

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية  
الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen -

Faculté de TECHNOLOGIE



## *Projet de Fin d'Etudes*

*Pour l'obtention du diplôme de MASTER*

*En : GENIE MECANIQUE*

*Spécialité : CONSTRUCTION MECANIQUE*

*Présenté Par :*

*Mr.Fellag Abdellah Anes*

*Mr.Mebrouk Zakariya*

*Thème :*

**ETUDE DE CONCEPTION D'UNE BRIDE DE FIXATION  
POUR TABLE DE FRAISEUSE**

*Soutenu publiquement, le 25 / JUIN/2018 , devant le jury composé de :*

**Encadreur :**

F.Hadjoui

**Président :**

S.Guezzen

**Examineurs :**

D.Kara Ali  
A.Mangouchi

# *I. REMERCIEMENTS*

*En premier lieu, nous tenons tout d'abord à remercier Dieu Le Tout Puissant et Miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*En second lieu, nous présentons également à cette occasion nos chaleureux remerciements à notre encadreur Mr. HADJOUI FETHI pour l'aide honorable et infatigable qu'il nous a apporté en acceptant de superviser et de suivre notre travail et pour les conseils et les précieuses orientations.*

*Nous adressons nos profonds remerciements aux membres du jury : Mr GUEZZEN .S, Mr MANGOUCI .A et Mr KARA-ALI .D, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## *II. DÉDICACES*

*Je dédie ce modeste travail à : A mes parents.*

*Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que Dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*A mes grands-parents que j'aime et bien sûr à mes sœurs. Sans oublier mes oncles et mes tantes pour leurs amours et leurs soutiens.*

*A toute ma famille et à mes amis. A mon binôme Zakariya et à toute la famille Mebrouk.*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible. Je vous dis merci.*

*F. ANES*

## *II. DÉDICACE*

*Je dédie ce travail à Dieu qui m'a toujours illuminé et m'a guidé sur le bon chemin.*

*A mes chers parents : Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me prodiguez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*A mes chers frère et sœurs : Djalal, Asma, Meriem, Wafaa.*

*A toute ma famille et à mes amis. A mon binôme Anes et à toute la famille Fellag.*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit couronné de succès. Je vous dis merci.*

***M.ZAKARIYA***

## *IV. RESUME*

Afin d'auto-équiper notre atelier du haul de technologie, nous avons pensé à faire une étude de conception d'une bride de fixation.

Pour cela, une étude sur l'isostatisme à été faite, ensuite nous avons abordé les différents systèmes d'ablocage des pièces sur machine outil. Ainsi que les montages d'usinage.

Pour aboutir un système résistant nous avons calculé les différentes dimensions et à la fin par le logiciel SolidWorks Edition 2013 nous avons élaboré le dessin d'ensemble ainsi que les dessins de définitions.

## ملخص V.

من أجل التجهيز الذاتي لورشتنا الموجودة في ردهة التكنولوجيا ، فكرنا في عمل دراسة تصميم لجهاز التثبيت على طاولة الة التفريز.

لهذا ، تم إجراء دراسة حول الإيزوستاتية ثم ناقشنا الأنظمة المختلفة لتأمين الأجزاء على الة التصنيع الميكانيكية فضلا عن اجهزة التركيب.

لتحقيق نظام مقاوم قمنا بحساب الأبعاد المختلفة وفي النهاية و بواسطة برنامج solidworks edition 2013 قمنا بتطوير الرسومات العامة وكذلك رسومات التعاريف.

## *VI. ABSTRACT*

*In order to self-equip our workshop in the hall of Technology, we thought about doing a design study of a fastening flange.*

*For this, a study on isostatism was made, then we discussed the various systems of ablocking parts on machine tool. As well as machining fixtures.*

*To achieve a resistant system we calculated the different dimensions and at the end by the software SolidWorks Edition 2013 we developed the overall drawing as well as the drawings of definitions.*

# VII. LISTE DES SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

$d$ :	<i>Diamètre extérieur de base du filetage extérieur [mm].</i>
$PAS$ :	<i>Le pas du filetage [mm].</i>
$D1$ :	<i>Diamètre intérieur de l'écrou [mm].</i>
$d2$ :	<i>Diamètre à flanc de filet [mm].</i>
$d3$ :	<i>Diamètre du noyau ou diamètre intérieur de la vis [mm].</i>
$H$ :	<i>Hauteur du triangle primitif [pas].</i>
$r$ :	<i>Rayon. [mm].</i>
$H1$ :	<i>Hauteur du taraudage [mm].</i>
$h3$ :	<i>Hauteur du filetage [mm].</i>
$ds$ :	<i>Diamètre résistant [mm].</i>
$As$ :	<i>Section de résistance [mm<sup>2</sup>].</i>
$A$ :	<i>Section [mm<sup>2</sup>].</i>
$Lp$ :	<i>Longueur totale des pièces serrées [mm].</i>
$Dp$ :	<i>Diamètre des pièces serrées [mm].</i>
$Dh$ :	<i>Diamètre de passage de la vis. [mm].</i>
$Lap$ :	<i>Paramètre adimensionnels. (Longueur des pièces serrées)</i>
$Dap$ :	<i>Paramètre adimensionnels. (Diamètre des pièces serrées)</i>
$dw1$ :	<i>Diamètre d'appuis de la tête de la vis [mm].</i>
$dw2$ :	<i>Diamètre d'appuis de l'écrou [mm].</i>
$Press$ :	<i>Précision.</i>
$f1$ :	<i>Frottement dans le filetage.</i>
$f2$ :	<i>Frottement sous tête.</i>
$r_m$ :	<i>Rayon moyen d'appui sous tête ou sous écrou [mm].</i>
$D_{p\lim}$ :	<i>Limitation de la dimension de la base du cône[mm].</i>
$\delta p$ :	<i>La souplesse en compression des pièces serrées[N/mm<sup>2</sup>].</i>

$\delta_B$ :	<i>La souplesse de la fixation [N/mm<sup>2</sup>].</i>
$F$ :	<i>Force [N].</i>
$K_B$ :	<i>Raideur en tension du boulon [mm].</i>
$K_p$ :	<i>Raideur en tension de la pièce serrée [mm].</i>
$\Delta L_B$ :	<i>Allongement du boulon.</i>
$\Delta L_p$ :	<i>Allongement des pièces serrées.</i>
$\psi$ :	<i>Coefficient de raideur de l'assemblage.</i>
$\beta$ :	<i>Facteur d'introduction de charge.</i>
$\lambda$ :	<i>Coefficient de filtrage.</i>
$\alpha_A$ :	<i>Facteur de serrage.</i>
$Q_{max}$ :	<i>Force de montage maximale [N].</i>
$Q_{min}$ :	<i>Force de montage minimale [N].</i>
$F_{p_{min}}$ :	<i>Précharge résiduelle [N].</i>
$f_Z$ :	<i>Facteur de perte de serrage [mm].</i>
$\Delta F_Z$ :	<i>La perte de serrage en force [N].</i>
$F_{B_{max}}$ :	<i>Effort maximal de tension dans la tige du boulon [N].</i>
$M_{B_{max}}$ :	<i>Couple de torsion maximal dans la tige du boulon [Nm].</i>
$\sigma_{max}$ :	<i>Contrainte normale maximale [Mpa].</i>
$\tau_{max}$ :	<i>Contrainte maximale de torsion [Mpa].</i>
$\tau$ :	<i>Contrainte de cisaillement [N/mm<sup>2</sup>].</i>
$Re$ :	<i>Limite élastique [N/mm<sup>2</sup>].</i>
$\sigma_{evmax}$ :	<i>La contrainte admissible [Mpa].</i>
$\sigma_a$ :	<i>Contrainte alternée [Mpa].</i>
$\sigma_D$ :	<i>Limite de fatigue de la vis.</i>
$\alpha F$ :	<i>Coefficient en sécurité de fatigue.</i>
$\alpha s$ :	<i>Coefficient de sécurité statique.</i>
$pres_{tete}$ :	<i>Pression sous tête [Pa].</i>

# *VIII. LISTE DES FIGURES*

<b>Figure 1.1</b> paramètres de mouvements.....	2
<b>Figure 1.2</b> degrés de liberté par surface.....	3
<b>Figure 1.3</b> normal de repérage.....	3
<b>Figure 1.4</b> position de la normal de repérage.....	4
<b>Figure 1.5</b> position du symbole.....	4
<b>Figure 1.6</b> représentation simplifiée pour la mise en position.....	4
<b>Figure 1.7</b> représentation Simplifiée.....	5
<b>Figure 1.8</b> Symbolisation technologique.....	5
<b>Figure 1.9</b> Mise en position sur parallélépipède.....	7
<b>Figure 1.10</b> Liaison appui plan.....	7
<b>Figure 1.11</b> Liaison linéaire rectiligne.....	7
<b>Figure 1.12</b> Liaison ponctuelle.....	8
<b>Figure 1.13</b> Liaison pivot glissant & liaison ponctuelle .....	8
<b>Figure 1.14</b> Liaison linéaire annulaire & liaison appui plan.....	9
<b>Figure 2.1</b> Système d'ablocage sur étau.....	11
<b>Figure 2.2</b> Pièce Prismatique.....	11
<b>Figure 2.3</b> Pièce Cylindrique.....	12
<b>Figure 2.4</b> Serrage face aux appuis .....	12
<b>Figure 2.5</b> Opposition aux déformations .....	13
<b>Figure 2.6</b> Ablocage sur table de fraiseuse.....	13
<b>Figure 2.7</b> Ablocage sur étau.....	14
<b>Figure 2.8</b> bride droite.....	14
<b>Figure 2.9</b> bride coudée.....	14

<b>Figure 2.10</b> Bride ouverte ou à fourche.....	15
<b>Figure 2.11</b> Bride à bille avec plat .....	15
<b>Figure 2.12</b> Les différents types de posage.....	16
<b>Figure 2.13</b> Les différents modes de bridage.....	16
<b>Figure 2.14</b> Exemple d'un montage d'usinage modulaire.....	17
<b>Figure 2.15</b> Groupement de pièces sur le même montage.....	18
<b>Figure 2.16</b> Fraiseuse universelle.....	19
<b>Figure 2.17</b> Fraiseuse et centre d'usinage.....	20
<b>Figure 2.18</b> Différents types d'architectures de machine.....	21
<b>Figure 2.19</b> Directions d'avance en fraisage.....	22
<b>Figure 2.20</b> Opérations de fraisage.....	23
<b>Figure 2.21</b> Paramètres de coupe.....	24
<b>Figure 3.1</b> Vue en 3D.....	25
<b>Figure 4.1</b> Schéma de mise en situation.....	37
<b>Figure 4.2</b> Schéma Cinématique.....	38
<b>Figure 4.3</b> : constituants d'un assemblage soudé.....	61
<hr/>	
<b>Figure 4.4</b> : Structure dans le cas de sollicitations Simple .....	63

# ***IX. LISTE DES TABLEAUX***

<b>Tableau 1.1</b> élimination des degrés de liberté.....	3
<b>Tableau 1.2</b> Nature du contact avec la surface ou le type d'appui.....	5
<b>Tableau 1.3</b> Fonction de l'élément technologique.....	6
<b>Tableau 1.4</b> Nature de la pièce.....	6
<b>Tableau 1.5</b> Type de technologie .....	6
<b>Tableau 4.1</b> Contraintes dans le cordon .....	63

# X. SOMMAIRE

Remerciements.....	I
Dédicaces.....	II
Dédicaces.....	III
Résumé .....	IV
ملخص.....	V
Abstract.....	VI
Liste des symboles et abréviations.....	VII
Liste Des Figures.....	VIII
Liste Des tableaux. ....	IX
Sommaire.....	X
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1 : ISOSTATISME</b>	
1.1 GENERALITES .....	2
1.2 DEFINITION .....	2
1.3 MISE EN POSITION ISOSTATIQUE .....	2
1.3.1 Notions de degré de liberté .....	2
1.3.2 Elimination des degrés de liberté.....	3
1.3.3 Normal de repérage .....	3
1.3.4 Position de la normal de repérage .....	4
1.3.5 Symbolisation géométrique (La mise en position isostatique) .....	4
1.3.6 Symbolisation technologique.....	5
a. Nature du contact avec la surface ou le type d'appui.....	5
b. Fonction de l'élément technologique .....	6
c. Nature de la surface de la pièce.....	6
d. Type de technologie.....	6
1.4 MISE EN PLACE DES NORMALES DE REPERAGE .....	7
1.4.1 Sur un parallélépipède .....	7
1.4.1.1 Appui plan (liaison appui plan) .....	7

1.4.1.2 Appui linéaire (liaison linéaire rectiligne) .....	7
1.4.1.3 Appui ponctuel (liaison ponctuelle) .....	8
1.4.2 Sur un cylindre .....	8
1.4.2.1 Centrage long et appui ponctuel (liaison pivot glissant +liaison ponctuelle): $L > 2 D$ .....	8
1.4.2.2 Centrage court et appui plan (liaison linéaire annulaire+ liaison appui plan) : $L \leq 2 D$ .....	9

1.4 CONCLUSION .....	9
----------------------	---

## **CHAPITRE 2 : SYSTEME D'ABLOCAGE DES PIECES SUR MACHINE OUTIL**

2.1 GENERALITES .....	10
-----------------------	----

2.2 CONDITIONS D'UN BON ABLOCAGE .....	10
---	----

2.2.1 La table .....	10
2.2.2 L'étai .....	10
2.2.3 Les plateaux .....	10

2.3 OBJECTIF D'ABLOCAGE .....	11
-------------------------------	----

2.3.1 La mise en position .....	11
2.3.2 L'immobilisation de la pièce .....	12
2.3.3 Contrainte de non déformation .....	13

2.4 DIFFERENTS SYSTEME D'ABLOCAGE .....	13
---	----

2.4.1 Ablocage sur table de fraisage .....	13
2.4.2 Ablocage sur étau .....	14
2.4.3 Ablocage par bridage .....	15

2.4.4 MONTAGE D'USINAGE .....	15
-------------------------------	----

2.4.4.1 Définition d'un montage d'usinage .....	15
2.4.4.2 Fonctions d'un montage d'usinage .....	15
2.4.4.3 Montage modulaire .....	17
a. Groupement de pièce en panoplie ou en multi-phase .....	18

2.4.4.4 Analyse pour la conception du montage d'usinage.....	18
a. Analyse cinématique.....	18
b. Analyse de forces.....	18
c. Analyse de déformations.....	18
2.5 FRAISEUSES.....	19
2.5.1 Éléments principaux.....	19
2.5.2 Classification.....	20
2.4.2.1 Par type d'usinage ou d'emploi .....	20
2.4.2.2 Par architecture .....	21
2.4.2.3 Par position de la broche .....	21
2.4.2.4 Par type de commande .....	21
2.4.2.5 Par dimensions .....	21
2.5.3 Le fraisage.....	22
2.4.3.1 Principe de base du fraisage.....	22
2.4.3.2 Principales définitions cinématiques et géométriques.....	23
2.6 CONCLUSION .....	24

### **CHAPITRE 3: CONCEPTION DU SYSTEME D'ABLOCAGE**

3.1 Problématique.....	25
3.2 Définition et Objectifs de ce Système.....	25
3.3 Vue en 3D .....	25
3.4 Dessin D'ensemble.....	26
3.5 Dessins de définitions.....	27

### **CHAPITRE 4 : CALCUL ET DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME**

4.1 Introduction .....	37
4.2 Schéma de Mise en Situation.....	37
4.3 Schéma Cinématique.....	38
4.4 Dimensionnement de la vis 9.....	38
4.4.1 Calcul du diamètre de la Vis.....	39
4.4.2 Classe de qualité .....	40
4.4.3 Rigidité de la vis .....	42
4.4.4 Rigidité des pièces serrées .....	44
4.4.5 Rapport des raideurs .....	44
4.4.6 Facteur de charge de l'assemblage .....	45

4.4.7	Contrainte dynamique dans la vis : « tenue en fatigue » .....	45
4.4.8	Coefficient de sécurité de fatigue .....	45
4.4.9	Contrainte maximale dans la vis .....	47
4.4.10	Coefficient de sécurité statique.....	48
4.4.11	Pressions maximales aux plans de joint.....	48
4.4.12	Allongement après le serrage.....	49
4.4.13	Allongement en service .....	49
4.5	Assemblage de la semelle avec la glissière.....	49
4.6	ASSEMBLAGES SOUDES.....	61
4.6.1	Définitions.....	61
4.6.2	Types de soudures.....	62
4.6.3	Procédés de soudage.....	62
4.6.4	Calcul des structures dans le cas de sollicitations simples.....	63
4.6.4.1	Calcul du premier cordon : (glissière) .....	64
4.6.4.2	Calcul du deuxième cordon : (coulisseau) .....	64
	CONCLUSION GENERALE .....	66
	BIBLIOGRAPHIE .....	67

# Introduction

---

Dans le monde de l'industrie, et surtout dans la fabrication des pièces dans les travaux de série, la préoccupation principale du fabricant est la réalisation du produit à moindre coût et avec un temps minimal. Pour cela il est nécessaire d'optimiser les temps manuels sur la machine-outil, donc éviter des réglages répétitifs en utilisant des supports de la pièce fixe avec des butées de fixation.

Notre projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en construction mécanique est une étude d'une bride de fixation qui se monte sur la table de fraiseuse, et qui est toujours associée à un étau ou à un système de bridage (montage d'usinage ou bridage direct sur la table).

Dans les travaux de série, le positionnement de la pièce à usiner doit répondre aux critères de l'isostatisme ; notre étude qui est une bride de fixation représente la butée 6 dans le référentiel du système isostatique.

Pour aboutir à notre objectif, nous avons scindé notre étude en quatre chapitres précédés par une introduction.

Dans le premier chapitre, nous avons présenté quelques notions de l'isostatisme, afin de mettre en valeur l'utilité de notre choix d'étude.

Au second chapitre, une mise en évidence des différents systèmes d'ablocage s'est relevé nécessaire avec tous les types de montages d'usinage, de bridage ect...

Le troisième chapitre regroupe toute la partie dimensionnement, calculs et choix du matériau ainsi que les types d'assemblage. Avec un schéma de mise en situation afin de mieux localiser sa position sur la fraiseuse ainsi que le schéma cinématique qui nous permet de mieux comprendre les différents mouvements pouvant exister

Dans le quatrième chapitre, nous avons réalisé les différents dessins de définition ainsi que le dessin d'ensemble de la bride de fixation

Enfin nous avons fini avec une conclusion générale.

# CHAPITRE 1

## 1.1 GENERALITES:

La fabrication des pièces unitaires ou en série, l'interchangeabilité, le respect de la cotation et des conditions de fonctionnement imposent le montage des pièces et des outils sur les machines de façon précise, stable et sans incertitude de position.

Dans la fabrication en série, les pièces sont démontées, remontées et reprises très souvent en fonction des difficultés et complexités d'usinage.

Ces reprises obligent à retrouver systématiquement et identiquement l'égalité d'équilibre des pièces sur les machines pour assurer la précision d'usinage et respecter la cotation du plan de définition. Ce plan exige une cotation sans équivoque pour garantir l'interchangeabilité et l'assemblage des pièces.

Pour permettre d'assurer rigoureusement l'égalité d'équilibre des pièces sur les machines, il faut faire appel à **l'ISOSTATISME** matérialisé sur les appareillages par des appuis placés de telle sorte que la cotation soit respectée. [1]

## 1.2 DEFINITION :

C'est l'ensemble des composants qui concourent à la liaison de la pièce et du porte-pièce en permettant l'élimination des degrés de liberté (maximum 6). L'ensemble de ces composants doit permettre une remise en position identique après la pose d'une nouvelle pièce sur son porte-pièce pour assurer une bonne précision à l'usinage. [1]

## 1.3 MISE EN POSITION ISOSTATIQUE :

### 1.3.1 Notions de degré de liberté :

Tout solide libre dans l'espace possède six mouvements possibles : Trois translations et trois rotations.

On appelle degré de liberté un paramètre de mouvement.

Le solide possède donc 6 degrés de liberté. [2]

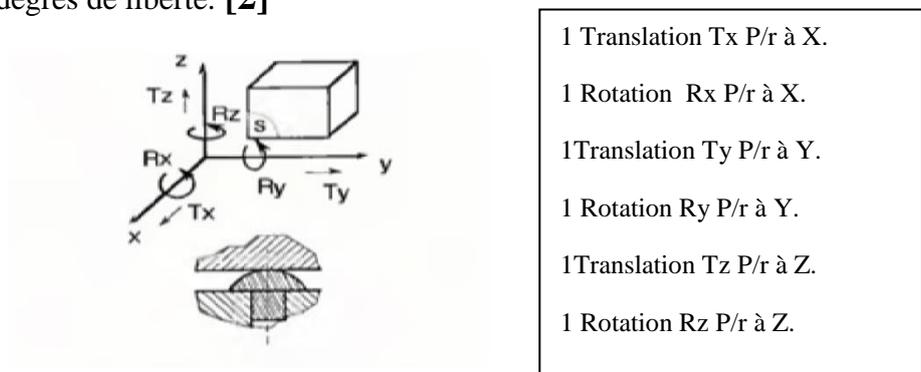


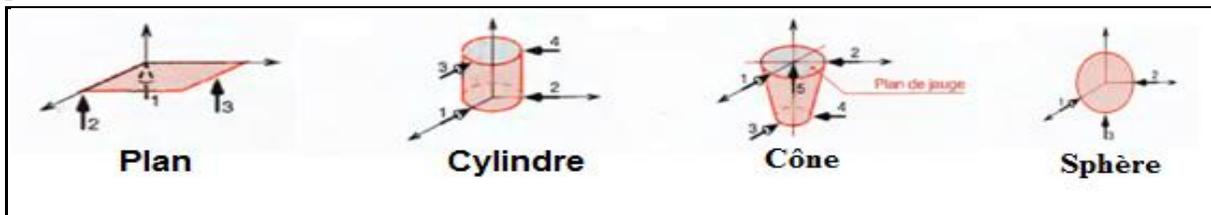
Figure 1.1 Paramètres de mouvements. [2]

## 1.3.2 Elimination des degrés de liberté :

**Tableau 1.1** élimination des degrés de liberté

	Plan	Cylindre court	Cylindre long	Sphère	Cône
Nombre maximal de degrés de liberté éliminés par surface	3	2	4	3	5

Si une mise en position est assurée par une seule surface de référence, le nombre de normales affectées à cette référence ne peut être supérieur aux degrés de liberté que la surface peut éliminer.



**Figure 1.2** degrés de liberté par surface [2]

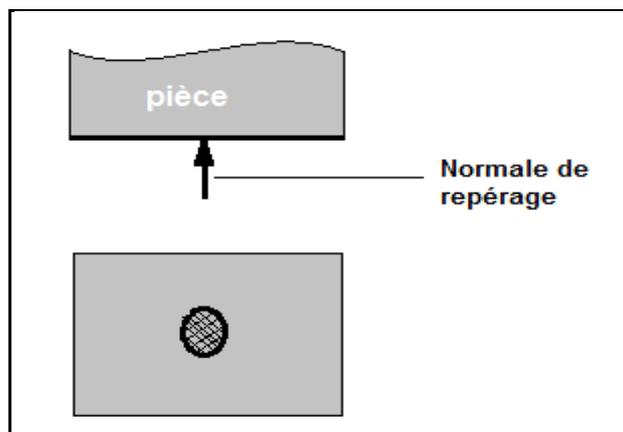
Le nombre de normales de repérage affecté à une surface élimine le même nombre de degrés de liberté que les normales

Ex : Appui plan (3 normales éliminent 3 mouvements).

## 1.3.3 Normal de repérage :

Le contact ponctuel peut être représenté par un vecteur normal à la surface considérée. On appelle normale de repérage.

Le symbole de base est représenté ci dessous. Si nécessaire, il peut être projeté sous forme d'une surface quadrillée délimitée par un trait fin (cercle). [2]



**Figure 1.3** normal de repérage.

## 1.3.4 Position de la normal de repérage :

Le symbole de base est placé, du côté libre de matière, sur la surface spécifiée, ou éventuellement sur une ligne d'attache, s'il n'a pas d'ambiguïté (figure 4)

Le segment de droite est normal à l'appui considéré. [2]

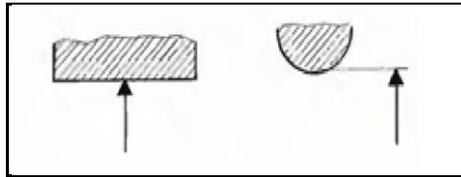


Figure 1.4 position de la normal de repérage.

## 1.3.5 Symbolisation géométrique (La mise en position isostatique).

Au stade de l'avant-projet de fabrication le méthodiste doit spécifier pour chaque opération à réaliser la mise en position isostatique de la pièce. On renseigne la façon dont on éliminera les degrés de liberté de la pièce (translations et rotations) sous forme symbolique.

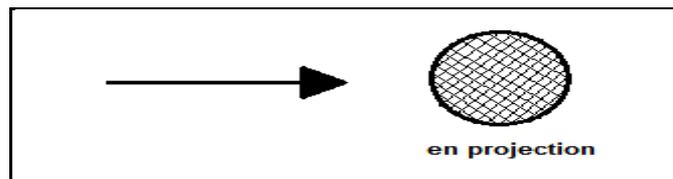


Figure 1.5 position du symbole

Chaque symbole de base élimine un degré de liberté. Pour une mise en position isostatique il faut éliminer les 6 degrés de liberté de la pièce : 3 translations et 3 rotations. On admet, pour les pièces de révolution travaillées en tournage, une mise en position hypostatique (5 degrés de liberté éliminés).

Généralement on distingue, pour les diverses opérations d'usinage, deux catégories principales de pièces :

- pièces comportant des surfaces planes
- pièces comportant des surfaces de révolution (cylindriques, coniques, etc.)

Selon des deux catégories la mise en position a été établie par conséquent. [2]

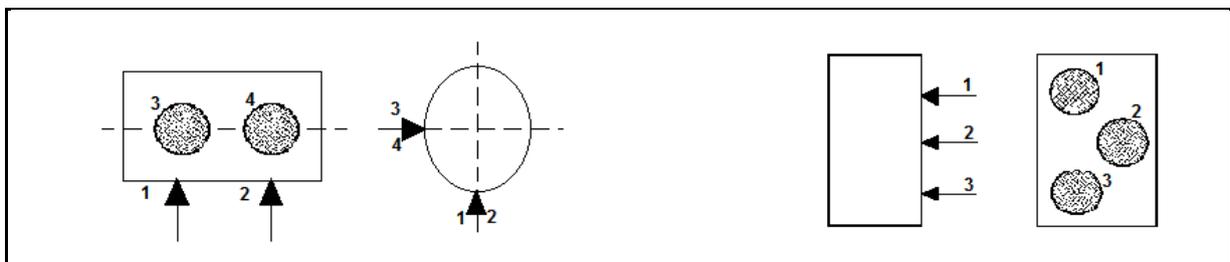
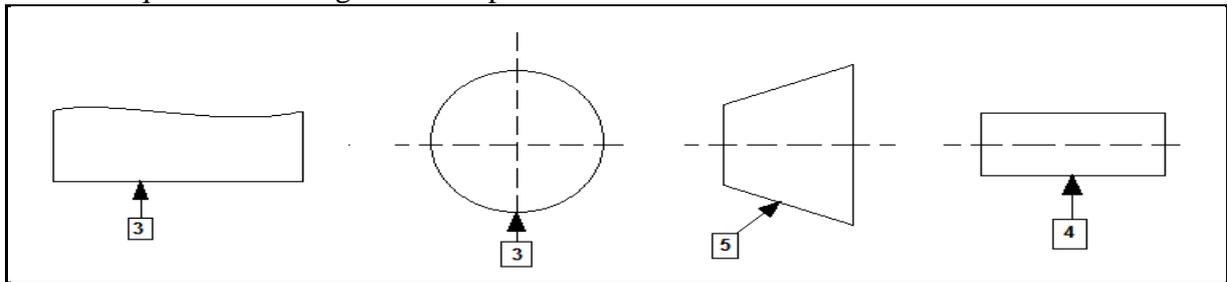


Figure 1.6 représentation simplifiée pour la mise en position.

- a) d'un axe.
- b) d'un plan.

Dans certaines situations on peut simplifier plus la représentation des normales, à condition qu'aucune ambiguïté d'interprétation n'existe.



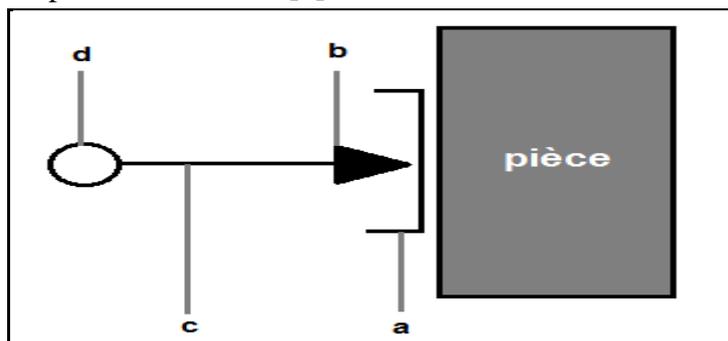
**Figure 1.7** représentation Simplifiée

- a) plan et sphère, 3 normales.
- b) cône, 5 normales.
- c) cylindre, 4 normales.

### 1.3.6 Symbolisation technologique

Cette symbolisation est destinée à définir les types de solutions technologiques à utiliser pour mettre en position et maintenir en position une pièce au cours de sa fabrication.

Un symbole peut comporter 4 éléments. [2]



**Figure 1.8** Symbolisation technologique.

#### a. Nature du contact avec la surface ou le type d'appui

**Tableau 1.2** Nature du contact avec la surface ou le type d'appui

Contact ponctuel	Contact surfacique	Contact strié	Point fixe	Point tournante
Contact dégage	Cuvette	Vé	Palonnier	Orienteur

## b. Fonction de l'élément technologique

**Tableau 1.3** Fonction de l'élément technologique.

Mise en position		Maintien en position prépositionnement opposition aux déformations ou aux vibrations	
Départ de cotation			

## c. Nature de la surface de la pièce

**Tableau 1.4** Nature de la pièce.

Surface usinée (un seul trait)		Surface brute (deux traits)	
-----------------------------------	--	--------------------------------	--

## d. Type de technologie

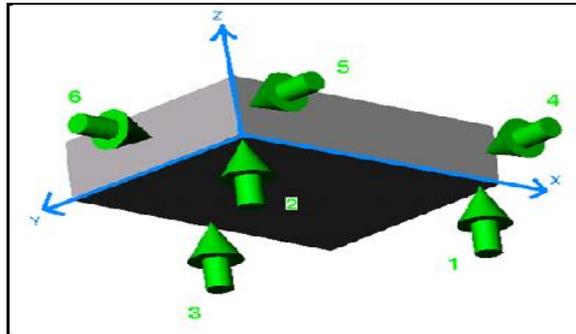
**Tableau 1.5** Type de technologie

<b>Appui fixe</b>		Pièce d'appui touche...		Touche de pré- localisation, détrompeur...
<b>Centrage fixe</b>		Centreur, broche...		Précentreur
<b>Système à serrage</b>		Mise en position et serrage symétrique...		Bride, vérin...
<b>Système à serrage concentrique</b>		Mandrin, pince expansibles...		Entraîneur (serrage concentrique flottant)...
<b>Système de réglage irréversible</b>		Appui réglable de mise en position...		Appui réglable de soutien...
<b>Système de réglage réversible</b>		Vis d'appui réglable...		Anti vibreur...
<b>Centrage réversible</b>		Pied conique, broche conique...		Pied conique, broche conique...

**1.4 MISE EN PLACE DES NORMALES DE REPERAGE :**

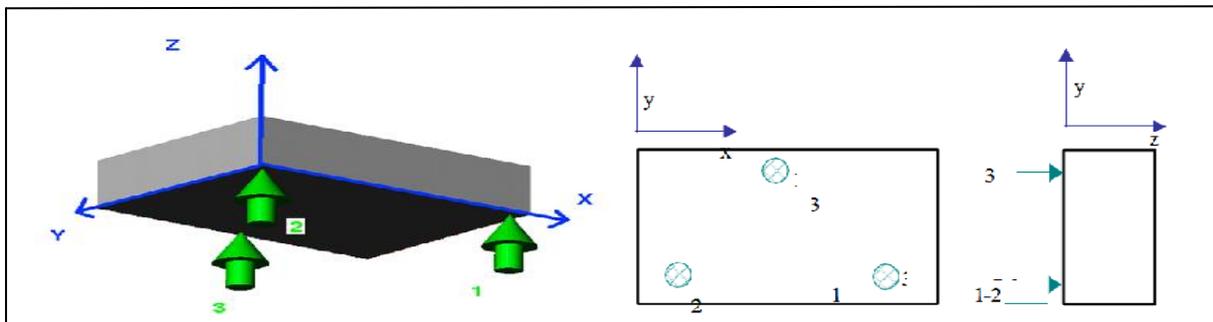
**1.4.1 Sur un parallélépipède :**

Il faut placer 6 normales de repérages créant ainsi un appui plan, un appui linéaire et un appui ponctuel. [3]



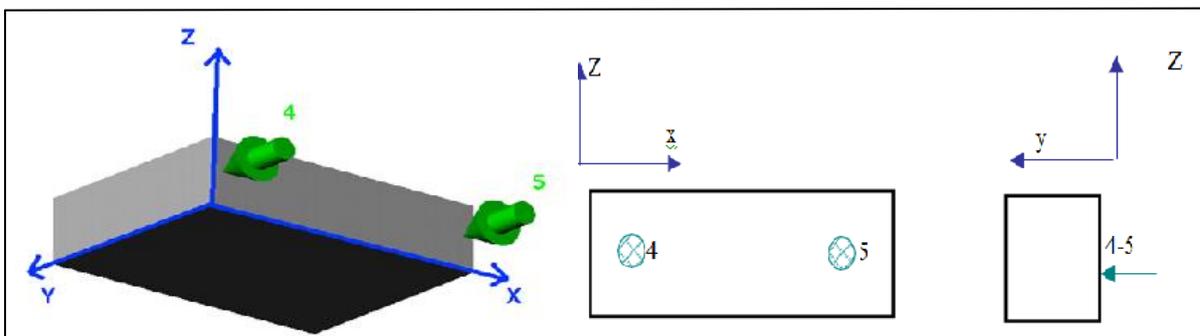
**Figure 1.9** Mise en position sur parallélépipède

**1.4.1.1 Appui plan (liaison appui plan) :** on élimine trois degrés de libertés, une translation et deux rotations. Les trois points ne sont pas alignés, ils forment un triangle et ils sont éloignés le plus possible les uns des autres. [3]



**Figure 1.10** Liaison appui plan

**1.4.1.2 Appui linéaire (liaison linéaire rectiligne):** on élimine deux degrés de liberté, une translation et une rotation.



**Figure 1.11** Liaison linéaire rectiligne

**1.4.1.3 Appui ponctuel (liaison ponctuelle):** on élimine un degré de liberté, une translation.

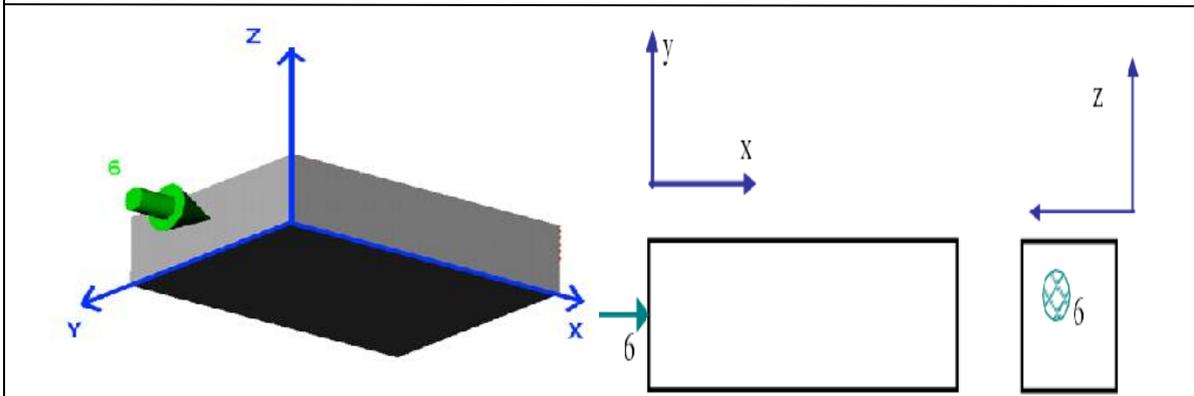


Figure 1.12 Liaison ponctuelle

**1.4.2 Sur un cylindre :**

Il faut placer 5 normales de repérages créant ainsi :

- Soit un centrage long et un appui ponctuel. (Liaison pivot glissant + liaison ponctuelle)

Soit un centrage court et un appui plan. (Liaison linéaire annulaire+liaison appui plan) [3]

**Remarque :**

On considère que la mise en position se fait sur un cylindre court si  $L < D$ .

En tournage il n'y a que 5 normales de repérage car la rotation suivant Z est obligatoire.

**1.4.2.1 Centrage long et appui ponctuel (liaison pivot glissant +liaison ponctuelle):  $L > 2D$**

On élimine 2 rotations et 3 translations.

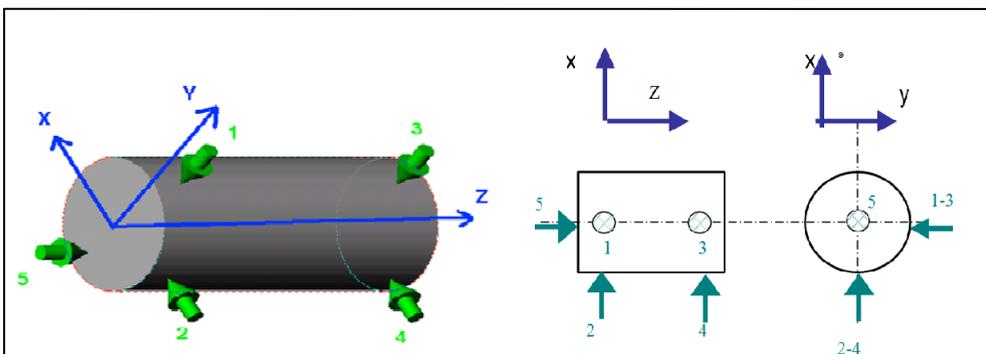
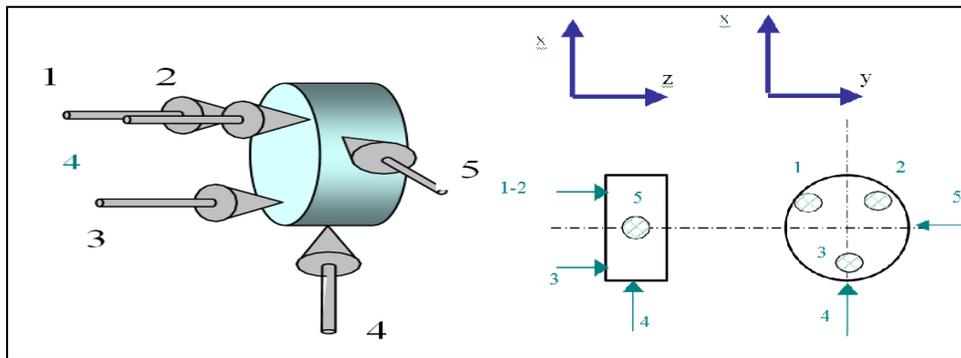


Figure 1.13 Liaison pivot glissant & liaison ponctuelle

**1.4.2.2 Centrage court et appui plan (liaison linéaire annulaire+ liaison appui plan) :**

$L \leq 2D$

On élimine 2 rotations et 3 translations. [3]



**Figure 1.14** Liaison linéaire annulaire & liaison appui plan.

## 1.5 CONCLUSION :

Dans ce chapitre nous avons abordé les différents aspects de l'isostatisme en tenant compte des notions de degrés de liberté ainsi que les différentes symbolisations et la mise en place des normales de repérage.

Il est nécessaire de connaître l'isostatisme pour bien comprendre les problèmes posés notamment dans la conception des montages d'usinage.

# CHAPITRE 2

### **2.1 GENERALITES**

Lorsque l'on usine des pièces, il est nécessaire de les mettre en position sur la machine-outil utilisée et de les y maintenir de façon rigoureuse afin d'obtenir une réalisation satisfaisante : c'est ce que l'on appelle l'ablocage. Comme différents dispositifs d'ablocage existent, il faut pour choisir le système le plus adapté, prendre en compte le type d'usinage à effectuer ainsi que la forme des pièces. [4]

### **2.2 CONDITIONS D'UN BON ABLOCAGE**

Un bon ablocage doit évidemment assurer le maintien en position des pièces à usiner, mais pas seulement. Il doit par ailleurs éviter les déformations et permettre un montage et un démontage rapide. Vous devez également être en mesure de contrôler aisément la pièce en cours d'usinage, et pouvoir enlever facilement copeaux et outils. Ces conditions doivent donc tenir compte du type d'usinage tels que le fraisage, le découpage ou par exemple le décolletage. [4]

#### **2.2.1 La table**

Toutes les fraiseuses, qu'elles soient horizontales, verticales ou universelles, sont dotées d'une table qui est la base de tous les systèmes porte-pièce. Cette table comporte généralement des rainures en forme de T, sur lesquelles on place des boulons à tête rectangulaire ou des cales qui servent à maintenir les pièces en place. [4]

#### **2.2.2 L'étai**

Ce dispositif mécanique est extrêmement utile pour usiner des pièces. Plusieurs types de serrages existent : serrage mécanique à l'aide d'un classique système « vis-écrou », serrage hydraulique ou pneumatique. Pour immobiliser des pièces cylindriques ou pour fraiser des surfaces obliques, on utilise bien souvent des mors spéciaux. [4]

#### **2.2.3 Les plateaux**

Plusieurs types de plateaux permettent d'ablocker des pièces, à commencer par les plateaux magnétiques, qui ont l'avantage de libérer totalement la surface à usiner. Pour les utiliser, il est impératif que la surface de la pièce en contact avec le plateau soit déjà usinée.

Tout comme les tables des fraiseuses, les plateaux circulaires possèdent des rainures en T grâce auxquelles on peut brider les pièces.

Les plateaux diviseurs sont quant à eux composés d'une poupée diviseur et d'une contrepointe ; ils ont la particularité de permettre de déplacer les pièces à usiner et de permettre plusieurs montages de pièces : montage en l'air, montage entre-pointes, montage mixte ou encore montage sur mandrin de reprise. [4]

### 2.3 OBJECTIF D'ABLOPAGE

Les opérations successives d'usinage nécessitent :

- La mise en position de la surface usinée par rapport au référentiel machine  $O_x, O_y, O_z$ .
- L'immobilisation de la pièce en cours d'usinage.
- L'absence de déformation au moment de l'ablocage, en cours de travail et après démontage. [5]

#### 2.3.1 La mise en position.

Donc l'objectif d'ablocages est d'éliminer les six degrés de liberté par des appuis. Placer les pièces dans le référentiel orthonormé de la machine et procéder à l'élimination des degrés de libertés par des appuis qui devront être matérialisés par des dispositifs de mise en position. [5]



Figure 2.1 Système d'ablocage sur étai

- **Pièce prismatique**

Elles peuvent être situées par exemple sur la table de la machine par six points d'appui

Trois points par l'appui plan de la table

Deux points par l'appui linéaire de deux butées fixes ajustées dans une rainure.

Un point par l'appui d'une butée fixe.

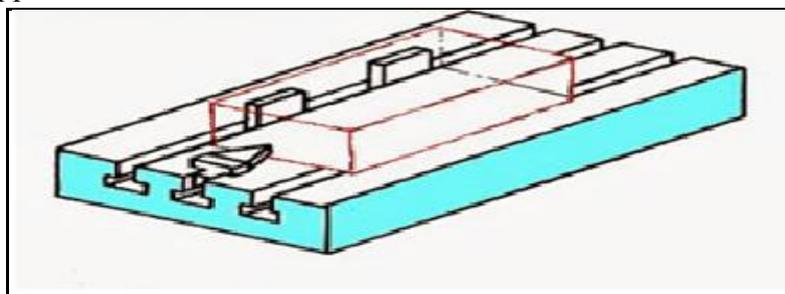


Figure 2.2 Pièce Prismatique

- **Pièce cylindrique**

Elles seront situées, en général, par cinq points d'appui :

Quatre points pour le centrage long, utilisation de deux vés courts alignés, Un point pour l'appui ponctuel, utilisation d'une butée fixe

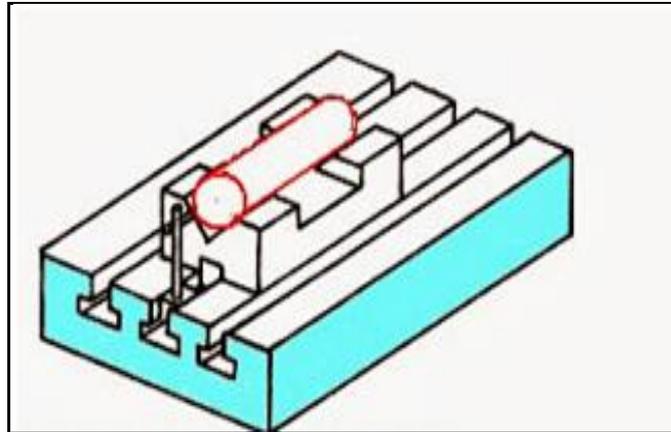


Figure 2.3 Pièce Cylindrique

### 2.3.2 L'immobilisation de la pièce

Immobiliser la pièce :

conserver la précision de la mise en position.

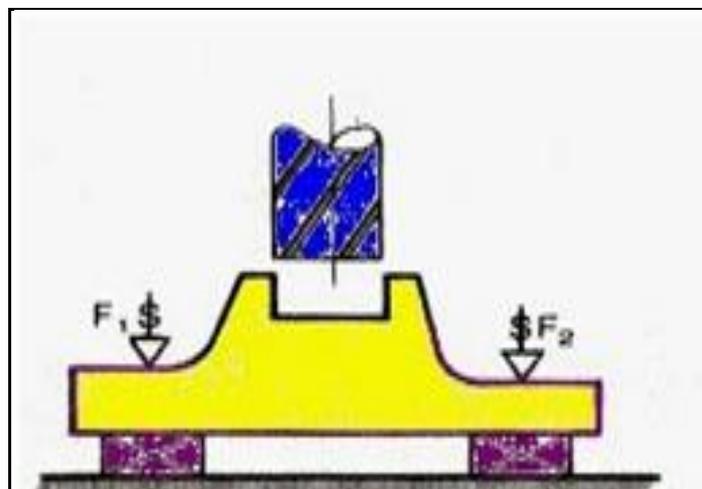


Figure 2.4 Serrage face aux appuis

### 2.3.3 Contrainte de non déformation

Appliquer les efforts de serrage en face des appuis dans une direction normale par rapport à la surface de contact, sauf dans le serrage par clames. Des appuis secondaires ou vérins permettent d'éviter les phénomènes de vibrations et de déformations. Le système adopté doit permettre :

Le montage et le démontage rapide de la pièce, le passage de l'outil, le contrôle en cours d'usinage. Les actions de serrage peuvent être verticales (brides, plateaux magnétiques), horizontales (brides, étaux), obliques (clames, montages d'usinage). [5]

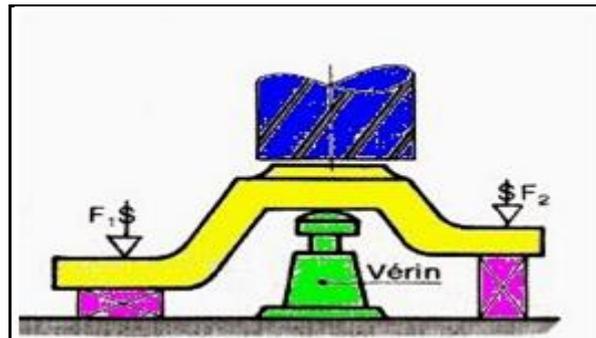


Figure 2.5 Opposition aux déformations

### 2.4 DIFFERENTS SYSTEME D'ABLOCAGE:

#### 2.4.1 Ablocage sur table de fraiseuse

La table de la fraiseuse constitue la première référence de mise en place de tous les systèmes porte pièces. Elle comporte des rainures en T, calibrées qui permettent :

- D'ajuster des cales qui serviront d'appuis linéaires.
- De recevoir des taquets d'alignement montés sur certains porte-pièces.
- De placer les boulons à têtes rectangulaires utilisés pour le bridage. [5]

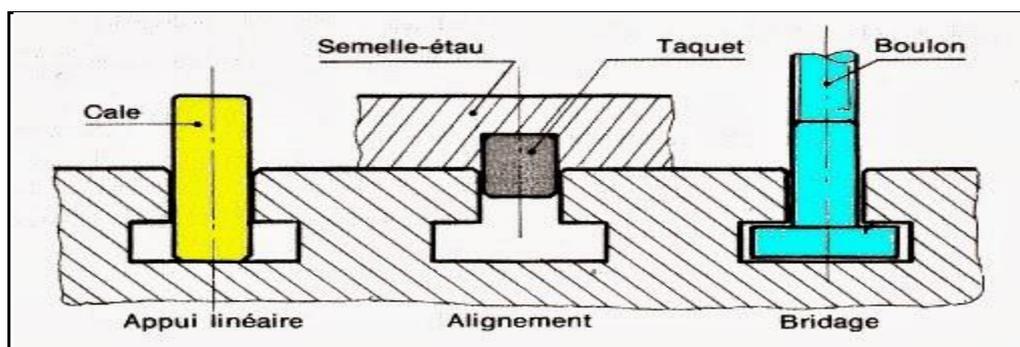


Figure 2.6 Ablocage sur table de fraiseuse

### 2.4.2 Ablocage sur étai

L'étai est un dispositif mécanique de serrage. Sa manipulation consiste à :

- Régler le mors fixe de l'étai parallèle au mouvement d'avance choisi (longitudinal ou transversal).
- Poser l'étai sans choc sur la table de la machine en ayant soin de s'assurer de la propreté des surfaces en contact (table de la fraiseuse et semelle de l'étai).
- Engager les 2 lardons de dégauchissage fixés à l'étai dans la rainure de la table.
- Brider l'étai avec les deux éléments prévus (té, tige filetée, rondelle et écrou). [5]

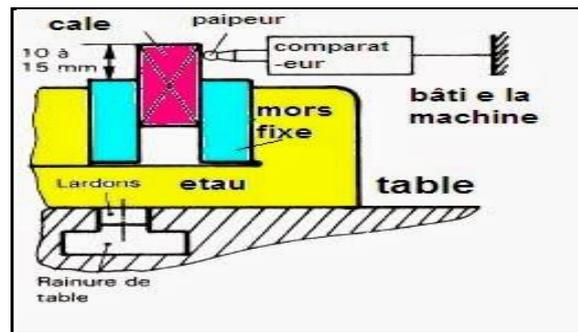


Figure 2.7 Ablocage sur étai

### 2.4.3 Ablocage par Bridage

Le dispositif de bridage, de type bride est composé d'une bride, d'un tirant assurant le serrage, d'un pied de bride et d'un ressort permettant de maintenir la bride en position haute pendant le chargement / déchargement de la pièce (figure 2.8) les brides peuvent être plates (figure 2.8) Coudée (figure 2.9) Ouverte ou bien dite à fourche (figure 2.10) et à bille avec plat pour la surface inclinée (figure 2.11)

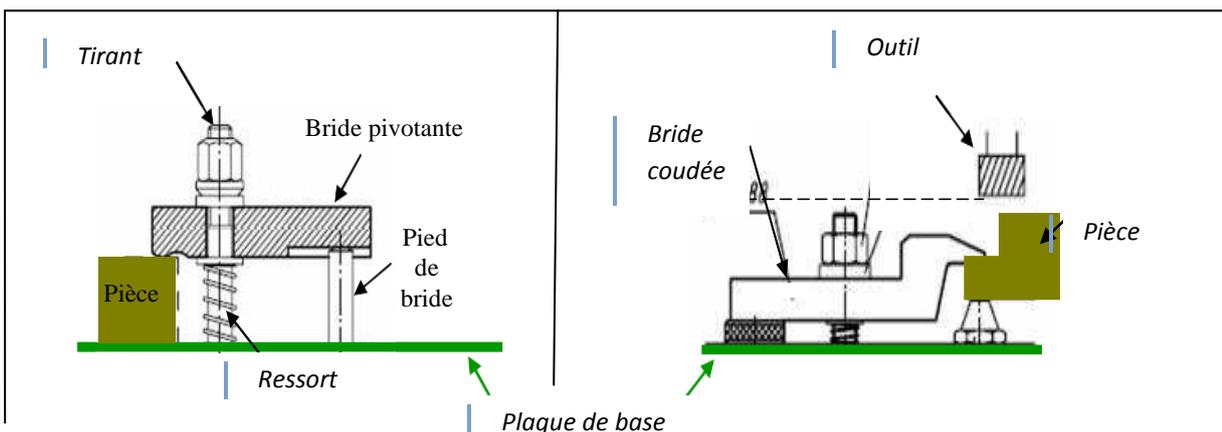
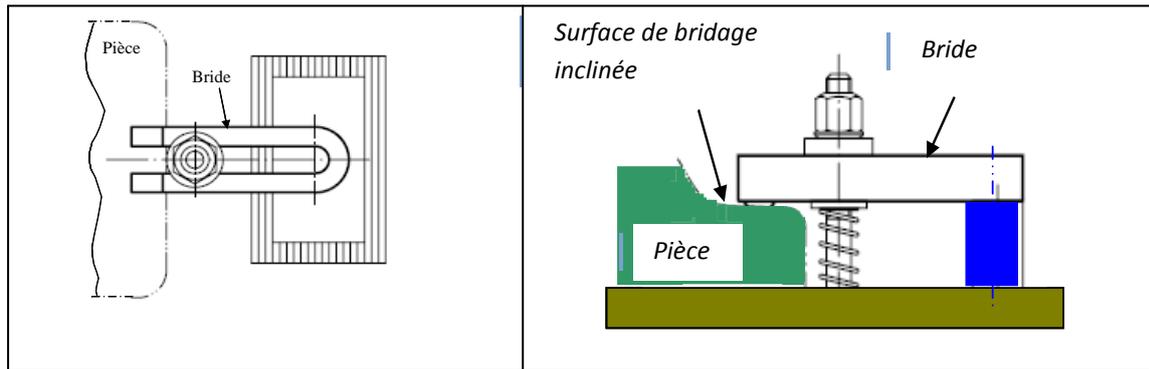


Figure 2.8 bride droite

Figure 2.9 bride coudée



**Figure 2.10** Bride ouverte ou à fourche

**Figure 2.11** Bride à bille avec plat

### 2.4.4 MONTAGE D'USINAGE

#### 2.4.4.1 Définition d'un montage d'usinage

Un montage d'usinage est un outillage utilisé pour fixer la pièce solidement à la bonne position dans l'espace de travail de la machine outil. La conception du montage d'usinage joue un rôle important pour obtenir une pièce usinée de bonne qualité. Elle s'inscrit au sein d'un processus plus global de fabrication industrielle. Les contraintes que doit respecter un montage d'usinage sont les suivantes :

- Garantir un libre accès des outils de coupe aux surfaces à usiner.
- Garantir la qualité de la pièce à usiner.
- Garantir la stabilité de la pièce sous les sollicitations dues aux efforts de coupe.
- Garantir un montage et un démontage aisé de la pièce.
- Permettre l'évacuation des copeaux et du fluide de coupe.
- Garantir la sécurité de l'opérateur pour la mise en œuvre du montage. [6]

#### 2.4.4.2 Fonctions d'un montage d'usinage

Les fonctions principales que doit remplir le montage d'usinage sont :

**Positionner la pièce.** Durant l'usinage, la pièce doit être positionnée précisément dans l'espace de travail de la machine-outil. Cette condition est nécessaire pour garantir un bon positionnement des usinages sur la pièce en respectant l'isostatisme et assurant le maximum de précision et de stabilité. Pour cela, le posage est une combinaison d'appui prépondérant, secondaire et tertiaire qui peut être de type 3-2-1r (plan, linéaire, butée), de type 3-2-1c (plan, centreur, locating) ou de type 4-1-1 (pivot, butée, butée) (Figure2.12).

## Chapitre 2 : SYSTEME D'ABLOPAGE DES PIECES SUR MACHINE OUTIL

**Maintenir la pièce.** Durant l'usinage, la pièce doit être maintenue en position sur ses appuis pour éliminer tout risque de mouvement dû aux sollicitations mécaniques extérieures comme les efforts de coupe, le poids de la pièce et les forces d'inertie. Ce maintien est assuré par un bridage qui peut être de mode bride lorsque l'effort de bridage est opposé à l'appui plan prépondérant, de mode étau lorsque l'effort de bridage est opposé à l'appui linéaire d'orientation et de mode mandrin lorsque la géométrie d'appui participe aussi au bridage (Figure 2.13).

**Soutenir la pièce.** Dans certains cas, il est nécessaire d'ajouter des soutiens pour éviter les déformations et/ou les vibrations indésirables de la pièce durant son usinage. Le soutien est assuré par des éléments réglables afin de ne pas perturber la qualité de la mise en position de la pièce dans l'espace de travail de la machine outil. [6]

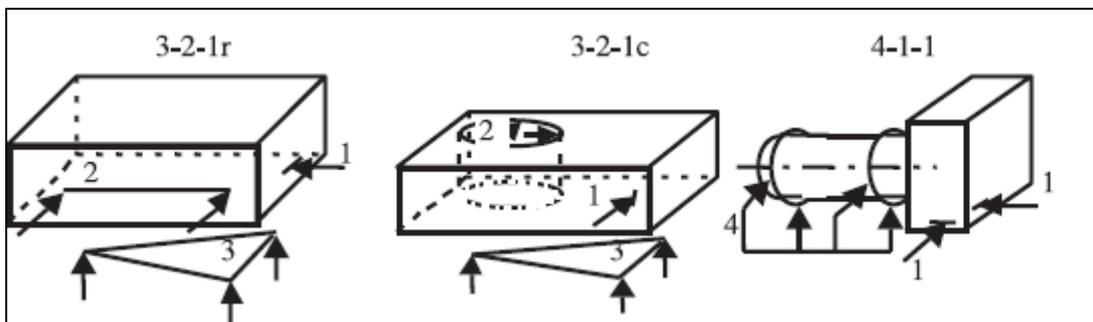


Figure 2.12 Les différents types de posage.

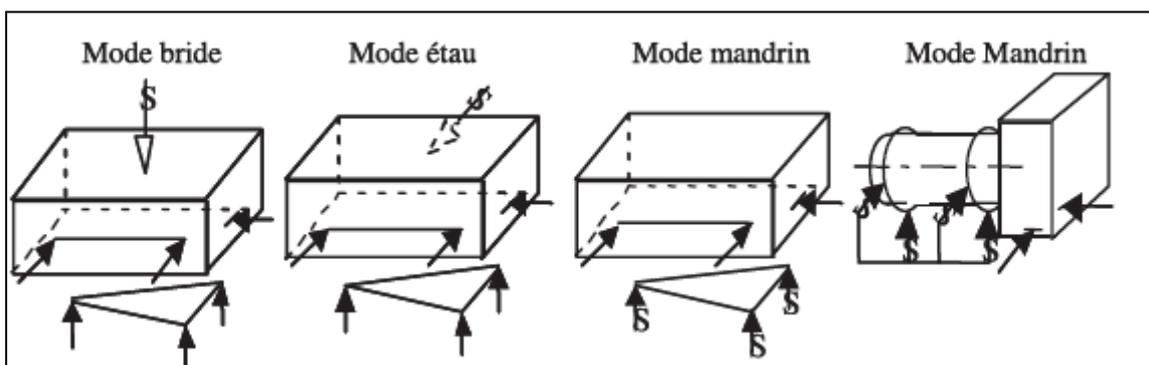


Figure 2.13 Les différents modes de bridage.

L'objectif premier du montage d'usinage est de situer précisément la pièce dans l'espace de travail de la machine outil par rapport à un référentiel afin d'assurer l'usinage au bon endroit sur la pièce. Cette mise en position ne doit pas être perturbée par les efforts de coupe, de bridage et d'inertie. De plus, les outils de coupe ne doivent pas entrer en collision avec les éléments du montage d'usinage tout au long de leurs trajectoires. [6]

### 2.4.4.3 Montage modulaire

Les montages modulaires (figure 2.14) sont réalisés à partir d'éléments modulaires standards assemblés pour obtenir un porte-pièce désiré. Ils peuvent être conçus et réalisés rapidement. Comme ces montages sont démontés à chaque campagne d'usinage, il faut, en contrepartie, avoir d'une part un stock d'éléments modulaires suffisant (ce qui représente un coût non négligeable) et d'autre part des opérateurs pour effectuer le montage, le réglage puis le démontage et le nettoyage à chaque lancement de lot. [6]

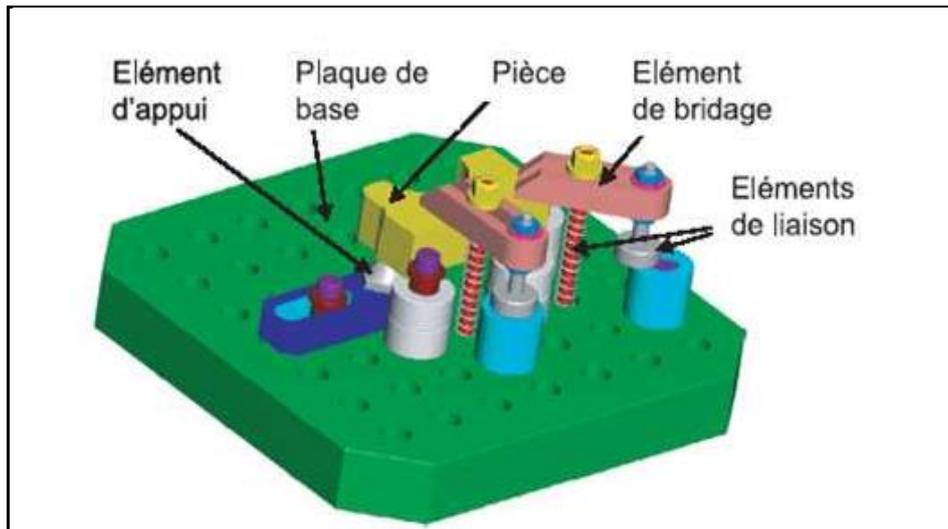


Figure 2.14 Exemple d'un montage d'usinage modulaire.

Les montages d'usinage modulaires pour le fraisage offrent les avantages suivants :

- Gain de temps incontestable sur l'étude et la réalisation d'un montage, mais aussi le temps global de mise en œuvre (délai total de fabrication du montage).
- Flexibilité : modifications faciles et rapides en fonction de l'évolution des pièces.
- Rapidité au serrage.
- Même position isostatique « éviter le réglage de chaque pièce »
- Parfaitement adapté aux études réalisées par C.A.O
- Capacité de bridage étendue,
- Précision liée à la rigidité du système : grande résistance aux efforts de coupe et de bridage.
- Conforme aux adaptations pour palettisation ou cellules flexibles.
- Capacité de brider des pièces en fonction du type de machine : sur centre d'usinage à broche horizontale ou verticale, sur fraiseuses, sur machines à mesurer 3D,
- Grande performance par ses possibilités de prise de pièces.
- Adapté aux petites et moyennes séries.
- C'est un outillage très performant pour la sous-traitance qui permet de réduire les délais de fabrication.

### a. Groupement de pièce en panoplie ou en multi-phase

Pour les montages d'usinage modulaires on peut grouper un ensemble de pièces sur le même montage (figure 2.15), ceci est généralement utilisé pour les pièces de petites dimensions et pour des moyennes et grandes séries. Le montage est dit en panoplie si on est dans la même phase sinon on change de phase et l'on est alors en multi-phase.



Figure 2.15 Groupement de pièces sur le même montage.

### 2.4.4.4 Analyse pour la conception du montage d'usinage

Les modèles d'analyse suivants sont employés pour vérifier si une configuration de montage répond aux contraintes de conception du montage d'usinage. [6]

#### a. Analyse cinématique

L'analyse cinématique permet de s'assurer que les composants du montage n'obstruent pas le chemin d'outil au cours de l'usinage et que les entités d'usinage sont accessibles. Elle permet aussi de s'assurer que les composantes du montage ne rentrent pas en collision entre elles et accèdent facilement aux surfaces d'appui et de bridage.

#### b. Analyse de forces

L'analyse de forces est utilisée pour vérifier que les forces appliquées par les systèmes de bridage sont suffisantes pour maintenir l'équilibre statique et dynamique en présence des forces de coupe.

#### c. Analyse de déformations

C'est l'étape qui comporte le plus de calculs. Le souci est qu'une pièce peut se déformer élastiquement et/ou plastiquement sous l'influence des forces de coupe et de bridage de sorte que les tolérances désirées ne sont plus respectées. La déformation est un souci particulier surtout avec les pièces à paroi mince et les pièces où il faut enlever beaucoup de matière.

### 2.5 FRAISEUSE

La fraiseuse Figure 2.16 utilisée pour le fraisage, ou plus généralement pour l'usinage. Cette machine permet de fabriquer, à l'aide de la fraise, des éléments grâce à la technique de l'enlèvement de matières (copeaux). Les fraiseuses peuvent être manuelles, c'est le fraiseur qui dirige les mouvements, ou à apprentissage, la fraiseuse enregistre les mouvements donnés une fois par le fraiseur, mais aussi à commandes numériques, cette fraiseuse est équipée d'un ordinateur où tous les paramètres pour usiner une pièce sont préenregistrés. [7]

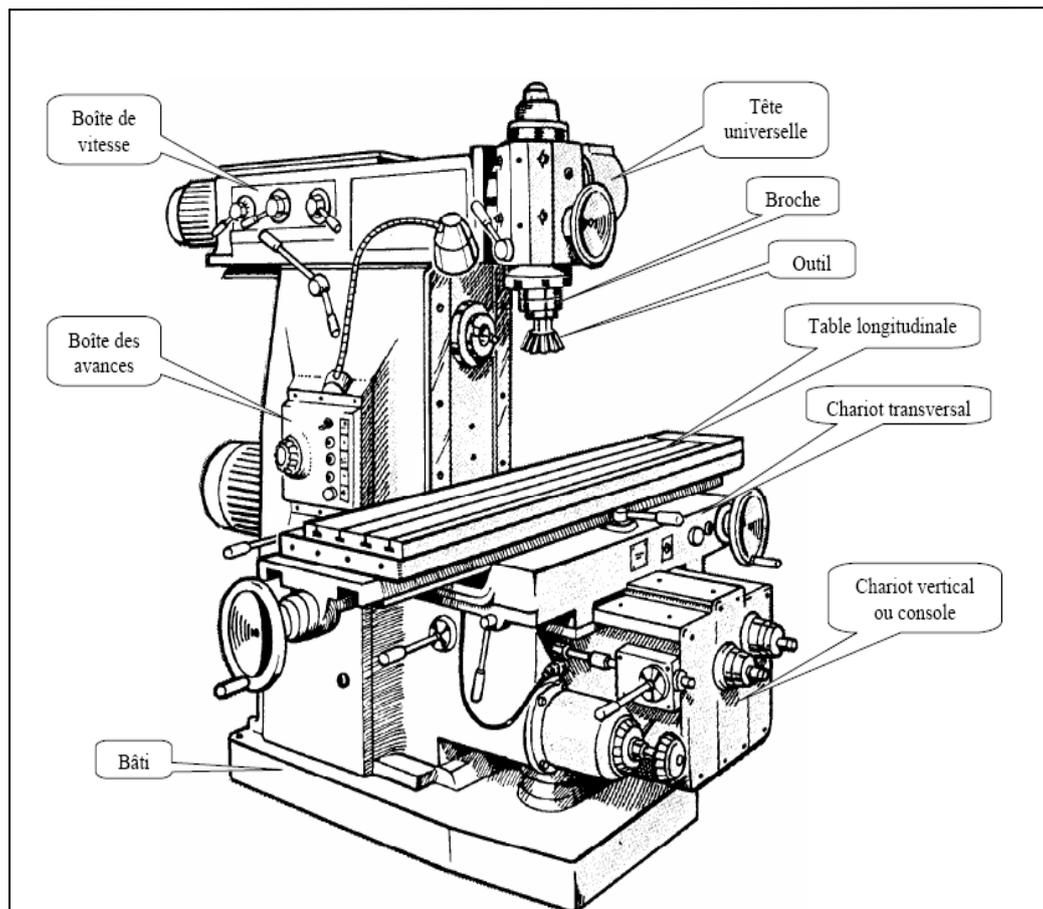


Figure 2.16 Fraiseuse universelle

#### 2.5.1 Éléments principaux

La (figure17) indique les éléments principaux d'une fraiseuse universelle de type à console, d'une fraiseuse à banc à commande numérique et d'un centre d'usinage à plateau tournant et palettes interchangeables. Ces machines comportent :

Une table destinée à recevoir la pièce.

Une broche qui reçoit successivement les différents outils. La broche est logée dans un porte-broche que l'on nomme aussi poupée ou, lorsqu'il est de forme allongée, coulant ou bélier.

La table et la broche se déplacent relativement l'une par rapport à l'autre par au moins trois mouvements perpendiculaires (X, Y, Z).

La disposition des éléments varie beaucoup en fonction de l'architecture de chaque machine. [7]

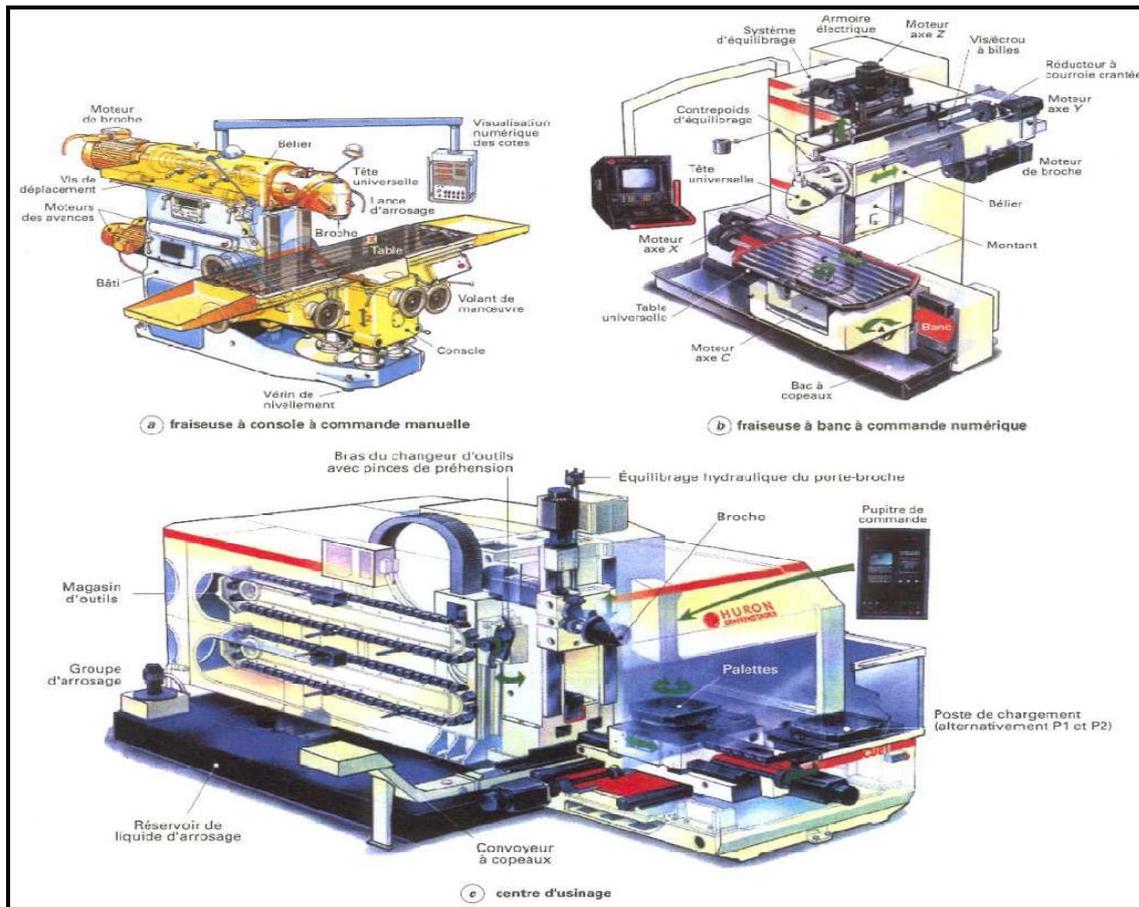


Figure 2.17 Fraiseuse et centre d'usinage

### 2.5.2 Classification

En général, la classification normalisée n'est pas respectée dans les dénominations commerciales. Compte tenu de la grande variété de modèles, plusieurs critères sont nécessaires pour caractériser une machine et ceux qui sont le plus souvent utilisés par les constructeurs sont indiqués ci-dessous.

Nous attirons cependant l'attention du lecteur sur le manque de rigueur des dénominations commerciales. [7]

#### 2.5.2.1 Par type d'usinage ou d'emploi :

Fraiseuse ou fraiseuse-aléuse, capable des différents travaux aléuse-fraiseuse ou genre aléuse, possédant par rapport aux précédentes une broche d'alésage coulissante. Fraiseuse universelle et fraiseuse d'outillage, possédant le plus souvent un moyen d'orientation relative de la pièce et de la broche ; ces machines sont en général très maniables pour tous travaux unitaires variés.

Fraiseuses spécialisées à prédominance de fraisage et vocation particulière : fraisage des rainures, des vilebrequins, des arbres à cames, des panneaux ou des longerons d'aviation, etc. Centre d'usinage, toujours caractérisé par la CN et le changement automatique d'outils, et éventuellement un dispositif de palettes. [7]

### 2.5.2.2 Par architecture :

- À console.
- À banc.
- À table croisée.
- À table inclinable, à table universelle (inclinable dans trois plans).
- À montant mobile.
- À portique fixe.
- À portique mobile.

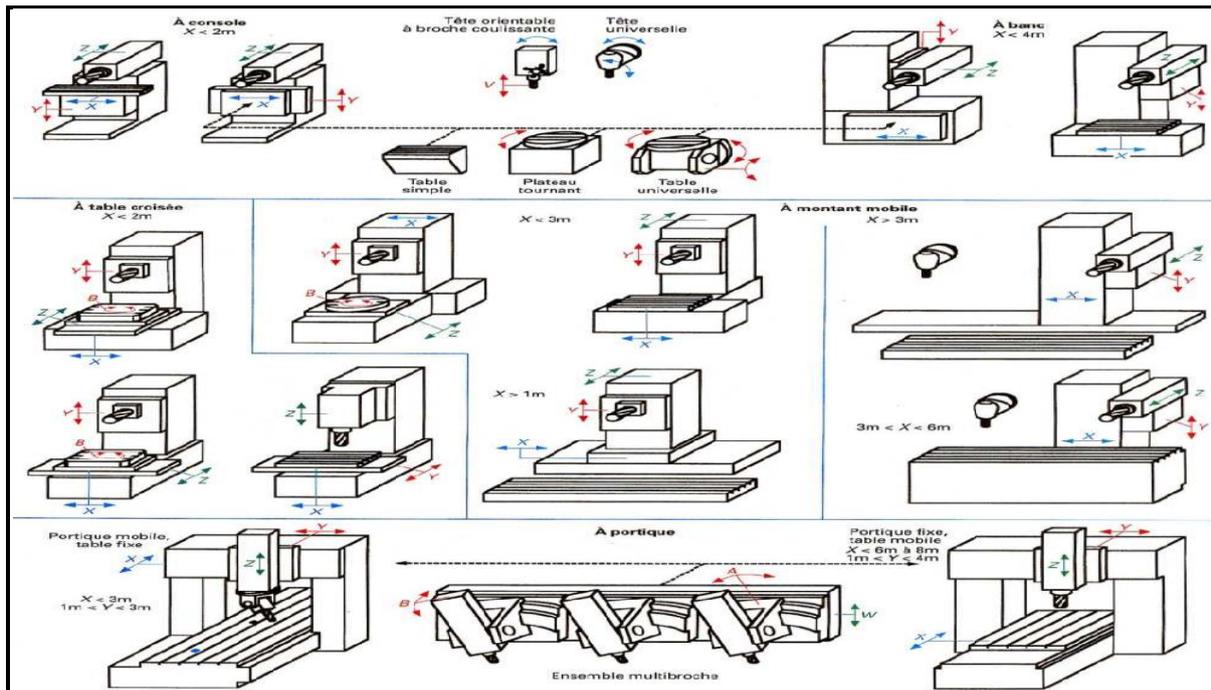


Figure 2.18 Différents types d'architectures de machine

### 2.5.2.3 Par position de la broche :

- À broche horizontale.
- À broche verticale.
- À broche orientable (universelle, multiaxe).

### 2.5.2.4 Par type de commande :

- À commande manuelle (conventionnelle, classique).
- À commande numérique (la dénomination est souvent suivie du nombre d'axes contrôlés par la CN).

### 2.5.2.5 Par dimensions :

- Par la course de déplacement sur l'axe X.
- Par la course de déplacement sur les trois axes principaux X, Y, Z.
- Pour les centres d'usinage à broche horizontale et palettes, par les dimensions de la surface de la palette exprimées en millimètres (exemple : 500× 500). [7]

### 2.5.3 Le fraisage

Le fraisage est, dans son principe, un procédé de fabrication mécanique par coupe (enlèvement de matière) faisant intervenir, en coordination, le mouvement de rotation d'un outil à plusieurs arêtes (mouvement de coupe) et l'avance rectiligne d'une pièce (dit mouvement d'avance). Aujourd'hui, toutefois, on a également un déplacement de l'outil par rapport à la pièce, lequel peut s'effectuer pratiquement dans n'importe quelle direction. L'outil de fraisage, la fraise, comporte plusieurs arêtes de coupe dont chacune enlève une certaine quantité de métal sous forme de copeaux. Les avantages du fraisage sont un rendement élevé, un bon fini de surface et une haute précision, ainsi qu'une grande souplesse au niveau de la génération de différentes formes. Le plus souvent, le fraisage est utilisé pour produire des surfaces planes, des épaulements et des gorges, mais son efficacité en contournage va croissant grâce à l'utilisation des techniques CNC (Computerized Numerical Control).

#### 2.5.3.1 Principe de base du fraisage

Indépendamment du type de fraise choisie, l'opération de fraisage fera fondamentalement intervenir une des trois méthodes suivantes ou une combinaison de celles-ci. Compte tenu du choix de méthodes qui s'offrent en fraisage, il est important, au préalable, d'établir une distinction entre les différentes directions d'avance par rapport à l'axe de rotation de l'outil (figure 2.19). (A) correspond, sur cette figure, à la direction axiale, (B) à la direction radiale et (C) à la direction tangentielle.

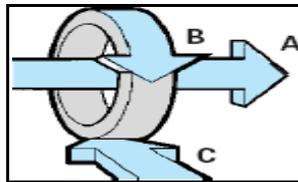


Figure 2.19 Directions d'avance en fraisage

Le surfacage (figure 2.20a) est une opération de coupe combinée avec plusieurs arêtes, essentiellement celles situées à la périphérie et, dans une certaine mesure, seulement dans la partie centrale de l'outil. La fraise au contact de la pièce tourne perpendiculairement à la direction de l'avance radiale.

Le fraisage 3 tailles (figure 2.20b) utilise les arêtes de coupe situées à la périphérie de l'outil. La fraise tourne ici autour d'un axe parallèle à l'avance tangentielle.

Ces deux méthodes peuvent également être différenciées par la profondeur de coupe adoptée :

— **en surfacage**, la profondeur de coupe dans la direction axiale est déterminée par la profondeur de pénétration des arêtes périphériques.

Les arêtes centrales de l'outil génèrent pour leur part la surface finale de la pièce ;

— pour **le fraisage d'épaulements**, la profondeur de coupe dans la direction radiale est fonction de la partie du diamètre de la fraise pénétrant dans la pièce.

Certaines fraises peuvent également travailler dans une troisième direction d'avance, axialement. Il s'agit alors d'une opération de perçage exécutée par les arêtes de coupe

centrales de l'outil.

Cette méthode (figure 2.20c) est utilisée pour l'usinage de rainures non débouchantes, l'outil perçant alors jusqu'à une certaine profondeur, puis passant de la direction d'avance axiale à la direction radiale pour permettre aux arêtes périphériques d'élargir le trou.

Une combinaison de plusieurs directions d'avance est également possible lorsque l'on désire usiner des surfaces formant un angle ou incurvées. La fraise à avance axiale doit avoir des arêtes de coupe centrales disposées transversalement pour que sa partie frontale puisse exercer l'action de coupe désirée.

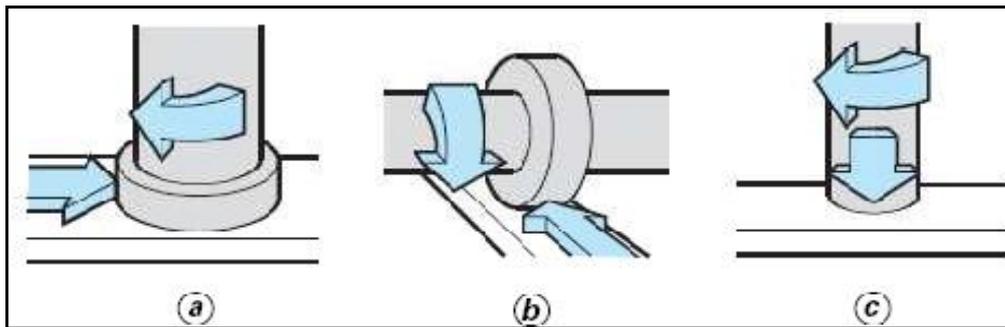


Figure 2.20 Opérations de fraisage

### 2.5.3.2 Principales définitions cinématiques et géométriques

Pour régler les paramètres de l'opération de fraisage, il convient en premier lieu d'établir quelques définitions s'appliquant aux caractéristiques dynamiques de l'outil de fraisage dont le diamètre (D) se déplace contre la pièce.

**La vitesse de broche (n en tr/min)** est le nombre de tours que l'outil de fraisage monté sur la broche de la machine-outil effectue par minute. Il s'agit là d'une valeur dépendant de la machine, qui ne renseigne guère sur ce qui se passe à la périphérie où l'arête de coupe fait son office.

**La vitesse de coupe (Vc en m/min)** indique pour sa part la vitesse à laquelle l'arête de coupe travaille la surface de la pièce. C'est un important paramètre de l'outil, qui fait partie intégrante des conditions de coupe avec, pour fonction, de garantir que l'opération est effectuée dans les meilleures conditions d'efficacité par l'outil concerné.

Le diamètre de l'outil et la vitesse de coupe sont naturellement liés par les formules suivantes (figure 2.21a et 2. 21b) :

$$Vc = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000}$$

$$n = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot D}$$

Avec

D : diamètre de l'outil de fraisage (mm).

n : vitesse de broche (tr/min).

Vc : vitesse de coupe (m/min).

$\pi$  : constante Pi.

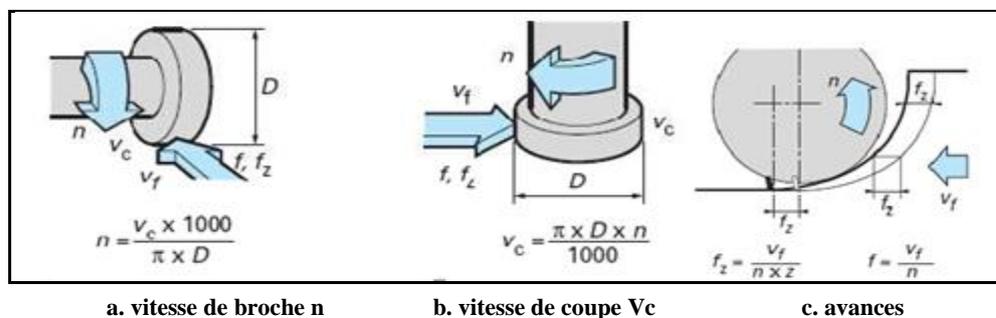
## Chapitre 2 : SYSTEME D'ABLOPAGE DES PIECES SUR MACHINE OUTIL

L'**avance par minute ou vitesse d'avance (Vf en mm/min)** (figure 2.21c) est l'avance de l'outil en direction de la pièce, exprimée en unités de distance par unité de temps. On parle également ici d'avance de table.

L'**avance par tour (f en mm/tr)** (figure 2.21c) est une valeur spécialement utilisée pour calculer l'avance et déterminer l'aptitude d'une fraise à surfer à travailler en finition. Elle indique de combien l'outil avance au cours d'une rotation.

— L'**avance par dent (fz en mm/dent)** (figure 2.21c) est un important paramètre en fraisage. La fraise étant un outil à arêtes multiples, il faut en effet disposer d'un moyen de mesure pour contrôler que chacune de ces arêtes travaille dans des conditions satisfaisantes.

La capacité d'enlèvement de matière de chaque dent est l'élément limitatif au niveau des performances de l'outil. L'avance par dent indique la distance linéaire parcourue par l'outil alors qu'une certaine dent est engagée. [7]



**Figure 2.21** Paramètres de coupe

Avec :

D: diamètre de l'outil de fraisage (mm).

n : vitesse de broche (tr/min).

$V_c$  : vitesse de coupe (m/min).

$V_f$  : avance par minute (mm/min).

f : avance par tour (mm/tour).

$f_z$  : avance par dent (mm/dent).

## 2.6 CONCLUSION :

Dans ce chapitre nous avons évoqué les différents systèmes d'ablocage des pièces sur machine outil tels que l'ablocage sur étau ou sur table de fraiseuse ou même les montages d'usinage, qui permettent de placer les pièces dans un référentiel de la machine ; ensuite procéder à l'élimination des degrés de libertés par des appuis qui devront être matérialisés par des dispositifs de mise en position.

A la fin de ce chapitre nous avons présenté quelques notions sur les types de fraiseuses et le principe général du fraisage.

# CHAPITRE 3

### 3.1 PROBLEMATIQUE

Dans les travaux de série, pour des raisons économiques et afin d'avoir une mise en position de la pièce identique, nous avons pensé à réaliser cet ensemble : bride de fixation, qui va mettre la pièce dans une position fixe.

Cet ensemble peut servir dans plusieurs cas, avec un étau, ou avec un montage d'usinage.

### 3.2 DEFINITION ET OBJECTIFS DE CE SYSTEME

Le système d'ablocage que nous avons étudié est une bride qui se fixe sur la table de fraiseuse à l'aide des rainures et gougeons afin de permettre l'immobilisation des pièces.

Le système est utilisé comme une butée afin d'éliminer un degré de liberté. Son inclinaison permet de donner un effort réparti selon deux composants OX et OY afin d'éviter le basculement de la pièce durant l'usinage par l'inclinaison des composants qui sont en opposition avec les efforts de coupe.

### 3.3 Vue en 3D

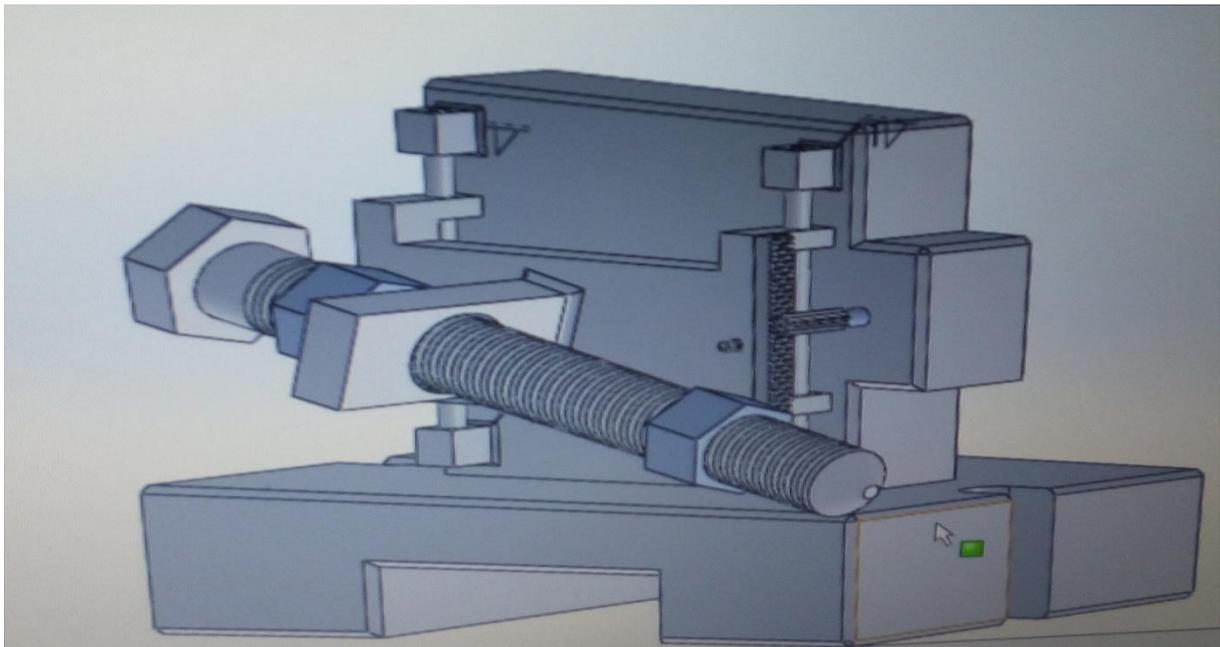


Figure 3.1 Vue en 3D

**DESSIN  
D'ENSEMBLE**

# DESSINS DE DÉFINITIONS

# CHAPITRE 4

### 4.1 Introduction :

Dans toute étude de conception il est nécessaire de déterminer les différentes démissions en fonction des contraintes et limite par rapport à son support.

Le choix de matériaux a été fait en fonction de la résistance demander.

### 4.2 SCHEMA DE MISE EN SITUATION

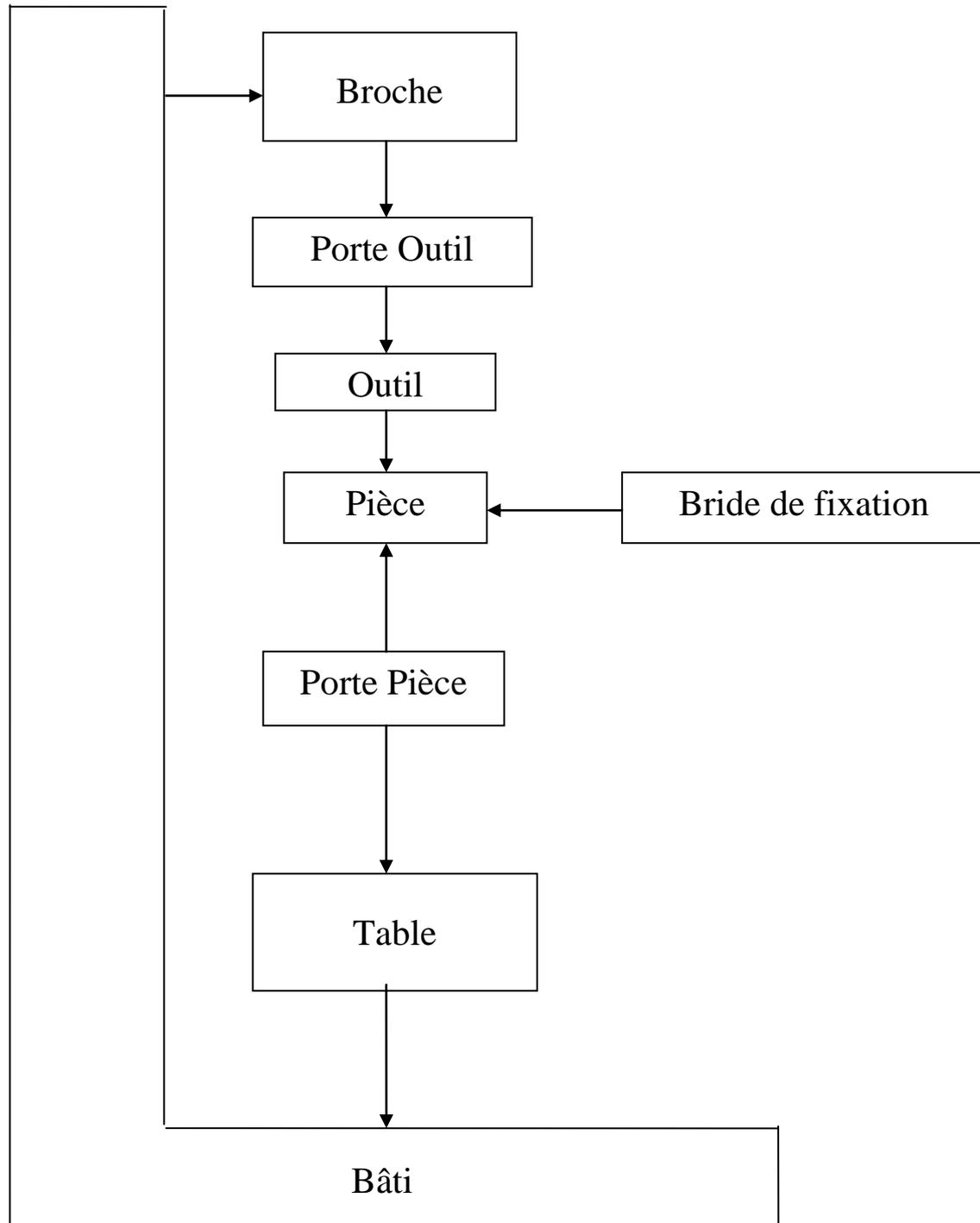


Figure 4.1 Schéma de mise en situation

### 4.3 SCHEMA CINEMATIQUE

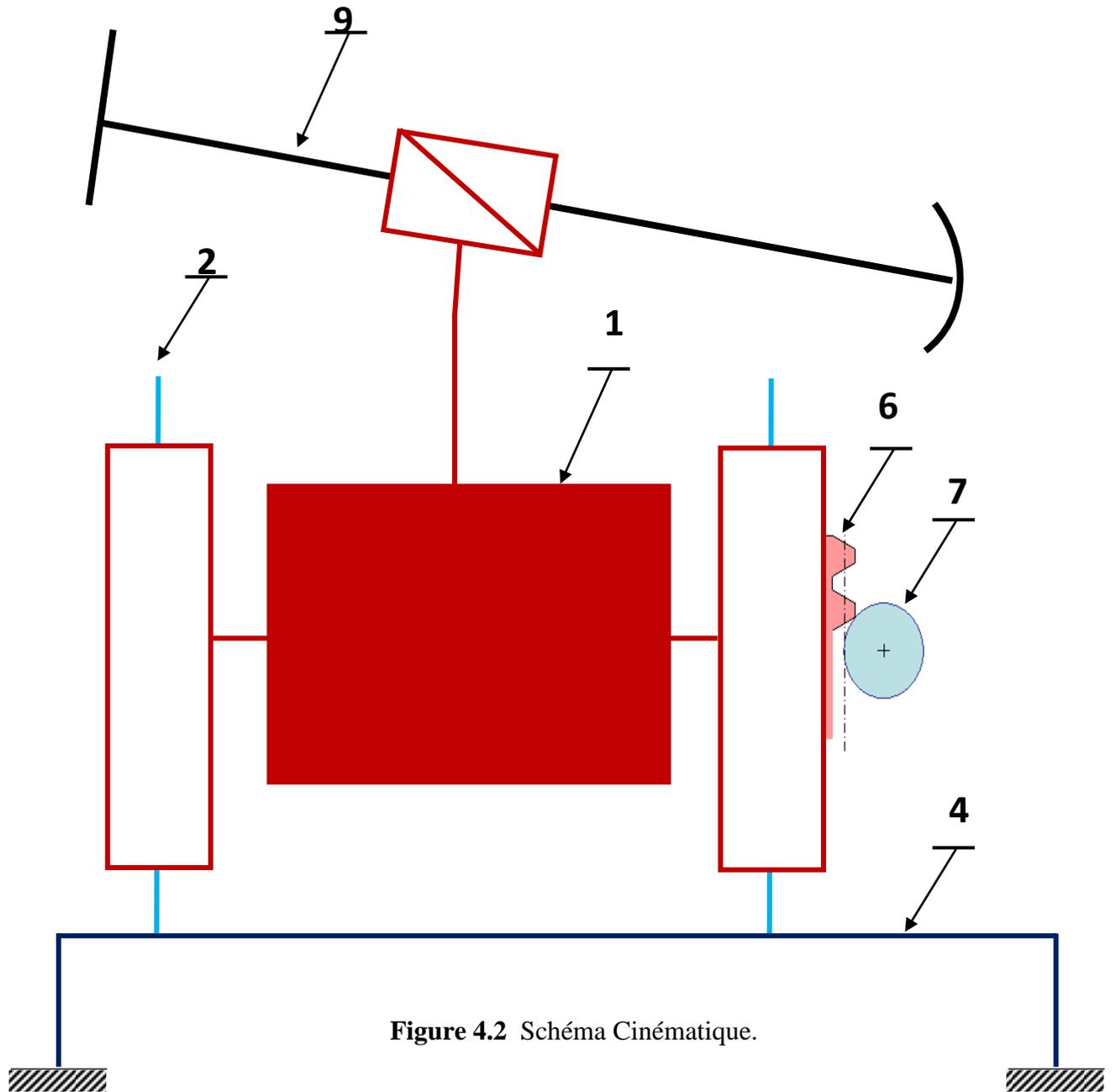


Figure 4.2 Schéma Cinématique.

### 4.4 Dimensionnement de la vis 9. [8]

C'est par l'intermédiaire de cette vis que la pièce est fixée. Elle est montée sur l'ensemble par l'intermédiaire de l'écrou soudé sur la pièce 1

### 4.4.1 Calcul du diamètre de la Vis :

$$d = 20\text{mm}$$

$$PAS = 4\text{ pas}$$

$$D1(d, pas) = d - (1.0825 * pas) \quad (4.1)$$

$$\Rightarrow 20 - (1.0825 * 4)$$

$$\rightarrow D1 = 15.67$$

$$d2(d, pas) = d - (0.64952 * pas) \quad (4.2)$$

$$\Rightarrow 20 - (0.64952 * 4)$$

$$\rightarrow d2 = 17.402$$

$$d3(d, pas) = d - (1.2268 * pas) \quad (4.3)$$

$$\Rightarrow 20 - (1.2268 * 4)$$

$$\rightarrow d3 = 15.093$$

$$H(d, pas) = 0.96603 * pas \quad (4.4)$$

$$\Rightarrow 0.96603 * 4$$

$$\rightarrow H = 3.864$$

$$r(d, pas) = 0.1443 * pas \quad (4.5)$$

$$\Rightarrow 0.1443 * 4$$

$$\rightarrow r = 15.67$$

$$H1(d, pas) = 0.5412 * pas \quad (4.6)$$

$$\Rightarrow 0.5412 * 4$$

$$\rightarrow H1 = 2.165$$

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

$$h_3(d, pas) = 0.6134 * pas \quad (4.7)$$

$$\Rightarrow 0.6134 * 4$$

$$\rightarrow h_3 = 2.454$$

$$ds(d, pas) = \frac{d_2(d, pas) + d_3(d, pas)}{2} \quad (4.8)$$

$$ds(d, pas) = d - 0.93815 * pas$$

$$\Rightarrow 20 - (0.93815 * 4)$$

$$\rightarrow ds = 16.247$$

$$As(d, pas) = \frac{\pi * (d - 0.93815 * pas)^2}{4} \quad (4.9)$$

$$\Rightarrow \frac{\pi * (20 - 0.93815 * 4)^2}{4}$$

$$\rightarrow As = 207.318$$

### 4.4.2 Classe de qualité :

La classe de qualité désigne la résistance de l'acier.

Pour une vis de class 10.9 on a  $Rm \sim 100 * 10 = 1000 MPa$  et  $Re \sim 9 * \frac{Rm}{10} = 900 MPa$

Ecrou : la classe de qualité est symbolisée

Vis de classe 10.9 :

$$Classe = \begin{pmatrix} 10 \\ 9 \end{pmatrix}$$

$$Rm = 100 * n_1 \quad \text{La résistance à la traction}$$

$$Re = n_2 * \frac{Rm}{10} \quad \text{La limite élastique}$$

$$Re = 900$$

$n_1$  Représente la résistance à la rupture de l'acier et  $n_2$  le rapport entre la limite élastique  $Re$  et la résistance à la traction

Calcul du filetage :

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

---

$$d = 20 \quad PAS = 4 \quad \text{vis de classe 10.9}$$

$$EB = 210000 \frac{N}{mm^2} \quad Ep = 210000 \frac{N}{mm^2} \quad \text{Module d'élasticité de la fixation}$$

$$Dp = 50 \quad n = 1$$

$$Dh = 21.5 \quad dB1 = 20$$

$$dw1 = 30 \quad LB1 = 170 - 160 = 10$$

$$dw2 = 30$$

$$Lp = 42$$

Pour ce calcul on intègre un paramètre  $w$  pour distinguer les deux types d'assemblage.

$$w = 1 \quad w = 1 \text{ boulon}$$

$$w = 2 \text{ vis}$$

$$\beta = 0.3 \quad Pres = 5.5$$

$$\sigma D = 53$$

$$Fp_{min} = 100$$

$$precision = 0.17$$

$$\gamma E = 0.9$$

$$f1 = 0.14$$

$$f2 = 0.1$$

$$dw = \frac{dw1+dw2}{2} \tag{4.10}$$

$$\Rightarrow \frac{30 + 30}{2}$$

$$\rightarrow dw = 30$$

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

---

$dw_1$  et  $dw_2$  sont les diamètres d'appuis de la tête de la vis et les diamètres d'appuis de l'écrou, respectivement

Les paramètres adimensionnels  $Lap$  et  $Dap$  sont données par :

$$Lap = \frac{Lp}{dw} \quad (4.11)$$

$$\Rightarrow \frac{42}{30}$$

$$\rightarrow Lap = 1.4$$

$$Dap = \frac{Dp}{dw} \quad (4.12)$$

$$\Rightarrow \frac{50}{30}$$

$$\rightarrow Dap = 1.667$$

### 4.4.3 Rigidité de la vis :

$$As = 207.318$$

$$AB = dB^2 * \frac{\pi}{4}$$

$$A = d^2 * \frac{\pi}{4} \quad (4.13)$$

$$\Rightarrow 20^2 * \frac{\pi}{4}$$

$$\rightarrow A = 314.159$$

$$LF_L = Lp - \sum_{i=1}^n LB_i \quad (4.14)$$

$$\Rightarrow 42 - 10$$

$$\rightarrow LF_L = 32$$

$$\sum_{i=1}^n AB_i = 314.159$$

$$\sum_{i=1}^n LB_i = 10$$

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

---

$$\delta B_1 = \frac{1}{EB} * \left( \frac{0.47 * d}{A} \right) \quad (4.15)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{210000} * \left( \frac{0.47 * 20}{314.159} \right)$$

$$\rightarrow \delta B_1 = 1.425.10^{-7}$$

$$\delta B_2 = \frac{1}{EB} * \left( \sum_{i=1}^n \frac{LB_i}{AB_i} \right) \quad (4.16)$$

$$\Rightarrow \delta B = 1.397.10^{-7} \frac{1}{210000} * \left( \frac{10}{314.159} \right)$$

$$\rightarrow \delta B_2 = 1.516.10^{-7}$$

$$\delta B_3 = \frac{1}{EB} * \left( \frac{LFL}{As} \right) \quad (4.17)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{210000} * \left( \frac{32}{207.318} \right)$$

$$\rightarrow \delta B_3 = 7.350.10^{-7}$$

$$\delta B_4 = \frac{1}{EB} * \left( \frac{0.8 * d}{As} \right) \quad (4.18)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{210000} * \left( \frac{0.8 * 20}{207.318} \right)$$

$$\rightarrow \delta B_4 = 3.675.10^{-7}$$

$$\delta B = \sum_{i=1}^4 \delta B_i \quad (4.19)$$

$$\Rightarrow \delta B = 1.397.10^{-7}$$

$$\frac{1}{\delta B} = 7.158.10^5 \quad (4.20)$$

### 4.4.4 Rigidité des pièces serrées

$$\phi = \left[ \left( \text{atan} \left( 0.362 + 0.032 * \ln \left( \frac{Lap}{2} \right) + 0.153 * \ln(Dap) \right) * \frac{180}{\pi} \right) \right] \quad siw = 1$$

$$\phi = \left[ \left( \text{atan} \left( 0.348 + 0.013 * \ln(Lap) + 0.193 * \ln(Dap) \right) * \frac{180}{\pi} \right) \right] \quad siw = 2 \quad (4.21)$$

$$\rightarrow \phi = 78.304$$

$$\tan \left( \phi \frac{\pi}{180} \right) = 1.367 \quad (4.22)$$

$$Dplim = dw + w * Lp * \tan \left( \phi \frac{\pi}{180} \right) \quad (4.23)$$

$$\rightarrow Dplim = 87.414$$

$$\delta p = \left[ \begin{array}{l} \frac{\left[ \frac{(dw+Dh) * (dw+w * Lp * \tan(\phi \frac{\pi}{180}) - Dh)}{(dw-Dh) * (dw+w * Lp * \tan(\phi \frac{\pi}{180}) + Dh)} \right]}{w * Ep * \pi * Dh * \tan(\phi \frac{\pi}{180})} \quad si \ Dp \geq Dplim \\ \frac{2}{(w * Dh * \tan(\phi \frac{\pi}{180})) * \ln \left[ \frac{(dw+Dh) * (Dp - Dh)}{(dw-Dh) * (Dp + Dh)} \right]} + \frac{4}{(dw^2 - Dh^2)} * \left( lp \frac{Dp - dw}{w * \tan(\phi \frac{\pi}{180})} \right) \quad si \ dp \leq Dplim \\ \frac{Lp * 4}{Ep * \pi * (Dp^2 - Dh^2)} \quad si \ Dp \leq dw \end{array} \right] \quad (4.24)$$

$$\rightarrow \delta p = 4.701 \cdot 10^{-7}$$

$$Kp = \frac{1}{\delta p} \quad (4.25)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4.701 \cdot 10^{-7}}$$

$$\rightarrow Kp = 2.127 \cdot 10^6$$

### 4.4.5 Rapport des raideurs

$$\psi = \frac{\delta p}{\delta p + \delta B} \quad (4.26)$$

$$\Rightarrow \frac{4.701 \cdot 10^{-7}}{4.701 \cdot 10^{-7} + 1.397 \cdot 10^{-6}}$$

$$\rightarrow \psi = 0.252$$

### 4.4.6 Facteur de charge de l'assemblage

$$\lambda = \beta * \psi \quad (4.27)$$

$$\Rightarrow 0.3 * 0.252$$

$$\rightarrow \lambda = 0.0756$$

### 4.4.7 Contrainte dynamique dans la vis : « tenue en fatigue »

$$F_{ext_{max}} = Pres * \pi * \left( \frac{Dp^2 - dw^2}{4} \right) \quad (4.28)$$

$$\Rightarrow 5.5 * \pi * \left( \frac{50^2 - 30^2}{4} \right)$$

$$\rightarrow F_{ext_{max}} = 6.912 \cdot 10^3$$

$$F_{ext_{min}} = 0$$

$$\sigma_a = \frac{\lambda}{As} * \frac{F_{ext_{max}} - F_{ext_{min}}}{2} \quad (4.29)$$

$$\Rightarrow \frac{0.0756}{207.318} * \frac{6.912 \cdot 10^3}{2}$$

$$\rightarrow \sigma_a = 4.20$$

### 4.4.8 Coefficient de sécurité de fatigue

$$\alpha F = \frac{\sigma D}{\sigma_a} \quad (4.30)$$

$$\Rightarrow \frac{53}{4.20}$$

$$\rightarrow \alpha F = 12.619$$

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

---

### a) Perte de précharge due fluage des pièces

$$fz = 3.29 * 10^{-3} * \left(\frac{Lp}{d}\right)^{0.34} \quad (4.31)$$

$$\Rightarrow 3.29 * 10^{-3} * \left(\frac{42}{20}\right)^{0.34}$$

$$\rightarrow fz = 4.171 * 10^{-3}$$

$$\Delta Fz = \frac{fz}{\delta p + \delta B} \quad (4.32)$$

$$\rightarrow \Delta Fz = 2.233 * 10^3$$

### b) Precharge minimale fonctionnelle

$$Q_{\min} = (1 - \lambda) * F_{\text{ext}_{\max}} + F_{p_{\min}} + \Delta Fz \quad (4.33)$$

$$\rightarrow Q_{\min} = 8.622 * 10^{34}$$

$$R_{e_{\min}} = R_e$$

$$Q_{\max} = \frac{\gamma E * R_{e_{\min}}}{\sqrt{\left(\frac{1}{As}\right)^2 + 3 * \left[\frac{16 * (0.16 * pas + 0.583 * d2 * f1)}{\pi * ds^3}\right]^2}} \quad (4.34)$$

$$\rightarrow Q_{\max} = 12.615 * 10^4$$

$$Q_{\min} = 8.622 * 10^4 \quad \text{non décollement}$$

$$Q_{\max} = 12.615 * 10^4 \quad \text{limite élastique}$$

$$rm = \frac{dw1 + Dh}{4} \quad (4.35)$$

$$\Rightarrow \frac{30 + 21.5}{4}$$

$$\rightarrow rm = 12.875$$

$$Q_{\text{mon}_{\max}} = Q_{\max} \quad \text{niveau maxi}$$

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

$$C_{\text{mon}_{\max}} = Q_{\text{mon}_{\max}} * (0.16 * pas + 0.583 * d2 * f1 + f2 * rm) \quad (4.36)$$

$$\rightarrow C_{\text{mon}_{\max}} = 422\,331.434$$

$$C_{\text{nominale}} = \frac{C_{\text{mon}_{\max}}}{1 + precision} \quad (4.37)$$

$$\rightarrow C_{\text{nominale}} = 360\,967.038$$

$$C_{\text{mon}_{\min}} = C_{\text{nominale}} * (1 - precision) \quad (4.38)$$

$$\rightarrow C_{\text{mon}_{\min}} = 299\,602.641$$

$$Q_{\text{mon}_{\min}} = \frac{C_{\text{mon}_{\min}}}{(0.16 * pas + 0.583 * d2 * f1 + f2 * rm)} \quad (4.39)$$

$$\rightarrow Q_{\text{mon}_{\min}} = 8.949 \cdot 10^4$$

$$Q_{\text{mon}_{\min}} = 8.949 \cdot 10^4 > Q_{\text{min}} = 8.622 \cdot 10^4$$

### 4.4.9 Contrainte maximale dans la vis :

$$FB_{\max} = Q_{\text{mon}_{\max}} + \lambda * F_{\text{ext}_{\max}} \quad (4.40)$$

$$\rightarrow FB_{\max} = 12.667 \cdot 10^4$$

$$MB_{\max} = (0.16 * pas + 0.583 * d2 * f1) * Q_{\text{mon}_{\max}} \quad (4.41)$$

$$\rightarrow MB_{\max} = 25.9913 \cdot 10^4$$

$$\sigma_{\max} = \frac{16 * FB_{\max}}{As} \quad (4.42)$$

$$\rightarrow \sigma_{\max} = 610.993$$

$$\tau_{\max} = \frac{16 * MB_{\max}}{\pi * ds^3} \quad (4.43)$$

$$\rightarrow \tau_{\max} = 308.659$$

$$\sigma_{VM_{\max}} = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3 * \tau_{\max}^2} \quad (4.44)$$

$$\rightarrow \sigma VM_{\max} = 811.864$$

### 4.4.10 Coefficient de sécurité statique

$$\alpha S = \frac{R_e}{\sigma VM_{\max}} \quad (4.45)$$

$$\rightarrow \alpha S = 1.1$$

### 4.4.11 Pressions maximales aux plans de joint :

- Pression sous tête

$$Pres_{tete} = \frac{FB_{\max}}{\left(\frac{dw_1^2 - Dh^2}{4}\right) * \pi} \quad (4.46)$$

$$\rightarrow pres_{tete} = 368.432$$

$$\Delta Fz = 2233$$

$$Fp_{\min} = 100$$

$$Fp = (1 - \lambda) * F_{ext_{\max}} \quad (4.47)$$

$$\rightarrow Fp = 6\,388.994$$

$$Q_{\min} = 86\,220$$

$$Q_{\max} = 126\,150$$

$$Q_{mon_{\min}} = 89\,490$$

$$Q_{mon_{\max}} = 126\,150$$

$$FB_{\max} = 126\,670$$

$$Fp_{\max} = Q_{mon_{\max-(0.2)}} * F_{ext_{\max}} \quad (4.48)$$

$$\rightarrow F_{p_{max}} = 124\,076.549$$

### 4.4.12 Allongement après le serrage :

$$\Delta L_{OB_{max}} = \delta B * Q_{max} \quad (4.49)$$

$$\rightarrow \Delta L_{OB_{max}} = 0.176$$

$$\Delta L_{OP_{max}} = \delta p * Q_{max} \quad (4.50)$$

$$\rightarrow \Delta L_{OP_{max}} = 0.059$$

### 4.4.13 Allongement en service :

$$\Delta L_{B_{max}} = \delta B * F_{B_{max}} \quad (4.51)$$

$$\rightarrow \Delta L_{B_{max}} = 0.177$$

$$\Delta L_{P_{max}} = \delta p * F_{p_{max}} \quad (4.52)$$

$$\rightarrow \Delta L_{P_{max}} = 0.058$$

$$\Delta L_{B_{max}} - \Delta L_{OB_{max}} = 7.264 \cdot 10^{-4} \quad (4.53)$$

$$\Delta L_{P_{max}} - \Delta L_{OP_{max}} = -9.789 \cdot 10^{-4} \quad (4.54)$$

## 4.5 Assemblage de la semelle avec la glissière [8]

### 4.5.1 Dimensionnement de la Vis fixation :

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$PAS = 1.45$$

$$D1(d, pas) = d - (1.0825 * pas) \quad (4.1)$$

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

---

$$\Rightarrow 20 - (1.0825 *)$$

$$\rightarrow \mathbf{D1 = 8.430}$$

$$d2(d, pas) = d - (0.64952 * pas) \tag{4.2}$$

$$\Rightarrow 20 - (0.64952 *)$$

$$\rightarrow \mathbf{d2 = 9.058}$$

$$d3(d, pas) = d - (1.2268 * pas) \tag{4.3}$$

$$\Rightarrow 20 - (1.2268 *)$$

$$\rightarrow \mathbf{d3 = 8.221}$$

$$H(d, pas) = 0.96603 * pas \tag{4.4}$$

$$\Rightarrow 0.96603 * 1.45$$

$$\rightarrow \mathbf{H = 1.401}$$

$$r(d, pas) = 0.1443 * pas$$

$$\Rightarrow 0.1443 * 1.45$$

$$\rightarrow \mathbf{r = 0.209} \tag{4.5}$$

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

---

$$H1(d, pas) = 0.5412 * pas \quad (4.6)$$

$$\Rightarrow 0.5412 * 1.45$$

$$\rightarrow H1 = 0.785$$

$$h3(d, pas) = 0.6134 * pas \quad (4.7)$$

$$\Rightarrow 0.6134 * 1.45$$

$$\rightarrow h3 = 0.889$$

$$ds(d, pas) = \frac{d2(d, pas) + d3(d, pas)}{2}$$

$$ds(d, pas) = d - 0.93815 * pas \quad (4.8)$$

$$\Rightarrow 20 - (0.93815 * 1.45)$$

$$\rightarrow ds = 8.639$$

$$As(d, pas) = \frac{\pi * (d - 0.93815 * pas)^2}{4} \quad (4.9)$$

$$\Rightarrow \frac{\pi * (20 - 0.93815 * 1.45)^2}{4}$$

$$\rightarrow As = 58.639$$

### 4.5.2 Classe de qualité :

Pour une vis de class 10.9 on a  $Rm \sim 100 * 10 = 1000 MPa$  et  $Re \sim 9 * \frac{Rm}{10} = 900 MPa$

Ecrou : la classe de qualité est symbolisée

Vis de classe 10.9 :

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

---

$$Classe = \binom{10}{9}$$

$$Rm = 100 * n_1$$

$$Re = n_2 * \frac{Rm}{10}$$

$$Re = 900$$

$$d = 10 \quad PAS = 1.45 \quad \text{vis de classe 10.9}$$

$$EB = 210000 \frac{N}{mm^2} \quad Ep = 210000 \frac{N}{mm^2}$$

$$Dp = 20 \quad n = 1$$

$$Dh = 10.5 \quad dB1 = 10$$

$$dw1 = 16 \quad LB1 = 14$$

$$dw2 = 12.5$$

$$Lp = 20$$

$$w = 1 \quad w = 1 \text{ boulon}$$

$$w = 2 \text{ vis}$$

$$\beta = 0.3 \quad Pres = 5.5$$

$$\sigma D = 53$$

$$Fp_{min} = 100$$

$$precision = 0.17$$

$$\gamma E = 0.9$$

$$f1 = 0.14$$

$$f2 = 0.1$$

$$dw = \frac{dw1 + dw2}{2} \quad (4.10)$$

$$\Rightarrow \frac{16 + 12.5}{2}$$

$$\rightarrow dw = 14.25$$

$$Lap = \frac{Lp}{dw} \tag{4.11}$$

$$\Rightarrow \frac{20}{14.25}$$

$$\rightarrow Lap = 1.404$$

$$Dap = \frac{Dp}{dw} \tag{4.12}$$

$$\Rightarrow \frac{40}{14.25}$$

$$\rightarrow Dap = 2.807$$

### 4.5.3 Rigidité de la vis :

$$As = 58.625$$

$$AB = dB^2 * \frac{\pi}{4}$$

$$A = d^2 * \frac{\pi}{4} \tag{4.13}$$

$$\Rightarrow 10^2 * \frac{\pi}{4}$$

$$\rightarrow A = 78.539$$

$$LF_L = Lp - \sum_{i=1}^n LB_i \tag{4.14}$$

$$\Rightarrow 20 - 14$$

$$\rightarrow LF_L = 6$$

$$\sum_{i=1}^n AB_i = 78.539$$

$$\sum_{i=1}^n LB_i = 14$$

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

---

$$\delta B_1 = \frac{1}{EB} * \left( \frac{0.47*d}{A} \right) \quad (4.15)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{210000} * \left( \frac{0.47 * 10}{78.539} \right)$$

$$\rightarrow \delta B_1 = 2.849 * 10^{-7}$$

$$\delta B_2 = \frac{1}{EB} * \left( \sum_{i=1}^n \frac{LB_i}{AB_i} \right) \quad (4.16)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{210000} * \left( \frac{14}{78.539} \right)$$

$$\rightarrow \delta B_2 = 8.488 * 10^{-7}$$

$$\delta B_3 = \frac{1}{EB} * \left( \frac{LF_L}{As} \right) \quad (4.17)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{210000} * \left( \frac{6}{58.625} \right)$$

$$\rightarrow \delta B_3 = 4.874 * 10^{-7}$$

$$\delta B_4 = \frac{1}{EB} * \left( \frac{0.8*d}{As} \right) \quad (4.18)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{210000} * \left( \frac{0.8 * 10}{58.625} \right)$$

$$\rightarrow \delta B_4 = 6.499 * 10^{-7}$$

$$\delta B = \sum_{i=1}^4 \delta B_i \quad (4.19)$$

$$\Rightarrow \delta B = 2.758 * 10^{-7}$$

$$\frac{1}{\delta B} = 3.626 * 10^5 \quad (4.20)$$

## 4.5.4 Rigidité des pièces serrées

$$\phi = \left[ \left( \text{atan}\left(0.362 + 0.032 * \ln\left(\frac{Lap}{2}\right) + 0.153 * \ln(Dap)\right) * \frac{180}{\pi} \right) \right] \quad \text{si } w = 1 \quad (4.21)$$

$$\phi = \left[ \left( \text{atan}\left(0.348 + 0.013 * \ln(Lap) + 0.193 * \ln(Dap)\right) * \frac{180}{\pi} \right) \right] \quad \text{si } w = 2$$

$$\rightarrow \phi = 88.188$$

$$\tan\left(\phi \frac{\pi}{180}\right) = 1.539 \quad (4.22)$$

$$D_{plim} = dw + w * Lp * \tan\left(\phi \frac{\pi}{180}\right) \quad (4.23)$$

$$\rightarrow D_{plim} = 45.03$$

$$\delta p = \begin{cases} \frac{\left[ \frac{(dw + Dh) * (dw + w * Lp * \tan\left(\phi \frac{\pi}{180}\right) - Dh)}{(dw - Dh) * (dw + w * Lp * \tan\left(\phi \frac{\pi}{180}\right) + Dh)} \right]}{w * Ep * \pi * Dh * \tan\left(\phi \frac{\pi}{180}\right)} & \text{si } Dp \geq D_{plim} \\ \frac{2}{\left( w * Dh * \tan\left(\phi \frac{\pi}{180}\right) \right) * \ln\left[ \frac{(dw + Dh) * (Dp - Dh)}{(dw - Dh) * (Dp + Dh)} \right]} + \frac{4}{(dw^2 - Dh^2)} * \left( lp - \frac{Dp - dw}{w * \tan\left(\phi \frac{\pi}{180}\right)} \right) & \text{si } Dp \leq D_{plim} \\ \frac{Lp * 4}{Ep * \pi * (Dp^2 - Dh^2)} & \text{si } Dp \leq dw \end{cases} \quad (4.24)$$

$$\rightarrow \delta p = 4.667 * 10^{-7}$$

$$Kp = \frac{1}{\delta p} \quad (4.25)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4.667 * 10^{-7}}$$

$$\rightarrow Kp = 2.143 * 10^6$$

### 4.5.5 Rapport des raideurs

$$\psi = \frac{\delta p}{\delta p + \delta B} \quad (4.26)$$

$$\Rightarrow \frac{4.667 * 10^{-7}}{4.667 * 10^{-7} + 2.758 * 10^6}$$

$$\rightarrow \psi = 0.145$$

### 4.5.6 Facteur de charge de l'assemblage

$$\lambda = \beta * \psi \quad (4.27)$$

$$\rightarrow \lambda = 0.04343$$

### 4.5.7 Contrainte dynamique dans la vis : « tenue en fatigue »

$$F_{ext_{max}} = Pres * \pi * \left( \frac{Dp^2 - dw^2}{4} \right) \quad (4.28)$$

$$\Rightarrow 5.5 * \pi * \left( \frac{50^2 - 30^2}{4} \right)$$

$$\rightarrow F_{ext_{max}} = 6.273 * 10^3$$

$$F_{ext_{min}} = 0$$

$$\sigma_a = \frac{\lambda}{As} * \frac{F_{ext_{max}} - F_{ext_{min}}}{2} \quad (4.29)$$

$$\Rightarrow \frac{0.04343}{58.625} * \frac{6.273 * 10^3}{2}$$

$$\rightarrow \sigma_a = 2.31$$

### 4.5.8 Coefficient de sécurité de fatigue

$$\alpha F = \frac{\sigma D}{\sigma a} \quad (4.30)$$

$$\Rightarrow \frac{53}{2.31}$$

$$\rightarrow \alpha F = 22.944$$

#### a) Perte de precharge due fluage des pièces

$$fz = 3.29 * 10^{-3} * \left(\frac{Lp}{d}\right)^{0.34} \quad (4.31)$$

$$\Rightarrow 3.29 * 10^{-3} * \left(\frac{42}{20}\right)^{0.34}$$

$$\rightarrow fz = 4.164 * 10^{-3}$$

$$\Delta Fz = \frac{fz}{\delta p + \delta B} \quad (4.32)$$

$$\rightarrow \Delta Fz = 1.294 * 10^3$$

#### b) Precharge minimale fonctionnelle

$$Q_{\min} = (1 - \lambda) * F_{\text{ext}_{\max}} + F_{p_{\min}} + \Delta Fz \quad (4.33)$$

$$\rightarrow Q_{\min} = 7.395 * 10^3$$

$$R_{e_{\min}} = R_e$$

$$Q_{\max} = \frac{\gamma E * R_{e_{\min}}}{\sqrt{\left(\frac{1}{As}\right)^2 + 3 * \left[\frac{16 * (0.16 * pas + 0.583 * d2 * f1)}{\pi * ds^3}\right]^2}} \quad (4.34)$$

$$\rightarrow Q_{\max} = 3.748 * 10^4$$

## Chapitre 4 : Calcul et dimensionnement du système

---

$$Q_{\min} = 7.395 * 10^3 \quad \text{non décollement}$$

$$Q_{\max} = 3.748 * 10^4 \quad \text{limite élastique}$$

$$r_m = \frac{dw_1 + Dh}{4} \quad (4.35)$$

$$\Rightarrow \frac{16 + 10.5}{4}$$

$$\rightarrow r_m = 6.625$$

$$Q_{\text{mon}_{\max}} = Q_{\max} \quad \text{niveau maxi}$$

$$C_{\text{mon}_{\max}} = Q_{\text{mon}_{\max}} * (0.16 * pas + 0.583 * d_2 * f_1 + f_2 * r_m) \quad (4.36)$$

$$\rightarrow C_{\text{mon}_{\max}} = 61\,233.089$$

$$C_{\text{nominale}} = \frac{C_{\text{mon}_{\max}}}{1 + precision} \quad (4.37)$$

$$\rightarrow C_{\text{nominale}} = 52\,335.859$$

$$C_{\text{mon}_{\min}} = C_{\text{nominale}} * (1 - precision) \quad (4.38)$$

$$\rightarrow C_{\text{mon}_{\min}} = 43\,438.859$$

$$Q_{\text{mon}_{\min}} = \frac{C_{\text{mon}_{\min}}}{(0.16 * pas + 0.583 * d_2 * f_1 + f_2 * r_m)} \quad (4.40)$$

$$\rightarrow Q_{\text{mon}_{\min}} = 26\,587.396$$

$$Q_{\text{mon}_{\min}} = 2.659 * 10^4 > Q_{\min} = 7.359 * 10^3$$

### 4.5.9 Contrainte maximale dans la vis :

$$FB_{\max} = Q_{\text{mon}_{\max}} + \lambda * F_{\text{ext}_{\max}} \quad (4.40)$$

$$\rightarrow FB_{\max} = 37\,749.493$$

$$MB_{\max} = (0.16 * pas + 0.583 * d2 * f1) * Q_{\text{mon}_{\max}} \quad (4.41)$$

$$\rightarrow MB_{\max} = 28\,486.802$$

$$\sigma_{\max} = \frac{16 * FB_{\max}}{As} \quad (4.42)$$

$$\rightarrow \sigma_{\max} = 643.915$$

$$\tau_{\max} = \frac{16 * MB_{\max}}{\pi * dS^3} \quad (4.43)$$

$$\rightarrow \tau_{\max} = 225.021$$

$$\sigma VM_{\max} = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3 * \tau_{\max}^2} \quad (4.44)$$

$$\rightarrow \sigma VM_{\max} = 752.682$$

### 4.5.10 Coefficient de sécurité statique

$$\alpha S = \frac{R_e}{\sigma VM_{\max}} \quad (4.45)$$

$$\rightarrow \alpha S = 1.1$$

### 4.5.11 Pressions maximales aux plans de joint :

- Pression sous tête

$$Pres_{tete} = \frac{FB_{max}}{\left(\frac{dw_1^2 - Dh^2}{4}\right) * \pi} \quad (4.46)$$

$$\rightarrow pres_{tete} = 557.099$$

$$\Delta Fz = 1\,294$$

$$Fp_{min} = 100$$

$$Fp = (1 - \lambda) * F_{ext_{max}} \quad (4.47)$$

$$\rightarrow Fp = 6\,000.564$$

$$Q_{min} = 7\,359$$

$$Q_{max} = 37\,478.621$$

$$Q_{mon_{min}} = 26\,587.396$$

$$Q_{mon_{max}} = 37\,478.493$$

$$FB_{max} = 37\,749.493$$

$$Fp_{max} = Q_{mon_{max-(0.3)}} * F_{ext_{max}} \quad (4.48)$$

$$\rightarrow Fp_{max} = 35\,596.721$$

### 4.5.12 Allongement après le serrage :

$$\Delta L_{OB_{max}} = \delta B * Q_{max} \quad (4.49)$$

$$\rightarrow \Delta L_{OB_{max}} = 0.103366$$

$$\Delta L_{OP_{max}} = \delta p * Q_{max} \quad (4.50)$$

$$\rightarrow \Delta L_{OP_{max}} = 0.01749$$

### 4.5.13 Allongement en service :

$$\Delta LB_{max} = \delta B * FB_{max} \quad (4.51)$$

$$\rightarrow \Delta LB_{max} = 0.104113$$

$$\Delta LP_{max} = \delta p * Fp_{max} \quad (4.52)$$

$$\rightarrow \Delta LP_{max} = 0.01661$$

$$\Delta LB_{max} - \Delta L0B_{max} = 7.47 * 10^{-4} \quad (4.53)$$

$$\Delta LP_{max} - \Delta L0p_{max} = -8.77 * 10^{-4} \quad (4.54)$$

## 4.6 ASSEMBLAGES SOUDES [8]

### 4.6.1 Définitions

Par soudure, on entend un assemblage de deux pièces obtenu par fusion locale du métal avec interpénétration. Le soudage est un moyen d'assemblage permanent. Il a pour objet d'assurer la continuité de la matière à assembler. La soudure est caractérisée par l'effacement des contours primitifs des bords à assembler.

Le métal de base constitue les parties à assembler, de même nature ou non. Le métal d'apport identique ou différent du métal de base peut intervenir partiellement ou en totalité dans l'élaboration du joint.

Les paramètres influant sur la forme du cordon :

- la nature du matériau et celle du milieu extérieur ;
- la puissance spécifique ainsi que la vitesse de déplacement de la source calorifique ;
- la position du bain de fusion par rapport aux faces à assembler ;
- l'état des surfaces en contact avec le bain de fusion.

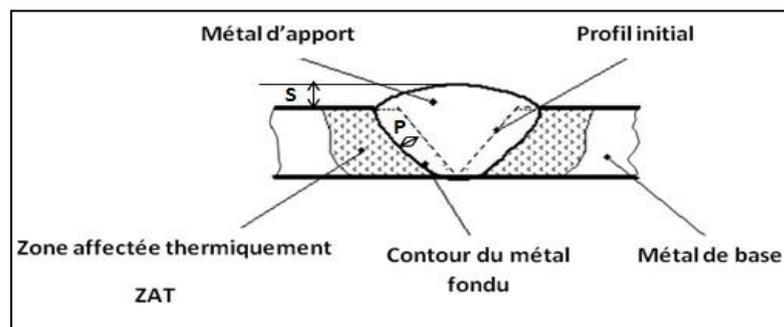


Figure 4.3 : constituants d'un assemblage soudé.

### 4.6.2 Types de soudures

Il existe différents types de soudures :

- a) **soudures d'angle:** soudeuse dont la section transversale est approximativement triangulaire et qui est déposée à la surface des plats assemblés, représentent 80 % des soudures réalisées dans le domaine des structures. Les soudures en angle se positionnent le long des angles de coin des éléments assemblés, leur profilé élémentaire est un triangle isocèle à angle droit. Elles sont généralement utilisées comme soudures porteuses, c'est à dire de force pour les assemblages en T, les assemblages en croix, les assemblages en angle et les assemblages à recouvrement. Pour les assemblages statiquement sollicités, on utilise généralement une soudure droite alors que pour les assemblages dynamiquement sollicités, il est préférable d'utiliser une soudure convexe qui a de plus faibles effets concaves.
- b) **Soudure en bout:** soudure réalisée dans l'épaisseur des plats aboutés, dans un assemblage bout à bout ou en té, avec pénétration de matière. Les soudures bout à bout apparaissent dans les joints de contact à bords droits des éléments assemblés et elles s'utilisent généralement comme soudures porteuses, c'est à dire de force.
- c) **Soudures en bouchons et en entailles :** pour la soudure en bouchon on remplit de soudures des perçages faits sur l'une des pièces pour assurer la liaison avec une pièce sous-jacente. Pour la soudure en entaille c'est le même principe que pour la soudure en bouchon, mais avec une taille suffisante pour réaliser un cordon périphérique sur la tranche de la pièce entaillée au lieu d'un remplissage. Les soudures en bouchons et en entailles sont généralement utilisées pour des assemblages à recouvrement. Elles ne sont adaptées ni au transfert de forces importantes, ni par exemple aux assemblages dynamiquement sollicités. L'assemblage est formé d'une soudure sur les parois des orifices ronds ou ovales et sur les surfaces de contact des parties adjacentes. Les bouchons et les entailles de petites dimensions sont généralement totalement remplis de soudure.
- d) **Les soudures par points (par résistance) :** sont généralement utilisées pour assembler des tôles minces et des éléments à parois minces. Leur utilisation est très adaptée, notamment lors de la fabrication en série. Les assemblages avec soudure par points ne conviennent pas particulièrement au transfert de forces importantes. En ce qui concerne le type de sollicitation, on distingue deux types élémentaires d'assemblages soudés par points:
  - assemblage avec soudure sollicitée par cisaillement (assemblage à recouvrement)
  - assemblage avec soudure sollicitée par arrachement (traction) [8]

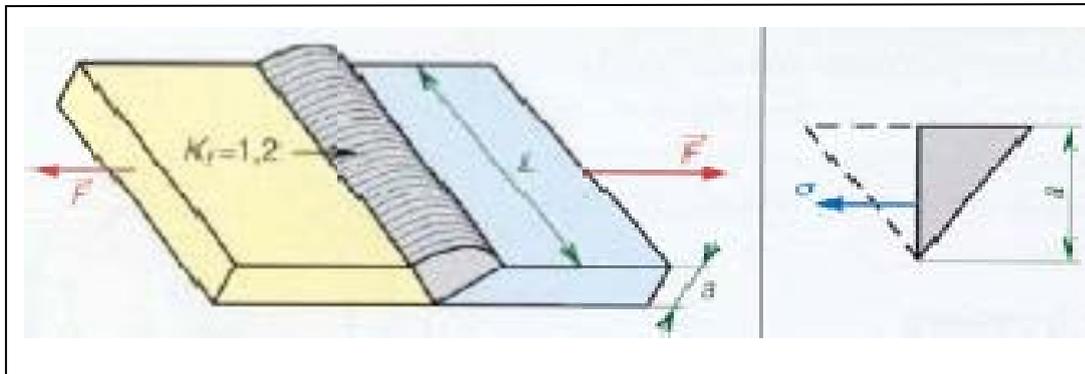
### 4.6.3 Procédés de soudage

Il existe un très grand nombre de procédés de soudage, dont les principes sont très différents. L'assemblage est obtenu :

- par fusion locale des éléments à assembler ;
- à froid par effet purement mécanique ;
- Modes intermédiaires combinant les effets mécaniques et calorifiques pouvant être obtenus à partir de sources d'énergie très variées : chimique, électrique, de radiation, etc. [8]

## 4.6.4 Calcul des structures dans le cas de sollicitations simples

- **Traction**



**Figure 4.4 :** Structure dans le cas de sollicitations Simple

Les contraintes dans le cordon se réduisent à la contrainte qui est donnée par :

**Tableau 4.1 :** Contraintes dans le cordon

Cas	Exemples	Contrainte	
		Représentations	Formules
Traction			$\sigma = \frac{F}{S}$
Cisaillement			$\tau = \frac{F}{S} = \frac{F}{a * L}$ $\tau = \frac{F}{0.707 * h * L}$ $L = AB + CD$
Cisaillement avec Traction			$\sigma = \tau$ $\tau = \frac{F}{h * L}$ $L = (AB + CD)$

### 4.6.4.1 Calcul du premier cordon : (glissière)

$$\tau = \frac{F}{h*L} \quad (4.55)$$

$$\Rightarrow \frac{F}{h*(AB+CD)} \Rightarrow \frac{100}{1*(5+5)}$$

$$\Rightarrow \tau = 10$$

### 4.6.4.2 Calcul du deuxième cordon : (coulisseau)

$$\tau = \frac{F}{h*L} \quad (4.56)$$

$$\Rightarrow \frac{F}{h*(AB+CD)} \Rightarrow \frac{100}{4*(12+12)}$$

$$\Rightarrow \tau = 1.042$$

### Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons essayé de déterminer quelques dimensions que nous avons jugées importantes ; afin d'avoir une rigidité et pour éviter tout accident de mal fixation de la pièce les différentes dimensions calculées répondent aux différents critères de fonctionnement.

Nous nous sommes basées dans nos calculs uniquement sur les diamètres des vis, les filetages ainsi que l'assemblage par soudure.

Pour les autres dimensions nous nous sommes basées sur les dimensions de la table de fraiseuse et l'emplacement réserver à cet ensemble.



## CONCLUSION GENERALE

---

A l'issue de cette étude, nous avons abouti à la conclusion suivante :

Toute étude de conception doit répondre à certaines exigences : dans notre cas, la première exigence était de mieux comprendre l'isostatisme ainsi que les différents systèmes d'ablocage et des montages d'usinage sur les machines outil.

Cette étude nous a permis de mieux comprendre les différentes étapes lors d'une étude de conception. Qui sont les choix du matériau, les différents calculs de dimensionnement, l'encombrement, de plus nous avons vu quelques modes de soudage vu que nous avons utilisé ce procédé.

La réalisation des différents dessins par Solidworks nous a permis d'approfondir nos connaissances dans ce domaine.

En perspective, nous souhaitons que ce projet soit réalisé par les futures promotions.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [1] <http://philippe.berger2.free.fr/productique/ressources/isostatisme/isostatisme.htm>.
- [2] cours Mr Kara\_ali.
- [3] [http://www.prof-mpk.fr/Documents\\_eleves/Annee 2013 2014/2 TU/Etude 2 fraisage isostatisme/S45/La mise en position](http://www.prof-mpk.fr/Documents_eleves/Annee_2013_2014/2_TU/Etude_2_fraisage_isostatisme/S45/La_mise_en_position)
- [4] <https://www.sous-traiter.fr/les-differents-dispositifs-dablocage-pour-lusinage-de-pieces/>
- [5] Fabrication mécanique cours gratuit de génie mécanique :  
<https://fabrication1.blogspot.com/2013/12/abloquer-les-pieces-en-fraisage-etau.html>
- [6] thèse de doctorat : conception du montage d'usinage modulaire pour le fraisage.  
HAL Id: tel-00580857 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00580857>.
- [7] <http://www.lyrfac.com/soutiens/knbase/pdf/fraiseuse.pdf>
- [8] cours Mr Hamza\_Chrif