



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

Licence Sciences et Techniques
Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Thème :

Conception d'une machine perceuse à colonne

Lieu :

Floquet monopole

À

Fès

Présenté par :

- Meryem dahmani

Encadré par :

- Pr. JALIL ABOUCHITA
- M. RACHID HASSANE

Soutenu le 12/06/2017 devant le jury :

- Pr. JALIL ABOUCHITA
- Pr. ABDELOUAHHAB JABRI

Remerciement

Je remercie 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, 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 afin de concrétiser la connaissance théorique qu'ils ont acquis et de les familiariser à l'environnement professionnel.*
- ***Pr. Jalil Abouchita**, mon encadrant pour la qualité de son encadrement, ses précieux Conseils, ses fructueuses orientations et son soutien tout au long du déroulement de ce stage*
- ***M. Rachid Hassane**, mon encadrant au sein de Floquet Monopole Fès, pour sa flexibilité, son Orientation, sa patience et son acharnement à vouloir partager avec moi son expérience afin de me permettre de réussir mon stage.*
- ***M. Jamal**, Directeur des ressources humaines au sein de Floquet Monopole Fès et à toutes ses équipes, l'ensemble des ingénieurs et des techniciens et tout le personnel pour tous ces beaux et agréables moments de travail acharné passés au sein de leur entreprise.*
- ***M. Mohammed Itaqi**, Directeur de la Société Marocaine de Fonderie du Nord (SMFN) - Floquet monopole Fès de nous avoir accordé l'opportunité d'approfondir nos connaissances professionnelles.*
- *Les Enseignants du Département Génie mécanique de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.*

REMERCIEMENT	1
---------------------------	---

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA SOCIETE MAROCAINE DES FONDERIES DU NORD (FLOQUET MONOPOLE)

INTRODUCTION	5
I. Historique	7
II. Fiche signalétique.....	8
III. Organisation de la Société SMFN.....	9
1. Organigramme de Floquet Monopole.....	9
2. Les services de la SMFN.....	10
2.1. Bureau de méthodes	10
2.2. Bureau D'étude et de développement.....	10
2.3. Service Ordonnancement.....	10
2.4. Service Qualité.....	10
2.5. Service contrôle.....	10
2.6. Service Maintenance	11
2.7. Service Atelier Mécanique.....	11
2.8. Service Gestion produit Fini.....	11
2.9. Service Ressources Humaines.....	12
2.10. Atelier de Fonderie.....	12
IV. Les Etapes de la fabrication des pistons.....	12
1. Piston.....	12
1.2 Définition.....	12
1.3. Le rôle du piston dans un moteur.....	12
1.4. Description.....	13
- Composants du piston.....	14
- Les segments.....	14
- Le segment de feu.....	14
- Le segment d'étanchéité.....	14
- Le segment racleur.....	14
- La jupe du piston.....	15
- L'axe du piston.....	15
- tête du piston.....	16
1.5 Fonctionnement.....	16
2. Processus de fabrication des pistons au sein de FM.....	17
2.1 la gamme de fabrication du piston.....	17

a. La part fonderie.....	18
b. La partie usinage.....	21
V- Processus de fabrication des disques de frein.....	25
1.1- définition.....	25
1.2- Rôles des disques de freins.....	25
1.3- les étapes de fabrication les disques de freins.....	26
1.4- Implantation des machines au sein de Floquet Monopole....	27

CHAPITRE II : CLARIFICATION DU PROJET

I. Etude de La machine perceuse.....	29
Les éléments du Perceuse.....	29
Serrage de piston sur la perceuse.....	30
II. Définition de la problématique.....	30
III. Les avantages de l'automatisation.....	30

CHAPITRE III : METHODES POSSIBLES DE RESOLUTION

I. Critères techniques pour la conception de système.....	30
II. Les Méthodes possibles de résolution.....	34
III. Analyse comparative des méthodes retenues.....	36
IV. Mise en œuvre de la solution retenue.....	36

CHAPITRE IV : ETUDE DE LA SOLUTION FINALE

I. Etude du système de vérin.....	38
II. Etude du système de fixation du vérin.....	39
III. Les éléments de fixation des Interrupteur de fin de course.....	43
IV. Assemblage de système.....	44

CHAPITRE V : ANALYSE DE LA SOLUTION

I. Résistance du système finale.....	47
II. Partie d'automatisme.....	51
III. Conclusion.....	56
Bibliographie et Web graphie	57

introduction

L'industrie automobile au Maroc a enregistré une évolution exponentielle durant ces dernières années. Cette progression ne pouvait être remarquable sans les avantages offerts par le Maroc aux constructeurs marocains, à savoir, un coût de travail concurrentiel et une position stratégique qui facilite l'export vers l'Europe de l'Ouest, la région méditerranéenne et l'Afrique subsaharienne. D'où la présence de RENAULT à travers de nombreux usines de montage automobile du pays. D'autres noms comptent investir, à leur tour, au Maroc d'ici deux ou trois ans, on peut citer CITROEN PEUGEOT, TOYOTA, HYUNDAI

Plus particulièrement l'industrie automobile marocaine qui a enregistré une performance à l'export très remarquable expliquée par le développement de l'activité du câblage et de l'essor du segment de la construction automobile.

Dans les moteurs modernes et avec des performances affichées en continu sur des durées élèves, les segments de pistons assurent un fonctionnement fiable et précis de leur support, en tant que l'une des premières entreprises de fabrication de pistons dans l'Afrique du nord et de la région à avoir Décroché une certification iso 9001, Floquet Monopole travaille continuellement sur l'optimisation de la performance et de la qualité.

Pour atteindre cet objectif, la FM a porté ses investissements sur tous les aspects de production fonderie, « CAO », unité de réalisation des moules, parc machines, et laboratoire de contrôle.

A cet effet, j'étais intéressée par effectuer mon stage de PFE dans la société FLOQUET MONOPOLE (SMFN) qui s'occupe de la fabrication des pistons d'automobile et des disques de frein pour enrichir mes connaissances au niveau de ce domaine prometteur et mettre en œuvre mes acquis en tant qu'étudiante dans le cadre du LST de la conception et analyse mécanique.

Lors de la présentation des différents sujets, le choix du sujet s'est porté sur le thème suivant : « conception d'un système d'une perceuse à colonne ».

Ce stage consiste à effectuer au début une tournée générale dans les différents services de l'usine, par la suite, l'encadrement de stage dans l'entreprise nous a confié de trouver une solution pour améliorer la productivité d'une perceuse à colonne.

Pour arriver à résoudre ce problème, je veux concevoir un système automatique et le modéliser sur CATIA V5. après je vais faire une étude structurale sur le concept étudié, Ensuite on va estimer les coûts de la solution proposée et finalement on doit documenter l'ensemble du projet.

Chapitre I

Présentation de la Société Marocaine des Fonderies du Nord (Floquet Monopole)

Dans ce chapitre je présente la Société Marocaine De Fonderie du Nord(SMFN) qui a comme activité principale la production de pistons, de chemises et d'axes pour automobiles. Je veux 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 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 : 2008 et ISO TS/16949 ce qui montre son intégration à l'échelle mondial. 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.

I. Fiche signalétique

Dénomination :	Société Marocaine des Fonderies du Nord (SMFN)
Forme juridique :	Société Anonyme (SA)
Licence :	Floquet Monopole
Siège social :	Quartier Industriel Sidi Brahim, Lot 59, Rue 812 Fès-MAROC
Certification :	ISO 9001 V 2000, ISO TS 16949
Capital social :	33.5 Millions de DHS
Date de création :	1981
Objet social :	Fabrication par moulage, usinage et vente des axes en acier, des chemises en fonte grise et des pistons en alliage d'aluminium
Tél :	0535 64 28 69
Surface :	11600 M ² dont 6000 M ² couverts
Effectif du personnel employé :	55, dont 10 cadres supérieurs et techniciens

II. L'organisation de la SMFN :

- Organigramme :

La Société Marocaine des Fonderies du Nord est divisée en plusieurs services dont chacun remplit des tâches bien précises et l'ensemble contribue à optimiser les conditions de production et la qualité du produit.

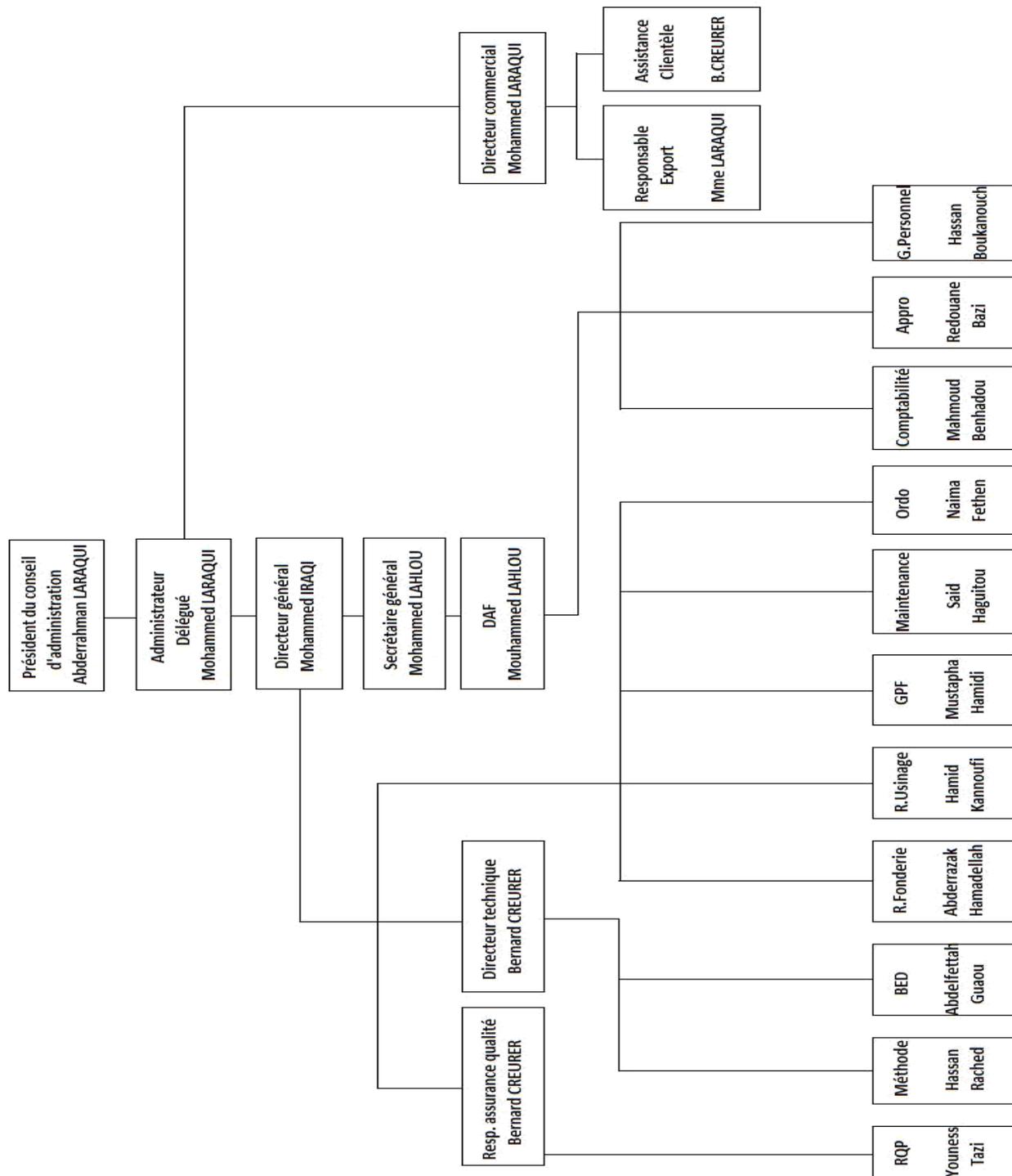


Figure2 : Organigramme de La S.M.F.N

3.2 Les services de la SMFN :

La **SMFN** se compose de différents services afin d'assurer le bon déroulement des procédés de fabrication, de contrôle et d'exportation. Parmi ces services on distingue :

A. Le bureau de Méthodes :

Il établit d'une part, le processus de fabrication en spécifiant les paramètres techniques à respecter conformément au plan de la pièce, d'où la préparation, le lancement et la supervision du processus d'usinage des pièces conformes aux exigences exprimés dans un cahier des charges déterminé. D'autre part, il détermine une liste d'opérations à effectuer pour avoir le résultat voulu en spécifiant l'ensemble de postes impliqués.

B. Le bureau d'étude et de développement :

Il sert à étudier un mécanisme, à concevoir le fonctionnement, choisir les matériaux constitutifs, préciser les formes, les dimensions et l'agencement en vue de la fabrication afin de répondre parfaitement aux exigences et attentes exprimées dans le cahier des charges.

C. Service Ordonnancement :

C'est un service qui s'occupe du positionnement réel dans le temps, des dates de début et de la fin des opérations (ou groupes d'opérations) et décide dans quel ordre exécuter les tâches, c'est-à-dire quelle tâche se fera avant une autre afin de tenir les détails de fabrication et coordonner au mieux les moyens et les matières en évitant les attentes et/ou les ruptures.

D. 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.

E. Le service contrôle qualité :

Ce service a pour rôle de contrôler, de mesurer, d'examiner, d'essayer, De passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit ou d'un service et de les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leurs conformités.

A chaque stade de fabrication, des contrôles rigoureux de qualité et de conformité sont effectués sur chaque pièce, au niveau de la matière, le dimensionne et en fabrication.



Figure 2 : Chambre de contrôle



Figure 3 : Les outils de contrôle dans la SMFN

F. Le service maintenance :

Il est responsable de l'entretien et de la maintenance des machines, et de toute l'installation électrique de l'entreprise. Il comporte aussi une maintenance préventive qui est effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire les problèmes techniques éventuels, et une maintenance corrective qui est effectuée après défaillance, ainsi qu'une maintenance qui a pour fonction de remédier sur-le-champ.

G. Le service atelier mécanique :

Il s'occupe de réaliser les pièces unitaires (les moules et les montages d'usinage et de contrôle) d'après les dessins de définition que le bureau d'études et développements et le bureau de méthodes fournissent d'une part et les pièces demandées par le service maintenance d'autre part.

H. Le Service gestion produit fini :

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

I. Le Service ressources humaines :

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.

J. Atelier de Fonderie :

La partie fonderie comporte plusieurs machines, à savoir une perceuse, aléreur, fraiseuse, tour semi Auto et encore d'autres anciennes machines. Cette est chargée de préparer la matière première, la mettre dans des moules adéquats, la démasseloter, et la stabiliser. Cette série est généralement en arrêt puisqu'elle ne fonctionne que lorsque l'entreprise reçoit une commande importante.

i. Les Etapes de la fabrication des pistons :

1. Piston

- Définition :

Un piston est une pièce rigide de section généralement circulaire coulissant dans un cylindre de forme complémentaire. Le déplacement du piston entraîne une variation de volume de la chambre, partie située au-dessus du piston, entre celui-ci et le cylindre. Un piston permet la conversion d'une pression en un travail, ou réciproquement.

Les pistons sont présents dans des nombreuses applications mécaniques. La plus courante est le moteur à combustion interne, notamment dans l'automobile. On trouve également un ou plusieurs pistons dans les compresseurs, les pompes, les vérins, les détendeurs, les régulateurs, les distributeurs, les valves, les amortisseurs, mais aussi les seringues médicales ou les instruments de musique à pistons.

Il existe deux types de pistons : les pistons à simple effet, où la pression n'agit que sur une face (seringues médicales), et les pistons à double effet, où la pression agit sur ses deux faces (locomotive à vapeur). Le déplacement du piston provoque ou est provoqué par une pression à l'intérieur de la chambre.

Le piston doit avoir les qualités suivantes :

- Résistance mécanique aux pressions (environ 50 bars).
- Résistance thermique et bonne conductibilité (dessus de piston à 400°C).
- Résistance à l'usure : bon coefficient de frottement sur la chemise.
- Léger (réduction de l'inertie) et bien guidé

- Rôle de piston dans un moteur :

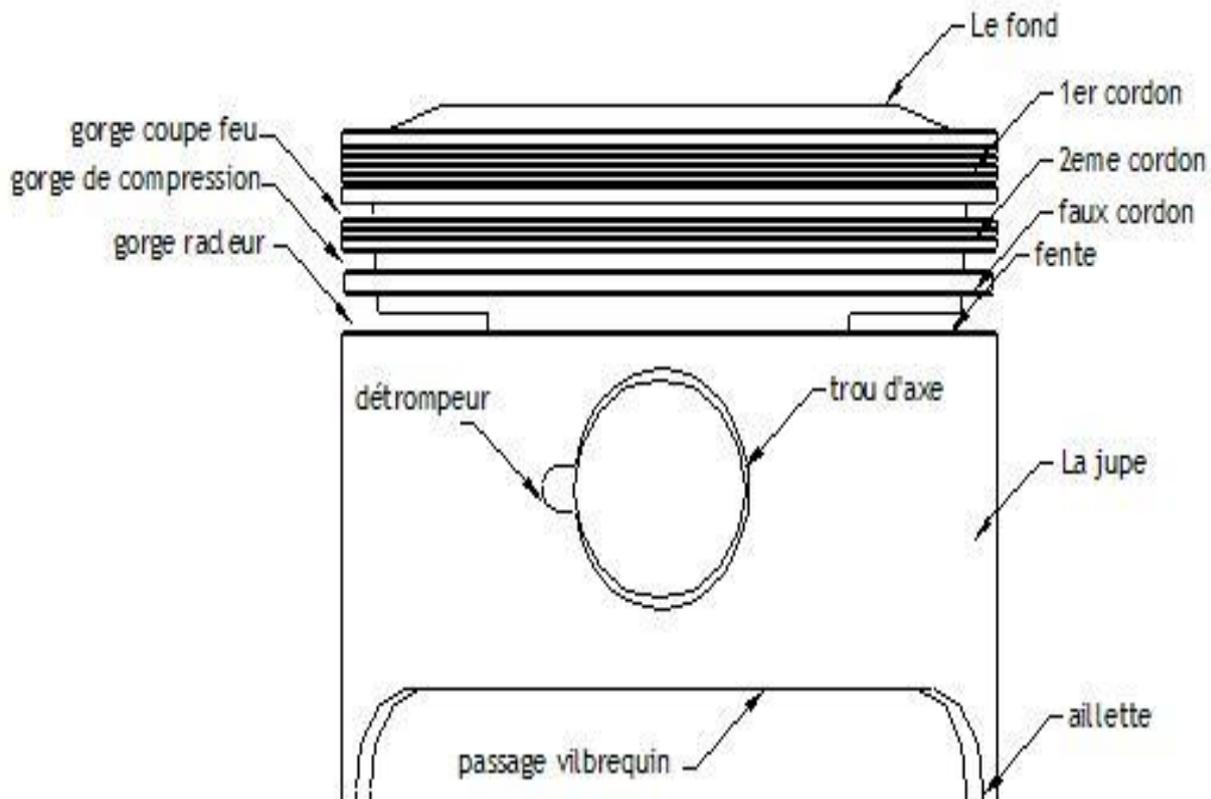
- Le piston est l'élément mobile assurant la variation de la chambre d'un cylindre. Généralement lié à une bielle, il assure la compression des gaz de combustion et subit leur détente source du mouvement du moteur. Lorsque la chambre est ouverte par une soupape

- il expulse les gaz brûlés ou aspire le mélange du cycle suivant.
- Le piston est une pièce cylindrique, parfois légèrement conique, et dans certains cas en forme de tonneau ; ces formes et le jeu dans son ajustement avec la chemise confèrent 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 perm 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 crée par les explosions répétées et assure l'étanchéité entre la chambre et la carter du vilebrequin rempli d'huile.

- Description :



- Composants du piston



A : Chemises et cylindres

B : Pistons

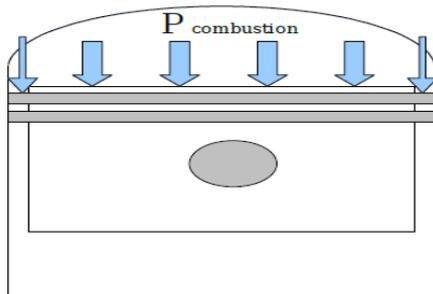
C : Axes

E : Segments

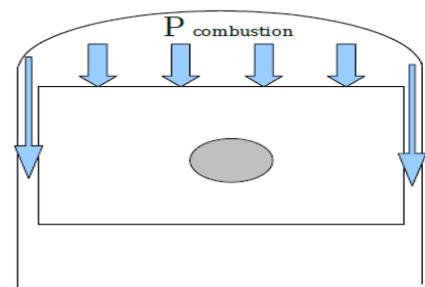
Composants du piston

i. Les Segments :

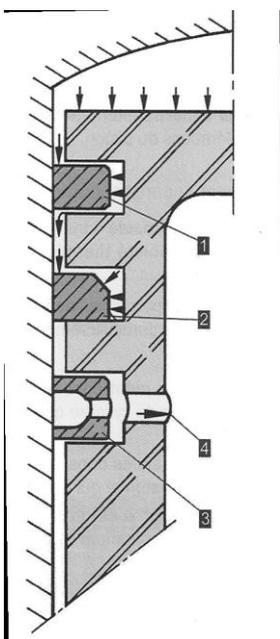
Les segments sont des **anneaux élastiques** (ouverts avant la pose) qui se logent dans des gorges usinées dans la tête du piston et permettent l'utilisation de toute l'énergie fournie en évitant que les gaz ne s'échappent le long du piston. Il participe aussi l'évacuation de la chaleur de combustion vers le cylindre.



Piston avec segments



Piston sans segments



Le segment de feu est le segment en contact avec les gaz. Lors de l'inflammation, il est plaqué contre le cylindre, ce qui assure quasiment toute l'étanchéité.

Le segment d'étanchéité ou **de compression** assure l'étanchéité totale des gaz en arrêtant ceux qui seraient passés par la coupe du segment de feu. Il doit permettre la bonne compression du mélange destiné à la combustion. La surface est chromée ou revêtue de Molybdène.

Le segment racleur, uniquement présent en 4 temps est généralement composé de deux rails très minces en haut et en bas d'un épandeur élastique perforé.

Il assure l'étanchéité au niveau de l'huile ; il doit « racler » l'huile des parois du cylindre pour éviter qu'elle soit brûlée au cycle suivant. Cette dernière est en partie évacuée par les trous réalisés dans la gorge tandis qu'une autre partie sert à lubrifier légèrement les segments supérieurs.

ii. 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.

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.



iii. 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.



iv. 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 :



Têtes plates :

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

Têtes convexe :

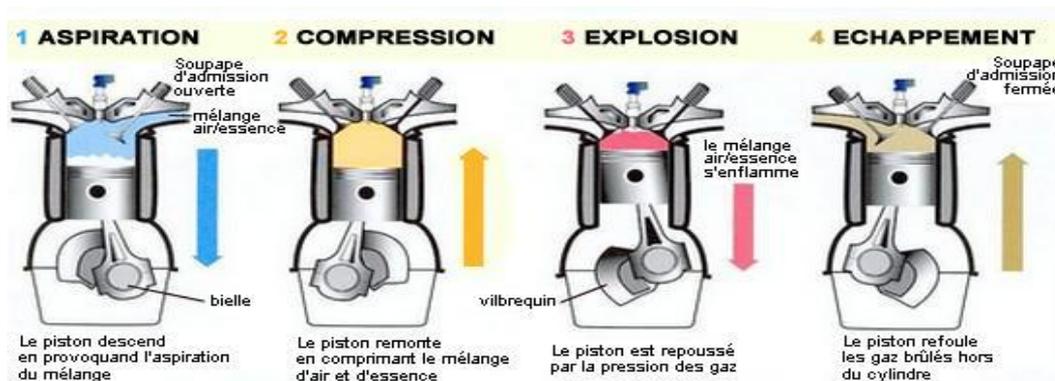
Avec des empreintes "en regard" des soupapes (en face des soupapes) :

- 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 évite 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).

- Fonctionnement

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. Le piston est relié à la bielle par un axe en acier trempé appelé tourillon. Il est maintenu en place grâce à des circlips.



1. Processus de fabrication des pistons au sein de FM :

1.1 la gamme de fabrication du piston :

La **SMFN (Floquet monopole)** s'occupe de la fabrication des pistons et des disques de frein. La production des pistons au sein de la société se fait à l'aide de deux phases .Il s'agit de la phase fonderie et la phase usinage. A son tour, cette dernière contient deux séries de production, une ligne classique et une ligne numérique. Pour cela le but de l'entreprise est de fabriquer un piston de bonne qualité, contrôlé au micron. Pour cela il doit parcourir toutes les étapes du processus de fabrication.

➤ **Demande du client :**

Il peut se faire avec un prototype ou avec un dessin du produit a fabriqué.

➤ **Cout de travaille :**

On effectue la gamme d'usinage afin de :

- ✚ Calculer le temps d'usinage
- ✚ La consommation en énergie
- ✚ Déterminer le cout de travail ou de la fabrication du produit
- ✚ Emploi de la main d'œuvre

Après tous ses calculs, le devis est soumis au client et s'il est favorable alors la production est lancée.

➤ **Le bureau d'étude :**

Le bureau d'étude et de développement conçoit le moule pour la coulée. Les calculs sont effectués avec minutie sinon la moindre erreur pourrait avoir des conséquences graves au niveau de la production.

➤ **Le bureau des méthodes :**

Le bureau de méthode a pour rôle d'établir :

- ✚ Les gammes d'usinage
- ✚ Les dessins des montages d'usinage et de contrôle
- ✚ Les dessins d'outillages de production et de contrôle.

➤ **L'atelier mécanique :**

Après les calculs et les dessins réalisés par le BED et BM cet atelier se charge de réaliser le moule et les montages d'usinage et des contrôles.

A. La partie fonderie :

La partie fonderie comporte plusieurs machines, à savoir une perceuse, aléueur, fraiseuse, tour semi Auto et encore d'autres anciennes machines. Cette est chargée de préparer la matière première, la mettre dans des moules adéquats, la démasseloter, et la stabiliser .Cette série est généralement en arrêt puisqu'elle ne fonctionne que lorsque l'entreprise reçoit une commande importante.

Préparation de l'alliage :

On commence par le chargement du four en ajoutant 7% des masselottes et 3% des pistons rebut à 90% de lingots d'aluminium.

Fusion de la matière :



Outil de dégazage

Les alliages d'aluminium sont sensibles aux altérations en cours de fusion. Pour éviter cela, on ajoute des mélange de sel afin d'éliminer les particules infusibles (les crasses) en suspension dans le bain et parfois des éléments étrangers nuisibles (flux de désoxydation : EV123) et de faciliter la séparation du bain avec les crasses (flux décrassage : EV16).

Pour le dégazage du bain à Floquet Monopole on utilise l'azote pour chasser les bulles d'air.

Coulage :

On prend un échantillon du four et on le laisse se refroidir. Ensuite , on le fait passer dans la tour pour le donner après au service du contrôle pour faire le traitement à l'aide d'un appareil appeler Spectro afin de connaître les différents pourcentages des composants de l'alliage d'aluminium .

Après avoir testé l'efficacité du moule, on fait fondre la matière première, sous forme d'aluminium (AS12 UNG ou AS18 UNG ou AS22 UNG) et quelques alliages ,à une température très élevée qui peut atteindre plus de 900°C.



Four électrique

Deux types de fours sont utilisés pour la fusion de l'alliage : les fours électriques ou bien les fours de maintien dont le chauffage est assuré par des résistances électriques, des fours à propane comportant une ou deux brûleurs à air induit ou la température peuvent dépasser 1000°C.

	AS 12 en %	AS 18 en %	Rôles des composants AS
Silicium (Si)	12	18	-Augmenter la résistance thermique et mécanique de l'alliage face à contraintes élevées des moteurs
Fer(Fe)	0.7	-	-améliore la caractéristique mécanique
Cuivre (Cu)	1.5	-	-Amélioration des caractéristiques mécaniques d'alliages. -Améliorations 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

Tableau 1.4 : description de la matière première

Moulage :

Le moulage s'effectue au sein de la société à l'aide des coquilleuses à commande numérique.

Il existe quatre types de moules :

- à vérin pneumatique
- à vérin hydraulique
- Electrique
- Manuel.

Ces moules sont en acier due à leur haute résistance. Ils sont constitués d'une ou deux empreintes à des références spécifiques ; de deux chapes à l'intérieur des quelles se trouvent deux broches ; de deux anneaux supérieurs qui donnent la forme du fond du piston.

Le métal liquide est versé dans le moule manuellement à la température de 730°C pour AS12 et 840°C pour AS18 jusqu'au remplissage complet des masselottes suivant des règles bien spécifiées.



Machine de moulage

Démasselotage :

Après l'obtention du brut il faut enlever le système de coulé et la masselotte suivant les dimensions du piston.



Stabilisation :

La fonderie est posséder deux fours de stabilisation pour le traitement thermique des pistons. Les pièces sont passées dans le four de stabilisation à une température de 220°C pendant 10 heures pour réguler la dureté et rendre la structure homogène de telle façon à avoir l'égalité de température entre la surface extérieure et la surface intérieure du piston.



Machine de stabilisation

Zone d'attente :

Après la stabilisation, les pistons sont stockés en zone d'attente dans des bacs, accompagnés par des fiches d'identification indiquant leurs références et leurs quantités en attendant la phase d'usinage.

B. La partie usinage :

L'usinage se fait en plusieurs étapes à l'aide des contrats de phase élaborés par le bureau de méthode et réalisé au niveau des différentes chaînes existant en usine.

Chaîne classique :

Emboitage :

C'est la première opération que subit le piston, son rôle général est de faire un usinage au dessous du piston pour assurer le bon maintien de la broche dans les autres opérations (création d'une surface de référence).

Ébauches trou d'axe :

C'est l'opération de l'usinage du trou d'axe. C'est un usinage primaire, il se fait avec une belle précision.

Cassage angle :

Le but de cette opération est de casser les angles du piston pour éviter qu'ils soient trop affilés et aiguisés.

Gorges segments :

Dans cette opération, on usine trois gorges segments a la tête du piston qui sert a porter les différents segments (coupe-feu, compression, racleur).

Finition fond :

On fait usiner le fond du piston pour créer un fond bien plat. Toutes ces opérations déjà mentionnée sont faites sans certaines machines appelées des batteries CN et des tours.

Perçage racleur :

Il consiste à faire des trous qui sont au nombre de 4 des deux côtés du piston en respectant le même angle de la ligne centrale.



Machine de perçage racleur

Rayons internes :

Dans cette étape, on uniformise les rayons intérieurs du trou du piston par le tour .

Gorges, circlips et chanfreins :

Dans cette opération, on fait un petit usinage à l'intérieur du trou pour le circlips qui va bloquer l'axe. D'autre part, on réalise des cassages dans les gorges et les côtés du fond et on fait de petits chanfreins sur les gorges.



Machine pour usiner les gorges, circlips et chanfreins

Finition jupe :

Cette opération se fait à l'aide des machines WMT. La finition se fait sur deux parties. Chacune des parties sont différentes.

Finition trou d'axe :

La finition trou d'axe se fait dans l'aléuseuse. Cette opération se fait avec une très grande précision, c'est à- dire micron.



Lavage :

Après avoir fabriqué les pistons, ceux-ci vont être lavés dans le bac de lavage pour enlever le lubrifiant.

Marquage :

Le marquage se fait juste avant le contrôle suivant les exigences du plan. Il se fait soit manuellement, soit automatiquement.

L'étamage-graphitage :

- **L'étamage** : est une opération qui consiste à déposer une couche de carbonate de soude sur la jupe du piston.
- **Graphitage** : est une opération qui consiste à déposer une couche de graphite sur la jupe du piston.



Machine de graphitage

C. Contrôle:

Après l'usinage, le contrôle visuel et dimensionnel est effectué afin de vérifier qu'il n'y a pas de défaut sur la surface.

- Contrôle visuel, Il permet de :
 - Vérifiant des défauts d'usinage.
 - Vérifiant des défauts accidentels.
 - Vérifiant des défauts de marquage.

- Contrôle dimensionnel : Il consiste à vérifier :
- Les trous d'axe : l'appareillage utilisé pour cette opération est un montage de contrôle (comparateur+axe).
 - Le diamètre.
 - La hauteur de compression.

D. Super-control:

Les pistons sont alors expédiés au magasin pour y subir un super contrôle. Il s'agit de contrôler son trou d'axe et ses gorges avec des cales étalons d'une grande précision.

E. Emballage :

Après la vérification de la conformité des pistons, ils subissent un conditionnement en les emballant dans des cartons

Atelier Usinage : Ligne TU1

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.

Cette série comporte 8 machines qui sont : l'OP20, OP20, OP20C, OP30, OP40, OP50, OP60, OP70 (tableau2). Ces machines sont très sophistiquées et sont commandées numériquement. Elles exécutent généralement plusieurs opérations en même temps.

Chaîne numérique	
Code Poste	Description des opérations
OP20	Ebauche externe - Gorges segments - Finition du fond - Mise en longueur
OP30	Ebauche trou d'axe - Bains d'huile – Chambrage
OP40	Finition externe - Cassage des angles
OP50	Finition du trou d'axe.
OP60	Lavage
OP70	Contrôle dimensionnel : diamètre externe, diamètre trou d'axe Marquage diamètre et identification piston
OP80	Etamage
OP90	Contrôle visuel et contrôle dimensionnel
OP100	Super-contrôle

Les différentes machines de la chaîne TU1

V- Processus de fabrication des disques de frein :

1- Définition :

Le **frein à disque** est un système de freinage performant pour les véhicules munis de roues en contact avec le sol : automobile, avion, train, etc. et pour diverses machines. Il transforme l'énergie cinétique du véhicule en chaleur.

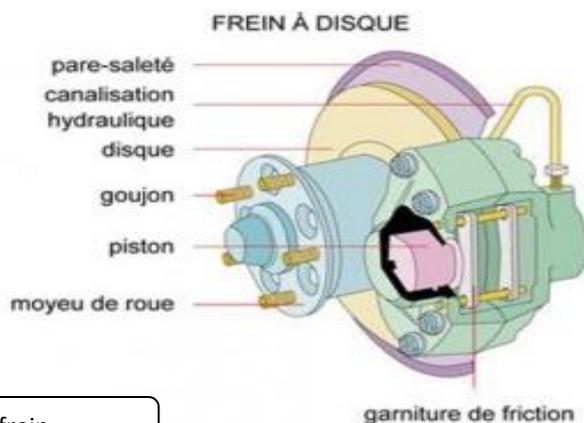


Composants du frein à disques

2- Rôle des disques de frein :

Les disques de freins sont une des composantes principales de votre système de freinage. Ils servent notamment à dissiper la chaleur, chose que seul un disque de qualité peut faire correctement.

Mais attention, on trouve plusieurs différences importantes même entre des disques de qualité. Certains sont directionnels, d'autres non. Certains profitent d'un enduit spécial, d'autres de rainures ou de trous de ventilation.



Disques de frein

3- Les étapes de fabrication les disques de feins :

Due à la réputation de l'entreprise SMFN (FLOQUET MONOPOLE) -puisqu'elle fabrique des pistons de haute qualité - son marché a pu être élargi. En effet, après une lutte qui a duré presque 16 ans, la société a réussi à fabriquer des disques de freins de hautes qualités. Cela est certifié d'après des contrôles de qualités très exigeantes.

Code Poste	Description des opérations
OP20	l'ébauche de la piste F2, le diamètre de centrage, la face d'appui moyeu et la finition du diamètre de l'alésage moyeu, chanfrein de la piste.....
OP30	l'ébauche de la piste F1, la face jante de la finition, le diamètre extérieur du disque, le chanfrein piste F1, le diamètre extérieur du bol
OP40	la face jante, la face appui moyeu et le diamètre de centrage.
Op50-60	le perçage
OP70	Lavage
OP80	équilibrage de disque et d'élimination de défauts de balourd.
OP90	contrôle DIM-SM-MA
Op100 Op120	control visuel 1001 contrôle Aspect A100% et une mise en chaine.

Les étapes de fabrication les disques freins

Chapitre II

Clarification Du Projet

Ce chapitre présent les informations essentielles permettant de définir clairement le projet et à partir desquelles il pourra être Elaboré plus en détails.

I- Etude de La machine perceuse :

1- Définition :

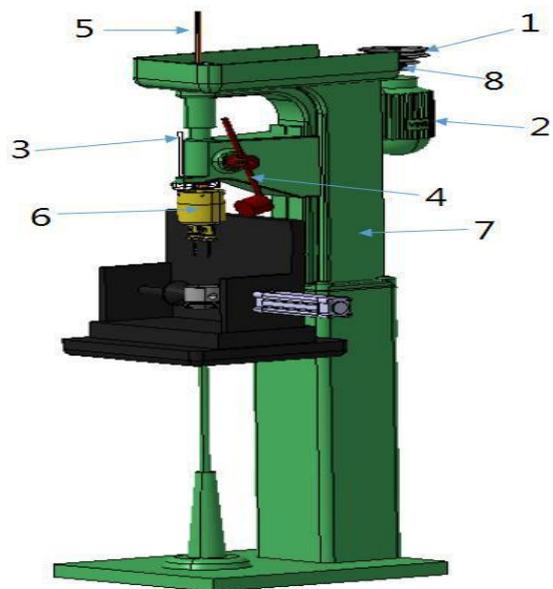
La perceuse à colonne est une perceuse d'atelier, elle est fixée sur un support et n'est pas portable. Elle est fixe sur pied.

- Le pied est à fixer solidement sur son support. Le support doit être adapté au poids de la perceuse et au travail à faire.
- La perceuse à colonne est munie d'un plateau un peu au dessus de son pied qui va permettre de faire reposer la pièce à percer et d'un levier pour faire bouger la tête munie du mandrin et du foret.
- Le mandrin peut recevoir différents outils et accessoires pour un usage polyvalent.

Elle peut percer avant tout le métal, le bois, le plastique, mais aussi toutes les matières à condition de disposer des accessoires correspondants.

2- Description et Fonctionnement :

Le moteur électrique, de quelques centaines de watts, fait tourner une broche par l'intermédiaire d'une boîte de vitesse (souvent à courroie). Un foret à queue conique peut être fixé à l'extrémité de cette broche qui peut coulisser verticalement lorsque l'opérateur manœuvre le levier.



Les éléments de Perceuse à colonne

Repère	Désignation
1	Poulie en V
2	Moteur électrique
3	Douille
4	Levier
5	Broche
6	Tête Multibroche
7	Corps de Perceuse
8	Courroie

Les noms des éléments de perceuse

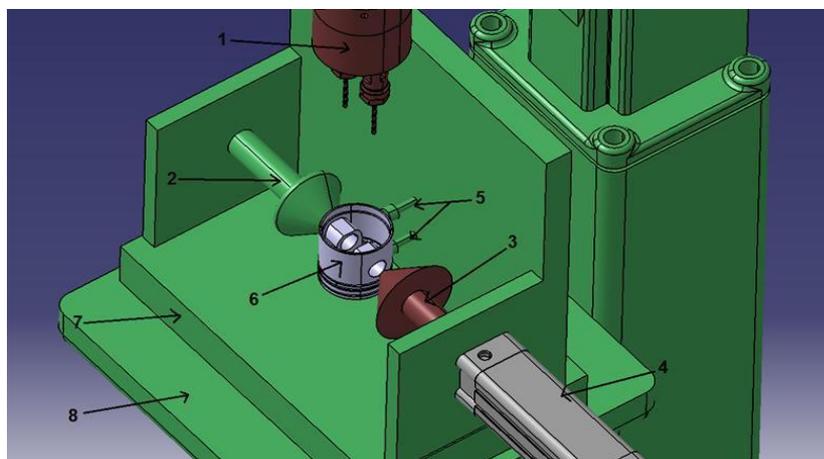
3- La vitesse de rotation en fonction de la matière à percer :

Le choix de la vitesse de rotation est important et ce fait en fonction de la matière à percer et du diamètre de perçage la nature des outils de coupe :

- Pour le bois, la vitesse doit être élevée.
- Pour le métal et le plastique, la vitesse doit être moindre et diminue avec l'augmentation du diamètre de perçage.

4- serrage du piston sur la perceuse :

La pièce à percer est Positionné sur un étau fixé lui-même sur la table. Cet étau est constitué d'un mors fixe est d'un mors mobile par un vérin pneumatique.

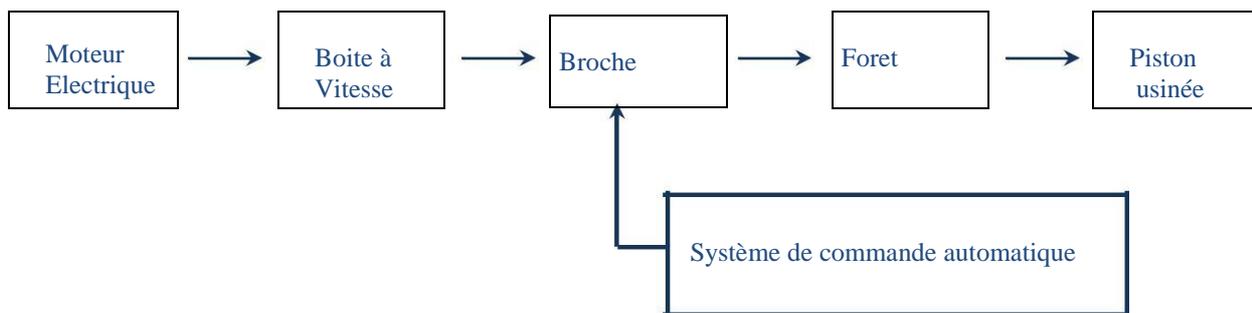


Mise en position de Piston

II-Définition de la problématique :

La Société Marocaine de Fonderie du Nord est une sociétés 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 vu 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 je travaille est une perceuse. Cette machine ne permet pas un déplacement de la tête donc un opérateur doit à chaque fois manœuvrer le levier pour faire bouger la tête. Pour atteindre cet objectif je propose d'automatisé cette machine pour rendre plus fonctionnelle, Pour parvenir à réaliser le déplacement de la broche je veux faire intervenir un système automatique qui sera capable de contrôler et de commander la vitesse de déplacement de la broche



Situation désirée du Perceuse a colonne

1-Les avantages de l'automatisation :

- De réduire le temps de fabrication.
- Augmenter la sécurité
- Accroître la productivité
- Augmenter la compétitivité
- Économiser la matière première et l'énergie
- Superviser les installations et les machines
- Éliminer les tâches répétitives ou sans intérêt
- Simplifier le travail des agents.....

Chapitre III

Méthodes possibles De Résolution

Pour débiter l'aspect pratique de la résolution de la problématique du projet, Ce chapitre présente les principaux résultats du système ainsi que le choix des concepts finaux.

I. Critères techniques pour la conception de système :

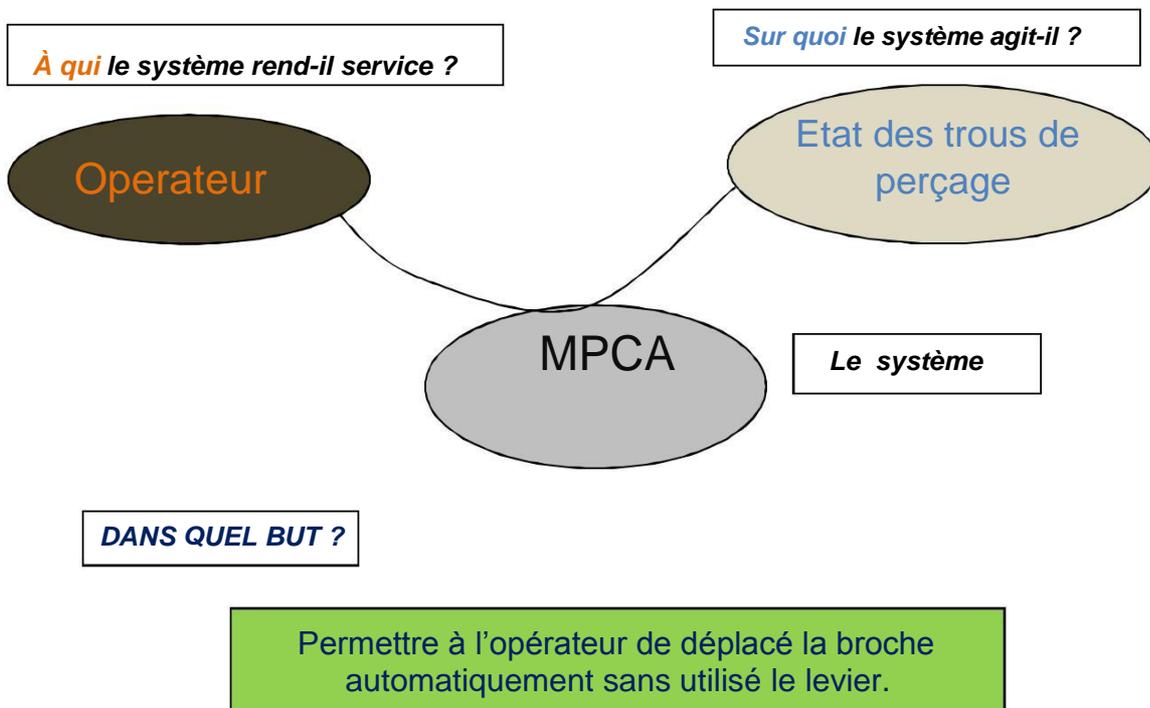
1. Analyse fonctionnelle du besoin :

➤ Nom du système

Pour caractériser mon machine de perçage automatique des pistons on lui donne le nom neutre : **MPCA « machine de perçage à commande automatique ».**

➤ Expression du besoin

Le schéma normalisé de l'expression du besoin ou graphe des prestations –«bête à cornes » cette méthode d'expression du besoin repose sur les trois questions suivantes:



Graphe bête à cornes.

➤ Critères d'évaluation

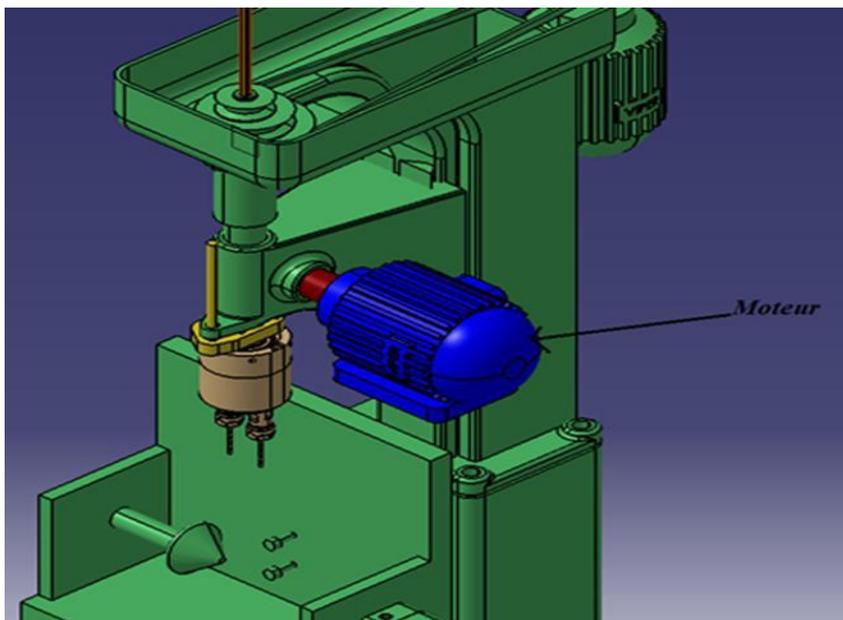
- Facilité du mouvement de mécanisme.
- Ne changer Pas beaucoup dans la perceuse.
- Facilité de fabrication des pièces.
- Facilité de montage de démontage des pièces.
- Coût de fabrication moyen.
- Sécurité du Système.

II. Les Méthodes possibles de résolution :

A partir de ces chapitres précédents, une ébauche de plusieurs solutions se dégage, avec l'organisation d'une session de brainstorming avec les techniciens de la SMFN et mon encadrant monsieur Hassan responsable de production pendant cette session, deux solutions ont été proposées. Ces solutions sont :

1- Le motoréducteur :

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). Le Moteur attaché directement au l'axe de la broche .

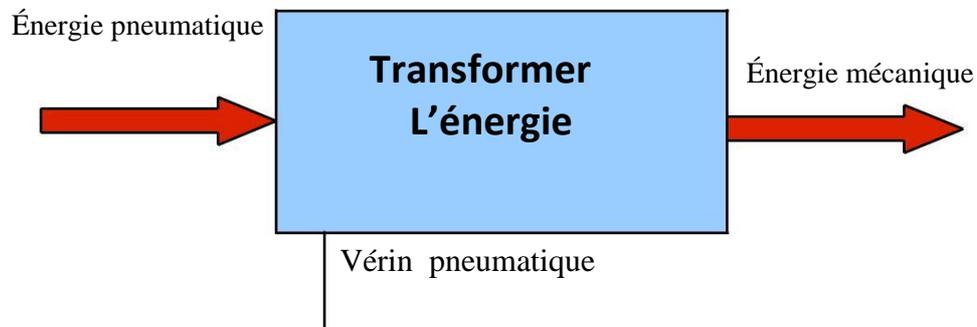


Moteur attaché directement au pignon de levier

Cette solution consiste à fixer l'arbre d'un moteur au pignon . Ce moteur est un moteur asynchrone triphasé qui va être commandé par un circuit de puissance. Quand le moteur tourne il va fait tourner le pignon qui va à son rôle va descendre ou élever la broché (à l'aide de système pignon-crémaillère) selon le sens et la vitesse convenables.

2- vérin pneumatique :

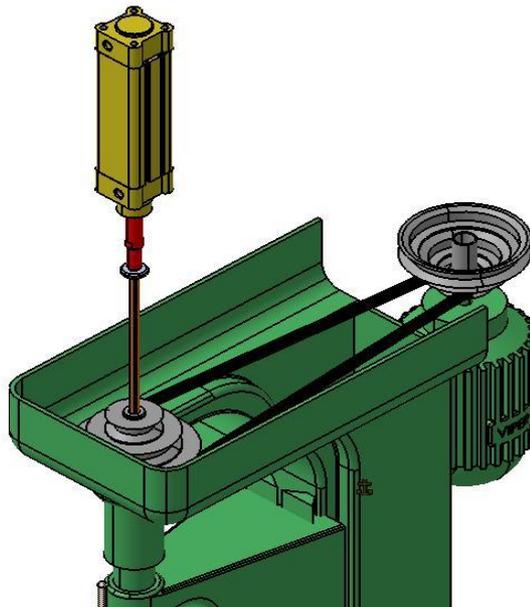
Le vérin pneumatique fait partie des actionneurs pneumatiques.



L'énergie mécanique est produite sous forme *d'un mouvement permettant de provoquer un déplacement ou de créer une force.*



Principe de ce solution consiste à reliée la tige de vérin à la poulie de la courroie qui a été connecté directement avec l'axe de la broche. Il permet de déplacer la broche à l'aide une force vertical de vérin qui va descendre ou élever selon le sens et la vitesse correspond.



Vérin attaché en haut de Broche

III. Analyse comparative des méthodes retenues

➤ *La solution 1 :*

C'est le motoréducteur attaché directement au pignon de levier

- Avantages :

Le moteur à synchrone permet la rotation de pignon relié par un axe crémaillère engraine, ce système permet de convertir un mouvement de rotation en un mouvement linéaire qui va à son rôle va descendre ou élever la broche selon une vitesse convenable.

- Coût de fabrication basse.
- Précision moyenne.
- Il transmet un couple important.

- Inconvénients :

- Fait de bruit
- Il va ajouter un grand poids à la machine.
- Difficile à démonter.

➤ *La solution 2 :*

La descente et montée de la broche est effectuée par un vérin double effet intégré dans la colonne de perçage.

- Avantages :

- Il est possible d'automatiser avec plusieurs vitesses de descente selon le diamètre du foret.
- moins de risques.
- permet une maintenance facile avec démontage rapide.
- Silencieux.
- Très précis.

- Inconvénients :

- Coût de fabrication élevé.
- Le système est volumineux c.-à-d. Le vérin contient plusieurs pièces dont la défaillance influe sur le bon fonctionnement du système donc le vérin demande une protection particulière

III. Mise en œuvre de la solution retenue

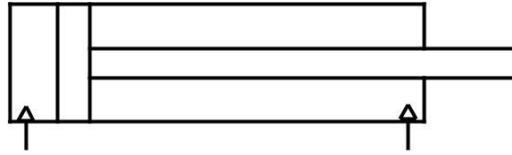
Parmi les deux solutions proposées, j'ai adopté pour la deuxième solution et cela pour des raisons ci-dessous : Le système est intégré, il permet le déplacement de la broche sans cabestan, une bonne précision, permet une maintenance facile avec démontage rapide.

Chapitre IV

*Etude de la solution
finale*

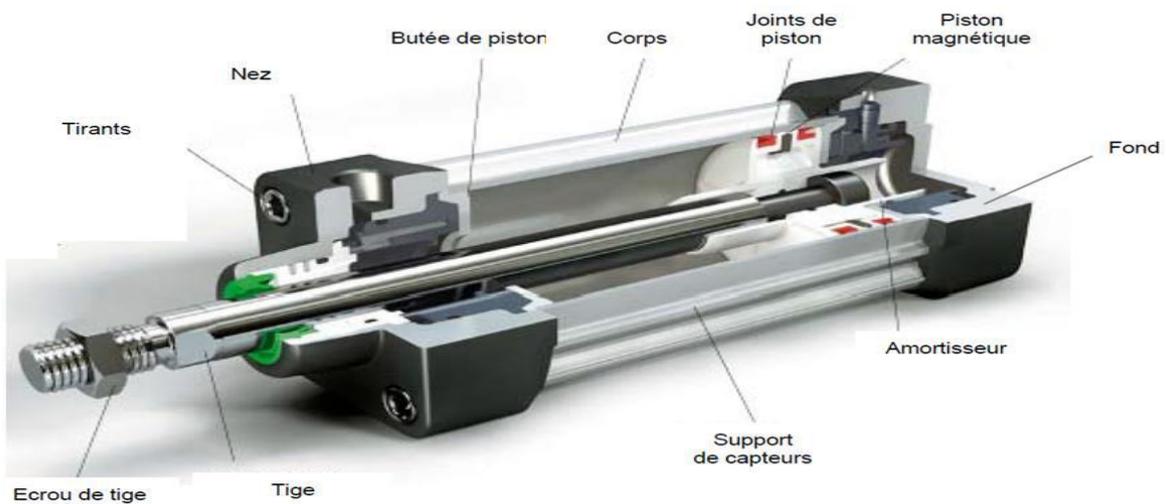
I- Etude du système de vérin double effet :

Symbole normalisé



Le piston peut se déplacer librement dans le corps lorsqu'il est poussé par l'air comprimé. En l'absence d'air comprimé, il reste en position (tige rentrée ou sortie).

Constitution d'un vérin double effet



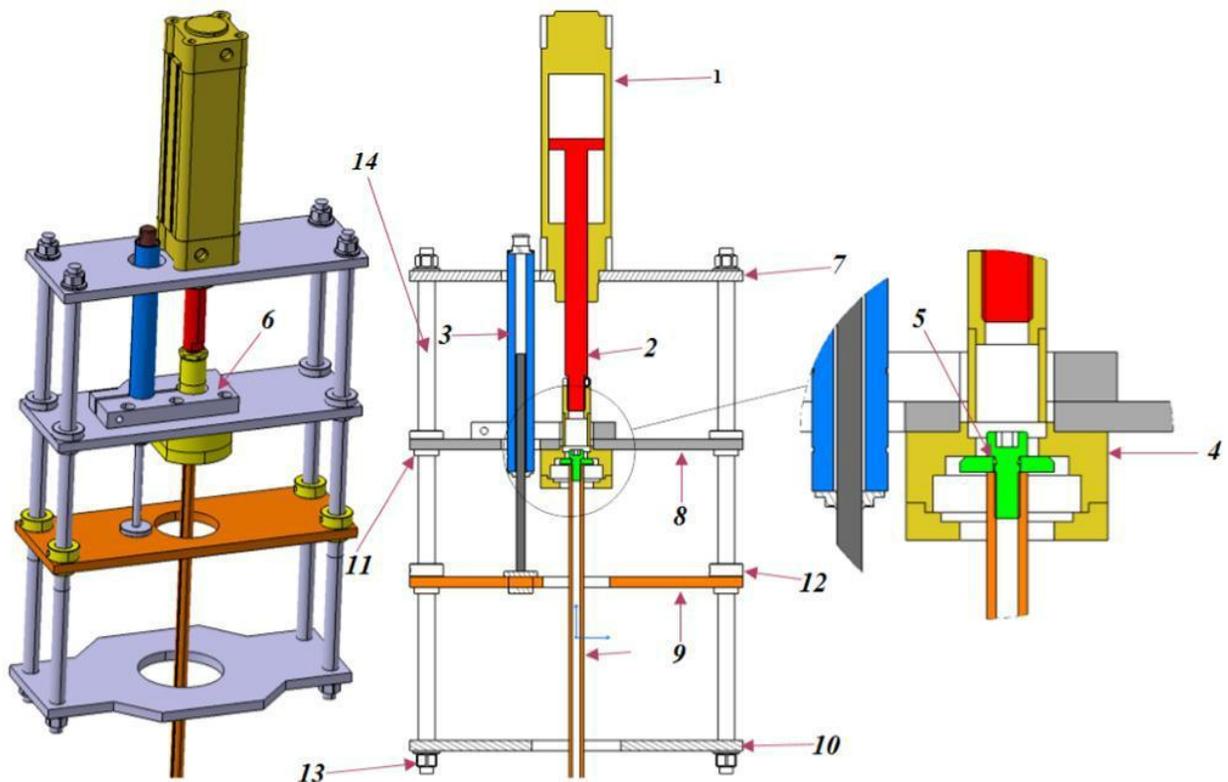
Caractéristique de vérin avec tige de piston	
Masse	2 kg
Course	60 mm
Langueur	80 mm
Largeur	40 mm
Hauteur	40 mm

Diamètre de piston	40 mm
Diamètre de la tige	12 mm
Mode de fonctionnement	Double effet
Amortissement	PPV
Type de fixation	Par taraudage
Pression de service	1 12 bar
Accessoires	System de guidage

Caractéristique de vérin

II- Etude du système de fixation du vérin :

Le système se compose de vérin pneumatique effectué sur le support supérieur qui va être commandé automatiquement à l'aide des Interrupteur de fin de course, et aussi d'un régulateur de vitesse pour contrôler le vérin, et l'assemblage s'effectue a l'aide des éléments de fixation (les vis, les écrous....).



Les éléments de fixation du vérin

Repère	Nombre de pièce	Désignation	Matière
1	1	Vérin	-
2	1	Tige de vérin	Acier
3	1	Régulateur de vitesse	-
4	1	bride de roulement	Acier
5	1	Vis + Rondelle	INOX
6	1	tab-serrure	Acier
7	1	Support de vérin	Acier
8	1	Support de régleur	Acier
9	1	Support	Acier
10	1	Support	Acier
11	4	Douilles de renfort	Bronze
12	4	Bagues de serrage	laiton
13	8	Ecrous M12 + Rondelles	Acier
14	4	Colonne	Acier

Les éléments de fixation

Description des éléments :

1- Régulateur de vitesse :

Un régulateur de vitesse est prévu pour contrôler la vitesse d'un mécanisme. Il est utilisé pour des applications telles que : contrôle de vérins pneumatiques, guidage linéaire et tout autre mécanisme mobile.

L'utilisation d'un régulateur de vitesse offre les avantages suivants :

- Durée de vie plus longue :

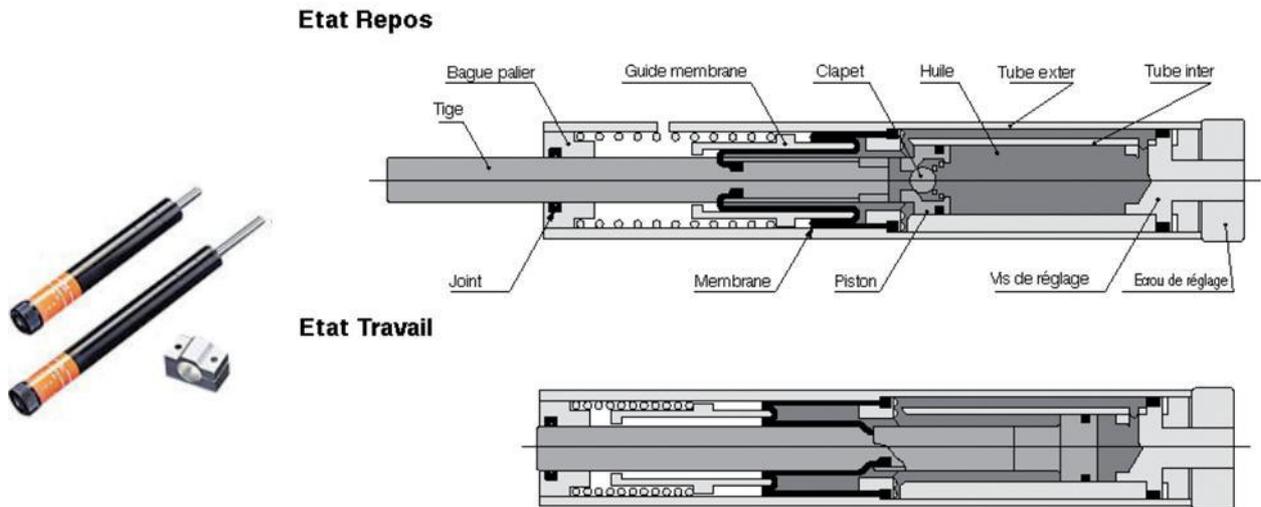
Ils réduisent les chocs et les vibrations causés par les mouvements brusques; ainsi que les temps d'arrêt, la maintenance et augmentent la durée de vie des machines.

- Qualité de production améliorée :

Les effets néfastes de mouvements non contrôlés, tels que le bruit, les vibrations, les impacts violents sont réduits ou éliminés.

- Sécurité augmentée :

Les régulateurs de vitesse protègent les machines et les opérateurs grâce à des mouvements doux et contrôlés.



Les éléments de Régulateur

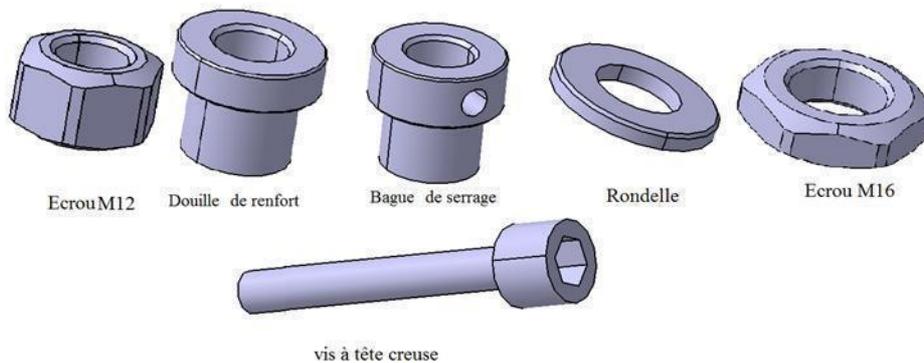
2- Bride de roulement :

Il permet de relier la tige de vérin avec la broche

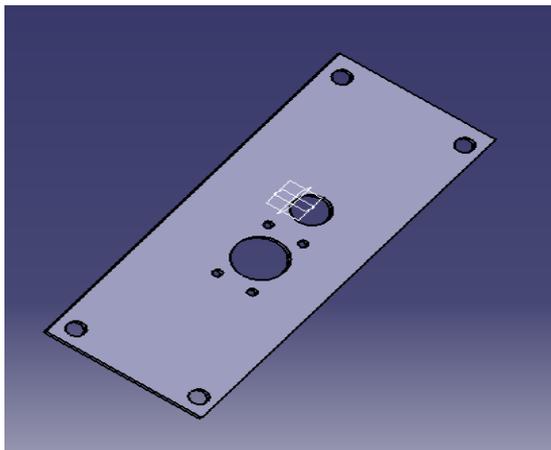


Bride de roulement

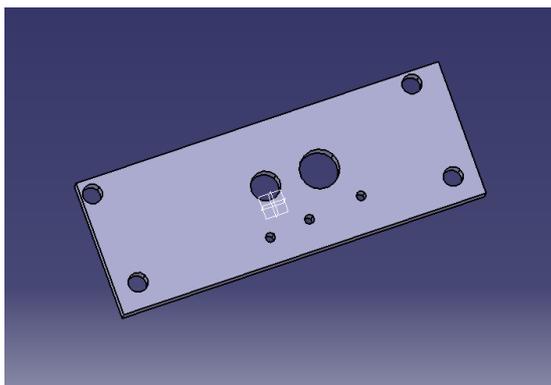
3- Les pièces d'assemblage



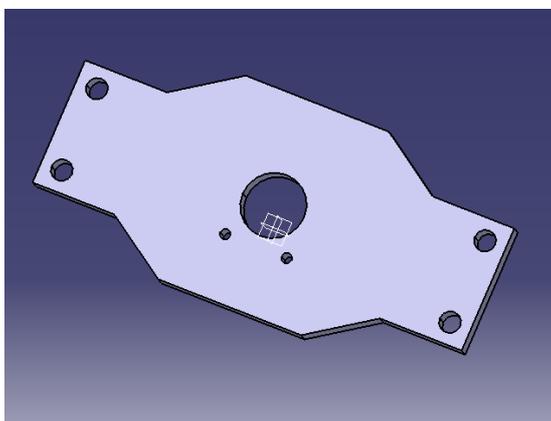
3- Support de vérin :



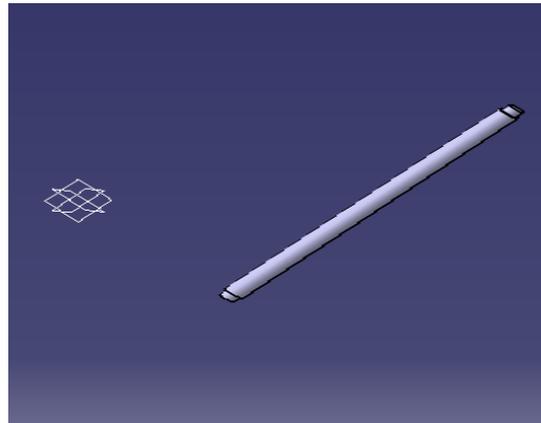
4- Support de régulateur :



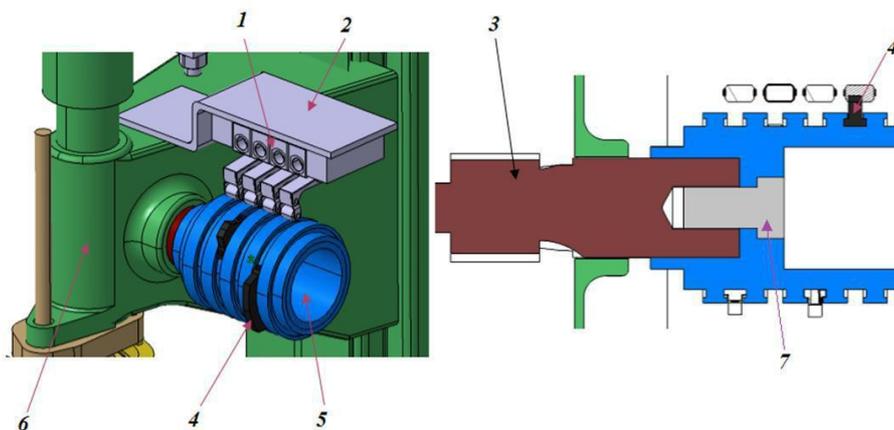
5- Support de fixation avec la machine :



6- Colonne :



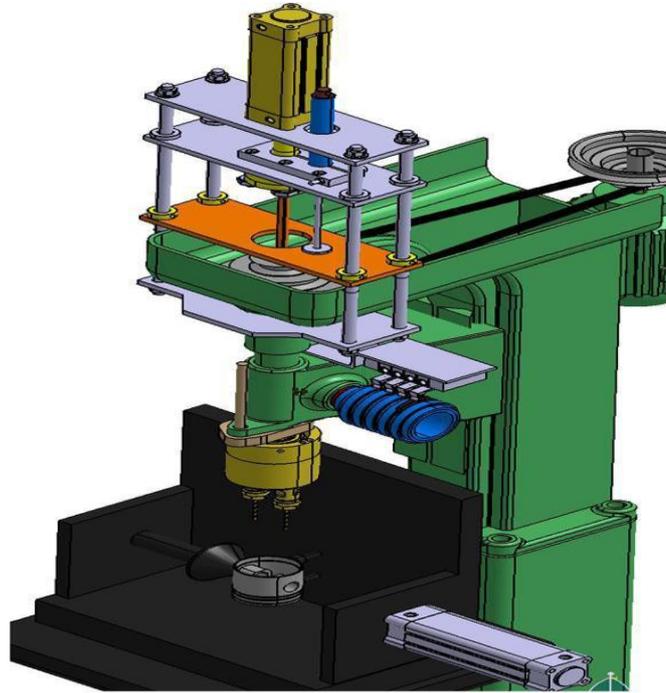
7- Les éléments de fixation des Interrupteur de fin de course



Repère	Nombre de pièce	Désignation	Matière
1	4	Interrupteur de fin de course	métal
2	1	Support des Interrupteurs	Acier
3	1	Pignon	Acier
4	4	Butée	Acier
5	1	Support des Butée	Acier
6	1	Tête de Perceuse	Acier
7	1	Vis	Inox

Les éléments de fixation des Interrupteur de fin de course

8- Assemblage final :



Le perçage des trous est assuré par un moteur électrique situé à l'arrière de la tête de la perceuse (ensemble monté sur la colonne), crée un mouvement de rotation. Ce mouvement est transmis au la broche par un système de poulies et courroies, protégé par un carter de protection.

Cet ensemble final est constitué essentiellement d'un système automatique d'une perceuse. Ce changement est constitué d'un vérin à double effet par l'intermédiaire du distributeur.

Le vérin est nommé au haute de la broche, quand la tige de vérin sort avec une grand vitesse à l'aide de la force de l'aire comprimé, se déplace, pousse la broche de descendre ou de monte.

Cette mouvement est linéaire accompli par une crémaillère ou douille qui descend et fait tourner le pignon qui est fixé avec le support de la butée, ce dernier va tourner à une vitesse égale a :

$$\omega_p = V_d \cdot R_p$$

Avec

V_d : est la vitesse de translation de la douille.

ω_p : est la vitesse de rotation du pignon.

R_p : est le rayon primitif du pignon.

C'est-à-dire

$$O_p = D_d \cdot R_p$$

Avec

O_p : est l'angle de rotation de pignon.

D_d : est la distance de translation de douille.

R_p : est le rayon primitif du pignon.

Après que le support des butées tourne, ces dernières vont toucher les galets des interrupteurs et comme ça la vitesse de déplacement va être changée à l'aide d'un circuit de commande Électropneumatique que nous allons le voir dans la prochaine Chapitre.

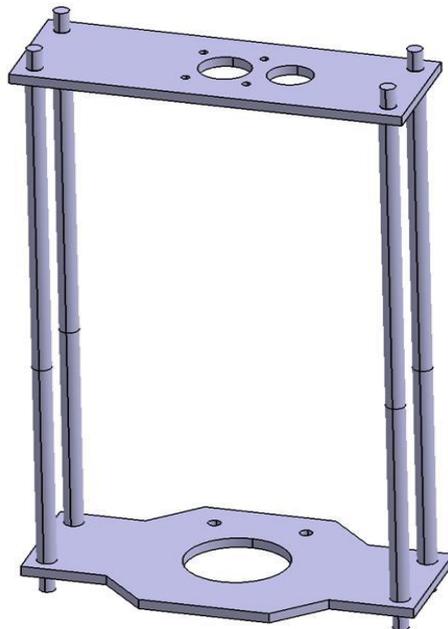
Chapitre v

*Analyse de
la solution
finale*

I.RESISTANCE DU SYSTEME FINALE :

Le système de fixation de vérin doit être conçu, construit et mis à l'essai suivant des principes d'ingénierie compatibles avec toutes les données disponibles concernant les paramètres d'utilisation envisagée et les conditions environnementales prévues en tenant compte du fait qu'elles assurent le Vérin pneumatique.

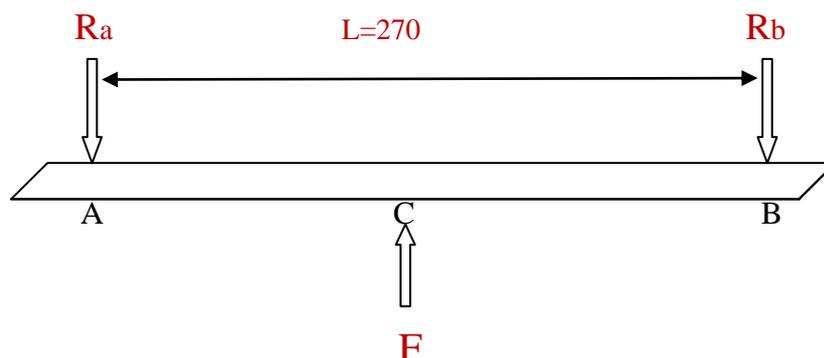
Parmi ces principes d'ingénierie qui doivent être traités et étudiés, il y a l'étude de la structure (Étude de résistance de matériaux), et l'étude du circuit pneumatique qui actionne le Vérin. Pour cela, une étude statique sera réalisée sur le système de fixation pour déterminer les réactions dans les liaisons.



Le système de fixation de Vérin

La figure, présente une illustration de système de fixation de Vérin d'un seul côté. Vu que les deux côtés de support supérieur sont symétriques, les forces et les chargements sont divisés par deux. La force Représente le poids du Vérin.

Alors on déterminera les efforts extérieurs :



La force F est appliquée par la compression de fluide dans le corps de vérin et il égale a :

$$F \text{ daN} = P \text{ bar} \cdot S \text{ cm}^2$$

Avec:

P = La pression d'entrée (bar)

S = $\pi \cdot D^2 / 4$ = la section intérieure de vérin (cm²)

Pour notre système on a

$$P = 6 \text{ bar} \quad \text{et} \quad S = 3.14 \times 4^2 / 4 = 2.54 \text{ cm}^2$$

Donc :

$$F = 75 \text{ daN} = 750 \text{ N}$$

Calcul de RA et RB

$$\Sigma F_{ext} \vec{=0} \Leftrightarrow F + R_A + R_B = 0$$

$$R_A + R_B = F$$

$$\Sigma M_{ext} \vec{=0} \Leftrightarrow AC \wedge F + AB \wedge R_B = 0$$

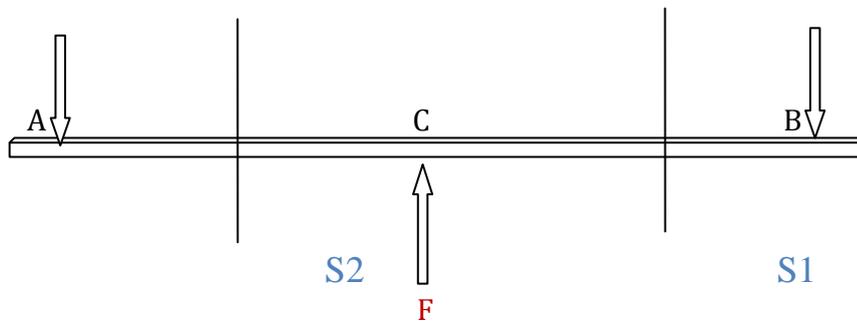
$$(L/2) \cdot F - L \cdot R_B = 0$$

Et donc :

$$R_A = R_B = F/2 = 375 \text{ N}$$

➤ Calcul des efforts tranchants et des moments fléchissant :

Par section :



$$V = -F + R_B = -375 \text{ N}$$

$$V = R_B = 375 \text{ N}$$

$$M = (L/2) \cdot F - 375x = 101.25 - 375x$$

$$M = -375x$$

Donc Théoriquement on trouve :

x (mm)	0	150	300
V(N)	375	0	375
M(N.m)	0	-56.14	0

Et par simulation dans le logiciel 'RDM6' on trouve les graphes ci-dessous:

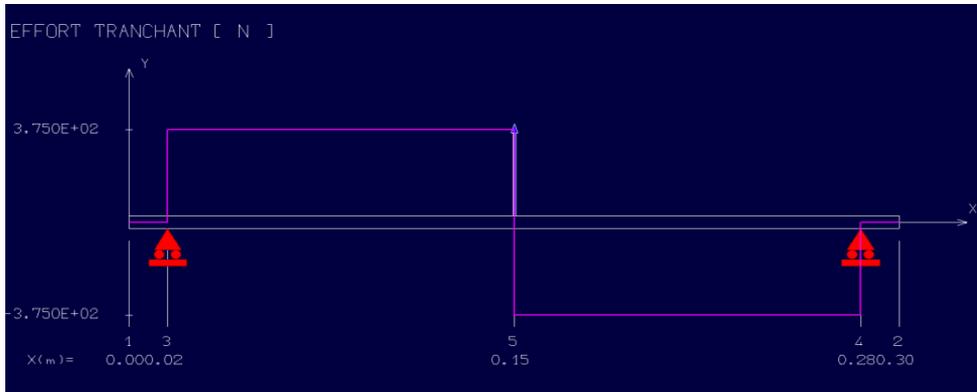


Diagramme des efforts tranchants

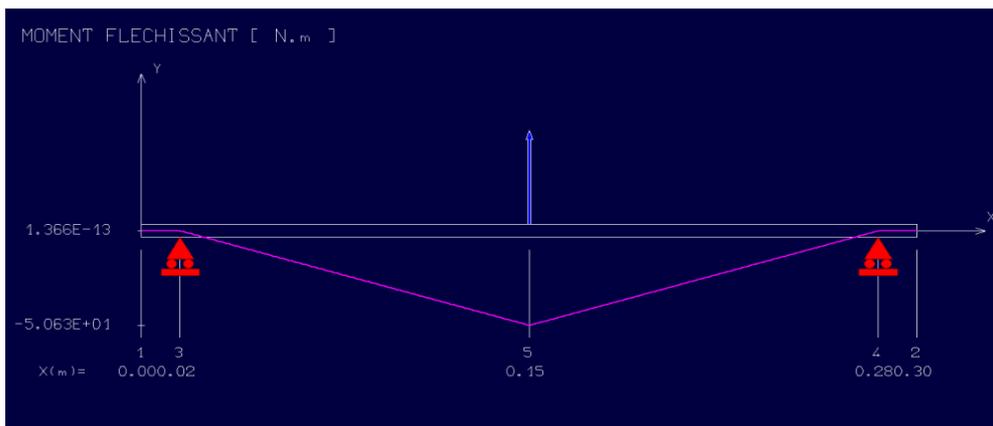


Diagramme des moments fléchissant

Calcul de flèche maximale :

$$M(x) = R_A * \langle x - 0.015 \rangle^1 - F * \langle x - 0.15 \rangle^1$$

$$EI\phi(x) = \frac{F}{4} \langle x - 0.015 \rangle^2 - \frac{F}{2} \langle x - 0.15 \rangle^2 + C1$$

$$EIy(x) = \frac{F}{12} \langle x - 0.015 \rangle^3 - \frac{F}{6} \langle x - 0.15 \rangle^3 + C1x + C2$$

$$EIy(x) = 62.5 \langle x - 0.015 \rangle^3 - 125 \langle x - 0.15 \rangle^3 + C1x + C2$$

Pour déterminer C1 et C2 on prendre les conditions initial

- On a la flèche sur les appuis est nul

$$EIy(0.015) = 0 \Rightarrow 0.015C1 + C2 = -0.3(*)$$

$$EIy(0.285) = 0 \Rightarrow 62.5 \times (0.270)^3 - 125 \times (0.135)^3 + 235.C1 + C2 = 0$$

$$235.C1 + C2 = -0.92(**)$$

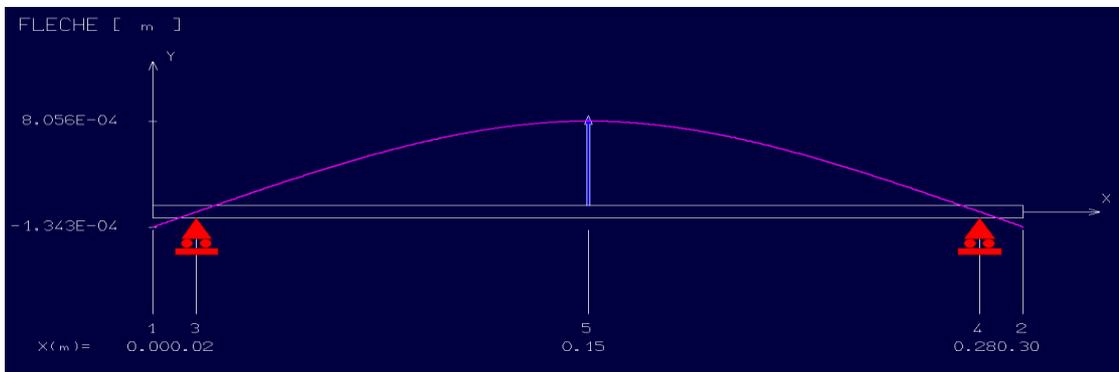
De (*) et (**) on trouve : $C1 = -2.6 \cdot 10^{-3}$ et $C2 = -0.3$

$$\text{donc : } y(x) = \frac{1}{EI} [62.5 < x - 0.015 >^3 - 125 < x - 0.15 >^3 - 2.6 \cdot 10^{-3}x - 0.3]$$

Et par suite en remplacer dans l'expression de la flèche et on trouve théoriquement:

$$y_{\max} = y(0.15) = 7.4 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Et par simulation dans le logiciel on trouve :



On remarque que la flèche maximale est très petite, donc il n'y a pas de danger pour le support

Contrainte maximale en cas de flexion

$$\sigma_{\max} = - \frac{M_{\max} * Y_{\max}}{I_z}$$

Avec :

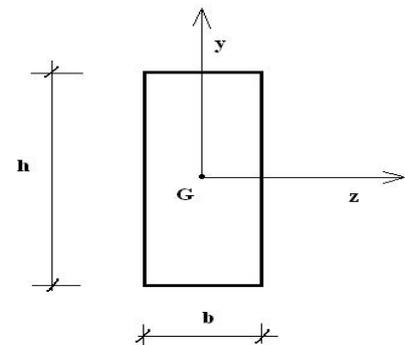
$$h = 6 \text{ mm et } b = 101.6 \text{ mm et}$$

$$y_{\max} = y_G = 3 \text{ mm}$$

$$M_{\max} = -50.06 \text{ N.m}$$

$$I_z = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0.1016 \times (0.006)^3}{12} = 10^{-9} \text{ m}^4$$

$$\text{Donc : } \sigma_{\max} = - \frac{-50.06 \times 0.00476}{10^{-9}} = 150 \text{ MPa}$$



On a Conditions de résistance pour un élément en tension est :

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{per} = \frac{Re}{FS}$$

Avec :

Re = limite élastique = 250 Mpa pour l'acier .

FS=le facteur de sécurité =1.3

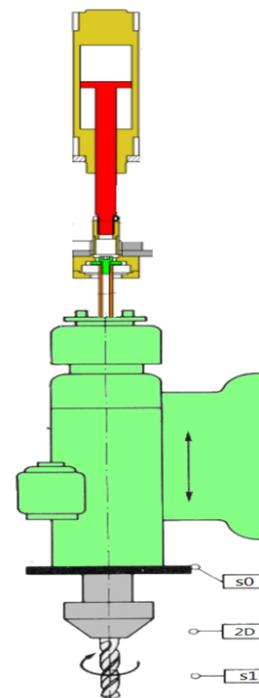
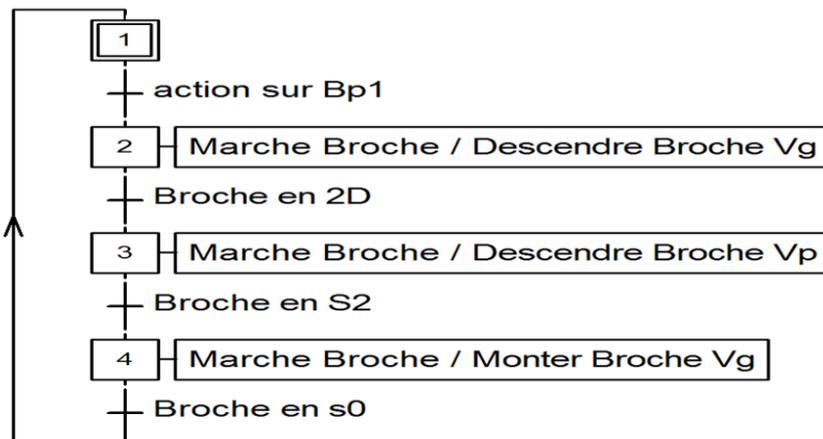
Et donc $\sigma_{per}=192.30MPa$

On remarque que $\sigma_{max} < \sigma_{per}$

Et donc notre support est en sécurité.

II. PARTIE D'AUTOMATISME :

- Le diagramme fonctionnel GRAFCET :



Cela permet une meilleure compréhension de l'automatisme par tous les intervenants.
Sur action du Bp1 marche, la broche descend à grande vitesse (Vg) jusqu'à 2D, ensuite elle poursuit sa course à petite vitesse (Vp). Elle remonte à grande vitesse.

- Schéma de commande électropneumatique :

Comme déjà mentionné auparavant, la broche va être attaché avec un vérin pneumatique, Ce dernier sera guidé par un circuit à commande électropneumatiques qui nécessite l'élaboration de deux sortes de schémas:

- un schéma de puissance pneumatique.
- un schéma de commande électrique.

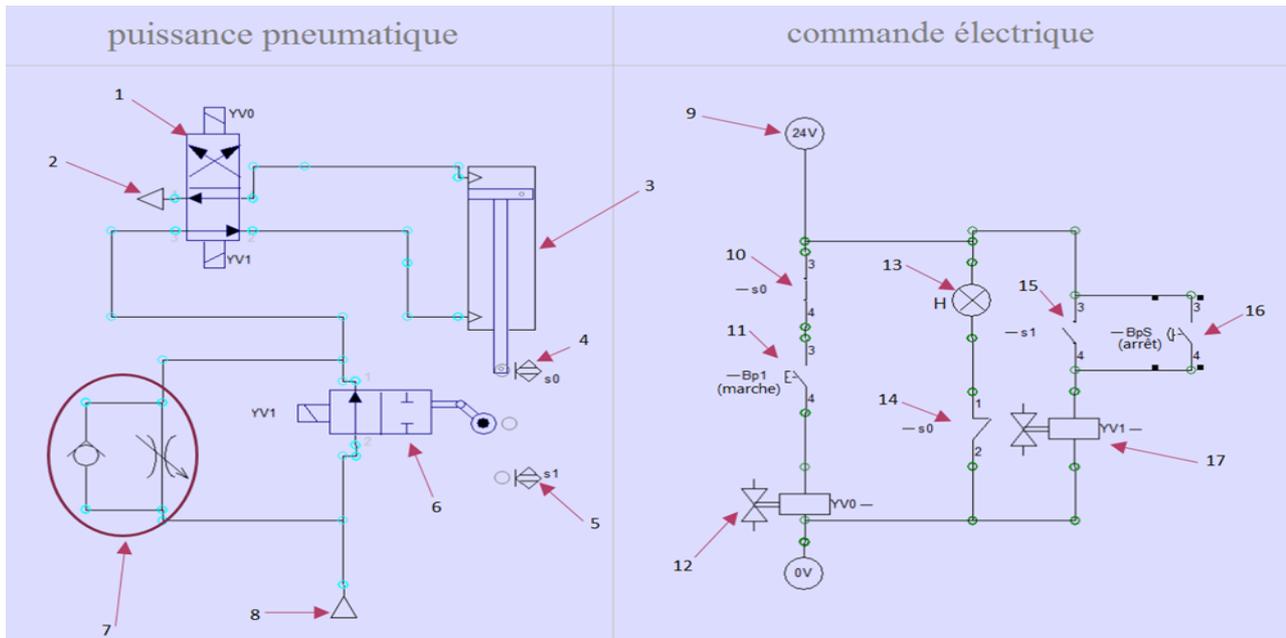


Schéma de commande électropneumatique

Repère	Désignation
1	Electrodistributeur 4/2 à pilotage bobine a un enroulement bistable (1D)
2	Echappement
3	Verin pneumatique double effet
4	Capteur de position mécanique initial s0
5	Capteur de position mécanique de fin de course s1
6	Electrodistributeur 2/2 normalement ferme à pilotage bobine et a galet bistable (2D)
7	Le régulateur de vitesse
8	Pression
9	L'alimentation de circuit électrique 24V
10	Contact NO (s0)

11	Bouton Poussoir de marche (Bp1)
12	Electrovanne (YV0)
13	Lampe témoin H (En fonction)
14	Contact NF (s0)
15	Contact NO (s1)
16	Bouton 'Arrêt'(BpS)
17	Electrovanne (YV1)

Les éléments de circuit de commande électropneumatiques

Remarque : Les capteurs de position mécanique saisie dans le schéma sont actionnés normalement par les butées, mais on a schématisé que le vérin qui va les actionner car il n'est pas possible de dessiner les butées dans le schéma de commande.

Le schéma développé présente une distinction claire entre **les composants du circuit de puissance** et ceux du **circuit de commande**.

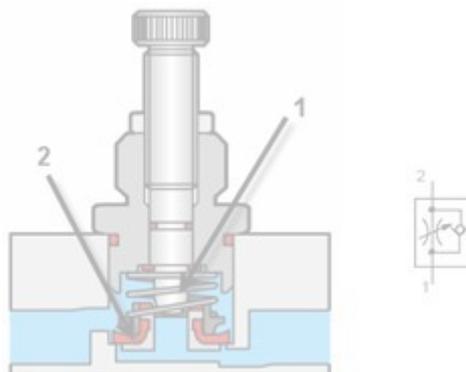
- Les éléments de circuit :

Le régulateur de vitesse :

Le régulateur de vitesse est un limiteur de débit dont le débit n'est limité que dans un sens, dans l'autre sens le passage est libre.

On obtient cela en montant un clapet anti-retour (2) en by-pass sur le limiteur de débit (1).

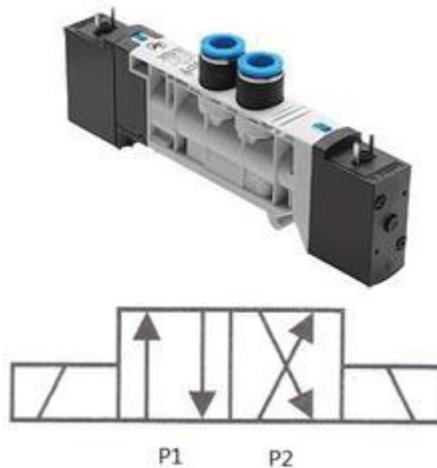
L'utilisateur va régler la petite vitesse V_p voulus à l'aide de ce régulateur.



Electro distributeur 4/2 bistable :

Ils ont pour fonction essentielle de distribuer le fluide dans des canalisations qui aboutissent aux chambres des vérins.

Comme le contacteur associé à un moteur électrique, le distributeur est le pré-actionneur associé à un vérin pneumatique.



Electro distributeur 4/2 bistable

Le fonctionnement du circuit :

On sait qu'un vérin à double effet nécessite (très souvent) l'usage d'un distributeur à double pilotage (distributeur à mémoire). Comme une seule impulsion suffit à déplacer le tiroir d'un distributeur bistable (à mémoire), il n'est pas nécessaire de maintenir l'action sur le bouton-poussoir (Bp1) ou de mémoriser cette information à l'aide d'un relais.

Le fait qu'une seule impulsion suffise à activer la commande du distributeur permet d'économiser de l'énergie et empêche les bobines des électrovannes de surchauffer inutilement.

Au repos, le vérin est à la position initiale

- le contact s0 (NO) de la ligne 1 est fermé car capteur de position s0 est actionner.
- le contact s0(NF) de la ligne 2 est fermé, il permet à la lampe témoin H "En fonction" de s'allumer.
- le contact s1(NO) de la ligne 3 est ouvert.
- Electro distributeur 2D normalement fermer c'est à dire dans la position passant.
- Une impulsion sur le bouton-poussoir 'Bp1' l'information (YV0) reçue par le distributeur 1D commande le mouvement de sortir la tige du vérin avec la grande vitesse V_g .
- Le contact s0 (NF) de ligne 2 revient à sa position initiale (fermé) et donc la lampe H s'allume.
- Dès que la butée actionne le galet d'Electrodistributeur 2D, ce dernière va déplace vers la position coupant et donc l'air va être transférer à travers le régulateur de vitesse qui va diminuer la vitesse de sortir de vérin a la petite vitesse V_p .

- Maintenant la broche perce les deux trous dans le piston en descendant lentement.
- Quand la broche atteint sa limite le capteur de fin de course s1 va être actionné par le butée (interrupteur de position), l'électrovanne YV1 s'enclenche et l'information (YV1) reçue par le distributeur 1D commande le mouvement de rentrée de vérin, au même temps le distributeur 2D revient à sa position initial (passant) et donc la broche va s'élever jusqu'à l'atteint de capteur de position s0 de position initial.
- Au bout de fonctionnement de Perceuse il est possible d'arrêter la marche de système en appuyant sur le Bouton 'Arrêt'(BpS) qui va enclencher YV1 et la broche remonte vers le haut.

Estimation du coût total de système finale :

Eléments	Prix (€)
Verin pneumatique	146.06
Régulateur du vitesse	En commande
Bride de Roulement	59,02
11 Ecrous M12	11x 2,19
4 douilles de renfort	4x4, 52
4 bagues de serrage	4x 2,00
11 Rondelle M12	11x 2,63
Ecrou M16	3,09
4 Vis M12	4x2, 08
Roulement à bille	20,22
Distributeur a galet	42.06
2xInterrupteur de fin de course	2x15, 99
Electrodistributeur 4/2	40,63
Limiteur de débit	13,33

La sommation de cout totale :

442.71€= 4472DH

Conclusion

Ce projet avait comme objectif de modifier une perceuse à colonne en ajoutant un système automatique pour améliorer sa productivité.

Pour atteindre cet objectif, j'ai commencé à chercher des solutions qui vont faciliter la tâche de perçage et diminuer le temps de cette opération, et en même temps trouver des solutions qui marchent bien avec les bousillons de l'entreprise (ne change pas beaucoup sur la machine, trouver la solution la moins chère, augmentée la productivité, ...etc.)

Parmi les solutions que nous avons trouvées est d'attacher un moteur sur le pignon à la place de levier (fixer un moteur à vitesse variable directement sur le pignon et commander sa vitesse).

Cette solution n'était pas bien efficace car la broche fait des translations de quelques centimètres, on plus il avait besoin d'une force importante pour percer ce qui fait que le choix de moteur était inutile. Donc on a passé à l'autre solution qui se base sur la fixation d'un vérin verticalement sur le haut de broche et contrôle le déplacement de ce vérin automatiquement. L'hors de ce déplacement, la broche va faire une translation verticale de quelques centimètres et faire percer le piston. Après j'ai commencé le travail sur ce système.

Le premier problème que j'ai rencontré est la fixation du vérin, c'est la raison pour laquelle on a conçu un système de fixation démontable, ce système se compose de 2 supports (un pour le vérin et l'autre pour fixer tout le système avec la perceuse), une plaque pour le régulateur de vitesse et une autre qui fait attacher la tige de vérin avec la broche. Notre étude a confirmé que le système est en sécurité.

Le 2ème problème que nous avons trouvé est comment placer les capteurs de vitesse

Pour sortir de ce problème j'ai choisi de placer les 2 interrupteurs à galet et le distributeur 2/2 à galet bistable dans un support qui est fixé avec la tête de perceuse. Les butées ont été fixées dans un support cylindrique qui est relié avec le pignon de levier. Cette solution nous a fait gagner de l'espace et au même temps elle nous a donné la possibilité de régler les butées manuellement et sans problème dans des positions déterminées par l'opérateur.

Ce projet a été une expérience très enrichissante non seulement sur le plan personnel mais aussi sur le plan technique qui nous a permis de découvrir des méthodes utilisées en pratique.

En outre, l'accomplissement de ce travail a été une occasion pour améliorer mes connaissances techniques dans le domaine Pneumatique, des résistances de matériaux, et l'utilisation de certains logiciels industriels tels que CAITA V5 et RDM6.

Enfin, je veux exprimer ma satisfaction d'avoir pu travailler dans de bonnes conditions matérielles et un environnement agréable.

BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

- Conception des machines Pr.H.BINE EL OUIDANE Faculté des Sciences et Techniques-Fès.
- Gilles Prod'Homme, «*Commande numérique des machines-outils* » technique de l'ingénieur, traité génie mécanique, B 7130, pp.3, 1997.
- Les fiches de gamme de fabrication de la SMFN

- Piston (mécanique) wikipédia.
- Générale français.pdf.
- Guide pneumatique.
- Distributeurs chimatisations.pdf.
- CARRE Anthony : Piston_prof.pdf.

- https://www.icem-pedagogie-freinet.org/sites/default/files/ftj_81_le_moteur_a_4_temps.pdf
- http://www.leroy-somer.com/documentation_pdf/4798_fr.pdf