



Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Fès  
Faculté de Sciences et Techniques de Fès-Saiss  
Département de génie mécanique



PFE

Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de la

**Licence Sciences et Techniques**

**Spécialité : Conception et Analyse Mécanique**

Thème :

# **Montage de cassage d'angles des pistons sur la WMT**

Réalisé à :



Fes

**Présenté par :**

Brija Safae  
El Alami Mohammed

**Encadré par :**

Mr. HASSAN RACHED  
Pr. AHMED EL KHALFI

**Soutenu le 08/06/2016 devant le jury :**

Pr. ABDELOUAHHAB EL JABRI  
Pr. AHMED EL KHALFI

# ***REMERCIEMENTS***

Nous tenons à remercier vivement toutes les personnes, qui, de près ou de loin, se sont impliquées dans la réalisation de ce projet, tant par leur soutien opérationnel, que professionnel.

Nous tenons aussi à remercier notre encadrant de stage : Monsieur EL KHALFI Professeur à la faculté des sciences et techniques de Fès, qui a bien voulu accepter de diriger notre travail. Ses conseils nous ont été d'une grande utilité.

Nous remercions aussi Monsieur HASSAN RACHED dans la société, pour le temps qu'il nous a consacré tout le long de ce stage. Sa précieuse contribution nous a permis d'approfondir et d'enrichir nos connaissances sur le fonctionnement de l'entreprise.

Nous tenons aussi à exprimer toute notre gratitude et nos remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu nous honorer de leur présence.

# Sommaire

Liste des figures.....	4
<b>Chapitre1 : Présentation générale de la SMFN.....</b>	<b>5</b>
I. Généralité et historique.....	6
II. Fiche technique.....	7
III. Organisation de la SMFN.....	7
1. Organigramme.....	7
2. Les services de la SMFN.....	8
IV. Description de la chaine de production.....	10
1. Le plan d’implantation des machines.....	11
2. Produits fabriqués.....	12
<b>Chapitre 2 : Etude de la machine WMT.....</b>	<b>14</b>
I. Fonctionnement de la machine .....	15
II. Décomposition de la machine.....	15
1. Partie hydraulique.....	16
2. Partie mécanique.....	16
3. Partie électrique .....	18
4. Partie pneumatique.....	18
III. Problématique.....	19
<b>Chapitre 3 : Conception du montage de cassage d’angles des pistons sur la WMT.....</b>	<b>20</b>
I. Solution proposée.....	21
II. La réalisation technique et théorique de la solution proposée.....	21
1. Conception sur CATIA V5 .....	21
2. Le vérin.....	22
a. Le choix du vérin .....	22
b. Schéma hydraulique.....	27
c. Schéma électrique.....	27
3. Etude RDM.....	28
Conclusion.....	32
Bibliographie.....	33

# Résumé

Dans le but de l'amélioration de la chaîne de fabrication des pistons et l'accroissement de leur productivité, SMFN a identifié un ensemble d'opportunités d'amélioration des performances de leurs machines de fabrication. Dans ce sens, il nous a été proposé dans le cadre de notre projet de fin d'étude, effectué au sein de Floquet Monopole Fès, intitulé : « **Montage de cassage d'angles des pistons sur la machine WMT** ».

Dans ce cadre, la démarche suivie dans la réalisation de ce projet consiste en premier lieu à effectuer une explication fonctionnelle des différents composants de la machine WMT. En deuxième lieu à établir une conception d'un montage, qui va nous permettre d'identifier ses éléments et calculer leurs mesures. Par la suite nous allons établir une combinaison entre la partie de commande électrique et hydraulique et la partie mécanique.

# Liste des figures

Figure 1: Floquet Monopole.....	7
Figure 2: Organigramme de la SMFN .....	8
Figure 3: le plan d'implantation des machines .....	12
Figure 4: Croquis désignant des termes techniques.....	13
Figure 5: Lingots d'aluminium.....	14
Figure 6: Fours de fusion des lingots.....	14
Figure 7: La machine WMT.....	16
Figure 8: Groupe hydraulique .....	17
Figure 9: Schéma des composantes mécaniques .....	18
Figure 10: Le système broche .....	18
Figure 11: La contre pointe .....	18
Figure 12: Armoire électrique.....	19
Figure 13: Groupe pneumatique .....	20
Figure 14: Vérin à tige traversante double effet .....	24
Figure 15: Composants des deux alliages d'aluminium utilisés.....	27
Figure 16: Coefficients spécialisés de coupe.....	27
Figure 17 : Schéma hydraulique .....	30
Figure 18: Schéma hydraulique .....	31
Figure 19: Résistances élastiques.....	34
Figure 20: Coefficient de sécurité.....	35

# INTRODUCTION

La découverte de nombreuses innovations et des nouvelles technologies ont favorisé le développement de l'industrialisation. Cette dernière connaît chaque jour une évolution rapide et globale ayant pour objectif la satisfaction des besoins d'un monde qui ne cesse de s'accroître et de se développer. L'entreprise de son côté cherche à se positionner sur l'échiquier industriel pour trouver une meilleure place sur le marché, en mettant en valeur son capital financier et surtout son capital technologique. De cette manière elle peut d'une part accroître ses moyens de production (usines, machines) et d'autre part réduire le plan de charge de travail, tout en garantissant une production élevée, répondant à des normes de qualité.

Effectuer un stage technique au sein d'une entreprise est une occasion pour nous de valider les connaissances acquises, par une nouvelle expérience qui nous permet de nous familiariser avec les méthodes utilisées en milieu professionnel et de développer ainsi de nouvelles techniques dans notre domaine de spécialité.

Pour ce fait, nous nous sommes adressées à la Société Marocaine des Fonderies du Nord-Floquet Monopole- qui nous a accordé l'opportunité d'effectuer ce stage au service fonderie. C'est dans ce dernier que nous étions chargées de procéder à faire une conception d'un montage qui permettra à la machine WMT d'effectuer le cassage d'angles des pistons.

Le présent rapport expose la démarche poursuivie dans le cadre de ce stage. Il est structuré comme suit :

- ✓ Une présentation générale de l'entreprise et une description du processus de fabrication de piston.
- ✓ Une présentation de la machine WMT.
- ✓ Conception du montage de cassage d'angles des pistons sur la WMT.

Toutes ces étapes ont pour objectif d'accroître la production du système dans le but de permettre une production de qualité, pour une même durée de fonctionnement et de diminuer ainsi le coût de non-qualité qui pourrait être dû à l'erreur humaine.

# *Chapitre 1*

*Présentation*

*générale*

*de la SMFN*

## I. Généralité et historique :



Figure 1: Floquet Monopole

La SMFN est l'un des plus importants industriels exportateurs des composants moteurs pour l'automobile, elle a été créée en 1984. Son activité principale est la fabrication des pistons pour moteur à combinaison interne, essence et diesel pour véhicules légers, utilitaires, poids lourds tracteurs et moteurs stationnaires, l'enveloppe qu'à nécessité cet investissement est de 40 millions de Dirhams pour l'unité " piston", 20 millions de Dirhams pour l'unité "chemises", 10 millions de Dirhams pour l'unité " axes ".

Les investissements ont porté sur tous les aspects de production, fonderie, CAO, unité de réalisation des moules, parc machines, laboratoire de contrôle...etc. L'export concerne près de 80% de la production, et elle produit plus de 500 000 pistons par an. La SMFN réalise un chiffre d'affaires de plus de 80 millions de Dhs. C'est une société anonyme de capitale social 21 millions de Dhs.

La SMFN est une société dont l'usine est unique dans son genre en Afrique et dans les pays Arabes pour les activités suivantes : fabrication par moulage, usinage vent de pistons en alliage d'aluminium,

fabrication par usinage et vente de chemise en fonte perlitique, négoce d'accessoires associés pour kits moteur (segment, joint, filtres)

### a. Fiche signalétique :

<b>Raison sociale</b>	: FLOQUET MONOPOLE DE FES
<b>Activité</b>	: Fabrication et vente du piston
<b>Statut juridique</b>	: Société Anonyme (S.A.)
<b>Date de création</b>	: 1984
<b>Directeur Général</b>	: Mr. LARAQUI MOHEMMED
<b>Capital</b>	: 21.000.000 DH
<b>Numéro de la patente</b>	: 28.305.020
<b>Effectif employé</b>	: 158 personnes
<b>Capacité de production</b>	: 500.000 Piston par a
<b>Adresse</b>	: Quartier industriel Sidi Brahim Lot. 59 Angles Rues 811/812 Fès

### b. Organisation technique de la SMFN :

#### 1. Organigramme de la SMFN

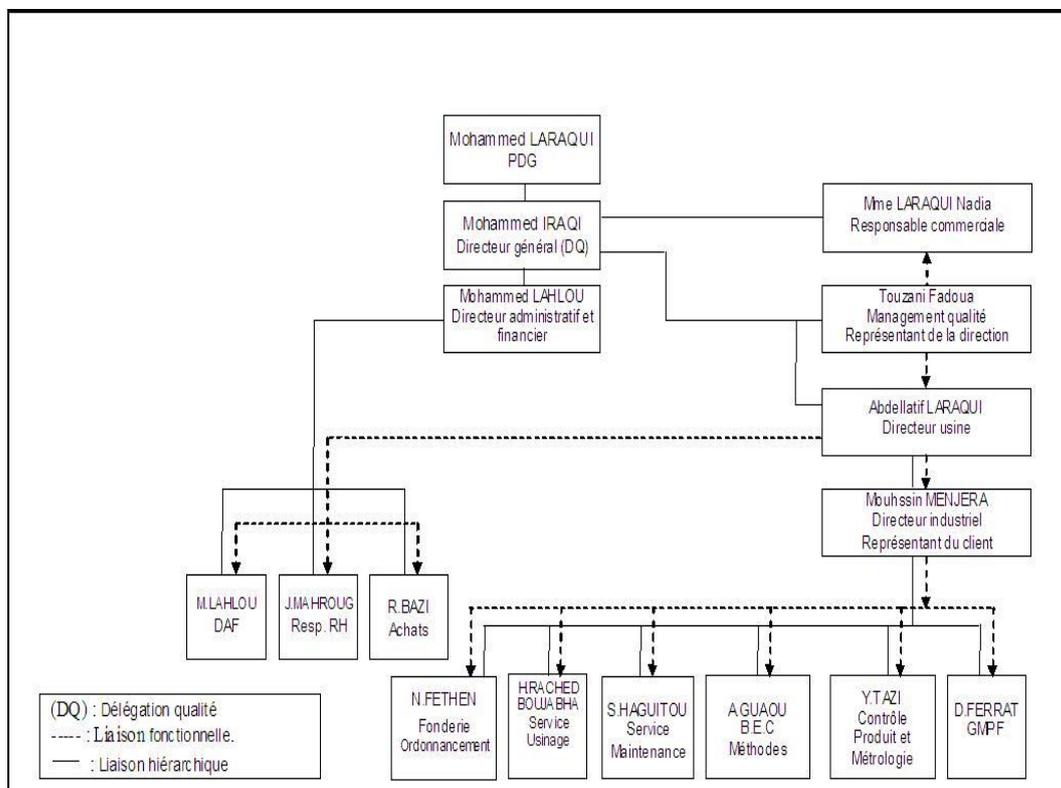


Figure 2: Organigramme de la SMFN

## 2. Les services de la SMFN

### ➤ Service qualité

Ce service assure le bon fonctionnement du système management de la qualité et l'efficacité des activités au sein de la société conformément à la norme ISO 9002.

### ➤ Bureau d'étude

Ce bureau a pour rôle principal la réalisation des plans des nouveaux produits et il est en relation avec le bureau d'étude de Floquet monopole France pour la confirmation des études. Il permet aussi :

- La collecte des informations techniques des produits concurrents ;
- De dessiner les plans des outillages de fonderie (moule) et d'usinage.

### ➤ Bureau des méthodes

Les ingénieurs de ce bureau définissent les moules et précisent chaque étape de production Ce bureau a pour objectifs :

- L'établissement des gammes d'usinage
- L'établissement des fiches techniques
- L'établissement des plans des outillages de fabrication et de contrôle
- La définition des montages d'usinage et des paramètres du processus.

### ➤ Service fonderie

Ce service est responsable de la production fonderie, cette dernière assure le coulage dans les moules.

La fusion de l'alliage se fait dans les fours électriques à induction de grande capacité (1200 kg) ou dans les fours à gaz de même capacité. Après le traitement thermique préliminaire, l'alliage est transporté dans les fours clarificateurs -électriques à résistance. Les moules sont montés dans des machines de coulée commandées hydrauliquement et travaillant en cycle automatique ou manuellement. On utilise des machines de coulée de structures différentes suivant le genre de pistons coulés. Après le coulage, on effectue un traitement thermique. On charge le four de fusion par les proportions suivantes :

70% lingots ; 20% masselottes ; 10% rebut.

La température de fusion est 730°C pour AS12 et 780°C pour AS18.

Lorsque le bain atteint la température demandée on traite l'alliage en effectuant : La désoxydation (EV123), le dégazage (Azote), ce traitement garantit l'obtention des propriétés mécaniques requises par le cahier des charges.

### ➤ **Atelier mécanique**

L'atelier mécanique joue un rôle très important dans la société et il a comme objectif :

- Fabrication des moules ;
- Affûtage des outils ;
- Fabrication de pièces de rechange et les outillages de production par exemple le montage d'usinage, poinçon coquille de montage. Cet atelier est équipé de diverses machines :
  - 2 tours et 2 fraiseuses avec leurs accessoires ;
  - Projecteurs de profils pour comparer les pièces fabriquées avec le dessin de référence ;
  - Rectifieuse plane ;
  - Rectifieuse cylindrique ;
  - Deux perceuses ;
  - Scie mécanique

### ➤ **Service maintenance**

Ce service assure le bon fonctionnement des moyens de fabrication. Il permet aussi :

- La réalisation des interventions sur les moyens de fabrication ;
- L'établissement d'une fiche après chaque panne ;
- Réalisation des interventions sur les moyens de production ;
- Établir les dossiers des machines

## ➤ *Service contrôle*

A chaque étape du processus, des contrôles fréquents sont effectués par l'opération de la machine. Le laboratoire de contrôle véhicule par sondage *dans les lots de pièces finis ou* en cours de fabrication. Tous les pistons passent obligatoirement par ce laboratoire métrologique pour vérifier la conformité métallurgique et dimensionnelle.

Ce service dispose d'une large gamme d'outils d'analyse et de contrôle :

- Deux spectromètres pour l'analyse qualitative et quantitative de la matière au niveau de la fonderie en respectant le cahier des charges ;
- Un rugosimètre pour le contrôle de la rugosité ;
- Un appareil de contrôle par ultrasons ;
- Un microscope ;
- Un duromètre pour le contrôle de la dureté.

Afin de veiller autant à la qualité des produits qu'à la qualité des outils de contrôle, pour ce fait ce service a pour objectifs :

- D'intervenir en cas des problèmes concernant la qualité ;
- D'assurer la réception qualitative de la matière et des composants entant dans la fabrication des pistons ;
- D'assurer la conformité des moyens de contrôle.

## **c. Description de la chaine de production**

### **1. Le plan d'implantation des machines**

Le plan d'implantation du circuit de production est illustré par la figure suivante :



## 2. Produits fabriqués

Les produits fabriqués dans la SMFN sont des pistons pour les moteurs thermiques à combustion et à explosion interne.

Le piston est une pièce cylindrique mobile, qui sert à comprimer les gaz en vue d'une explosion et qui après explosion transforme l'énergie thermique en énergie mécanique. L'action des pistons fournit la force motrice grâce à la combustion du mélange gazeux air essence. La jupe du piston est prévue pour s'adapter à la tête du cylindre. Les segments sont ajustés dans des nervures qui vont brosser les parois du cylindre pendant que la tête du piston se déplace verticalement. Ces segments assurent l'étanchéité nécessaire pour éviter les fuites d'essence, d'air et des gaz d'échappement.

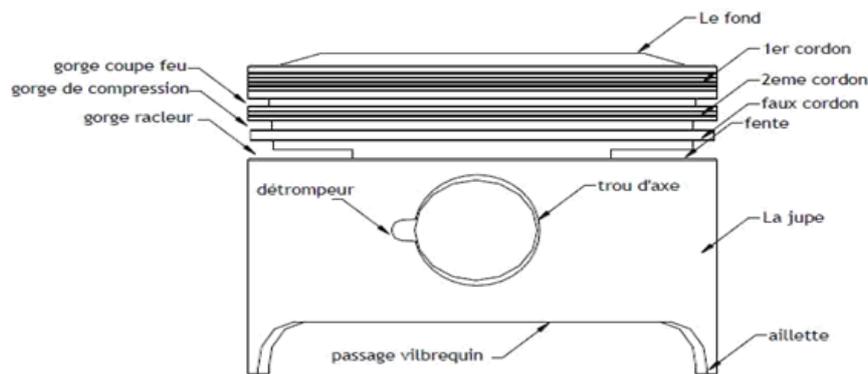


Figure 4: Croquis désignant des termes techniques

## 3. La gamme de fabrication du produit

### a. La partie fonderie

La fonderie est l'ensemble des procédés de formage des métaux qui produisent le piston brut à partir d'une matière première. C'est une partie essentielle pour la fabrication des pistons ; elle représente les premières opérations à effectuer avant l'usinage, elle est responsable de la quantité de production et même de la qualité des pistons fondus.



Figure 5: Lingots d'aluminium



Figure 6: Fours de fusion des lingots

### b. La partie usinage

Actuellement, Floquet monopole travaille sur deux chaînes de production :

- **La chaîne TU1** : elle est spécialisée dans la fabrication des pistons pour la maison Renault/Citroën, qui vont être exportés par la suite vers l'Europe. Elle utilise des machines de la nouvelle technologie de pointe, ces dernières vont être développées par la suite.
- **La chaîne classique** : elle produit les pistons considérés comme des pièces de rechange et qui sont destinés pour l'exportation vers les pays du Maghreb, et aussi en cas d'urgence, c'est-à-dire si une machine de la ligne TU1 tombe en panne et reste en arrêt pendant une longue durée, cette ligne classique remplace la première dans la chaîne de production jusqu'à ce que celle-ci soit en bonne état de marche

# *Chapitre 3*

## *Etude de la machine*

*WMT*

## I. Fonctionnement de la machine

La machine classique « WMT » est la machine la plus compliquée de l'usine elle est constituée pour faire la finition de la jupe et de cordon du piston elle comporte :

- Partie électrique : elle est située à l'arrière de la machine, elle contient tout l'équipement de commande électrique.
- Partie hydraulique : pour la lubrification du système et le fonctionnement du moteur de transmission de la table radiale
- Partie pneumatique : pour le fonctionnement des bras, contre pointe et copieurs.
  - ✓ Bras antérieur pour la finition de la jupe et de cordon du piston.
  - ✓ Bras postérieur pour les ondulations, les creux (exigences client).
  - ✓ Contre pointe pour fixer la pièce sur le mandrin.
- Système broche : pour la rotation de la pièce à usiner.

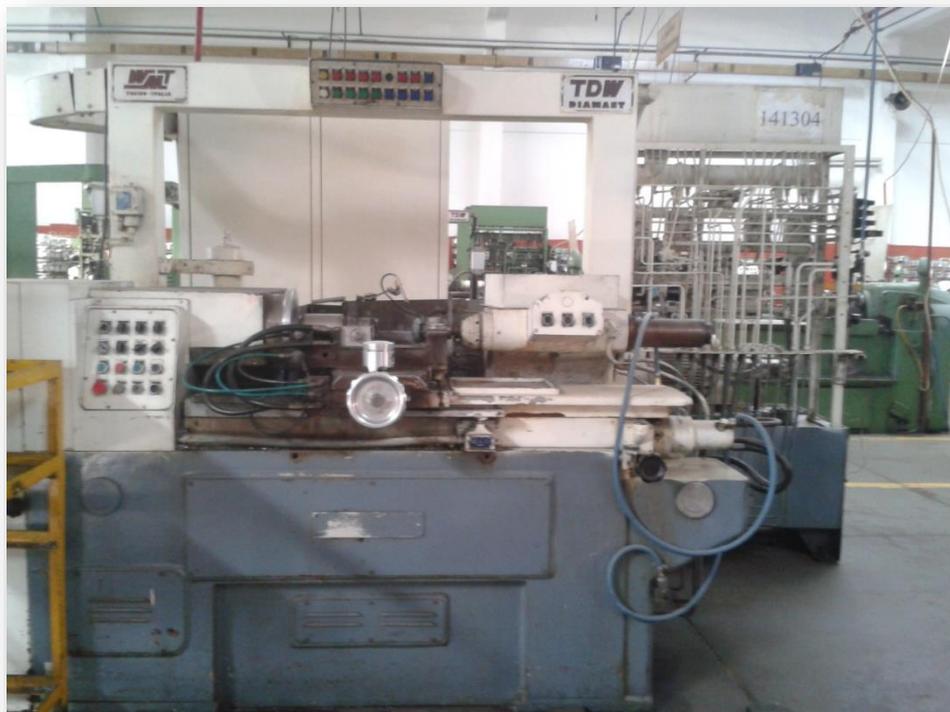


Figure 7: La machine WMT

## II. Décomposition de la machine

Nous allons décomposer la WMT en quatre ensembles puis en sous-ensemble jusqu'aux pièces élémentaires, Ces quatre parties sont :

Partie hydraulique ;

Partie mécanique ;

Partie électrique ;

Partie pneumatique ;

### 1. Partie hydraulique

C'est la partie qui comporte tous les composants hydraulique et la canalisation hydraulique pour le fonctionnement du moteur de transmission de la table et pour la lubrification de système.



Figure 8: Groupe hydraulique

### 2. Partie mécanique

Elle se compose de toutes les pièces permettant d'assurer les liaisons, le fonctionnement du mécanisme à savoir : le système broche, la contre pointe et la table axiale/radiale.

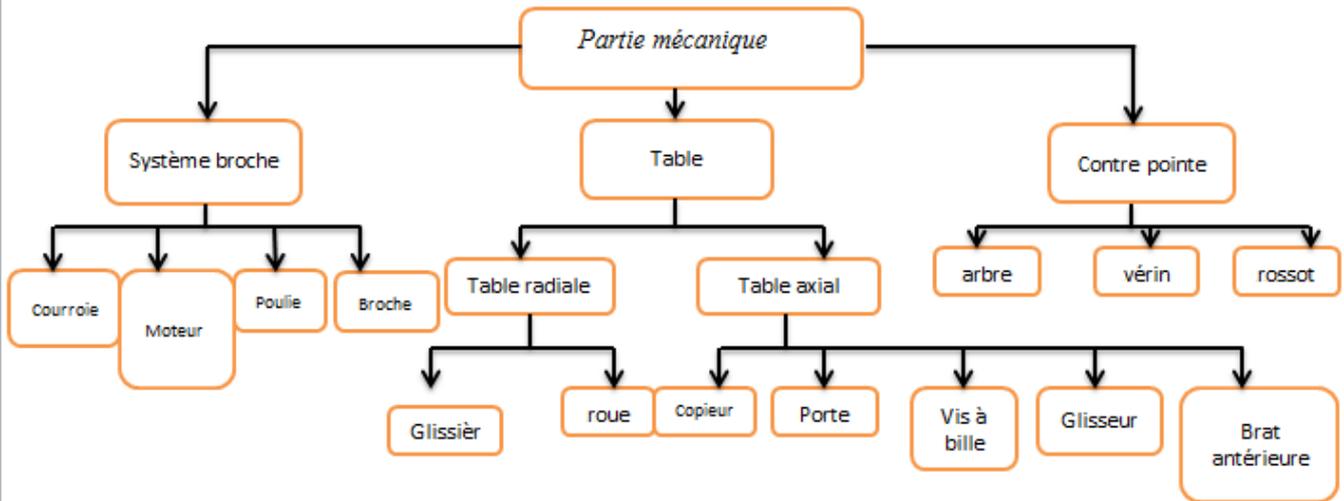


Figure 9: Schéma des composantes mécaniques



Figure 10: Le système broche

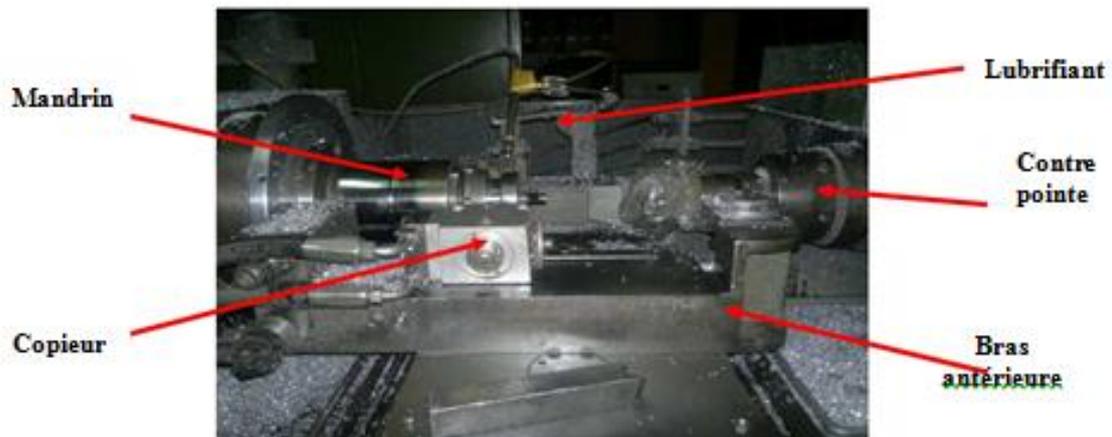


Figure 11: La contre pointe

### 3. Partie électrique

C'est la partie la plus sensible de la machine car elle se compose de montages et commandes électrique dont les câblages du démarrage moteur, commande des distributeurs hydrauliques.

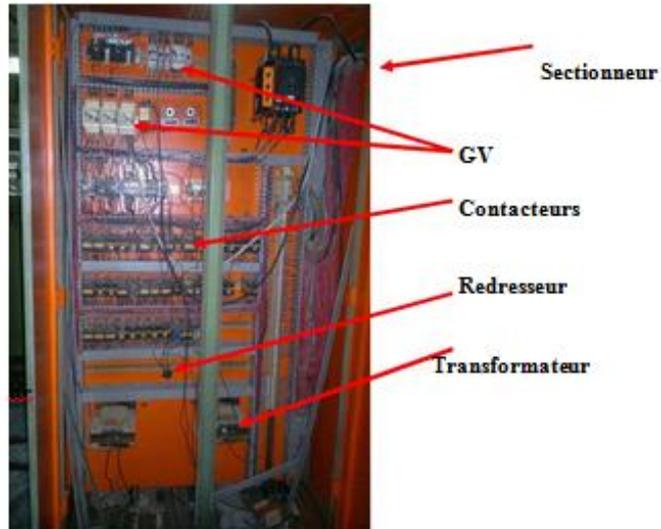


Figure 12: Armoire électrique

### 4. Partie Pneumatique

Elle se compose de toutes les pièces permettant d'assurer le fonctionnement de la contre pointe et du bras antérieure/postérieure.

- Tuyauterie
- 4 Distributeurs doubles limiteurs de pression
- Vérin pneumatique
- Electrovanne

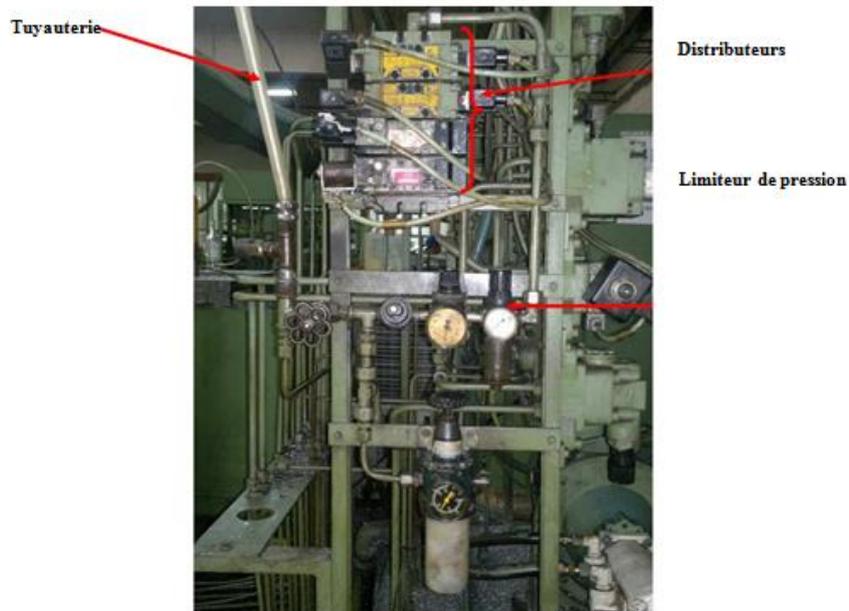


Figure 13: Groupe pneumatique

### III. Problématique

Cette partie consiste à formuler la problématique qui se pose au niveau de la WMT.de finition de la jupe et de cordon du piston qu'on a présenté son fonctionnement dans le chapitre précédent. Cette machine fait partie de la gamme de fabrication de notre produit au niveau dans laquelle on remarque un problème qui mène à des pertes remarquables de temps et d'énergie.

Ses pertes sont obtenues à cause de l'effort fait par l'opérateur qui travaille sur la WMT et qui doit à chaque fois porter le piston jusqu'au tour pour effectuer le cassage d'angles et revenir à la WMT une fois de nouveau pour répéter ce processus pour tous les pistons.

# *Chapitre 3 :*

*Conception de  
montage de cassage  
d'angles des pistons  
sur la WMT.*

## I. Solution proposée

En guise de solution à la problématique qu'on a au niveau de notre gamme de fabrication on a suggéré de faire une combinaison entre la WMT et le tour de cassage d'angles.

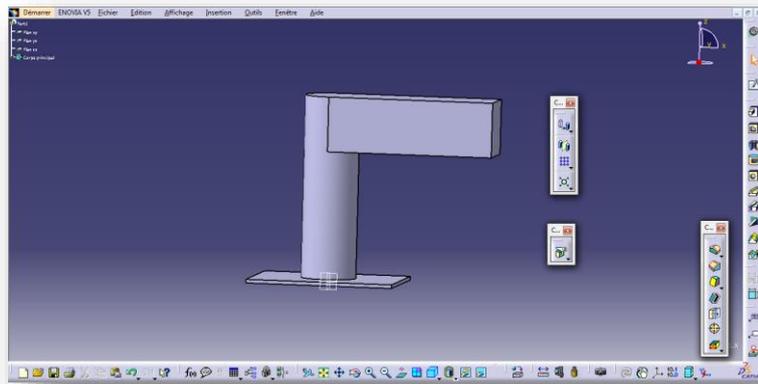


Cette combinaison consiste à monter une partie sur la WMT qui va permettre à l'opérateur de travailler confortablement et rester sur la machine pour faire toute les opérations de finition de la jupe et des cordons sur la même machine.

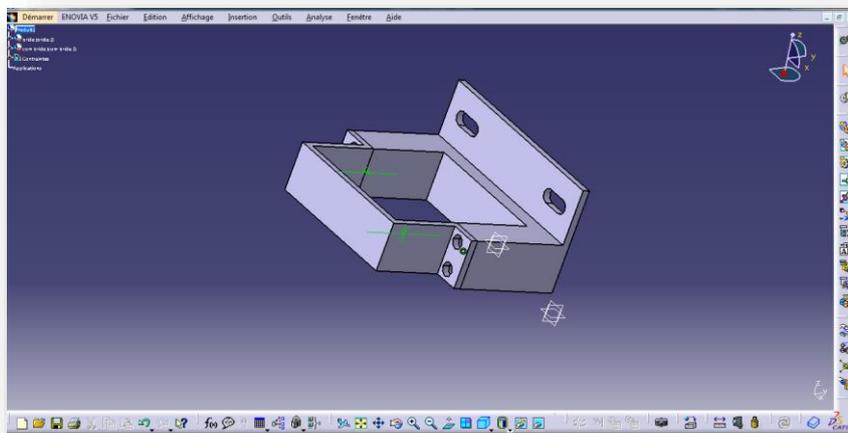
## II. La réalisation technique et théorique de la solution proposée

### 1. Conception sur CATIA V5

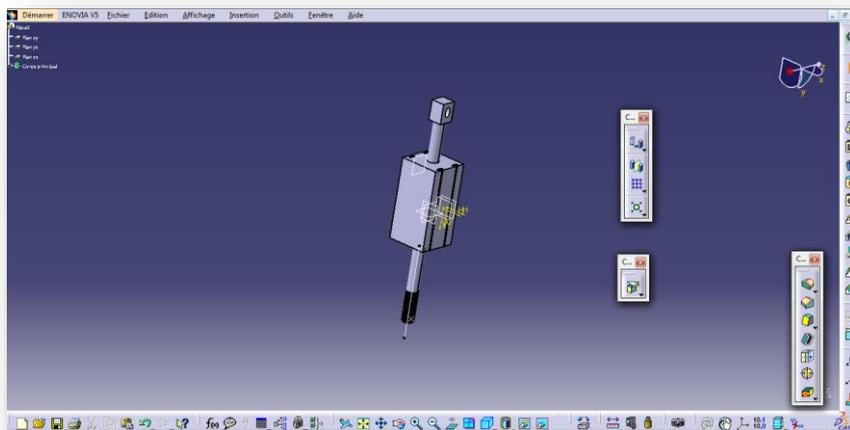
Notre montage comporte une poutre qu'on va la placer sur la machine d'une manière que la charge accrochée à l'extrémité de notre poutre et qui comporte le vérin, le porte outil et l'outil soit directement en haut du piston pour effectuer le cassage d'angles correctement.



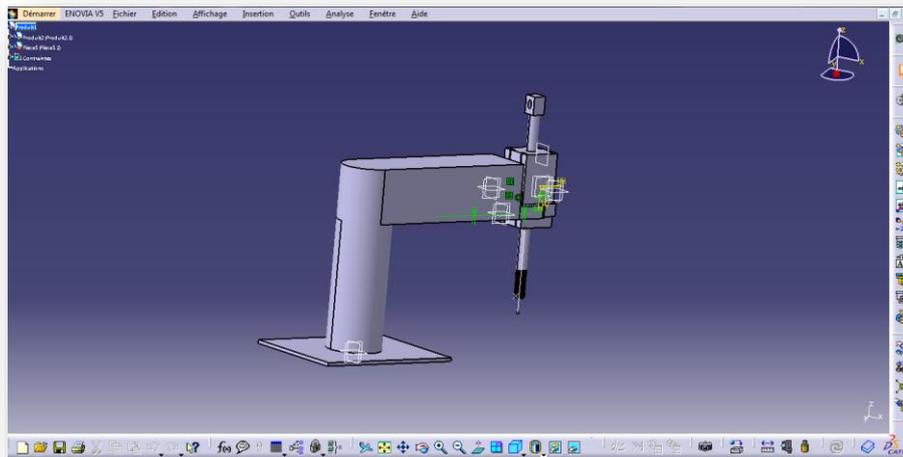
Système bride de serrage qui va nous permettre d'accrocher le vérin à la poutre :



Le vérin qu'on va utiliser dans notre montage et qui va porter le porte outil et ses outils :



D'où la conception du montage :



## 2. Le vérin

### a. Choix du vérin

Le **vérin hydraulique** transforme l'énergie hydraulique (pression, débit) en énergie mécanique (effort, vitesse). Il est utilisé avec de l'huile sous pression, jusqu'à 350 bars dans un usage courant. Il est utilisé pour des efforts plus importants et des vitesses plus précises (et plus facilement réglables) qu'il peut développer.

La force exercée par l'huile comprimé est aussi grande dans les deux sens de déplacement étant donné que la surface de travail du piston est la même des deux côtés chez ce type de vérin double effet.

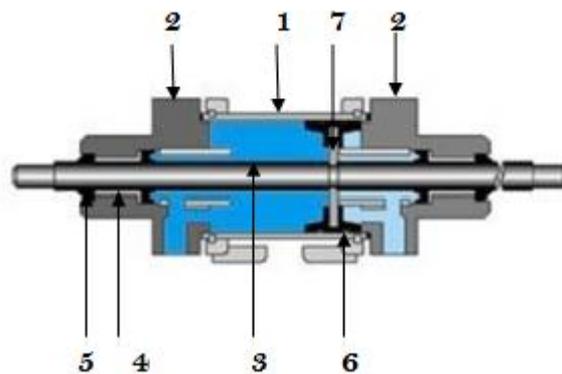


Figure 14: Vérin à tige traversante double effet

- 1- corps du vérin
- 2- culasse arrière
- 3- tige de vérin

4- coussinet

5- joint racleur avec joint à lèvres intégré

6- joint à lèvres

7- piston

La force qu'exerce le piston d'un vérin dépend de la surface du piston et de la pression de travail.

La force théorique du piston peut être calculée de la manière suivante  $F_{th} = P \times A$

Plus importante est la force réelle obtenue à la tige du piston. Pour obtenir cette force réelle, il faut tenir compte des forces de frottement et déduire ces forces de la force théorique. En temps normal (pression de travail 0,4 à 0,8 MPa), on peut considérer que la force de frottement équivaut environ 10% de la force théorique.

La force réelle obtenue à la tige du piston d'un vérin double effet peut être calculée de la manière suivante :

$$F = F_{th} - F_w = P \times A - F_w$$

La surface effective de travail lors de la sortie du piston :  $A = \pi \times \frac{D^2}{4}$

Description des grandeurs physiques utilisées :

- F = force réelle obtenue à la tige du piston
- F<sub>th</sub> = la force théorique du piston
- F<sub>w</sub> = la force de frottement = 10% de F<sub>th</sub>
- p = la pression de travail
- A = la surface effective de travail
- D = le diamètre du piston
- d = le diamètre de la tige de vérin

Où  $F$  est aussi l'effort de coupe exercé par le piston usiné sur l'outil se décompose en trois forces. La plus importante est l'effort tangentiel de coupe :  $F_c$ .

$$F_c = K_c \cdot a \cdot f$$

- $K_c$  : coefficient spécifique de coupe en daN/mm<sup>2</sup>.
- $a$  : profondeur de passe en mm
- $f$  : avance en mm/tr.

Aussi la tige du vérin en compression est une poutre soumise au flambage et à une sollicitation de compression présentant des risques de déformation brutale en flexion.

**Pour dimensionner la tige du vérin**, on applique la formule de la charge critique d'Euler  $F_c$  qui donne la charge maximum admissible en compression :

$$F_c = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{(G, \vec{z})}}{(L \cdot \lambda)^2}$$

- $L$  : course de la tige.
- $\lambda$  : permet de tenir compte des différents types d'attachement de guidage des extrémités du vérin.

Le piston fabriqué contient trois gorges (gorge coupe-feu, gorge de compression et gorge racleur) dont le cassage d'angle est effectué par des outils de chanfreinage positionnés sur un porte outil selon les positions des gorges. Ces outils ont chacun la même force de coupe  $F_c$ .

Dans la formule ci-dessus on a :

- La profondeur de passe entre 1/10 et 5/10.
- En pratique  $f=0.2$  mm/tr pour les matériaux non-ferreux (aluminium...)

Deux alliages d'aluminium sont utilisés pour la fabrication des pistons au sein de l'entreprise (AL AS12, AL AS18).

	AS 12 en %	AS 18 en %	Rôles des composants AS
Silicium (Si)	12	18	- Augmenter la résistance thermique et mécanique de l'alliage face aux contraintes élevées des moteurs.
Fer (Fe)	0,7	—	- Améliore les caractéristiques mécaniques.
Cuivre (Cu)	1,5	—	- Amélioration des caractéristiques mécaniques des alliages. - Amélioration des aptitudes à l'usinage.
Manganèse (Mn)	0,3	—	- Augmente la résistance à la traction.
Magnésium (Mg)	1,5	—	- Amélioration des caractéristiques mécaniques.
Nickel (Ni)	1,3	—	- Augmente la résistance à la corrosion et à la haute température.
Zinc (Zn)	0,2	—	- Limiter la corrosion. - Augmente les caractéristiques mécaniques.
Titan (Ti)	0,2	—	- Affiner le grain de métal. - Améliore les caractéristiques mécaniques.

Figure 15: Composants des deux alliages d'aluminium utilisés

D'après les résistances de rupture de chaque composant nous avons obtenu :  $Rr = 21 \text{ MPa}$

Le tableau nous a permis de localiser le coefficient spécifique de coupe :

$$Kc = 100 \text{ daN/mm}^2$$

MATÉRIAU USINÉ		Coefficient spécifique de coupe $K_c$ (daN/mm <sup>2</sup> )			
Avance (mm) →		0,1	0,2	0,4	0,8
Aciers d'usage général	S 185 - S 275	360	260	190	140
	B 355	400	290	210	150
	E 330	420	400	220	160
	E 360	440	315	230	165
Aciers alliés	Acier au manganèse	470	340	240	180
	Acier au nickel-chrome	500	360	260	180
	Acier au chrome-molybdène	530	380	270	200
	Acier inoxydable	520	370	270	190
Aciers non alliés	C 40	320	230	170	125
	C 50	360	260	190	140
	C 60	390	290	210	150
Fontes	FGL 150	190	140	100	70
	FGL 250	290	210	150	110
	Fonte alliée	320	230	170	120
	Fonte malléable	240	170	120	90
Alliages de cuivre	Laiton	160	110	90	60
	Bronze	340	240	180	130
Alliages d'aluminium	$Rr < 19$	110	80	60	40
	$19 < Rr < 27$	140	100	70	50
	$27 < Rr < 37$	170	120	80	60

Figure 16: Coefficients spécialisés de coupe

Finalement :

$$F_c = 100 \times 0.2 \times \frac{2}{5}$$

$$= 8 \text{ daN}$$

Et puisque nous avons trois outils la force totale de coupe sera :

$$F = 3 \times F_c$$

$$= 240 \text{ N}$$

Tout cela nous conduit à dimensionner le piston et la tige du vérin. Et d'après les formules citées dessus :

$$F = F_{th} - F_w$$

$$= P \cdot A - 0.1P \cdot A$$

$$= 0.9P \cdot A$$

D'où

$$A = \frac{F}{0.9P}$$

Or

$$A = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$$

Alors :

$$D_{piston} = \sqrt{\frac{4F}{0.9P \cdot \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 240}{0.9 \times 0.4 \times \pi}}$$

$$= 30 \text{ mm}$$

Passons maintenant à la tige du vérin.

On a :

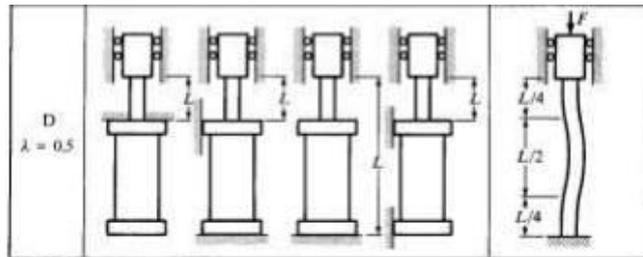
$$F = \frac{\pi^3 \cdot E \cdot D_{tige}}{64(L \cdot \lambda)^2}$$

Alors :

$$D_{tige} = \sqrt[4]{\frac{64 \times F \times (L \cdot \lambda)^2}{\pi^3 \cdot E}}$$

Et d'après la fiche technique du vérin choisi la matière de la tige est l'acier fortement allié où  $E=205000\text{MPa}$ .

Choisissons la course  $L=250\text{mm}$  et à partir d'un guide explicatif de constructif  $\lambda = 0.5$  est la plus convenable à notre cas.



Donc :

$$D_{tige} = \sqrt[4]{\frac{64 \times 240 \times (250 \cdot 0.5)^2}{\pi^3 \cdot 205}}$$

$$= 13 \text{ mm}$$

### *b. Schéma hydraulique*

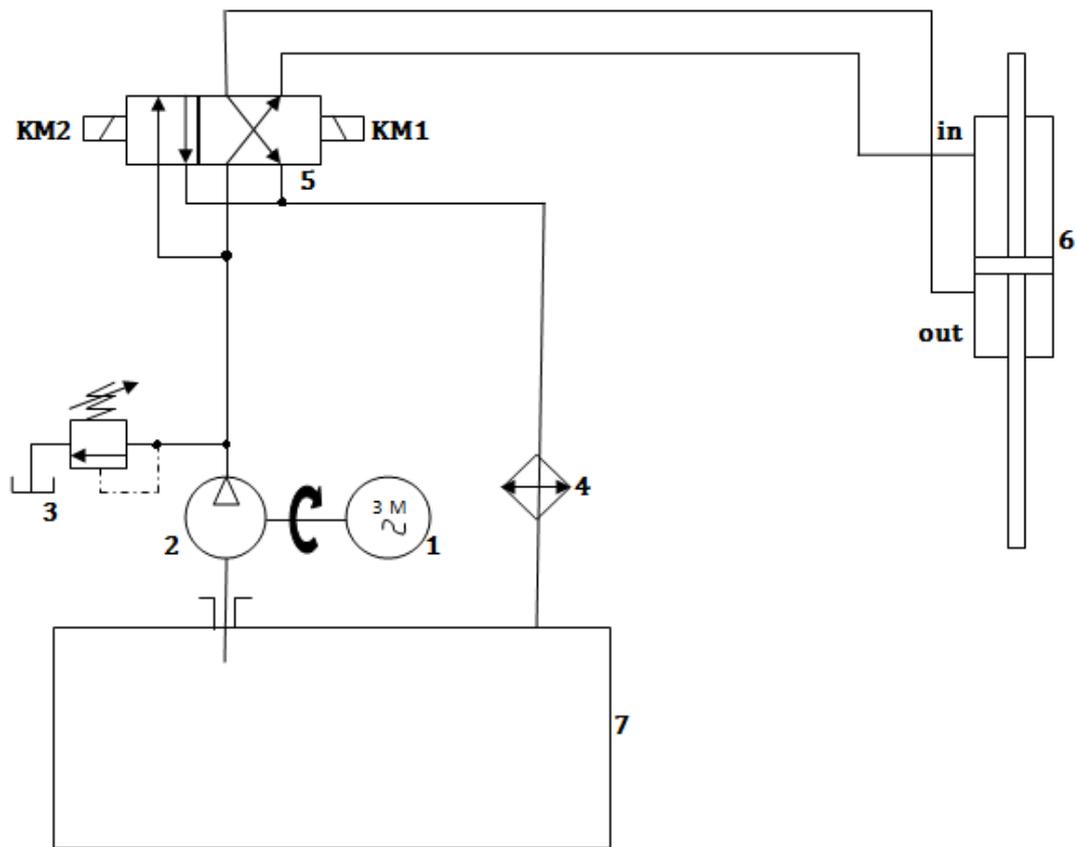
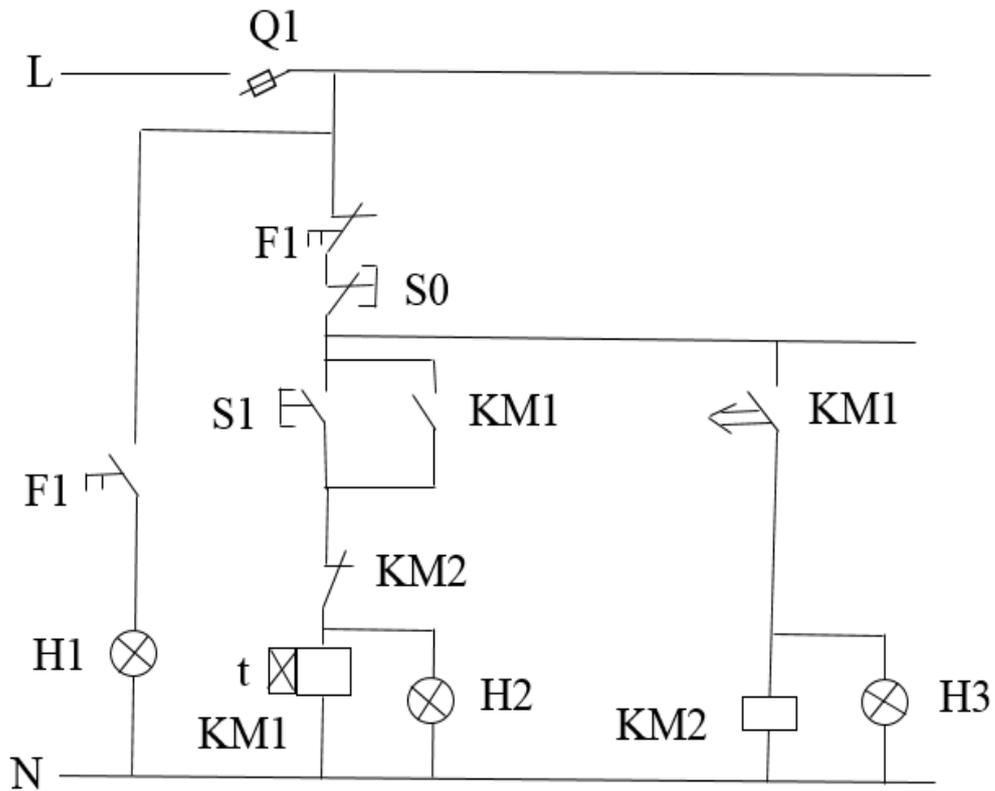


Figure 17 : Schéma hydraulique

1. Moteur asynchrone
2. Pompe
3. Régulateur de pression
4. Echangeur de chaleur
5. Distributeur
6. Vérin hydraulique
7. Réservoir

*c. Schéma hydraulique*



**Figure 18:** Schéma électrique

### 3. Etude RDM

La flexion est la déformation d'un objet qui se traduit par une courbure. Dans le cas d'une poutre, elle tend à rapprocher les deux extrémités de la poutre. Dans notre cas c'est une poutre encastree avec une charge à une extrémité, équivalente à une force appliquée  $F$  (en Newton).



- Méthode 1 :

D'après la relation de la flèche on a :

$$\begin{aligned}
 V(x) &= \iint \frac{Mz}{EIz} dx \\
 &= \iint \frac{Px}{EIz} dx
 \end{aligned}$$

$$= \frac{Px^3}{6EIz} + C_1x + C_2$$

Avec  $Mz=p\langle x-0 \rangle$  (méthode de singularité)

Or :

$$Iz = \frac{b^4}{12}$$

Alors :

$$\begin{aligned} V(x) &= \frac{12P}{6Eb^4}x^3 + C_1x + C_2 \\ &= \frac{2P}{Eb^4}x^3 + C_1x + C_2 \end{aligned}$$

D'après les conditions aux limites :

$$\begin{cases} V(0) = 0 \Rightarrow C_2 = 0 \\ \varphi(L) = 0 \Rightarrow \frac{6PL^2}{Eb^4} + C_1 = 0 \\ \Rightarrow C_1 = \frac{-6PL^2}{Eb^4} \end{cases}$$

D'où :

$$V(x) = \frac{12P}{Eb^4}x^3 - \frac{6PL^2}{Eb^4}x$$

On estime  $V(x=L)$  d'après la tolérance du cassage lorsque  $x \rightarrow L$   $V(X=L) \rightarrow k$

**k** : la valeur précise de la tolérance de l'opération cassage d'angle.

D'où :

$$k = \frac{12PL^3}{Eb^4} - \frac{6PL^3}{Eb^4}$$

Alors pour que la poutre supporte la charge ; il faut que :

$$k = \frac{6PL^3}{Eb^4} \Rightarrow b^4 = \frac{6PL^3}{Ek}$$

$$\Rightarrow b = \sqrt[4]{\frac{6PL^3}{Ek}}$$

- Méthode 1 :

On a la contrainte maximale est :

$$\sigma_{\max} = \frac{-Mzy_{\max}}{Iz}$$

Alors :

$$\begin{aligned}\sigma_{\max(x)} &= \frac{-Px \times 12b}{2b^4} \\ &= \frac{-6Px}{b^3}\end{aligned}$$

Pour  $x=L$  :

$$\sigma_{\max(L)} = \frac{-6PL}{b^3}$$

Finalement pour que la poutre supporte la charge il faut que :

$$|\sigma_{\max}| \leq Re_p = \frac{Re}{S}$$

Or  $S$ : coefficient de sécurité

D'où

$$\frac{6PL}{b^3} \leq \frac{Re}{S}$$

$$\Rightarrow b^3 > \frac{6PLs}{Re}$$

$$\Rightarrow \sqrt[3]{\frac{6PLS}{Re}}$$

L'acier est le matériau qu'on va utiliser dans notre montage, et d'après les caractéristiques des types d'acier, on constate que l'acier de construction usuel non allié est le plus utilisable donc il est convenable à notre conception.

Matière	Nuance	$R_e$ (MPa)
Résineux courants	C18 à C30	18 à 30
Bois lamellé-collé	GL24 à GL32	24 à 32
Alliage d'aluminium	Série 1000 à Série 7000	90 à 440
<b>Acier de construction usuel non allié</b>	<b>S235 à S355</b>	<b>235 à 355</b>
Acier au carbone trempé	XC 30 (C30)	350 à 400
Acier faiblement allié trempé	30 Cr Ni Mo 16 (30 CND 8)	700 à 1 450
Alliage de Titane	TA 6V	1 200
Fibre de verre	"E", Courant	2 500
Fibre de verre	"R", haute performance	3 200
Fibre de carbone	"HM", haut module de Young	2 500
Fibre de carbone	"HR", haute résistance	3 200
Composites Fibre/matrice	Verre ou Carbone	1 000 à 1 800

Figure 19: Résistances élastiques

La résistance élastique de cet acier varie entre 235 à 355 MPa ce qui donne en moyenne :

$$Re=270MPa$$

Et d'après les mesures effectuées sur la machine WMT nous avons obtenu :

$$L=660 \text{ mm}$$

On a :

Coefficient de sécurité (s)	Conditions générale de calculs (sauf réglementation particulière)
1,5 à 2	Cas exceptionnels de grande légèreté. Hypothèse de charges surévaluées.
2 à 3	Construction où l'on cherche la légèreté (aviation). Hypothèse de calcul la plus défavorable (charpente avec vent ou neige, engrenages avec une seule dent en prise...).
<u>3 à 4</u>	Bonne construction, calculs soignés, haubans fixes.
<u>4 à 5</u>	Construction courante (légers efforts dynamiques non pris en compte. Treuils.)
5 à 8	Calculs sommaires, efforts difficiles à évaluer (cas de chocs, mouvements alternatifs, appareils de levage, manutention).
8 à 10	Matériaux non homogènes. Chocs, élingue de levage.
10 à 15	Chocs très importants, très mal connus (presse). Ascenseurs.

Figure 20: Coefficient de sécurité

Prenant  $S=3$  et d'après la formule qu'on a déjà démontrée.  $b > \sqrt[3]{\frac{6PLS}{Re}}$ , alors :

$$b > \sqrt[3]{\frac{6P \times 660 \times 3}{270}} \Rightarrow b > \sqrt[3]{44P} \quad (1)$$

Finalement pour le dimensionnement de la barre avec la relation de la flèche on a :

$$b = \sqrt[4]{\frac{6 \cdot P \cdot L^3}{E \cdot k}}. \text{ Soit } E=205000 \text{ MPa le module de Young de l'acier choisi et } k=0.1 \text{ la tolérance de}$$

$$\text{cassage d'angles choisi dans le cahier de charge d'où : } b = \sqrt[4]{\frac{6 \times 660^3 P}{205000 \times 0.1}} \quad (2)$$

Pour les deux résultats trouvés P sera déterminé au cours de la réalisation.

#### 4. Justification de la conception

En raison de l'évolution rapide de la technologie industrielle, qui va dans le sens de l'amélioration des performances des machines par la réduction au minimum de l'intervention de l'homme, il a été

jugé nécessaire de faire cette modification au niveau de la WMT, suite aux désirs et aux souhaits des responsables de la société.

# CONCLUSION

Notre projet de stage est intitulé : « Montage de cassage d'angles des pistons sur la machine WMT ».

Dans ce stage, il fallait avoir un aperçu général mais aussi exhaustif sur le fonctionnement de la société, ses différents services et notamment le service d'usinage où se situe la machine WMT.

Le stage que nous avons effectué dans la société Floquet Monopole nous a permis de connaître de très près le monde de l'entreprise industrielle, avec toutes les difficultés auxquelles il se heurte, et les atouts dont elle dispose.

Sur le plan technique, nous avons pu maîtriser, dans un premier temps, le fonctionnement de la machine, ce qui nous a aidé à proposer une solution qui présente plusieurs améliorations au niveau de la performance de la machine WMT qui ont été validés par les responsables.

Nous avons, dès le départ, trouvé un problème majeur qui résidait dans la chaîne de production précisément entre la machine WMT et le tour de cassage d'angles des pistons. C'est pour cette raison que nous avons fait la conception d'un montage qui va permettre de faire le cassage sur la machine WMT et nous avons calculé toutes les mesures que nous aurons besoin.

Nous espérons par ce travail avoir atteint l'objectif fixé par le cahier des charges, et avoir donné satisfaction à notre encadrant de l'entreprise ainsi qu'aux aspirations de nos professeurs.

# BIBLIOGRAPHIE

-  Les fiches de gamme de fabrication de la SMFN
-  [www.Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org)
-  [www.Festo.com](http://www.Festo.com)
-  Cours de la résistance des matériaux (Mr. EL MAJDOUBI)
-  Cours des procédés mécanique (Mr EL BARKANI)
-  Chevalier guide du dessinateur industriel.