

*Faculté des Sciences et Techniques de Fès*



*Département de Génie Industriel*



*LST de Génie Industriel*

## **Projet de Fin d'Etudes**

# **Conception d'un système de perçage des pistons sous CATIA V5**

**Lieu : FLOQUET MONOPOLE**

**Référence : 08/12GI**

**Préparé par :**

-DABIRE Eric

-SIRENGO Evans Wafula

**Soutenu le 13 Juin 2012 devant le jury composé de :**

- Pr.H.Bine El Ouidane (encadrant FST)
- Pr. L. H. Hamedi(Examineur)
- Pr. M. Cherkani (Examineur)
- Mr Rached Hassan (Encadrant Société)

## Dédicace

*Nous dédions ce modeste travail à nos Familles qui nous ont beaucoup soutenus durant nos années d'études ainsi que nos amis pour leurs encouragements.*

*Nous dédions aussi à tous les Enseignants du Département Génie Industriel de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.*

## Remerciements

*Nous remercions tout d'abord Dieu pour le courage, la force et la santé qu'il nous a donné afin de parvenir à l'accomplissement de ce Projet de Fin d'Etudes. Nous avons énormément de gratitude envers :*

- *Monsieur Mohcine Zouak, le doyen de la FST de Fès*
- *l'administration et le corps professoral de la F.S.T de Fès pour avoir eu l'initiative d'organiser à leurs étudiants des stages de fin d'étude a fin de concrétiser la connaissance théorique qu'ils ont acquis et de les familiariser à l'environnement professionnel.*
- *Pr.H.BINE EL OUIDANE notre encadrant pour la qualité de son encadrement, ses précieux conseils, ses fructueuses orientations et son soutien tout au long du déroulement de ce stage*
- *Monsieur Mohammed Iraqi, Directeur de la Société Marocaine de Fonderie du Nord (SMFN) - Floquet monopole Fès de nous avoir accordé l'opportunité d'approfondir nos connaissances professionnelles.*
- *notre parrain de stage M. Rached Hassan, d'avoir accepté d'encadrer ce présent projet, et aussi pour la qualité de son encadrement, ses précieux conseils, ses fructueuses orientations et son soutien tout au long du déroulement de ce stage*
- *l'ensemble du Personnel de la Société Marocaine de Fonderie du Nord pour le climat de travail au moment du stage.*
- *les Enseignants du Département Génie Industriel de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.*

## Sommaire

Remerciements .....	2
INTRODUCTION GENERALE .....	4
CHAPITRE I PRESENTATION DE LA SOCIETE .....	5
I Historique.....	6
II Les facteurs de production de la S.M.F.N. ....	6
III Organigramme .....	8
IV Les postes de l’atelier de fabrication de pistons.....	9
V La gamme de fabrication des pistons .....	10
CHAPITRE II Généralités sur les Moteurs et le rôle des pistons.....	12
2. Les différents types des moteurs .....	13
II Le Piston: .....	14
➤ Définition: .....	14
1 Le rôle du piston dans un moteur .....	14
II Tête du Piston: .....	15
CHAPITRE III CONCEPTION D’UN SYSTEME DE PERÇAGE DES PISTONS  SOUS CATIA V5.....	17
1.1 Présentation de la problématique.....	18
1.3 Diagramme Bête A Corne .....	21
1.4 Diagrammes De Pieuvre.....	22
3 Vérin rotatif .....	29
III Solution choisie vérin rotatif .....	30
1 Etude du vérin rotatif.....	30
1 .Pignon.....	31
2 Les roulements .....	32
3 La crémaillère .....	32
4 Bague d’usure.....	33
5 Détecteur de position.....	33
Etude du système de fixation du vérin .....	34
Le support.....	34
La plaque de fixation .....	34
3. Le moteur .....	35
CONCLUSION GENERALE .....	37
BIBLIOGRAPHIE.....	38
Annexe.....	39

## INTRODUCTION GENERALE

L'industrie des composants moteurs automobile s'est engagée au cours de ces dernières années dans d'importants investissements de telle sorte à augmenter et diversifier la production afin de satisfaire le besoin croissant du marché et réduire l'impact de la forte concurrence.

Pour atteindre cet objectif le groupe SMFN a porté ses investissements sur tous les aspects de production " fonderie, CAO, unité de réalisation des moules, parc machines, laboratoire de contrôle etc.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre projet effectué au sein de la société Floquet monopole et dont le principal objectif est la conception d'un système de perçage des trous dans les gorges des segments racleurs des pistons.

L'amélioration de ce système de perçage exige un plan de travail, qui commence par une visite générale de l'usine afin de localiser dans quelle étape du procédé de fabrication s'inscrit notre projet, puis une étude détaillée de la machine permettant de déterminer ses principaux composants et afin de concevoir un plateau rotatif automatisé qui aura pour rôle de faire tourner le piston d'avec un angle bien déterminé dans le but d'effectuer des perçages au niveau du racleur et finalement pouvoir apporter une amélioration au niveau de la machine.

Le plan de notre travail se présente comme suit.

Le premier chapitre sera réservé à la présentation de la société pour laquelle le projet a été conçu et sera mis en pratique.

Le deuxième chapitre exposera quelques notions sur les moteurs et le rôle du piston dans un moteur.

Le troisième chapitre sera consacré au développement des procédures de la conception du système de perçage. Le dernier chapitre portera la partie annexe.

## **CHAPITRE I**

### **PRESENTATION DE LA SOCIETE**

Dans ce chapitre nous présentons la Société Marocaine De Fonderie du Nord(SMFN) qui a comme activité principale la production de pistons, de chemises et d'axes pour automobiles. Nous allons parler de l'historique, la structure, les facteurs de production les postes de l'atelier de fabrication de pistons et les processus de la fabrication employés par la société

## I Historique

Fondée en 1981, la Société Marocaine de Fonderie du Nord dont le siège se situe dans le quartier industriel de Sidi Brahim, lot 59 rue 813 de Fès, a comme activité principale la production de pistons, de chemises et d'axes pour automobiles. Elle dispose de trois ateliers répartis entre deux sites à savoir :

Un site destiné à la production de pistons en alliage d'aluminium par moulage et usinage.

Un site où l'on produit par usinage des chemises en fonte et des axes en acier. Possédant la licence d'exploitation de Floquet Monopole, société française qui fait partie du groupe Dana Américaine, la S.M.F.N. est certifiée ISO 9001 : 2000 et ISO TS/16949 ce qui montre son intégration à l'échelle mondiale. En effet, elle produit pour des clients tels que Perfect Circle Distribution Europe, FAURECIA, Renault Maroc, ... Plus grande fonderie d'Afrique et du Moyen Orient, la S.M.F.N. est une société anonyme ayant un capital s'élevant à 21 800 000 Dirhams et pouvant réaliser des chiffres d'affaires annuels de 80 millions de Dirhams. En 2002-2003, elle a produit plus de 500 000 pistons.

## II Les facteurs de production de la S.M.F.N.

Plusieurs services concourent au bon déroulement du processus de production contribuant ainsi au bon fonctionnement de l'entreprise

### 1. Le Bureau d'Etudes et de Développements

Se chargeant de la conduite des études de produits de l'entreprise, les projets sont développés au sein de ce bureau. Après une étude approfondie du produit à fabriquer notamment le mécanisme, les matériaux et les formes, le bureau va fournir les dessins techniques ainsi que la nomenclature du produit afin de passer à la fabrication à grande échelle.

### 2 le bureau de méthodes

Ce service a pour fonctions la préparation et le suivi de la production de l'entreprise. Il fournit les outils nécessaires pour garder une production optimale c'est-à-dire il définit les moyens, les temps ainsi que les coûts de production. Ce service collabore avec les autres services en particulier avec le Bureau d'Etudes et de Développements

### **3 le service ordonnancement**

Il organise dans le temps le fonctionnement de l'atelier afin de respecter les délais fixés. En plus de l'organisation des tâches, ce service prend en main le suivi de la production et définit à partir des données recueillies les plans destinés à corriger les écarts éventuels pouvant amener au non respect des programmes établis.

### **4 le service qualité**

Il a deux rôles principaux :

- Surveiller la qualité de la production et déceler les facteurs ayant causé les fluctuations de la qualité des produits. A partir de cette analyse, ce service détermine les actions correctives nécessaires ;
- Assurer la mise en application et le maintien du système de management de la qualité ainsi que la tenue à jour des normes et certificats de la société.

### **5 le service contrôle**

Ce service se charge de :

- La vérification de la conformité des échantillons avant de donner le feu vert pour le lancement d'une série ;
- Contrôler suivant un plan de surveillance la production. Ainsi, ce service réagit au moindre écart par rapport aux spécifications du produit ;
- Contrôler les pistons en sortie des postes d'usinage.

### **6 le service maintenance**

La maintenance s'occupe de l'entretien de tous les équipements de la société et garantit à ces derniers un bon état de fonctionnement surtout aux machines servant à la production. Pour cela, les différentes politiques de maintenance : corrective, systématique et préventive sont adoptées par le service et appliquées en fonction des situations qui peuvent se présenter

### **7 le service atelier mécanique**

Il est chargé de réaliser des pièces unitaires d'après les dessins de définition fournis par le Bureau d'Etudes et de Développement et le Bureau de Méthodes ainsi que les pièces demandées par le service Maintenance.

### **8 le service gestion des produits finis**



Comme son nom l'indique, ce service gère les produits qui sortent de la production et qui vont être livrés aux clients.

### 9 le service ressources humains

Jouant un rôle important dans la société, ce service gère tout ce qui concerne le personnel de la société afin que cette dernière puisse disposer des ressources nécessaires garantissant ainsi son bon fonctionnement

### 10 le service fonderie

Il est responsable de la production fonderie tant au niveau de la qualité, que de la quantité, il est chargé de faire respecter les procédures et les règles de sécurité travail.

## III Organigramme

Afin de parvenir aux conditions optimales de production, la direction à la S.M.F.N. est structurée selon des niveaux hiérarchiques et fonctionnels comme l'illustre l'organigramme suivant :

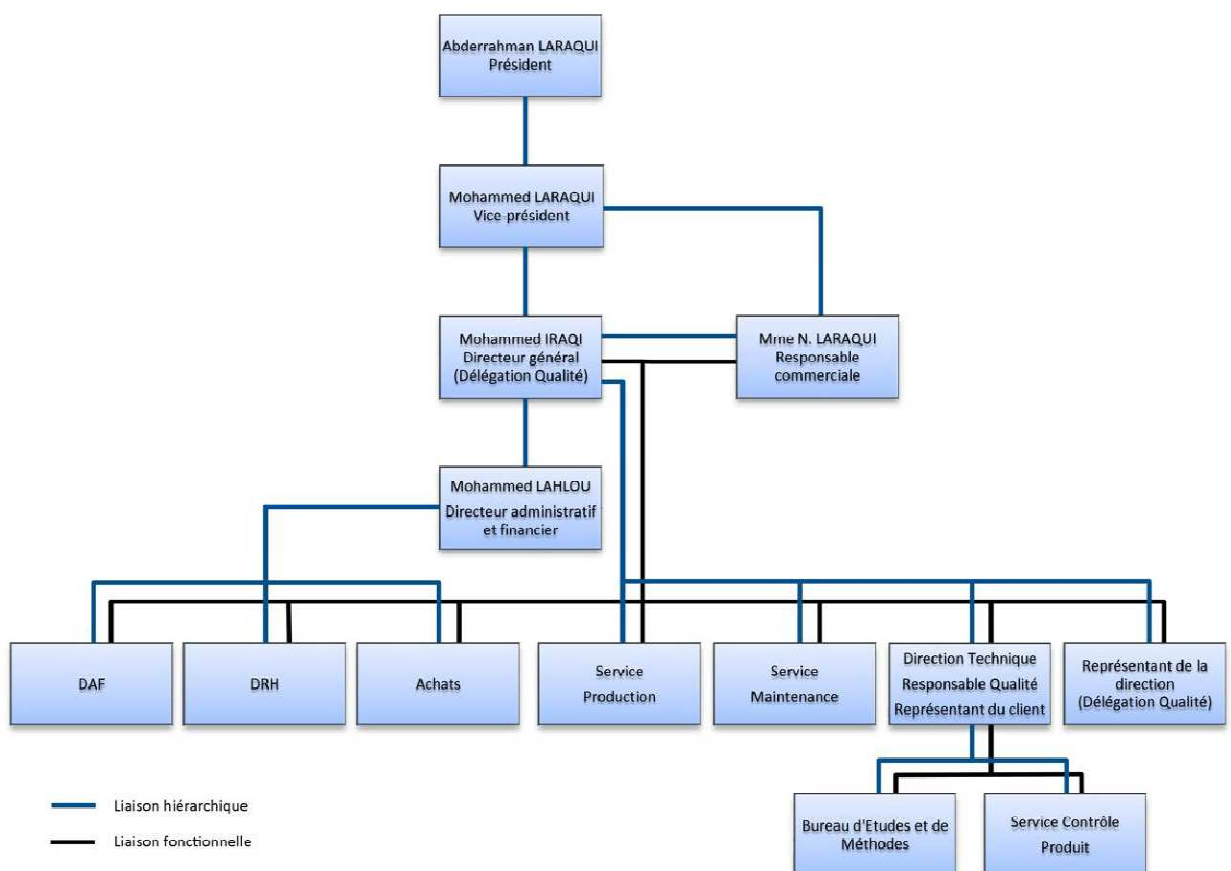


Figure 1 organigramme

## IV Les postes de l'atelier de fabrication de pistons

L'atelier comporte deux chaînes de fabrication :

- Une chaîne numérique où les postes d'usinage sont à commande numérique. Les pistons produits sur cette chaîne sont destinés aux véhicules neufs ;
- Une chaîne classique incluant des postes d'usinage classiques. Les pistons issus de cette chaîne sont des pistons de remplacement.

Les détails de chaque chaîne sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau 1 : Descriptions des postes de la chaîne automatique

chaîne numérique	
Code Poste	Description des opérations
Op 20	Ebauche externe - Gorges segments - Finition du fond - Mise en longueur
Op 30	Ebauche trou d'axe - Bains d'huile - Chambrage
Op 40	Finition externe - Cassage des angles
Op 50	Finition du trou d'axe
Op 60	Lavage
Op 70	Contrôle dimensionnel : diamètre externe, diamètre trou d'axe Marquage diamètre et identification piston
Op 80	Etamage
Op 90	Contrôle visuel et contrôle dimensionnel
Op 100	Super-contrôle

Tableau 2 : Descriptions des postes de la chaîne classique

Chaîne classique	
Code Poste	Description des opérations
	Batterie (Emboîtement-Ebauche trou d'axe)

	Gorge circlips
	Fraisage fente
	Perçage sur bossage
	Finition fond
	Finition jupe
	Finition trou d'axe
	Cassage angle
	Graphitage - Etamage
	Contrôle visuel
	Contrôle Dimensionnel

## V La gamme de fabrication des pistons

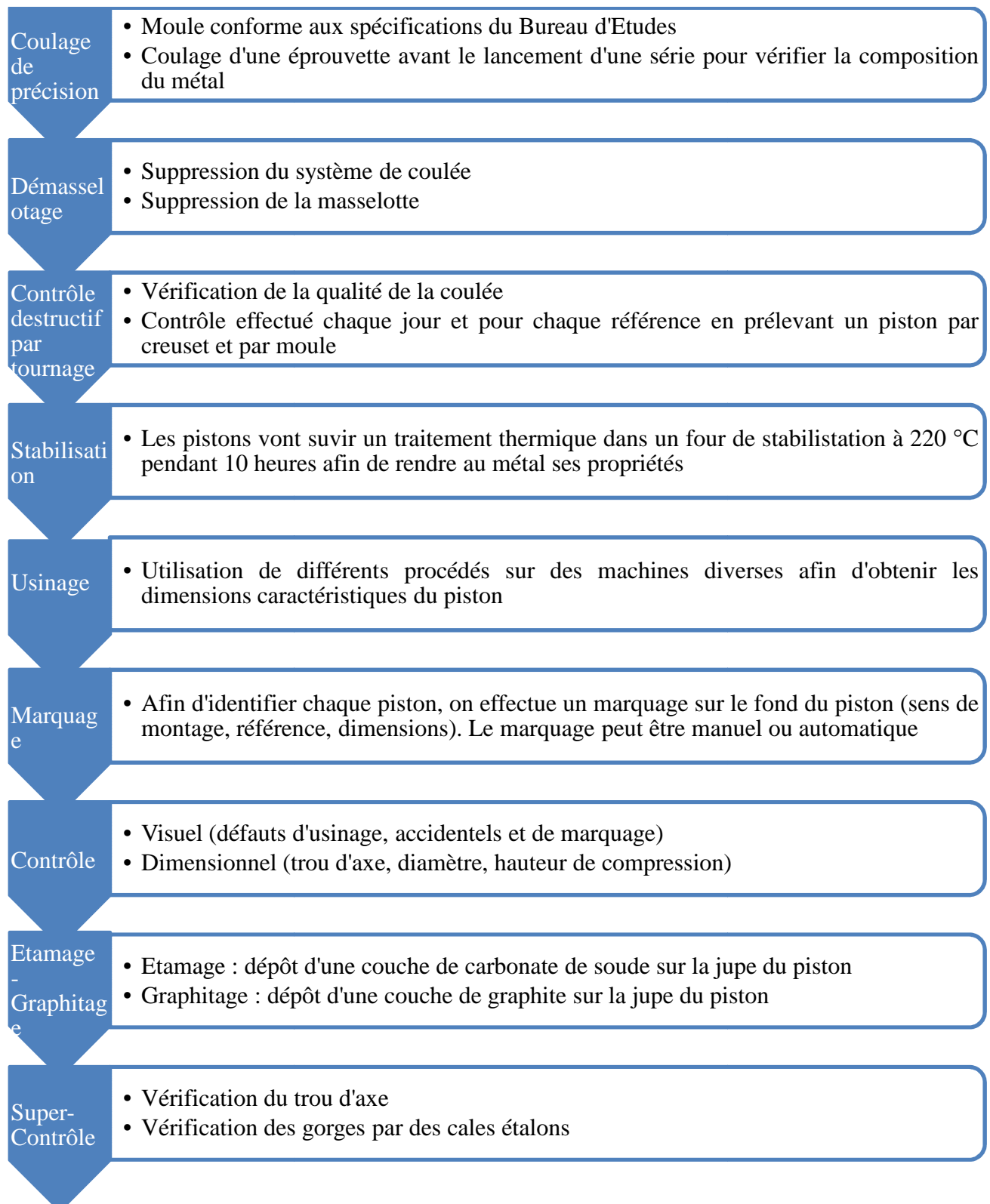
Le piston est le cœur du moteur, s'il est bien dimensionné et bien fabriqué, le moteur aura donc un bon rendement, pour cela le but de l'entreprise Floquet monopole est de fabriquer des pistons de bonne qualité, contrôlé en micron.

Avant de passer à la fabrication, on doit passer par des étapes préliminaires qui sont :

- La définition des caractéristiques du piston;
- La réalisation des mécanismes servant à la fabrication du piston (moule et outillages).

Ces étapes achevées, le piston subit plusieurs opérations comme le montre le diagramme ci-dessous :

Tableau 3 La gamme de fabrication des pistons



## **CHAPITRE II**

### **Généralités sur les Moteurs et le rôle des pistons**

Un moteur est un dispositif qui effectue un travail mécanique à partir d'une énergie. Ce chapitre donne une idée générale sur les moteurs à combustion interne. Les composantes de moteurs, types des moteurs et une description du piston ainsi que ses caractéristiques et rôles dans un moteur.

# I Moteur à combustion interne

## 1 Définition

Le moteur à combustion interne est un dispositif qui fournit de l'énergie mécanique par transformation de l'énergie calorifique, libérée par calcination d'un combustible.

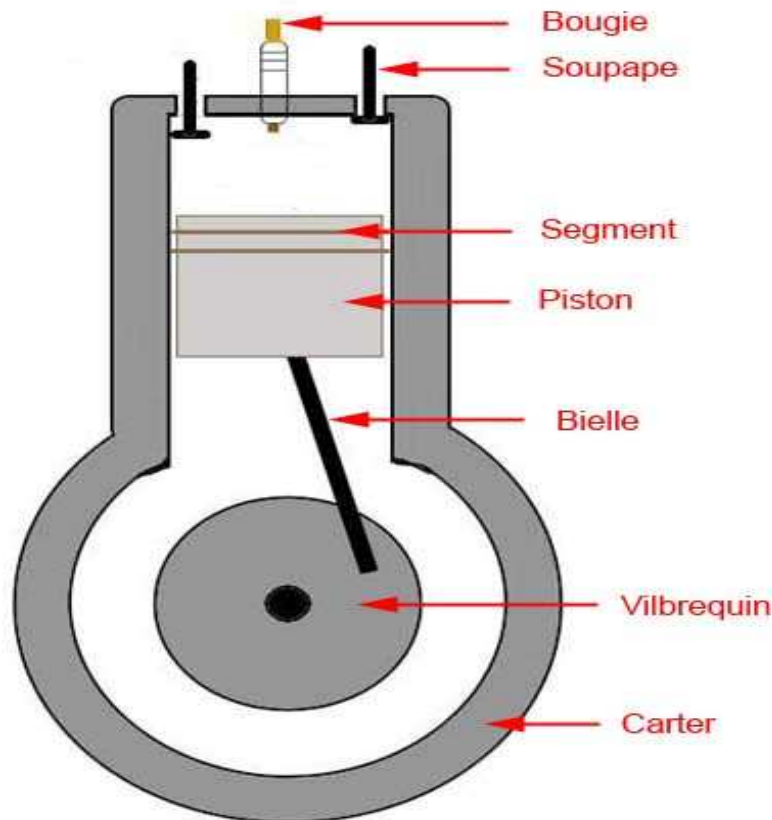


Figure2 moteur

## 2. Les différents types des moteurs

Il existe deux familles de moteurs dans le domaine d'automobile :

### ➤ Les moteurs à essence :

Les moteurs à essence dans lesquels la combustion de l'essence est amorcée par l'étincelle d'une bougie, ils possèdent un système d'allumage commandé, le mélange d'air et d'essence pouvant se faire :

- Soit par injection.
- Soit par carburateur (depuis le 01/01/93, tous les véhicules neufs vendus en Europe sont équipés d'un système d'injection).

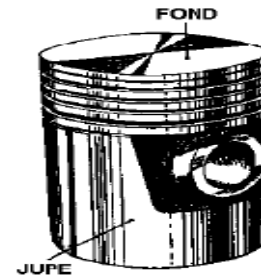
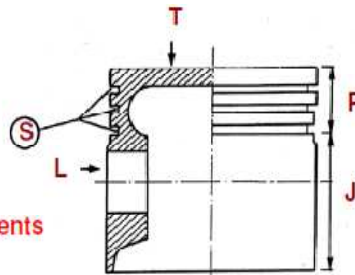
### ➤ Les moteurs Diesel :

Les moteurs Diesel, dont la combustion est déclenchée par l'injection de gazole sous pression dans de l'air fortement comprimé ( $T^\circ$  élevée) ; il se produit alors une auto-inflammation, ce qui signifie que le mélange s'enflamme spontanément.

## II Le Piston:

### ➤ Définition:

- T : Tête
- P : Porte segments
- J : Jupe
- L : Logement de l'axe
- S : Logements des segments



Pièce cylindrique mobile généralement moulé dans un matériau léger et excellent conducteur thermique : alliage d'aluminium, qui sert à comprimer les gaz en vue d'une explosion, et qui après l'explosion transforme une énergie thermique en énergie mécanique.

Le piston doit avoir les qualités suivantes :

- Résistance mécanique aux pressions (environ 50 bars).
- Résistance thermique et bonne conductibilité (dessus de piston à  $400^\circ\text{C}$ ).
- Résistance à l'usure : bon coefficient de frottement sur la chemise.

Léger (réduction de l'inertie) et bien guidé.

## 1 Le rôle du piston dans un moteur

Le piston est l'élément mobile assurant la variation de la chambre d'un cylindre. Généralement lié à une bielle, il assure la compression des gaz combustion et subit leur détente source du mouvement du moteur. Lorsque la chambre est ouverte par une soupape, il expulse les gaz brûlés ou aspire le mélange du cycle suivant.

Le piston est une pièce cylindrique, parfois légèrement conique, et dans certain cas en forme de tonneau ; ces forme et le jeu de son ajustement avec la chemise confère à l'ensemble une liaison mécanique moins contraignante pour le montage et le fonctionnement. Le piston a aussi d'autres rôles aussi importants pour le bon fonctionnement du moteur :

- Le moteur du piston va aspirer le mélange de gaz dans la chambre de combustion lors de sa descente. Son mouvement périodique permet et outre d'aspirer le mélange, de le comprimer, et après l'explosion de celui-ci d'évacuer les gaz brûlés.
- C'est lui qui évacue la chaleur créée par les explosions répétées et assure l'étanchéité entre la chambre et le carter du vilebrequin rempli d'huile.

## II Tête du Piston:

Le dessus de la tête de piston assure la partie compression/évacuation des gaz. Sa forme est liée à celle de la chambre de combustion.

Il existe plusieurs formes de tête de piston :



### 2.1.1-Têtes plates :

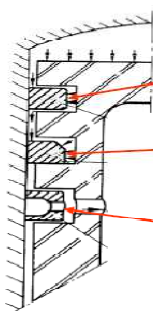
Très présent en 2T, de plus en plus rare dans les moteurs 4T.

### 2.1.2-Têtes convexe :

Avec des empreintes "en regard" des soupapes (en face des soupapes) :

- La partie convexe permet d'avoir des chambres de combustion plus performantes (meilleure inflammation des gaz, évacuation plus facile et rapide, meilleur refroidissement de la bougie, etc.) et des compressions plus élevées.
- Les empreintes légèrement plus grandes que le diamètre des têtes de soupapes évitent au piston et aux soupapes de se toucher (ce qui pourrait être le cas lors d'un affolement de soupape ou d'un léger dérèglement de la distribution).

### ➤ Les Segments :



#### 1. Segment coup de feu

Assure l'étanchéité de la chambre de combustion

#### 2. Segment d'étanchéité

2ème segment d'étanchéité. Il assure l'étanchéité et évite la consommation d'huile

#### 3. Segment racleur

Racle l'huile pour éviter les remontées dans la chambre de combustion tout en permettant la lubrification



➤ la Jupe du piston :

La jupe du piston commence après le dernier segment et sert au guidage du piston dans le cylindre.

- Soit la jupe est complète.
- Soit la jupe est réduite ressemblant plus à une paire de "patin" assurant toujours le guidage contre le cylindre.



Jupe du piston

En effet, les constructeurs essaient de réduire le poids du piston et les frottements de la jupe sur le cylindre afin d'améliorer les performances du moteur à haut régime.

L'état de surface de la jupe est important pour assurer une bonne lubrification, parfois un traitement de surface peut être appliqué sur le piston ou uniquement sur la jupe, qui prendrons alors une coloration gris foncé ou noir due à une couche de carbonate de soude ou à une couche de graphite.



-L'axe du Piston :

De forme cylindrique creux l'axe du piston en acier trempé permet de relier le piston à la bielle, sa d'une part, d'autre part il encaisse de grand effort mécanique, maintenu dans sa position grâce aux circlips. En effet c'est lui qui va transmettre l'énergie de l'explosion à la bielle.

## **CHAPITRE III**

**Sujet du stage :**

**CONCEPTION D'UN SYSTEME DE PERÇAGE DES  
PISTONS SOUS CATIA V5**

Ce chapitre présente la conception d'une perceuse améliorée destinée à augmenter la productivité de la société. Dans le chapitre nous allons proposer un système plus performant qui va permettre d'usiner avec plus de précision les pistons. Ainsi donc nous allons développer tous les outils qui permettent de parvenir à ce résultat à savoir l'analyse fonctionnelle, le cahier de charge, la proposition de différentes solutions et une étude détaillée de la meilleure solution.

# I. Présentation du projet

## 1. Analyse Fonctionnelle

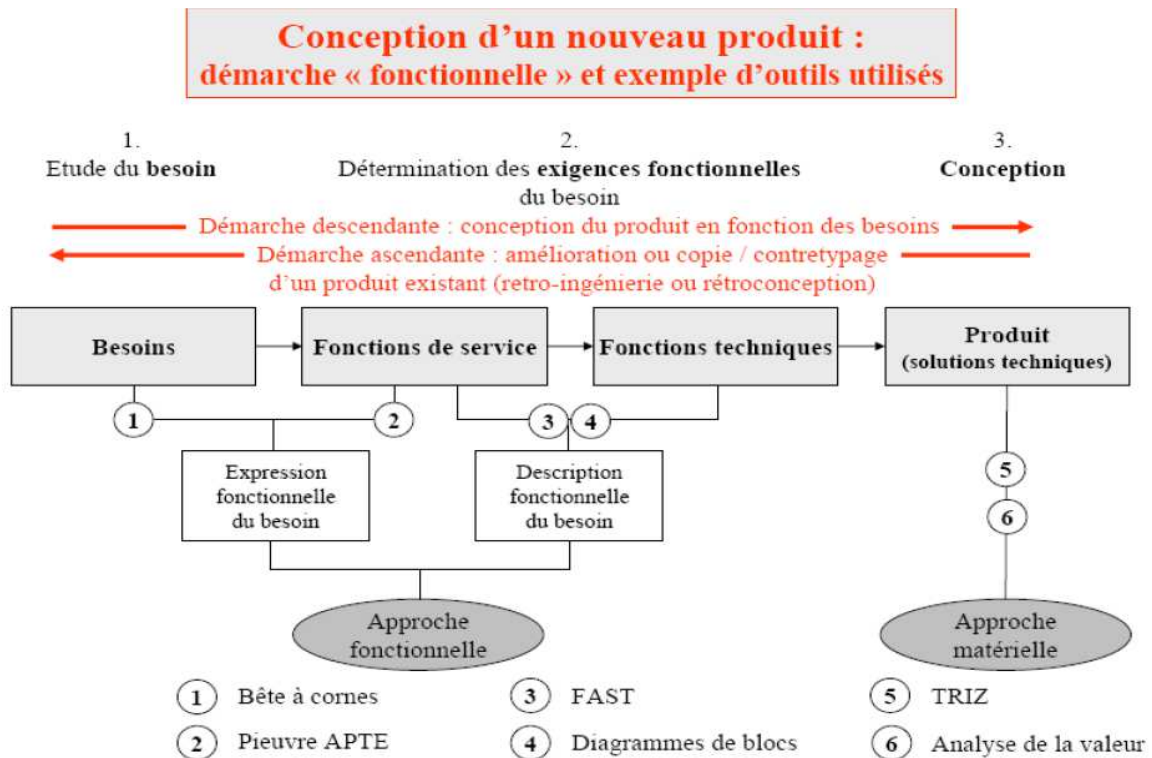


Figure 2 : démarche fonctionnelle

### 1.1 Présentation de la problématique

La Société Marocaine de Fonderie du Nord est une société certifiée ISO 9001 version 2000 sa politique générale est la recherche de la qualité et la satisfaction des clients par la production de pistons de bonne qualité tout en respectant les délais. Cela n'est possible que si toutes les machines sont en bon état. Or une première observation révèle que certaines améliorations peuvent être apportées en vue d'augmenter la productivité de la société. Ainsi, dans le cadre d'une amélioration continue, ce projet a pour objectif l'amélioration de la performance du service de production.

La machine sur laquelle nous travaillerons est une perceuse. Cette machine ne permet pas une rotation de la pièce donc un opérateur doit à chaque fois démonter la pièce.

### 1.2 Cahier De Charges

Dans une chaîne de production, l'implantation d'une machine outil pour un seul type d'opération rend l'investissement lourd. Des petites machines particulières, destinées à

réaliser une seule phase chacune, sont les plus adaptées. Ce type de machine est appelé unité d'usinage.

Le projet consiste à la conception d'un système pour le perçage des trous de diamètres 2.3mm dans les gorges d'un piston.

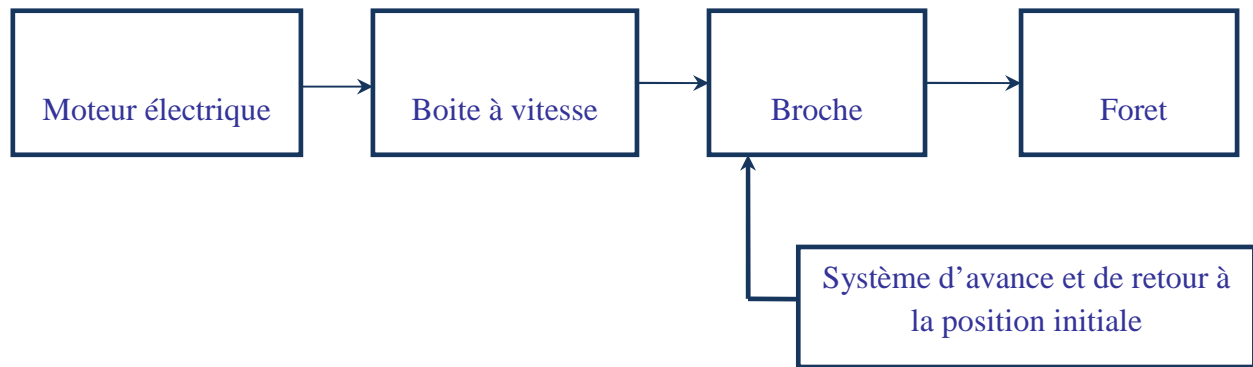


Figure 3 : diagramme technique

- Le système à concevoir doit permettre :
- La rotation de la pièce
- De réduire le temps de fabrication

Travailler avec plus de précision

La bonne mise en position et maintien en position de la pièce pendant l'usinage.

A la fin de cette étude la machine doit :

- Etre capable d'effectuer six ou huit perçages (selon le type du piston) dans des gorges des segments racleurs du piston décalé de  $30^\circ$  à l'aide d'un système de perçage constitué de deux broches et ce de manière automatique.
- permettre à l'entreprise d'être plus performante en ce sens ou l'ancien système ne permet pas une rotation de la pièce.

Pour parvenir à réaliser la rotation de la pièce nous allons faire intervenir un système rotatif muni de capteur de proximité tout en assurant la sécurité de l'opérateur.

La perceuse horizontale permet de réaliser des trous de diamètre 2.3 mm dans les gorges segment des pistons. La matière à percer est un alliage d'aluminium et de silicium (AS13) ce qui nous permet de déterminer les conditions de coupes suivantes :

- Outil en acier rapide supérieur (ARS)
- Usinage avec lubrification
- Vitesse de coupe  $V_C = 50$  m/min

Les paramètres influençant sur le choix de la vitesse de coupe sont :

- ❖ La matière à usiner
  - ❖ La matière de l'outil
  - ❖ La section du copeau
  - ❖ La lubrification
  - ❖ La machine utilisée
  - ❖ La durée de vie de l'outil
- Vitesse de rotation N. elle est déterminée par calcul

$$N = 1000 \times V_c / \pi \times d$$

$N = 7000 \text{ tr/min}$
---------------------------

N : vitesse de rotation

$V_C$  : vitesse de coupe

d : diamètre

Le mouvement de rotation de l'outil est obtenu par un moteur électrique de 736 W qui assure la coupe ( $20 < V_c < 50$  m/min) et entraîne indirectement le mouvement d'avance du foret grâce à un système d'avance. Le foret est monté dans un mandrin fixé à l'extrémité de la broche.

L'appui sur un interrupteur extérieur déclenche le cycle d'usinage suivant :

- Mise en route du moteur électrique qui entraîne la rotation de la broche.
- Déclenchement du système d'avance qui entraîne la sortie de la broche
- A la fin de l'opération d'usinage, le retour à la position initiale est assuré par un système de rappel.

Arrêt du cycle par action sur une butée de fin de course.

Travail à faire :

Faire l'étude et la conception d'un système de perçage de trous dans les gorges des pistons



Figure 4 : Perceuse

Pour mener à bien la conception une étude du système dans son milieu sera capitale pour montrer l'importance de système. Ainsi donc nous utiliserons plusieurs outil pour parvenir a situer le système.

### 1.3 Diagramme Bête A Corne

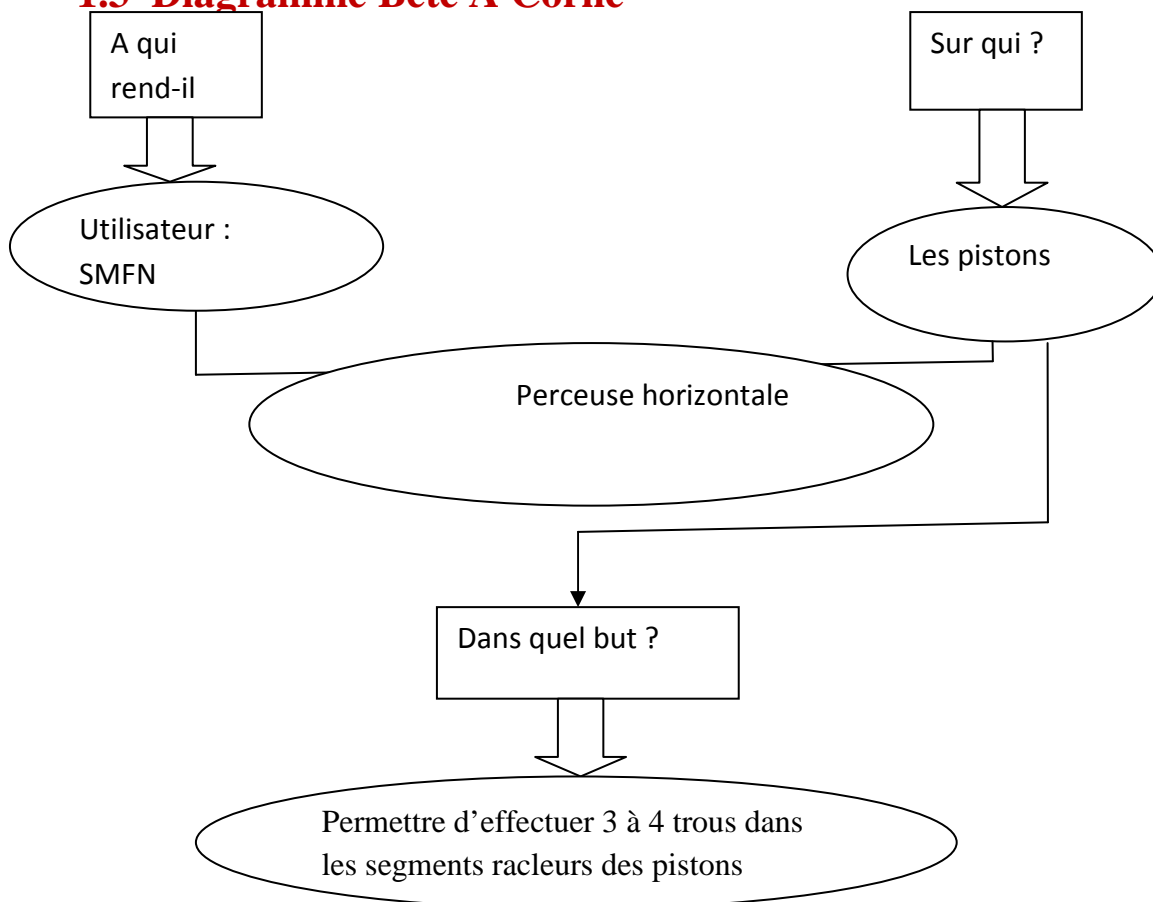


Figure 5 : Diagramme bête à corne

La principale faiblesse du diagramme bête à corne est le fait qu'il ne représente que peu de choses sur le produit lui même (fonctions, solutions, etc.). Il n'est vraiment utile que pour exprimer le besoin du produit mais rien de plus. Pour définir le produit nous allons utiliser un autre outil qui va définir les relations entre la perceuse et ses fonctions

## 1.4 Diagrammes De Pieuvre

Le diagramme de pieuvre est l'un des meilleurs outils qui permet d'aboutir à une meilleure adéquation des besoins de l'utilisateur. Les différentes fonctions du diagramme sont :

- FP : fonction principale. Elle définit la fonction principale du système. Ce sont les buts des relations créées par l'objet entre au moins deux éléments de son milieu extérieur ;
- FC : Fonction contraintes. Elle définit les exigences d'un élément contraignant du milieu extérieur.

### a. Interaction avec le bureau d'étude

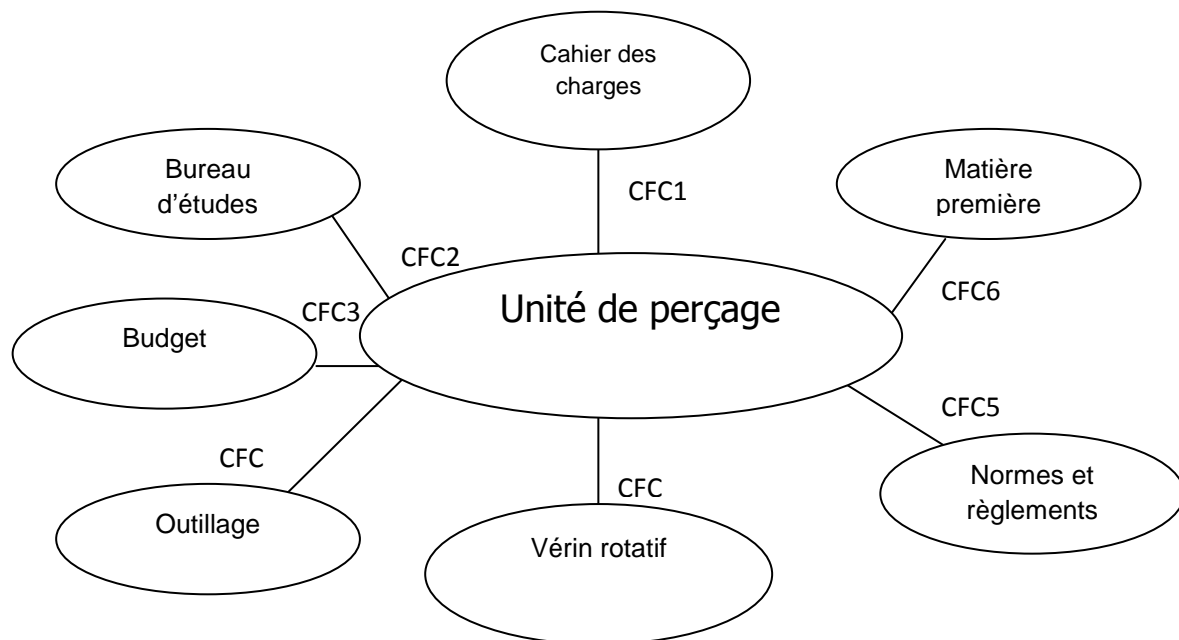


Figure 6 : Diagramme décrivant les relations avec le bureau d'étude

Fonctions Contraintes :

- CFC1 : Satisfaire au cahier de charge
- CFC2 : Utiliser les outils du bureau d'études.
- CFC3 : Concevoir pour un coût objectif.
- CFC4 : permettre la rotation de la pièce.
- CFC5 : Respecter les normes et règlements.
- CFC6 : Utiliser la matière première disponible.
- CFC7 : Utiliser des outillages standards.

**b. Interaction avec l'utilisateur les autres éléments de la machine**

Ce diagramme met en évidence les relations entre le système et les autres parties de la machine. Il fait sortir aussi les relations entre le système et l'opérateur.

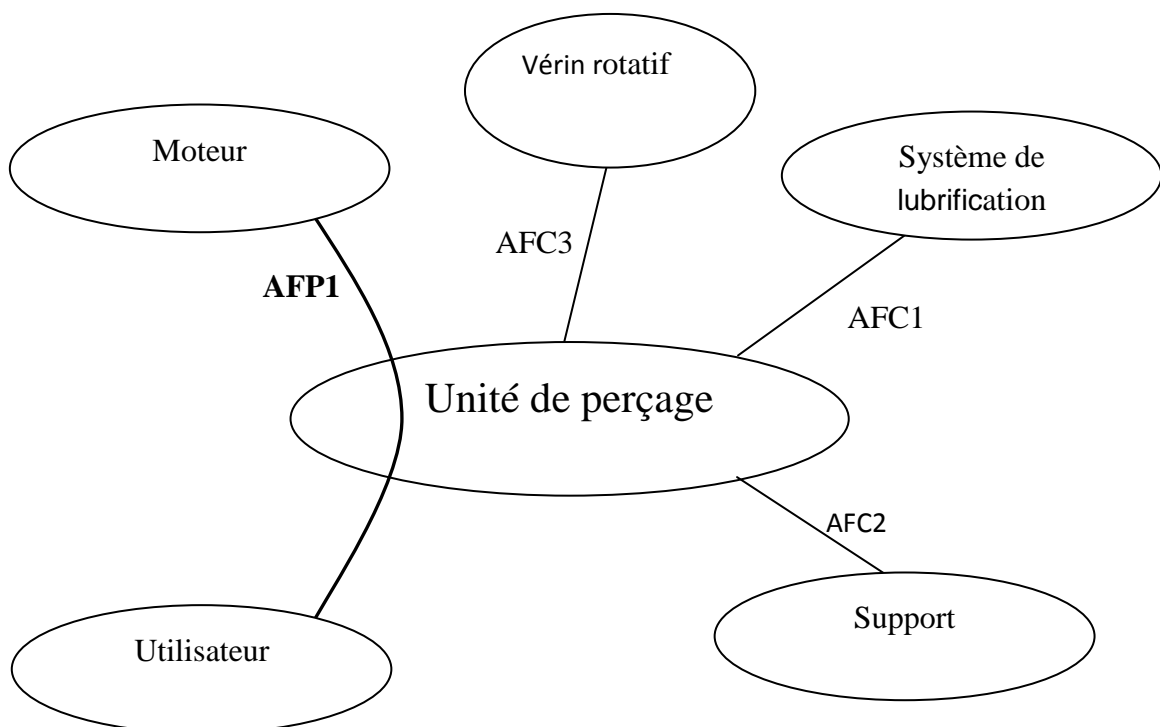


Figure 7: Diagramme de fonctionnement normal



**Fonctions principales :**

- AFP1 : Permettre la marche et l'arrêt du système.

**Fonctions Contraintes :**

- AFC1 : Permettre le contrôle du système de lubrification.
- AFC2 : Réduire les vibrations.
- AFC3 : Permettre la rotation de la pièce.

**c. Interaction avec le milieu extérieur**

Ce diagramme met en évidence le système avec son milieu extérieur à savoir entre autre l'environnement l'alimentation la lubrification.

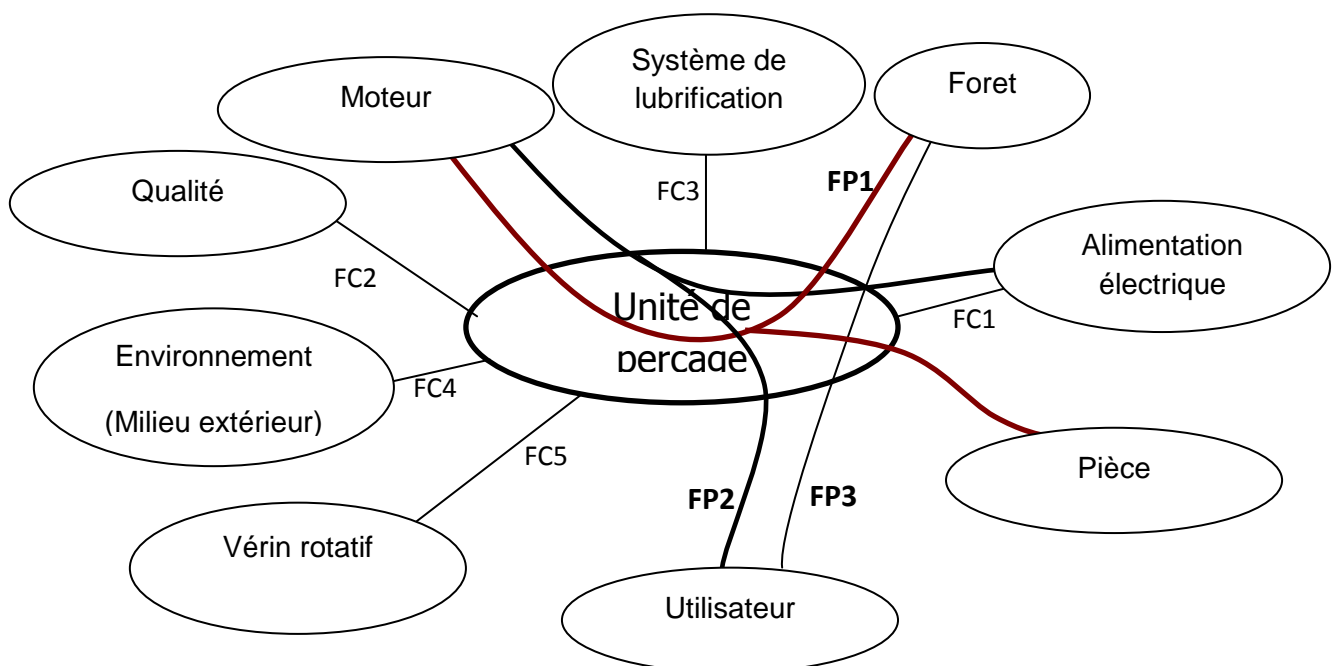


Figure 8 : Diagramme de pieuvre

**Enumération des fonctions**

- CFC1 : Satisfaire le cahier de charges.
- FP1 : Percer des pièces.
- FP2 : Permettre la commande de l'unité.
- FC5 : Permettre la rotation du piston.

- CFC3 : Concevoir pour un coût optimal.
- FP3 : Permettre le changement de l'outil.
- FC1 : Assurer la sécurité contre les dangers électriques.
- FC4 : Résister au milieu extérieur.
- AFC2 : Réduire les vibrations.
- FC3 : Limiter les pertes énergétiques.
- CFC7 : Utiliser des outillages standards.
- CFC6 : Utiliser la matière première disponible.
- FC2 : Veiller à la qualité des pièces usinées.
- CFC5 : Respecter les normes et règlements.
- AFC1 : Contrôler le système de lubrification.
- CFC2 : Utiliser les outils du bureau d'études.
- AFC4 : S'adapter au support.
- RFC1 : Permettre le contrôle de l'axe de l'unité.
- RFS1 : Permettre l'adaptation au moteur.
- RFS3 : Permettre l'adaptation au système de lubrification

#### d. Fonctionnement anormal

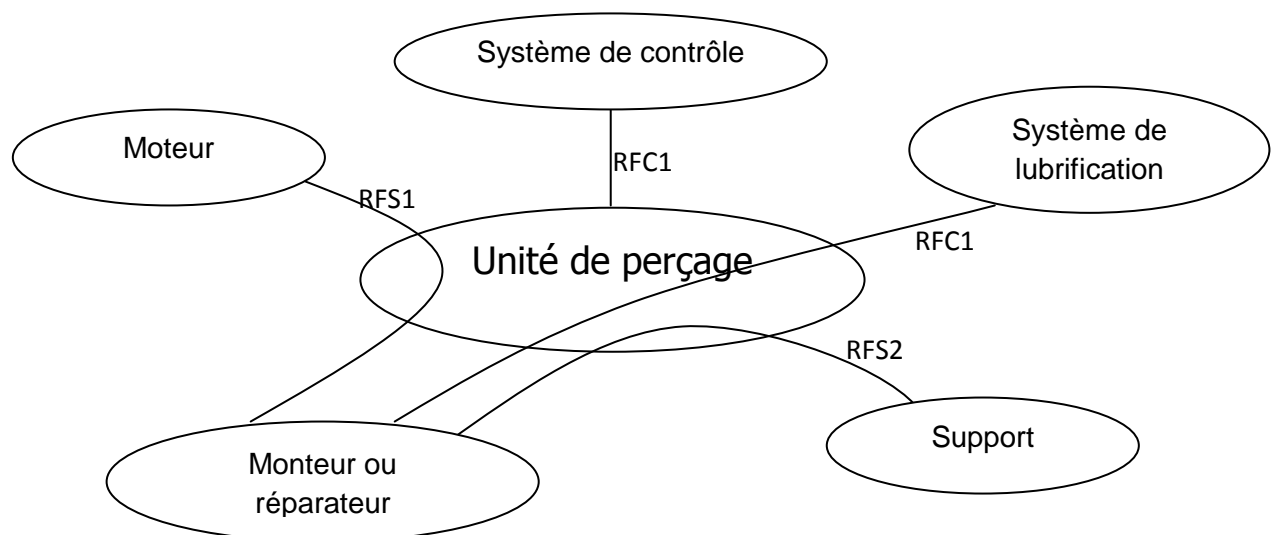


Figure 9 : diagramme fonctionnement normal

**Fonctions principales:**

RFS1 : Permettre l'adaptation au moteur.

RFS2 : Adapter le bâti de l'unité à la chaîne de production.

RFS3 : Permettre l'adaptation au système de lubrification.

**Fonctions Contraintes:**

RFC1 : Permettre le contrôle de l'axe de l'unité

## **1.5 Diagrammes FAST (Functional Analysis System Technique)**

Le diagramme FAST présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de service en fonction technique, puis matériellement en solution constructive. Les fonctions de service du produit sont développées en fonctions techniques. On choisit ensuite des solutions pour construire finalement le produit. Le diagramme FAST constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir améliorer la solution proposée.

La méthode s'appuie sur une technique interrogative :

- Pourquoi ? : Pourquoi une fonction doit-elle être assurée ? Accès à une fonction technique d'ordre supérieur, on y répond en lisant le diagramme de droite à gauche ;
- Comment ? : Comment cette fonction doit-elle être assurée ? On décompose alors la fonction, et on peut lire la réponse à la question en parcourant le diagramme de gauche à droite ;
- Quand ? : Quand cette fonction doit-elle être assurée? Recherche des simultanités, qui sont alors représentées verticalement.

## **II Proposition des différentes solutions**

A partir du diagramme FAST proposé, une ébauche de plusieurs solutions se dégage. Avec ce document solide qui est le diagramme FAST et aussi avec l'organisation d'une session de brainstorming avec les techniciens de la SMFN et notre encadrant monsieur Hassan RACHED et responsable de production pendant cette session, trois solutions ont été proposées. Ces solutions sont :

## 1 Le plateau diviseur



Figure 10 : Plateau diviseur

Plateau de fixation

Disque de détermination  
des angles

### a. Définition

Le plateau diviseur est un appareil monté sur une machine outil qui permet de varier des positions des pièces suivant un angle et un axe bien précis. Sur le plateau la pièce est bridée ou maintenue par un mandrin. Le déplacement angulaire est fait par l'opérateur soit :

- Par tambour gradué sur le diviseur conventionnel
- Par l'intermédiaire d'un boîtier à lecture digitale sur le diviseur à commande numérique.

### b. Avantages

Le plateau diviseur permet la rotation de la pièce sans la démonter et permet une bonne fixation de la pièce soit par un mandrin ou directement sur le plateau à travers des brides.

### c. Inconvénients

Avec la commande manuelle il faut parfois arrêter la machine et faire la rotation manuelle. Cela allonge le temps d'usinage et a donc une répercussion sur le coût du produit fini en plus avec ce procédé de travail on aura beaucoup de rebut.

D'autre part la variation de l'angle n'est pas précise pour des pièces de cette importance. Le diviseur est un appareil lourd et sa maintenance est fastidieuse.

## 2 Montage avec un vé de centrage

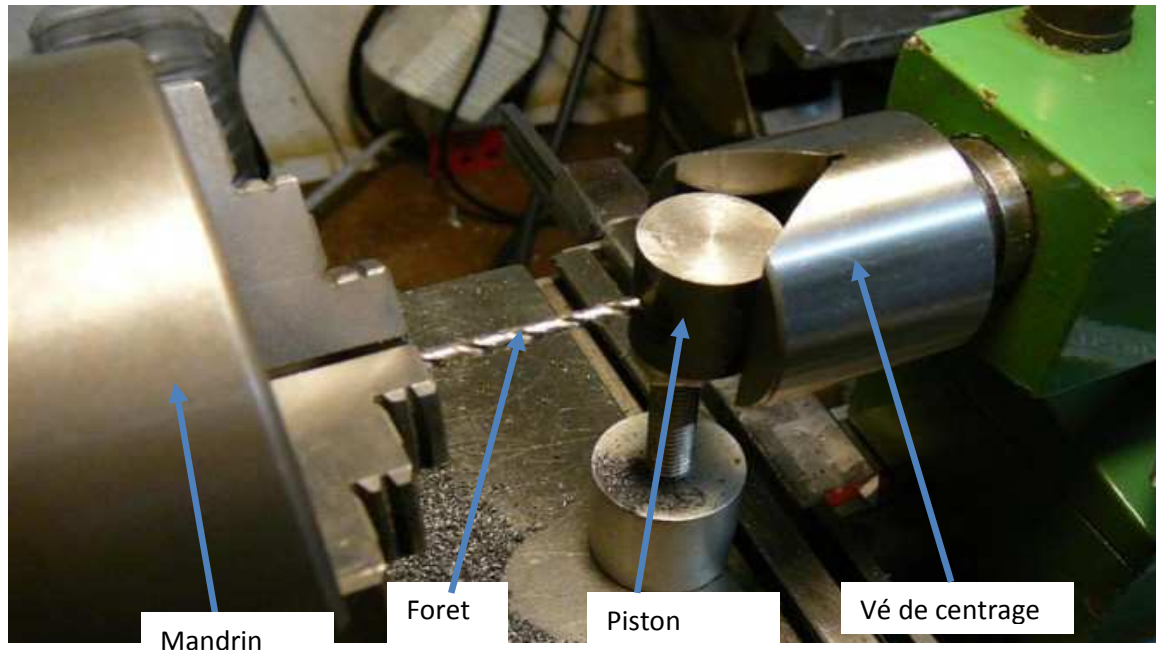


Figure 11 : Vé de centrage

### a. Définition

Un vé est une calle dans laquelle il y a une entaille en forme de V. L'angle entre les deux surfaces planes est généralement de  $90^\circ$ . Ils servent souvent à mettre en place des pièces cylindriques pour effectuer des mesures dimensionnelles ou dans certains cas pour mettre en place une pièce pour l'usinage.

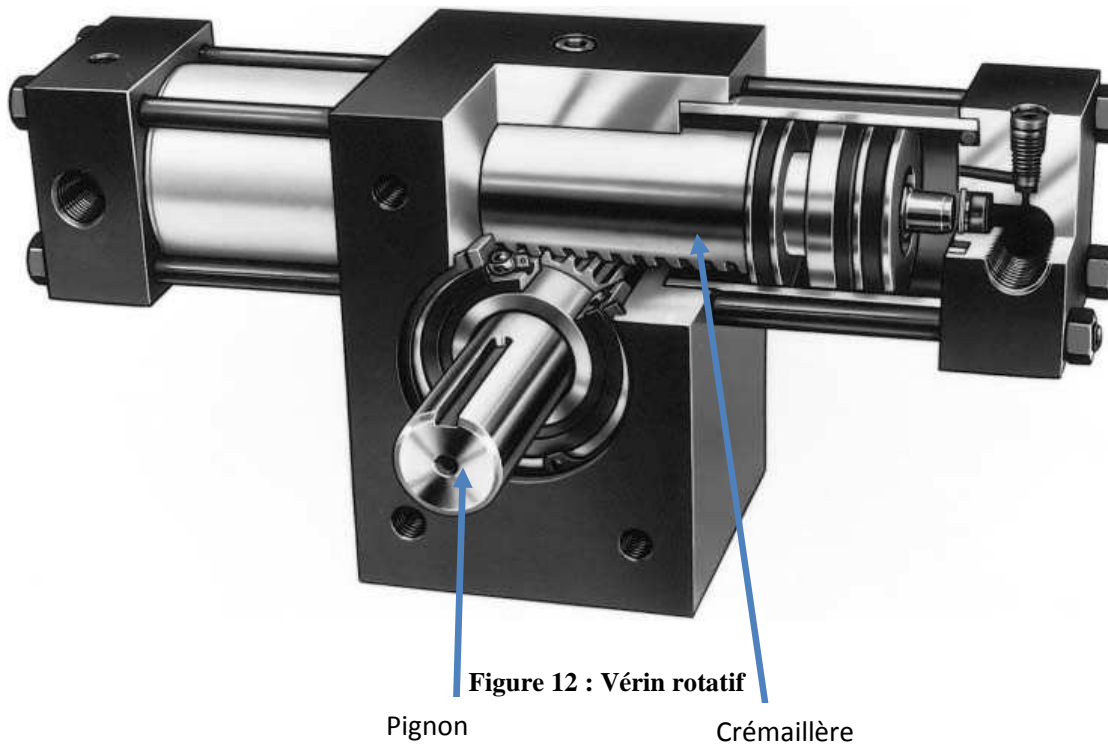
### b. Avantages

Le vé est utilisé pour éliminer la rotation de la pièce pendant l'usinage. Il offre une excellente qualité de maintien en position de la pièce en fonction des degrés de liberté à éliminer et est parfaitement adapté à l'usinage des pièces cylindriques.

### c. Inconvénients

La SMFN est une société de production des pièces en série. L'utilisation d'un vé n'est pas adéquate. Le vé entraîne une augmentation du temps d'usinage car avec ce système on ne peut qu'usiner un seul trou à la fois alors que nous avons la possibilité d'effectuer plusieurs usinages à la fois car la machine est équipée de deux broches. Le vé entraîne aussi une augmentation de temps de travail et donc une augmentation du coût du piston.

### 3 Vérin rotatif



#### a. Définition

Un vérin rotatif est un système qui permet de convertir un mouvement linéaire en un mouvement de rotation afin de créer un couple. Il est composé d'un corps cylindrique comprenant un piston relié par un axe crémaillère qui engraine avec un pignon qui est mis en rotation par le mouvement de cet axe. L'angle de rotation de l'arbre de sortie varie en fonction de la longueur de la crémaillère.

#### b. Avantages

Le vérin rotatif est peu encombrant il permet une maintenance facile avec démontage rapide. Ils transmettent un couple important. Le système est intégré donc il n'ya pas de guidage à prévoir, en plus l'amortissement de la fin de course de la crémaillère est possible.

#### c. Inconvénients

Le système est volumineux

Le vérin rotatif contient plusieurs pièces dont la défaillance influe sur le bon fonctionnement du système donc le vérin rotatif demande une protection particulière

### III Solution choisie vérin rotatif

Parmi les trois solutions proposées, nous avons opté pour la troisième solution et cela pour des raisons ci-dessous :

Le système est intégré, il permet la rotation d'une pièce, une bonne précision, et permet une maintenance facile avec démontage rapide

#### 1 Etude du vérin rotatif

##### 1.1 Principe de fonctionnement

Le mouvement rotatif est obtenu par application d'un fluide sous pression sur un piston qui entraîne une crémaillère. A son tour, la crémaillère entraîne un pignon provoquant ainsi la rotation de l'arbre. Le pignon d'entraînement est monté entre deux paliers et peut être accouplé à la charge soit directement par un accouplement, soit par un système articulé. Le réglage de la vitesse de sortie et d'entrée de la tige se fait à l'aide d'un ensemble de pièces à savoir une vis de réglage de la pression et un ressort. La vis de réglage permet de régler la pression à l'entrée et à la sortie du vérin. Le ressort permet de freiner la sortie du vérin en amortissant celui-ci. Selon le raccordement, les translations et rotations de cette tige peuvent être simultanées ou séquentielles, d'où le schéma cinématique ci-dessous.

##### 1.2 Schéma cinématique

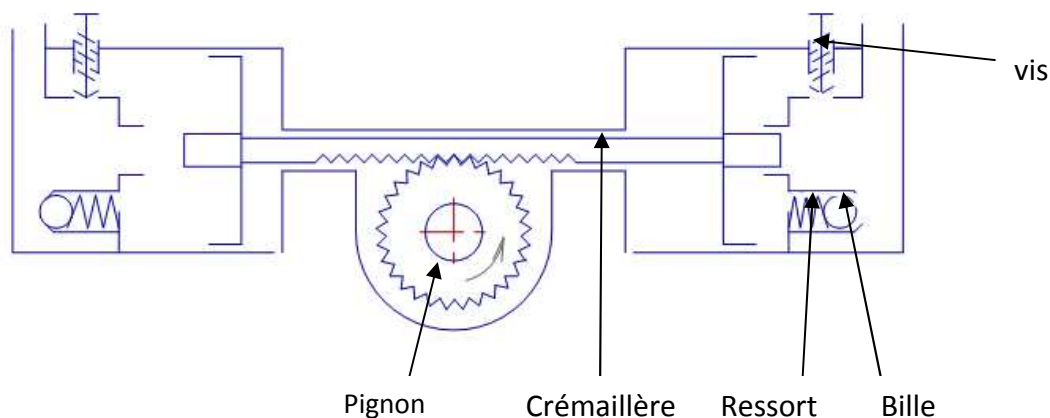


Figure 12 schéma cinématique

### 1.3 Description des éléments du vérin rotatif

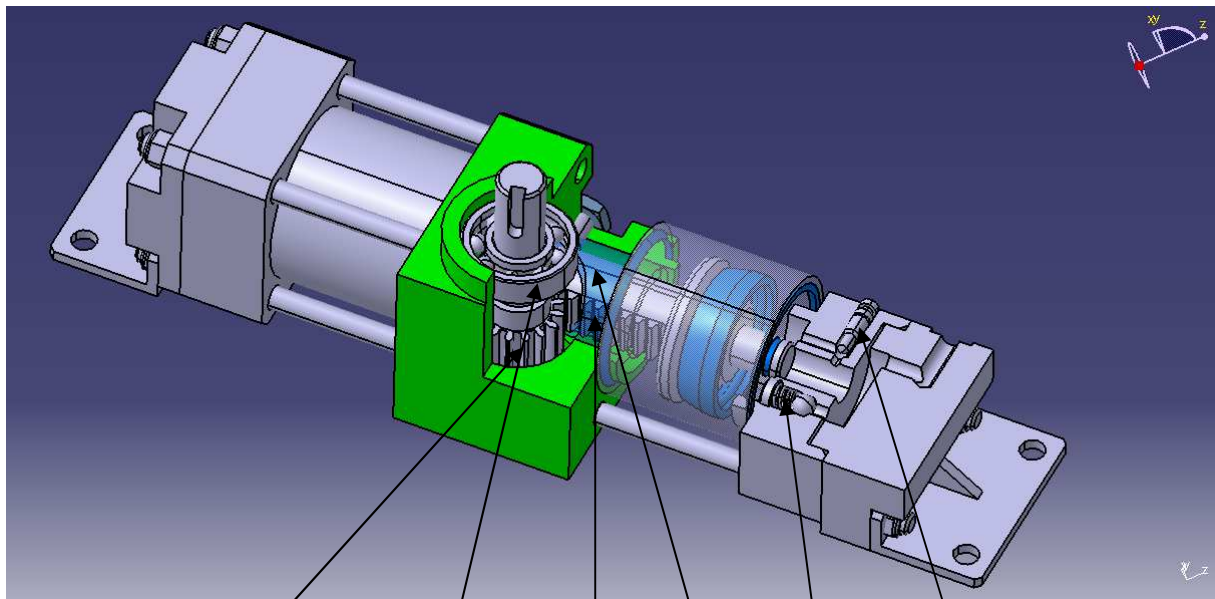
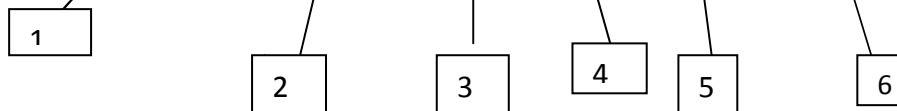


Figure 13 : Vérin rotatif



#### 1 .Pignon

Le pignon permet de transformer le mouvement de translation en un mouvement. A l'extrémité du pignon on peut monter directement le plateau rotatif. Il ya donc un encastrement entre le pignon et le plateau par l'intermédiaire d'une clavette.

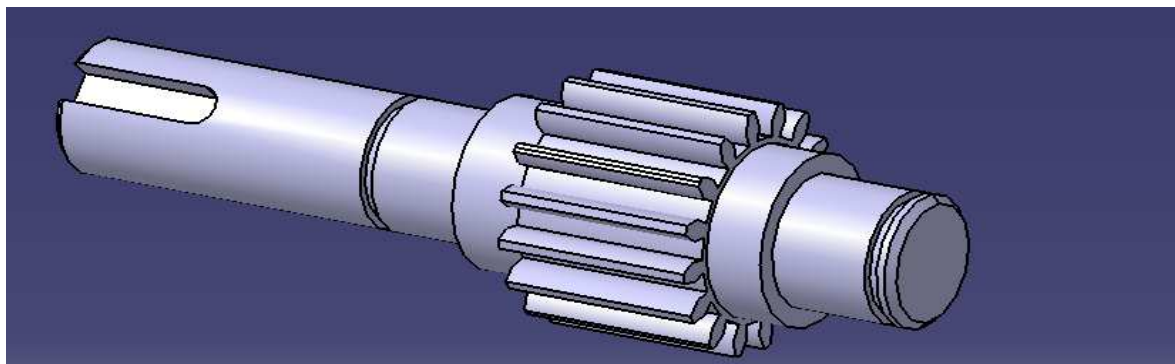


Figure 14 : Pignon



## 2 Les roulements

Les roulements ont pour fonction de permettre à deux éléments d'être en rotation l'un par rapport à l'autre avec un frottement optimisé. Le pognons a à ses extrémités deux roulements de types BC roulement à une rangé de bille a contact radial.

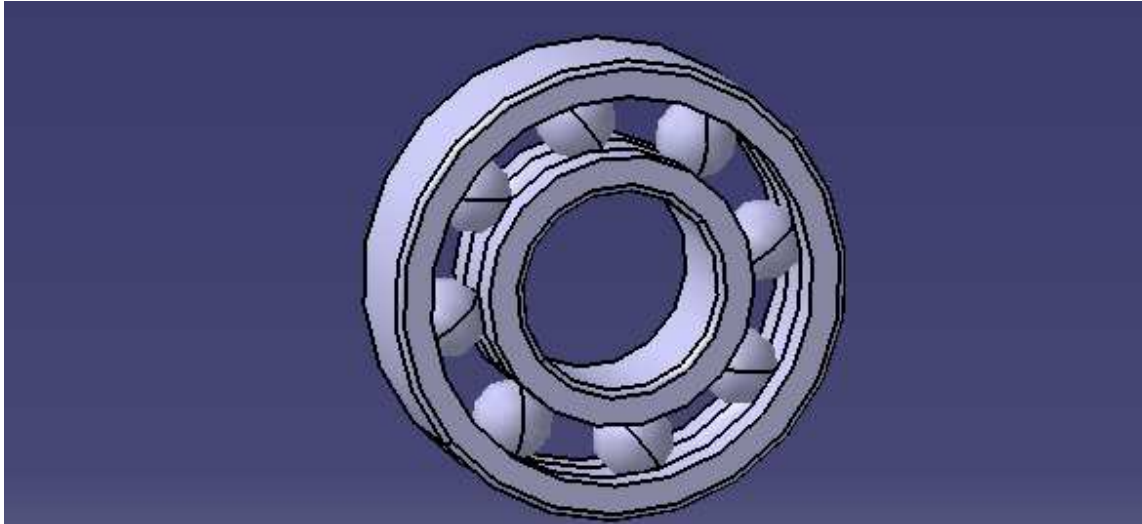


Figure 15 : Roulement

## 3 La crémaillère

A l'extrémité du vérin est montée une crémaillère. La crémaillère est solidaire au vérin. Le déplacement du vérin entraîne donc le déplacement de la crémaillère.

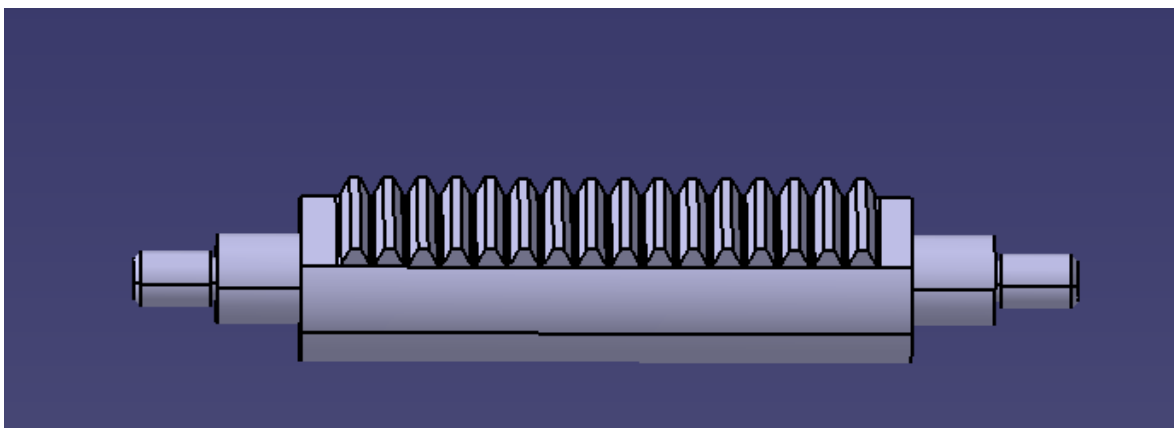


Figure 16 : Crémaillère

## 4 Bague d'usure

La bague d'usure effectue un guidage cylindrique de la tige piston crémaillère avec peu de frottement. Cette forme intérieure permet de loger une partie de graisse améliorant la lubrification entre la bague d'usure et la tige piston crémaillère.

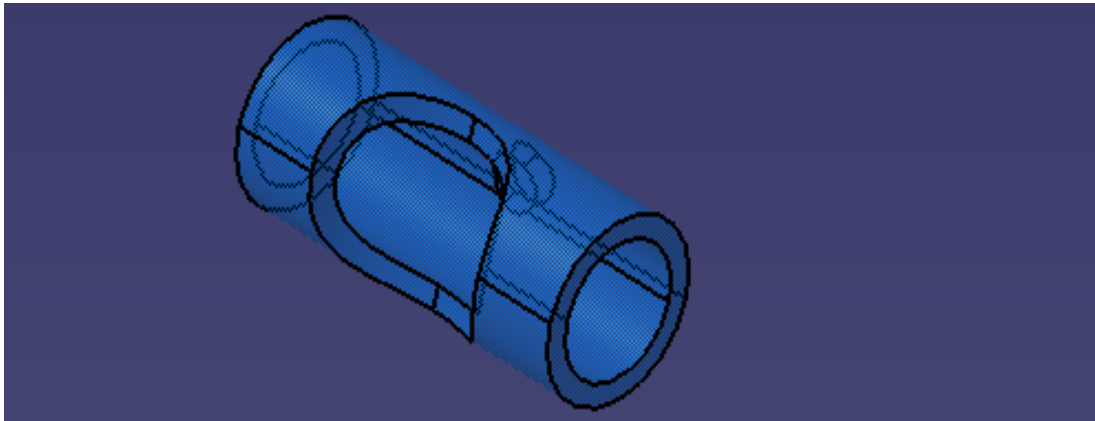


Figure 17 : Bague d'usure

## 5 Détecteur de position

Pour assurer la rotation avec précision, le système doit être doté de détecteur de proximité. Le détecteur de proximité est un système qui permet de détecter la présence de l'objet

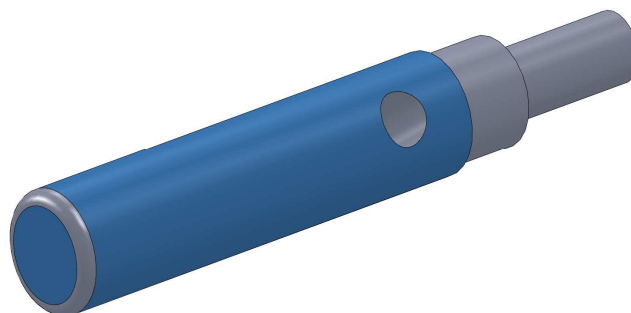


Figure 18 : Capteur de proximité

## Etude du système de fixation du vérin

Le vérin est fixé sur un support grâce à plusieurs éléments.

### Le support

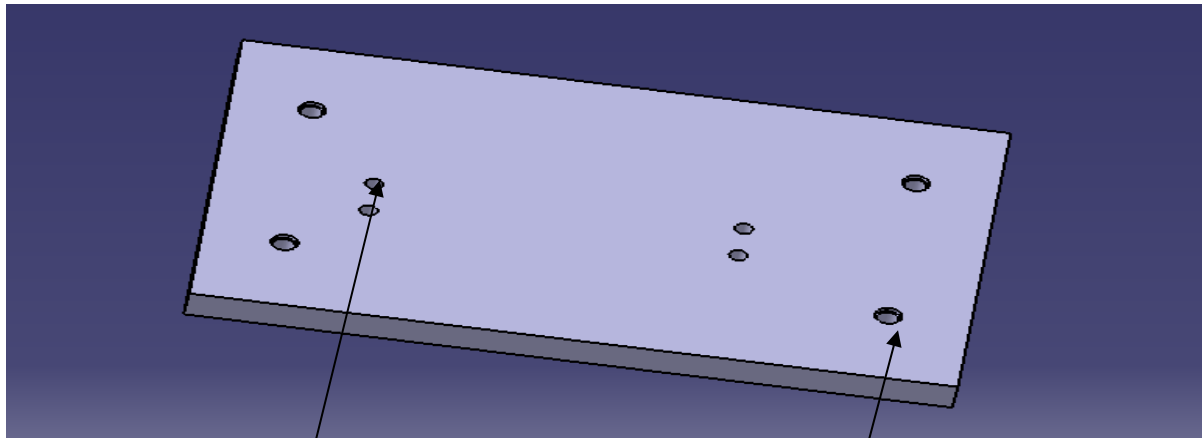


Figure 19 : Support

Trou de fixation du vérin

Trou de fixation des colonnes

Le support est en acier et est parfaitement plane. Il est constitué de 8 trous de fixation dans lesquels passe les vis ou les boulons. Parmi ces trous nous pouvons compter 4 trous de fixation du vérin et 4 trous de fixation des colonnes.

### La plaque de fixation

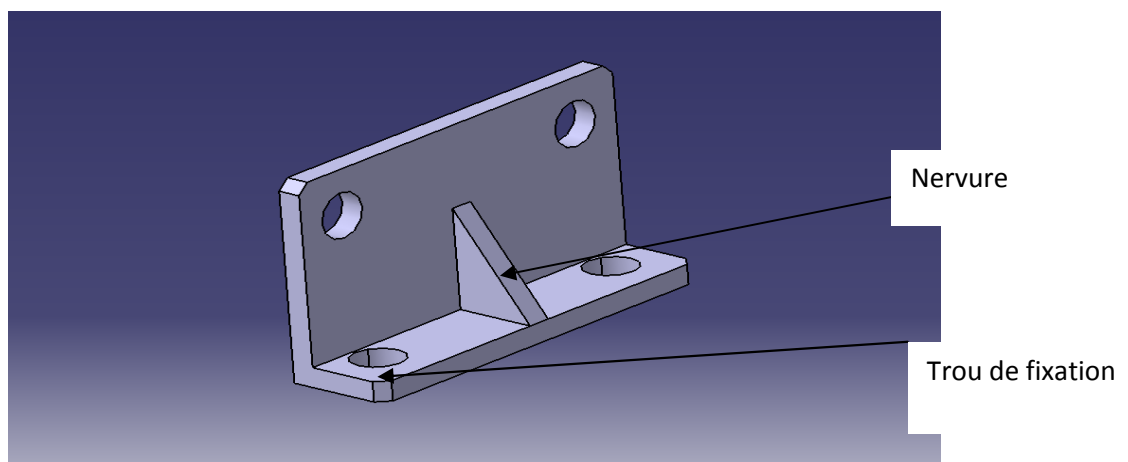


Figure 20 : Plaque de support

La plaque de fixation relie le vérin à son support. Elle comporte une nervure qui renforce la solidité du système. Le matériau utilisé est l'acier pour avoir une bonne rigidité

### 3. Le moteur

Le moteur utilisé est un moteur asynchrone avec un réducteur.

Un réducteur mécanique a pour but de modifier le rapport de vitesse ou/et le couple entre l'axe d'entrée et l'axe de sortie d'un mécanisme.

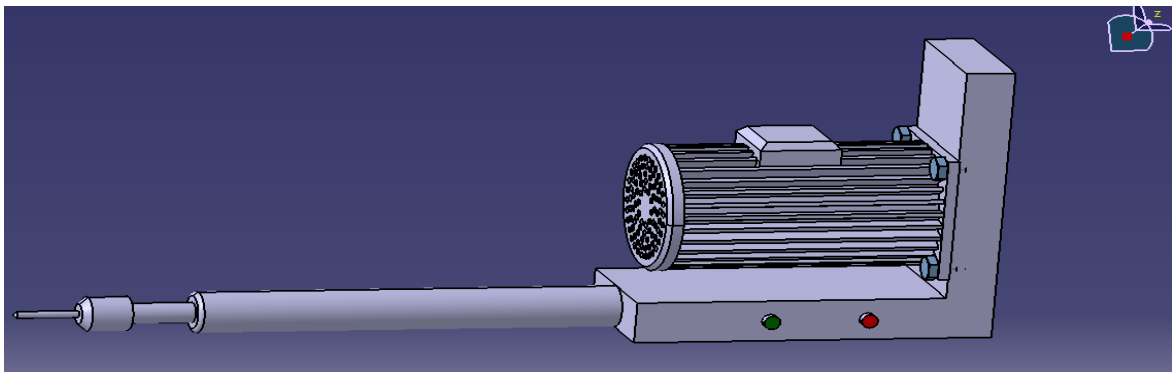


Figure 21 : Motoréducteur

L'assemblage de tous ces éléments permet d'aboutir produit final ci-dessous. Il comprend :

- Une unité de perçage qui comprend le motoréducteur, le mandrin et le foret de perçage. Cette unité a pour fonction le perçage de la matière.
- Une unité de montage de la pièce. Cette unité permet la mise en position et le maintien en position de la pièce. Elle comprend un vérin de serrage de la pièce. La matière à usiner est l'aluminium. Pour ne pas laisser de traces de serrage le vérin est équipé à son extrémité de caoutchouc ou du téflon.
- Une unité rotation de la pièce. Cette unité comprend essentiellement le vérin rotatif et les capteurs de position.

## 4 Assemblage final

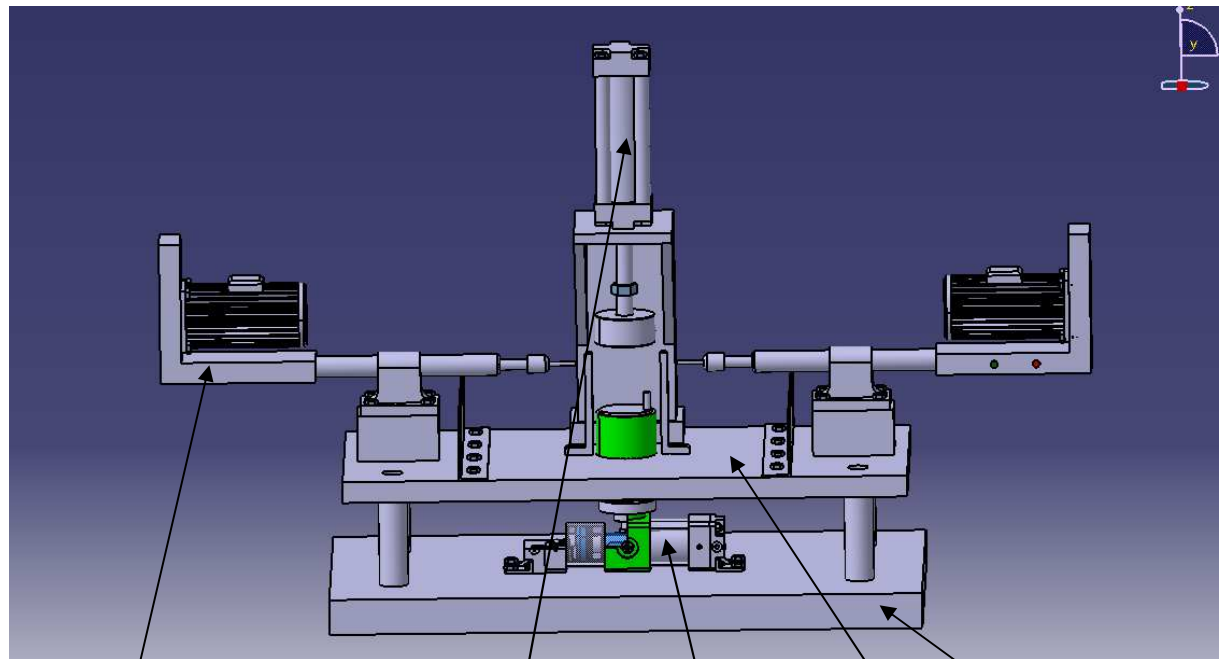


Figure 22 :Perceuse

Motoréducteur

Vérin de serrage

Vérin rotatif

Table

Support vérin

Cet ensemble final est constitué essentiellement d'un système de mise et de maintien en position de la pièce. Cet isostatisme est constitué d'un vérin de serrage et du cimblot.

Le perçage des trous est assuré par deux motoréducteurs et portent des mandrins de perçages. Ces mandrins portent des forets pour effectuer le perçage.

## CONCLUSION GENERALE

Le stage est la meilleure occasion pour confronter le monde professionnel, connaître les compétences personnelles et bien s'intégrer dans l'équipe d'une entreprise.

Durant la période de stage que nous avons effectué au sein de la Société Marocaine des Fonderie du Nord nous avons pu mettre en pratique tous ce que nous avons étudiés en classe. Ce stage nous a permis aussi d'avoir une expérience plus pratique sur le terrain du travail, de perfectionner nos capacités et nos connaissances théoriques et pratiques en exerçant cette formation dans la vie réelle et afin d'avoir une vue précise sur les relations humaines au sein de l'entreprise.

Malgré que la durée du stage limitée nous avons eu une bonne formation sur le fonctionnement des entreprises.

En bref, nous pouvons résumer toutes nos interventions comme suit :

➤ Analyse fonctionnelle :

Dans l'analyse fonctionnelle nous avons regroupé le système en diagramme technique ensuite nous avons situé le système par rapport à son milieu extérieur grâce au digramme de pieuvre.

➤ Proposition des différentes solutions.

Nous avons proposé le plateau diviseur

Le montage avec un vé de centrage et le vérin rotatif.

➤ Choisir la meilleure solution

Le choix De la meilleure solution c'est basé sur le diagramme de FAST qui est un outil indispensable pour le choix des solutions convenables

➤ Etude et Conception Assistée par Ordinateur avec CATIA V5

Nous recommandons l'application de la solution que nous avons proposée. Ainsi donc la mise en pratique de cette solution permettra à la société d'être plus efficace par l'augmentation de la productivité.

## BIBLIOGRAPHIE

- André Chevalier Guide du dessinateur industriel HACHETTE Technique édition 2004
- André Chevalier J Bohan Guide du technicien en productique HACHETTE Technique édition 2000
- Conception des machines Pr.H.BINE EL OUIDANE Faculté des Sciences et Techniques-Fès

Annexe