

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique



**Ecole Nationale Polytechnique**  
**Département de Génie Mécanique**

**Mémoire du projet de fin d'études d'ingénieur**

Thème

**Conception d'un système de fixation  
pour la machine de flexion rotative  
Application avec Solidworks**

Présenté par :

**M . Sofiane Mokrane**

Dirigé par :

**M . Y . Belkacemi**

**M . B . Guergueb**

Promotion : Octobre 2007

## Dédicaces

*A mes très chers parents;*

*A mes frères et sœurs;*

*A toute ma famille ;*

*A Cheikh hichame;*

*A tous mes amis;*

*A tous mes collègues;*

*A tous ceux que j'ai connu durant ma formation;*

*A tous ceux pour qui je compte et qui comptent pour moi;*

*Je dédie ce travail.*

*M.Sofiane*

## *Remerciements*

Je remercie en premier lieu **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donné la santé et le pouvoir d'accomplir ce modeste travail.

Je remercie mes parents pour leur patience, leurs encouragements et leur soutien.

Mes remerciements vont à M. Y. Belkacemi et M. B. Guergueb d'avoirs acceptées de m'encadrer, de leurs précieux conseils et de leurs disponibilités, sans oublier Y. Ladjel.

Je tiens aussi, à remercier les membres du jury de me faire l'honneur de lire et évaluer ce travail.

Je remercie également tout le personnel de la CVI Fabrication, Plus essentiellement yassine, ammi makloufe et safrawi.

Mes remerciements vont aussi à tous les enseignants du département Génie Mécanique ainsi qu'à tous les enseignants qui ont participé à notre formation.

## ملخص

الهدف من هذا المشروع هو دراسة وتصميم نظام خاص بتثبيت مخبرة, هذه المبادرة الغرض منها هو إصلاح الآلة الخاصة بتجارب تعب المعادن . وقد كان هذا التصميم بواسطة برنامج التصميم عبر الإعلام الآلي "solidworks", ولتسهيل عملية إنجاز وتحقيق هذا المشروع قمنا بإنجاز سلسلة الإستصناع , إضافة الى برنامج خاص بآلة الإستصناع ذات التحكم الرقمي .

كلمات مفتاحية: السوليدوروكس، تجارب التعب، إعوجاج دائري

## Résumé

L'objectif de ce projet est l'étude et la conception d'un système de fixation des éprouvettes, cette initiative a pour but la réparation de la machine d'essai de fatigue par flexion rotative du laboratoire de Génie Mécanique.

La conception est faite par un logiciel de CAO "solidworks", et pour faciliter la réalisation ultérieure nous avons fait la gamme d'usinage et le programme d'usinage sur la MOCN .

**Mots clés :** solidworks, essai de fatigue, flexion rotative

## Abstract

the objective of this Project is the study and the design of an attachment unit of the test-tubes , the purpose of this initiative is to repair the testing machine of tiredness per rotational bending of the laboratory of Engineering Mechanical.

The design is made by a software of CAD "solidworks", and to facilitate the later realization we made the range of machining and the program for the MOCN.

**Keys words:** solidworks, rotational bending, testing tiredness

# Table des matières

Introduction générale .....	6
-----------------------------	---

## Chapitre1: Généralités sur la fatigue

<b>1. Généralités sur la fatigue:.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Introduction: .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2. Définition de la fatigue:.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3. Les dommages par fatigue .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4. Endurance et limite d'endurance: .....</b>	<b>9</b>
1.4.1. Endurance:.....	9
1.4.2. Limite d'endurance:.....	9
<b>1.5. Les types de fatigues :.....</b>	<b>9</b>
<b>1.6. Mécanisme de la fatigue :.....</b>	<b>10</b>
1.6.1. Morphologie d'une surface de rupture:.....	10
<b>2. Essais de fatigue:.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1. Objet des essais de fatigue: .....</b>	<b>11</b>
2.1.1. Principe des essais de fatigue de flexion rotative :.....	13
<b>2.2. Les éprouvettes utilisées dans l'essai de fatigue :.....</b>	<b>14</b>
2.2.1. Eprouvettes lisses: .....	14
2.2.2. Eprouvette entaillée.....	14

## Chapitre2:choix du système de fixation

<b>1. Introduction .....</b>	<b>16</b>
<b>2. La machine d'essai de flexion rotative.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Présentation de la machine .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2. Principe de fonctionnement et description de la machine .....</b>	<b>17</b>
<b>3. L'ancien système de fixation et son problème .....</b>	<b>18</b>
<b>4. Les différents systèmes de fixation proposés comme solution .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Critère de choix du système .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2. Type de pince .....</b>	<b>21</b>

4.3. Choix des pinces.....	22
4.4. Le choix final .....	26

## Chapitre 3: Conception du système de fixation

1. Introduction .....	28
2. La partie conception .....	28
2.1. Les principales étapes de la conception.....	28
2.1.1. Prendre les cotes des pièces principales de la machine .....	29
2.1.2. Dessin de chaque pièce de la machine en 3D .....	29
2.1.3. Faire les assemblages .....	35
3. Gamme d'usinage .....	35
3.1. Définitions principale .....	35
3.2. Règles principales sur la gamme .....	36
3.2.1. Choix du brut.....	36
3.2.2. Association des surfaces.....	36
3.2.3. Mise en position sur surfaces usinées.....	37
3.2.4. Mors durs / mors doux.....	37
3.4. Les paramètres de coupe.....	37
3.4.1. Définition des paramètres de coupe.....	37
3.4.2. Réglage des conditions de coupe.....	38
3.4.3. Calcul des paramètres de coupe.....	38
4. Programme de CN .....	42
4.1. Les avantage d'une MOCN .....	42
4.2. PROGRAMME PRINCIPALE .....	42
<i>Les dessins de définitions et d'assemblage.....</i>	49
<i>Les gammes d'usinages.....</i>	53
<i>Conclusion général.....</i>	59
<i>Bibliographie.....</i>	61
<i>Webo-graphie.....</i>	62

## **Introduction :**

Parmi les causes qui abrègent la durée de service des pièces de machine et des constructions, la fatigue est incontestablement la plus redoutable, car c'est un phénomène qui entraîne la rupture brutale et parfois la destruction complète de l'ensemble

On étudie la résistance à la fatigue , ou l'endurance toutes les fois qu'on a des sollicitations à des efforts d'intensité périodiquement variable .Ce problème touche ,par conséquent ,plusieurs types de constructions :

- Chemin de fer ,
- Construction automobiles, navales, aéronautiques et spatiales,
- Moteurs turbomachines,
- Matériels de travaux publics et de mines ,
- Et même les constructions métalliques statique inévitablement soumises à des variations de charges ou d'efforts.

Il est donc apparu indispensable de faire sur des éprouvettes et sur les pièces elles – mêmes des essais dans des conditions aussi voisines que possible de celles d'utilisation .de tels essais sont appelés d'endurance ou de fatigue.

Notre travail consiste à étudier et concevoir un système de fixation pour les éprouvettes *de la machine d'essai de fatigue en flexion rotative*. La première partie sera consacrée à la présentation du phénomène de fatigue. Suivra, en second lieu, la description du problème et la solution adaptée. Dans la troisième partie, nous exposerons l'utilité de la CAO en particulier Solidworks .La dernière partie sera consacrée a la conception du système.

# Chapitre 1:

## **Généralités Sur La fatigue**

## **1. Généralités sur la fatigue:**

### **1.1. Introduction:**

De nos jours, l'homme utilise des systèmes de plus en plus perfectionnés et crée pour avoir une durée de vie suffisamment longue, permettant à la fois la satisfaction du client et la rentabilité pour le constructeur. Soumis à des cycles de plus en plus intenses, les métaux sont mis à rude épreuve. Prenons l'exemple d'un train d'atterrissage d'avion qui est sorti plusieurs fois par jour et doit supporter un poids de quelques centaines de tonnes à chaque fois. Pourtant ici l'approximation n'est pas permise et la défaillance d'un élément entraînerait la mort de nombreuses personnes.

La fatigue des métaux prend toute son importance pour l'ingénieur responsable de l'exploitation. Il doit détecter cette menace qui reste le plus souvent invisible comme nous le verrons.

### **1.2. Définition de la fatigue:**

La fatigue est une des principales causes de rupture des matériaux utilisés dans les constructions mécaniques, la fatigue apparaît dès qu'un ouvrage est en présence d'efforts variables dans le temps, d'efforts périodiques comme ceux des moteurs.

Dans la majorité des cas, ces ruptures se produisent pour des chargements répétés dont les maxima sont largement inférieurs à la résistance statique du matériau et sans modification du composant concerné, ce qui rend ce mode d'endommagement particulièrement sournois.

### **1.3. Les dommages par fatigue**

La notion de dommage regroupe en général 2 définitions différentes, une notion physique l'autre descriptif.

- Le dommage physique correspond aux variations des propriétés physiques des matériaux lorsqu'il y a fatigue, variations qui reflètent les modifications de structure

consécutives à l'action des sollicitations périodiques.

- Le dommage descriptif est l'histoire des déformations des matériaux quelles que soient leurs causes.

De plus cet endommagement ne s'accompagne le plus souvent d'aucune modification apparente de forme ou d'aspect de la pièce. Bien que la fissuration par fatigue soit progressive, la rupture apparaît brutalement lorsque la fissure dépasse la taille critique

Le but des ingénieurs est de procéder à des contrôles non destructifs qui permettent de regarder sans endommager.

## **1.4. Endurance et limite d'endurance:**

### **1.4.1. Endurance:**

Si le terme **fatigue** a été consacré par l'usage pour désigner la cause de cette défaillance en service, on a appelé **endurance** l'aptitude à résister à la fatigue.

### **1.4.2. Limite d'endurance:**

Ce terme désigne la limite supérieure de la contrainte que l'on peut appliquer indéfiniment sans amener de rupture.

La limite d'endurance conventionnelle est la valeur maximale de la contrainte qui n'entraîne pas la rupture avant un nombre de cycles donné souvent spécifié par le cahier des charges.

## **1.5. Les types de fatigues :**

La rupture par fatigue peut être provoquée par plusieurs processus.

Parmi ces processus:

Les charges cycliques appliquées à des températures élevées par rapport à la température de fusion du matériau causent un endommagement de type **fatigue-fluage**.

- Les variations de température au cours du temps engendrent également des sollicitations thermiques responsables du phénomène de **fatigue thermique**.
- Lorsque la température et la sollicitation mécanique extérieure varient au cours du temps, on parle de **fatigue thermomécanique**
- Des sollicitations répétées en présence d'un milieu corrosif donnent lieu à de la **fatigue-corrosion**.
- On peut encore citer le phénomène de **fretting-fatigue** qui résulte de contraintes engendrées aux interfaces par le mouvement relatif de deux solides.

Un très grand nombre de ruptures en service peut être attribué à l'un ou l'autre de ces processus.

## 1.6. Mécanisme de la fatigue :

### 1.6.1. Morphologie d'une surface de rupture:

L'examen macroscopique de la surface de rupture d'une pièce rompue par fatigue fait ressortir généralement trois zones schématisées sur la Figure 1-1:

- un site d'amorçage;
- une zone de propagation stable;
- une surface de rupture finale.

Ces différentes zones apparaissent plus ou moins distinctement suivant le mode de sollicitation, la géométrie de la pièce et le degré d'oxydation ou de corrosion.

Le site d'amorçage est généralement identifiable par la présence de lignes de rivière notées R sur la Figure 1-1 et convergeant vers un même point P de la surface de rupture. Cette surface est composée de deux zones distinctes et notées A et B (Figure 1-1).

La zone A, d'aspect lisse et plus ou moins mat, correspond à la phase de propagation stable et se caractérise souvent par la présence de lignes concentriques, comparables aux marques laissées sur le sable par la mer et correspondant à des lignes d'arrêt de la fissure (Figure 1-1).

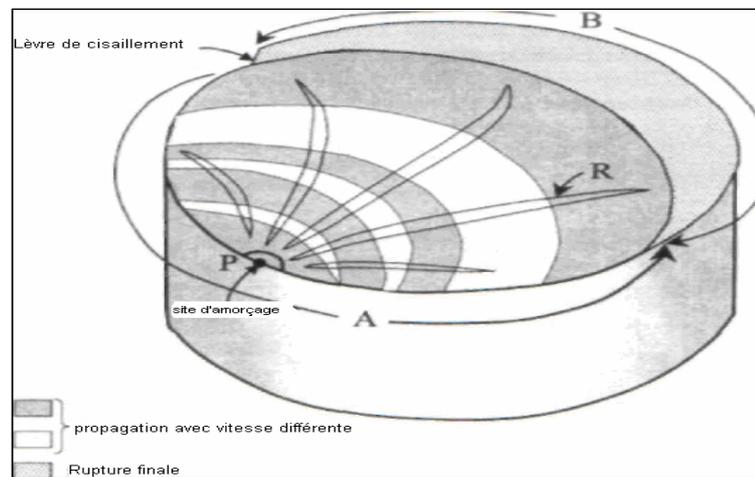
Ces lignes permettent, lors d'expertises, de retracer l'historique de la propagation au travers des contrastes générés par les différences de vitesses de propagation et les phases d'arrêt.

Lorsque plusieurs fissures s'amorcent simultanément, le front de fissure revêt un aspect plus rectiligne.

Au cours de la propagation, la concavité du front de fissure peut évoluer et d'autres lignes de rivière, convergeant vers la zone de rupture finale, peuvent apparaître.

Enfin, la rupture finale, représentée par la surface B sur la Figure 1-1, se distingue par un aspect plus brillant et granuleux suivant les matériaux.

La transition entre les deux zones est souvent caractérisée par l'apparition de lèvres de cisaillement.



**Fig 1-1:** Aspect schématique d'une surface de rupture de fatigue.

## 2. Essais de fatigue:

### 2.1. Objet des essais de fatigue:

L'objet des essais de fatigue est de déterminer le comportement d'éprouvettes de métal, de pièces ou d'ensembles mécaniques, sous des sollicitations de contraintes périodiques, analogues à celles qui se produisent dans la pratique lors des sollicitations de service.

Les essais sur pièces ou structures mécaniques correspondent généralement à l'un des trois objectifs :

- vérifier la conformité d'un produit à une norme ou à un cahier des charges ;

- valider ou optimiser un nouveau produit ;
- rechercher des solutions constructives à la suite de l'avarie d'un composant en service.

Dans les trois cas, il s'agit, le plus souvent, de contrôler que la pièce ou la structure peut subir sans fissuration ni rupture un nombre de cycles fixé, d'amplitude de contrainte donnée.

La difficulté de la mise en œuvre des essais correspondant à ces trois cas, concerne :

- le mode de sollicitation : points d'application et direction d'efforts ou des déplacements;
- le niveau de l'amplitude de sollicitation qui doit être représentatif des sollicitations rencontrées en service.

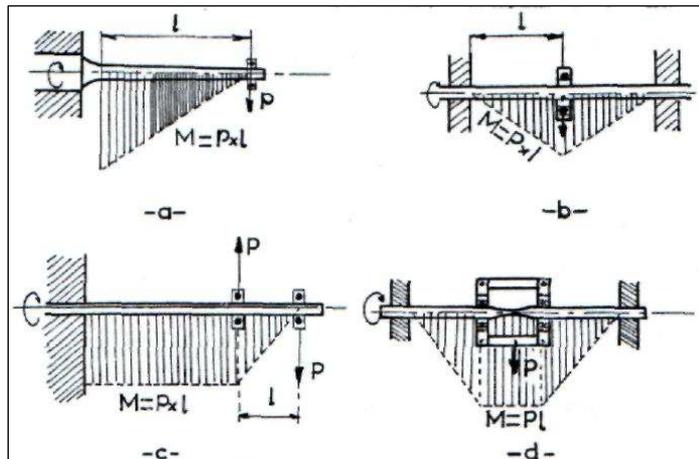
De leur côté, les essais sur éprouvettes correspondent :

- à optimiser un mode de fabrication : la difficulté réside dans cas à reproduire sur une éprouvette, généralement de petite dimension, l'effet réaliste des conditions de service ;
- à valider de nouvelles solutions technologiques ; c'est le cas en particulier, des assemblages pour lesquels l'effet d'échelle peut jouer un rôle essentiel sur les résultats;

### **2.1.1. Principe des essais de fatigue de flexion rotative :**

Dans les essais de flexion rotative, l'éprouvette, entraînée en rotation, est soumise à un effort de flexion de direction fixe, par conséquent, toutes les fibres, sauf la fibre neutre, sont successivement tendues puis comprimées.

Il existe deux modes de montage de l'éprouvette : en console (en porte-à-faux), ou sur deux appuis. Si l'effort est appliqué en un point, le moment de flexion varie linéairement le long de l'éprouvette (fig 1-6 a et b). S'il est appliqué en deux points, le moment de flexion peut être constant tout le long de la partie utile de l'éprouvette (fig 1-6 c et d).



**Fig 1-6 :** Les différent modes de sollicitation.

Dans chaque cas, l'éprouvette tourne à une certaine vitesse, et supporte l'effort (donné par un poids) par le moyen d'une chape montée sur un roulement à billes.

Chaque révolution correspondant à une période ou à un cycle de l'effort et les contraintes agissantes sur chaque fibre seront donc alternées pure ou symétrique.

La contrainte de la fibre externe, qui est la plus sollicitée, se calcule par la formule de NAVIER :

$$\sigma = \frac{M}{(I / V)}$$

Avec :

M : moment fléchissant par rapport à la section considérée  $M=PL$  ; P : charge appliquée

L : distance de l'axe d'application de la charge à la section considérée ;

I : moment d'inertie de la section par rapport à l'axe neutre ;

V : distance de la fibre neutre à la fibre externe.

$$I / V = \pi d^3 / 32 \text{ (Cas d'une section circulaire).}$$

## 2.2. Les éprouvettes utilisées dans l'essai de fatigue :

On utilise principalement deux formes d'éprouvettes:

### 2.2.1. Eprouvettes lisses:

Elles sont de formes cylindriques avec une partie utile de diamètre  $8 \text{ mm} \pm 0.02$ , et de deux têtes (pour le serrage) de diamètre  $12 \text{ mm}$  compatible avec les fourreaux de serrage de la machine. Ces deux parties sont raccordées par un congé de rayon de  $30 \text{ mm}$  pour diminuer la concentration de contrainte dans la partie utile de l'éprouvette. Les longueurs et d'autres précisions sont citées dans la figure 1-7.

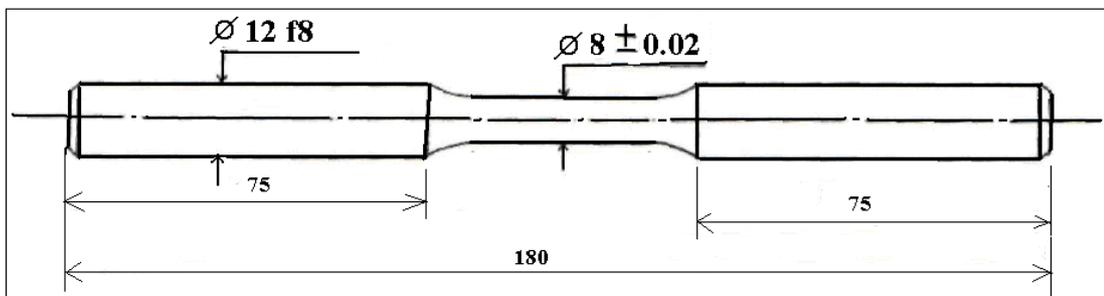


Fig 1-7 : Eprouvette lisse

### 2.2.2. Eprouvette entaillée:

L'éprouvette entaillée à la forme générale d'une lisse avec les mêmes dimensions seul la partie utile, ou elle a un diamètre extérieur de  $10 \text{ mm}$  avec une entaille au milieu, de profondeur  $1 \text{ mm}$  ce qui donne un diamètre de  $8 \text{ mm}$  (fig 1-8).

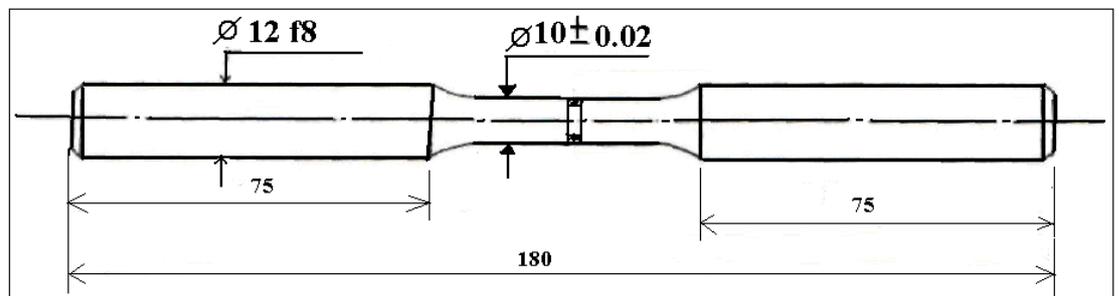


Fig 1-8: Eprouvette entaillée

## Chapitre 2:

# **Choix du système de fixation**

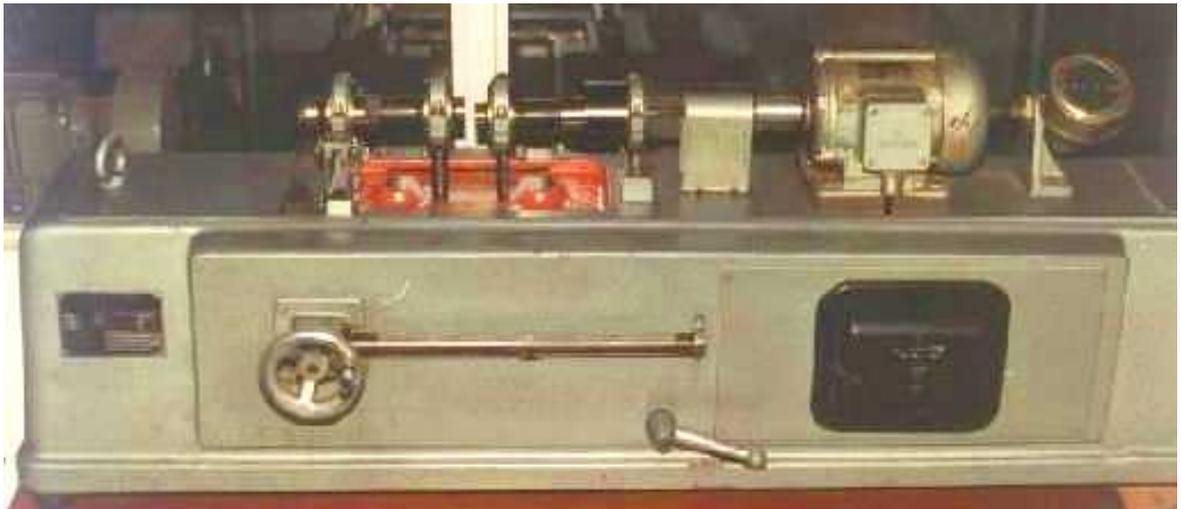
## 1. Introduction:

Dans ce chapitre on va d'abord décrire la machine et le problème posé, puis décrire le système de fixation envisagé.

## 2. La machine d'essai de flexion rotative:

### 2.1. Présentation de la machine:

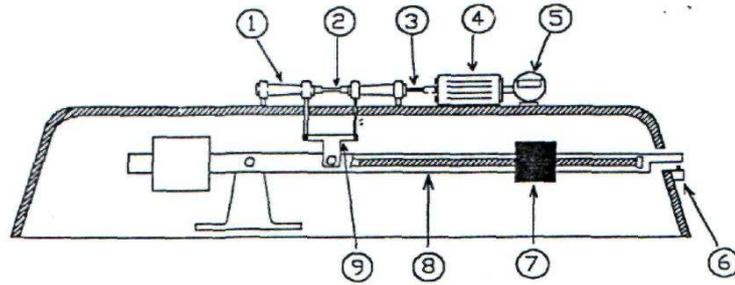
On possède dans notre laboratoire, une machine de flexion rotative, type «schenck » datée de 1954, d'une vitesses rotation de 2760 tr/mN, 0.32 kW de puissance, moment maximum:38Nm ,fréquence de fonctionnement:50Hz .



**Fig 2-1 :** *Machine Schenk de flexion rotative.*

### 2.2. Principe de fonctionnement et description de la machine:

Cette machine permet l'entraînement d'éprouvettes à 2760 tr/mn, en les sollicitant par un système de mise en charge en deux appuis, qui est monté sur un socle rigide et lourd permettant de minimiser les effets des vibrations.



**Fig 2-2 -Le schéma de la machine d'essai**

1	Fourreaux. (Mandrin)	4	Moteur électrique.	7	Contre poids.
2	Eprouvette.	5	Compte-tour.	8	Levier.
3	Accouplement.	6	Interrupteur.	9	chape

**La machine d'essai utilisée est structurée en deux parties principales:**

- Une partie tournante : composée de deux fourreaux (1) à l'intérieur de chaque fourreaux est monté une pince qui permet le serrage de l'éprouvette (2). Sur chaque fourreau sont montées deux roulements rotules à deux rangés de billes qui assurent le guidage en rotation. L'un des fourreaux (gauche) est relié à un moteur électrique (4), tournant à 2760 tr/min avec un accouplement élastique avec un ressort (3) et le moteur et relié à un compte-tours (5) qui indique le nombre de cycles effectués par l'éprouvette pendant l'essai.
- une partie de chargement : Composée principalement d'un levier(8) sur lequel peut glisser une masse (7) dont le déplacement est mesuré grâce à une aiguille coulissante le long d'une règle de 300 mm.. Ce levier est relié aux deux fourreaux par l'intermédiaire d'une chape (9) de manière à transmettre à la partie tournante l'effort produit par la masse coulissante. Le levier peut entrer en contact avec un coupe circuit lors de la rupture de l'éprouvette ce qui permet de mesurer le nombre de cycles

➤ effectués sous une certaine charge jusqu'à rupture.

### 3. L'ancien système de fixation et son problème:

Le système d'origine endommagé est présenté sur la figure ci-dessous

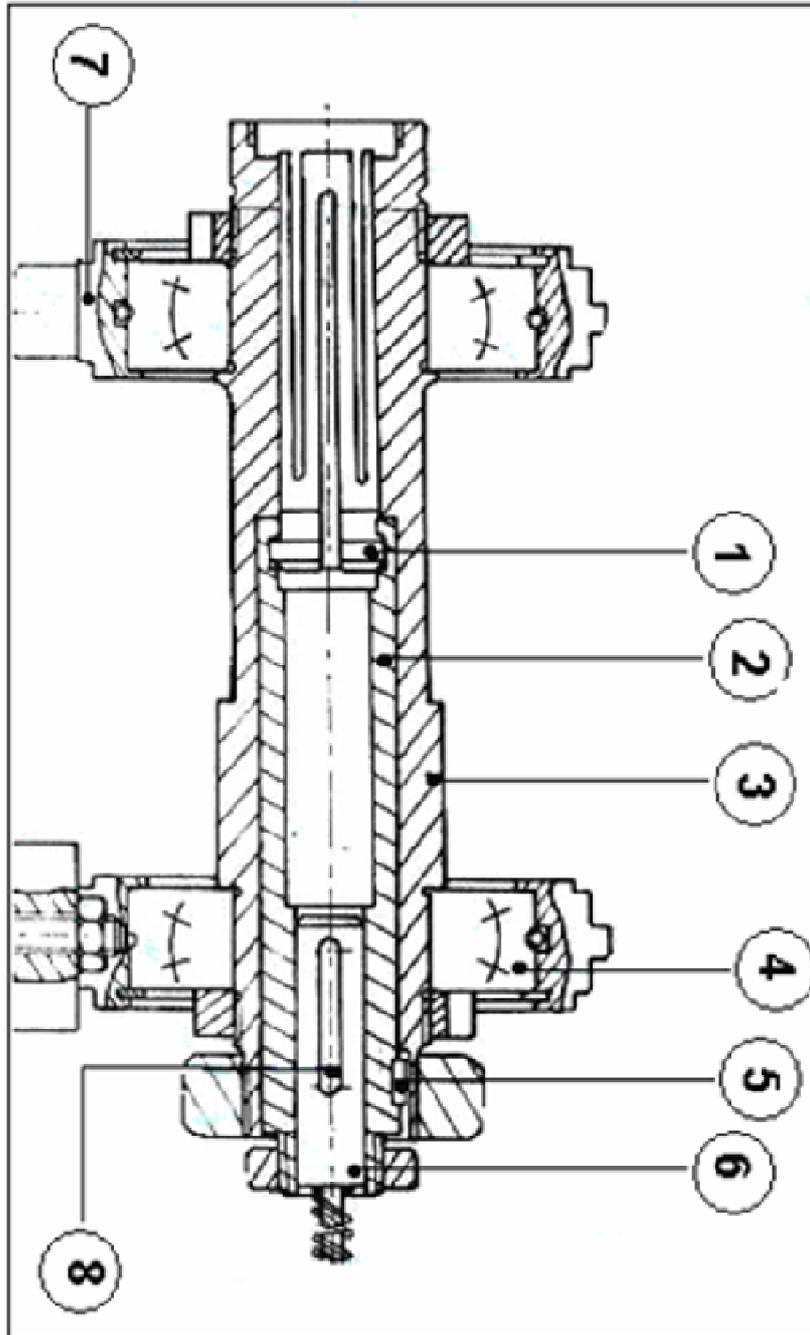


Fig 2-3 : l'ancien système de fixation

1	Pince	3	Mandrin	5	Clavette	7	Palier
2	Porte pince	4	Roulement BS	6	arbre	8	clavette

### Procédé de fonctionnement:

L'éprouvette est serré de chaque coté par l'intermédiaire d'une pince élastique logées dans des fourreaux de même conicité, les deux écrous mantes sur le fourreaux permettent de tirer le porte pince qui va a son tour serrer la pince.

### Le diagnostic établi a révélé les problèmes suivants:

1. **glissement de l'éprouvette dans la pince** : le taux de serrage qui n'est pas très élevé.
2. **cassure de la pince** : il existe deux pinces dans la machine et sont toutes les deux partiellement cassées

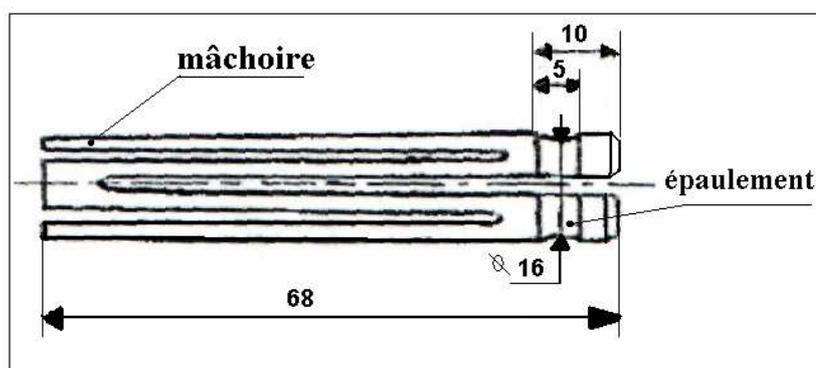


Fig 2-4: pince (elle possède cinq mâchoires)

- La pince située dans la partie droite du système de fixation de l'éprouvette, présente deux mâchoires cassées.
- La pince située dans la partie gauche du système de fixation de l'éprouvette, ne peut pas se loger dans le porte pince à cause de l'absence d'un épaulement.

### 3- l'inexistence de ces pinces dans le marché.

## 4. Les différents systèmes de fixation proposés comme solution :

### 4.1. Critère de choix du système :

On constate donc que le problème principal se pose au niveau des pinces.

Il faut donc concevoir un autre système de fixation en utilisant les nouvelles pinces disponibles sur le marché actuel, en vérifiant les conditions suivantes :

#### A) La performance (taux de serrage élevé)

Le taux de serrage dépend de deux paramètres :

- 1) l'angle du cône : plus l'angle est faible plus le serrage est élevé.
- 2) Le coefficient de frottement : dépend de la matière de la pièce à serrer.

La force de serrage se calcule selon la formule suivante:

$$N = F \times A \quad N: \text{Force de serrage [N]} \quad F : \text{Force de traction [N]}$$

$m$  : Coefficient de frottement     $A$  : Amplification

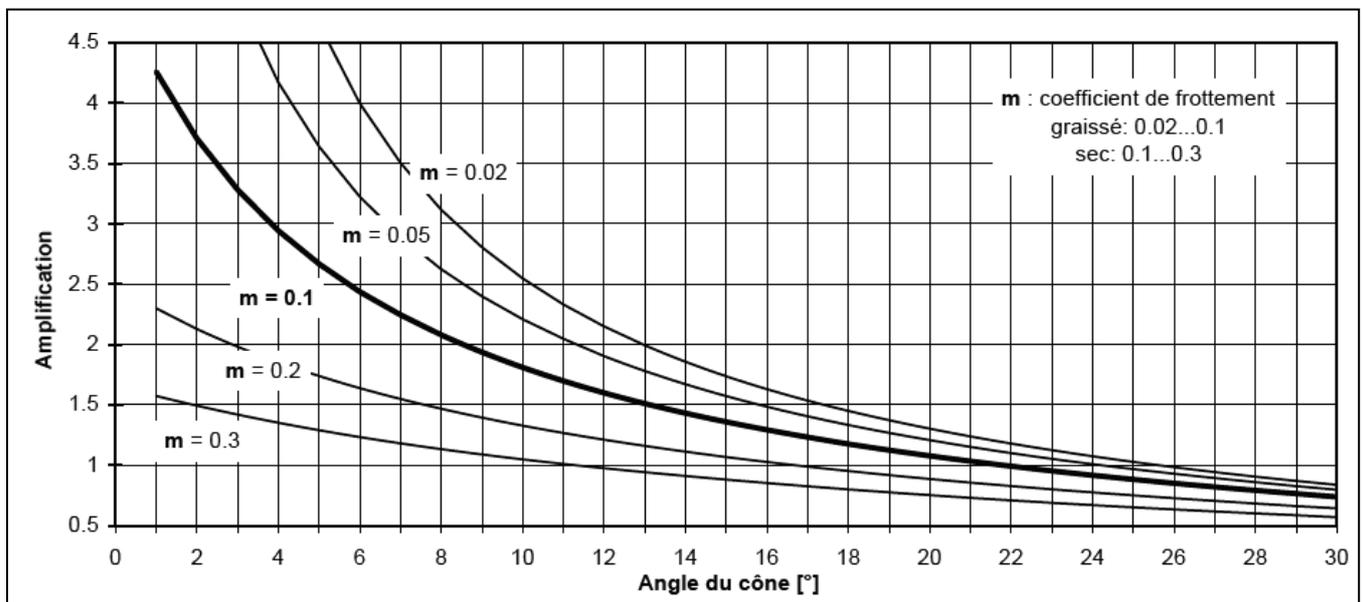


Fig 2-5 : l'amplification en fonction de l'angle du cône de la pince [WEB 1]

#### B) Interchangeabilité facile de la pince

#### C) Pouvoir réaliser le système de fixation en respectant les dimensions prévues

Vue qu'on a des cotes très limitées par exemple :

- le diamètre de la gorge et de 30.
- le diamètre de l'éprouvette et de 12.

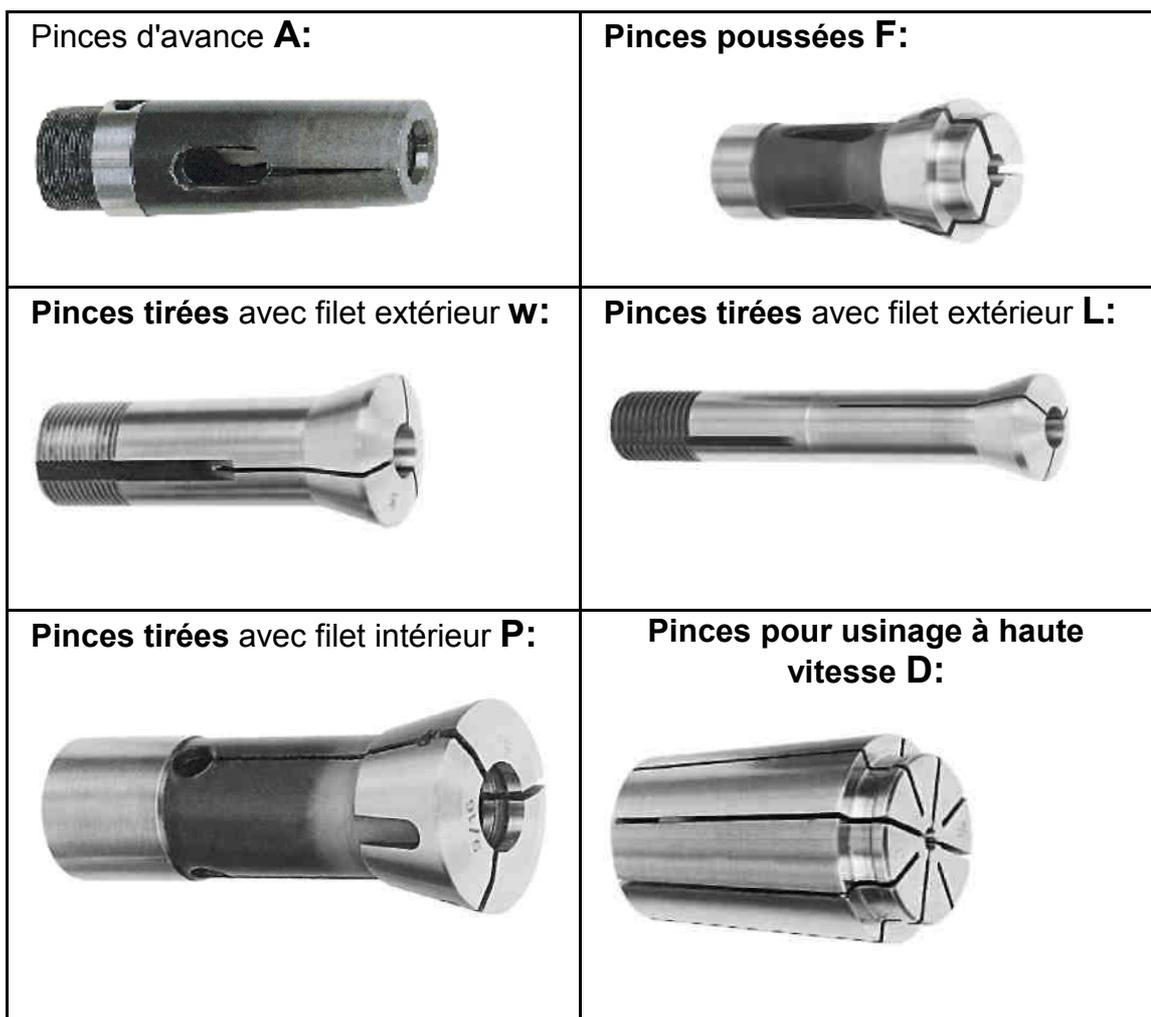
- Pour cela les étapes qu'on doit prendre pour choisir ce système sont :

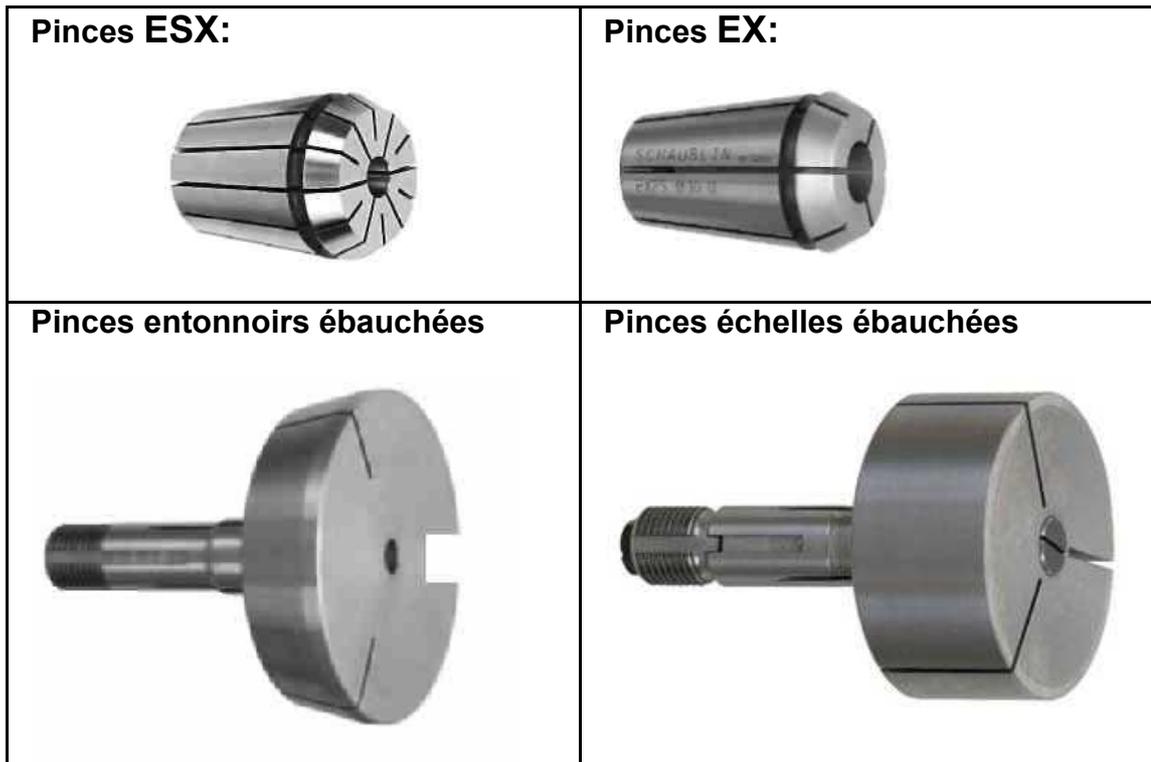
- I) Trouver les pinces.
- II) Les comparer et choisir celle qui vérifie ces conditions.

#### 4.2. Type de pince :

Il existe plusieurs types de pinces, qui diffèrent par leur propriété et leur système de fixation, elles sont destinées aux machines de tournage, mais aussi pour les utilisateurs de pinces en général. [WEB 1]

Voici quelque type de pinces :





**Fig 2-6 : différents types de pinces [WEB 1]**

#### **4.3. Choix des pinces :**

Comme on a plusieurs type de pinces ce qui nous amène a choisir celles qui répondent aux conditions définies auparavant.

Les étapes prises pour faire le choix des pinces sont:

##### **A) Voir la disponibilité sur le marché:**

Ce qui nous permet d'éliminer les pince suivante :

- Pinces échelles ébauchées
- Pinces entonnoirs ébauchées
- Pinces pour usinage à haute vitesse **D**
- Pinces d'avance **A** (plus problème de glissement)
- Pinces tirées avec filet intérieur **P**

##### **B) Comparer les propriétés des pinces qui restent :**

Pour cela on va définir les propriétés de chaque pince

##### **4.3.1. Pinces tirées avec filet extérieur w:**

Le serrage s'effectue en tirant la pince dans son logement au moyen d'une clé de serrage.

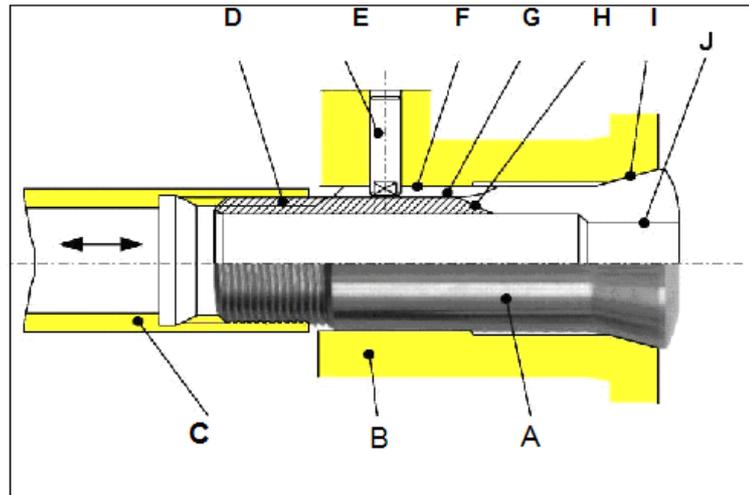


Fig 2-7 : système des serrage adapter à la pince W [WEB 1]

<b>A:</b> Pince	<b>F:</b> Diamètre de guidage
<b>B:</b> Logement	<b>G:</b> Entrée de clavette
<b>C:</b> Clé de serrage	<b>H:</b> Fente
<b>D:</b> Filet de serrage	<b>I:</b> Cône de serrage
<b>E:</b> Goupille de position	<b>J:</b> Alésage

#### a) Propriété :

-Elles se distinguent des autres pinces tirées par leur filet extérieur, dont le diamètre nominal correspond pratiquement au diamètre du corps de la pince. [WEB 1]

-Elles sont principalement recommandées pour les tours outilleurs et les machines de haute précision. [WEB 1]

-L'ouverture de ces pinces est très peu prononcé. Pour obtenir une bonne concentricité, il est recommandé d'employer une pince par 0,1 mm de diamètre d'alésage. [WEB 1]

-Les alésages de ces pinces sont lisses.

- Le coût de la pince est de **2300 DA** .

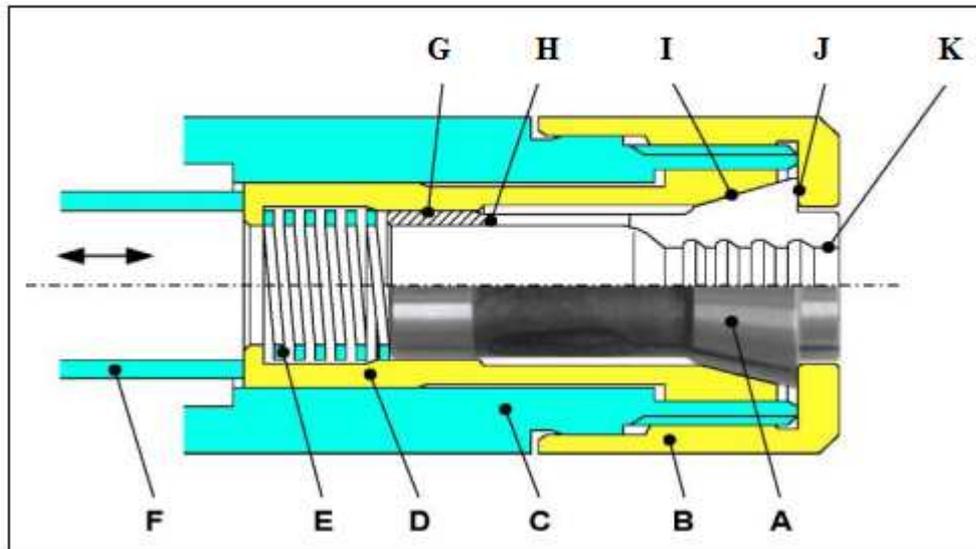
#### b) Les inconvénients :

- Difficile de réaliser le filetage intérieur de la clé de serrage  $\varnothing M14.75 \times 1.25$
- L'angle du cône  $15^\circ$ , ce qui diminue le taux de serrage.

### 4.3.2. Pinces poussées F:

#### a) Principe de serrage de la pince poussée:

La pince est introduite dans la douille coulissante et vient s'appuyer sur le ressort de compression. En vissant l'écrou de blocage sur la broche on pousse la pince dans son logement, celle-ci se trouve directement en position.



**Fig2-8:** système des serrage adapter à la pince F [WEB 1]

- |                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| <b>A:</b> Pince                  | <b>G:</b> Diamètre de guidage |
| <b>B:</b> Ecrou de blocage       | <b>H:</b> Fente               |
| <b>C:</b> Broche                 | <b>I:</b> Cône de serrage     |
| <b>D:</b> Douille coulissante    | <b>J:</b> Face d'appui        |
| <b>E:</b> Ressort de compression | <b>K:</b> Alésage             |
| <b>F:</b> Tube de compression    |                               |

#### b) propriété :

-A partir d'une certaine grandeur d'alésage, les alésages ronds sont lisses jusqu'au diamètre 8,99 mm et à partir de 9 ils sont rainurés. Les diamètres sont rainurés afin d'obtenir un meilleur serrage de la pièce et ainsi pouvoir transmettre une plus grande force de serrage.

[WEB 1]

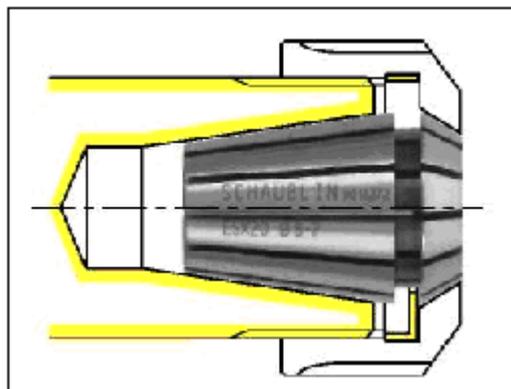
- Le coût de la pince est de **2100 DA**

**c) Les inconvénients :**

- L'angle du cône 15°, ce qui diminue le taux de serrage.

**4.3.3. Pincés EX, ESX :**

Les pincés de ce groupe bénéficient d'un système d'extraction qui décolle la pince de son logement lors du desserrage de l'écrou.



**Fig 2-9 :** système de serrage adapté aux pincés (**ESX,EX**) [WEB 1]

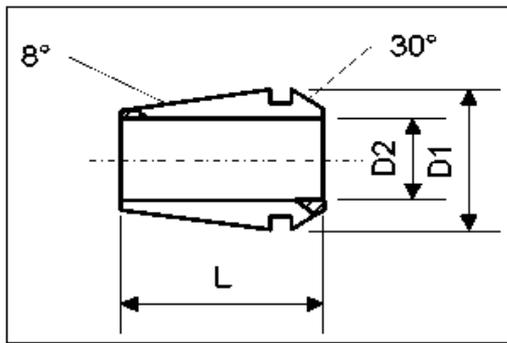
**a) propriété :**

- Le coût de la pince est de **1800 DA**

-Pour le **Type EX** : La capacité de serrage est limitée au diamètre nominal (Tolérance h12).

-Pour le Type **ESX** :

- Pour la catégorie **Gr. 9** : la capacité de serrage  $S = 0,5$  mm en dessous du diamètre nominal pour tous les alésages.
- Pour la catégorie Gr. 12 à 60 : 1 mm en dessous du diamètre nominal. [WEB 1]



**Fig 2-10 : les dimension de la pince ESX**  
[WEB 1]

Gr	L1	D1	D2	S
ESX 9	14,5	9	01-5	0,5
ESX 12	17	12	1-3 4-7	0,5 1
ESX 16	27,5	17	1-1.5 2-10	0,5 1
ESX20	31,5	21	1-1.5 2-13	0,5 1
ESX25	34	26	1-3 4-16	0,5 1
ESX32	40	33	2-5 3-20	0,5 1
ESX40	46	41	3-26	1
ESX50	55	51	6-34	1

Tableau 2-1: *dimension des pinces ESX* [WEB 1]

-D'après les propriétés des deux pinces on voit bien que la pince ESX est plus efficace que la pince EX vu son taux de serrage .

#### 4.4. Le choix final :

On remarque bien que le choix de la pince se joue entre les deux types F et ESX .  
Pour le choix final, les éléments de comparaison sont :

- La pince ESX est la moins chère.
- Le taux de serrage de la pince ESX est plus fort.
- Les deux systèmes de fixation sont réalisables avec les mêmes conditions.

Ce qui explique le choix de la pince de la pince ESX comme élément de serrage.

##### 4.4.1. Choix des dimensions de la pince :

Pour cela on va se référer au tableau 2-1

Comme on est limité par le diamètre extérieur de la gorge ( $\varnothing 30$ ), ainsi

Qu'au diamètre de l'éprouvette ( $\varnothing 12$ ), on sera obligé de choisir la pince

**<< ESX 20 >>**.

# Chapitre 3 :

## **Conception du système de fixation**

## **1. Introduction :**

Le présent chapitre est considéré comme la partie principale de cette étude car elle est consacrée en particulier à la conception et les méthodes de réalisation du système de fixation.

## **2. La partie conception :**

On a vu précédemment que le processus de conception est le passage de l'idée à l'objet.

En d'autre terme la conception est la base de toutes les réalisations industrielle, car c'est le chemin le plus efficace pour avoir un produit de précision en un moindre temps, ce qui explique l'importance de la conception dans un projet de réalisation.

L'utilité de cette conception et son avantage consiste à :

- Réaliser le système de fixation ;
- Avoir un support électronique ;
- Elle permettra de faire la simulation d'usinage de toutes les pièces dessinées ;
- Peut aussi nous aider à faire la simulation dynamique de la machine ;

### **2.1. Les principales étapes de la conception**

Les étapes prises pour faire cette conception sont les suivantes

#### **2.1.1. Prendre les cotes des pièces principales de la machine :**

Il est évident qu'avant toutes conceptions, la première étape après avoir fait la connaissance de la machine et son principe de fonctionnement est de connaître les cotes principales à respecter liés à la machine.

Au départ nous nous sommes référés aux sujets de PFE concernant la machine, vue l'absence de quelques données essentielles, donc on était obligé de démonter les parties de la machine qui nous intéressent pour prendre toutes les mesures.

### 2.1.2. Dessin de chaque pièce de la machine en 3D :

Il est indispensable pour faire les différents assemblages de la machine de dessiner chaque pièce toute seule en 3D, et pour le bureau des méthodes il est indispensable d'avoir le dessin de définition des pièces à usiner pour établir les gammes d'usinage.

Cette partie consiste :

- premièrement : à définir les pièces à usiner, déterminer les cotes et les tolérances et faire leur dessin de définition en 2D (voir page 77);
- deuxièmement : dessin de chaque pièce de la machine en 3D ;

#### a) Définition des pièces à usiner :

On s'est basé lors du choix du système de fixation sur les trois critères suivants : **un système simple ; réalisable ; moins coûteux**. Avec le système de fixation **pince ESX** on réduit l'usinage aux deux pièces suivantes :

- Le porte pince ;
- L'écrou de serrage ;

Après avoir sélectionné ces deux pièces, l'étape suivante consiste à faire le dessin de définition de chacune d'elles. Pour cela, on doit d'abord déterminer les valeurs suivantes :

- Les cotes tolérancées
- Les tolérances géométriques :
- Les états de surface ;

#### a) Pour le porte pince :

##### **Les cotes tolérancées :**

Les tolérances fonctionnelles seront déterminées en prenant compte des fonctions de chaque surface ce qui nous permettra d'obtenir les valeurs suivantes :

- les surfaces où se placent les roulements: la bague intérieure est ajustée avec serrage sur le porte pince ce qui donne la tolérance de  $\text{Ø}30 \text{ m}5$  (voir Chevalier : guide du dessinateur industriel page **268**) [5].
- l'alésage avec rainure de clavette est un alésage normal de tolérance  $\text{Ø}18\text{H}7$  (voir Chevalier : guide du dessinateur industriel page **52**), toutes les tolérances associées à la clavette et la rainure de clavette sont déterminées

dans la page 229 liaisons arbre-moyeu du même livre [5] .

- les cotes reliées au cône sont imposées par le constructeur des pinces voir (fig 4-1)

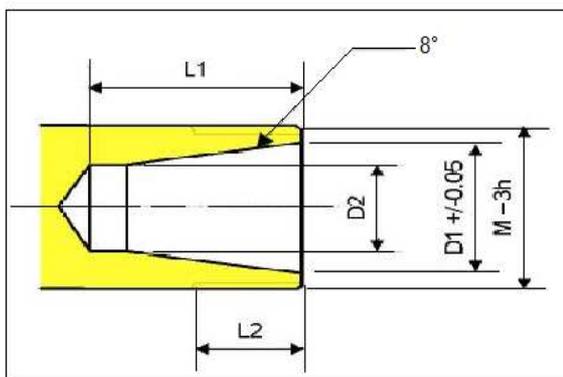


Fig4-1 : dimensions du porte pince [WEB 1]

N°	M	D1	D2	L1	L2
1	M10×0,75	8,5	5,6	13	9
2	M11×0,75	8,5	5,6	13	9
3	M13×0,75	11	7,3	18	11
4	M14×0,75	11	7,3	18	10
5	M20×1	16	10,5	23	13
6	M22×1,5	16	10,5	23	13
7	M24×1	20	13,5	28	13
8	M25×1,5	20	13,5	28	13
9	M32×1,5	25	18	31	14
10	M40×1,5	32	23,5	34	16

Tableaux4-1 : des différentes dimensions du porte pince [WEB 1]

Puisque dans notre cas nous avons choisi la pince **ESX 20**, les meilleures dimensions qui lui correspondent sont celles du N°= 8 sauf pour le filetage M25×1,5 on le remplace par M30×1,5 qui correspond au diamètre du porte pince.

- les autres cotes qui ne sont pas dotées d'une grande précision vue leur fonction, leur tolérance sera de  $\pm 0,1$ .

### Les tolérances géométriques :

On a un porte pince qui a une forme cylindrique avec un alésage d'un côté et un cône intérieur de l'autre, plus les deux surfaces où est placé les roulements. Ce qui nécessite d'avoir une relation de coaxialité entre ces surfaces.

Puisque la surface la plus précise c'est celle du cône intérieur on le mettra donc comme surface de référence A, la valeur de la tolérance est de 0,01.

- l'autre tolérance c'est la symétrie entre la rainure et l'alésage et le plan médian de l'alésage. de 0,05

### **L'état de surface:**

L'aptitude d'une pièce, à une fonction donnée, dépend d'un ensemble de conditions, notamment des caractéristiques de son état de surface, en se basant sur les tables qui lient les états de surface à leur fonction et aux procédés d'élaboration (voir : Guide du dessinateur industriel page 63,64) [5] on aura les valeurs suivantes :

- pour les roulements la surface doit avoir une rugosité trait faible  
 $Ra=0,02$  ;
- pour l'alésage avec rainure la valeur de la rugosité prise est de  
 $Ra=0,4$  ;
- pour le cône intérieur de la pince, la valeur de la rugosité prise est de  
 $Ra= 0,4$  ;

### b) L'écrou de serrage :

#### **Les cotes tolérancées:**

Comme on n'a pas de cote de grandes précisions, les valeurs de toutes les cotes seront de  $\pm 0,1$

#### **Les tolérances géométriques :**

Il est évident que le filetage intérieur doit être coaxial avec le cône intérieur, la coaxialité sera de 0,01.

#### **L'états de surface:**

Pour le cône intérieur, pour que la pince adhère la valeur de la rugosité prise est de  
 $Ra= 3,2$

Après avoir défini les cotes et les tolérances des pièces, nous passons au dessin de définition, avec SolidWorks, nous devons d'abord dessiner le dessin en 3D, puis la coupe, les cotes et les tolérances .

## b) Dessin de chaque pièce de la machine en 3D :

Le dessin des pièces en 3D est l'une des parties les plus difficiles, surtout pour quelqu'un qui n'a pas fait une formation sur le logiciel.

D'abord il fallait comprendre le logiciel (son utilisation et ces différentes fonctions), après nous avons dessiné les différentes pièces de la machine en 3D. Ce qui m'a permis de comprendre mieux les différentes fonctions de SolidWorks, surtout avec les pièces qui ont une géométrie complexe.

Comme on ne peut pas expliquer la procédure du dessin de chaque pièce on va citer la procédure générale appliquée avec SolidWorks.

- Différentes étapes pour faire une pièce en 3D :

- Pour débuter, cliquer sur l'icône Solidworks qui se trouve sur le bureau de votre ordinateur.



- Ensuite, lorsque la fenêtre est ouverte, cliquez sur nouveau document.

- Sélectionnez l'icône pièce, et cliquez sur ok

- Pour pouvoir dessiner nous devons passer en mode esquisse (2D)

Pour cela il suffit de cliquer sur l'icône esquisse



- Dessiner l'esquisse en utilisant les icônes qui apparaissent (ligne, rectangle, cercle spine....)

Ensuite pour dimensionner l'esquisse, il faut cliquer en premier sur l'icône cotation



et après cliquer sur l'arrête

- Lorsque ces différentes opérations sont réalisées, vous allez pouvoir passer du mode 2D (esquisse) au mode 3D pour cela on doit utiliser les fonctions (bossage, extrudage, lissage, Balayage ....).

- pour donner un aperçu du travail effectué, voici quelques pièces dessinées avec solidworks :

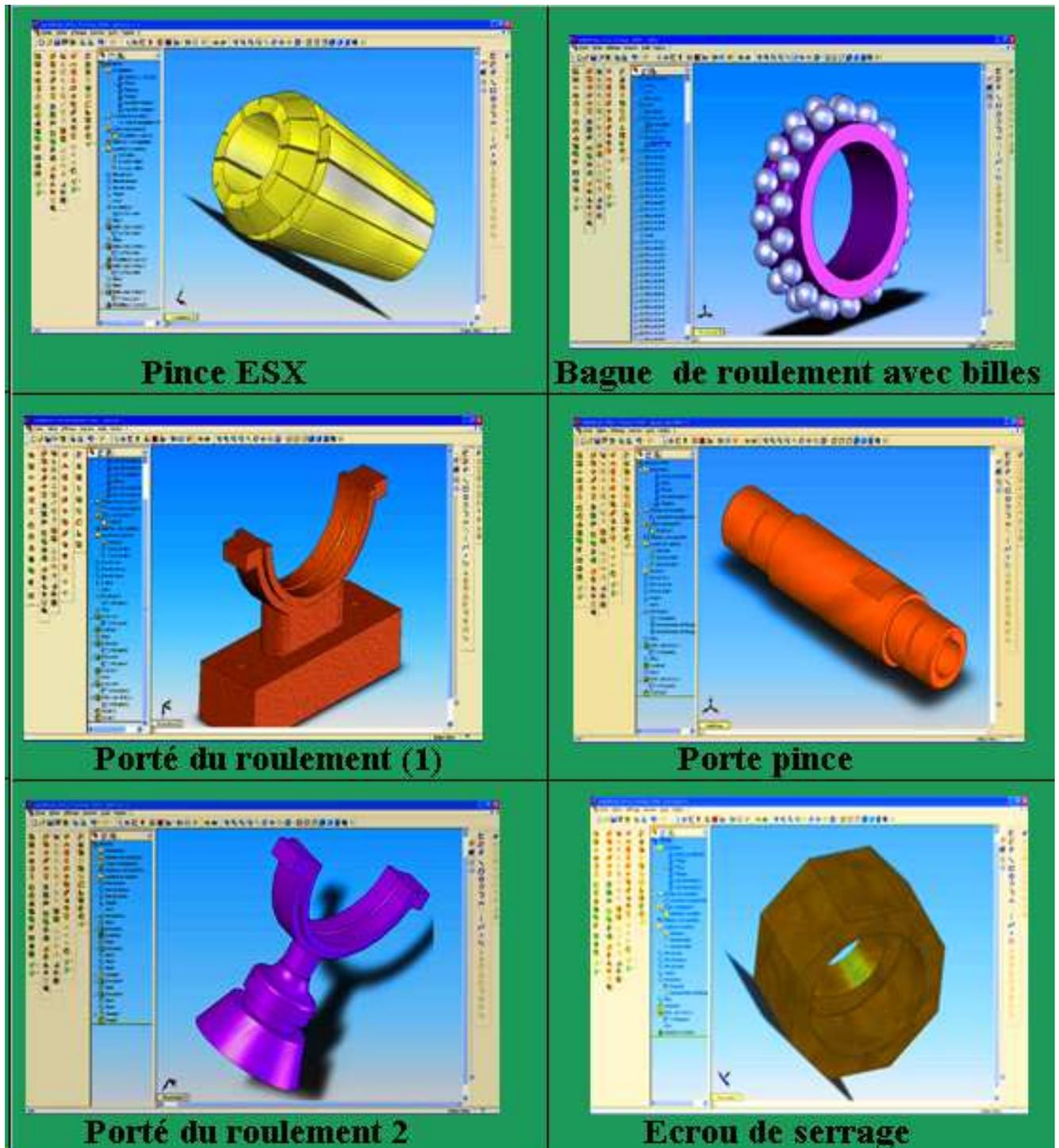


Fig 4-2 : pièces avec solidworks

**Remarque** : les dessins de définition et d'assemblage sont représentés en annexe

### 2.1.3. Faire les assemblages :

Les assemblages sont réalisés comme nous l'avions décrit dans le chapitre précédent, pour avoir une idée sur les assemblages réalisés on va donner quelques exemples.

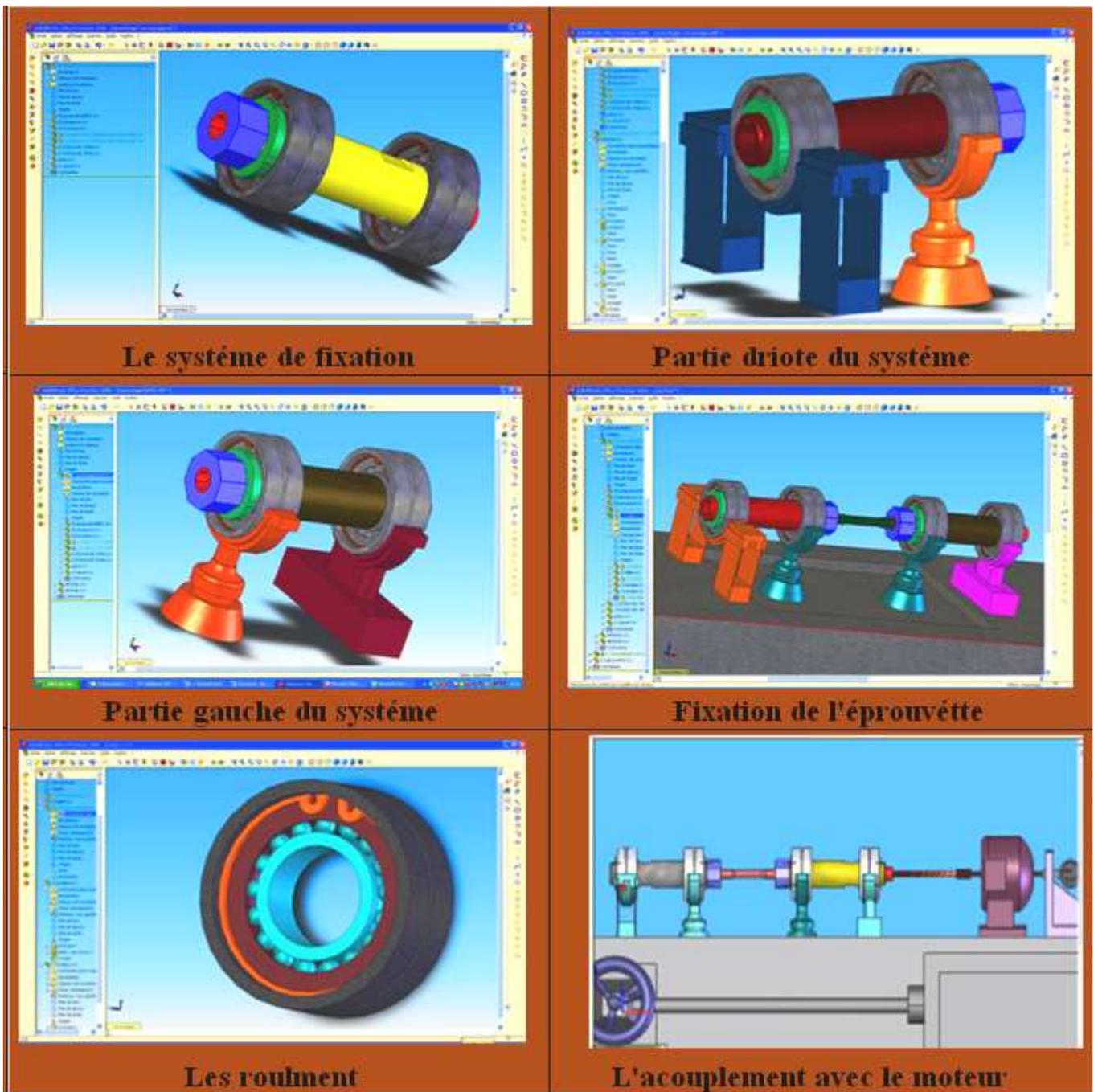


Fig 4-3 : assemblages avec solidworks

### **3. Gamme d'usinage :**

#### **3.1. Définitions principales:**

##### **3.1.1. Opération d'usinage:**

C'est le fait de réaliser l'usinage d'une surface sur une pièce (dressage, chariotage, perçage, surfaçage ...)

##### **3.1.2. Phase d'usinage:**

C'est l'usinage de toutes les opérations sans changement d'opérateur et de type de machines

##### **3.1.3. Sous phase:**

C'est l'usinage d'une ou plusieurs opérations sans démontage de la pièce.

##### **3.1.4. Gamme d'usinage:**

C'est le regroupement de l'ensemble des phases d'usinage. La gamme d'usinage est le document qui décrit la méthode complète d'obtention de la pièce.

Les informations devant apparaître sur cette gamme d'usinage pour chaque phase d'usinage sont :

- le dessin de la pièce après cette phase d'usinage, la pièce est toujours dessinée dans la position d'usinage.
- La désignation des opérations dans l'ordre d'usinage, le nom des outils utilisés pour Chaque opération, le moyen de contrôle, la machine

#### **3.2. Règles principales de la gamme:**

##### **3.2.1. Choix du brut:**

On essaiera de limiter le volume de matière à enlever par usinage, on limite les surépaisseurs d'usinage, dans notre cas les dimensions du brute sont:

- Pour le porte pince : Ø 40× 158
- Pour l'écrou : hexagone de 36, longueur de 25

- pour la matière du brut utilisé on a choisi les matières suivantes :

- Pour le port pince : 35 CD4
- Pour l'écrou de serrage : 25 CD4

### 3.2.2. Association des surfaces

Il est préférable d'usiner un maximum de surfaces sans démontage de la pièce. Cela permet d'éviter l'accumulation des défauts de mise en position et d'usinage. Il faut donc essayer d'usiner 'en même temps' les surfaces liées les unes aux autres par des cotes aux IT les plus faibles.

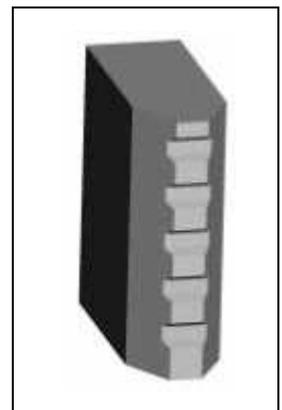
### 3.2.3. Mise en position sur surfaces usinées:

L'isostatisme sera mis en place afin que la mise en position de la pièce soit unique.

Pour mettre la pièce en position sur le porte-pièce choisi, on s'appuie sur des surfaces références.

### 3.2.4. Mors durs / mors doux

Au moment du serrage de la pièce, les mors durs déforment la pièce. Donc l'axe de la pièce n'est pas confondu avec l'axe du porte pièce (et donc de la broche). La surface de contact des mors durs au niveau de la pièce est composée de dents. La déformation de la pièce a lieu, car la pression exercé par les mors dépasse la pression admissible par la pièce. Pour éviter les déformations, il faut donc diminuer la pression exercée par les mors.



**Fig 4-4:** Mors durs

Comme  $p = F / S$  il suffit pour un effort de serrage constant, d'augmenter la surface de contact mors/pièce.

D’ou l’utilisation de **mors doux**, ces mors sont usinés afin d’augmenter la surface de contact mors/pièce. De plus , étant usinés, l’axe de la surface usinée sur les mors correspond à l’axe de broche (avoir une bonne coaxialité).

Comme on a des pièces qui nécessitent d’avoir une bonne coaxialité, le serrage de la pièce en reprise sera fait en **mors doux** .

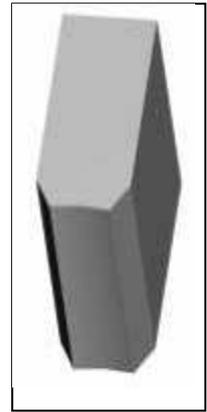


fig 4-5 : mors doux

### 3.3. Les paramètres de coupe:

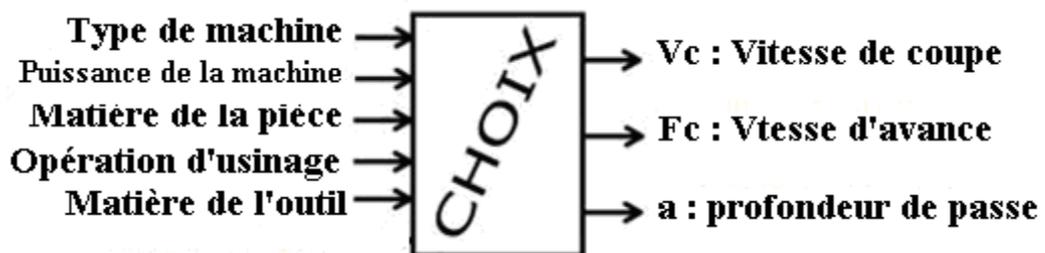
Pour obtenir un travail satisfaisant (bon état de la surface usinée, rapidité de l’usinage,...) on doit régler les paramètres de la coupe.

Il y a plusieurs critères qui permettent de définir les paramètres de la coupe, notamment :

- La puissance de la machine
- La matière usinée (acier, aluminium)
- La matière de l’outil (ARS, carbure)
- Le type de l’opération (perçage, chariotage, surfacage)

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

- La vitesse de coupe :  $V_c$
- La vitesse d’avance :  $f$
- La profondeur de passe :  $a$



#### 3.3.1. Définition des paramètres de coupe:

a) La vitesse de coupe :  $V_c$  [m/min]:

Cela correspond au déplacement de l’arête de coupe par rapport à la pièce.

b) La vitesse d'avance :  $V_f$  [mm/min]:

c) Cela correspond à la vitesse de déplacement de l'outil sur la trajectoire d'usinage.  
C'est cette trajectoire qu'il faut suivre afin que l'outil usine la forme souhaitée.

d) La profondeur de passe :  $a$  [mm]

La profondeur de passe est nécessaire afin de déterminer la quantité de matière qui va être séparée de la pièce sous forme de copeau.

### 3.3.2. Réglage des conditions de coupe

Il faut régler les conditions de coupe sur la machine. En réalité on n'agit que sur 3 paramètres suivants :

$N$  : la vitesse de rotation de l'élément animé du mouvement de coupe

$V_f$  : la vitesse d'avance

$a$  : la profondeur de passe

Il est donc nécessaire de déterminer les relations entre  $V_c$ ,  $V_f$  et  $N$ . A notre niveau, on fixera la profondeur de passe,  $a$ , suivant une valeur maximum donnée par le tableau (voir Précis méthodes d'usinage page:114 – 117) [7], sur les même tableaux on a les valeurs de  $V_c$  et  $f$  en fonction du type de l'opération, de l'outil et de la matière.

### 3.3.3. Calcul des paramètres de coupe:

a) formules des paramètres:

Vitesse de rotation  $N$  :

$N$  : le taux de rotation de la pièce en tournage, ou de l'outil en fraisage

La Formule utilisé est  $N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D}$  (pour le fraisage  $D$  correspond à la position de

la pointe de l'outil, pour le fraisage  $D$  correspond au diamètre de la fraise)

La vitesse calculée est la vitesse théorique. En ce basant sur les tables des vitesses de la machine nous fixerons la vitesse réelle.

Vitesse d'avance : Le mouvement d'avance est en générale un mouvement de translation relatif entre l'outil et la pièce, On en déduit  $V_f$ .

La Formule utilisé est :  $V_f = f_z \cdot N$  (en tournage)

Dans le cas de fraisage la formule devient :  $V_f = z \cdot f_z \cdot N$  (z est le nombre de dents de l'outil)

a) calcul des paramètres:

On a vu précédemment que les paramètres de coupe dépendent de l'outil, les calculs

- outil en acier rapide supérieur **ARS**
- outil en carbure métallique (souvent utilisé pour les machines à CN)

Les tableau ci-dessous regroupe les calculs des paramètres de coupe de chaque pièces (pour mieux comprendre les désignation des surface et les sou-phases **S-P**, voir les gammes d'usinage associées [page](#) )

S-P	N° D'op	designation	D	a	V <sub>th</sub>	N	V <sub>r</sub>	f	V <sub>f</sub>
21	1	Dressage de 1	40	2,5	20	160	20,096	0,1	16
22	2	Chariotage de 3 (ébauche)	40	4	20	160	20,096	0,2	32
	3	Chariotage de 2 (ébauche)	40	2,25	20	160	20,096	0,2	32
23	4	Dressage de 4	40	2,5	20	160	20,096	0,1	16
	5	Chariotage de 5 (ébauche)	40	4	20	160	20,096	0,2	32
24	6	Chariotage de 5 (F/2)	32	0,8	25	250	25,120	0,08	20
	7	Chariotage de 2 (F)	36	0,25	28	250	27,868	0,05	13
	8	Chariotage de 5' (F)	30	0,21	28	250	23,864	0,05	13
25	9	Chariotage de 3 (F/2)	32	0,8	25	250	25,120	0,08	20
	10	Chariotage de 8 (F)	30	0,21	28	250	23,864	0,05	13
	11	Faire les gorges 6 et 7	30	1,5	13	125	11,932	0,08	10
	12	chanfrenage 9	30	2	20	200	19,091	0,08	16
	13	filtage 8	30	0,2	13	125	11,697	0,08	10
26	14	Faire les gorges 10 et 11	30	1,5	13	125	11,932	0,08	10
	15	chanfrenage 12	30	2	20	200	19,091	0,08	16
	16	filtage 13	30	0,2	13	125	11,697	0,08	10
27	17	perçage 14	13	6,5	22	500	20,410	0,26	130
	18	usinage du cone (ébauche)	17	2,5	14	250	13,345	0,08	20
	19	usinage du cone (F/2)	20	1,3	17	250	15,386	0,05	13
28	20	alesage de 17 (ébauche)	16	1,5	14	250	12,560	0,08	20
	21	alesage de 17 (F/2)	18	0,8	17	300	16,579	0,05	15

**Tableau4-2:** Calcul des paramètres de coupe pour le porte pince (outil **ARS**)

S-P	N°D'op	designation	D	a	V th	N	V r	f	Vf
21	1	Dressage de 1	40	2,5	120	1000	125,600	0,1	16
22	2	Chariotage de 3 (ébauche)	40	4	100	800	100,480	0,2	160
	3	Chariotage de 2 (ébauche)	40	2,25	120	1000	125,600	0,2	200
23	4	Dressage de 4	40	2,5	120	1000	125,600	0,1	100
	5	Chariotage de 5 (ébauche)	40	4	100	800	100,480	0,2	160
24	6	Chariotage de 5 (F/2)	32	0,8	140	1250	125,600	0,08	100
	7	Chariotage de 2 (F)	36	0,25	160	1250	139,338	0,05	63
	8	Chariotage de 5' (F)	30	0,21	160	1600	152,730	0,05	80
25	9	Chariotage de 3 (F/2)	32	0,8	140	1250	125,600	0,08	100
	10	Chariotage de 8 (F)	30	0,21	160	1600	152,730	0,05	80
	11	Faire les gorges 6 et 7	30	1,5	60	630	60,137	0,08	50
	12	chanfrenage 9	30	2	120	1250	119,320	0,08	100
	13	filage 8	30	0,2	60	630	58,950	0,08	50
26	14	Faire les gorges 10 et 11	30	1,5	60	630	60,137	0,08	50
	15	chanfrenage 12	30	2	120	1250	119,320	0,08	100
	16	filage 13	30	0,2	60	630	58,950	0,08	50
27	17	perçage 14	13	6,5	22	500	20,410	0,26	130
	18	usinage du cone (ébauche)	17	2,5	70	1250	66,725	0,08	100
	19	usinage du cone (F/2)	20	1,3	90	1600	98,470	0,05	80
28	20	alesage de 17 (ébauche)	16	1,5	70	1250	62,800	0,08	100
	21	alesage de 17 (F/2)	18	0,8	90	1600	88,422	0,05	80

**Tableau4-3:**Calcul des paramètres de coupe pour le porte pince (outil carbure)

S-P	N° D'op	designation	D	a	V th	N	V r	f	Vf
61	1	Le méplat	50	2,5	15	100	15,700	0,4	16

**Tableau4-4:**Calcul des paramètres de coupe pour la phase de fraisage (méplat)

S-P	N° D'op	designation	D	a	V th	N	V r	f	Vf
41	1	Dressage de 1	36	2	120	1000	113,040	0,4	400
	2	Percage 2	15	7,5	20	400	18,840	0,2	80
42	3	Dressage de 3	36	2	120	1000	113,040	0,4	400
	4	alesage de 4 (E)	19	2,5	15	200	11,938	0,08	16
		usinage du cone 5 (E)	19	2,5	15	200	11,938	0,08	16
	5	alesage de 4 (F/2)	20,5	0,75	19	250	16,100	0,05	13
		usinage du cone 5 (F/2)	20,5	0,75	19	250	16,100	0,05	13
	6	alesage de 4 (F)	20.9	0,25	21	300	20,697	0,01	16
		usinage du cone 5 (F)	20.9	0,25	21	300	20,697	0,01	16
	7	alesage de 6 (ébauche)	28	2,75	15	160	13,816	0,08	13
	8	alesage de 6 (F)	28	0,44	21	200	17,816	0,05	10
	9	chanfrenage	28	1,5	50	500	44,541	0,08	40
	10	Faire la gorges	28	2	30	310	27,615	0,08	25
11	filtage	30	0,2	25	250	23,550	0,08	20	

**Tableau4-5:**Calcul des paramètres de coupe pour l'écrou de serrage (outil **ARS**)

S-P	N° D'op	designation	D	a	V th	N	V r	f	Vf
41	1	Dressage de 1	36	2	120	1000	113,040	0,4	400
	2	Percage 2	15	7,5	20	400	18,840	0,2	80
42	3	Dressage de 3	36	2	120	1000	113,040	0,4	400
	4	alesage de 4 (E)	19	2,5	70	1000	59,690	0,08	80
		usinage du cone 5 (E)	19	2,5	70	1000	59,690	0,08	80
	5	alesage de 4 (F/2)	20,5	0,75	90	1250	80,503	0,05	63
		usinage du cone 5 (F/2)	20,5	0,75	90	1250	80,503	0,05	63
	6	alesage de 4 (F)	20.9	0,25	120	1600	105,054	0,01	16
		usinage du cone 5 (F)	20.9	0,25	120	1600	105,054	0,01	16
	7	alesage de 6 (ébauche)	28	2,75	70	800	69,080	0,08	64
	8	alesage de 6 (F)	28	0,44	120	1250	111,352	0,05	63
	9	chanfrenage	28	1,5	100	1000	89,082	0,08	80
	10	Faire la gorges	28	2	60	800	71,265	0,08	64
11	filtage	30	0,2	60	630	59,346	0,08	50	

**Tableau4-6:**Calcul des paramètres de coupe pour l'écrou de serrage (outil carbure)

## 4. Programme pour MOCN :

On dispose d'un tour numérique dans notre département. Il est préférable de faire la réalisation de nos pièces sur un tour commande numérique vu son avantage par rapport au tour ordinaire, ceci nécessite d'avoir le programme de réalisation de ces pièces.

### 4.1. Les avantages d'une MOCN:

D'une manière générale, l'utilisation d'une MOCN présente un certain nombre d'avantage :

- Une MOCN facilite l'usinage de formes complexes. De nombreuses opérations peuvent être exécutées en travail d'enveloppe, ce qui limite le nombre des outils de forme ou des outillages spécifiques.
- Les mouvements sont possibles sur plusieurs axes simultanément.
- Elle permet de diminuer les temps d'usinage (optimisation des conditions de coupe) et les temps morts (vitesses des déplacements élevées, temps de changements d'outils réduits).
- La qualité du produit augmente (meilleure précision dimensionnelle et meilleur état de surface).
- Elle permet de réduire les délais et le temps de changement de série (réactivité de l'entreprise).

### 4.2. PROGRAMME PRINCIPAL:

Programme de la phase 20 ( PORTE PINCE )

```
%2000
N001      G71   G54
N002      G58   Z153
```

Sous phase 21

	N003	T1	D1	M6		
Dressage de 1	N004	G92	S 2500			
	N005	G96	S 125,6		M04	
	N006	G95	F 0,1			
	N007	G00	X 42	Z 2.5	M08	
	N008	GO1	X -1			
	N009	G00	X 200	Z 200	M09	

### Sous phase22

	N010	G97	S 800		M04	
Chariotage de 3 (E)	N011	G94	F 160			
	N012	G00	X 32	Z 4	M08	
	N013	G01	Z-28.5			
Chariotage de 2 (E)	N014	G01	X 35.5			
	N015	G97	S 1000			
	N016	G01	Z -118.5	F200		
	N017	G00	X 200	Z 200	M09	M00

### Sous phase 23

	N018	G96	S 125,6			
Dressage de 4	N019	G95	F 0,1			
	N020	G00	X 42	Z 0	M08	
	N021	G01	X -1			
	N022	G00	X 32	Z 1		
Chariotage de 5 (E)	N023	G97	S 800			
	N024	G94	F 160			
	N025	G01	Z -37			
	N026	G01	X 41			
	N027	G00	X 200	Z 200	M09	

### Sous phase24

	N028	T2	D2	M6		
Chariotage de 5 (F/2)	N029	G97	S1250	M04		
	N030	G00	X 30.4	Z 2	M08	
	N031	G01	Z -37.4	F 100		
Chariotage de 2 (F)	N032	G01	X 35			
	N033	G01	Z -88	F 62,5		

	N034	G00	X 40	Z 2		
	N035	G00	X 29.8			
Chariotage de 5' (F)	N036	G97	S1600			
	N037	G01	Z -21	F 80		
	N038	G00	X 200	Z 200	M09	M00
<b>Sous phase25</b>						
	N039	G00	X 30.4	Z 2	M08	
Chariotage de 3 (F/2)	N040	G97	S1250	M04		
	N041	G01	Z -31.4	F 100		
	N042	G01	X 36			
	N043	G00	X 33	Z 2		
Chariotage de 8 (F)	N044	G00	X 29.8			
	N045	G97	S1600			
	N046	G01	Z -15	F 80		
	N047	G00	X 200	Z 200	M09	
Les gorges 6 et 7	N048	T3	D3	M6		
	N049	G96	S 60			
	N050	G95	F 0,08			
	N051	G00	Z -30	X 36	M08	
	N052	G01	X 28			
	N053	G04	X 6			
	N054	G00	X 33			
	N055	G00	Z -15			
	N056	G00	X 31			
	N057	G01	X 28			
	N058	G04	X 6			
	N059	G00	X 36			
Chanfrenage 9	N060	G00	X 200	Z 200	M09	
	N061	T2	D2	M6		
	N062	G97	S 1250			
	N063	G94	F 100			
	N064	G00	X 24	Z 1	M08	
	N065	G01	X 33	Z -2		
	N066	G00	X 200	Z 200	M 09	
Filtage 8	N067	T4	D4	M6		
	N068	G97	S 630			
	N069	G94	F 50,4	M08		

N070 G00 X 35 Z 5  
 N071 R20= 1.5 R21= 30 R22= 0  
 N072 R23= 4 R24= +0.8 R25= 0.02  
 N073 R26= 3 R27= 1 R28= 5  
 N074 R29=60 R31=29 ,8 R32= -15.5  
 N075 L97 P1  
 N076 G00 Z 200 M09

Sous phase26

Les gorges10 et 11

N077 T3 D3 M6  
 N078 G96 S 60  
 N079 G95 F 0,08  
 N080 G00 X 36 Z -36 M08  
 N081 G01 X 28  
 N082 G04 X6  
 N083 G00 X 32  
 N084 G00 Z -21  
 N085 G01 X 28  
 N086 G04 X6  
 N087 G01 X32  
 N088 G00 X 200 Z 200 M09

Chanfrenage 12

N089 T2 D2 M6  
 N090 G97 S 1250  
 N091 G94 F 100  
 N092 G00 X 24 Z 1 M08  
 N093 G01 X 33 Z -2  
 N094 G00 X 200 Z 200 M09

Filtage 13

N095 T4 D4 M6  
 N096 G97 S 630  
 N097 G94 F 50,4 M08  
 N098 G00 X 35 Z 5  
 N099 R20= 1.5 R21= 29,8 R22= 0  
 N100 R23= 4 R24= -0.8 R25= 0.1  
 N101 R26= 3 R27= 1 R28= 5  
 N102 R29=60 R31=29 ,8 R32= -22  
 N103 L97 P1  
 N104 G00 Z 200 M09

Sous phase27

N105 T5 D5 M6

Usinage du cone (E)	N106	G97	S 1250	MO8	
	N107	G00	X 18	Z 3.557	
	N108	G01	X 12	Z -17.78	F 100
Le cone (F/2)	N109	G00	Z 4		
	N110	G97	S 1600		
	N111	G00	X 20,6	Z 3.557	
	N112	G01	X 12	Z -27,0377	F 80
	N113	G00	Z 200	M09	
	N114	G00	X 200		

Sous phase28

	N115	T5	D5	M6	
Alesage de 17 (E)	N116	G97	S 1250		
	N117	G94	F 100		
	N118	G00	X 16	Z 2	M08
	N119	G01	Z -53		
	N120	G01	X 12		
	N121	G00	Z4		
	N122	G00	X 17.6		
Alesage de 17 (F/2)	N123	G97	S 1600		
	N124	G94	F 80		
	N125	G01	Z -53		
	N126	G01	X 12		
	N127	G00	Z 200	M09	
	N128	G00	X 200		
	N129	M02			

Programme de la phase 40 ( ECROU )

%3000

N001	G71	G54
N002	G58	Z 21

Sous phase 41

	N003	T6	D6	M6
Dressage de 1	N004	G96	S 120	M04
	N005	G95	F 0,4	

Sous phase 42

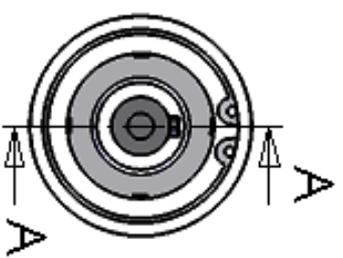
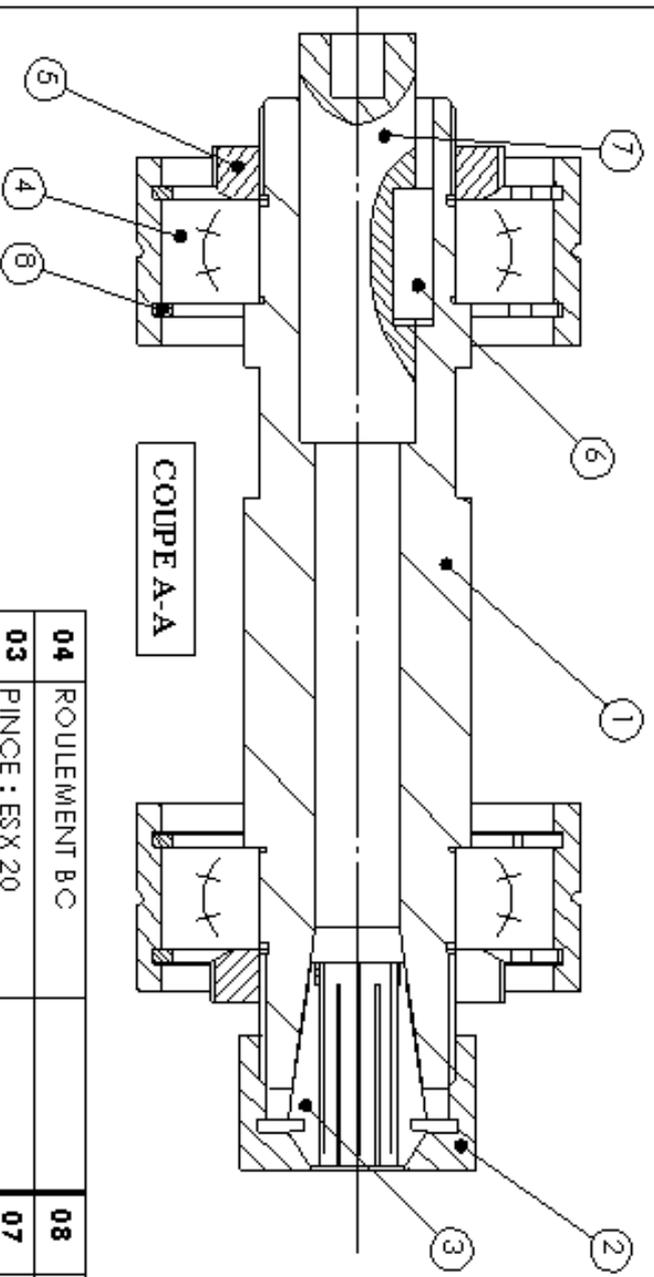
	N006	G00	X 39	Z 2	M08	
	N007	GO1	X -1			
	N008	G00	X 200	Z 200	M09	M00
Dressage de 3	N009	G00	X 39	Z 0	M08	
	N010	GO1	X -1			
	N011	G00	X19	Z 4	M09	
	N012	T5	D5	M6		
	N013	G97	S1000			
	N014	G94	F 80	M08		
Alesage de 4 (E)	N015	GO1	Z -15			
Le cone 5 (E)	N016	GO1	X 9,762	Z -23		
	N017	G00	Z 4			
	N018	G00	X 20,5			
	N019	G97	S 1250			
Alesage de 4 (F/2)	N020	GO1	Z -15	F 62,5		
Le cone 5 (F/2)	N021	GO1	X 11,263	Z -23		
	N022	G00	Z 4			
	N023	G00	X 20,9			
	N024	G97	S1600			
Alesage de 4 (F)	N025	GO1	Z -15	F 16		
Le cone 5 (F)	N026	GO1	X 11,663	Z -23		
	N027	G00	Z 4			
	N028	G00	X 27,5			
Alesage de 6 (E)	N029	G97	S 800			
	N030	GO1	Z -15	F 64		
	N031	GO1	X 21			
	N032	G00	Z 4			
	N033	G00	X 28,37			
Alesage de 6 (F)	N034	G97	S 1250			
	N035	GO1	Z -15	F62,5		
	N036	GO1	X 21			
	N037	G00	Z 5			
Chanfrenage	N038	G96	S100			

	N039	G00	X 34	Z 1	F0,08
	N040	G01	X 25	Z -1	
	N041	G00	Z 200	M09	
	N042	G00	X 200		
	N043	T7	D7	M6	
Faire la gorges	N044	G96	S 60		
	N045	G95	F 0,08		
	N046	G00	Z 4	X 28	M08
	N047	G00	Z -13		
	N048	G01	X 32		
	N049	G04	X 6		
	N050	G00	X 27	M09	
	N051	G00	Z 200		
	N052	G00	X 200		
	N053	T8	D8	M6	
Filtage intérieur	N054	G97	S 630		
	N055	G94	F 50,4		
	N056	G00	X 32	Z 5	M08
	N057	R20= 1.5	R21= 28,37	R22= 0	
	N058	R23= 4	R24= +0.8	R25= 0.1	
	N059	R26= 3	R27= 1	R28= 5	
	N060	R29=60	R31=28,37	R32= -14	
	N061	L97	P1		
	N062	G00	X 10	M09	
	N063	G00	Z 200		
	N064	G00	X 200		
	N065	M02			

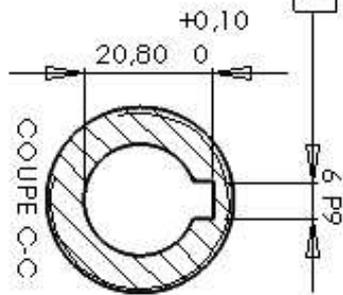
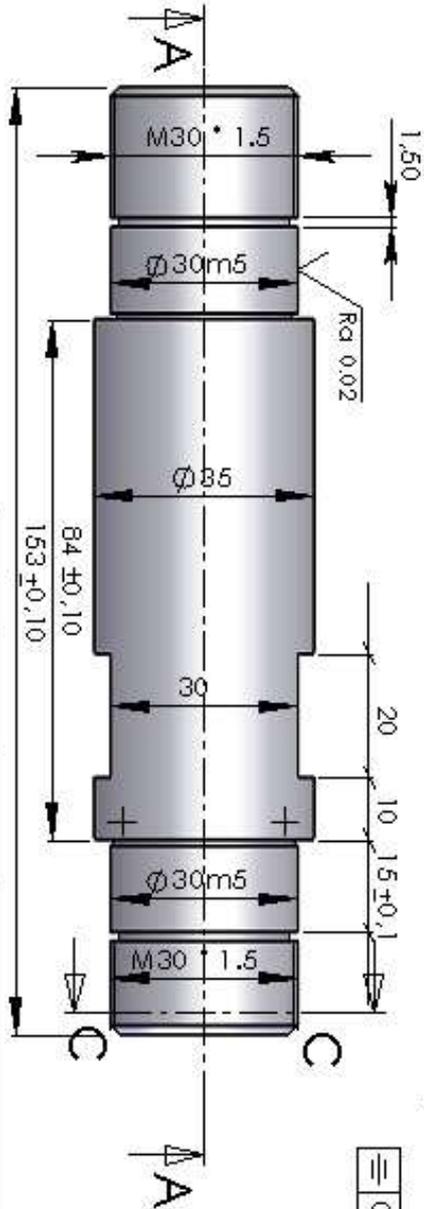
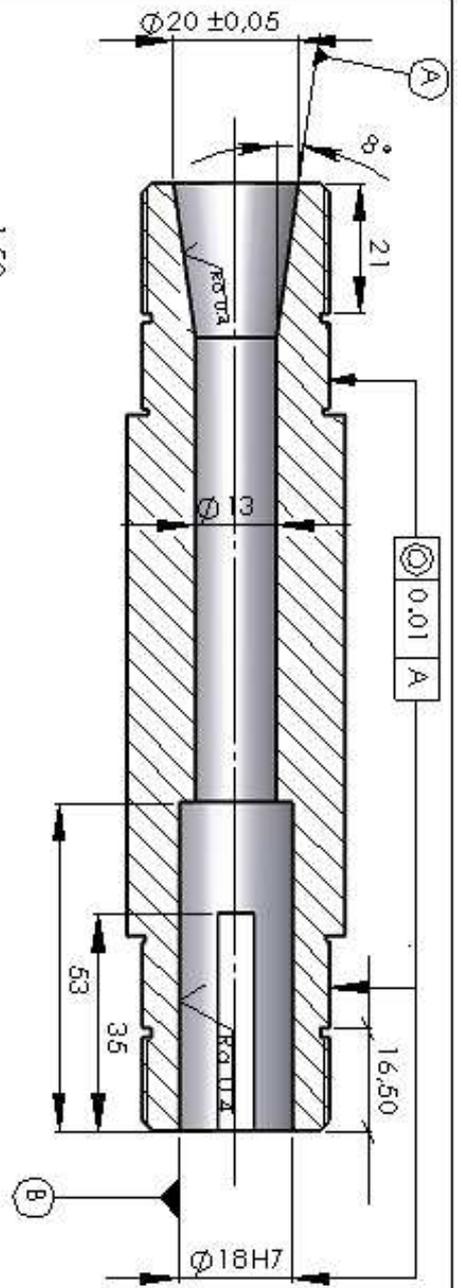
**REMARQUE :**

- Le programme est fait en se basant sur la gamme d'usinage, le langage utilisé est le langage G CODE ISO adapté à notre tour numérique.
- Pour mieux comprendre les étapes du programme il faut voir la gamme d'usinage (page 81).

**Les dessins de  
définitions  
et  
D'assemblage**



<b>04</b>	ROULEMENT BC		<b>08</b>	CIRCLIPS : 60 X 2	
<b>03</b>	PINCE : ESX 20		<b>07</b>	ARBRE DE TRANSMISSION	35 Cr Mo 4
<b>02</b>	ECROU HEXAGONALE	25 Cr Mo 4	<b>06</b>	CLAVETTE : 6 X 6 X 20	
<b>01</b>	Porte pince	35 Cr Mo 4	<b>05</b>	ECROU A ENCOUCHE : M60X1,5x45x7	
<b>RP</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>MATIERE</b>	<b>RP</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>MATIERE</b>
<b>ECOLE NATIONALE</b>		<b>POLYTECHNIQUE</b>			
<b>Echelle</b>	<b>Date</b>	<b>SYSTEME DE FIXATION</b>		<b>ENP</b> Dép.G. MECANIQUE  machine d'essai : 01	
1 : 1	05/08/07				
<b>Etudiant</b>	MOKRANE				
<b>Promoteur</b>	GUERGUEB				
	BELKACEMI				

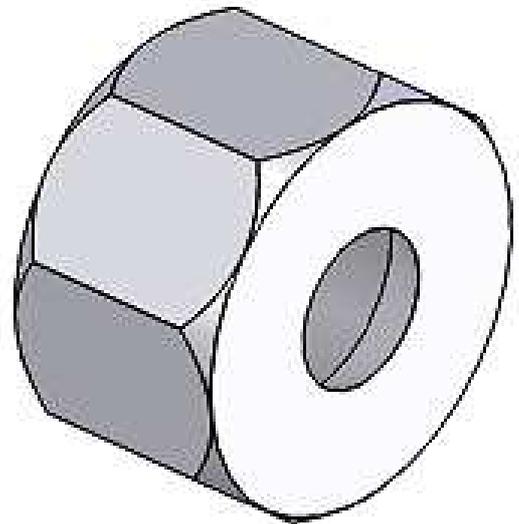
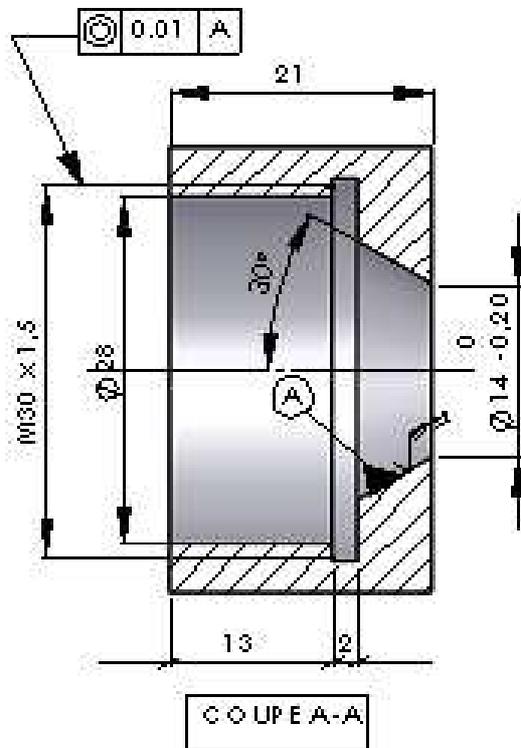
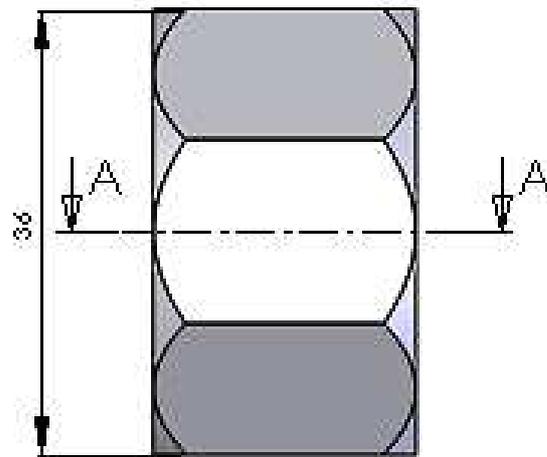


0,05 B

Echelle	Date	
1:1	03/08/07	
Echafaudant	Mokrane	
Promoteur	Guegneh	
	Belkacemi	

# PORTE PINCE

**ENP**  
 DÉP.G. MECANIQUE  
 machine  
 d'essai : 01.01

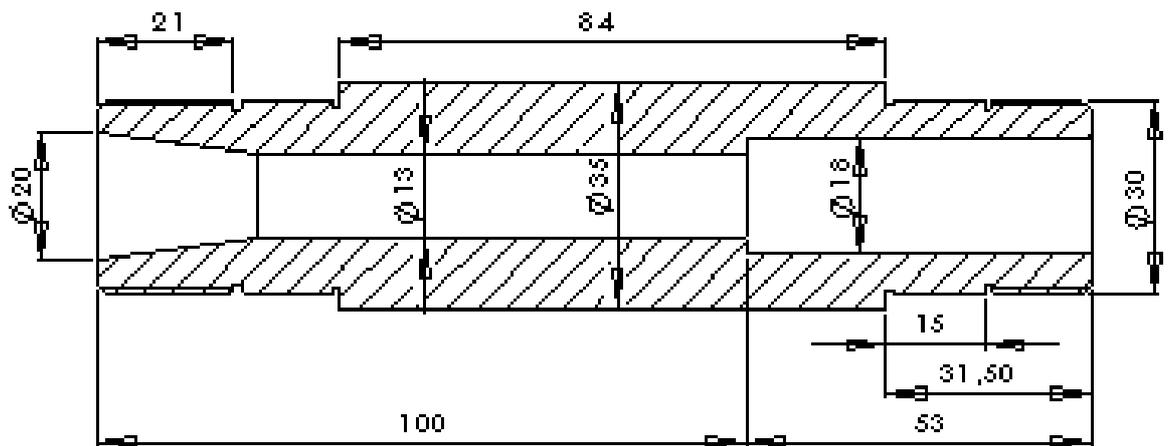


ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

Echelle	Date		<b>ECROU DE SERRAGE</b>	ENP Dép. G. MECANIQUE
1:1	05/08/07			
Etudiant	Makrane	machine d'essai : 01.02		
Promoteur	Guegueb			
	Belloceml			

# **Les gammes d'usinages**

# Gammes d'usinages

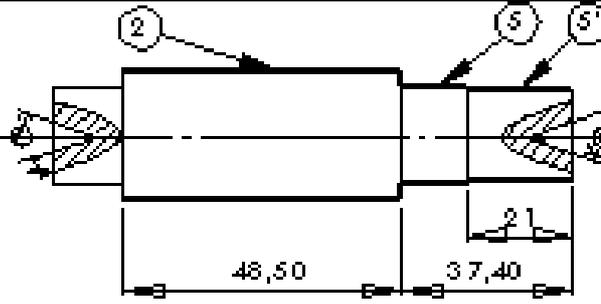
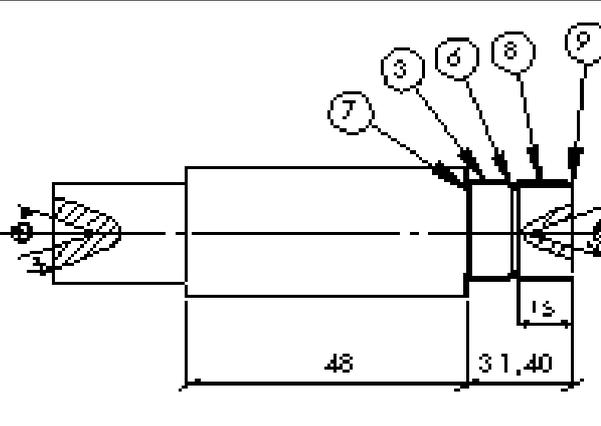
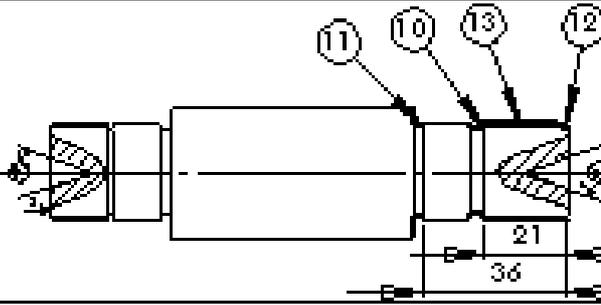
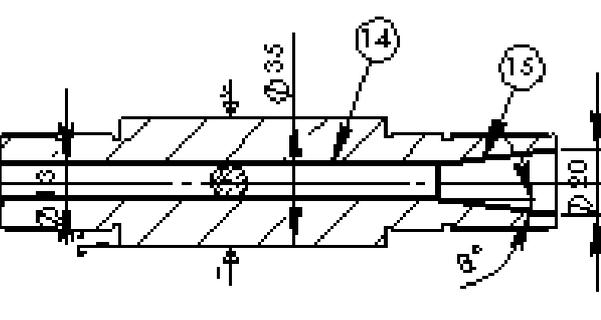
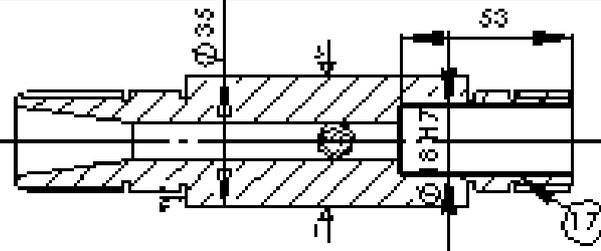


## Phase 20

Ensemble : **Systeme de fixation** Pièce: **porte pince** Matière: **35CD4**

Machine : **tour conventionnel**

SOUS PHASE	DESIGNATION	CROQUIS	OUTILS	CONTROL
21	<u>montage en l'air:</u> - Dressage ( finition ) et centrage de 1	A sketch of a shaft with diameter 20 and length 21, labeled 1.	- outil à dresser - foret à centrer	pied à coulisse
22	<u>Montage mbret:</u> - ébauche 2 au $\varnothing 32$ - ébauche 2 au $\varnothing 35.5$	A sketch of a shaft with diameter 32 and length 90, labeled 2, and a diameter 35.5 and length 31, labeled 3.	- outil à charioter droit	pied à coulisse
23	<u>tourner la pièce montage en l'air sur <math>\varnothing 35.5</math>:</u> - dresser 4, L=1.53 - centrage - ébauche 5 au $\varnothing 32$	A sketch of a shaft with diameter 35.5 and length 153, labeled 4, and a diameter 32 and length 37, labeled 5.	- outil à dresser - foret à centrer - outil à charioter droit	pied à coulisse

S O U S P H A S E	D E S I G N A T I O N	C R O Q U I S	O U T I L S	C O N T R Ô L E
24	<u>montage entre palmer:</u> - demi finition de 5 à $\varnothing 30,4$ - finition 2 au $\varnothing 25$ - finire 5' au $\varnothing 29,8$ sur L=21		-outil à charioter droit	-palmer -bague $\varnothing 30$ -calibre de $\varnothing 30,6$
25	<u>tourner la pièce montage entre pointes:</u> - demi finition de 3 à $\varnothing 30,4$ -finire 8 au $\varnothing 29,8$ L=15 -faire les gorges 6 et 7 (1,5 x 1,5) -chanfreinage 9 (1x1,5) -filage 8 (M30 x 1,5) sur L= 15		-outil à charioter droit -outil à gorge -outil à filer	-Palmer -bague filée = M30x1,5 -calibre de $\varnothing 30,4$
26	<u>tourner la pièce montage entre pointes:</u> -faire les gorges 10 et 11 (1,5x1,5) -chanfreinage 12 (1x1,5) -filage 13 (M30x1,5)		-outil à gorge -outil à charioter -outil à filer	-bague filée = M30x1,5
27	<u>montage en mors doux sur <math>\varnothing 35</math></u> -perçage 14 au $\varnothing 13$ de part en part -incliner le chariot porte outil de $8^\circ$ -usiner le cône en respectant: 14e passage de la pièce 24e $\varnothing 20 \pm 0,05$		-foret de $\varnothing 13$ -outil à aléser	-piéd à coulisse
28	<u>tourner la pièce montage en mors doux sur <math>\varnothing 35</math>:</u> -alésage de 17: a-ébauche au $\varnothing 16$ b- F/2 au $\varnothing 17,6$		-outil à aléser	-Tamp an

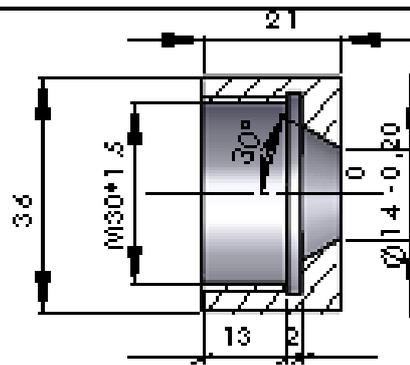
MORTAISEUSE		PHASE 30		
S OLS PHASE	DESIGNATION	CROQUIS	OUTILS	CONTRÔLE
31	Mortaisage de rainure de clavette		Outil à mortaiser	collare

### Traitements Thermiques

- 1- Trempe à l'huile      T=880°      pendant 1h
- 2- Revenu                T= 550°      pendant 1h
- 3- phosphatation        T= 90°      pendant 10mm

MACHINE à RECTIFIER		PHASE 50		
S OLS PHASE	DESIGNATION	CROQUIS	OUTILS	CONTRÔLE
51	- Rectifier 1 et 2 à $\varnothing 30$ m5 - Rectifier 3 et 4 en respectant: L= $84 \pm 0.1$ mm		Meule cylindrique	pied coulisse bague
52	Rectifier le cône respectant: a)-le portage de la pince (l'angle 8°) b)-le $\varnothing 20 \pm 0.05$		Meule cylindrique $\varnothing 8$	-lampe à conique
53	-Rectifier l'alesage à $\varnothing 18$ H7		Meule cylindrique $\varnothing 12$	-lampe à

FRAISEUSE		PHASE 60		
S OUS PHASE	DESIGNATION	CROQUIS	OUTILS	CONTRÔLE
61	SURFACAGE- DRESSAGE  du Méplat $b = 30$		Fraise à 3 maille	opéré à coulisse



Ensemble : **Systeme de fixation**

Pièce : **Ecrou**

Matière: **25 CD4**

Machine : **tour conventionnel**

**Phase 40**

SOUS PHASE	DESIGNATION	CROQUIS	OUTILS	CONTROLE
41	<p><u>montage en l'air</u></p> <p>-dressage de 1 -perçage 2 à <math>\varnothing 15</math></p>		<p>-outil à dresser -foret de <math>\varnothing 15</math></p>	<p>piéd à coulisse</p>
42	<p><u>Tourner la pièce incliner le chariot porte outil de 30°</u></p> <p>-dressage de 3 -Aléser 4 sur L=15 et par avance manuelle usiner le cone 5 :</p> <p>a)-ébauche 4 à <math>\varnothing 19</math> b)-F/2 à <math>\varnothing 20.5</math> c)-F à <math>\varnothing 20.9</math></p>		<p>-outil à aléser et dresser</p>	<p>-Tampon <math>\varnothing 22</math> -Tampon conique de 30° piéd à coulisse</p>
	<p>-Aléser 6 à <math>\varnothing 28.37</math>: a)ébauche à <math>\varnothing 27.5</math> c)-F à <math>\varnothing 28.37</math></p> <p>-chanfreinage 1x1.5 -faire la gorge 2 x 2 -faire le filetage (M30x1.5)</p>		<p>-Outil à gorge -Outil à filer</p>	<p>-Tampon filer M30x1.5</p>

**Conclusion**

**générale**

## **Conclusion:**

*La mise en fonction de la machine d'essai de fatigue en flexion rotative va apporter un grand soutien pédagogique dans la formation des étudiants en génie mécanique, ce qui nous incite à faire le premier pas (concevoir un système de fixation des éprouvettes) qui va beaucoup contribuer à la mise en marche de la machine.*

*Cette étude a permis de constater que le problème principal était au niveau des pinces qui ne s'adaptait plus avec les conditions de travail (glissement de l'éprouvette et cassure des pinces). Pour essayer de résoudre ce problème, j'ai proposé des nouvelles pinces plus résistantes et réalisant un taux de serrage élevé. Mon choix s'est porté sur la pince {ESX 20} qui offre le meilleur taux et système de fixation simple et réalisable.*

*Le mémoire nous a aussi permis de toucher l'utilité du logiciel Solidworks dans le domaine de la conception, la création d'éléments et de formes géométriques bi et tridimensionnelles; réalisation de schémas; assemblage d'éléments; cotation; en respectant les contraintes imposées par les normes.*

*Ainsi, ce travail a conduit à :*

- *la mise en évidence des principales causes d'arrêt de la machine;*
- *Donner une solution qui consiste à élaborer un nouveau système de fixation plus fiable et faire la conception ;*
- *Introduire pour la première fois la CAO (Solidworks) dans les PFE ;*
- *l'application des principales démarches effectuées par le bureau des méthodes;*
- *contribuer à la réalisation de cette conception (gammes d'usinage ; programme de la MOCN) .*
- *la proposition de quelques suggestions et de recommandations pour éviter l'insuccès de ce projet:*
  - *faire la réalisation de cette conception et réparer l'accouplement élastique qui lie le moteur électrique à l'arbre de transmission, ce qui mettra la machine prête pour l'essai.*
  - *proposer d'autres sujets sur les essais de fatigue et même introduire des simulations de ces essais avec le logiciel COSMOSWORKS .*

## *Bibliographie:*

- [1] C.Bathias et J.P Bailon , **La fatigue des matériaux et des structures** , 2<sup>ème</sup> édition [Hermes 1997] .
- [2] G.Henaff et F.Morel , **Fatigue des structures** ,édition [ellipse 2005] .
- [3] A.B.Brand et J.F.Flavenot , **Données technologique sur la fatigue** , [CETIM 1999] .
- [4] T.Boudaoud , **Etude expérimentale du phénomène de fatigue sous entaille en flexion rotative. PFE/ ENP:1999**
- [5] A.Chevalier , **Chevalier:"Guide du dessinateur industriel"** ,édition [Hachette 2004] .
- [6] R.Butin et M.Pinot , **Fabrications mécanique technologie Tome 3** , édition [Foucher1981] .
- [7] J.P.Trotignon , **Précis de méthodes d'usinage** ,édition [NATHAN1981] .
- [8] A.Chevalier,C.Neuvéglise et H.Ribéro , **Travaux pratiques technologie dessin pour les candidats : TOURNEUR** , édition [DELAGRAVE1973] .
- [9] M.Boulahia et N.Ayed , **Critique et amélioration de la gamme de fabrication de la fusée pont avant** ,PFE / Université Mhamed Bouguerra Boumerdés ,option : FM (2001)
- [10] S.HAMDAN, et M.BOUAFIA , **CAO et SGGT Application à une entreprise Algérienne**,PFE / Université des Sciences et de la Technologie HOUARI BOUMEDIENE option : Productique (octobre 2006)

# *Webographie*

[WEB 1]: <http://www.schaublin.com> ( **Pince Schaublin** )

[WEB 2]: <http://www.solidworks.fr> (**Nouveautés Solidworks 2006**)

[WEB 3]: [http://gcppcinsa.insa-lyon.fr/~atoumine/cours\\_us](http://gcppcinsa.insa-lyon.fr/~atoumine/cours_us)

[WEB 4]: <http://www.lyceedupaysdesoule.fr/microtec/solidworks>

[WEB 5]: <http://www.tudor.lu/cms/tudor/publishingfr.nsf/id/WEBR-6WHJS5>