la lumière de ma vie, mes chers
Parents en témoignage pour leurs amour et
leur sacrifice*

*Sans limites qui je souhaite la bonne santé
et que Dieu me les garde.*

A mes frères

A mes sœurs

A toute la famille

*A tous mes amis sans
exception*

LEMOU Ahmed Amine

Résumé

Dans le cadre de l'exécution de notre mémoire de fin d'étude ,les dirigeants du bureau de méthode au niveau de la V.I.R nous sont proposé d'étudier la réalisation d'une gamme de fabrication d'un Bride XS 150 d'un camion militaire M230. Ce travail est axé principalement sur l'étude détaillée en vue réaliser de la gamme d'usinage de la pièce Bride XS 150 en faisant des recherches approfondies pour déterminer avec soins et précision de la gamme de fabrication , tout en respectant le triplet qualité, prix et délais, cette gamme de fabrication comporte :

- Le tableau des opération élémentaires.
- L'établissement du graphe BE.
- Groupement de surface.
- Le tableau des contraintes d'antériorités.
- La matrice de contrainte .
- Le tableau des niveaux.
- Groupement de phase.
- Projet de gamme de fabrication.

Cette étude comporte également :

- Une simulation d'usinage .
- Un calcul des efforts et condition de coupe.
- Un contrat de phase.
- Une étude de phase.

Abstract

As part of the execution of our final thesis, the leaders of the method office at the VIR are proposed to study the realization of a range of manufacturing a Bride XS 150 a M230 military truck. This work focuses mainly on the detailed study to realize the machining range of the part Bride XS 150 by doing extensive research to determine carefully and accurately the range of manufacture, while respecting the triplet quality, price and deadlines, this manufacturing range includes:

- The table of elementary operations.
- The establishment of the BE graph.
- Surface grouping.
- The table of prior art constraints.
- The constraint matrix.
- The table of levels.
- Grouping phase.
- Project of manufacturing range.

This study also includes:

- A machining simulation.
- A calculation of the forces and cutting condition.
- A live contract.
- A phase study.

ملخص

كجزء من تنفيذ أطروحتنا النهائية ، يُقترح على قادة مكتب الطرق في VIR دراسة تحقيق مجموعة من تصنيع XS 150Bride a شاحنة عسكرية 230M. يركز هذا العمل أساساً على الدراسة التفصيلية لتحقيق مجموعة الآلات الخاصة بالجزء XS 150Bride من خلال إجراء بحث مستفيض لتحديد نطاق التصنيع بدقة وبدقة ، مع مراعاة الجودة والسعر الثلاثي والمواعيد النهائية ، هذه المجموعة من التصنيع.

Resumé	
Introduction générale.....	1
Présentation générale de la SNV	3

Chapitre I : Notions générales sur les machines-outils conventionnelles

I. Introduction.....	5
I.1-Tour.....	5
I.2 Définition	6
I.3 Perceuse à colonne	8
I.3.1 Introduction	8
I.3.2 Définition.....	8
I.4 Fraiseuse.....	10
I.4.1 Définition.....	10
I.4.2 Type des fraiseuses	10
I.5 Rectifieuse	13
I.5.1 Définition.....	13
I.5.2 la rectifieuse plane	13
I.5.3 Rectification cylindrique	15
I.6 Etau linceur	16
I.6.1 Définition.....	16
I.7 Machine transfert	17
I.7.1 Définition.....	17
I.7.2 Conception et principe.....	17

Chapitre II : Technologies d'usinage en construction mécanique

II.1 Procédés d'obtention des pièces sans enlèvement de matière :.....	19
II.1.1. Le moulage.....	19
II.1.2. Technique de moulage.....	21
II.1.3. Le cintrage (Roulage)	22
II.1.4 .Repoussage au tour	23
II.1.5. le laminage	24
II.1.6. Le tréfilage	24
II.1.7. le découpage	25

II.1.7.1. Le poçonnage et l'emboutissage.....	25
II.1.7.2. l'oxycoupage.....	26
II.1.7.3. La découpe jet d'eau.....	27
II.1.7.4. La découpe laser	28
II. 1.8. Le pliage	29
II.1.9. Frittage et métallurgie des poudres.....	30
II.1.10 le forgeage	30
II.2..Procédés d'obtention des pièces par enlèvement de matière.....	32
II.2.1.Introduction.....	32
II.2.2. Le perçage.....	32
II.2.3.Le Sciage.....	33
II.2.4.Le limage	34
II.2.5.Le tournage	35
II.2.6.Le fraisage.....	37
II.2.7.Le rabotage.....	39
II.2.8.La rectification	40

Chapitre III : Propriétés physique des métaux

III.Les métaux	42
III.1. Structure des métaux et alliage.....	43
III.1.1.Les alliages ferreux	44
III.1.2.Alliages non ferreux.....	47
III.3.Propriétés physique des métaux	51
III.3. 1. Fragilité	51
III.3.2.Ductilité.....	51
III.3.3.Élasticité.....	51
III.3.4.Dureté.....	51
III.3.5.Malléabilité	52
III.3.6.Ténacité.....	52
III.3.7.Résistance à la corrosion.....	52
III.3.8.Résistance à l'abrasion	52
III.3.9.Dilatation et contraction thermiques	52
III.3. 10.Le magnétisme	53

III.3.11.Fatigue.....	53
III.3.12.Point de fusion	53
III.3.13.Conductivité.....	53
III.3.14.Densité	53

Chapitre IV : Analyse d'une gamme de fabrication

IV.1. Etude de la gamme de fabrication.....	54
IV.1.1. Introduction	54
IV.1.2. Algorithme du système directeur de production	54
IV.1.3. Approche Méthodologique d'usinage	54
IV.1.4. Dessin de définition.....	55
IV.1.5. Repérage des surfaces	57
IV.1.6. Le graphe des liaisons / Opération élémentaire.....	59
IV.1.7. Opérations élémentaires	61
IV.1.7.1. Les contraintes dimensionnelles	61
IV.1.7.2. Indication des tolérances géométriques	61
IV.1.7.3. Définitions des Contraintes technologiques	61
IV.1.7.4. Désignations des contraintes économiques.....	61
IV.1.7.5. groupements de surface	65
IV.1.7.6. Contraintes d'antériorité	65
IV.1.7.7. Matrices	65
IV.1.7.8. groupements en phases	68
IV.2. La simulation d'usinage	71
IV.2.1. Définition.....	71
IV.2.2. Les côte de fabrication	72
IV.2.3. Les cotes machines (Cm)	72
IV.2. 4. Les côtes outils (Co).....	73
IV.2. 5. Les côtes appareillages(Ca).....	73
IV.2.6. Les côtes fonctionnelles	73
IV.2.7. Les côtes brutes	73
IV.2.8. La notion de copeau minimum	73
IV.2.9. Tolérances économiques	74
IV.2.10. Tolérance dimensionnelles pour moulages en sable. Tableau IV . 3.	74

IV.3. Etude de phase	78
IV.3.1. Introduction	78
IV.3.2. Explications des critères de choix	78
IV.3.2.1. Choix des machines-outils	78
IV.3.2.1.1. la machine à choisir	78
IV.3.2.1.2. choix de puissance de la machine	80
IV.3.2.1.3. Matière de la pièce	80
IV.3.2.1.4. Operation d'usinage	80
IV.3.2.1.4.1. Tournage	80
VI.3.2.1.2. Le perçage	82
IV.3.2.2. Choix des outils de coupe	82
IV.3.2.2.1. Choix des outils de tournage	83
IV.3.2.3. Choix de la matière de l'outil	84
IV.3.2.4. Choix des outilles de contrôle	84
IV.3.2.5. La vitesse de coupe	85
IV.3.2.6. Vitesse d'avance	85
IV.3.2.7. La fréquence de rotation	86
IV.3.2.8. La profondeur de passe en tournage	86
IV.3.2.9. Les efflores et puissances de coupe	86
IV.3.2.9.1. cas de tournage	86
IV.3.2.9.2. cas de perçage	87
IV.3.3. Calcul des conditions de coupe	88
IV.3.4. Contrat de phase	101
IV.3.4.1. Specification des phases	98

Chapitre V : Prévention et sécurité d'usinage

V.1. Définition de l'hygiène	110
V.2. Définition de la sécurité	110
V.3. Les cause originales des accidents du travail	110
V.3.1. Le facteur humain :	110
V.3.2. Facteurs intellectuels	111
V.3.3. Facteur affectifs	111
V.3.4. Le caractère	111
V.3.5. Les causes techniques	111

V.4. Les maladies professionnelles	111
V.5. Les conséquences des accidents de travail	111
V.6. Les remèdes aux causes originelles	112
V.7. La Prévention	112
V.7.1. Démarche de prévention	113
V.7.2. Les éléments de la prévention	113
V.7.2. 1. l'aspect humain de la sécurité	113
V. 7.2. 2. L'aspect technique de la sécurité	113
V.8. Organisation de la sécurité	114
V.9. Sécurité au niveau de l'atelier	114
V.10. Sécurité du personnel	114
V.11. L'hygiène dans l'entreprise	115
V.12. Les éléments de sécurité sur notre machine	117
V.12.1. Appui sur le bouton d'arrêt d'urgence	118
V12.2. Chandelle de sécurité.....	118
V.12.3. Rideaux de sécurité.....	118
Conclusion	119

Liste des figures

Fig.I.1.Tour.....	6
Fig.I.2. Tour.....	7
Fig.I.3.Tour.....	7
Fig.I.4. Perceuse à colonne.....	9
Fig.I.5. Fraiseuse horizontale.....	11
Fig.I.6.Fraiseuse Universel.....	12
Fig. I.7.Fraiseuse verticale.....	13
Fig.I.8.Rectifieuse plane.....	14
Fig.I.9. Rectifieuse cylindrique.....	15
Fig.I.10.Etau limeur.....	17
Fig.I.11.Etau limeur.....	17
Fig. II.1. Schéma de fonctionnement.....	20
Fig.II.2. Organigramme de moulage avec moule permanente.....	21
Fig.II.3. Organigramme de moulage avec moule permanente.....	22
Fig.II.4. Schéma de principe de cintrage.....	23
Fig.II.5. Schémade principe de repoussage au tour.....	24
Fig.II.6.Schémade principe de laminage.....	25
Fig.II.7.Tréfileuse.....	26
Fig.II.8.Schéma de poinçonnage.....	27
Fig.II.9.Schéma de fonctionnement oxycoupage	28
Fig.II.10.fonctionnement découpe jet d'eau	29
Fig.II.11. Schéma de principe	30
Fig.II.12.principe de pliage.....	32
Fig.II.13.le foret	33
Fig.II.14.le perçage	33
Fig.II.15.Scie manuelle	34
Fig.II.16.Scie à ruban	34
Fig.II.17.Scie alternative	34
Fig.II.18.Le limage.....	35

Fig.II.19.Différents types de limage	35
Fig.II.20. Schéma de principe de Tournage	37
Fig.II.21.Fraiseuse.....	38
.Fig.II.22.Operations de fraisage	39
Fig.II.23. Schéma de fonctionnement	40
Fig.II.24.Le rectification.....	40
Fig.II.25.L'affutage.....	40
Fig.III.1.Diagramme de fer-carbone.....	54
Fig. IV.1. Vue de face de bride XS 150.	55
Fig. IV.2. Illustration du schéma directeur de la méthode développée	56
Fig. IV.4. Repérage des surfaces.	58
Fig. IV.5. Illustration de graphe Be suivant l'axe OX.	59
Fig. IV.6. Illustration de graphe Be suivant l'axe OY.	60
Fig. IV.7. désignation des tolérances géométrique de moyen.	60
Fig. IV.8. Organigramme de qualité.....	63
Fig. IV.9. Indication des cotes machine réalisé sur un tour.	72
Fig. IV.10. Illustrations du choix des conditions de coupes.....	78
Fig. IV.11. Tour verticale.	79
Fig. IV.12. Illustration des types de perçage utilisés.	82
Fig. IV.13. Illustration des éléments de l'outil.	83
Fig. IV.14. Outils chariotage et alésage.	83
Fig. IV.15. Outils atornade	83
Fig. IV.16. Illustration du foret.....	84
Fig. IV.17. Illustration en foret étage.	84
Fig. IV.18. Illustration de croquis sur mandrin N°1	101
Fig. IV.19. Illustration d'un croquis sur un mandrin N°2	103
Fig. IV.20.Illustration de croquis du sismogramme de mandrin N°1	106
Fig. IV.21. Illustration de croquis du sismogramme de mandrin N°2.....	107
Fig. IV.22.Sismogramme phase 200.....	109

Fig.V.1.Les panneaux d'interdiction.....	115
Fig.V.2.Les panneaux d'avertissement.....	116
Fig.V.3.Les panneaux d'obligation.....	117
Fig.V.4.Bouton d'arrêt d'urgence	117
Fig.V.6. Rideaux de sécurité	117

Listes des tableaux

Tableau III.1. facteurs des multiplications des différents éléments d'addition	61
Tableau IV.1. Indications des tolérances de position.	64
Tableau. IV.2. Illustration des opérations élémentaires.....	65
Tableau. IV.3. Illustration de groupements de surface.....	67
Tableau IV.4. Illustration de la motrice des opérations élémentaires d'usinage bride XS150.....	68
Tableau IV.5. Désignation des niveaux.	69
Tableau IV.6. Groupements en phases	70
Tableau IV.7. Projets de gamme optimale.....	71
Tableau IV.8. Indications des valeurs usuelles des carpeaux	74
Tableau. IV.9. Indications des valeurs usuelles des tolérances économiques.....	74
Tableau. IV.10. Valeur usuelle de tolérance dimensionnelle pour moulage en sable..	80
Tableau. IV.11. Désignations des opérations de tournage.....	85
Tableau. IV.12. Illustration des instruments de contrôle.	100
Tableau. IV.13. Analyse de fabrication mandrin N°1.....	101
Tableau. IV.14. Analyse de fabrication mandrin N°2.....	103

INTRODUCTION

● Introduction générale

La mécanique industrielle a connu des progrès fascinants qui ne cesse d'accroître plus spécialement dans l'industrie automobile. L'objectif principal est de créer et promouvoir tous les produits introduisant les nouvelles technologies pour satisfaire l'utilisateur et lui offrir la performance et le confort dont il a besoin. La fabrication mécanique occupe une place très importante dans l'industrie.

● Objectif de l'étude

La réalisation de cet objectif consiste dans la transformation des matériaux reçus sous forme brutes pour fabriquer des pièces par enlèvement de matières.

Cela fait intervenir les étapes principales suivantes:

- La conception .
- L'étude et la préparation de fabrication .
- La fabrication.

Ces étapes sont assurées dans la production par les fonctions techniques suivantes:

- Bureau d'études.
- Bureau de méthode.
- Les ateliers.
- **Note** : Dans ce mémoire : il appelé souvent le mot « Bureau de méthode » , cela sous-entend que tous nos travaux d'étude ont été réalisés dans ce service de la sous VIR de l'entreprise SNVI..
- **Problématique**

Dans cette unité où nous avons réalisé notre stage, il nous a été imposé de faire une étude et les préparations pour la fabrication d'un Bride XS 150 des pièces finies qui seront réunies et assemblées avec d'autre pièces pour constituer le mécanisme prévu pour le montage d'un Camion militaire M 230.

● *Contraintes à surmontées :*

- Documentation sur la pièce .
- Approches de Fabrication de la pièce .
- Définition des paramètres géométriques de la pièce .
- Nature et nuance de la matière de cette dernière.
- Gamme d'usinage.
- Etc...

● **Solution**

Vue la demande accrue en pièce usinée du moyeu arrière, notre tâche est une des applications des travaux que nous devons réaliser au bureau de méthode, qui consiste à concevoir les dessins de définition de cette pièce à fabriquer et en utilisant des moyens et des outils de travail en vue de l'amélioration de la gamme d'usinage à des fins de :

- Fabriquer une série de pièces au niveau d'atelier tout en assurant les trois facteurs à satisfaire :
- A moindre coût,
- Qualité : répondre aux normes et exigences de l'exploitant ;
- Délais : satisfaire le temps imparti pour sa conception.

● **Développement**

Le développement de cette étude réside dans la réalisation des chapitres suivants :

- **Chapitre I**: Généralités sur les machines conventionnelles
- **Chapitre II** : Technique d'usinage en construction mécanique
- **Chapitre III**: Les propriétés physiques des métaux
- **Chapitre IV** : Etude de la gamme d'usinage
- **Chapitre V** : Prévention et sécurité d'usinage

● **Présentation générale de la SNVI**

● **Définition de la SNVI**

L'a Société Nationale des Véhicules Industriels (SNVI) est une entreprise publique économique. Elle produit et commercialise des véhicules industriels et dispose une grande variété de produit.

● **Historique de la SNVI**

➤ **De 1957 à 1966**

Implantation de la société française BERLIET sur le territoire Algérien par la construction en juin 1957 d'une usine de montage de véhicules "poids lourds" à 30 km à l'est d'Alger, plus exactement à Rouïba.

➤ **De 1967 à 1980**

En 1967, fut créée la SONACOME (Société Nationale de Construction Mécanique). Le schéma d'organisation adopté pour la SO.NA.CO.ME regroupant en son sein dix (10) entreprises autonomes.



Figure I.1. La gamme SONAKOM de l'année 1975.

➤ **De 1981 à 1994**

La S.N.V.I (Entreprise Nationale de Véhicules Industriels) devient une entreprise publique socialiste (EPS). La S.N.V.I est née à l'issue de la restructuration de la SO.NA.CO.ME et le décret de sa création lui consacra un statut d'entreprise socialiste à caractère économique régit par les principes directifs de la Gestion Socialiste des Entreprises (G.S.E).

➤ **De 1995 à 2011 :**

Le mois de Mai 1995, la S.N.V.I a changé de statut juridique pour devenir une Entreprise Publique économique régie par le droit commun : la S.N.V.I est alors érigé en Société Par Actions (SPA), au capital social de 2,2 milliards de Dinars. La S.N.V.I devenue groupe industriel.

➤ **De 2011 à Janvier 2015 :**

Le mois d'Octobre 2011, la S.N.V.I a changé de statut juridique pour devenir un Groupe Industriel composé d'une Société Mère et de quatre filiales.

➤ **Depuis Février 2015 à Janvier 2018 :**

Suite à la réorganisation du Secteur Public Marchand de l'Etat en date du 23 Février 2015, l'EPE FERROVIAL et toutes ses participations a été rattachée au Groupe SNVI.

● **Les filiales de SNVI**

● **Le Groupe SNVI est constitué ainsi de cinq (05) Filiales de production.**

- Filiale Fonderies de Rouïba(**FR**) ;
- Filiale Véhicules Industriels de Rouïba(**VIR**) ;
- Filiale Carrosseries Industrielles de Rouïba(**CIR**) ;
- Filiale Carrosseries Industrielles de Tiaret(**CIT**) ;
- Filiale construction de matériels et équipements Ferroviaires « **FERROVIAL** » d'Annaba.

● **Et d'une Société mère composée de.**

- Directions Centrales ;
- Direction Centrale Commerciale et son réseau ;
- Division Rénovation Véhicules Industriels DRVI à Sidi-Moussa.

Chapitre I :
**Notions générales sur les machines-
outils conventionnelles**

I. Introduction

Une machine-outil est un équipement mécanique destiné à exécuter un usinage, ou autre tâche répétitive, avec une précision et une puissance adaptées. C'est un moyen de production destiné à maintenir un outil fixe, mobile, ou tournant, et à lui imprimer un mouvement afin d'usiner ou déformer une pièce ou un ensemble fixé sur une table fixe ou mobile.

I.1-Tour

Le tour et notamment le tour à métaux a joué un rôle de premier plan au cours de la révolution industrielle¹. C'est la machine élémentaire de la mécanique industrielle, celle sans laquelle aucune autre machine ne peut voir le jour.

En 1751, Vaucanson invente son célèbre « tour à chariot à bâti métallique » aujourd'hui exposé au Musée national des techniques du Conservatoire national des arts et métiers (CNAM). La principale innovation de ce tour, dont le châssis est constitué de barres de fer boulonnées, réside dans le chariot porte-outil, qui se déplace parallèlement à l'axe des pointes et son guidage prismatique. Le chariot permet l'usinage de pièces pouvant atteindre 1 m de long et 30 cm de diamètre, avec une grande précision.

La même année 1751, invente la machine à raboter le fer, puis la machine à aléser. La création des premières machines-outils est généralement due aux travaux des ingénieurs français du XVIII^e siècle. Les motivations sont doubles :

- Certains y voient la possibilité de réaliser mécaniquement des opérations que les techniques artisanales ne peuvent assurer avec précision. Dans cet esprit les ingénieurs anglais - à la suite de Wilkinson et vont contribuer au perfectionnement et à l'essor de la machine-outil.
- D'autres comme Frédéric Japy - qui dépose un brevet en 1799 pour une dizaine de machines - sont animés par le souci d'une meilleure productivité. La description du brevet indique qu'elles sont « propres à simplifier et à diminuer la main d'œuvre de l'horlogerie² » : « machine à couper le laiton, découpoir, tour à tourner les platines de montres, machine à tailler les roues, machine pour faire les piliers ronds ou carrés, machine à faire le balancier, machine pour percer droit, machine à river les piliers des cages de montres, machine à refaire l'entrée du lardon de potence, machine à fendre les vis », etc.

Grâce à ses inventions, Japy obtient un prix de revient des ébauches de montres au tiers du prix traditionnellement sorti par les artisans.

I.2 Définition

Le tour est une machine-outil permettant la production de pièces mécaniques par enlèvement de copeaux (usinage). Suivant sa conception, il permet un nombre varié d'opérations allant du tournage mécanique simple au polygonage.

Depuis le début, la technologie du tour n'a cessé d'évoluer:

- Entraînement par poulies et courroie.
- développement du harnais, permettant une plus grande variétés de vitesses.
- remplacement de la poulie étagée et harnais par des trains d'engrenages.
- développement des machines à commandes numériques.



Figure I.1 Tour



Figure I.2 : Tour.



Figure I.3 : Tour.

I.3 Perceuse à colonne

I.3.1 Introduction

Une perceuse ou foreuse est un outil qui sert à percer ou tarauder des trous dans différents matériaux à l'aide de forets. Les perceuses modernes sont l'aboutissement de plusieurs siècles de technologie. Les vilebrequins sont apparus dans les ateliers de menuisiers et chez les charpentiers vers le XV^e siècle. Les perceuses manuelle à engrenage datent du XIX^e siècle, et c'est vers la fin du XIX^e siècle que sont apparues les premières perceuses électriques.

I.3.2 Définition

Une perceuse à colonne est une machine-outil d'atelier fixée sur un bâti, un établi ou au sol. Elle permet des perçages verticaux précis et importants (diamètres pouvant aller jusqu'à 30 millimètres dans l'acier ordinaire).

Le moteur électrique, de quelques centaines de watts, fait tourner une broche par l'intermédiaire d'une boîte de vitesses (souvent à courroies). Un mandrin ordinaire ou des forets à queue conique (cône Mors) peuvent être fixés à l'extrémité de cette broche qui peut coulisser verticalement lorsque l'opérateur manœuvre un volant, un levier ou par le moteur. La pièce à percer est maintenue fermement dans un étau fixé lui-même sur la table. La pièce peut être clamée directement sur la petite table ou sur le socle grâce aux glissières ou aux boutonnières.

La petite table coulisse et pivote le long de la colonne supportant le moteur. Par le pivotement de la petite table on permet de libérer l'espace pour fixer de grandes pièces sur le socle. Elle peut également tourner sur elle-même ce qui permet de forer une série de trous tracés sur une circonférence.

Une latte graduée est fixée sur la broche ce qui permet de mesurer la profondeur du trou surtout si celui-ci est borgne. La latte permet également de mesurer la profondeur d'un fraisage, d'un chambrage, d'un lamage. Des butées peuvent être fixées sur la latte ce qui permet de réaliser des opérations identiques. Dans le cas où la descente se fait par l'intermédiaire d'un moteur la vitesse de descente est plus petite que celles de remontée.

La vitesse de la broche dépend du diamètre, de la nature des outils de coupe et de la nature de la lubrification et de la nature de la matière à travailler. Certaines perceuses possèdent un circuit fermé de lubrification mû par une pompe.

➤ Une perceuse à colonne a plusieurs avantages comme le présente ce site comparatif. C'est un outil assez stable qui a une grande précision de perçage. De même, il est simple à utiliser et ne

nécessite aucune compétence particulière. Côté sécurité, toutes les mesures sont prises afin que son utilisateur ne soit exposé à un danger quelconque.



Figure I.4 : Perceuse à colonne.

I.4 Fraiseuse**I.4.1 Définition**

Une fraiseuse est une machine-outil utilisée pour usiner tous types de pièces mécaniques, à l'unité ou en série, par enlèvement de matière à partir de blocs ou parfois d'ébauches estampées ou moulées, à l'aide d'un outil coupant nommé fraise. En dehors de cet outil qui lui a donné son nom, une fraiseuse peut également être équipée de foret, de taraud ou d'alésoir.

La fraise munie de dents est mise en rotation et taille la matière grâce à sa rotation et au mouvement relatif de la fraise par rapport à la pièce. La forme de la fraise est variable ; elle peut être cylindrique, torique, conique, hémisphérique ou quelquefois de forme encore plus complexe. La fraise et la pièce sont montées sur des glissières et peuvent se déplacer relativement suivant des coordonnées X, Y ou Z (on parle alors de fraiseuse trois axes). Par convention, l'axe Z est l'axe de rotation de la broche, les axes X et Y sont contenus dans un plan perpendiculaire à Z. Les axes de rotation A, B et C sont respectivement axés sur X, Y ou Z. Il existe des fraiseuses à quatre axes ou cinq axes. Les caractéristiques physiques de la fraise, sa vitesse de rotation, son avance, dépendent de la matière à usiner, de la profondeur de travail et de la coupe. On utilise principalement le carbure de tungstène recouvert de revêtements résistant à l'abrasion du copeau.

Il existe les fraiseuses manuelles où les mouvements sont commandés par le fraiseur, les fraiseuses à apprentissage qui peuvent répéter les mouvements donnés une fois par l'opérateur (enregistrement des mouvements) et les fraiseuses à commande numérique où sont enregistrés des ordres de mouvement d'outil pour usiner une pièce complexe (pilotée par un programme informatique en langage ISO). Elles sont équipées d'un organe de contrôle informatique (automate programmable ou base PC) lui-même relié à un réseau. La CAO associée à la fabrication se nomme FAO ou CFAO.

I.4.2 Type des fraiseuses**1-Fraiseuse horizontale****• La fraiseuse horizontale**

l'axe de la broche est parallèle à la table. Cette solution permet aux copeaux de tomber et donc de ne pas rester sur la pièce. De cette manière, on n'usine pas les copeaux, et la qualité de la pièce est meilleure. Mais ce type de montage était surtout destiné à installer des fraises 3 tailles ou fraises disques dans le but de réaliser des rainurages de profilés plats.

2-Fraiseuse verticale

- **La fraiseuse verticale** : l'axe de la broche est perpendiculaire à la table.

3-Fraiseuse universelle

- **La fraiseuse universelle** : l'axe de la broche est réglable :
 - tête bi-rotative, avec 2 coulisses circulaires (perpendiculaires l'une par rapport à l'autre) .
 - tête oblique, avec 2 coulisses circulaires (inclinée à 45°) .
 - tête articulée.



Figure I.5 : Fraiseuse horizontale



Figure I.6 : Fraiseuse universelle



Figure I.7 : Fraiseuse verticale.

I.5 Rectifieuse**I.5.1 Définition**

En production industrielle, la rectifieuse est une machine-outil qui permet de faire de la rectification. Cette machine-outil utilise une meule afin de produire une surface parfaite de rugosité faible après usinage par une fraiseuse ou par un tour.

Il existe trois types de rectifieuse :

- la rectifieuse plane
- la rectifieuse cylindrique

I.5.2 la rectifieuse plane

L'anglicisme "Surface Gurinder " est couramment employé pour désigner la rectifieuse plane. Ce terme implique, dans l'usage technique courant, la rectification de surfaces qui sont essentiellement planes. Plusieurs méthodes de rectification plane sont adaptées et utilisées pour produire des surfaces caractérisées par des éléments en lignes parallèles droites et en angles. Naturellement, on peut obtenir des surfaces de précision qui peuvent consister en des pièces longues et droites à différents angles (comme les guides du chariot d'un tour, des lames de tout genre et outils par exemple). En d'autre cas, on obtient des surfaces courbes ou profilées.

- On parle de rectification plane lorsque la surface à rectifier est plane (voir figure 2). Une machine-outil permettant d'effectuer une opération de rectification plane s'appelle une rectifieuse plane.

❖ Fonctionnement d'une rectifieuse plane

La pièce à rectifier est fixée sur la table ou sur un plateau magnétique. La position de la pièce est ajustée grâce aux mouvements de table suivant les axes X, Y et Z (voir figure 3). Lorsque la pièce est positionnée, la meule est mise en rotation puis en contact avec la pièce. Un mouvement automatique d'allers-retours suivant l'axe X est alors enclenché. Lorsqu'il n'y a plus d'étincelles produites par le contact meule/pièce, la rectification est finie.

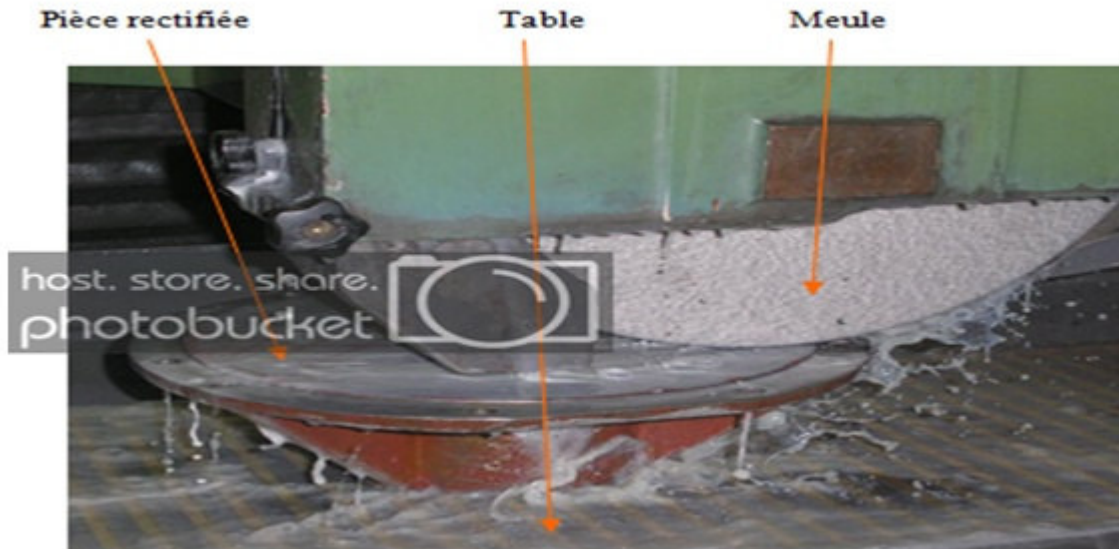


Figure I.8 rectifieuse plane.

❖ **Caractéristiques des rectifieuses planes :**

- Dimensions de la meule (Diamètre x largeur x alésage en mm).
- Dimensions de la table (Longueur x largeur en mm).
- Course longitudinale X, transversale Y, verticale Z (en mm).
- Dimensions du plateau magnétique (Longueur x largeur en mm).
- Vitesse de rotation de la broche (Tr/min).
- Puissance de la broche (kW).
- Vitesse d'avance de la table (mm/min).

I.5.3 Rectification cylindrique

I.5.3.1 Définition

Lorsque la pièce rectifiée est de forme circulaire, on parle alors de rectification cylindrique. Une machine-outil permettant de réaliser une opération de rectification cylindrique s'appelle une rectifieuse cylindrique.

❖ **Fonctionnement d'une rectifieuse cylindrique**

La rectifieuse cylindrique reprend le principe d'un tour classique en ce qui concerne la mise en rotation de la pièce à usiner, à savoir que la pièce est placée dans un mandrin fixé sur une broche mise en rotation par un moteur.

A la place de l'outil coupant présent sur le tour, une rectifieuse cylindrique possède une meule (voir figure 4). Une fois la mise en rotation de la meule effectuée, la meule et la pièce sont mises en contact (plongée). Cette plongée est soit manuelle soit automatique.

Une fois la plongée effectuée, la meule se déplace en mouvement allers/retours suivant l'axe Z. Comme pour les rectifieuses planes, lorsqu'il n'y a plus d'étincelles provoquées par le contact pièce/meule, la rectification est terminée.



Figure I.9 : rectifieuse cylindrique.

❖ Caractéristiques des rectifieuses cylindrique

- Dimensions de la meule (Diamètre x largeur x alésage en mm).
- Vitesse de rotation de la meule (tr/min).
- Puissance de la meule (kW).
- Distance entre pointes (mm).
- Hauteur de pointes (mm).
- Longueur maximum de rectification (mm).
- Diamètre maximum de rectification (mm).
- Vitesse de rotation de la broche (tr/min).

I.6 Etau limeur

I.6.1 Définition

Machine-outil qui sert à raboter une surface métallique grâce à un outil de coupe qui se déplace selon un mouvement de translation rectiligne.

❖ Fonctionnement de l'étau limeur

La pièce à usiner est fixée sur une table animée d'un mouvement rectiligne alternatif guidé par deux glissières.

L'avance étant alors donnée par le déplacement latéral ou vertical de la pièce. Elle a lieu pendant la fin de la course de retour du coulisseau sur le quel est fixé le porte outil.

L'outil est fixe pendant la course de travail. Il est mobile et se soulève légèrement pendant le retour.

La course, réglable, 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'outil est serré dans le porte outil qui peut pivoter de manière à régler l'inclinaison latérale de l'outil.

L'utilisation d'un étau limeur permet des usinages à faible coût de par l'utilisation d'outils identiques à ceux que l'on utilise sur les tours à métaux.



Figure I.10 : Etau limeur.

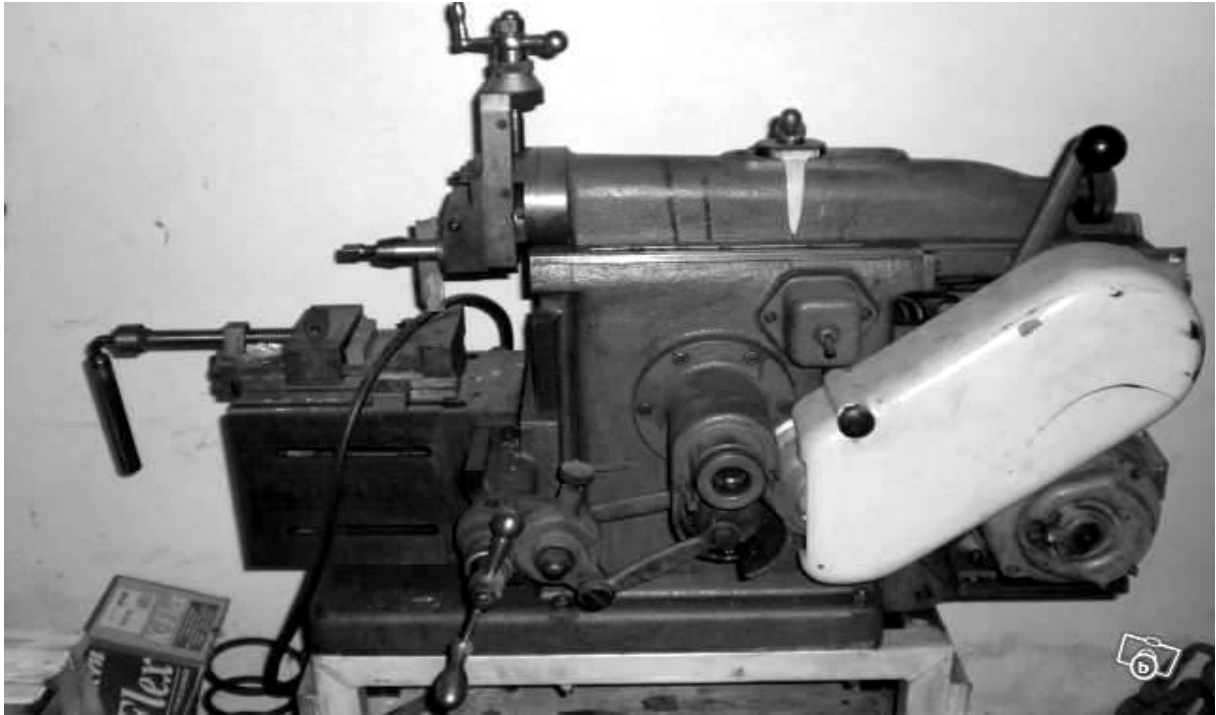


Figure I.11. : Etau limeur.

I.7 Machine transfert

I.7.1 Définition

Une machine transfert est une machine-outil qui permet de réaliser des opérations répétitives sur une même pièce.

I.7.2 Conception et principe

Pour les grandes séries, les nombreuses opérations d'usinage effectuées sur chaque pièce sont réalisées sur plusieurs machines associées suivant la gamme de fabrication et transférées automatiquement d'un poste à l'autre.

Tous les postes fonctionnent simultanément. Le nombre de postes correspond au nombre de pièces en cours d'usinage y compris celui de l'alimentation.

chaque poste comporte un système de positionnement précis de la pièce devant l'unité d'usinage. un des postes permet l'alimentation et l'extraction des pièces pendant le temps d'usinage.

des postes sont réservés au contrôle afin d'arrêter la machine pour procéder au réglage ou changement d'outils défectueux (une série d'outils pré-réglés assurent un remplacement rapide).

➤ Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné des descriptions générales sur les machines conventionnelles.

Chapitre II :
technologie d'usinages en
construction mécanique

II.1 Procédés d'obtention des pièces sans enlèvement de matière :**➤ Introduction**

Un procédé de fabrication est un ensemble de techniques visant l'obtention d'une pièce ou d'un objet par transformation de matière brute. Obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication. Ces procédés de fabrication font partie de la construction mécanique. Les techniques d'assemblage ne font pas partie des procédés de fabrication, elles interviennent une fois que les différentes pièces ont été fabriquées. On parle de procédé de fabrication pour tous les objets.

II.1.1. Le moulage

Le moulage consiste à verser dans une empreinte un métal liquide qui s'écoule par gravité ou sous pression et qui prend en se solidifiant la forme de l'empreinte.

➤ Remarques sur le moulage

- la température de fusion du métal coulé doit être inférieure à la température de fusion du matériau constituant le moule.
- Un moule métallique prend le nom de « coquille » .
- Le moulage permet d'obtenir économiquement des pièces compliquées.
- La fonte se moule mieux que l'acier. La fonte en fusion est plus fluide que l'acier en fusion.

➤ Les étapes du moulage

- Fondre le métal.
- Le verser dans le moule.
- Le laisser refroidir.

➤ On distingue deux techniques de moulage :

- 1) Avec moule permanents.
- 2) Avec moule à usage unique.

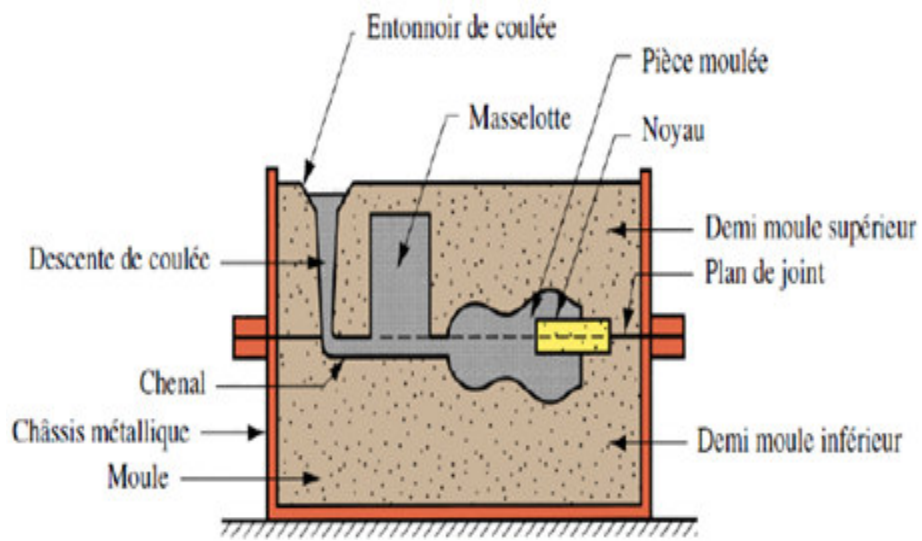


Figure .II.1. Schéma de fonctionnement.

II.1.2. Technique de moulage

➤ Avec moule permanents

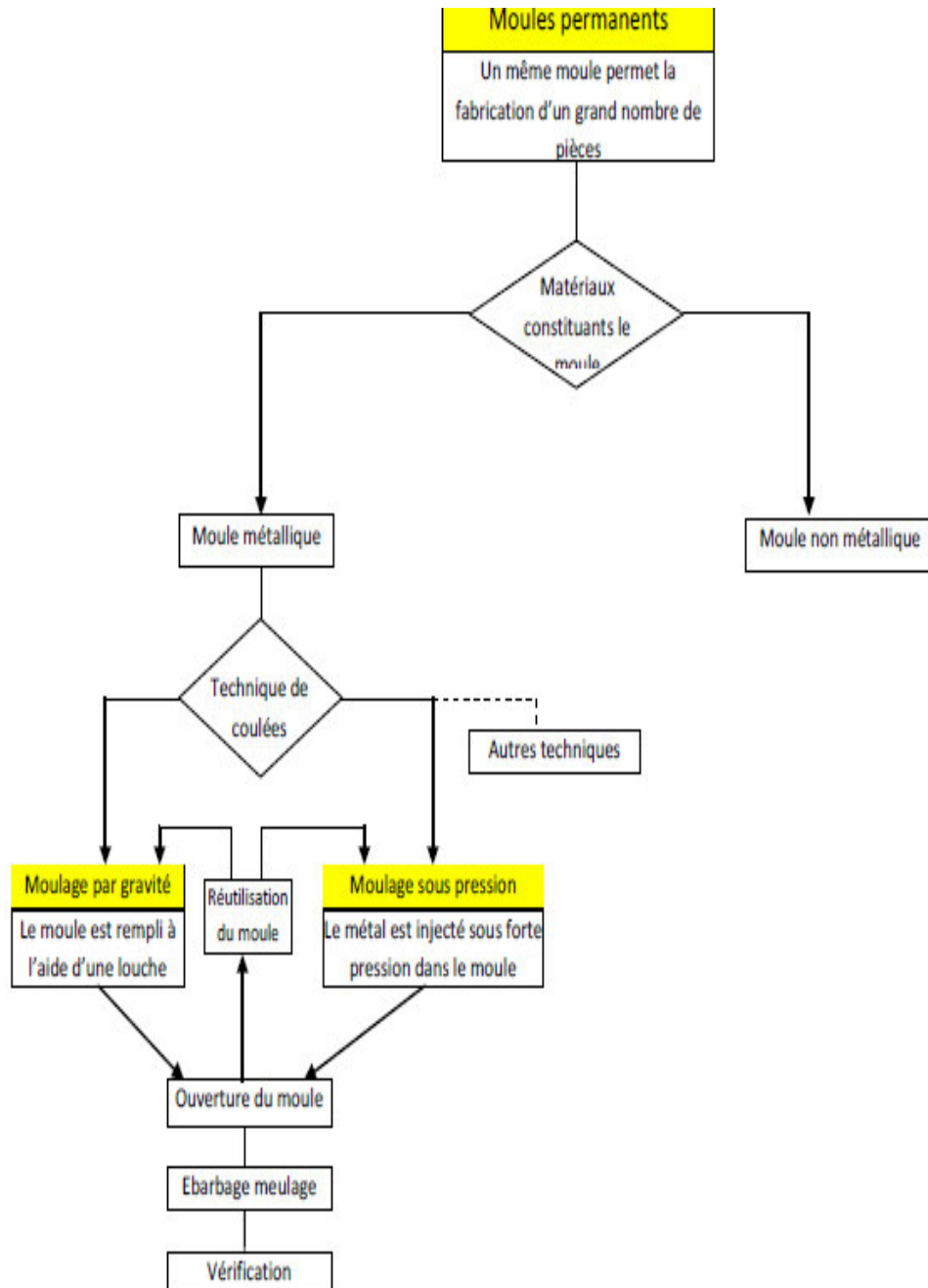


Figure. II.2.Organigramme de moulage avec moule permanente.

➤ Avec moule à usage unique

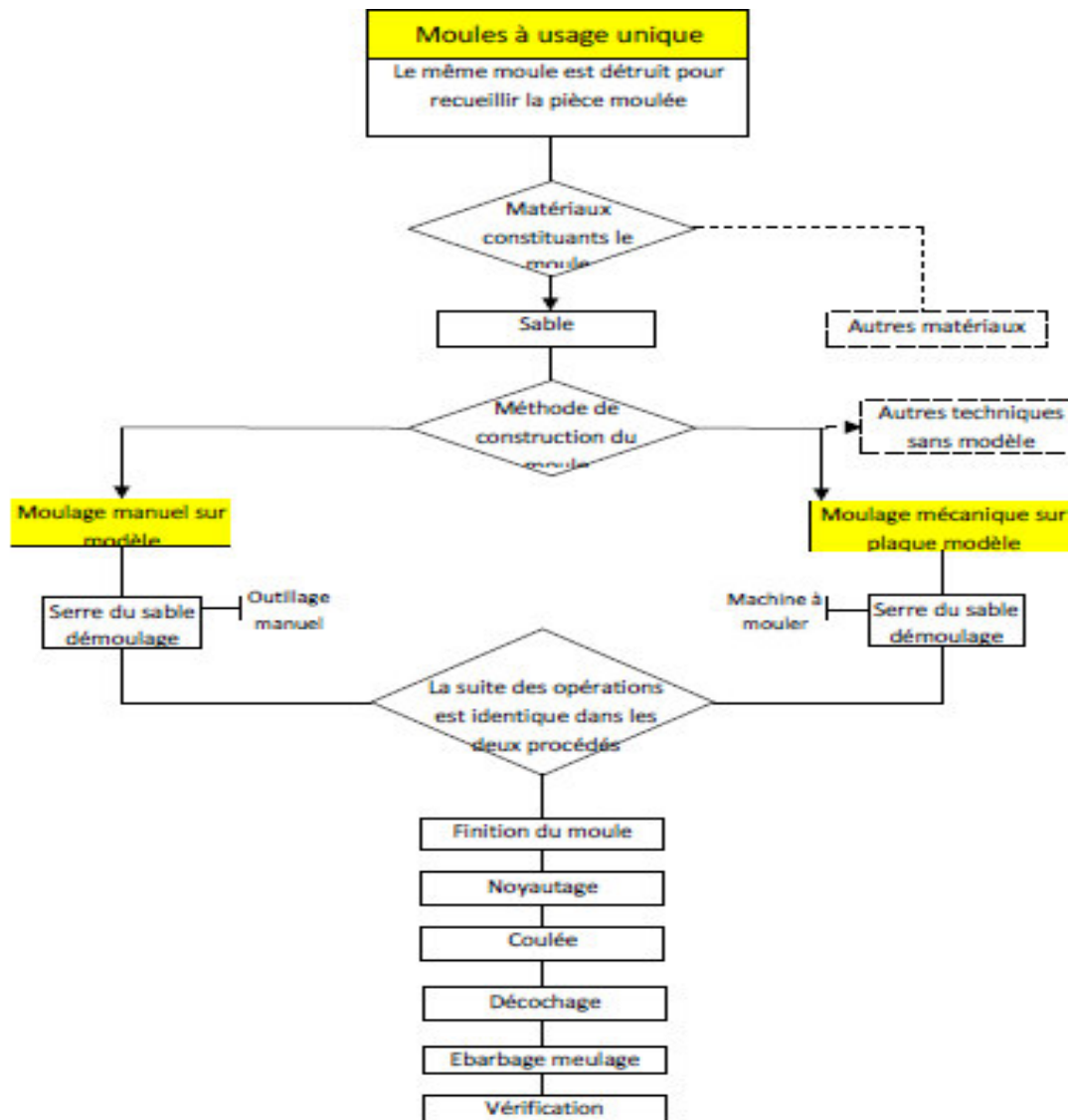


Figure .II.3. Organigramme de moulage avec moule à usage unique.

II.1.3. Le cintrage (Roulage)

Le cintrage (roulage) consiste à cintrer une tôle plane. On déforme une feuille de métal pour arriver à une pièce de révolution conique ou cylindrique. Ceci est réalisé par des outils qui sont des cylindres comportant le même profile que la pièce à déformer en nombre et en dispositions variés autour de la pièce.

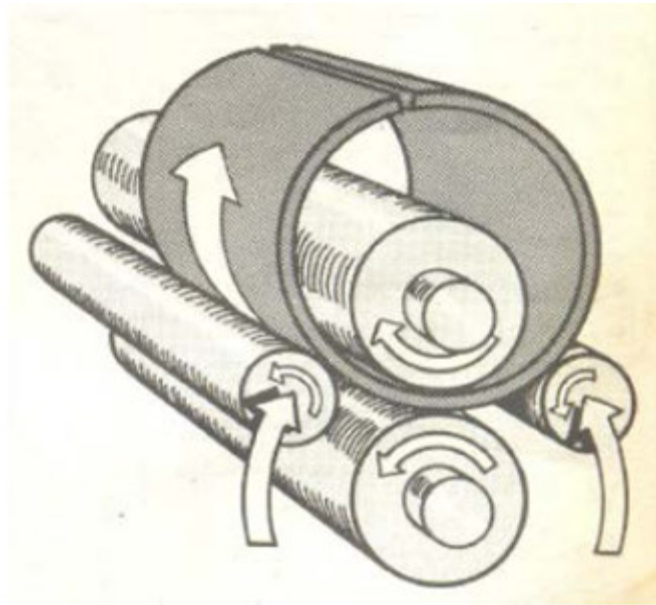


Figure .II.4. schéma de principe du cintrage.

II.1.4 .Repoussage au tour

Il consiste à plaquer une feuille de métal (le flan) contre une forme (le mandrine) à l'aide d'un outil.

Le flan et le mandrine sont entraînés en rotation par le tour.

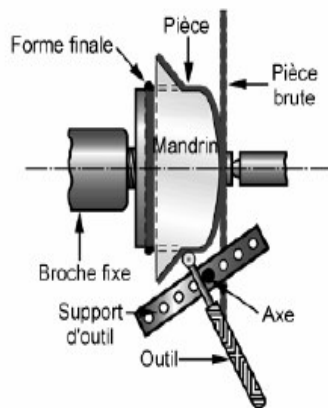


Fig.04. Schéma de principe du repoussage au tour



Fig.05. Exemples de pièces repoussées

Figure. II.5. Schéma de principe du repoussage au tour.

II.1.5. le laminage

Le laminage est un procédé de fabrication par déformation plastique. Il concerne différents matériaux comme du métal ou tout autre matériau sous forme pâteuse comme le papier. Cette déformation est obtenue par compression continue au passage entre deux cylindres contrarotatifs appelés laminoir.

Un laminoir est une installation industrielle ayant pour but la réduction d'épaisseur d'un matériau (généralement du métal). Il permet également la production de barres profilées (produit longs).



Laminage à froid de tôle fine

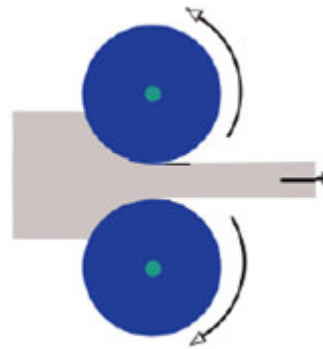


Figure. II.6. Schéma de fonctionnement (laminage).

II.1.6. Le tréfilage

Le fil machine obtenu par les opérations de laminage est un produit intermédiaire, surtout dans la fabrication des câbles électriques, dans le fil doit avoir un diamètre plus petit. L'opération qui permet la réduction du diamètre et du fil est dite tréfilage, la machine de tréfilage est appelée tréfileuse.

Le principe de tréfilage est d'utiliser la plasticité du métal pour réduire le diamètre du fil, par passage à travers un orifice calibré, appelé filière sous l'effet combiné d'application d'un effort de traction T et d'un effort radial de compression P .

La filière constitue l'élément fondamental de l'opération de tréfilage. La forme qu'il convient de lui donner a fait l'objet de nombreux travaux théoriques et expérimentaux. Elle est constituée d'un noyau dur **A**, généralement en carbure de tungstène ou en diamant, fretté dans une monture **B** en acier.



Figure. II.7. Tréfileuse.

II.1.7. le découpage

II.1.7.1. Le poinçonnage et l'emboutissage

L'emboutissage est un procédé de mise en forme très utilisé dans l'industrie, permettant d'obtenir des pièces de surface non développable à partir de feuilles de tôle mince, montées sur presse. La tôle appelée « flan » ; et la matière brute qui n'a pas encore été emboutie. L'opération peut être réalisée avec ou sans serre flan pour maintenir le flan contre la matrice pendant que le poinçon déforme la feuille.

Le poinçonnage n'est pas un procédé de découpe technique. Il s'agit d'un procédé par cisailage des tôles. La tôle est coincée entre un poinçon et une matrice. La descent du poinçon dans la matrice découpe le matériau comme le ferait une paire de ciseaux. En principe il n'y'a pas de limite au poinçonnage, seule la puissance de la machine limite l'épaisseur des matériaux à découper en fonction des caractéristiques mécaniques du matériaux.

- Ce procédé permet d'obtenir de grandes précisions de découpe.

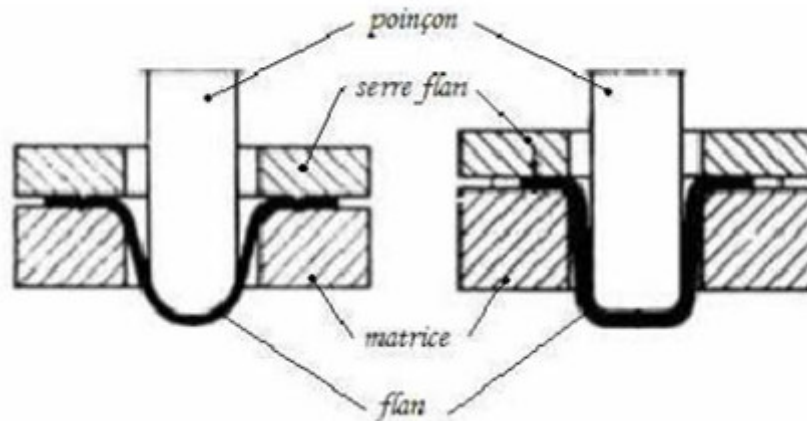


Figure .II.8. Schéma de poinçonnage.

II.1.7.2. L'oxycoupage

C'est un procédé de découpage par fusion du matériau par combustion localisée et continu d'un jet d'oxygène pur. Pour amorcer l'opération, il faut au préalable chauffer un point de pièce appelé point d'amorçage au moyen d'une flamme de chauffe. Puis un jet d'oxygène expulse est envoyé à grande vitesse pour commencer la combustion. Le jet d'oxygène expulse le matériel en fusion provoquant une saignée de coupe. Le mélange d'oxydes et de métal en fusion est appelé scories d'oxycoupage.

Le jet de coupe est concentré dans une buse calibrée montée sur chalumeau coupeur. Pour obtenir la chauffe de la pièce, on utilise deux gaz : un comburant et un carburant. Le carburant est de l'acétylène ou du propane, le comburant est l'oxygène. L'oxygène est donc utilisé en deux temps : un fil pour chauffer, on dit qu'il s'agit de l'oxygène de chauffe, puis il est utilisé pour la découpe, on dit qu'il s'agit de l'oxygène de coupe.

L'oxygène est utilisé pour découper l'acier au carbone dans de fortes épaisseurs. On peut facilement découper des pièces de plus de 200mm.

➤ Principes :

- constituée d'un noyau dur **A**, généralement en carbure de tungstène ou en diamant, fretté dans une monture **B** en acier par l'action d'un jet d'oxygène pur sur un métal

préalablement porté à haute température, il est possible d'en réaliser le découpage alors appelé :oxycoupage.

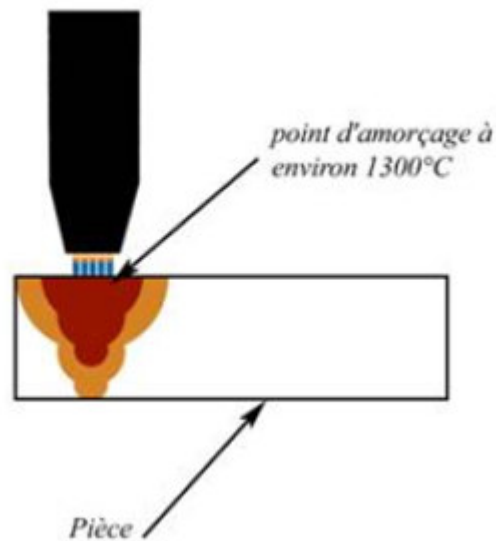


Figure. II .9. Schéma de fonctionnement (oxycoupage).

II.1.7.3. La découpe jet d'eau

Le principe de cette technologie qui puise son origine dans les années 1960, initié par un certain docteur Norman Franz, consiste à projeter un filet d'eau à une vitesse très élevée, comprise entre 600 et 900 mètre par seconde à travers une buse de faible diamètre, entre 0.005 et 0.5

Le diamètre du jet d'eau qui sera mis en contact avec le matériau à découper correspond au diamètre de la buse. Pour pouvoir découper le matériau, la pression du jet doit pouvoir atteindre jusqu'à 4000 bars. Le matériau est découpé par arrachement de matière. Pour des matériaux plus difficiles ou plus durs, on ajoute au jet d'eau un abrasif.

➤ Utilisation de cette technique

- Découpe de métaux
- Découpe de minéraux, verres, céramiques.
- Découpe des produits alimentaire.
- Découpe de plastiques, caoutchoucs, composites.
- Découpe de textiles, papiers, cartons, cuirs.
- Décalaminage, nettoyage de turbines.
- Décapages de coques de navires.

- Décontamination nucléaire.
- Démolition, piquage et perçage en bâtiment.

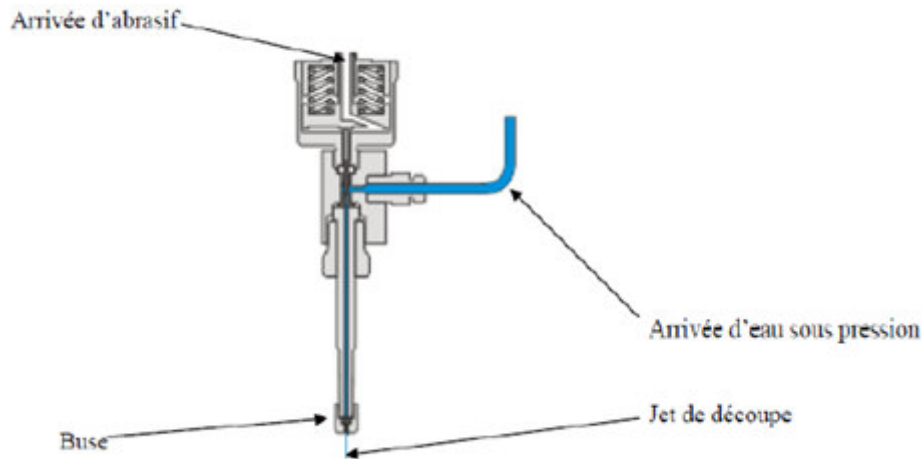


Figure II .10. fonctionnement découpe jet d'eau.

II.1.7.4 La découpe laser

Le laser tout comme l'oxycoupage est un procédé thermique de découpe. La source laser émet un faisceau lumineux qui est focalisé (concentré) dans un système optique (focale) selon le principe adopté dans un appareil photo. La puissance ainsi obtenue peut atteindre jusqu'à 10 000 kilowatts par centimètre².

La forte puissance thermique conduit à une fusion rapide puis à l'évaporation partielle ou totale du matériau. Un flux de gaz enveloppe le faisceau lumineux, expulse le matériau en fusion de la fente de coupe (saignée). La découpe au laser peut se diviser en deux sous procédés :

La découpe par sublimation : le matériau s'évapore sous l'effet de la chaleur. Ce procédé s'emploie aussi bien pour les métaux que d'autres matériaux tels que le bois, la céramique ou les matières plastiques.

La découpe par fusion : le matériau entre en fusion sous l'effet de la chaleur et il est expulsé à l'aide d'un jet de gaz. Ce procédé s'emploie pour les aciers inox ou les métaux non

ferreux. Ce procédé permet des vitesses de coupe plus élevées qu'avec une découpe par sublimation

La découpe laser présente de nombreux avantages, la vitesse de découpe élevée, la forte puissance limitée à une zone affectée thermiquement, une faible déformation, une précision importante de l'ordre du $1/10^{\text{ème}}$ de mm.

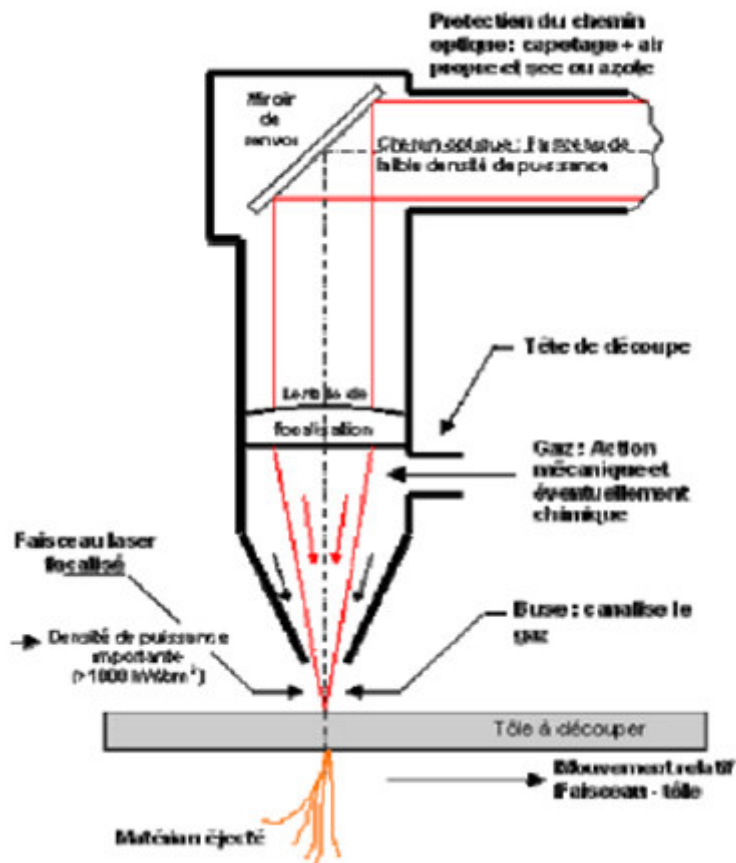


Figure. II.11. Schéma de principe.

II. 1.8. Le pliage

Le pliage est un procédé de mise en forme sans enlèvement de matière, permettant de fléchir des tôles par un poinçon dans une matrice. C'est un cintrage de très faible rayon obtenu par un effort de flexion localisé.



Figure. II.12. principe de pliage

II.1.9. Frittage et métallurgie des poudres

Le frittage est un procédé de fabrication de pièces consistant à chauffer une poudre sans la mener jusqu'à la fusion. Sous l'effet de la chaleur, les grains se soudent entre eux, ce qui forme la cohésion de la pièce. Le cas le plus connu est celui de la cuisson des poteries.

Il permet d'obtenir des matériaux durs mais fragiles, à porosité contrôlée, inertes chimiquement (faible réactivité chimique et bonne tenue aux corrosions) et thermiquement.

Il permet de maîtriser les dimensions des pièces produites : comme il n'y a pas de changement d'état, les variations de volume, de dimension, sont peu importantes par rapport à la fusion (absence de phénomène de retrait).

En métallurgie des poudres, le frittage est un procédé qui permet de réaliser des pièces mécaniques ou d'autres objets à partir de poudres plus ou moins fines. Dans un premier temps, ces poudres sont agglomérées par divers procédés pour constituer une préforme, laquelle est ensuite chauffée pour acquérir une certaine cohésion. Le frittage peut être réalisé avec ou sans liant, sur des matériaux très divers.

II.1.10. le forgeage

Le forgeage est un procédé de mise en forme des métaux par déformation plastique à chaud ou à froid.

On chauffe le métal (fours) à une température convenable afin que le métal devienne malléable et forgeable. Le métal est appelé « lopin » de volume calculé.

❖ Le forgeage manuel

C'est le forgeage traditionnel à 'enclume et l'outillage de frappé à main.

❖ Le matriçage et l'estampage

Le matriçage et l'estampage sont deux termes synonymes. C'est un procédé de fabrication mécanique exécuter par les presses sur les quelles sont fixées des « matrices ». Il permet de produire des grandes séries de pièces.

La forge par matriçage consiste à former par déformation plastique après chauffage des pièces brutes réalisée en alliages tels que les alliages d'aciers d'aluminium, de cuivre, de titane et de nickel etc.....

On utilise deux matrices, une supérieure mobile, et une inférieure fixe. Les matrices portent en creux la forme de la pièce.

La pièce « lopin » est comprimée entre deux matrices. La mise en forme se fait par chocs entre les deux matrices.

L'excédent de métal file en bavure dans le logement prévu à cet effet. La bavure est ensuite découper en suivant le contour de la pièce.

Les pièces matriçées présentent des caractéristiques mécaniques remarquables : par suite des déformations plastiques importantes et rapides qu'il met en jeu, le matriçage affine la structure et permet l'orientation des fibres. Ceci confère aux pièces matriçées des caractéristiques générales élevées avec, en particulier, une grande résistance à la fatigue.

➤ Les matrices doivent assurer :

- Plan de joint.
- Surépaisseur à l'usinage.
- Dépouille de 3°-7°.

II.2.Procédés d'obtention des pièces par enlèvement de matière

II.2.1.Introduction

L'usinage par enlèvement de matière consiste à réduire progressivement les dimensions de la pièce par enlèvement du métal à froid et sans déformation en utilisant un outil. La quantité de matière enlevée est dite copeaux et l'instrument avec lequel est enlevée la matière est appelé outil de coupe. L'opérateur utilise des machines dites machines-outils pour réaliser l'usinage d'une pièce.

II.2.2. Le perçage

Le terme de perçage regroupe toutes les méthodes ayant pour objet d'exécuter des trous cylindriques dans une pièce avec des outils de coupe par enlèvement de copeaux. En plus du perçage de trous courts et du forage de trous profonds, ce concept inclut également diverses opérations d'usinage consécutives, telles que brochage, alésage, réalésage et certaines formes de finition comme le calibrage et le galetage.

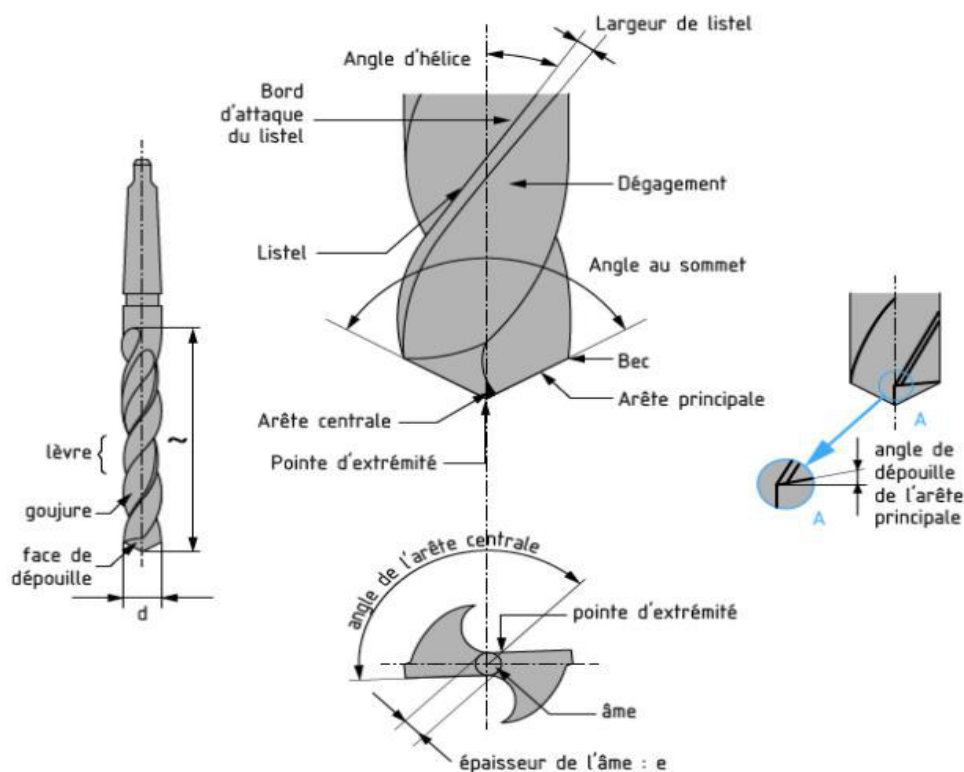


Figure. II.13. Le foret



Figure. II.14. Le Perçage

II.2.3. Le Sciage

C'est un procédé qui permet d'effectuer le débit de profilés (tubes ronds, carrés, plats, etc...), sous l'action d'une lame, entraînant la séparation de la pièce en deux parties. Les scies modernes automatiques permettent plusieurs options dont les plus courantes sont le réglage de la vitesse de la lame, la lubrification, le réglage d'un angle de coupe. En effet, la vitesse de déroulement de la lame (sur les scies à ruban) sera plus faible si vous sciez de l'acier inoxydable, ou dur, que si vous débitez un acier de construction S235. La lubrification est fortement conseillée pour éviter l'échauffement et l'usure prématurée des dents. Certaines scies possèdent une descente automatique dont la vitesse peut être réglée.

❖ Scie à main

C'est un outil qui permet de scier manuellement les pièces. Une monture composée d'un manche et d'une lame et d'un système qui permet la tension de la lame.



Figure. II.15. Scie manuelle (à métaux)

❖ Scie à ruban

C'est une machine automatique ou semi-automatique. L'opérateur descend la lame manuellement dans le cas d'une scie semi-automatique.



Figure. II.16. Scie à ruban

❖ Scies alternatives

C'est aussi une scie automatique ou semi-automatique, dont la lame exercera un mouvement alternatif, par opposition aux scies à rubans qui fournissent un déroulement continu.



Figure. II.17. Scie Alternative

II.2.4. Le limage

Le limage a pour objectif d'assurer la finition d'une pièce. C'est un usinage réalisé manuellement avec un outil à tranchants multiples qu'on appelle la lime.



Figure. II.18. Le limage

Une lime se caractérise par sa forme, sa taille et son angle de taille.

- 1 – lime plate douce double.
- 2 – lime plate $\frac{1}{2}$ douce double.
- 3 – lime plate bâtarde double.
- 4 – lime carrée $\frac{1}{2}$ douce double.
- 5 – lime triangulaire $\frac{1}{2}$ douce double.



Figure. II.19. Différents types de limes

II.2.5. Le tournage

Le tournage est un procédé de fabrication mécanique par coupe (enlèvement de matière) mettant en jeu des outils de coupe à arête unique. Il s'effectue sur des machines outils dites tour.

Pendant le tournage, la pièce tourne autour de son axe « **Mouvement de coupe** », tandis que l'outil s'engage dans sa surface à une profondeur déterminée « **Mouvement de pénétration** ». L'outil est animé d'un **mouvement d'avance** continu parallèle ou perpendiculaire à l'axe de la pièce.

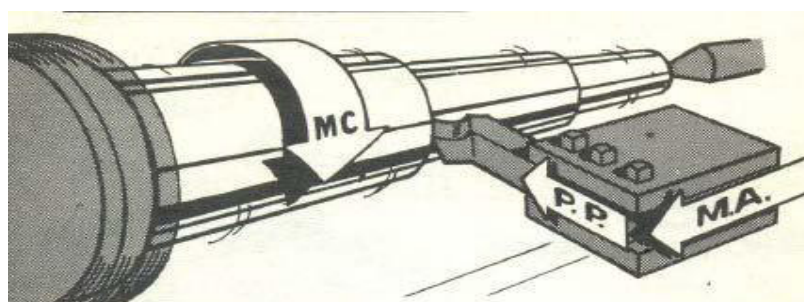
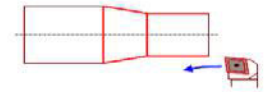


Figure. II.20. Schéma de principe (Tournage)

❖ Opérations de tournage

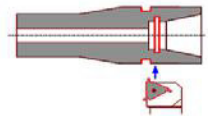
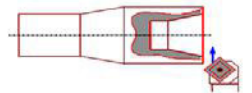
• Chariotage

Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique extérieure.



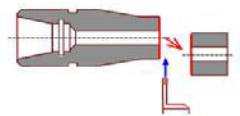
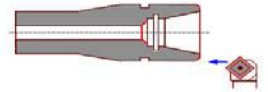
• Dressage

Opération qui consiste à usiner une surface plane perpendiculaire à l'axe de la broche extérieure ou intérieure.



• Rainurage

Opération qui consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure pour le logement d'un cerclips ou d'un joint torique par exemple.



• Chan freinage

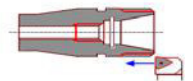
Opération qui consiste à usiner un cône de petite dimension de façon à supprimer un angle.

• Tronçonnage

Opération qui consiste à usiner une rainure jusqu'à l'axe de la pièce afin d'en détacher un tronçon.

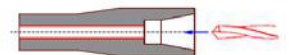
• Filetage

Opération qui consiste à réaliser un filetage extérieur ou intérieur.



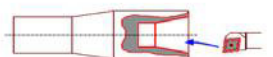
• Perçage

Opération qui consiste à usiner un trou à l'aide d'un foret.



• Alésage

Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique intérieure.



II.2.6. Le fraisage

Le fraisage est un procédé d'usinage par enlèvement de la matière. Il est caractérisé par le recours à une machine - outil appelée fraiseuse et l'utilisation d'un outil de coupe spécial (à arêtes multiples) appelé fraise. La fraiseuse est particulièrement adaptée à l'usinage des surfaces plates et permet également, si la machine est équipée de commande numérique, de réaliser tout type de formes même complexes. La coupe en fraisage s'effectue habituellement avec des dents placées sur le périphérique et /ou sur l'extrémité d'un disque ou d'un cylindre.

- Une fraise est un outil à tranchants multiples :

L'outil « fraise » tourne : c'est le mouvement de rotation (M.R.)

La pièce se déplace horizontalement : mouvement d'avance (M.A.)

Le « mouvement de coupe » résulte de la conjugaison du mouvement de rotation et du mouvement d'avance.

La « profondeur de passe » est réglée par le déplacement de la pièce (M.P.).

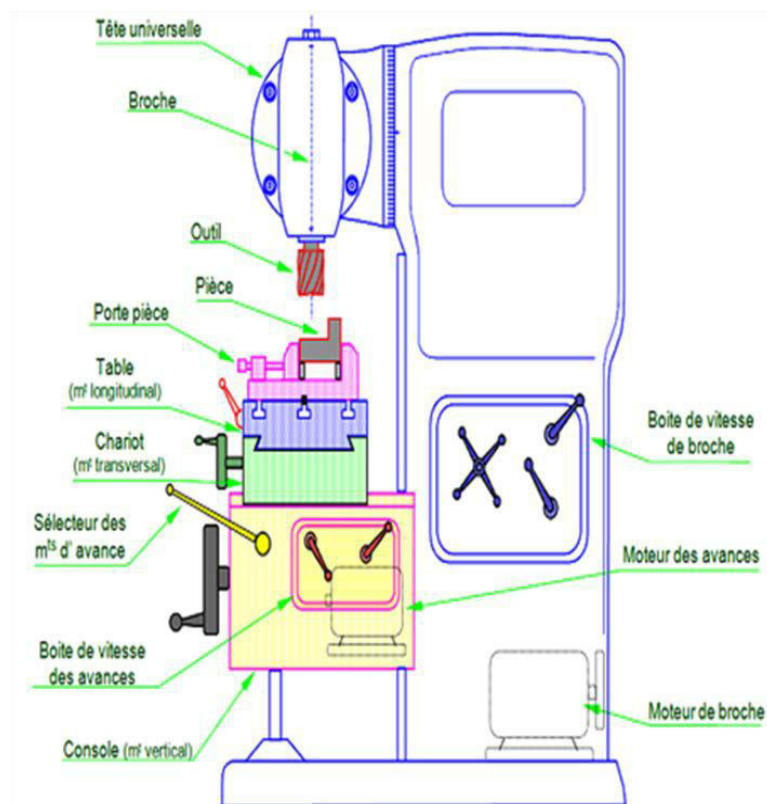


Figure. II.21. Fraiseuse

❖ Les opérations de fraisage

Les opérations de fraisage sont :

- Surfaçage
- Rainurage
- Alésage
- Sciage
- Taillage des roues dentées

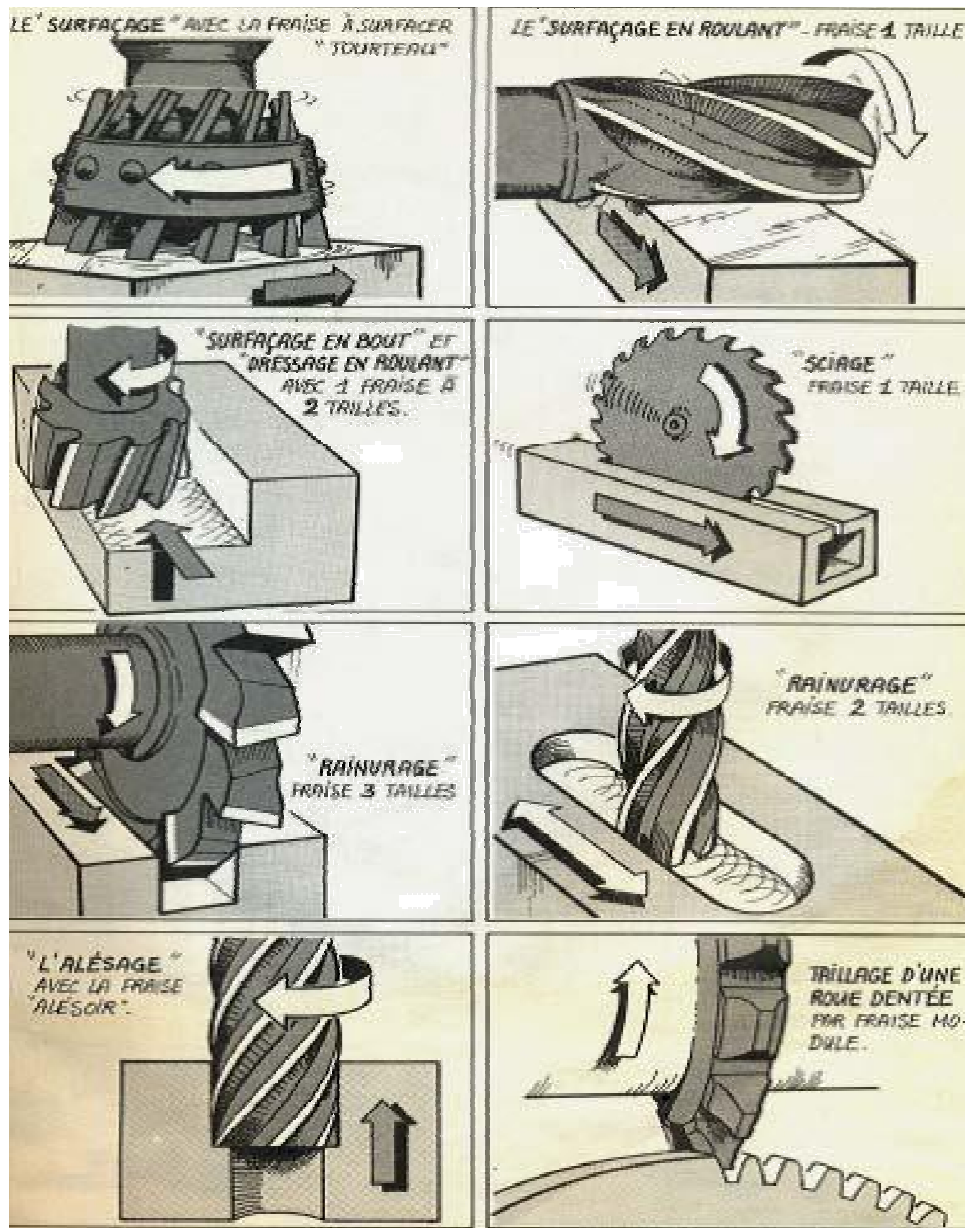


Figure. II.22. Opérations de fraisage

II.2.7. Le rabotage

Le rabotage permet d'usiner des surfaces planes. C'est un procédé d'usinage par enlèvement de matière sous forme de copeau. Il s'effectue sur des machines outils appelées raboteuses ou étaux-limeurs, qui sont conçues pour permettre l'emploi d'un outil d'enveloppe.

Il existe deux types de machines : L'Étau-limeur et la Raboteuse.

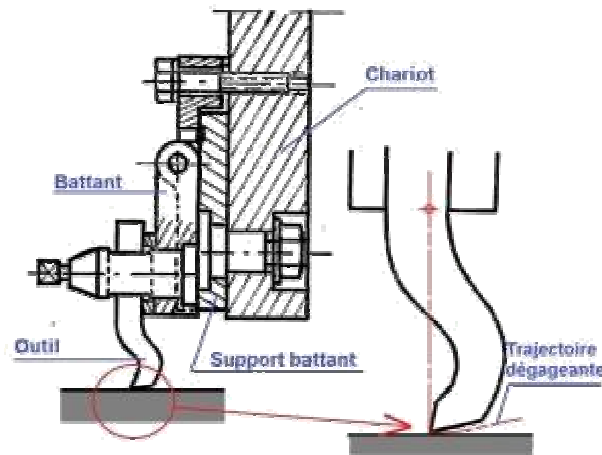


Figure. II.23. Schéma de fonctionnement

❖ L'Étau-limeur

L'outil se déplace par un mouvement de translation rectiligne « mouvement de coupe (M.C.) ».

Lorsque l'outil revient à sa position initiale, la table se déplace suivant le mouvement d'avance (M.A.), l'outil rend alors un nouveau copeau.

Le chariot porte-outil permet le réglage de la profondeur de passe (M.P.).

❖ La raboteuse

C'est la table qui se déplace dans un mouvement de translation rectiligne (M.C.). L'outil reste fixe. Il détermine par sa position le mouvement d'avance et la profondeur de passe.

II.2.8. La rectification

L'usinage par abrasion ou rectification, consiste à enlever une partie de la matière de pièces métalliques ou autres au moyen d'outils appelés meules. Ce procédé, se distingue selon trois types d'application.

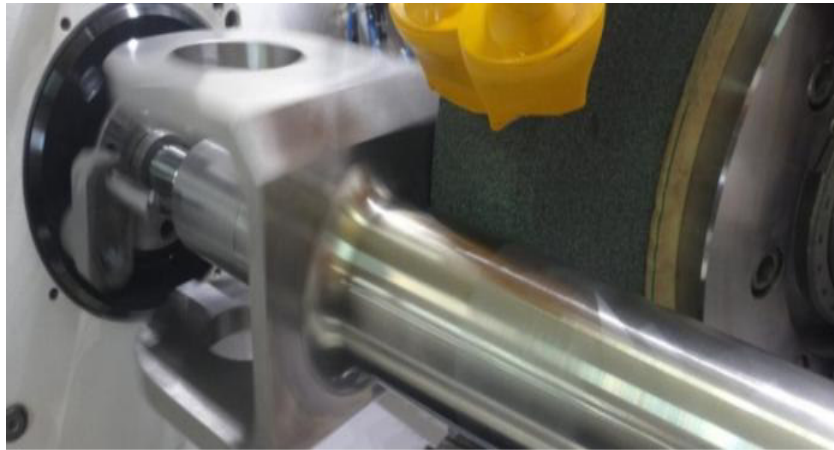


Figure. II.24. La rectification

La rectification plane, cylindrique et de forme destinée à la réalisation de pièces mécaniques de haute qualité. Quant au taillage et l'affûtage, ces applications sont orientées principalement vers la réalisation d'outils de coupe. Cependant, les critères de qualité sont également les mêmes qualités géométrique et métallurgique.

L'usinage par abrasion utilise principalement des meules et des bandes abrasives.



Figure. II.25. L'affûtage

➤ **Conclusion**

La fabrication mécanique est une séance qui s'occupe de mettre au point un ensemble de techniques visant l'obtention d'une pièce ou d'un objet par transformation de matière brute ,obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication ,ces procédés de fabrication font partie de la construction mécanique.

Chapitre III :
propriétés physique des métaux

➤ **Introduction**

Un matériau est une matière d'origine naturelle ou artificielle que l'Homme façonne pour en faire des objets. On distingue quatre grandes familles de matériaux.

➤ **Les familles des matériaux**

❖ **Les matériaux métalliques**

Ce sont des métaux ou des alliages de métaux.

▪ **Exemple**

fer, acier, aluminium, cuivre, bronze, font

Fonte : fer

Acier : Fer + 1 % de C + un tout petit peu de nickel

Laiton : cuivre + zinc

❖ **Les matériaux organiques**

Ce sont les matériaux d'origine animale, végétale ou synthétiques.

▪ **Exemple**

bois, coton, laine, papier, carton, matière plastique, le caoutchouc, le cuir...

❖ **Les matériaux minéraux :**

Ce sont les roches, les céramiques et les verres.

▪ **Exemple**

céramique, porcelaine, pierre, plâtre, verre...

❖ **Les matériaux composites :**

Ce sont des assemblages d'au moins deux matériaux non miscibles.

▪ **Exemple**

fibres de verre avec une résine comme du polyester

béton armé : béton + acier

kevlar : 2 plastiques mélangés.

III. Les métaux

➤ **Introduction**

Les métaux se distinguent par des caractéristiques particulières qui déterminent leur soudabilité et leurs utilisations. Aujourd'hui, la plupart des métaux utilisés sont des alliages.

Un alliage est un mélange d'un métal de base avec un autre métal dans le but d'améliorer ses propriétés physiques.

Les métaux ferreux, qui contiennent du fer. Par exemple, l'acier doux, la fonte, les aciers alliés et les aciers inoxydables sont des métaux ferreux.

Les métaux non ferreux, qui ne contiennent pas de fer. L'aluminium, le cuivre et le magnésium comptent parmi ces métaux.

Un alliage métallique se caractérise par une structure qui définit la façon d'organisation des atomes constituant cet alliage métallique.

➤ **Métal pur**

Un métal pur est un métal exempt de toute impureté c'est-à-dire contenant une pureté de 100% d'une seule espèce. Cela n'existe pas mais il peut atteindre une pureté de 99.9% pour le nickel, 99.99% pour le cuivre et 99.998% pour l'aluminium.

Les matériaux représentent 2/3 des éléments du tableau périodique et environ de 24% de la masse de la planète. Ce qui distingue les métaux des non métaux et leurs liaisons interatomiques.

➤ **Alliage**

Un alliage est un métal pur dans lequel on a introduit volontairement un ou plusieurs éléments d'addition. Il peut être binaire, ternaire ou quaternaire selon qu'il renferme deux, trois ou quatre éléments d'addition.

III.1. Structure des métaux et alliage

L'observation des métaux et des alliages montre que ceux-ci ont une organisation interne appelée structure.

La plupart des métaux comme la plupart des solides ont des structures cristallines cubiques (CC et CFC) ou hexagonal (HC).

Les alliages des métaux utilisés sont obtenus par cristallisation de deux ou de plus de deux métaux, parfois avec des inclusions d'éléments non métalliques.

Un alliage est constitué d'un nombre de phase solide distinct. Une phase est définie comme une part structurellement homogène du système qui est séparée des autres parties par une ligne de démarcation physique définie. Chaque phase a sa propre structure et ses propriétés associées. On distingue :

- Les alliages ferreux
- Les alliages non ferreux

III.1.1.Les alliages ferreux

III.1.1.1.L'alliage fer-carbone

- Le métal de base et le fer, c'est le métal de base le moins cher. Il dispose de trois variétés allotropiques :
- Le fer α (ferrite) présent jusque 906°C ; de structure cubique centrée (C.C). - -Le fer γ (austénite) sable entre 906 et 1400°C ; de structure cubique à faces centrée (C.F.C)
- Le fer δ est sable entre 1400°et 1528°C ; de structure cubique centrée (C.C).

Le carbone : il fond à 3500°C ; il dispose de trois variétés allotropiques (le graphite, le diamant et le noir de fumée). Il est le composant essentiel (après le fer) des aciers et des fontes.

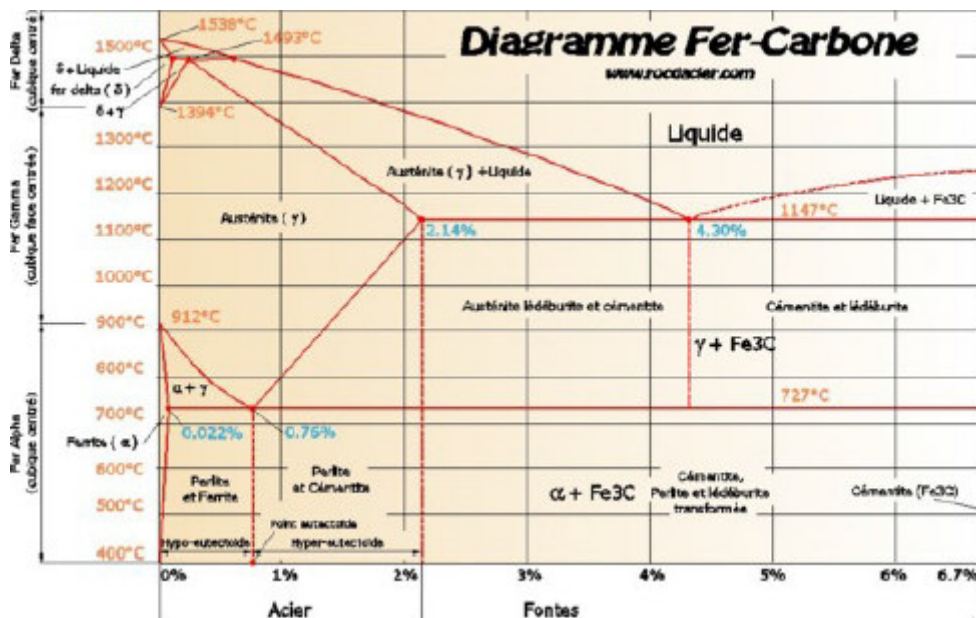


Figure III.1.Diagramme fer-carbone

➤ Les éléments d'addition

L'objectif est de modifier les caractéristiques d'un alliage fer-carbone. Ces modifications dépendantes des éléments ajoutés et de leur pourcentage

- **Exemple :** Nickel, manganèse, molybdène, cobalt, chrome, silicium, phosphore, tungstène, titane, vanadium....
- L'aluminium augmente légèrement la trempe.
- Le chrome augmente la résistance à la corrosion et à l'oxydation.
- Le plomb améliore l'usinabilité.
- Le soufre est considéré comme impureté.

III.1.1.2.les aciers

Pour des raisons industrielles, la norme (NF) a retenu deux groupes de désignations :

❖ **Groupe 01**

Les aciers **S** et **E** (anciennement **A**) d’usage général et de construction mécanique (façonnage ultérieur, fils tôles....)

Le chiffre qui suite la lettre S/E indique la valeur minimale de la limite d’élasticité en MPA (N/mm²).

▪ **Exemple**

S240 : acier de construction mécanique ayant une limite élastique minimal de 240 MPa il existe d’autres lettres H, P, D, L, B, Y....

Un acier moulé sera précédé par la lettre G (GS 200 ou GE 240).

❖ **Groupe 02**

Nous distinguerons 3 cas

- **Les aciers non alliés C** (anciennement **XC**) le pourcentage de manganèse est inférieur à 1% (la teneur en carbone est multipliée par 100).

Un acier moulé sera précédé par la lettre **G**.

- **Exemple** GC 32.

- **Les aciers faiblement alliés** : la teneur de manganèse est supérieur à 1% et aucun élément d’addition ne doit dépasser 5% en masse.

- **Exemple** 32 Cr Mo 4-2 (la valeur 32 représente le pourcentage de carbone multiplié par 100, Cr Mo sont des symboles chimiques des éléments d’additions placés dans l’ordre décroissant, valeur 4-2 indique la teneur % en masse des éléments d’additions depuis le premier symbole, cette valeur étant multiplier par un facteur donné(Voir tab

Eléments d’additions	Facteur de multiplication
Cr, Co, Mn, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

Tableau III.1. Factures des multiplications des différents éléments d’addition.

➤ **Les aciers fortement alliés**

Dans la teneur d'au moins un des éléments est supérieure ou égale à 5% (cette catégorie comporte deux sous groups : aciers fortement alliés, et les aciers a coup rapide).

La désignation commerce par la lettre X suivie de la même désignation que pour les aciers faiblement alliés.

▪ **Exemples**

X 8 Cr Ni 18-9 (X précise que l'alliage est un acier à coupe rapide, 7 valeur correspond au % tungstène, 4 est le % de molybdène, 2 est % de vanadium, 5 est le % de cobalt).

III.1.1.3. Les fontes

La font, en métallurgie, est un alliage de fer riche de 2,1 à 6,67% de carbone (6,67% étant le maximum). Leur grande coulabilité permet d'obtenir des pièces de fonderie aux formes complexe. Le pourcentage élevé de carbone rend les pièces assez fragiles et inadaptées aux déformations à froid (forgeage, laminage...).

➤ **Classifications et désignations des fontes**

🚦 **fonte grise**

Les fontes à graphite Lamellaire **FGL**.

C'est la plus courante des fontes grises. Le graphite s'y trouve sous forme de lamelles.

➤ **Les principales qualités des fontes GL sont**

- Facilité d'usinage .
- Très bonne résistance à la corrosion et à la déformation à chaud .
- Très bonne absorption des vibrations .
- Stabilité dimensionnelle (réalisation de machine-outil silencieuse et stable géométriquement) .
- Excellent coulabilité .
- Prix de métal peu élevé .

➤ **Les principaux défauts**

- Relativement fragile comparé aux aciers et aux fontes **GS** les principales utilisations .
- Toutes pièces mécaniques (différentes grade de résistance) .
- Bâties de machines-outils, bonne résistance aux vibrations .

- Tuyaux et canalisation (il est possible de couler des tubes de grande taille via le coulage par centrifugation) .

Désignation : FGL valeur de la résistance minimale à la rupture par extension .

🚧 Les fontes à graphite sphéroïdale FGS

Fonte dans laquelle le graphite se trouve sous forme de nodules (sphéroïdale). Cette microstructure particulière est obtenue par l'ajoute de magnésium dans la fonte peu de temps avant le moulage (si la fonte est maintenue en fusion, elle perd les spécificités des fontes **GS** au bout d'une dizaine de minutes). Le magnésium s'évapore mais provoque une cristallisation rapide de graphite sous forme de nodules. Cette microstructure lui donne des caractéristiques mécaniques proches de l'acier.

❖ Désignation

FGS valeur de la résistance minimale à la rupture par extension, allongement en % après rupture.

🚧 Fonte blanche

Les fontes malléables **MB** : solution de perlite et de cémentite. Le carbone s'y trouve sous forme de carbure de fer (Fe_3C). Possédant une bonne coulabilité, et un aspect blanc brillant, la fonte blanche est principalement utilisée pour les pièces d'aspect, les pièces d'usures (telles que les points de socs) et la fonderie d'art. La présence de carbure la rend très résistante à l'usure et à l'abrasion, mais le rend aussi très difficilement usinable.

la fonte malléable **MN** et **MP** : leur propriétés sont proches de celles de **MB** et de l'acier. Elles peuvent être moulées en faibles épaisseur et sont facilement usinables (carter, boîtiers...)

Désignation : Similaire aux fontes **FGS**

III.1.2. Alliages non ferreux

III.1.2.1. Alliages d'aluminium

Les alliages d'aluminium pour fonderie sont des alliages dans le constituant principal et l'aluminium, destinés à être transformés par des techniques de fonderie.

Ils sont souvent nommés « alliages légers » du fait de leur masse volumique nettement inférieur à celles d'autre métaux utilisés dans l'industrie.

➤ **Principales propriétés**

- Bon conducteur de la chaleur et de l'électricité.
- Faible masse volumique : 2.7 kg/dm³ .
- Point de fusion : 658°C .
- Faible module d'Young : 70000 N/mm² 70000Mpa 7000DaN/ mm².
- Coefficient de rigidité par unité de masse est sensiblement égal à celui de l'acier.
- Faible limite élastique.
- Forte allongement à la rupture (tôles minces, feuilles, papiers).
- La résistance à la corrosion est bonne à condition que la couche d'aluminium soit formée par ensuite elle empêche la corrosion de pénétrer dans l'aluminium.
 - Les éléments d'addition sont peu nombreux : cuivre, silicium, magnésium, manganèse, titane et des associations magnésium+ silicium, zinc+ magnésium, zinc+ magnésium+ cuivre.
 - **Désignation des alliages d'aluminium**

On distingue deux grandes classes d'alliage d'aluminium :

- **Les alliages corroyés** : produit obtenus par des procédés de déformation plastique à chaud ou à froid tels que le filage, le laminage.
- **La désignation comporte les éléments suivants**
 - Le préfixe EN suivi d'un espace .
 - La lettre A qui représente l'aluminium .
 - La lettre W qui représente les produits corroyés .
 - Un tiret –
 - Quatre chiffres représentent la composition chimique.
- **les alliages de moulage**

obtenus par fonderie seulement.

- La désignation comporte les éléments suivants :
 - Le préfixe EN suivi d'un espace .
 - La lettre A qui représente l'aluminium .
 - La lettre C qui représente les produits moulés .
 - Un tiret-
 - Cinq chiffres qui représentent la composition chimique .

premiers indiquent le groupe d'alliage.

derniers indiquent la composition chimique .

▪ **Exemple**

EN AC-21000 : alliage d'aluminium à 4% de cuivre avec des traces de manganèse et de titane.

III.1.2.2. Alliages de cuivre

Les alliages de cuivre désignent un ensemble d'alliage où la teneur en cuivre est majoritaire et qu'on appelle cupro-alliages. Ils ont en général une bonne résistance à la corrosion.

➤ **Les grandes familles de ces alliages sont :**

- Les laitons : cuivre-zinc (exemple : CW 612 N, appellations chimiques : CuZn39Pb2) .
- Les bronzes : cuivre-étain (exemple : CW640K, appellation chimique : CuSn8Pb2) .
- Les cupro-aluminiums : cuivre-aluminium .
- Les cupro-nickels : cuivre-nickel .
- Les maillechorts : cuivre-nickel-zinc .
- Les cupro-siliciums : cuivre-silicium .
- Les cupro-plombes : cuivre-plomb .
- Les billons : cuivre-argents .

III.1.2.3. Alliages de zinc

Les alliages de zinc normalisés en fonderie sont le plus souvent alliés à l'aluminium (4 à 30%) et contiennent parfois de faibles additions de magnésium (de 0.012 à 0.06%) et de cuivre (jusqu'à 3%).

Le plus couramment utilisé (95% du marché) est appelé **zamak** (zinc pur à 99.995%). Sa coulabilité et sa bonne pénétration en fonte un alliage adapté à la coulée sous-pression qui permet d'obtenir des pièces minces et/ou de configuration compliquée. La précision dimensionnelle des pièces coulées en zamak est exceptionnelle et peut s'appliquer à des parois d'une grande finesse.

➤ **Les propriétés du zamak**

- Point bas de fusion (394°C) .

- Caractéristiques mécaniques élevées .
- Excellent coulabilité (forme complexe, faibles épaisseur) .
- Stabilité dimensionnelle (faible retrait) .
- Aptitude à la décoration .
- Cadences de production élevée .

Les alliages **kami** sont utilisés pour une fabrication économique, par moulage au sable, des outillages de presse (outils découpe, moules d'injections de soufflage ou de thermoformage des matières plastiques).

D'autres alliages, appelés ZL peuvent être coulés en coquille ou sous pression, ce qui leur confère un bon état de surface (apprécié en décoration) et des caractéristiques mécaniques élevés convenant bien à la réalisation de prototypes, de préséries et de pièces susceptibles de recevoir un traitement thermique.

III.1.2.4. Les alliages de Nickel

Le nickel pur a des caractéristiques mécaniques moyennes et résiste bien en milieu réducteur. L'addition d'autres éléments permet d'obtenir des alliages plus résistants mécaniquement et d'étendre leur domaine de résistance à la corrosion. Le chrome augment sa tenue à la corrosion aux agents oxydants. Le molybdène ajouté seul ou conjointement au chrome augment la tenue à la corrosion dans de nombreux milieux (sulfurique, chlorhydrique, marin).

III.1.2.5. Les alliages de titane

Le titane est un métal de transition léger, résistant, d'un aspect blanc métallique, qui résiste à la corrosion. Le titane est principalement utilisé dans les alliages légers et résistants, et son oxyde est utilisé comme pigment blanc. Les propriétés industriellement intéressantes du titane sont son résistant à la corrosion, souvent associée à la résistance à l'érosion et au feu, la biocompatibilité, mais aussi ses propriétés mécaniques (résistance, ductilité, fatigue, etc.) qui permettent notamment de façonner des pièces fines et légères comme les articles de sport, mais aussi des prothèses orthopédiques.

III.1.2.6. Les alliages de magnésium

Le magnésium est principalement utilisé dans les alliages aluminium-magnésium. On l'utilise aussi pour faciliter l'élimination du soufre dans la métallurgie du fer et des aciers. Il permet la fabrication de fonte à graphite sphéroïdal, dans laquelle le graphite se trouve sous forme de nodules.

III.3. Propriétés physique des métaux**➤ Définition**

C' est une grandeur intensive généralement avec une unité de mesure qui peut être utilisée comme métrique de la valeur pour comparer les avantages d'un matériau plutôt qu'un autre dans un choix de matériaux.

III.3. 1. Fragilité

Un métal fragile est un métal qui se rompt au lieu de se déformer. Le verre, la fonte, le béton et les céramiques sont d'excellents exemples de matériaux fragiles. Ils ne supportent pas les efforts de pliage et se brisent lors d'un choc ou impact.

III.3.2. Ductilité

Un matériau est dit ductile lorsqu'il peut être étiré, allongé ou déformé sans se rompre. Des métaux comme l'or, le cuivre et l'acier doux sont ductiles.

III.3.3. Élasticité

L'élasticité d'un métal désigne sa capacité à reprendre sa forme, tel un ressort que vous étirez et relâchez. La limite d'élasticité représente le point à partir duquel la pièce est déformée de manière permanente.

III.3.4. Dureté

La dureté d'un matériau est définie comme la résistance qu'il oppose à la pénétration d'un corps plus dur que lui. Par exemple, l'acier est plus dur que l'aluminium, car il est plus difficile à rayer. En d'autres termes, la dureté dépend de la facilité avec laquelle un corps peut déformer ou détruire la surface d'un matériau en y pénétrant.

III.3.5.Malléabilité

La malléabilité est la facilité avec laquelle un matériau se laisse façonner, étendre et aplatir en feuille mince sous un effort de compression. Les procédés de compression sont le forgeage (martèlement) et le laminage (rouleau compresseur). L'or, l'argent, le fer blanc et le plomb sont très malléables. La malléabilité croît avec l'augmentation de la température.

III.3.6.Ténacité

Cette propriété est en quelque sorte le contraire de la fragilité. Connue aussi sous le terme de "résilience", la ténacité est la capacité d'un matériau à résister à la rupture sous l'effet d'un choc. Par exemple, l'acier est plus tenace que la fonte, et la fonte plus tenace que le verre. Les machinistes outilleurs œuvrant dans la fabrication de systèmes de poinçon et de matrices en acier connaissent fort bien l'importance de cette propriété. Lorsque les systèmes ont pour fonction de découper des plaques d'acier par poinçonnage, il faut que les poinçons résistent bien aux chocs, sans se briser ni s'écailler, étant donné le rythme de production de plus en plus élevé.

III.3.7.Résistance à la corrosion

La résistance à la corrosion désigne la capacité d'un matériau de ne pas se dégrader sous l'effet de la combinaison chimique de l'oxygène de l'air et du métal. Les alliages d'acier au nickel-chrome (aciers inoxydables), d'aluminium-silicium-magnésium et d'aluminium-zinc résistent tous bien à la corrosion.

III.3.8.Résistance à l'abrasion

La résistance à l'abrasion désigne la résistance d'un corps dur à l'usure par frottement. Plus un matériau est dur, plus il résiste à l'abrasion. Les aciers à outils (à haute teneur en carbone), les aciers inoxydables et les aciers rapides (aciers alliés très durs) présentent une bonne résistance à l'abrasion. Par exemple, pour meuler un acier à outils, on choisit une meule différente de celle qu'on utilise pour de l'aluminium, qui, lui a très peu de résistance à l'abrasion.

III.3.9.Dilatation et contraction thermiques

D'une manière générale, les matériaux subissent un allongement sous l'effet de la chaleur ; c'est la dilatation. À l'opposé, ils subissent un raccourcissement sous l'effet de froid ; il s'agit de la contraction. Les matériaux ne réagissent pas tous de la même façon sous une même température, car ils ont des coefficients thermiques différents. Par exemple, l'aluminium peut se dilater environ deux fois plus que l'acier sous une même variation de température.

III.3. 10.Le magnétisme

Le magnétisme est la propriété des métaux ferreux d'être attirés par les aimants. Seuls les métaux ferreux sont sensibles aux aimants. Les métaux ne contenant pas de fer, comme le cuivre, l'aluminium et le laiton ne sont donc pas soumis aux effets du magnétisme.

III.3.11.Fatigue

La fatigue est la détérioration d'un matériau soumis à des charges répétées. Ces sollicitations répétées se terminent souvent par une rupture. Même si les forces de sollicitations ne sont pas importantes, elles finissent par provoquer la rupture. Il existe de nombreux exemples de rupture sous l'effet de fatigue. Pensez, par exemple, aux ailes d'avions, aux pièces de transmission, aux vilebrequins, etc. Les charges variables et les conditions de fonctionnement répétitives sollicitent ces éléments constamment.

III.3.12.Point de fusion

Le point de fusion d'un métal est la température à laquelle il passe à l'état liquide sous l'action de la chaleur. Le point de fusion d'un métal détermine en grande partie sa soudabilité. Les métaux dont le point de fusion est bas exigent moins de chaleur pour être soudés.

III.3.13.Conductivité

La conductivité est la capacité d'un matériau de conduire ou de transférer la chaleur ou l'électricité. La conductivité thermique est particulièrement importante en soudage, puisqu'elle détermine la vitesse à laquelle le métal transfère la chaleur depuis la zone thermiquement affectée (ZTA). La conductivité thermique d'un métal permet de déterminer le préchauffage nécessaire et la quantité de chaleur requise pour le soudage. Parmi les métaux usuels, le cuivre possède la meilleure conductivité thermique. L'aluminium possède environ la moitié de la conductivité du cuivre, et les aciers, seulement environ un dixième. La conductivité électrique est surtout importante lorsqu'il s'agit de souder des métaux grâce à des procédés électriques. Plus la température augmente, plus la conductivité électrique diminue. La conductivité électrique s'exprime généralement en pourcentage en fonction du cuivre.

III.3.14.Densité

La densité ou densité d'un corps ou densité relative d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence.

➤ Conclusion

Dans ce chapitre nous avons parlé généralement sur les familles des matériaux et nous avons précisé sur les matériaux métalliques et leur propriétés physique.

Chapitre IV :
Etude de la gamme de fabrication

IV.1. Etude de la gamme de fabrication

IV.1.1. Introduction

L'objectif des travaux de recherche en fabrication mécanique nécessite de trouver des solutions pour améliorer la productivité et la qualité des pièces usinées sous les contraintes suivantes:

- Produire des pièces avec une précision .
- Réduction de temps de production .
- Réduction de coûts d'usinage .
- Réduction des défauts.

Le but de l'opération d'usinage de Bride XS 150 est d'enlever la matière sous forme de copeaux pour produire les pièces désirées **fig. IV.1.**

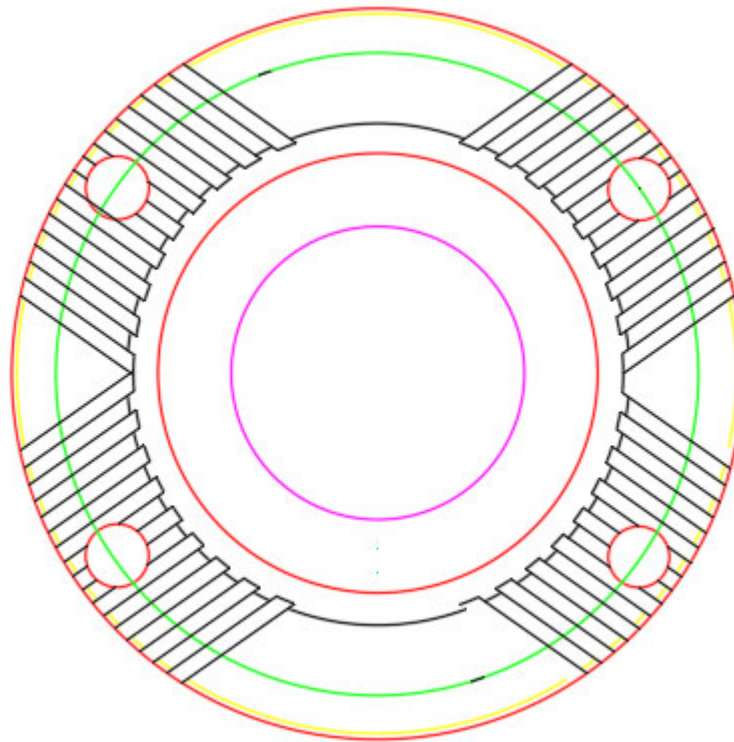


Figure .IV.1. Vue de face de Bride XS 150

IV.1.2. Algorithme du système directeur de production

La méthode développée est une méthode d'analyse de fabrication et qui nécessite une préparation réalisée par le « B.M ». Elle tient compte des exigences du « B.E » et pour cela, elle dispose de plusieurs techniques de fabrication.

IV.1.3. Approche Méthodologique d'usinage

Le Schéma directeur de la méthode développée pour la réalisation des gammes d'usinages est illustré sous la **fig. IV .2.** Chacune de ces tâches spécifiques du schéma directeur de production sont développées et citées dans les paragraphes suivants du présent chapitre.

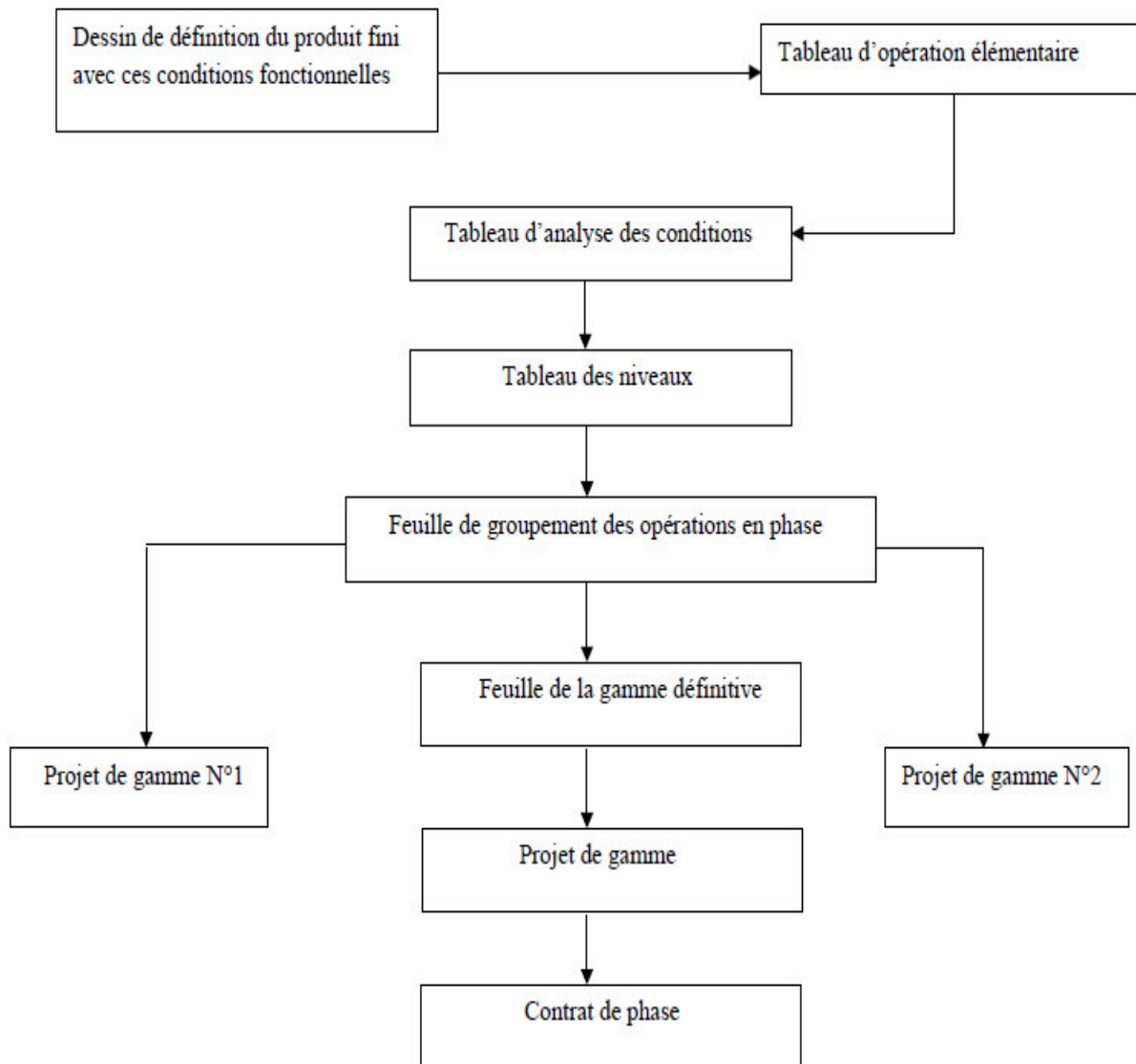


Figure .IV.2. Illustration du schéma directeur de la méthode développée.

IV.1.4. Dessin de définition

Le dessin de définition et une reprise de la pièce ou d'une partie de l'objet projeté sur un plan avec tous ses détails :

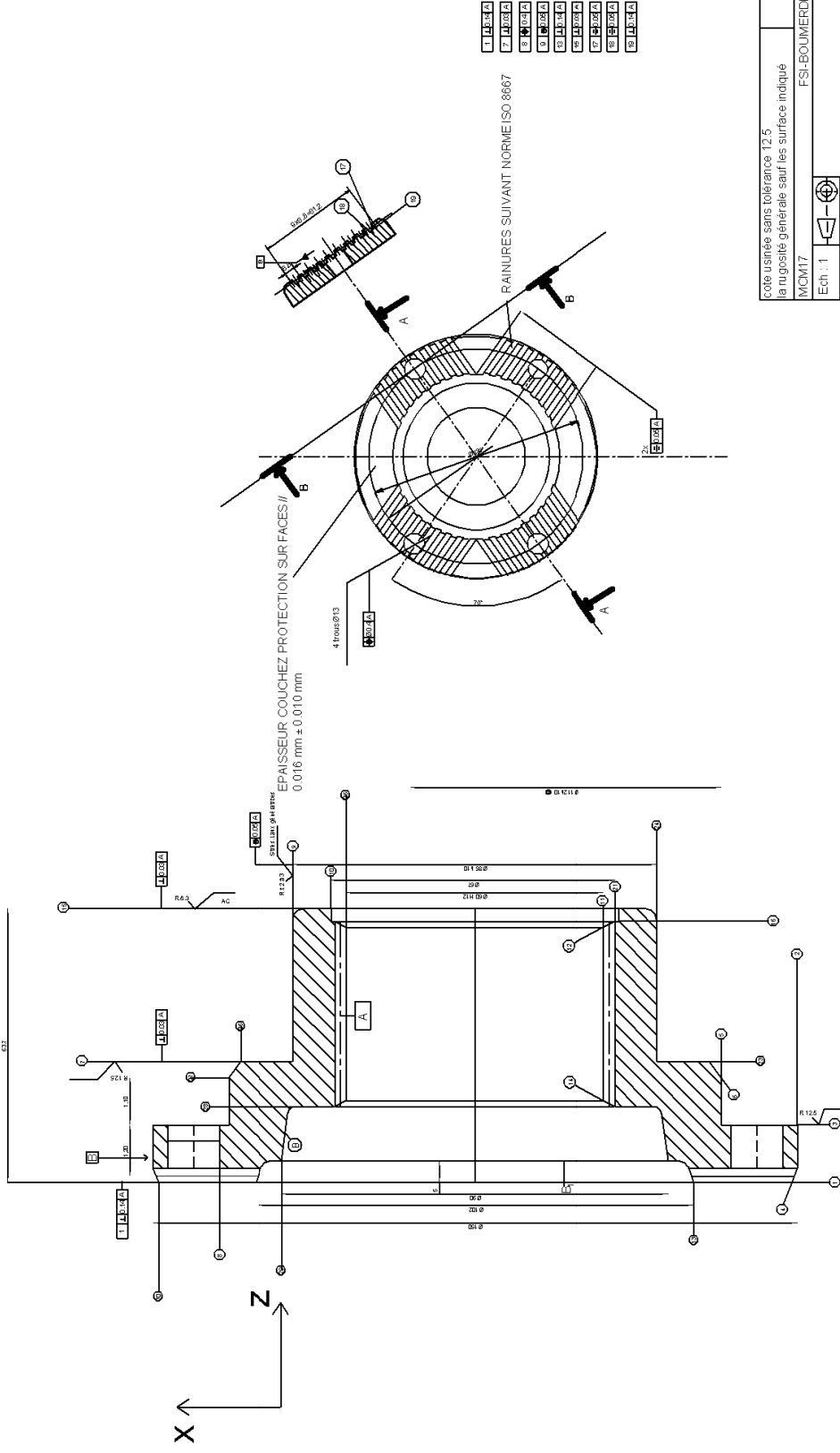
- Usinages ;
- Les dimensions en cotation normalisées.

Ce dessin est appelé également plan de détails par opposition au plan d'ensemble ou dessin d'ensemble.

Ce dessin de reprise du moyeu arrière est illustré :

COUPE AA

COUPE BB



Côté usinée sans tolérance 12.5		Acier J15 13
la rugosité générale sauf les surfaces indiquées		FSJ-BLOUVERDES
MCM17		LEMOU.A.A
Ech : 1		
		2019
		Mémoire

Figure .IV.3. Dessin de définition.

IV.1.5. Repérage des surfaces

Au niveau du bureau des méthodes nous avons réalisé le repérage de surfaces que nous avons reproduit dans la **fig. IV.4**. Les tâches que nous avons réalisées dans cette phase se résument dans ce qui suit :

- Repérage des surfaces usinées et brutes .
- Les repérages de ces surfaces brutes sont indexés par « B » .
- Les repérages de ces surfaces usinées sont indexés par un chiffre de 1 à N.

IV.1.6. Le graphe des liaisons / Opération élémentaire

Nous avons développé les graphes des liaisons et qui sont reproduits dans les fig IV.5, IV.6, et IV .7.

- Ce graphe met en évidence la cotation fonctionnelle entre les surfaces et la concentration des contraintes sur certaines surfaces selon les trois axes (ox, oy, oz) .
- Ce graphe permet aussi de déterminer les transferts de côte tel que deux surfaces ne possèdent pas de côtes de liaison, et que l'une d'elle sert de référentiel. Ce graphe de liaison est subdivisé en plusieurs parties.

● Graph BE suivant l'axe OX (fig. IV.5)

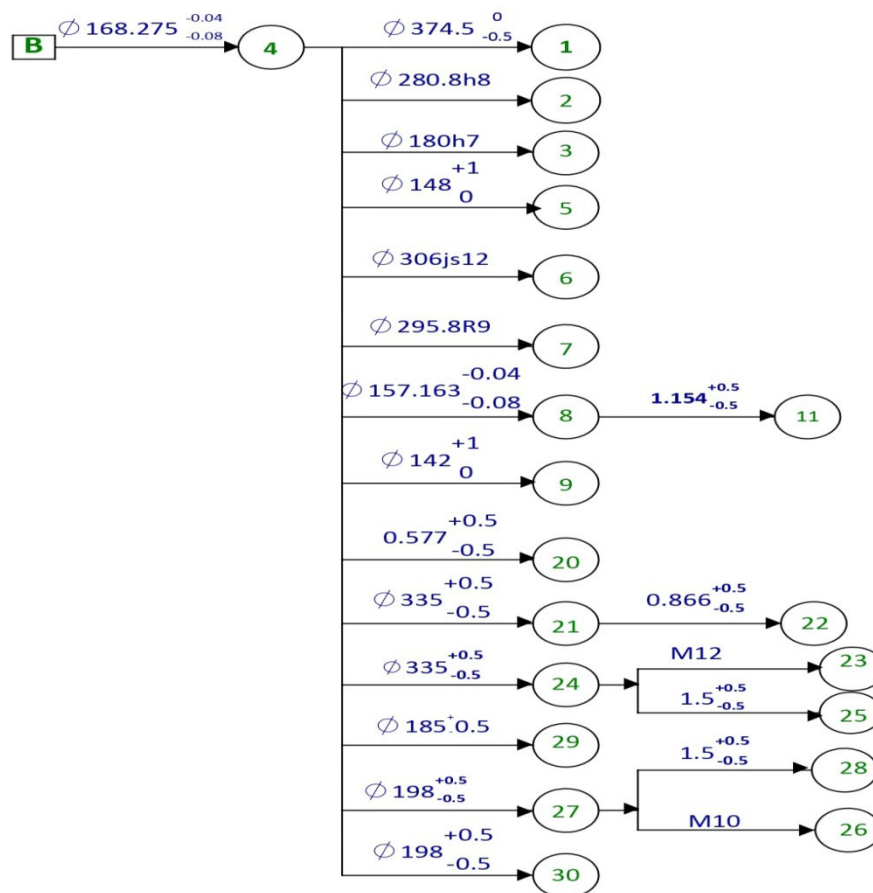


Figure .IV.5. Illustration du graphe BE suivant l'axe OX

● Graph BE suivant l'axe OZ (fig. IV.6)

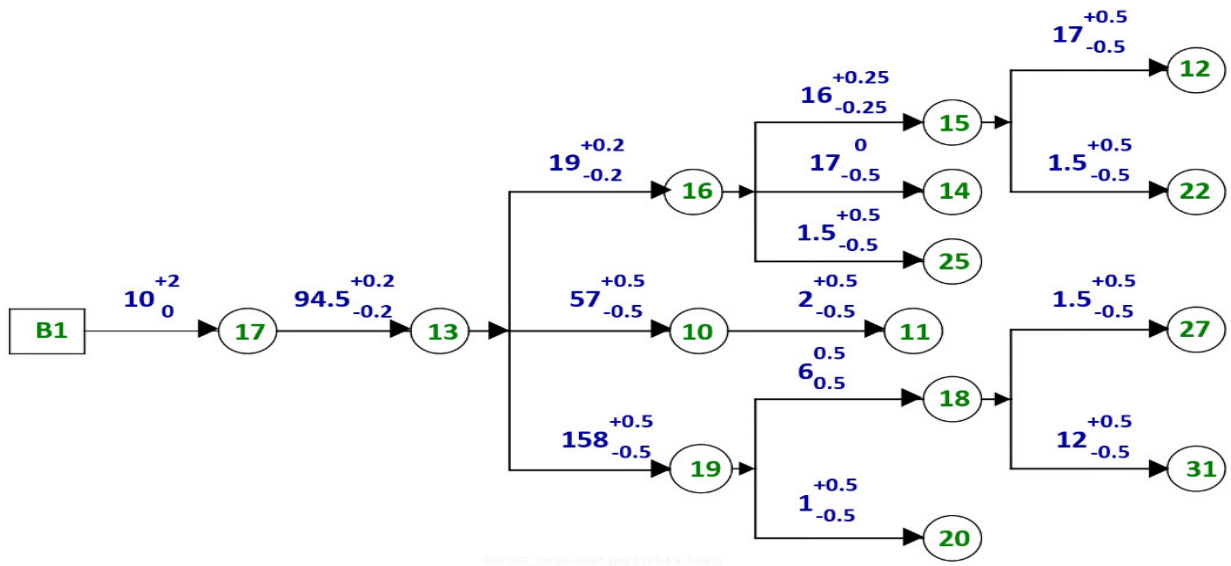


Figure .IV.6. Illustration du graphe BE suivant l'axe OZ.

Assignations des tolérances géométriques

La désignation des ces tolérances sont reproduites dans la fig. IV .7.

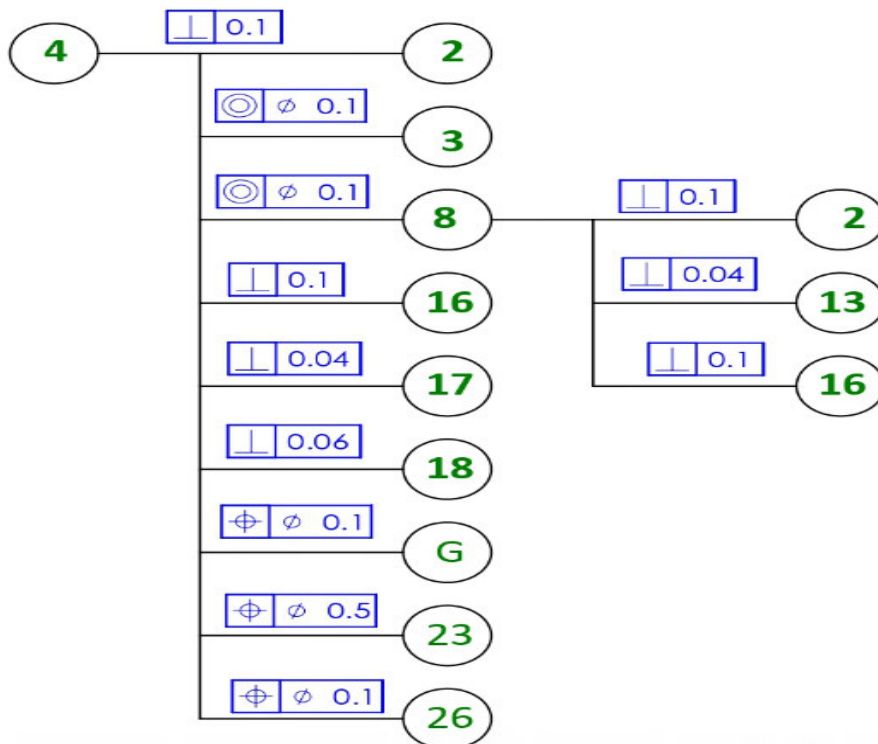


Figure .IV.7. Désignation des tolérances géométriques du moye

IV.1.7. Opérations élémentaires

IV.1.7.1. Les contraintes dimensionnelles

Ce sont des côtes de liaison entre des surfaces exigées par le dessin de définition, avec des intervalles de tolérances bien précis.

IV.1.7.2. Indication des tolérances géométriques

C'est l'intervalle maximal admissible à l'intérieur duquel peuvent varier les caractéristiques géométriques d'une pièce. Les tolérances géométriques peuvent être de forme, d'orientation ou de battement. Les indications de ces tolérances sont portées dans le **Tableau IV .1.**

Tolérances de position						
Symbole						
Signification	Inclinaison	Parallélisme	Perpendicularité	Localisation	Coaxialité Concentricité	Symétrie
	Axe, plan, cylindre	Axe, plan, cylindre	Axe, plan cylindre	Axes	Cylindre, alésage	Plan

Tableau .IV.1.Indications des tolérances de position.

Les contraintes géométriques peuvent apparaitre soit sur le graphe des côtes dimensionnelle et ou soit sur un graphe à part.

IV.1.7.3. Définitions des Contraintes technologiques

Les contraintes sont les reprises imposées par la cotation :

- Côtes.
- spécification.
- état des surfaces etc.....

Les différentes opérations de réalisation sont:

- **Ebauche (E)** : permet d'approcher la côte en enlevant le maximum de matière.
- **Demi-finition (F/2)** : permet d'obtenir la forme et la précision géométrique.
- **Finition (F)** : termine toutes les spécifications imposées par le dessin de définition du produit fini.

IV.1.7.4. Désignations des contraintes économiques

Le coût de la fabrication et la durée de l'usinage, le débit minimum et l'usure des outils nous imposent de faire les meilleurs choix sur la fabrication de façon à minimiser le prix de revient à l'unité.

Dans la colonne « repérage des surfaces » : on désigne la surface usinée à l'aide du graphe des liaisons et de la définition des opérations d'usinages à réaliser. **Fig. IV.8.**

Dans la colonne « côtes de liaison aux surfaces » : on rapporte les côtes de liaison aux autres surfaces (brutes ou usinées). Dans la colonne « spécification » : on indique IT, rugosité spécifications particulières (de forme, de position et d'orientation).

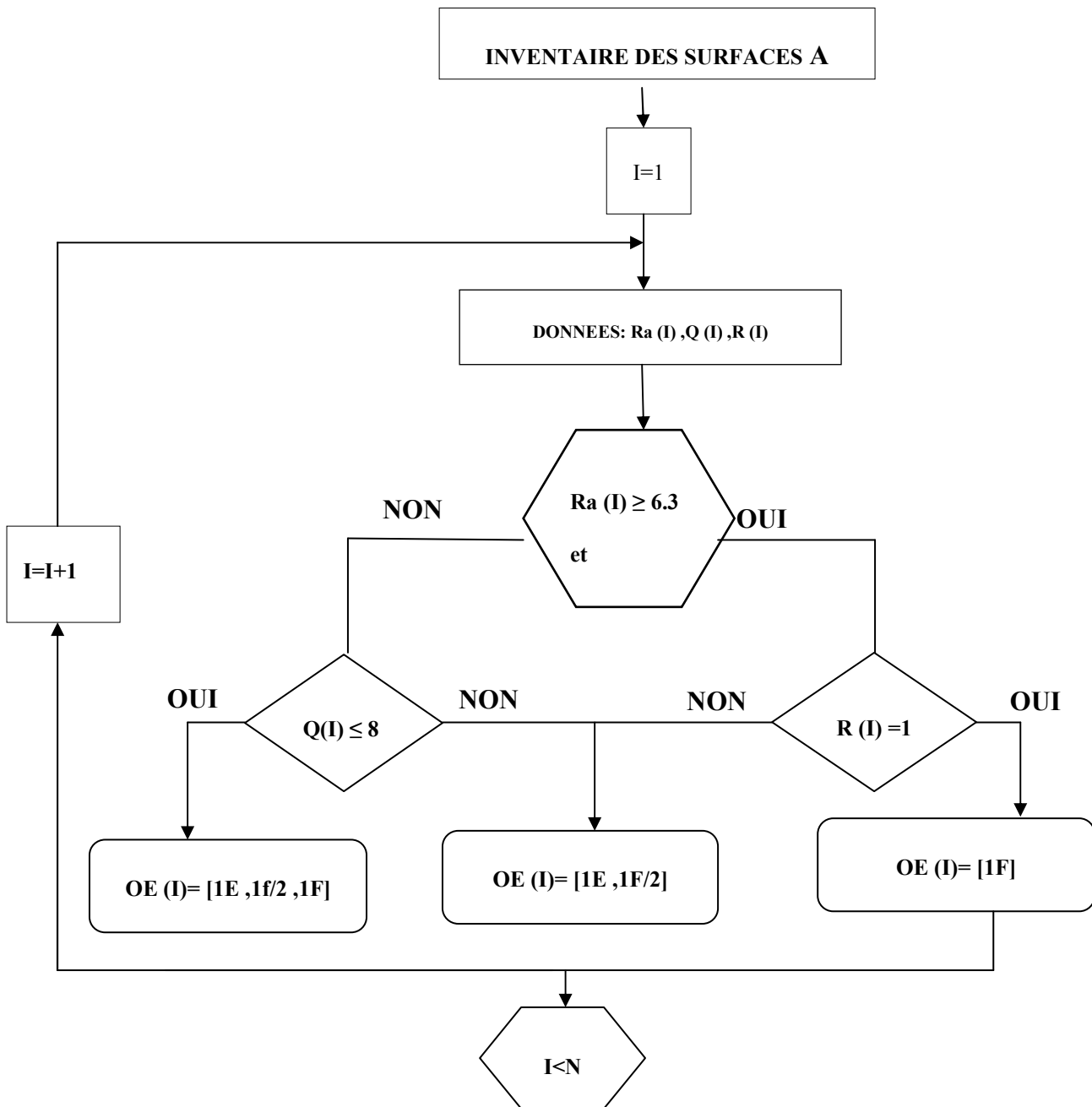


Figure.VI .8. Organigramme de qualité

I : indice de surfaces à usiner.

N : nombre de surfaces a usiné.

OE(I) : opération élémentaires sur surface I.

IE : surface I ébauchée.

IF/2: surface I demi-finition.

IF : Surface finie.

Q(I) : Qualité

Ra(I) : Rugosité

R (I): rigid =1

On mentionne chaque donnée dans la colonne prévue du tableau une fois que les côtes de liaison et les spécifications sont mentionnées, et par la suite, on détermine le nombre

d'opération élémentaires pour chaque surface en fonction des spécifications imposées par le bureau d'étude. **Tableau IV.2.**

Il en ressort que plus on impose des précisions dans la spécification, et plus que le nombre d'opérations élémentaires augmente.





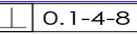





	cotes de liaison aux surfaces		spécification métrologiques			les opérations
	Brutes	usinées	IT	Position	\sqrt{Ra}	
1		④ $\varnothing 374.5^{0}_{-0.5}$	0.5	Position	6.3	1F
2		④ $\varnothing 280.8h8$	0.081	 $\varnothing 0.1-4-8$	6.3	2E. 2F/2. 2F
3		④ $\varnothing 180h7$	0.04	 $\varnothing 0.1-4$	3.2	3F. 3F/2. 3F
4	ⓑ $\varnothing 168.275^{0.04}_{-0.08}$		0.04		3.2	4E. 4F/2. 4F
5		④ $\varnothing 148^{+1}_{0}$	1		6.3	5F
6		④ $\varnothing 306js12$	0.52		6.3	6F
7		④ $\varnothing 295.8R9$	0.13		6.3	7F
8		④ $\varnothing 157.163^{0.04}_{-0.08}$	0.04	 $\varnothing 0.1-4$	3.2	8E. 8F/2. 8F
9		④ $\varnothing 142^{+1}_{0}$	1		6.3	9F
10		⑬ $57^{+0.5}_{-0.5}$	0.5		6.3	10F
		⑧ $1.154^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	11F
		⑩ $2^{+0.5}_{-0.5}$	1			
		⑮ $17^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	12F
13		⑰ $94.5^{+0.2}_{-0.2}$	0.4	 0.04-8	6.3	13F
14		⑰ $17^{0}_{-0.5}$	0.5		6.3	14F
15		⑰ $16^{+0.25}_{-0.25}$	0.5		6.3	15F
16		⑬ $19^{+0.2}_{-0.2}$	0.4	 0.1-4-8	6.3	16F
17	ⓑ 10^{+2}_{0}		2	 0.04-4	6.3	17F
18		⑲ $6^{+0.2}_{-0.2}$	0.4	 0.06-4	3.2	18F
19		⑬ $158^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	19F
20		④ $0.577^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	20F
		⑲ $1^{+0.5}_{-0.5}$	1			
21		④ $\varnothing 335^{+0.5}_{-0.5}$	1	 $\varnothing 0.1$	6.3	21F
22		⑳ $0.866^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	22F
		⑮ $1.5^{+0.5}_{-0.5}$	1			
23		㉔ M12	1	 $\varnothing 0.5$	6.3	23F
24		④ $\varnothing 335^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	24F
25		㉔ $\varnothing 1.5^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	25F
		⑰ $1.5^{+0.5}_{-0.5}$				
26		㉗ M10	1	 $\varnothing 0.1$	6.3	26F
27		④ $198^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	27F
28		㉗ $1.5^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	28F
		⑱ $1.5^{+0.5}_{-0.5}$				
29		④ $\varnothing 185^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	29F
30		④ $\varnothing 198^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	30F
31		⑱ $12^{+0.5}_{-0.5}$	1		6.3	31F

Tableau .IV.2. Illustration des opérations élémentaires.

IV.1.7.5. groupements de surface

Dans ce tableau sont regroupées les surfaces qui peuvent être réalisées par le même outil ou plusieurs outils associés. Tableau IV .3. Les surfaces groupées sont désignées par une lettre majuscule.

Repère par groupement	Surfaces groupées	Outillage	symboles
G	21 22	Finition direct à l'aide d'un foret étagé	GF
G1	24 25	Finition direct à l'aide d'un foret étagé	G1F
G2	27 28	Finition direct à l'aide d'un foret étagé	G2F
G3	30 31	Finition direct à l'aide d'un foret	G3F

Tableau. IV .3. Illustration de groupements de surface.

IV.1.7.6. Contraintes d'antériorité

Ce tableau s'établit à partir du tableau des opérations élémentaires et de dessin de définition, dans la colonne « opération ». Nous classons l'ordre des surfaces (brutes, usinées et groupées) avec leurs symbolisations et nous cherchons les contraintes d'antériorité de chaque opération élémentaire d'ordre géométrique technologique et économique. **Tableau IV .4.**

IV.1.7.7. Matrices

- ✓ C'est une matrice carrée ou figure :
 - des entrées et les sorties,
 - Entrées .
 - Sorties .
 - il y a autant de lignes que de colonnes.
 - Nombres de lignes .
 - Nombres de colonnes .

✓ Réalisation de la matrice

On poste toutes les opérations élémentaires de toutes les surfaces brutes et usinées. L'exploitation de ce tableau se fait suivant le tableau des contraintes d'antériorités. Si par exemple une surface XF est à l'intersection de YF et ZF on place le chiffre (1) a chaque intersection, cela signifie que YF et ZF sont antérieurs a XF et ainsi pour toutes le reste des opérations élémentaires. Tableau 2. 5.

Il arrive parfois de trouver deux opérations élémentaires soient en contraintes d'antériorités réciproques. Il y a donc impossibilité de poursuivre l'étude, donc il faut faire un choix judicieux et supprimer ou négliger celle qui n'est pas impérative.

Pour la détermination des niveaux d'usinage, on totalise dans les colonnes prévues à cet effet toutes les colonnes ayant le chiffre (1), les surfaces ayant un (0) au totale (aucune contrainte d'antériorité) sauf évidemment les surfaces brutes qui apparaissent au niveau (0). Elles servent donc à réaliser les premières surfaces. On élimine les surfaces du niveau (1), donc les deuxièmes surfaces à réaliser, de la manière on procède aux autres surfaces jusqu'au dernière niveau

Niveaux	N°0	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	N°11
	4E	4F/2	4F	1F	3F/2	3F	2E	2F/2	2F	12F	G1F	23F
				3E	8F/2	8F	13F	10F	11F	GF	G2F	26F
				5F				16F	14F			29F
				6F				19F	15F			G3F
				7F					18F			
				8E					20F			
				9F								
				17F								

Tableau .IV. 5. Désignation des niveaux.

IV.1.7.8. groupements en phases

Une fois les niveaux déterminés, on passe aux groupements en phase qui consistent à placer les niveaux orientalement. Sur les lignes de chaque niveau ; on place les opérations élémentaires de ce niveau, notons qu'un niveau ne constitue pas une phase. En fonction des conditions économiques et du parc machine on peut les opérations élémentaires en phase d'usinage.

Les associations sont établies en tenant compte :

- D'une mise en position unique.
- Des générations des surfaces sur une même machine.
- Du sens d'accès des outils.
- Des capacités des outils et porte-outils compatibles aux machines.

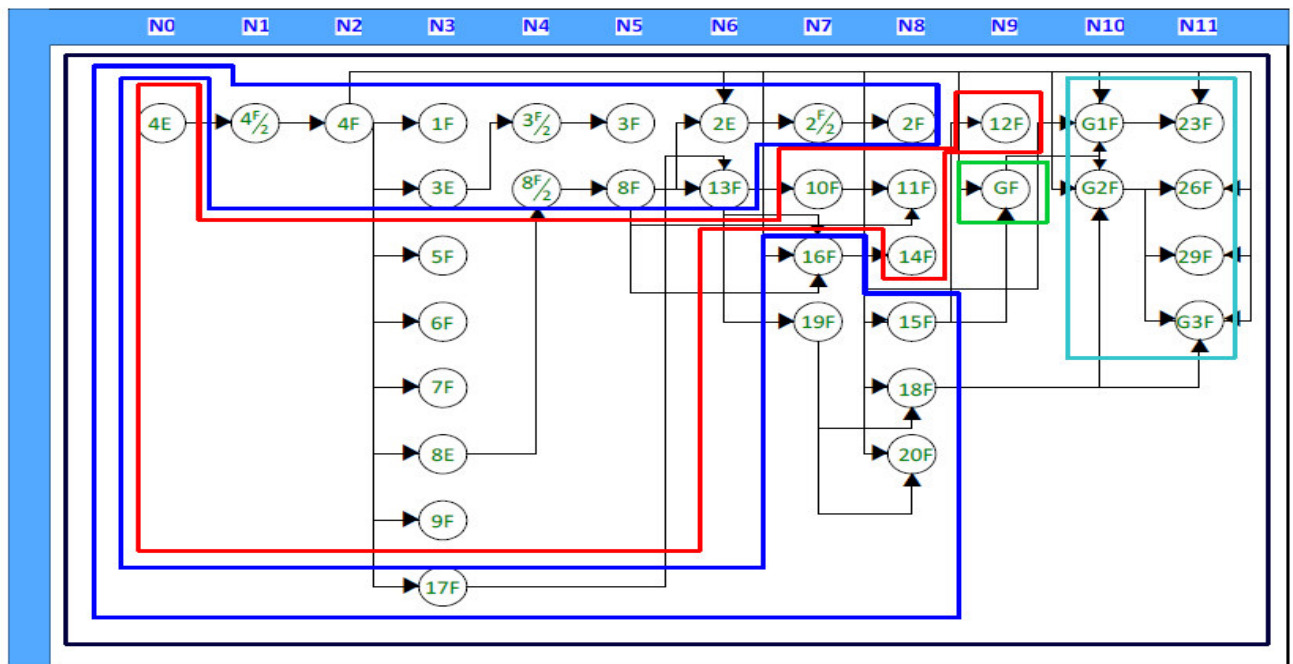


Tableau .IV.6: Groupements en phases.

A. Le projet de gamme

A partir du tableau des groupements en phases, on procède à la rédaction du processus d'usinage envisagé. On désigne toutes les opérations dans des phases ou sous phases.

- **Gamme**

C'est une suite ordonnée d'opérations nécessaires à l'exécution d'un travail, groupes en phase est sous phase traduisant le processus.

- **La phase**

Une phase est un ensemble d'opérations effectuées sur un même poste de travail avec les mêmes opérateurs et les mêmes outillages.

- **La sous phase**

La sous phase est une fraction d'une phase déterminée par des changements d'outillages ou de prise de pièce différente.

- **L'opération**

L'opération est un travail effectuée sur la pièce sans changement de la prise de pièce et d'outil et même du régime de coupe.

B. projets de gamme optimal

Phase	Procède	Poste de travail		Sous phase	Opération
<u>100</u>	Contrôle de brut	Atelier de contrôle			
<u>200</u>	Tournage	Tour CN	Mondrian N° 1	201	Dressage 10F
				202	Dressage 12F
				203	Dressage 14F
				204	Dressage 15F
				205	Chariotage 1F
				206	Chariotage 6F
				207	Alésage 7F
				208	Alésage 8E
				209	Alésage 9F
				210	Alésage 5F
				211	Alésage 4E
				212	chanfrein 11F
				213	perçage et chanfrein GF 21F et 22F
				215	Alésage 8F
				216	Alésage 4F/2
				217	Alésage 4F

200	Tournage	Tour CN	Mondrian N° 2	218	Dressage 13F
				219	Dressage 17F
				220	Dressage 19F
				221	chanfrein 20F
				222	Dressage 18F
				223	Dressage 16F
				224	Chariotage 3E
				225	Chariotage 3F/2
				226	Chariotage 3F
				227	Chariotage 2E
				228	Chariotage 2F/2
				229	Chariotage 2F
				230	perçage et Chanfrein G1F 24F et 25F Taraudage 23F
				231	perçage et Chanfrein G2F 27F et 28F Taraudage 26F
				233	perçage 29F

Tableau .IV.7. Projets de gamme optimale.

IV.2. La simulation d'usinage

IV.2.1. Définition

La simulation d'usinage permet d'analyser un avant-projet d'études de fabrication en identifiant et en classant les défauts susceptibles d'être générés tout le long du processus de fabrication, elle aide au choix des procédés les plus adaptés en fonction des exigences à respecter.

La simulation d'usinage permet le calcul :

- Les cotes de fabrication : « CO, CM, et CA » .
- Les exigences dimensionnelles et géométriques du « BM » concernant la pièce brute.
- Vérifier la validité du processus envisagé.

Deux conditions sont à respecter :

- Condition du bureau d'étude : les cotes fonctionnelles .
- Condition du bureau des méthodes : copeau minimum, les tolérances économiques d'usinage.

IV.2.2. Les cote de fabrication

La côte d'usinage est obtenue sur la pièce par enlèvement de matière, à l'aide des outils coupants ayant fait l'objet de réglages préalables (par rapport au référentiel de la pièce).

- Une côte fabriquée est définie uniquement sur une série de pièces entre deux points d'une surface ou de deux surfaces concernées d'une même phase. .
- Certaines côtes de fabrication sont obtenues par transfert de cotes fonctionnelles.

La cotation de fabrication a pour but de :

- déterminer l'état géométrique et dimensionnel intermédiaire de la pièce tout au long de son processus de fabrication. Pour respecter, d'une part, les exigences fonctionnelles données par le dessin de définition et, d'autre part, les contraintes de fabrication (précision de la machine, surépaisseurs minimales d'usinage, ...).

Selon les éléments référentiels utilisés pour effectuer les réglages des outils coupants les cotes de fabrication sont classées en trois catégories :

IV.2.3. Les cotes machines (Cm)

Les côtes définissant la forme et la position des surfaces usinées, entre la référentielle pièce et le plan de travail de l'outil (ou point générateur de l'outil) lorsque celui-ci est réglé par rapport au référentiel (par rapport aux éléments de mise en position) sont couramment dites "côtes - machines" Cm. Exemples : un montage porte-pièce, la table de la machine, etc.

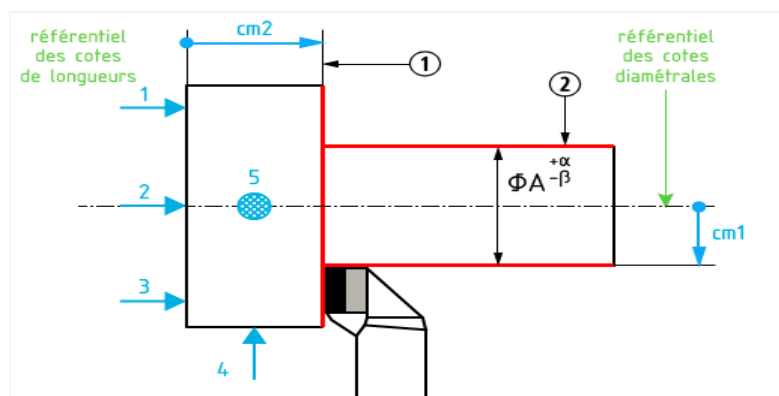


Figure .IV.9. Indication des côtes machine réaliser sur un tour.

IV.2. 4. Les côtes outils (Co)

Ce sont les côtes définissant la forme, la dimension, la précision des surfaces usinées données :

- par l'outil (foret, alésoir, fraise 3 tailles) .
- ou par l'association de plusieurs outils travaillant simultanément (train de fraises) et réglées par des cotes machines ou cotes appareillages.

IV.2. 5. Les côtes appareillages(Ca)

Ce sont les côtes obtenues à partir d'un appareillage ou par un gabarit de copiage. Les trajectoires des outils réalisant les cotes de fabrication sont imposées par des appareillages dont les positions sont définies par rapport à des référentiels fixés. Les appareillages peuvent :

- faire partie de la machine: verniers, butées mécaniques, etc.
- être des éléments indépendants de la machine: plateaux diviseurs, dispositif de copiage, canons-guides des alésages, etc.

IV.2.6. Les côtes fonctionnelles

Ces côtes doivent être impérativement respectées en cours d'usinage, elles sont donc prises comme cote conditions lors de la détermination des cotes de brut et des cotes de fabrication lors de la simulation d'usinage.

IV.2.7. Les côtes brutes

Les côtes de brut ne figurent pas sur le dessin de définition et sont déterminées par la simulation d'usinage en prenant comme condition:

- soit un copeau minimum.
- soit une cote fonctionnelle imposée par le bureau d'étude.

IV.2.8. La notion de copeau minimum

Lorsque la pénétration et/ou l'avance est trop faible, l'outil ne coupe plus. Le métal se comprime superficiellement et la pression de contact outil-pièce provoque l'usure prématurée de l'outil ainsi que l'obtention d'un mauvais état de surface. Il est nécessaire de choisir des valeurs minimales pour ces données (valeurs données par le fabricant d'outils). **Tableau IV.1.**

Modes d'usinage	opération	Copeaux minimum
Tournage	Ebauche direct	1

	Demi-finition	0.5
	Finition	0.2

Tableau .IV.8. Indications des valeurs usuelles des copeaux minimums.

IV.2.9. Tolerances économiques

Les côtes de fabrication sont sorties d'une tolérance. Pour chaque procédé de fabrication, suivant l'opération effectuée (ébauche, demi-finition, finition), il existe une tolérance économique qui permet la réalisation de la cote de fabrication dans un intervalle satisfaisant, compte tenu de la précision de la machine et du prix de revient. **Tableau IV.2.**

Mode d'usinage	Ebauche	Demi-finition	Finition
Tournage			
Perçage	0.3	0.1	0.1
Alésage (0 .d'enveloppe)	0.3	0.15	0.03
Alésage (0 .de forme)	0.2	0.1	0.03

Tableau .IV.9. Indications des valeurs usuelles des tolérances économiques.

IV.2.10. Tolérance dimensionnelles pour moulages en sable. Tableau IV . 3.

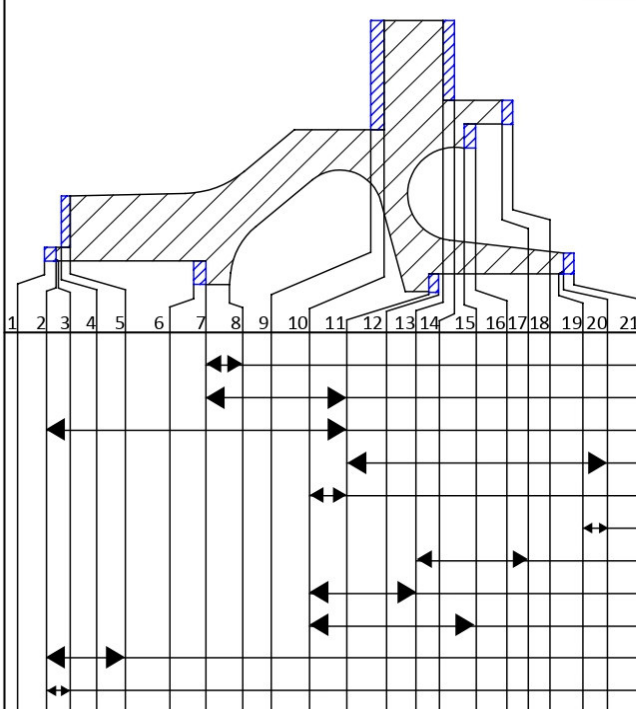
● **Choix des tolérances :**

- Tolérances « L » : s'appliquent pour des pièces acceptant des tolérances larges.
- Tolérances « A »: correspondent à l'utilisation de modèles en bois fixés sur plaques.
- Tolérances « B » : nécessitent des modèles métalliques, plaques modèles, etc.
- Tolérances « P »: concernent les cotes indépendantes des surfaces départ d'usinage.

Cote nominale	Tolérances de position (cotes Y)						Tolérances d'éléments (cotes « e »)		
	Plus grande dimension de la pièce								
	250			250 à 100			P _L	P _A	P _B
L	A	B	L	A	B				
16	4	2	2	4	3	2	4	4	4
16 à 40	4	2	2	4	3	2	6	6	4
40 à 65	4	4	2	4	4	2	12	8	6
65 à 100	4	4	2	6	4	2	12	8	6

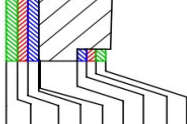
100 à 160	6	4	2	6	4	2	14	10	8
160 à 250	8	4	4	8	6	4	16	12	10
250 à 400				10	6	5			

Tableau .IV. 10. Valeur usuelles de tolérance dimensionnelle pour moulage en sable



Rep	→ m	← M Cmin	Tol	N° Ch
	10	12	2	
	94.3	94.7	0.4	
	157.5	158.5	1	
	56.5	57.5	1	
	18.8	19.2	0.4	
	1.5	2.5	1	
	16.5	17.5	1	
	15.5	16.5	1	
	16.5	17	0.5	
	5.8	6.8	1	
	0.5	1.5	1	
1		10	2	
Cf7-8	10		2	①
cpm1		0.2	4	
CfB6-8	12.2		2	②
Cf7-8		12	2	
2		10	2	
Cf7-11	94.3		0.4	
Cf11-8		84.3	1.6	③
cpm2		0.2	3.6	
Cf11-8		84.3	1.6	
CfB8-12	84.5		2	④
3		10	2	
Cf7-11	94.3		0.4	
Cf11-10		19.2	0.4	
Cf10-8		65.1	1.2	⑤
cpm3		0.2	3.2	
CBf9-8		63.7	2	⑥
Cf8-10	63.9		1.2	
4		63.9	1.2	
Cf13-10		16.5	1	
Cf8-13	80.4		0.2	⑦
cpm4		0.2	2.2	
Cf8-13		80.6	0.2	
CfB8-14	80.8		2	⑧
5		63.9	1.2	
Cf15-10		17	0.5	
Cf8-15	80.9		0.7	⑨
6		16.5	1	
Cf8-13		80.6	0.2	
Cf8-17	97.1		0.8	⑩

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29



Rep	→ m	← → M C min	Tol	N° Ch
	∅ 142	∅ 143	1	
	∅ 157.083	∅ 157.123	0.04	
	0.654	1.654	1	
	∅ 148	∅ 149	1	
	∅ 168.195	∅ 168.235	0.04	
	0.077	1.077	1	
	∅ 179.96	∅ 180	0.04	
	∅ 295.572	∅ 295.702	0.13	
	∅ 305.74	∅ 306.26	0.52	
	∅ 280.719	∅ 280.8	0.081	
	∅ 374	∅ 374.5	0.5	
1		∅ 142	1	
Cf1-3	∅ 142		1	(1)
cpm1		0.4	5	
CfB1-2		∅ 141.6	4	(2)
Cf1-3	∅ 142		1	
2		∅ 157.083	0.04	
Cf1-7	∅ 157.083		0.04	(3)
cpm2		0.4	0.54	
Cf1-6		∅ 156.683	0.5	(4)
Cf1-7	∅ 157.083		0.04	
cpm3		1	1.5	
Cf1-5		∅ 155.183	1	(5)
Cf1-6	∅ 156.183		0.5	
cpm4		4	5	
CfB1-4		∅ 150.183	4	(6)
CfB1-5	∅ 154.183		1	
3		1.308	1	
Cf1-8	∅ 158.391		0.96	(7)
Cf1-7		∅ 157.083	0.04	
4		∅ 148	1	
Cf1-10	∅ 148		1	(8)
cpm5		0.4	1.5	
CfB1-9		∅ 147.6	0.5	(9)
Cf1-10	∅ 148		1	
5		∅ 168.195	0.04	
Cf1-14	∅ 168.195		0.04	(10)
cpm6		0.4	0.54	
Cf1-13		∅ 167.795	0.5	(11)
Cf1-14	∅ 168.195		0.04	
cpm7		1	1.5	
Cf1-12		∅ 166.295	1	(12)
Cf1-13	∅ 167.295		0.5	
cpm8		4	5	
CfB1-11		∅ 161.295	4	(13)
Cf1-12	∅ 165.295		1	
cpm9		0.077	1	
Cf1-14		∅ 168.235	0.04	
Cf1-15	∅ 168.312		0.96	(14)
6		∅ 179.96	0.04	
Cf1-16	∅ 179.96		0.04	(15)
cpm10		0.4	0.54	
Cf1-16		∅ 180	0.04	
Cf1-17	∅ 180.4		0.5	(16)
cpm11		1	1.5	
Cf1-17		∅ 180.9	0.5	
Cf1-18	∅ 181.9		1	(17)
cpm12		4	5	

IV.3. Etude de phase

IV.3.1. Introduction

Pour la bonne réussite de la gamme d'usinage ce présent chapitre nous a permis d'identifier les paramètres à utiliser pour la bonne réalisation de pièce cadre de l'étude. La partie d'étude des phases attribuées à l'atelier doit respecter la symbolisation des termes indiquées pour les conditions de coupes. figure. IV.1.

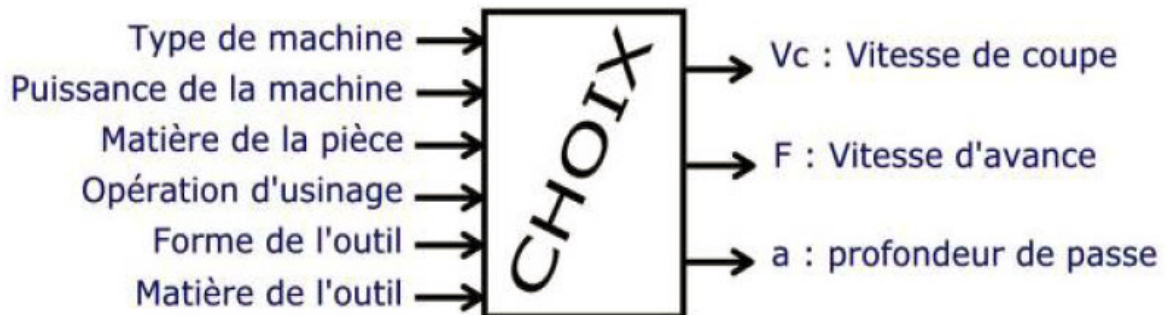


Figure .IV .10. Illustration du choix des conditions de coupes

IV.3.2. Explications des critères de choix

IV.3.2.1. Choix des machines-outils

Suivant le type d'opération à réaliser, il faut choisir la méthode d'usinage, et donc choisir la machine à utiliser. Donc il faut choisir entre tournage, fraisage ou perçage. Naturellement il y a souvent plusieurs possibilités pour réaliser un même type d'usinage.

Le choix des machines-outils est fonction des conditions suivantes:

- Parc-machine existant .
- Capacité (puissance) .
- Prix de revient minimum .
- Aspect économique de l'opération .
- Les tolérances (dimension géométrique) .
- L'indice de rugosité .
- Formes et dimensions de la pièce à usiner.

IV.3.2.1.1. La machine à choisir (Un tour vertical)

Un tour vertical à est caractérisé par :

- Un centre de tournage vertical à deux broches selon le principe de transfert avec chargement et transfert automatiques de la pièce - diamètre de pivotement de 250 à 750 mm.
- Le tournage, le perçage, le fraisage et le filetage en un seul serrage offrent une qualité de production élevée, car le resserrage des pièces entre les processus de fabrication individuels est éliminé. De plus, la charge des appareils porte-pièces est

réduite. Pour réduire la pression de serrage, la pièce à travailler est supportée par un dispositif logé dans le revolver.

- L'utilisation de l'unité de perçage / fraisage est basée sur une unité de base modulaire, qui peut être utilisée à la fois pour des outils simples et pour des têtes de perçage à plusieurs broches.
- Le chariot de levage NC a été spécialement développé pour la production de disques de frein. Il peut généralement être utilisé pour tous les traitements de surface. Deux tranchants peuvent être utilisés simultanément. Fig. IV.2.



Figure. IV.11.tour vertical

❖ Données techniques

- Tour vertical pick-up DVT 400
- **espace de travail**
 - Diamètre de braquage max 450 mm .
 - Diamètre de balancement max 510 mm .
 - Hauteur de la pièce, y compris le mandrin 470 mm.
- **chariot transversal**
 - Trajectoire rapide, axe Z 30 m / min .
 - Trajet rapide, axe X 75/90 m / min.
- **broche principale**
 - Diamètre de roulement avant 120 mm .
 - Bride de la broche DIN 55026 .
 - Nez de broche .
- **entraînement principal**
 - Puissance d'entraînement maximale (ED 40%) 80 Kw .

- Couple max (ED 40%) 795 Nm .
- Vitesse maximale 6 000 tr / min .
- Système d'outils (également modulaire)Disc
- Porte-outils (DIN 69880) Ø 50 mm .
- Option avec option outils en option

IV.3.2.1.2. Choix de puissance de la machine

La puissance de la machine influe sur les performances. Pour l’usinage, il y a deux grands cas de figures :

- Usinage en ébauche .
- Usinage en finition.

IV.3.2.1.3. Matière de la pièce

La matière de la pièce est de FGS 400- 15 et ou FGS 450 -10. L’usinage d’une pièce en polystyrène ou en acier n’est pas le même et Il est évident que les efforts de coupe ne sont pas les mêmes. Ceci dit, la matière influe sur des choix relatifs à la puissance machine.

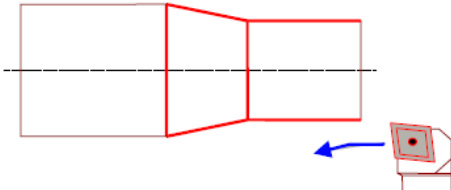
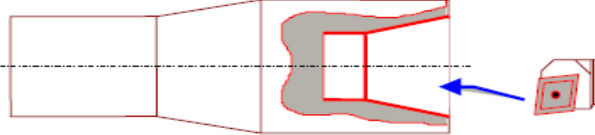
IV.3.2.1.4. Opération d’usinage

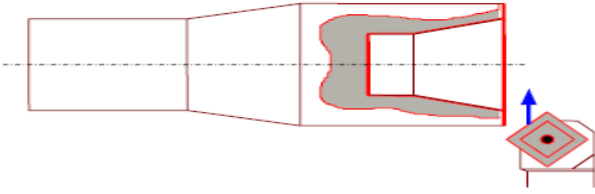
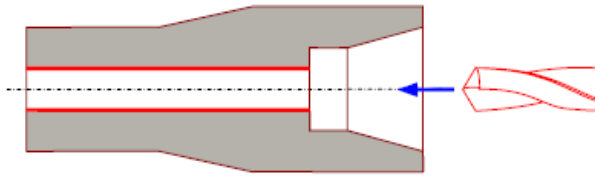
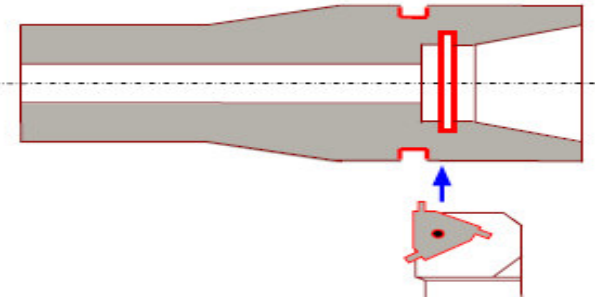
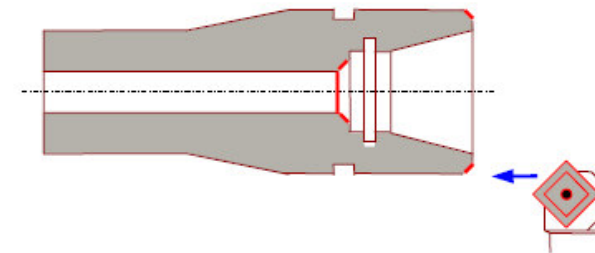
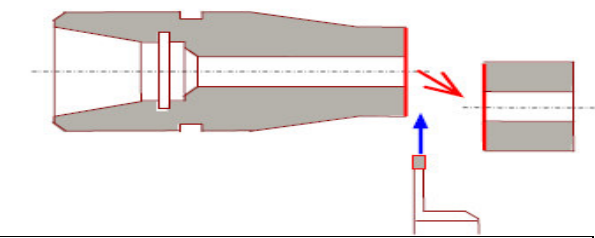
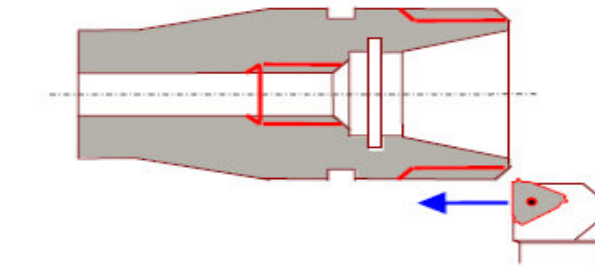
IV.3.2.1.4. 1. Tournage

Le tournage est un procédé d’usinage permettant l’obtention des surfaces de révolution intérieures et extérieures, des surfaces planes ainsi que d’autres surfaces telles que celles obtenues par filetage.

● **Définitions des opérations de tournage**

Tableau .IV.11. Désignation des opérations de tournage.

Opération :	Définition :	Schémas :
<i>Chariotage</i>	Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique extérieure.	
<i>Alésage</i>	Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique intérieure.	

<p><i>Dressage</i></p>	<p>Opération qui consiste à usiner une surface plane perpendiculaire à l'axe de la broche extérieure ou intérieure.</p>	
<p><i>Perçage</i></p>	<p>Opération qui consiste à usiner un trou à l'aide d'une forêt.</p>	
<p><i>Rainurage</i></p>	<p>Opération qui consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure</p>	
<p><i>Chanfreinage</i></p>	<p>Opération qui consiste à usiner un cône de petite dimension de façon à supprimer un angle vif.</p>	
<p><i>Tronçonnage</i></p>	<p>Opération qui consiste à usiner une rainure jusqu'à l'axe de la pièce afin d'en détacher un tronçon.</p>	
<p><i>Filetage</i></p>	<p>Opération qui consiste à réaliser un filetage extérieur ou intérieur.</p>	

IV.3.2.1.2. Le perçage

Le perçage est un procédé d'usinage qui consiste à obtenir un trou circulaire par enlèvement de copeaux est obtenu à l'aide d'un outil de coupe appelé foret. Il est animé d'un mouvement de rotation continu et d'un mouvement d'avance.

● Different types of perçage

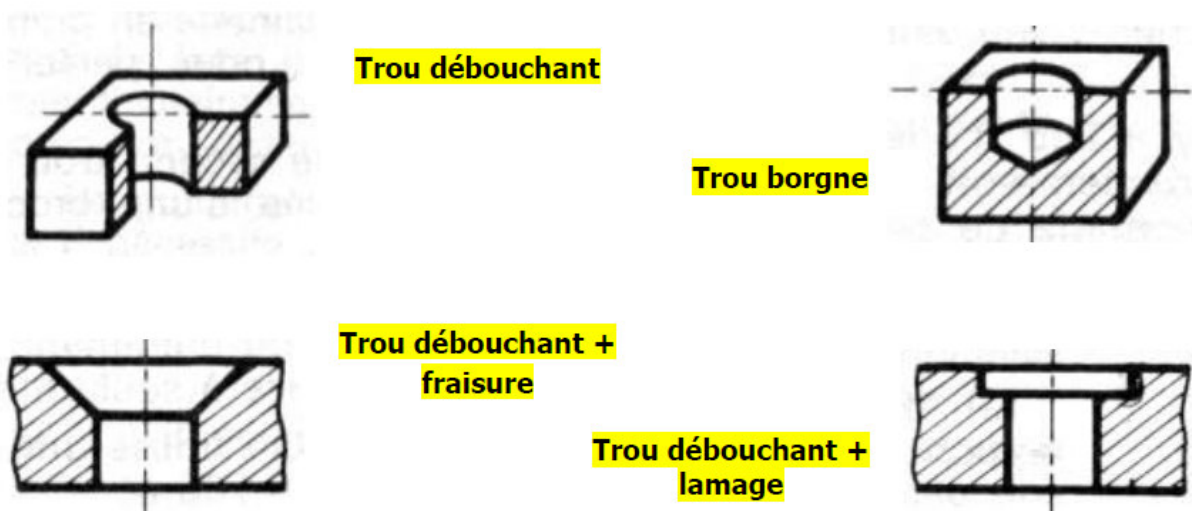


Figure. IV.12. Illustration des types de perçage utilisés

■ **Note :** Les opérations de tournage et de perçage sont réalisées sur la même machine.

IV.3.2.2. Choix des outils de coupe

Un outil de coupe de tournage contient les éléments illustrés dans la figure IV.4

- Un corps : c'est la partie de l'outil portant les éléments coupants ou les plaquettes.
- La queue de l'outil : c'est la partie par laquelle celui-ci est maintenu.

La partie de l'outil qui intervient directement dans l'opération de coupe (les arêtes, la face de coupe et les faces de dépouille) est appelée partie active.

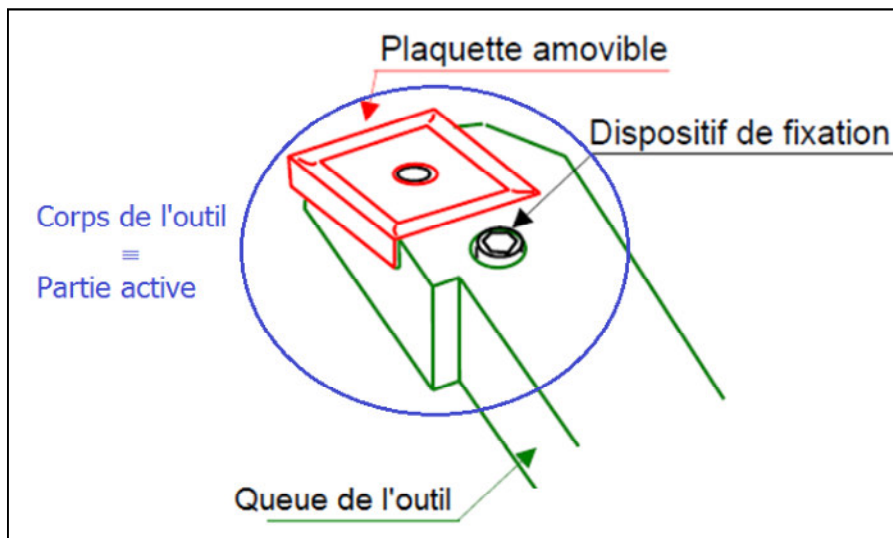


Figure.IV.13. Illustration des éléments de l'outil

IV.3.2.2.1 . Choix des outils à tournage

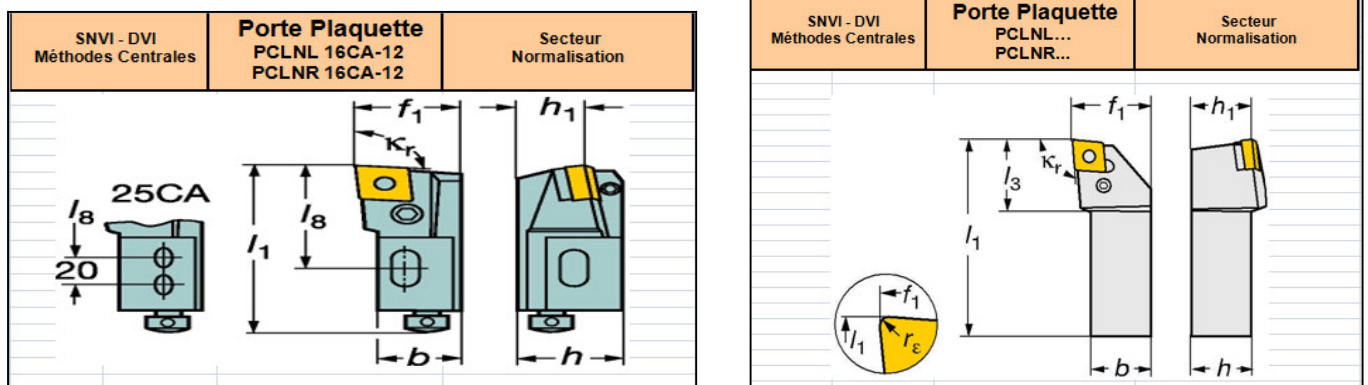


Figure .IV.14. Outils chariotage et alésage.

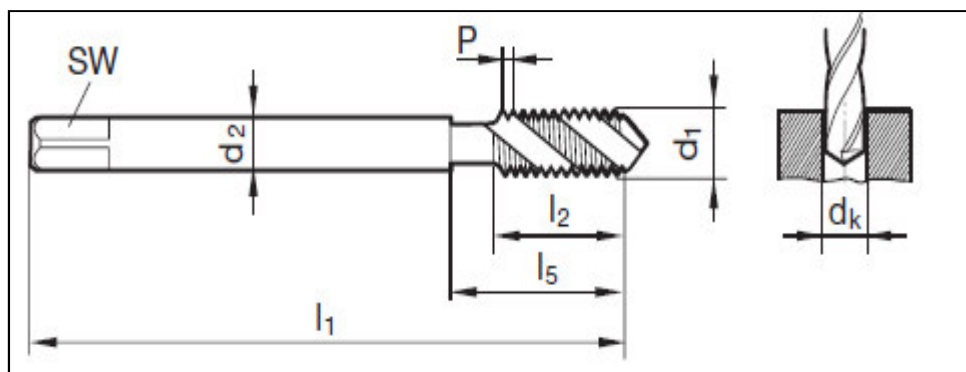


Figure. IV.15 outils à taraudé.



Figure .IV.16. Illustration du Foret.

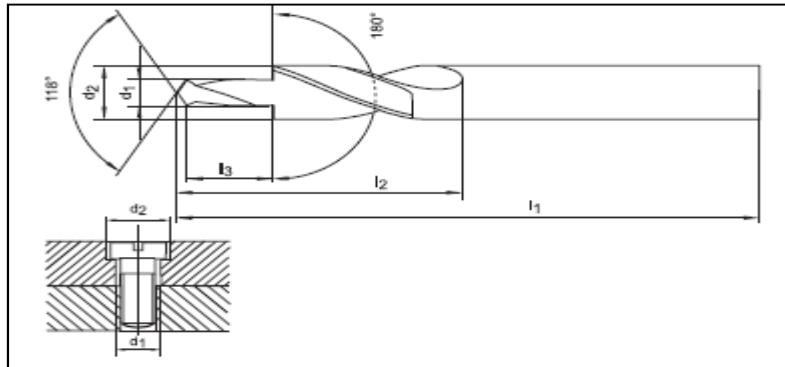


Figure .IV.17.Illustration du Foret étage.

IV.3.2.3. Choix de la matière de l'outil

C'est l'outil qui doit usiner la pièce et non l'inverse, donc cela influe sur l'usure de l'outil et sa durée de vie. Il comporte 3 type qui est :

- Outil en ARS.
- À plaquettes en carbure amovibles.
- À plaquettes en carbure brasées.

IV.3.2.4. Choix des outils de contrôle

L'ensemble des procédés et instruments de vérification et de contrôle constituent la métrologie. Ainsi, Pour contrôler la pièce si elle est de bonne qualité nous avons utilisé les instruments suivants :





Tableau .IV.12. Illustration des instruments de contrôles.

IV.3.2.5. La vitesse de coupe

La vitesse de coupe est l'espace parcouru en mètres par un point de la pièce (lorsque cette dernière tourne) en 1 minute.

Si D est le diamètre de la pièce et N le nombre de tours par minute, on a :

$$V_c = \pi \times D \times N$$

Avec $\pi \times D$ = circonférence de la pièce en millimètres.

N = fréquence de rotation en tours par minute.

Dans tout le problème d'usinage, il est nécessaire pour des raisons technologiques et économiques de déterminer la valeur de V_c la mieux adaptée au travail à réaliser.

La vitesse de coupe a une influence capitale sur la durée de vie de l'outil. Elle varie notamment avec la matière à usiner, le matériau de l'outil, la nature de l'opération (ébauche ou finition), la fraise utilisée et les conditions de lubrification.

IV.3.2.6. Vitesse d'avance

L'avance notée « f » est la distance parcourue en millimètres par l'outil lorsque la pièce effectue un tour.

Si « V_f » est la vitesse d'avance de l'outil, on a :

$$f = V_f / N$$

Avec :

- V_f = vitesse d'avance de l'outil en millimètre par minute (mm/min).
- f = avance par tour en millimètre par tour (mm/tr).
- N = fréquence de rotation en tours par minute (tr/min).

L'avance varie en fonction de la fréquence de rotation définie précédemment (donc de la vitesse de coupe) et de la profondeur de passe que l'on choisit pour usiner.

IV.3.2.7. La fréquence de rotation

La vitesse de coupe V_c étant donnée par des tableaux en fonction de la matière à usiner, il convient de déterminer la fréquence de rotation de la pièce «N» que l'on réglera sur la machine. Pour cela, on utilisera la formule suivante :

$$N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D}$$

Avec :

- V_c : vitesse de coupe en mètres par minute (m/min).
- D : diamètre de la pièce en millimètre (mm).
- N : fréquence de rotation en tours par minute (tr/min).

Pourquoi utilise-t-on le nombre « 1000 » dans cette formule.

1000 est utilisé pour convertir la vitesse de coupe donnée en m/min en mm/min.

IV.3.2.8. La profondeur de passe en tournage

La combinaison de V_f et a permet de déterminer le volume du copeau. La profondeur de passe est nécessaire afin de déterminer la quantité de matière qui va être séparée de la pièce sous forme de copeau.

Unité : a en mm.

IV.3.2.9. Les efflores et puissances de coupe

IV.3.2.9.1. Cas de tournage

TOURNAGE : Puissance absorbai		
$V_c = 100 \text{ m/min}$	$m=0.01$	$n=-0.3$
$a = 2 \text{ mm}$	$K_r=95^\circ$	$\theta = 20^\circ$
$f = a/8 = 0.25\text{mm}$	$C=950\text{N/mm}^2$	$V_f=21.25 \text{ m/min}$

- 1) Calcul des pressions spécifiques de coupe (Ks)

$$Ks=C (f \times \sin Kr)^n \times (1+m*\theta)$$

$$Ks=950(0.25 \times \sin 95)^{-0.3} \times (1+0.01 \times 20)$$

$$Ks= 1729.90 \text{ N/mm}^2$$
- 2) Calcul de l'effort principal de coupe (Fv)

$$Fv=ks \times a \times f$$

$$Fv=1729.90 \times 2 \times 0.25$$

$$Fv=864.95\text{N}$$
- 3) Calcul de l'effort de refoulement (Fp)

$$Fp=0.3 \times Fv$$

$$Fp=0.3 \times 864.95$$

$$Fp=259.49\text{N}$$
- 4) Calcul de l'effort total d'avance (Ff)

$$Ff=Fv (0.15-0.1\cos Kr)$$

$$Ff=864.95 (0.15-0.1\cos 95)$$

$$Ff=137.28\text{N}$$
- 5) Calcul de la puissance absorbée en sens (Mc)

$$Nc=Fv \times Vc$$

$$Nc = (864.95 \times 100)/60$$

$$Nc = 1441.58 \text{ W}$$

$$Nc = 1.44 \text{ KW}$$
- 6) Calcul de la puissance absorbée en sens (Mf)

$$Nf = Ff \times Vf$$

$$Nf = 137.28 \times 21.25 /60$$

$$Nf = 48.64 \text{ W}$$

$$Nf = 0.048 \text{ KW}$$

IV.3.2.9.2. Cas de perçage

<i>Perçage</i> : Puissance absorbée		
Vc = 14 m/min	m=0.01	n=-0.3
a = 12.5 mm	Kr=59°	θ = 6°
f = K.D ^{0.76}	C=950N/mm ²	Vf=67.77 m/min
f=0.033 x 25 ^{0.76}	f=0.38 mm	

- 1) Calcul des pressions spécifiques de coupe (Ks)

$$Ks=C (f / 2 \times \sin Kr)^n \times (1 \times \sin\theta)$$

$$K_s = 950(0.38/2 \times \sin 59)^{-0.3} \times (1 \times \sin 6)$$

$$K_s = 171.16 \text{ N/mm}^2$$

- 2) Calcul d'Effort principale de coupe (F_v)

$$F_v = k_s \times a \times D/4$$

$$F_v = 171.16 \times 0.38 \times 25/4$$

$$F_v = 406.51 \text{ N}$$

- 3) Calcul du moment de torsion appliqué au foret (M_t)

$$M_t = F_v \times D/2$$

$$M_t = 406.51 \times 25/4$$

$$M_t = 5081.38 \text{ N/mm}$$

- 4) Calcul de l'effort total d'avance (F_f)

$$F_f = (k_s \times f \times D \times \sin \kappa_r)/2$$

$$F_f = (171.16 \times 0.38 \times 25 \sin 59)/2$$

$$F_f = 696.89 \text{ N}$$

- 5) Calcul de la puissance absorbée du foret (M_c)

$$N_c = F_v \times V_c$$

$$N_c = (406.51 \times 14)/60$$

$$N_c = 94.85 \text{ W}$$

$$N_c = 0.094 \text{ KW}$$

- 6) Calcul de la puissance absorbée en sens (M_f)

$$N_f = F_f \times V_f$$

$$N_f = (696.89 \times 67.77) / 60$$

$$N_f = 787.14 \text{ W}$$

$$N_f = 0.78 \text{ KW}$$

IV.3.3. Calcul des conditions de coupe

L'objectif final est d'obtenir une pièce usinée dans de bonnes conditions. Pour cela il faut déterminer certains paramètres spécifiques :

- la vitesse de coupe : V_c .
- la vitesse d'avance : F .
- la profondeur de passe : a .

Les opérations	Donnés	Calcul de la vitesse de rotation	calcul de la vitesse d'avance	Calcul de la longueur de coupe	Calcul de temps technologique
Chariotage 1F	<p>Vc=100mm/min a=2 mm D=374.5 mm kr=95° f=0.25 mm L=16mm</p>	$N = \frac{1000 \times Vc}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{374.5 \times \pi}$ <p>N= 85.04 tr/min</p>	<p>Vf= f × N = 0.25 × 85.04 Vf= 21.26 mm/min</p>	<p>Lc= L+e. = 16+2+2 Lc= 20 mm</p>	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{20}{21.26}$ <p>Tt= 0.94 min.</p>
Chariotage 2E	<p>Vc=100mm/min a=2 mm D=280.8 mm kr=95° f=0.25mm L=38mm</p>	$N = \frac{1000 \times Vc}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{280.8 \times \pi}$ <p>N=113.41 tr/min</p>	<p>Vf= f × N = 0.25 x 113.41 Vf= 28.35 mm/min</p>	<p>Lc= L+e. = 38+2 Lc= 40 mm.</p>	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{40}{28.35}$ <p>Tt =1.41 min.</p>

Chariotage 2F/2	Vc=100mm/min a=1 D=280.8 kr=95° f=0.125 L=38	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{280.8 \times \pi}$ N=113.41 tr/min	Vf= f × N = 0.125 x 113.41 Vf= 14.18 mm/min	Lc= L+e. = 38+2 Lc= 40 mm	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ = $\frac{40}{14.18}$ Tt = 2.82 min.
Chariotage 2F	Vc=100mm/min a=0.4mm D=280.8mm kr=95° f=0.05 mm L=38mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{280.8 \times \pi}$ N=113.41 tr/min	Vf= f × N = 0.05 x 113.41 Vf= 5.67 mm/min	Lc= L+e. = 38+2 Lc= 40 mm	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ = $\frac{40}{5.67}$ Tt = 7.05 min.
Chariotage 3E	Vc=100mm/min a=2 mm D=180mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{180 \times \pi}$	Vf= f × N = 0.25 × 176.93 Vf= 44.23 mm/min.	Lc= L+e. = 6+2 Lc= 8 mm.	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ = $\frac{8}{44.23}$

	$\kappa_r=95^\circ$ $f=0,25 \text{ mm}$ $L=6\text{mm}$	$N=176.93 \text{ Tr/min}$			$T = 0.18 \text{ min.}$
Chariotage 3F/2	$V_c=100\text{mm/min}$ $a=1\text{mm}$ $D=180\text{mm}$ $\kappa_r=95^\circ$ $f=0,125\text{mm}$ $L=6\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times V_c}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{180 \times \pi}$ $N=176.93 \text{ Tr/min}$	$V_f = f \times N$ $= 0.125 \times 176.93$ $V_f = 22.12 \text{ mm/min.}$	$L_c = L + e.$ $= 6 + 2$ $L_c = 8 \text{ mm}$	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{8}{22.12}$ $T = 0.36 \text{ min.}$
Chariotage 3F	$V_c=100\text{mm/min}$ $a=0.4 \text{ mm}$ $D=180 \text{ mm}$ $\kappa_r=95^\circ$ $f=0.05 \text{ mm}$ $L=6\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times V_c}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{180 \times \pi}$ $N=176.93 \text{ Tr/min}$	$V_f = f \times N$ $= 0.05 \times 176.93$ $V_f = 8.75 \text{ mm/min.}$	$L_c = L + e.$ $= 6 + 2$ $L_c = 8 \text{ mm.}$	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{8}{8.75}$ $T = 0.90 \text{ min.}$
Alésage 4E	$V_c=100\text{mm/min}$ $a=2\text{mm}$ $D=168.27\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times V_c}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{168.275 \times \pi}$	$V_f = f \times N$ $= 0.25 \times 189.26$ $V_f = 47.25 \text{ mm/min}$	$L_c = L + e.$ $= 63.5 + 2$ $L_c = 65.5\text{mm.}$	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{65,5}{47.25}$

	$\text{kr}=95^\circ$ $f=0,25\text{mm}$ $L=63.5\text{mm}$	$N=189.26 \text{ tr/min}$			$T_t=1.39 \text{ min.}$
Alésage 4F/2	$V_c=100\text{mm/min}$ $a=1\text{mm}$ $D=168.275\text{mm}$ $\text{kr}=95^\circ$ $f=0,125\text{mm}$ $L=63.5\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times V_c}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{168.275 \times \pi}$ $N=189.26 \text{ tr/min}$	$V_f = f \times N$ $= 0.125 \times 189.26$ $V_f = 23.66 \text{ mm/min}$	$L_c = L + e.$ $= 63.5 + 2$ $L_c = 65.5\text{mm}$	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{65,5}{23.66}$ $T_t = 2.77 \text{ min.}$
Alésage4F	$V_c=100\text{mm/min}$ $a=0.4\text{mm}$ $D=168.275\text{mm}$ $\text{kr}=95^\circ$ $f=0,05\text{mm}$ $L=63.5\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times V_c}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{168.275 \times \pi}$ $N=189.26 \text{ tr/min}$	$V_f = f \times N$ $= 0.05 \times 189.26$ $V_f = 9.46 \text{ mm/min}$	$L_c = L + e.$ $= 63.5 + 2$ $L_c = 65.5\text{mm.}$	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{65,5}{9.46}$ $T_t = 6.92 \text{ min}$
Alésage5F	$V_c=100\text{mm/min}$ $a=2\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times V_c}{D \times \pi}$	$V_f = f \times N$ $= 0.25 \times 113.41$	$L_c = L + e + x.$ $= 10 + 2 + 2$	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$

	<p>D=148mm $\kappa r=95^\circ$ $f=0,25\text{mm}$ $L=38\text{mm}$</p>	$N = \frac{1000 \times 100}{148 \times \pi}$ <p>N=215.18 tr/min</p>	<p>$V_f = 53.79\text{mm/min}$</p>	<p>$L_c = 14\text{mm}$</p>	$T_t = \frac{14}{53.79}$ <p>Tt=0.98min.</p>
Chariotage6F	<p>$V_c = 100\text{mm/min}$ $a = 2\text{mm}$ $D = 306\text{mm}$ $\kappa r = 95^\circ$ $f = 0,25\text{mm}$ $L = 17\text{mm}$</p>	$N = \frac{1000 \times V_c}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{306 \times \pi}$ <p>N=104.07 tr/min</p>	<p>$V_f = f \times N$ $= 0.25 \times 104.07$ $V_f = 26.02\text{mm/min}$</p>	<p>$L_c = L + e.$ $= 17 + 2$ $L_c = 19\text{mm}$</p>	$T_t = \frac{L}{V_f}$ $= \frac{19}{26.02}$ <p>Tt= 0.73min.</p>
Chariotage 7F	<p>$V_c = 100\text{mm/min}$ $a = 2\text{mm}$ $D = 295.8\text{mm}$ $\kappa r = 95^\circ$ $f = 0.25\text{mm}$ $L = 16\text{mm}$</p>	$N = \frac{1000 \times V_c}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{295.8 \times \pi}$ <p>N= 107.66 tr.</p>	<p>$V_f = f \times N$ $= 0.25 \times 107.66$ $V_f = 26.92\text{mm/min}$</p>	<p>$L_c = L + e.$ $= 17 + 2$ $L_c = 19\text{mm}$</p>	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{19}{26.92}$ <p>Tt= 0.70min</p>

Alésage 8E	Vc=100mm/min a=2mm D=157.163mm kr=95° f=0.25mm L=38mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{157,163 \times \pi}$ N=202,64 tr/min	Vf= f × N =0.25 × 202,64 Vf= 50,66 mm/min	Lc=L+e. =38+2 Lc=40mm.	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{40}{50,66}$ Tt= 0,79 min.
Alésage 8F/2	Vc=100mm/min a=1mm D=157.163mm kr=95° f=0.125mm L=38mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{157,163 \times \pi}$ N=202,64 tr/min	Vf= f × N =0.125 × 202,64 Vf= 25.33 mm/min	lc=L+e. =38+2 Lc=40mm	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{40}{25,33}$ Tt= 1.58 min
Alésage 8F	Vc=100mm/min a=0.4mm D=157.163mm kr=95° f=0.05mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{157,163 \times \pi}$ N=202,64 tr/min	Vf= f × N =0.05 × 202,64 Vf= 10.13 mm/min	Lc=L+e. =38+2 Lc=40mm	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{40}{10,13}$ Tt= 3.94 min

	L=38mm				
Alésage 9F	Vc=100mm/min a=2mm D=142mm kr=95° f=0.25mm L=10mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{142 \times \pi}$ N= 224.27 tr/min	Vf= $f \times N$ = 0.25 × 224.27 Vf= 56.07 mm/min	Lc= L+e. = 10+2+2 Lc= 14 mm	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{14}{56.07}$ Tt= 0.25 min.
Dressage 10F	Vc=100mm/min a=2mm D=175mm kr=95° f=0.25mm L=8.91mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{175 \times \pi}$ N= 181.91 tr/min	Vf= $f \times N$ = 0.25 × 181.98 Vf= 45.49 mm/min	Lc= L+e. = 8.91+2+2 Lc= 12.91 mm	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{12.91}{45.49}$ Tt= 0.28 min.
Chanfrein 11F	Vc=100mm/min a=2mm D=157.163mm kr=95°	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{157 \times \pi}$ N= 202.64 tr/min	Vf= $f \times N$ = 0.25 × 202.64 Vf= 50.65 mm/min	Lc= L+e. = 1.154+2 Lc= 3.154 mm.	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{3.154}{50.65}$ Tt= 0.06 min.

	f=0.25mm L=1.154mm				
Dressage12F	Vc=100mm/min a=2mm D=306mm kr=95° f=0.25mm L=5.1mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{306 \times \pi}$ N= 104.07 tr/min	$Vf = f \times N$ $= 0.25 \times 104.07$ Vf= 26.02 mm/min	Lc= L+e. $= 5.1+2+2$ Lc= 9.1 mm	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{20}{21.26}$ Tt= 0.35 min.
Dressage13F	Vc=100mm/min a=2mm D=157.163mm kr=95° f=0.25mm L=7.58mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{157.163 \times \pi}$ N= 202.64 tr/min	$Vf = f \times N$ $= 0.25 \times 202.64$ Vf= 50.66 mm/min	Lc= L+e. $= 7.58+2$ Lc= 9.58 mm.	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{9.58}{50.66}$ Tt= 0.19 min
Dressage14F	Vc=100mm/min a=2mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$	$Vf = f \times N$ $= 0.25 \times 107.66$	Lc= L+e. $= 15.4+2$	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$

	D=295.8mm kr=95° f=0.25mm L=15.4mm	$= \frac{1000 \times 100}{295.8 \times \pi}$ N= 107.66 tr/min	Vf = 26.92 mm/min	Lc = 17.4 mm	$= \frac{17.4}{26.92}$ Tt = 0.65 min
Dressage 15F	Vc=100mm/min a=2mm D=374.5mm kr=95° f=0.25mm L=34.27mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{374.5 \times \pi}$ N= 85.04 tr/min	Vf = f × N = 0.25 × 85.04 Vf = 21.26 mm/min	Lc = L+e. = 34.25+2 Lc = 36.25 mm.	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{36.25}{21.26}$ Tt = 1.70 min
Dressage 16F	Vc=100mm/min a=2mm D=374.5mm kr=95° f=0.25mm L=46.85mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{374.5 \times \pi}$ N= 85.04 tr/min	Vf = f × N = 0.25 × 85.04 Vf = 21.26 mm/min	Lc = L+e. = 46.85+2 Lc = 48.85 mm	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{48.85}{21.26}$ Tt = 2.98 min
Dressage 17F	Vc=100mm/min a=2mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$	Vf = f × N = 0.25 × 189.26	Lc = L+e. = 22.27+2	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$

	$D=168.275\text{mm}$ $kr=95^\circ$ $f=0.25\text{mm}$ $L=22.27\text{mm}$	$= \frac{1000 \times 100}{168.275 \times \pi}$ $N= 189.26 \text{ tr/min}$	$Vf = 47.31 \text{ mm/min}$	$Lc = 24.27 \text{ mm}$	$= \frac{24.27}{47.31}$ $Tt = 0.51 \text{ min}$
Dressage 18F	$Vc=100\text{mm/min}$ $a=2\text{mm}$ $D=224\text{mm}$ $kr=95^\circ$ $f=0.25\text{mm}$ $L=22\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{224 \times \pi}$ $N = 1.42 \text{ tr/min}$	$Vf = f \times N$ $= 0.25 \times 1.42$ $Vf = 355.44 \text{ mm/min}$	$Lc = L + e.$ $= 22 + 2 + 2$ $Lc = 24 \text{ mm.}$	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{24}{355.44}$ $Tt = 0.07 \text{ min.}$
Dressage 19F	$Vc=100\text{mm/min}$ $a=2\text{mm}$ $D=180\text{mm}$ $kr=95^\circ$ $f=0.25\text{mm}$ $L=5.86\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{180 \times \pi}$ $N = 176.93 \text{ tr/min}$	$Vf = f \times N$ $= 0.25 \times 85.04$ $Vf = 44.23 \text{ mm/min}$	$Lc = L + e.$ $= 5.86 + 2$ $Lc = 7.86 \text{ mm}$	$Tt = \frac{Lc}{Vf}$ $= \frac{7.86}{44.23}$ $Tt = 0.17 \text{ min.}$

Chanfrein 20F	Vc=100mm/min a=mm D=168.275 kr=95° f=0.25mm L=0.577mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 100}{168.275 \times \pi}$ N= 189.26 tr/min	Vf= $f \times N$ $= 0.25 \times 189.26$ Vf= 47.31 mm/min	Lc= L+e. $= 0.577+2$ Lc= 2.577 mm	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{2.577}{47.31}$ Tt= 0.05 min.
perçage GF	Vc = 14m/min a = 12.5 mm Kr=59° f=0.38mm D=25mm L=16mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 14}{25 \times \pi}$ N= 178.34 tr/min	Vf= $f \times N$ $= 0.38 \times 178.34$ Vf= 67.77 mm/min	Lc= L+2 e+ longueurs coniques de foret $= 16 + 2 + 2 + 6.25\text{mm}$ Lc= 26.25 mm	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{26.25}{67.77}$ Tt= 0.38 Tt (10) = 3.8min
Perçage G1F+23F	Vc = 14m/min a = 5.125 mm Kr=59° f=0.38mm D=10.25mm L=16mm	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 14}{10.25 \times \pi}$ N=434.98 tr/min	Vf= $f \times N$ $= 0.38 \times 178.34$ Vf= 165.29 mm/min	Lc= L+2 e+ longueurs coniques de foret $= 16 + 2 + 2 + 2.56$ Lc= 22.56 mm	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{22.56}{165.29}$ Tt= 0.13 min

❖ perçage +26F G2F	$V_c = 14\text{m/min}$ $a = 4.25\text{ mm}$ $K_r = 59^\circ$ $f = 0.38\text{mm}$ $D = 8.5\text{mm}$ $L = 45\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 14}{8.5 \times \pi}$ $N = 524.54\text{ tr/min}$	$V_f = f \times N$ $= 0.38 \times 524.54$ $V_f = 199.32\text{ mm/min}$	$L_c = L + 2\text{ e+}$ longueurs coniques de foret $= 45 + 2 + 2.125$ $L_c = 49.125\text{ mm.}$	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{49.125}{199.32}$ $T_t = 0.24\text{ min}$ $T_t(12) = 2.95\text{ min}$
perçage G3F	$V_c = 14\text{m/min}$ $a = 5.5\text{ mm}$ $K_r = 59^\circ$ $f = 0.38\text{mm}$ $D = 11\text{mm}$ $L = 12\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 14}{11 \times \pi}$ $N = 405.32\text{ tr/min}$	$V_f = f \times N$ $= 0.38 \times 405.32$ $V_f = 154.02\text{ mm/min}$	$L_c = L + 2\text{ e+}$ longueurs coniques de foret $= 12 + 2 + 2.75$ $L_c = 16.75\text{ mm.}$	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{16.75}{154.02}$ $T_t = 0.10\text{ min}$ $T_t(2) = 0.2\text{ min}$
❖ perçage 29F	$V_c = 14\text{m/min}$ $a = 5\text{ mm}$ $K_r = 59^\circ$ $f = 0.38\text{mm}$ $D = 10\text{mm}$ $L = 61.5\text{mm}$	$N = \frac{1000 \times VC}{D \times \pi}$ $= \frac{1000 \times 14}{10 \times \pi}$ $N = 524.54\text{ tr/min}$	$V_f = f \times N$ $= 0.38 \times 524.54$ $V_f = 439.6\text{ mm/min}$	$L_c = L + 2\text{ e+}$ longueurs coniques de foret $= 61.5 + 2 + 2 + 2.5$ $L_c = 68\text{ mm.}$	$T_t = \frac{L_c}{V_f}$ $= \frac{68}{439.6}$ $T_t = 0.15\text{ min}$ $T_t = 0.3\text{ min}$

IV.3.4. Contrat de phase

On a établi des référence destiné à l'opérateur de machine outil. Ce document définit entre autre les cotes de fabrication de la pièce et comporte tous les renseignements utiles pour la réalisation d'une phase déterminée.

IV.3.4.1. Spécification des phases

On doit spécifier chaque phase d'après la gamme adoptée, en tenant compte :
Tableau IV.1

- Numéro de phase : (de 10 en 10, ce qui permet l'introduction d'une phase mal placée ou oubliée), désignation des phases et indication des sous-phases. énumération des surfaces usinées (ébauche, finition) .
- Machine-outil : indiquer seulement le type de machine .
- Echelon : préciser la qualification de l'opérateur .
- Croquis : précisé à l'aide d'un schéma, les opérations à effectuer .
- Outillage : citer l'outillage spécial, à prendre en magasin .
- Contrôle : citer le matériel spécial, à prendre en magasin .
- Temps : temps alloué d'après les feuilles d'instructions (temps calculé ou estimé).

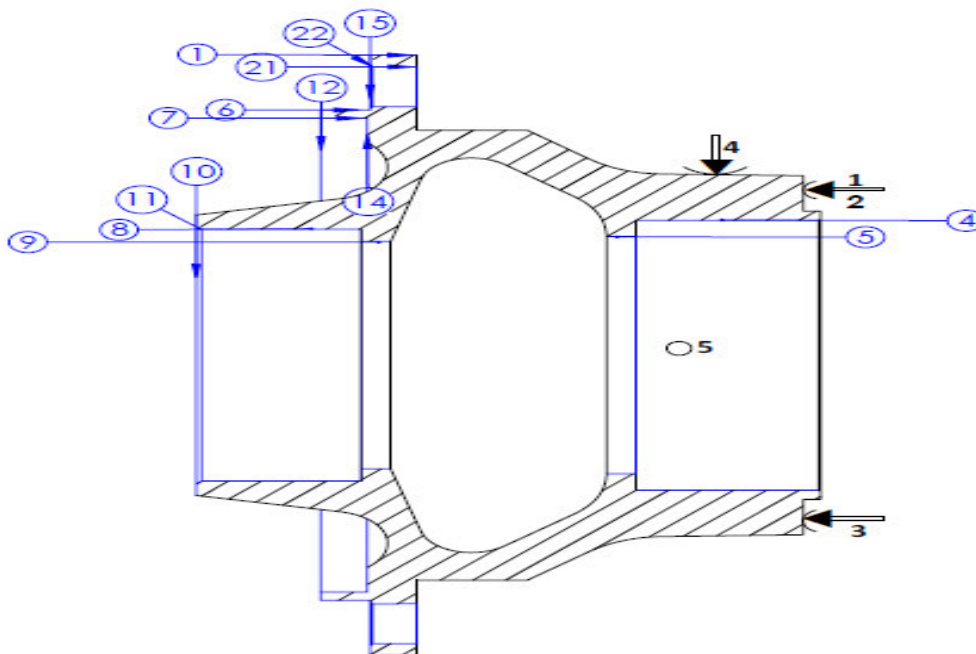


Figure. IV.18. Illustration de croquis sur un mandrin N°1.

Phase N° 200	Machine Tour	Pièce : Bride XS 150	Matière :		Date:2019
			Font66 ou font50	Brut : moulage en sable	Échelle 2/5
N° de phase	Désignation de phases, sous phases et opérations		Machine utilisée		Appareillage outil coupant
200	<p><u>Tournage et perçage :</u></p> <p>1 pièce au montage référentiel défini par :</p> <p>Appui plan sur 16 3N (1, 2,3)</p> <p>Appui linéaire sur B 2N (4,5)</p> <p>201 : Dressage 10F en finition CF1 = $140^{+0.4}_{+0.2}$ Ra=6.3</p> <p>202 : Dressage 12F en finition CF2= $97.5^{±0.4}$ Ra=6.3</p> <p>203 : Dressage 14F en finition CF3= $81^{+0.6}_{-0.1}$ Ra=6.3</p> <p>204 : Dressage 15F en finition CF4= $80.5^{±0.1}$ Ra=6.3</p> <p>205 : Chariotage 1F en finition CF5= $\sqrt{374.5^0_{-0.5}}$ Ra=6.3</p> <p>206 : Chariotage 6F en finition CF6= $\sqrt{306^{±0.26}}$ Ra=6.3</p> <p>207 : Alésage 7F en finition CF7= $\sqrt{295.8^{-0.098}_{-0.228}}$ Ra=6.3</p>		Un tour à commande numérique (DVT)	Mondrin N° 1	<p>-Outil à charioter en carbure DCLNR (droite et gauche)</p> <p>- Outil à dressé en carbure DCLNR</p> <p>-Forêt étager Ø25</p>

	<p>208 : Alésage 8E en ébauche $CF8 = \sqrt{154.683^{\pm 0.5}}$ Ra=3.2</p> <p>209 : Alésage 9F en finition $CF9 = \sqrt{142_0^{+1}}$ Ra=6.3</p> <p>210 : Alésage 5F en finition $CF10 = \sqrt{148_0^{+1}}$ en finition</p> <p>211 : Alésage 4E en ébauche $CF11 = \sqrt{165.795^{\pm 0.5}}$ Ra=3.2</p> <p>212 : chanfrein 11F en finition $CF12 = 2^{\pm 0.5} \times 30^\circ$ Ra=6.3</p> <p>213 : perçage et chanfrein GF en finition $CF13 = \varnothing 25H10$ et $1.25 \times 30^\circ$ R6.3</p>			
--	--	--	--	--

Tableau .IV.13. Analyse de fabrication mandrin N°1

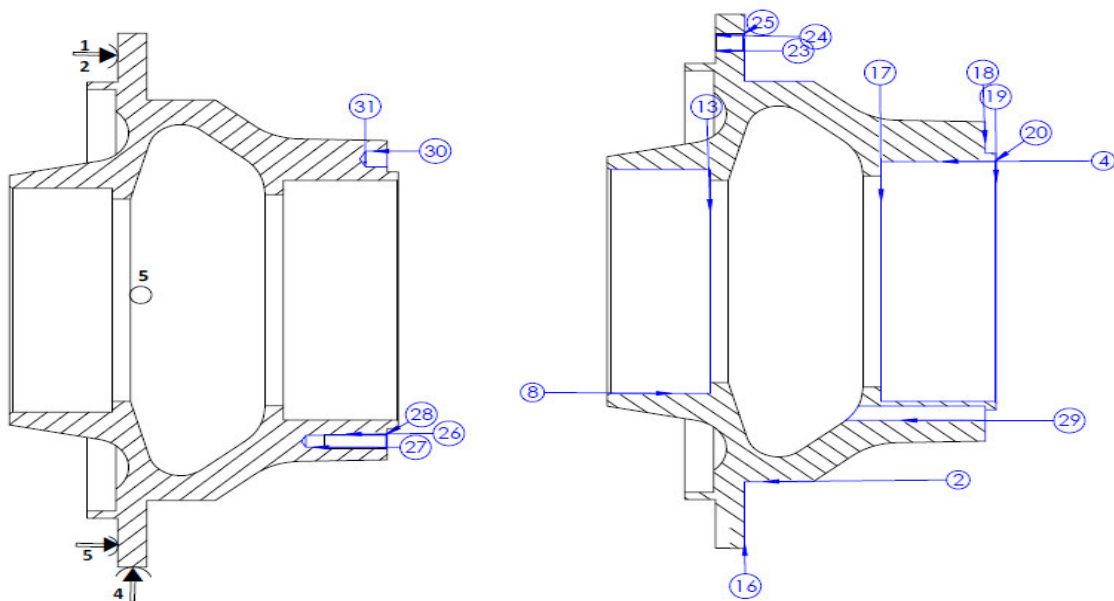


Figure .IV.19. Illustration de croquis sur un mandrin N°2.

Phase N° 200	Machine Tour	Pièce : Bride XS 150	Matière :		Date : 2019
			Font66 ou font50		Échelle 2/5
Brut : moulage en sable					
N° de phase	Désignation de phases sous phase et opération	Machine utilisée		Appareillage outil coupant	
200	<p>Changement de position avec le référentiel suivant:</p> <p>Appui plan sur 15 3N (1, 2,3)</p> <p>Appui linéaire sur 1 2N (4,5)</p> <p>214 : Alésage 8F/2 en demi-finition</p> <p>CF13=$v156.883^{+0.3}_{-0.2}$ Ra=3.2</p> <p>215 : Alésage 8F en finition</p> <p>CF14 =$v157.163^{-0.04}_{-0.08}$ Ra=3.2</p> <p>216: Dressage 13F en finition</p> <p>CF16=$85^{+0.9}_{-0.7}$ Ra=6.3</p> <p>217: Alésage 4F/2 en demi-finition</p> <p>CF20= $v167.795^0_{-0.5}$ Ra=3.2</p> <p>218 : Alésage 4F en finition</p> <p>CF21=$v168.275^{-0.04}_{-0.08}$ Ra=302</p> <p>219 : Dressage 17F en finition</p> <p>CF17=10^+2_0 Ra=6.3</p> <p>220 : Dressage 19F en finition</p> <p>CF19= $74.5^{+0.3}_{-0.3}$ Ra=6.3</p>	Un tour a commande numérique (DVT)		Mondrian N° 2	<p>-Outil à charioter en carbure DCLNR (droite et gauche)</p> <p>- Outil à dresse en carbure DCLNR</p> <p>-Forêt r v10 et v 11</p> <p>- Outils à perçage</p> <p>M10 et m12</p>

<p><u>221</u> : chanfrein 20F en finition CF27= $1^{\pm 0.5}$ x30° Ra=6.3</p> <p><u>222</u> : Chariotage 3E en ébauche CF22=$v182.4^{\pm 0.5}$ Ra=3.2</p> <p><u>223</u> : Chariotage 3F/2 en demi-finition CF23=$v180.4_0^{+0.5}$ Ra=3.2</p> <p><u>224</u> : Chariotage 3F en finition CF24=$v180_{-0.04}^0$ Ra=3.2</p> <p><u>225</u> : Dressage 18F en finition CF18= $68.5^{\pm 0.2}$ Ra=6.3</p> <p><u>226</u> : Chariotage 2E en ébauche CF25= $v283_{-0.3}^{+0.7}$ Ra=3.2</p> <p><u>227</u> : Chariotage 2F/2 en demi-finition CF26=$v281.5_{-0.3}^{+0.2}$ Ra=3.2</p> <p><u>228</u> : Chariotage 2F en finition CF27=$v280.8_{-0.081}^0$ Ra=3.2</p> <p><u>229</u> : Dressage 16F en finition CF15= $64.5^{\pm 0.6}$ Ra=6.3</p> <p><u>230</u> : perçage et Chanfrein G1F en finition suivie Taraudage 23F en finition CF28=M12 Ra=6.3</p> <p><u>231</u> : perçage et Chanfrein G2F en finition suivie Taraudage 26F en finition CF29=M10 Ra=6.3</p> <p><u>302</u> : perçage 29F en finition CF30=Ø10 Ra=6.3</p> <p><u>303</u> : perçage G3F en finition CF30=Ø11 Ra=6.3</p>			
---	--	--	--

Tableau. IV.14. Analyse de fabrication mandrin N°2 .

❖ Sismogrammes

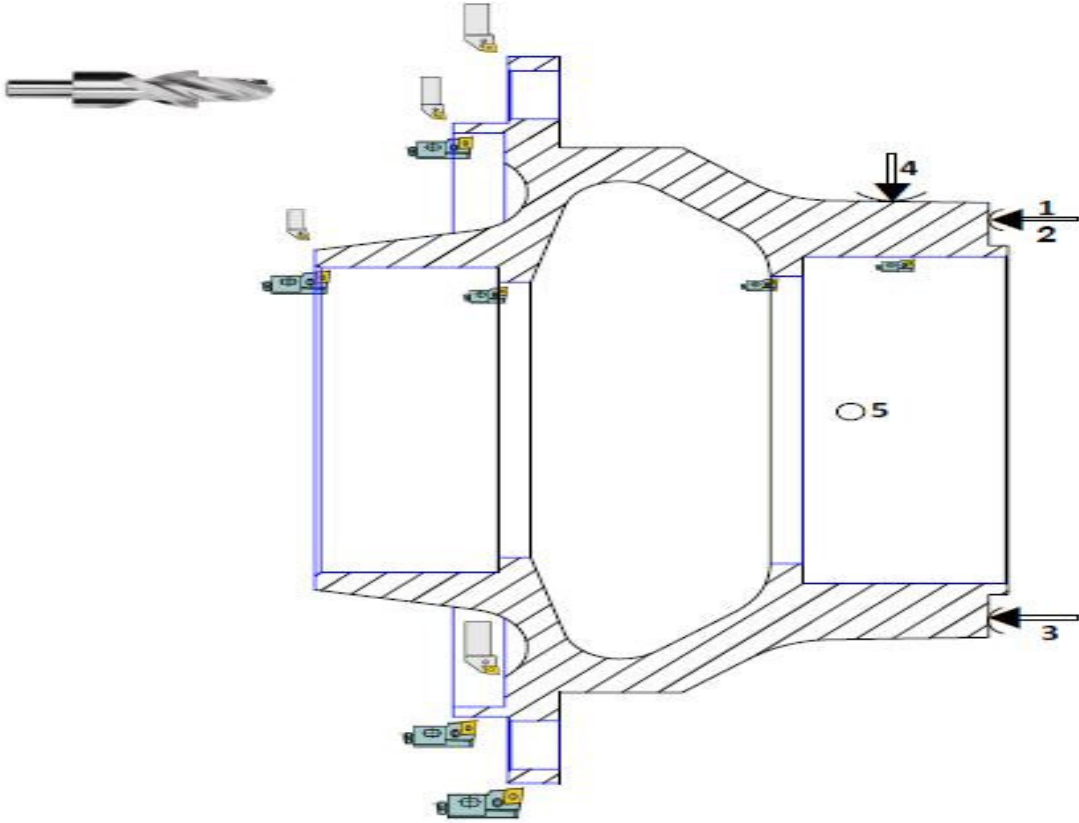


Figure. IV.20. Illustration d'un croquis de sismogramme sur le mandrin N°1.

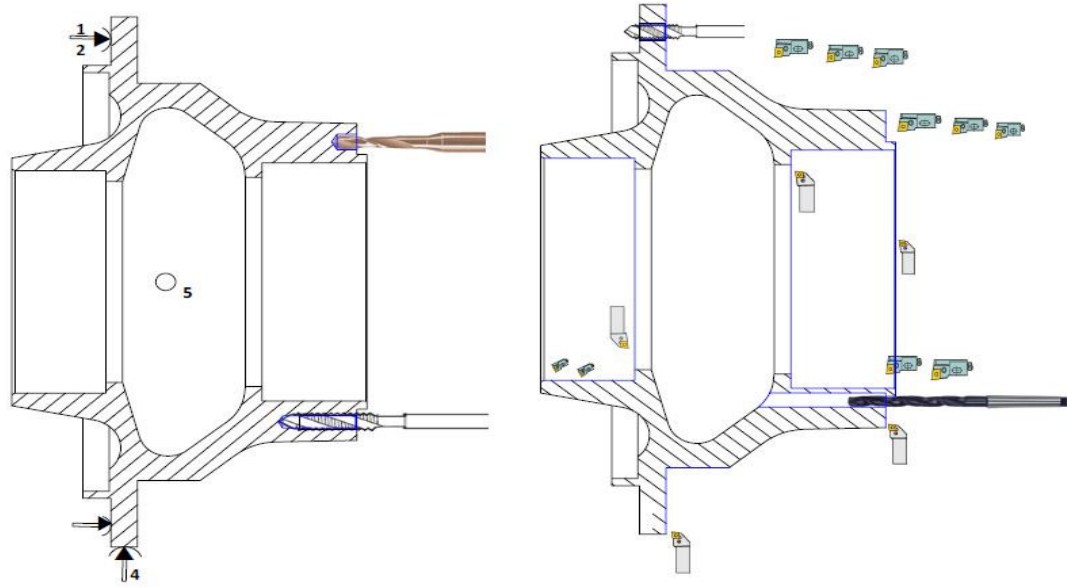


Figure .IV.21.Illustration d'un croquis de sismogramme sur le mandrin N°2

Machine : tour à command numérique	Etude de phase		Pièce : Moyeu pour pont arrière Ft 66 ou Ft 50							Date :2019			
	Phase : 200		Production :										
Désignation des opérations des sous phase Opération et élément de travail	Outillages :		Elément de coupe			Elément de phase				Temps en (C min)			
	D'usinage	contrôle	V mm/min	F mm/1tr	N Tr/min	A mm	Vf mm/min	Lc mm	P mm	Tt	Tm	Ttm	Tz
1-Prendre la pièce											5		
2-Positionner la pièce dans le montage T200 et Actionner le serrage de la pièce											10		
3 - Actionner le départ de cycle			100	0.25	85.04	2	21.26	20			2		
4 - cycle d'usinage										626.6			
5- contrôler la pièce												10	
6- démonter la pièce												10	
7- ébavurer la pièce													1

Totale	Tt	Tm	Ttm	Tz
T.O.P=673.6	626.6	17	20	10
T.O.P=673.6				

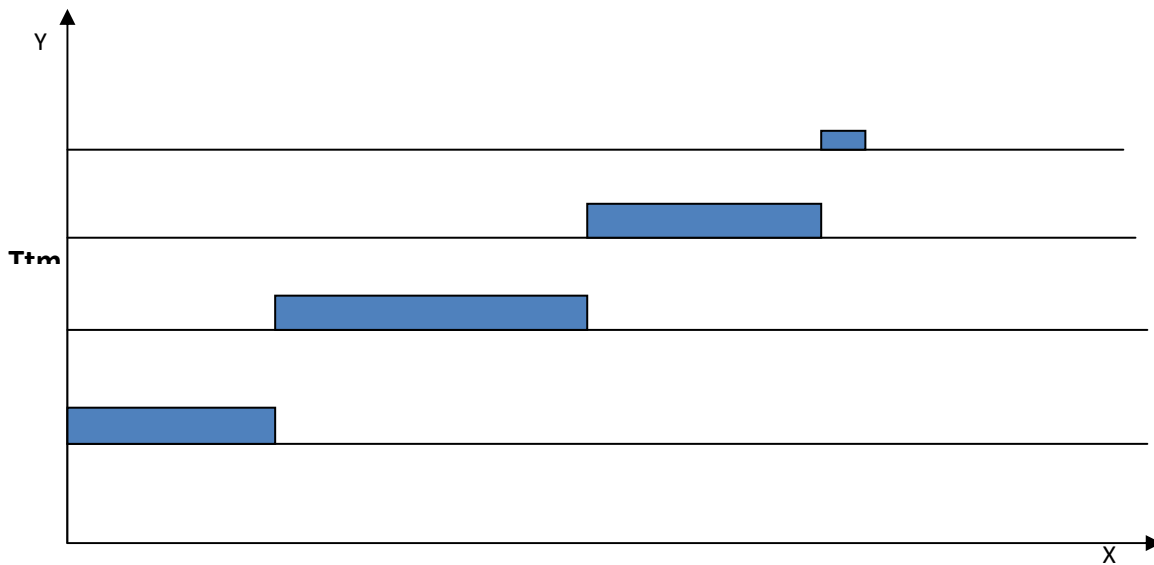


Figure.IV.22. Seismogramme phase 200

➤ **Conclusion**

Dans ce chapitre on a présenté de manière ordonnée toutes les phases détaillées pour la réalisation de pièces objet de cette étude , dont :principalement gamme de fabrication et détermination de tous les paramètres nécessaires et suffisants pour la réalisation.

Chapitre V :
Prévention et sécurité d'usinage

▪ Introduction

L'hygiène et la sécurité au travail doivent faire partie préoccupation constantes de l'employeur. Celui-ci doit veiller dans ces conceptions et dans ces réalisations à éliminer les causes d'accidents ou de maladies professionnelles, ainsi qu'appliquer strictement la législation vu les souffrances, les misères qu'ils représentent, en plus de la lourde charge pour l'économie d'un pays, et dont la plupart du temps les enquêtes prouvent que la majorité aurait pu être évités si les règles élémentaires d'hygiène et de sécurité dans le travail étaient respectées.

La législation de d'hygiène et de sécurité au le travail évolue dans le sens de la prévention et c'est dans le même sens que doit œuvrer l'employeur.

V.1. Définition de l'hygiène

L'hygiène est un terme médical, qui insiste sur la conservation de la santé au sein du milieu du travail et aussi d'assurer une bonne qualité de production.

V.2. Définition de la sécurité

La sécurité de travail a pour objectif principal (qui est primordial) de maintenir et de préserver le bon état des équipements et surtout la vie des employeurs. Et grâce aux procédures de la sécurité, entre autre, les affiches sans oublier, l'importance des consignes de sécurité. Qui permet d'indiquer les risques potentiels.

V.3. Les causes originelles des accidents du travail

V.3.1. Le facteur humain :

Il est à l'origine 60% des accidents du travail selon une estimation.

Les principales causes sont les suivantes :

- **l'âge** : le pourcentage d'accidents varie selon l'âge. Pour :
 - les jeunes travailleurs (inexpérience, inattention, etc.)
 - les personnes âgées (fatigue, lenteur des réflexes, etc.)
- **l'expérience** : ce sont les travailleurs les moins qualifiés et ceux qui n'ont aucune qualification qui sont les plus souvent victimes d'accident de travail.
- **Les causes physiologique** : par exemple ; l'acuité visuelle ou auditive insuffisant prédispose aux accidents.

Il faut citer bien sur la fatigue, qu'on estime qu'elle est à l'origine de 25% d'accident.

Elle peut avoir des origines diverses : sous-alimentation, le surmenage ; Et peut se manifester par de la somnolence, de l'inattention etc. un fait semble le prouver, le nombre d'accidents de travail augment vers 11 heures et 1 heure avant la cessation du travail selon des études. Pour certaines professions, l'importance des risques varie également avec les saisons : le froid de l'hiver, l'insolation de l'été, etc ,pour les métiers s'exerçant en plein air.

Pour conclure, indiquons qu'un travailleur dans une mauvaise condition physique est sujet plus qu'un autre aux accidents de travail.

V.3.2. Facteurs intellectuels

un manque de bon sens, d'attention, de mémoire, d'initiative, peut être à l'origine d'accidents graves.

V.3.3. Facteur affectifs

la joie, la tristesse, les ennuis modifient l'état normal d'un travailleur, il devient inattentif.

V.3.4. Le caractère

le téméraire (l'aventureux, l'imprudent) qui n'a peur de rien et l'indolent qui néglige les précautions élémentaires de sécurité sont les premières victimes des accidents de travail.

V.3.5. Les causes techniques

Les machines, appareils et outillages, les matières et produits utilisés et les conditions de travail sont souvent à l'origine d'accident de travail.

Il est impératif que l'employeur vérifie que chaque machine ou matière sujette à des manipulations soit pourvue des dispositifs de sécurité obligatoires, et que chaque travailleur doit connaître parfaitement les dangers des matériaux qu'il manipule et les machines qu'il utilise.

V.4. Les maladies professionnelles

Ce sont des maladies dont l'apparition est due, le plus souvent, à la nature des travaux professionnels. Elles ont pour origine les produits toxiques (plomb, mercure, benzol), les agents physiques (radiations, air comprimé), les poussières, les êtres vivants, microbes ou vers. Les principales maladies professionnelles reconnues ont fait l'objet de textes réglementaires.

V.5. Les conséquences des accidents de travail

- **Pour le travailleur**

Malgré que la loi lui accorde la possibilité de se soigner, les soins ne lui redonnent pas toujours son intégrité physique. Il sera peut être amené à abandonner un métier dont l'apprentissage a été long. L'indemnité qu'il percevra restera toujours à son gain journalier et ces conséquences seront encore plus graves s'il est en plus chargé de famille.

- **Pour l'employeur**

Le versement et du salaire intégral de la journée au travailleur accidenté peut être une machine hors d'usage et de la cotisation au titre des accidents du travail à la sécurité sociale grève lourdement la trésorerie de l'entreprise ceci, pour ce qui est du coût direct. Des études faites aux Etats-Unis ont abouti à la conclusion que le coût indirect des accidents de travail est le quadruple de leur coût direct. La valeur des salaires correspondants au temps perdu par l'arrêt.

- **Pour l'économie du pays**

En général, la collectivité et le contribuable en définitive, les accidents du travail représentent une lourde charge vu que la cotisation de sécurité sociale au titre des accidents de travail représente le salaire annuel de quelques cent mille travailleurs. Cette somme est incluse dans le prix de revient des produits divers.

V.6. Les remèdes aux causes originelles

- **Remèdes aux causes physiques**

afin de détecter certaines déficiences organiques (vue, ouïe, etc.), si le travailleur est atteint d'une affection contagieuse dangereuse pour les autres, une visite médicale sérieuse au recrutement est obligatoire. De plus, les salariés devront être tenus périodiquement à un examen médical.

- **Remèdes aux causes psychologiques**

Un examen psychotechnique au recrutement complétant la visite médicale obligatoire permettra, après avoir déterminé avec précision l'intelligence, la rapidité des réflexes, l'instabilité de caractère du travailleur, de le diriger vers l'activité qui lui convient le mieux.

- **Remèdes aux causes techniques**

Le montage, la disposition et la protection des machines qui sont à l'origine de nombreux accidents ainsi que la manipulation de matières d'œuvre ou produits dangereux doivent se faire dans des conditions assurant la sécurité des travailleurs. Conditions visant aussi l'aménagement général des ateliers et des chantiers (emplacements des machines, chauffage, éclairage, ventilation, etc.)

- **Remèdes aux causes immédiates**

Le personnel d'encadrement ou de maîtrise doit assumer une tâche essentielle : veiller à la sécurité des travailleurs en respectant lui-même les consignes, en donnant l'exemple. Il doit attirer l'attention sur les risques. Le travailleur est la première victime des accidents. Il a donc intérêt à connaître et à appliquer les mesures de sécurité, les dangers du métier qu'il exerce, à acquérir par un apprentissage sérieux un réflexe professionnel et à rejeter les préjugés qui veulent que toute mesure de sécurité soit inutile (ex : refus d'utiliser

Au chef d'entreprise retombe la responsabilité de mettre tout en œuvre pour que soit assurée la sécurité de tout le personnel (organisation du travail, protection des machines dangereuses etc.) et, par un contrôle vigilant, le respect des consignes de sécurité même s'il faut aller aux sanctions autorisée par la loi, contre le salarié qui ne respecte pas mesures obligation de sécurité.

V.7. La Prévention

➤ Définition

c'est l'amélioration des conditions de travail comme un Facteur de performance dans les systèmes de gestion des ressources .

Humaines.

Le but est d'améliorer l'état de santé des travailleurs en évitant .

L'appariation, le développement ou l'aggravation des accidents.

V.7.1. Démarche de prévention

- Éviter les risques .
- Évoluer les risques .
- Combattre les risques en générale .
- Adopter le travail à l'homme .
- Tenir compte d'évolution de la technique.
- Planifier la prévention toute en identifiant les risques .
- Corriger les dangers.
- Contrôler les moyens mis en place .

V.7.2. Les éléments de la prévention

Les éléments de la prévention communs à toutes les industries sont :

V.7.2. 1. l'aspect humain de la sécurité

- **Adaptation de l'homme au travail**
 - Aptitudes physique et psychiques ; orientation professionnelle.
 - Sélection professionnelle, perfectionnement .
 - Les factures d'usure, la fatigue.
- **Surveillance de la santé et des aptitudes**
 - Médecine de travail.
 - Organisation des secours, éducation du personnel
 - Règlement d'hygiène, etc.
- **Conditions physiques de la sécurité**
 - Embellissement des lieux de travail, etc.
- **Les moyens de la sécurité**
 - Esprit de sécurité, formation, etc.

V. 7.2. 2. L'aspect technique de la sécurité

- **La nature des risques**
 - les accidents mécaniques, physiques, chimique, maladies du travail .générales et locales.
- **moyens généraux de la prévention technique**
 - aménagement des bâtiments.
 - aménagement des locaux : facteurs d'ambiance, installation sanitaire.
 - Aménagement des ateliers : implantation rationnelle des ateliers, des machines, des postes de travail.
 - Adaptation de matériel au travail humain.
- **Le technicien de sécurité**
 - place dans l'entreprise, liaisons, attributions.

- rôle ; inspections et enquêtes, rapports, consignes, recherche de la suppression des risques ; détecteurs, signalisation, protection.
- mesures de prévention technique ; échelles, manutention, etc. lutte contre l'incendie.

V.8. Organisation de la sécurité

Pour créer un milieu de travail sain et sûr augmenter la production, et pour conserver la vie du personnel et diminuer au maximum les accidents, il faut installer un service de sécurité, dû à un système de mesures et des moyens techniques et organisationnelles qui limite l'influence des facteurs industriels dangereux sur les travailleurs et organisant la sécurité des équipements installés.

Pour que la sécurité puisse être bénéfique, il faut que les responsables du service concerné soient chargés de :

- Définir une politique de sécurité industrielle.
- La mise en place d'une structure prenant en charge cette politique et ses objectifs.
- De penser au développement de la fonction sécurité au sein de l'entreprise.
- Étudier les normes, consignes et procédures de sécurité spécifique à l'entreprise.
- Organisation des campagnes d'information à travers l'ensemble des travailleurs.
- Veillez au respect de l'application de toutes les consignes données par le service sécurité.
- Veillez à la normalisation du matériel de sécurité au sein de l'entreprise.

V.9. Sécurité au niveau de l'atelier

Dans le but d'assurer la sécurité du matériel et des personnes au sein de l'atelier mécanique, afin d'éviter tout incident lors de la manipulation du matériel, et pour garantir une gestion conforme à la raison de tous les ateliers, les constructeurs fournissent les consignes de sécurité.

Il est nécessaire pour les mécaniciens d'ateliers mécaniques, de respecter les méthodes de travail.

Chaque fois qu'il est recommandé ainsi, on peut éviter la détérioration de l'équipement et de respecter les instructions du constructeur qui se présentent comme suit :

- Maintenir la zone de travail où la machine sera démontée bien propre et bien rangée.
- Maintenir les outils propres et bien rangés pendant les travaux de remontage.
- Pour le serrage d'un boulon ou d'un écrou il faut utiliser la clé qui convient.

V.10. Sécurité du personnel

Pour bien défendre la vie et la santé du personnel d'exploitation et d'entretien, il existe des recommandations concernant la sécurité du personnel ; qui se basent surtout sur les instructions du constructeur lors de l'entretien.

- Ne jamais commencer les travaux sur la machine juste à l'arrêt.
- Isoler complètement la machine.
- Ne jamais faire des réglages pendant la machine de l'équipement dynamique.

- Lors des opérations d'entretien ou de production, il est nécessaire de porter des vêtements de protection, des lunettes de sécurité, des gants et autres équipements si les conditions l'exigent.
- L'utilisation d'outillage approprié, remplacement ou réparation de tout outil ou matériel cassé...

V.11. L'hygiène dans l'entreprise

- **Le personnel**
 - Les travailleurs doivent être propres et bien rasés.
 - Tenue vestimentaire pour l'ensemble des travailleurs (tablier).
- **Equipements**
 - Nettoyer avant et après chaque tranche de la machine de travail.
 - Toute la partie de la machine avec un chiffon.
 - Veiller à ce que la propreté de toutes les parties mobiles et fixe soit propre
- **Affichage et la signalisation en Entreprise**
 - **Les panneaux d'interdiction**

Lorsque des zones sont à accès réglementé ou dans lesquelles certaines actions sont interdites pour des raisons de sécurité, l'employeur a le devoir d'indiquer clairement ces règles à toute personne pouvant approcher de ces zones.

Voici quelques exemples d'interdiction pouvant être signalées :



Figure V.1. Les panneaux d'interdiction.

- **Les panneaux d'avertissement**

Lorsque des zones représentent un risque pour la santé des personnes qui pénètrent (immédiat ou différé, important ou bénin, permanent ou occasionnel), l'employeur a le devoir d'avertir les personnes de ces éventuels risques auxquels ils pourraient être confrontés.

Voici quelques exemples de panneaux d'avertissement pouvant être implantés :



Figure V.2. Les panneaux d'avertissement.

▪ Les panneaux d'obligation

Lorsque des zones représentent un risque pour les personnes et qu'un moyen permettant de le réduire ou le supprimer est à leur disposition, l'employeur a également le devoir d'obliger les personnes à utiliser ce moyen. C'est notamment le cas pour le port des équipements de protection individuelle (EPI).

Voici quelques cas de panneaux d'obligations pouvant être disposés à l'entrée de zones de travail :



Figure V.3. Les panneaux d'obligation.

V.12. Les éléments de sécurité sur notre machine

Différents éléments de sécurité sont disposés aux abords de la machine, ces sécurités à protéger les différents opérateurs qui ont accès à la machine ainsi que la machine en elle-même.

V.12.1. Appui sur le bouton d'arrêt d'urgence



Figure V.4. Bouton d'arrêt d'urgence

V12.2. Chandelle de sécurité

Deux chandelles de sécurité sont logées dans les montants. Elles interdisent la mise en marche de la presse lorsqu'elles sont posées entre la table et le coulisseau.

V.12.3. Rideaux de sécurité

Le laboratoire de la presse peut être de chaque côté de la machine par des rideaux liminaux sic. La descente du coulisseau est immédiatement arrêtée s'ils sont coupés par un objet quelconque (main de l'opérateur par exemple).



Figure V.5. Rideaux de sécurité.

➤ Conclusion

La législation de d'hygiène et de sécurité au le travail évolue dans le sens de la prévention et c'est dans le même sens que doit œuvrer l'employeur.

CONCLUSION

Conclusion

Cette étude a été profitable, elle nous a permis d'appliquer nos connaissances théorique et pratiques.

Le stage pratique que nous avons effectué au sein de l'entreprise nous a permis d'une part d'appréhender les difficultés que soulèvent la réalisation des études de conception mécanique et d'autre part de parfaire nos connaissances au mieux afin de comprendre le déroulement d'un processus complet de fabrication d'un produit.

Le travail tel qu'il est, ne s'agit pas d'un traité théorique très générale sur la réalisation de gamme fabrication de Bride XS 150, mais d'une étude succincte qui rassemble beaucoup de notions sur l'étude pratique et de faisabilité projet de fabrication.

Nous sommes convaincus de nos résultats qui apportés dans la réalisation de cette étude.

Notre souhait est que ce modeste travail puisse servir de support bibliographique pour les prochains projets de fin d'étude ayant un rapport avec le notre.

Dans la perspective de cette étude, nous souhaitons que ce projet soit finalisé par une réalisation pratique.

Bibliographies

- [1] guide de destinatoire industriel. Par André Chevalier (Hachâtes technique édition 2004).
- [2] Guide Pratique de Production. Par A.CHEVALIER, J.BOHAÏNE (Hachâtes technique édition 1994).
- [3] précis de méthodes d'usinage : méthodologie production et normalisation (Document de S.N.V.I' Bâtiment mécanique département de méthode).
- [4] la cotation fonctionnelle 2eme fascicule principe et application. R.DUROT, R.LAVAUD, J.VISART (Document de S.N.V.I' Bâtiment mécanique département de méthode) .
- [5] GUHRING QUI OFFRE PLUS (THE TOOL COMPANY EDITION 2006 * TARIF N° 40).
- [6] Prise en main de SolidWorks (tutoriel solidWorks. youtube)..
- [7] ETUDE d'une gamme de Fabrication d'un Bride XS 150 avant du camion K120.Mémoire de fin formation pour l'obtention d'un diplôme de technicien supérieur M.Dif lakhdar, M. hadj moussa Djaffar (KEBABI MOHAMED OUALI-BOUIRA promotion : 2013-2015)
- [8] document d'achat d'une machine HIESSAPP (Document de S.N.V.I' Bâtiment mécanique département de méthode).
- [9] Etude de fabrication Boitier porte joint. Mémoire de fin formation pour l'obtention d'un diplôme de technicien supérieur. MEDDAD Hamid (Centre de formation de Rouïba promotion : 2006-2008).
- [10] Etude de l'analyse de fabrication d'une cloche d'embrayage 163551. Mémoire de fin d'études vue de l'obtention du diplôme de fin d'études universitaires appliquées (D.E.U.A) en génie mécanique. Mr : KEZZOUL, HOUSSEYNE, HAMADOUCHE SAID, IMARAZENE LYES (UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU promotion : 2008).
- [11] www.fonderie-vincent.com