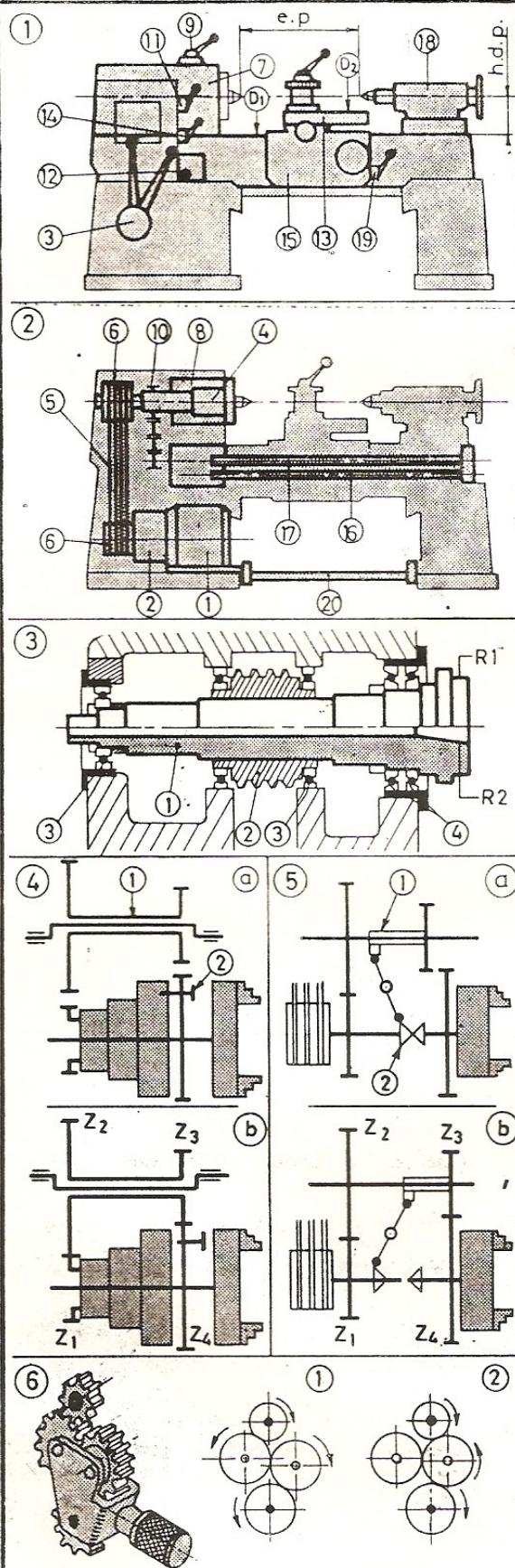


3. - MATÉRIEL ET OUTILLAGE

3.1. - LE TOUR



3.11. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Capacités dimensionnelles (fig. 1),
h.d.p. Hauteur de pointe en mm,
e.p. Distance entre pointes.
D₁. Diamètre admis au-dessus du banc.
D₂. Diamètre admis sur les chariots.
Puissance du moteur : en watts
(1 ch = 736 W).

Vitesses de broche : en tr/mn.
Vitesses d'avance : en mm/tr.

3.12. Description fonctionnelle (fig. 1, 2).

- Le moteur (1) : transmet son mouvement à l'arbre : vitesse constante.
- La boîte de vitesses (2) : permet la sélection (3) des vitesses de rotation.
- La broche (4) : horizontale, reçoit le mouvement par courroies (5) et poulies (6) ; elle est montée dans la poupe fixe (7).
- Le harnais (8) : organe réducteur, permet de doubler le nombre de vitesses obtenu, par un levier sélecteur (9), à la boîte.
- L'inverseur (10) : commande par levier (11) le sens du Ma.
- La boîte de avances (12) : permet la sélection des vitesses d'avance en filetage ou en chariotage.
- Les trois chariots constituent l'ensemble porte-outil (13) :
 - Le longitudinal (traînard), glisse sur le banc (14) ;
 - Le transversal, perpendiculaire au précédent ;
 - Le supérieur (porte-outil), orientable, reçoit la tourelle.
- Le tablier ou cuirasse (15) : protège les systèmes mécaniques de transmission des Ma et supporte les commandes.
- La barre de chariotage (16) : transmet le mouvement d'avance aux chariots.
- La vis-mère (17) : transmet le mouvement de filetage au traînard.
- La contre-poupée (18) : organe mobile réglable, permet le montage d'un support auxiliaire (pointe) ou le montage d'un outil (foret, alésoir).
- Commandes (19) : permettent la mise en rotation ou l'arrêt.
- Le frein (20) : à main ou au pied.

3.13. La broche (fig. 3).
(1) Broche; (2) Poulie; (3) Roulements; (4) Roulements coniques.

3.14. Réducteurs de vitesses.

Fig. 4. Système à harnais.

(1) Harnais; (2) Taquet.

- a) Rotation en prise directe (à la volée),
b) Rotation en réduction (au harnais).

Fig. 5. Système à griffes.

(1) Arbre télescopique; (2) Griffes.

- a) Rotation en prise directe.

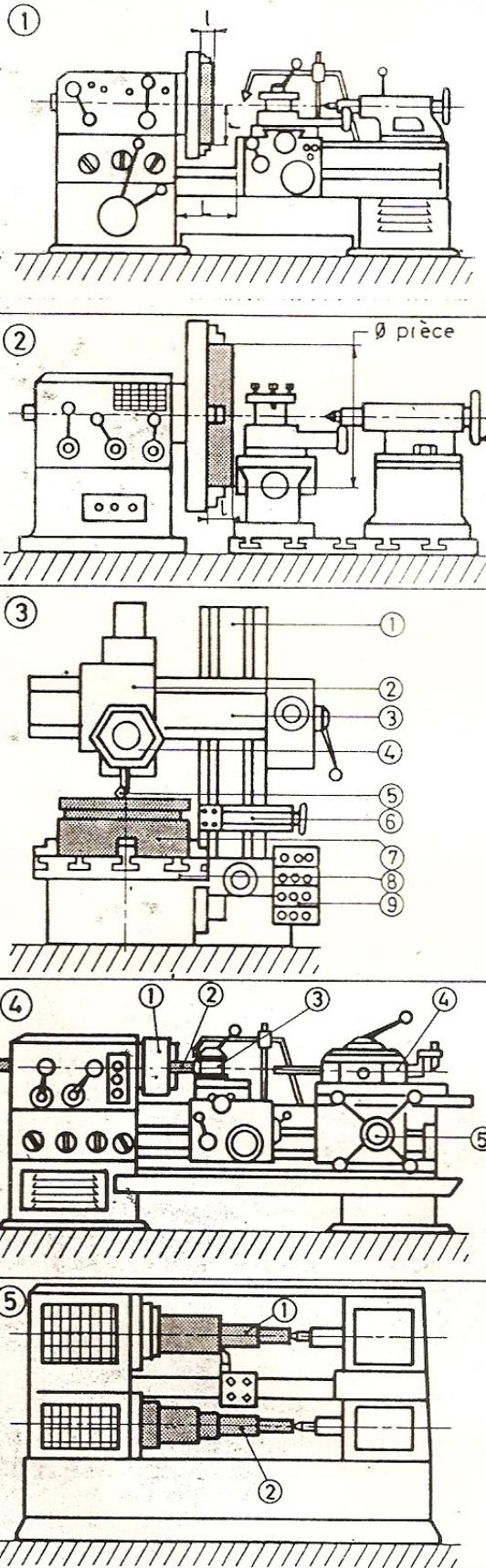
b) Rotation en réduction $R = \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4}$

3.15. L'inverseur (fig. 6).

(1) Inversion; (2) Non-inversion.

3. - MATERIEL ET OUTILLAGE

3.2. - LES PRINCIPAUX TYPES DE TOURS



CLASSIFICATION PAR TYPES

3.21. Différents types de tours.

Facteurs influant sur le choix :

- Formes et dimensions des pièces à usiner.

choix { — tour parallèle horizontal;
— tour à banc rompu;
— tour en l'air;
— tour vertical.

- Nombre de pièces et temps d'usinage.

choix { — tour parallèle horizontal;
— tour à décolleté;
— tour semi-automatique;
— tour automatique;
— tour à copier.

3.22. Le tour parallèle horizontal.

Il est dit universel et permet de réaliser toutes sortes d'opérations dans la limite des dimensions des pièces qu'il doit usiner. Il utilise un seul outil de coupe à la fois, et les différents mouvements sont à commande manuelle.

3.23. Tour à banc rompu (fig. 1).

Il permet l'usinage de pièces dont le rayon $r > h.d.p.$ (dans la limite de la hauteur de fosse) est de largeur $l < L$ (L = largeur de fosse).

Opérations : classiques diverses.

3.24. Tour en l'air (fig. 2).

Il permet l'usinage de très grand diamètre. La pièce est fixée sur un plateau fortement nervuré de 1 à 3 m de diamètre.

Opérations : chariotage, surfaçage alésage.

3.25. Tour vertical (fig. 3).

(1) Montant; (2) Chariot; (3) Traverse; (4) Tourelle; (5) Outil; (6) Chariot latéral; (7) Pièce; (8) Plateau; (9) Commandes.

Il permet l'usinage de pièces lourdes et volumineuses, dont le montage (centrage et équilibrage) est difficile.

Le plateau (horizontal) mesure 0,75 à 2 m pour les petits tours à un seul montant et 1,5 à 20 m pour les tours à deux ou plusieurs montants.

Opérations : surfaçage, chariotage, alésage, cônes, filetage.

3.26. Tour semi-automatique (fig. 4).

(1) Porte-pièce; (2) Barre ou pièce; (3) Tourelle; (4) Tourelle revolver; (5) Cabestan.

Il permet le travail de série par l'usinage simultané de plusieurs surfaces sur la même pièce. Les commandes des chariots sont automatiques. La mise en place de la pièce, conduite par l'opérateur, est rapide. Son équipement autorise le travail en l'air, entre pointes ou en montage.

3.27. Tour automatique : aucune manipulation ne s'effectue pendant la fabrication.

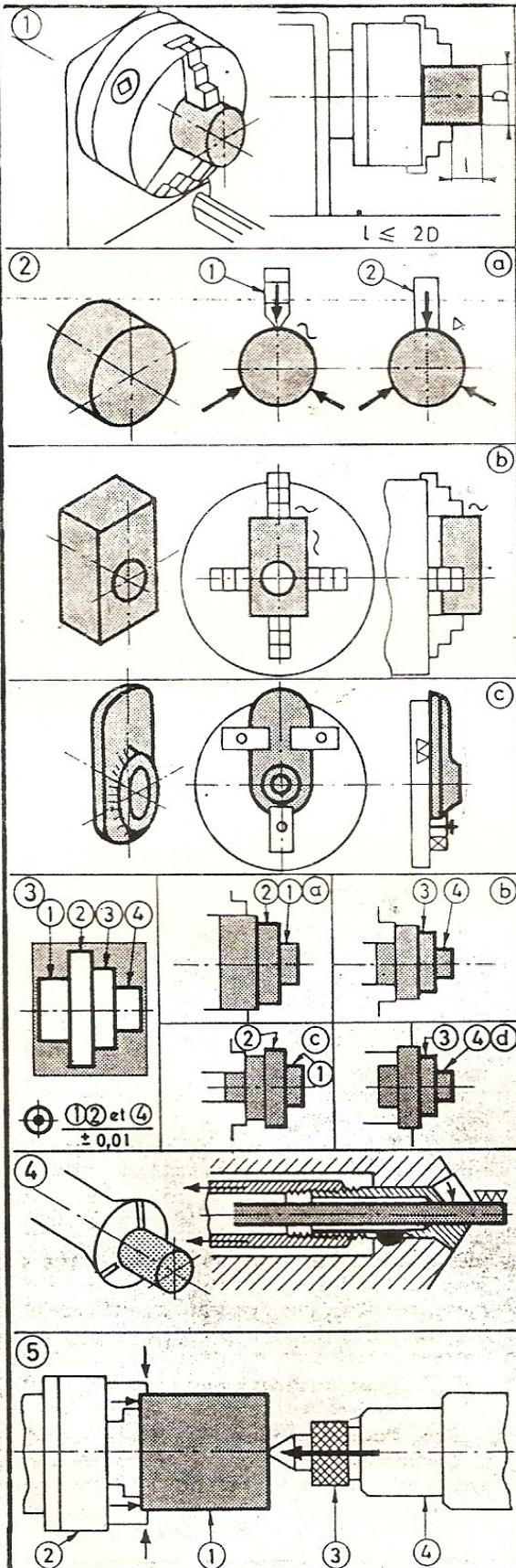
3.28. Tour à copier (fig. 5).

Il reproduit à partir d'une pièce-type, par systèmes hydropneumatique ou hydro-électrique.

(1) Pièce à produire; (2) Pièce-type.

7. - MONTAGE - RÉGLAGE

7.2. - LE TOURNAGE EN L'AIR



PRINCIPE

La pièce est maintenue uniquement à une extrémité sur un porte-pièce.

Ce montage convient pour les pièces dont leur longueur sortie ne dépasse pas 2 fois leur diamètre, sous réserve que la longueur serrée soit suffisante (fig. 1).

7.21. Choix du porte-pièce.

Rappel : suivant forme, poids et état des surfaces serrées, de la pièce.

7.211. Les appareillages de montage en l'air (fig. 2).

Fig. 2 a. Plateau à mors concentriques.
(1) Mors durs; (2) Mors doux.

Fig. 2 b. Plateau à 4 mors indépendants.

Fig. 2 c. Plateau à brides.

7.22. L'usinage en l'air (fig. 3).

7.221. Méthode générale :

- Prévoir le démontage aisément de la pièce;
- Écroûtage préalable (avant ébauche des surfaces serrées);
- Ébauchage de toutes les surfaces usinées (fig. 3 a., b.);
- Association des surfaces concentriques pendant l'usinage (fig. 3 c);
- Mise à la cote des SR et contrôle sans démontage de la pièce.
- Finition des autres surfaces après reprise des SR en mors doux (fig. 3 d).

7.23. La pièce brute (~).

Les pièces moulées ou forgées ont souvent des défauts de forme, l'état de surface est inégal et grossier.

Ainsi la fixation et l'immobilisation sont souvent difficiles.

7.24. L'écroûtage.

L'opération consiste à enlever la croûte en une seule passe. La surface lisse obtenue permettra une reprise saine supportant des efforts de coupe importants.

7.25. Précautions :

7.251. • Au montage :

- Rechercher le contact maximal de la pièce avec les mors en tournant la pièce à la main;
- Serrer énergiquement.

7.252. • Avant ébauche :

- Enlever la croûte;
- Ne jamais taper sur la pièce.

7.26. Montage en pince (fig. 4).

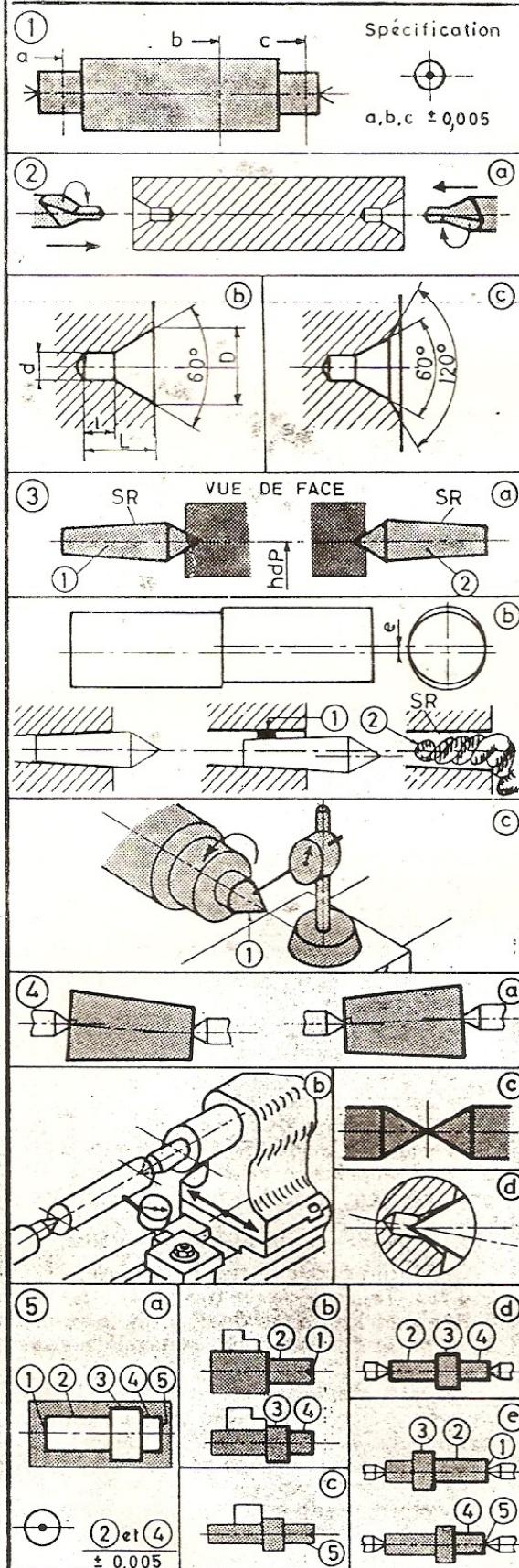
La concentricité est assurée : serrage par pincement.

7.27. Montage en mixte (fig. 5).

Il assure la pièce déjà tenue en l'air : n'autorise pas les opérations d'intérieur.

7. - MONTAGE - RÉGLAGE

7.3. - LE TOURNAGE ENTRE POINTES



PRINCIPE

La pièce est prise entre deux pointes alignées.

Ce montage permet la réalisation de surfaces tournées concentriques avec une précision maximale de 5 microns (fig. 1), de pièces ayant une longueur comprise entre 3 et 8 fois le diamètre.

7.31. Conditions :

- Choisir l'axe de la pièce comme SR1;
- Utiliser cette SR comme axe de rotation;
- Situer cette SR en positions concentrique et cylindrique.

7.32. Les centres (fig. 2) sont symétriques et coaxiaux, de forme conique : angle = 60°.

Fig. 2 b. Ordinaires → risque de chocs sur la SR.

Fig. 2 c. Protégés → la SR est dégagée.
 • Spéciaux → pièce percée ou taraudée. Leurs dimensions dépendent : du poids, de la forme, du diamètre de la pièce. Obtention :

- Sur machine à centrer : centrages opposés et simultanés (fig. 2a);
- Sur le tour : pièce en mors doux.

7.33. Fixation de la pièce entre pointes (fig. 3 a).

- Montage côté poupee fixe. (1) Pointe fixe (sur broche) ou « fausse-pointe » usinée à la demande (sur mandrin).
- Montage côté poupee mobile. (2) Pointe vive (en acier traité) ou pointe tournante (à billes).

7.34. Montage des pointes.

Fig. 3 b. Le réglage concentrique. L'axe de la pointe fixe doit se confondre avec l'axe de la broche :

- S'assurer de l'absence de corps étranger (1) sur les SR et nettoyer celles-ci avec un chiffon (2);
- Obtenir par coincement l'adhérence parfaite. Fig. 3 c. — Contrôle au comparateur (5).

7.342. Le réglage cylindrique (fig. 4). L'axe de la pièce sera situé parallèlement à la trajectoire du Ma de l'outil :

Fig. 4 a. Usiner un cylindre-étalon monté entre pointes;

Fig. 4 b. Contrôler, au comparateur, la position cylindrique;

Fig. 4 c. Régler en déplaçant la contre-poupee.

Nota. Le désaxage provoque la détérioration des centres (fig. 4 d).

7.35. Principes d'exécution d'une pièce entre pointes (fig. 5 a) :

Fig. 5 b. — Ébaucher en l'air;

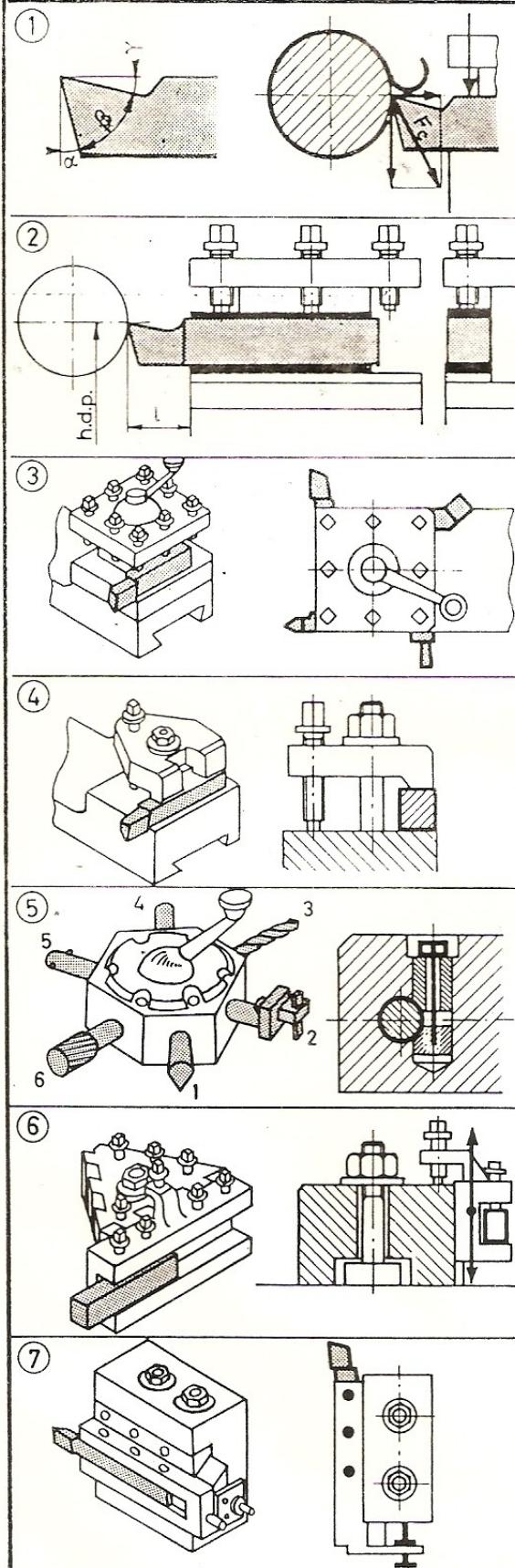
Fig. 5 c. — Exécuter les centres alignés;

Fig. 5 d. — Régler cylindrique;

Fig. 5 e. — Finir par retournement.

4. - RÉGLAGE EN TOURNAGE

4.1. - MONTAGE DES OUTILS



MONTAGE SUR LE PORTE-OUTIL

Le montage des outils doit permettre le respect des angles de coupe obtenus à l'affûtage; et résister aux efforts de coupe (fig. 1).

4.11. Conditions à respecter (fig. 2) :

- Monter la partie active de l'outil à h.d.p.;
- Sortir la partie active d'une longueur de dépassement l mini.;
- Assurer un serrage suffisant;
- Assurer un montage et un démontage rapides.

4.12. La tourelle porte-outil.

Élément en acier dur traité; dans laquelle prend appui l'outil par sa (ou ses) SR.

4.121. Différents systèmes de tourelles.

Fig. 3. Porte-outil à tourelle associée.

Fig. 4. Porte-outil monobloc.

Fig. 5. Porte-outil à tourelle revolver.

Fig. 6. Porte-outil réglable en hauteur.

Fig. 7. Porte-outil réglable en dépassement.

4.13. Réglage.

La mise à hauteur de pointe :

4.131. a) par interposition de cales d'épaisseur : nécessité de contrôle après serrage (compression);

4.132. b) par utilisation d'outil dont la hauteur d'arête est contrôlée à l'affûtage;

4.133. c) par montage sur la tourelle (fig. 5) de support d'outil préréglé et interchangeable. Le changement est facile et rapide (Système Good-Shap, système Tripal) (fig. 6).

4.14. Méthode de montage de l'outil :

— Vérifier les surfaces en contact de l'outil et du support;

— Régler la longueur de dépassement;

— Régler l'outil à h.d.p.;

— Protéger la surface de serrage;

— Serrer suffisamment.

4.141. Repérage de la h.d.p.

Se référer à la pointe (suivant le montage) ou bien approcher de l'outil un trusquin préalablement réglé à la hauteur de pointe.

4.15. Montage de plusieurs outils.

On l'utilise pour le travail de série.

4.151. Tourelle carrée (fig. 3).

Réglages préalables de 4 outils (ou plus) à h.d.p., puis en position d'usinage (dépassement).

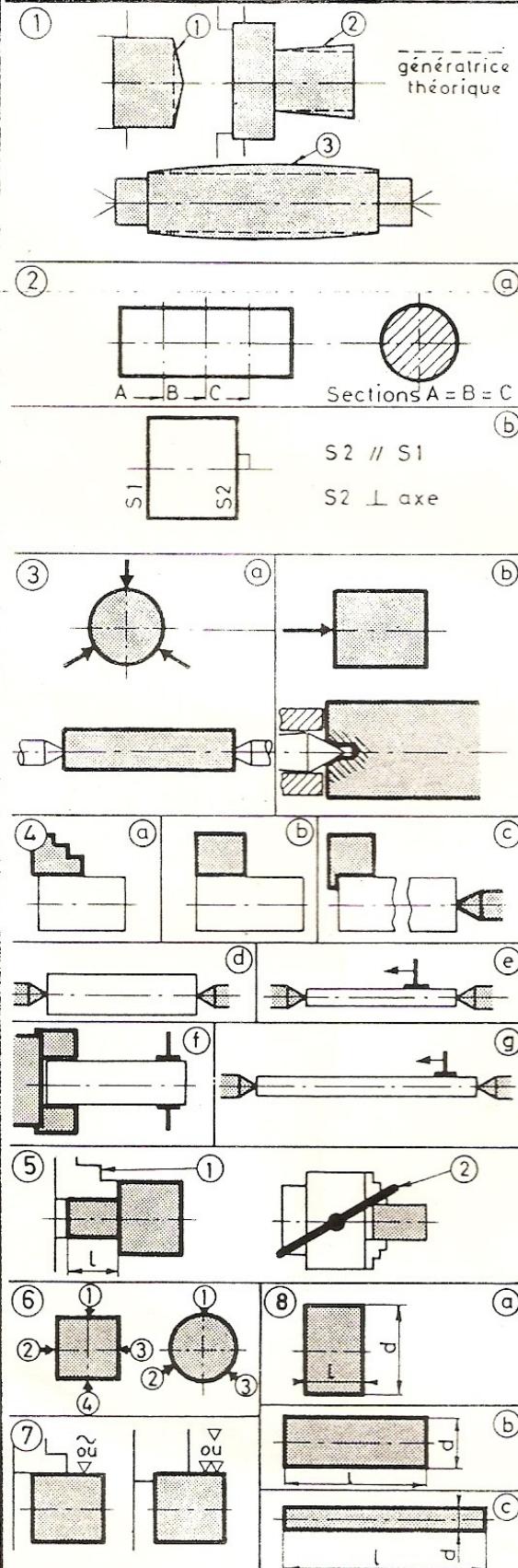
Le retour en position de la tourelle est assuré avec précision après chaque rotation de 90° .

4.152. Tourelle hexagonale (fig. 5).

Le réglage monte en position d'usinage les 6 outils pouvant être utilisés successivement.

4. - RÉGLAGE EN TOURNAGE

4.2. - MONTAGE DE LA PIÈCE



MONTAGE SUR LE PORTE-PIÈCE

4.21. Expérimentation (fig. 1).

4.211. Résultats :

- Une pièce dressée a reculé (1);
- Une pièce chariotée en l'air a fléchi (2);

- Une pièce chariotée entre pointes a flambé (3) et fléchi.

4.212. Défauts :

- Bombé (1); Cône (2); Tonneau (3).

4.22. Conclusions:

Le bon ablocage de la pièce est lié à deux conditions :

- Positionnement;

- Fixation.

4.23. Positions à respecter (fig. 2).

Fig. 2 a. Axiale (concentricité).

Fig. 2 b. Radiale (perpendicularité).

4.24. Moyens de positionnement (fig. 3).

Fig. 3 a. Axial

Considérer :

- Surface de serrage
- Surface de contact des mors.
- Surface d'appui des pointes.

Fig. 3 b. Radial

Considérer :

- Surface de butée.
- Surface de la pointe à ressort.

4.25. Défaut de concentricité (fig. 4)

Fig.	Montage de la pièce	Défaut
4 a	En mors durs	> 0,1
4 b	En mors doux	≈ 0,02
	En mixte (mors durs)	> 0,1
4 c	En mixte (mors doux)	≈ 0,02
4 d	Entre pointes	≈ 0,005
4 e	En lunette fixe (entre pointes)	≈ 0,005
4 f	En lunette fixe (mors doux)	≈ 0,02
4 g	En lunette à suivre (entre pointes)	≈ 0,005
	En lunette à suivre (mors doux)	≈ 0,02

Montage en 3 MU concentriques (fig. 5).

La longueur serrée (1) doit être suffisante dans le montage en l'air (1). La longueur de levier de la clé de serrage est suffisante pour l'ablocage (2), les 3 mors serrent la pièce à la manière de l'étau.

4.27. Facteurs intervenant sur le choix de l'appareil de montage.

4.271. Forme de la pièce (fig. 6).

Exemple :

Pièce prismatique → 4 M indépendants;
Pièce cylindrique → 3 MU concentriques.

4.272. État des surfaces serrées (fig. 7).

- État brut ou usiné ∇ → mors durs;
- État usiné ∇ , $\nabla\nabla$ → mors doux.

4.273. Dimensions de la pièce (fig. 8), diamètre et longueur vont de pair :

Fig. 8 a. $l \approx 2d$: pièce courte → en l'air;

Fig. 8 b. $l \approx 4d$: pièce longue → en mixte;

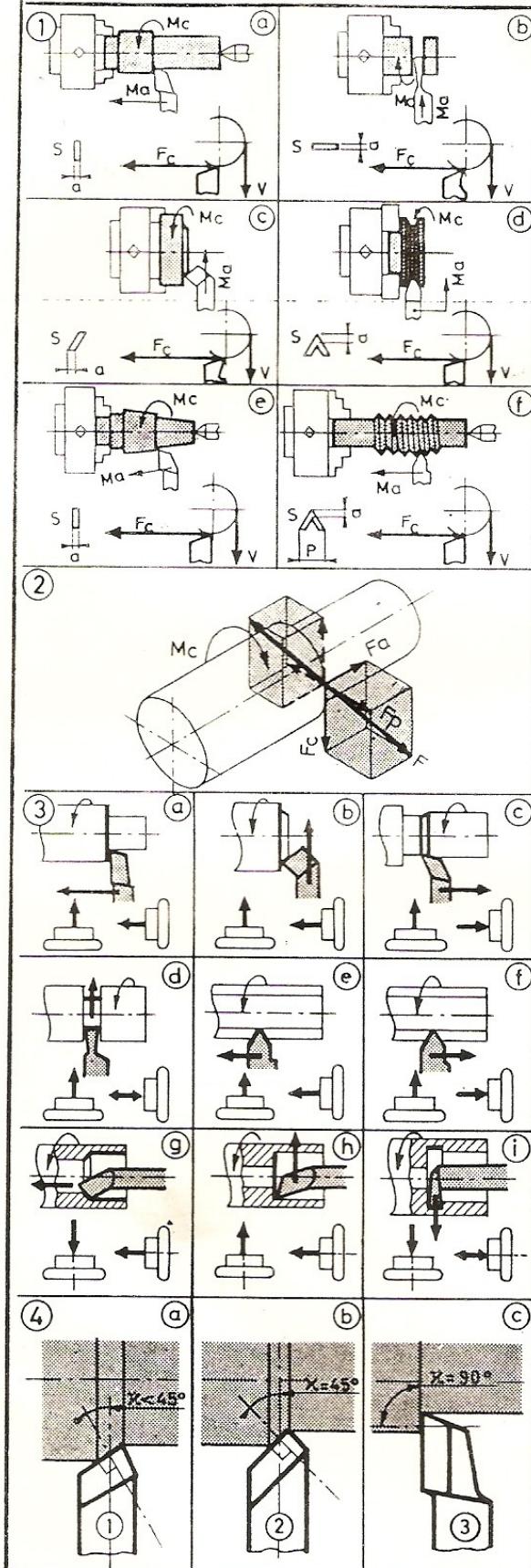
Fig. 8 c. $l \approx 6d$: pièce très longue → en mixte.

4.274. Le travail ou opération. Exemples :

- Dressage : montage en l'air;
- Alésage : montage en lunette fixe.

4. - RÉGLAGE EN TOURNAGE

4.3. - ACTION DES OUTILS



MODE D'ACTION

4.31. Observations de la coupe.

Au M_c l'outil oppose une R_c (réaction de coupe), le copeau se forme, glisse et roule sur la surface d'attaque.

L'outil fléchit et tend à reculer.

Rappel : l'avance (a) est la distance parcourue par l'outil lorsque la pièce a fait 1 tour.

4.311. Résultat pratique : défauts de qualité géométrique et d'état de surface.

4.32. Expérimentation (fig. 1).

Rechercher les influences de la vitesse de coupe (V) et de la section du copeau (S), sur l'effort de coupe F_c lorsque l'avance par tour reste constante.

Fig. 1 a. Chariotage.

Fig. 1 b. Tronçonnage.

Fig. 1 c. Dressage.

Fig. 1 d. Travail de gorge.

Fig. 1 e. Tournage conique.

Fig. 1 f. Filetage.

4.33. Conclusions.

Considérer : pour le calcul de n , la vitesse corrigée, (Ex. : cas des outils à charioter, couteau, à tronçonner, à fileter, etc.).

Calculer : les vitesses de rotation (n) sur le diamètre moyen (tronçonnage, dressage, cône).

Penser : à la section de copeau maximale suivant montage (en l'air, entre pointes, en lunette).

4.34. Les efforts de coupe (fig. 2).

Ils tendent tous à faire reculer l'outil et le porte-outil solidaires. Exemple : Dressage à l'outil à charioter coudé :

— F_a tend à repousser l'outil;

— F_c tend à le faire fléchir;

— F_p tend à le faire reculer.

F la résultante de ces efforts tend à modifier la trajectoire du M_a .

4.35. Précautions.

Pour l'exemple précédent, il faut :

— fixer le traînard en position;

— rattraper le jeu du chariot supérieur en prenant la profondeur de passe;

— donner le M_a au chariot transversal après réglage de son jeu.

Fig. 3. Mode d'action des chariots supérieur et transversal suivant l'opération.

4.36. Influence de x sur F_c (fig. 4).

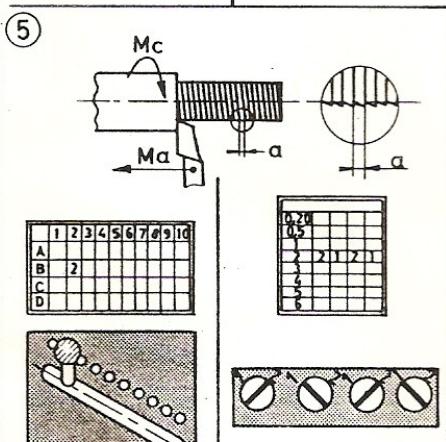
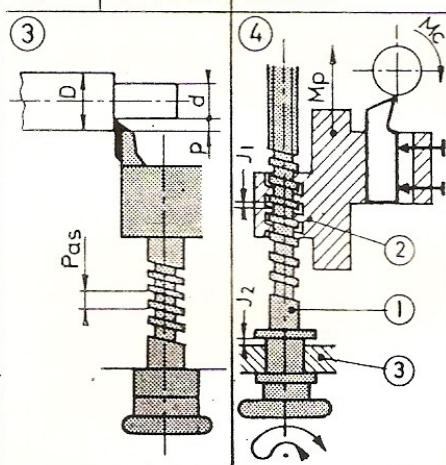
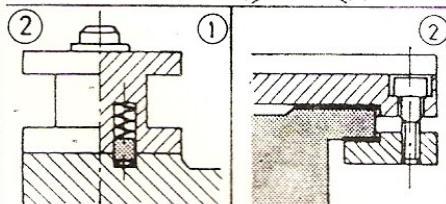
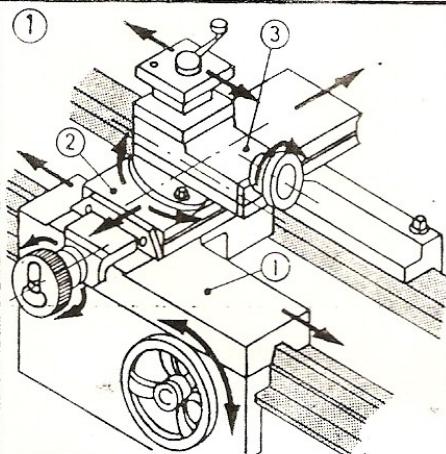
La direction d'arête $x = 45^\circ$ est favorable pour les gros débits, mais défavorable pour l'état de surface en finition.

Fig. 4 a. $x < 45^\circ$: défaut de cylindricité.

Fig. 4 c. $x = 90^\circ$: bonne cylindricité.

4. - RÉGLAGE EN TOURNAGE

4.4. - L'ORGANE PORTE-OUTIL



ÉTUDE DU PORTE-OUTIL

4.41. Organe porte-outil (fig. 1).

Il se compose de 3 chariots : (1) longitudinal; (2) transversal; (3) supérieur. Le coulisement de ceux-ci sur leurs glissières permet d'obtenir les trajectoires et déplacements recherchés, manuellement ou automatiquement.

4.42. Fonctions à assurer :

- Positionner l'outil avec précision;
- Déplacer l'outil selon la trajectoire Ma.

Conditions :

- Régler facilement la profondeur de passe;
- Retrouver avec précision la position;
- Fixer les chariots sur leur glissière;
- Régler le jeu de coulisement.

Moyens (fig. 2).

Tambour gradué; tourelle pivotante à pied de centrage (1); bride de fixation du traînard (2).

4.43. Réglages.

- Pénétration ou profondeur de passe (fig. 3).
 p = profondeur de passe en mm;

$$p = \frac{D - d}{2} \text{ ou } R - r.$$

Exemple. Soit $pas = 5 \text{ mm}$ et tambour à 100 divisions. 1 division correspond à $5 : 100 = 0,05 \text{ mm}$ mesuré sur le rayon de la pièce.

- Mise à la cote (pièce en rotation).

Calculer la valeur de la division (1).

- Faire tangenter la surface extérieure par l'outil;
- Mettre le tambour au zéro;
- Tourner du nombre de divisions déterminé;
- Engager une passe de 5 mm à l'automatique;
- Dégager l'outil, arrêter, contrôler.

4.44. Rattrapage des jeux (fig. 4).

(J_1 et J_2) Jeux; (1) Vis; (2) Écrou; (3) Bâti fixe.

On en tient compte, particulièrement en tournage, pour mettre à la cote; il influence également le M_p (mouvement de pénétration).

Il existe en effet deux jeux importants nécessaires au fonctionnement du système vis-écrou : J_1 = jeu entre vis et écrou et J_2 = jeu entre épaulement vis et épaulement bâti.

- L'opérateur devra lors du dépassement de la division définie, revenir franchement en arrière pour rattraper les jeux

- L'outil recule sous F_c , si le rattrapage est négligé, en modifiant la cote et la position de la génératrice.

4.45. Sélection de l'avance automatique (fig. 5).

Le tableau permet le choix de la valeur a .

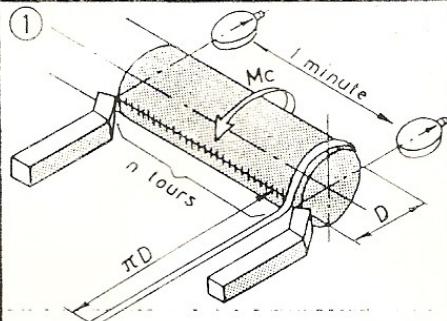
Le réglage se fait par une série de leviers suivant le système utilisé par le constructeur.

La valeur repérée sur le tableau vaut (en général) :

- 1 mm pour fileter (vis-mère);
- 0,1 mm pour charioter (barre de chariotage);
- 1/15 mm pour dresser.

4. - RÉGLAGE EN TOURNAGE

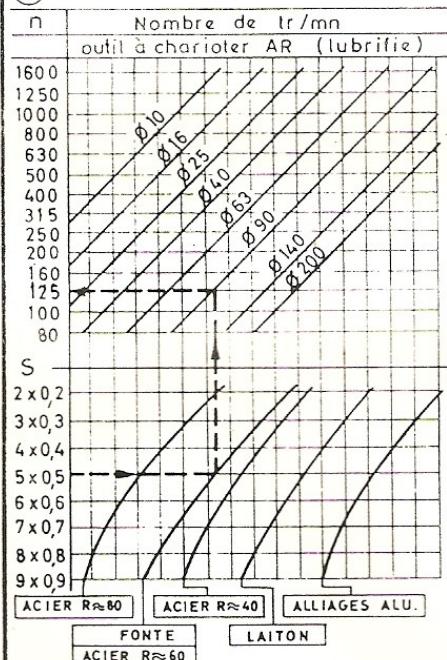
4.5. - CONDITIONS DE COUPE



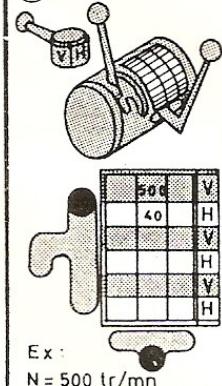
Vitesse de coupe V (m/mn) avec acier ARS et arrosage

Matériau	V	Matériau	V
Acier A40	30	Bronze	36
Acier A50	22	Laiton	62
Acier A75	18	Aluminium	300
Acier A80	17	Cuivre	70
Fonte Ft16	24	Acier Inox.	6

②



③



Ex:
 $N = 500$ tr/mn

VITESSE ET TEMPS

4.51. Vitesse de coupe (fig. 1). V (en m/mn).

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

V : Vitesse en m/mn.

D : Diamètre en mm.

n : Nombre de tr/mn.

4.511. Vitesse de base (voir tableau) donnée pour un outil en ARS avec lubrification; elle dépend du matériau coupé.

4.512. Correction de la vitesse de base.

Facteurs de correction :

- La section du copeau;
- La forme de l'outil.

4.513. Formes d'outil.

Outil	à charioter	type couteau	à tronçonner	à fileter	à percer	à aléser
Coeff.	1	0,8	0,5	0,3	0,7	0,7

Exemple : Couper A56 avec un outil à aléser.

— Vitesse de base = 22 m/mn;

— Vitesse corrigée = $22 \times 0,7$
= 15,4 m/mn.

4.52. Vitesse de rotation. n (en tr/mn).

C'est le nombre de tours de la pièce en une minute.

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

4.521. Les abaques (fig. 2).

Ils permettent d'obtenir directement la vitesse de rotation n . L'abaque représenté fig. 2, donne n en partant de la section coupée, → du matériau coupé, → du D usiné, → de l'outil utilisé.

4.522. Sélection de n (fig. 3) (machine arrêtée).

Réglage à la boîte de vitesses par positionnement de deux leviers (ou du harnais par un levier). Positions précisées sur le tableau suivant lecture de n choisi.

4.53. Vitesses d'avance.

a = avance par tour (en mm).

A = avance parcourue par l'outil en 1 mn.

$$A = a \cdot n$$

4.54. Temps de coupe (fig. 4).

Calcul important qui permet d'obtenir le temps précis pendant lequel l'outil coupe.

Méthode de chronométrage :

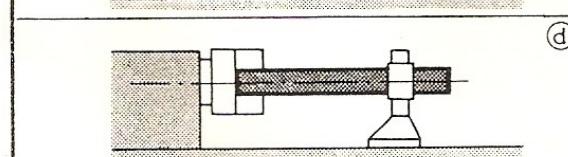
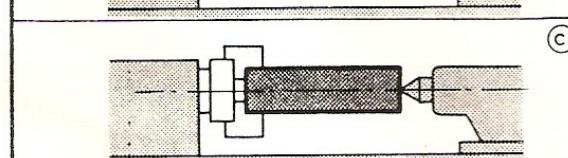
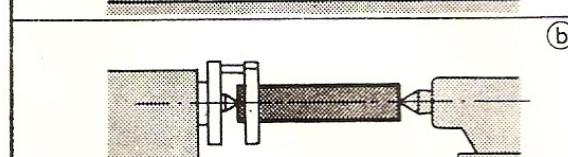
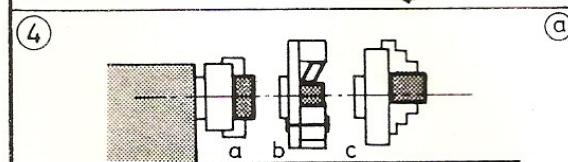
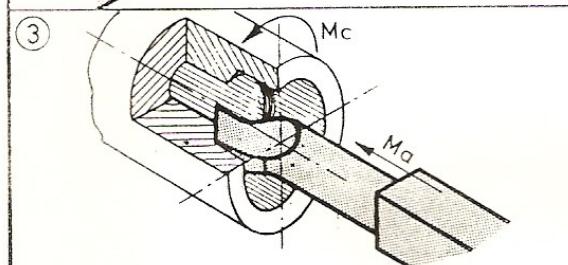
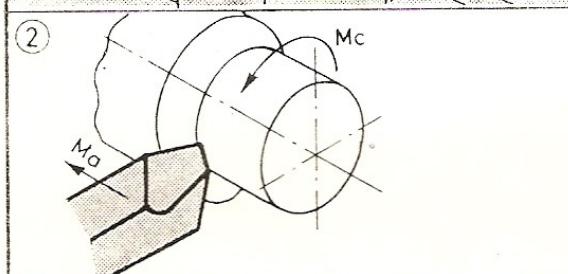
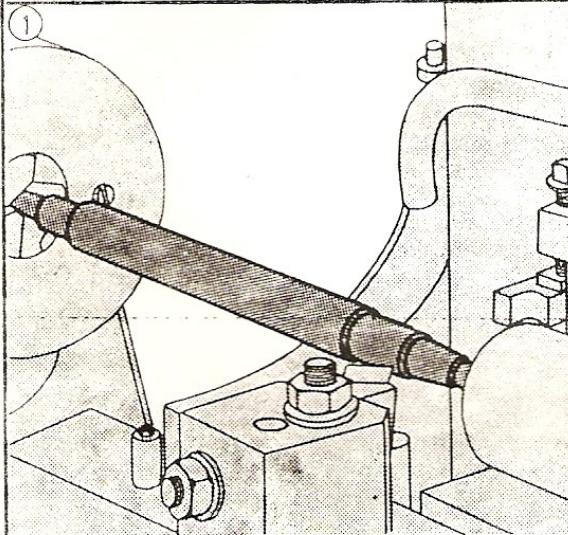
$$t \text{ (en mn)} = \frac{L \text{ (longueur usinée en mm)}}{A \text{ (avance en mm/mn)}}.$$

Exemple : Calculer le temps de coupe nécessaire pour usiner une longueur de 240 mm avec $a = 0,3$ mm outil-couteau si $n = 400$ tr/mn :

$$t = \frac{240}{0,3 \times 400} = 2 \text{ mn.}$$

5. - USINAGE - OPÉRATION SIMPLE

5.1. - LE TOURNAGE



GÉNÉRALITÉS

5.11. Le tournage consiste à couper le métal sur des pièces dont les surfaces à usiner tournent concentriquement à leur axe de rotation (fig. 1).

Les opérations de tournage se réalisent à l'aide d'outils de coupe à tranchant unique.

L'outil se compose de deux parties : la partie active en acier à outil et le corps en acier dur de forme prismatique ou cylindrique.

L'arête tranchante coupe et enlève le copeau.

La pièce tourne, rendue solidaire de la broche de la machine par un porte-pièce fixé sur le « nez de broche ».

La surface engendrée est le résultat de deux mouvements : Mc et Ma .

La pièce est animée du mouvement de coupe Mc .

L'outil est animé du mouvement d'avance Ma .

La pénétration ou profondeur de passe est appliquée à l'outil (M_p).

L'opération peut être réalisée :

— extérieurement (fig. 2), ex. : chariotage;

— intérieurement (fig. 3), ex. : alésage.

5.12. Montage de la pièce (fig. 4).

Quatre cas :

Fig. 4 a. Tournage en l'air;

Fig. 4 b. Tournage entre pointes;

Fig. 4 c. Tournage en mixte;

Fig. 4 d. Tournage en lunette.

5.121. Choix. Il dépend des facteurs suivants : dimensions, forme de la pièce et spécifications d'usinage.

5.122. Tournage en l'air. La pièce est maintenue uniquement par un porte-pièce : mandrin 3 MU, plateau, mandrin 4 MU.

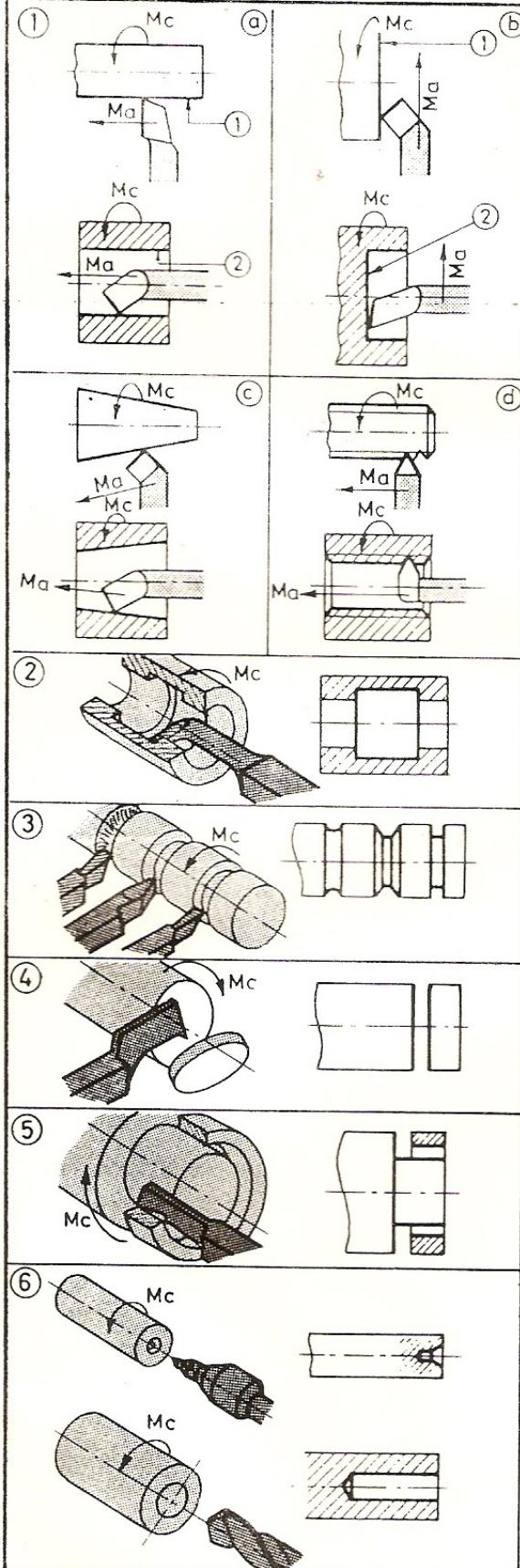
5.123. Tournage entre pointes. La pièce centrée est fixée entre 2 pointes, elle est entraînée par un toc, poussé lui-même par un plateau pousse-toc solidaire de la broche.

5.124. Tournage en mixte. La pièce serrée en l'air, est lourde ou longue, elle a besoin d'un support auxiliaire du côté contre-poupée.

5.125. Tournage en lunette. La longueur, la déformation, obligent à associer un support auxiliaire (lunette fixe ou lunette mobile à suivre) aux montages précédents.

5. - USINAGE - OPÉRATION SIMPLE

5.2. - OPÉRATIONS D'USINAGE



LES OPÉRATIONS DE FAÇONNAGE

5.21. L'usinage au tour.

Il est obtenu par deux mouvements.

La pièce animée d'un mouvement de rotation possède le Mc.

L'outil animé d'un mouvement rectiligne possède le Ma.

Pour tailler et couper le copeau, cet outil peut : recevoir préalablement le Mp (chariotage à l'outil à charioter) ou avoir celui-ci confondu avec son Ma (tronçonnage).

5.22. LA SURFACE A PRODUIRE (fig. 1).

5.221. Caractéristiques :

— Sa situation : intérieure ou extérieure;
— Sa position : par rapport à l'axe de rotation cylindrique (a), plane (b), conique (c), hélicoïdale (d);

— Son état (rugosité) : modifié par l'avance a de l'outil et par la forme du bec d'outil.

5.23. L'OPÉRATION

C'est l'association, pour l'usinage, de plusieurs surfaces entre elles.

5.24. Moyens ordinaires.

5.241. Les chariots :

- Longitudinal \rightarrow trajectoire Ma // \rightarrow cylindre;
- Transversal \rightarrow trajectoire Ma L \rightarrow plan;
- Supérieur orienté \rightarrow trajectoire Ma L \rightarrow cône.

5.25. Les outils :

- d'enveloppe. Exemple : couteau;
- de forme. Exemple : pelle.

5.26. Principales opérations :

5.261. Usinages en extérieur :

- Chariotage \rightarrow 1 surface (1) (fig. 1 a);
- Dressage \rightarrow 1 surface (2) (fig. 1 b);
- Épaulement \rightarrow 2 surfaces associées;
- Tronçonnage \rightarrow 3 surfaces associées (fig. 4);

5.262. Usinages en intérieur :

- Alésage \rightarrow 1 surface (2) (fig. 1 a);
- Embrèvement \rightarrow 2 surfaces (2) (fig. 1 b);
- Chambrage \rightarrow 3 surfaces (fig. 2);
- Carottage \rightarrow 3 surfaces (fig. 5).

5.263. Usinages mixtes (intérieur ou extérieur) :

- Tournage conique \rightarrow 1 surface (fig. 1 c);
- Cône épaulé \rightarrow 2 surfaces;
- Cône embrevé \rightarrow 2 surfaces;
- Filetage \rightarrow 2 ou 3 surfaces;
- Tournage de forme \rightarrow association avec outil de forme.

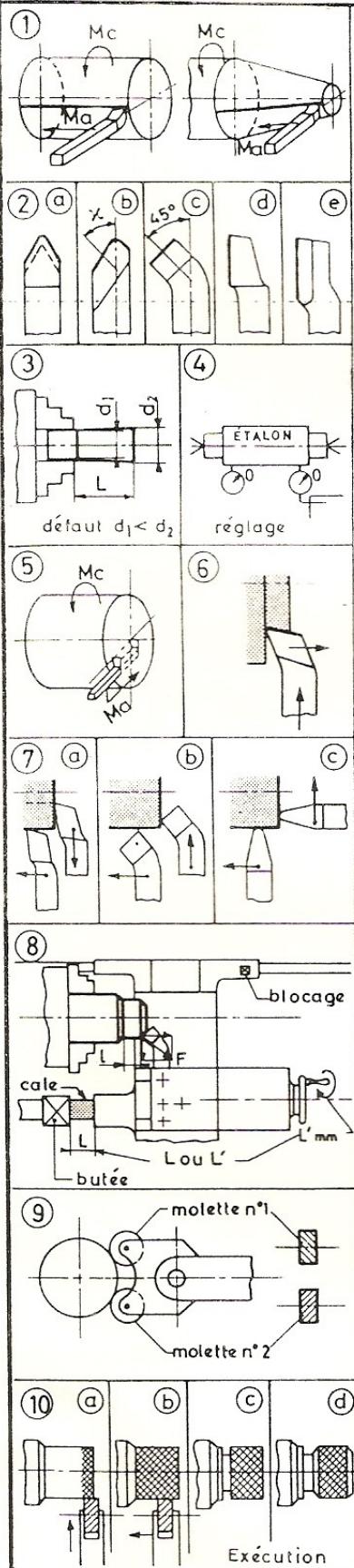
5.27. Moyens auxiliaires (fig. 6).

5.271. Contre-poupée en porte-outil :

- Perçage \rightarrow foret hélicoïdal;
- Centrage \rightarrow mandrin de perçage;
- Taraudage \rightarrow taraudeuse;
- Alésage \rightarrow alésoir.

5. - USINAGE - OPÉRATIONS SIMPLES

5.3. - CHARIOTAGE - DRESSAGE - MOLETAGE



5.31. CHARIOTAGE

L'opération consiste à engendrer une surface cylindrique ou tronconique par déplacement rectiligne, parallèle ou perpendiculaire à l'axe de rotation de la pièce, d'outils d'enveloppe (en général) (fig. 1).

5.311. Outils.

Fig. 2 a. Outil à écroûter.

Fig. 2 b. Outil à charioter droit. L'angle de direction varie selon la nature du métal travaillé (plus petit pour les métaux durs). Exécution des travaux d'ébauche et de finition avec modification du rayon de pointe.

Fig. 2 c. Outil à charioter coudé, utilisé en ébauche et finition.

Fig. 2 d. Outil-couteau } Chariotage de pièces épaulées

Fig. 2 e. Outil-ravageur } à état de surface peu soigné.

5.312. Défauts de cylindricité.

5.313. Leurs causes :

- Jeu dans les chariots; prévoir le blocage des chariots n'ayant pas le Ma;
- Dépassement de la pièce trop important (montage en l'air) (fig. 3);
- Réglage cylindrique incorrect (montage entre pointes); La fig. 4 montre le moyen de réglage correct sur cylindre étalon.
- Emploi d'un outil ayant un angle x trop faible (pièces flexibles).

5.32. DRESSAGE

L'opération consiste à engendrer une surface plane par déplacement de l'outil perpendiculairement à l'axe de rotation de la pièce (fig. 5).

5.321. Outils.

Fig. 5 Outil à dresser les faces.

Fig. 6 Outil à dresser d'angle, utilisé lorsque la surépaisseur est importante, pour raccorder les épaulements.

Fig. 7 a. Outil-couteau, ravageur

Fig. 7 b. Outil à charioter coudé

Fig. 7 c. Outil à retoucher

Pour travaux combinés de chariotage et de surface.

5.322. Règles à observer :

- Bloquer le traînard et le chariot supérieur en opération de dressage;
- Calculer $n \text{ tr/mn}$ en fonction du \varnothing moyen de la surface à usiner;
- Réaliser la longueur des épaulements (fig. 8) :
 - au chariot supérieur (travail unitaire);
 - à l'aide de la butée à barillet ou butée simple avec cales de longueur pour travaux de série.

5.33. MOLETAGE (fig. 9 et 10).

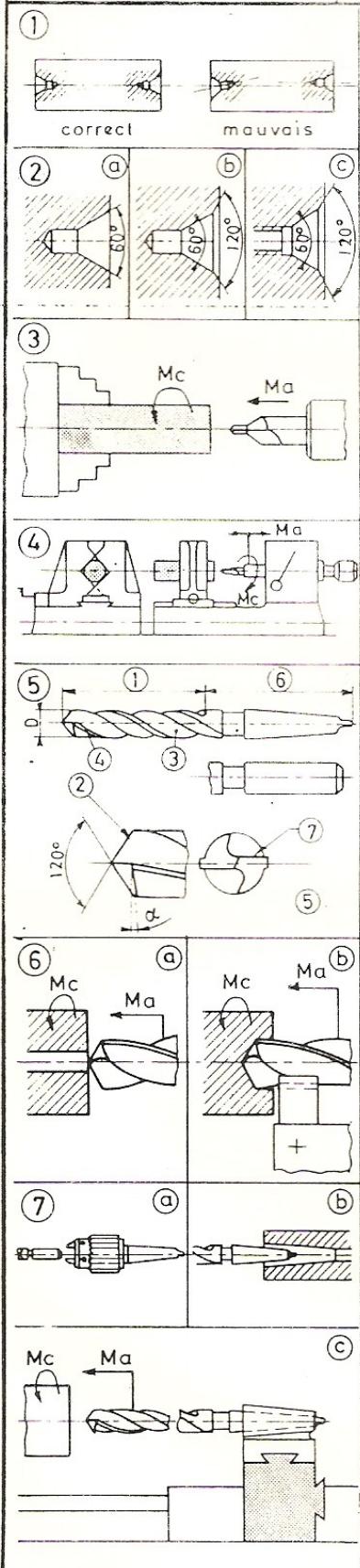
L'opération consiste à imprimer, à l'aide de molettes, des stries sur la surface des pièces.

Exécution. Pour moletier, il faut :

- Une vitesse réduite au 1/4 de la vitesse de coupe;
- Effectuer l'opération avant les travaux de finition;
- Ne pas moletier sur pièces montées entre pointes;
- Amorcer (fig. 10 a) et avancer rapidement ($a = 0,3$ à $0,7 \text{ mm}$) (fig. 10 b). Après moletage faire la gorge (fig. 10 c) et les chanfreins (fig. 10 d).
- Lubrifier abondamment.

5. - USINAGE - OPÉRATIONS SIMPLES

5.4. - CENTRAGE - PERÇAGE



5.41. CENTRAGE (fig. 1).

L'opération consiste à pratiquer à chaque extrémité de la pièce un centre (SR) qui servira de logement à la pointe. Les axes des deux centres doivent se confondre avec l'axe géométrique de la pièce.

5.411. Différents centres (N.F. E 60-051).

Fig. 2 a. Centre sans chanfrein de protection.

Fig. 2 b. Centre avec chanfrein de protection.

Fig. 2 c. Centre sur partie taraudée,

5.412. Méthodes d'exécution :

- Centrage au tour (fig. 3), par retournement en évitant le faux-rond de la pièce;
- Centrage sur machine à centrer (fig. 4);
- Centrage à la perceuse, après traçage pour les pièces de forme spéciale.

Après les grosses ébauches et avant la finition, il est nécessaire de retoucher ou de rectifier les centres (à la fraise, à l'outil ou à la machine à rectifier).

5.42. PERÇAGE.

Obtenu par déplacement axial du foret (Ma) à l'intérieur d'une pièce en rotation (Mc).

L'axe de l'outil doit toujours coïncider avec l'axe de rotation de la pièce.

5.421. Les forets.

Fig. 5. Foret hélicoïdal. (1) Partie active taillée en hélice; (2) Pointe de 116 à 140°, sert à la coupe; (3) Goujures d'angle d'hélice 20 à 40° (suivant le matériau à couper) permettant le dégagement des copeaux; (4) Listel de guidage; (5) Ame; (6) Queue qui sert à l' entraînement : conique pour \varnothing 6 à 60 mm, ou cylindrique pour \varnothing 0,2 à 15 mm; (7) Lèvres.

5.422. Guidage des forets (fig. 6) :

- Par exécution préalable d'un centre;
- Par perçage préalable d'un avant-trou $\varnothing = 0,3$ du \varnothing final (fig. 6 a);
- Par guide monté sur la tourelle porte-outils (fig. 6 b).

5.423. Montage des forets :

Fig. 7 a. Foret à queue cylindrique. Montage en mandrin de perçage ajusté dans le fourreau de la contrepointe. Ma est manuel.

Fig. 7 b. Foret à queue conique : jusqu'à $\varnothing = 30$ mm. Montage avec cône Morse dans le fourreau de la contrepointe. Ma est manuel.

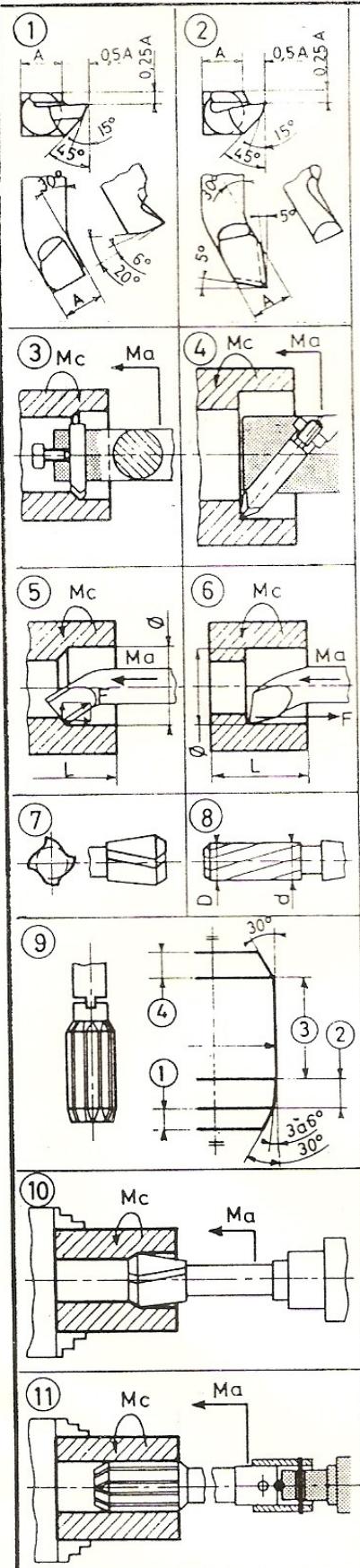
Fig. 7 c. Foret à queue conique : diamètre > 30 mm. Montage sur tourelle porte-outils avec porte-outil spécial. Ma peut être automatique.

Exécution :

- Dresser la face;
- Centrer le foret;
- Vérifier la coaxialité pièce-outil;
- Lubrifier pour éviter la dilatation de la pièce;
- Modérer l'effort d'avance au débouchage.

5. - USINAGE - OPÉRATIONS SIMPLES

5.5. - L'ALÉSAGE



L'ALÉSAGE AU TOUR

L'alésage est une opération de chariotage intérieur qui consiste à agrandir un trou brut de fonderie ou ébauché par perçage.

5.5.1. Alésage à l'outil à tranchant unique.

Utilisation des outils.

Fig. 1. Outil à aléser. Exécution d'alésages débouchants et de longueur faible : $L < 2,5 \varnothing$ (fig. 5).

Éviter l'utilisation de cet outil pour les ébauches non concentriques ou de surépaisseur irrégulière.

Fig. 2. Outil à aléser et dresser. Exécution d'alésages borgnes ou épaulés de longueur $L < 2,5 \varnothing$.

Utilisé pour ébaucher sur faux-rond ou avec surépaisseur irrégulière (fig. 6).

Exécution :

- Choisir un outil de section maximale compatible avec le \varnothing d'alésage;
- Monter l'outil hors de la tourelle d'une longueur légèrement supérieure à celle de l'alésage (bec d'outil à h.d.p.):
 - Montage à l'endroit : bonne visibilité.
 - Montage à l'envers : diminution du risque de broutement et meilleur dégagement du copeau.
- Utiliser V corrigée = $2/3 V$ théorique et a et p selon la rigidité et le dépassement de l'outil.

Fig. 3. Outil monté sur barre d'alésage.

Alésage de grand \varnothing et de longueur $L > 2,5 \varnothing$. Bonne rigidité de l'ensemble porte-outils (\varnothing de barre selon \varnothing d'alésage à réaliser).

Il est difficile d'exécuter des alésages de longueur $L > 3\varnothing$.

La flexion de l'outil, l'usure en cours d'usinage ne permettent pas d'obtenir une grande précision.

5.5.2. Alésage à l'outil de forme (alésoirs).

Ébauche, au foret, à l'alésoir d'ébauche à 3 ou 4 lèvres (fig. 7).

Demi-finition, à l'outil, à l'alésoir de demi-finition ou alésoir en bout (fig. 8). Cette opération donne à l'axe de l'alésage sa position définitive dans la précision demandée ; le \varnothing demi-fin est inférieur de 0,2 à 0,3 mm au \varnothing final.

Finition. L'alésoir de finition parachève le travail de demi-finition en donnant à l'alésage la dimension et l'état de surface demandé (fig. 9).

(1) Cône d'entrée; (2) Cône d'action; (3) Guide; (4) Cône de dégagement.

5.5.3. Montage des alésoirs-machines.

Fig. 10. Alésoirs d'ébauche et de demi-finition : montage rigide.

Fig. 11. Alésoirs de finition : montage flottant.

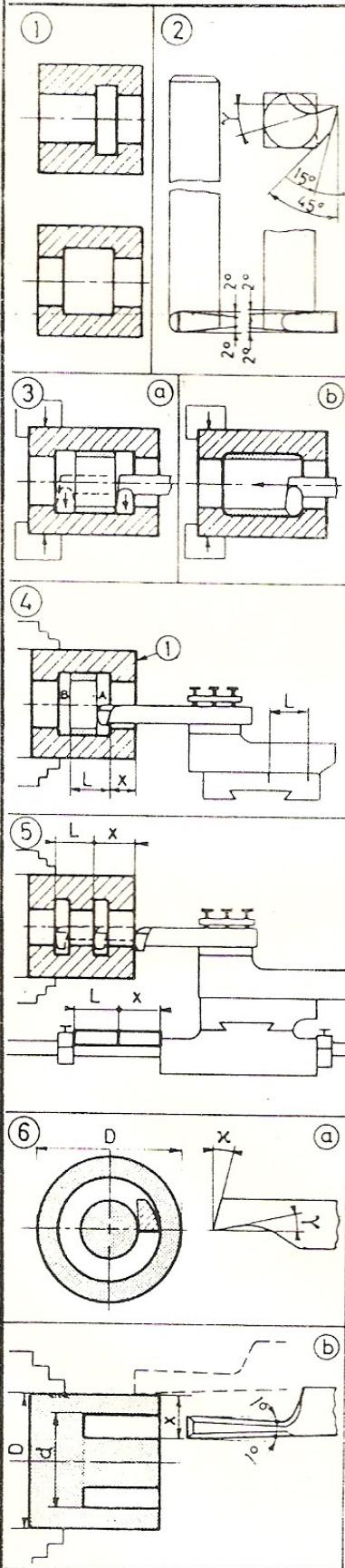
Eléments de coupe.

Vitesse de coupe $V = 7$ à 10 m/mn .

Avance $a = 0,15$ à 1 mm (éviter le copeau minimal par dent).

5. - USINAGE - OPÉRATIONS SIMPLES

5.6. - CHAMBRAGE - CAROTTAGE



5.61. CHAMBRAGE (fig. 1).

L'opération consiste à faire, au moyen d'un outil à chambrer (fig. 2), un évidement intérieur (appelé chambrage) dont les différentes utilités peuvent être : le dégagement de meule, le dégagement d'un filetage, une réserve de graissage, la limitation d'une longueur de portée d'alsage, l'allègement d'une pièce.

5.611. Méthode d'exécution.

Suivant la forme et les dimensions, l'exécution se fait :

Fig. 3 a. Par plongées successives \perp à l'axe : outil à gorge intérieure droite.

Fig. 3 b. Par passes latérales successives : outil à gorge intérieure demi-ronde.

Règles générales de travail :

— Exécuter le chambrage avant la finition de l'alsage.

— Utiliser V corrigée = 0,5 V théorique.

Contrôle.

• Micromètre d'intérieur pour les diamètres.

• Compas à ressort ou à cadran pour les diamètres.

• Jauge à talon → pour les longueurs.

5.612. Réalisation avec outil à gorge intérieure droite.

Fig. 4. Chambrage court :

— Tangenter l'outil sur la face (1) après rattrapage du jeu;

— Bloquer le traînard;

— Déplacer l'outil en A par le chariot supérieur déplacé de X plus la largeur de l'outil;

— Délimiter les positions extrêmes du chambrage en réalisant une gorge à chaque extrémité (A et B).

Précautions. Repérage des positions limites sur chariot et glissière.

L'exécution se fait par plongées successives \perp à l'axe, de largeur inférieure à celle de l'outil d'environ 0,2 mm.

Fig. 5. Chambrage long :

Même méthode, mais le réglage des déplacements se fait par butées avant et arrière sur banc et cales de longueur, déplacement au traînard, chariot supérieur bloqué.

5.613. Réalisation avec outil à gorge demi-ronde.

Même principe que précédemment mais l'exécution se fait par passes latérales successives de faible profondeur.

5.62. CAROTTAGE (fig. 6).

Opération qui permet la séparation des pièces du noyau (économie de matière).

Outil. Outil à carotter (fig. 6 a).

5.621. Méthode d'exécution (fig. 6 b) :

— Dresser la face avant carottage.

— Monter l'outil à l'envers, l'arête tranchante à hauteur des pointes (meilleur dégagement du copeau, trajectoire dégagante).

— Tangenter l'outil sur le diamètre extérieur;

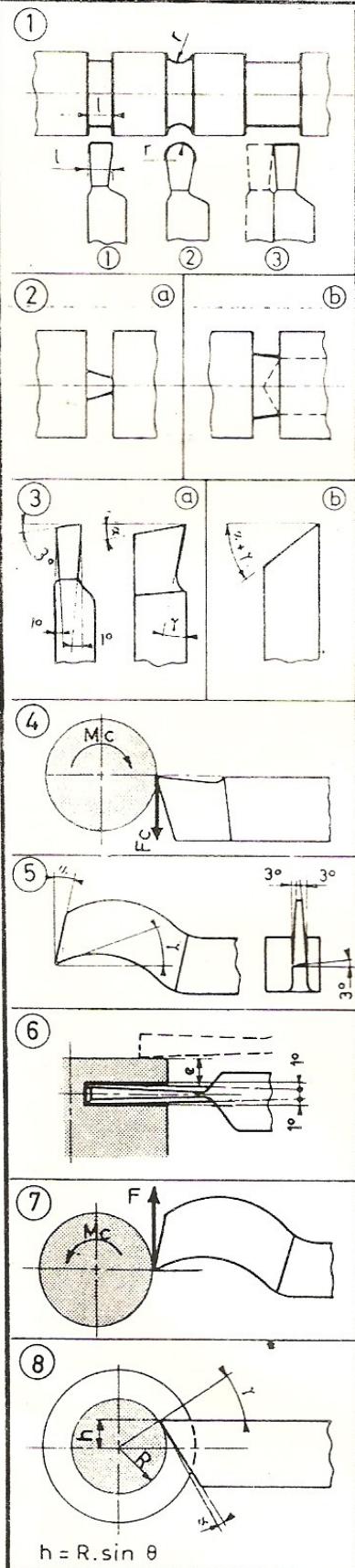
— Mettre l'outil en position. Dans le cas de la fig. 6 le diamètre à réaliser $d = D - 2(X - \text{largeur de l'outil})$;

— Utiliser V corrigée = $1/3 V$ théorique.

— Adopter le mouvement d'avance automatique (faible) ou le mouvement d'avance manuel par le chariot supérieur (meilleure sensibilité).

5. - USINAGE - OPÉRATIONS SIMPLES

5.7. - GORGES - TRONÇONNAGE



5.71 TOURNAGE DES GORGES (fig. 1).

La surface à obtenir impose la forme du profil de l'outil.
5.711. Exécution. Suivant forme et qualité l'exécution sera :

- Directe avec outil (1) ou (2) de largeur appropriée;
- Avec outil (3) d'ébauche préalable et finition à l'outil de forme calibré.

Utiliser V corrigée = 0,5 V théorique.

5.72. TRONÇONNAGE

Cette opération permet de séparer la pièce de la barre.

Fig. 2 a. Par pénétration totale (jusqu'au centre).

Fig. 2 b. Par pénétration limitée (jusqu'à un diamètre de perçage préalable).

Règles générales de travail :

- Calculer n (tr/mn) en fonction du diamètre moyen;
- Éviter de couper sur la croûte;
- Éviter de laisser frotter l'outil sans couper;
- Travailler de préférence à l'avance automatique et lubrifier;
- Utiliser V corrigée = 0,5 V théorique.

5.721. Utilisation des outils :

Fig. 3 a. Outil à saigner droit (fig. 4).

Exécution de saignées de faibles largeurs et relativement courtes.

Il convient particulièrement pour le travail des bronzes, des laitons, des fontes, l'angle Y est voisin de zéro, ce qui rend l'outil résistant.

Inconvénients. Fragilité pour le travail de l'acier : sa conception et son montage lui donnent une trajectoire engageante donc dangereuse (fig. 4).

Fig. 5. et 6 Outil à tronçonner à col de cygne (fig. 5, 6, 7).

Exécution de saignées à pénétration limitée ou totale. Convient pour le travail de tous les métaux.

Avantages. Sa conception et son montage (à l'envers) lui donnent une trajectoire dégagante (diminution des risques de broutement) (fig. 7).

Affûtage des outils à tronçonner.

$\lambda = 3^\circ$ permet au copeau de se dégager de la saignée.
 $x = 3^\circ$ permet le détachement de la pièce sans bavure.

Fig. 8. Outil à saigner droit se montant au-dessus du centre (fig. 3b et 8).

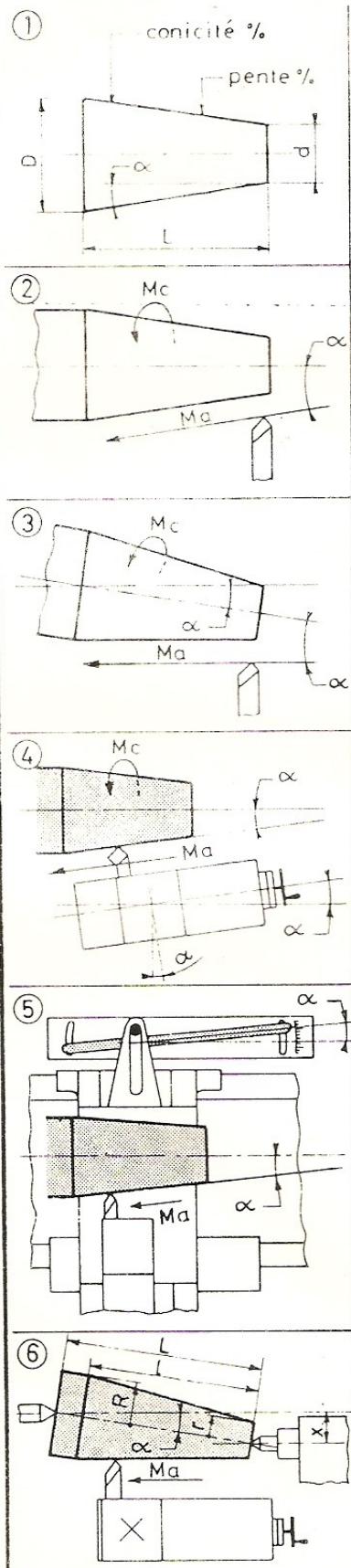
Très employé dans le travail en série pour l'exécution de gorges, de rondelles ou de bagues.

Avantages. Résistance : la face de dépouille en appui s'oppose à l'engagement de l'outil.

Inconvénients. Impossibilité de tronçonner jusqu'au centre et nécessité de calculer la hauteur h .

5. - USINAGE - OPÉRATIONS SIMPLES

5.8. - TOURNAGE CONIQUE (1)



5.81. GÉNÉRALITÉS

Il est souvent nécessaire de calculer les dimensions angulaires à partir des cotes linéaires (fig. 1).

Conicité : rapport entre la différence des diamètres et la longueur du cône.

$$\text{Conicité} = \frac{D-d}{L}.$$

Pente : rapport entre la différence des rayons et la longueur du cône.

$$\text{Pente} = \frac{R-r}{L} = \tan \alpha.$$

5.82. Principe d'exécution.

La trajectoire de l'outil doit se confondre avec la génératrice du cône.

Deux moyens classiques :

Fig. 2. Par déplacement de l'outil parallèlement à la génératrice du cône.

Fig. 3. Par disposition de la génératrice du cône parallèlement à l'axe de la broche.

EXÉCUTION NORMALE

5.83. Par inclinaison du chariot supérieur (fig. 4).

Réglage. Orienter le chariot supérieur de l'angle α (semelle graduée).

Avantages. Usinage de tous cônes extérieurs et intérieurs.

Inconvénients. M_a manuel, donc chariotage irrégulier. Risque de reprise lorsque la longueur de la génératrice du cône est supérieure à la course du chariot.

5.84. Par directrice d'appareil reproducteur (fig. 5).

Réglage. Libérer la vis du chariot transversal, atteler celui-ci au coulisseau de la glissière directrice du reproducteur. Orienter le chariot supérieur \perp à l'axe de la broche (permet de prendre la profondeur de passe). Régler la règle directrice du reproducteur de l'angle α (secteur gradué).

Avantages. Réglage rapide. Usinage de cônes extérieurs et intérieurs. M_a automatique.

5.85. Par pénétration directe de l'outil (radiale ou axiale) pour cônes très courts, et peu précis.

Réglage. Utiliser un calibre avec un angle α , régler l'arête tranchante de l'outil sur le calibre.

EXÉCUTION DÉCONSEILLÉE

5.86. Par déplacement de la contrepointe (fig. 6).

Réglage. Déplacer la contrepointe de la valeur X :

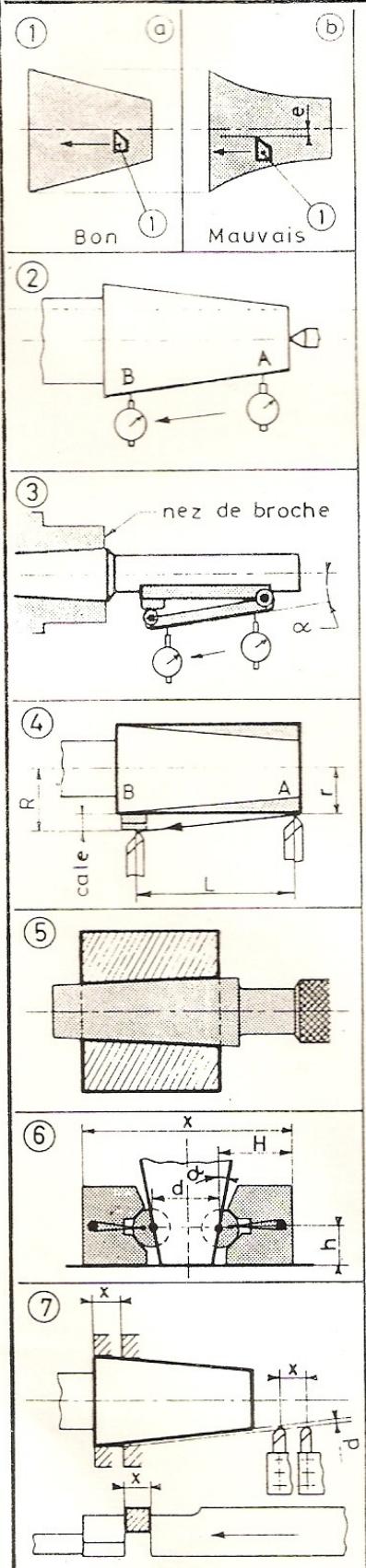
$$X \approx \frac{(R-r) L}{l}.$$

Avantages. Usinage rapide des cônes extérieurs de grande longueur et de faible pente. M_a automatique.

Inconvénients. Détériorations des centres : application limitée à l'usinage des cônes extérieurs d'angle $\alpha \leq 2^\circ$.

5. - USINAGE - OPÉRATIONS SIMPLES

5.9. - LE TOURNAGE CONIQUE (2)



RÉGLAGE ET CONTRÔLE

L'exécution d'une pièce conique nécessite :

- le réglage de la trajectoire de l'outil;
- la vérification de la surface engendrée en cours d'usinage;
- le contrôle après exécution.

5.91. Positionnement de l'outil.

Monter l'outil rigoureusement à hauteur de l'axe des pointes (fig. 1 a) sinon on engendre un hyperboloidé de révolution au lieu d'un cône (fig. 1 b).

(1) — Outil.

5.92. Réglage de la trajectoire de l'outil.

5.921. Avec un cône-étalon de même longueur et de même angle que la pièce (fig. 2) :

- Monter un comparateur à la place de l'outil;
- Situer le palpeur dans le plan axial de la pièce. Déplacer sur la génératrice du cône-étalon.
- Modifier le réglage jusqu'à ce que l'écart lu sur le comparateur soit nul entre les positions A et B.

5.922. Avec montage d'une barre-sinus (fig. 3) :

- Monter la barre-sinus sur un nez cylindrique;
- Régler la barre-sinus à l'angle α ;
- Utiliser un comparateur dans les mêmes conditions que pour le cône-étalon.

5.923. Utilisation de l'ébauche cylindrique (fig. 4) :

- Exécuter le cylindre au grand diamètre du cône.
- Tangenter l'outil au point A, puis le déplacer d'une longueur L jusqu'en B, au chariot supérieur. Mesurer la distance outil-pièce en B (au chariot transversal ou avec des cales-étalon). Le réglage est correct lorsque la distance outil-pièce est égale à $R - r$ (entre A et B).

5.93. Contrôle.

5.931. Vérification de la portée obtenue. Moyens :

- Tampons coniques pour les alésages (fig. 5);
- Bagues coniques pour les arbres.

5.932. Vérification de la surface engendrée :

- Utilisation du calibre à coulisse, du palmer (peu précis);
- Utilisation d'un comparateur monté sur la tourelle.

5.933. Contrôle après exécution.

Fig. 5. Contrôle au calibre (tampon-bague).

Fig. 6. Contrôle avec « blocs-micryl ».

$$d = X - 2H$$

Les valeurs H et h sont constantes.

5.94. Comment déterminer la profondeur de passe après réglage correct.

- Par différence des diamètres, mesure au calibre (peu précis) :

$$\text{profondeur de passe} = \frac{D - d}{2}$$

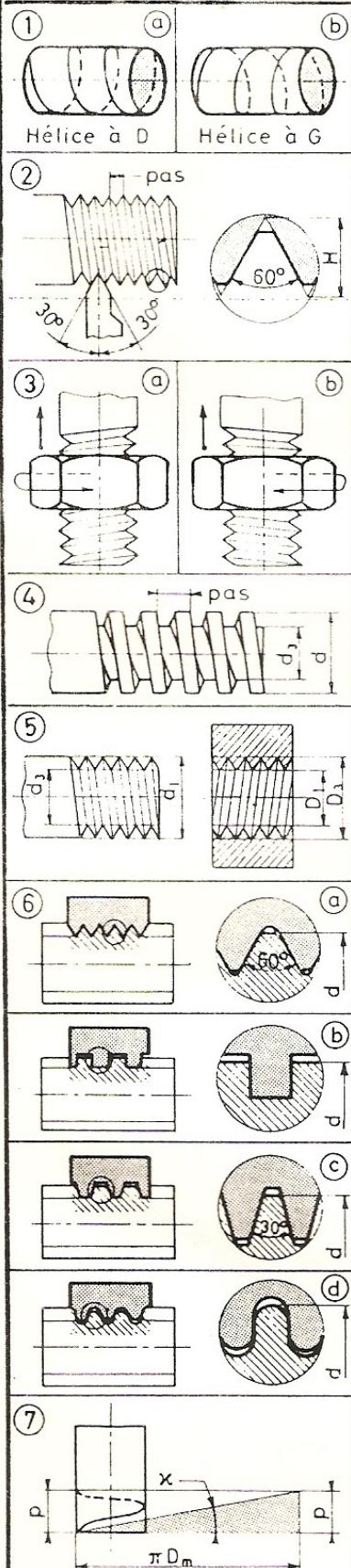
- Par insuffisance de pénétration x du calibre.

a) Déplacer le trainard de la valeur x avant la passe finale (fig. 7).

b) Calculer la profondeur de passe en fonction de x :
profondeur de passe = $x \times \text{pente}$.

6. - USINAGE, - OPÉRATIONS COMBINÉES

6.1. - LE FILETAGE - CARACTÉRISTIQUES



ÉTUDE DU FILET

6.11. Principe de réalisation.

Réaliser un filetage consiste à creuser un sillon hélicoïdal sur un cylindre extérieur (vis) ou intérieur (écrou). La saillie qui subsiste s'appelle le filet.

Fig. 1 a. Hélice à droite.

Fig. 1 b. Hélice à gauche.

6.12. Caractéristiques :

- Le profil (fig. 2) obtenu par le profil de l'outil, lequel doit être conforme à la section axiale du filet;
- Le pas (fig. 2, fig. 4) : distance entre deux sommets du filetage, il est égal à l'avance par tour de l'outil.
- Le sens de l'hélice (fig. 1), pour un même sens de rotation de la pièce, le sens de translation de l'outil peut être différent et former une hélice à droite (filetage à droite, fig. 3 a) ou une hélice à gauche (filetage à gauche, fig. 3 b).
- Le diamètre nominal (d), c'est le diamètre d'usinage extérieur de la vis (fig. 4 et 5);

• L'angle d'inclinaison de l'hélice (fig. 7) :

$$\operatorname{tg} \omega \approx \frac{p}{\pi D_m}$$

D_m : Diamètre moyen de la vis.

6.13. Différents profils (voir p. 95 le tableau des dimensions des principaux profils de filetage);

Fig. 6 a. Filet I.S.O. (M). Triangle équilatéral : côté égal au pas p (angle au sommet = 60°) :

$$\text{hauteur } H = \frac{p \sqrt{3}}{2} = 0,866 p.$$

Fig. 6 b. Filet carré : non normalisé.

Fig. 6 c. Filet trapézoïdal (TR). Trapèze isocèle d'angle au sommet 30° .

Fig. 6 d. Filet rond.

6.14. Principales dimensions (fig. 5).

Filetage I.S.O. (M) :

VIS

Diamètre à fond de filet :

$$d_3 = d - 1,227 p.$$

Diamètre extérieur :

$$d = \text{diamètre nominal.}$$

ÉCROU

Diamètre de l'alésage :

$$D_1 = d - 1,083 p.$$

Diamètre à fond de filet :

$$D_3 = d + 0,108 p.$$

Filetage Whitworth (filetage anglais) :

Angle au sommet 55° .

Le pas est exprimé en nombre de filets par pouce (1 pouce = 25,4 mm).

d : Diamètre extérieur de la vis.

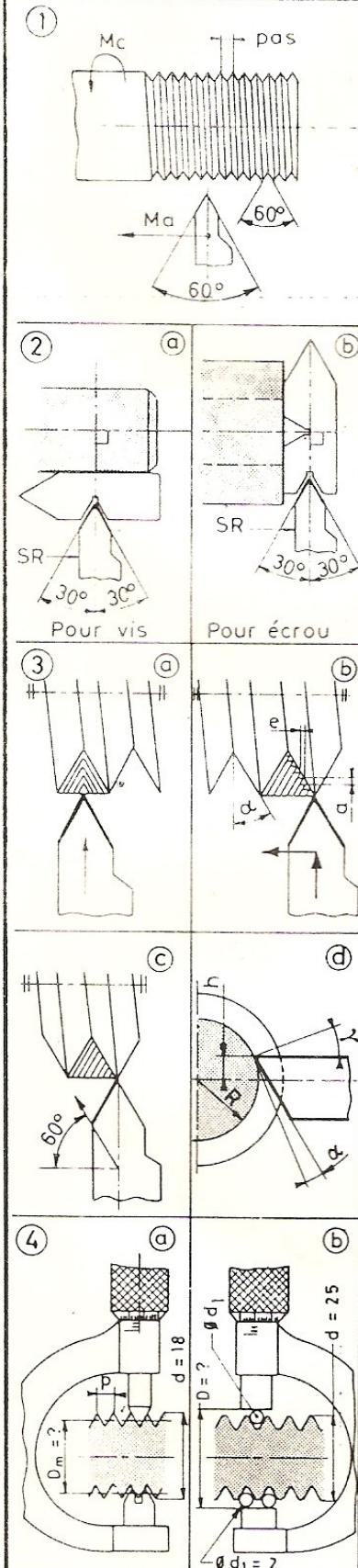
d_1 : Diamètre d'alésage de l'écrou.

$$d_1 = d - 1,28 p.$$

Nota. Ce filetage est adopté pour les canalisations d'où son nom « filetage gaz ».

6. - USINAGE - OPÉRATIONS COMBINÉES

6.2. - FILETAGE - EXÉCUTION - VÉRIFICATION



GÉNÉRALITÉS D'EXÉCUTION

6.21. Méthode générale (fig. 1) :

- Choisir le profil de l'outil (conforme à la section axiale du filet) (voir affûtage).
- Appliquer à l'outil un mouvement d'avance : a (avance par tour) = p (pas à produire).

6.22. Préparation de la pièce (filetage I.S.O.).

Vis : charioter au diamètre nominal (d).

Écrou : alésier, diamètre d'alsage $D_1 \approx d - 1,1 p$.

6.23. Réglage :

- Positionner l'outil avec un calibre à 60° (fig. 2 a ou b) ou suivant la SR latérale de l'outil;
- Sélectionner p , par la boîte des avances;
- Choisir n , tr/mn convenable;
- Adopter V corrigée $\approx 0,3 V$ théorique.

6.24. FILETAGE TRIANGULAIRE

6.25. Par pénétration directe (fig. 3 a).

Passes successives jusqu'à la pénétration normale totale = $0,613 p$, par simple action du chariot transversal.

Utilisation :

- Travail des métaux dont les copeaux se fragmentent (laitons, bronzes et fontes);
- Travail des métaux tendres (aluminium), matières isolantes (ébonite).

6.26. Par pénétration directe avec dégagement latéral (fig. 3 b) :

- 1^{re} passe : pénétration directe au chariot transversal;
- 2^e passe : déplacement latéral du chariot supérieur : $e \approx \sigma \times 0,5$; théoriquement $e = \sigma \operatorname{tg} \alpha$.

Utilisation : Filetage de précision et travail des aciers.

6.27. Par pénétration oblique (fig. 3 c).

Pénétration par passes successives jusqu'à la pénétration oblique totale = $0,709 p$ au chariot supérieur incliné de 60° par rapport à l'axe du tour.

Le dégagement de l'outil en fin de passe se fait au chariot transversal.

Utilisation :

- Travail en série sur les aciers;
- Ébauche de filets de grande dimension.

6.28. Par pénétration directe ou oblique (mais avec l'outil situé au-dessus de l'axe) (fig. 3 d) :

$$h = R \sin \gamma.$$

Utilisation : Comme pour 6.27.

Règle générale. Conserver à chaque passe une section de copeau constante, donc réduire progressivement la profondeur de passe.

6.29. Vérification des filetages I.S.O. (M) :

- Contrôle ordinaire par bagues et tampons filetés;
- Contrôle précis au micromètre spécial à lecture directe du diamètre moyen (fig. 4 a) :

$$D_m = d - 0,65 p$$

Ex. : Vérifier le filetage I.S.O. M 18 pas 2,5 :

$$D_m = 18 - (2,5 \times 0,65) = 16,375 \text{ mm.}$$

- Contrôle sur pige (d₁ pige < pas), (fig. 4 b) :

$$D = d - 1,515 p + 3 d_1.$$

Ex. : Vérifier le filetage I.S.O. M 25 pas 3 mm :

$$D = 25 - (1,515 \times 3) + 3 \times 2 = 26,455 \text{ mm (sur pige } d_1 = 2).$$