

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

OFPPT

SECTEUR ELECTROTECHNIQUE

RESUMES DE THEORIE ET TRAVAUX PRATIQUES

Module n° 14:

USINAGE SUR MACHINES-OUTILS

*SPECIALITE : ÉLECTROMECHANIQUE DES
SYSTEMES AUTOMATISES*

NIVEAU : TECHNICIEN SPECIALISE

ANNÉE : 2001

Remerciements

La DRIF remercie les personnes qui ont participé ou permis l'élaboration de ce Module (*Usinage sur machines outils*).

Pour la supervision

- M. Mustapha ESSAGHIR : Chef de la Division Modes et Méthodes de Formation
- M. Brahim KHARBOUCH : Chef de projet marocain PRICAM-RGE
- M. René LAPIERRE : Chef de projet canadien PRICAM-RGE
- M. Jocelyn BERTRAND : Expert canadien

Pour l'élaboration

- Mme Najat FARHANE – Responsable CFF/Électrotechnique(ISIC)
- Mme Carmen DINCA – Formatrice au CFF/Électrotechnique(ISIC)
- Mme Naima EL KORNO – Formatrice au CFF/Électrotechnique(ISIC)
- Mme Meryem SKALI – Formatrice au CFF/Électrotechnique(ISIC)
- M. A. EL YAKOUTI – Formateur au CFF/Électrotechnique(ISIC)

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme.

Mme EL ALAMI

DRIF

SOMMAIRE

Présentation du module Page 4

Contenu du document Page 10

- Projet synthèse
- Résumés de théorie des :
 - Objectifs opérationnels de premier niveau et leur durée
 - Objectifs opérationnels de second niveau et leur durée
- Exercices pratiques des:
 - Objectifs opérationnels de premier niveau et leur durée
 - Objectifs opérationnels de second niveau et leur durée

PRESENTATION OU PREAMBULE

L'étude du module 13 : *Usinage sur machines-outils* permet d'acquérir les savoirs, savoirs-faire et savoirs-être nécessaires à la maîtrise de la compétence.

Ce résumé de théorie et recueil de travaux pratiques est composé des éléments suivants :

Le projet synthèse faisant état de ce que le stagiaire devra **savoir-faire** à la fin des apprentissages réalisés dans ce module, est présenté en début du document afin de bien le situer. La compréhension univoque du projet synthèse est essentielle à l'orientation des apprentissages.

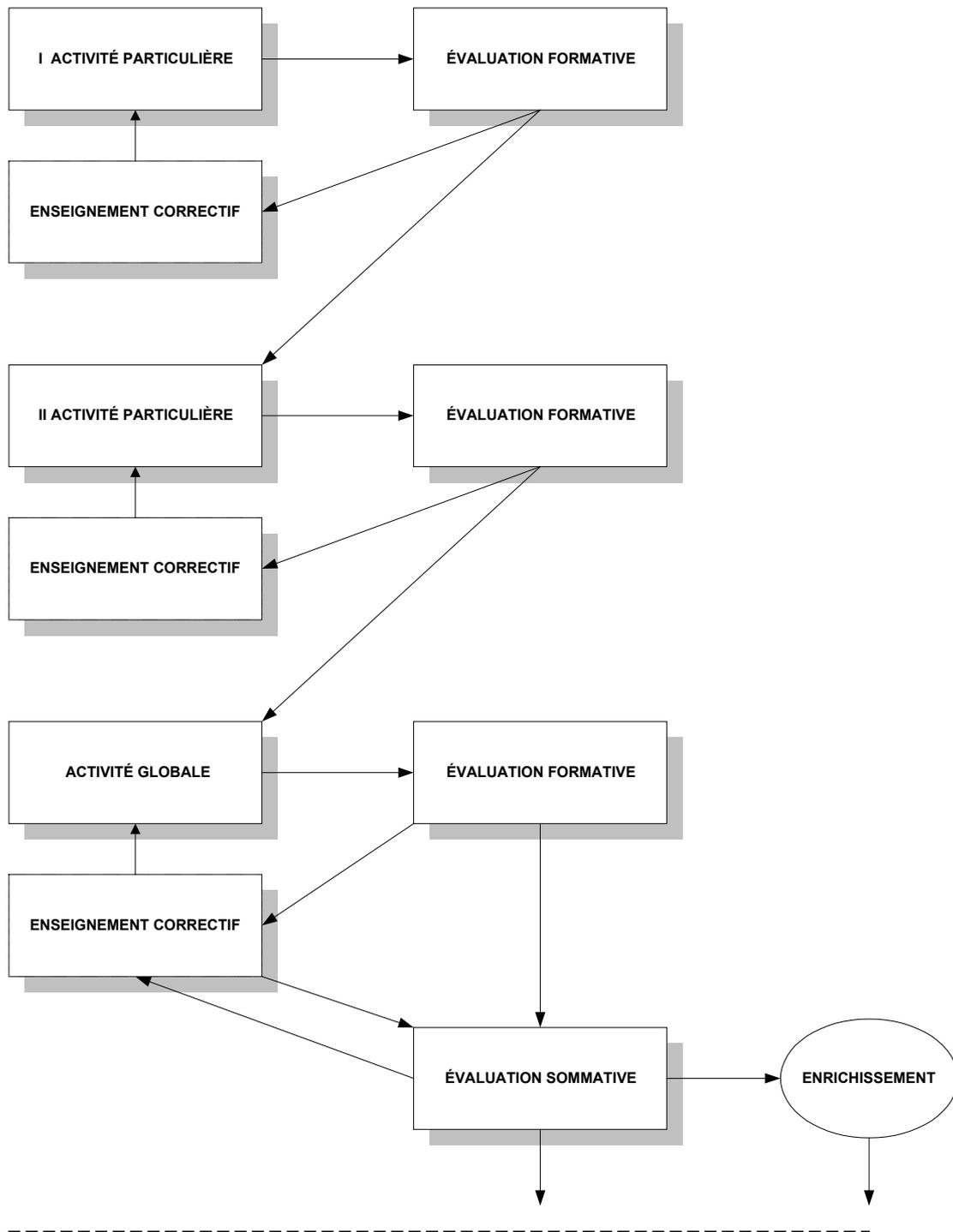
Viennent ensuite, les résumés de théorie suivis de travaux pratiques à réaliser pour chacun des objectifs du module.

Les objectifs de second niveau (les préalables) sont identifiés par un préfixe numérique alors que les objectifs de premier niveau (les précisions sur le comportement attendu) sont marqués d'un préfixe alphabétique.

Le concept d'apprentissage repose sur une pédagogie de la réussite qui favorise la motivation du stagiaire, il s'agit donc de progresser à petits pas et de faire valider son travail.

Les apprentissages devraient se réaliser selon les schémas représentés aux pages qui suivent :

SCHÉMA DE LA STRATÉGIE D'APPRENTISSAGE



MODULE 13 : USINAGE SUR MACHINES-OUTILS

Code :

Durée : 75 h

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit **effectuer des opérations d'usinage sur des machines-outils** selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'ÉVALUATION

- Travail individuel.
- À partir :
 - de plan, de croquis ou de directives;
 - d'abaques ou de tableaux;
 - d'une fiche d'usinage;
 - de volumes de référence.
- À l'aide :
 - d'outils au carbure, de machinerie et d'accessoires;
 - d'instrument de mesure;
 - d'équipement de sécurité.

CRITÈRES GÉNÉRAUX DE PERFORMANCE

- Respect des règles de santé et sécurité au travail.
- Respect du processus de travail.
- Travail soigné et propre.
- Respect des tolérances (0,00 mm).
- Précision des mesures.
- Exactitude des calculs.
- Utilisation appropriée de l'outillage et de l'équipement.

(à suivre)

**OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT(suite)**

**PRÉCISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITÈRES PARTICULIERS
DE PERFORMANCE**

- | | |
|--|---|
| A. Interpréter les plans de fabrication, les croquis et les directives. | - Justesse de l'interprétation. |
| B. Sélectionner l'outillage et l'équipement. | - Choix judicieux au regard du travail et de l'équipement. |
| C. Appliquer les règles de santé et de sécurité au travail. | - Compréhension et respect des mesures de protection. |
| D. Fixer la pièce sur la machine-outil. | - Choix approprié du mode de fixation. |
| E. Régler la machine-outil. | - Réglage exact. |
| F. Exécuter, sur des machines-outils conventionnelles, des opérations d'usinage telles que : <ul style="list-style-type: none">• scier;• percer;• aléser;• tourner;• fraiser;• rectifier. | - Conformité des opérations aux plans, aux croquis et aux fiches d'usinage.
- Maîtrise des méthodes et des techniques. |
| G. Entretenir et nettoyer le poste de travail. | - Entretien et nettoyage appropriés. |

OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAÎTRISER LES SAVOIRS, SAVOIR FAIRE, SAVOIR PERCEVOIR OU SAVOIR ÊTRE JUGÉS PRÉALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à interpréter les plans de fabrication, les croquis et les directives (A) :

1. Expliquer l'importance de l'économie des matériaux.

Avant d'apprendre à appliquer les règles de santé et de sécurité au travail (C) :

2. Reconnaître les règles de sécurité.

Avant d'apprendre à fixer la pièce sur la machine-outil (D) :

3. Reconnaître les modes de fixation d'une pièce sur une machine-outil.

Avant d'apprendre à régler la machine-outil (E) :

4. Reconnaître les matériaux.
5. Calculer les éléments d'usinage.

Avant d'apprendre à exécuter, sur des machines-outils conventionnelles, des opérations d'usinage telles que :

- scier;
- percer;
- aléser;
- tourner;
- fraiser;
- rectifier; (F) :

6. Mesurer avec précision les dimensions et des qualités géométriques des pièces.

PROJET SYNTHESE

Le stagiaire devra effectuer les opérations d'usinage en utilisant les machines nécessaires à la réalisation de la pièce. Pour ce faire, il devra calculer et régler avec exactitude les différentes vitesses de la machine, il devra respecter les règles de sécurité, le processus de travail, les tolérances et le mode de fixation approprié.

OBJECTIF : N°1

DURÉE : 3,3 heures

- **Objectif poursuivi :** Expliquer l'importance de l'économie des matériaux.

- **Description sommaire du contenu :**

Ce résumé théorique comprend les éléments qui démontrent l'importance de l'économie des matériaux :

- 1- Coût des matériaux,
- 2- Prix de revient;
- 3- Responsabilisation et attitudes.

- **Lieu de l'activité :** En classe ou en atelier.

- **Directives particulières :**

OBJECTIF : N°1**DURÉE : 3,3 heures**

L'usinage de pièces sur machines-outils est souvent utilisé pour produire des pièces en série. Bien que ce ne soit pas le cas pour la fabrication de pièces aux fins de réparation, l'économie des matériaux est un des facteurs qui permet de réduire le prix de revient de la production.

Trois facteurs entrent en ligne de compte dans l'économie des matériaux :

- A) - le coût des matériaux;
- B) - le prix de revient des matériaux;
- C) - l'attitude et le responsabilisation de l'opérateur.

A. LE COÛT DES MATÉRIAUX :

Le coût des matériaux dépend :

- 1- De leur composition;
- 2- Des sortes de matériaux;
- 3- Des procédés de fabrication.

1. La composition des matériaux :

Voici 3 exemples :

- **L'acier doux**, comprend un fort pourcentage de fer et un faible pourcentage d'autres minéraux. Le pourcentage de carbone est un élément important dans la classification et le prix des aciers.
- **L'acier allié**, avec des pourcentages de 5 à 10% de chrome, augmente considérablement la résistance aux différents efforts de tension, de torsion, de flexion ainsi qu'une bonne résistance à la corrosion.
- **L'acier forgé**, en plus de sa composition nécessite des opérations supplémentaires de forgeage afin de resserrer les molécules, ce qui augmente également sa résistance aux différents efforts.

2. Les sortes de matériaux :

Les métaux mous tels que : l'aluminium, le laiton, le bronze, etc., sont plus coûteux que l'acier, et leurs résistances aux différentes forces sont plus ou moins grandes suivant leurs traitements et leurs compositions. Ces matériaux résistent fortement à la corrosion.

Voici un exemple de classification, en fonction des coûts des matériaux, dans un ordre croissant :

- Acier doux roulé à chaud;
- Acier doux à froid;
- Acier au carbone;
- Acier allié;
- Acier forgé;
- Métaux mous.

3. Les procédés de fabrication :

Deux procédés de laminage principaux sont utilisés dans le laminage des métaux de structure et de machinage.

- Le procédé de laminage à froid;
- Le procédé de laminage à chaud.

Dans le **procédé de laminage à froid**, le métal est légèrement chauffé avant de passer dans les laminoirs.

Son fini de surface est grisâtre et il est utilisé dans la fabrication des pièces d'équipements. (arbres, engrenages etc.)

Dans le **procédé de laminage à chaud**, l'acier est chauffé au rouge avant de passer aux laminoirs afin d'obtenir la forme désirée sa surface est noire avec une légère croûte.

B. PRIX DE REVIENT

Dans le prix de revient il faut calculer :

- Les pertes de matériel;
- Le temps d'opération de la machine y compris l'entretien, la réparation et la dépréciation;
- Le temps de l'opération.

Voici un exemple de perte de matériel :

Sur un tour pour faciliter l'usinage et le montage et éviter ainsi la perte d'une pièce il faut choisir un diamètre plus gros et plus long les dimensions du plan.

C. L'ATTITUDE ET LA RESPONSABILISATION DE L'OPÉRATEUR :

Il est impératif que l'opérateur soit sensibilisé à adopter des attitudes positives et adéquates pour une plus grande économie des matériaux.

L'usinage d'une pièce sur une machine-outil peut devenir très coûteux s'il y a perte par négligence dans l'installation, dans le réglage, dans la prise de mesure ou dans le non-respect des mesures de sécurité.

OBJECTIF : N°1

DURÉE : 2,2 heures

- **Objectif poursuivi :** Expliquer l'importance de l'économie des matériaux.

- **Description sommaire de l'activité :**

Calculer à partir d'un plan d'ensemble mécanique le coût de revient avec différents métaux comme : l'acier, le bronze, l'aluminium ou encore une combinaison des matériaux.

- **Lieu de l'activité :** En classe

- **Liste du matériel requis :**

Différents matériaux :

- Calculatrice ;
- Manuel technique des matériaux ;
- Tableaux des métaux ;
- Liste de prix.

- **Directives particulières :**

- Calculer individuellement le coût de l'ensemble et faire une étude comparative en fonction des différents matériaux.
- Prévoir un surplus de longueur et de diamètre de la pièce brute en fonction de la machine, du montage et de la méthode d'usinage utilisé.
- Chaque stagiaire produit un rapport au formateur.

OBJECTIF : N°1**DURÉE : 2,2 heures**

A partir du plan calculer le coût de l'assemblage :

- a) avec les matériaux spécifiés;
- b) entièrement en acier;
- c) entièrement en aluminium;
- d) entièrement en bronze.

Annexe :1) le plan d'un marteau : (fig.1)

2) tableaux de calcul du poids (tableau 1).

3) liste de prix de matériaux : acier, aluminium, bronze (en référence).

Tableau 1

Dimension (mm)	Poids (kg)		
	Acier	Aluminium	Bronze
6	0,222		
8	0,395		
9	0,499		
10	0,617		
12	0,888		
13	1,042		
14	1,208		
18	1,998		
19	2,226		
20	2,466		
22	2,984		
26	4,168		
28	4,834		
30	5,549		
32	6,313		
35	7,553		
36	7,990		
38	8,903		

EXERCICE PRATIQUE

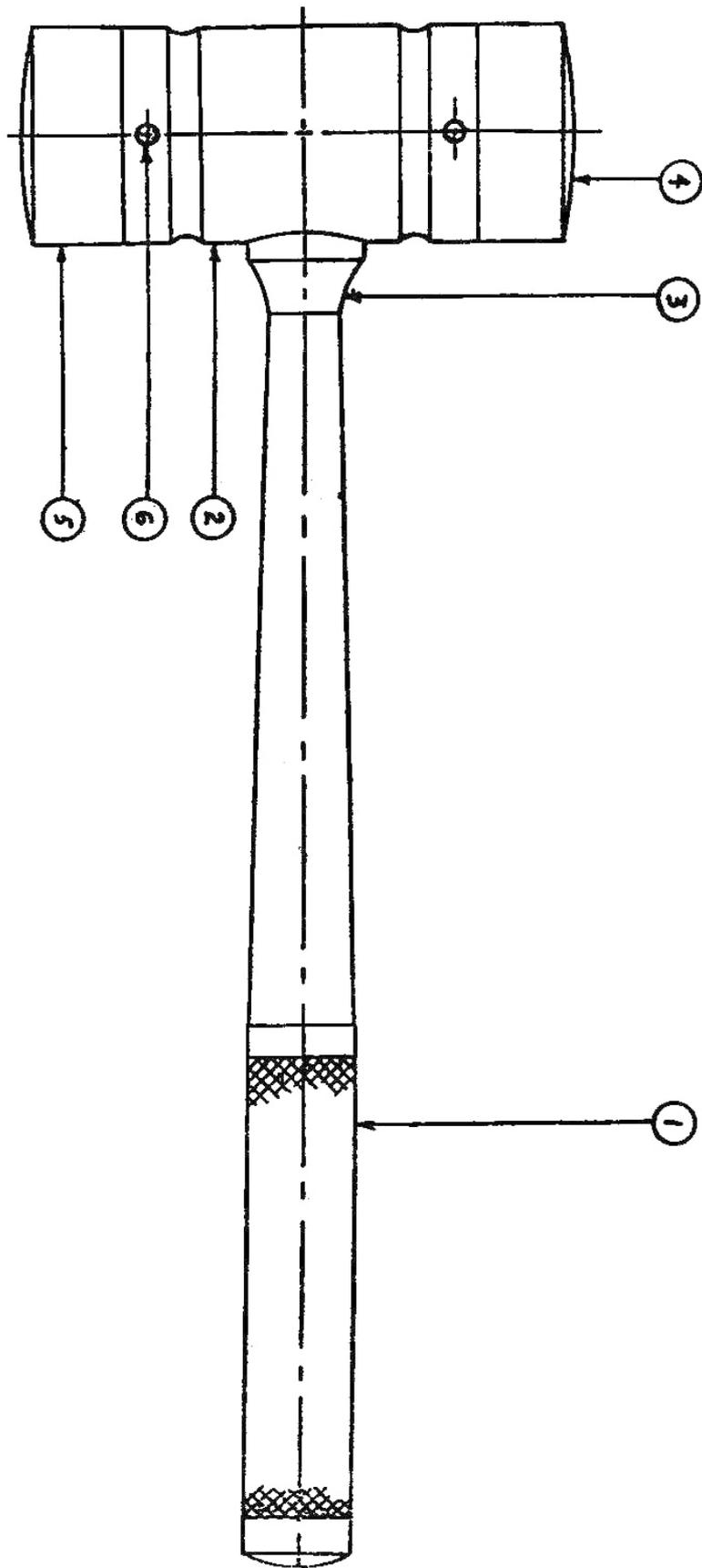


Fig.1 Marteau

Pièce en aluminium

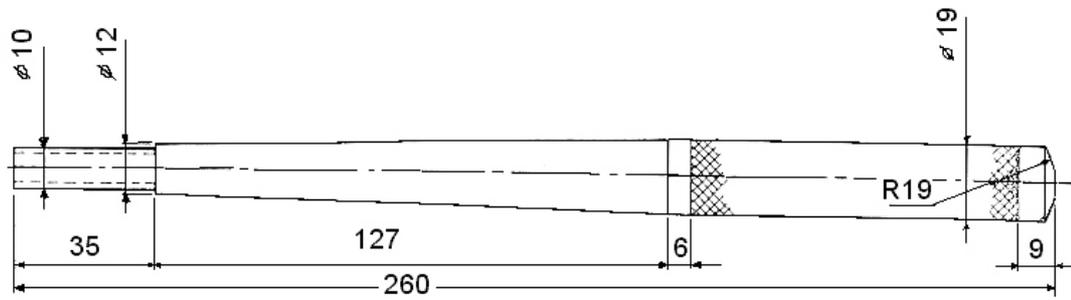


Fig. 2 Manche du marteau

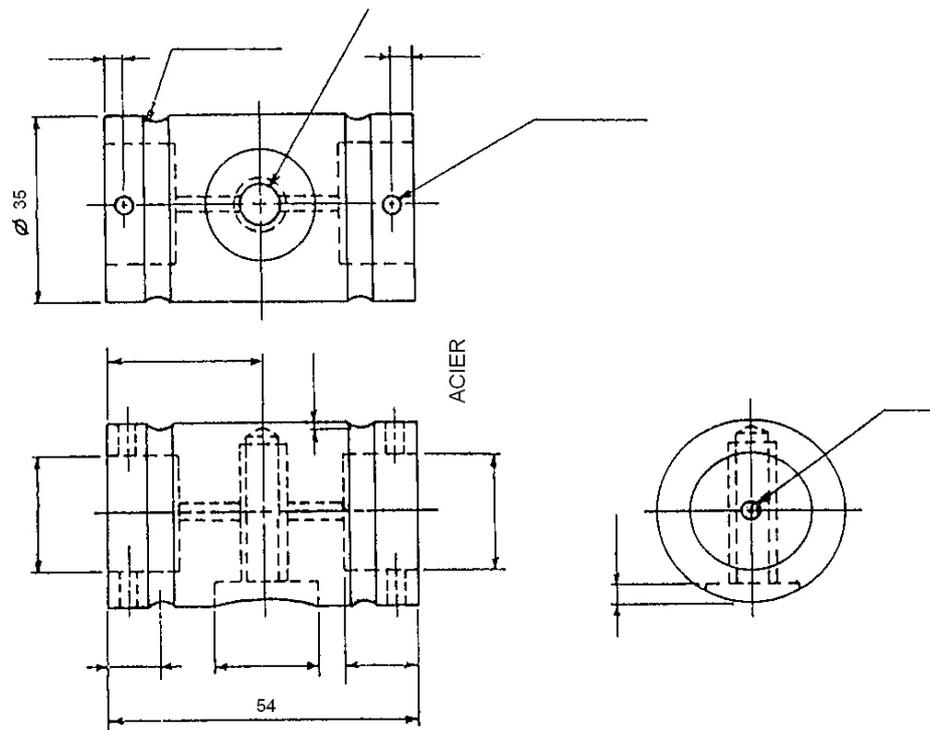


Fig. 3 Tête du marteau

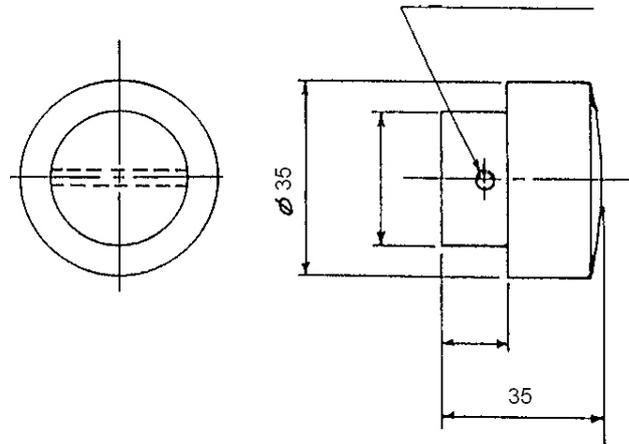


Fig. 4 Embout du marteau

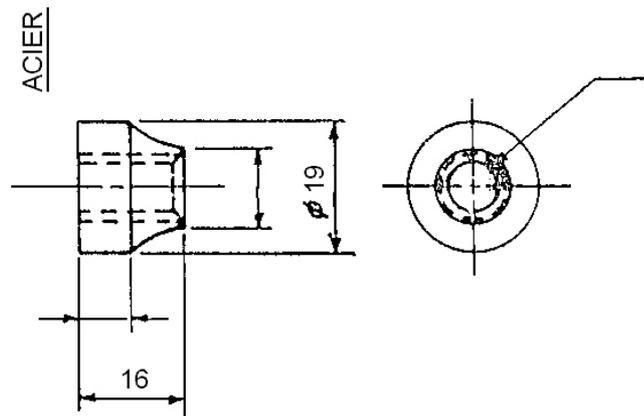


Fig. 5 Bague du marteau

OBJECTIF : A

DURÉE : 90 min

- **Objectif poursuivi :** Interpréter les plans de fabrication, les croquis et les directives.

- **Description sommaire du contenu :**

Ce résumé théorique comprend les symboles d'usinage et d'ajustements, les tolérances, les cotes, les unités de mesure, et les éléments d'une gamme d'usinage.

- **Lieu de l'activité :** Salle de cours.

- **Directives particulières :**

OBJECTIF : A**DURÉE : 90 min.****LA GAMME OU FICHE D'USINAGE****1^{er} étapes :**

Avant d'élaborer une gamme on doit étudier le plan qui permet d'identifier la ou les machines-outils, la sorte de matériaux, la précision requise, les outils et les équipements nécessaires; de plus donne un aperçu des opérations importantes d'usinage.

2^{ème} étapes :

Les différents éléments compris dans une fiche d'usinage :

- a) La sélection du matériau.
- b) La sélection des outils, des équipements et des machines-outils.
- c) La sorte de montage :
 - **sur un tour** (montage entre pointe en plateaux etc.);
 - **sur une fraiseuse** (montage sur la table en étau sur diviseur etc.).
- d) La séquence des opérations d'usinage :
 - surfaçage;
 - tournage cylindrique;
 - tournage conique;
 - filetage;
 - moletage;

Parmi les opérations on retrouve différentes informations comme :

- déterminer la longueur;
- dimensions à atteindre (diamètre, longueur etc.);
- tolérances à respecter;
- vitesse de rotation;
- vitesse avance;
- réglage de filetage etc.

Les directives :

Ex. : Couper la pièce plus longue, protéger la pièce etc.

Résumé sur les symboles, les ajustements, les tolérances les cotes les unités de mesure :

RÉSUMÉ DE THÉORIE

SYMBOLES	CSA B78.2	ANSI Y14.5	ISO
RECTITUDE	—	—	—
PLANÉITÉ			
CIRCULARITÉ			
CYLINDRICITÉ			
PROFIL DE LIGNE			
PROFIL DE SURFACE			
CONTOUR OU PROFIL			AUCUN
INCLINAISON			
PERPENDICULARITÉ			
PARALLÉLISME	//	//	//
POSITION			
CONCENTRICITÉ OU COAXIALITÉ			
SYMÉTRIE		AUCUN	
BATTEMENT CIRCULAIRE			
BATTEMENT TOTAL			
ÉTAT AU MAXIMUM DE MATIÈRE			
PRINCIPE DE L'ENVELOPPE		AUCUN	
ÉTAT AU MINIMUM DE MATIÈRE	AUCUN		AUCUN
SANS ÉGARD AUX DIMENSIONS DE L'ÉLÉMENT (RFS)	AUCUN		AUCUN
ZONE DE TOLÉRANCE PROJETÉE			
DIAMÈTRE	∅	∅	∅
COTE DE BASE			
COTE AUXILIAIRE	(50)	(50)	(50)
ÉLÉMENT DE RÉFÉRENCE			
RÉFÉRENCE PARTIELLE			
RÉFÉRENCE PARTIELLE (POINT)	X	X	X
ORIGINE DE COTE			
CADRE DE TOLÉRANCE			
CONICITÉ			
PENTE			
CHAMBRAGE OU LAMAGE			AUCUN
FRAISAGE (EN SURFACE OU EN DÉPRESSION)			AUCUN
PROFONDEUR			AUCUN
CARRÉ (FORME)			
COTE NON À L'ÉCHELLE	15	15	15
NOMBRE DE FOIS OU D'ENDROITS	8X	8X	8X
LONGUEUR D'ARC			
RAYON	R	R	R
RAYON SPHÉRIQUE	RS	RS	RS
DIAMÈTRE SPHÉRIQUE	∅S	∅S	∅S

Tableau 1

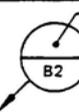
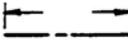
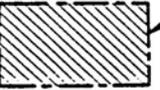
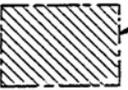
TERME	SYMBOLE	ANCIEN SYMBOLE	ARTICLE DE RÉFÉRENCE
SYMBOLE D'ÉLÉMENT DE RÉFÉRENCE	 OU 		9.4
SYMBOLE RÉFÉRENCE PARTIELLE	  		9.5
RÉFÉRENCE PARTIELLE : POINT		MÊME	9.5
RÉFÉRENCE PARTIELLE : LIGNE	 OU 	MÊME	9.5
RÉFÉRENCE PARTIELLE : ZONE	 Limite de zone (trait fort)	 Limite de zone (trait fin)	9.5

Tableau 2

Les tolérances géométriques se divisent en deux catégories :

- Soit en élément individuel ou sans rapport avec une surface (tolérance de forme);
- Soit en éléments connexes (tolérances d'orientation, de position et de battement).

Les tolérances de profil peuvent être aussi dans les éléments connexes.

TOLÉRANCES DE FORME

- Planéité 
- Rectitude 
- Cylindricité 
- Circularité 
- Profil d'une ligne 
- Profil d'une surface 

TOLÉRANCES D'ORIENTATION

- Parallélisme 
- Perpendicularité 
- Inclinaison 

TOLÉRANCES DE POSITION

- Coaxialité 
- Localisation 
- Symétrie 

TOLÉRANCES DE BATTEMENT

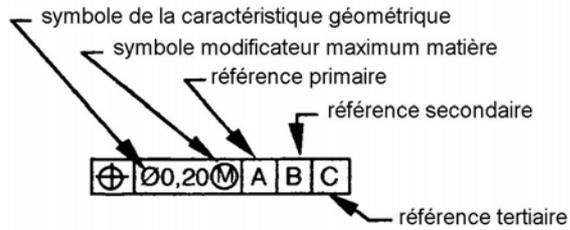
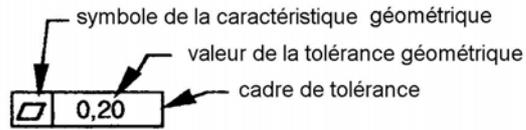
- Battement simple 
- Battement total 

Fig. 1

Le symbole suivant représente une caractéristique de référence .



Voici quelques exemples symboles représentant des caractéristiques:



COTES DE BASE

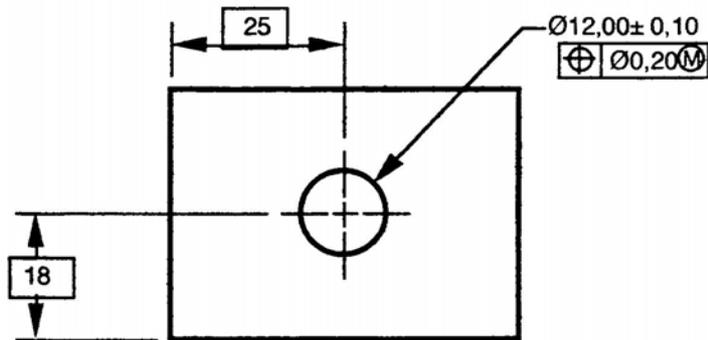


Fig 2

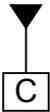
Une cote encadrée représente une dimension exacte ou en cote de repère fixe. La position de l'alésage est contrôlé par la tolérance de localisation

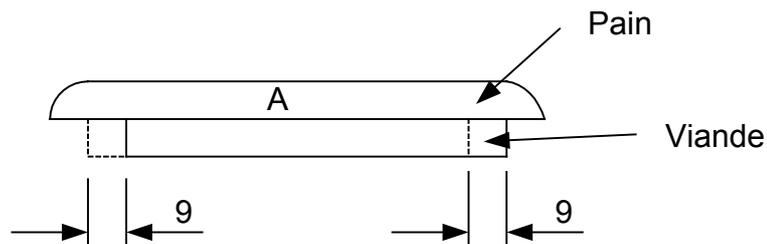
Exemple d'interprétation d'un cadre en rapport avec la tranche de viande du hamburger :



Interprétation : $\varnothing 95 \pm 3$ le diamètre de tranche de viande est de 95 mm avec une tolérance de plus ou moins 3 de mm.



La localisation \varnothing de la tranche de viande  par apport à A peut varier de 17 en fonction du diamètre maximum  de C et de A.



CONTRÔLE DES TOLERANCES DE FORME

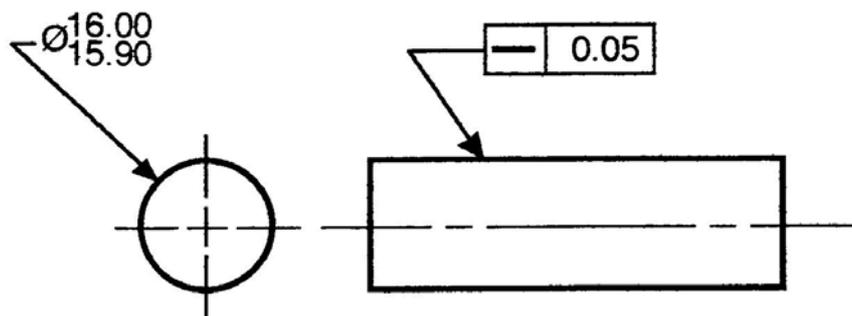
TOLERANCE DE RECTITUDE :

La rectitude est l'état de la génératrice d'une surface (cylindrique, conique ou plane) ou d'une ligne d'axe.

Il faut prendre note qu'il y a plusieurs façon d'interpréter les tolérances de rectitude. La position d la tolérance et l'utilisation du maximum matière nous donnent différentes interprétations. Dans le cas d'un cylindre, la rectitude peut être appliquée sur l'axe du cylindre ou sur la surface extérieure de ce dernier.

Ce type de tolérance contrôle à rectitude de la surface, mais non les erreurs de la formes telles que la conicité. Si une pièce comporte plusieurs diamètres, il est préférable d'utiliser les tolérances de battement au lieu d'une tolérance de rectitude de la ligne d'axe

Cas n° 1



INTERPRETATION

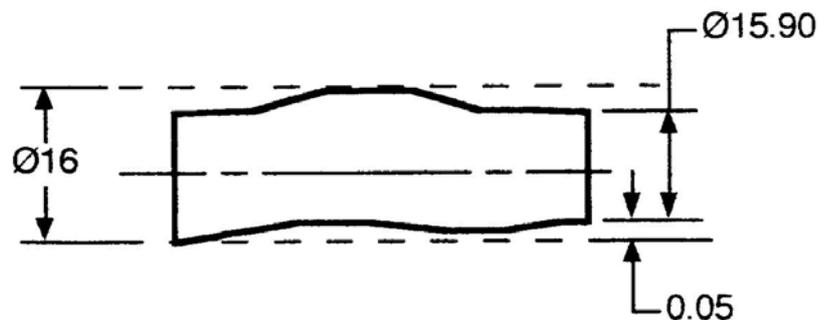
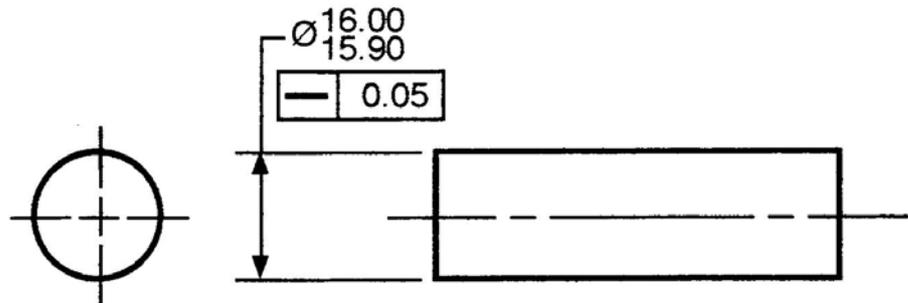


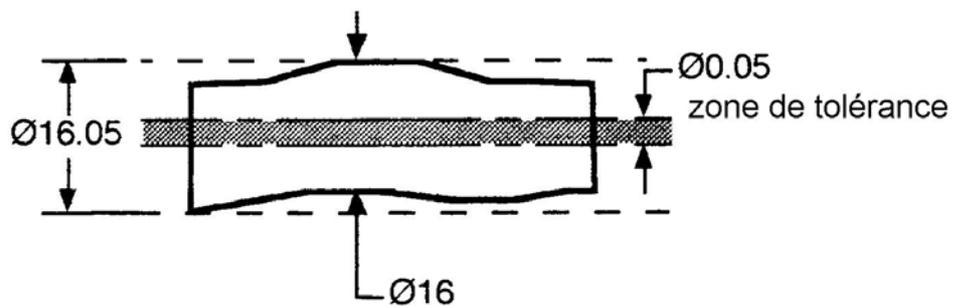
Fig. 4

NB : le diamètre 16 représente l'enveloppe virtuelle de la pièce.

Cas n° 2



INTERPRETATION



Cas n° 3

Dans ce troisième cas, nous utilisons la condition maximum de matière (MMA).

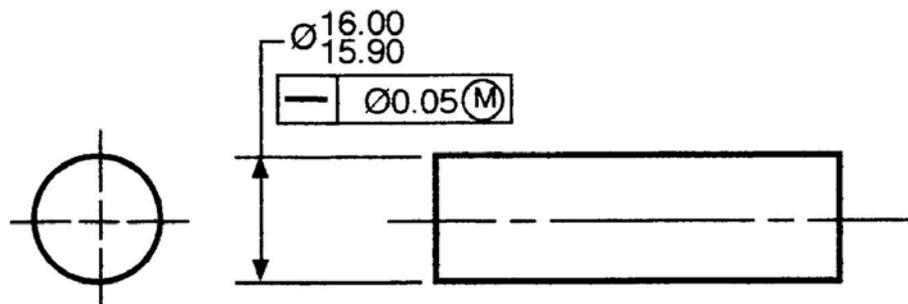
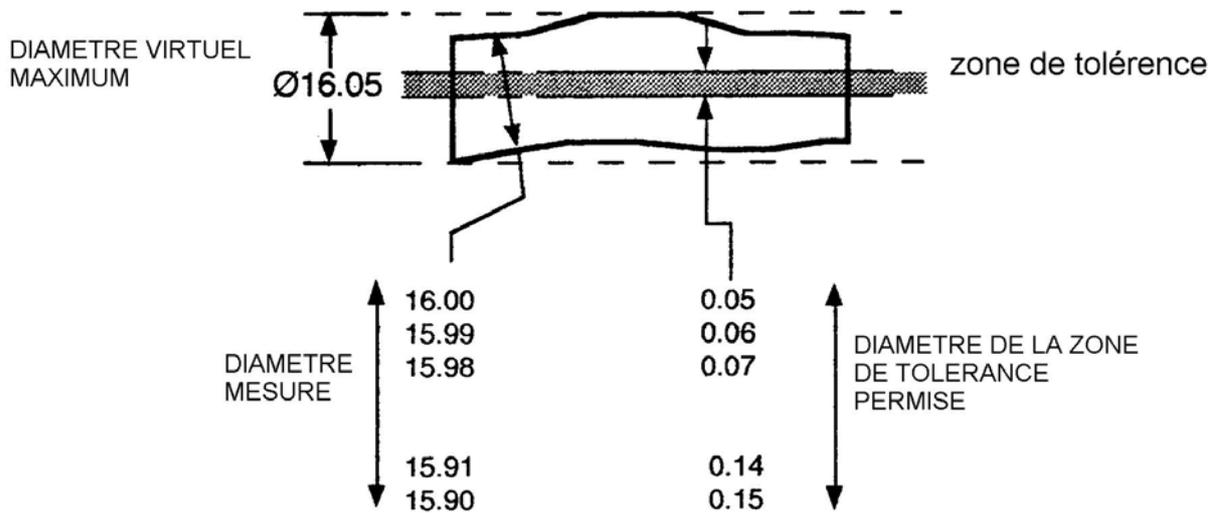


Fig. 5

Cela nous permet l'utilisation de calibres pour vérifier les pièces. C'est beaucoup plus rapide que l'utilisation d'un comparateur à cadran.

INTERPRETATION



Dimension du calibre.

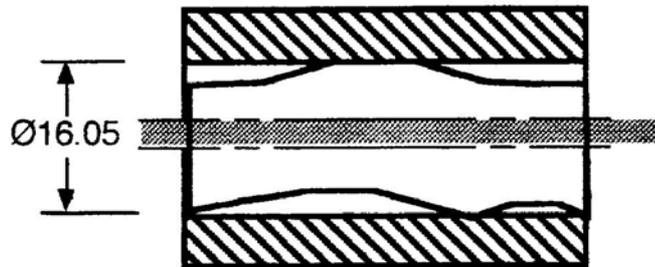
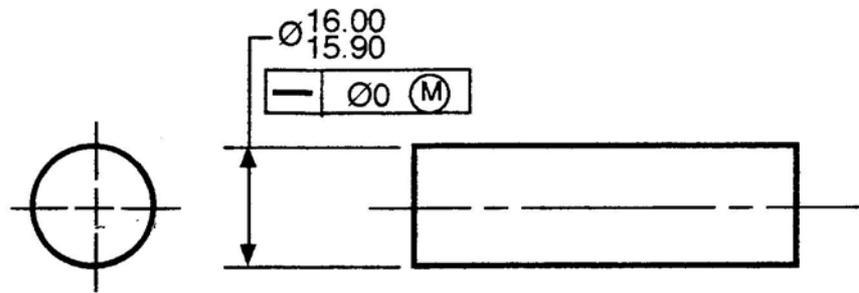


Fig. 6

IMPORTANT : Le diamètre des pièces ne doit pas dépasser 16 mm comme indiqué sur le dessin de fabrication.

Normalement, les calibres doivent avoir une tolérance pour la fabrication et pour compenser l'usure. La règle du 10 % peut s'appliquer. Nous verrons dans les prochaines pages un exemple d'application.

Cas n°4



INTERPRETATION

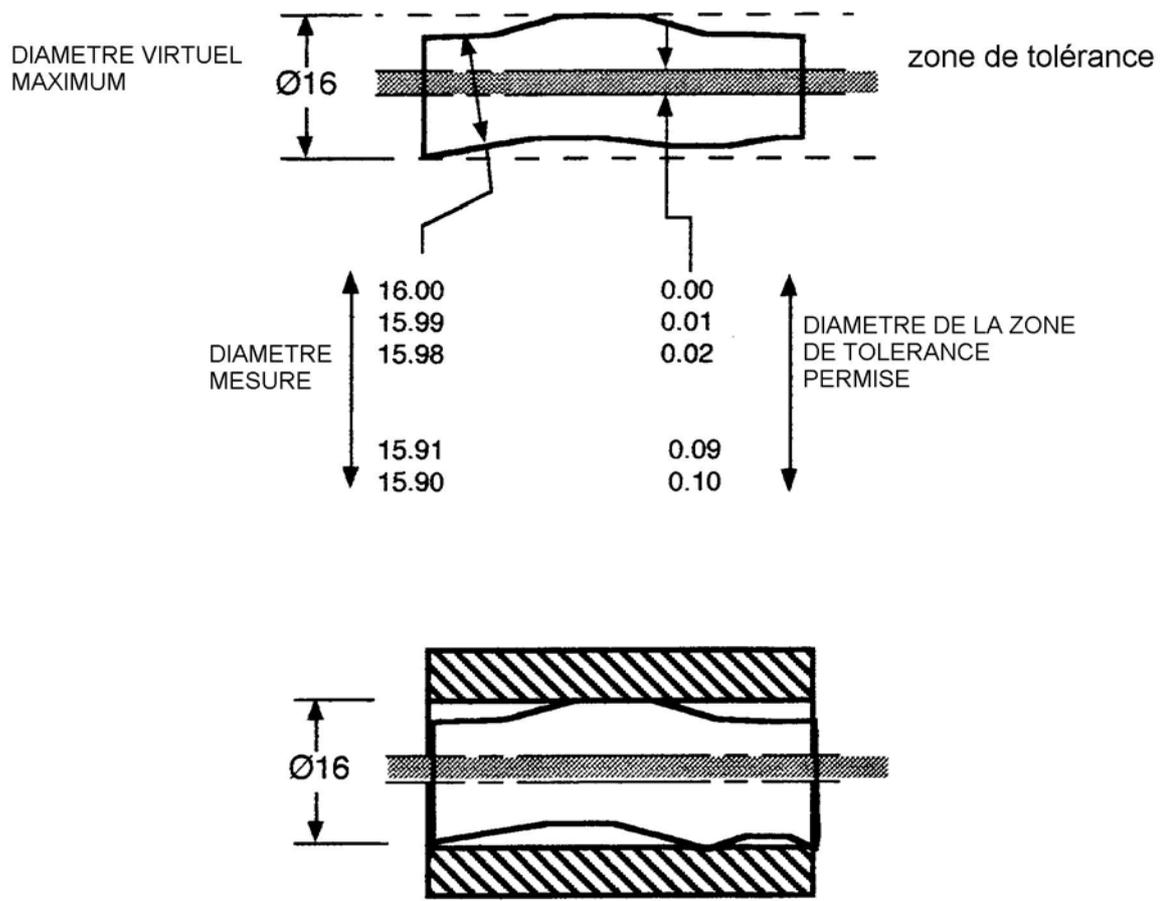
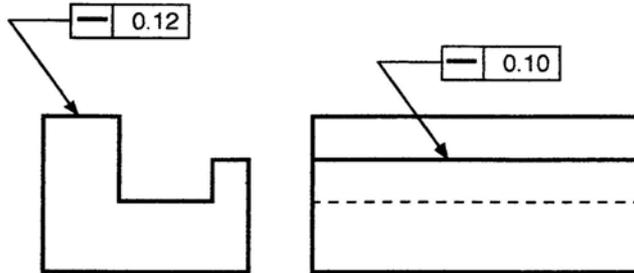


Fig. 7

TOLERANCE DE RECTITUDE POUR UNE SURFACE PLANE :

La position de la tolérance indique le sens de la vérification



INTERPRETATION

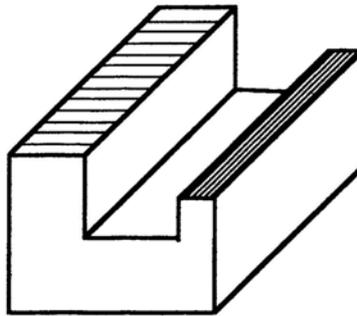


Fig. 8

TOLERANCE DE PLANEITE :

La planéité est l'état d'une surface dont tous les points sont dans un même plan. Une tolérance de planéité établit une zone de deux plans imaginaires, parfaits et parallèles, dont la distance qui les sépare correspond à la valeur indiquée par la tolérance.

Lorsqu'une tolérance de planéité est spécifiée, le cadre de tolérance est relié à une ligne de repère pointant la surface ou la ligne placée dans le prolongement de la surface

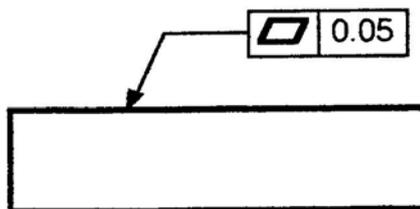


Fig. 9

METHODE DE VERIFICATION :

1. On supporte la, pièce avec 3 vérins.
2. On trouve, sur la surface à vérifier 3 points à 0 (même hauteur).
3. On déplace un comparateur à cadran sur toute la surface

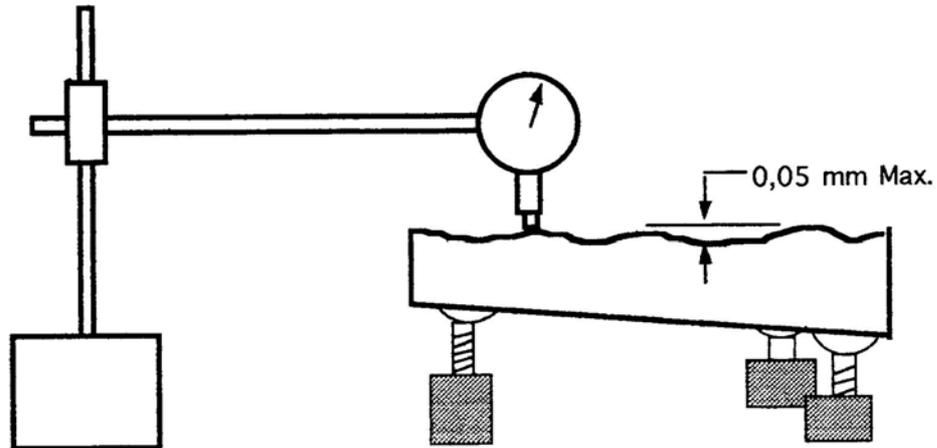


Fig. 10

TOLERANCE DE CIRCULARITE :

La tolérance de circularité assure que le profil de la pièce, pris à une section normale de l'axe de révolution, soit à l'intérieur de deux cercles concentriques dont la différence des rayons est égale ou plus petite que la valeur indiquée

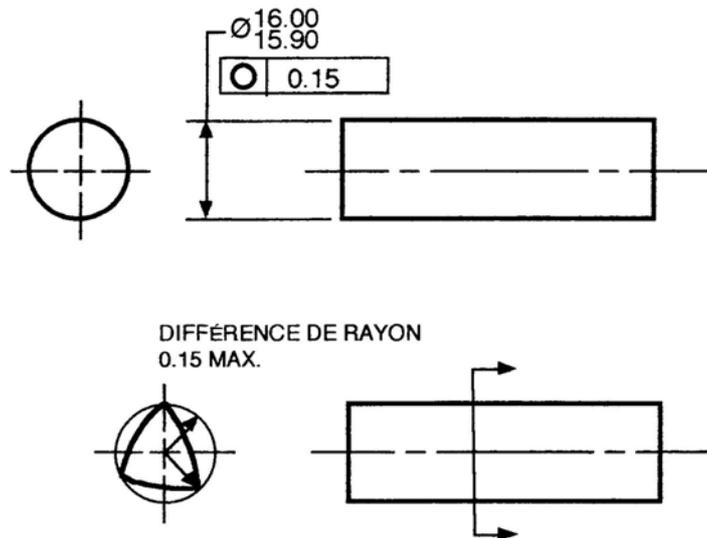


Fig. 11

Vérifie si la pièce ou le trou n'est pas de forme ovale sur un plan circulaire sur 360°. (la déformation à diamètre identique peut avoir 3.5 ou 7 côtés).

TOLERANCE DE CYLINDRICITE :

La cylindricité est l'état d'une surface de révolution d'un cylindre circulaire droit dans lequel tous les points de la surface sont équidistants d'un axe.

Une tolérance de cylindricité spécifié que la surface mesurée doit être contenue entre 2 cylindres coaxiaux formant un tube dont l'épaisseur correspond à la tolérance géométrique.

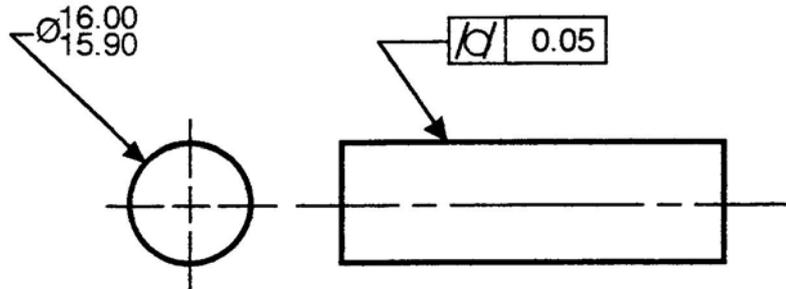


Fig. 12

NB n°1- La tolérance de cylindricité doit être plus petite que la moitié de la tolérance dimensionnelle.

NB n° 2- La tolérance de cylindricité est un contrôle de forme composée qui inclut la circularité, la rectitude et le parallélisme des éléments cylindriques.

Nous utilisons des appareils de mesure dispendieux pour vérifier les tolérances de circularité et de cylindricité.

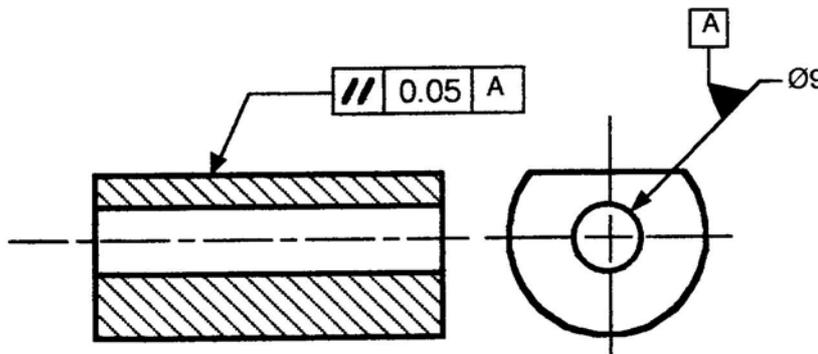


Fig. 13

Cette figure indique que la tolérance doit être comprise entre deux plans parallèles et distants de 0,05 mm de l'axe du trou.

TOLERANCE DE PERPENDICULARITE :

La tolérance de perpendicularité est l'état d'une surface, d'un plan médian et d'une droite placée à angle droit par rapport à un plan ou un axe de référence.

- Normalement, le plus grand côté sert d'appui.
- Le résultat ne doit pas être plus grand que le maximum permis sur toute la longueur de la pièce.

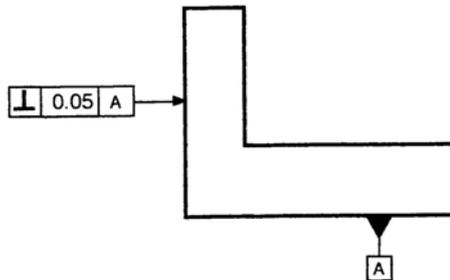


Fig. 14

PERPENDICULARITE D'UN AXE AVEC UN AUTRE AXE

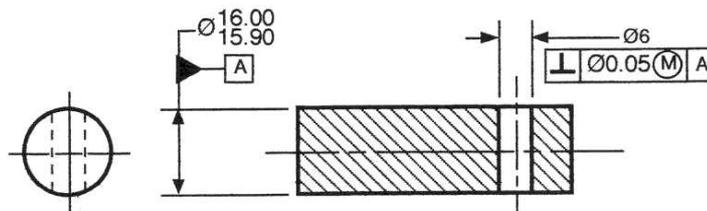


Fig. 15

CONTRÔLE DES TOLERANCES DE POSITION

TOLERANCE DE COAXIALITE :

La tolérance de coaxialité (concentricité) est un cylindre dont l'axe coïncide avec l'axe de référence et dont le diamètre est égal à la tolérance indiquée.

On utilise la coaxialité pour contrôler l'axe de pièces hexagonales, carrés cylindriques ou autres.

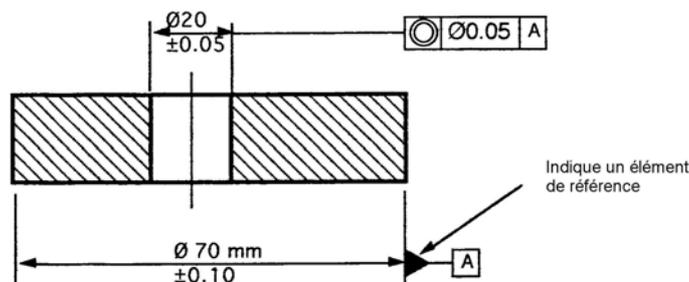


Fig. 16

NB : pour les pièces cylindriques, il est préférable d'utiliser les tolérances de battement simple ou total.

TOLÉRANCE DE LOCALISATION :

La tolérance de localisation définit la zone à l'intérieur de laquelle il est permis que la ligne d'axe ou le plan de centre d'un élément dimensionnel s'écarte de la position théorique.

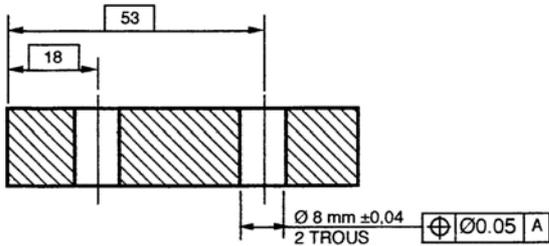


Fig 17

18 ET SONT DES COTES ENCADRÉES DONC THÉORIQUEMENT EXACTES
Cela veut dire : pas de jeu permis, ce qui impossible ; alors, on va voir la tolérance de localisation qui nous indique que l'axe des trous doit être à l'intérieur d'un cercle de 0,10 mm de diamètre.

La tolérance de position est aussi une autre façon de vérifier la coaxialité

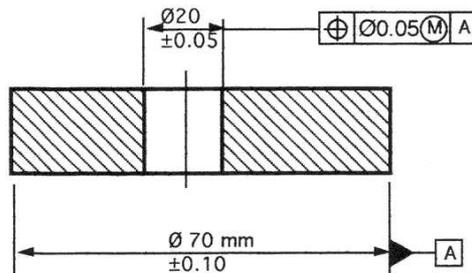


Fig. 18

CONTRÔLE DES TOLERANCES DE BATTEMENT

TOLÉRANCE DE BATTEMENT SIMPLE :

La tolérance de battement simple ou circulaire contrôle de façon indépendante les composants circulaires d'une surface.

Le prochain exemple nous indique que le diamètre 10 mm doit avoir un battement simple de 0,05 mm (lecture totale de l'indicateur) en rapport avec (A)

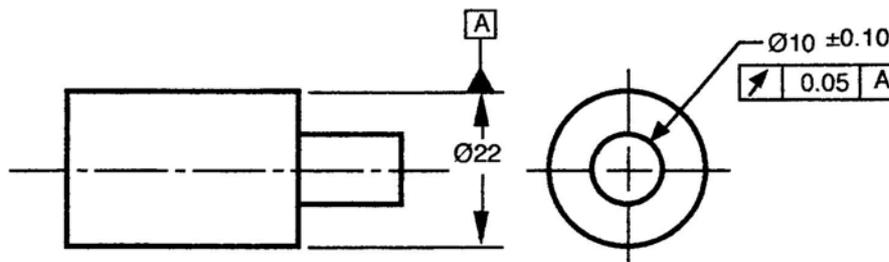


Fig. 19

CONTRÔLE :

Méthode de vérification : un bloc en vé avec un comparateur à cadran

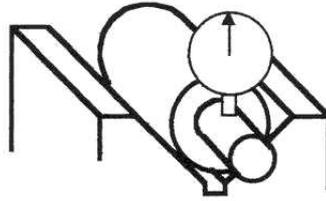


Fig. 20

Ou directement dans la broche du tour

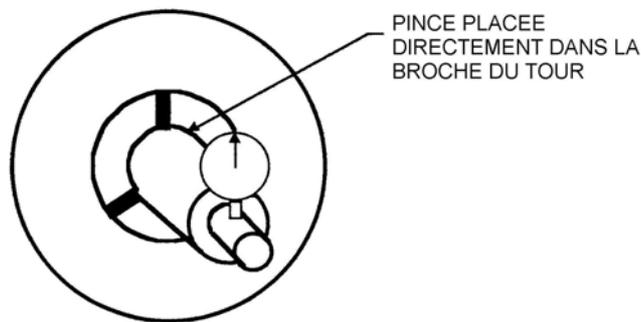


Fig. 21

TOLERANCE DE BATTEMENT TOTAL :

La tolérance de battement total permet un contrôle mixte de tous les composants d'une surface.

C'est une autre façon de vérifier la coaxialité

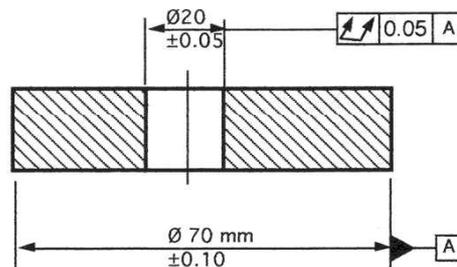


Fig. 22

CONTRÔLE :

Le contrôle se fait de la même façon que le battement simple sauf que c'est toute la surface indiquée que nous devons vérifier.

IMPORTANT : Nous pouvons aussi vérifier le battement axial (simple et total).

OBJECTIF : N° A

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Interpréter les plans de fabrication, les croquis et les directives.

- **Description sommaire de l'activité :**

Le stagiaire doit : Identifier et donner la signification des symboles, des tolérances, des cotes et des unités de mesure, énumérer les éléments d'une fiche d'usinage, à partir d'un plan et d'une fiche d'usinage.

- **Lieu de l'activité :** En classe.

- **Liste du matériel requis :**

- **Directives particulières :** le stagiaire répond sur les feuilles en annexe.

OBJECTIF : A**DURÉE : 90 min.****1^{er} travail pratique :**

En se servant de la numérotation sur le plan A:

- a) Choisir parmi les alternatives proposées celle qui correspond, selon que ce soit un symbole, des cotes, des tolérances, des cadres ou une combinaison.
- b) Répondre selon l'alternative choisie sur feuilles préparées a cette fin.

Alternatives :

1. Identifier le symbole et donner sa signification.
2. Identifier les informations du cadre et nommer l'opération d'usinage correspondante.

EX : de cadre :

Aléser 6,35/ 6,37

\oplus	\varnothing 5,08	A
----------	--------------------	---

3. Identifier la cote et les tolérances.
4. Nommer l'opération d'usinage et les informations incluses.

2^{ème} travail pratique :

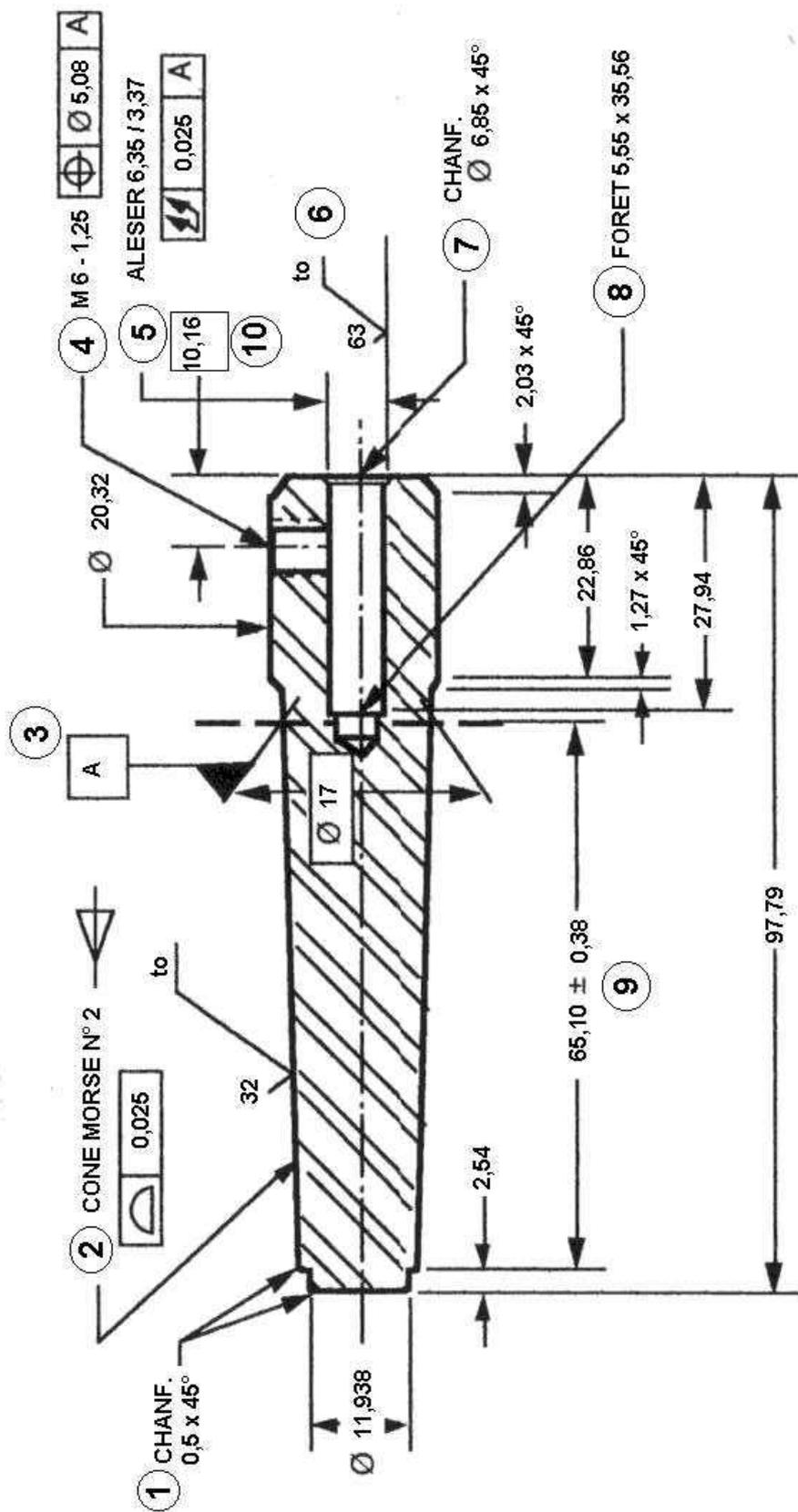
Avec le plan B et la fiche d'usinage, énumérer les éléments qui composent une fiche d'usinage et les directives.

1^{er} travail pratique :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

2^{ème} travail pratique :

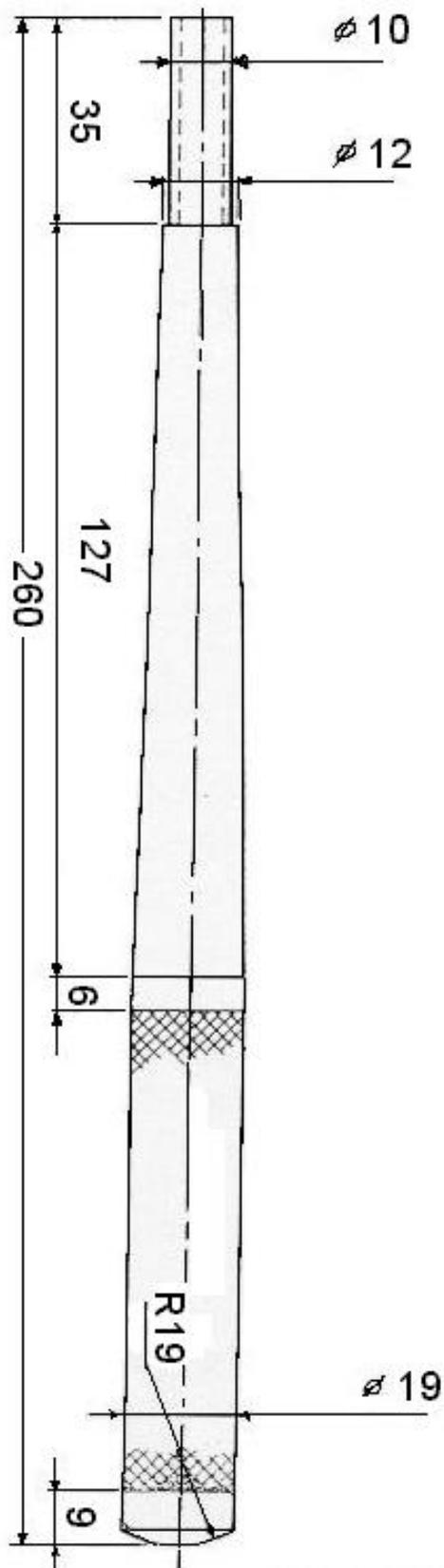
PLAN A



EXERCICE PRATIQUE

Pièce en aluminium

PLAN B



OBJECTIF : B

DURÉE : 90 min

- **Objectif poursuivi :** Sélectionner l'outillage et l'équipement.

- **Description sommaire du contenu :**

Ce résumé théorique comprend des illustrations d'outils et d'équipements servant à l'usinage sur les machines outils, de plus des informations particulières.

- **Lieu de l'activité :** En classe.

- **Directives particulières :**

OBJECTIF : B

DURÉE : 90 min

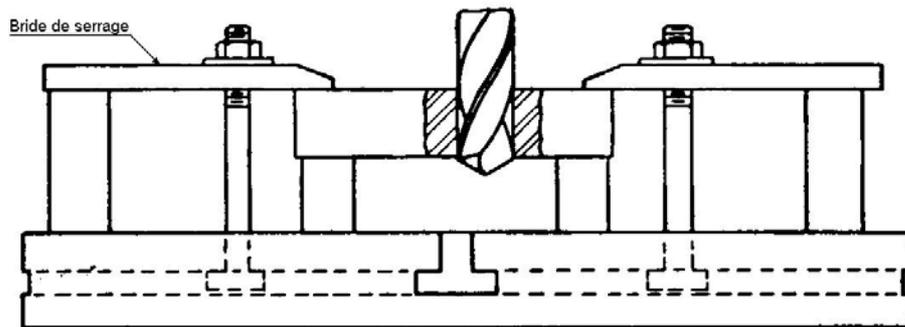
Information sur les outils et équipement :

La figure 1 montre un échantillonnage de brides servant au montage de pièces sur une perceuse et une fraiseuse.



Fig. 1

La figure 2 montre une application :

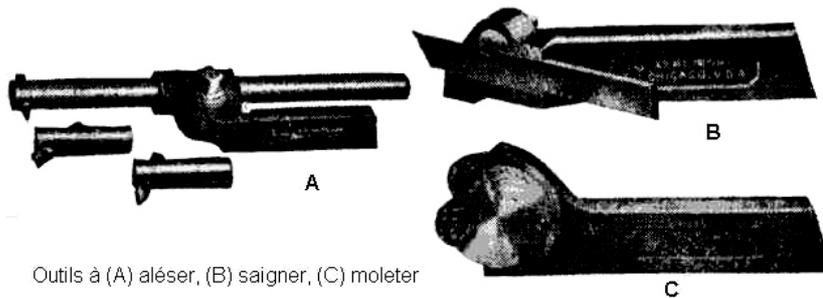


Montage d'une pièce sur barres parallèles directement sur la table de la perceuse

Fig. 2

La figure 3 montre :

- A - Un outil à aléser servant à l'usinage intérieur.
- B - Un outil à saigner servant à couper ou à tailler une rainure dans une pièce.
- C - Un outil à moleter servant à augmenter la prise sur la surface d'une pièce.



Outils à (A) aléser, (B) saigner, (C) moleter

Fig. 3

La figure 4 montre :

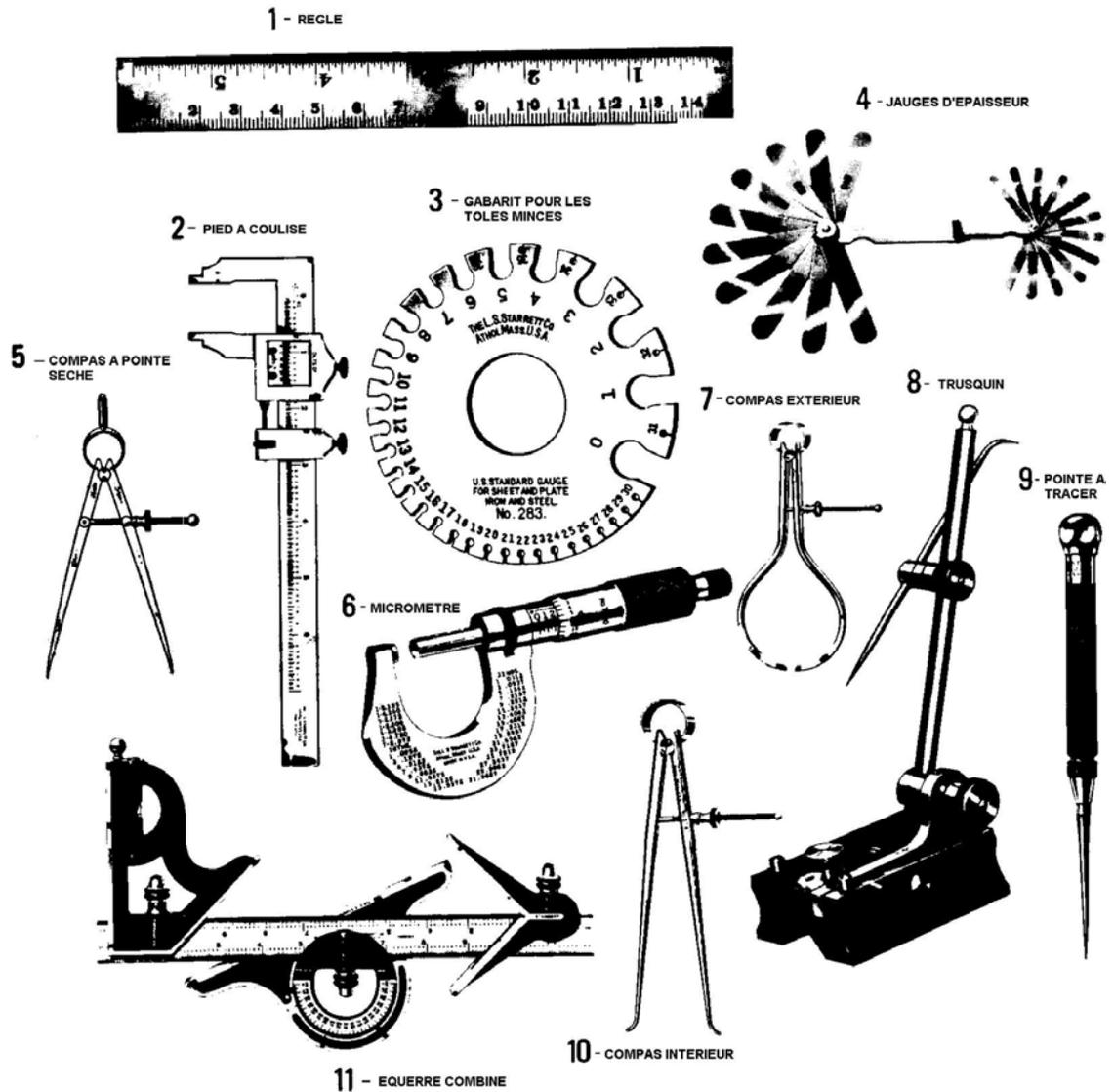


Fig. 4

- (1)- Une règle à mesurer, sur la règle il peut y avoir plusieurs sortes de graduations.
- (2)- Pied a coulisse utilisé pour les mesure intérieure, extérieur et de longueur.
- (3)- Un gabarit pour mesurer les tôles minces.
- (4)- Deux catégories de jauges d'épaisseurs, servant à l'ajustement ou la mesure de jeu.
- (5)- Un compas à point sèche pour le traçage.
- (6)- Un micromètre pour mesurer les diamètres ou les épaisseurs très précisément 0,001mm.

Note : Dans la pratique choisir les micromètre en fonction des grandeurs à mesurer et le degré de précisions.

- (7)- En compas extérieur comme son nom l'indique sert a mesurer sans grande précision. On l'utilise dans l'ébauche d'une pièce.
- (8)- Un compas intérieur comme son nom l'indique sert au même figure (7).

(9)- Un trusquin servant à :

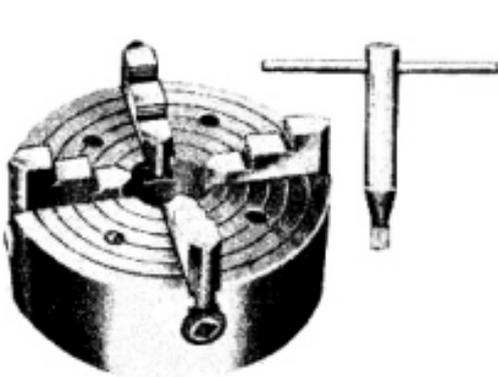
- Tracer des lignes.
- Centrer les pièces sur un tour.
- Vérifier le parallélisme, l'équerre d'une pièce, etc. si on l'installe sur comparateur à cadran

(10)- Pointe à tracer.

(11)- Une équerre combine servant à différentes opérations telles que :

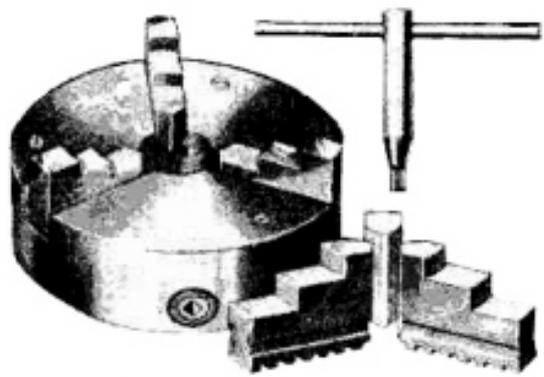
- Centrer, équarrer, tracer, tracer et mesurer des angles etc.

La figure 5 a) montre un plateau de tour servant au montage rigide des pièces de différentes forme. La figure 5 b) montre un plateau avec la particularité que les pièces ronde ou hexagonale sont centrées assez précisément. Les 3 mâchoires se déplacent simultanément au moyen d'une et de pignon.



Plateau à mâchoires indépendantes

a)



Plateau universel

b)

Fig. 5

La figure 6 montre une jauge télescopique servant à prendre des mesures intérieures.

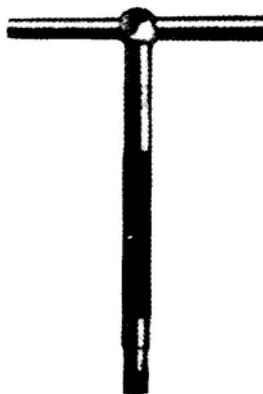


Fig. 6 – Jauge télescopique

Notes : Il faut utiliser un micromètre extérieur pour lire la mesure.

La figure 7 montre différents tocs servant entraîner la pièce, dans un montage entre pointe sur un tour voir figure 8.

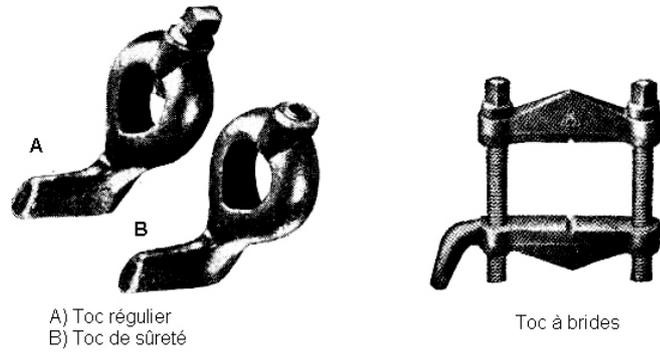


Fig. 7

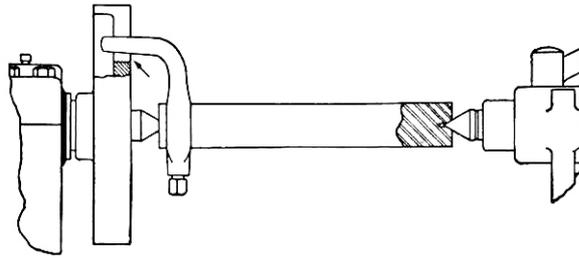


Fig. 8

La figure 9 montre un mandrin porte-forets.

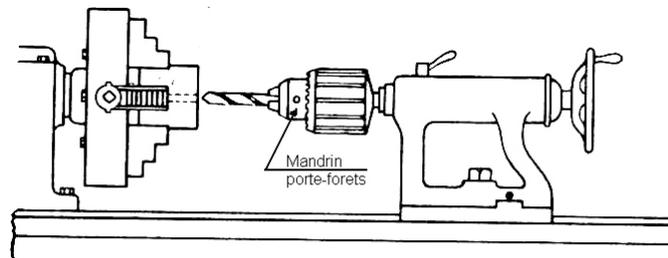


Fig. 9

Les figures 10 et 11, montre deux types de mandrin servant soit à le reprise de pièce ou à finition de l'usinage des diamètres extérieurs d'une pièce.

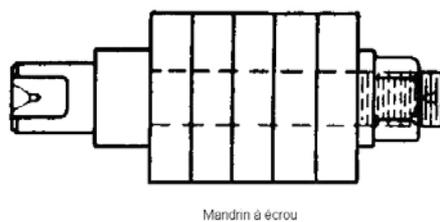


Fig. 10



Mandrin conique avec douille expansible

Fig. 11

La figure 12 montres une gamme d'outils de forme, servant à usiner des pièces.

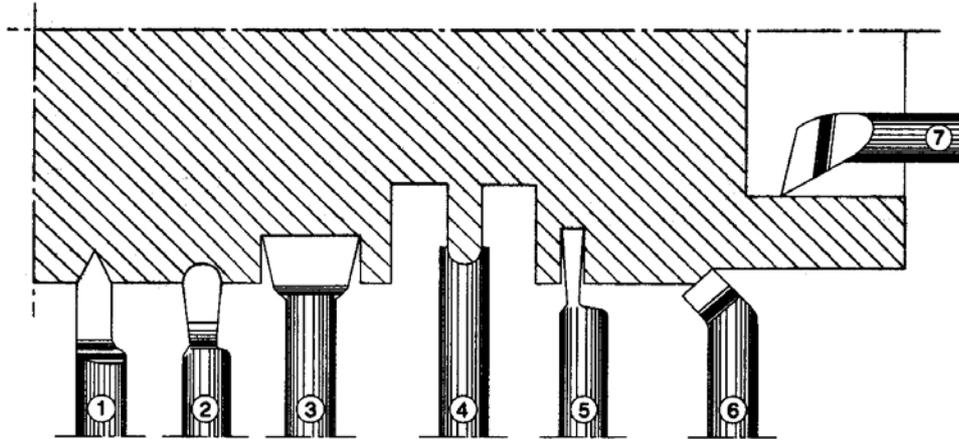
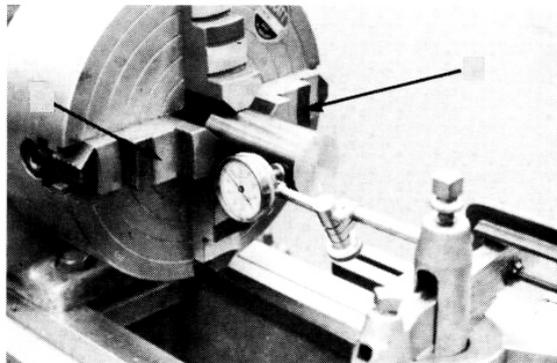


Fig. 12

N°	TYPE
1	A fileter
2	A saigner rond
4	A rayon connexe
5	A saigner

N°	TYPE
3	Pelle
6	A charioter coudé à droite
7	A aléser

La figure 13 montre le centre d'une pièce avec le comparateur à cadran.



Comparateur à cadran

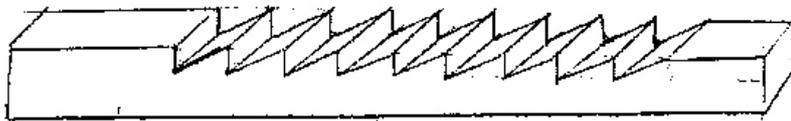
Fig. 13

La figure 14 montre une lime à tour pour ébavurer et la finition.



Fig. 14

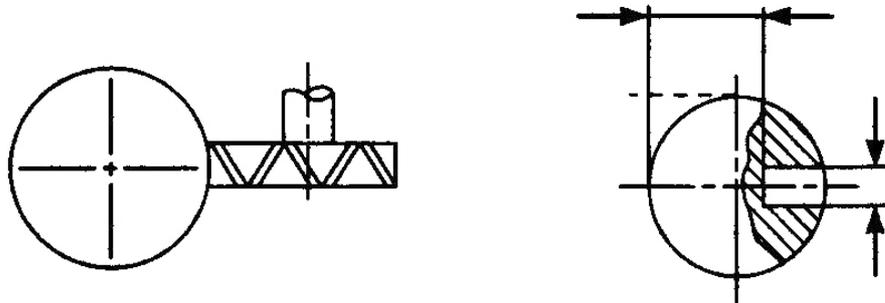
La figure 15 montre une broche pour tailler des chemins de clés dans un trou.



BROCHE

Fig. 15

La figure 16 montre une fraise pour tailler une rainure pour les clavettes demi- lune.



Fraise à clavette demi-lune

Fig. 16

La figure 17 montre un gabarit de filetage servant de guide pour l'affûtage et l'ajustement de l'outil à filet 60°.



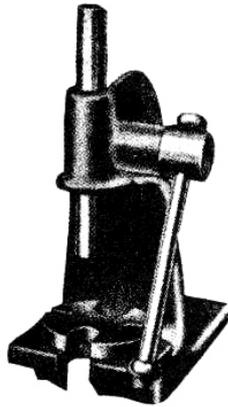
Fig. 17

La figure 18 montre un compas hermaphrodite servant au traçage de longueur sur le tour ou au traçage de ligne parallèles à l'établi.



Fig. 18

La figure 19 montre une presse servant à monter, démonter des arbres, roulement etc. De plus on s'en sert pour l'opération de brochage d'un chemin de clé.



Presse manuelle

Fig. 19

Sur la figure 20, la fraise en bout sert à tailler des rainures de différentes sortes.

Notes : Lorsqu'on veut tailler une rainure de clavette encastré il faut utiliser une fraise à deux lèbres.

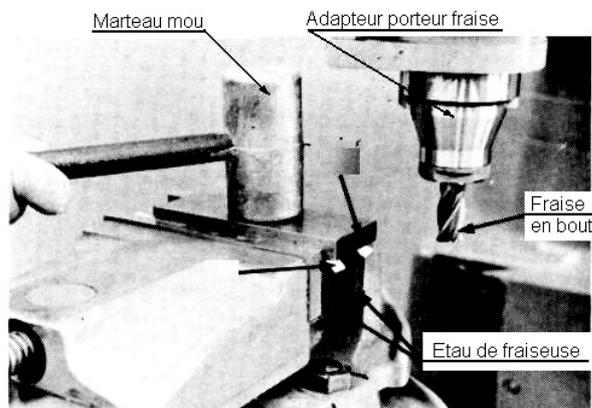
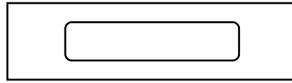


Fig. 20



La figure 21 montre un adaptateur pour fraise en bout.

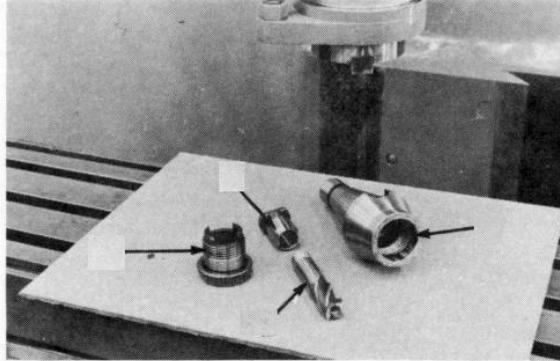


Fig. 21

La figure 22 montre le centrage à l'aide d'une aiguille à centrer.

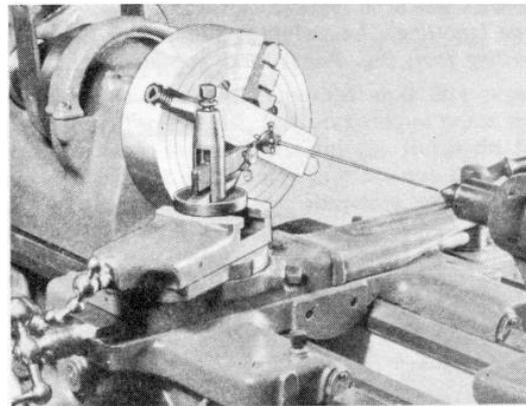


Fig. 22

La figure 23 montre un ensemble de fraises utilisé sur la fraiseuse.

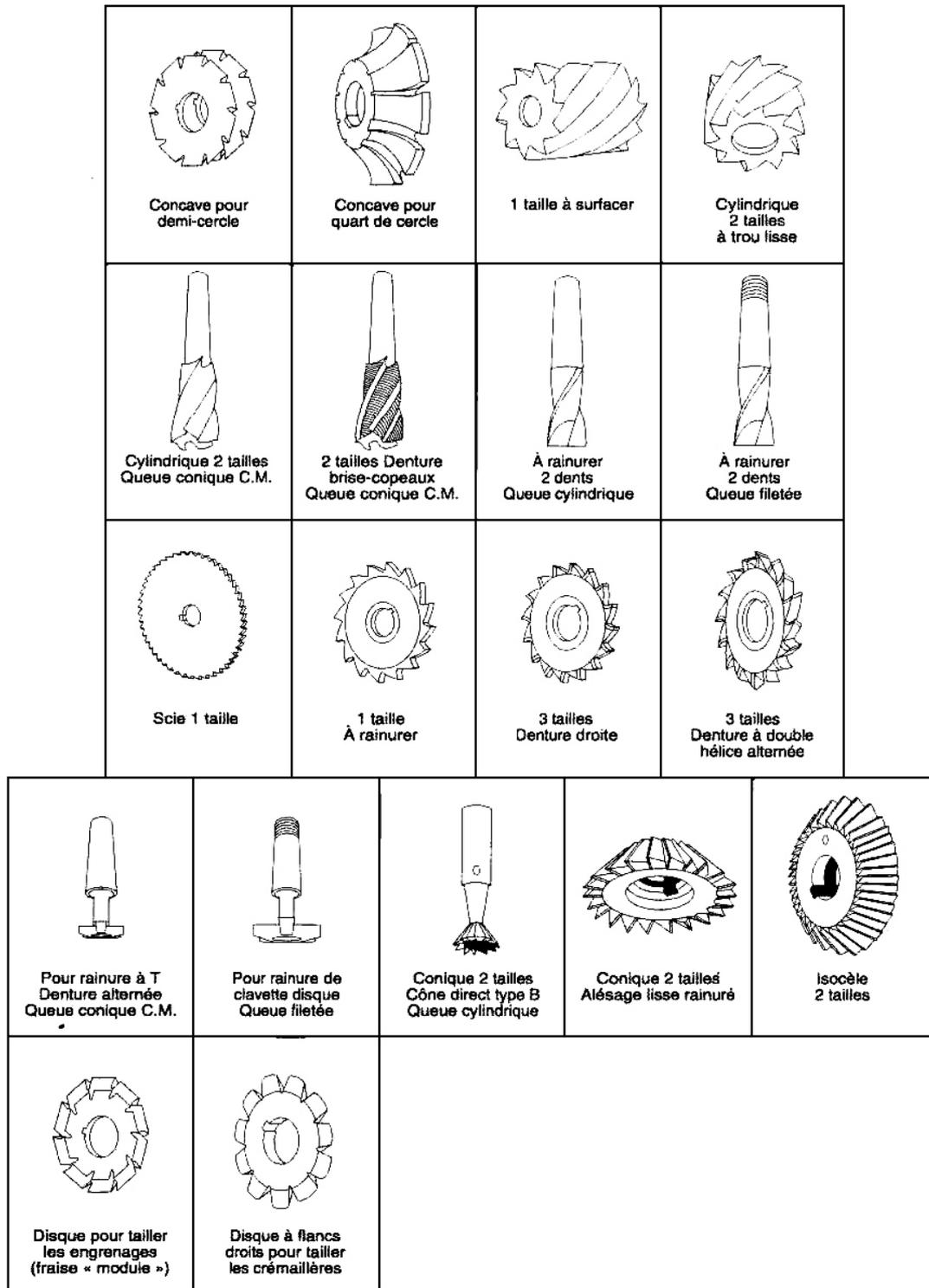
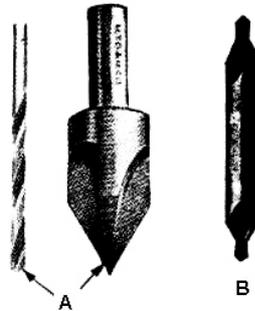


Fig. 23

La figure 24 montre un foret à queue cylindrique standard.

- Une fraise 60° pour encaster les têtes de vis.
- Un foret à centrer les pièces avant perçage ou le tournage entre-jointes.

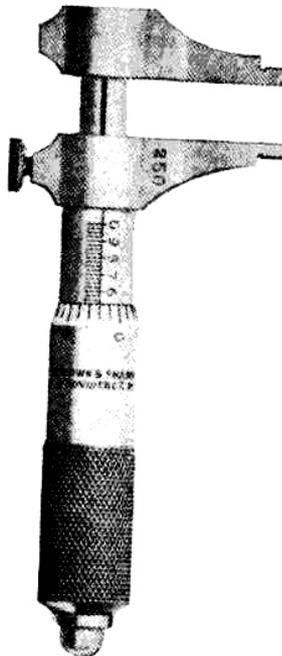


A) Foret et fraise de 60 °
B) Foret à centrer

Fig. 24

La figure 25 montre un micromètre intérieur à lecture directe.

Note : Porter une alentour particulière lors de la lecture.



Micromètre intérieur

Fig. 25

FICHE D'USINAGE

OP	DEP	DESCRIPTION DES OPERATIONS	DIMENSIONS	OBJECTIFS
1	T	Surfacer et centrer un bout (4 mors)	Nettoyer seulement	A
2	T	Surfacer et centrer l'autre bout	273 de long	A
3	T	Tourner 19 dia x 127 de long (entre pointes)	750 ± 010 dia	A
4	T	Tracer la position du moletage N.B. N'oublier pas le matériel en trop pour le centre	12 x 10 x 133 x 6	A
5	T	12	133 ± 0,380 de lg	A
6	T	Moleter 750 dia x 133 de long	9 ± 1,27 dia x 9 ± 0,380	A
7	T	Tourner 9 dia x 9 de long Tourner la conicité (déplacement des pointes) $X = \frac{D-d}{L} \times \frac{L}{2}$	Desaxement x = 7,523 Outil 60° (3 mors) 260 ± 0,380	A A
8				
9	T	Fileter 10-1,25 NF (à l'outil) Enlever le centre et limer le rayon 19 N.B. Protéger le moletage avec des plaques d'aluminium		
10	T	Briser tous les coins vifs		
OUTILLAGES			INSTRUMENTS DE CONTROLE	
Mandrin 3 mors, contre-pointe, pointe-mobile, pointe fixe, outil à moleter, gabarit 60°, lime de tour.			Règle 20 cm, vernier, micromètre 0-25, gabarit à rayon (19), micromètre à filet.	

OBJECTIF : B

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Sélectionner l'outillage et l'équipement.

- **Description sommaire de l'activité :**

Le stagiaire doit : sélectionner les outils et les équipements nécessaire à l'usinage à partir d'un plan de pièces et d'un ensemble.

- **Lieu de l'activité :** En classe.

- **Liste du matériel requis :**

- **Directives particulières :**

EXERCICE PRATIQUE

OBJECTIF : B

DURÉE : 90 min.

Le stagiaire doit à partir du plan des pièces, des illustrations d'outils et d'équipements, sélectionner les outils et équipements nécessaire à l'usinage des pièces.
Répondre sur cette feuille ou une prépare à cette fin.

Opération	Outils et équipement nécessaire

OBJECTIF : N°2

DURÉE : 90 min.

- Objectif poursuivi : Acquérir des habitudes de sécurité.

- Description sommaire du contenu :

Ce résumé théorique comprend le port de l'équipement de protection individuelle, l'utilisation des équipements de sécurité sur les machines, le respect des normes et des règlements de sécurité à l'atelier

- Lieu de l'activité : En classe.

- Directives particulières :

OBJECTIF : N°2**DURÉE : 90 min.**

Pour acquérir de bonnes habitudes de sécurité, le stagiaire devra veiller pour sa protection et celle des autres, à appliquer les règles de sécurité à l'atelier afin d'éviter les blessures et de maintenir le bon fonctionnement des machines.

1. Les équipements de protection individuelle :

Les équipements exigés sont :

- Les lunettes, les bottes de sécurité, et pour la manutention le casque de sécurité et les gants.

➤ Les lunettes :

La construction de la monture doit être en produit synthétique renforcé et muni le protecteur de chaque côté. Les verres doivent être construits de façon à ne pas éclater en cas de projection d'objets.

➤ Les bottes :

La construction doit être en cuir avec une semelle résistant à l'huile et à l'incrustation des copeaux, de plus le bout doit être muni d'un cap d'acier.

➤ Le casque :

La construction doit être selon les normes et il doit être remplacé périodiquement selon les recommandations de santé et de sécurité au travail.

➤ Les gants :

Les gants sont recommandés lors de la manutention.

2. Les équipements de sécurité des machines-outils :

Les équipements exigés sont :

- Garde protecteurs d'outils ;
- Les récupérateurs de lubrifiant évitant les accidents occasionnés par :
 - ◆ La protection de copeaux ;
 - ◆ La protection de morceaux d'outils cassés ;
 - ◆ Le lubrifiant sur le plancher.

3. Les règles générales et spécifiques de sécurité à l'atelier :

A) Règles générales :

- ◆ Propreté : Garder propre les machines, l'outillage et le plancher.
- ◆ Ordre : Classer les outils non utilisés dans un espace prévu à distance de la machine.
- ◆ Rangement : Ranger les outils, les équipements après leur utilisation.

B) Règles spécifiques à la machine :

- ◆ Le réglage de la machine : Régler correctement la vitesse de rotation et d'avance.
- ◆ La condition de la machine : Vérifier son état de fonctionnement, la lubrification, l'ajustement des glissières, le bruit anormaux, etc.

- ◆ L'inspection de la machine avant, pendant et après l'usinage :
 - **Avant** : Vérifier la fixation de la pièce, l'outil, s'il y a obstruction dans la trajectoires de l'outils, l'affûtage de l'outils.
 - **Pendant** : Vérifier les odeurs et les vibrations anormales, l'exécution de la coupe.
 - **Après** : Nettoyer les outils, la machine et le plancher;
Ranger les outils et les équipements s'il y lieu.

OBJECTIF : N° 2

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Acquérir les habitudes de sécurité.

- **Description sommaire de l'activité :**

Le stagiaire doit : Énumérer les règles de sécurité générales et spécifiques à la machine, à l'individu et à l'atelier.

- **Lieu de l'activité :** En classe.

- **Liste du matériel requis :**

- Catalogue d'équipement de sécurité;
- Manuels de machines-outils;
- Catalogue des machines-outils;
- Manuels des règlements.

- **Directives particulières :** Chaque stagiaire doit remettre son rapport au formateur en équipe de deux.

OBJECTIF : N°2

DURÉE : 90 min.

Le stagiaire devra énumérer par catégorie :

a) Les équipements de protections individuelles :

b) Les équipements de protections des machines outils :

c) Les précautions à prendre par l'opérateur avant et pendant l'usinage concernant le réglage, les conditions de la machine et la fixation des pièces :

d) Les règles générales à l'atelier :

OBJECTIF : N° C

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Appliquer les règles de santé et de sécurité au travail.

- **Description sommaire du contenu :**

Ce résumé théorique comprend la procédure de cadenassage et les informations concernant les règles de santé et de sécurité au travail sur les machines-outils.

- **Lieu de l'activité :** En classe.

- **Directives particulières :** le stagiaire devra consulter les règlements de l'atelier et les consignes de sécurité des machines-outils de l'atelier.

OBJECTIF : N° C

DURÉE : 90 min.

Les règles de santé et de sécurité au travail

Les règles de santé et sécurité au travail se rapportent :

1. À la protection individuelle : Chacun doit porter l'équipement obligatoire. Sont à proscrire les vêtements amples, manches longues et cheveux longs ainsi que les accessoires comme les bijoux, bagues et cravates.

2. Aux habitudes et à la responsabilisation du travailleur à l'atelier :

Il doit :

- Respecter l'ordre, la propreté, les règlements;
- Se renseigner sur le fonctionnement des outils et des machines;
- Se concentrer sur son travail;
- Éviter les jeux.

3. À la manipulation des outils dangereux :

tels que :

- Outils pointus et tranchants (surtout endommagés);
- Outils électriques, vérifier le branchement, la condition de l'outil ainsi que l'emploi des gardes protecteurs;
- Limes et clés, utiliser le bon manche et choisir la bonne clé;
- Meules sur les machines-outils, bien installer, dresser et placer les gardes - protecteurs ainsi que régler la vitesse de rotation.

4. À la manipulation des pièces :

Ca consiste à :

- Les ébavurer;
- Utiliser la méthode appropriée les bons accessoires et les bons équipements.

5. A l'opération des machines-outils :

soit :

- Leur fonctionnement;
- Le réglage des vitesses;
- Le choix des bons outils de coupe;
- L'utilisation des gardes-protecteurs.

Consigne : éviter de nettoyer ou enlever des copeaux sur une machine-outil en réparation.

6. Aux différents produits et accessoires de nettoyage :

Soit :

- L'utilisation adéquate de l'air comprimé, des chiffons et des brosses;
- Le bon choix du solvant et son mode d'emploi

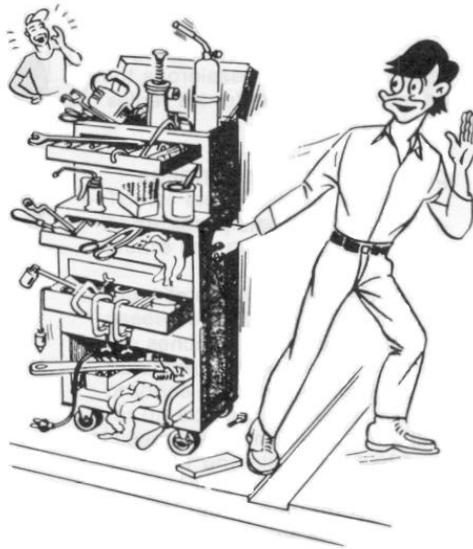


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

Les étapes de la procédure de cadenassage :

Avant de commencer la réparation ou l'entretien d'une machine il faut :

- Couper le courant en ouvrant le circuit principal d'alimentation électrique de la machine avec la main gauche;
- Vérifier si le moteur reste à l'arrêt en appuyant sur le bouton de démarrage;
- Remettre le courant après la réparation ou l'entretien et démarrer la machine.

N.B : Avant de remettre le courant tous les cadenas doivent être enlevés.

Consigne : Le contremaître doit garder le double des clés dans une armoire barrée afin de palier aux différentes imprévues.

OBJECTIF : N° C

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Appliquer les règles de santé et de sécurité au travail.

- **Description sommaire de l'activité :**

Le stagiaire doit : appliquer la procédure de cadenassage sur une machine outil; énumérer 3 règles de sécurité ou moyenne ou habitudes ou précautions selon le cas :

- a) à la protection individuelle;
- b) à l'utilisation des outils;
- c) la manipulation des pièces;
- d) aux machines-outils;
- e) aux différents produits et accessoires de nettoyage.

- **Lieu de l'activité :** En atelier , en classe.

- **Liste du matériel requis :**

- pince de cadenassage.

- **Directives particulières :** Chaque stagiaire applique la procédure de cadenassage et répond aux questionnaires.

OBJECTIF : N° C

DURÉE : 90 min.

A l'atelier, sur une machine-outil le stagiaire devra :

1. Appliquer les étapes de la procédure de cadenassage.
2. En classe écrire 3 règles de sécurité au moyen au habitude au précaution selon le cas s'appliquant :
 - a) A la protection individuelle;
 - b) La manipulation des outils dangereux;
 - c) A la manipulation des pièces;
 - d) A la l'opération des machines-outils;
 - e) Aux différents produits et accessoires de nettoyage.

Énumérer 5 règles de sécurité au moyens ou habitudes ou précautions selon le cas :

- a) A la protection individuelle :

- b) A la manipulation des outils dangereux :

- c) A la manipulation des pièces :

- d) A l'opération des machines-outils :

- e) Aux différents produits et accessoires de nettoyage :

OBJECTIF : N°3

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Reconnaître les modes de fixations d'une pièce sur une machine outil.

- **Description sommaire du contenu :**

Ce résumé théorique comprend Une brève description de différents montages de pièces sur des machines outils.

- **Lieu de l'activité :**

- **Directives particulières :**

OBJECTIF : N°3

DURÉE : 90 min.

En annexe différents montages sont représentés; voici une brève description et l'identification de chacun :

Montage d'une pièce :

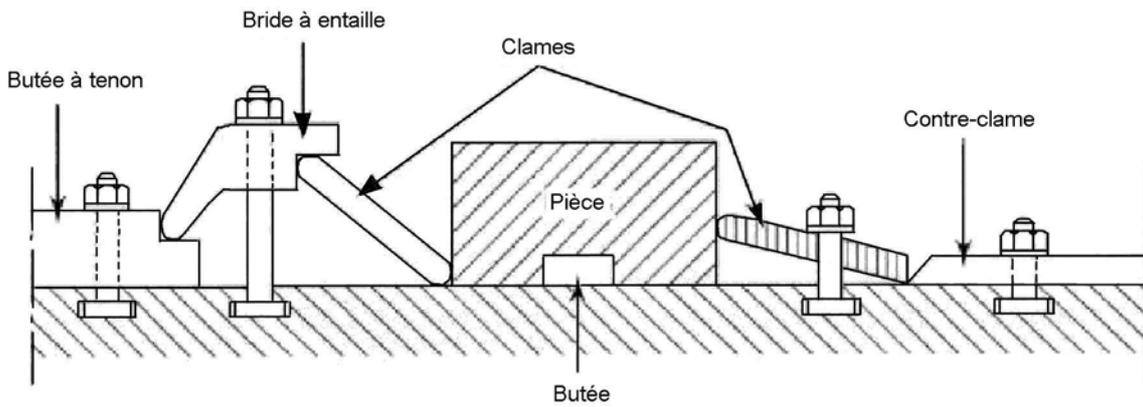
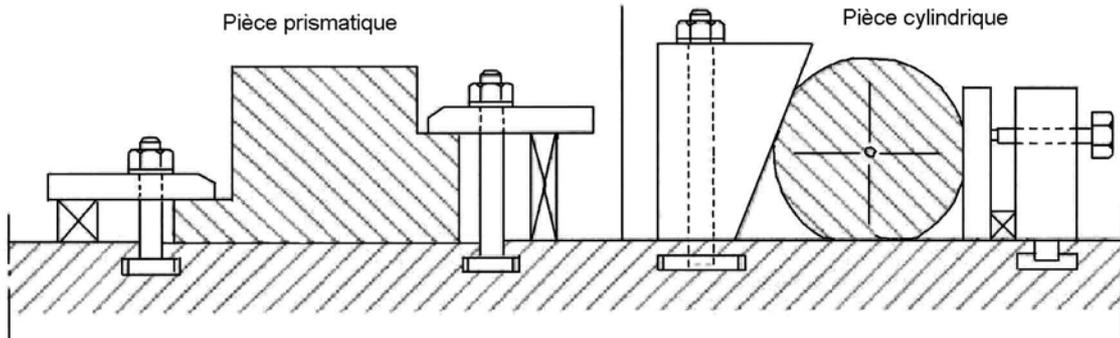


Figure 1 : Verticales et angulaire sur une table de fraiseuse.

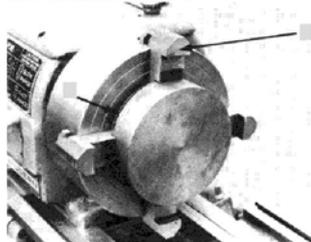
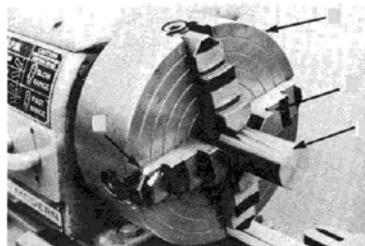


Figure 2 : En plateau 4 mors sur le tour.

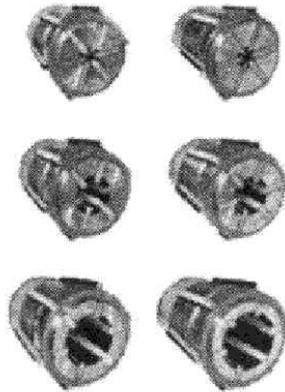


Figure 3 : En collets à ressort sur un tour conventionnel ou de production.

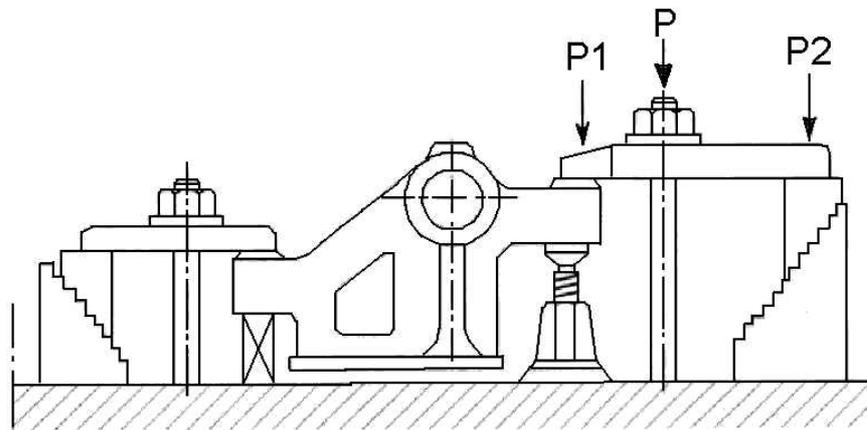


Figure 4 : Complexe comprenant une parallèle, un vérin, des blocs à gradins et des brides de serrage.

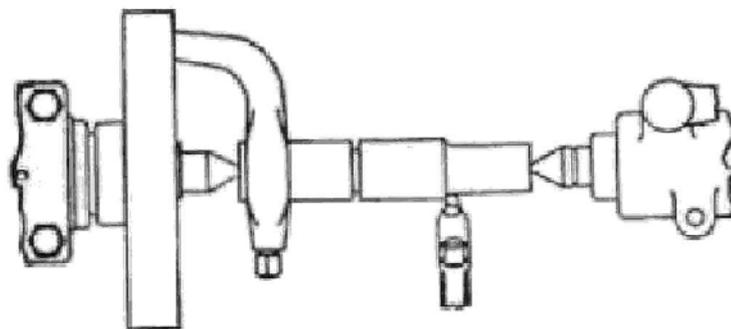


Figure 5 : Entre - pointes sur un tour.

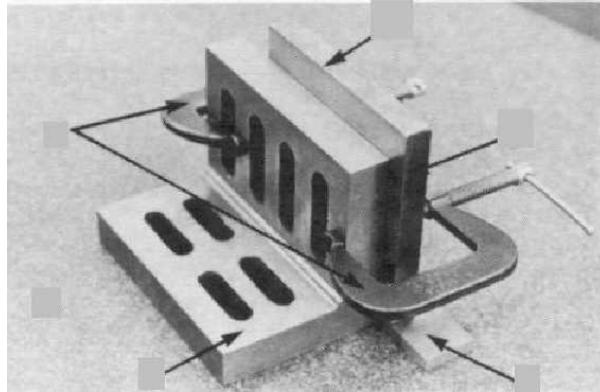


Figure 6 : Avec équerre à 90° et serres - joints.

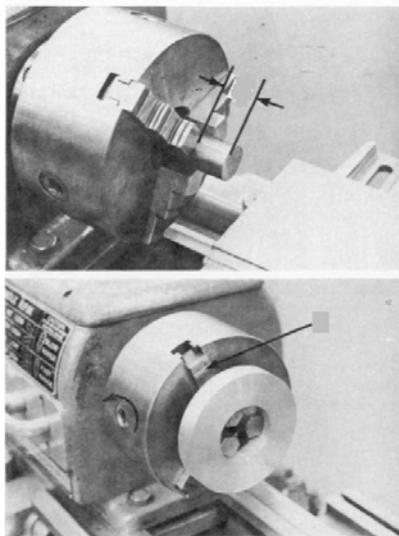


Figure 7 : En plateau 3 mors ou universel ; c'est à dire que la pièce se centre automatiquement en serrant les mâchoires.

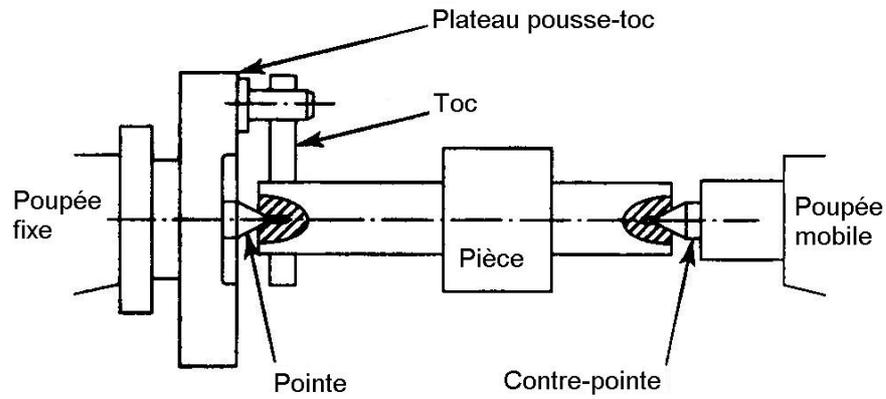


Figure 8 : Entre -pointe sur un tour en utilisant un mandrin cylindrique.

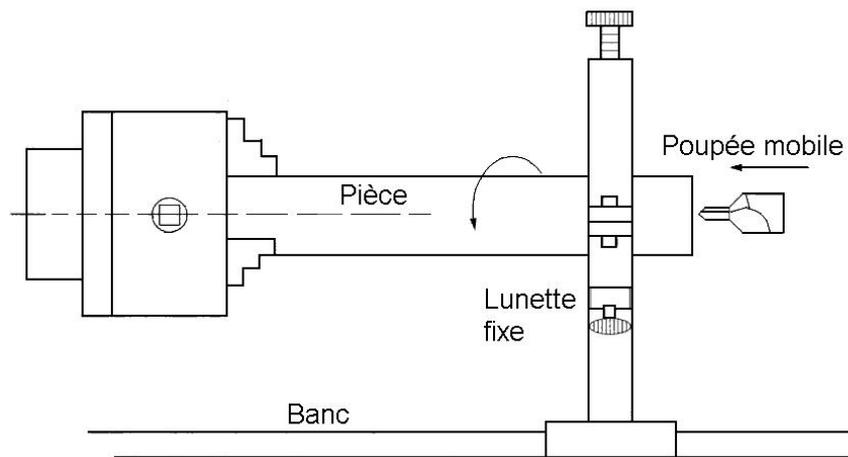


Figure 9 : En plateau 3 mors et lunette fixe sur un tour.

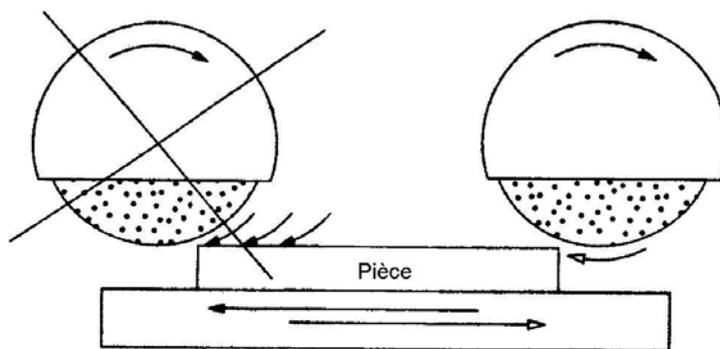


Figure 10 : Sur un plateau magnétique d'une rectifieuse plane.

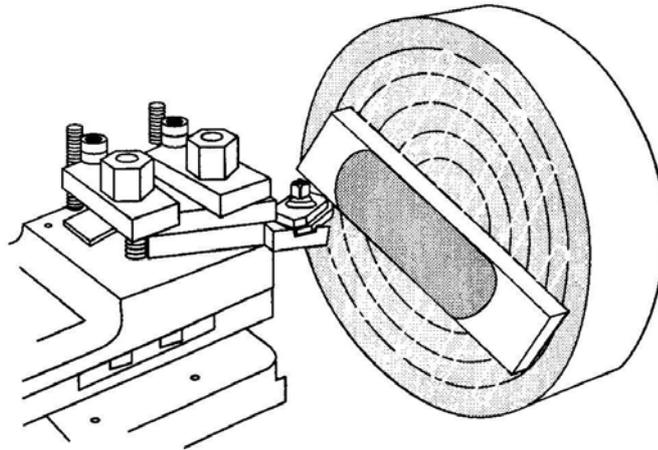


Figure 11 : Sur un plateau magnétique de tour ou une rectifieuse cylindrique.

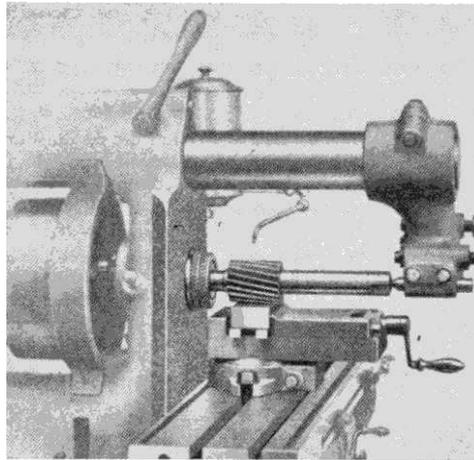


Figure 12 : En étau sur une fraiseuse horizontale.

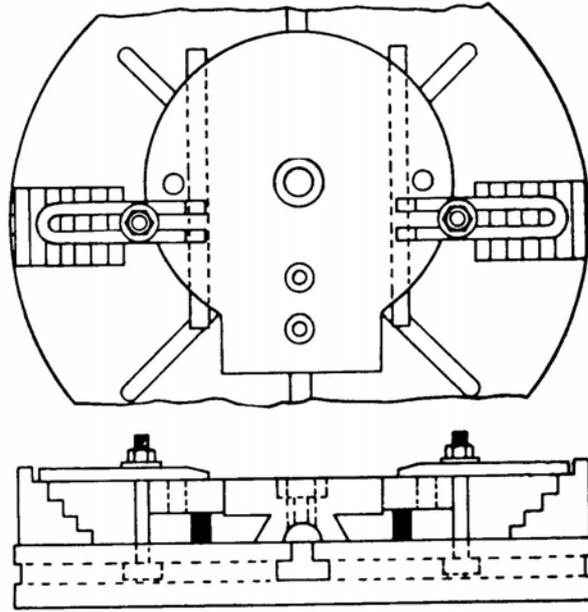


Figure 13 : De forme irrégulière en utilisant des parallèles, des brides de serrage et des blocs à gradins.

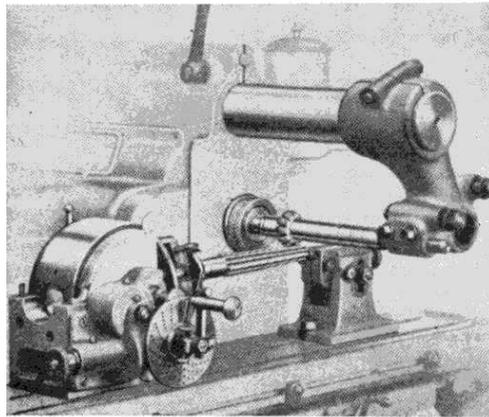


Figure 14 : Avec le diviseur et la contre-pointe sur une fraiseuse horizontale.

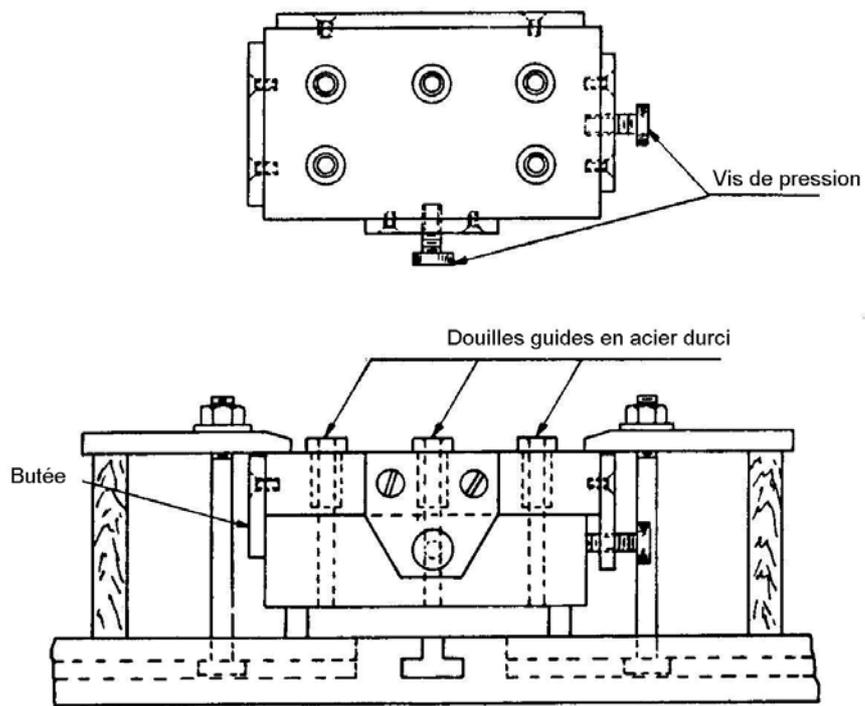


Figure 15 : Sur un gabarit de perçage.

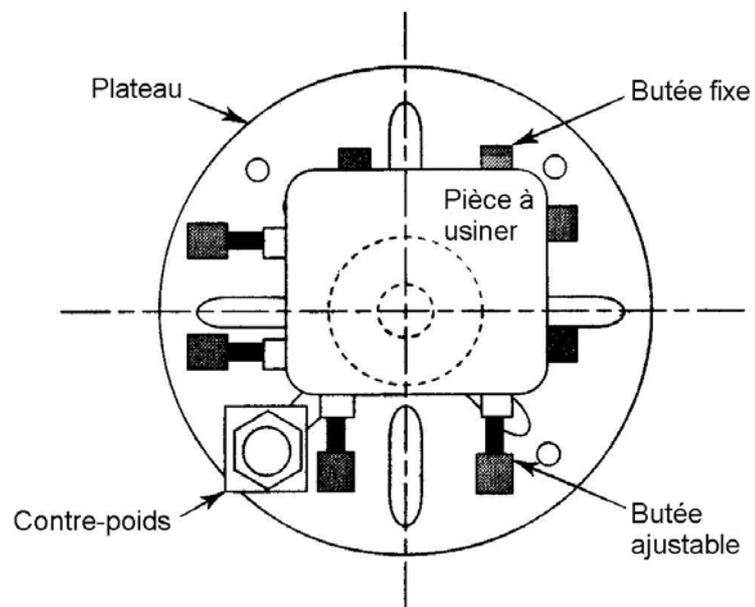


Figure 16 : Sur un plateau plat (pousse toc) de tour.

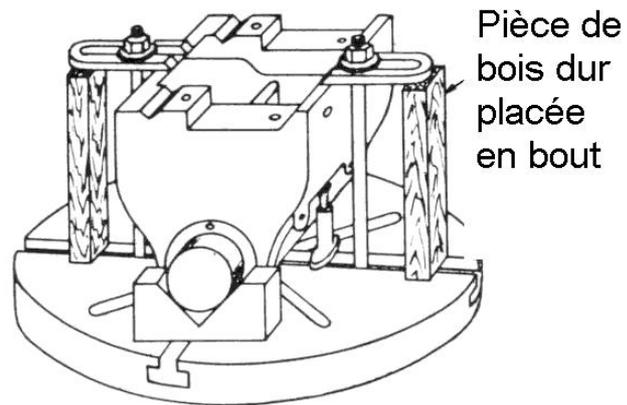


Figure 17 : Complexe en utilisant un bloc en V, un vérin, des cales et des brides de serrage.

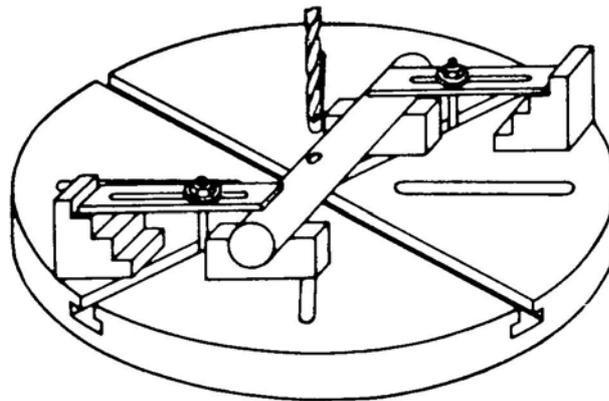


Figure 18 : Cylindrique sur bloc en V en utilisant les blocs à gradins et les brides de serrage.

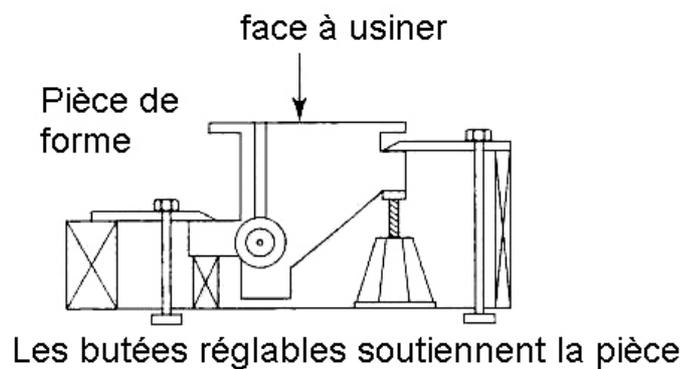


Figure 19 : Complexe en utilisant des parallèles, un vérin, des cales en bois dur et les brides de serrages.

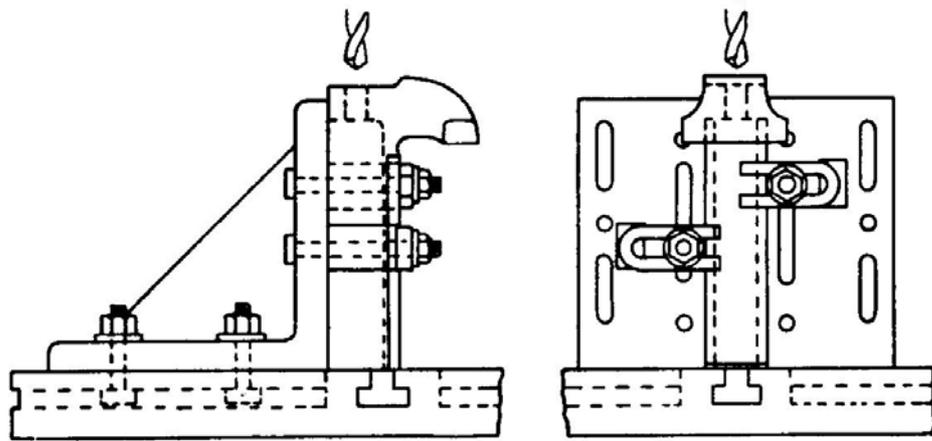


Figure 20 : Complexe sur une équerre de montage.

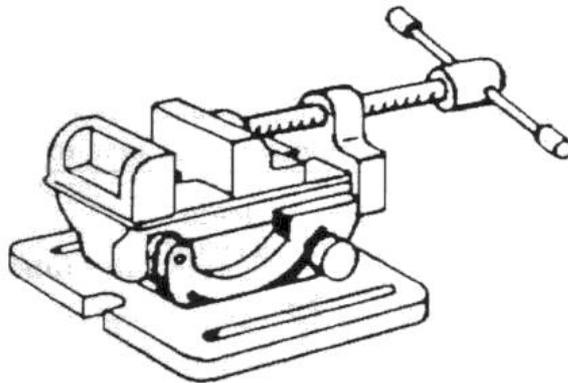


Figure 21 : Sur un étau angulaire.

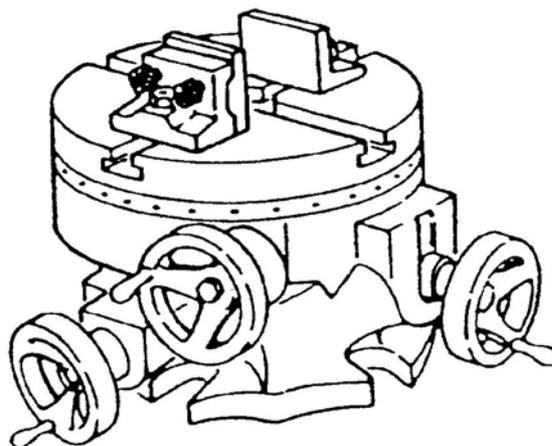


Figure 22 : Sur un plateau rotatif.

OBJECTIF : N°3

DURÉE : 60 min.

- **Objectif poursuivi :** Reconnaître les modes de fixation d'une pièce sur une machine outil.

- **Description sommaire de l'activité :**

Le stagiaire doit : Identifier des différents montages de pièces sur les machines outils à partir des illustrations ci-après.

- **Lieu de l'activité :** En classe.

- **Liste du matériel requis :**

- **Directives particulières :**

OBJECTIF : N°3

DURÉE : 60 min.

A partir des illustrations des montages ci-après, le stagiaire devra identifier les figures suivantes :

Figure 1 : a) _____

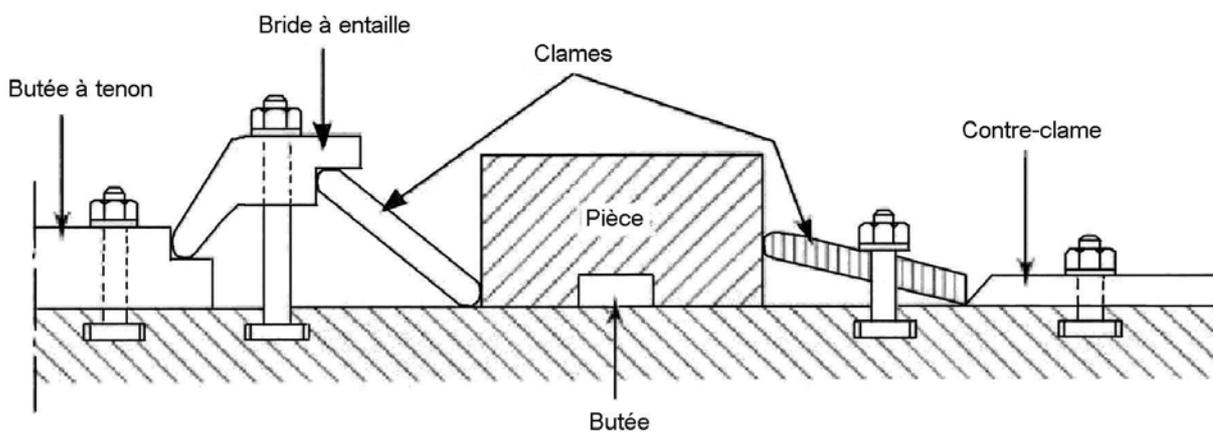
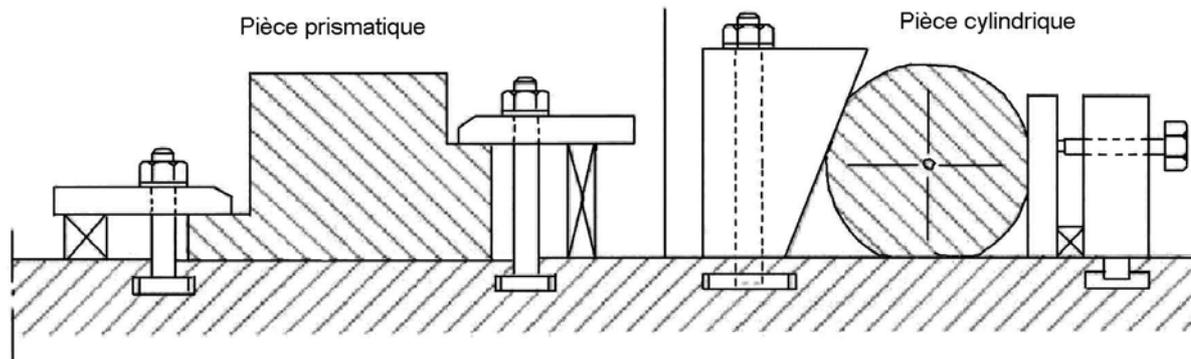


Figure 2 : b) _____

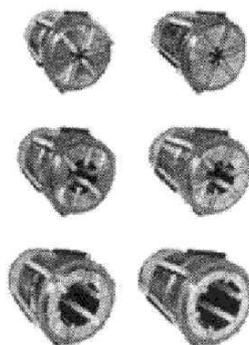


Figure 3 : c)

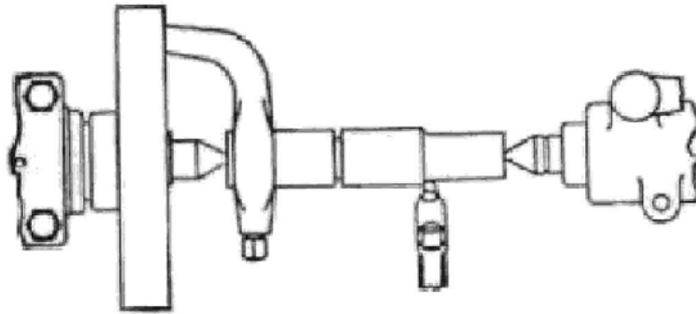


Figure 4 : d)

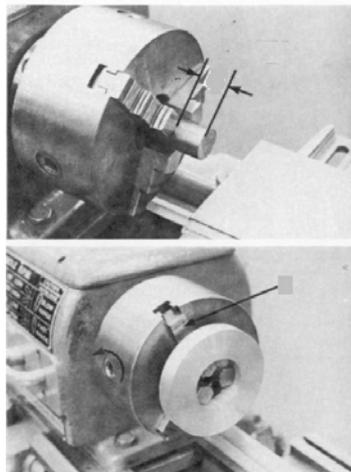


Figure 5 : e)

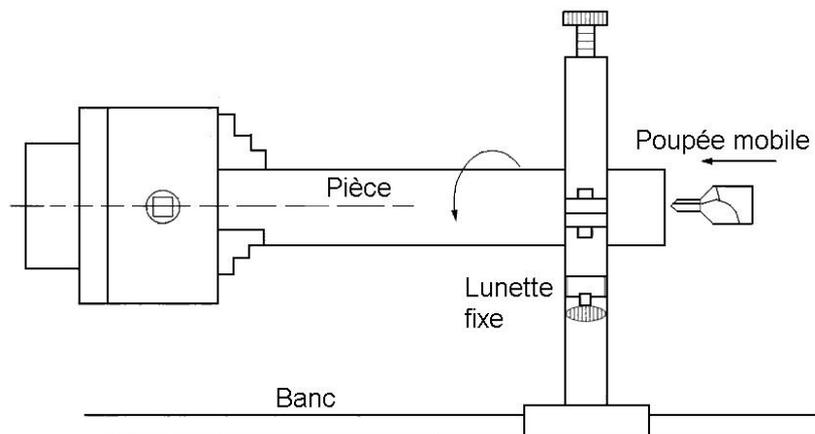


Figure 6 : f)

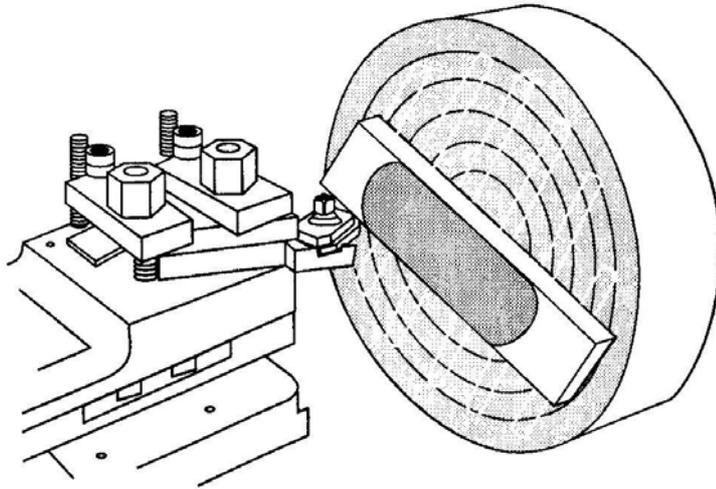


Figure 7 : g)

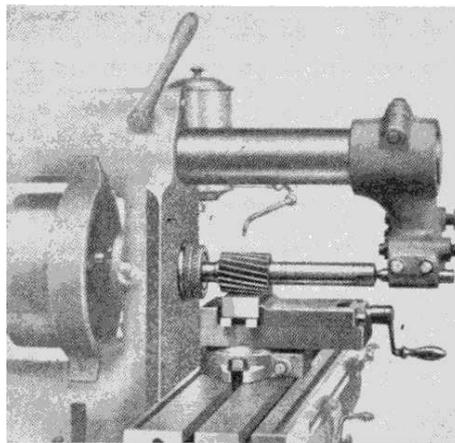


Figure 8 : h)

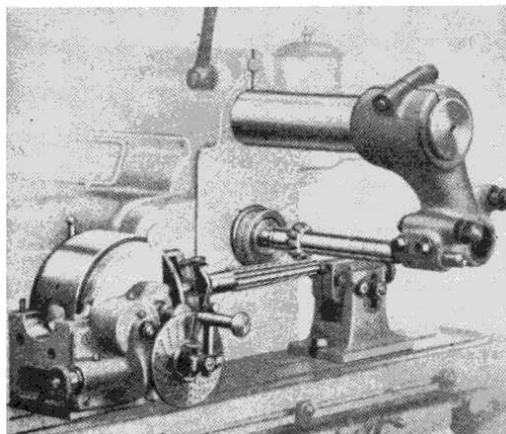


Figure 9 : i)

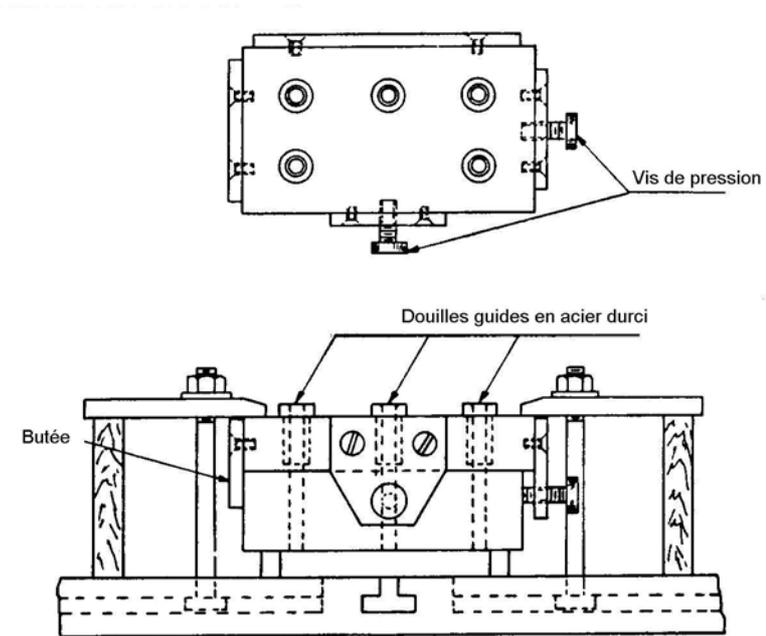


Figure 10 : j)

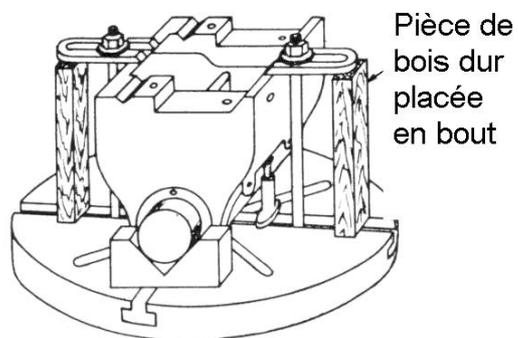


Figure 11 : k)

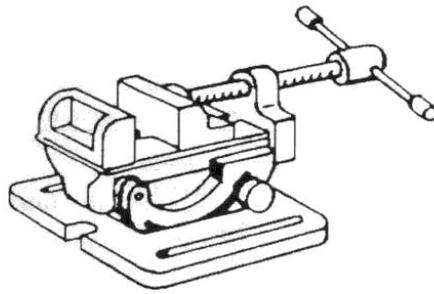
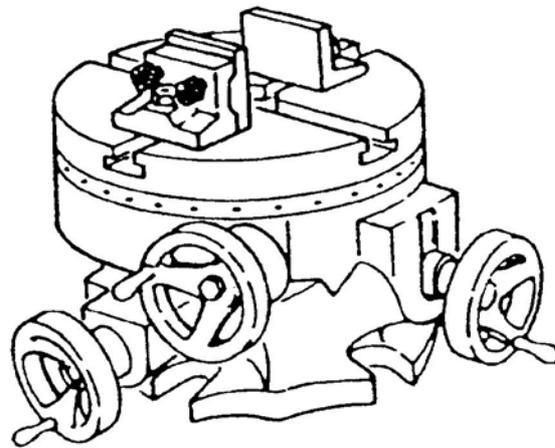


Figure 12 : 1) _____



OBJECTIF : N° D

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Fixer la pièce sur la machine-outil.

- **Description sommaire du contenu :**

Ce résumé théorique comprend les informations nécessaires au montage d'une pièce sur le tour et la fraiseuse.

- **Lieu de l'activité :** En atelier sur un tour et une fraiseuse.

- **Directives particulières :**

OBJECTIF : N° D

DURÉE : 90 min.

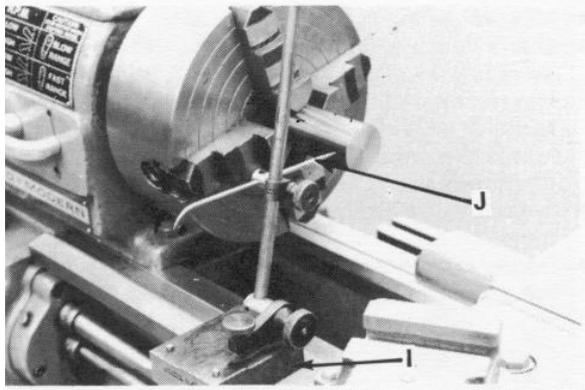
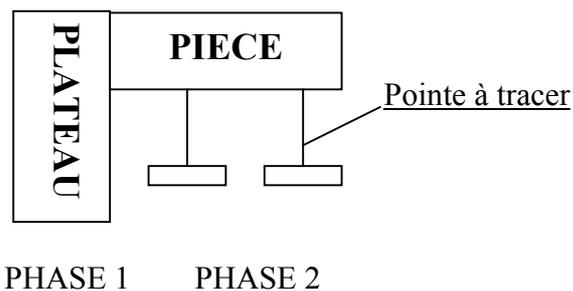
Marche à suivre pour monter et centrer une pièce dans un plateau 4 mors sur un tour :

Fig. 1

1. En se servant des cercles concentriques sur le devant du plateau, ajuster les deux mâchoires diamétralement opposées à 26 mm;
2. Répéter pour les deux autres;
3. Serrer également les mâchoires sur la pièce;
4. Centrage phase 1 :
 - placer la trusquin sur le chariot traînard et approcher la pointe à tracer J le plus près possible des mâchoires et toucher la pièce;
5. Faire tourner le plateau à la main et noter les endroits où il y a le point haut et bas;
6. Desserrer la mâchoire au point bas et serrer la mâchoire opposé en partageant l'espace en deux;
7. Répéter les opérations 5-6 pour obtenir un tournage concentrique;



8. Centrage phase 2 :
 - placer la pointe à tracer à l'extrémité de la pièce et répéter 5;
9. Avec un marteau mou partager le jeu en deux;
10. Répéter phase 1 étape 4-5-6;
11. Répéter phase 2 et ainsi de suite pour obtenir un centrage à la précision requise.

Note : le centrage peut se finaliser au 0,001 mm en utilisant un comparateur à cadran à la place de la pointe à tracer.

Marche à suivre pour installer une pièce dans un étau sur une fraiseuse :

C'est très important que l'étau soit bien appuyé sur la table de la fraiseuse et que la mâchoire fixe de l'étau soit précisément parallèle au déplacement de la table.

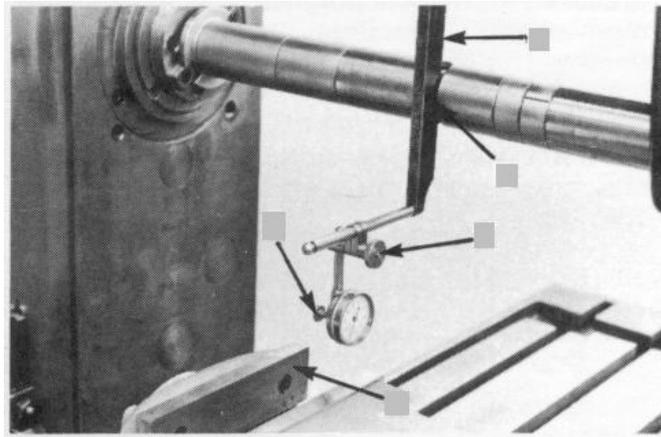


Fig. 2

1. Avant de déposer l'étau sur la table, il faut bien nettoyer la semelle de l'étau et la table de la fraiseuse;
2. Fixer l'étau sur la table à l'aide des boulons appropriés et ouvrir les mâchoires de l'étau;
3. Installer un comparateur à cadran et approcher le palpeur sur une extrémité de la mâchoire fixe. Enfoncer le palpeur pour visualiser une rotation de l'aiguille du comparateur.
4. Déplacer la table horizontale jusqu'à l'autre extrémité de la mâchoire et noter la différence de lecture;
5. Desserrer légèrement les boulons de la section rotative de l'étau. Avec un marteau de plomb frapper légèrement le talon de l'étau pour partager la différence de lecture en deux;
6. Recommencer les étapes 4-5 jusqu'à ce que vous obteniez une différence de zéro d'un bout à l'autre de la mâchoire fixe;
7. Resserrer solidement les boulons et vérifier la différence;
8. Placer la pièce sur des parallèles entre les mâchoires de l'étau;
9. Serrer solidement les mâchoires. Avec un marteau de plomb frapper légèrement sur la pièce. Vérifier si les parallèles sont bien immobilisés par la pièce aux deux extrémités.

OBJECTIF : N° D

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Fixer la pièce sur la machine-outil.

- **Description sommaire de l'activité :**

Le stagiaire doit : monter :

1- sur un tour une pièce dans le plateau 4 mors;

2- sur une fraiseuse une pièce dans l'étau;

De plus centrer la pièce dans le 4 mors et ajuster la mâchoire fixe de l'étau.

- **Lieu de l'activité :** En atelier

- **Liste du matériel requis :**

- Pièce d'acier cylindrique Ø 25 et 100 mm de longueur;
- Pièce d'acier 50x100x25mm d'épaisseur;
- Tour, plateau 4 mors, clés;
- Fraiseuse, étau universel, boulons de fraiseuse, clés;
- Trusquin, règle, marteau de plomb (mou), clés à mollette, comparateur à cadran avec un palpeur à tige de course 12mm.

- **Directives particulières :** Individuellement sur chaque machine.

OBJECTIF : N° D

DURÉE : 90 min.

Le stagiaire doit :

1. Monter une pièce l'acier cylindrique de 25mm de diamètre et de 100 mm de longueur dans un plateau 4 mors sur un tour et réaliser le centrage à une précision $\pm 0,5$ mm.
2. Monter une pièce d'acier de 25mm épaisseurs, 50mm de largeur et 150 mm de longueur dans un étau à fixer sur une table de la fraiseuse et effectuer le réglage de la mâchoire fixe de l'étau parallèle au déplacement de la table longitudinale.

OBJECTIF : N°4

DURÉE : 45 min.

- Objectif poursuivi : Reconnaître les matériaux.

- Description sommaire du contenu :

Ce résumé théorique comprend des informations sur les matériaux ferreux sur les matériaux non-ferreux, ainsi que sur les matériaux non métalliques. On y traite certaines de leurs caractéristiques, de leur composition, ou de leur désignation selon le cas.

- Lieu de l'activité : En classe.

- Directives particulières :

OBJECTIF : N°4

DURÉE : 90 min.

Les différentes sortes de matériaux d'usinage :

Les matériaux d'usinage se divisent en 3 grandes catégories :

Les matériaux ferreux :

- les fontes;
- les aciers à outils;
- les aciers d'usage général.

Les matériaux non ferreux :

- l'aluminium;
- les cuivres;
- le laiton;
- le bronze.

Les matériaux non métalliques :

- le caoutchouc;
- le Nylon;
- le Téflon;
- le plastique.

Les métaux ferreux : les fontes

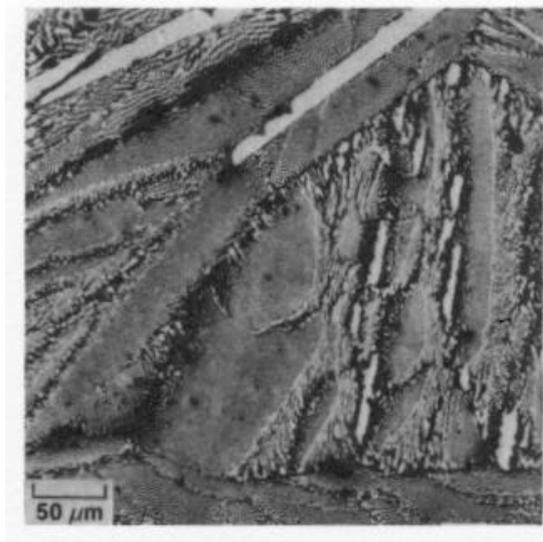


Fig.1 La fonte blanche

Propriétés :

- Elle est composée de 3,5 à 5% de carbone;
- Elle est fragile, cassante et peu usinable;
- Elle est utilisée dans les équipements de broyage (billes, blindages, etc.)

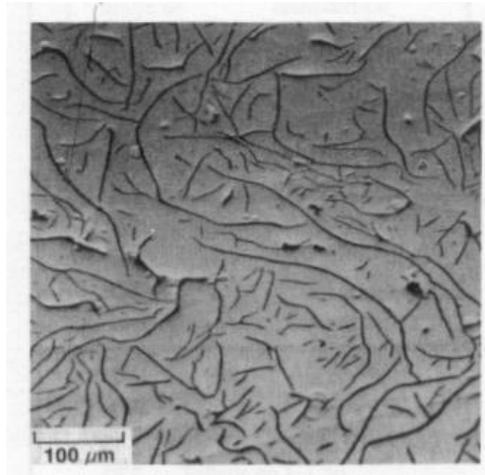


Fig. 2 La fonte grise

Propriétés :

- Elle est composée de 3 à 3,7% de carbone;
- Elle est usinable;
- Elle absorbe les chocs;
- Elle est plus résistante à l'usure si elle est alliée au nickel;
- Elle est utilisée dans les bâtis, les machines, les presses, les laminoirs, les blocs cylindres et les pistons de moteur.

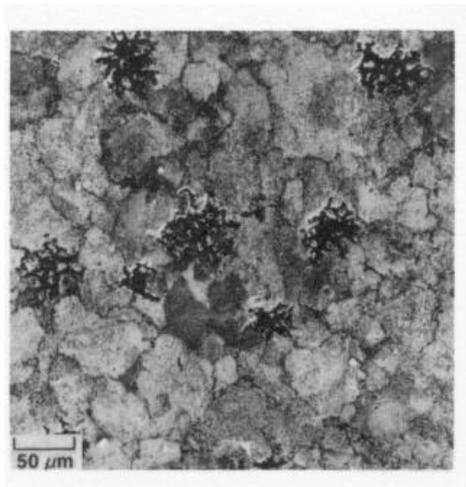


Fig. 3 La fonte malléable

Propriétés :

- Elle est composée de 2 à 2,6 % de carbone;
- Elle est plus ductile, tenace et résistante à l'usure;
- Elle est utilisée en quincaillerie, dans les raccords, les carters, les vannes, les étaux, etc.

Les métaux ferreux : les aciers à l'outils de coupe

➤ **L'acier au carbone :**

- Il perd sa trempe à 300° C;
- Il est le moins résistant à l'usure et à la friction;
- Il coûte environ 6 DH l'outil.
-

➤ **L'acier rapide :**

- Il perd sa trempe à 300°C;
- Il est plus ou moins résistant selon les lettres poinçonnées sur chacun des outil. Les lettres HSS signifie plus résistant que HS;
- Il coûte environ 18 DH.

➤ **Le Stellite :** acier allié au cobalt, au chrome et au molybdène.

- Il est peu fragile;
- Il coûte environ 42 DH.

➤ **Le carbure de tungstène :**

- Il existe des pastilles de différentes formes et de différentes compositions;
- Il est peu fragile aux chocs et aux vibrations;
- Il coûte environ 150 DH.

➤ **La céramique :**

- Il existe aussi des pastilles de différentes formes;
- Il est fragile aux chocs et aux vibrations;
- Elle coûte environ 270 DH.

➤ **Le diamant industriel :**

- Il existe un très grand choix de formes de pastilles;
- Il est fragile aux chocs et aux vibrations;
- Il coûte environ 500 DH.
-

Remarques : - Plus on avance dans l'énumération des différents acier à outils, plus grande est la résistance à l'usure, à la friction et plus grande est la fragilité aux chocs et aux vibrations. Les coûts vont aussi en augmentant.

- Les outils avec des pastilles de carbure, de céramique ou de diamant, nécessitent des machines-outils très robustes et très puissantes afin d'éviter les trop grandes vibrations qui pourraient briser l'outil.

Les matériaux ferreux : Les aciers d'usage général :

➤ L'acier non-aligné (20% de carbone et plus)

Exemple: C 20 donne de l'acier avec 20 % de carbone.

➤ L'acier à faible pourcentage de carbone (moins de 0,5 %)

Exemple: 45 C A V 6.06

45 = 45 de carbone

C = chrome

A = Aluminium

V = Vanadium

6.06 = le % d'élément dominant, donc 6.06 de chrome

➤ L'acier fin (0.05 et plus de carbone)

Exemple: X C 48

X = acier fin

C = carbone

48 = 48 % de carbone

➤ L'acier allié (carbone, manganèse, silicium-chrome)

Exemple: 45 S C 7

45 = 45 % de carbone

S = Silicium

C = chrome

7 = 0.7 % de silicium

Il est souvent utilisé pour les ressorts, les barres de tension etc.

➤ L'acier au chrome :

Exemple: 100 C 3

100 = 1 % de carbone

C = chrome

3 = 0.3 % de chrome

➤ L'acier au chrome vanadium

Exemple: 12 C 4

12 = 12% de carbone

C = chrome

H = 0.4 % de chrome

➤ L'acier nickel chrome

EX : 16 N C 6

16 = 16% de carbone

N = Nickel

C = chrome

6 = 0.6 % de nickel

➤ L'acier laminé à chaud (faible % de carbone, 0.05 % et moins)

- De couleur noire, à surface oxydée et rugueuse :
- Il est utilisé dans le béton armé et l'acier de structure.

➤ L'acier laminé à froid (faible % de carbone, 0.1 % à 0.6 %)

- De couleur grisâtre
- Il est utilisé dans la fabrication générale comme dans des arbres d'engrenage etc.

➤ L'acier rectifié (% de carbone élevé de 0.6 % à 1.5 %)

- Il est de couleur facilement identifiable au fini, clair et brillant et à surface lisse.
- Il est utilisé pour la fabrication d'outils comme des forêts, des alésoirs, etc.

➤ L'acier inoxydable (% dominant de chrome et de nickel)

- Il est aussi de couleur facilement identifiable
- Il résiste à la corrosion
- Il est utilisé pour les ustensiles, les batteries de cuisine etc.

TABLEAU DES PRINCIPAUX SYMBOLES DES MINÉRAUX QUI ENTRE DANS LA COMPOSITION DE L'ACIER

A = Aluminium

C = Chrome

Fe = Fer

G = Magnésium

M = Manganèse

N = Nickel

Pb = Plomb

S = Silicium

V = Vanadium

Z = Zinc

U = Cuivre

E = Étain

**TABLEAU D'INTERPRETATION DANS LA DESIGNATION
DES SORTES D'ACIER**

C = acier au carbone.

S = indice de pureté.

X= indice d'un acier fin lorsque placé au début d'une désignation.

Les matériaux non ferreux :

➤ **L'Aluminium :**

- Il est léger et facile à identifier (gris argenté et brillant);
- A l'état pur (99, 99.5, 99.9%) il est peu résistant et peu usinable;
- Allié au magnésium, au silicium et au cuivre, il devient très résistant et usinable ainsi que moins corrosif aux produits chimiques.

➤ **Le cuivre :**

- Il est de couleur rougeâtre;
- Il est bon conducteur;
- Il est difficile à usiner;
- Il est utilisé dans les conduits et le filage électrique.

➤ **Le Laiton :**

- Il est de couleur jaune doré ou rosé et brillant;
- Il est lourd et à surface lisse;
- Il ne résiste pas à la friction;
- Allié au zinc, il s'oxyde moins rapidement;
- Il est utilisé dans la robinetterie, les tubes, les cartouche, etc.

➤ **Le Bronze :**

- Il est de couleur jaune plus ou moins foncé;
- Il est poreux;
- Ses formes sont souvent moulées ou pressées;
- Allié au plomb et à l'étain, il devient plus résistant à la friction;
- Il est utilisé dans les éléments de machine, de coussinets, d'engrenage ; etc.

LES MATERIAUX NON-METALIQUES :

Le caoutchouc, le Nylon, le Téflon, le plastique, etc.

- Ce sont des matériaux fabriqués dans une grande variété de formes et de couleurs;
- Ils sont utilisés dans la fabrication de pièces diverses telles que : les jointes d'étanchéité, les embrayages, les engrenages, les leviers, les tubes, les canalisations, etc.

OBJECTIF : N°4

DURÉE : 60 min.

- Objectif poursuivi : Reconnaître les matériaux.

- Description sommaire de l'activité :

Le stagiaire doit : reconnaître :

- 1) Les matériaux d'usinage courant à partir des codes de désignation;
- 2) Les matériaux d'outils de coupe à partir d'un échantillonnage d'outils de coupe.

- Lieu de l'activité : En classe.

- Liste du matériel requis :

- Un échantillonnage de matériaux d'usinage ;
- Un échantillonnage de matériaux et d'outils de coupe.

- Directives particulières :

OBJECTIF : N° 4

DURÉE : 60 min.

Le stagiaire doit identifier :

1. Les matériaux d'usinage à partir du code d'identification.
2. Les matériaux des outils du coup à partir d'un échantillonnage d'outils de coupe.

1- Nom des matériaux - C10 -----

2- Nom - 45SC7 -----

3- Nom - XC38 -----

4- Nom - 45C5 -----

5- Nom - 2MC5 -----

6-Nom - 14NCD13 -----

OBJECTIF : N°5

DURÉE : 90 min.

- Objectif poursuivi : Calculer les éléments d'usinage.

- Description sommaire de l'activité :

Le stagiaire doit : calculer à partir d'un plan de pièces :

- 1) Les vitesses de rotation de la pièce en fonction des opérations, des diamètres des pièces et des outils.
- 2) La vitesse d'avance sur la fraiseuse.
- 3) Le réglage d'avance sur le tour.

- Lieu de l'activité : En classe.

- Liste du matériel requis :

- Directives particulières :

OBJECTIF : N°5

DURÉE : 90 min.

Les vitesses de rotation et d'avance se déterminent soit à l'aide de formules ou de tableau.

Vitesse de rotation :

Formule agrégée :

$$\text{RPM} = \frac{320 \times V_c}{D}$$

- RPM = Révolution par minute;
- V_c = Vitesse de coupe en m/min;
- D = Diamètre de l'outil ou de la pièce en rotation;
- 320 = Une constante.

Vitesse d'avance (lente) sur le tour en mm/tour :

- Acier 0.075 à 0.25
- Fonte 0.13 à 0.30 ⇔ Aucun calcul
- Bronze 0.07 à 0.25
- Aluminium 0.13 à 0.25

Avance par dent sur la fraiseuse :

- Acier 0.13 mm/dent
- Fonte 0.18
- Bronze 0.20
- Aluminium 0.20

Vitesse de coupe en m/min

- Acier 30
- Fonte 18
- Bronze 27
- Aluminium 60

VITESSE PERIPHERIQUE						
M/mm	6	9	15	21	24	30
Diamètre Du foret mm	TR/MN					
0.5	3.878	5.817	9.695	13.573	15.512	19.389
1.0	1.939	2.908	4.847	6.786	7.756	9.695
1.5	1.293	1.939	3.232	4.524	5.171	6.463
2.0	971	1.456	2.427	3.397	3.883	4.854
2.5	776	1.165	1.941	2.717	3.105	3.882
3.0	647	970	1.617	2.264	2.587	3.234
3.5	554	832	1.386	1.940	2.218	2.772
4.0	485	728	1.213	1.698	1.940	2.425
4.5	431	647	1.078	1.509	1.724	2.156
5.0	388	582	970	1.359	1.552	1.940
6.0	323	485	809	1.132	1.294	1.617
7.0	277	416	693	970	1.109	1.386
8.0	243	364	606	849	970	1.213
9.0	216	323	539	755	862	1.078
10.0	194	291	485	679	776	970
11.0	176	265	441	617	706	882
12.0	162	243	404	566	647	809
13.0	149	224	373	522	597	746
14.0	139	208	346	485	554	693
15.0	129	194	323	453	517	647
16.0	121	182	303	424	485	606
17.0	114	171	285	399	457	571
18.0	108	162	269	377	431	539
19.0	102	153	255	357	409	511
20.0	97	146	243	340	388	485
22.0	88	132	221	309	353	441
24.0	81	121	202	283	323	404
26.0	75	112	187	261	299	373
28.0	69	104	173	243	277	346
30.0	65	97	162	226	259	323
35.0	55	83	139	194	222	277
40.0	49	73	121	170	194	243
45.0	43	65	108	151	172	216
50.0	39	58	97	136	155	194
60.0	32	49	81	113	129	162
70.0	28	42	69	97	111	139
80.0	24	36	61	85	97	121
90.0	22	32	54	75	86	108
100.0	19	29	49	68	78	97

Les vitesses de rotation correspondant aux vitesses périphériques non indiquées peuvent être obtenues par une simple addition ou soustraction. Par exemple :

45 m/mn 30 - 15 = 1.455 tr/mn (pour Ø 10mm)

18 m/mn 24 - 6 = 3.878 tr/mn (pour Ø 1.5 mm)

Recommandation générale sur les opérations d'usinage :

Vitesse de rotation :

- Opération** :
- avec alésoir RPM normal $\div 2$
 - de moletage RPM $\div 2$ Avance $\div 3$
 - de fraisage RPM $\div 2$
 - d'alésage RPM $\div 2$
 - de filetage RPM $\div 2$

Vitesse d'avance : peu être plus ou moins grande dépendant de l'opération d'usinage de l'état des outils, de la sorte de matériaux et la rigidité du montage.

Note : Il est souhaitable d'effectuer des essais avec une avance plus lente et augmenter par la suite à celle calculée.

Exemple de calcul de RPM :

1- Calculer le **RPM** d'une pièce d'acier de 50 mm de diamètre sur le tour :

$$\text{RPM} = \frac{320 \times V_c}{D} \quad V_c = \text{acier } 30\text{m/min}$$

$$\frac{320 \times 30}{50} = 192 \text{ RPM}$$

2- Calculer le **RPM** d'une fraise de 60 mm de diamètre pour usiner une pièce de fonte :

$$\text{RPM} = \frac{320 \times 18}{60} = 96$$

$$\text{RPM} = 96$$

Vitesse d'avance sur la fraiseuse :

Formule abrégée : RPM x avance par dent x nombre de dents de la fraise

$$\text{Vitesse avance} = \text{RPM} \times \text{avance/dent} \times \text{N dents}$$

Exemple :

Calculer l'avance pour usiner une pièce d'aluminium 50 mm de diamètre sur une fraiseuse avec une fraise de 100 mm de diamètre comprenant 30 dents

$$\text{RPM} = \frac{320 \times 60}{50} = 380$$

$$\text{Vitesse d'avance} = \text{RPM} \times \text{avance/dents} \times \text{Nombre de dents}$$

$$380 \times 0,20 \times 30 = 2280\text{mm/min}$$

ou 2,28 m/min

Avance par dent (fraises en acier rapide)												
Matière	Fraises En bout		Fraises hélicoïdales		Fraises à rainurer		Fraises en bout à trou		Fraises de forme		Fraises scies	
	po	mm	po	mm	po	mm	po	mm	po	mm	po	mm
Aluminium	022	0.55	018	0.45	013	0.33	011	0.28	007	0.18	005	0.13
Bronze	014	0.35	011	0.28	008	0.20	007	0.18	004	0.10	003	0.08
Fonte	013	0.33	010	0.25	007	0.18	007	0.18	004	0.10	003	0.08
Acier doux	012	0.30	010	0.25	007	0.18	006	0.15	004	0.10	003	0.08
Acier (à outils)	010	0.25	008	0.20	006	0.15	005	0.13	003	0.08	003	0.08
Inoxydables	006	0.15	005	0.13	004	0.10	004	0.08	002	0.05	002	0.02

AVANCE POUR DIVERSES MATIERES (USINAGE A L'OUTIL EN ACIER RAPIDE)		
Matière	Passé de dégrossissage	Passé de finition
	Millimètres	Millimètres
Acier d'usinage	0.25 – 0.50	0.075 – 0.25
Acier à outils	0.25 – 0.50	0.075 – 0.25
Fonte	0.40 – 0.65	0.13 – 0.30
Bronze	0.40 – 0.65	0.075 – 0.25
Aluminium	0.40 – 0.75	0.13 – 0.25

OBJECTIF : N°5

DURÉE : 90 min.

- Objectif poursuivi : Calculer les éléments d'usinage.

- Description sommaire de l'activité :

Le stagiaire doit : calculer à partir d'un plan de pièces :

- 1) Les vitesses de rotation de la pièce en fonction des opérations, des diamètres des pièces et des outils.
- 2) La vitesse d'avance sur la fraiseuse.
- 3) Le réglage d'avance sur le tour.

- Lieu de l'activité : En classe.

- Liste du matériel requis :

- Directives particulières :

OBJECTIF : N°5

DURÉE : 90 min.

Le stagiaire doit calculer à partir du plan de la pièce fig. 1 :

1. La vitesse de rotation de la pièce brute A-B.
2. La vitesse de rotation de la pièce au diamètre C-D.
3. La vitesse de rotation du perçage E.
4. La vitesse de rotation du centrage F.
5. La vitesse de rotation du moletage.
6. La vitesse de rotation du fraisage de la clé demi-lune.
7. La vitesse de rotation pour tailler la rainure 3x 1.5.
8. Régler l'avance au tournage.
9. Régler l'avance sur la fraiseuse si la fraise à deux lèvres et \varnothing 6 mm.

EXERCICE PRATIQUE

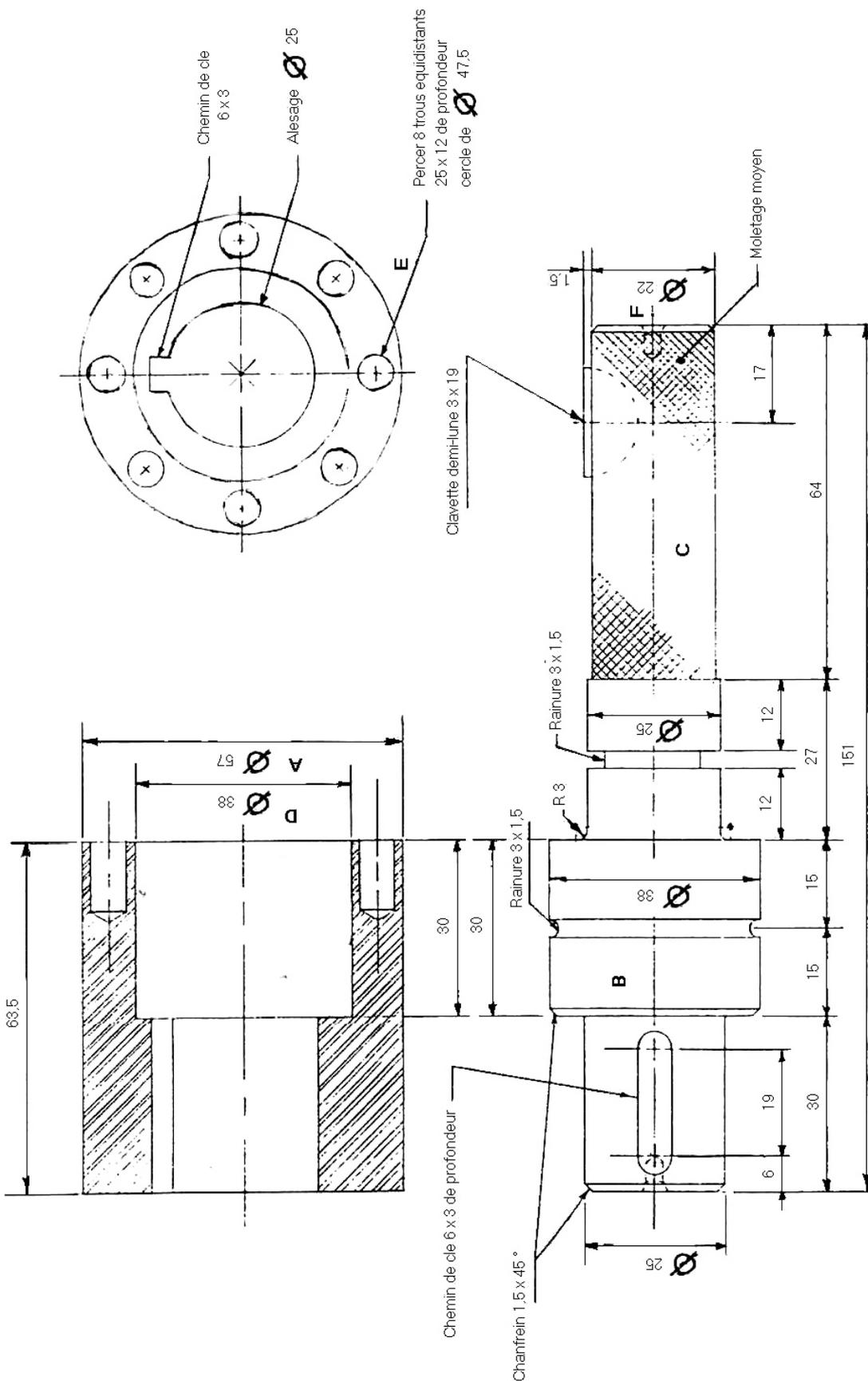


Fig. 1

OBJECTIF : N° E

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Régler la machine outil.

- **Description sommaire du contenu :**

Ce résumé théorique comprend les informations nécessaires au réglage des machines outils.

- **Lieu de l'activité :** En atelier et en classe.

Directives particulières :

- En équipe de deux ou trois stagiaires;
- Pendant les activités de manipulations des commandes et des réglages, le moteur des machines doit être à l'arrêt.

OBJECTIF : N° E**DURÉE : 90 min.****Introduction :**

Le stagiaire doit avant de régler les vitesses, reconnaître les vitesses, les parties principales et se familiariser à l'opération des machines-outils de l'atelier

Le stagiaire doit :

1. Identifier les parties des machines-outils;
2. S'informer sur l'opération, la marche à suivre pour charger les vitesses et les règles de sécurité à chacune des machines-outils;
3. Appliquer la marche à suivre de chacune des machines-outils tel que :
 - Les perceuses sensibles, à colonnes, radiales.
 - Les fraiseuses horizontales et verticales.
 - Les rectifieuses planes.

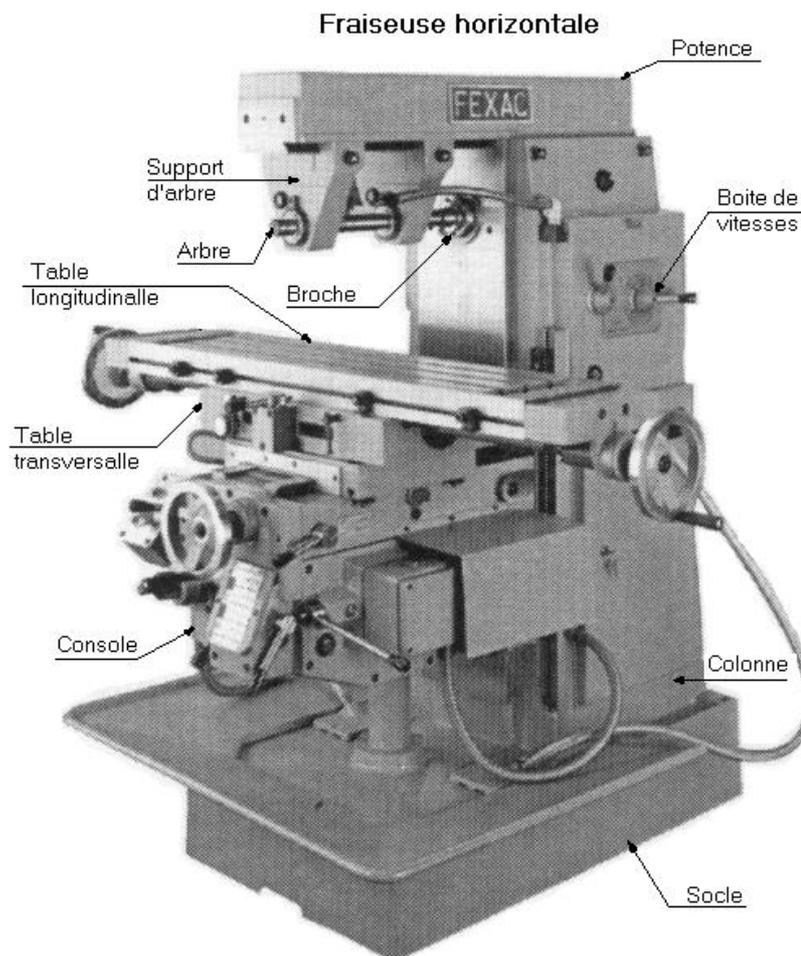


Fig. 1

Perceuse radiale

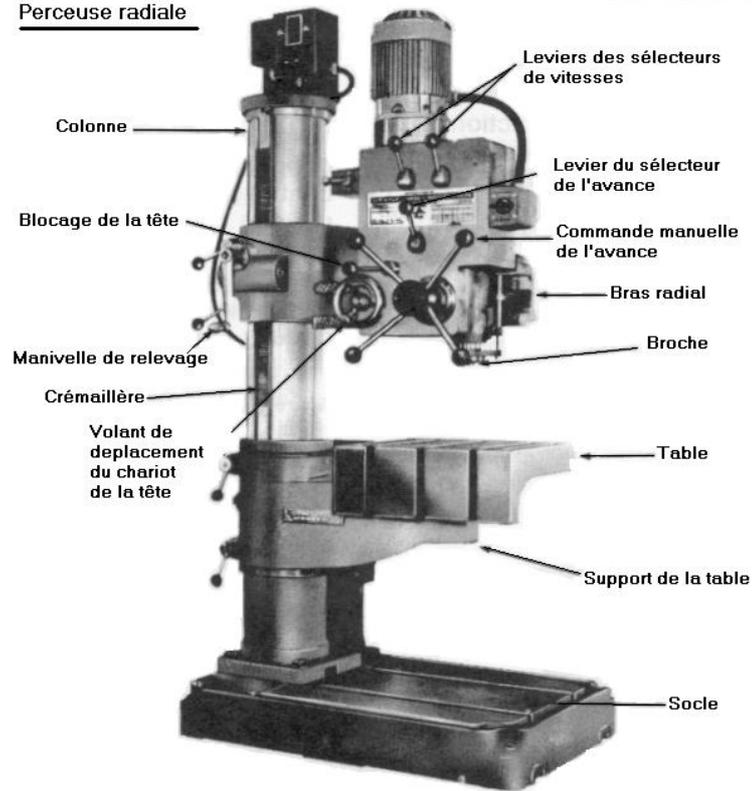


Fig. 2

Perceuse sensitive

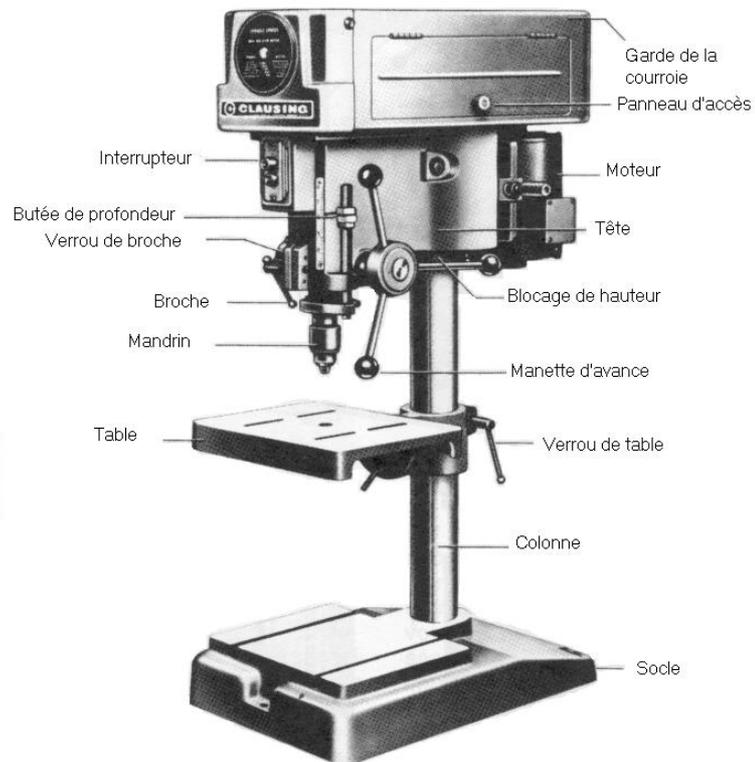


Fig. 3

Rectifieuse de surface plane

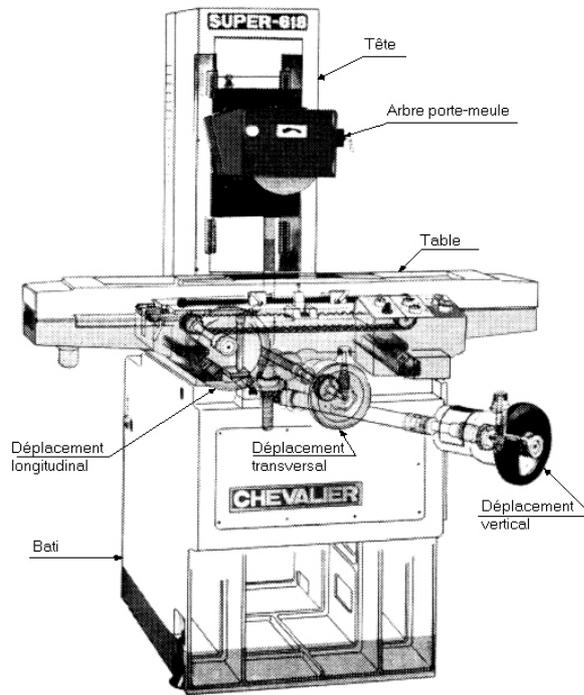


Fig. 4

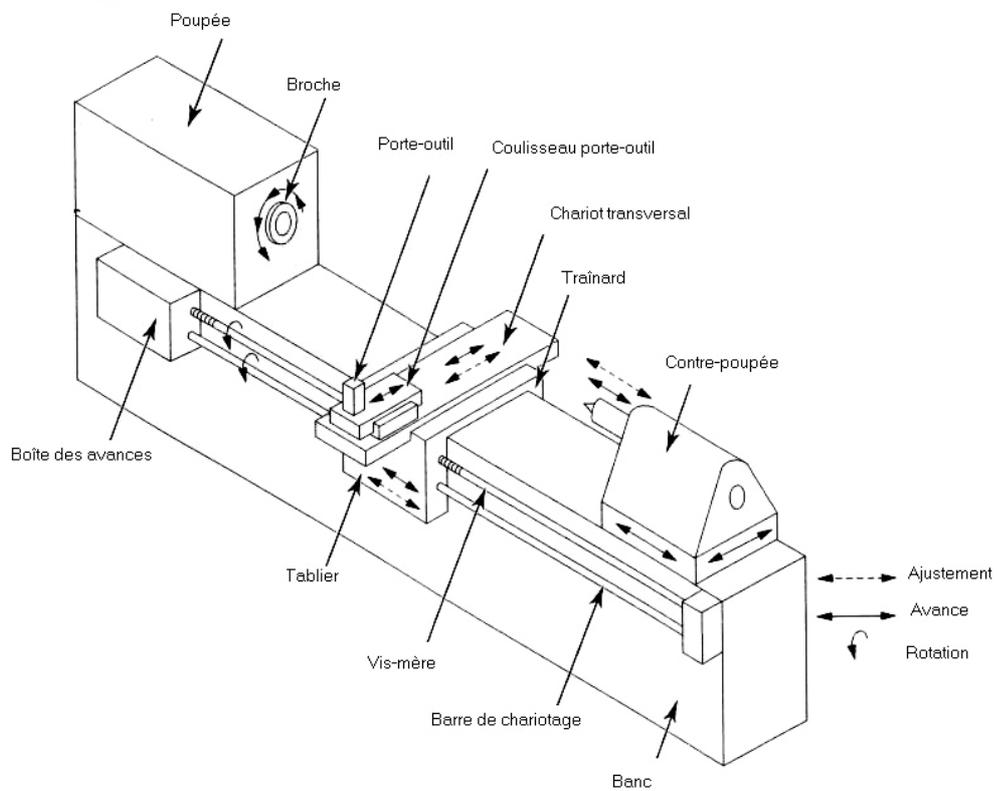


Fig. 5

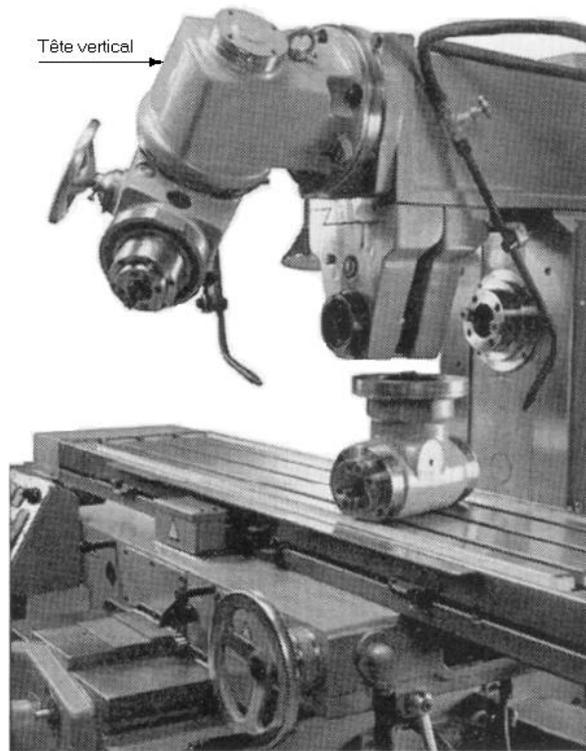


Fig. 6

OBJECTIF :N° E

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Régler la machine outil.

- **Description sommaire de l'activité :**

Le stagiaire doit régler les machines-outils (RPM et vitesse d'avance) à partir des résultats des calculs de l'objectif N°6.

- **Lieu de l'activité :** En atelier.

- **Liste du matériel requis :**

- **Directives particulières :**

EXERCICE PRATIQUE

OBJECTIF :N° E

DURÉE : 90 min.

Régler les machines-outils (RPM et vitesse d'avance) à partir des résultats des calculs de l'objectif N°6.

OBJECTIF : N°6

DURÉE : 60 min.

- **Objectif poursuivi :** Mesurez avec précisions les dimensions et les qualités géométriques des pièces. en unités du système international.

- **Description sommaire du contenu :**

Ce résumé théorique comprend les informations nécessaires sur les instruments de mesure et la vérification de la concentricité et du parallélisme.

- **Lieu de l'activité :** En laboratoire.

- **Directives particulières :**

Remarque :

1. Le manchon (figure 2), en plus des graduations 0,50 et 1,0 mm, comporte une échelle vernier où chaque graduation vaut 0,002 mm.

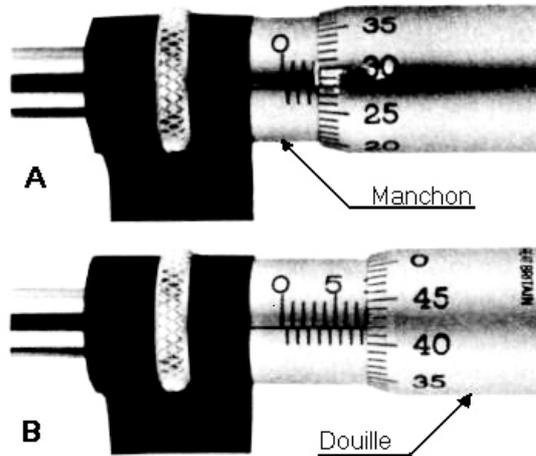


Fig. 3

2. Chaque tour complet de la douille, la broche du micromètre se déplace de 0,50 mm.

Lecture de la figure 1:

1. Sur la ligne de référence du manchon on lit le plus gros chiffre découvert. Dans ce cas 10.
2. On regarde à nouveau sur la ligne de référence combien de graduations sont dégagées après le chiffre 10 - a) combien de ligne à 0,50 mm;
- b) combien de ligne à 1,0 mm.
Dans ce cas il n'y a pas de 0,5 et de 1,0 mm de dégagée.
3. On regarde sur la douille quel chiffre est vis à vis de la ligne de référence. Dans ce cas on a le chiffre 15 plus une graduation, donc 16.
4. Maintenant on regarde quelle ligne du manchon est complètement vis à vis une graduation de la douille. Dans ce cas c'est le 4 :

$$\begin{aligned}
 1) & 10 \times 1 = 10,000 \text{ mm} \\
 2 \text{ a)} & 0 \times 0,5 = 0,000 \text{ mm} \\
 2 \text{ b)} & 0 \times 1,0 = 0,000 \text{ mm} \\
 3) & 16 \times 0,01 = 0,160 \text{ mm} \\
 4) & 4 \times 0,002 = \underline{0,008 \text{ mm}} \\
 & 10,168 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Graduation du pied a coulisse :

- La règle est graduée à tous le mm;
- Les chiffres indiquent les cm;
- L'échelle vernier est graduée en 1/50 mm ou 0,02 mm.

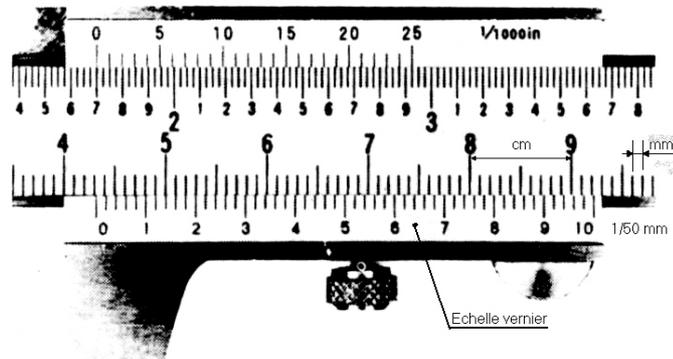


Fig. 3

Lecture du pied a coulisse :

1. Regarder où le zéro de l'échelle vernier est placé par rapport aux chiffres sur la règle. Dans ce cas le zéro est passé le 4.
2. Compter le nombre de graduation de la règle qui sont avant le zéro de l'échelle vernier. Dans ce cas 3.
3. Regarder attentivement quel chiffre ou graduation de l'échelle vernier et bien vis à vis une graduation de la règle. Dans ce cas 9.

$$\begin{array}{l}
 1) \quad 4 \times 10 = 40 \text{ mm} \\
 2) \quad 3 \times 1,0 = 3 \text{ mm} \\
 3) \quad 9 \times 0,02 = \underline{0,18 \text{ mm}} \\
 \quad \quad \quad 43,18 \text{ mm}
 \end{array}$$

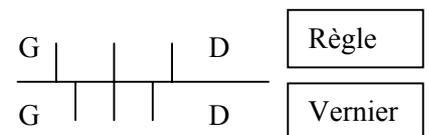


Fig. A

Remarque :

Pour s'assurer d'une bonne lecture à l'étape 3, on regarde attentivement tous graduations de la règle et de l'échelle vernier qui son très proche (fig. A).

On s'aperçoit que la graduation de gauche et de droite sur l'échelle vernier sont à l'intérieur de celle de gauche et de droite de la règle. Donc la lecture très précise est la graduation du centre sur l'échelle vernier. Dans le cas à l'étape 3 était 9.

Note : Les figures 4 et 5 illustre la façon de mesurer avec un pied à coulisse un diamètre intérieur et un diamètre extérieur.

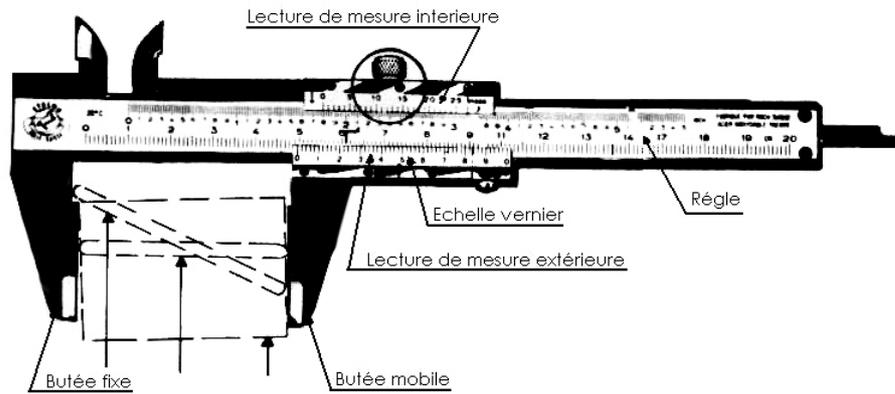


Fig. 4

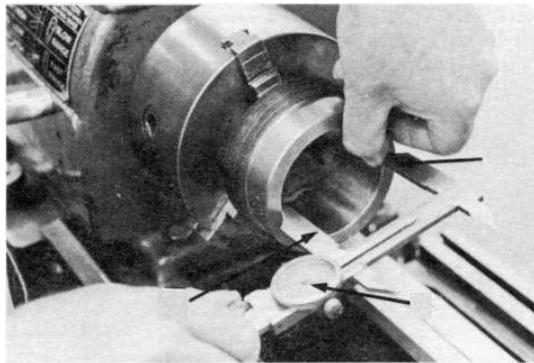


Fig. 5

Mesurer précisément à la règle

La figure 6 montre une façon de mesurer précisément avec la règle.

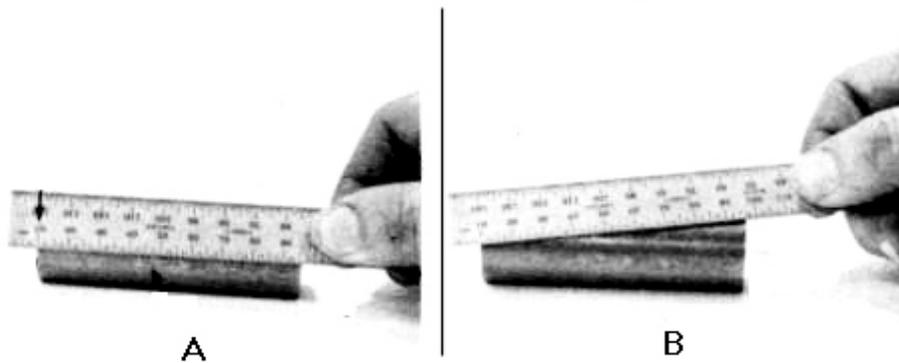


Fig. 6

Pour mesurer précisément à la règle, lorsqu'on ne peut pas appuyer le bout sur un épaulement :

1. Ajuster une graduation (dans ce cas le 10) égale au bout de la pièce et lire la mesure à l'autre extrémité.
2. Placer la règle parallèle à l'axe fig. 6A.
3. On soustrait ensuite le (10) pour obtenir la mesure précise.

Mesure avec une jauge expansible

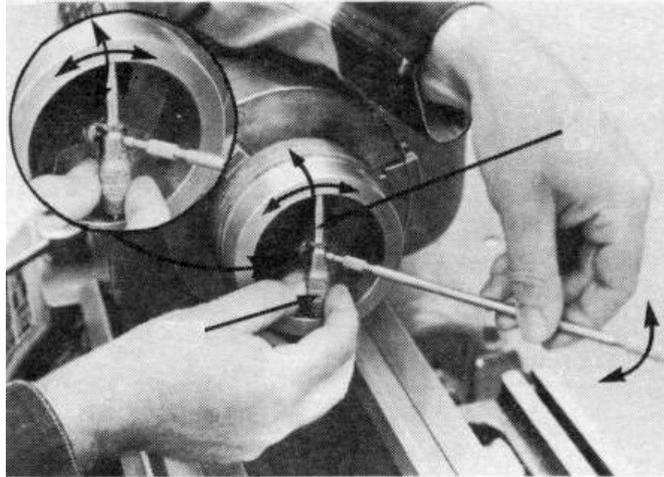
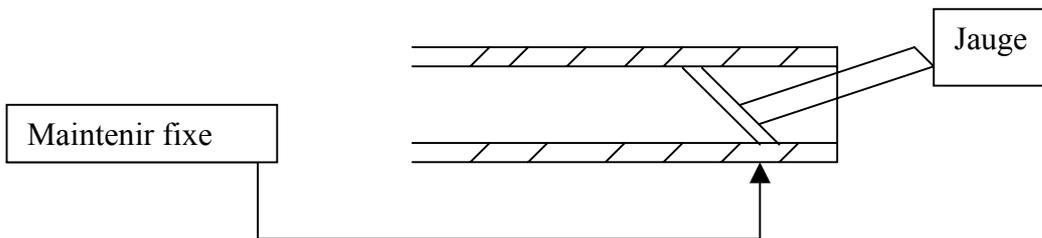


Fig. 7

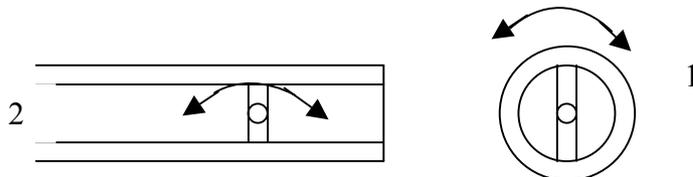
1. Insérer la jauge angulairement dans le trou et bloquer légèrement.



2. Ramener la jauge perpendiculairement à l'axe de la pièce et bloquer plus fortement.



- 3- Osciller dans le sens (1) pour obtenir le diamètre réel.
- 4- Osciller dans le sens (2) pour obtenir la plus petite longueur.



Remarque :

- 1- Généralement si les étapes 1 et 2 ont été bien exécutées la prise de mesure est exacte.
- 2- Vérifier la mesure avec le micromètre pour obtenir le résultat (fig.8).

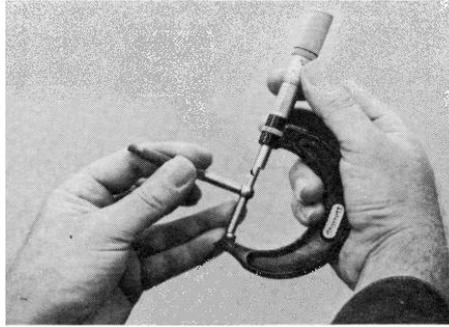


Fig. 8

Mesurer un filet :

Pour mesurer un filet on peut utiliser deux méthodes :

1- Avec un micromètre à filet (fig.9).

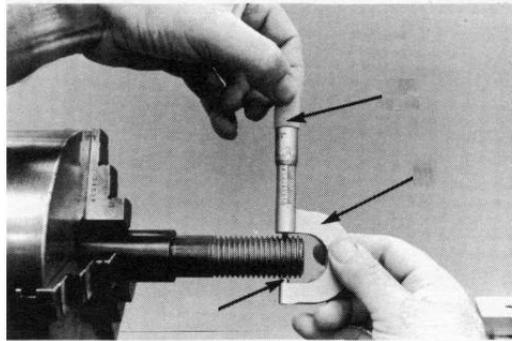


Fig. 9

2- Avec les trois broches (fig.10).

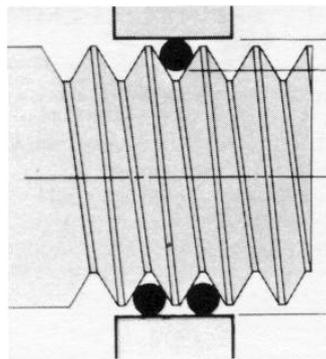


Fig. 10

- Avec la méthode des trois broches, il faut sélectionner le bon numéro selon le filet à mesurer dans un tableau.
- Mesurer avec un micromètre régulier et vérifier la mesure dans le tableau correspondant.

Le contrôle du parallélisme et de la concentricité

La vérification se fait avec la pièce entre - pointes sur un tour, ou sur une banc d'essai à l'établi à l'aide d'un comparateur à cadran.

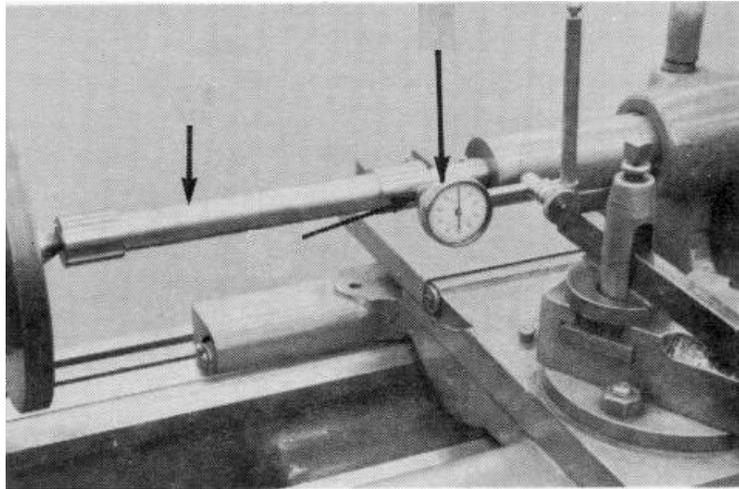


Fig. 11

OBJECTIF : N°6

DURÉE : 120 min.

- **Objectif poursuivi :** Mesurez avec précision les dimensions et les qualités géométrique des pièces.

- **Description sommaire de l'activité :**

Le stagiaire doit : Mesurer au 0,001de mm, les dimensions et contrôler la concentricité et le parallélisme à partir d'un échantillonnage de pièces cylindriques et de pièces de différentes formes.

- **Lieu de l'activité :** En laboratoire ou en classe.

- **Liste du matériel requis :**

- Pièces cylindriques comprenant différents diamètres intérieurs et extérieurs;
- Pièces de différentes formes et opérations d'usinage;
- Banc d'essai avec deux pointes et supports ajustables;
- Outils : - micromètres intérieurs, extérieurs, à filets;
- verniers simples, verniers de hauteur;
- équerres de précisions, jauge expansible;
- comparateurs à cadran, cales d'épaisseurs, rapporteurs d'angles.

Accessoires :

Équerre de montage rectifié, serres - jointes d'outilleur, vis blocs avec accessoires de fixation.

- **Directives particulières :** Individuellement.

OBJECTIF : N°6

DURÉE : 120 min.

A partir de différentes pièces le stagiaire doit mesurer :

- a- Les diamètres intérieurs et extérieurs avec une précision au 0,001 mm;
- b- Les longueurs au 0,5 mm;
- c- Les angles au $\frac{1}{2}$ degré;
- d- La concentricité au 0,01 mm;
- e- Le parallélisme au 0,01 mm;

À l'aide d'instruments de mesure et des accessoires.

OBJECTIF : N° F

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Exécuter sur les machines-outils conventionnelles, des opérations d'usinage telles que : tronçonner, percer, aléser, tourner, fraiser et rectifier.

- **Description sommaire du contenu :**

Ce résumé théorique comprend des informations sur les objectifs poursuivis à chacun des pièces.

- **Lieu de l'activité :** En atelier.

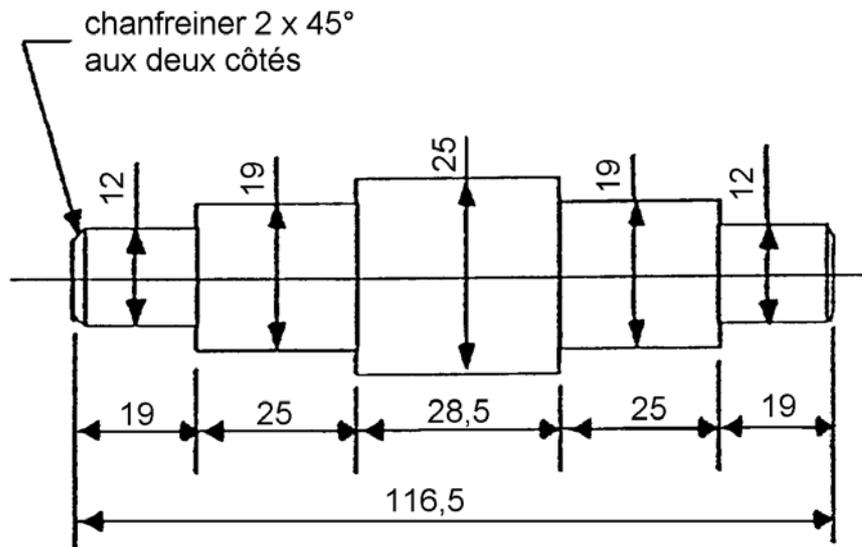
- **Directives particulières :**

OBJECTIF :N° F

DURÉE : 90 min.

Objectifs visés à chacune des pièces :*Pièce N°01 figure 1:*

Tolérance sur les diamètres $\pm 0,5$ mm;
 Tolérance sur les longueurs $\pm 0,5$ mm;
 Fini lisse de l'outil.



- Initier le stagiaire à la maîtrise des opérations d'usinage de base telles que : centrer, surfacer, tourner, ébaucher et finir.
- Se familiariser avec la machine à des opérations telles que :
 - Régler les vitesses de rotation et d'avance.
 - Utiliser correctement les commandes des chariots, de changement de direction etc.
 - Pratiquer à la prise des mesures exactes avec différents outils telles que : compas hermaphrodite, compas extérieur, règles, micromètres et verniers.

Pièce N°02 figure 2:

Tolérances sur tous les diamètres à $\pm 0,02$ mm.

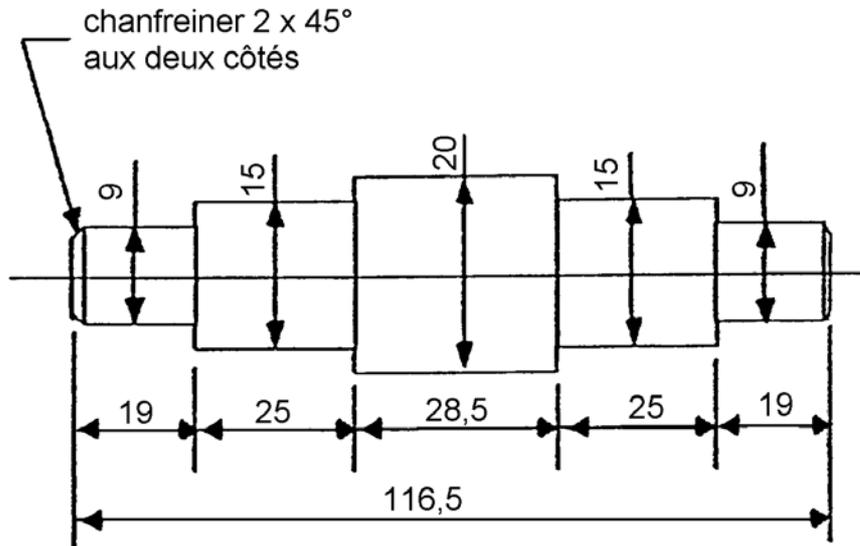


Fig. 2

- Réussir à usiner la pièce aux diamètres et aux tolérances exigées.

Pièce N°03 figure 3:

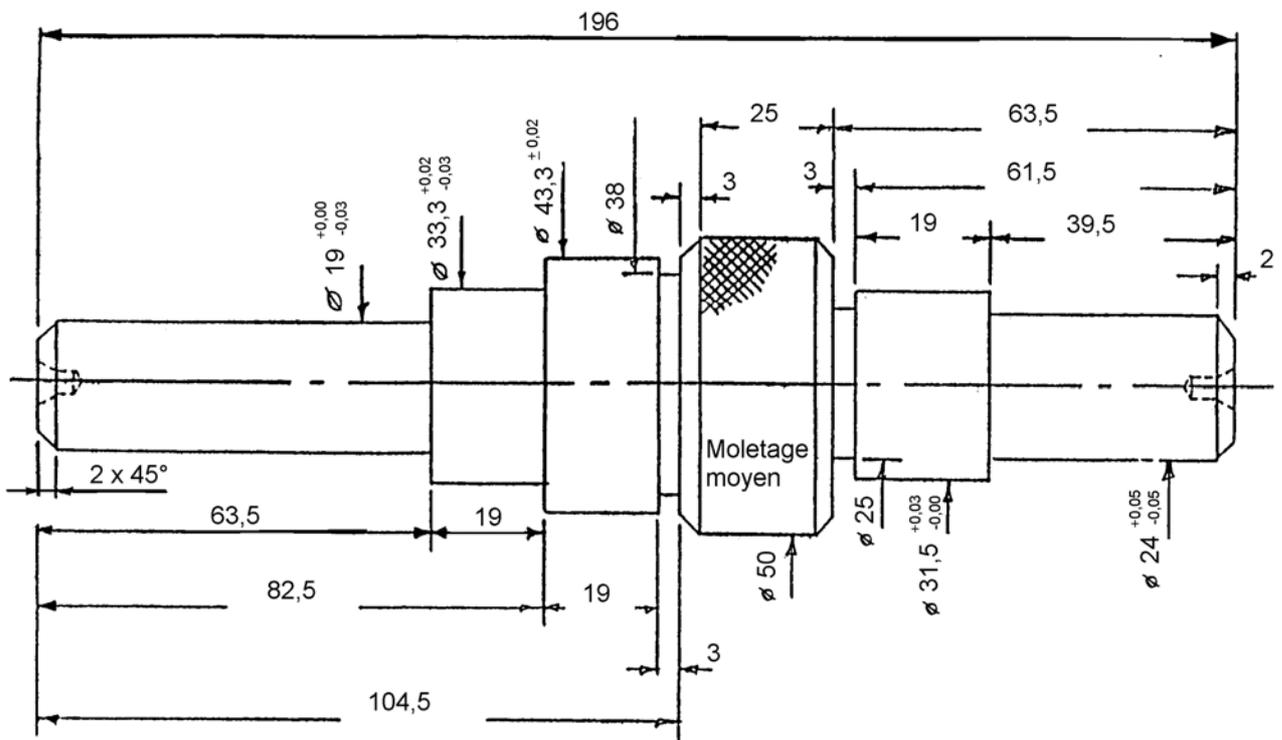
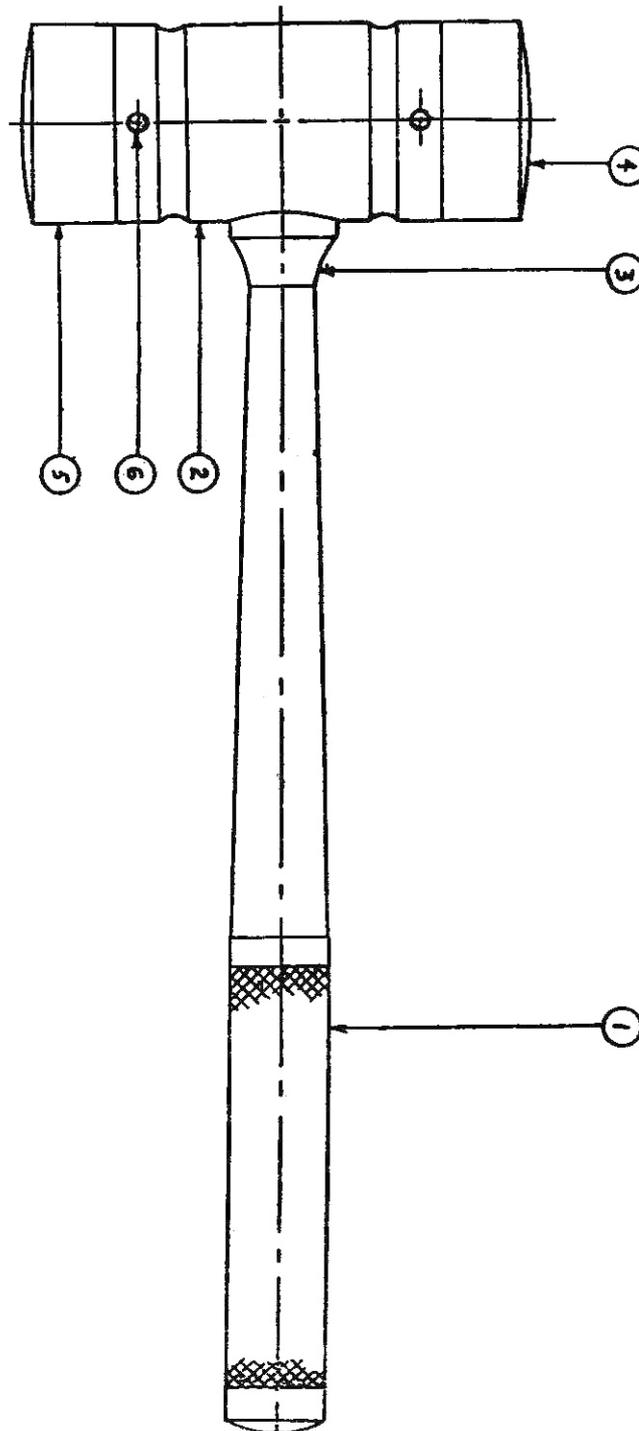


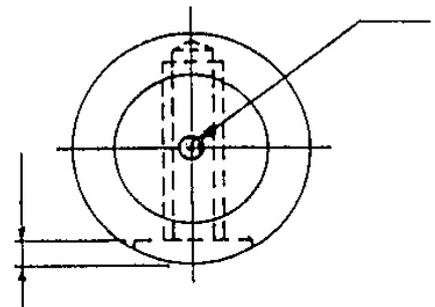
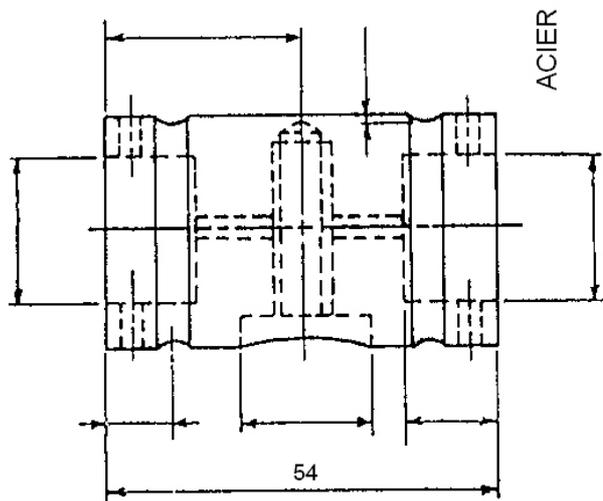
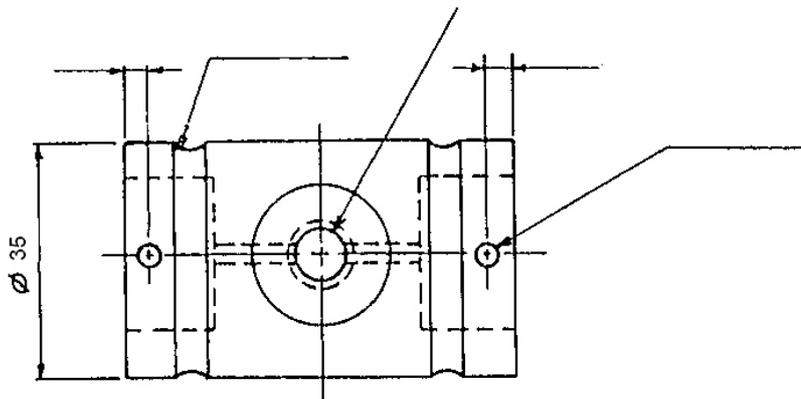
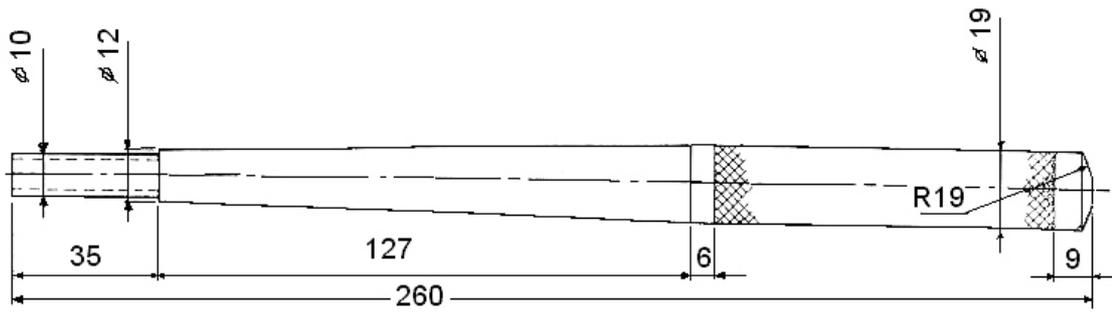
Fig. 3

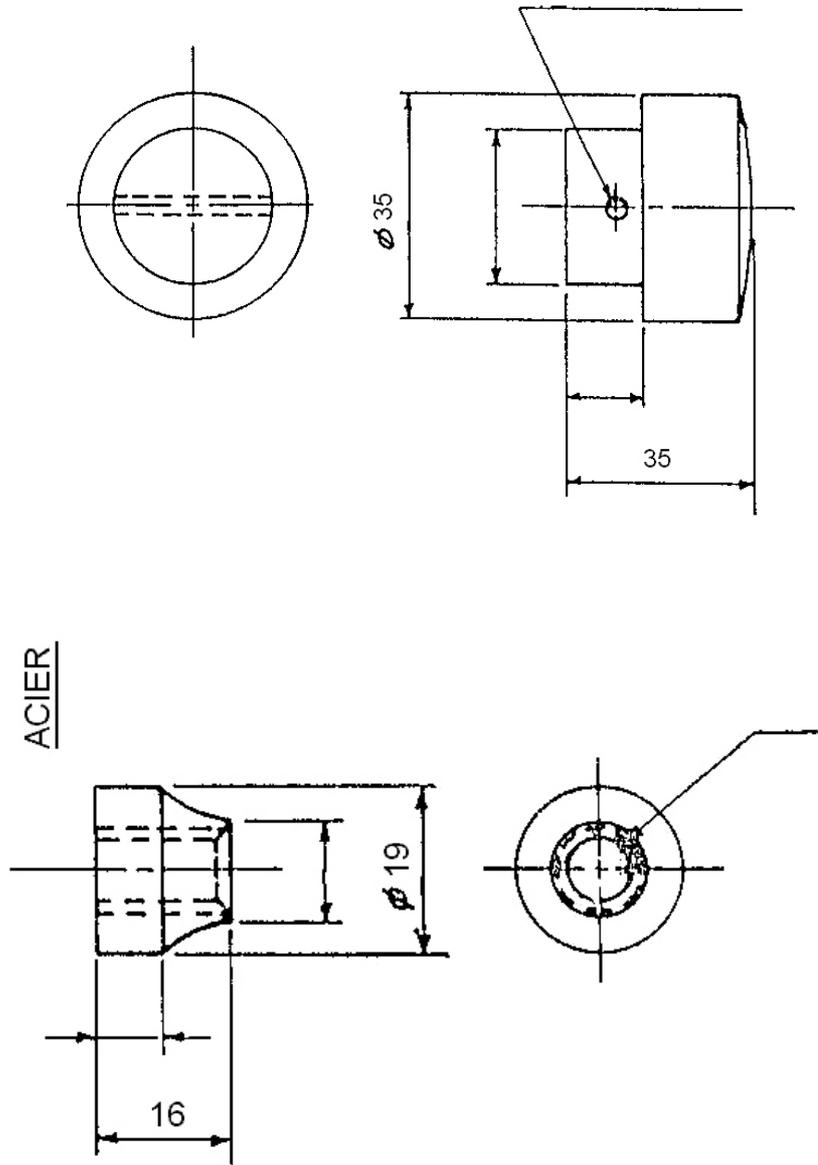
- Respecter les dimensions et les tolérances.
- Appliquer de nouvelles opérations d'usinage telles que : tronçonner, chanfreiner et moleter.

Pièce N°05 :

- Appliquer de nouvelles opérations d'usinage telles que : tourner conique, tailler des filets, chambrer, tarauder.
- Usiner différents matériaux.
- Finir lustré.
- Réaliser un assemblage de pièces.







OBJECTIF : N° F

DURÉE : 90 min.

- **Objectif poursuivi :** Exécuter sur des machines-outils conventionnelles, des opérations d'usinage telles que : tronçonner, percer, aléser, tourner, fraisier, rectifier.

- **Description sommaire de l'activité :**

Le stagiaire doit usiner à partir de plans, les pièces suivantes :

1. Pièce étagée.
2. Pièce étagée de précision.
3. Pièce de précision à opérations multiples.
4. Pièce de fraisage et de rectifieuse.
5. Pièce synthèse.

- **Lieu de l'activité :** En atelier.

- **Liste du matériel requis :**

Directives particulières :

- chaque stagiaire usine les pièces, sélectionner ses outils, ses accessoires et les machines.
- la finition des pièces 1, 2, 3, 4 aux diamètres et aux tolérances exigées doit être réaliser uniquement avec outils de coup. L'utilisation de la lime à tour et défendu sauf pour enlever les bavures.

OBJECTIF :N° F**DURÉE :** 90 min.

Le doit usiner les différentes pièces selon les plans sur les machines appropriées.

Pièce	Temps prévu
Pièce N° 01	6
Pièce N° 02	4
Pièce N° 03	12
Pièce N° 04	10
Pièce N° 05	35

Tolérance sur les diamètres $\pm 0,5$ mm

Tolérance sur les longueurs $\pm 0,5$ mm

Fini lisse de l'outil

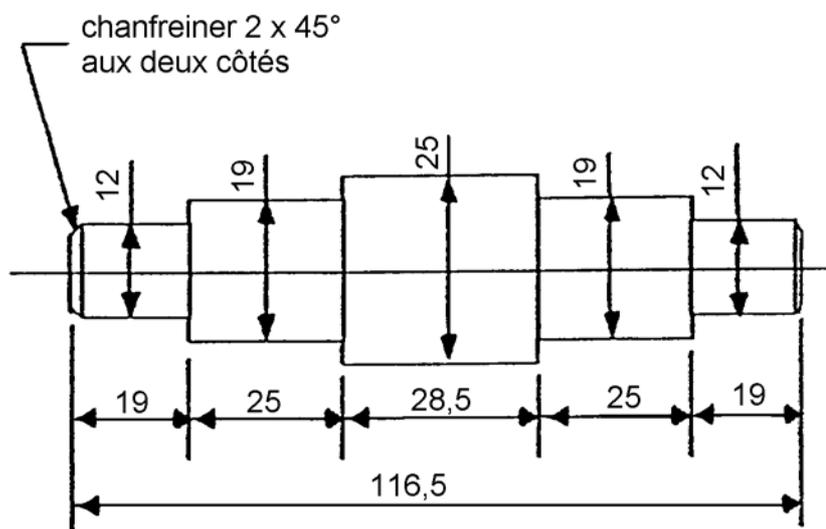


Fig. 1 Pièce n° 1

- 1 = Facer un bout de pièce et percer avec la mèche à centrer.
 - 2 = Tourner la pièce, facer jusqu'à $\frac{43}{4}$ (114,5) de long et centrer.
 - 3 = Machiner le diamètre de 1 (25) au centre de la pièce.
 - 4 = Machiner le diamètre de $\frac{3}{4}$ (19) de $\frac{13}{4}$ (44) de long.
 - 5 = Machiner le diamètre de $\frac{1}{2}$ (12) de $\frac{3}{4}$ (19) de long.
 - 6 = Tourner la pièce et répéter les opérations 4 et 5.
- Tolérance tous les diamètres à $\pm 0,02$ mm

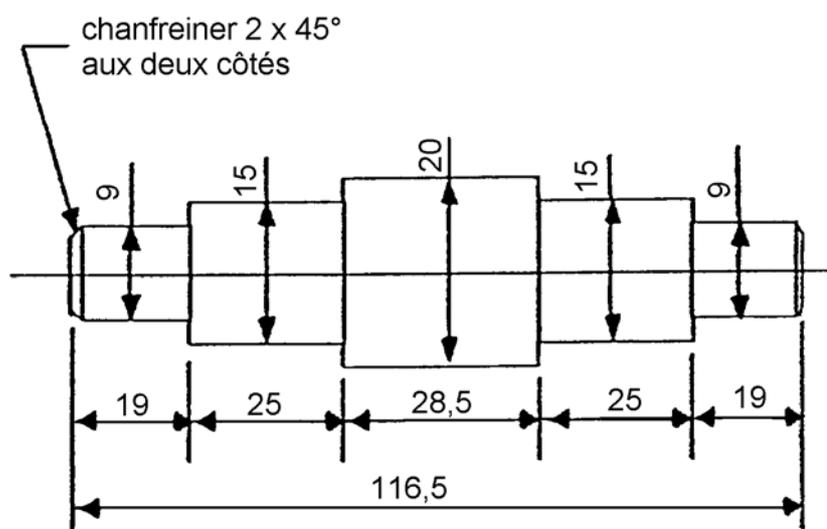


Fig .2 Pièce n° 2

- 1 = Facer un bout de pièce et percer avec la mèche à centrer
- 2 = Tourner la pièce, facer jusqu'à 43/4 de long et centrer
- 3 = Machiner le diamètre de 20 au centre de la pièce
- 4 = Machiner le diamètre de 15 de 44 de long
- 5 = Machiner le diamètre de 9 de 19 de long
- 6 = Tourner la pièce et répéter les opérations 4 et 5.

Exercice de tournage de précision

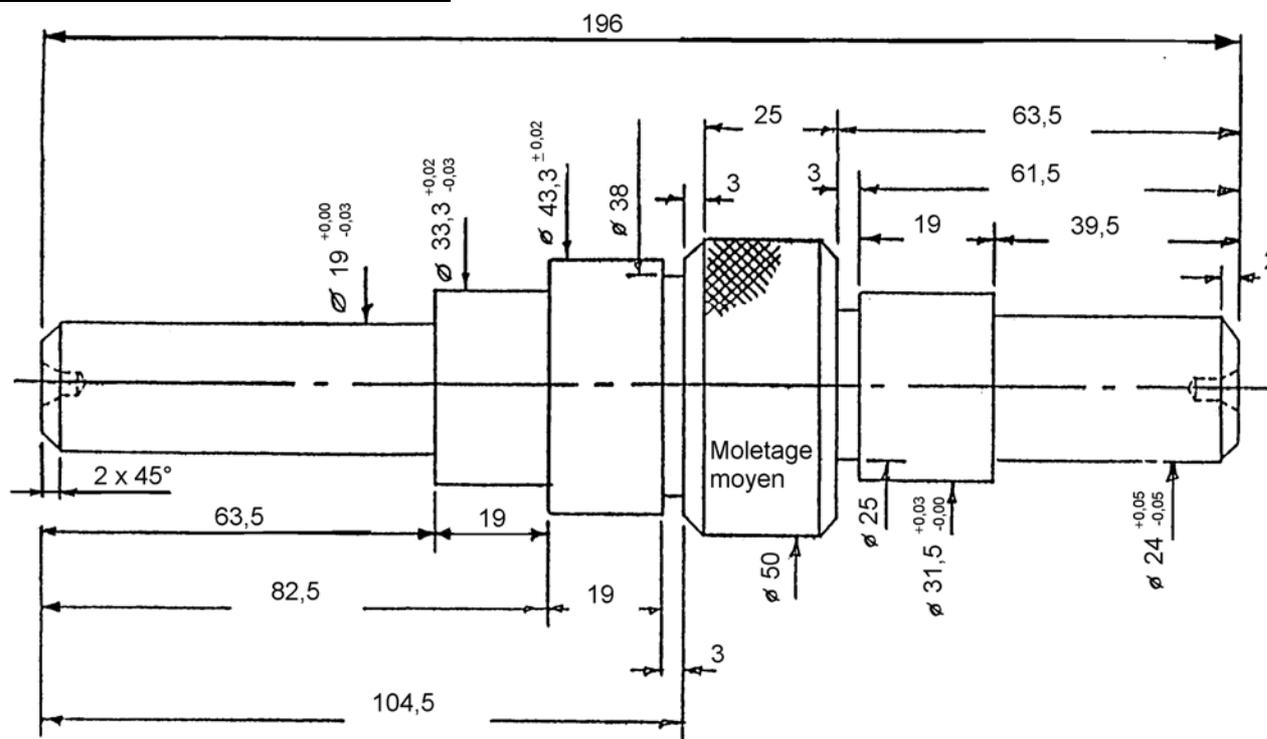
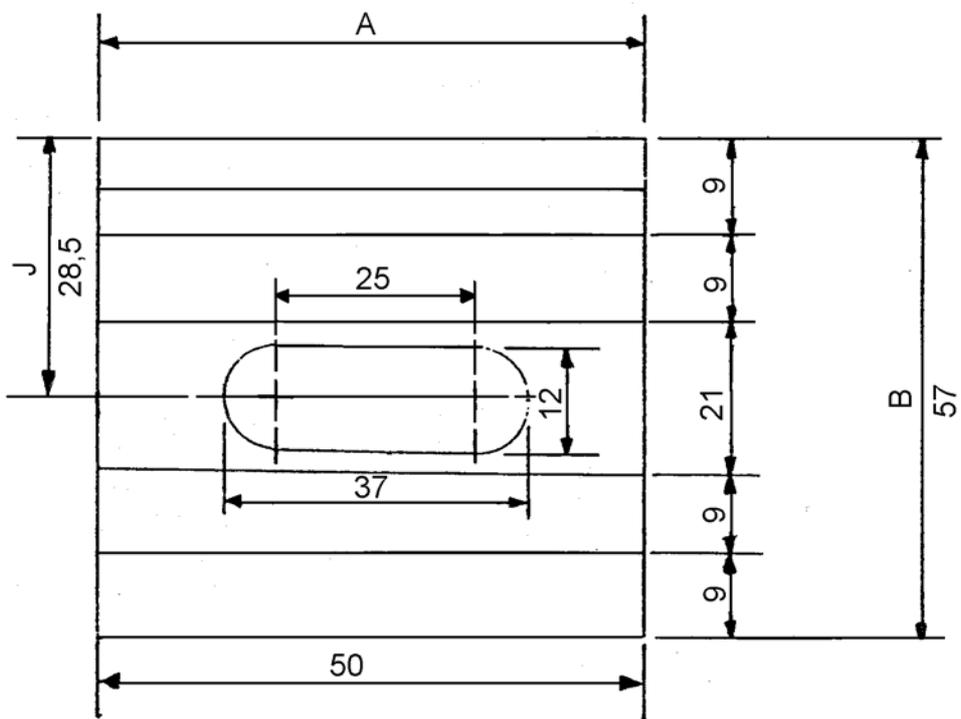
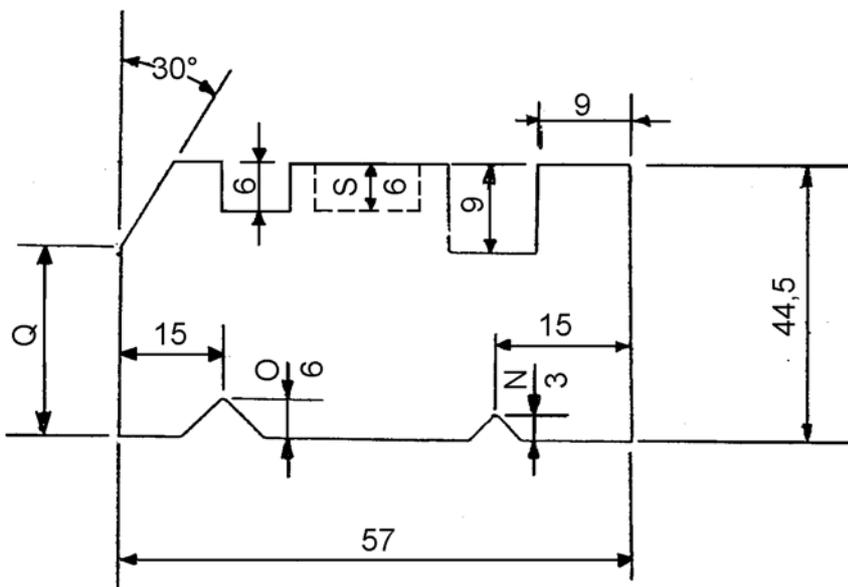


Fig .3 Pièce n° 3

EXERCICE PRATIQUE



PLAN



PROFIL

Fig. 4 Pièce n° 4

EXERCICE PRATIQUE

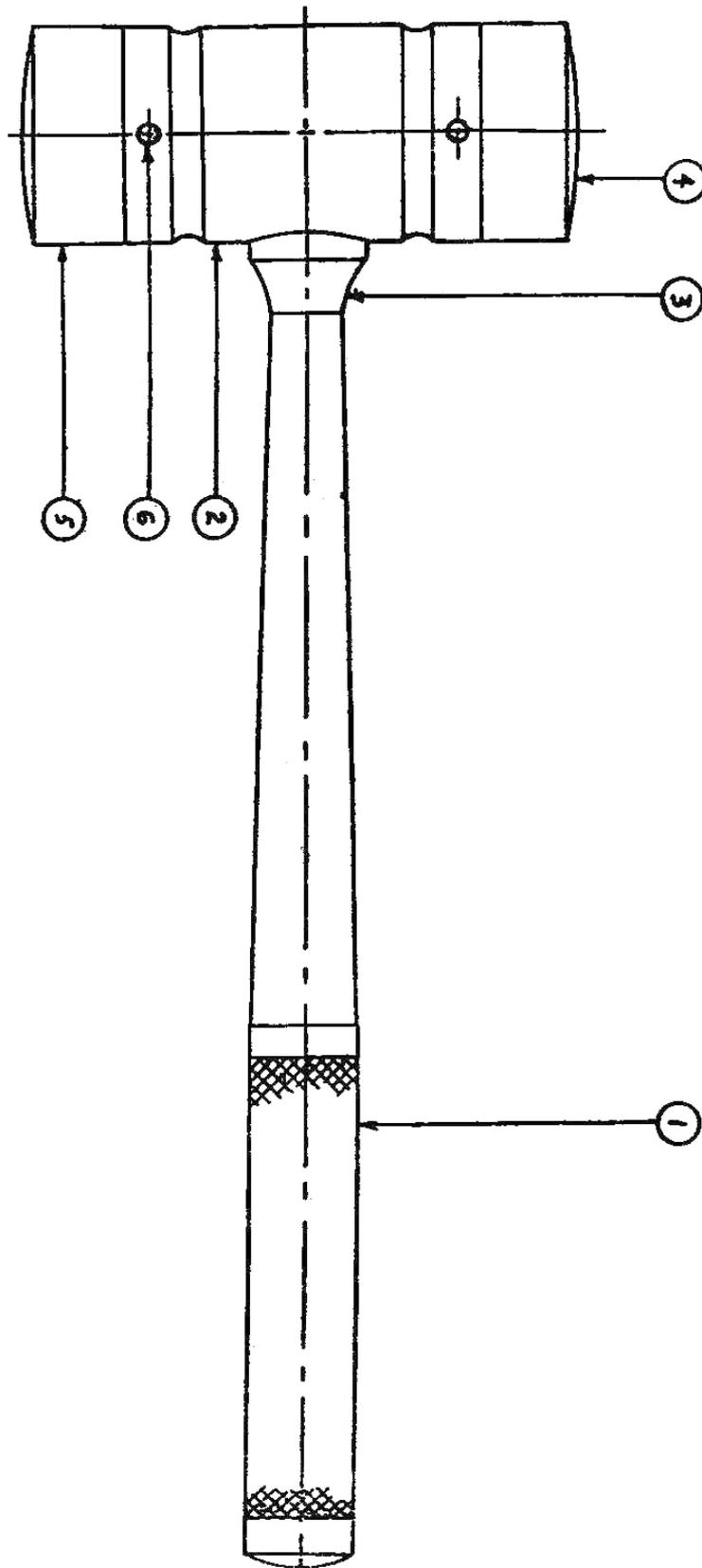


Fig. 5 Pièce n° 5

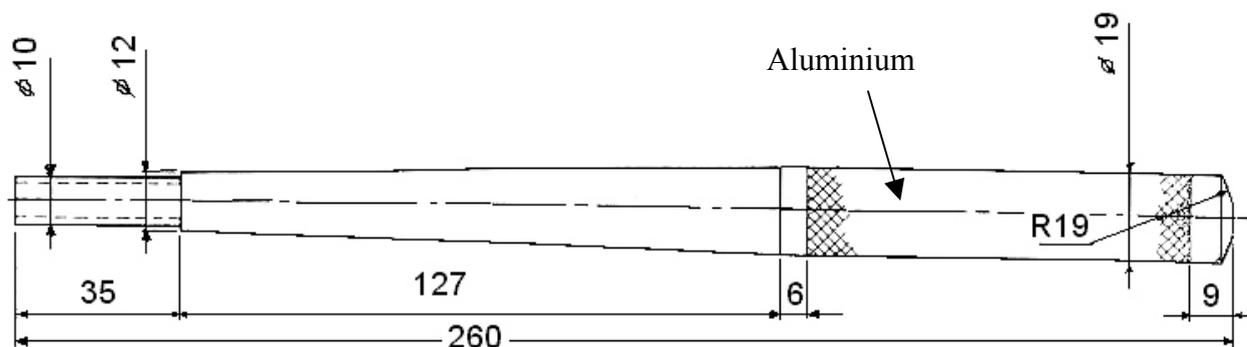


Fig. 6 Pièce n° 5

FICHE D'USINAGE

<i>OP</i>	<i>DEP</i>	<i>DESCRIPTION DES OPERATIONS</i>	<i>DIMENSIONS</i>	<i>OBJECTIFS</i>
1	T	Surfacier et centrer un bout (4 mors)	Nettoyer seulement	A
2	T	Surfacier et centrer l'autre bout -	278 de long	A
3	T	Tracer la position du moletage	9 x 9 x 82,5 x 6	A
		N.B : N'oublier pas le matériel en trop pour le centre 14		A
4	T	Moleter 19 dia x 82,5 de long	35 ± 0,5 de lg	
5	T	Tourner 9 dia x 35 de long	5 ± 0,12 dia x 35±0,5	A
6	T	Tourner la conicité (déplacement des pointes)	Desaxement x = 7,55	A
		$X = \frac{D - d}{2} \times \frac{L}{l}$		A
7	T	Fileter 3/8-24 NF (à l'outil)	Outil 60°	A
8	T	Enlever le centre et limer le rayon 3/4	(3 mors) 260 ± 0,5	A
		N.B : Protéger le moletage avec des plaques d'aluminium		
9	T	Briser tous les coins vifs		
OUTILLAGES			INSTRUMENTS DE CONTROLE	
Mandrin 3 mors, contre-pointe, pointe-mobile, pointe-fixe, outil à moleter, gabarit 60°, lime de tour.			Règle 12 po, vernier, micromètre 0-1, gabarit à rayon (3/4), micromètre à filet.	

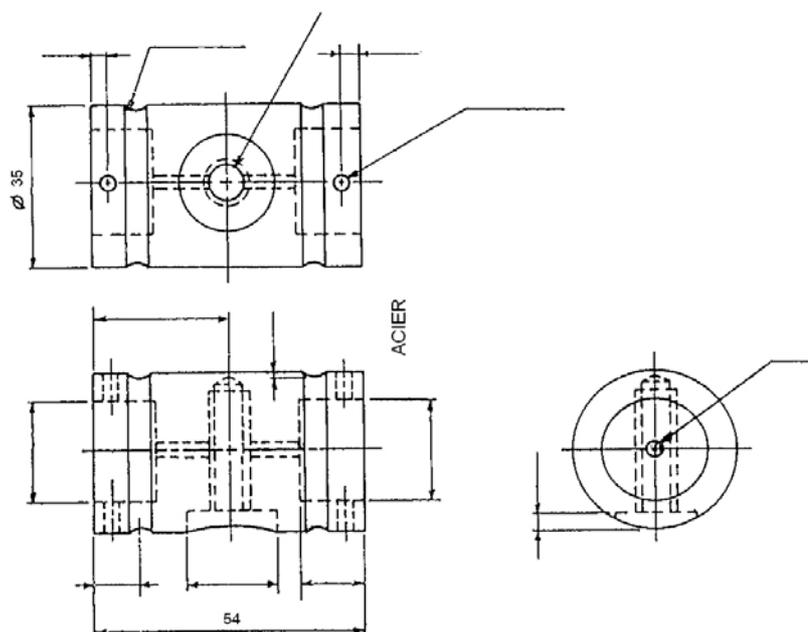


Fig. 7 Pièce n° 5

FICHE D'USINAGE

OP	DEP	DESCRIPTION DES OPERATIONS	DIMENSIONS	OBJECTIFS
1	T	Montrer la pièce 37 dia dans (4mors)	37 hors des mors	A
2	T	Surfacer le bout	Nettoyer seulement	A
3	T	Tourner la rainure 2,5 ray. x 5 de large	4,5 ± 0,5 x 5 ± 0,5	A
4	T	Centrer et percer 6 x 30 de long	Foret 6 dia x 30 de long	A
5	T	Aléser 19/12,02 dia x 9/16 de profond	19/19.02 x 15 ± 0,5	A
6	T	Monter le bout usine dans le mandrin	19/19.02 x 15 ± 0,5	A
7	T	Surfacer le bout à 54 longs	0.02 1.1/2 hors mandrin	A
8	T	Tourner la rainure 2.5 ray. x 5 de large	mandrin	A
9	T	Centrer et percer 3 dia x 30 de long	54 ± 0.5 de long	A
10	T	Aléser 19/19.02 dia x 15 de profond	4.5 ± 0.5 x 5 ± 1/64	A
11	T	Monter et centrer (indicateur de centre)	Foret 3 dia x 30 lg	A
12	T	Centrer et percer pour tarauder N.B. : Percer 1.1/4 à la pointe du foret	15 ± 1/64 10-1.25	A
13	T	Chambrier 19 dia x 4.5 de profond		A
14	T	Tarauder 10 – 1.25 NF x 30 de profond		A
15	T	Briser tous les coins vifs	19 ± 0.5 x 4.5 ± 0.5 Taraud 3/8-24 NF	A
OUTILLAGES			INSTRUMENTS DE CONTROLE	
Jacob, foret à centrer No 3 outils de 3/32 ray, mandrin tre, tourne à gauche, huile de coupe, outil à chambrer, lime de tour.			Règle 6 po, vernier, micromètre 0-1, de profondeur, micromètre d'intérieur	

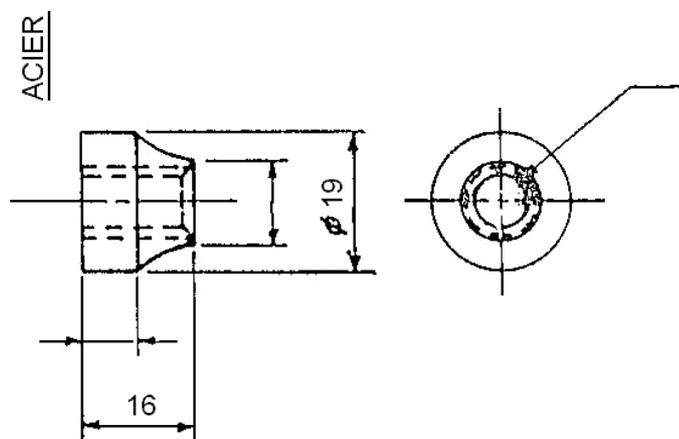


Fig. 8 Pièce n° 5

FICHE D'USINAGE

<i>OP</i>	<i>DEP</i>	<i>DESCRIPTION DES OPERATIONS</i>	<i>DIMENSIONS</i>	<i>OBJECTIFS</i>
1	T	Monter la barre de 19 x 50 long	37 hors des mors	A
2	T	Surfacer le bout	Nettoyer	A
3	T	Tourner $\frac{1}{2}$ rayon	$\frac{1}{2}$ ray. 5/16 x 13 dia	A
4	T	Centrer et percer pour tarauder 10-1.25		A
5	T	Tarauder 10-1.25	Taraude 10-1.25 NF x 2.5	A
6	T	Tronçonner pour couper	16.5 de long	A
7	T	Surfacer l'autre bout	$16 \pm 1/64$	A
8	T	Briser tous les coins vifs		A
OUTILLAGES Mandrin 3 mors outil $\frac{1}{2}$ rayon, mandrin Jacob foret à centrer, tourner gauche, outil à tronçonner, huile de coupe, lime de tour.			INSTRUMENTS DE CONTROLE Règle 6 po, vernier, micromètre 0-1, gabarit à rayon $\frac{1}{2}$.	

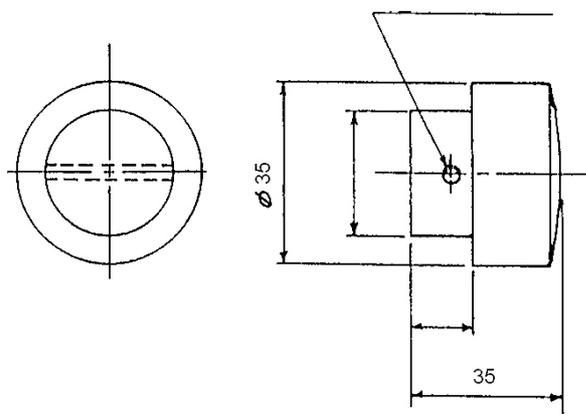


Fig. 9 Pièce n° 5

FICHE D'USINAGE

<i>OP</i>	<i>DEP</i>	<i>DESCRIPTION DES OPERATIONS</i>	<i>DIMENSIONS</i>	<i>OBJECTIFS</i>
1	T	Monter la pièce 37 dia x 32 log-4 mors	19 hors des mors	A
2	T	Surfacier le bout	Nettoyer seulement	A
3	T	Tourner 19.12 ± 001 dia x de long	$19.12 \pm 0.02 \times \frac{1}{2} \pm 1/64$	A
4	T	Surfacier l'autre bout de longueur	35 ± 0.5	A
5	T	Tourner 35 dia extérieur	35 ± 0.5 dia	A
6	T	Limer 88 rayons		A
7	T	Briser tous les coins vifs (2 pièces)		A
8	T	Assembler proprement la tête et les embouts à l'aide d'une presse N.B. Mettre de la graisse pour faciliter l'accès		A A A A
9	T	Percer les deux trous de 1/8 de diamètre	Foret 3 dia	A
10	T	Assembler les deux tiges		
OUTILLAGES Mandrin 3 mors, outil manuel, lime de tour, presse, hydraulique, étau, foret centrer, marteaux, graisse.			INSTRUMENTS DE CONTROLE Règle 6 po, vernier, micromètre 0-1, gabarit à rayon.	

OBJECTIF : N°G

DURÉE : 30 min

- **Objectif poursuivi :** Entretien et nettoyer le poste de travail.

- **Description sommaire du contenu :**

Ce résumé théorique comprend la description des opérations à exécuter pour entretenir et nettoyer le poste de travail.

- **Lieu de l'activité :** En classe ou en atelier.

- **Directives particulières :**

OBJECTIF : N°G**DURÉE : 30 min**

Dans un atelier pour réduire les risques d'accidents, diminuer les pertes de temps et rendre les tâches plus faciles et agréables, les stagiaires doivent s'habituer à travailler dans un atelier bien propre et bien rangé.

Pour cela il doit :

- Évacuer les rebuts au fur et à mesure de chaque intervention.
- Libérer les passages de tout obstacle à la circulation.
- Nettoyer les outils après leur utilisation. Il faut toujours que la machine sur laquelle on réalise des opérations d'usinage, soit arrêtée pour la nettoyer, la régler ou pour mesurer la pièce travaillée.
- Vérifier et entretenir les équipements et les outils avant leur rangement.
- Grouper les outils selon leur catégorie et leur grosseur.
- Classer les outils dans des coffrets selon leur usage.
- Ranger le matériel toujours au même endroit afin d'en faciliter le repérage et simplifier l'inventaire (voir figure 1 et 2).



Figure 1



Figure 2

OBJECTIF : G

DURÉE : 30 min

- **Objectif poursuivi :** Entretien et nettoyage le poste de travail.

- **Description sommaire de l'activité :**

Le stagiaire doit être capable d'entretenir et nettoyer le poste de travail après chaque opération réaliser dans l'atelier.

- **Lieu de l'activité :** Atelier.

- **Liste du matériel requis :**

- Les outils de travail.
- Des supports pour fixation et classement des outils.

- **Directives particulières :**

OBJECTIF : G

DURÉE : 30 min

Le TP de cet objectif doit être fait par le stagiaire après chaque intervention qu'il sein de l'atelier.

Le stagiaire doit :

- Nettoyer les outils après leur usage.
- Les grouper suivant leur catégorie et leur grosseur.
- Classer les outils selon leur usage dans des coffrets ou sur des supports (Perfo).
- Ranger le matériel toujours au même endroit à fin d'en faciliter le repérage (voir figure 1 et 2 du RT).