

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE MOULOU D MAMMERIE TIZ-OUZOU**

**FACULTE : GENIE DE CONSTRUCTION**  
**DEPARTEMENT : GENIE MECANIQUE**



**DOMAINE : PROFESSIONNEL**  
**FILIERE : GENIE MECANIQUE**  
**OPTION : FABRICATION**  
**MECANIQUE ET PRODUCTIQUE**

**Mémoire présenté pour l'obtention**  
**Du diplôme de Master Professionnel**

**Par:**  
**BELLEBIA Nassim**  
**AIT OUAMER Jugurta**

**Intitulé**

**Études et conception des organes de**  
**transmission d'une presse mécanique à**  
**excentrique**

**Devant le jury :**

**Président : Mr. HAKEM Ahmed**

**Encadreur : Mr. SAAL Mouhamed**

**Examinatrice : Mme. MANSOURI Lila**

**Année universitaire : 2016 /2017**

## REMERCIEMENT

Tout d'abord on remercie le bon Dieu tous puissant de la bonne santé, la volonté, et la patience qu'il nous a donné tout au long de nos études. On présente nos remerciements avec nos profonds respects à notre Promoteur Mr. SAAL pour son suivi, sa patience, ses conseils et son aide, tout le long de la réalisation de ce modeste travail. Mes remerciements s'adressent également au président de jury Mr. HAKEM et l'examinatrice de jury Mme. MANSOURI qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger notre travail à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

On tient à remercier tous les enseignants du département de mécanique. On termine par un grand remerciement à nos parents ainsi qu'à toute notre famille

# DEDICACE

*Je dédie ce mémoire:*

*-A ma très chère mère*

*-A mon cher père*

*-A mes frères et A mes très chères sœurs*

*-A mes neveux : Anis, Lyna , Aya, Ilyana, Kamilia et Melina*

*-A ma bien aimé Bahia*

*-A toute ma famille*

*-A mes camarades : Kamel, Ghiles, Fayçal et Nassim*

*Pour conclus, je le dédie à:*

*Tous les amis de U.M.M.T.O et tous les enseignants de la faculté génie de la construction.*

*Ait ouamer Jugurta*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Ma chère mère qui n'a vécu que pour me voir  
réussir dans ma vie et avoir un bon statut social.*

*Mon cher père qui m'a tout donné sans réserve.*

*Mon cher frère et Ma chère sœur.*

*Tous les enseignants du département de  
mécanique et A tous mes amis.*

*Bellebia Nassim*

# SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
----------------------------	---

## **PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE**

1. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE.....	3
2. OBJECTIF SOCIAL ET CHAMP D'ACTIVITÉ.....	4
3. PRINCIPALES MISSIONS ET ACTIVITÉS DE L'ENTREPRISE.....	4
3.1. DIRECTION GÉNÉRALE.....	4
3.2. UNITÉ FROID.....	4
3.3. UNITÉ CUISSON.....	4
3.4. UNITÉ CLIMATISEUR.....	5
3.4. UNITÉ SANITAIRE.....	5
3.6. FILIALE FILAMP.....	5
4. POLITIQUE DE L'ENTREPRISE.....	8
4.1. POLITIQUE QUALITÉ.....	8
4.1.1. ENGAGEMENT DE LA DIRECTION.....	8
4.1.2. SES OBJECTIFS.....	8
4.2. POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE.....	8

## **GÉNÉRALITÉS SUR LES DIFFÉRENTES PRESSES MÉCANIQUES ET LEURS EQUIPEMENTS**

I.1. INTRODUCTION.....	10
I.2. LES DIFFÉRENTES PRESSES MÉCANIQUES.....	10

I.2.1 LE MODE DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE.....	10
I.2.1.1 LES PRESSES MÉCANIQUES.....	10
I.2.1.2 LES PRESSES HYDRAULIQUES.....	11
I.2.2 LA FORME DU BÂTI.....	12
I.2.2.1 PRESSES À COL DE CYGNE.....	12
I.2.2.2 PRESSES À ARCADE.....	12
I.2.2.3 PRESSES À MONTANTS DROITS.....	13
I.2.2.4 PRESSES À COLONNES.....	13
I.2.2.5 PRESSES À TABLE MOBILE ET BIGORNE.....	14
I.2.3 LE NOMBRE DE COULISSEAUX.....	14
I.2.3.1 PRESSE À SIMPLE EFFET.....	14
I.2.3.2 PRESSE À DOUBLE EFFETS.....	14
I.2.3.3 PRESSE À TRIPLE EFFETS.....	15
I.3 FONCTIONNEMENT DES PRESSES MÉCANIQUES.....	16
I.3.1 L'ÉNERGIE.....	16
I.3.2 LES MÉCANISMES DE COMMANDE.....	16
a. SYSTÈME BIELLE-MANIVELLE.....	16
b. SYSTÈME EXCENTRIQUE.....	17
c. SYSTÈME À GENOUILLÈRE.....	18
d. SYSTÈME À CAME.....	18
I.3.3 L'EMBRAYAGE.....	19
I.3.3.1 EM..RAYAGE À CLAVETTE TOURNANTE.....	19
I.3.3.2 EMBRAYAGE À FRICTION À COMMANDE ÉLECTROPNEUMATIQUE.....	20

I.4 LES OUTILS DE PRESSES.....	20
I.4.1 ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DES OUTILS DE PRESSES.....	20
I.4.1.1 LE POINÇON.....	20
I.4.1.2 LA MATRICE.....	21
I.4.1.3 LA DÉPOUILLE.....	21
I.4.1.4 L’AFFÛTAGE.....	21
I.4.2 DIFFÉRENTS TYPES D’OUTILS DE PRESSE.....	22
I.4.2.1 OUTILS À DÉCOUPER.....	22
a. OUTIL À DÉCOUVERT.....	22
I.4.2.2 OUTIL À CONTRE-PLAQUE.....	23
a. OUTIL À CONTRE-PLAQUE À ENGRENAGES.....	23
b. OUTIL À CONTRE-PLAQUE À COUTEAU.....	24
I.4.2.3 OUTIL À PRESSE À BANDE.....	24
I.4.2.4 OUTIL SUISSE.....	25
I.4.2.5 OUTILS DE REPRISE.....	26
I.4.2.6 OUTILS DE DÉTOURAGE.....	26
a. DÉTOURAGE NORMAL.....	26
b. DÉTOURAGE À RAS.....	27
c. DÉTOURAGE-POINÇONNAGE.....	27
I.4.2.7 OUTILS À CAME.....	28
I.4.2.8 OUTILS D’EMBOUTISSAGE.....	29
a. OUTIL D’EMBOUTISSAGE SANS SERRE-FLAN.....	29
b. OUTIL D’EMBOUTISSAGE À SERRE-FLAN.....	29

I.4.2.9 OUTIL DE CAMBRAGE.....	30
a. OUTIL DE CAMBRAGE EN V.....	30
b. OUTIL DE CAMBRAGE EN U.....	31
c. OUTIL DE CAMBRAGE EN ÉQUERRE.....	31
I.4.3 OUTIL À SUIVRE.....	32
I.5 MONTAGE DES OUTILS SUR LES PRESSES.....	33
I.5.1 PETITE PRESSE.....	33
I.5.2 GROSSE PRESSE.....	34
I.6 CONCLUSION.....	34

<b>ETUDE DU BESOIN ET PROPOSITION DES SOLUTIONS</b>
---

II.1. INTRODUCTION .....	36
II.2. DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUE DE LA MACHINE.....	36
II.3. CHAÎNE CINÉMATIQUE.....	37
II.4. SCHÉMA CINÉMATIQUE.....	37
II.5. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	38
II.6. PROBLÉMATIQUE.....	38
II.7. PRÉSENTATION DE L'ANCIENNE SOLUTION.....	39
II.7.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	39

II.8. SOLUTIONS PROPOSÉ .....	40
II.8.1. SOLUTION N°1 : GOUPILLES.....	40
II.8.1.1. AVANTAGES.....	41
II.8.1.2. INCONVÉNIENTS.....	41
II.8.2. SOLUTION N°2 : CLAVETAGE.....	41
II.8.2.1. AVANTAGES.....	42
II.8.2.2. INCONVÉNIENTS.....	42
II.8.3. SOLUTION N°3 : CANNELURES.....	42
II.8.3.1. AVANTAGES.....	43
II.8.3.2. INCONVÉNIENTS.....	43
II.9. CONCLUSION.....	43

<b>GENERALITES ET CARACTERISATIONS DES ACIERS</b>
---

III.1.INTRODUCTION.....	45
III.2.IDENTIFICATION DES ACIERS.....	45
III.2.1.ACIERS AU CARBONE.....	45
III.2.1.1. DÉFINITION.....	45
III.2.1.2. STRUCTURES DES ACIERS.....	46
III.3 LES ÉLÉMENTS D'ADDITION.....	47

III.3.1 UTILISATION DU SYSTÈME FER-CARBONE DANS L'INDUSTRIE.....	47
III.3.2 INFLUENCE DES ÉLÉMENTS D'ADDITION.....	48
III.4 TYPES D'ACIERS.....	49
III.4.1 ACIERS ORDINAIRES.....	49
a. PROPRIÉTÉS DES ACIERS ORDINAIRES.....	50
b. DÉSIGNATION DES ACIERS ORDINAIRES.....	50
c. DOMAINES D'UTILISATION.....	51
III.4.2 ACIERS A OUTILS.....	51
III.4.3 ACIERS INOXYDABLES.....	51
III.4.4 ACIERS DE TRAITEMENT THERMIQUE.....	52
a. ACIERS NON ALLIÉS.....	52
b. ACIERS ALLIÉS.....	53
III.5 CARACTÉRISTIQUE DE L'ACIER FAIBLEMENT ALLIÉ 42CRMO4.....	54
III.5.1 DÉSIGNATION.....	54
III.5.2 COMPOSITION CHIMIQUE.....	54
III.5.4 PROPRIÉTÉ MÉCANIQUE.....	54
III.5.5 PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES.....	55
III.5.6 DOMAINES D'APPLICATION.....	55
III.6 CONCLUSION.....	55

<b>ETUDE ET CONCEPTION DU PIGNON</b>
--------------------------------------

IV.1 INTRODUCTION.....	57
------------------------	----

IV.2. DÉFINITION D'UN ENGRENAGE.....	57
IV.3. ENGRENAGES À DENTURE HÉLICOÏDALE.....	57
IV.3.1. DÉFINITION DE QUELQUES CARACTÉRISTIQUES.....	57
IV.3.2. AVANTAGE.....	59
IV.3.3. CARACTÉRISTIQUE.....	59
IV.4 CHOIX DU MATÉRIAU.....	60
IV.5. CALCUL ET APPLICATION.....	61
IV.5.1 DONNÉES.....	61
IV.5.2 CHAINE CINÉMATIQUE.....	62
IV.6. CALCULE DU COUPLE.....	63
IV.7. DIMENSIONS DU PIGNON.....	66
IV.8. EFFORT AGISSANTES SUR LA DENT DU PIGNON.....	66
IV.8.1. FORMULES.....	67
IV.8.2.APPLICATION NUMÉRIQUE.....	68
IV.9. CONCEPTION DU PIGNON.....	69
IV.10. CONCLUSION.....	69

<b>ÉTUDE ET CONCEPTION DE LA SOLUTION RETENUE</b>
---

V.1 INTRODUCTION.....	71
V.2 PRÉSENTATION DE LA SOLUTION RETENUE.....	71
V.2.1. DÉFINITION.....	71
V.2.2 FONCTION.....	72
V.3 TYPES DE CLAVETTES.....	72

V.3.1.LES CLAVETTES PARALLÈLES.....	73
V.3.2.MISE EN SITUATION DES DIFFÉRENTES DIMENSIONS.....	74
V.3.3. TOLÉRANCES DES DIFFÉRENTES DIMENSIONS.....	74
V.3.4.DÉSIGNATION NORMALISÉE DES CLAVETTES PARALLÈLES.....	75
V.4.CHOIX DU MATÉRIAU.....	76
V.5.CALCUL ET DIMENSIONNEMENT DE LA CLAVETTE.....	76
V.5.1.DONNÉES.....	76
V.5.2.VÉRIFICATION AU CISAILLEMENT.....	76
V.5.3.APPLICATION NUMÉRIQUE.....	77
V.5.4.VÉRIFICATION AU MATAGE.....	78
V.5.5.APPLICATION NUMÉRIQUE.....	79
V.5.6.VÉRIFICATION DE L.....	79
V.5.7.APPLICATION NUMÉRIQUE.....	79
V.6.RÈGLES PRATIQUES.....	79
V.7.MÉTHODES D'OBTENTIONS DES RAINURES.....	80
V.7.1.L'ARBRE.....	80
V.7.2.MOYEU.....	80
V.8. TORSION D'UN ARBRE MUNI D'UNE RAINURE DE CLAVETTE.....	81
V.8.1. MATÉRIAU DE L'ARBRE.....	81
V.8.2.DONNÉES.....	81
V.8.3. VÉRIFICATION À LA TORSION.....	81
V.8. CONCLUSION.....	83
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	84



# LISTES DES FIGURES

<b>Figure. 1:</b> Organigramme de l'entreprise ENIEM .....	6
<b>Figure. 2 :</b> Organigramme de l'unité froid.....	7
<b>Figure. I.1 :</b> Principe du système Bielle-Manivelle .....	11
<b>Figure. I.2 :</b> presse mécanique .....	11
<b>Figure. I.3 :</b> Presse hydraulique .....	11
<b>Figure. I.4 :</b> Presse à col de cygne .....	12
<b>Figure. I.5 :</b> Presse à arcade .....	13
<b>Figure. I.6 :</b> Presse à montant droit.....	13
<b>Figure. I.7 :</b> Presse à colonne .....	14
<b>Figure. I.8 :</b> Presse à table mobile et bigorne.....	14
<b>Figure. I.9 :</b> Presse à double effets.....	15
<b>Figure. I.10:</b> Presse à arcade d'emboutissage à triple effet .....	15
<b>Figure. I.11:</b> Principe de fonctionnement de la presse à triple effets .....	15
<b>Figure. I.12 :</b> Système bielle-manivelle .....	16
<b>Figure. I.13 :</b> Principe du système excentrique.....	17
<b>Figure. I.14 :</b> Exemple du système excentrique dans une presse .....	17
<b>Figure. I.15 :</b> Exemple de système à genouillère.....	18
<b>Figure. I.16 :</b> Principe du Système à came .....	19
<b>Figure. I.17 :</b> Système d'embrayage à clavette tournante.....	19
<b>Figure. I.18 :</b> Système d'embrayage à friction à commande électropneumatique .....	20
<b>Figure. I.19:</b> L'Ensemble poinçon – matrice .....	21
<b>Figure. I.20 :</b> Dimensions d'une dépouille .....	21
<b>Figure. I.21 :</b> Principe d'un affûtage.....	22
<b>Figure. I.22 :</b> Géométrie de l'outil à découvert simple.....	22
<b>Figure. I.23:</b> Outil à découvert à butées.....	23
<b>Figure. I.24:</b> Principe de l'outil à contre-plaque à engrenage.....	23
<b>Figure. I.25:</b> Système d'outil à contre - plaque à couteau.....	24

## LISTES DES FIGURES

<b>Figure. I.26:</b> Outil à presse à bande .....	25
<b>Figure. I.27:</b> Principe d'un outil suisse .....	25
<b>Figure. I.28:</b> Guidage du flan sur un outil de reprise par diverses façons .....	26
<b>Figure. I.29:</b> Outils de détournage normal .....	27
<b>Figure. I.30:</b> Outils de détournage à ras .....	27
<b>Figure. I.31:</b> Outils de détournage-poinçonnage .....	28
<b>Figure. I.32:</b> Schéma de principe d'un poste à came dans un outil .....	28
<b>Figure. I.33:</b> Outils à came .....	28
<b>Figure. I.34:</b> Principe du travail d'un outil d'emboutissage sans serre-flan .....	29
<b>Figure. I.35:</b> Outil d'emboutissage à serre-flan, placé sur une presse à simple effet .....	30
<b>Figure. I.36:</b> Outil d'emboutissage à serre-flan, placé sur une presse à double effets. ....	30
<b>Figure. I.37:</b> Exemple d'outil de cambrage en V .....	31
<b>Figure. I.38:</b> Exemple d'outil de cambrage en U .....	31
<b>Figure. I.39:</b> Exemple d'outil de cambrage en équerre .....	32
<b>Figure. I.40:</b> Exemple d'un outil à suivre avec sa mise en bande .....	32
<b>Figure. I.41:</b> Schéma d'une presse automatique .....	33
<b>Figure. I.42:</b> Système de fixation des semelles sur un plateau de presse .....	33
<b>Figure. I.43:</b> Plateau de la presse .....	33
<b>Figure. I.44:</b> Système de fixation de la partie supérieure de l'outil .....	34
<b>Figure. I.45:</b> Coulisseau et plateau rainurés sur les grosses presses .....	34
<b>Figure. II.1 :</b> Presse mécanique .....	36
<b>Figure. II.2 :</b> Schéma cinématique .....	37
<b>Figure. II.3 :</b> Pièce endommagé .....	38
<b>Figure. II.4 :</b> Bague de serrage .....	39
<b>Figure. II.5 :</b> Schématisation de la bague de serrage .....	40
<b>Figure. II.6 :</b> Solution N°1 .....	41

## LISTES DES FIGURES

<b>Figure. II.7 :</b> Solution N°2 .....	42
<b>Figure. II.8 :</b> Solution N°3 .....	43
<b>Figure. III.1:</b> Diagramme d'équilibre fer-carbone .....	45
<b>Figure. III.2:</b> Microstructure d'un acier hypoeutectoïde .....	46
<b>Figure. III.3:</b> Structure perlitique .....	46
<b>Figure. III.4:</b> Microstructure d'un acier hypereutectoïde.....	47
<b>Figure. IV.1 :</b> Différents types d'engrenages .....	57
<b>Figure. IV.2 :</b> Caractéristiques de la roue hélicoïdale .....	58
<b>Figure. IV.3 :</b> Transmission par courroie trapézoïdale droite.....	62
<b>Figure. IV.4 :</b> Efforts agissantes sur la denture hélicoïdale.....	67
<b>Figure. IV.5 :</b> Efforts appliqué sur la dent .....	68
<b>Figure. IV.6 :</b> Vue de face du pignon .....	69
<b>Figure. IV.7 :</b> Vue de gauche du pignon.....	69
<b>Figure. V.1:</b> Le clavetage .....	71
<b>Figure. V. 2 :</b> Formes des clavettes parallèles .....	73
<b>Figure. V. 3 :</b> Différents dimensions.....	74
<b>Figure. V. 4 :</b> Clavette soumise au matage .....	78
<b>Figure. V. 5:</b> Obtention des rainures sur l'arbre .....	80
<b>Figure. V. 6:</b> Obtention des rainures sur le moyeu .....	80
<b>Figure. V. 7:</b> Dimension de la rainure.....	82

# LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau .II.1:</b> Caractéristique de la presse 31D.....	37
<b>Tableau .II.2:</b> Composants de la transmission.....	40
<b>Tableau.III.1:</b> Influence des principaux éléments d’addition sur les caractéristiques des aciers.....	49
<b>Tableau III.2:</b> Aciers d’usage général.....	50
<b>Tableau III.3:</b> Aciers non allié.....	53
<b>Tableau III.4:</b> Composition chimique de l’acier faiblement allié.....	54
<b>Tableau .IV.1:</b> Données utilisées.....	61
<b>Tableau .IV.2:</b> Resultats des calcules.....	65
<b>Tableau .IV.3:</b> Caracteristiques de la roue helicoidale.....	66
<b>Tableau .V.1:</b> Types des clavettes.....	73
<b>Tableau .V.2:</b> Tolérances.....	74
<b>Tableau .V.3:</b> Principales dimensions normalisées.....	75
<b>Tableau .V.4:</b> Données utilisées.....	76
<b>Tableau .V.5:</b> Données utilisées.....	81

# **INTRODUCTION GENERALE**

# Introduction générale

La formation de l'ingénieur mécanicien requiert la réalisation de projets mettant en œuvre des organes de machine. Un tel projet fait appel à plusieurs disciplines d'études, elle nécessite une phase de calcul et de dimensionnement suivi d'une phase de conception et de dessin.

Tout projet mécanique doit impérativement respecter des normes de secteur et valoriser les expériences antérieures. Ce genre de travail est nécessaire pour la réalisation, mais aussi primordial dans le cas d'une maintenance ou d'une panne.

Dans le cadre de notre travail, on se propose de réaliser un projet de maintenance pour une transmission mécanique d'utilisation générale. Cette transmission est une partie très essentielle d'une presse sise au niveau de l'usine de l'ENIEM en panne à cause d'une rupture de la liaison de l'arbre de transmission et du pignon.

Ce projet est une occasion pour nous d'illustrer par ce cas pratique une méthodologie de conception basée sur le calcul d'organes de la machine.

L'objectif de ce projet est de déterminer les causes principales de cette panne et d'essayer de proposer des solutions adéquates et disponibles.

Afin de mener à bien ce projet nous avons choisi de répartir le travail en cinq chapitres principaux qui sont :

Le travail débutera par une introduction générale, suivie d'une présentation détaillée de l'entreprise (ENIEM).

**Le chapitre I**, est consacré à des généralités sur les différentes presses mécaniques et leurs équipements.

**Le chapitre II**, inclut la présentation de notre presse, la problématique et les solutions proposées.

**Le chapitre III** : est consacré à des généralités et caractérisation des aciers, notre pièce est réalisée avec l'acier faiblement allié.

**Le chapitre IV**, ce chapitre présente l'étude et conception du pignon.

**Le chapitre V**, c'est la base de ce travail, l'étude et la conception de la solution retenue.

Le travail ainsi effectué, nous permet de tirer une conclusion générale et des perspectives.

# **PRESENTATION DE L'ENTREPRISE**

## **1. Présentation de l'entreprise [1]**

L'Entreprise Nationale des Industries Électroménagères ENIEM est née après la restriction de l'entreprise mère SONELEC le 02 janvier 1983. Cette dernière a été renommée en Août 1971.

En 1989, l'entreprise a connu une baisse brusque de production due à la concurrence du marché. Cette situation a provoqué sa transformation, en société par action dont le but est d'améliorer la recherche et le développement de ses produits, à l'échelle nationale.

Connu aujourd'hui, le leader de l'électroménager en Algérie, et cela, dans divers domaines tels que :

- La climatisation, la cuisson, la réfrigération et la conservation (Oued Aissi).
- Sanitaire (Miliana).
- Filiale lampe (Mohammedia).

Elle est située dans la zone industrielle AISSAT IDIR de Oued Aissi, à 7 Km du chef-lieu de la wilaya Tizi-Ouzou, à proximité de la route nationale. Ce qui facilite son accès. Sa direction générale est située à la sortie sud-ouest, de la ville de Tizi-Ouzou.

Le champ d'activité de l'entreprise ENIEM consiste en la conception, la fabrication et la commercialisation des produits électroménagers, ainsi que la prise en charge de la fonction service après-vente.

Actuellement, l'entreprise ENIEM est constituée de :

- La direction générale (D.G).
- L'unité froid (U.F).
- L'unité cuisson (U. Cuis).
- L'unité climatisation (U.C.L).
- L'unité prestation technique (U.P.T).
- L'unité commerciale (U.C).
- L'unité sanitaire (U.S).
- La filiale FILAMP.

L'entreprise ENIEM aujourd'hui a une importante gamme de production, ces produits sont :

- Les réfrigérateurs petit et grand modèle (R.P.M et R.G.M).
- Le congélateur vertical.
- Le combiné.
- Cuisinières à 4 et 5 feux.
- Climatiseurs

Ces produits sont destinés au grand public et la distribution se fait par des agents agréés dont la liste se trouve au niveau de l'unité commerciale (Département vente).

## **2. Objectif social et champ d'activité**

ENIEM est leader de l'Electroménager en Algérie, elle possède des capacités de production et une expérience de plus, de 30 ans dans la fabrication et le développement dans les différentes branches de l'électroménager, notamment :

- Les appareils ménagers domestiques,
- Les appareils des collectivités,
- Les lampes d'éclairage,
- Les produits sanitaires.

Elle assure également la commercialisation et le service Après-Vente de ses appareils.

## **3. Principales missions et activités de l'entreprise**

### **3.1 Direction générale**

La direction générale est responsable de la stratégie et du développement de l'entreprise. Elle exerce son autorité hiérarchique et fonctionnelle sur l'ensemble des directions et des unités.

### **3.2 Unité froid**

La mission globale de l'unité est de produire et développer les produits froids domestiques. Ses activités sont:

- Transformation des tôles.
- Traitement et revêtement des surfaces (peinture, plastification).
- Injection plastique et polystyrène.
- Fabrication de pièces métalliques.
- Isolation.
- Thermoformage.
- Assemblage.

### **3.3 Unité cuisson**

La mission principale de l'unité est de produire et développer la cuisson à gaz électrique ou mixte et tout produit de technologie similaire.

Ses activités sont :

- Transformation de la tôle.
- Traitement et revêtement de surface (Zingage, Chromage).

- Assemblage.

### **3.4 Unité climatiseur**

La mission globale de l'unité est de développer les produits de climatisation. Ses activités sont:

- La Transformation.
- Le Traitement et revêtement de surface (peinture).
- Assemblage.

### **3.5 Unité sanitaire**

L'unité sanitaire de Miliana est acquise par l'entreprise ENIEM en l'an 2000.

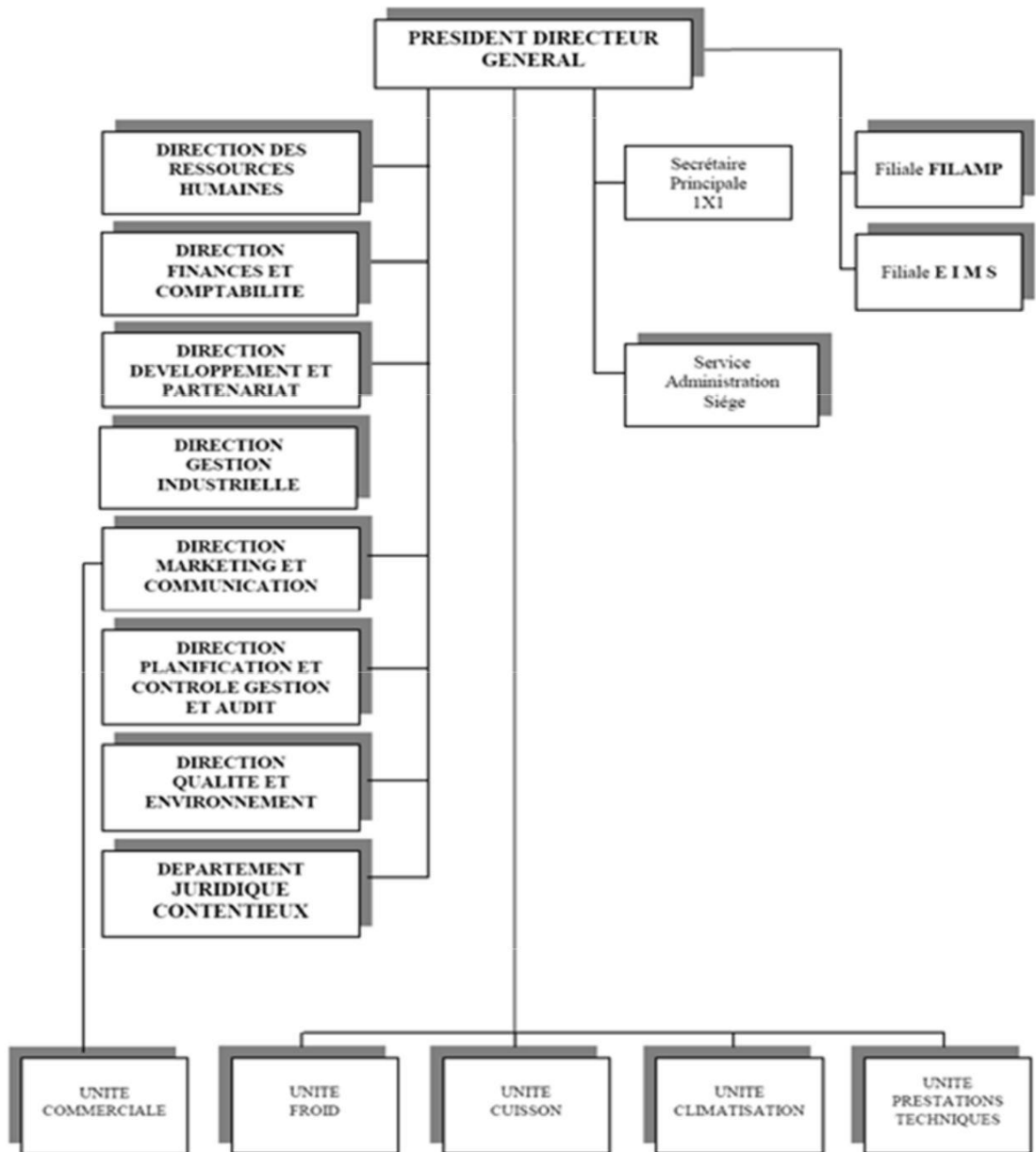
Elle n'entre pas dans le champ de certification de l'entreprise.

La mission globale de l'unité est de produire et développer les produits sanitaires (baignoires, lavabos ...).

### **3.6 Filiale Filamp**

L'Unité Lampe de Mohammedia (U.L.M) qui a démarré en février 1979, pour fabriquer des lampes d'éclairage domestique ainsi que des lampes de réfrigérateurs. Cette unité est devenue une filiale à 100%, à l'ENIEM, le 01/01/1997. Cette filiale est dénommée «FILAMP».

**ORGANIGRAMME GENERAL DE L'ENIEM**



**Figure. 1:** Organigramme de l'entreprise ENIEM.

Organigramme de l'unité froid :

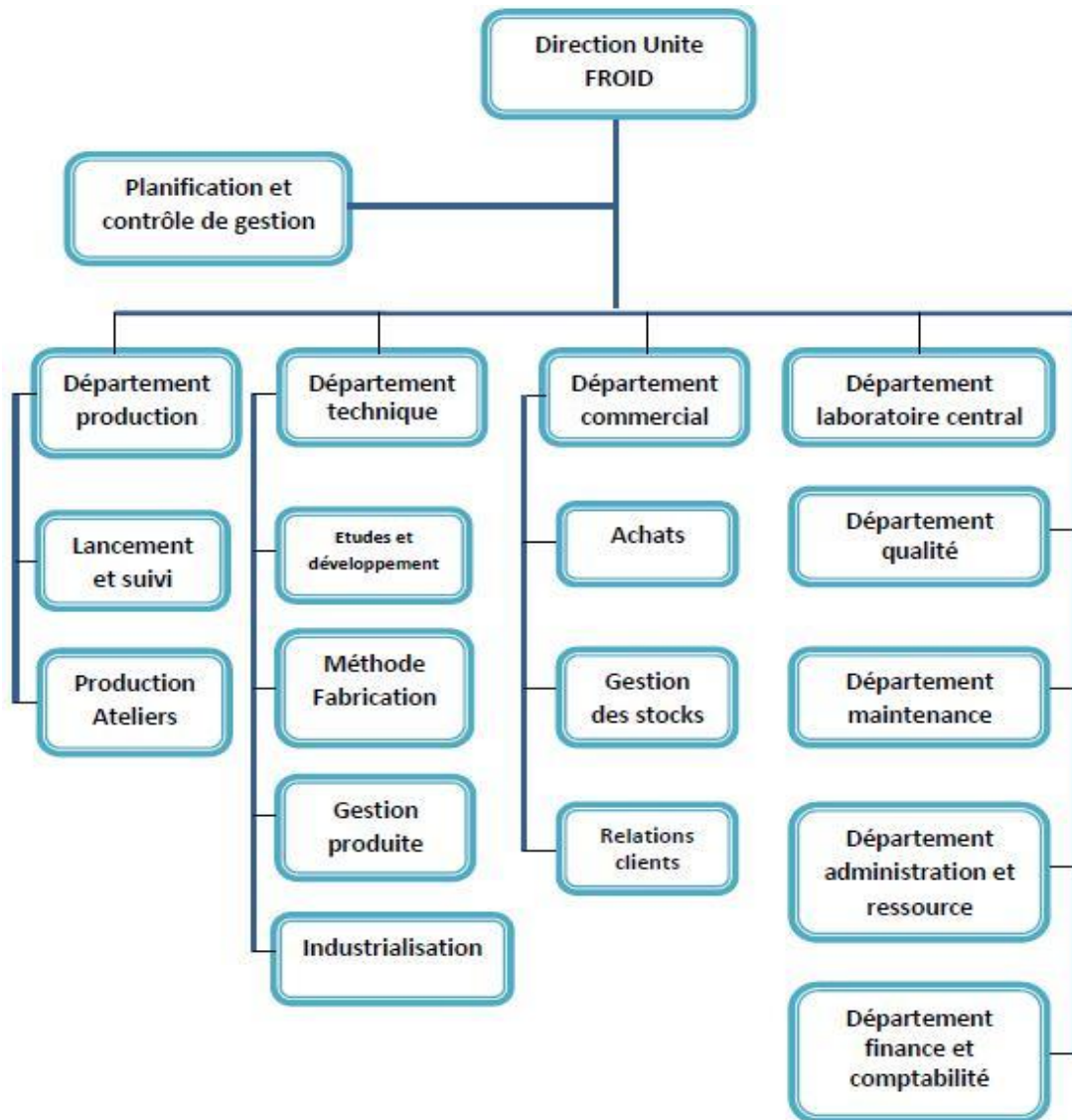


Figure. 2 : Organigramme de l'unité froid.

## **4. Politique de l'entreprise**

L'ENIEM est certifiée ISO 14001/2004 ENVIRONNEMENT et ISO 9001/2008 QUALITÉ.

### **4.1. Politique qualité**

L'entière satisfaction durable du client constitue pour l'entreprise, l'objectif principal. Face aux enjeux économiques, l'ENIEM a mis en œuvre et développer un système de management, de la qualité conforme au référentiel international ISO 9001/2008.

Cette politique qualité basée sur l'amélioration continue des processus se manifeste par la volonté de la Direction Générale à :

- Comprendre les besoins présents et futurs de ses clients et y répondre efficacement en mettant à leur disposition des produits et des services compétitifs.
- Développer la culture de l'entreprise et le professionnalisme de son personnel.
- Améliorer en continu, l'efficacité du système management de la qualité.

#### **4.1.1. Engagement de la direction**

Pour mettre en œuvre sa politique, la Direction Générale de l'ENIEM s'engage à :

- Se conformer aux exigences légales et réglementaires, en vigueur.
- Appliquer et respecter les dispositions et procédures établies.
- Fournir les ressources nécessaires pour atteindre ses objectifs.

#### **4.1.2. Ses objectifs**

Pour faire aboutir les missions précitées, l'ENIEM se fixe les objectifs suivants :

- Accroître la satisfaction des clients.
- Améliorer les compétences du personnel.
- Réduire les rebuts.
- Augmenter la valeur de la production.
- Améliorer le chiffre d'affaire.

## **4.2. Politique environnementale**

La politique environnementale de l'ENIEM s'inscrit dans le développement durable en intégrant un management proactif dans le domaine de la protection de l'environnement. Pour y parvenir, l'ENIEM se base sur la prévention de toute pollution, la préservation des ressources, la sensibilisation et la formation, la responsabilisation et l'implication de son personnel. Pour cela, l'ENIEM a décidé de s'engager dans une démarche volontaire d'amélioration continue, en mettant en place un système de management environnemental, selon le référentiel ISO 14001/2004. La direction générale met à disposition, les moyens nécessaires pour la réussite de ce projet.

**CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LES  
DIFFÉRENTES PRESSES MÉCANIQUES ET  
LEURS EQUIPEMENTS**

## **GÉNÉRALITÉS SUR LES DIFFÉRENTES PRESSES MÉCANIQUES ET LEURS ÉQUIPEMENTS**

### **I.1 Introduction**

Dans l'industrie, plus généralement en construction mécanique, les transformations de métaux en feuilles, passent par plusieurs étapes, et cela nécessite des machines spéciales, comme dans le cas de l'emboutissage, poinçonnage, ... etc.

Ces machines sont appelées « **Presses** » constituées d'un ensemble d'organes mécaniques conçus pour réaliser différents travaux par déformations plastiques, sur des métaux en feuilles (tôles).

### **I.2 Les Différentes Presses Mécaniques [2]**

Les presses mécaniques sont classées suivant plusieurs paramètres, les principaux sont :

- ✓ Le mode de transmission d'énergie ;
- ✓ Le nombre de coulisseaux ;
- ✓ La forme du bâti.

#### **I.2.1 Le mode de Transmission d'Énergie**

Selon le mode de transmission d'énergie, on distingue deux types de presses :

- ✓ Les presses mécaniques ;
- ✓ Les presses hydrauliques.

##### **I.2.1.1 Les Presses Mécaniques**

Dans ce type de presse, l'énergie nécessaire au travail de formage des tôles, est fournie par un volant d'inertie, entraîné par un moteur électrique, sous forme d'énergie cinétique.

Cette énergie est ensuite transmise au coulisseau, en un mouvement de translation, grâce à un système bielle-manivelle (**vilebrequin** ou **excentrique**) imprime le mouvement au coulisseau. On appelle point mort bas **PMB**, la distance minimale entre la table et le coulisseau, et point mort haut **PMH**, la distance maximale. La course du coulisseau est égale à deux fois le rayon de la manivelle (voir la Figure **I.1**).

Les presses mécaniques sont d'une plus grande rapidité de fonctionnement, elles sont plus répandues, car elles permettent d'atteindre des cadences élevées.

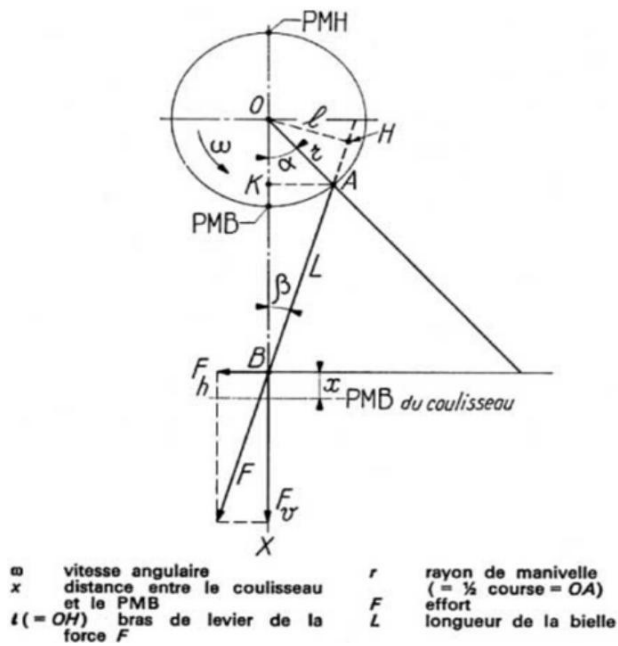


Figure. I.1 : Principe du système Bielle-Manivelle.



Figure. I.2 : Presse Mécanique.

### I.2.1.2 Les Presses Hydrauliques

Les presses hydrauliques sont comparables aux presses mécaniques, pour la partie structurale. La différence entre ces deux presses est présentée selon les deux modes essentiels suivants:

- ✓ Il s'agit du mode d'action du coulisseau, et celui du moyen de production de l'énergie nécessaire au formage ;

La presse hydraulique contient un coulisseau solidaire d'un vérin alimenté par un groupe hydraulique, et de ce fait, l'effort nominal (**pression de la pompe/surface du piston**) peut être, à l'inverse des presses mécaniques, appliqué en n'importe quel point de la course.



Figure. I.3 : Presse Hydraulique.

## **I.2.2 La forme du bâti**

### **I.2.2.1 Presses à Col de Cygne**

Les presses à col de cygne sont employées pour tous les travaux de découpage, d'ajourage, de pliage et souvent pour des petites pièces, de grandes séries.

La forme en col de cygne rend la table et le coulisseau très accessibles. Ces presses sont souvent inclinables de 30° en arrière, ce qui permet une évacuation aisée des pièces par gravité. Sous charge, le bâti se déforme élastiquement et provoque un déplacement angulaire des deux parties de l'outil, préjudiciable à leur bon fonctionnement. De ce fait, les bâtis à col de cygne sont réservés aux presses développant au maximum 2 000 KN d'effort.



**Figure. I.4 :** Presse à Col de Cygne.

### **I.2.2.2 Presses à Arcade**

Les presses à arcade sont assemblées sur un bâti monobloc rigide. Elles sont dotées d'une puissance allant jusqu'à 300 Tonnes-force. Ce qui leur permet de supporter des efforts importants tout en assurant une grande précision dans le guidage des outils. Ainsi parfois, elles sont à simple ou à double effets.

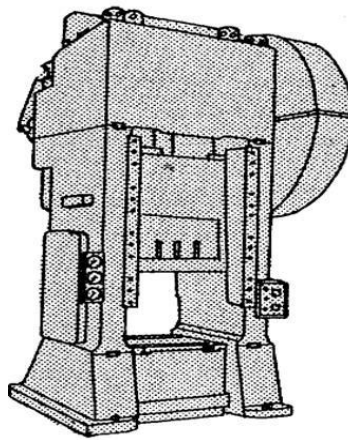
Le système de construction adopté sur les presses à bâti en arcade, a l'avantage d'éviter le phénomène de déflexion. Ces presses permettent non seulement de limiter considérablement les déformations de la structure, mais, également de réduire les délais de maintenance des outils utilisés pour l'usinage, tout en donnant au produit, un haut degré de finition.



**Figure. I.5 :** Presse à Arcade.

### **I.2.2.3 Presses à Montants Droits**

Les presses à montants droits ont un bâti qui se compose de trois (03) éléments : la **Table**, les **Montants** et le **Chapiteau**, sont reliés par des tirants, en acier serrés à chaud. Les distances entre le Chapiteau, la Table et celles entre les montants, sont choisies, selon la mission ou le travail, à exécuter. Ayant de grandes puissances et étant robustes, ces presses peuvent atteindre des dimensions importantes.



**Figure. I.6 :** Presse à Montant droit.

### **I.2.2.4 Presses à Colonnes**

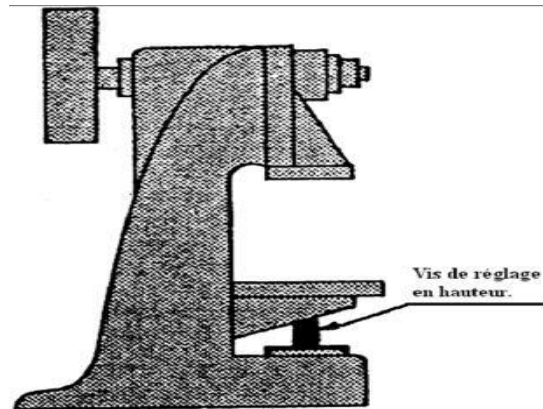
À cadence élevée, les presses à colonnes sont employées beaucoup plus, pour le forgeage et le matriçage. Ces presses sont équipées de quatre(04) colonnes cylindriques, liant la partie supérieure et la partie inférieure de la presse. L'entraînement du coulisseau est réalisé par les quatre (04) colonnes.



**Figure. I.7 :** Presse à Colonne.

### **I.2.2.5 Presses à Table Mobile et Bigorne**

Ce sont des presses équipées d'une table mobile et réglable en hauteur, ce qui autorise le montage d'outil, d'une hauteur importante. Par une simple rotation de la table, permettra le montage et l'utilisation de la bigorne qui permet d'effectuer des poinçonnages latéraux, de gros emboutis.



**Figure. I.8 :** Presse à Table Mobile et Bigorne.

## **I.2.3 Le nombre de coulisseaux**

### **I.2.3.1 Presse à Simple Effet**

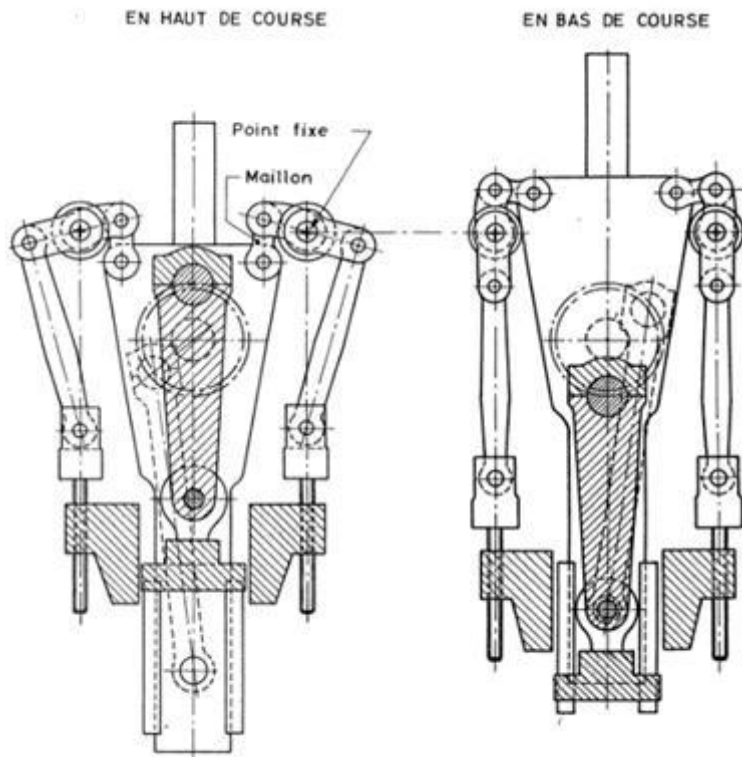
Il s'agit d'une presse qui ne comporte qu'un seul coulisseau actionné par une ou plusieurs bielles. Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise, équipées d'un coussin inférieur, destiné à assurer l'effet du serre-flan, elles couvrent ainsi toute la gamme des efforts allant de **10** jusqu' à **30 000 KN**.

### **I.2.3.2 Presse à Double Effets**

À double effets, ces presses comportent deux (02) coulisseaux, un coulisseau serre-flan guidé par le bâti en arcade, et, guidant le coulisseau plongeur, qui supporte le poinçon.

Le coulisseau qui porte le serre-flan entre en contact en premier avec la tôle, pour assurer le serrage avant que, le poinçon amorce sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail de poinçonnage.

Les deux (02) coulisseaux sont actionnés par le même arbre moteur à l'aide d'un mécanisme, qui procure deux cinématiques différentes.



**Figure. I.9 :** Presse à Double Effets.

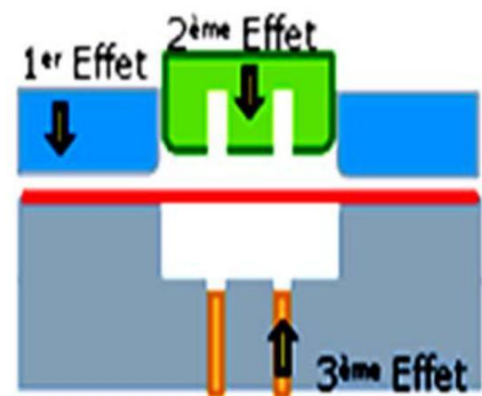
### I.2.3.3 Presse à Triple Effets

De principe similaire à celui du double effets, possédant en plus un troisième coulisseau inférieur, qui a sa propre cinématique. La presse à triple effets est utilisé fréquemment, pour la carrosserie, qui nécessite des contre-emboutis, peu profonds.

L'avantage quant à l'utilisation des presses à triple effets, c'est d'éviter une opération de reprise sur une autre presse.



**Figure. I.10:** Presse à Arcade d'Emboutissage à Triple Effet



**Figure. I.11:** Principe de fonctionnement de la Presse à Triple Effets

### **I.3 Fonctionnement des Presses Mécaniques**

Le principe de fonctionnement d'une presse mécanique, est à base d'énergie fournie par un moteur électrique, cette dernière est emmagasinée par un volant. Puis, elle est transmise au coulisseau par l'intermédiaire d'un mécanisme approprié, qui permet son bon fonctionnement.

#### **I.3.1 L'Énergie**

Le volant d'inertie, qui a emmagasiné l'énergie fournie par le moteur, en cède une quantité d'énergie pendant l'opération de formage. Ce qui se traduit par un ralentissement du volant. Au début de l'opération, le volant doit avoir récupéré la totalité de l'énergie dépensée, sous peine de subir un ralentissement de plus en plus important pouvant, à la limite, le conduire à l'arrêt complet.

#### **I.3.2 Les Mécanismes de commande**

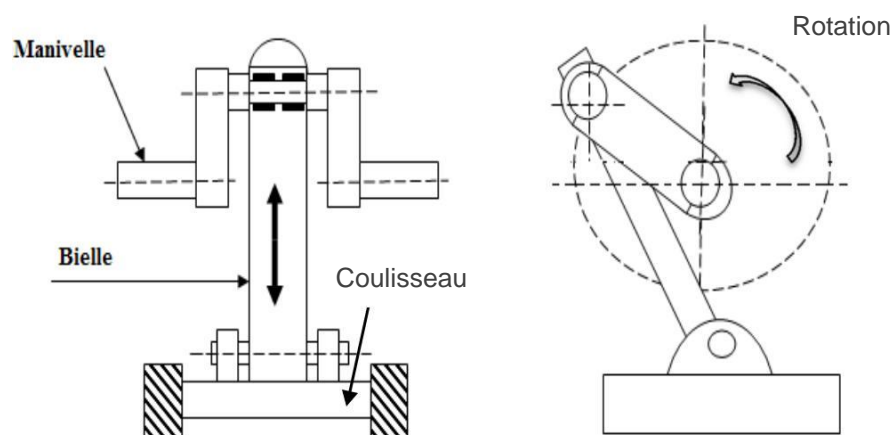
Ils permettent de transformer le mouvement circulaire uniforme du moteur, en mouvement rectiligne alternatif du coulisseau, en utilisant les systèmes suivants :

##### **a. Système Bielle-Manivelle**

Il s'agit d'un système mécanique de transformation de mouvement, qui transmet le mouvement au coulisseau. Ce système se base sur quatre (04) éléments principaux :

- ✓ Une bielle ;
- ✓ Une manivelle ou bien un vilebrequin ;
- ✓ Un coulisseau ;
- ✓ Un bâti.

La transformation du mouvement se fait par la rotation continue du vilebrequin autour de son axe, qui transmettra ainsi, un mouvement rectiligne alterné, pour le coulisseau.



**Figure. I.12 :** Système Bielle-Manivelle.

**b. Système Excentrique**

Il s'agit d'un mécanisme donnant au coulisseau un mouvement rectiligne, en se rapprochant, et, s'éloignant de l'axe de rotation de l'arbre. Ce système transforme un mouvement de rotation, en un mouvement de translation oscillatoire.

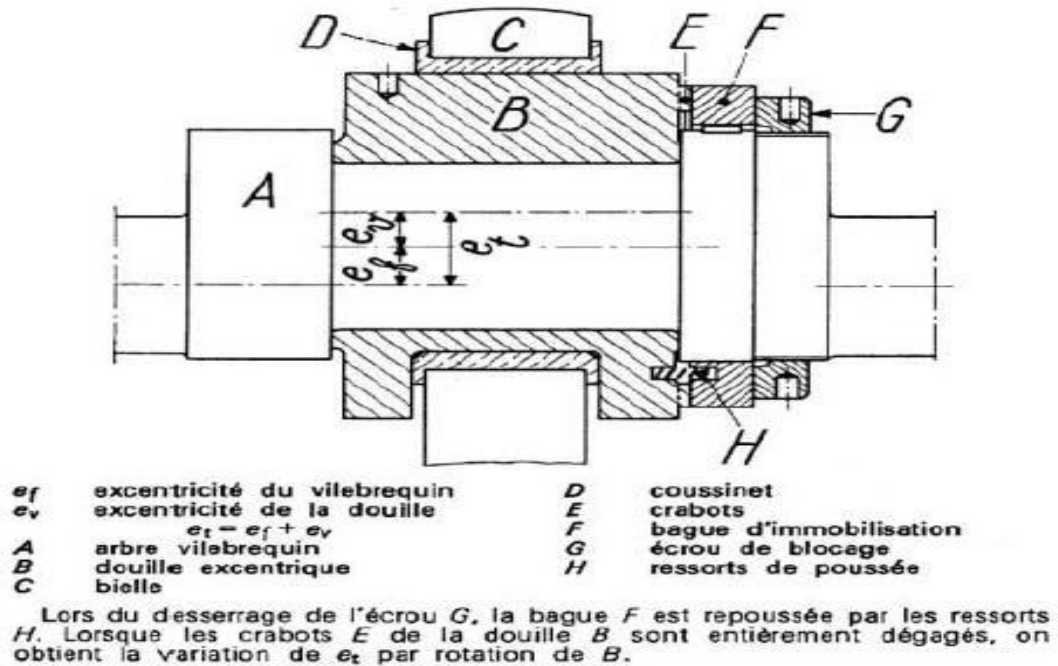


Figure. I.13 : Principe du Système Excentrique.

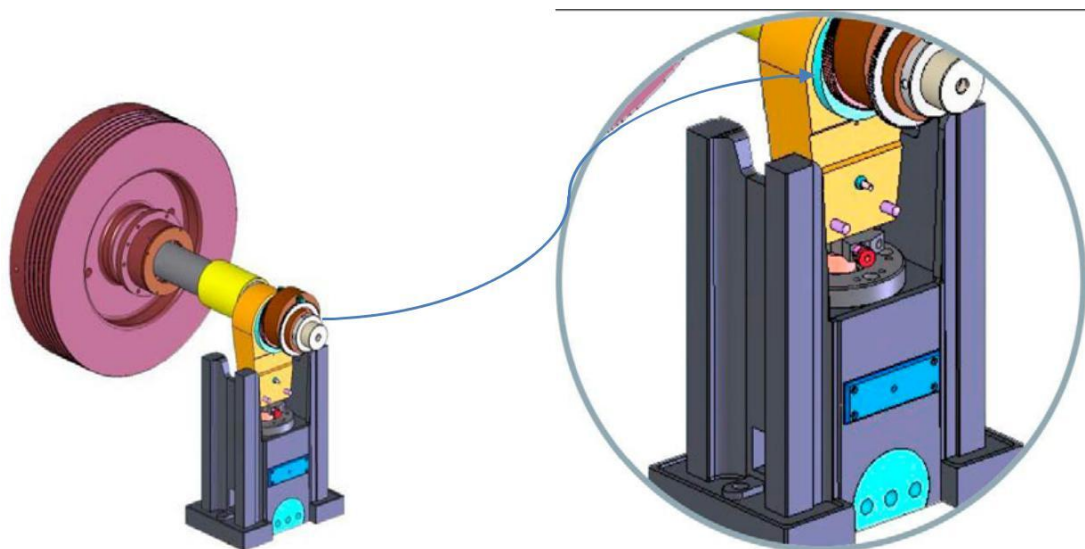


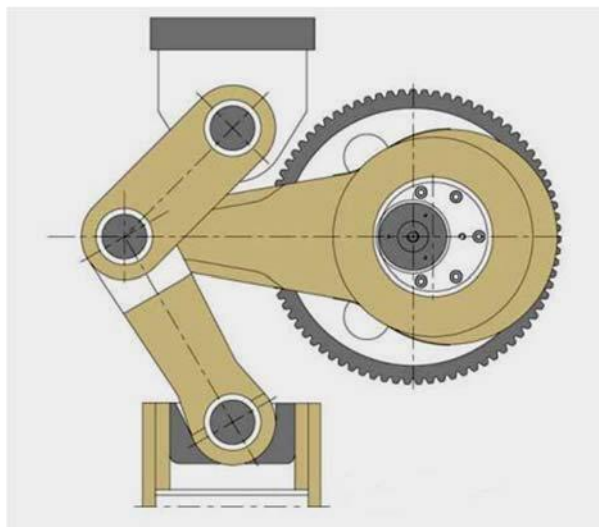
Figure. I.14 : Exemple du Système Excentrique dans une Presse.

### **c. Système à Genouillère**

Le système à genouillère se compose d'un mécanisme de trois (03) éléments, ayant pour objectif d'amplifier l'effort qu'exerce le coulisseau :

- ✓ Une bielle ;
- ✓ Deux (02) genouillères ;
- ✓ Un vilebrequin.

Le vilebrequin entraîne la bielle, en exerçant un mouvement de translation alternatif sur un axe que partagent, les deux genouillères. Chaque extrémité de ces dernières, est fixée à d'autres éléments. L'une d'entre-elles est immobile, et, fixée au bâti, contrairement à l'autre extrémité, celle-ci est mobile, fixée au coulisseau.



**Figure. I.15 :** Exemple de Système à Genouillère.

### **d. Système à Came**

Le système se compose d'un mécanisme qui est constitué, de deux (02) éléments.

Une came, de profil vaguement ovoïde (en forme de section d'œuf dur), est l'élément menant, placé sur un arbre avec un mouvement de rotation, l'autre élément est animé d'un mouvement de translation oscillatoire, cet élément est mené, généralement, dans une presse. Il s'agit du coulisseau. Le but de ce système, est de transformer le mouvement rotatif animé par la came, en un mouvement alternatif de translation du coulisseau, et cela, grâce au profil de la came, plaquée contre l'élément mené.

Le profil de la came est calculé en fonction du mouvement de translation, qui sera transmis à l'élément entraîné.

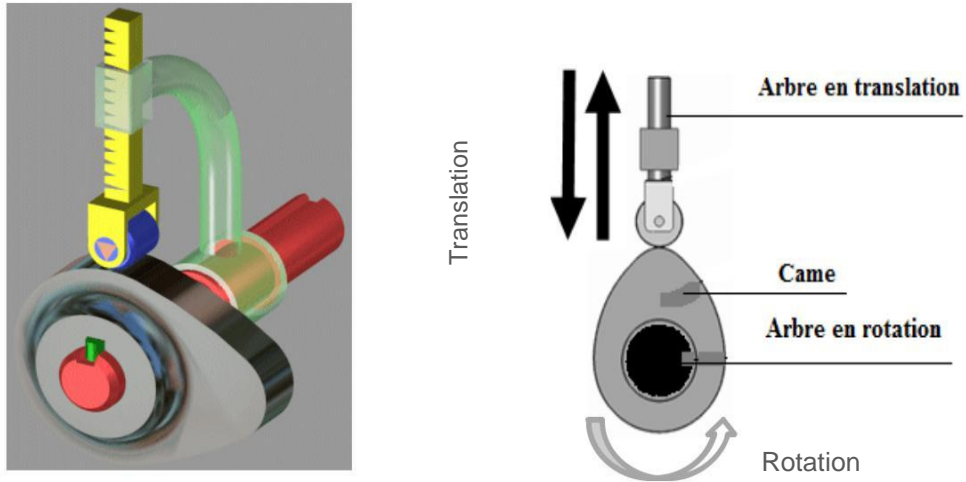


Figure. I.16 : Principe du Système à Came.

### I.3.3 L'Embrayage

Il s'agit d'un actionneur, qui a pour rôle, la transmission de la mise en mouvement, ou, l'arrêt d'un mécanisme. Dans une presse, l'embrayage fait la liaison entre, le moteur et le mécanisme de commande du coulisseau.

Dans l'industrie, on distingue deux (02) types d'embrayage dans les diverses presses :

#### I.3.3.1 Embrayage à Clavette Tournante

Il s'agit d'un embrayage dans lequel l'organe d'entraînement est une clavette, montée sur le vilebrequin, et, s'engageant, par rotation, dans des encoches du volant. Lorsque la butée s'éclipse, la clavette est sollicitée par un ressort, elle tourne et s'engage dans l'encoche du volant et provoque l'entraînement du vilebrequin.

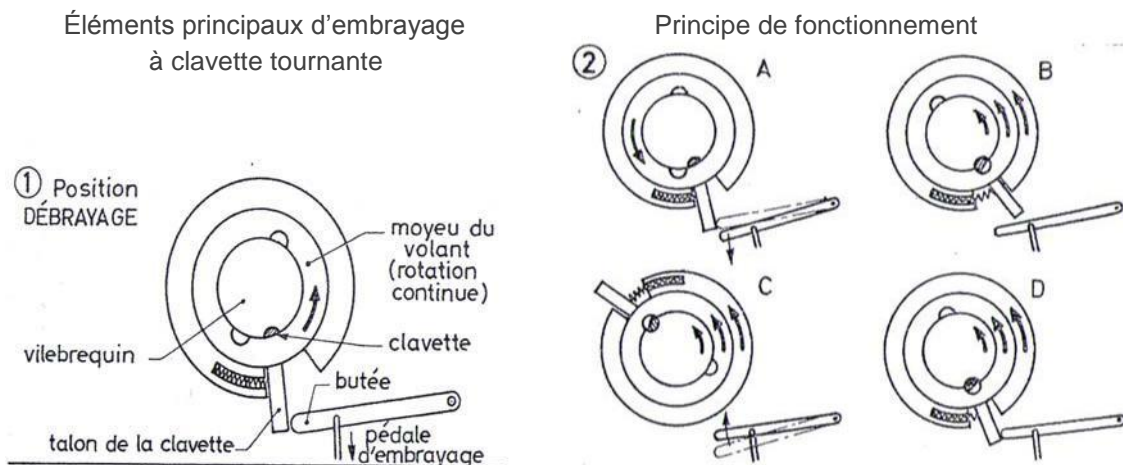
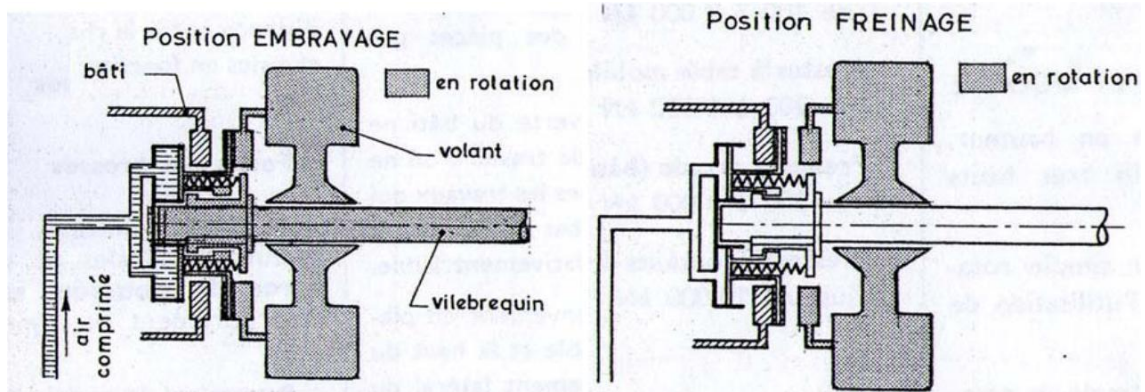


Figure. I.17 : Système d'Embrayage à Clavette Tournante.

### **I.3.3.2 Embrayage à Friction à Commande Électropneumatique**

Dans ce cas, l'embrayage se fait lorsqu'un piston pousse une série de disques de friction, contenant des clavettes sur l'arbre contre le volant. Par l'intermédiaire d'un système électrique, et, en manque de pression, les disques de friction sont déplacés par des ressorts de rappel. Ces derniers commandent le freinage à chaque tour du vilebrequin.



**Figure. I.18** : Système d'Embrayage à Friction à Commande Électropneumatique.

## **I.4 Les outils de Presses [5]**

L'outil de presse est l'un des équipements essentiels d'une presse, il s'agit d'une construction mécanique de précision, supposée indéformable. En général, il est composé d'une partie mobile supérieure bridée sur le coulisseau, et, d'une partie inférieure fixe bridée sur la table de la presse. Cet ensemble, parfaitement guidé, permet de travailler la tôle par des opérations successives de découpage, pliage, cambrage, emboutissage..., de façon à obtenir la pièce désirée.

### **I.4.1 Éléments Principaux des outils de Presses**

Les principaux éléments d'un outil de presse sont composés, de deux (02) blocs essentiels :

- ✓ Bloc mobile : Il porte le poinçon,
- ✓ Bloc fixe : Il porte la matrice.

#### **I.4.1.1 Le Poinçon**

Le poinçon est un outil de presse qui permet de laisser une empreinte sur un flan, selon sa forme géométrique. Cette empreinte prise sur le flan est due à la géométrie du poinçon. La vérification du poinçon à la compression, et, au flambement est nécessaire, pour déterminer la longueur idéale pour que le poinçon puisse résister aux efforts de coupe.

### I.4.1.2 La Matrice

La matrice est la partie inférieure de l'outil, il s'agit de la partie creuse, support de l'empreinte du poinçon. Cette empreinte représente la forme à créer, réalisée à partir d'un matériau robuste, qui résiste aux chocs, pour éviter toute déformation. À son axe, la matrice comporte un trou aux formes et dimensions du poinçon, auquel on ajoute un jeu de quelques dixièmes de millimètres. La matrice est dépendante du poinçon, elle sert d'appui à la tôle, et, elle réduit les déformations dues au cisailage.

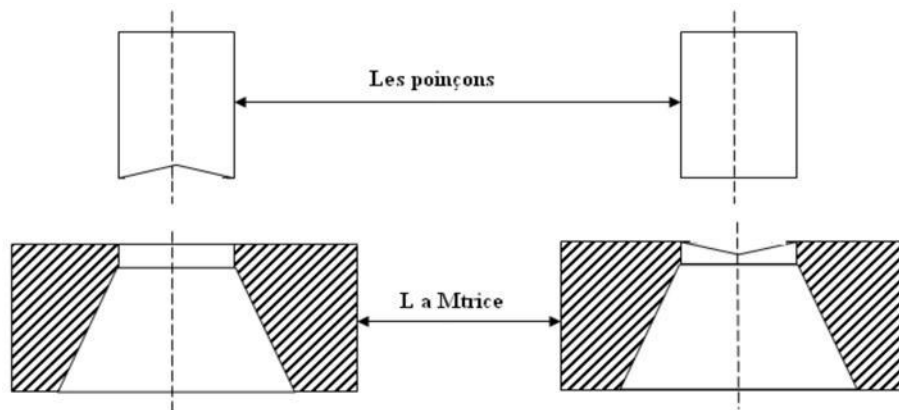


Figure. I.19: L'Ensemble Poinçon - Matrice.

### I.4.1.3 La Dépouille

Au-dessous de la partie active de la matrice, un dégagement de matière (dépouille) est nécessaire pour éviter l'entassement des chutes laissées lors du poinçonnage-découpage. Sur 4 à 5 mm de la partie active de la matrice, l'affûtage est permis. Avec une dépouille de 2 à 3°.

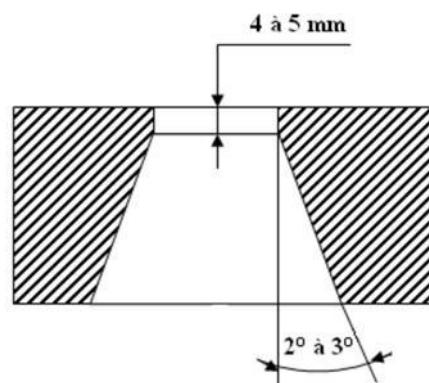
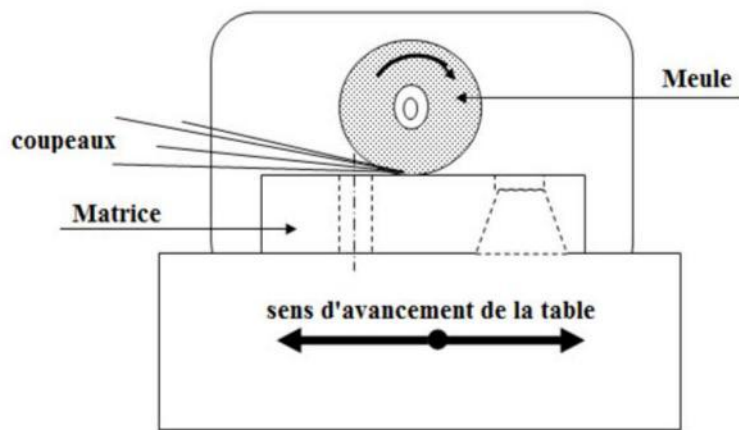


Figure. I.20 : Dimensions d'une Dépouille.

### I.4.1.4 L'Affûtage

Lorsque les arêtes coupantes d'un outil s'arrondissent et forment des rayons, à l'aide d'une rectifieuse, on affûte les surfaces usées de la matrice et du poinçon par une rectification plane. On élimine ainsi, les rayons formés sur les arêtes coupantes de l'outil, dans le but d'avoir des arêtes vives.



**Figure. I.21 :** Principe d'un Affûtage.

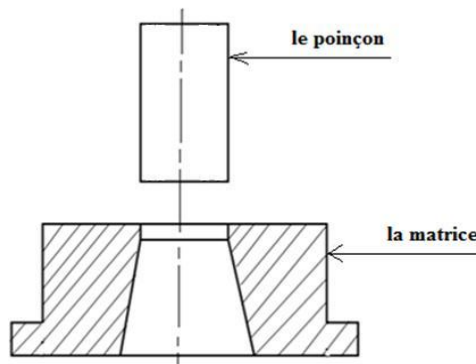
## **I.4.2 Différents Types d'Outils de Presse [3]**

### **I.4.2.1 Outils à Découper**

#### **a. Outil à Découvert**

##### **- Outil à Découvert Simple**

L'outil à découvert simple, simplement constitué, d'un seul poinçon et d'une seule matrice. Il est conçu pour des travaux à petites unités, ainsi, il décrit bien le principe de découpage, mais ne peut - être employé dans les travaux de série, à cause de la remontée, de la bande de tôle avec le poinçon.



**Figure. I.22 :** Géométrie de l'Outil à Découvert Simple.

##### **- Outil à Découvert à Butées**

L'outil à découvert à butées a pour procédé de découpage des flans circulaires, dont deux (02) butées, placées soigneusement, pour assurer un découpage, réussi. L'une a pour guidage la bande de tôle, et, l'autre butée assure le contrôle de l'avance du flan.

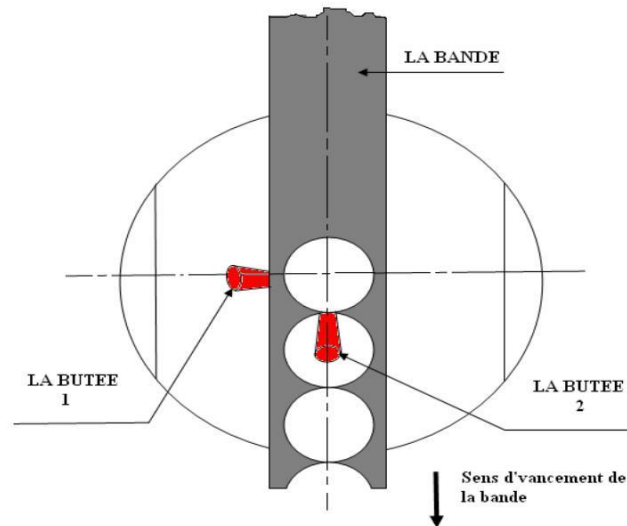


Figure I.23: Outil à Découvert à Butées.

#### I.4.2.2 Outil à Contre-Plaque

Il existe deux(02) types d'outils à contre-plaque :

##### a. Outil à Contre-Plaque à Engrenages

Employé parfois sur des outils à suivre, le système d'engrenage a pour rôle, de faire avancer le flan par l'intermédiaire d'un engrenage, dont celui-ci tourne en frottant sur la surface du flan, l'entraîne, et, le fait avancer suivant, sa longueur. À Chaque coup de la presse, la bande est déplacée et accrochée à l'engrenage par l'ajout précédent

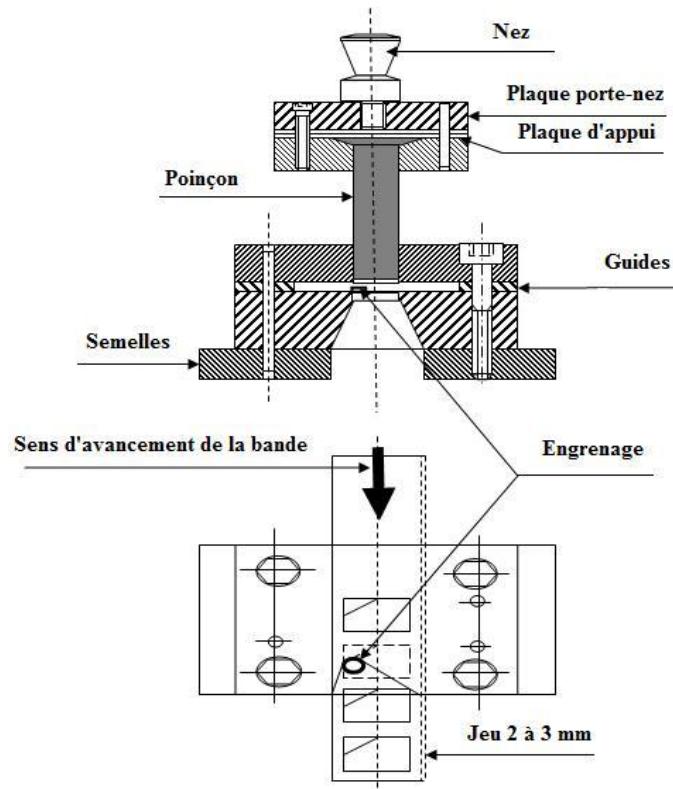


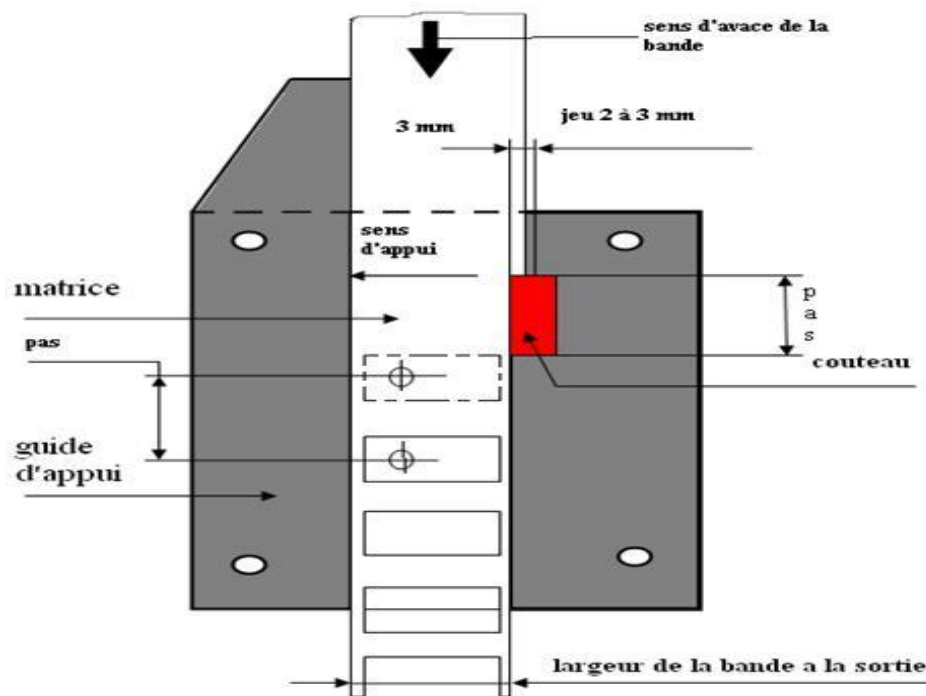
Figure. I.24: Principe de l'Outil à Contre-Plaque à Engrenage.

**b. Outil à Contre-Plaque à Couteau**

Dans ce cas, l'engrenage est supprimé. Par l'intermédiaire d'un poinçon de pas dit « Couteau », ce dernier a pour rôle, d'assurer l'avance du flan. La longueur du pas est égale à la longueur du couteau, ainsi le déplacement du flan est donné, entre deux (02) coups successifs, de la presse. La bande est translattée et bute sur un guide appelé « Butée », le couteau se détache de la bande, il suffit ensuite de déplacer la bande jusqu'à la butée contre le guide, pour avoir un pas plus précis.

Le couteau ne travaillant que d'un côté, les risques de grippage et de coinçage, sont plus importants. Il convient donc de n'utiliser cette technique, que pour les pièces de faible épaisseur (2mm maxi pour limiter les efforts).

Afin d'augmenter la longévité de l'outillage, la butée est parfois remplacée avantageusement, par un grain (pièce rapportée) en acier trempé. On réduit ainsi l'usure du guide.



**Figure. I.25:** Système d'Outil à Contre - Plaque à Couteau.

**I.4.2.3 Outil à Presse à Bande**

C'est un outil qui possède des colonnes. En remplaçant la contre-plaque par un serre-flan ou presse-bande (dévêtisseur), afin de maintenir la bande de tôle, lors des opérations de (découpage, emboutissage,...etc.), et d'éviter ainsi, toute déformation, de la bande et d'assurer la qualité du produit.

Le guidage de l'outil à presse-bande joue un rôle important, en guidant le poinçon et la matrice dans le même centre d'inertie, cela est assuré par des paires de colonnes de guidage, selon les dimensions de l'outil.



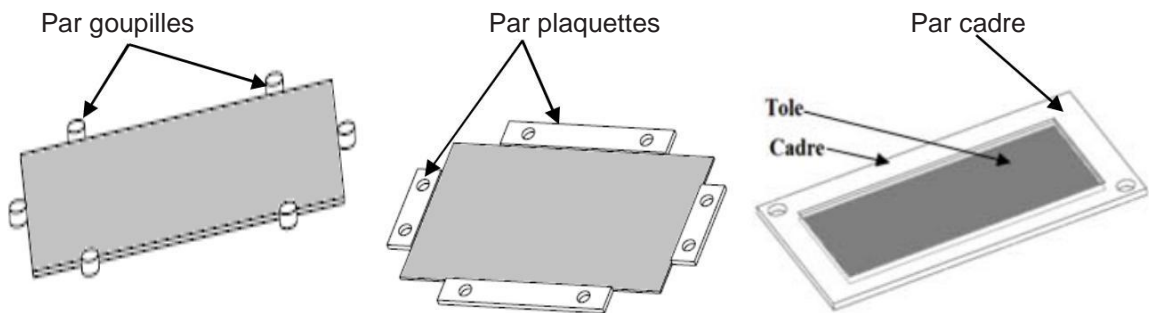
### **I.4.2.5 Outils de Reprise**

L'outil de reprise fait partie d'un ensemble de plusieurs outils, chacun d'eux, réalise une ébauche de mise en forme de la pièce, à fabriquer. Ces ébauches se succédant une à une, permettent d'obtenir, la pièce finale. On distingue souvent ces outils par les opérations principales réalisées : découpage, cambrage ou pliage, emboutissage, détournage...

Il est utilisé pour reprendre des opérations sur un flan déjà découpé. Généralement, il se monte sur des presses à commande manuelle. Le flan est guidé, et, mis en position dans un drageoir. Ce dernier est guidé, de différentes façons (voir la **Figure. I.28**), par :

- ✓ Un cadre.
- ✓ Des plaquettes de positionnement.
- ✓ Des goupilles de positionnement.

Ce type d'outil est principalement utilisé pour les pièces de petites et moyennes séries.



**Figure. I.28:** Guidage du flan sur un Outil de Reprise par diverses façons.

### **I.4.2.6 Outils de Détournage**

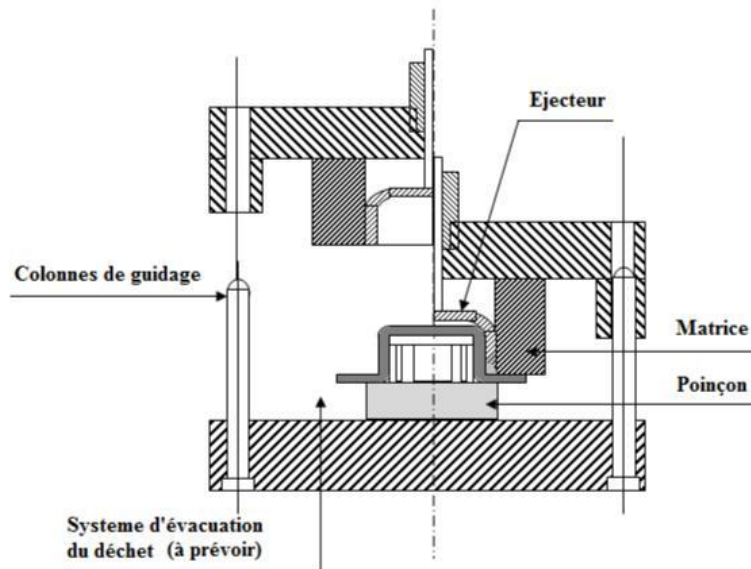
L'outil de détournage a pour rôle, le détournage des pièces obtenues après emboutissage, en enlevant la matière excédentaire (collerettes ou bords irréguliers).

Pour cela, on distingue trois (03) types d'outils de détournage :

#### **a. Détournage Normal**

Dans le détournage normal, le centreur est reporté, dont le but est de permettre l'affutage du poinçon par rectification plane, après le démontage.

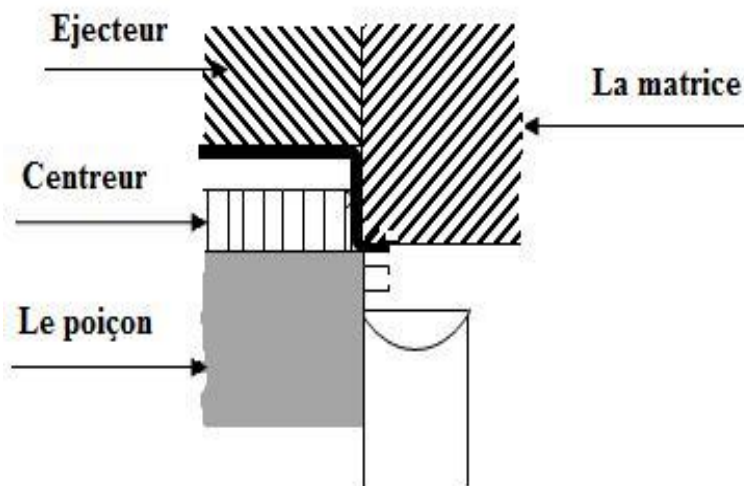
La pièce est dégagée de la matrice par un éjecteur, avec un effort d'éjection qui s'exerce sur la partie résistante à l'évacuation. (Voir la **Figure I.29**).



**Figure. I.29:** Outils de Détourage Normal.

**b. Détourage à Ras**

Il est nécessaire d'effectuer une passe de calibrage avant le détourage, afin d'obtenir un rayon minimal à l'endroit de la coupe.



**Figure. I.30:** Outils de Détourage à Ras.

**c. Détourage-Poinçonnage**

Le palonnier est nécessaire, pour que le poinçon soit dans l'axe de la tige d'éjection.

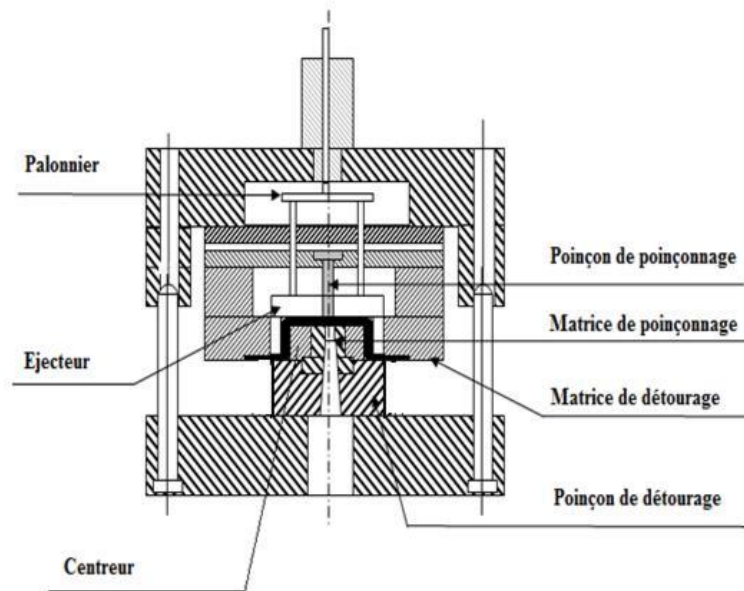


Figure. I.31: Outils de Détourage-Poinçonnage.

#### I.4.2.7 Outils à Came

Cette conception permet d'ajouter un mouvement particulier à l'outil dont la direction est différente de la direction verticale du coulisseau de la presse, le coulisseau fait un mouvement vertical, qui est repris par une came qui pousse à son tour un coulisseau propre à l'outil dans la direction perpendiculaire.

Les cames sont utilisées dans les outils de poinçonnage ou de cambrage lorsque plusieurs opérations sont simultanées.

L'outil avec poste à came peut se trouver sur un outil à suivre, un outil transfert, et plus généralement, dans tous les types d'outils. Il ne s'agit donc pas ici, à proprement parler, d'un véritable type d'outil.

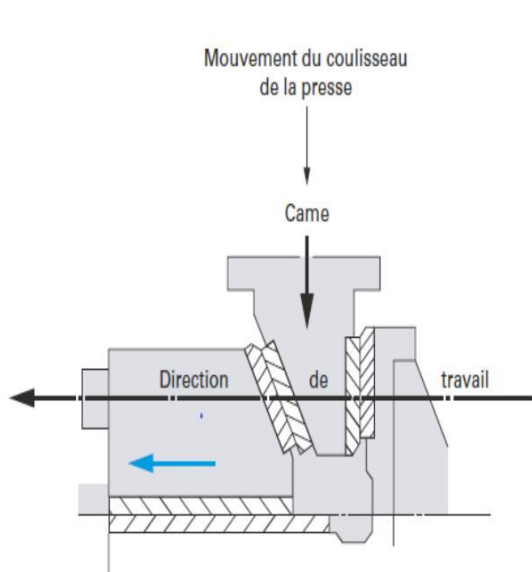


Figure. I.32: Schéma de principe d'un poste à came dans un outil.

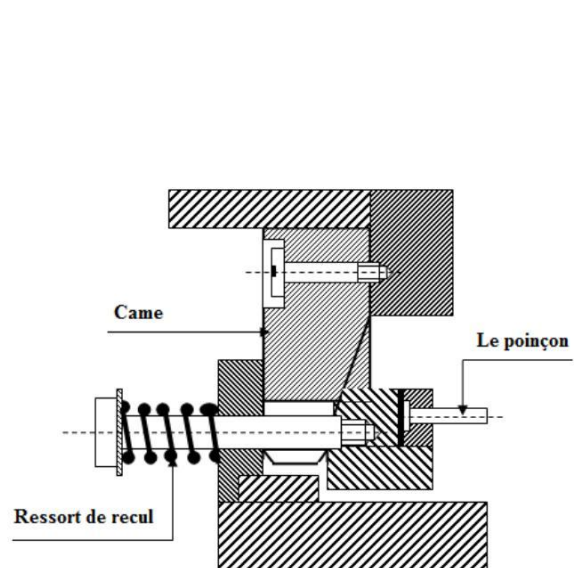


Figure. I.33: Outils à Came.

### I.4.2.8 Outils d'Emboutissage

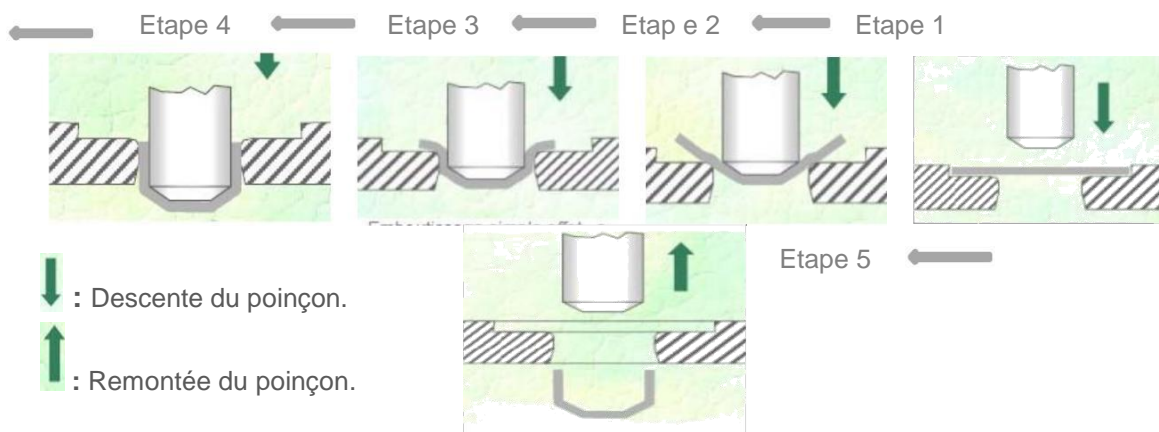
L'outil d'emboutissage, nous permet de former, et, laisser une empreinte creuse sur un flan, par déformation plastique des métaux en feuille.

On distingue deux (2) types d'outils d'emboutissage :

#### a. Outil d'emboutissage Sans Serre-Flan

Cette configuration est la plus simple. Elle est composée d'une matrice et d'un poinçon, équipé d'un coussin élastique situé sous la table de la presse. Pour cette technique, les emboutis réalisés sont peu profonds et ne nécessitent pas d'importants efforts de serrage (voir la **Figure.I.34**). Cet outil est également appelé, outil d'emboutissage par passe à travers.

Le poinçon entraîne la pièce formée à travers la matrice. Au cours de l'opération, les parois de l'embouti augmentent légèrement l'épaisseur, de la sortie de la matrice. À la remontée du coulisseau de la presse, la pièce est décrochée du poinçon par la face inférieure de la matrice.



**Figure. I.34:** Principe du travail d'un Outil d'Emboutissage Sans Serre-Flan.

#### b. Outil d'Emboutissage à Serre-Flan

On distingue deux (2) types d'outils d'emboutissage à serre-flan :

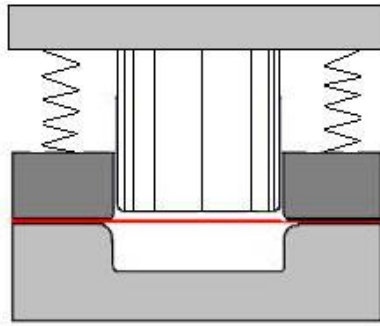
##### - Outil placé sur presse à simple effet

L'outil est monté sur une presse à simple effet, composé d'un poinçon, une matrice et d'un serre-flan. Ce dernier est souvent actionné par des paires de ressorts de rappels, qui servent à amortir et absorber le choc dû, à l'effort appliqué par la presse.

Dans ce cas, l'outil est inversé, le poinçon et le serre-flan sont situés à la partie inférieure de l'outil, par contre la matrice, est située à la partie supérieure de cet outil.

À la fin de l'emboutissage, la pièce finie (emboutie) reste accrochée à la matrice, et, est poussée par des éjecteurs placés en haut de l'outil d'emboutissage.

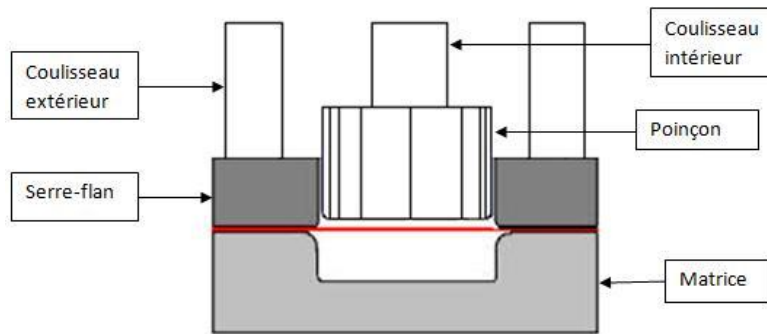
Cette technique de formage est la plus répandue dans l'industrie. Ici, les emboutis sont très profonds et les efforts d'emboutissage sont importants. Un serrage très efficace est nécessaire pour ce type d'emboutissage.



**Figure. I.35:** Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Simple Effet.

**- Outil placé sur Presse à Double Effets**

La presse à double effets comporte deux (2) coulisseaux (intérieur et extérieur). Dans ce cas, le coulisseau extérieur porte le serre-flan. Ce dernier maintient la tôle pendant que le poinçon fixé au coulisseau intérieur, déforme le métal.



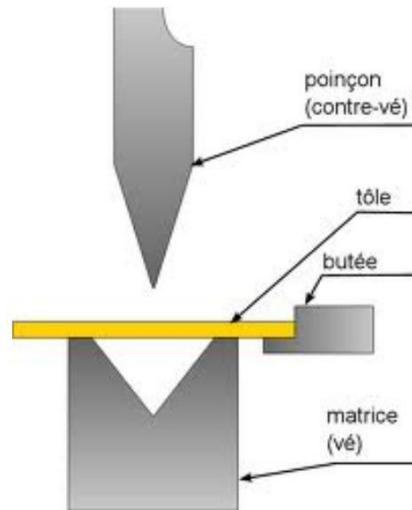
**Figure. I.36:** Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Double Effets.

**I.4.2.9 Outil de Cambrage**

Dans l'industrie, il existe divers modèles d'outils de cambrage, on distingue alors trois (03) types de ces derniers :

**a. Outil de Cambrage en V**

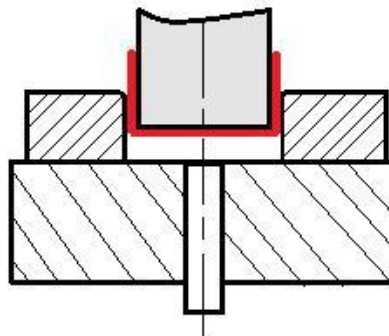
L'outil de cambrage en **V** est composé d'un poinçon et d'une matrice, généralement, utilisé, pour obtenir des pièces en forme de cornière, formants l'angle de la pièce à réaliser (le **V**), équipé aussi d'un drageoir. Ce dernier est fixé sur la matrice, qui centre le flan à cambrer.



**Figure. I.37:** Exemple d'Outil de Cambrage en V.

### **b. Outil de cambrage en U**

En appliquant le même principe que celui du cambrage en V, l'outil de cambrage en U comporte presque les mêmes éléments que le précédent. Ils ne diffèrent que par la forme du poinçon, et de la matrice. Cet outil relève simultanément les deux ailes de U. Il travaille par symétrie.



**Figure. I.38:** Exemple d'Outil de Cambrage en U.

### **c. Outil de Cambrage en Équerre**

Utilisé pour le cambrage à 90°, il se compose d'un poinçon, d'une matrice et d'un fond de matrice, qui joue le rôle d'un éjecteur.

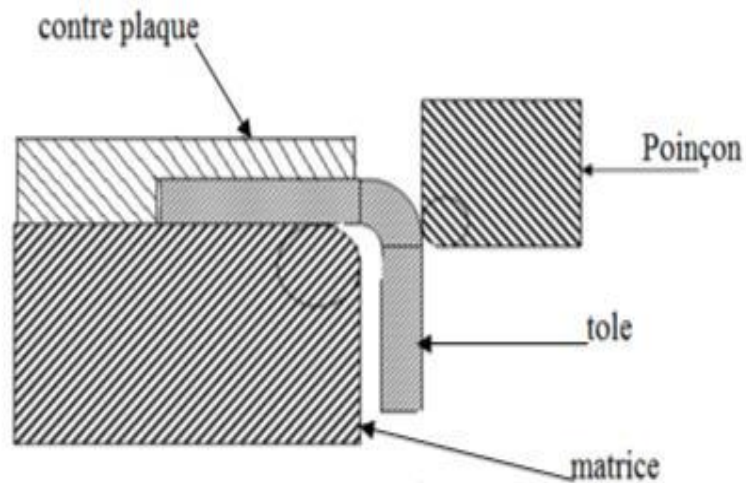


Figure. I.39: Exemple d'Outil de Cambrage en Équerre.

### I.4.3 Outil à Suivre

Cet outil, encore appelé « **outil à suite** » ou « **outil progressif** », permet de réaliser à chaque coup de presse, une pièce (ou plusieurs) terminée (s), au sens de sa mise en forme. Dans ce cas, toutes les étapes de la mise en forme de la pièce (découpage, emboutissage, pliage), sont réalisées successivement avec le même outil, et, sur la même bande.

La **Figure I.40** montre, la pose sur la partie basse de l'outil, de la bande associée sur laquelle peuvent être visualisées, les différentes opérations, de mise en forme.

L'outil se monte sur une presse automatique (**Figure I.41**), équipée d'un dispositif de déroulage de bobine de tôle, d'un redresseur pour engager dans l'outil, une bande plate et d'un aménagement (dispositif de pinçage/ dépinçage de la tôle) permettant l'avance, à la cadence de la presse, de la bande dans l'outil.

L'évacuation automatique des pièces est, le plus souvent, réalisée, en utilisant le poids des pièces. Ensuite, ces pièces sont avancées jusqu'aux bacs, dans lesquels elles tombent.

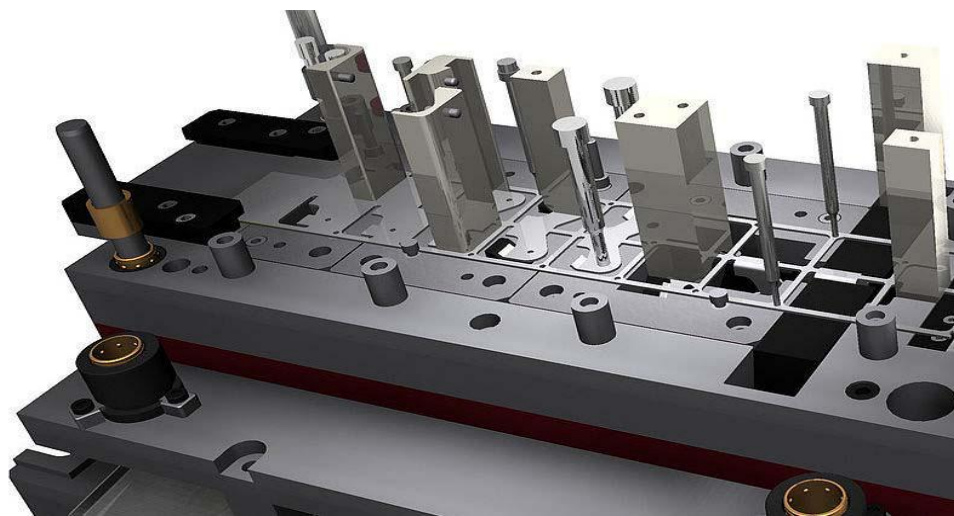


Figure. I.40: Exemple d'un Outil à Suivre avec sa mise en bande.

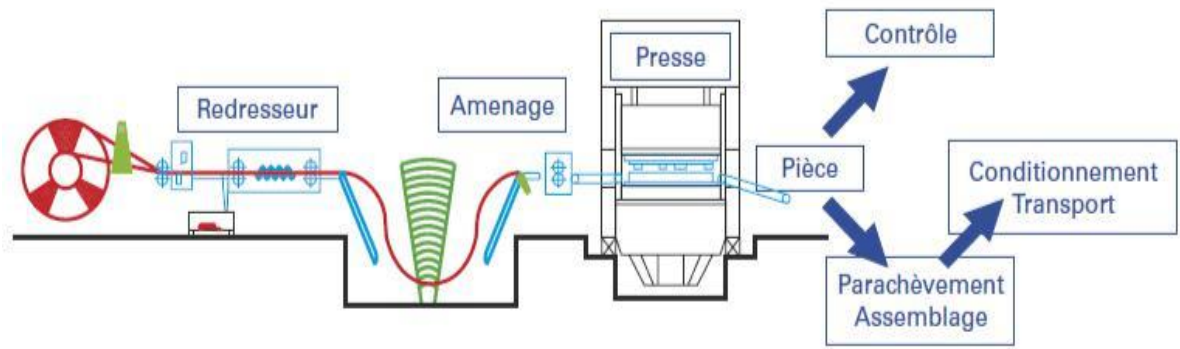


Figure. I.41: Schéma d'une Presse Automatique.

## I.5 Montage des Outils sur les Presses

Le montage des outils sur les différentes presses, se fait suivant diverses méthodes :

### I.5.1 Petite Presse

#### - Partie inférieure de l'outil :

Le plateau des presses présente des trous taraudés, cela permet une fixation des semelles, et ça varie d'une presse à l'autre (dépend des constructeurs).

On distingue deux (2) manières de fixations des semelles sur le plateau (**Figure I.42**) :

- ✓ Fixation par vis.
- ✓ Fixation par bridage.

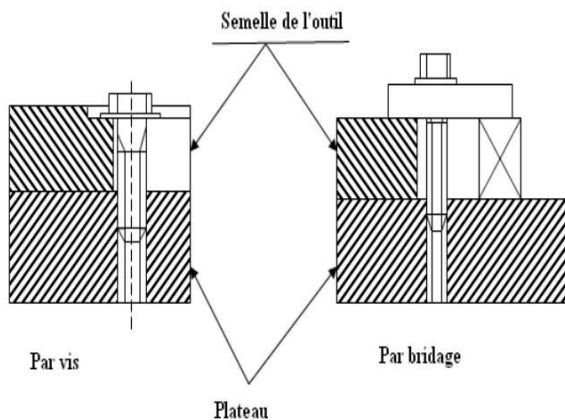


Figure. I.42: Système de fixation des semelles sur un plateau de presse.

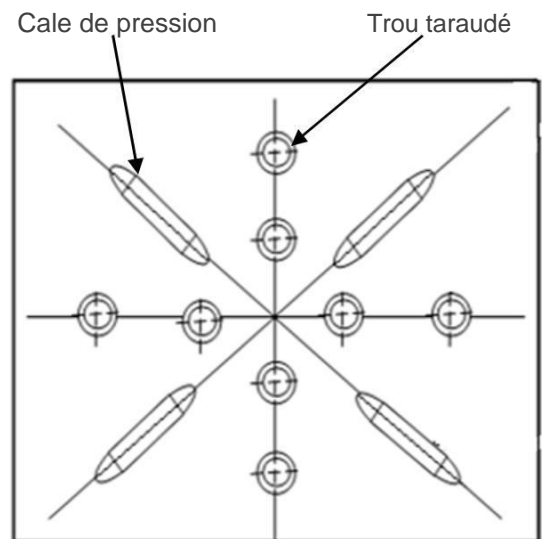
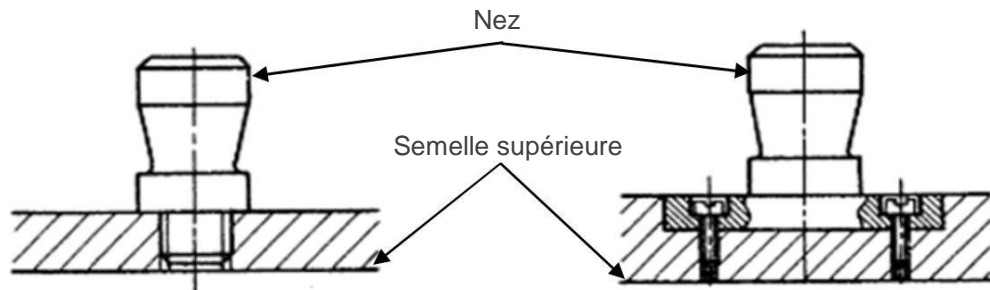


Figure. I.43: Plateau de la presse.

**- Partie supérieure de l'outil**

La partie supérieure de l'outil peut se fixer avec un nez, qui sera monté dans le trou lisse du coulisseau, ainsi, il est serré par le chapeau, puis bloquer par une vis de pression. Cette dernière agit sur la partie tronconique du nez.

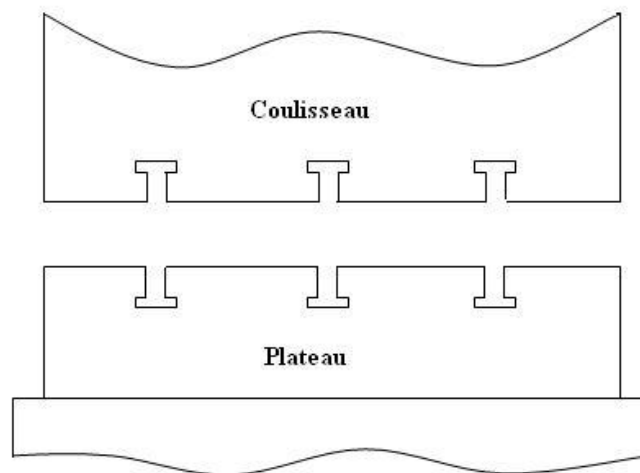
Les outils longs peuvent-êtré aussi, fixés par les trous des oreilles du coulisseau, comme le montre la **Figure.I.45** ci-dessous.



**Figure. I.44:** Système de fixation de la partie supérieure de l'outil.

**I.5.2 Grosse Presse**

La semelle du coulisseau et le plateau de la presse portent des rainures en T. Les semelles de l'outil sont fixées par des boulons ou par des brides.



**Figure. I.45:** Coulisseau et plateau rainurés sur les Grosses Presses.

**I.6 Conclusion**

Les presses peu importe leurs types sont très importantes dans l'industrie et sont largement utilisés pour concevoir beaucoup de produit qu'on utilise quotidiennement.

Pour engendrer un mouvement on utilise soit la méthode mécanique, hydraulique ou pneumatique et le choix d'une méthode se fait suivant la tâche et le taux de production prévus.

**CHAPITRE II : ETUDES DU BESOIN ET  
PROPOSITION DES SOLUTIONS**

## ETUDE DU BESOIN ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

### II.1. Introduction

Dans ce chapitre on décrit notre presse et quelques organes principaux, et on va présenter le problème et les solutions qui répondent à ce genre de ce système.

### II.2. Description et caractéristique de la machine [1]

La figure ci-dessous représente notre presse, cette presse mécanique à excentrique est fabriquée en Italie en 1989 par l'entreprise « **MANZONI PRESSE** ». elle est du modèle 200T série CR ; sa force de poussée est de 2000 KN. Son poids approximatif est de 19500 kg. Elle offre une multitude d'opération comme l'estampage, le matriçage dans les mécanismes du mouvement sont actionner manuellement.



Problème

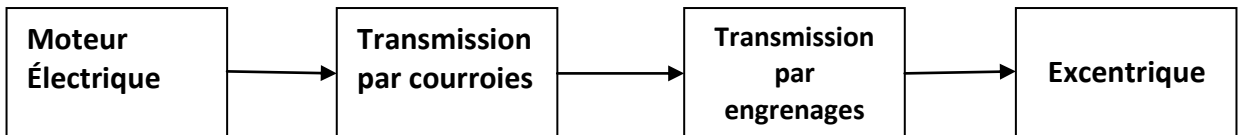
**Figure. II.1** : Presse Mécanique.

Voici un tableau résumé des caractéristiques de notre presse :

Descriptions	
Nombre de bielles	1n
Coup à la minute	55n
Course fixe du coulisseau	200mm
Réglage motorisé du coulisseau	120mm
Dimensions de la table	850 X 1300mm
H.O.F	470mm
Passage entre les montants	620mm
Epaisseur du col de cygne	450mm
Dimensions attelage coulisseau (sous goujon)	50mm
Diamètre trou dans la fausse table	220mm
Puissance du moteur principal	18,5kw
Auxiliaires	110v

Tableau .II.1: caractéristique de la presse 31D

II.3. Chaîne cinématique



II.4. Schéma cinématique

- 1 : moteur
- 2 : poulie (1)
- 3 : poulie (2)
- 4 : arbre (3)
- 5 : pignon (4)
- 6 : roue (5)
- 7 : arbre (6)
- 8 : bâti (9)
- 9 : table (8)
- 10: excentrique (7)

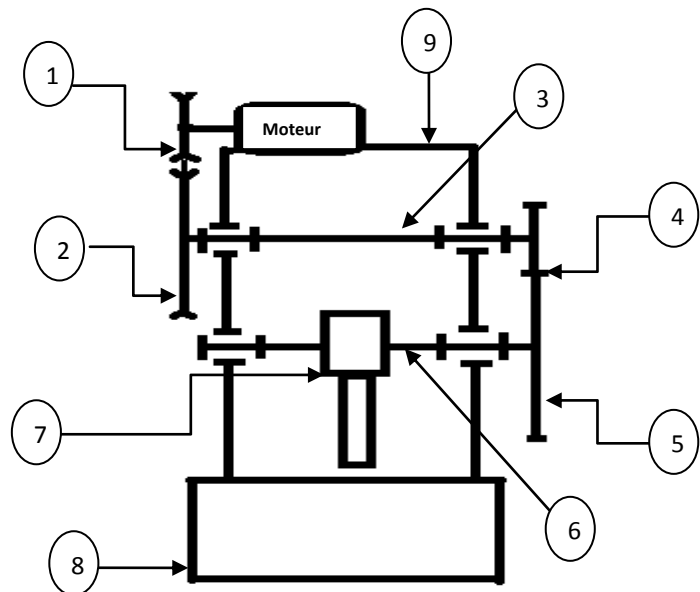


Figure. II.2 : schéma cinématique

## II.5. Principe de fonctionnement

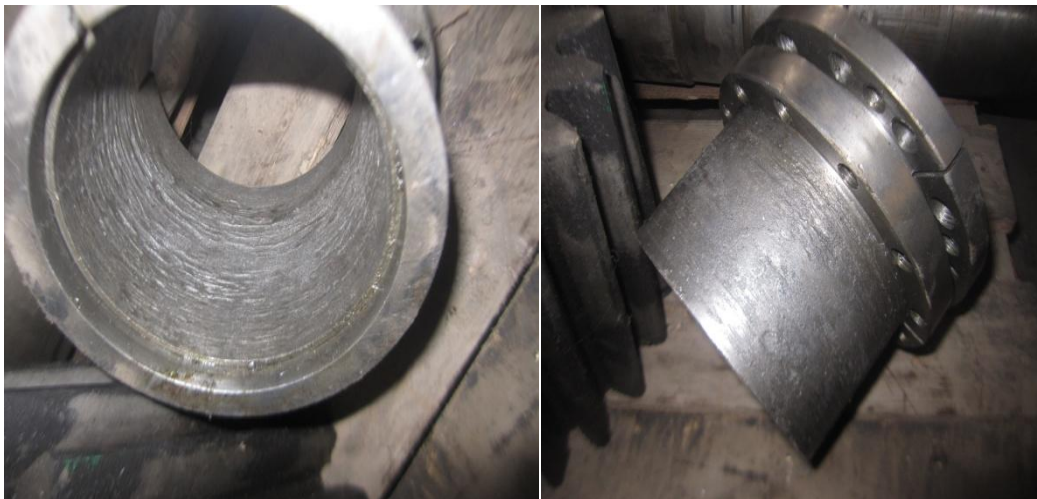
le moteur transmet le mouvement de rotation vers la poulie (1) par l'intermédiaire de l'accouplement. la transmission de rotation vers la poulie mené (2) est obtenu grâce a la transmission par courroie trapézoïdale entraînant l'arbre de transmission (3) reçu par le pignon (4) solidaire a l'arbre (3). L'engrènement des deux roues (4) (5) (pignon et roue d'enté) entraîne l'arbre (6) qui entrain aussi l'excentrique (7) qui va changer le mouvement de rotation en translation.

## II.6. Problématique

Le contact entre les organes mécanique peut provoquer une usure, principalement liée au frottement qui entraîne les effets suivants :

- altération dimensionnelle des pièces ;
- augmentation des jeux de fonctionnement ;
- dégradation des caractéristiques superficielles.

Dans notre cas nous avons à faire a un problème similaire qui est l'usure de la bague du au contact avec l'arbre d'un coté et le moyeu de l'autre, et cela engendre un dysfonctionnement dans le mécanisme de transmission.



**Figure. II.3** : pièce endommagée.

## II.7. Présentation de l'ancienne solution



**Figure. II.4 :** bague de serrage

Cette solution est une liaison interne sans jeux entre arbres et moyeux. Dans cette liaison, les surfaces coniques pressées l'une contre l'autre par serrage des vis génèrent des forces radiales qui créent une liaison par friction entre l'assembleur, l'arbre, et le moyeu. De sorte que les couples et les forces axiales sont transmis par l'arbre, via l'assembleur, au moyeu.

Ce genre de solution est utilisé par exemple pour monter des pignons, des volants, des leviers, des poulies, des disques de frein, ou des tambours de convoyeurs a bande.

### II.7.1 Principe de Fonctionnement

Cette liaison tel quelle est montré dans la figure ci dessous est constitué, d'une bague extérieure dont le diamètre interne est conique et d'une bague intérieure dont le diamètre externe est conique ainsi que d'un nombre de vis de serrage.

La bague extérieure est tirée sur la bague intérieure par le serrage des vis. Les pressions générées par les surfaces coniques en contact dépendent du couple de serrage des vis, de l'angle du cône intérieur et des coefficients de friction des vis et des surfaces coniques. Les pressions radiales pressent la bague extérieure dans l'alésage du moyeu et la bague intérieure sur l'arbre créant ainsi une liaison par friction des surfaces en contact. De sorte que le couple et/ou la force axiale peuvent être transmis entre l'arbre et le moyeu. Dans la configuration présentée sur le schéma ci-joint, l'assemblage est démonté en tournant quelques vis de démontage dans des taraudages spécifiques pour ces vis. Cela a pour effet d'éjecter la bague extérieure.

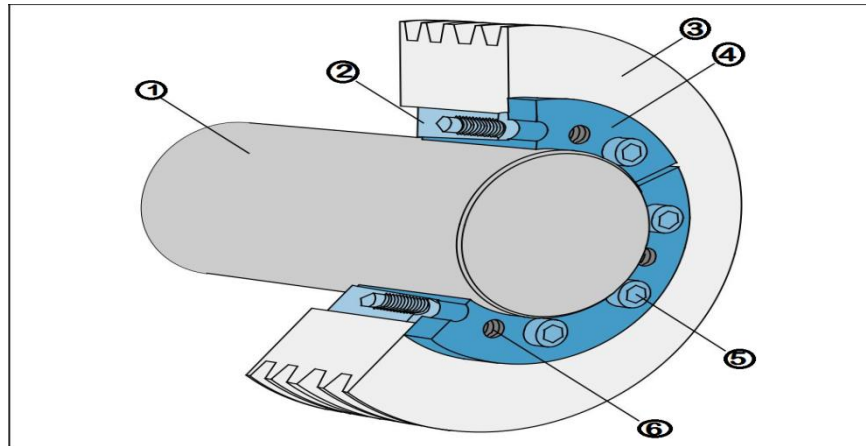


Figure. II. 5 : schématisation de la bague de serrage

Ce tableau ci-dessous représente un exemple des composants de transmission.

Numérotation	Organes
1	Arbre
2	Bague extérieure
3	Moyeu
4	Bague intérieure
5	Vis de serrage
6	Filetage

Tableau .II.2 : composants de la transmission.

## II.8. solutions proposé [4]

### II.8.1. Solution N°1 : goupilles

Cette solution est relativement simple, une « tige » vient arrêter la translation et la Rotation par un positionnement radial sur la liaison pivot glissant.

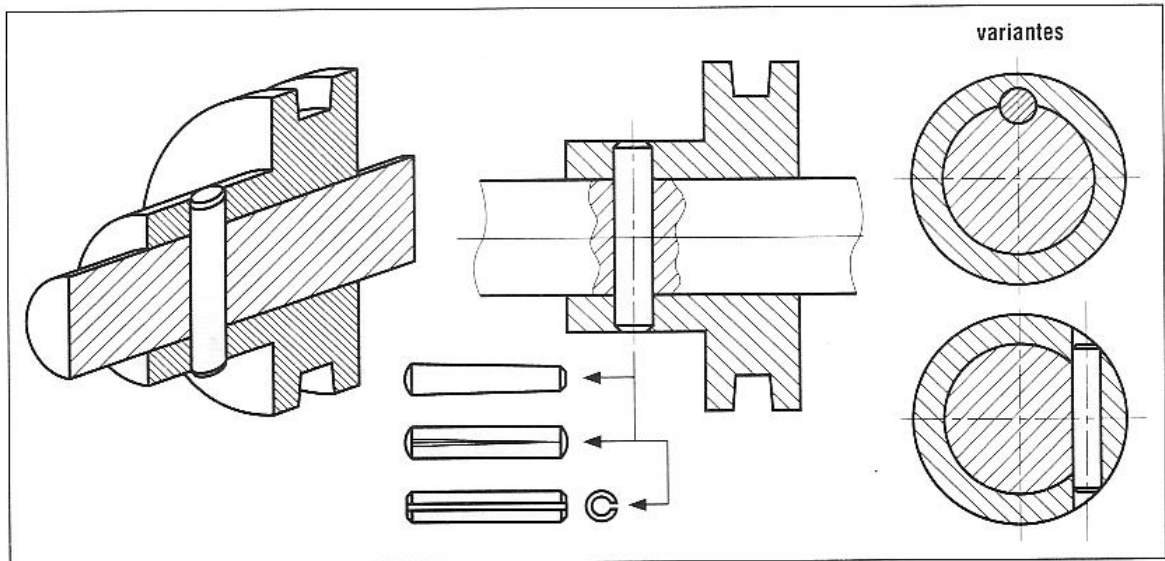


Figure. II.6 : solution N°1.

### II.8.1.1. Avantages

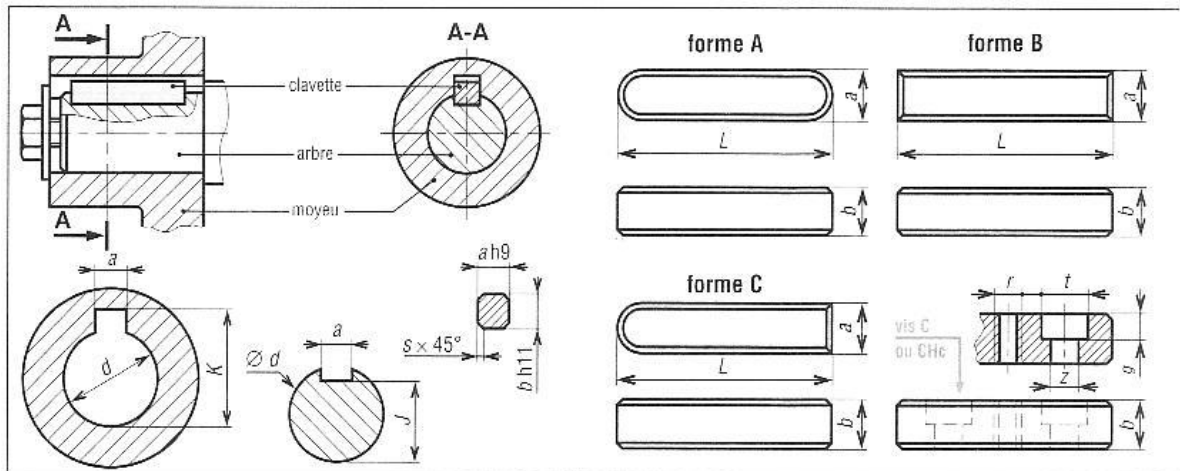
- Assemblage simple et économique
- Couple modéré
- La goupille peut faire office d'élément de sécurité pièce qui casse en cas de surcharge
- Goupilles : cannelées, coniques ou élastiques (immobilisation de la goupille)

### II.8.1.2. Inconvénients

- Concentration de contrainte au niveau du trou de l'arbre
- Permet de transmettre un couple et un effort axial moyens

### II.8.2. Solution N°2 : Clavetage

Une **clavette** (étymologiquement, une petite clé) est une pièce qui a pour fonction de lier en rotation deux pièces (liaison de moyeux). En complément, elle peut être dimensionnée pour se rompre par cisaillement lorsque le couple transmis est trop important.



Les clavettes parallèles NF E 22-175.

Figure. II.7 : solution N°2.

### II.8.2.1. Avantages

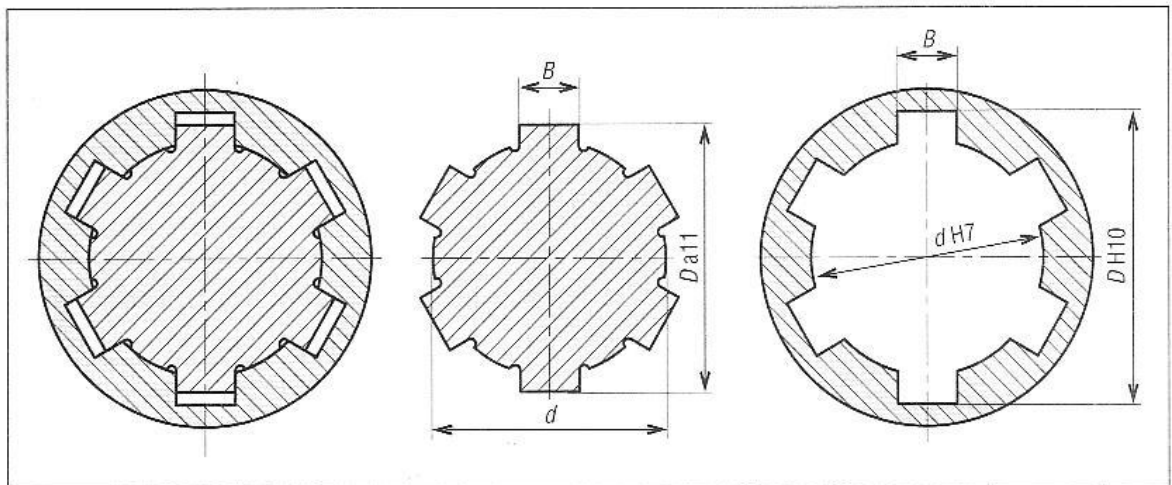
- Simple et économique.
- Couple plus important.
- Peut servir d'organe de sécurité.

### II.8.2.2. Inconvénients

- Pression du matage élevée.
- Clavette prend du jeu avec le fonctionnement.
- Rupture possible.
- Tolérances d'usinages difficiles.

### II.8.3. Solution N°3 : cannelures

Les cannelures peuvent être considérées simplement comme un ensemble de clavettes montées sur l'arbre. L'avantage n'est pas seulement la multiplication du nombre de clavettes mais aussi le fait que le cœur de l'arbre n'a pas été usiné.



Carnelures à flancs parallèles NF E 22-131.

Figure. II.8 : solution N°3

### II.8.3.1. Avantages

- Couples plus importants qu'avec les clavettes.
- Coefficient de concentration de contrainte plus petit que celui des rainures de clavette.
- Utilisation pour de petites séries.

### II.8.3.2. Inconvénients

- Ne convient pas aux grandes vitesses de rotation : BRUIT
- Section réduite de l'arbre.
- Traitements thermiques souvent nécessaires.
- Coût élevée.

## II.9. Conclusion

Après avoir étudié le problème et comparer les solutions trouvées pour la réalisation de la transmission de mouvement entre l'arbre et le pignon, on a conclu que la meilleure solution, c'est le clavetage.

**CHAPITRE III : GENERALITES ET  
CARACTERISTIQUE DES ACIERS**

## GENERALITES ET CARACTERISATIONS DES ACIERS

### III.1.INTRODUCTION

Les aciers sont d'une importante utilisation dans beaucoup de domaines. Toutes les évolutions scientifiques et industrielles sont dues à leur développement. Ce progrès est essentiellement du à la présence d'une vaste gamme de transformations qui permettent de faire varier considérablement les propriétés physiques en particulier mécaniques des aciers ; et ceci en recourant à l'addition d'éléments d'alliages et aux différents transformations mécaniques, thermiques et chimiques.

### III.2.IDENTIFICATION DES ACIERS

#### III.2.1.ACIERS AU CARBONE

##### III.2.1.1. Définition [5]

L'acier est un alliage à base de fer et d'un rajout de carbone en proportions restreinte ne dépasse pas 2,1% (limite théorique). Au delà de cette teneur l'alliage est nommé fonte.

La limite de 2,1% est l'extrémité du palier eutectique  $\gamma$ -Fe<sub>3</sub>C du diagramme fer-carbone. A l'équilibre les aciers se solidifient sans apparition de cette phase (absence de carbures Fe<sub>3</sub>C primaires) inversement aux fontes. Les carbures peuvent toujours être dissouts dans le domaine austénitique à l'inverse des fontes....

D'autres éléments d'alliage peuvent être ajoutés en quantités diverses.

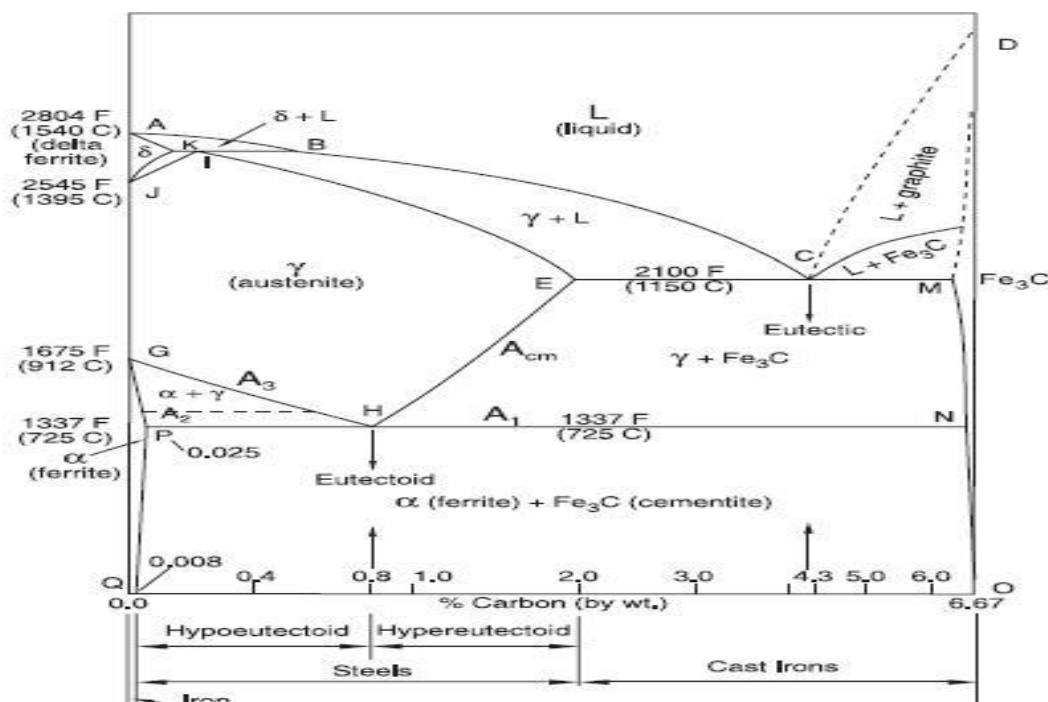


Figure III-1: Diagramme d'équilibre fer-carbone

### III.2.1.2. Structures des aciers

On distingue trois types d'aciers, selon la teneur en carbone :

- L'acier du type hypoeutectoïde : (%C compris entre 0,002% et 0,85%) formé de perlite (ferrite

$\alpha$  + cémentite  $Fe_3C$ ) caractérisée par une structure en lamelles enveloppée dans une phase ferritique.

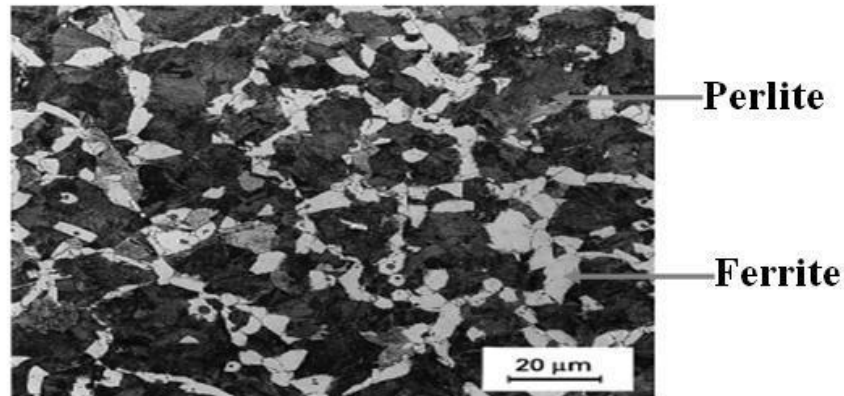


Figure III-2: Microstructure: d'un acier hypoeutectoïde

- L'acier du type eutectoïde : (%C = 0,85%) formé de 100% perlite (ferrite  $\alpha$  + cémentite  $Fe_3C$ ) caractérisée par une structure en lamelles.

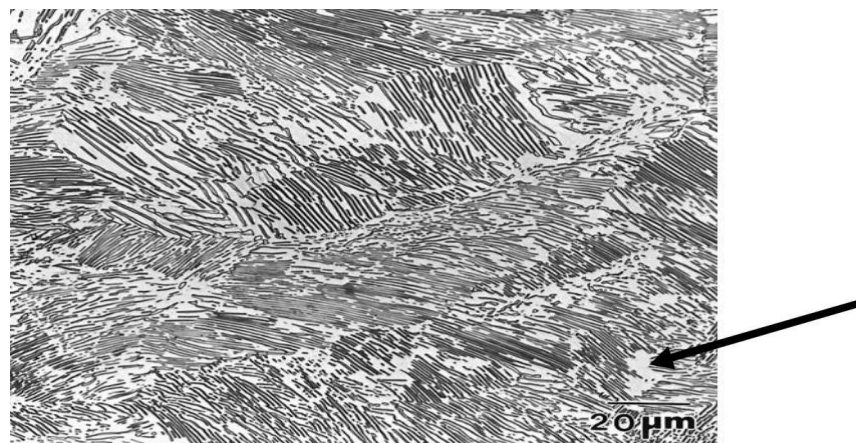


Figure III-3: Structure perlitique.

- L'acier du type hypereutectoïde : (%C] 0,85%, 2,1% [ ) formé de perlite (ferrite  $\alpha$  + cémentite  $Fe_3C$ ) caractérisée par une structure en lamelles enveloppée dans de la cémentite.



**Figure III-4: Microstructure: d'un acier hypereutectoïde**

### III.3 Les éléments d'addition

Les éléments d'alliage ont un rôle prépondérant dans le traitement d'austénitisation. La germination de l'austénite est instantanée dans le cas des aciers au carbone mais la présence de certains éléments d'alliage peut ralentir la croissance gouvernée essentiellement par la diffusion, du fait de leur faible diffusivité. Les formules empiriques d'« Andrews » peuvent être utilisées, pour estimer les températures de transformation, en fonction de la composition chimique des aciers faiblement alliés. Elles sont valables pour des aciers contenant moins de 0.6% de carbone. Ces formules sont données ci-après, en fonction de la teneur massique en éléments d'alliages :

$$Ac_1 = 723 - 10.7 Mn - 16.9Ni + 29.1 Si + 16.9 Cr + 6.38 W + 290 As$$

$$Ac_3 = 912 - 203 C - 15.2 Ni + 44.7 Si + 104 V + 31.5 Mo + 13.1W - 30Mn$$

#### III.3.1 Utilisation du système Fer-Carbone dans l'industrie

Les éléments de machines et d'ouvrages d'art moderne, sont sollicités en service par des charges dynamiques élevées, de fortes concentrations de contraintes, et de hautes et basses températures, cela favorise la rupture fragile et altère la fiabilité des machines.

L'insuffisance des propriétés des produits ferreux ordinaires empêche leurs utilisations dans des applications particulières. Et, suite à cet ensemble de sollicitation en service, ils subissent des dégradations accrues par de nombreux phénomènes, tels que l'usure et la corrosion.

Pour répondre aux multiples besoins de l'industrie moderne, c'est suffisamment utile de développer des nuances à très hautes caractéristiques qui doivent faire preuve d'une résistance qui se manifeste dans les conditions réelles de service.

Alors, l'amélioration des propriétés souhaitées, se fait par addition en quantité suffisante d'un ou plusieurs éléments d'alliage, leurs donnant ainsi, de bonnes caractéristiques mécaniques, telle que : « une bonne résistance à la traction, une élasticité élevée, et une grande dureté ».

### III.3.2 Influence des éléments d'addition

L'ajout d'autres éléments d'alliages (Cr, Ni, Mn, Co...) aboutit à des modifications très prononcées du diagramme d'équilibre binaire Fer-Carbone.

L'ampleur des modifications concernant la position des interfaces de phase, et la forme des domaines de phase varie en fonction de l'élément d'alliage ajouté et sa concentration.

Le déplacement de l'eutectoïde en fonction de la température et de la concentration en carbone consiste en l'une de ces modifications importantes.

L'introduction des éléments d'alliage ont les effets suivants sur le diagramme Fer-Carbone :

- Modification de la température et de la teneur correspondante à la transformation eutectoïde.
- Modifications de l'étendue des domaines d'existence des solutions solides  $\gamma$  (C F C) et ( $\alpha$  et  $\delta$ ) (C C), par leur caractère gammagène ou alphagène respectivement qui vient accentuer ou contrecarrer le domaine  $\gamma$ .
- Modification de la nature des carbures en équilibre, selon que l'élément est carburigène ou non.

L'addition des éléments d'alliage peut donner lieu à :

- Une formation de solutions solides dans le Fer.
- Une dissolution de ces éléments dans la cémentite, en remplaçant dans son réseau des atomes de Fer.

Ces éléments agissent sur les points de transformation de l'acier et sur la vitesse à laquelle se transforme l'austénite au cours du refroidissement.

La répartition de l'action des éléments d'alliage sur les transformations polymorphes du Fer est de deux types, et pour chacun d'eux en deux classes :

**Type A :** L'addition des éléments favorisant le domaine austénitique, soit très largement en formant une solution solide  $\gamma$  très étendue « **classe I : Ni, Mn, C** » soit de façon plus limitée avec formation de composés, à partir d'une certaine teneur « **classe II : C, N, Cu** ». Ces éléments sont dits **gammagène**.

**Type B :** L'addition des éléments favorisant le domaine ferritique, soit très largement jusqu'à ne former qu'une solution solide unique issue à la fois du Fer- $\alpha$  et du Fer- $\delta$  « **classe I : Cr, Mo, W, Si, V, Ti, Al** », soit beaucoup plus limitée « **classe II : Nb, Ce, B, Si** ». Ces éléments sont dits **alphagène**.

En dehors de la variation du pourcentage en carbone, on peut modifier les caractéristiques mécaniques et aptitudes technologiques des aciers, par addition d'autres métaux dont les principaux sont, avec leurs principales influences, regroupés dans le tableau ci-dessous :

Propriétés	Eléments d'addition											
	Carbone	Si	Mn	Ni	Cr	W	Va	Mo	Co	Ti	Pb	S
Résistance à la traction	++	+	++	+	++	+	+	++	+	+	+	
Dureté	++	+	++	+	++	+	+	++			+	
Malléabilité	-		+	++	+	+	+	+		+	-	-
Résilience	-		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Magnétisme		-		-	+	++			++			
Résistance au feu	-	-	-	+	++	+		+		+		
Elasticité	+	++	+		+		+	+				
Forgeabilité			+	+			+	+		+		-
Soudabilité	-	-	+				+	+				-
Usinabilité	-	-	-		-			+			+	+
Qualité de coupe	+	-			+	++	++	+	++	+	-	-
Commentaires :		+ Augmentation			++ Augmentation importante				- Diminution			

Tableau III.1 : Influence des principaux éléments d'addition sur les caractéristiques des aciers

### III.4 Types d'aciers

Du fait du nombre élevé d'éléments ajoutés au fer, de la gamme entendue de leur teneur, les aciers présentent un nombre assez grand de nuances différentes. On peut les classer alors selon leur composition chimique, ou bien selon leur domaine d'utilisation. C'est cette dernière classification, qui nous permet de considérer les quatre familles suivantes.

#### III.4.1 Aciers ordinaires

Les aciers d'usage général ou bien acier ordinaire, sont aussi appelés aciers au carbone. Ils ont une teneur maximale de 0.25% en masse de carbone, constituant environ 80% de la production des aciers. Ces aciers contiennent des éléments d'addition en faible quantité, des

Nuance	Pourcentage de carbone(C)	Résistance Rm (MPa) état recuit	Emplois
Extra- doux	$C < 0.15$	330-420	Tôles pour carrosseries. Feuillards, quincaillerie, pièces de forage.
Doux	$0.15 < C < 0.20$	370-460	Charpente métallique, profilés, construction mécanique courante, boulons, fils ordinaires.
Demi-doux	$0.20 < C < 0.30$	480-550	Pièces de machines pour applications mécaniques, pièces de bâtis moulés, pièces forgées.
Demi-dur	$0.30 < C < 0.40$	550-650	Petit outillage, éléments de machines agricoles, organes de transmission.
Dur	$0.40 < C < 0.60$	650-750	Pièces d'outillage, d'armement, glissières, rails et bandages, ressort, coutellerie, pièces moulées et traitées.
Extra-dur	$0.60 < C$	>750	Outils d'usinage et découpage, câbles, ressorts

Tableau III.2 : Aciers d'usage général.

### a. Propriétés des aciers ordinaires

Les principales propriétés de ces aciers susceptibles d'être améliorées sont, comme suit :

- la trempabilité ;
- une tenue à chaud ;
- une résistance à l'usure et à la corrosion ;
- insensible au traitement thermique ;
- amélioration des propriétés par écrouissage ;
- limite d'élasticité intéressante ;

### b. Désignation des aciers ordinaires [6]

Selon la norme NF EN 10027, les aciers ordinaires sont désignés suivant deux classes. La désignation commence par la lettre S pour les aciers d'usage générale, et par la lettre E pour les aciers de construction mécanique ; le nombre qui suit indique la valeur minimale de la limite d'élasticité de l'acier, (en MPa).

S235 : acier d'usage générale, avec :

Re = 235 MPa

E335 : acier de construction mécanique, avec :

Re = 335 MPa

### c. Domaines d'utilisation

Ces aciers sont utilisés sans traitement thermique, leur usage est destiné pour de multiples constructions, pour les charpentes métalliques, les bâtiments, les ponts et les immeubles, en mécanique générale, la construction navale, ainsi qu'aux chemins de fer.

#### III.4.2 Aciers a outils

Les aciers a outils ont une importance technologique primordiale, aucune étape de la fabrication et quel que soit le procédé employé ne peut se passer d'outil. la production mondiale de ce genre d'acier ne représente qu'un faible pourcentage.

Les caractéristiques d'utilisation de ces aciers sont semblables a celles des aciers allies, mais elles exigent l'amélioration d'un certain nombre de propriétés : la dureté, la trempabilité, la tenue a chaud, la ténacité, la résistance et la résistance aux chocs thermiques.

Ces aciers sont destinés pour des travaux a froid, des travaux a chaud, ainsi que le formage et l'usinage.

Les principales propriétés des aciers a outilles sont :

- Une dureté à l'ambiante supérieure a 60HRC.
- Un maintien d'une dureté et d'une ténacité élevée a chaud → addition importante d'éléments carburigène tels que (W, Mo, V) associés au chrome (qui améliore la trempabilité) et au cobalt.
- Elaboration et traitements thermomécaniques complexes.
- Résistance au frottement, à l'usure, et a la fatigue est améliorée par des traitements superficiels.

#### III.4.3 Aciers inoxydables [7]

Lorsqu'on ajoute au fer des quantités croissantes de chrome, on constate que la résistance a la corrosion atmosphérique augmente.

En effet, l'addition de chrome au fer, provoque une réaction qui permet la formation en surface d'un film de passivation invisible et protecteur, qui rend le m'étale passif. Compte tenu de ces observations, on convient d'appeler l'acier inoxydable, un alliage fer/chrome

Où la teneur en chrome est supérieure a environ 12%. Ces aciers sont résistants à de nombreux milieux corrosifs, et dans des milieux étendus de température. C'est la qualité du film de passivation qui détermine les qualités d'inoxidabilité de l'acier.

Ceci implique que ce film ne doit pas être endommagé, par actions extérieures telles que des rayures .... Etc.

La résistance à la corrosion de l'acier inoxydable provient justement de l'oxydation naturelle de la surface de l'alliage.

Bien qu'extrêmement mince, la pellicule protectrice qui se forme a la surface adhère fortement, elle est chimiquement stable.

C'est à dire passive, dans un environnement qui lui procure suffisamment d'oxygène.

L'acier inoxydable ne peut être considéré comme indestructible, son état de passivité peut être rompu dans certaines conditions, ce qui occasionnera alors la corrosion.

La nuance d'inox correspond à la composition chimique du métal, non à son aspect de surface. Elle influe essentiellement sur sa tenue à la corrosion et ses caractéristiques Mécanique. Il existe plus de cent (100) nuances d'inox, classée en cinq (5) grandes familles (norme européenne EN 10088).

On peut classer les aciers inoxydables d'après la structure cristalline qu'ils prennent après un traitement bien déterminé. Il existe trois (3) familles d'acier inoxydables :

- Les Aciers Ferr<sup>2</sup>itique (structure cubique centré CC).
- Les Aciers Martensitique (structure quadratique).
- Les Aciers Austénitique (structure cubique faces centrées CFC).

### **III.4.4 Aciers de Traitement Thermique**

Les aciers alliés ou non alliés de traitement thermique sont définis, en fonction de leur composition chimique. Cette dernière permet de déterminer les traitements qu'on peut leur appliquer en fonction des propriétés recherchées.

#### **a. Aciers non alliés**

Ces aciers sont intermédiaires entre des aciers d'usage général de type A, et des aciers fins de type XC ; on peut leur faire subir un traitement thermique mais les caractéristiques mécaniques obtenues peuvent être assez variables d'un lot à l'autre, et aussi à l'intérieur du même lot.

Selon la norme **NF EN 10027**, la désignation des aciers non alliés se compose de lettre C du pourcentage de la teneur moyenne en carbone multipliée par 100.

Ces aciers sont employés en constructions mécaniques, conviennent aux traitements thermiques, et au forgeage.

Nuance	R min	Re min	Emplois
C 22	410	255	<b>Construction mécanique.</b>  <b>Ces aciers conviennent aux traitements thermiques et au forgeage.</b>
C 25	460	275	
C 30	510	315	
C 35	570	335	
C 40	620	355	
C 45	660	375	
C 50	700	395	
C 55	730	420	
C 60	<b>HRC&gt;57</b>		

Tableau III.3 : Aciers non allié

### b. Aciers alliés

On distingue deux catégories d'aciers alliés :

#### - Aciers fortement alliés

Sont des aciers dans lesquels, il y'aura au moins un élément d'addition qui atteint la teneur supérieure de 5%.

La désignation des aciers fortement alliés commence par la lettre X suivie des mêmes désignations que celle des aciers faiblement alliés, à l'exception des valeurs des teneurs qui sont des pourcentages nominaux réels.

#### - Aciers faiblement alliés

Sont des aciers dans lesquels, il n'existe aucun élément d'addition qui atteint la teneur de 5%. Leurs désignations se composent de 3 étapes :

- Un nombre entier, égale à cent fois le pourcentage de la teneur moyenne en carbone.
- Un ou plusieurs groupes de lettres qui sont les symboles chimiques des éléments d'addition rangés dans l'ordre des teneurs décroissantes.
- Une suite de nombre rangés dans le même ordre que les éléments d'alliage, et indiquant le pourcentage de la teneur moyenne de chaque élément.

Les teneurs sont multipliées par un coefficient multiplicateur variable en fonction des éléments d'alliage.

L'apport des éléments d'alliage va permettre l'augmentation de la résistance mécanique et de la profondeur de trempe.

### **III.5 Caractéristique de l'acier faiblement allié 42CrMo4**

Acier faiblement allié, magnétique, issu de la technologie "master-batch" et préparé à partir d'une poudre "fer-carbonyle" ayant une granulométrie maximale de 6 µm. Cette matière est spécialement conçue pour le traitement thermique. Elle est recommandée pour les applications demandant de très bonnes résistances mécaniques et ténacités telles que l'armement, l'outillage ou les pièces de machines.

#### **III.5.1 Désignation**

AISI : 4140

DIN : 1.7225

AFNOR : 42 Cr Mo 4

#### **III.5.2 Composition chimique**

Selon la norme DIN, la composition chimique (en%), de l'acier faiblement allié 42 CrMo4 est la suivant.

<b>% C</b>	<b>%Cr</b>	<b>%Mo</b>	<b>%Ni</b>	<b>%Cu</b>	<b>%Si</b>	<b>%S</b>	<b>%P</b>	<b>%V</b>	<b>%Fe</b>
<b>0,32-0,42</b>	<b>0,9-1,20</b>	<b>0,15-0,30</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>&lt; 0,1</b>	<b>&lt; 0,005</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>Compl.</b>

**Tableau III.4. :** Composition chimique de l'acier faiblement allié.

#### **III.5.4 Propriété mécanique**

Les principales propriétés mécaniques de l'acier 42CrMo4, sont les suivantes :

Traction :  $R_m \geq 1650$  MPa  
 $R_{p0,2} \geq 1150$  MPa  
 $A\% \geq 5\%$

Dureté : 490 HV 10 ou 45 HRC

Rugosité :  $R_a < 1$  µm

### III.5.5 Propriétés physico-chimiques

Densité minimale : 7,4

Non résistant à la corrosion

### III.5.6 Domaines d'application

Acier très employé en mécanique, de part ses très bonnes qualités de mise en œuvre et sa bonne ténacité : vilebrequins, boulon, essieux, porte-fusées, arbres, engrenages, leviers, crémaillères, crochets de traction, etc.

## III.6 CONCLUSION

Dans ce chapitre, on a défini l'acier, et on a constaté qu'il existe plusieurs types d'aciers, ils se différencient tout en ajoutant des éléments d'alliage.

Chaque type d'acier dépend de sa composition chimique, ainsi qu'au domaine d'utilisation, en assurant sa durabilité dans les conditions de son emploi, en particulier environnementales.

Le choix de l'un d'eux dépend des propriétés exigées, par rapport à leur microstructure, soit au stade d'élaboration, aux traitements thermiques et thermo-chimiques, pour assurer une bonne fonctionnalité, et une durée de vie appréciable de la pièce à réaliser.

Notre pièce (pignon), est fabriquée à partir d'acier faiblement allié 42CrMo4 à 0.42 % de carbone, 1% de chrome et les traces du molybdène, c'est un matériau qui a une bonne résistance mécanique et ténacité. Ces caractéristiques nous ont permis de choisir cet acier pour la réalisation de notre pignon.

**CHAPITRE IV : ETUDE ET CONCEPTION DU  
PIGNON**

## ETUDE ET CONCEPTION DU PIGNON

### IV.1 Introduction

Avant de choisir notre solution et faire son études et ca conception, dans ce chapitre nous allons définir, caractériser et redimensionner le pignon, a cause du problème survenu.

### IV.2. Définition d'un engrenage

Un engrenage est un mécanisme composé de deux roues dentées mobiles autour d'axes de position fixe et dont l'une entraîne l'autre par l'action de dents successivement en contact et on dit que les deux roues sont conjuguées. La plus petite roue est appelée pignon, la plus grande est la roue.

Il existe quatre types d'engrenages différents.

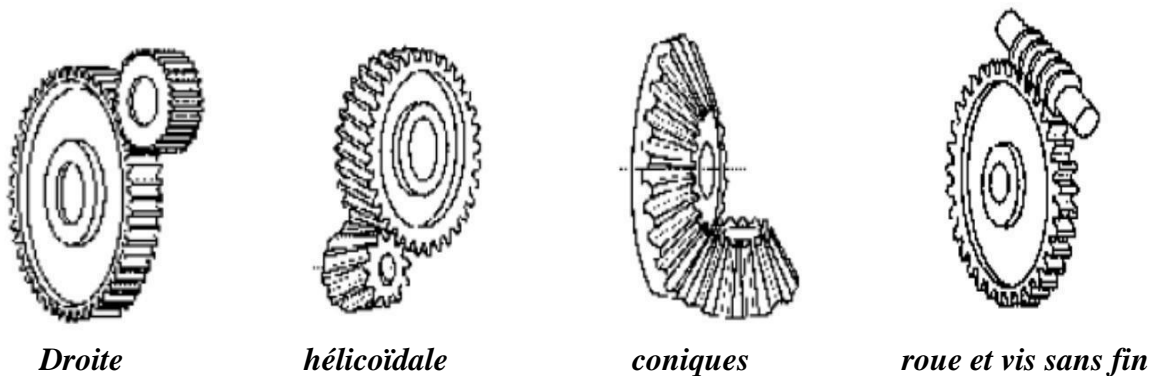


Figure IV.1 : Les différents types d'engrenages.

Le type de l'engrenage qui nous intéresse c'est, l'engrenage a denture hélicoïdale.

### IV.3. Engrenages à denture hélicoïdale [6]

#### IV.3.1. Définition de quelques caractéristiques

- **Hélice primitive :**

Intersection d'un flanc avec le cylindre primitive d'une roue hélicoïdale. L'hélice de pas  $p_z$  peut être « à droite » ou « à gauche ».

- **Angle d'hélice ( $\beta$ ) :**

Angle formé par la tangente à l'hélice primitive et une génératrice du cylindre primitif. Le complément de l'angle  $\beta$  est appelé inclinaison  $\gamma$ .

- **Pas apparent ( $p_t$ ) :**

Longueur de l'arc du cercle primitif compris entre deux profils homologues consécutifs.

- **Pas réel ( $p_n$ ) :**

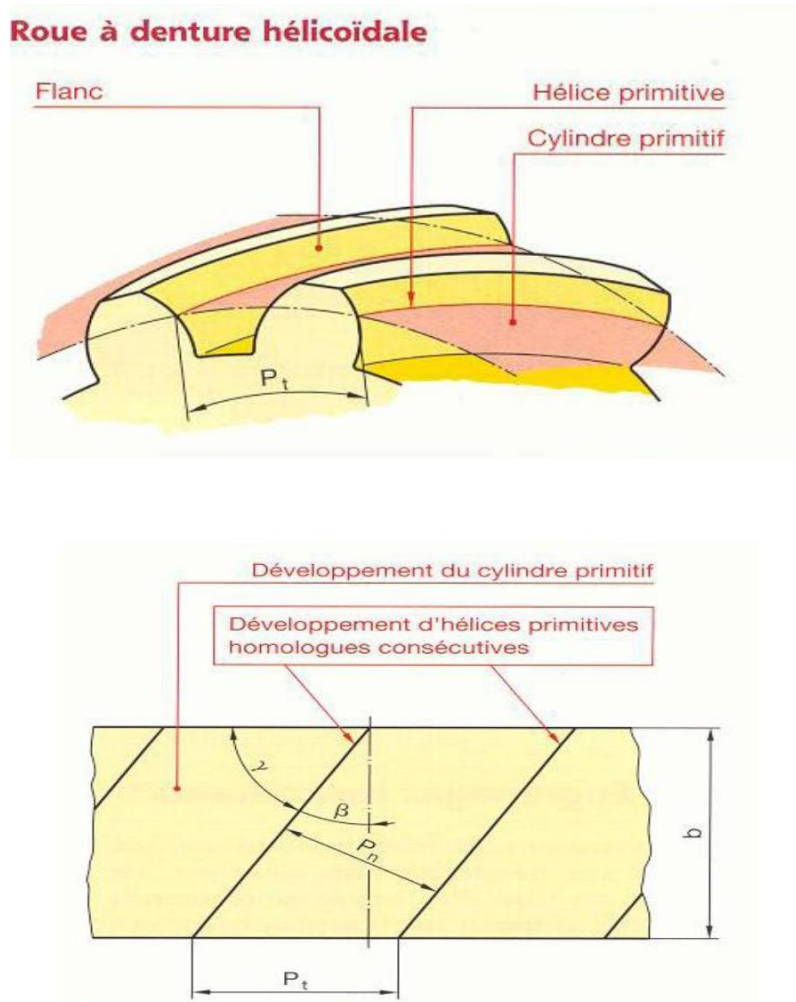
Longueur de l'arc compris entre deux flancs homologues consécutifs, mesurée le long d'une hélice du cylindre primitif orthogonale aux hélices primitives.

- **Module apparent ( $m_t$ ) :**

Quotient du pas apparent (en mm) par le nombre  $\pi$ .

- **Module réel ( $m_n$ ) :**

Quotient du pas réel(en mm) par le nombre  $\pi$ .



**Figure IV. 2 :** caractéristiques de la roue hélicoïdale.

### IV.3.2. Avantage

- usure et niveau sonore réduit ; le choc dû à la flexion des dents pendant le passage d'un profil à l'autre est très atténué.
- régularité de la transmission à haute vitesse due au fait qu'il y a toujours plus de deux dents en prise:
- les couples transmis peuvent être plus élevés car le nombre de dents en prise est plus important.
- Fonctionnement silencieux, sans vibration, effet sur chaque dent réduit (3 ou 4 dents en prise simultanément).
- Faible encombrement.
- Rapport de transmission rigoureux.
- Durée de vie élevée.
- Rendement élevé.
- Gammes de puissance et vitesse transmises élevées.

### IV.3.3. caractéristique

Toutes les roues à denture hélicoïdale de même module (réel ou apparent) et de même angle d'hélice engrènent entre elles, quels que soient leur diamètre et leur nombre de dents, mais les hélices doivent être de sens contraire (l'une à droite et l'autre à gauche).

- Module réel  $m_n$  : Le module normalisé  $m_n$  est déterminé par calcul de résistance des matériaux et choisi dans le tableau des modules normalisés. ( $m_n = 9$ )

- Module apparent  $m_t$ :  $m_t = m_n / \cos\beta$
- Pas apparent  $p_t$ :  $p_t = \pi \cdot m_n$
- Pas réel  $p_n$ :  $p_n = \pi \cdot m_t$
- Nombre de dents  $Z$ : **Donné par le rapport  $(Z_1/Z_2) = (N_2/N_1)$**
- Diamètre primitif  $d_p$ :  $d_{p1} = m_t \cdot Z$
- Saillie  $h_a$ :  $h_a = m_n$
- Creux  $h_f$ :  $h_f = 1,25 \cdot m_n$
- Hauteur de la dent  $h$ :  $h = 2,25 \cdot m_n$
- Diamètre de tête  $d_a$ :  $d_a = d_{p1} + 2 \cdot m_n$
  
- Diamètre de pied  $d_f$ :  $d_f = d_{p1} - 2,5 \cdot m_n$
- Angle d'hélice  $\beta$ :  $10^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$
- Largeur de denture  $b$ :  $b = 150 \text{ mm}$

#### IV.4 Choix du matériau : [voir annexe N°1]

Pour le pignon nous avons choisi de l'acier faiblement allié (42 Cr Mo 4) trempé superficiellement à l'huile ( $T=840^\circ$ ) revenu à ( $T=550^\circ$ ).

- la dureté : HRC=50
- $C_R=270$
- module de Young :  $E=210 \cdot 10^3 \text{ MPa}$ .

La trempe sera pratiquée après usinage : La trempe superficielle a pour but d'augmenter la résistance aux contraintes de contact tout en gardant des bonnes résistances à la flexion dans le cœur de la dent.

## IV.5. Calcul et application

### IV.5.1 Données

Ce tableau ci-dessous représente les données utilisées.

Puissance du moteur électrique	<b><math>P_{\text{Moteur}} = 18.5 \text{ KW}</math></b>
Vitesse de rotation de l'arbre moteur	<b><math>N_{\text{Moteur}} = 1450 \text{ tr/min}</math></b>
Diamètre de la petite poulie	<b><math>d = 190 \text{ mm}</math></b>
Diamètre de la grande poulie	<b><math>D = 900 \text{ mm}</math></b>
Module réel	<b><math>m_n = 9</math></b>
Angle d'hélice	<b><math>\beta = 10^\circ</math></b>
Angle de la pression	<b><math>\alpha_n = 20^\circ</math></b>
Rondement d'un pair du roulement	<b><math>\eta_{\text{roulement}} = 0.98</math></b>
Rondement de la courroie	<b><math>\eta_{\text{courroie}} = 0.96</math></b>
Nombre de dents du pignon	<b><math>Z_1 = 21 \text{ dents}</math></b>
Diamètre du pignon	<b><math>D_1 = 210 \text{ mm}</math></b>
	<b><math>d_1 = 170 \text{ mm}</math></b>

**Tableau IV. 1 : données utilisées.**

IV.5.2 Chaîne cinématique

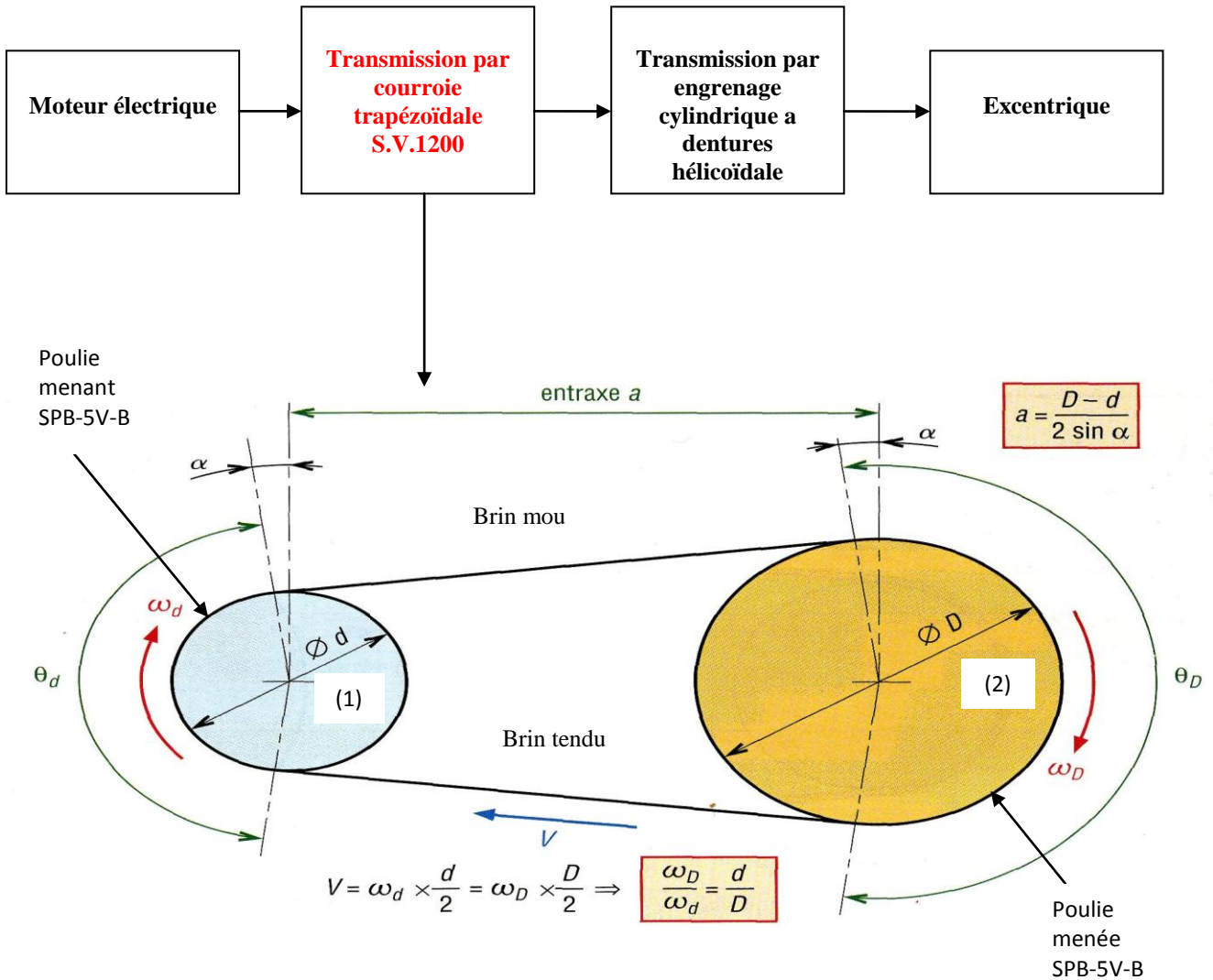


Figure IV.3 : transmission par courroie trapézoïdale droite

Cette courroie se monte droites :

- Arbres parallèles
- Rotation des poulies dans le même sens
- Brin supérieur menant et brin inférieur mené

Avec :

- $\omega_M$  : vitesse angulaire du moteur électrique
- $\omega_d = \omega_1$  et  $\omega_D = \omega_2$  : vitesses angulaires
- $V$  : vitesses linéaire
- $d$  : diamètre de la poulie menant
- $D$  : diamètre de la poulie menée
- $\theta_d$  et  $\theta_D$  : angles de contacts

## IV.6. Calcul du couple

Rapport de transmission de la courroie trapézoïdale :

$$i_c = D / d \quad (\text{IV.1})$$

vitesse angulaire de la poulie menant :

$$\omega_M = \omega_1 = (2 \cdot \pi \cdot N_M) / 60 \quad (\text{IV.2})$$

Couple moteur :

$$P_M = C_M \cdot \omega_1 \quad \Longrightarrow \quad C_M = P_M / \omega_1 \quad (\text{IV.3})$$

Vitesse angulaire de la poulie menée :

$$i_c = \omega_1 / \omega_2 \quad \Longrightarrow \quad \omega_2 = \omega_1 / i \quad (\text{IV.4})$$

Vitesse de rotation de la poulie menée :

$$\omega_2 = (2 \cdot \pi \cdot N_2) / 60 = \pi \cdot N_2 / 30 \quad \Longrightarrow \quad N_2 = 30 \cdot \omega_2 / \pi \quad (\text{IV.5})$$

Vitesse linéaire :

$$V = \omega_1 \cdot d / 2 \cdot 10^{-3} = \omega_2 \cdot D / 2 \cdot 10^{-3} \quad (\text{IV.6})$$

Puissance de la poulie menée :

$$\eta_{\text{courroie}} = P_2 / P_1 = P_2 / P_M \quad \Longrightarrow \quad P_2 = \eta_c \cdot P_M \quad (\text{IV.7})$$

Couple de la poulie menée :

$$P_2 = (C_2 \cdot \omega_2) / 10^6 \quad \Longrightarrow \quad C_2 = 10^6 \cdot P_2 / \omega_2 \quad (\text{IV.8})$$

Vitesse angulaire et vitesse de rotation du pignon :

$$\omega_3 = \omega_2$$

$$N_3 = N_2$$

Puissance au niveau du pignon :

$$\eta_{\text{total roulement}} = P_3 / P_2 \quad \Longrightarrow \quad P_3 = \eta_{\text{total roulement}} \cdot P_2 \quad (\text{IV.9})$$

Couple du pignon :

$$P_3 = (C_3 \cdot \omega_3) / 10^6 \quad \Longrightarrow \quad C_3 = 10^6 \cdot P_3 / \omega_3 \quad (\text{IV.10})$$

Ce tableau ci-dessous représente les résultats des calculs.

Paramètres calculés	Résultats
$i$ courroie	4.74
$\omega_M = \omega_1$	151.84 rad/s
$C_M = C_1$	121.84 N.mm
$\omega_2$	32.03 rad/s
$N_2$ $V$	305.9 tr/min 14.42 m/s
Puissance poulie menée $P_2$	17.76 Kw
$C_2$	$554.48 \cdot 10^3$ N.mm
$\omega_3 = \omega_2$	32.02 rad/s
$N_3 = N_2$	305.9 tr/min
Puissance pignon $P_3$	17.06 Kw
$C_3$	$532.62 \cdot 10^3$ N.mm

**Tableau IV. 2 :** résultats des calculs.

**IV.7. Dimensions du pignon**

$m_n$	9
$m_t$	9.14
$p_t$	28.27mm
$p_n$	28.71mm
$d_p$	191.94 mm
$h_a$	9 mm
$h_f$	11.25 mm
$h$	20.25 mm
$d_a$	209.94 mm
$d_f$	169.44 mm
$b$	150 mm

**Tableau IV. 3** : caractéristiques de la roue hélicoïdale.**IV.8. Effort agissant sur la dent du pignon**

La dent du pignon soumise a trois efforts :

- ✓ effort tangentielle  $F_t$
- ✓ effort axial  $F_a$
- ✓ effort radial  $F_r$

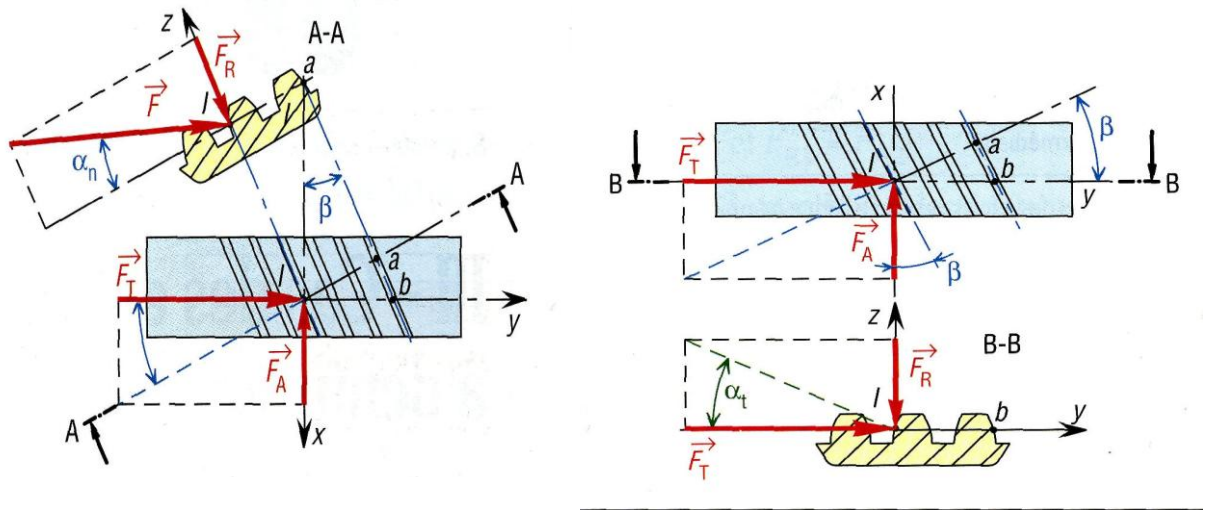


Figure IV.4 : Efforts agissantes sur la denture hélicoïdale

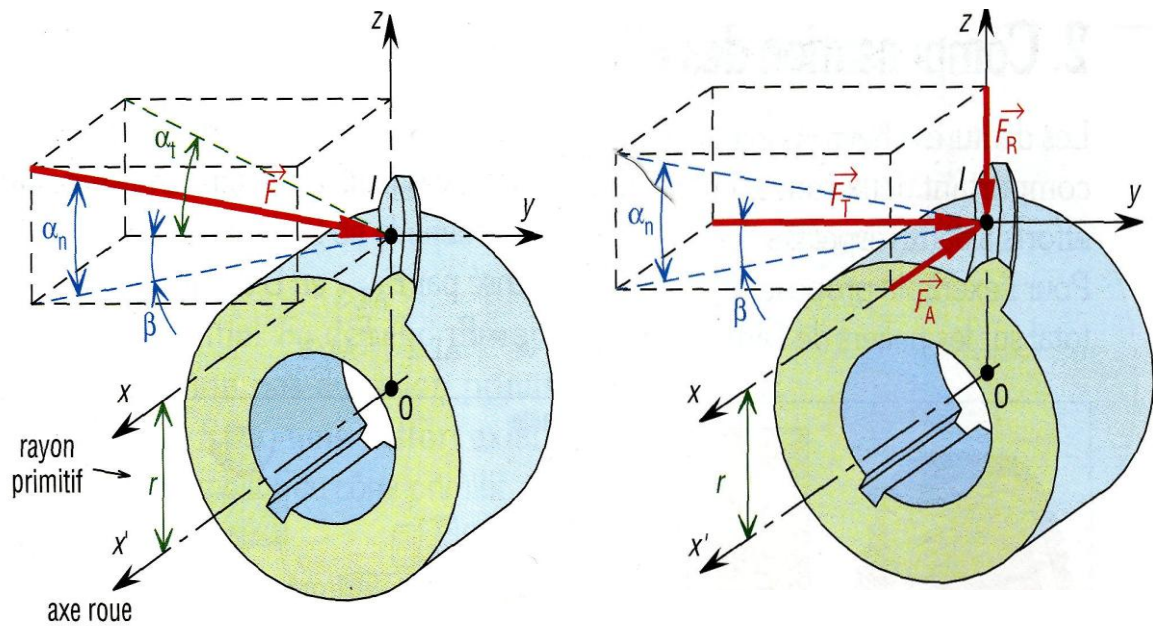
### IV.8.1. Formules

$$C_3 = Ft \cdot (d_{p1} / 2) \implies Ft = (2 \cdot C_3) / d_{p1} \quad (IV.11)$$

$$Fa = Ft \cdot \tan(\beta) \quad (IV.12)$$

$$Fr = (Ft / \cos(\beta)) \cdot \tan(\alpha_n) \quad (IV.13)$$

$$F = (Fa^2 + Ft^2 + Fr^2)^{1/2} \quad (IV.14)$$



Figures IV.5 : Efforts appliqué sur la dent

### IV.8.2.Application numérique

$$\checkmark F_t = (2 \cdot 532.62 \cdot 10^3) / 191.94$$

$$F_t = 5549.86 \text{ N}$$

$$\checkmark F_a = 5549.86 \cdot \tan(10^\circ)$$

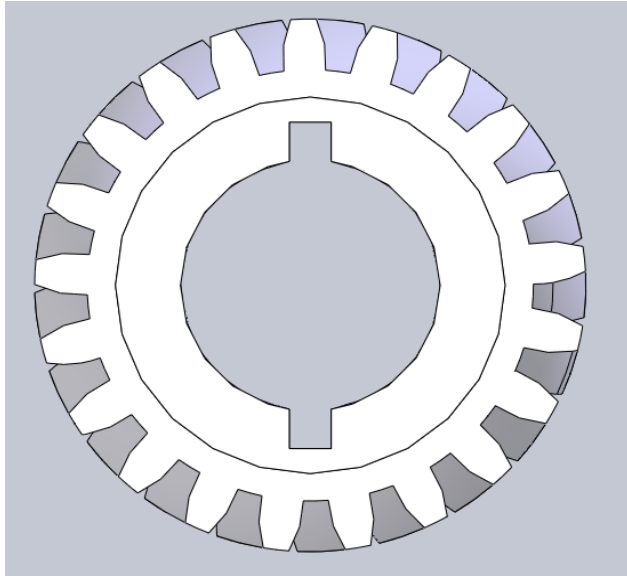
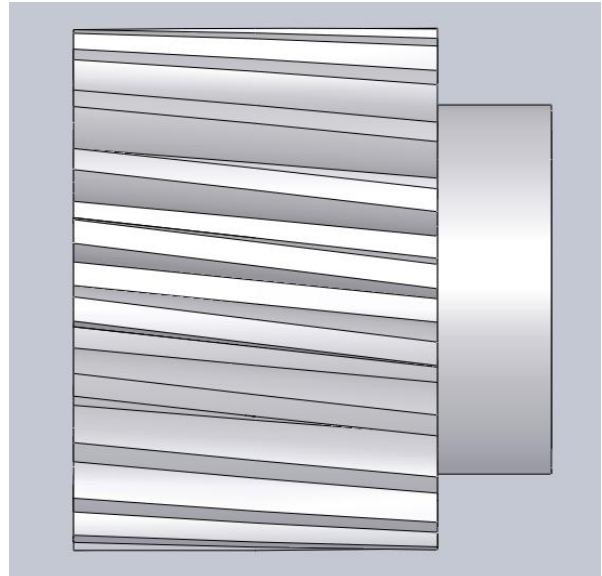
$$F_a = 978.59 \text{ N}$$

$$\checkmark F_r = (5549.86 / \cos(10^\circ)) \cdot \tan(20^\circ)$$

$$F_r = 2051.14 \text{ N}$$

$$\checkmark F = (978.59^2 + 5549.86^2 + 2051.14^2)^{1/2}$$

$$F = 5997.14 \text{ N}$$

**IV.9. Conception du pignon****Figure. IV.6** : vue de face**Figure. IV.7** : vue de gauche**IV.10. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons réussi à faire une étude, et concevoir le pignon

Les différents calculs que nous avons effectués, nous ont permis d'avoir les dimensions de notre pignon.

# **CHAPITRE V : ETUDE ET CONCEPTION DE LA SOLUTION RETENUE**

## ETUDE ET CONCEPTION DE LA SOLUTION RETENUE

### V.1 Introduction

Ce chapitre est la base de notre travail, il contient la présentation, le principe de fonctionnement ainsi que l'étude et le dimensionnement de la solution choisit.

### V.2 Présentation de la solution retenue

Le clavetage est une liaison complète démontable par obstacle, a pour but de rendre solidaire en rotation deux pièces coaxiales (l'arbre et l'alésage (le moyeu)) a l'aide d'une clavette.

Un arrêt en translation doit être ajouté obligatoirement pour constituer une liaison encastrement.

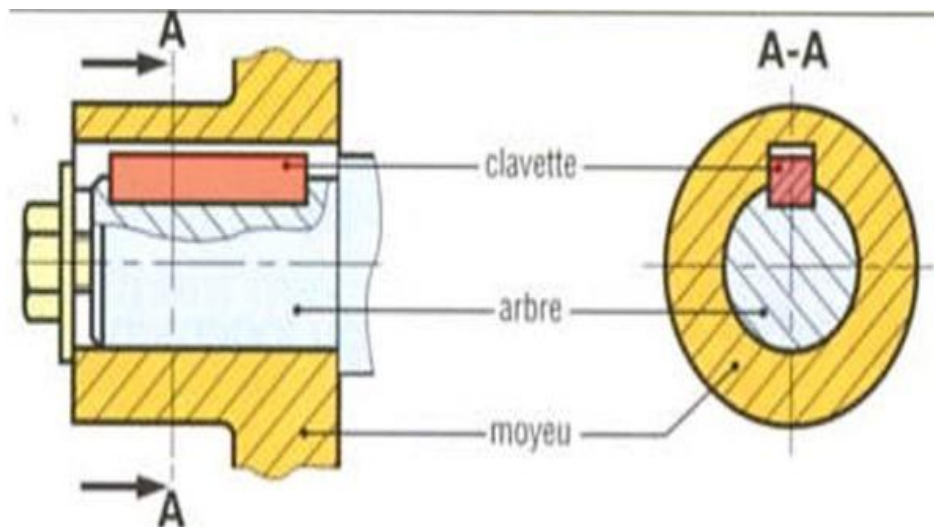


Figure. V.1 : le clavetage

#### V.2.1. Définition

Une clavette est une pièce prismatique implantée par moitié environ dans un arbre et dans un moyeu pour l'autre moitié.


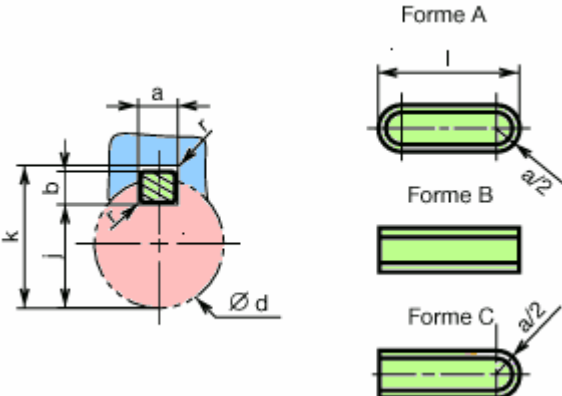
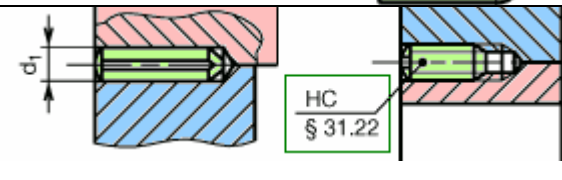

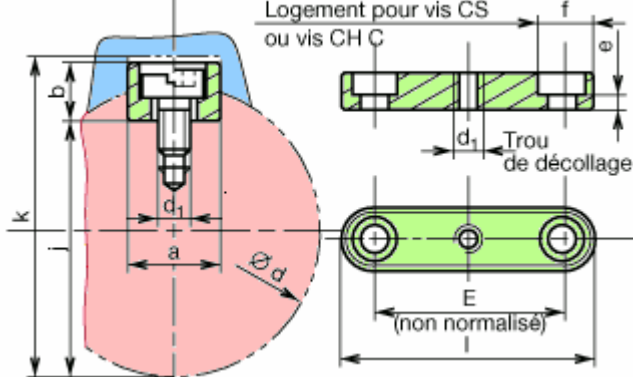
V.2.2 Fonction

**Cinématique :** SUPPRIMER la rotation d'axe (O, x) entre l'arbre et le moyeu.

**Statique :** TRANSMETTRE un moment d'axe (O, x) entre l'arbre et le moyeu.

V.3 Types de clavettes

Ce tableau ci-dessous représente les différents types de clavettes.

Désignations	photos	Schémas
Clavette parallèle de type A, B ou C		
Clavetage par vis ou goupille « Entre cuir et chair ».		
Clavette parallèle fixée par vis		


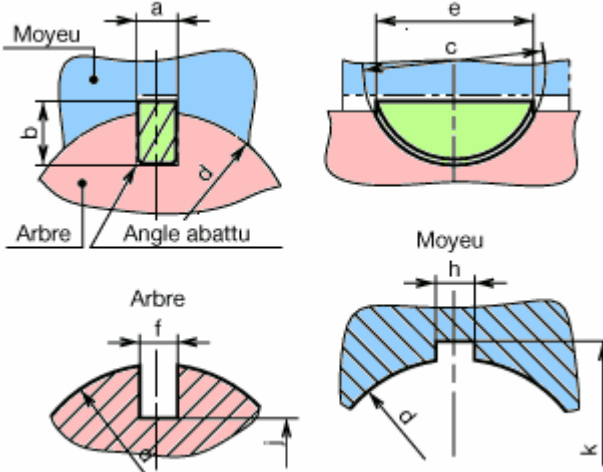
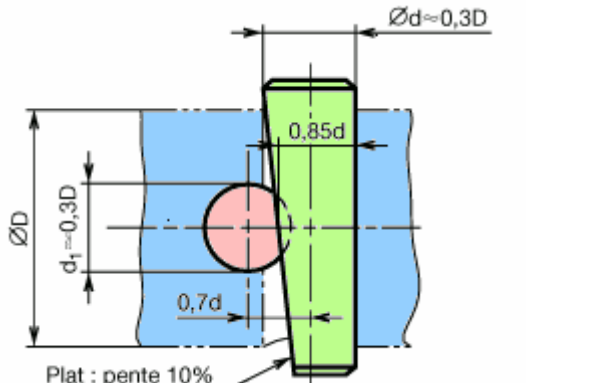
<p>Clavette disque</p>		
<p>Clavette tangente</p>		

Tableau .V.1 : Types des clavettes.

Pour le choix de notre clavette nous avons opté pour les clavettes parallèles.

**V.3.1.Les clavettes parallèles:[6]**

[voir l'annexe N°2]

Il existe trois formes de clavettes parallèles répondant toutes à la norme NF E 22-177:

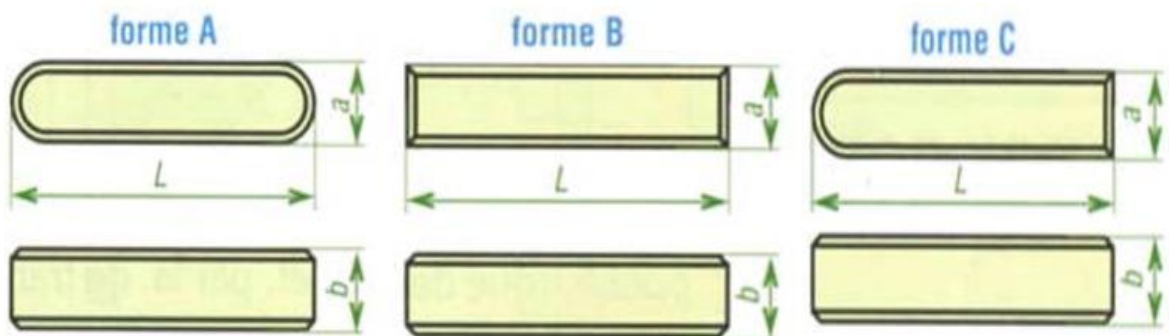


Figure. V.2 : formes des clavettes parallèles

Selon l'emplacement dans le mécanisme et la forme de la rainure on optera pour une des formes de clavettes parallèles.

Les dimensions et les tolérances des rainures dans chaque pièce sont gérés par la norme NF E 22-175.

V.3.2.Mise en situation des différentes dimensions

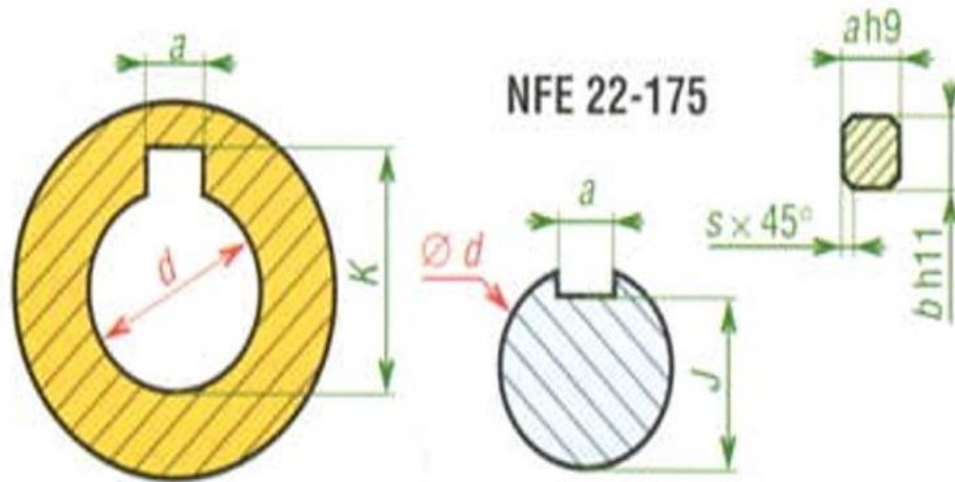


Figure. V.3 : différentes dimensions

V.3.3. Tolérances des différentes dimensions

Tolérances	Type de clavetage		
	Libre	Normal	Serré
$a_{\text{arbre}}$	H9	N9	P9
$a_{\text{moyeu}}$	D10	JS9	P9
$a_{\text{clavette}}$	h9	h9	h9
<b>Tolérances (<math>\mu\text{m}</math>)</b>		<b>J</b>	<b>K</b>
Série normale	$6 \leq d \leq 22$	0 - 100	+ 100 0
	$22 < d \leq 130$	0 - 200	+ 200 0
Série mince	$12 \leq d \leq 50$	0 - 100	+ 100 0
	$50 < d \leq 150$	0 - 200	+ 200 0

Tableau .V.2 : tolérances

A partir du diamètre de l'arbre ou du moyeu ( $\varnothing d$ ), on choisit les dimensions de la clavette, puis on détermine les dimensions des rainures de clavette dans chaque pièce avec leurs tolérances.

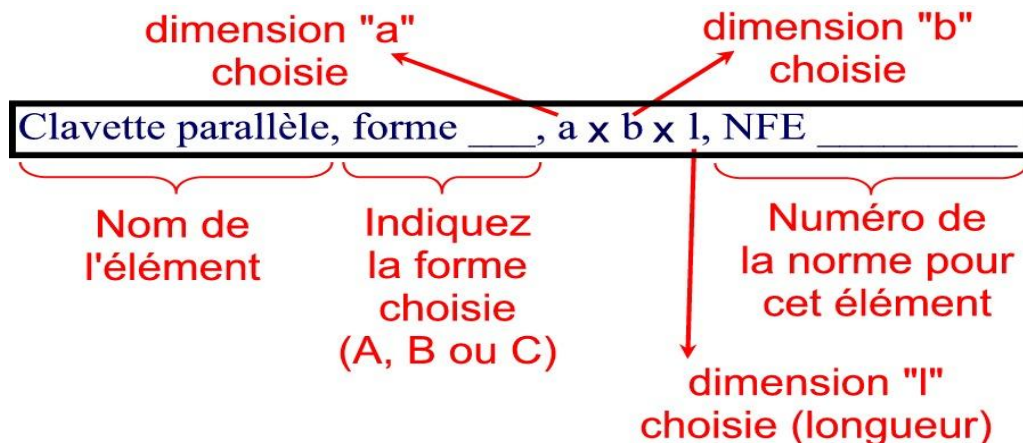
On fournit ci-dessous un extrait de dimensions normalisées pour le montage des clavettes parallèles:

Clavettes parallèles : principales dimensions normalisées (NF E 22-175)														
d	série normale						série mince			cas d'une fixation par vis				
	a	b	s	J	K	L	b*	J*	K*	vis	t	z	g	r
6 à 8 inclus	2	2	0,08	d-1,2	d+1	6 à 20								
8 à 10	3	3	à	d-1,8	d+1,4	6 à 36								
10 à 12	4	4	0,16	d-2,5	d+1,8	8 à 45								
12 à 17	5	5	0,16	d-3	d+2,3	10 à 56	3	d-1,8	d+1,4					
17 à 22	6	6	à	d-3,5	d+2,8	14 à 70	4	d-2,5	d+1,8	M2,5-6	5	2,9	3	2,5
22 à 30	8	7	0,25	d-4	d+3,3	18 à 90	5	d-3	d+2,3	M3-8	6,5	3,4	3,5	3
30 à 38	10	8	0,25	d-5	d+3,3	22 à 110	6	d-3,5	d+2,8	M4-10	8	4,5	4,5	4
38 à 44	12	8		d-5	d+3,3	28 à 140	6	d-3,5	d+2,8	M5-10	10	5,5	5,5	5
44 à 50	14	9	à	d-5,5	d+3,5	36 à 160	6	d-3,5	d+2,8	M6-10	12	6,6	6,5	6
50 à 58	16	10		d-6	d+4,3	45 à 180	7	d-4	d+3,3	M6-10	12	6,6	6,5	6
58 à 65	18	11	0,4	d-7	d+4,4	50 à 200	7	d-4	d+3,3	M8-12	16	9	8,5	8
65 à 75	20	12	0,4	d-7,5	d+4,9	56 à 220	8	d-5	d+3,3	M8-12	16	9	8,5	8
75 à 85	22	14	à	d-9	d+5,4	63 à 250	9	d-5,5	d+3,8	M10-12	20	11	10,5	10
85 à 95	25	14	0,6	d-9	d+5,4	70 à 280	9	d-5,5	d+3,8	M10-12	20	11	10,5	10
95 à 110	28	16		d-10	d+6,4	80 à 320	10	d-6	d+4,5	M10-16	20	11	10,5	10

Tableau .V.3 : principales dimensions normalisées

### V.3.4. Désignation normalisée des clavettes parallèles

A partir des choix effectués, la désignation normalisée s'écrit de la façon suivante:



#### V.4.Choix du matériau

Le matériau choisit est : **C45 (XC48)** [Voir l'annexe N°3]

#### V.5.Calcul et Dimensionnement de la clavette

Calcul du couple sur l'arbre :

$$C = Ft \cdot d / 2 \quad (V.1)$$

Application numérique :

$$\checkmark C = 5549.86 \cdot (99 / 2)$$

$$C = 274.72 \cdot 10^3 \text{ N.mm}$$

##### V.5.1.Données

Ce tableau ci-dessous représente les données utilisées :

Résistance élastique à la traction	$Re = 340 \text{ N / mm}^2$
Couple dans l'arbre	$C = 274.72 \cdot 10^3 \text{ N.mm}$
Hauteur de la clavette	$b = 16 \text{ mm}$
Diamètre de l'arbre	$d = 99 \text{ mm}$ après la rectification de 1 mm
Pression admissible	$P_{adm} = 95 \text{ Mpa}$
Largeur de la clavette	$a = 28 \text{ mm}$
Résistance de plasticité	$Rm = 620 \text{ N/mm}^2$
Effort tangentiel	$Ft = 5549.86 \text{ N/ mm}^2$

**Tableau .V.4** : données utilisées

$P_{adm}$  : choisit en fonction des conditions de fonctionnement, à choisir en fonction du matériau

##### V.5.2.Vérification au cisaillement [4]

Pour qu'une clavette résiste en cisaillement, il faut que la contrainte de cisaillement soit inférieur ou égale à la résistance pratique élastique au cisaillement.

$$\tau \leq R_{pg} \quad (V.2)$$

Pour vérifier cette condition, il suffit de dérouler les calculs ci-dessous :

- Surface cisailée  $Sc$  (mm<sup>2</sup>) :

$$Sc = a \cdot L \quad (V.3)$$

$L$  : la longueur de la clavette en mm.

- Effort (la tangente) appliqué sur la clavette  $F_t$  (N) :

$$F_t = 2 \cdot C / d \quad (V.4)$$

$R_{pg}$  : résistance pratique élastique au glissement (ou cisaillement)

$$R_{pg} = R_g / s = 0,5 \cdot R_e / s \quad (V.5)$$

$s$  : coefficient de sécurité (généralement égale 2).

- Contrainte de cisaillement  $\tau$  (MPa) :

$$\tau = F_t / Sc \leq R_{pg} \quad (V.6)$$

$$\tau = F_t / a \cdot L \leq R_{pg} \longrightarrow L \geq F_t / a \cdot R_{pg} \quad (V.7)$$

### V.5.3. Application numérique

$$R_{pg} = 0.5 \cdot 340 / 2$$

$$R_{pg} = 85 \text{ Mpa.}$$

$$L \geq 5549.86 / 28 \cdot 85$$

$$L \geq 2.33 \text{ mm}$$

### V.5.4. Vérification au matage

Pour qu'une clavette résiste au matage, il faut que :

$$P_m \leq P_a \quad (V.8)$$

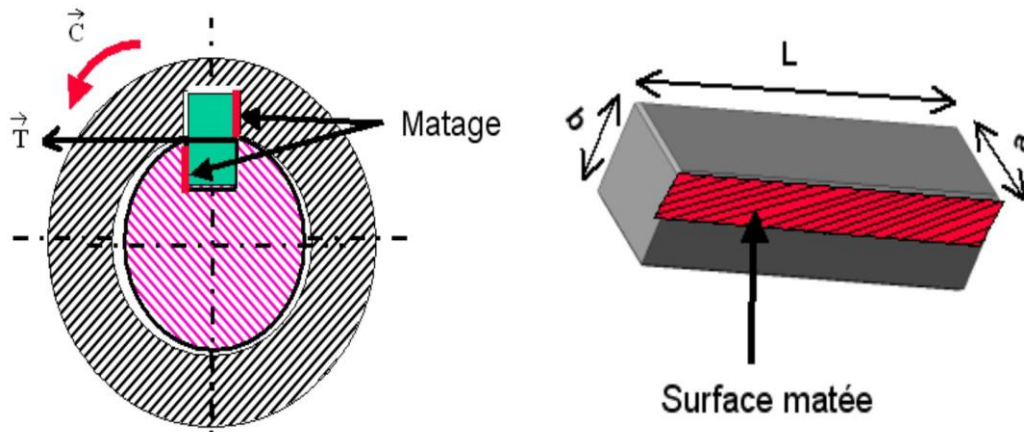


Figure. V.4 : clavette soumise au matage

Pour vérifier cette condition, il suffit de dérouler les calculs ci-dessous :

- Surface matée  $S_m$  ( $\text{mm}^2$ ) :

$$S_m = L \cdot (b / 2) \quad (V.9)$$

- Effort appliqué sur la clavette  $F$  (N) :

$$F_t = 2 \cdot C / d \quad (V.10)$$

- Pression de matage  $P_m$  (MPa) :

$$P_m = F_t / S_m \leq P_a \quad (V.11)$$

$$P_m = (2 \cdot F_t) / L \cdot b \leq P_a \longrightarrow L \geq (2 \cdot F_t) / P_a \cdot b \quad (V.12)$$

Choix de la pression admissible Pa (MPa) :

- Clavetage glissant sous charge : 2 à 20 MPa
- Clavetage glissant sans charge : 20 à 50 MPa.
- Clavetage fixe (cas le plus fréquent) : 40 à 150 MPa

Notre choix est : Pa = 95 Mpa

### V.5.5. Application numérique

$$L \geq 2 \cdot 5549.86 / 95 \cdot 16$$

$$L \geq 7.30 \text{ mm}$$

On prend donc : L = 90 mm

### V.5.6. Vérification de L

$$L \leq 2.5 \cdot d \longrightarrow L / d \leq 2.5 \text{ mm}$$

### V.5.7. Application numérique

$$90 / 99 \leq 2.5 \text{ mm}$$

$$0.90 \text{ mm} \leq 2.5 \text{ mm} \quad (\text{la condition est vérifiée})$$

Donc la longueur choisit est bonne

$$\text{Avec : } K = d + 6.4 = 99 + 6.4 = 105.4 \text{ mm}$$

$$J = d - 10 = 99 - 10 = 89 \text{ mm}$$

## V.6. Règles pratiques

Les clavettes sont généralement dimensionnées au matage. Cependant la tenue mécanique au cisaillement étant rapidement vérifiée.

- La longueur de la clavette ne doit pas dépasser 1.5·d . Ceci permet de faciliter le montage en limitant le coincement.
- Suivant la forme de la clavette, la longueur L à utiliser dans les calculs ci-dessus doit correspondre à la longueur active de la clavette, soit :
  - Pour une clavette de forme A : L active = L totale – a
  - Pour une clavette de forme B : L active = L totale
  - Pour une clavette de forme C : L active = L totale – (a/2)

De manière pratique, pour une clavette de dimensions a et b données, la longueur L de la clavette doit être comprise entre une valeur mini et une valeur maxi (données par les normes).

Cela permet de choisir si on prend une ou deux clavettes.

Si le calcul préconise plus de deux clavettes, il faut passer aux cannelures (calcul identique en considérant que seulement une dent sur deux travaille pour tenir compte des défauts) ou revoir la conception

**V.7.Méthodes d'obtentions des rainures**

**V.7.1.L'arbre**

On obtient la rainure sur l'arbre par deux procédés.

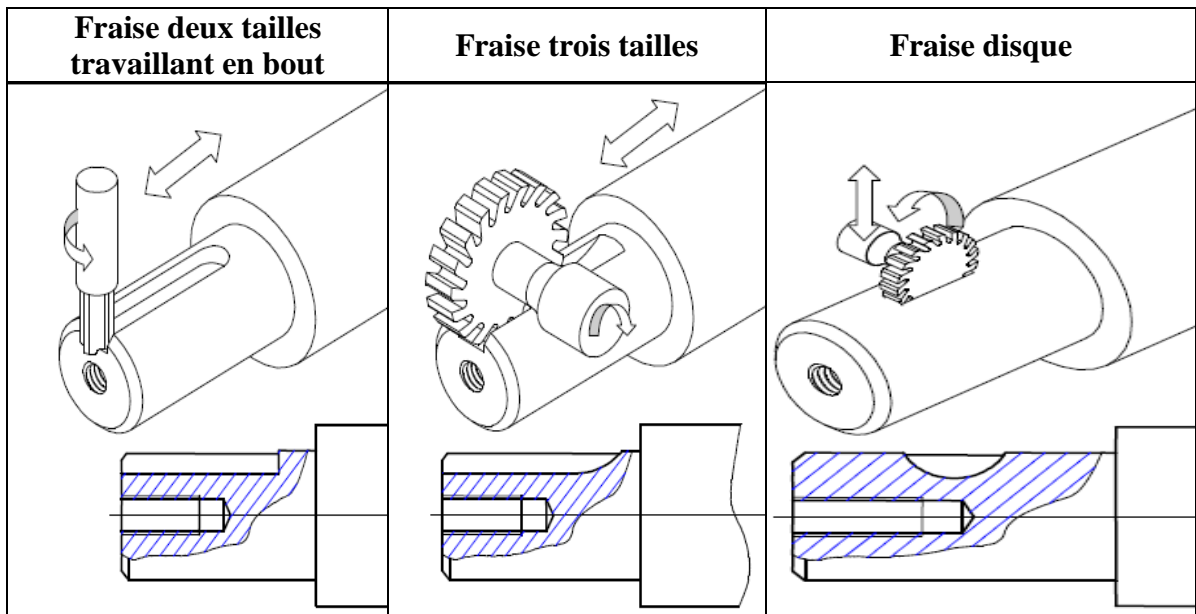


Figure. V.5 : Obtention des rainures sur l'arbre

**V.7.2.Moyeu**

On obtient la rainure sur le moyeu par deux procédés suivant la quantité de Pièces à réaliser (soit le type de série).

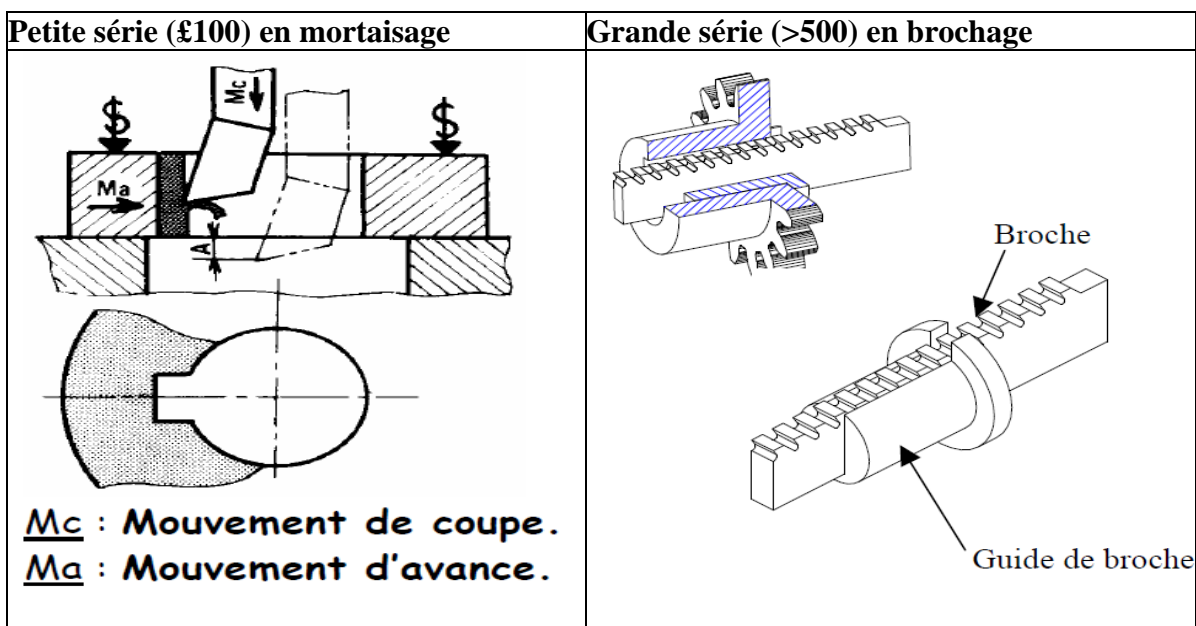


Figure. V.6 : Obtention des rainures sur le moyeu

## V.8. Torsion d'un arbre muni d'une rainure de clavette [8]

### V.8.1 Matériau de l'arbre

Le matériau de l'arbre est de : 42 Cr Mo 4 [voir l'annexe N°4]

### V.8.2 Données

Ce tableau ci-dessous représente les données utilisées.

Effort tangentiel	$F_t = 5549.86 \text{ N/mm}^2$
Résistance élastique à la traction	$R_e = 900 \text{ N/mm}^2$
Diamètre de l'arbre	$d = 99 \text{ mm}$ après la rectification de 1 mm
Résistance de plasticité	$R_m = 1300 \text{ N/mm}^2$
Largeur de la clavette	$a = 28 \text{ mm}$
Hauteur de la clavette	$b = 16 \text{ mm}$
Coefficient de sécurité	$s = 2$
Distance K	$K = 105.4 \text{ mm}$
Distance J	$J = 89 \text{ mm}$

**Tableau .V.5 :** données utilisées

### V.8.3 Vérification à la torsion

Détermination du diamètre  $d$  d'un arbre de transmission pourvu d'une clavette longitudinale.

L'équation fondamentale de la torsion est :

$$\tau_{\max} \leq \tau_{\text{adm}} \quad (\text{V.13})$$

- **recherche de la contrainte admissible**

$$\tau_{\text{adm}} = 0.5 \cdot R_e / s \quad (\text{V.14})$$

Application numérique :

$$\checkmark \tau_{\text{adm}} = 0.5 \cdot 900 / 2$$

$$\tau_{\text{adm}} = 225 \text{ N/mm}^2$$

- **recherche du moment de torsion**

$$M_t = F_t \cdot d / 2 \quad (\text{V.15})$$

Application numérique :

$$\checkmark M_t = 5549.86 \cdot (99 / 2)$$

$$M_t = 274.72 \cdot 10^3 \text{ N.mm}$$

- **recherche du diamètre**

$$d \geq 2.08 \cdot \sqrt[3]{M_t / \tau_{\text{adm}}} \quad (\text{V.16})$$

Application numérique :

$$\checkmark d \geq 2.08 \cdot \sqrt[3]{274.72 \cdot 1000 / 225}$$

$$d \geq 22.23 \text{ mm} \quad (\text{la condition est vérifiée } 99\text{mm} \geq 22.23\text{mm})$$

$$d = 99 \text{ mm}$$

- **Dimension de la rainure de clavette normalisée**

$$a = 28 \text{ mm} \text{ et } t = d - J = 99 - 89 = 10 \text{ mm}$$

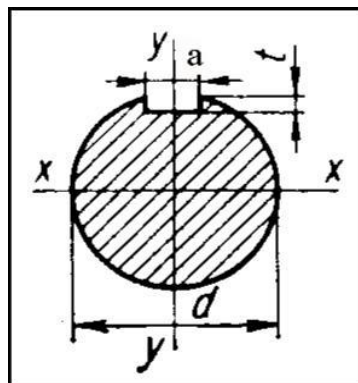


Figure. V.7 : dimension de la rainure

- **Recherche du module de résistance**

$$W_t = (\pi \cdot d^3 / 16) - [(a \cdot t \cdot (d-t)^2) / 2 \cdot d] \quad (V.17)$$

Application numérique :

$$\checkmark W_t = (\pi \cdot 99^3 / 16) - [(28 \cdot 10 \cdot (99-10)^2) / 2 \cdot 99]$$

$$W_t = 179.32 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

- **Recherche de la contrainte maximale réelle**

$$\tau_{\max} = M_t / W_t \quad (V.18)$$

Application numérique :

$$\checkmark \tau_{\max} = 274.72 \cdot 10^3 / 179.32 \cdot 10^3$$

$$\tau_{\max} = 1.53 \text{ N} / \text{mm}^2 \leq 225 \text{ N} / \text{mm}^2 \quad (\text{condition est vérifiée})$$

- **Remarque**

Les calculs avec le diamètre  $d=24\text{mm}$  nous donne :  $W_t = 1571.00 \text{ mm}^3$  et  $\tau_{\max}=174.87 \text{ N/mm}^2$  ( $174.87 \leq 225$ ), c'est-à-dire que la condition est vérifiée avec  $d = 24\text{mm}$ , alors le diamètre  $d = 99\text{mm}$  résiste plus

## V.9. Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté notre solution (clavette parallèle, forme A, 16x28x90, NFE 22-175), son principe de fonctionnement et ces caractéristiques ainsi l'étude et la conception de la nouvelle pièce.

## **CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

Les transmissions mécaniques de puissance représentent un domaine d'ampleur de l'ingénierie mécanique, par la quantité de composants impliqués, mais aussi par l'importance pratique considérable définie par le nombre très grand des applications industrielles.

C'est pourquoi l'étude de cette partie devient très importante dans le processus académique de formation des futurs ingénieurs mécaniques.

Le travail sur le thème de ce mémoire, nous a permis d'avoir une excellente maîtrise de l'outil informatique, notamment les outils de conception (CDAO). Suivre les procédés de fabrication des diverses formes de pièces mécaniques, nous ont permis d'apprendre des techniques, et des méthodes de conception. C'est l'occasion pour nous d'aborder un des domaines essentiels de l'ingénierie, afin d'accéder à la vie professionnelle.

La partie essentielle de ce travail c'est l'étude et la conception de quelques organes est comprise la solution retenue, qui va servir à relier l'arbre de transmission et le pignon d'une presse excentrique, ce travail est réalisé en utilisant le logiciel de conception assisté par ordinateur (CAO – solidworks).

Cette solution, est une solution parmi tant d'autres. Notre choix devait répondre au cahier de charges. Faciliter la réalisation du produit, en tenant compte de la qualité, à moindre coût.

Au cours de projet, on a eu la chance d'être en contact avec l'équipe d'ingénieurs, et de techniciens travaillant au service bureau d'études. De ce fait, on est très reconnaissant pour l'aide, qui nous a été apportée par le personnel de l'entreprise.

### **Perspectives :**

Aucun travail d'expertise ou de recherche n'est jamais terminé. On est content d'avoir travaillé à l'échelle industrielle, on espère que ce travail servira à d'autres étudiants qui vont essayer de réaliser d'autres projets.

# **LISTE DES ANNEXES**

**Annexe N°1 :** FicheTechnique\_42CrMo4

**Annexe N°2 :** Clavette

**Annexe N°3 :** C 45 (XC 48) - MDS métaux détails services

**Annexe N°4:** 42cd4 - MDS métaux détails services

## 1. Normalisation

AISI 4140  
DIN 1.7225  
AFNOR 42 Cr Mo 4

## 2. Caractéristiques

Acier faiblement allié, magnétique, issu de la technologie "master-batch" et préparé à partir d'une poudre "fer-carbonyle" ayant une granulométrie maximale de 6 µm. Cette matière est spécialement conçue pour le traitement thermique. Elle est recommandée pour les applications demandant de très bonnes résistances mécaniques et ténacités telles que l'armement, l'outillage ou les pièces de machines.

## 3. Composition

%C <sup>(1)</sup>	%Cr <sup>(1)</sup>	%Mo <sup>(1)</sup>	%Ni <sup>(1)</sup>	%Cu <sup>(1)</sup>	%Si <sup>(1)</sup>	%S <sup>(1)</sup>	%P <sup>(1)</sup>	%V <sup>(1)</sup>	%Fe
0,32-0,42	0,9-1,20	0,15-0,30	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,005	< 0,01	< 0,01	Compl.

<sup>(1)</sup> Analyse obtenue par spectrométrie d'émission étincelle

## 4. Caractéristiques sans traitement thermique

### a) Microstructure

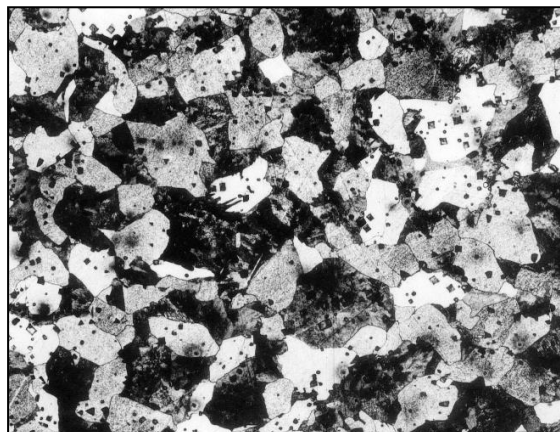
Structure ferrite + perlite homogène  
Taille de grain indice 6 (≈ 78 µm)<sup>(2)</sup>  
Micrographie avec grossissement X 200

<sup>(2)</sup> Selon NF A 04-102

### b) Propriétés mécaniques

Traction<sup>(3)</sup> :  $R_m \geq 500$  MPa  
 $R_{p0,2} \geq 250$  MPa  
 $A\% \geq 20$  %

Dureté : 140 HV<sub>10</sub>  
Rugosité<sup>(4)</sup> : Ra < 1 µm



## 5. Caractéristiques avec trempe et revenu

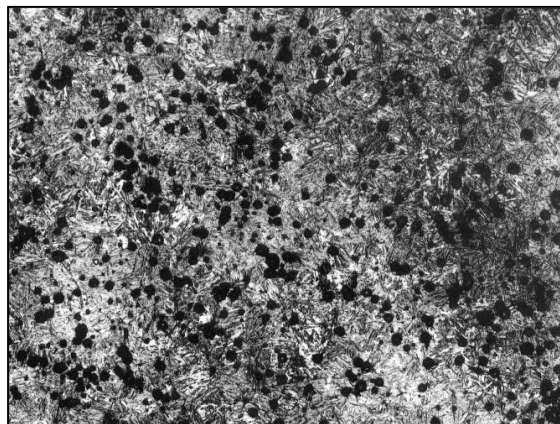
### a) Microstructure

Structure martensitique homogène  
Taille de grain indice 6 (≈ 80 µm)<sup>(2)</sup>  
Micrographie avec grossissement X 200

### b) Propriétés mécaniques

Traction<sup>(3)</sup> :  $R_m \geq 1650$  MPa  
 $R_{p0,2} \geq 1150$  MPa  
 $A\% \geq 5$  %

Dureté : 490 HV<sub>10</sub> ou 45 HRC  
Rugosité<sup>(4)</sup> : Ra < 1 µm



<sup>(3)</sup> Eprouvettes non normalisées

<sup>(4)</sup> Hors zone d'injection

## 7. Propriétés physico-chimiques

Densité minimale : 7,4  
Non résistant à la corrosion

## 56.12 Clavetages

Le moyeu n'est lié qu'en rotation. Il peut coulisser sur l'arbre.

Du fait du léger jeu entre la clavette et la rainure dans le moyeu, ces clavetages ne conviennent pas pour des assemblages précis soumis à des mouvements circulaires alternatifs ou à des chocs (matage des portées). Préférer dans ces cas les cannelures à flancs, en développante (§ 56.22).

### 56.121 Clavettes parallèles

Elles sont utilisées pour les clavetages courts (longueur dépassant peu la valeur du diamètre de l'arbre ( $l < 1,5 d$ )).

#### LOGEMENT

Le logement à bouts droits est d'exécution aisée (par fraise-disque). Il présente, cependant, les inconvénients d'être encombrant en longueur, et de moins bien maintenir la clavette que le logement à bouts ronds.

#### REMARQUES

- Les clavettes à section carrée peuvent être choisies dans de l'acier étiré (§ 84.3).
- Pour certaines applications, notamment dans le cas de fréquences de rotations élevées, il peut être nécessaire de coller les clavettes (chapitre 46).

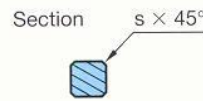
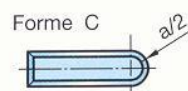
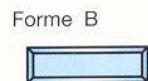
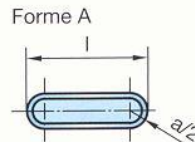
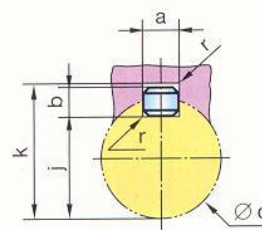
#### TOLÉRANCES

L'ajustement de la clavette est « serré » sur l'arbre et « glissant juste » dans le moyeu (voir tableau).

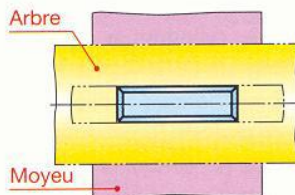
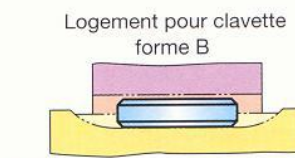
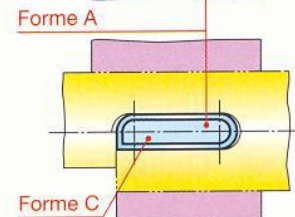
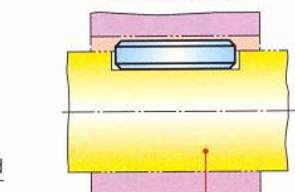
EXEMPLE DE DÉSIGNATION :  
Clavette parallèle, forme \_\_\_\_,  $a \times b \times l$ , NF E 22-177

### Clavettes parallèles

NF E 22-177



Logements pour clavettes formes A et C



Matière usuelle  
Acier  $R \geq 600$  Pa

NOTA : ne pas représenter les chanfreins sur les dessins d'étude.

Tolérances pour clavetages						
Clavette	sur a			h9		
	libre	normal	serré	h9 pour $b \leq 6$	h11 pour $b > 6$	
Rainure				d	j	k
Arbre	H9	N9	P9	6 à 22 inclus	0 -0,1	+0,1 0
				22 à 130	0 -0,2	+0,2 0
Moyeu	D10	Js9	P9	130 à 230	0 -0,3	+0,3 0

d	a	b	s	j	k	d	a	b	s	j	k
de 6 à 8 inclus	2	2	0,16	$d - 1,2$	$d + 1$	58 à 65	18	11	0,6	$d - 7$	$d + 4,4$
8 à 10	3	3	0,16	$d - 1,8$	$d + 1,4$	65 à 75	20	12	0,6	$d - 7,5$	$d + 4,9$
10 à 12	4	4	0,16	$d - 2,5$	$d + 1,8$	75 à 85	22	14	1	$d - 9$	$d + 5,4$
12 à 17	5	5	0,25	$d - 3$	$d + 2,3$	85 à 95	25	14	1	$d - 9$	$d + 5,4$
17 à 22	6	6	0,25	$d - 3,5$	$d + 2,8$	95 à 110	28	16	1	$d - 10$	$d + 6,4$
22 à 30	8	7	0,25	$d - 4$	$d + 3,3$	110 à 130	32	18	1	$d - 11$	$d + 7,4$
30 à 38	10	8	0,4	$d - 5$	$d + 3,3$	130 à 150	36	20	1,6	$d - 12$	$d + 8,4$
38 à 44	12	8	0,4	$d - 5$	$d + 3,3$	150 à 170	40	22	1,6	$d - 13$	$d + 9,4$
44 à 50	14	9	0,4	$d - 5,5$	$d + 3,8$	170 à 200	45	25	1,6	$d - 15$	$d + 10,4$
50 à 58	16	10	0,6	$d - 6$	$d + 4,3$	200 à 230	50	28	1,6	$d - 17$	$d + 11,4$

Nota : L'emploi d'une clavette, sur un arbre de dimension supérieure, est possible.

## C 45 (XC 48)

AFNOR	DIN	AISI	NF EN 10027-1
XC 48	Ck 45		C 45 (1.1191)

### Composition chimique en %

C	S	Mn	P	Si
0,52 - 0,50	≤ 0,035	0,50 - 0,80	≤ 0,035	0,40 maxi

### Propriétés

Acier carbone à teneur plus élevée que pour les aciers C35 et C40, utilisée en mécanique générale de part sa bonne usinabilité et ses caractéristiques mécaniques.

Apte aux traitements thermiques : ex. à l'huile 820 - 860°C

### Domaines d'application

Pièces soumises aux chocs et nécessitant une bonne résistance : axes, engrenages, vis sans fin, paliers, pignons, boulonnerie, forge (leviers, arbres)

### Caractéristiques mécaniques moyennes (état normalisé)

Rm N/mm <sup>2</sup>	Re N/mm <sup>2</sup>	A %	Dureté HB
560 / 620	275 / 340	14 / 16	

### Soudage

Soudabilité médiocre (précautions nécessaires, préchauffage et revenu de stabilisation recommandés).

### Livraison

Ronds étirés ou tournés galetés, tolérance h10

barreaux à clavettes (carrés, plats)

Ronds laminés

Etirés : carrés, plats, hexagones

## 42 CD 4

AFNOR	DIN	AISI	NF EN 10027-1
42 CD 4	42 Cr Mo 4		42CrMo4 (1.7225)

### Composition chimique en %

C	Cr	Mo	S	Mn	P	Si
0,38 - 0,45	0,90 - 1,20	0,15 - 0,30	≤ 0,035	0,60 - 0,90	≤ 0,035	0.40 Maxi

### Propriétés

Acier de construction faiblement allié au chrome molybdène pour trempé et revenu.  
Bonne trempabilité à l'huile, bonne résistance aux surcharges à l'état traité.

### Domaines d'application

Acier très employé en mécanique, pour des pièces de moyennes à fortes sections : arbres, essieux, crémaillères, vilebrequins, bielles, engrenages.  
Cet acier est parfois utilisé pour des pièces trempées superficiellement.

### Caractéristiques mécaniques moyennes (état trempé revenu)

Rm N/mm <sup>2</sup>	Re N/mm <sup>2</sup>	A %	Dureté HRB
750 / 1300	500 / 900	10 / 14	

### Livraison

**Ronds prétraités rectifiés tolérance h7**  
**Ronds prétraités laminés à usinabilité améliorée XM (C18)**  
**Ronds prétraités laminés conventionnels**  
**Laminés : carrés, plats, tôles**

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1]: Documents E.N.I.E.M

[2] : SNDL : Techniques de l'ingénieur.

[3] : S.LARBI PACHA, S.HIDER, étude et conception d'un outil à suivre à bande, Thèse d'ingénieur, Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Année 2012.

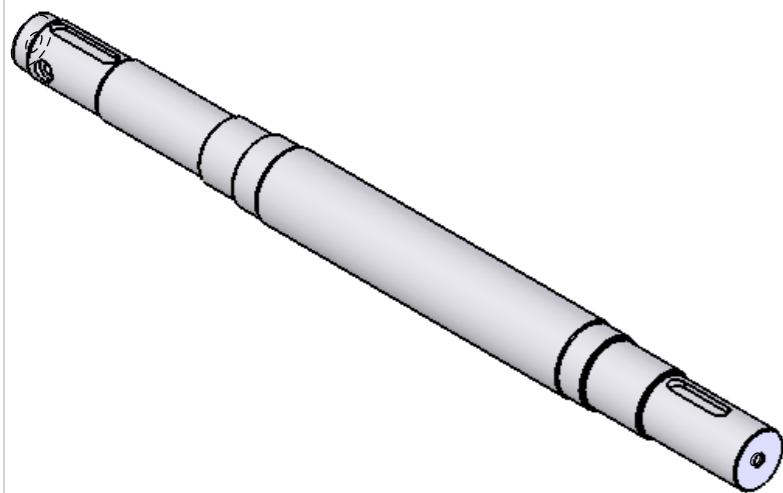
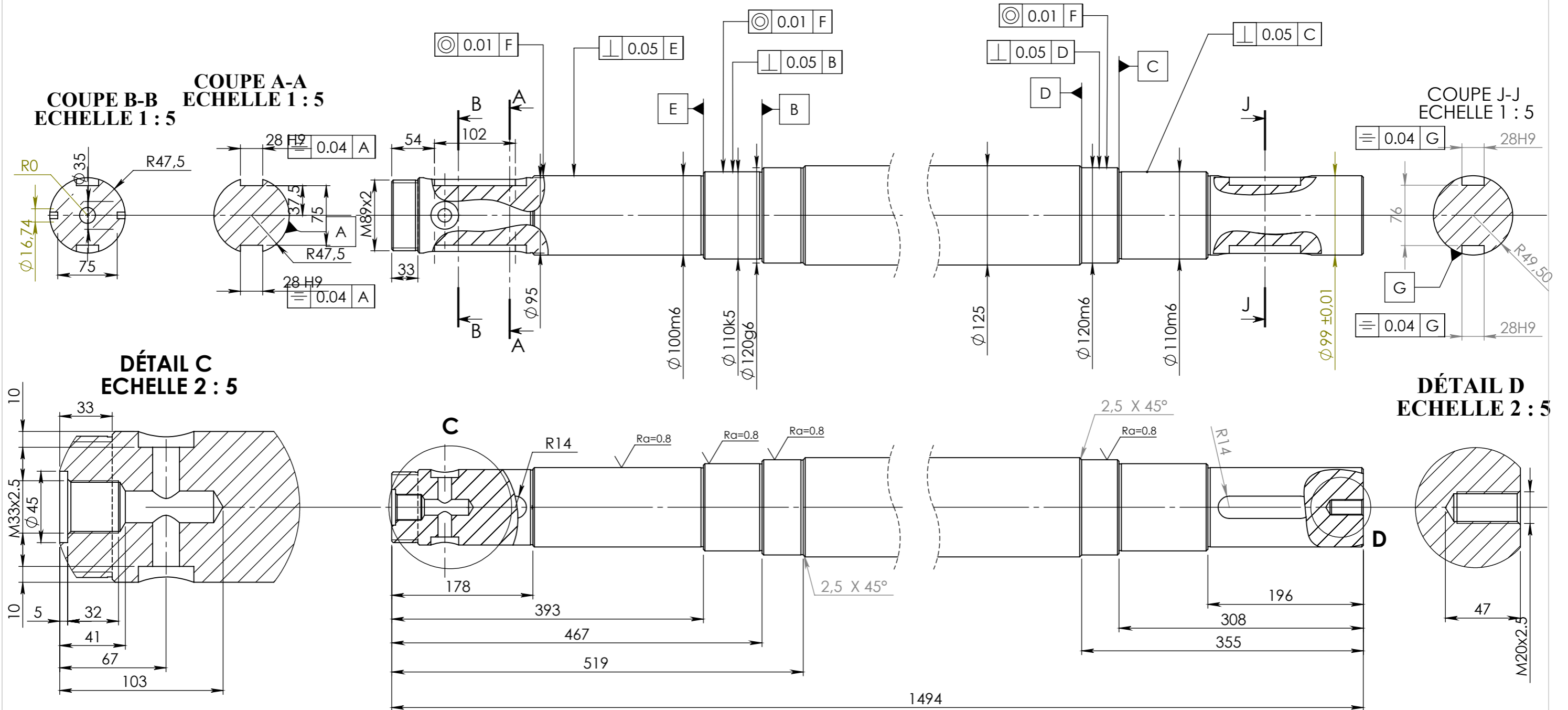
[4] : cours de construction mécanique 3eme année licence (L3).

[5] : Younes HADDADOU, ÉTUDE ET CONCEPTION D'UN OUTIL À BANDE POUR LA RÉALISATION D'UNE RONDELLE DE FIXATION DE LA VITRE INTÉRIEURE DU FOUR DE LA CUISINIÈRE ENIEM, Mémoire de master2, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, année 2016

[6] : Guide de Dessinateur Industriel « Chevalier », édition 2004.

[7] : TAAMALLAH Ouahiba, Effet des traitements mécaniques de surfaces sur l'érouissage et la ténacité d'un acier, Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar Annaba, année 2012.

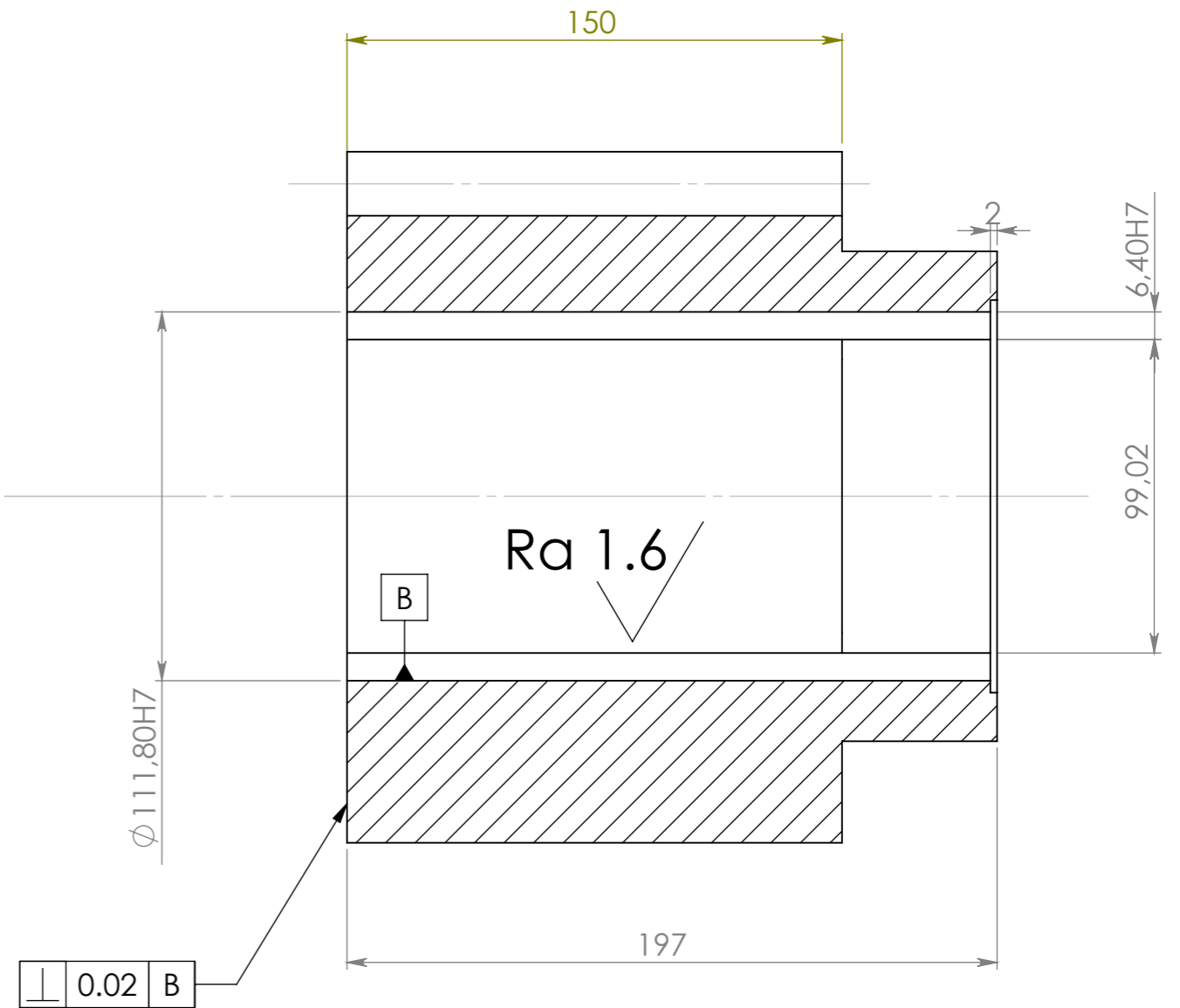
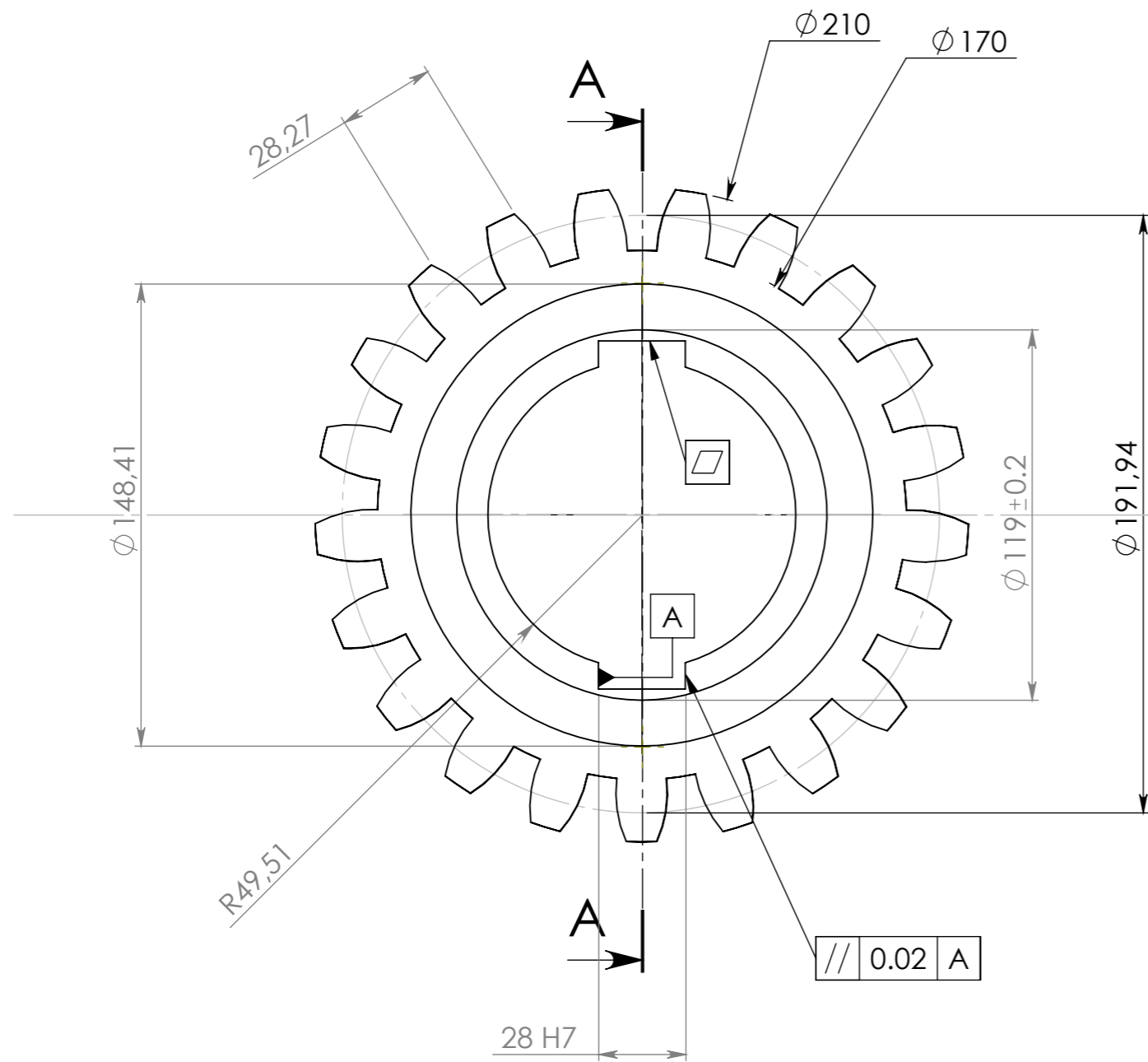
[8] : cours de RDM 2eme année licence (L2).



**Remarque :**

- Les Gorges égale 3mm
- Les profondeurs des gorges égale à 0.4mm
- Ra = 1.6 saufe indication
- Chanfrein = 2x 45° saufe indication

1	1	Arbre de transmission	42CrMo4	Trampé
Repère	Nombre	Désignation	Matiere	Observations
<b>Echelle 1:5</b>		organes de transmission		<ul style="list-style-type: none"> <li>• BELLEBIA Nassim</li> <li>• AIT OUAMER Jugurta</li> </ul>
2016/2017				
<b>A3</b>		université Mouloud MammerieTizi ouzou		masterII FMP



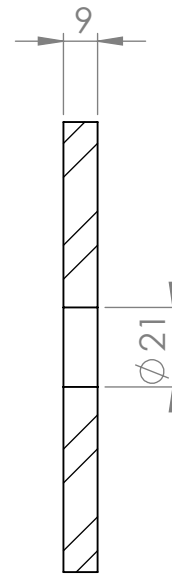
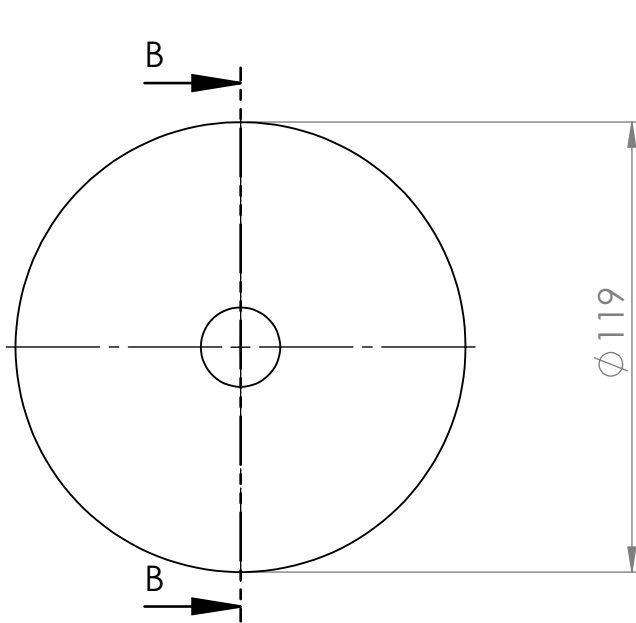
COUPE A-A

$\beta = 10^\circ$

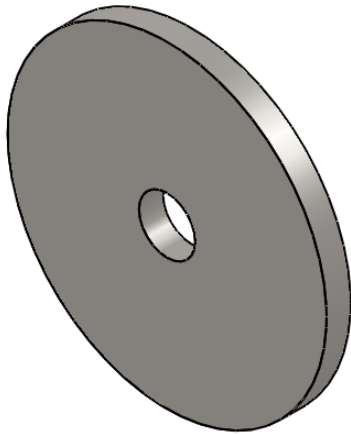
$Z = 21$  Dents

$m = 9$

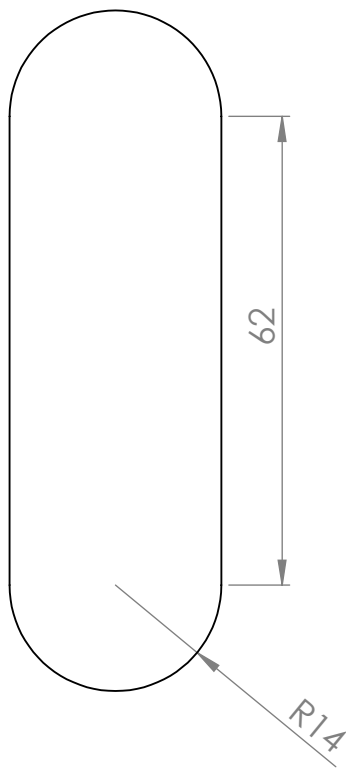
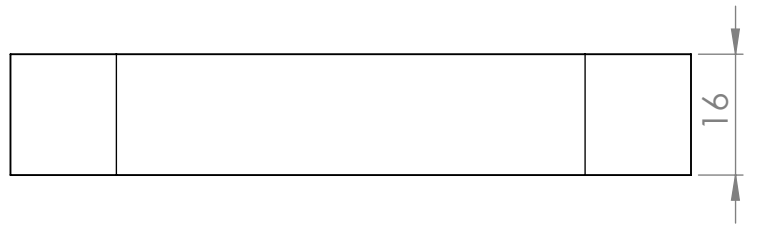
2	1	<b>Pignon Hélicoidale</b>	42CrMo4	<b>Trampé</b>
Repère	Nombre	Désignation	Matiere	Observations
<b>Echelle</b> <b>1:2</b>		organes de transmission		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>BELLEBIA Nassim</b></li> <li><b>AIT OUAMER Jugurta</b></li> </ul>
<b>A3</b>				
<b>2016/2017</b>		<b>université Mouloud MammerieTizi ouzou</b>		<b>masterII FMP</b>



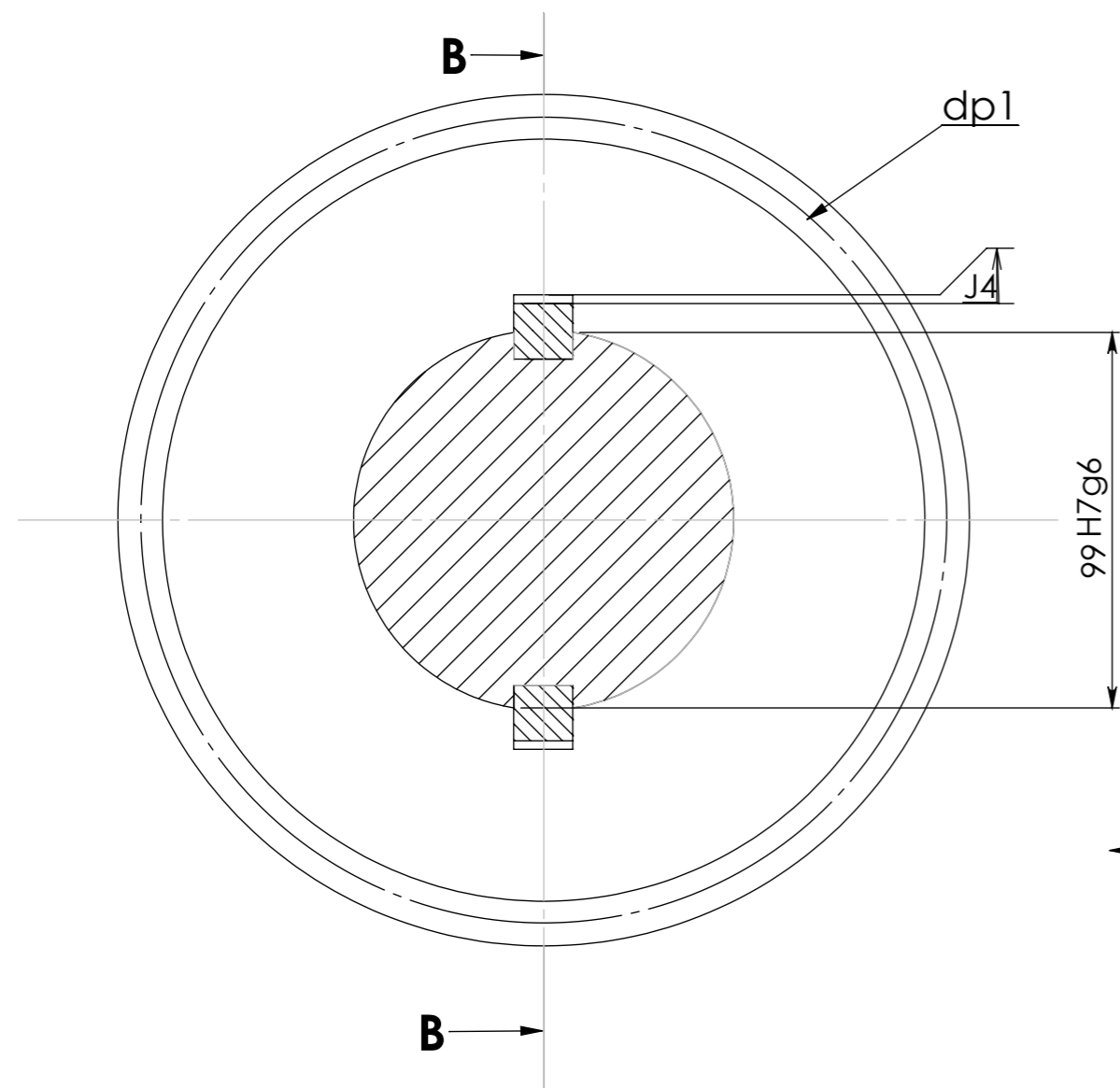
COUPE B-B



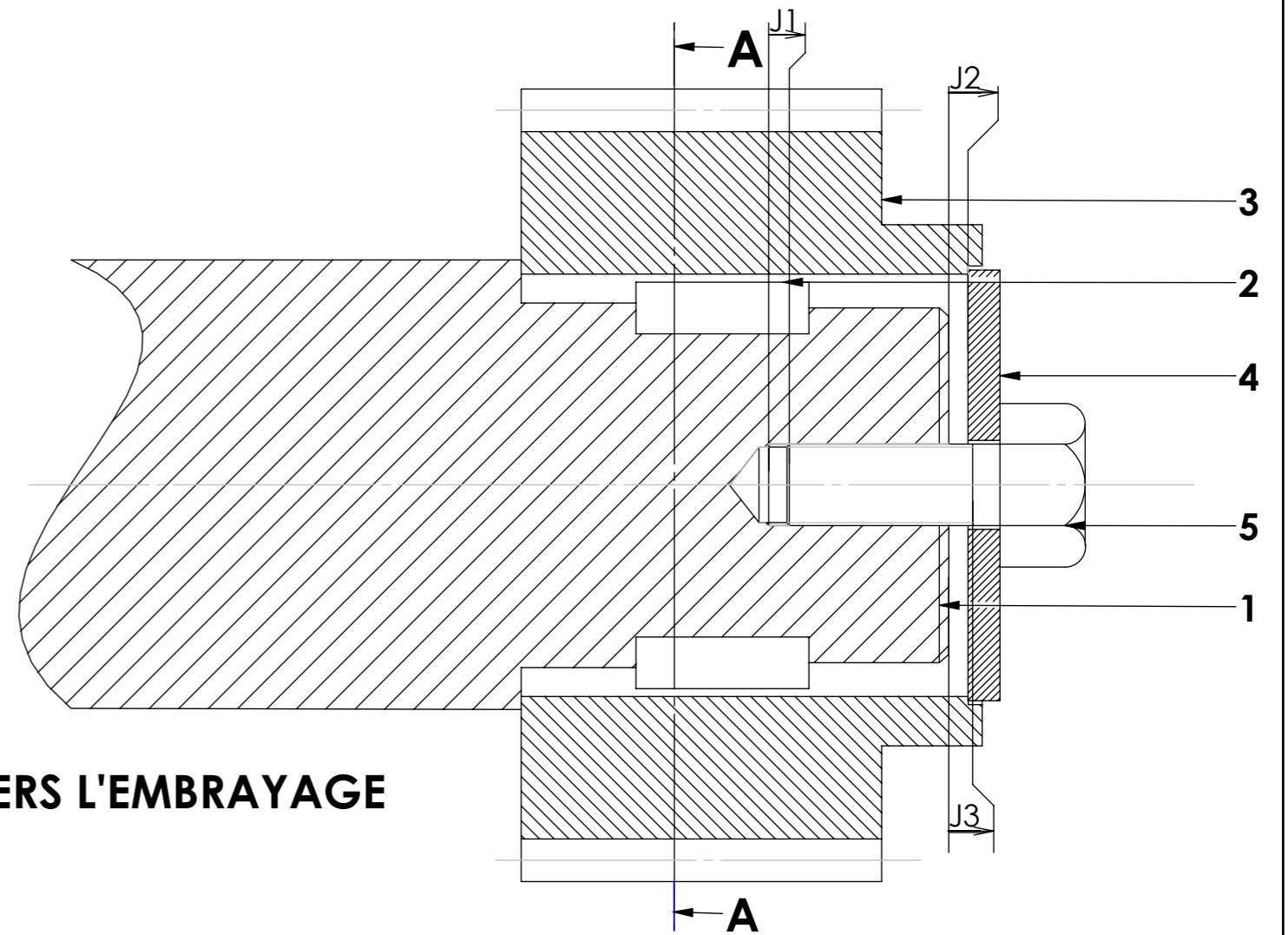
3	1	<b>Rondelle</b>	C45	
Repère	Nombre	Désignation	Matiere	Observations
<b>Echelle 1:2</b>		organes de transmission		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>BELLEBIA Nassim</b></li> <li><b>AIT OUAMER Jugurta</b></li> </ul>
<b>A4</b>				
2016/2017		université Mouloud MammerieTizi ouzou	masterII FMP	



<b>4</b>	<b>1</b>	<b>Clavette</b>	<b>C45</b>	
Repère	Nombre	Désignation	Matiere	Observations
<b>Echelle 1:1</b>		organe de transmission		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>BELLEBIA Nassim</b></li> <li><b>AIT OUAMER Jugurta</b></li> </ul>
<b>A4</b>				
<b>2016/2017</b>		<b>université Mouloud MammerieTizi ouzou</b>	<b>masterII FMP</b>	



**COUPE A-A**



**VERS L'EMBRAYAGE**

1	1	arbre	42CrMo4	rectifié
2	2	clavette	C45	usinée
3	1	pignon	42CrMo4	usiné
4	1	rondelle	C45	usinée
5	1	vis		achetée
<b>Repère</b>	<b>Nombre</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>	<b>Observations</b>
<b>Echelle</b> <b>1:2</b>	<b>Organes de transmission partiel d'embrayage</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li><b>BELLEBIA Nassim</b></li> <li><b>AIT OUAMER Jugurta</b></li> </ul>
<b>A3</b>				
<b>2016/2017</b>	<b>université Mouloud Mammeri deTizi ouzou</b>			<b>master II FMP</b>