

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 4 : *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 l'apprenti 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 :

SCHEMA D'APPRENTISSAGE D'UN OBJECTIF

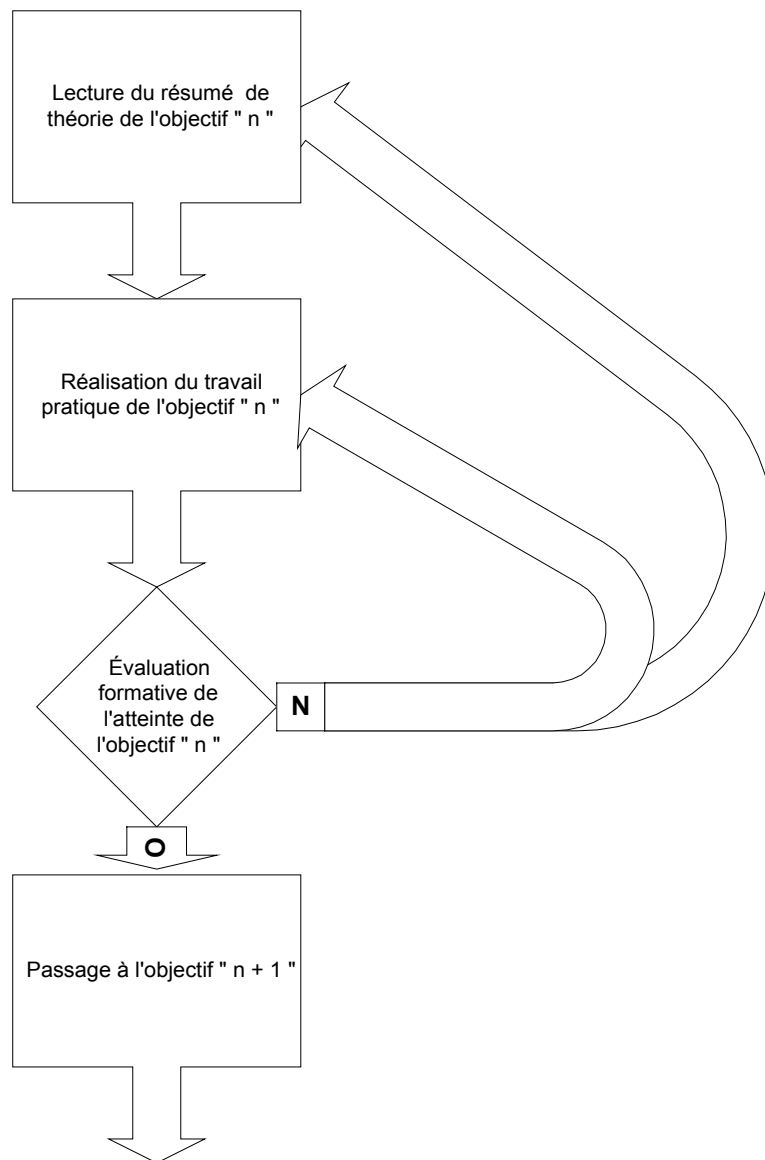
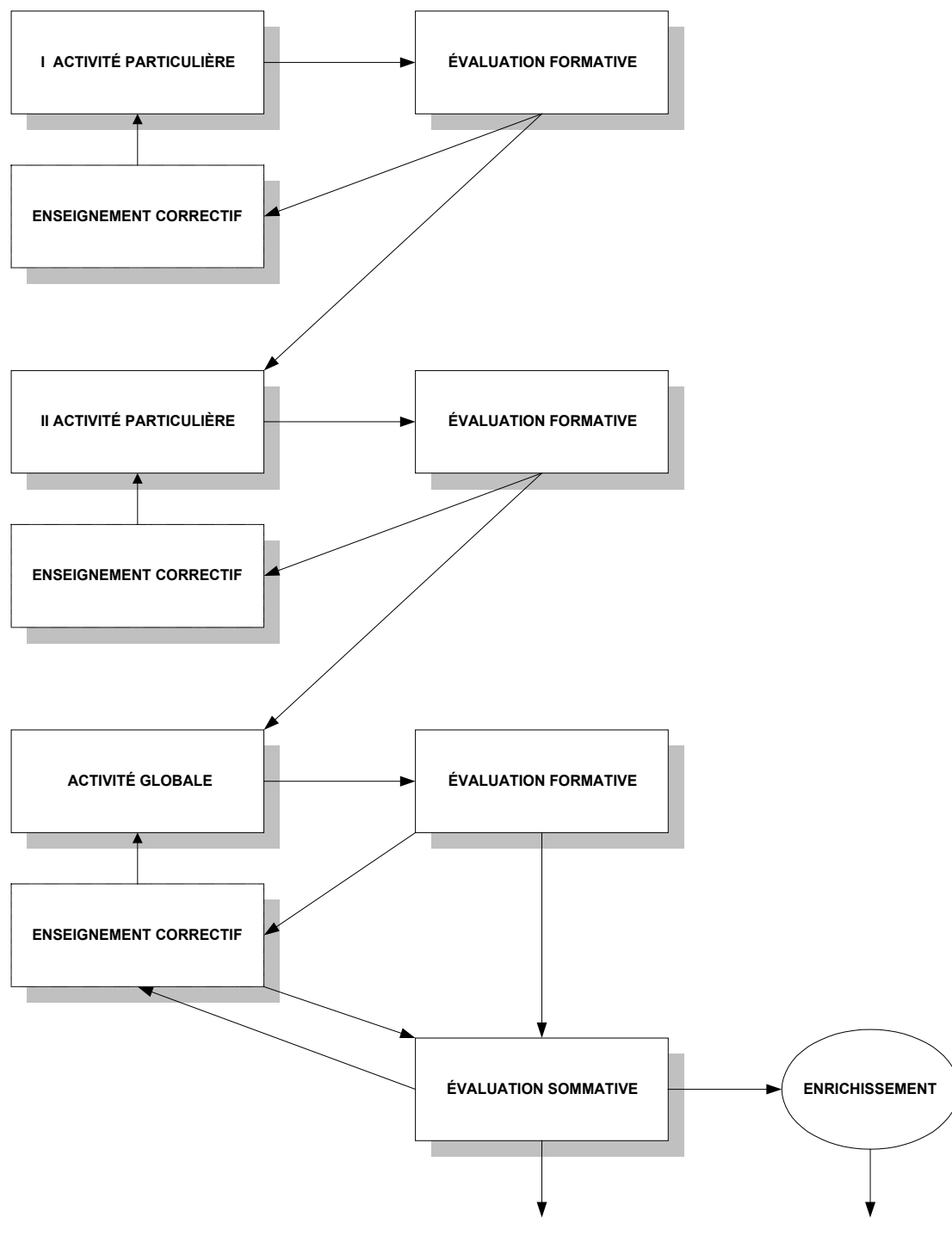


SCHÉMA DE LA STRATÉGIE D'APPRENTISSAGE



**OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT****COMPORTEMENT ATTENDU**

Pour démontrer sa compétence l'apprenti 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 :

- 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

L'apprenti 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

l'apprenti 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 la 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

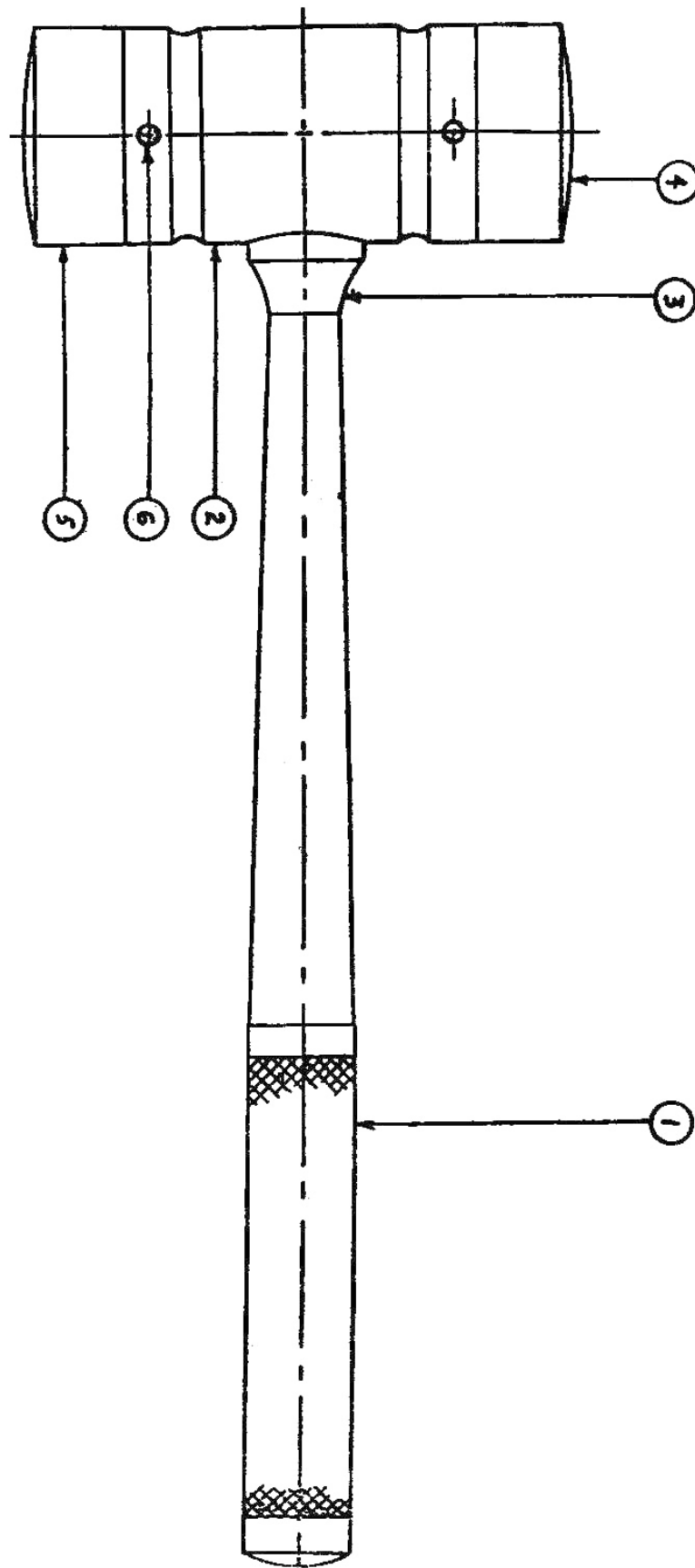


Fig.1 Marteau

Pièce en aluminium

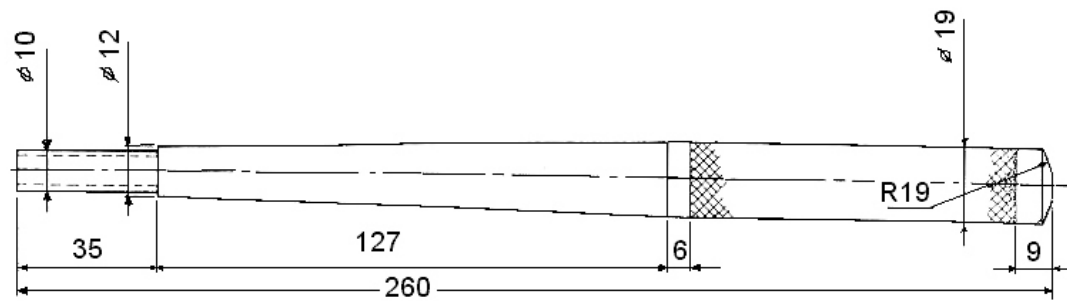


Fig. 2 Manche du marteau

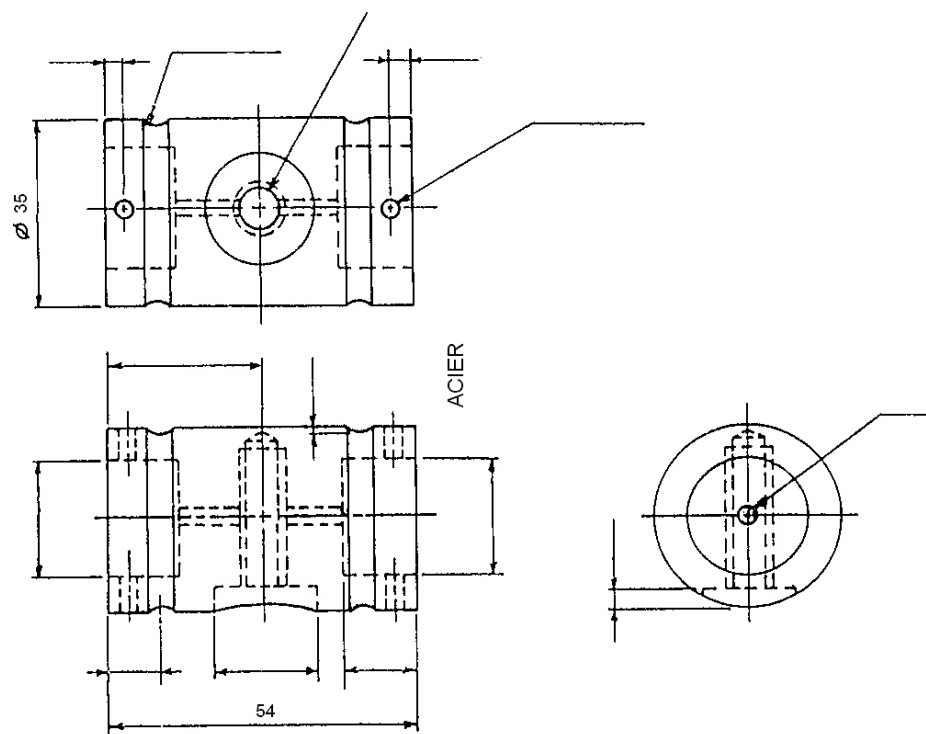


Fig. 3 Tête du marteau

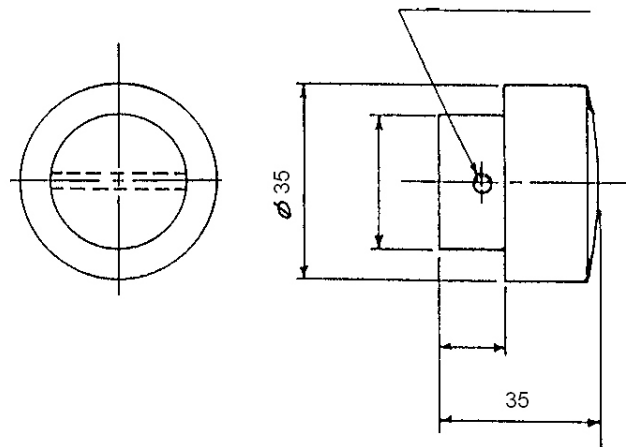


Fig. 4 Embout du marteau

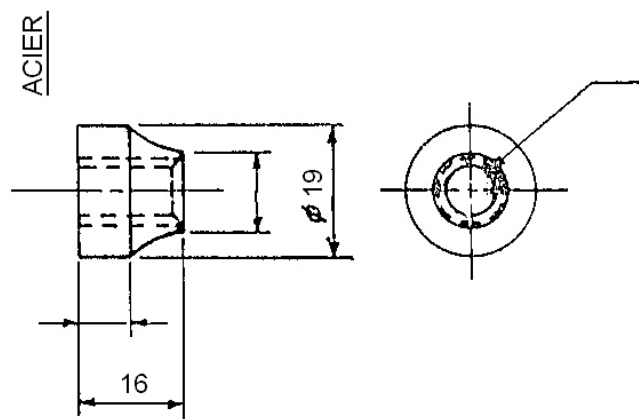


Fig. 5 Bague du marteau

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			
ÉLÉMENT DE RÉFÉRENCE			
RÉFÉRENCE PARTIELLE			
RÉFÉRENCE PARTIELLE (POINT)			
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			
NOMBRE DE FOIS OU D'ENDROITS			
LONGUEUR D'ARC			
RAYON			
RAYON SPHÉRIQUE			
DIAMÈTRE SPHÉRIQUE			

Tableau 1

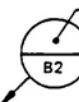
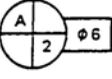
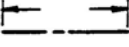
TERME	SYMBOLE	ANCIEN SYMBOLE	ARTICLE DE RÉFÉRENCE
SYMBOLE D'ÉLÉMENT DE RÉFÉRENCE	 OU 		9.4
SYMBOLE RÉFÉRENCE PARTIELLE	  		9.5
RÉFÉRENCE PARTIELLE : POINT		MÊME	9.5
RÉFÉRENCE PARTIELLE : LIGNE	 OU 	MÊME	9.5
RÉFÉRENCE PARTIELLE : ZONE	 Limite de zone (trait fort)	 Limite de zone (trait fin)	9.5

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

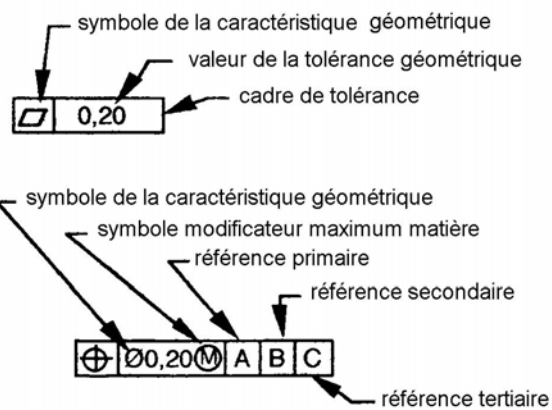
- Battement simple 
- Battement total 

Fig. 1

Le symbole suivant représente une caractéristique de référence .



Voici quelques exemples symboles représentant des caractéristiques:



COTES DE BASE

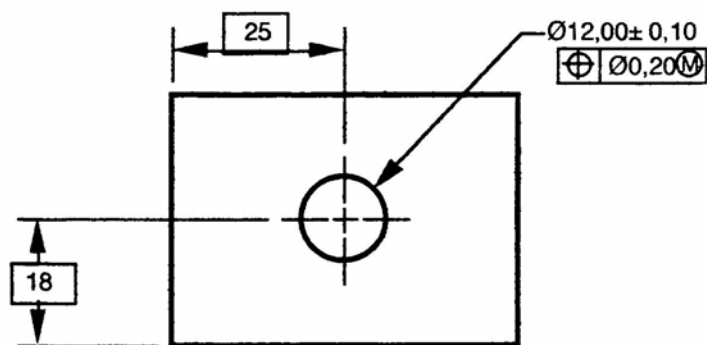


Fig 2

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

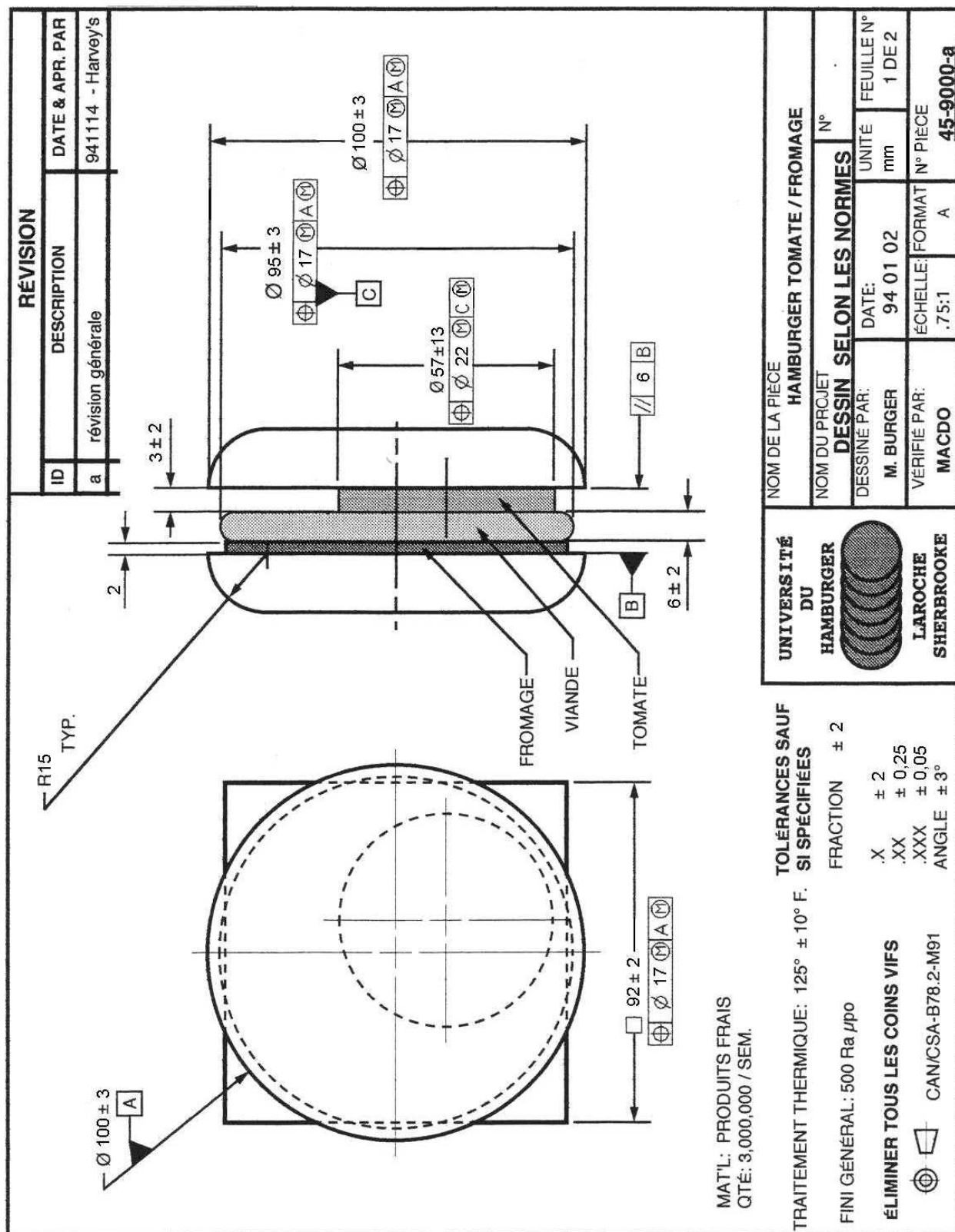
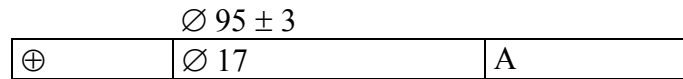
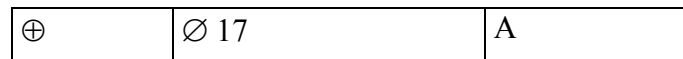


Fig. 3

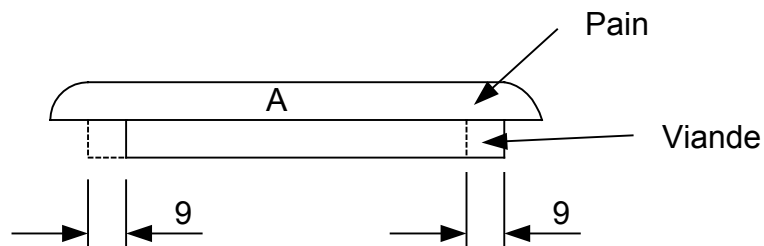
Exemple d'interprétation d'un cadre en rapport avec la tranche de viande du hamburger :



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 $\square C$ par apport à A peut varier de 17 en fonction du diamètre maximum $\bigcirc M$ de C et de A.



CONTRÔLE DES TOLERANCES DE FORME

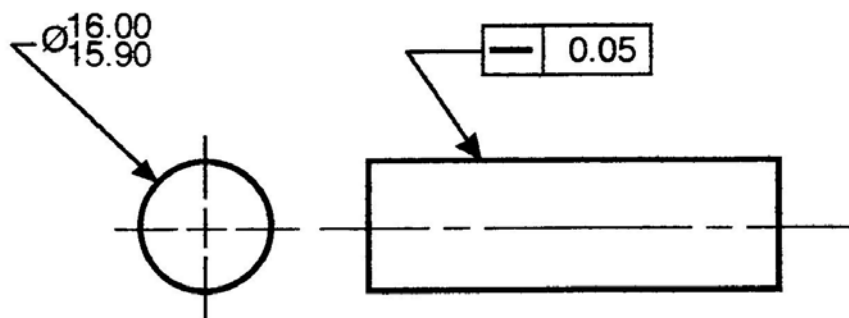
TOLERANCE DE RECTITUDE :

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

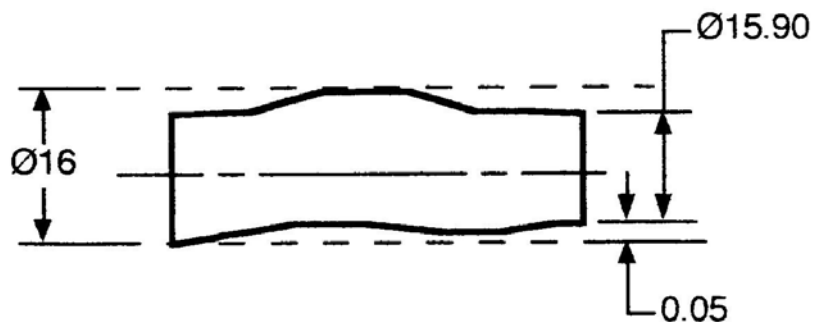
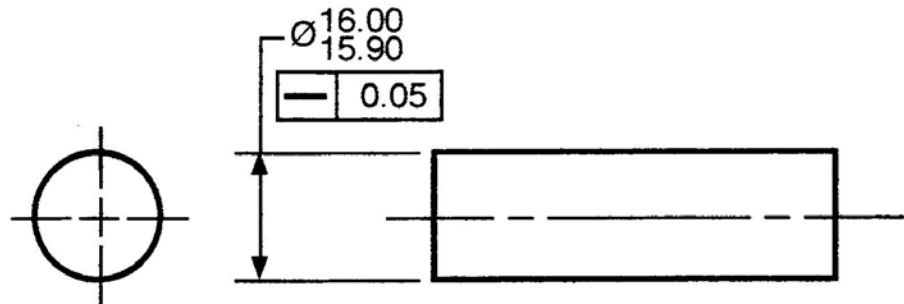
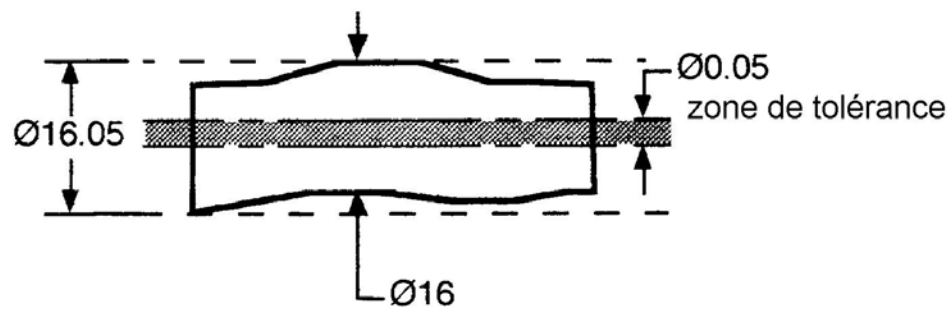


Fig. 4

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).

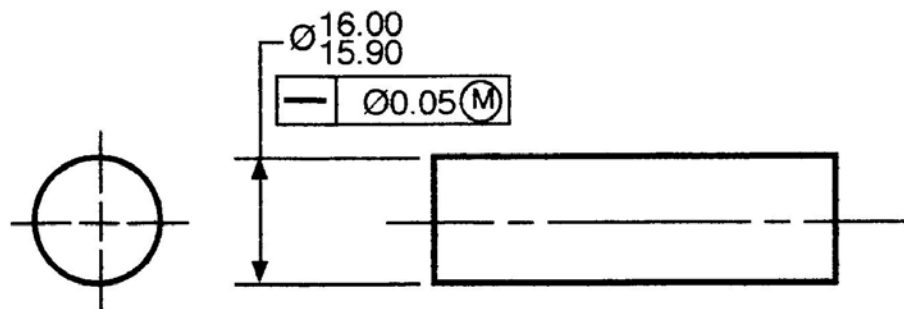
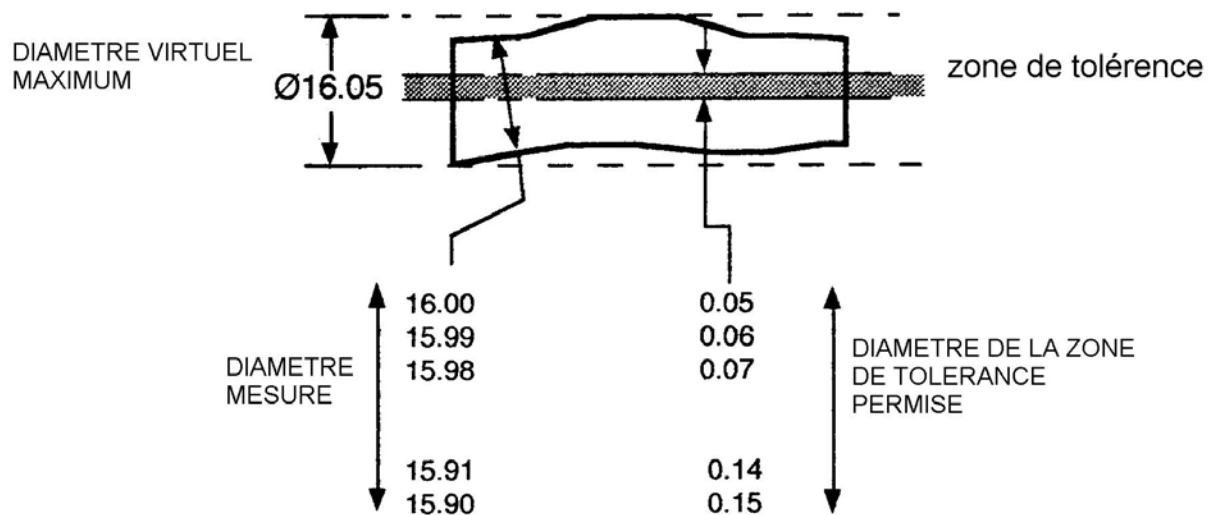


Fig. 5

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.

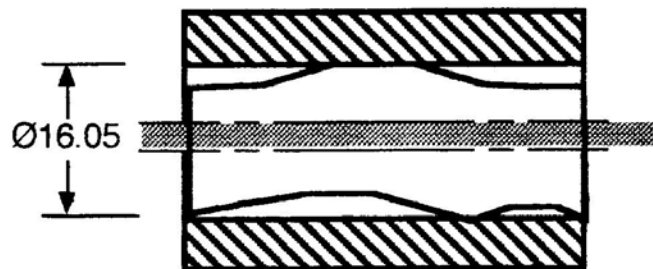
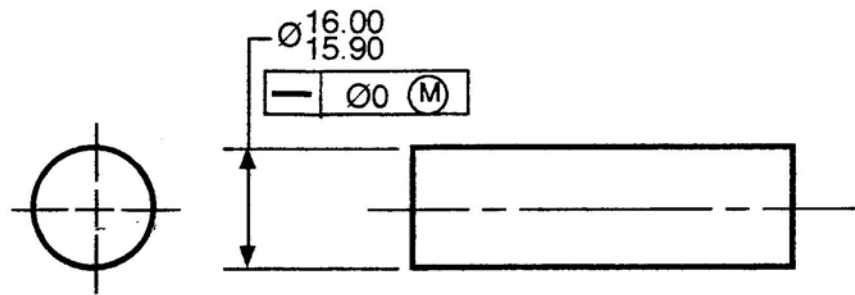


Fig. 6

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

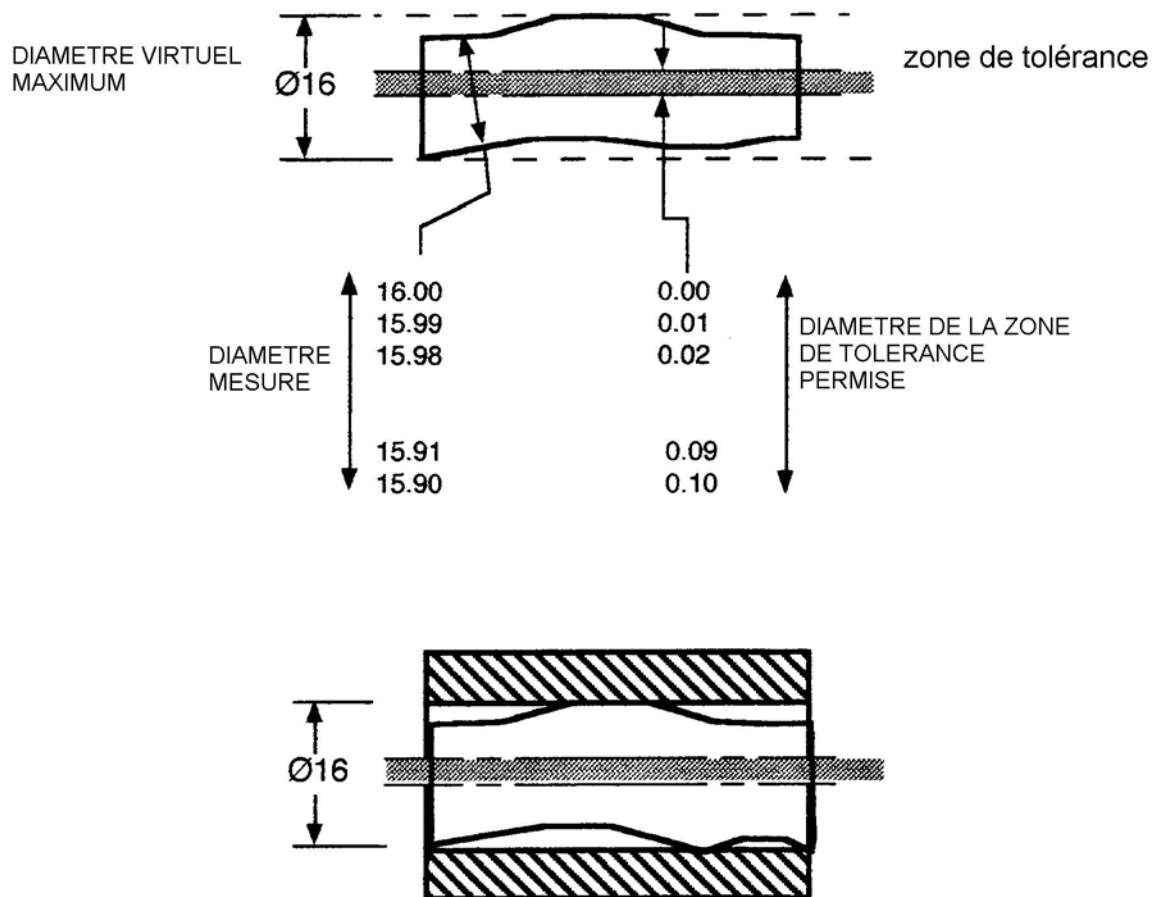


Fig. 7

TOLERANCE DE RECTITUDE POUR UNE SURFACE PLANE :

La position de la tolérance indique le sens de la vérification

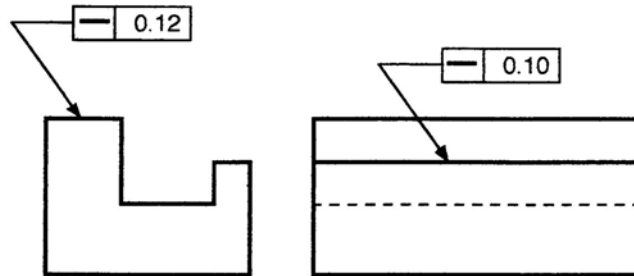
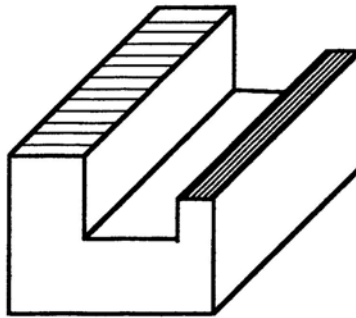
**INTERPRETATION**

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

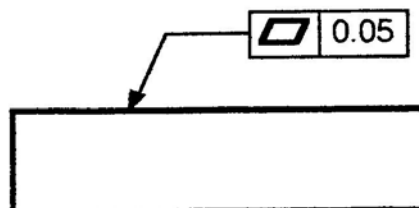


Fig. 9

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

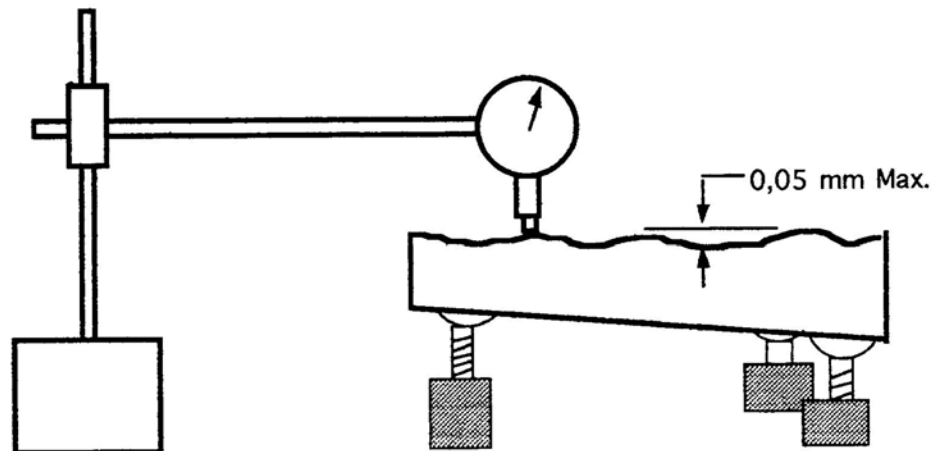


Fig. 10

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

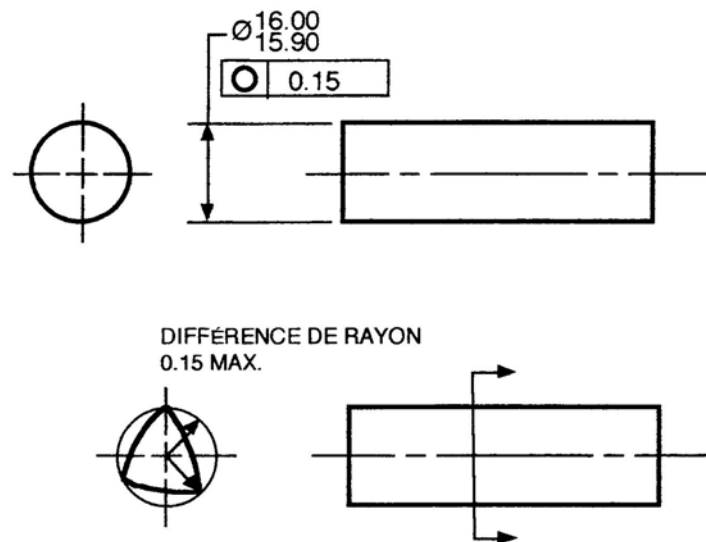


Fig. 11

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).

TOLÉRANCE 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.

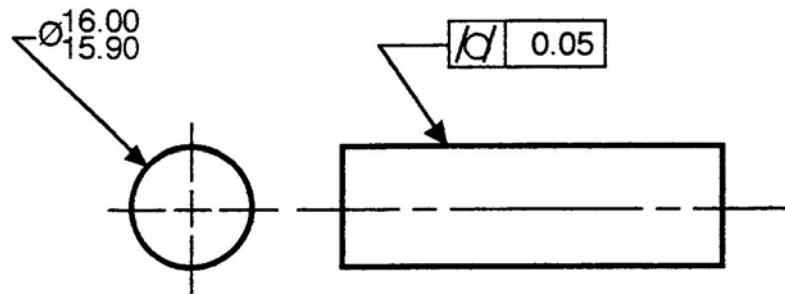


Fig. 12

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.

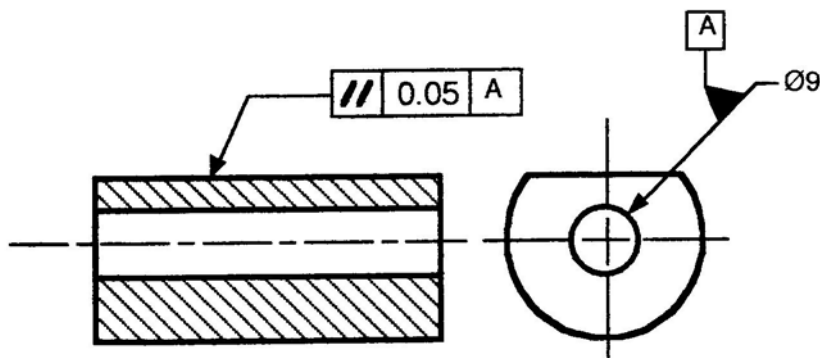


Fig. 13

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

TOLÉRANCE 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.

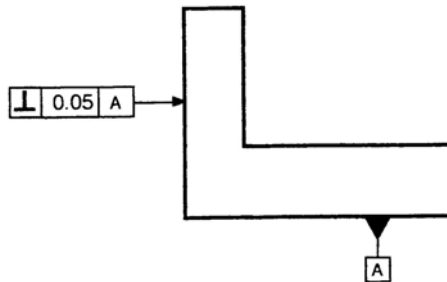


Fig. 14

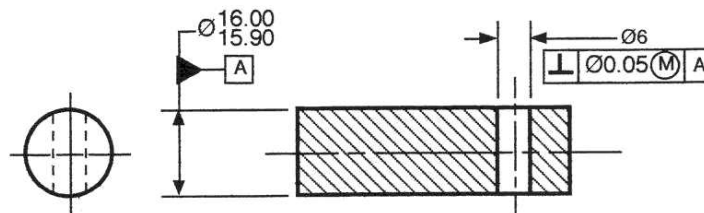
PERPENDICULARITE D'UN AXE AVEC UN AUTRE AXE

Fig. 15

CONTRÔLE DES TOLERANCES DE POSITION**TOLÉRANCE 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.

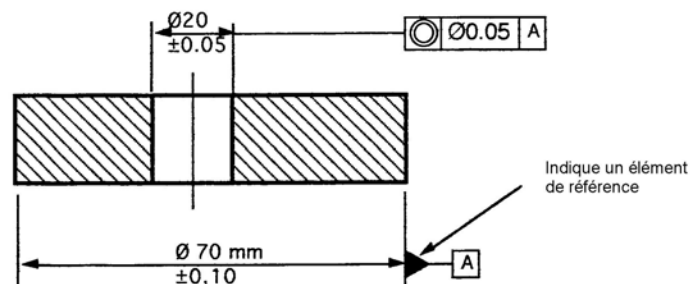


Fig. 16

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.

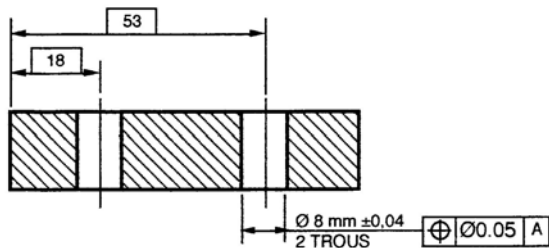


Fig 17

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

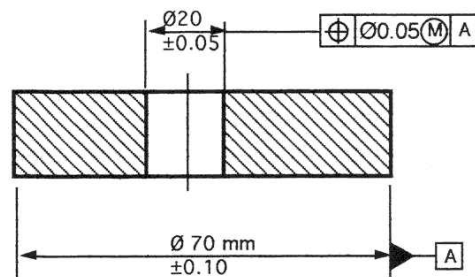


Fig. 18

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)

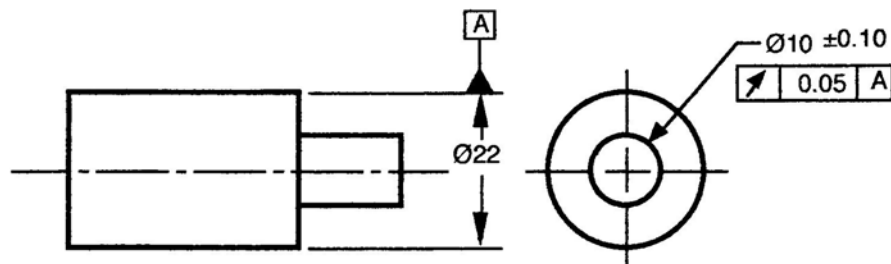


Fig. 19

CONTRÔLE :

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

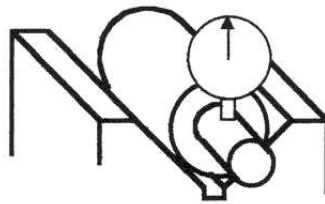


Fig. 20

Ou directement dans la broche du tour

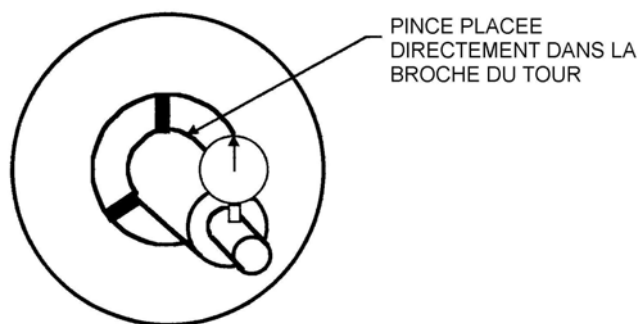


Fig. 21

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

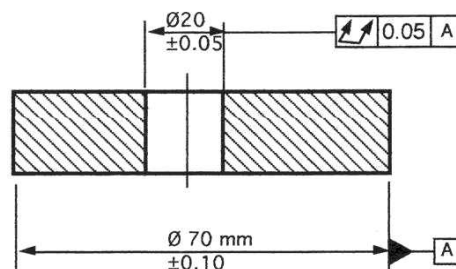


Fig. 22

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 :

l'apprenti 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 : l'apprenti 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 à 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 :

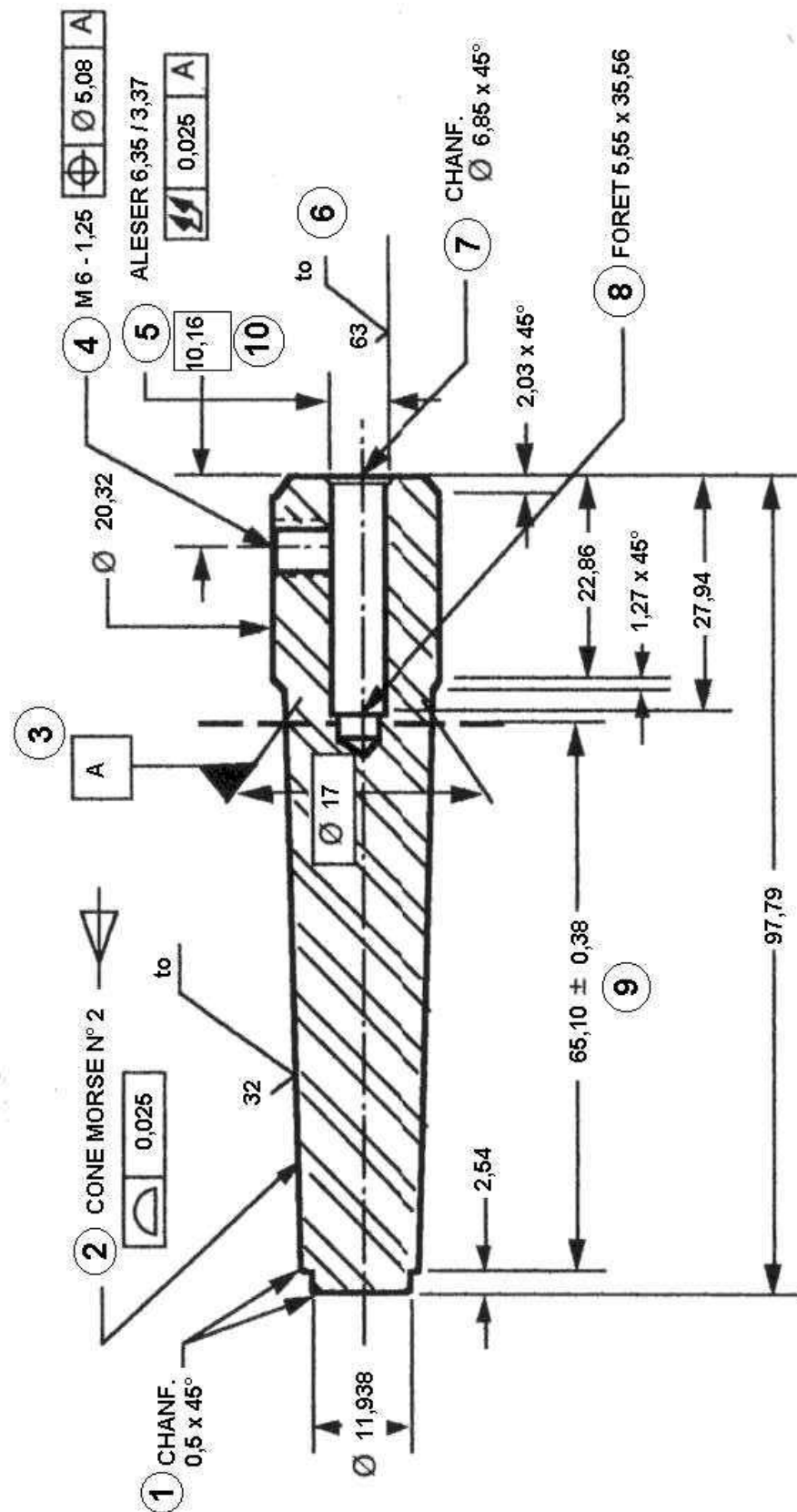
Avec le plan B et la fiche d'usinage, énumérer les éléments qui composent une fiche d'usinage et les directives.

1^{er} travail pratique :

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

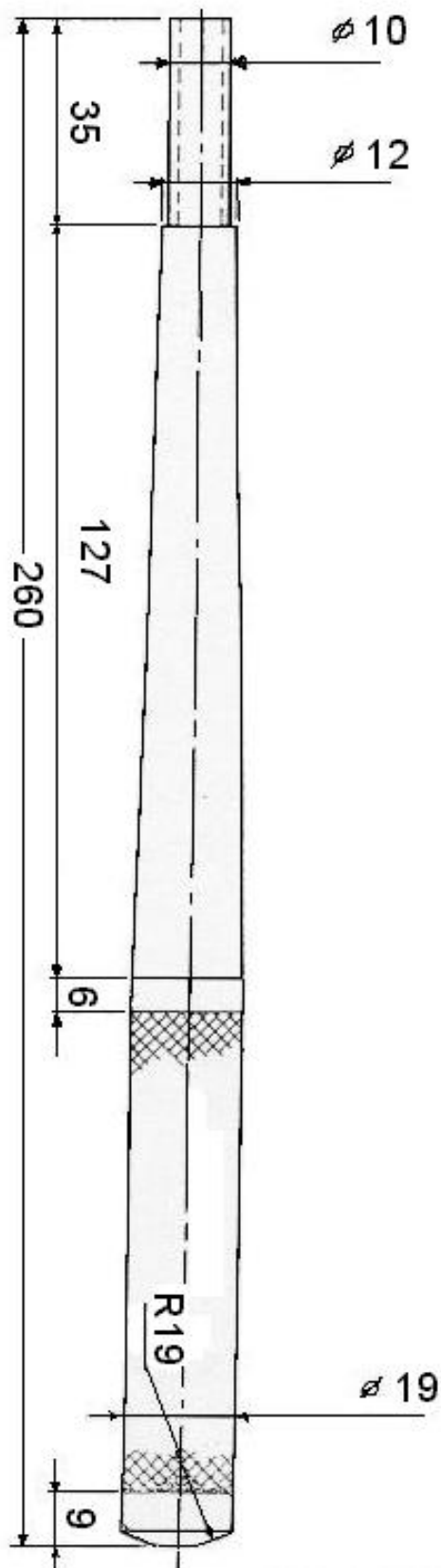
2^{ème} travail pratique :

PLAN A



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 :

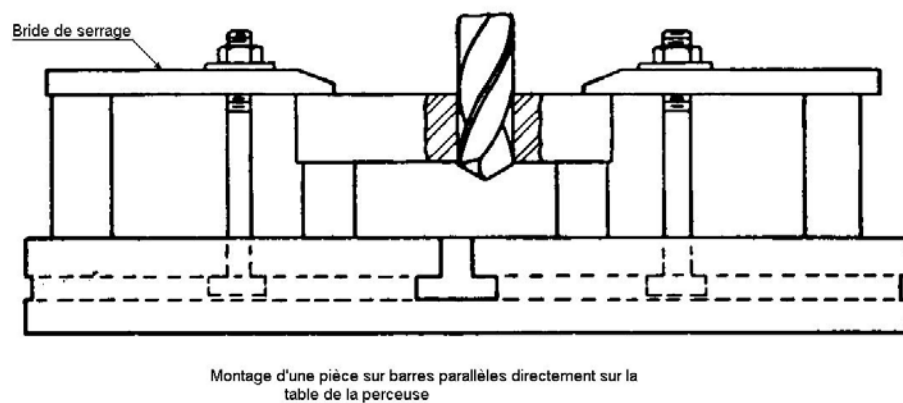


Fig. 2

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.

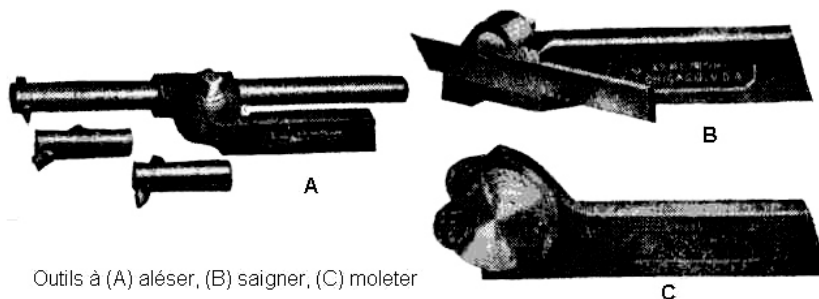


Fig. 3

La figure 4 montre :

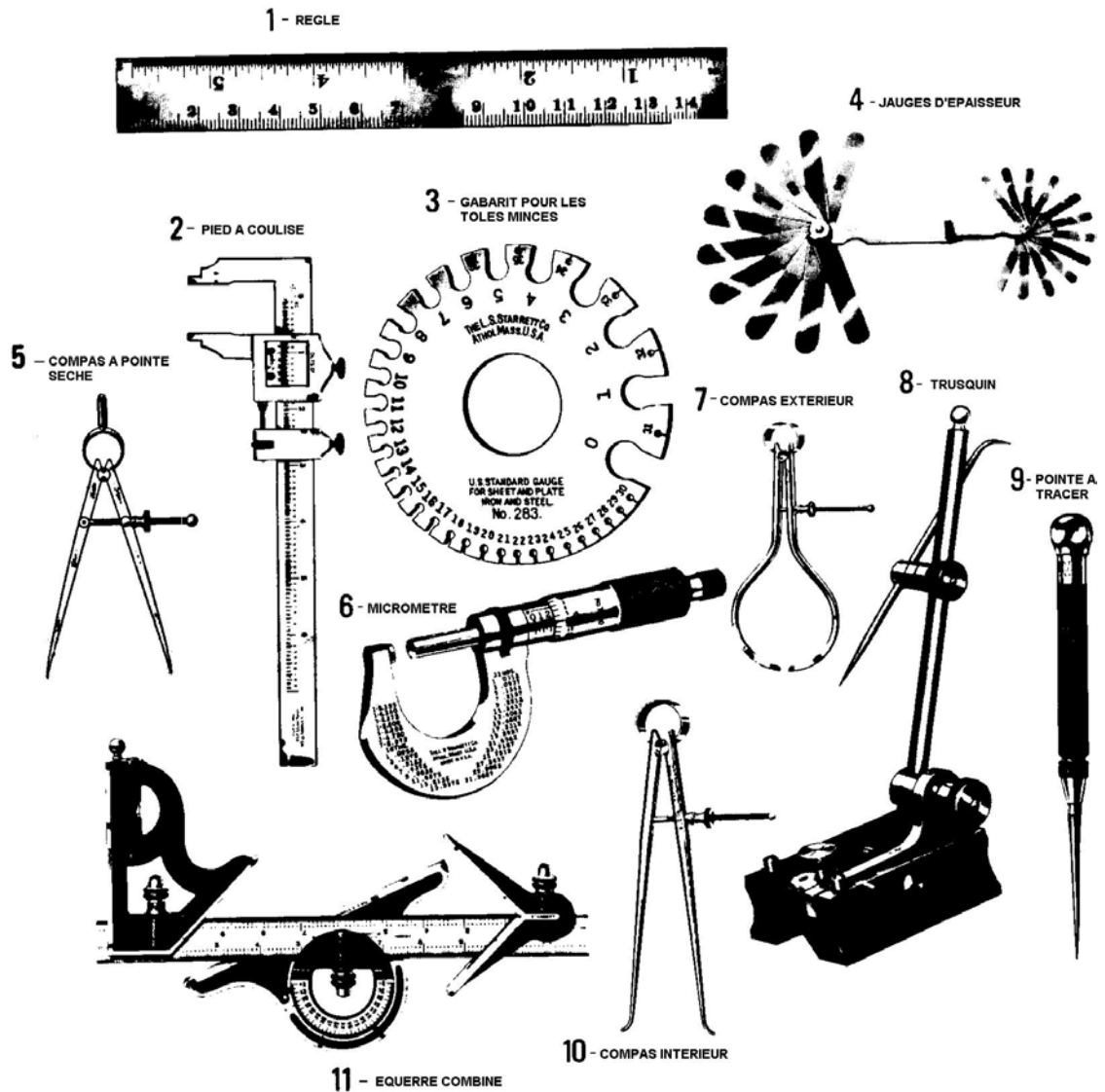


Fig. 4

- (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 :

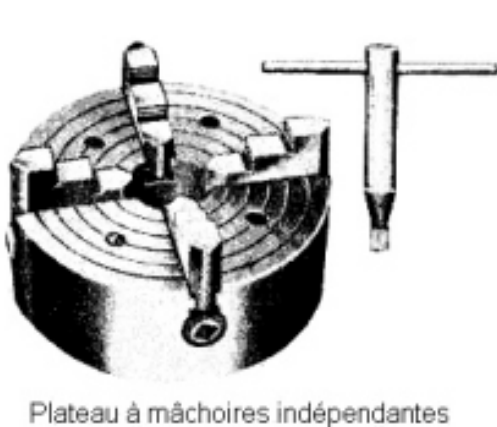
- Tracer des lignes.
- Centrer les pièces sur un tour.
- Vérifier le parallélisme, l'équerre d'une pièce, etc. si on l'installe sur comparateur à cadran

(10)- Pointe à tracer.

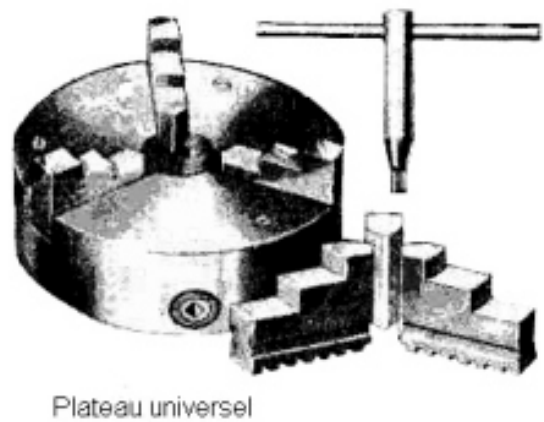
(11)- Une équerre combine servant à différentes opérations telles que :

- Centrer, équerriser, 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 rondes ou hexagonales sont centrées assez précisément. Les 3 mâchoires se déplacent simultanément au moyen d'une vis et d'un pignon.



a)



b)

Fig. 5

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

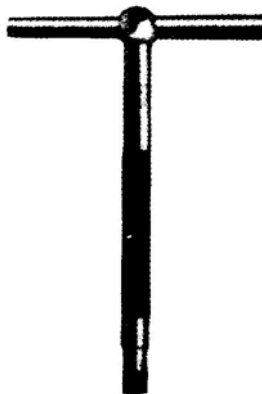


Fig. 6 – Jauge télescopique

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.

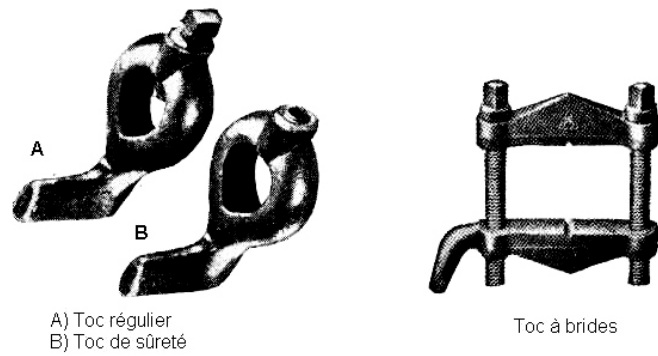


Fig. 7

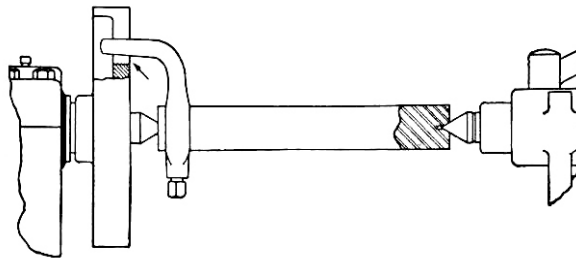


Fig. 8

La figure 9 montre un mandrin porte-forets.

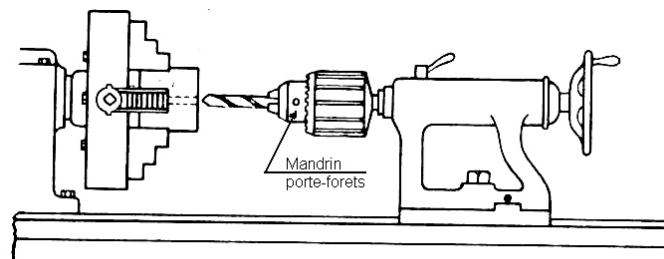


Fig. 9

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

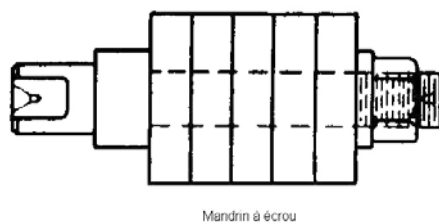


Fig. 10



Mandrin conique avec douille expansible

Fig. 11

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

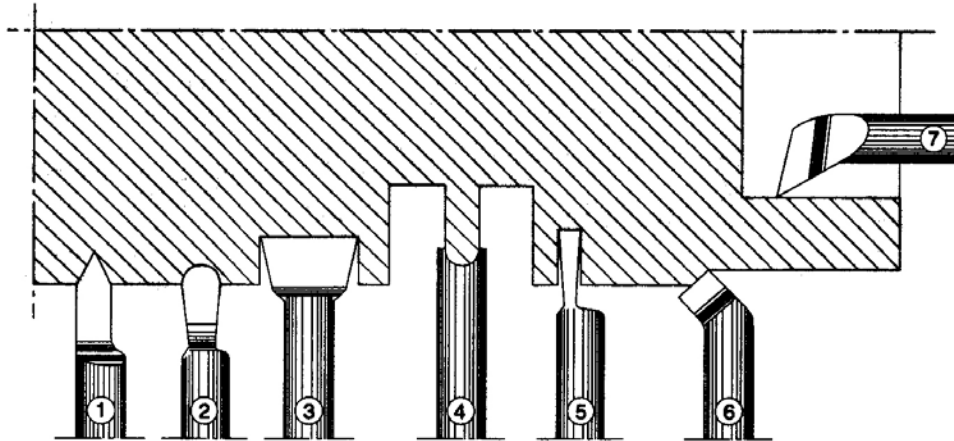
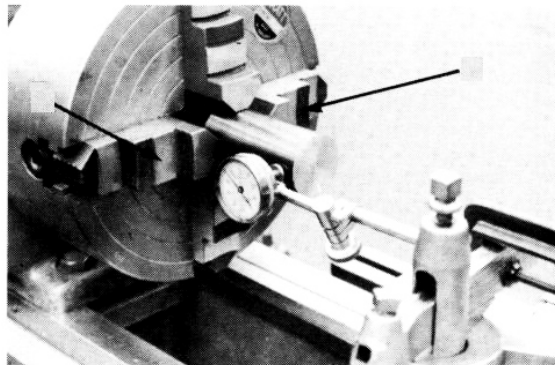


Fig. 12

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

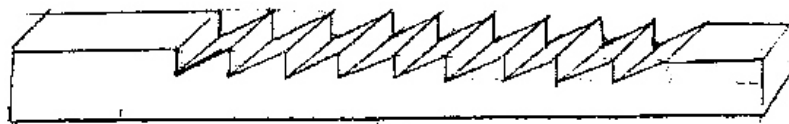
Fig. 13

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



Fig. 14

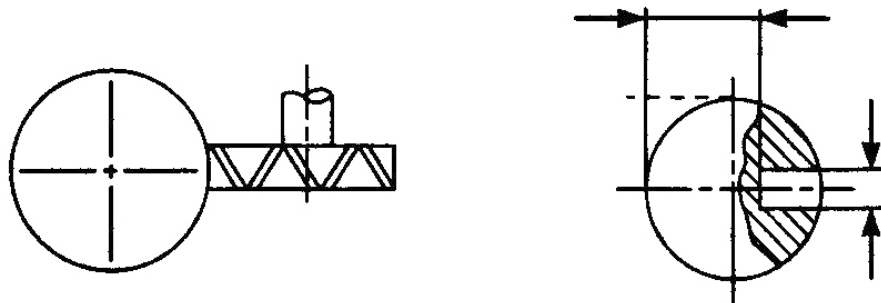
La figure 15 montre une broche pour tailler des chemins de clés dans un trou.



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°.



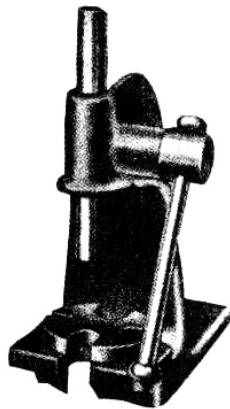
Fig. 17

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.

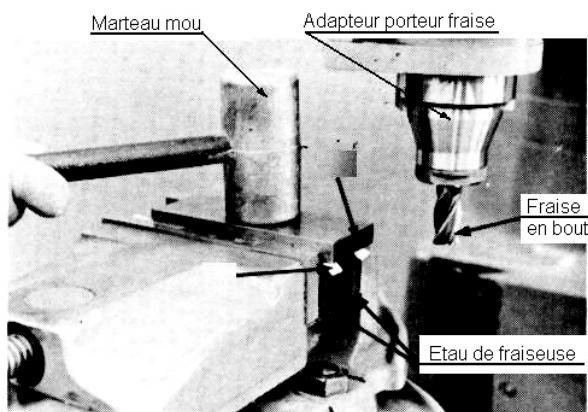
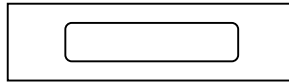


Fig. 20



La figure 21 montre un adaptateur pour fraise en bout.

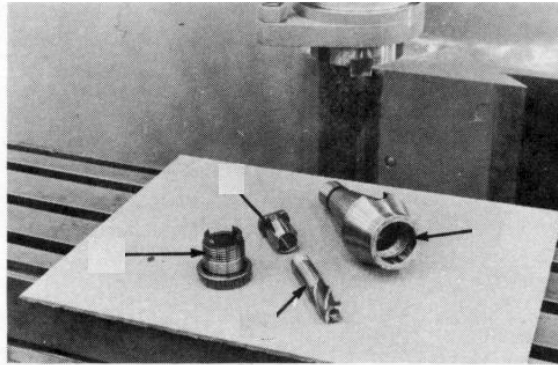


Fig. 21

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

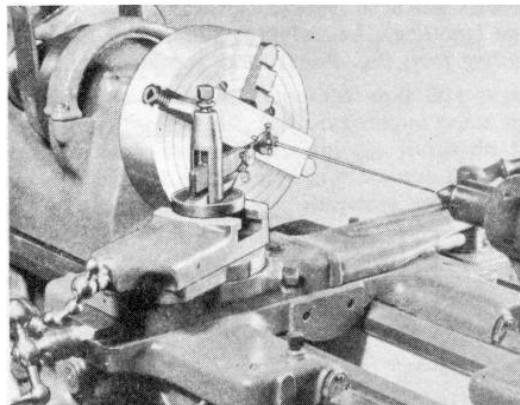


Fig. 22

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

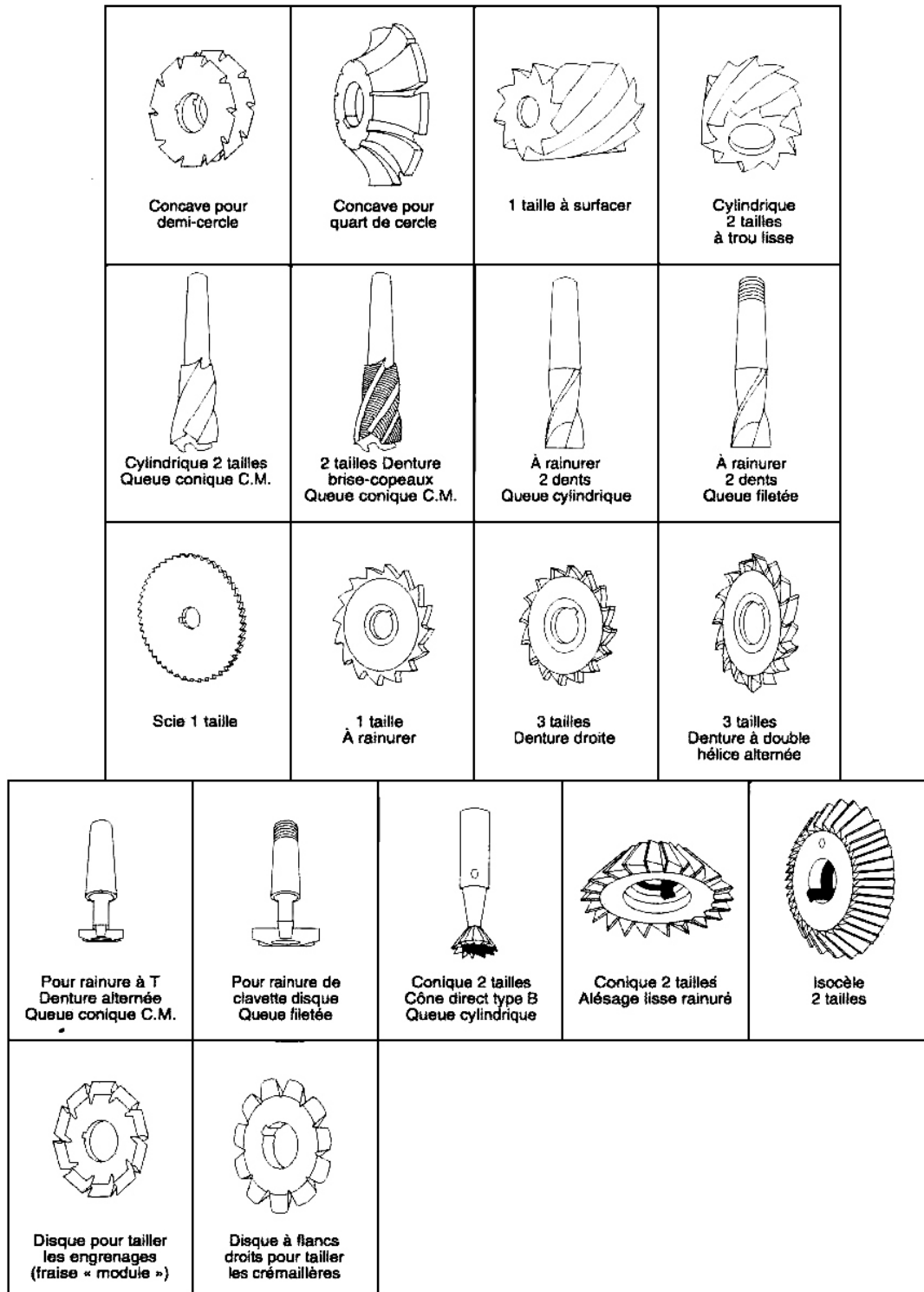
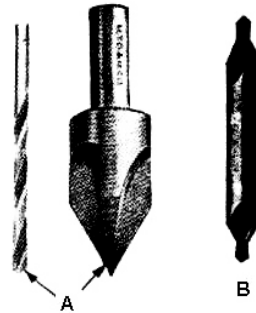


Fig. 23

La figure 24 montre un foret à queue cylindrique standard.

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

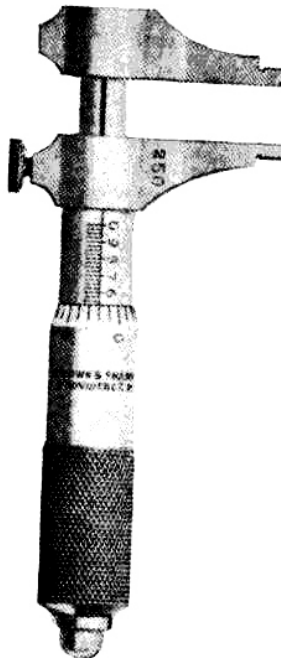


A) Foret et fraise de 60°
B) Foret à centrer

Fig. 24

La figure 25 montre un micromètre intérieur à lecture directe.

Note : Porter une attention particulière lors de la lecture.



Micromètre intérieur

Fig. 25

FICHE D'USINAGE

<i>OP</i>	<i>DEP</i>	<i>DESCRIPTION DES OPERATIONS</i>	<i>DIMENSIONS</i>	<i>OBJECTIFS</i>
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	A
8			Outil 60°	A
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	(3 mors) 260 ± 0,380	A
10	T	Briser tous les coins vifs		
<u>OUTILLAGES</u> Mandrin 3 mors, contre-pointe, pointe-mobile, pointe fixe, outil à moleter, gabarit 60°, lime de tour.			<u>INSTRUMENTS DE CONTROLE</u> 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 :

L'apprenti doit : sélectionner les outils et les équipements nécessaires 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 :

OBJECTIF : B**DURÉE :** 90 min.

l'apprenti 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

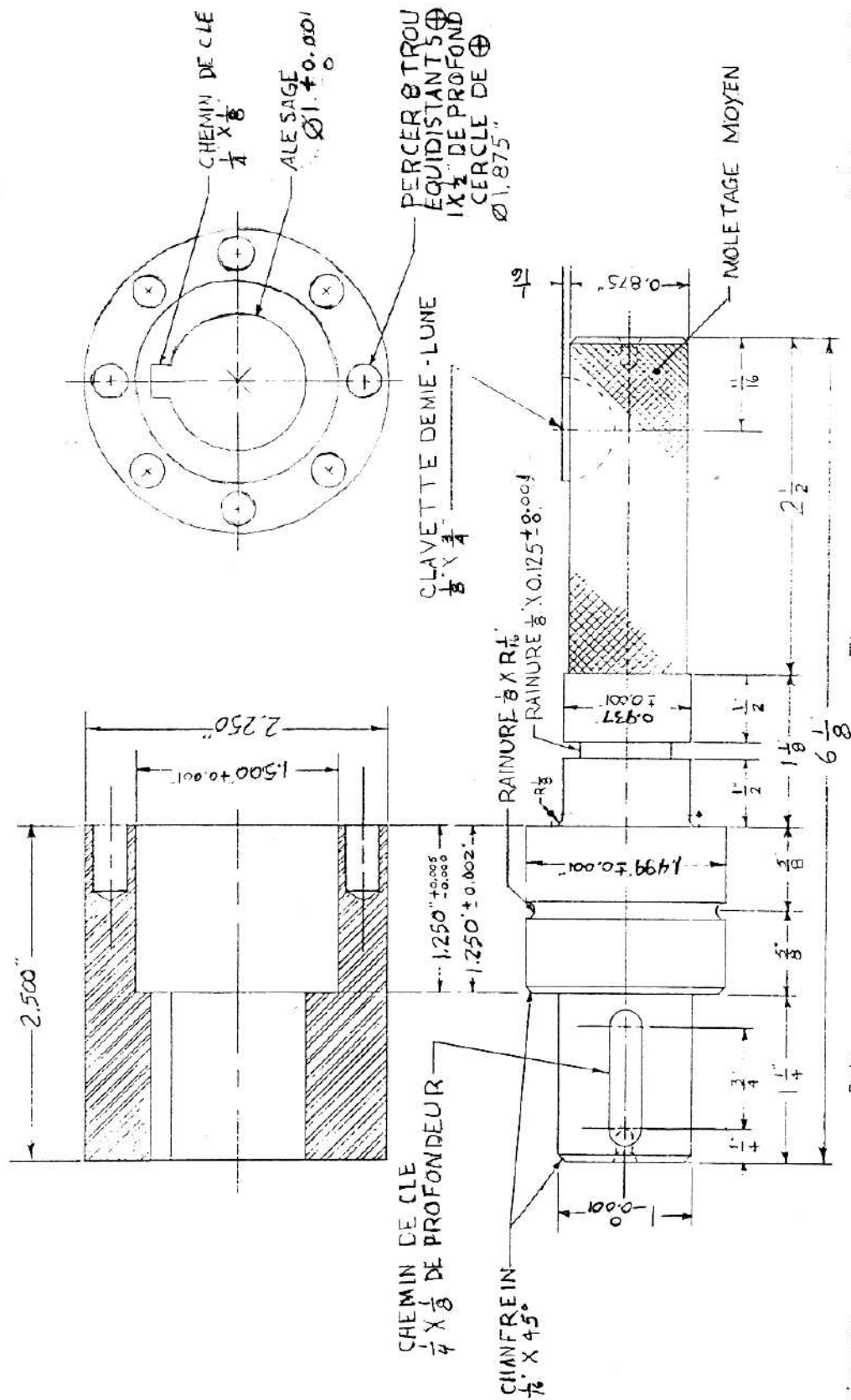


Fig. 1

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, l'apprenti 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 :

L'apprenti 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.

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 : l'apprenti 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. À 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

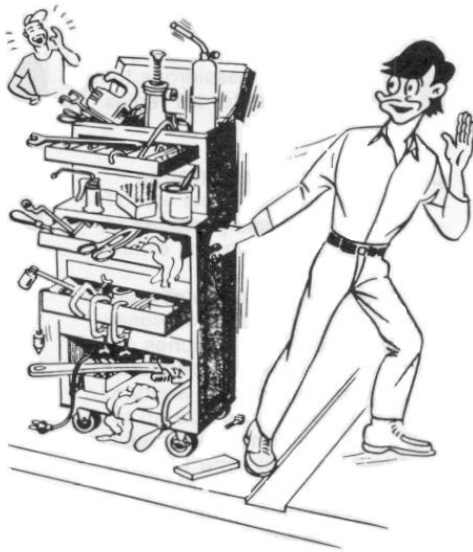


Fig. 1



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 :

l'apprenti doit : appliquer la procédure de cadenassage sur une machine outil; énumérer 3 règles de sécurité on 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 l'apprenti 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 :

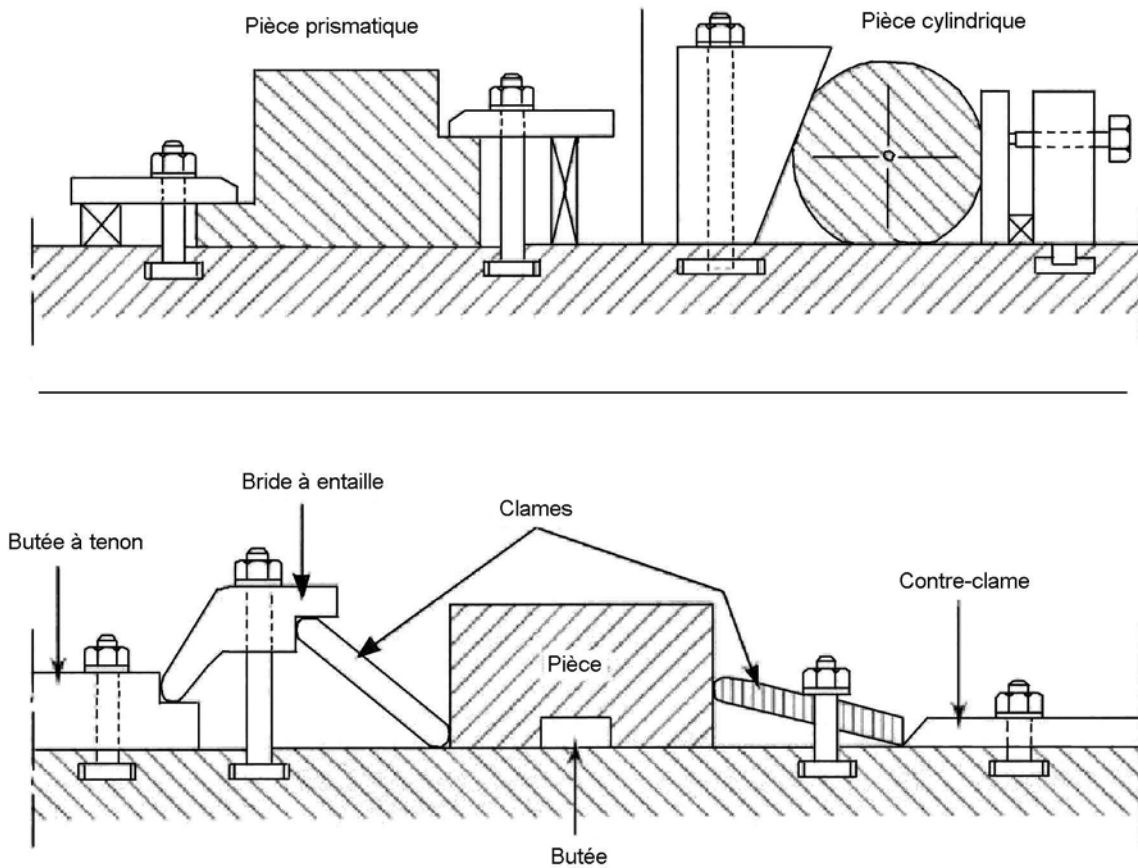


Figure 1 : Verticales et angulaire sur une table de fraiseuse.

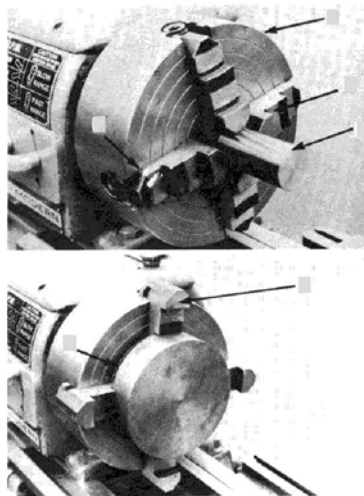


Figure 2 : En plateau 4 mors sur le tour.

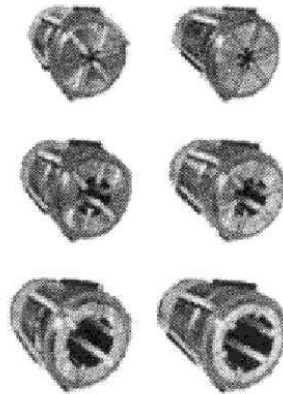


Figure 3 : En collets à ressort sur un tour conventionnel ou de production.

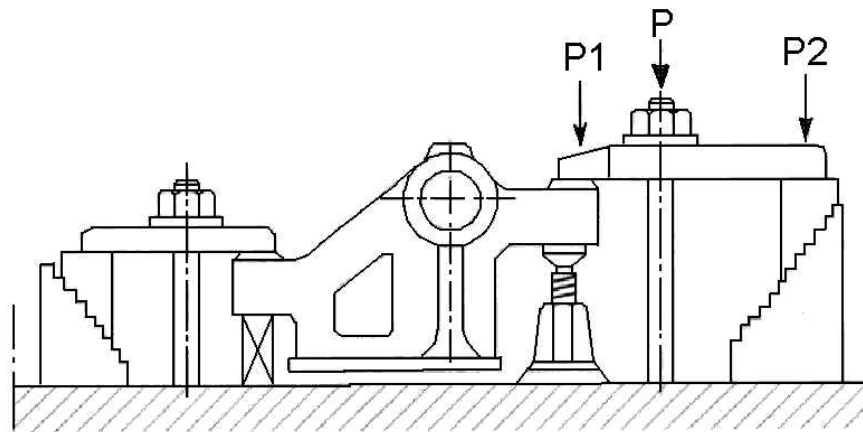


Figure 4 : Complexe comprenant une parallèle, un vérin, des blocs à gradins et des brides de serrage.

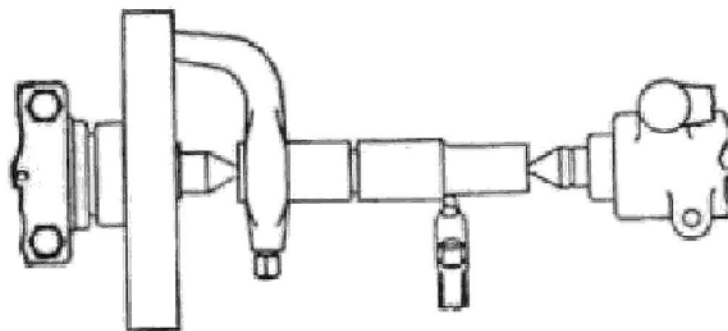


Figure 5 : Entre - pointes sur un tour.

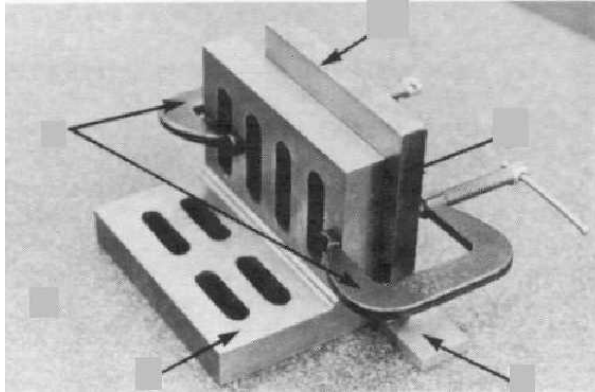


Figure 6 : Avec équerre à 90° et serres - joints.

