

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE DE BLIDA 1
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE MECANIQUE**

**Projet de Fin D'études
Pour l'obtention de Diplôme de
Master en Conception Mécanique**

**Conception d'Automatisation d'une
opération de perçage**

Proposé et encadré par :

DR. M. MEGHATRIA

Mr. A. MOUSSAOUI

Etudié par :

A.CHARFI

Année universitaire 2014/2015

REMERCIEMENTS

Au début, je remercie le Dieu Tout-Puissant pour moi d'arriver à cette phase.

Ce travail a été réalisé au sein du département de mécanique de l'université de Blida 1 et l'établissement SFMO MOUSSAOUI.

Selon la tradition, et à travers cette page de remerciement, je tiens à saluer toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la concrétisation de ce travail.

Je voudrai tout d'abord remercier les membres du jury pour leur précieux temps accordé à la lecture et à la critique de ce mémoire.

Je suis très reconnaissant à monsieur M'hamed MEGHATRIA, mon promoteur, Madame KHMICI qui m'a aider a la partie électrique et à Monsieur ALI MOUSSAOUI pour avoir accepté et dirigé ce travail à l'établissement SFMO MOUSSAOUI. Leur aide et leur encouragement m'ont été très précieux. Qu'ils trouvent ici l'expression de toutes mes remerciements pour les conseils qu'ils m'ont prodigués tout au long de la période qu'a duré la réalisation de ce modeste travail.

Je leur présente également mes plus sincères gratitudees pour leur confiance et leur sympathie qu'ils m'ont témoignées au cours de ces mois de travail.

J'exprime aussi toute ma gratitude au personnel technique de l'atelier d'usinage du SFMO MOUSSAOUI.

Dédicaces

Je dédie ce travail tout particulièrement aux personnes qui me sont les plus chères au monde : mes très chers parents pour leur patience, soutien et confiance,

Ma mère qui n'a pas cessé de prier pour moi, de m'encourager et de me soutenir et qui a su m'entourer de tout son amour et de son affection,

Mon père qui s'est sacrifié afin que rien n'entrave le déroulement de mes études,

Je dédie ce travail également à ma sœur et mes frères, et à tous les membres de ma famille,

Bien sur à tous mes amis et mes collègues d'étude.

I. Introduction Générale

1. Description de la machine	2
2. Le processus de fabrication des lames	2
3. Présentation de la société	6

II. Généralités sur les machines outils

1. Perçage	8
1.1. Principe	9
1.2. Les machines d'outils	9
1.3. Fréquence de rotation	11
2. Tournage	12
2.1. Définition	12
2.2. Les machines de tournage	12
2.3. Les différents types d'opérations	14
3. Le Fraisage	16
3.1. Définition	16
3.2. Fraiseuses	16
3.3. Éléments principaux	17
3.4. Classification	17
3.5. Principes de base du fraisage	18
3.6. Directions de fraisage	21
3.7. Différent type d'opération fraisage	21

III. Dispositifs d'ablocage des pièces :

1. Définition	22
2. Composantes du dispositif d'ablocage	23
3. Les opérations d'usinage des composants de dispositif d'ablocage	25
4. Matériau d'usinage	32
4.1. Acier A60	32
4.2. Acier E24	33
5. Moyens d'assemblage	33

IV. Détermination des caractéristiques du vérin :

1. Description	34
1.1. Force de coupe (Fc)	34
1.2. Couple de perçage	35
1.3. Epaisseur moyenne du copeau	35
1.4. Vitesse de coupe	36
1.5. Vitesse de broche	36
1.6. Vitesse d'avance	36
1.7. Puissance nécessaire à la coupe(Pc)	36
1.7.1. Perçage sans avant-trou	36
1.7.2. Perçage avec avant-trou	37
2. Application numérique	38
3. Fonctionnement	39
3.1. Les étapes du choix du vérin	39
3.2. Calcule du vérin	39
3.3. Dimensionnement du vérin à utilisé	39
3.3.1. Calculer l'effort de coupe (Fc)	39
3.3.2. Choix du vérin	40

V. Etudes théorique :

1. partie mécanique	41
1.1. Mécanisme de perçage	41
1.1.1. La position des fins de course	41
1.1.2. Le rôle des fins de course	41
1.1.3. Mécanisme de fonctionnement	42
1.2. Table vérité	42
1.3. GRAFCET	43
2. Partie électrique	44

VI. Conclusion :

Liste des figures

Figure I.1. Cisaille coupe fer à béton sfmo moussaoui	2
Figure I.2. Sciage de la barre d'acier (réel)	3
Figure I.3. Opération perçage des lames (réel)	3
Figure I.4. Rectification des lames (réel)	4
Figure I.5. Four à gaz (réel)	5
Figure I.6. Bain d'huile (réel)	5
Figure I.7. Four à résistance (réel)	6
Figure II.1 Principaux organes d'une perceuse	8
Figure II.2. Les actions d'opération du perçage	9
Figure II.3. Les perceuses portatives	9
Figure II.4. Organes principaux d'une machine de tournage	12
Figure II.5. Organes principaux d'une fraiseuse	16
Figure II.6. Paramètres d'opération de perçage	19
Figure III.1. Principaux organes du dispositif d'ablocage	22
Figure III.2. Supports du dispositif	25
Figure III.3. Percage du support de dispositif	26
Figure III.4. Ports vérin du dispositif	27
Figure III.5. Percage du port vérin	28
Figure III.6. Découpage raie de guidage	28
Figure III.7. Raie de guidage	29
Figure III.8. Fraisage du coulissant	29
Figure III.9. Rainures du coulissant	29
Figure III.10. Pliage du coulissant	30
Figure III.11. Cage du dispositif d'ablocage	30
Figure III.12. Languette d'attache	30
Figure III.13. Chargeur des pièces	31
Figure III.14. Les barres du dispositif d'ablocage	31
Figure IV.1. Les différentes forces de coupe du perçage	35
Figure IV.2. Broche du perçage	35

Figure IV.3. Perçage sans avant-trou	36
Figure IV.5. Perçage avec avant-trou	37
Figure IV.6. Distributeur et échangeur de pression	40
Figure V.1. positionnement des fins de course au niveau du dispositif d'ablocage et perceuse	41
Figure V.2. Cycle d'opération perçage	43
Figure V.3. Schéma électrique de la partie puissance de la perceuse	44
Figure V.4. Schéma électrique d'étape 1 (repos)	45
Figure V.5. Schéma électrique d'étape 2	45
Figure V.6. Schéma électrique d'étape 3	46
Figure V.7. Schéma électrique d'étape 4	46

Liste des tableaux

Tableau II.1 Vitesse de coupe en fonction de la matière	11
Tableau II.2. Vitesse de coupe en tournage	15
Tableau II.3. Vitesse de coupe en fraisage	19
Tableau II.4. Différents types d'opération fraisage	21
Tableau III.1. Composition chimique du l'Acier A60	32
Tableau V.1. Table vérité du mécanisme	42

Liste des symboles

N : Fréquence de rotation (tr/min)
V_c : Vitesse de coupe (m/min)
D : Diamètre de l'outil (mm)
n : Vitesse de broche (tr /min)
V_f : Avance par minute ou vitesse d'avance (mm/min)
f : Avance par tour (mm/tr)
f_z : Avance par dent (mm/dent)
Q : Volume de matière enlevée par unité de temps
R_m : Résistance mécanique
R_e : Résistance élastique
F_c : Force de coupe en N
d : Diamètre du perçage en mm.
M_c : Couple de perçage
K_c : Effort spécifique de coupe
f : Avance par tour
h : Epaisseur moyenne du copeau
P_c : Puissance à la coupe
t : Temps du perçage
C_p : Course de perçage
S : Section d'alésage du vérin
P : Pression du compresseur
L : load
A, B et C : capteurs
V : vérin
M1 : moteur de foret
M2 : perçage
dcy : début cycle
a, b et c : capteur mécanique (Fin de course)
V+ : vérin en position de serrage
V- : vérin en repos
M2+ : descendre de foret (état de perçage)
M2- : remonte de foret

"Sir Isaac Newton ne devient membre reconnu de la Royal Society qu'en présentant son télescope en 1672 "

I. Introduction Générale:

Ce travail rentre dans le cadre de l'amélioration de la production de biens d'équipements d'une entreprise algérienne en l'occurrence ; l'entreprise MOUSAOUI bien connue des milieux industriels de la région de la Mitidja. Le département de mécanique de notre faculté est en relation de travail depuis des années, à travers une convention de collaboration avec cette entité industrielle, et ce travail est l'une des conséquences directes du résultat de cette collaboration.

Cette entreprise s'est lancée dans la production de nouvelles gammes de produits et de machines pour satisfaire la demande locale et nationale en biens d'équipements, et grâce à la compétence de ses cadres techniques elle arrive à produire plus et mieux. La diversification de la production a nécessité un savoir-faire et une maîtrise parfaite du processus de production pour minimiser les couts de productions.

C'est en réponse à un cahier de charges précis que ce travail a été réalisé, d'abord commencé en usine, sur site puis développé en autonomie avec les compétences universitaires. L'aboutissement de ce travail peut être à juste titre estimé comme une innovation :

« **L'innovation** est un principe économique qui recouvre l'ensemble des activités micro-économiques marchandes des entreprises de production, de prestations de service et de distribution dédiées à :

- la mise sur le marché mondial de nouveautés, de produits et de services nouveaux ou significativement améliorés ;
- l'adoption en leur sein des changements et des mesures internes améliorant² leur efficacité et leur efficience.

Une innovation est une nouveauté, un nouveau produit, un nouveau service ou un nouveau bien qui a pu être implémenté. Le champ d'appréciation de la nouveauté peut se faire au niveau de l'acteur économique (consommateur ou entreprise par exemples) et/ou au niveau du marché pertinent (marché géographique ou marché du produit). Les éléments que l'on cherche à apprécier pour matérialiser la nouveauté peuvent être, par exemples, l'apparence, les performances, l'ergonomie, la puissance, les fonctionnalités, etc...

Concrètement, une innovation — c'est quelque chose qui, produit ou reproduit en grand nombre et commercialisé ou déployé pour la première fois avec succès, a amélioré, changé, modifié, transformé ou révolutionné un secteur d'activité, une pratique sociale ou la vie d'un grand nombre d'individus.

Au niveau de l'entreprise, l'innovation dite « au-sens-large » est schématiquement du ressort de la recherche et développement, de la stratégie du management (du

processus, du marketing (des nouveautés et des nouveaux produits et prestations), de la fabrication, de la logistique de la formation des prestataires, etc. quand ils sont effectués pour la première fois ».

1. Description de la machine :

C'est une machine efficace pour couper l'acier et le fera béton jusqu'à un diamètre de 25 mm maxi.

Ces outils portables permettent une grande mobilité sur les chantiers et en usine. De plus, ils sont très rapides. La caractéristique principale de cette machine est la rapidité de coupe, cette cisaille coupe une barre de 16 mm en moins de 3 secondes.

Les applications sont multiples, aussi bien sur les chantiers du bâtiment, que pour les sociétés de préfabrication de béton et des industriels du fer à béton.

	PM/14	MM/16	GM/18
450N/mm ² Rond	16	18	20
650N/mm ² Torre rond	14	16	18
850N/mm ² Torre rond	12	14	16
450N/mm ² carré	14	16	18
450N/mm ² plat	8x25	10x35	10x45
POID (kg)	17.60	21.20	32.70



Figure I.1. Cisaille coupe fer à béton sfmo moussaoui

2. Le processus de fabrication des lames

2.1. Etape 1: Sciage

L'opération de sciage se fait dans la section du même nom et consiste en une découpe à la scie d'une barre d'acier doux de section (15 x 40) millimètres carrés et d'une longueur de 4000 millimètres en des pièces brutes de 41 x 40 mm.

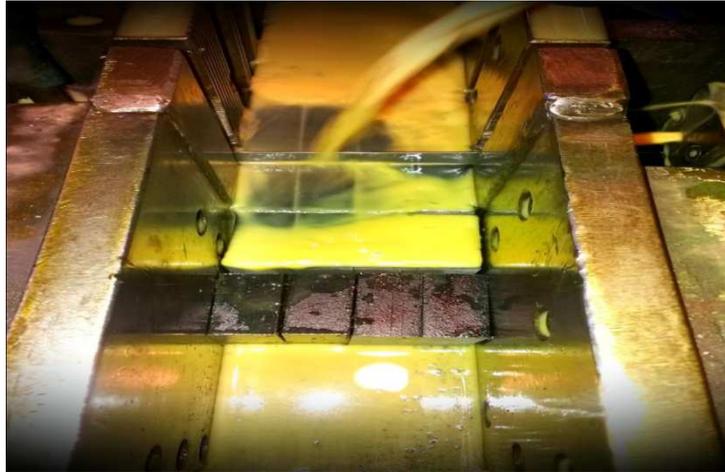


FIGURE I.2.Sciage de la barre d'acier

2.2. Etape2 : Grenaillage

C'est une étape incontournable dans la fabrication de pièces métalliques usinées ou non pour nettoyer et préparer les surfaces avant application d'un revêtement / de peinture / de résine et de carrelages ici c'est pour enlever la rouille qui recouvre le métal.

2.3. Etape 3 : Perçage

Perçer les pièces brutes obtenues par sciage en leur centre par des perceuses à colonne et taraudeuses. Ces opérations étant appelées à être améliorées et font l'objet de notre étude. D'où la réalisation de ces opérations d'une manière automatique (automatisation du processus) pour augmenter la production.



Figure I.3.Opération perçage des lames

2.4. Etape 4 : taraudage

Tarauder les pièces brutes obtenues par perçage en leur centre par des taraudeuses, même principe de fonctionnement que le perçage. Ces opérations étant appelées à être améliorées et font l'objet de notre étude. D'où la réalisation de ces opérations d'une manière automatique (automatisation du processus) pour augmenter la production.

2.5. Etape 5 : Rectification

La rectification s'effectue sur une machine-outil conçue la rectifieuse à cet effet : sert à rectifier donc d'approcher une surface de forme parfaite.

Rectifier les pièces par série en une rectifieuse plane pour faciliter l'attaque thermique et le trempage.



Figure I.4. Rectification des lames

2.6. Etape 6 : Traitement thermique

Les processus de durcissement (Chauffe + Trempe) sont utilisés pour obtenir les propriétés mécaniques spécifiques requises du composant pour son utilisation.

C'est l'étape la plus importante pour une bonne dureté, un bon fonctionnement et une grande durée de vie, c'est là où la pièce subit les trois opérations suivantes :

- a- Mettre les pièces déjà préparées par les précédentes étapes dans un four à gaz sous une température spécifique de 950°C pour une durée de temps de quatre heures, dans notre cas le matériau est le (XC210Cr12).



Figure I.5. Four a gaz

- b- S'ensuit l'opération de trempe qui consiste à plonger les pièces dès la sortie du four dans un bain d'huile de température variant entre 30°C et 40°C pendant un laps de temps d'au moins une heure.



Figure I.6 Bain d'huile

- c- Après le refroidissement des pièces, on les laisse sécher à l'aire libre, puis on les recuit dans un four à température maximale de 400°C à 500°C encore pendant une heure de temps.



Figure I.7. Four a résistance

2.7. Etape 7 : rectification de finition

On termine l'opération par une rectification de finition qui sera l'ultime et dernière étape d'usinage des lames à béton de bonne qualité.

3. Présentation de la société :

La société SFMO MOUSSAOUI a été créée en 1978 à Hallouya, située à 25 Km à l'ouest d'Alger dans la wilaya de Blida, la capitale industrielle de la Mitidja, SFMO occupe une superficie de 7 000 m² dont 2 700 m² couverts, ainsi qu'un parc de stockage important.

Première en Algérie, des fabricants des cisailles pour rond à béton, elle a vu sa production rapidement se diversifier pour couvrir la demande nationale en diverses machines de coupes sa panoplie de production englobe les poinçonneuses des aciers, les tronçonneuses électriques, ainsi que des machines de coupe pour menuiserie aluminium et PVC.

Cette diversification s'est faite dans un premier temps pour couvrir le marché national très demandeur en équipement de machines de coupe et le rythme de production ne suffit pas à répondre à toutes les demandes. La politique de l'entreprise est d'être auprès des clients et des fournisseurs non pas seulement pour assurer le service après-vente mais aussi en tant que de véritable partenaire et conseiller.

L'entreprise a gagné en prestige et notoriété dans le domaine de la production des machines grâce à son propre bureau d'études qui travaille sans cesse et en étroite collaboration avec les clients. Ce qui permet de comprendre et d'anticiper les exigences pour que les produits soient toujours technologiquement à l'avant-garde.

La société a également adopté, dans son projet, des mesures pour assurer la bonne continuité de la production et éviter de faire appel à des sous-traitants, un centre d'usinage performant, qui comprend des lignes de machines pour :

- perçage
- fraisage
- sciage automatique
- sciage semi-automatique

Toutes les lignes sont reliées directement au bureau d'étude ainsi où le contrôle du processus de fabrication est géré par une entité à part pour garantir le bon déroulement des différentes phases de production et surtout veiller à la conformité aux normes de qualité et de sécurité préétablies par le constructeur et delà satisfaire les exigences des clients.

Le service qualité veille en permanence à l'aspect assurance qualité et travaille sans relâche pour obtenir le label ISO 9000. Car la qualité du produit est l'aspect le plus important dans l'entreprise qui s'assure à ce que la continuité de la production soit toujours conforme aux normes.

Ainsi les machines de m'entreprise Moussaoui sont renommées pour leur robustesse, et elles sont d'ailleurs nombreuses à être encore en service après des années de service dans les conditions les plus extrêmes (c'est grâce à retour de l'information assurée par nos clients traditionnels que l'entreprise peut affirmer cela) selon nos clients ; dépassant ainsi largement la durée de vie prescrite.

Pour atteindre ce résultat l'entreprise ne lésine sur aucun moyen et utilise ce qu'il y a de mieux en produits composants. En effet, elle utilise exclusivement des composants d'excellente qualité tels que les aciers à outils de BOHLER International, le brut de fonderie des tronçonneuses est en fonte FT25, des pièces et organes de machines sont toutes sur dimensionnés par rapport à la charge de travail que la machine doit réellement supporter pour assurer une plus grande longévité.

II. Généralités sur les machines outils :

1. Perçage :

Le perçage est un procédé d'usinage qui consiste à obtenir un trou circulaire par enlèvement de copeaux

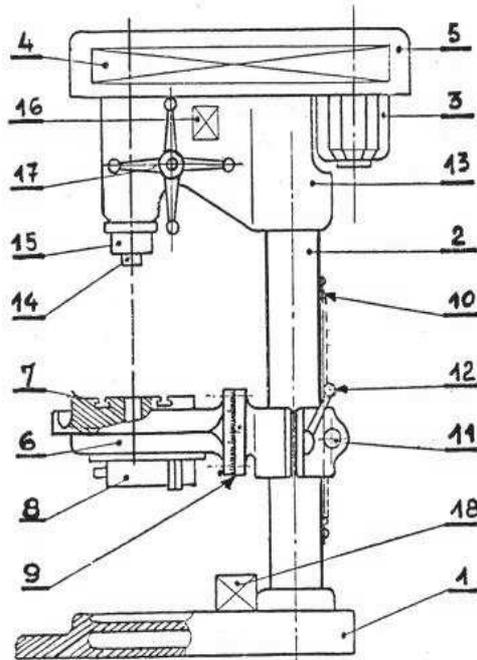


Figure II.1 principaux organes d'une perceuse

REP	DESIGNATION
1	SOCLE
2	COLONNE
3	MOTEUR
4	CARTER
5	CARTER
6	TABLE
7	PLATEAU
8	ETAU
9	TAMBOUR
10	CREMAILLER
11	PIGNON
12	LEVIER DE BLOCAGE
13	TETE
14	BROCHE
15	FOURREAU
16	COMMANDE
17	LEVIER DE MANOEUVRE
18	RESEVOIRE DE LUBRIFANT

1.1 Principe

Le perçage est obtenu à l'aide d'un outil de coupe appelé foret. Cet outil est animé d'un mouvement de rotation continu et d'un mouvement d'avance.

Mode d'action :

C'est la combinaison de deux mouvements que l'on peut faire varier :

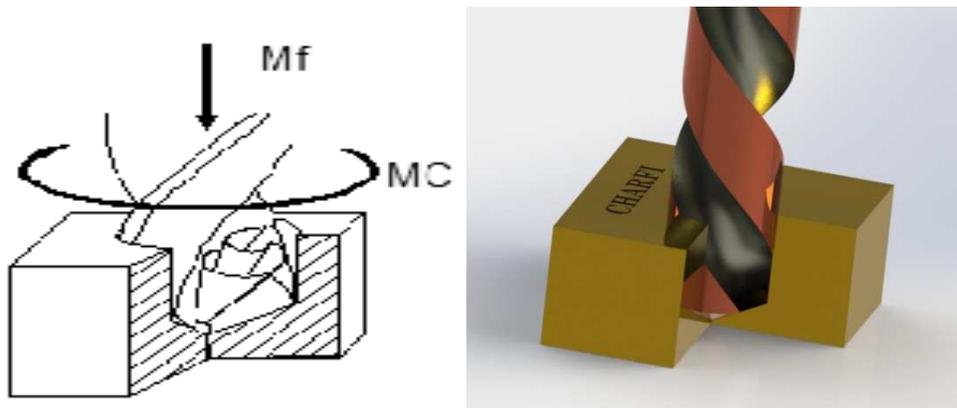


Figure II.2. Les actions d'opération perçage

a) Le mouvement de rotation (MC) :

L'outil tourne sur lui-même, c'est la vitesse de rotation en tour par minute (Tr/min).

b) Le mouvement de descente (Mf) :

L'outil pénètre dans la matière, c'est l'avance de mètre par minute (m/min).

1.1. Les machines d'outils :

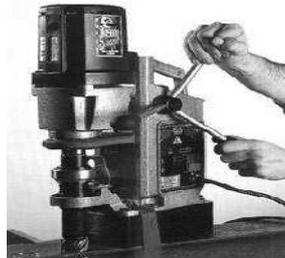
a) Les perceuses portatives :

Il existe différentes machines de coupe en perçage qui peuvent être classées selon la source d'énergie qui les actionne.

Elles peuvent être à courant électrique, à batterie ou pneumatique et ont diverses capacités :



Perceuse électrique



perceuse électro-magnétique



perceuse à batterie

Figure II.3. Les perceuses portatives

b) Les perceuses fixes :

Il existe plusieurs types de perceuses.

b.1. Perceuse à colonnes :

Une perceuse à colonne est une machine d'atelier fixée sur un bâti, un établi ou au sol. Elle permet des perçages précis et importants.

Le moteur électrique, fait tourner une broche par l'intermédiaire d'une boîte de vitesse (souvent à courroies). Un mandrin ordinaire ou des forets à queue conique (cône Mors) peuvent être fixés à l'extrémité de cette broche qui peut coulisser verticalement lorsque l'opérateur manœuvre un volant, un levier ou par le moteur. La pièce à percer est maintenue

Fermement dans un étau fixé lui-même sur la table.

La pièce peut être fixée directement sur la petite table ou sur le socle grâce aux glissières ou aux boutonnières.

La petite table coulisse et pivote le long de la colonne supportant le moteur. Par le pivotement de la petite table on permet de libérer l'espace pour fixer de grandes pièces sur le socle.

Elle peut également tourner sur elle-même ce qui permet de forer une série de trous tracés sur une circonférence.

Une latte graduée est fixée sur la broche ce qui permet de mesurer la profondeur du trou surtout si celui-ci est borgne. La latte permet également de mesurer la profondeur d'un fraisage, d'un cambrage, d'un lamage. Des butées peuvent être fixées sur la latte ce qui permet de réaliser des opérations identiques. Dans le cas où la descente se fait par l'intermédiaire d'un moteur la vitesse de descente est plus petite que celles de remontée.

La vitesse de la broche dépend du diamètre, de la nature des outils de coupe et de la nature de la lubrification et de la nature de la matière à travailler.

Certaine foreuse possède un circuit fermé de lubrification mû par une pompe.

b.2. Perceuse sensitive :

La perceuse sensitive est une machine qui sert à entraîner un foret. La descente du foret s'effectue exclusivement à la main (d'où le nom sensitive) par un système pignon/crémaillère.

b.3. Perceuse Radiale :

Permet d'amener le foret au-dessus des différents trous à percer par l'intermédiaire d'un bras radial.

1.2. Fréquence de rotation :

a) Formule :
$$N = \frac{1000 * Vc}{D * \pi} \quad (\text{tr/min})$$

N : fréquence de rotation (tr/min)

Vc : vitesse de coupe (m/min)

D : diamètre de l'outil (mm)

b) Tableau de vitesse de coupe en fonction de la matière :

MATIERE	V (m / min)
Matière plastique dure	15 – 30
Matière plastique tendre	15 – 20
Aluminium	60 – 150
Cuivre	40 – 70
Bronze (cuivre + étain)	25 – 60
Laiton (cuivre + zinc)	20 – 100
Acier courant : E24	25 – 35
Acier de construction : XC40	20

Tableau II.1. vitesse de coupe en fonction de la matière

2. Tournage:

2.1. Définition :

Le tournage est un procédé d'usinage par enlèvement de matière qui consiste en l'obtention de pièces de forme cylindrique ou conique à l'aide d'outils coupants sur des machines de tournage. La pièce à usiner est fixée dans un mandrin ou entre pointes. Il est également possible de percer sur un tour.

En tournage on réalisera toutes les surfaces de révolution, y compris les plans lorsque la trajectoire du point générateur est situé dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation.

2.2. Les machines de tournage:

Les machines outils les plus courantes utilisées pour le tournage sont:

2.2.1. Les tours parallèles à charioter et à fileter:

Ces machines sont utilisées pour les travaux unitaires ou de petites et moyennes série sur des pièces très simples. Ces tours sont peu flexibles. Seules les surfaces dont les génératrices sont parallèles ou perpendiculaires à l'axe de la broche sont réalisables en travail d'enveloppe.

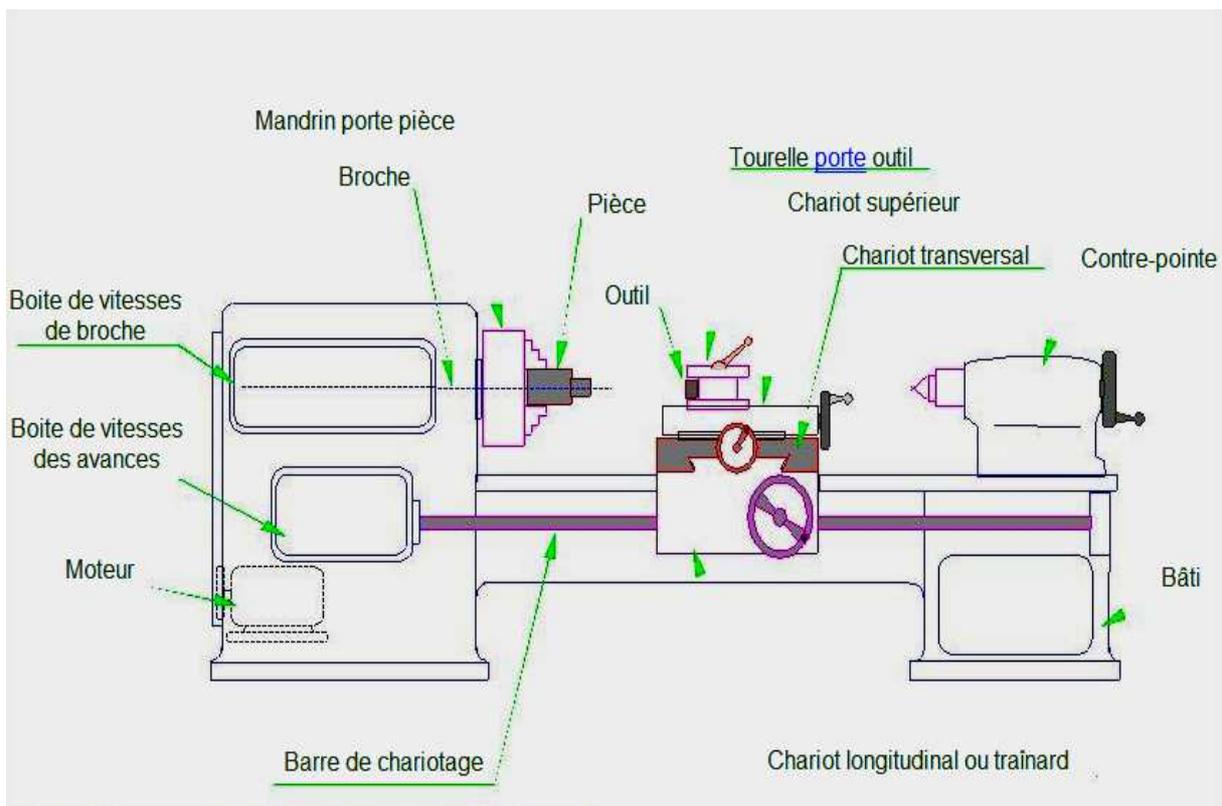


Figure II.4. Organes principaux d'une machine de tournage

2.2.2. Les tours à copier:

Ils permettent l'usinage des pièces par reproduction, à partir d'un gabarit, grâce à un système de copiage hydraulique qui pilote le déplacement du chariot transversal. C'est une machine assez flexible qui peut convenir pour des travaux de petites à grandes séries. La génératrice des surfaces de révolution peut être quelconque.

2.2.3. Les tours semi-automatiques:

Ce sont des tours équipés d'un traînard semblable à celui d'un tour parallèle avec une tourelle hexagonale indexable munie de 6 postes d'outils animée d'un mouvement longitudinal contrôlé par des butées. Les outillages spécialement conçus pour la machine permettent des opérations simples et précises. La commande de ces tours peut être manuelle ou en partie automatique. La flexibilité de ces machines est très limitée. On les utilisera pour des travaux de moyenne série.

2.2.4. Les tours automatiques:

Plusieurs outils sont montés tangentiellement à la pièce. Les mouvements sont obtenus par des cames qui donnent la vitesse d'avance et la course de chaque outil. Une came est spécifique à une opération et à une pièce. Ces tours sont entièrement automatiques. Ces machines n'ont aucune flexibilité. Elles conviennent pour les très grandes séries.

2.2.5. Les tours automatiques multibroches:

Ce type de tour comportera par exemple huit broches. Huit outils soit un par broche travaillent en même temps et effectuent une opération différente. Ce sont les broches qui tournent d'un huitième de tour pour présenter la pièce devant l'outil suivant. Lorsque les broches ont effectuées un tour complet la pièce est terminée. Il est possible de travailler dans la barre.

Sur ce type de tour les réglages sont longs et le temps de passage d'une série à l'autre immobilise la machine. Ce tour sera réservé pour les grandes et très grandes séries à des pièces de dimensions réduites à cause de l'espacement entre les broches.

2.2.6. Les tours à commande numérique:

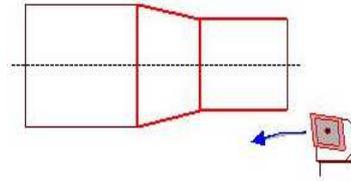
Comme en copiage la génératrice de la pièce peut être quelconque mais ici la trajectoire de l'outil est obtenue par le déplacement simultané de deux axes dont les positions successives sont données par un calculateur travaillant à partir d'un programme propre à la pièce. Ces

tours sont équipés d'un magasin d'outils et éventuellement d'un système de chargement des pièces. La flexibilité de ces machines est très grande et particulièrement bien adapté pour le travail unitaire ou les petites séries répétitives.

2.3. Les différents types d'opérations :

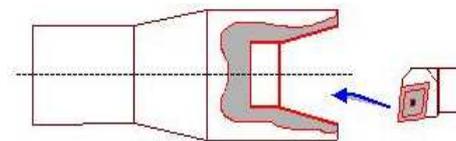
Chariotage:

Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique extérieure.



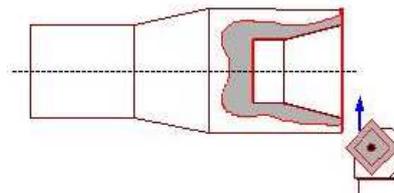
Alésage:

Opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique intérieure.



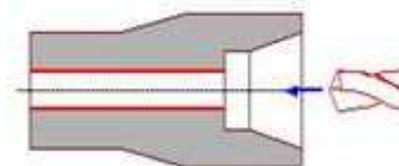
Dressage:

Opération qui consiste à usiner une surface plane perpendiculaire à l'axe de la broche extérieure ou intérieure.



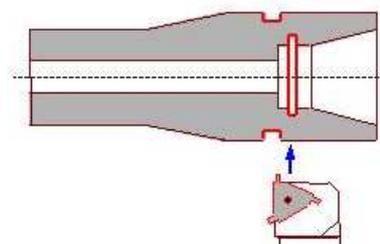
Perçage:

Opération qui consiste à usiner un trou à l'aide d'une forêt.



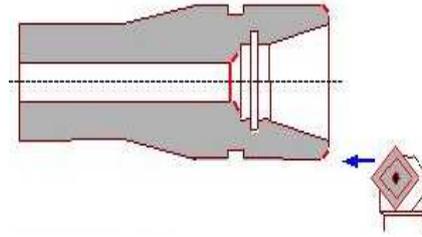
Rainurage:

Opération qui consiste à usiner une rainure intérieure ou extérieure pour le logement.

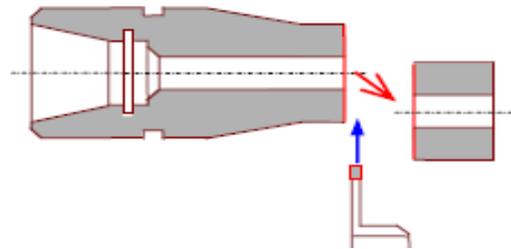


Chanfreinage:

Opération qui consiste à usiner un cône de petite dimension de façon à supprimer un angle vif.

**Tronçonnage:**

Opération qui consiste à usiner une rainure jusqu'à l'axe de la pièce afin d'en détacher un tronçon.



Vitesse de coupe : Tableau de valeurs indicatives moyennes (en m/min)

Nuance ISO	Matériaux à usiner Avance f en mm/tr	Tournage d'Extérieur				Tournage Filetage	
		Acier Rapide		Carbure		Acier Rapide	Carbure
		0.05 à 0.1	0.1 à 0.2	0.05 à 0.2	0.2 à 0.3	f = pas du filet	
P	Acier Non Allié	50	40	250	200	35	120
	Acier Faiblement Allié	30	20	150	130	20	80
	Acier Fortement Allié	20	15	120	100	15	60
	Acier Moulé Faiblement Allié	30	20	150	120	20	75
M	Acier inoxydable	25	20	150	130	20	90
K	Fonte lamellaire (EN-GJL...)	40	30	80	60	20	30
	Fonte Modulaire (EN-GJM...)	30	25	100	80	15	40
	Fonte Sphéroïdale (EN-GJS...)	55	45	90	70	25	40
K-N	Alliages d'aluminium de faible dureté sans silicium (AW 2030 ...)	250	200	550	400	150	230
	Alliages d'aluminium durs sans silicium ou %Si moyen (AW2017, AW 6060 ...)	120	80	250	200	90	110
	Alliages d'aluminium à haute teneur en silicium > 12%	80	40	120	100	45	60
Vitesse de coupe Vc en m/min							

Tableau II.2. vitesse de coupe en tournage

3. Le Fraisage :

3.1.Définition :

Le fraisage est une technique d'usinage qui consiste à enlever, à l'aide d'un outil coupant appelé fraise, de la matière sur une pièce initiale pour obtenir une pièce finale. La fraise est munie de dents et est de forme variable, mais son efficacité en tournage va croissante grâce à l'utilisation des techniques CNC (Computerized Numerical Control).

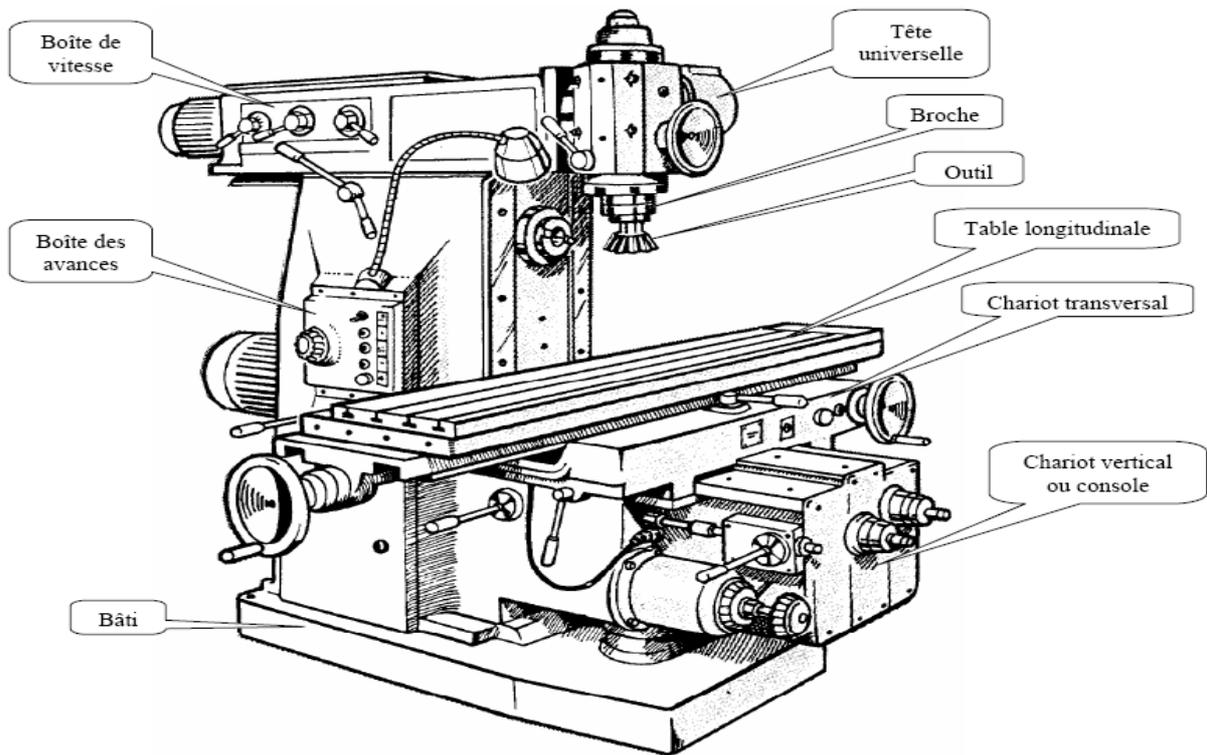


Figure II.5.Organes principaux d'une fraiseuse

3.2.Fraiseuses :

La fraiseuse est une machine-outil permettant de réaliser des opérations d'usinage à l'aide d'une fraise. Elle peut également être équipée d'un foret, de taraud ou d'alésoir pour réaliser des opérations de perçage et taraudage.

Les fraiseuses ont supplanté certaines machines (raboteuses, étaux limeurs) pour l'usinage de surfaces planes. Ces machines peuvent également servir pour des opérations de tournage. L'outil, une fraise, est fixé dans la broche et est animé d'un mouvement de rotation (mouvement de coupe).

L'outil peut se déplacer en translation par rapport à la pièce suivant trois directions.

3.3.Éléments principaux :

Les éléments principaux d'une fraiseuse universelle de type à console, d'une fraiseuse à banc à commande numérique et d'un centre d'usinage à plateau tournant et palettes interchangeables.

Ces machines comportent :

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

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

3.4.Classification :

En général, la classification normalisée n'est pas respectée dans les dénominations commerciales. Compte tenu de la grande variété de modèles, plusieurs critères sont nécessaires pour caractériser une machine et ceux qui sont le plus souvent utilisés par les constructeurs sont indiqués ci-dessous. Nous attirons cependant l'attention du lecteur sur le manque de rigueur des dénominations commerciales.

Par architecture:

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

Par position de la broche :

- ✓ à broche horizontale ;
- ✓ à broche verticale ;
- ✓ à broche orientable (universelle, multiaxe).

Par type de commande :

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

3.5.Principes de base du fraisage :

3.5.1. Trois opérations types :

Indépendamment du type de fraise choisie, l'opération de fraisage fera fondamentalement intervenir une des trois méthodes suivantes ou une combinaison de celles-ci. Compte tenu du choix de méthodes qui s'offrent en fraisage, il est important, au préalable, d'établir une distinction entre les différentes directions d'avance par rapport à l'axe de rotation de l'outil.

- (A) correspond, sur cette figure, à la direction axiale,
- (B) à la direction radiale,
- (C) à la direction tangentielle.

3.5.2. Principales définitions cinématiques et géométriques:

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

- **La vitesse de broche (n en tr /min)** est le nombre de tours que l'outil de fraisage monté sur la broche de la machine-outil effectue par minute. Il s'agit là d'une valeur dépendant de la machine, qui ne renseigne guère sur ce qui se passe à la périphérie où l'arête de coupe fait son office.
- **La vitesse de coupe (V_c en m/min)** indique pour sa part la vitesse à laquelle l'arête de coupe travaille la surface de la pièce. C'est un important paramètre de l'outil, qui fait partie intégrante des conditions de coupe avec, pour fonction, de garantir que l'opération est effectuée dans les meilleures conditions d'efficacité par l'outil concerné.

Tableau des valeurs indicatives moyennes :

Nuance ISO	Matériaux à usiner	Perçage		
		Acier Rapide	Acier Rapide Revêtu	Carbure
P	Acier Non Allié	30	45	70
	Acier Faiblement Allié	20	40	60
	Acier Fortement Allié	15	35	40
	Acier Moulé Faiblement Allié	10	30	70
M	Acier inoxydable	12	20	40
K	Fonte lamellaire (EN-GJL...)	25	50	80
	Fonte Modulaire (EN-GJM...)	15	30	80
	Fonte Sphéroïdales (EN-GJS...)	25	50	80
K-N	Alliages d'aluminium de faible dureté sans silicium (AW 2030 ...)	60	90	100
	Alliages d'aluminium durs sans silicium ou %Si moyen (AW2017, AW 6060 ...)	60	90	100
	Alliages d'aluminium à haute teneur en silicium > 12%	40	60	100

Vitesse de coupe V_c en m/min

Tableau II.3. vitesse de coupe en fraisage

➤ **La vitesse de broche,**

Le diamètre de l'outil et la vitesse de coupe sont naturellement liés par les formules suivantes :

$$V_c = \frac{n \pi D}{1000}$$

$$n = \frac{1000 V_c}{\pi D}$$

- D : diamètre de l'outil de fraisage (mm),
- n : vitesse de broche (tr/min),
- V_c : vitesse de coupe (m/min).

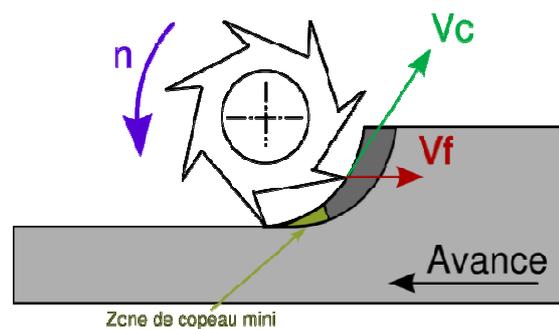


Figure II.6. Paramètres d'une opération de perçage

- **L'avance par minute ou vitesse d'avance (V_f en mm/min)** est l'avance de l'outil en direction de la pièce, exprimée en unités de distance par unité de temps. On parle également ici d'avance de table.
- **L'avance par tour (f en mm/tr)** est une valeur spécialement utilisée pour calculer l'avance et déterminer l'aptitude d'une fraise.
- **L'avance par dent (f_z en mm/dent)** est un important paramètre en fraisage. La fraise étant un outil à arêtes multiples, il faut en effet disposer d'un moyen de mesure pour contrôler que chacune de ces arêtes travaille dans des conditions satisfaisantes. La capacité d'enlèvement de matière de chaque dent est l'élément limitatif au niveau des performances de l'outil. L'avance par dent indique la distance linéaire parcourue par l'outil alors qu'une certaine dent est engagée.
- **L'avance par dent représente** aussi la distance couverte entre la pénétration de deux dents successives dans la pièce. Elle peut donc être exprimée en fonction du nombre d'arêtes de l'outil (z) et de l'avance par minute, ou sous forme d'avance par tour (figure 4).
- **La profondeur de coupe, axiale (ap)** en surfacage ou radiale (ae) pour le fraisage d'épaulements, correspond à l'épaisseur de matière enlevée par l'outil. C'est la distance à laquelle l'outil est réglé au-dessous de la surface initiale de la pièce.
- **La largeur de coupe ou profondeur de coupe radiale (ae)** en surfacage et axiale (ap) pour le fraisage d'épaulements, est la distance parcourue par l'outil sur la surface de la pièce.
- **Le volume de matière enlevée par unité de temps (Q)** peut être déterminé en utilisant certaines de ces définitions. Ce volume correspond à la profondeur de coupe multipliée par la largeur de coupe, multipliées par la distance dont l'outil se déplace au cours de l'unité de temps concernée. Le volume d'enlèvement de matière est exprimé en millimètres cubes par minute.

3.6.Directions de fraisage :

La fraise effectue un mouvement de rotation tandis que la pièce avance dans sa direction. La coupe est donc ainsi définie par les paramètres impliqués. Il existe deux manières de procéder, selon le sens de rotation de l'outil par rapport à la pièce. Cette différence joue un rôle fondamental et affecte le processus de fraisage sous divers aspects. La pièce peut avancer, selon le cas, dans le sens de la rotation ou dans le sens opposé, ce qui a tout spécialement son importance en début et en fin de coupe.

3.7. Différents types d'opération fraissage :

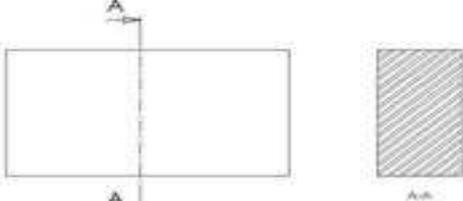
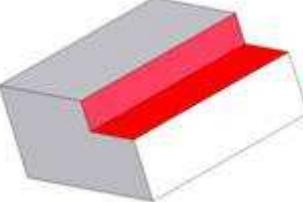
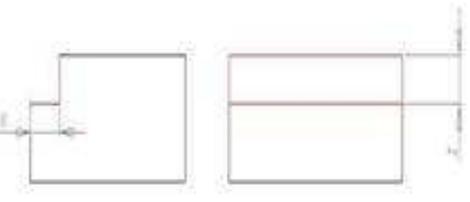
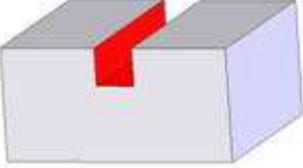
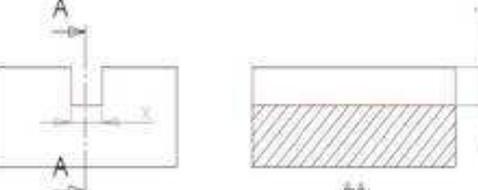
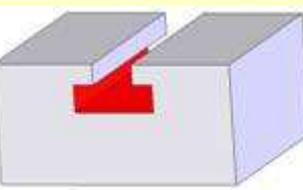
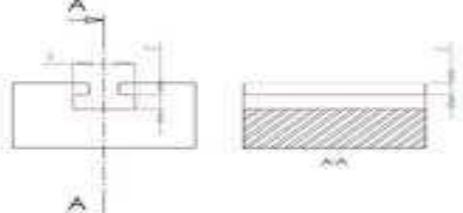
Nom de l'opération	Schéma de la pièce usinée	
Surfaçage		
Epaulement		
Rainurage		
Rainurage en T		

Tableau II.4. Différent type d'opération fraissage

III. Dispositifs d'ablocage des pièces :

1. Définition :

C'est une moyenne nécessaire de notre opération de perçage, ce compose a 10 pièces comme suivantes :

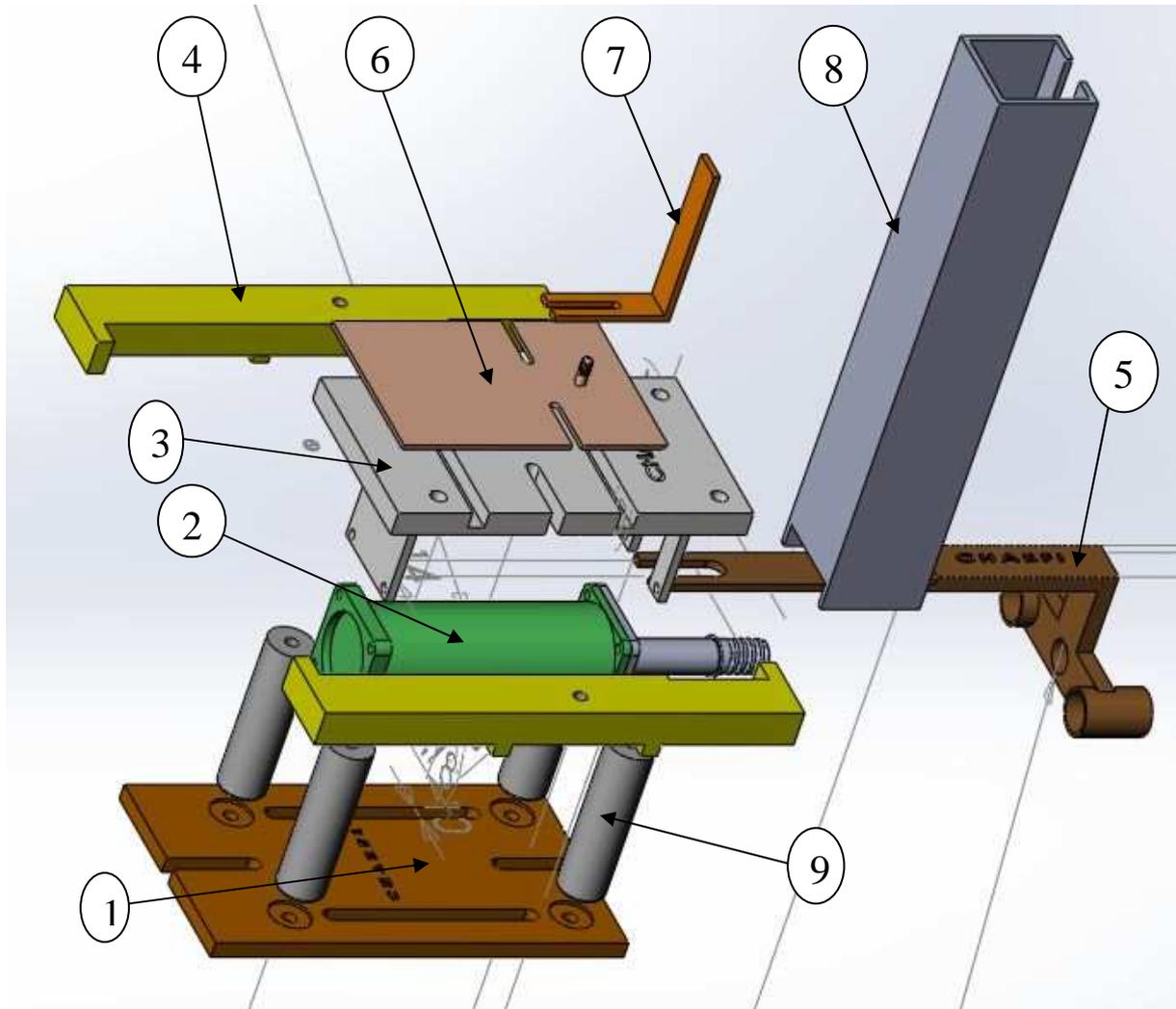


Figure III.1. Principaux organes du dispositif d'ablocage

- 1- Support
- 2- Vérin
- 3- Port vérin
- 4- Rail de guidage
- 5- Coulissant
- 6- Cage
- 7- Languette d'attache
- 8- Chargeur
- 9- Barres

2. Composantes du dispositif d'ablocage :

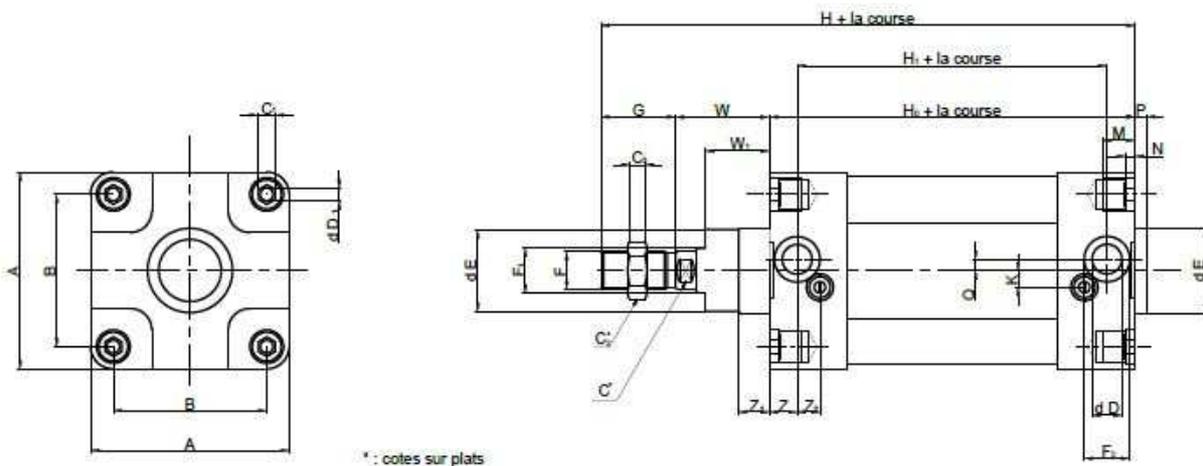
2.1.SUPPORT :

Est un moyen de fixation de gabarit a la table de la perceuse, alors est un intermédiaire entre la perceuse et le gabarit.

2.2.Vérin :

Vérin pneumatique est un actionneur linéaire dans lequel l'énergie de l'air comprimé est transformée en travail mécanique.

Cet actionneur de conception robuste et de simplicité de mise en œuvre est utilisé dans toutes les industries manufacturières. Il permet de reproduire les actions manuelles d'un opérateur telles que pousser, tirer, plier, serrer, soulever, poinçonner, positionner, etc...



Ø cilindrage (mm)	cotes(mm)																									
	A	B	C'	C ₁	C ₂	C ₃	dD	dD ₁	dE	F	F ₁	F ₂	G	H	H ₁	H ₂	K	M	N	P	Q	W	W ₁	Z	Z ₁	Z ₂
32	47	32.5	10	6	16	5	G1/8	M6	30	M10x1.25	12	15	22	142	94	74	6	9	4.5	5	4	26	16	10	7	10
40	53	38	13	6	18	6	G1/4	M6	35	M12x1.25	16	19	24	150	105	81	6	9	4.5	5	4	30	20	12	9	10
50	65	46.5	17	8	24	8	G1/4	M8	39	M16x1.5	20	19	32	175	106	78	6	12	5.5	5	6	37	25	14	---	10
63	75	56.5	17	8	24	8	G3/8	M8	39	M16x1.5	20	23	32	170	121	89	6	12	5.5	5	6	37	25	16	---	10
80	95	72	22	10	30	10	G3/8	M10	43	M20x1.5	25	23	40	214	128	92	10	16	5.5	8	7	46	30	18	---	12
100	115	89	22	10	30	10	G1/2	M10	46	M20x1.5	25	27	40	229	138	98	10	16	5.5	8	7	51	32	20	---	12
125	140	110	27	12	41	13.5	G1/2	M12	60	M27x2	32	27	50	279	160	110	12	19	6.5	8	8	69	45	25	---	10
160	180	140	36	17	55	13	G3/4	M14	65	M36x2	40	35	72	331	180	122	22.5	20	35	---	22.5	79	53	29	---	0
200	220	175	36	17	55	13	G3/4	M14	75	M36x2	40	35	72	347	180	122	22.5	20	35	---	22.5	95	60	29	---	0

2.3. Porte vérin:

C'est la pièce qui supporte le vérin.

2.4. Raie de guidage :

C'est un organe qui est composé de deux pièces pour former une raie de guidage des pièces brutes qui sont réceptionnées du chargeur et doivent être mise en position pour l'usinage. De plus sa largeur a été conçue de façon à être modifiable et peut être réglable pour pouvoir maintenir en place différents modèles de pièces (petit modèle, moyen modèle et grand modèle) à percer.

2.5. Coulisseau :

C'est sous la forme d'un bras qu'il se présente et qui a pour rôle de pousser la pièce et ainsi la maintenir serrée en position de travail ; Il agit en tant que transmetteur de la force qu'exerce le vérin.

2.6. Cage :

C'est une pièce mécanique qui évite lors de l'usinage en perçage, aux lames de cisaille de subir la sollicitation de flambage des pièces.

2.7. Languette d'attache:

Comme son nom l'indique c'est une pièce du dispositif qui sert à maintenir dans une position fixe le chargeur sur le gabarit
Elle se présente comme une pièce en acier doux d'épaisseur de quelques mm et de forme plate et une ferre plate.

2.8. Chargeur:

C'est dans cette partie de l'ensemble que les pièces brutes seront entreposées et empilées les unes sur les autres, ensuite par gravitation les pièces l'une après l'autre seront réceptionnées au niveau de la raie de guidage, et le coulissant prend le relais en les poussant vers la position de l'usinage pour être percées.

2.9. Barres :

C'est une paire de barres métalliques cylindriques qui évite aux pièces quand elles sont dans le chargeur l'effet de flambage.

3. Les opérations d'usinage des composants de dispositif d'ablocage :

3.1.Support :

Le support c'est le socle ou la base sur laquelle repose tout le dispositif et se présente sous la forme d'une pièce métallique d'épaisseur 10 mm plate obtenue par usinage selon les étapes suivantes :



Figure III.2.Support du dispositif

Fraisage :

- On réalise deux rainures de largeur de 10 mm sur une longueur de 120 mm en terminant les deux bouts avec des extrémités arrondies aux diamètres de l'outil.

Perçage :

Perçage de quatre trous de la fixation avec différents diamètres :

- Premier perçage de 2 mm et diamètre de 28 mm (avant trou) pour le guidage des barres.
- Deuxième perçage de diamètre 8,5 mm.

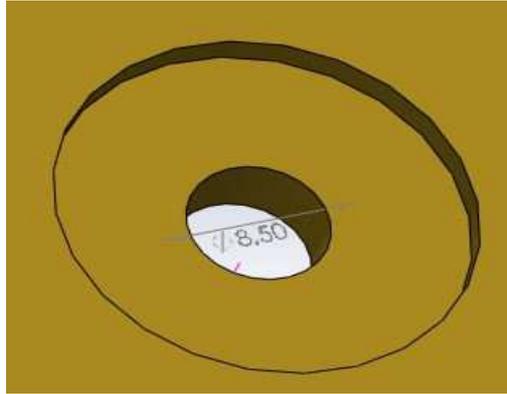


Figure III.3. perçage du support de dispositif

3.2.Vérin :

C'est un vérin pneumatique qui peut être acquis auprès des fournisseurs dans le commerce, mais pour notre dispositif et par manque de moyens financiers pour réaliser ce dispositif on a opté pour un vérin existant au niveau de la société, donc c'est contraints et non par que l'on opté pour ce vérin.

3.3.Porte vérin :

L'usinage du porte vérin s'est fait à partir d'une plaque métallique de dimension (215mmx120mm x15mm) et enlèvement de la matière en deux opérations distinctes:

Fraisage :

Enlèvement de la matière par fraise de la surface avec des profondeurs de passes successives pour arriver à la cote prescrite 35mm (figure III.4),

-la deuxième opération est de fraiser la surface du dessous de la pièce pour une largeur de 5 mm.

Soudage :

On assemble les deux pièces ainsi obtenues à la base du dispositif par une opération de soudage ; Ces deux supports serviront à arrimer le vérin. Elles sont percées de quatre trous chacune de diamètre 6mm. L'une des deux et devant avoir une rainure (opération de fraisage) de 30 mm x 30 mm et se terminant par un arrondi.

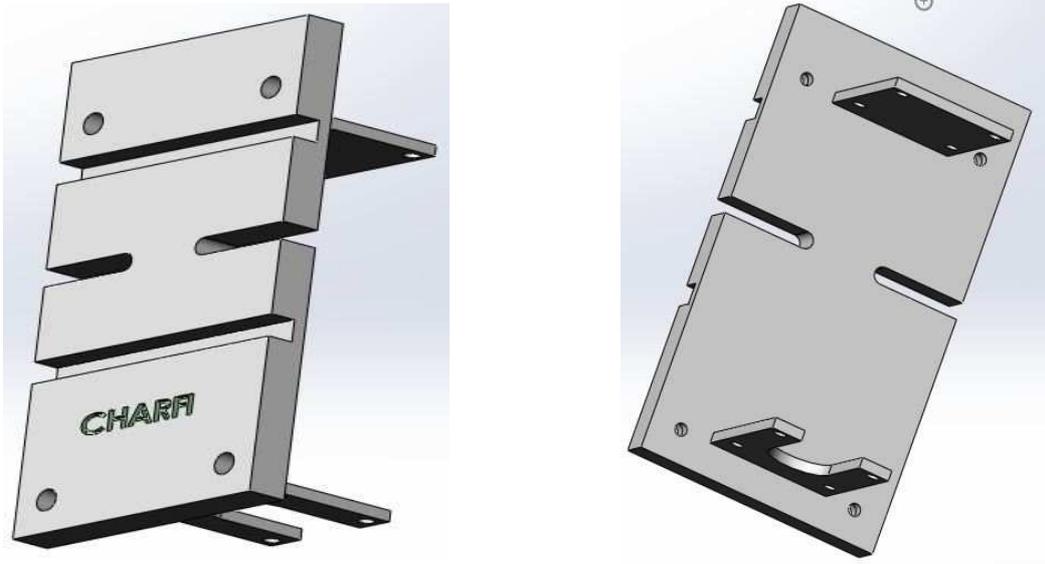


Figure III.4.Port vérin du dispositif

Perçage :

Percée en deux fois selon le même axe avec un diamètre et une longueur de perçage différents :

- La première opération est de réaliser sur la plaque 4 trous de diamètres de 10 mm et de profondeur de 10 mm.
- La deuxième opération est de réaliser un deuxième perçage d'un diamètre plus petit en travers de toute l'épaisseur de la plaque.

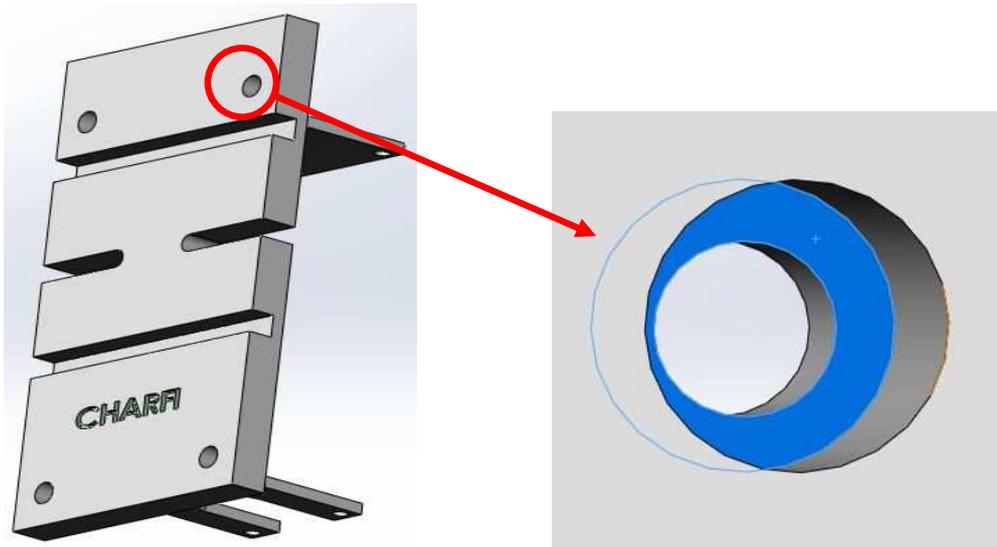


Figure III.5. percage du port vérin

3.4.Rail de guidage :

Les rails de guidage c'est le mesurage suivi pour dimensionner le calibre des pièces percés est usinée par les opérations suivantes:

Découpage :

- Découper une tôle métallique de 30 mm.



Figure III.6. Découpage rail de guidage

Fraisage :

- Trois opérations de fraisage successifs sont nécessaires, de même profondeur de passe de 8 mm et sur la même face de dessous.
- Une opération de fraisage sur la surface latérale.

Perçage :

- Perçage un trou de diamètre de 10,5 mm au centre de la pièce.

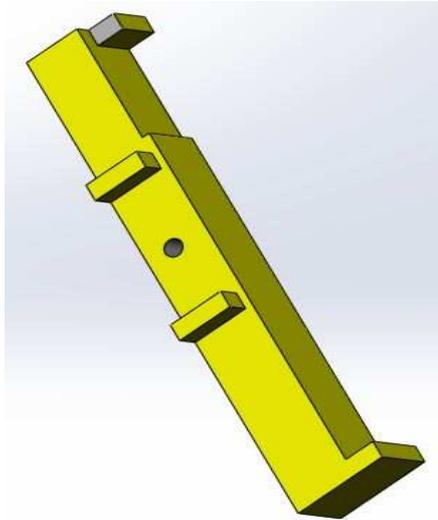


Figure III.7. Rail de guidage

3.5.Coulissant :

Coulissant c'est une barre de 380mm usiné par trois opérations différent fraisage, perçage et pliage.

Fraisage :

En prend une barre de section 8mm x 30mm et de longueur de 380 mm, en fraiser la barre par des opérations suivant

- un fraisage d'une surface de 30 mm x 190mm avec profondeur de 3mm, en obtient un épaulement de 3mm.

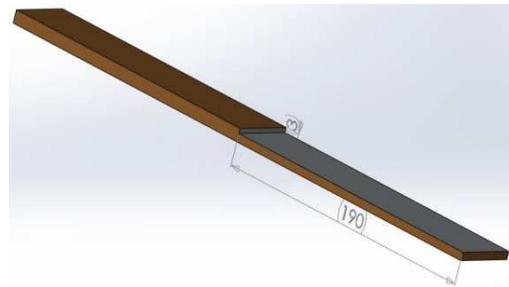


Figure III.8.Fraisage du coulissant

- une deuxième opération sur la première surface usinée, une rainure de longueur de 40mm avec extrémité circulaire de diamètre 14 mm.
- la troisième opération la réalisation de la rainure de diamètre 16mm et de longueur de 20 mm.

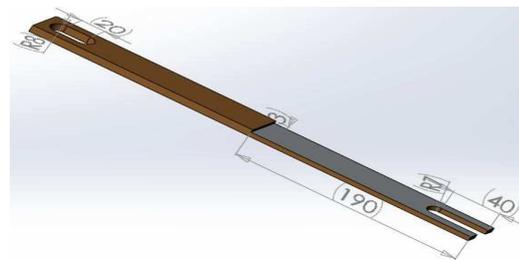


Figure III.9.Rainures du coulissant

Pliage :

- Plier la barre à une distance de 100 mm loin de coté d'épaulement avec angle de pliage 90°.

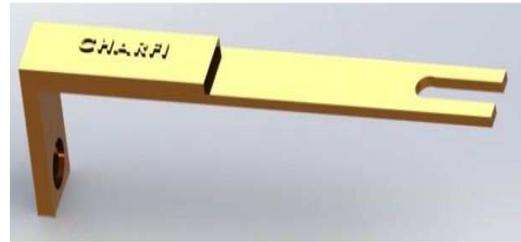


Figure III.10.Pliage du coulissant

3.6.Cage :

C'est une tôles de 160 qui éliminer le flambage des pièces, elle a deux rainures pour fixation et une tige usinée comme suivant :

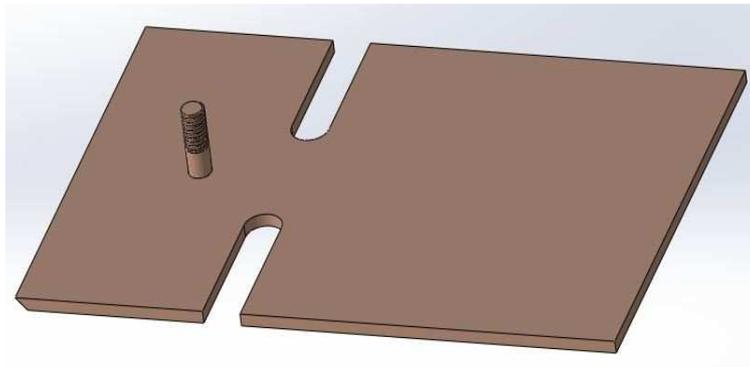


Figure III.11.Cage du dispositif d'ablocage

Fraisée deux rainure de 10mm symétriques par rapport à l'axe de la plaque. Et positionner par soudure une vis sans fin M6 sur la surface latérale pour orienter et fixer

3.7.Languette d'attache :

C'est un fer plat de 160mmx25mm x5mm usinée par les opérations suivantes :

- Fraisée une rainure a l'extrémité par une fraise de 10mm et de longueur de 40mm.
- Plie le fer plat à 90 mm coté de fraisage et de 90°.

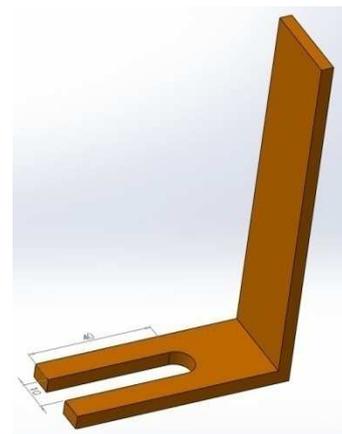


Figure III.12. Languette d'attache

3.8. Chargeur :

Le chargeur est une plaque métallique de 350 mm x 180mm x 4mm que l'on plie quatre fois et pour ensuite opérer l'opération de cisaillement.

- cisainer deux angles de la plaque à 15mm x 15mm.
- cisainer la plaque au milieu d'une surface de 15mm x 42mm.
- Faire deux plis 15 mm de l'extrémité de la plaque avec angle de 90°.
- Replier ensuite une deuxième fois en deux fois de 75 mm et 90°.

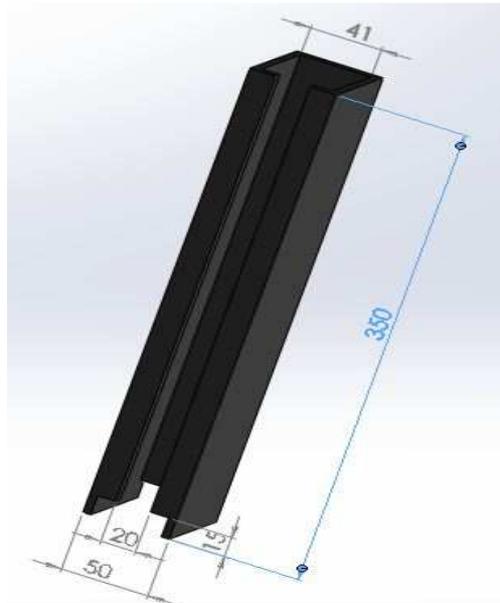


Figure III.13. Chargeur des pièces

3.9. Les barres :

C'est des barres de 100 mm et diamètre de 28 mm, usinée par des opérations suivantes :

- percer au l'axe des deux cotés un trou de 30mm et de diamètre de 5mm.
- tarauder les trous par un taraud de 6mm.
- faire un épaulement de 2 mm par chariotage.



Figure III.14. Les barres du dispositif

Cisaillement :

On prend une barre de diamètre 28mm et de longueur 400mm et on cisaille pour obtenir 4 pièces de 100 mm.

4. Matériau d'usinage :

Les matériaux utilisés à l'usinage c'est A60-2 et E24, acier construction non allié A60 et d'usage courant, E24 Acier d'usage général

4.1. Acier A60 :

Produit livré suivant norme EN 10025-2

Désignations normalisées :

Désignation Européenne EU: Fe590-2 + E335 ou 1.0060

Désignation Française AFNOR : A60-2 ou A60

Caractéristiques mécanique moyennes :

Masse volumique :

Kg/dm³ : 7.8

Etat normalisé :

Rm : 590/770 N/mm²

Re : 305/335 N/mm²

A% : 6/16

Etat transformé à froid :

Rm : 590/1050 N/mm²

Re : 300/490 N/mm²

A% : 6/14

Composition chimique

Eléments	% maximum
P (Phosphore)	0.055
S (Soufre)	0.055
N (Azote)	0.014
Fe (Fer)	Le reste

Tableau III.1. Composition chimique du l'Acier A60

4.2. Acier E24 :

Produit livré suivant norme EN 10027-2

Désignations normalisées :

Désignation Européenne EU: Fe360B

Désignation Française AFNOR : E24-2 ou E24

Caractéristiques mécanique moyennes :

Masse volumique :

Kg/dm³ : 7.85

Etat normalisé :

Rm : 340/510 N/mm²

Re : 175/235 N/mm²

A% : 17/26

Etat transformé à froid :

Rm : 340/840 N/mm²

Re : 215/410 N/mm²

A% : 7/24

5. Moyens d'assemblage :

Lors de l'assemblage du dispositif on a évité le soudage en optant pour un ensemble démontable ; alors on a choisi l'assemblage démontable avec des écrous, des vis et des rondelles plates comme suivante :

- 4 vis à tête fraisé M6
- 4 vis BTR 20 M8
- 2 vis BTR 10 M6
- 8 écrous hexagonaux M6
- 10 rondelles plates
- 2 vis hexagonales M10
- 2 écrous hexagonaux M10
- 4 rondelles plates

IV. Détermination des caractéristiques du vérin :

Vérin pneumatique est un actionneur linéaire dans lequel l'énergie de l'air comprimé est transformée en travail mécanique.

Cet actionneur de conception robuste et de simplicité de mise en œuvre est utilisé dans toutes les industries manufacturières. Il permet de reproduire les actions manuelles d'un opérateur telles que pousser, tirer, plier, serrer, soulever, poinçonner, positionner, etc...

1. Description :

Qu'est qu'un paramètre de coupe?

Les paramètres de coupe sont des éléments constants ou variables, qui dépendent les uns des autres afin d'obtenir le meilleur compromis possible pour un usinage.

Diverses gammes de vérins sont proposées, ayant :

- des pressions nominales de fonctionnement variant de 6 à 70 MPa (60 à 700 bar)
- des durées de vie (nombre de cycles) plus ou moins grande,
- des niveaux de possibilités de réparations différents.

Après avoir fixé un niveau de pression nominale, le vérin est choisi (diamètres, course)

Le besoin en vitesse définit le débit utilisé par ce vérin et donc la pompe ou les composants de régulation de débit. Le rendement volumétrique est égal à 1 tandis que le rendement mécanique sera compris entre 0,9 et 0,96.

Le vérin étant soumis à un effort de compression, le risque de non-flambement sera vérifié dans les situations les plus critiques.

Si on considère une pression spécifique de coupe uniformément répartie le long de l'arête de coupe, on trouve :

1.1. Force de coupe (F_c) :

Les forces F_{1f} et F_{2f} sont négligeables (devant F_{1c} et F_{2c}) et les forces F_{1a} et F_{2a} sont égales et opposées (en théorie).

De plus l'avance f fournie par les abaques de perçage et pour un foret à deux dents est :
fréel pour une dent= $f/2$

$$F_c = K_c \cdot f \cdot D / 4$$

Avec

F_c : Force de coupe en N

K_c : pression spécifique de coupe (fonction de h et de la matière) en N/mm².

f : valeur de l'avance en mm/tr

d : Diamètre du perçage en mm.

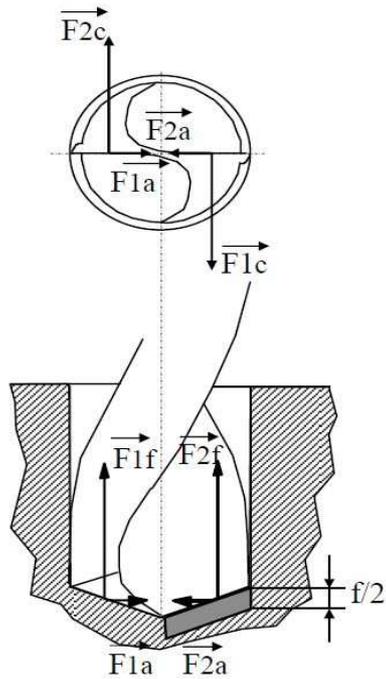


Figure IV.1. Les différentes forces de coupe du perçage

Remarque : Pour le cas avant trou, le diamètre de perçage D est remplacé par $(D-d)$ ou d représente le diamètre de l'avant trou

1.2. Couple de perçage :

L'expression du couple de perçage est donnée par :

$$M_c = F_c \cdot D/4$$

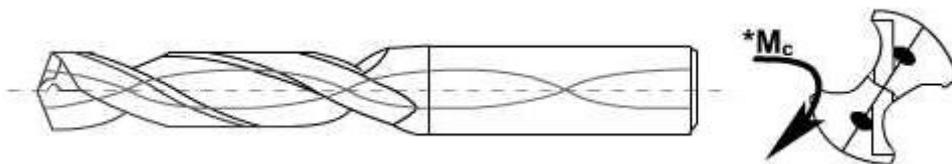


Figure IV.2. broche du perçage

Où :

- M_c : couple de perçage
- K_c : effort spécifique de coupe
- f : avance par tour
- d : diamètre de l'outil.

1.3. Epaisseur moyenne du copeau :

$$h = f \cdot \sin K_r$$

1.4. Vitesse de coupe:

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

n : vitesse de broche (tr/min).

1.5. vitesse de broche :

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

1.6. vitesse d'avance :

$$V_f = f \times n$$

1.7. Puissance nécessaire à la coupe (P_c) :

1.7.1. Perçage sans avant-trou :

Calcul de la puissance dans le cas générale $P_c = F_c \cdot V_c$ (F en N et V en m/s)

Avec ; $F_c = K_c \cdot f \cdot D / 4$

$$P_c = F_c \cdot V_c \implies P_c = \frac{k_c \cdot V_c \cdot f \cdot D}{4}$$

Ce qui donne :

$$P_c = \frac{k_c \cdot V_c \cdot f \cdot D}{4}$$

Avec :

k_c : effort spécifique de coupe en N/mm²,

f : avance en mm/tr,

D : diamètre du foret en mm,

V_c : vitesse de coupe (pour un diamètre D) en m/min,

P_c : puissance de coupe en kW.

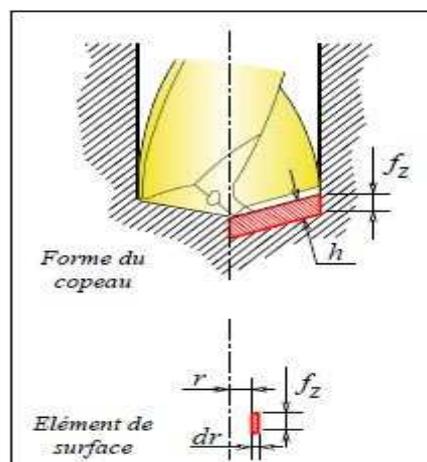


Figure IV.3. Perçage sans avant-trou

1.7.2. Perçage avec avant-trou :

Si on reporte le diamètre de perçage D par la valeur $(D-d)$, alors on obtient :

$$P_c = \frac{k_c \cdot f \cdot V_c \cdot (D - d)}{4}$$

Avec :

k_c : pression spécifique de coupe en N/mm^2 ,

f : avance en mm/tr .

D : diamètre du foret en mm .

d : diamètre de l'avant-trou en mm .

V_c : vitesse de coupe périphérique (pour un diamètre D) en m/min .

P_c : puissance de coupe en kW .

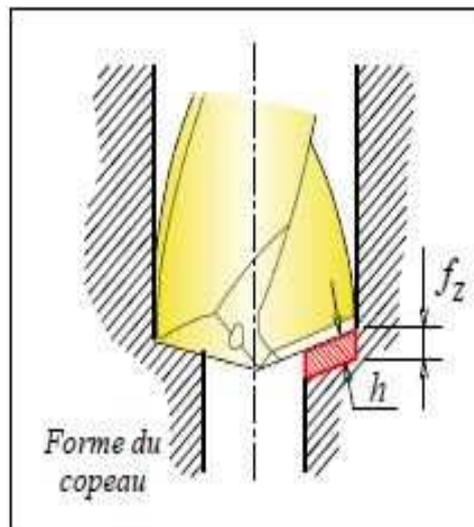


Figure IV.5. Perçage avec avant-trou

2. Application numérique :

- calculer la vitesse d'avance (V_f) :

$$AN : V_f = \frac{20}{42} \quad \Longrightarrow \quad V_f = \frac{C_p}{t} = 0,476 \text{ mm/s}$$

- calculer l'avance par tour (f) :

$$AN : f = \frac{0,476}{60} \quad \Longrightarrow \quad f = \frac{V_f}{n} = 0,08 \text{ mm/tr}$$

- calculer l'épaisseur du copeau (h) :

$$h = f \cdot \sin K_r$$

$$K_r = 60^\circ$$

$$AN : h = 0,08 \cdot \sin 60 \quad \Longrightarrow \quad h = 0,068 \text{ mm}$$

- Calculer la vitesse de coupe (V_c) :

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

$$AN : V_c = \frac{10,5 \cdot \pi \cdot n}{1000} \quad \Longrightarrow \quad V_c = 1,97 \text{ mm/s}$$

- Calculer couple de perçage (M_c) :

$$M_c = F_c \cdot D/2$$

$$AN : M_c = 525 \cdot 10,5/2 \quad \Longrightarrow \quad M_c = 1378,125$$

3. Fonctionnement :

3.1. Les étapes du choix d'un vérin :

- A partir du matériau et le trou à percer choisir la vitesse de coupe appropriée de foret (tr/min).
- Calculer la force de coupe du perçage F_c .
- Calculer la pression spécifique du vérin que nous choisissons.

3.2. Calcul du vérin :

Pour calculer le vérin il faut d'abord connaître la force de poussée nécessaire; que l'on va calculer selon les étapes suivantes :

A partir du matériau et des trous à percer et selon la vitesse de rotation de coupe que l'on détermine de l'abaque.

Le matériau percer est X210Cr12 (acier d'outil) et le diamètre du trou à percer est 10.5 mm, alors on prendre nombre de tours $n=360$ tr/min.

Par chaque opération de perçage on aura les données suivantes :

- Temps de perçage $t=42$ s.
- Course de perçage $C_p=20$ mm.
- Vitesse de rotation de foret $n=360$ tr/min= 60 tr/s.

3.3. dimensionnement du vérin à utiliser :

3.3.1. Calculer l'effort de coupe (F_c) :

$$F_c = K_c \cdot f \cdot D/4$$

$$K_c = 2500 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{AN : } F_c = 2500 \cdot 0,08 \cdot 10,5/4 \quad \longrightarrow \quad F_c = 525\text{N}$$

3.3.2. Choix du vérin :

On va calculer la force que peut exercer le vérin et on la compare avec l'effort de coupe qui se développe au niveau de la pièce, la pression à l'intérieure du vérin peut être changée suivant les besoins de l'ablocage à l'aide d'un distributeur de pression.



Figure IV.6. Distributeur et échangeur de pression

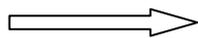
F=P.S

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

1. D=12 et P=4

$$F=P.D^2 \cdot \pi/4$$

$$\text{AN : } F=4.12^2 \cdot \pi/4$$

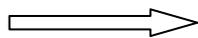


$$\mathbf{F=452,16N}$$

2. D=14 et P=4

$$F=P.D^2 \cdot \pi/4$$

$$\text{AN : } F=4.14^2 \cdot \pi/4$$

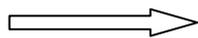


$$\mathbf{F=615,44N}$$

3. D=12 et P=5

$$F=P.D^2 \cdot \pi/4$$

$$\text{AN : } F=5.12^2 \cdot \pi/4$$

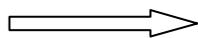


$$\mathbf{F=565,20N}$$

4. D=12 et P=6

$$F=P.D^2 \cdot \pi/4$$

$$\text{AN : } F=6.12^2 \cdot \pi/4$$



$$\mathbf{F=678,24N}$$

En choisir la valeur la plus proche du Fc (**F vérin ≥ Fc**)

$$\mathbf{Fc = 525N \approx F3}$$

V. Etudes théorique :

1. partie mécanique :

1.1. Mécanisme de perçage :

Dans notre système d'automatisation d'une opération de perçage, on a une perceuse à colonne, 3 fins de course et un dispositif d'ablocage.

1.1.1. La position des fins de course:

Deux se trouvant au niveau de la perceuse et le dernier au niveau du gabarit du dispositif.



Figure V.1. positionnement des fins de course au niveau du dispositif d'ablocage et perceuse

1.1.2. Le rôle des fins de course:

a. au niveau de gabarit:

- Le fin de course est détectée lorsque la pièce atteint sa position de perçage et au début de la descente du foret de perçage (début de perçage)

b. au niveau de perceuse:

- Le premier dispositif de fin de course sert amorcer le changement de sens de la course du vérin (position desserrage) et donne le top pour la remontée de l'outil de coupe (foret).

- Le deuxième dispositif sert à actionner la commande du déplacement du piston du vérin pour serre la pièce.

1.1.3. Mécanisme de fonctionnement:

La procédure de l'opération de perçage en série se présente comme suite :

On charge les pièces manuellement au niveau du chargeur du gabarit et on fait le premier serrage de la première pièce avec le vérin manuellement, on repère l'état initial et de la position de la pièce et de la course du piston du vérin. Etape d'initialisation.

Quand la pièce est en position de perçage et bien bloquée, la fin de course (a) au niveau du gabarit détecte la pièce et actionne la colonne de la perceuse pour qu'elle amorce son mouvement de coupe. Début de l'opération de perçage

A la fin du perçage selon la profondeur indiquée, la roue de la perceuse le deuxième fin de course sera actionné et le mouvement de la colonne sera inversé, fin de course (b) la perceuse et le foret remontera à son à l'état initial.

Juste après le retour de la roue elle va détecter la fin de course (c) qui actionne à son tour le vérin de telle sorte que la pièce suivante soit abloquée. Cette pièce sera en position par gravitation. Les étapes précédentes vont se répéter pour former le cycle de perçage et on obtient ainsi une automatisation de l'opération de perçage.

1.2. Table vérité :

Une table de vérité est un tableau qui représente des entrées (en colonne) en binaire (0/1, faux/vrai, éteint / allumé, etc.). Une sortie, également représentée sous forme de colonne, est la résultante des états d'entrée, elle-même exprimée sous forme d'état binaire. En d'autres mots, lorsque les entrées remplissent les conditions du circuit, la (les) sortie est activée.

composantes état	L	a	b	c	V	M1	M2
Etat 1	1	0	0	0	0	1	0
Etat 2	1	0	0	0	1	1	0
Etat 3	1	1	0	0	1	1	1
Etat 4	1	0	1	0	0	1	0
Etat 5	1	0	0	1	1	1	0
Etat 6	1	1	0	0	1	1	1

Tableau V.1. Table vérité du mécanisme

L : load
 a, b et c : capteurs
 V : vérin
 M1 : moteur de foret
 M2 : perçage

1.3.GRAFCET :

Le **GRAFCET** (**GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande par **É**tapes et **T**ransitions) est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme et établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre :

Les **ENTREES**, c'est-à-dire les transferts d'informations de la Partie Opérative vers la Partie Commande,

Les **SORTIES**, transferts d'informations de la Partie Commande vers la Partie Opérative.

Le **GRAFCET** comprend :

- Des **étapes** associées à des actions ;
- Des **transitions** associées à des **réceptivités** ;
- Des **liaisons orientées** reliant étapes et transitions.

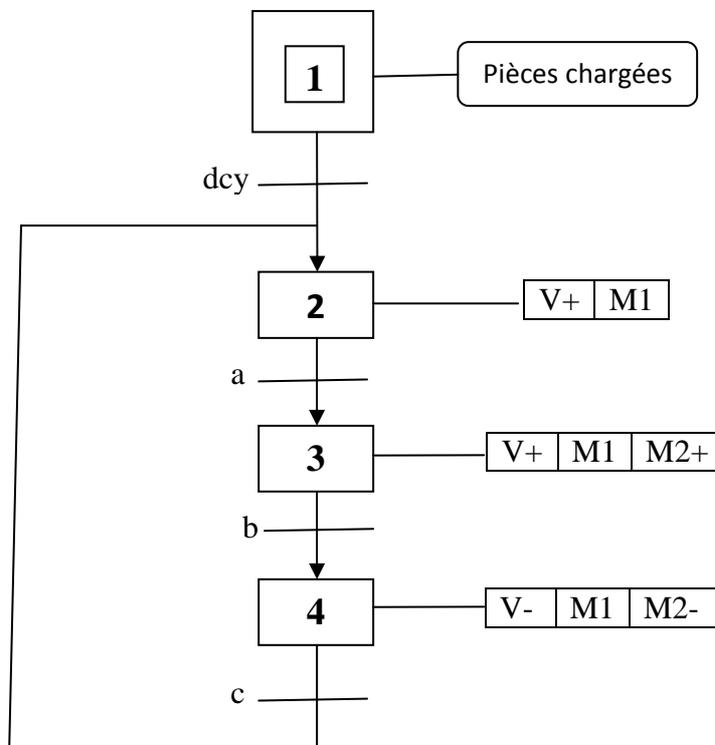


Figure V.2. Cycle d'opération perçage

dcy : début cycle

a,b et c : capteur mécanique (Fin de course)

V+ : vérin en position de serrage

V- : vérin en repos

M1 : moteur de foret

M2+ : descendre de foret (état de perçage)

M2- : remonte de foret

2. Partie électrique :

Etape 1 :

On charge les pièces dans le chargeur du gabarit, et par la pression de leur propres poids les pièces vont les pièces brutes vont se mettre en position sur la glissière, le vérin va pousser le coulisseau qui à son tour aura à abloquer la pièce et va ainsi la maintenir en position de serrage prête à subir l'opération de perçage ; ce qui représente l'état initial et le premier serrage manuel.

composantes / état	L	A	B	C	V	F	P
Etat 1	1	0	0	0	0	1	0
Etat 2	1	0	0	0	1	1	0

Schéma électrique étape 1:

Partie puissance :

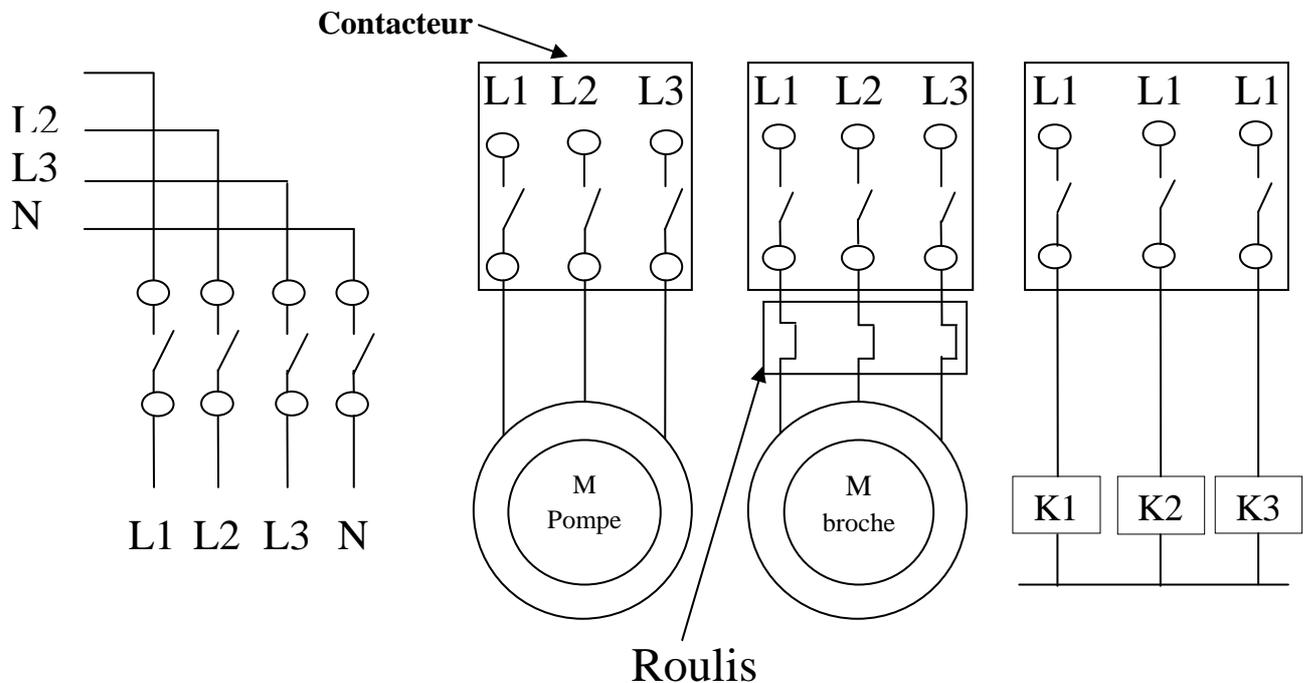


Figure V.3. Schéma électrique de la partie puissance de la perceuse K1,K2 et K3bobine

Partie commande :

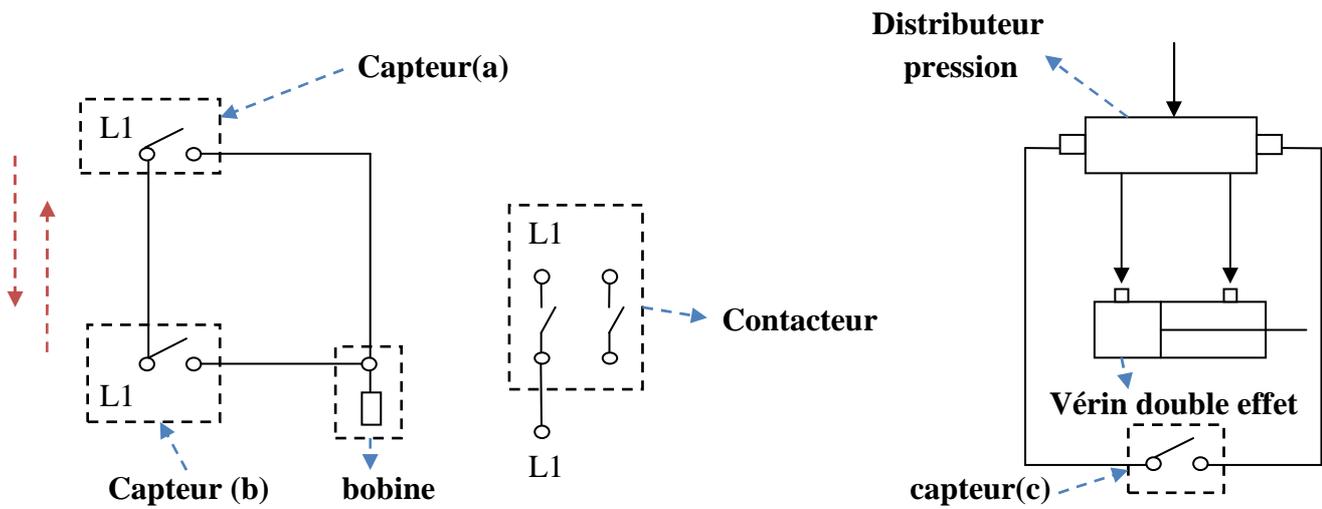


Figure V.4. Schéma électrique d'étape 1 (repos)

Etape 2 : La fin de course (a) au niveau du gabarit indique que l'ordre a été donné à la colonne de pour amorcer la descente et commencer le début du perçage,

composantes	L	A	b	C	V	F	P
état							
Etat 3	1	1	0	0	1	1	1

Schéma électrique étape 2 :

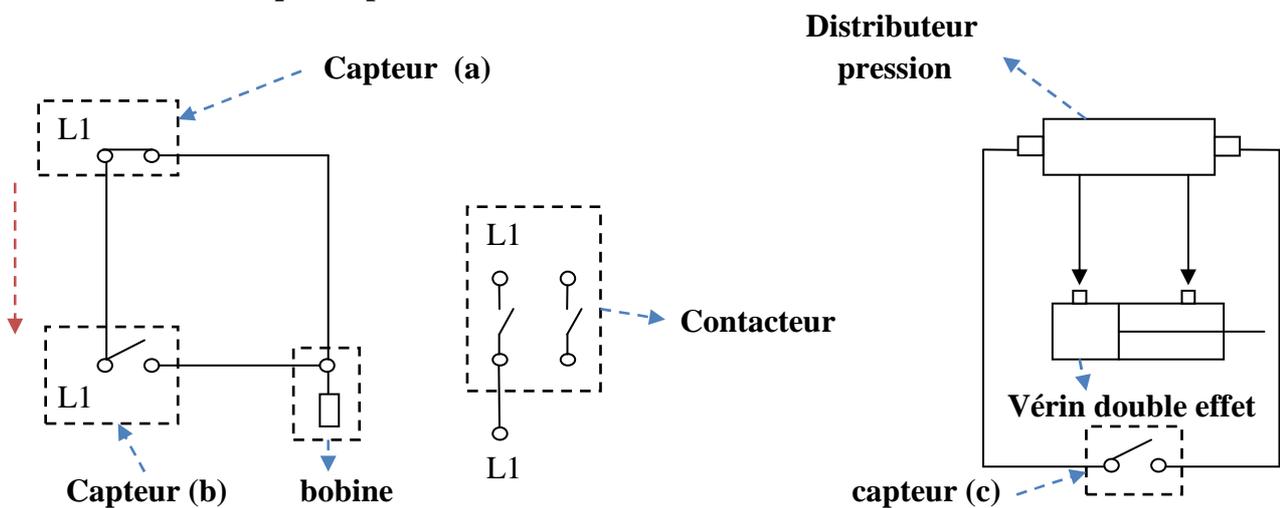


Figure V.5. Schéma électrique d'étape 2

Étape 3 : Quand la pièce est percée la roue dentée de la perceuse indique le premier fin de course (b) de la perceuse pour remonter la colonne de la perceuse et le foret avec à l'état initial.

composantes \ état	L	A	b	C	V	F	P
Etat 4	1	0	1	0	0	1	0

Schéma électrique étape 3:

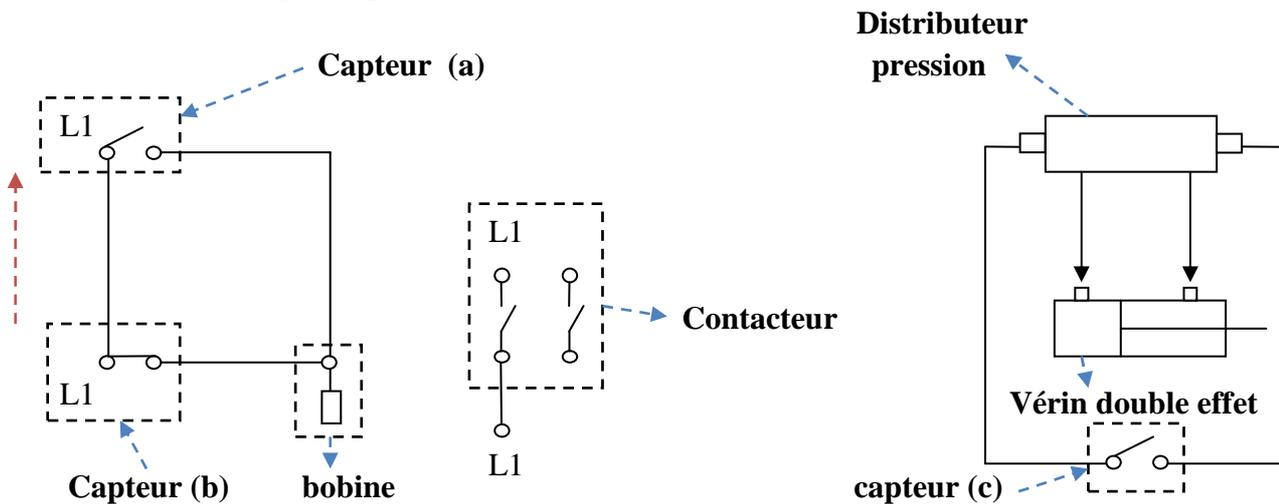


Figure V.6. Schéma électrique d'étape 3

Étape 4 : Juste après le retour de la roue, va détecter le fin de course (c) qui est sera amené à pousser le piston du vérin pour abloquer la pièce.

composantes \ état	L	A	b	C	V	F	P
Etat 5	1	0	0	1	1	1	0

Schéma électrique étape 4:

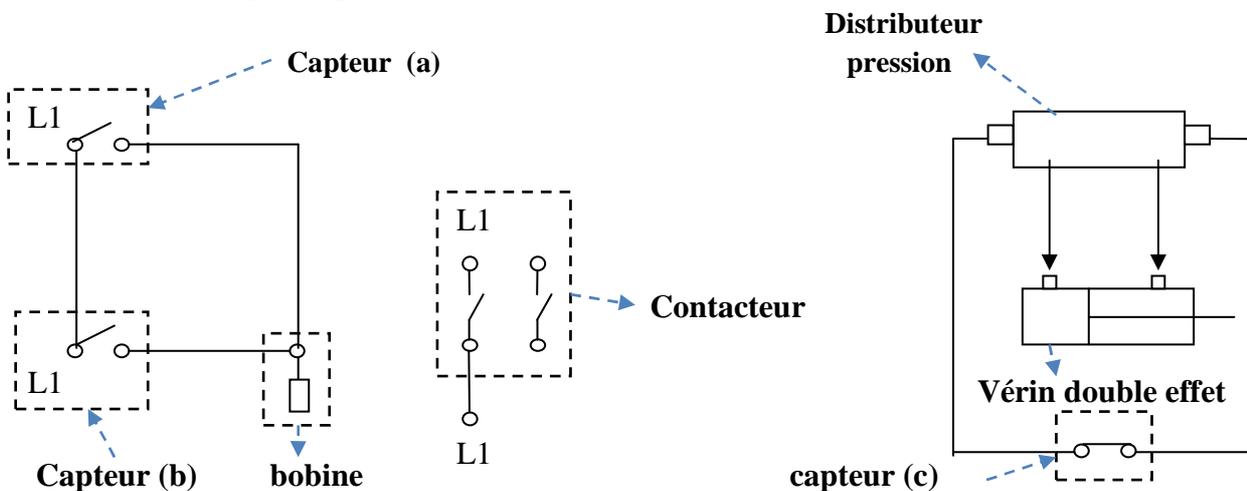


Figure V.7. Schéma électrique d'étape 4

VI. Conclusion :

Dans ce travail on a eu à répondre à un cahier de charges bien précis à savoir proposer une solution pour décongestionner le processus de production en chaînes des lames à scies.

La réponse au cahier de charges a été faite en deux parties, une première partie c'est l'étude et l'appropriation du processus de fabrication des lames, et la deuxième partie c'est proposer une solution concrète et surtout la réaliser.

C'est la réalisation du dispositif d'automatisation de l'opération de perçage des lames à laquelle on est arrivé après étude du processus en entier de la chaîne de production qui est l'objet de notre étude.

Cette réalisation a été faite où J'ai effectué mon stage de courte durée au sein de l'entreprise MOUSSAOUI, période durant laquelle l'idée d'automatiser cette opération a germé puis a muri en discutant avec le staff technique de l'entreprise.

Un essai a été réalisé à l'issue de la conception réalisation du dispositif qui s'est avéré concluant.

PERSPECTIVES:

D'autres études d'opérations d'automatisation pourront être menées si l'entreprise décide d'accélérer la cadence de production d'autres pièces et organes de biens, au vue de la demande qui ne cesse d'augmenter sur certaine machines d'équipement.

Bibliographie

- [1]. livre EMILE MAURIN, produit métallurgiques, Edition 2012.
- [2]. Livre CHEVALIER , guide du dessinateur industriel.
- [3]. Guide du vérin pneumatique DELTA, Société delta control.
- [4]. livre Norgren herion, Le Guide pour le choix des vérins pneumatiques.
- [5]. Catalogue SFMO ; guide de l'établissement SFMO MOUSSAOUI.
- [6]. Cours (les procédés et les moyens d'usinage), Ecole professionnelle la roquette-France.
- [7]. François VILLAR, conception ; réalisation et caractérisation de systèmes mécaniques, Thèse de doctorat de Laboratoire National de Métrologie et d'Essais, Paris.