



ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du  
Travail  
*Direction Recherche et Ingénierie de la Formation*

## RÉSUMÉ THÉORIQUE & GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

**MODULE 11 : RÉALISATION D'OPÉRATIONS DE  
RECTIFICATION**

Secteur : **FABRICATION MÉCANIQUE**

Spécialité : **M.G.P.**

Niveau : **Qualification**

## PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com)

Pour cela visiter notre site [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com) et choisissez la rubrique :

[MODULES ISTA](#)



The image shows a screenshot of the website Maroc Etude.Com. At the top, there is a navigation menu with the following items: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, and SE CONNECTER. Below the menu is the website's logo, "Maroc Etude.Com", and the tagline "Connaissance - Métier - Technique". There are also several utility links: Annonces Google, Emploi Maroc, Messagerie, Telecharger Un Jeu, and Maroc Annonces. A search bar is located in the top right corner. The main content area features a central advertisement for MacKeeper with a "-20%" discount and a coupon code. To the left is a login section with fields for "Identifiant" (containing "sniper") and "Mot de passe", and a "Connexion" button. To the right is a sidebar with "Annonces Google" and a list of links: Jeu De Jeux, Jeux Sur Internet, Ecole Ingénieur, Dépanner et configurer votre réseau à domicile (with sub-links for Outil de Diagnostic, WI-FI / Ethernet, Console de jeu, Imprimante, and Messagerie).

**Document élaboré par :**

*Nom et prénom*  
**FLOREA FLORIAN**

*Affectation*  
**DRIF / CDC GM**

**Révision linguistique**

- 
- 
- 

**Validation**

- **Mr ETTAIB Chouaïb**
- 
-

## SOMMAIRE

|   | <i>Page</i> |
|---|-------------|
| <i>Présentation du module</i>   |             |
| <i>Résumé de théorie</i>  |             |
| A <i>RÉALISATION DE CHANFREIN A LA MEULE</i>                              | 3           |
| B <i>RECTIFICATION</i>  | 10          |
| 1. <i>Définition</i>  | 10          |
| 2. <i>Principales formes réalisées en rectification</i>                   | 10          |
| 3. <i>Mode d'action de l'outil meule.</i>                                 | 11          |
| 4. <i>Principaux travaux de rectification</i>                             | 11          |
| 5. <i>Étude de l'outil meule</i>  | 14          |
| 6. <i>Rectification</i>   | 27          |
| 7. <i>Retaillage des meules</i>   | 32          |
| 8. <i>Montage et fixation des meules</i>                                  | 36          |
| 9. <i>Montage de la pièce en rectification</i>                            | 41          |
| 9.1. <i>Montage de la pièce en rectification de révolution extérieure</i> | 41          |
| 9.2. <i>Montage de la pièce en rectification plane</i>                    | 43          |
| 10. <i>CONDITIONS DE COUPE : Vitesse de coupe</i>                         | 45          |
| 11. <i>Les machines</i>   | 51          |
| 12. <i>RECTIFICATION PLANE</i>  | 53          |
| 13. <i>TRAVAUX PRATIQUES : rectification plane</i>                        | 58          |

## **MODULE 11 : RÉALISATION D'OPÉRATIONS DE RECTIFICATION**

**Code :**

**Durée : 70 h**

### **OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT**

#### **COMPORTEMENT ATTENDU**

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit  
*réaliser des opérations de base en rectification*  
Selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

#### **CONDITIONS D'ÉVALUATION**

- Travail individuel
- A partir de :
  - Dossier de fabrication
  - Données techniques
  - Croquis d'affûtage
  - Données de coupe, tableaux et données techniques d'affûtage
  - Consignes opérationnelles orales et écrites
- A l'aide :
  - Rectifieuse plane
  - Outillage et accessoires
  - Tourets à affûter
  - Outils existants
  - Forets
  - Barreaux en ARS
  - Instruments de contrôle
  - (rapporteur d'angle, jeu de calibres à rayons et congés, sardine)
  - appareillage d'équilibrage des meules

#### **CRITÈRES GÉNÉRAUX DE PERFORMANCE**

- Respect des règles d'hygiène et de sécurité.
- Souci de conformité du produit
- Utilisation appropriée de l'équipement
- Dextérité et soin apportés à l'opération d'affûtage
- Dextérité et soin apportés à l'opération d'équilibrage et de montage des meules

(à suivre)

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

### **PRÉCISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU**

- A. Identifier les meules
  - terminologie
  
- B. Équilibrer et monter des meules
  
- C. Affûter un outil
  - A partir d'un barreau
    - Outil conventionnel
    - Outil de forme simple
    - Rayon, gorges
  - Réaffûtage
    - Outil basique de tour
    - Forêt
  - Élaboration d'un grattoir
  
- D. Prise en main de la rectifieuse
  
- E. Réaliser des opérations sur rectifieuse
  
- F. Contrôler

### **CRITÈRES PARTICULIERS DE PERFORMANCE**

- Connaître les types de machines adaptées
- Distinguer les types de meules appropriées
- Connaître les dangers du meulage
  
- Connaître les méthodes d'équilibrage
- Mise en œuvre des consignes pour sonner une meule
- Chronologie des opérations manuelles
  
- Réglage sécuritaire du touret
- Mise en œuvre des consignes de protection
- Suivi de la méthode prédéterminée
- Meulage des angles de pentes et de dépouilles
  - Latéraux
  - Frontaux
  - Dégagements
- Finition de l'outil
- Contrôle visuel de l'aspect
- Retouche
  
- Appliquer les consignes de sécurité et de protection
- Appliquer les consignes techniques de mise en route
- Préparer la meule
  - Vérifier les caractéristiques
  - Monter
  - Sonner
  - Équilibrer
  - Diamanter
- Régler la machine
  
- Ablocage de la pièce
- Déterminer les conditions d'usinage
  - Avance
  - Déplacement
  - Vitesse
  - Profondeur de passe
- Analyse des défauts et correction
  
- Contrôle dimensionnel
- Contrôle visuel et tactile des surfaces
- Utilisation appropriée de gabarits de contrôle

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

**PRÉCISIONS SUR LE  
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITÈRES PARTICULIERS  
DE PERFORMANCE**

G. Tester la coupe des outils

- Essais de coupe
- Validation de l'outil

H. Entretien

- Maintenir la machine propre et en ordre
- Vérifier les niveaux

## OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE SECOND NIVEAU

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

### **Avant d'apprendre à identifier les moyens d'affûtage (A) :**

1. Posséder les bases de technologies générales sur l'abrasion

### **Avant d'apprendre à équilibrer et monter des meules (B) :**

2. Posséder des notions d'équilibrage
3. Avoir le souci de respecter l'ordre chronologique des opérations de montage

### **Avant d'apprendre à affûter un outil (C) :**

4. Avoir une vision dans l'espace des angles de coupe
5. Souci du soin à apporter aux opérations

### **Avant d'apprendre à prise en main de la rectifieuse (D) :**

6. Connaître les éléments de cinématique d'une machine outil

### **Avant d'apprendre à réaliser des opérations sur rectifieuse (E) :**

7. Connaître les bases de calcul
8. Prendre conscience de la précision requise dans l'exécution du travail
9. Avoir une attitude sécuritaire

### **Avant d'apprendre à contrôler (F) :**

10. Connaître les unités et ordre de grandeur
11. Connaître les principaux angles de coupe

### **Avant d'apprendre à tester la coupe des outils (G) :**

12. Posséder les bases de technologie d'atelier sur les caractéristiques de la coupe
13. Maîtriser les bases de l'usinage sur machine outil

### **Avant d'apprendre à entretenir (H) :**

14. Avoir le souci de la sécurité



## **MODULE 11 : Réalisation d'opérations de rectification**

|   |                            |             |
|---|----------------------------|-------------|
| <b>Code :</b>                           | <b>Théorie :</b>           | <b>30 %</b> |
| <b>Durée : 70 heures</b>                | <b>Travaux pratiques :</b> | <b>66 %</b> |
| <b>Responsabilité : D'établissement</b> | <b>Évaluation :</b>        | <b>4 %</b>  |

### **OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT**

#### **COMPÉTENCE**

- réaliser des opérations de rectification

#### **PRÉSENTATION**

**Ce module de compétence particulière est enseigné durant le deuxième et le troisième semestre du programme de formation. Il requiert, en prérequis, les modules “usinage de pièces simples” et “représentation d'une pièce mécanique en dessin technique”**

#### **DESCRIPTION**

L'objectif de module est de faire acquérir la compétence nécessaire à la réalisation des pièces avec des états de surface et de précision difficilement réalisable sur machines-outils conventionnelles à partir d'un dessin ou d'un dossier de fabrication. Il vise donc à rendre le stagiaire apte à utiliser des rectifieuses planes et cylindriques.

#### **CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT**

- La rectification est une opération délicate qui demande plus de soin et de sécurité.
- On doit donc exiger un maximum de sécurité au travail et principalement au montage des meules, chose à faire en présence du formateur.
- Les situations pédagogiques doivent approcher au maximum celles de production réelle à partir d'un modèle ou d'un croquis
- Des butées horaires doivent être définies et respectées

## **CONDITIONS D'EVALUATION**

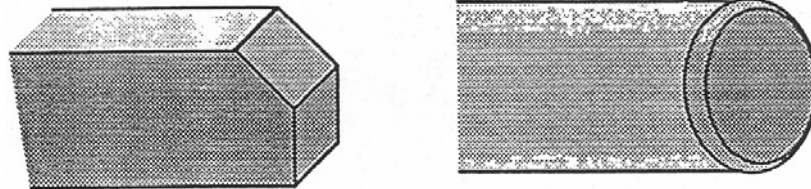
- Travail individuel.
- À partir de :
  - Dossier de fabrication
  - Données techniques
- À l'aide :
  - Rectifieuse cylindrique et plane
  - Outillage et accessoires
  - Meule appropriée
  - Pièces demi-fines
  - Eléments d'ablocage
  - Instruments et montage de contrôle

**OBJECTIFS****ÉLÉMENTS DE CONTENU**

|   |   |
|---|---|
| 1. Posséder les bases de technologie générale sur l'abrasion              | - Abrasifs : <ul style="list-style-type: none"><li>• Grain</li><li>• Agglomérant</li><li>• Structure</li></ul> - Outil-meule <ul style="list-style-type: none"><li>• Désignation</li><li>• Choix d'une meule</li></ul>  |
| <b>A. Suivre et appliquer des consignes de travail</b>                    | - Objectif à atteindre<br>- Risques liés à la rectification<br>- Types et caractéristiques des meules   |
| 2. Connaître les éléments de cinématique d'une machine outil              | - Machines à rectifier : <ul style="list-style-type: none"><li>• Les surfaces de révolution (intérieures et extérieures )</li><li>• Les surfaces planes</li><li>• Profils divers (engrenages, filetages)...</li></ul> - Terminologie des organes principaux<br>- Précision obtenue  |
| <b>B. Prendre en main une rectifieuse plane et cylindrique</b>            | - Caractéristiques principales de la machines : <ul style="list-style-type: none"><li>• Dimensions de la machine et de la meule</li><li>• Dimensions maximales des pièces admises</li><li>• Vitesse des déplacements ou de rotation de la meule, de la pièce</li></ul> - Sécurité et équipements de protection<br>- Consignes techniques de mise en route<br>- Préparation de la meule : <ul style="list-style-type: none"><li>• Vérifier les caractéristiques</li><li>• Monter</li><li>• Sonner</li><li>• Equilibrer</li><li>• Diamanter</li></ul> - Réglage de la machine |
| 3. Connaître les bases de calcul  | - Calculs professionnels  |
| 4. Prendre conscience de la précision requise dans l'exécution du travail | - Précision demandée<br>- Précision de la machine   |
| 5. Avoir une attitude sécuritaire   | - Sécurité<br>- Référence au module 4<br><br>- Ablocage de la pièce : <ul style="list-style-type: none"><li>• Plateau magnétique</li><li>• Mandrin à pince</li><li>• ...</li><li>• Vitesse</li><li>• Profondeur de passe</li></ul> - Diamontage de la meule   |

## A. RÉALISATION DE CHANFREIN A LA MEULE

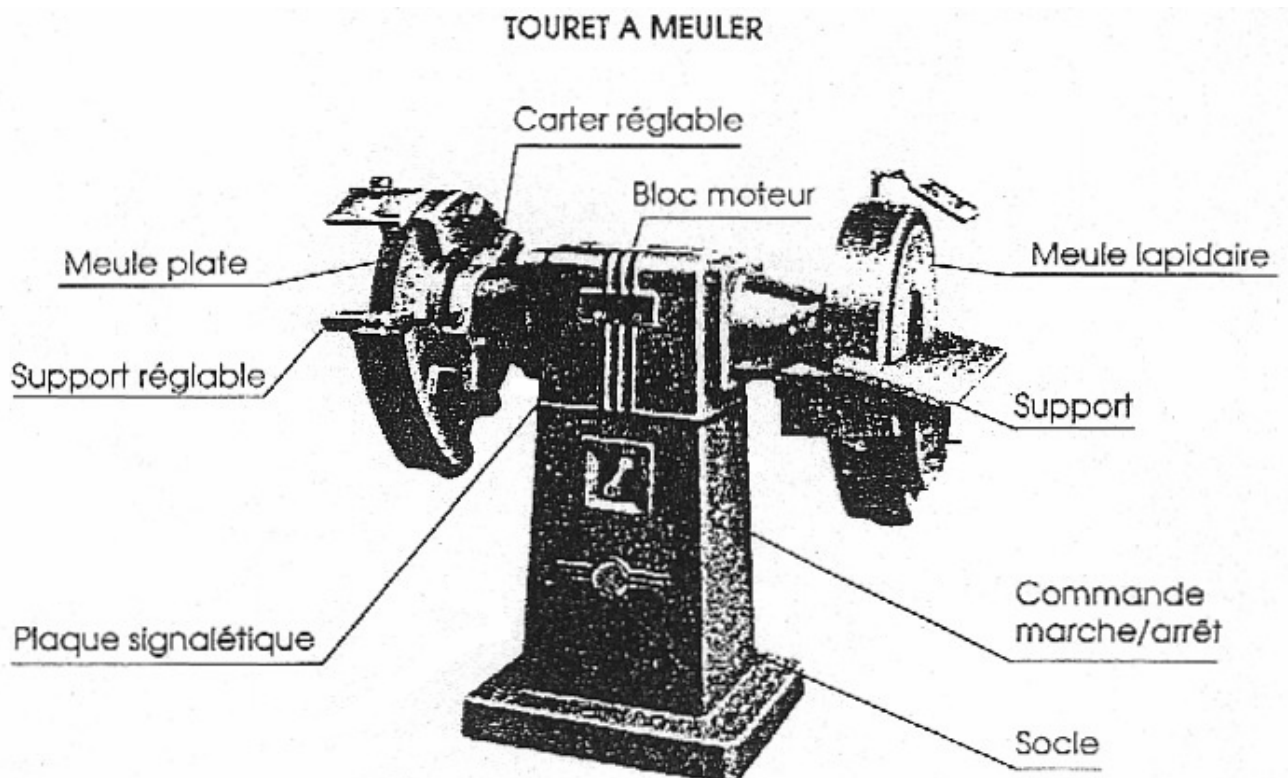
Après cet exercice, vous serez capable de réaliser un chanfrein à la meule.  
Un chanfrein est un usinage réalisé aux extrémités des arbres, des clavettes etc.



- il protège les extrémités des pièces,
- il facilite leur montage.
- il rend les pièces moins agressives en supprimant les angles vifs toujours dangereux.

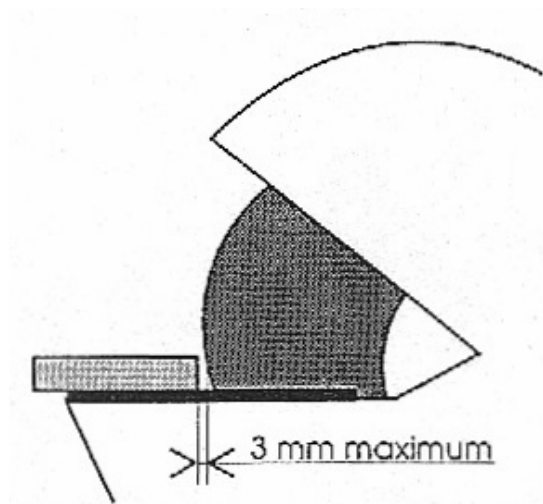
Le chanfrein le plus courant est à  $45^\circ$ , mais il existe aussi à  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ , parfois  $120^\circ$ .

### Touret à meuler



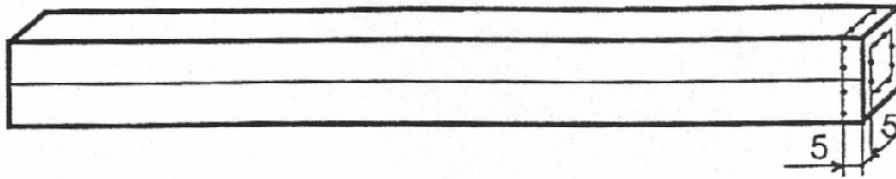
Precautions pour la sécurité du travail :

- Utiliser des carters protecteurs en acier,
- ne jamais meuler sans lunettes,
- réduire au minimum l'espace entre meule et support (3mm maxi).
- éviter les chocs et les pressions.
- ne jamais nettoyer les supports avec un chiffon pendant la rotation des meules.
- ne pas meuler de pièces dont l'épaisseur est inférieure à 3 mm.

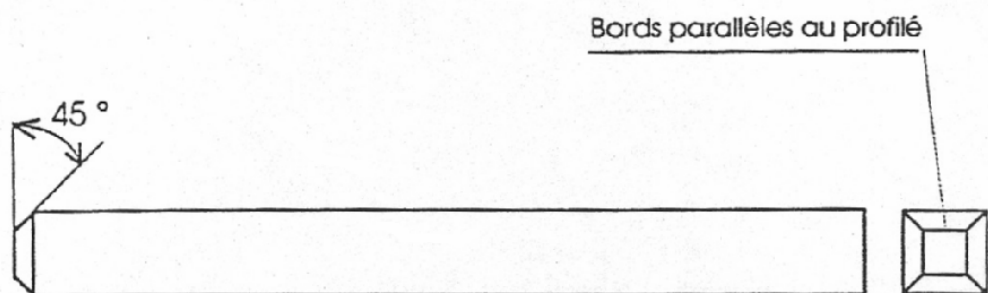


Pour tous travaux à la meule  
le port des lunettes est obli-  
gatoire.

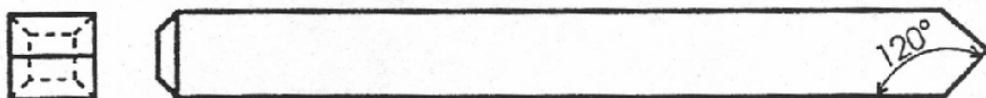
## MEULAGE DE CHANFREINS



- Tracez l'extrémité libre selon ci-dessus
- Renforcez légèrement le tracé par des coups de pointeau



- L'angle de  $45^\circ$  sera contrôlé au rapporteur
- Les 4 chanfreins seront identiques
- Leurs bords seront parallèles aux côtés du profilé



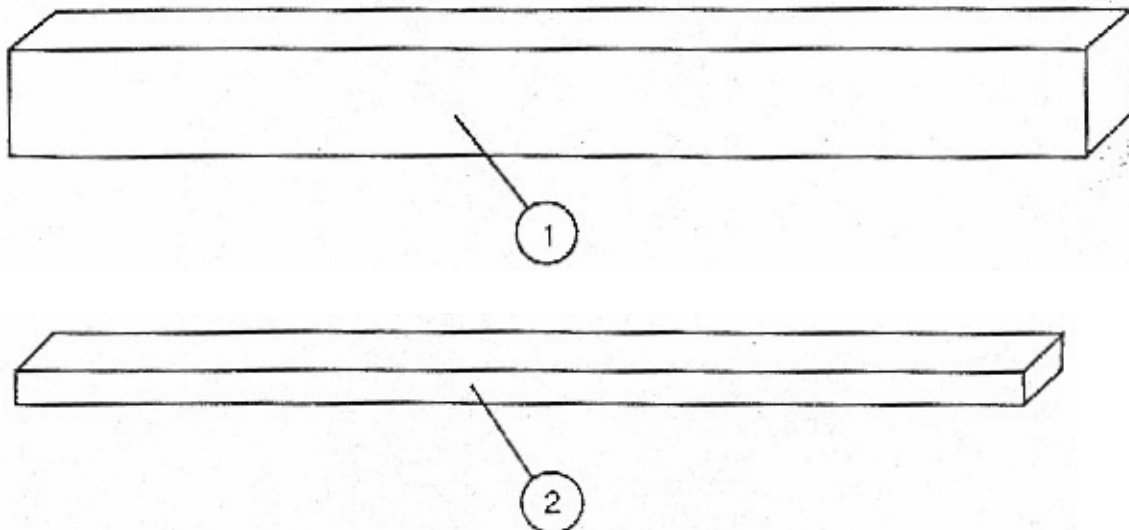
- L'angle de  $120^\circ$  sera contrôlé au rapporteur
- Les 2 faces du biseau devront être rectangulaires, parallèles et perpendiculaires à l'axe
- Ces 2 faces devront être identiques

Exercices :

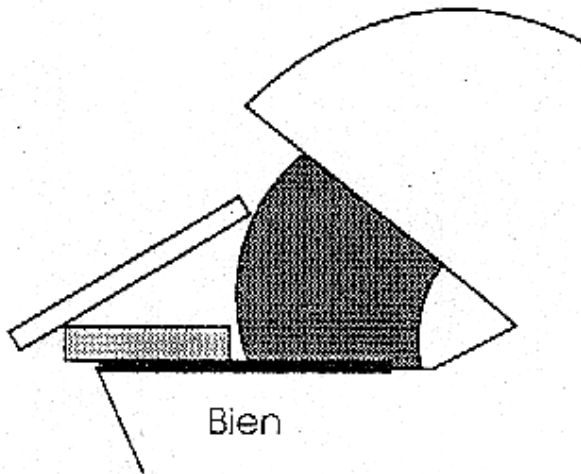
Ebavurez et dressez chaque extrémité sur les 2 débits:

1 - Carré de 20 en acier doux laminé; sera utilisé par la suite pour un exercice de traçage

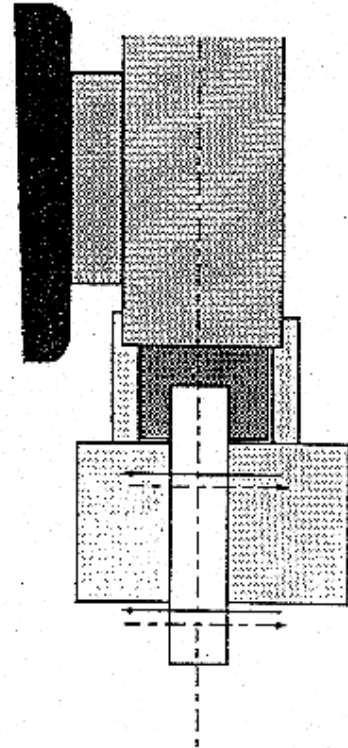
2-Plat de 30x 10 en acier doux laminé ; sera utilisé par la suite pour un exercice de perçage



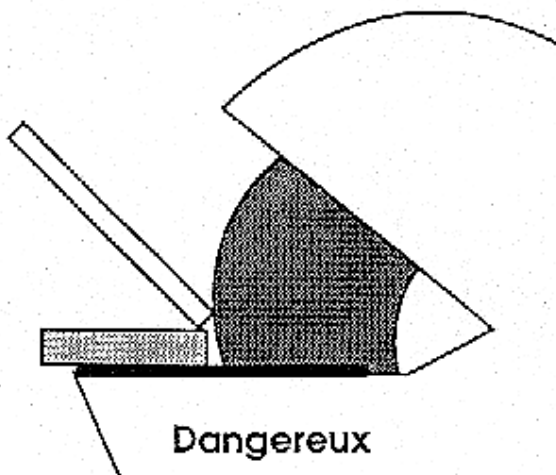
## EBAVURAGE DES DÉBITS



Pour ébavurer votre débit  
placer le devant la meule  
comme ci-dessus.



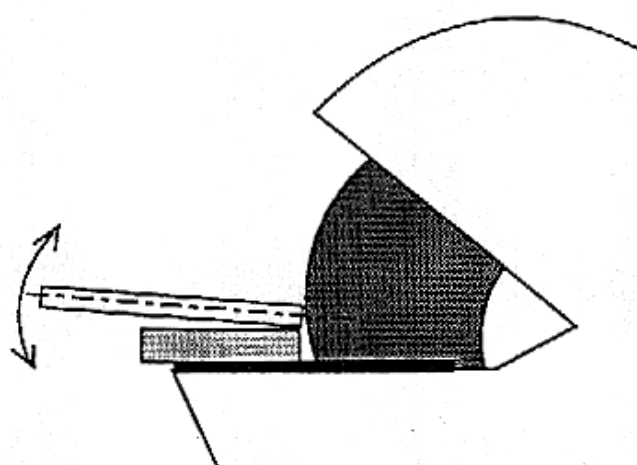
Maintenez l'axe de votre pièce  
parallèle à l'axe de la meule et  
déplacez la de part et d'autre sur  
toute la largeur.



Attention ! si vous placez votre  
débit comme ceci vous risquez  
de le coincer entre le support et la  
meule et de faire éclater cette  
dernière.

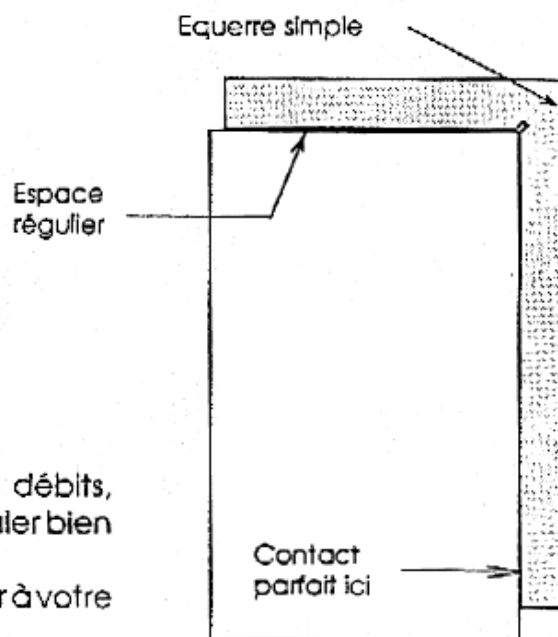


## DRESSAGE D'EXTREMITE

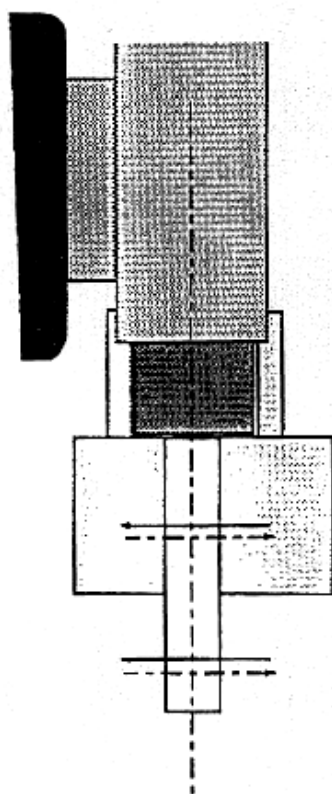


Pour dresser les extrémités de vos débits, faites-le osciller de haut en bas pour meuler bien à plat.

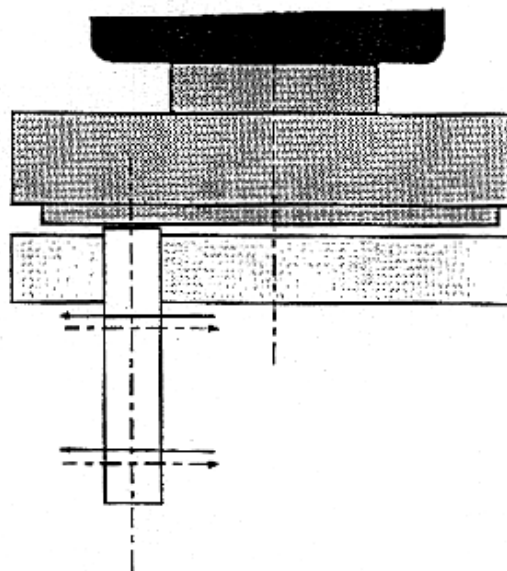
Faites régulièrement un quart de tour à votre pièce, toujours dans le même sens.



A l'aide de votre équerre simple, contrôlez l'équerrage de la surface meulée.



Veillez à utiliser toute la largeur de la meule.

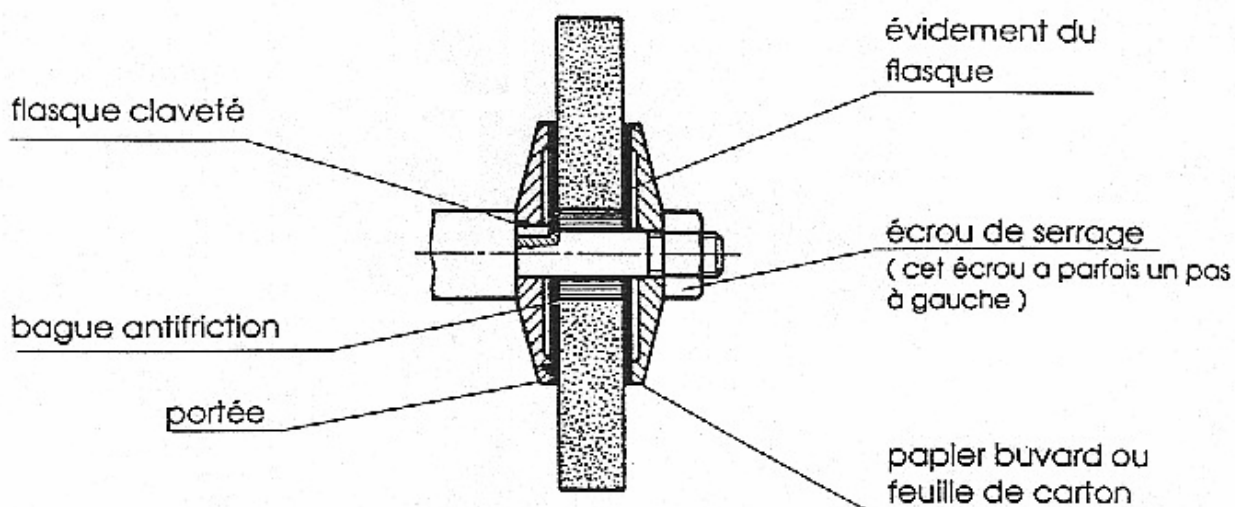


Utilisez la meule lapidaire pour parfaire l'état de surface.



N'utilisez que la moitié gauche de cette meule.

## MONTAGE DES MEULES



### Précautions à prendre :

- Manipuler la meule avec soin,
- Sonner la meule avec un objet dur non métallique pour détecter les fêlures,
- Monter la meule librement sur son axe, sans jeu excessif,
- S'assurer que les flasques sont de même diamètre ( $\varnothing$  des flasques sensiblement égal à la moitié du  $\varnothing$  de la meule),
- Interposer entre les portées des flasques et la meule une feuille de buvard ou de carton,
- Contrôler la portée des flasques,
- S'assurer du sens de serrage de l'écrou (inverse du sens de rotation de la meule),
- Serrer sans exagération (risques d'éclatement),
- Dresser la meule (diamant ou pierre).



- Avant la mise en route, monter le carter de protection et le support,

- Veiller à ce qu'aucun corps étranger ne puisse s'engager entre la meule et la table de la machine ou entre la meule et le carter,

- Ne jamais se placer en face de la meule pendant les essais et la mise en marche.

## **B. Rectification**

### 1. Définition

La rectification est un procédé d'usinage sur machines-outils qui consiste à enlever la matière, sous forme de petits copeaux, au moyen d'un outil particulier appelé meule.

On fait appel à ce procédé pour des raisons de précision qui tiennent à la fois aux dimensions, aux états de surfaces et aux conditions de dureté des pièces.

### 2.- Principales formes réalisées en rectification

A : Cylindre extérieur.

B : Cône extérieur.

C : Surfaces de révolutions profilées.

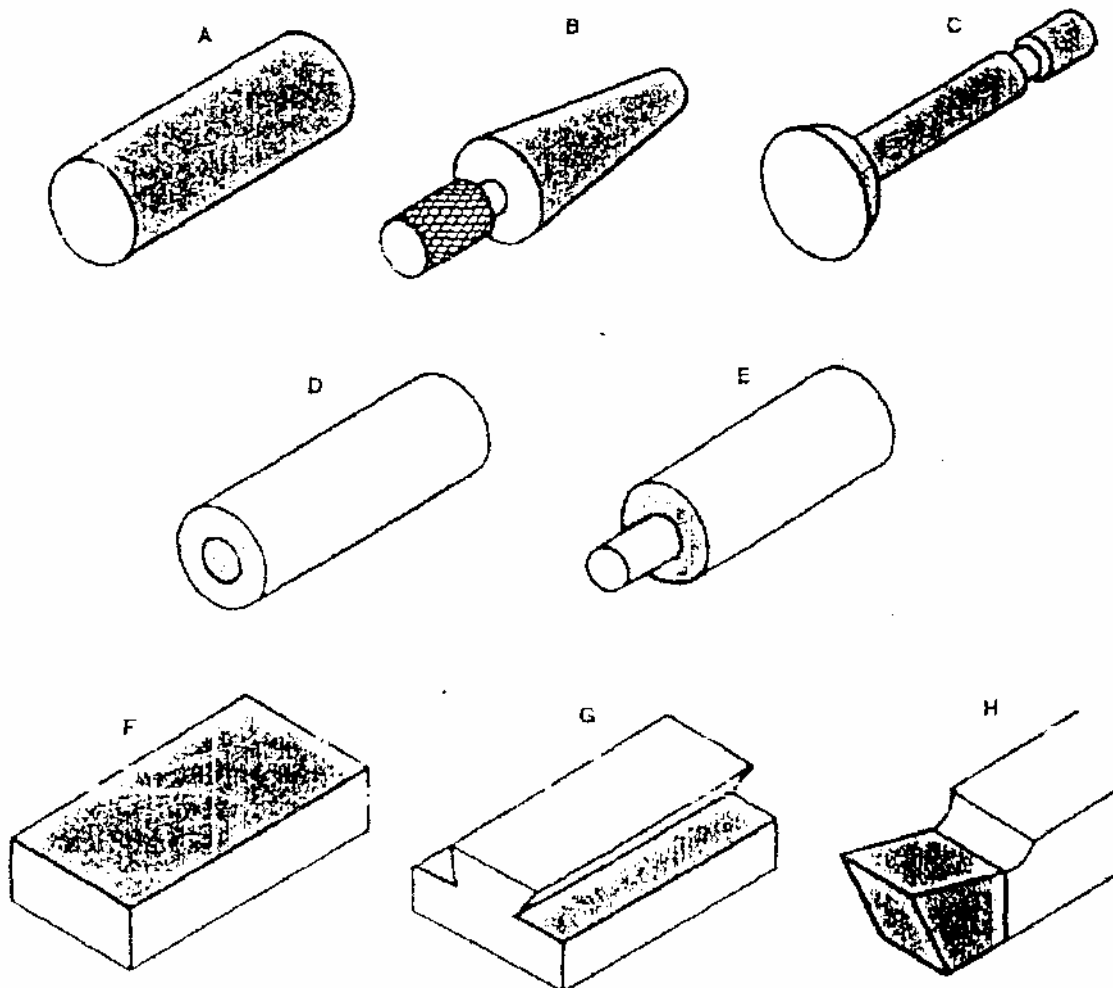
D : Alésage.

E : épaulement.

F : Surface plane.

G : Surface plane profilées.

H : Affûtage des outils.

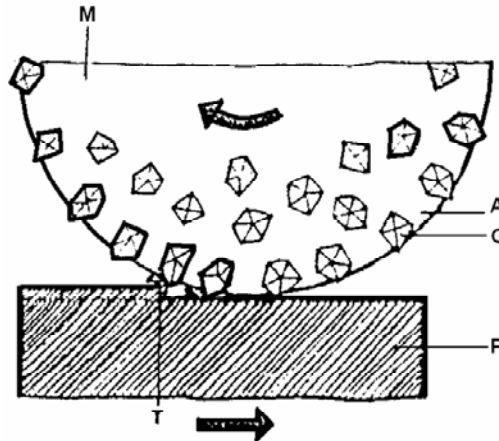


### 3.- Mode d'action de l'outil meule :

La rectification d'une surface s'opère comme suit :

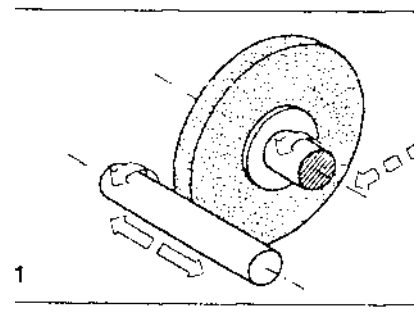
La meule M constituée d'une multitude de grains d'abrasifs G, reliés ensemble par un matériau dit agglomérant A, est animée d'un mouvement de rotation et placée en contact avec la pièce à usiner.

Ces petits grains enlèvent la matière sous forme de minuscules copeaux (T).

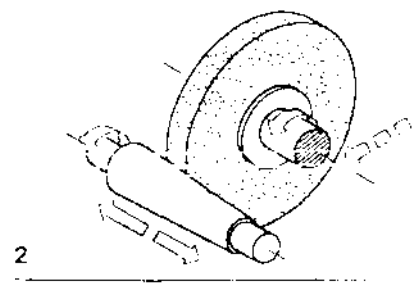


### 4.- Principaux travaux de rectification

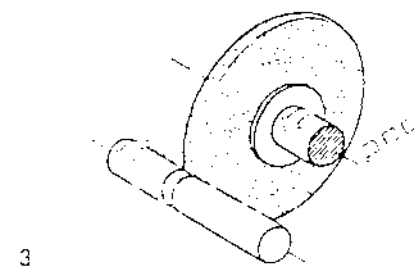
1 - Rectification cylindrique extérieure



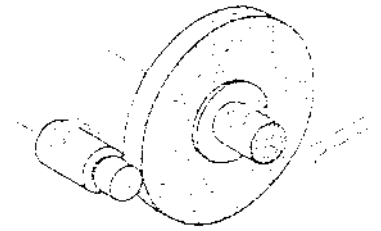
2 - Rectification conique extérieure



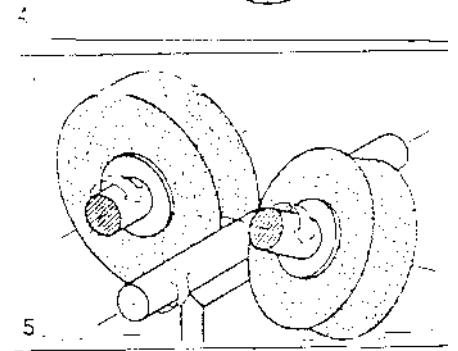
3 - Rectification de forme extérieure



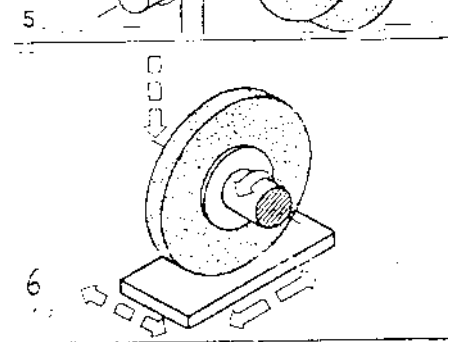
4- Rectification en plongée et épaulement droit.



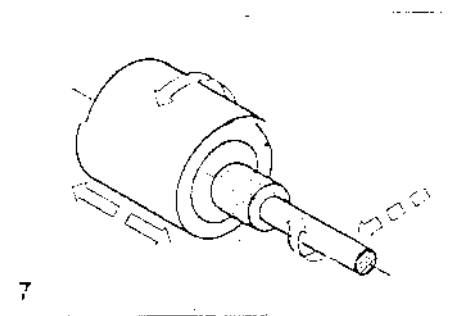
5- Rectification extérieure sans centre.



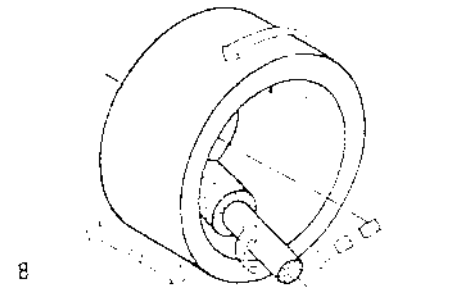
6- Rectification plane par meule tangentielle



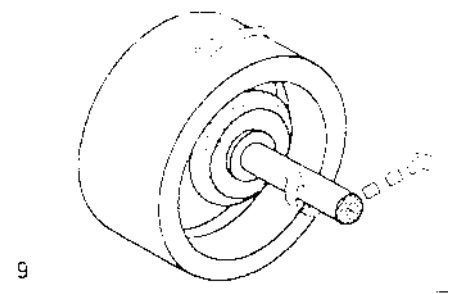
7- Rectification cylindrique intérieure



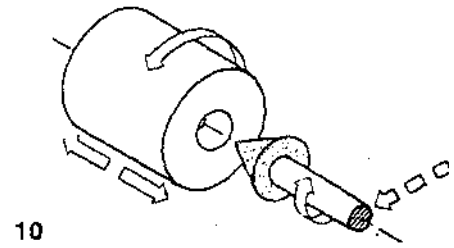
8- Rectification conique intérieure



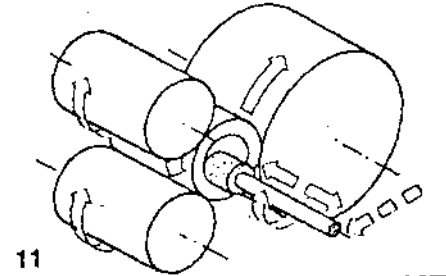
9- Rectification de forme intérieure



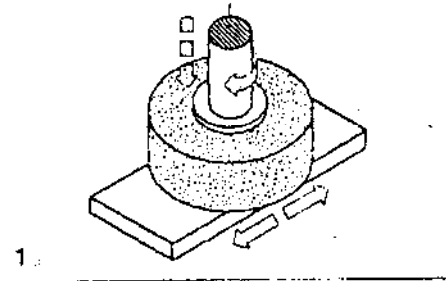
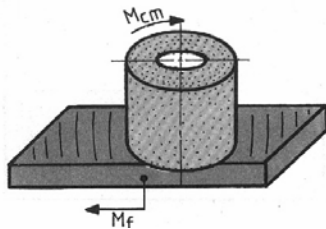
10- Rectification d'un centre



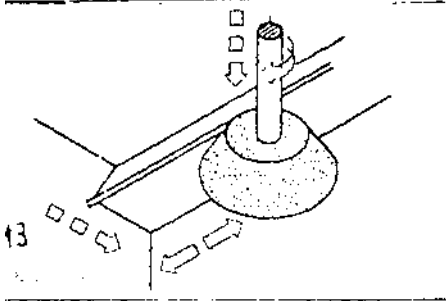
11- Rectification intérieure sans centre



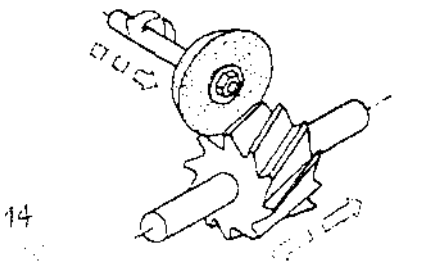
12- Rectification plane par meule de face



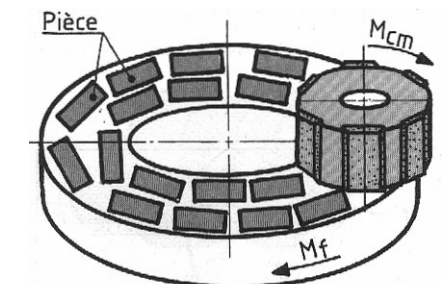
13- Rectification d'angle



14 - Affûtage d'outil



15 - Rectification plane sur plateau rotatif ,avec segments d'abrasif.



## 5.- Etude de l'outil meule

Les principales caractéristiques qui différencient les meules sont :

- la forme
- les dimensions
- la spécification

### 5.1 Formes des meules

La forme d'une meule dépend des travaux auxquels elle est destinée (rectification extérieure, intérieure, plane,...) et la forme de la pièce.

Les meules les plus courantes sont :

A : meule plate

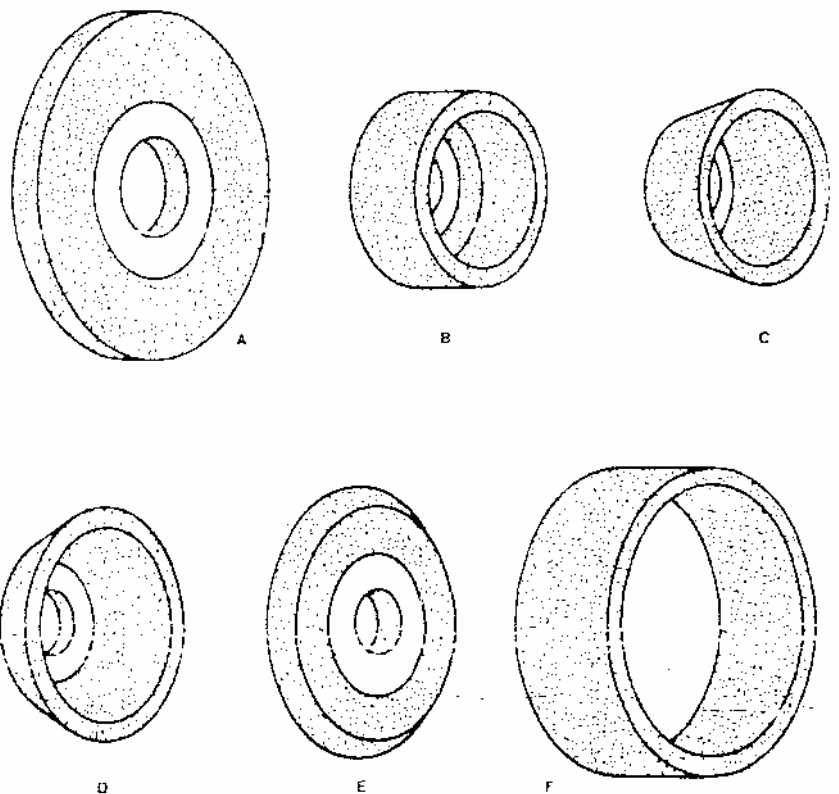
B : meule tambour ou à boisseau droit

C : meule boisseau conique

D : meule assiette

E : meule conique ou à biseau

F : meule cylindrique ou couronne



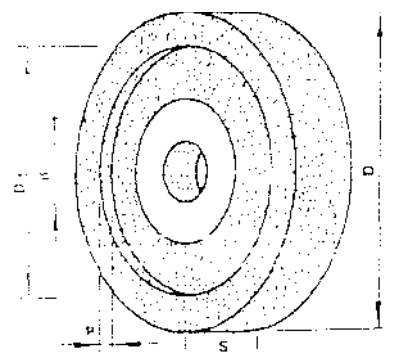
### 5.2 Dimensions des meules

Les dimensions caractéristiques d'une meule, exprimées en mm, sont :

- Le diamètre extérieur, **D**
- La largeur **S**
- Le diamètre de l'alésage **d**

À ces dimensions principales peuvent s'ajouter d'autres :

- le diamètre de l'entaille. **D1**
- sa profondeur **P**
- l'épaisseur du fond et du bord (meule boisseau)
- les angles (meule assiette)



### 5.3 Spécification des meules

La spécification d'une meule est l'ensemble des éléments qui en déterminent sa constitution. Les principaux éléments qui permettent de choisir le genre de meule le plus approprié pour un travail donné sont :

- I. - L'abrasif;
- II. - La grosseur du grain;
- III. - La dureté ou le grade;
- IV. - La structure;
- V. - L'agglomérant.

- I. **L'ABRASIF** :se présente sous forme de grains (cristaux) extrêmement durs, répartis uniformément dans la meule. Il peut être d'origine naturel ou artificiel.

Connues depuis la préhistoire (âge de la pierre polie), les propriétés abrasives de certains minéraux ont été cantonnées depuis l'antiquité jusqu'à la deuxième moitié du XIX e siècle dans les travaux d'aiguisage et de polissage (des armes, des outils, du marbre, des pierres précieuses). Les meules en grès des rémouleurs et les plateaux à polir des lapidaires sont une survivance de cette époque.

Ce n'est que vers 1850 qu'apparaîtront les premières meules réalisées à partir d'abrasifs naturels : quartz, émeri, agglomérés par de la gomme laque, de la magnésie ou du caoutchouc ; il fallut encore un quart de siècle pour que naisse la fabrication industrielle de meules à agglomérant céramique et un autre quart de siècle pour que soient produits en quantité notable les deux abrasifs artificiels encore le plus utilisés de nos jours : l'oxyde d'aluminium et le carbure de silicium.

C'est l'avènement de ces abrasifs fabriqués (improprement qualifiés parfois d'artificiels par opposition à naturels) qui a permis, depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, la réalisation de pièces mécaniques devant présenter à la fois des tolérances géométriques serrées et des états de surface poussés.

Enfin, étape récente des plus importantes dans l'évolution des abrasifs, la mise au point vers les années 60 de la fabrication industrielle de deux superabrasifs, **le diamant** et **le nitrure de bore cubique**, a permis l'usinage dans des conditions économiques et avec une très grande précision de pièces dans des matériaux de dureté très élevée : céramiques, carbures métalliques, superalliages, alumine frittée, aciers surcarburés, etc., et entraîné ainsi un grand développement de leur utilisation.

#### **1. Caractéristiques des abrasifs**

Un abrasif est un corps dur cristallisé susceptible, par une action mécanique, de découper des copeaux dans un corps moins dur que lui. Il est caractérisé par ses propriétés mécaniques, sa stabilité physico-chimique, sa forme et ses dimensions.



## 1.1 Propriétés mécaniques

Dans le cadre du travail par abrasion, les plus intéressantes sont :

- la dureté et la résistance à la fracture.
- Dureté : cette notion est caractérisée par la capacité d'un corps à en rayer un autre. Deux échelles sont utilisées pour classer les abrasifs selon leur dureté (tableau 1).
- L'échelle de Mohs prolongée classe dans une suite numérique allant de 1 à 15 différents minéraux et abrasifs naturels ou fabriqués, du plus tendre, le talc, affecté du nombre 1, au plus dur, le diamant, auquel on attribue le nombre 15. Cette échelle respecte la notion de dureté mais ne s'appuie sur aucune donnée mesurable.
- À l'inverse, la méthode de Knoop, basée sur la pénétration d'une pointe de diamant au moyen d'un appareil type Rockwell, permet d'établir une échelle dont les nombres sont proportionnels aux résultats des mesures effectuées.
- Résistance à la fracture : lorsqu'il pénètre dans la pièce qu'il usine, le grain d'abrasif subit certaines contraintes mécaniques (choc, effort) et physiques (choc thermique) qui tendent à provoquer sa rupture.

Si, pour une application donnée, la résistance à la fracture de l'abrasif est trop élevée, le grain s'use, ses arêtes s'émoussent, son pouvoir de coupe diminue et la chaleur produite augmente.

À l'inverse, si sa résistance à la fracture est insuffisante, le grain se fragmente et disparaît rapidement.

| Minéraux et abrasifs  | échelle de Mohs prolongée | échelle de Knoop | Matériaux usuels     |
|-----------------------|---------------------------|------------------|----------------------|
| Talc .....            | 1                         |                  |                      |
| Gypse .....           | 2                         |                  |                      |
| Calcite .....         | 3                         |                  |                      |
| Fluorine .....        | 4                         | 300              | Verres               |
| Apatite.....          | 5                         | à 500            |                      |
| Orthoclase .....      | 6                         |                  |                      |
| Silice pure .....     | 7                         | 740              | Aciers trempés       |
| Quartz.....           | 8                         | 800              |                      |
| Topaze.....           | 9                         |                  |                      |
| Grenat .....          | 10                        | 1 400 à          | Carbures métalliques |
| Zircone fondue .....  | 11                        | 1 800            |                      |
| Alumine fondue.....   | 12                        | 2 000            |                      |
| Carbure de silicium.  | 13                        | 2 500            |                      |
| Carbure de bore ..... | 14                        | 2 800            |                      |
| Nitrure de bore ..... | .....                     | 4 700            |                      |
| Diamant .....         | 15                        | > 7 000          |                      |

## 1.2 Stabilité physico-chimique

Dans tout travail d'usinage, une partie de l'énergie fournie est transformée en chaleur. Dans le cas d'usinage par abrasion, les températures mesurées dans la zone de pénétration d'un grain peuvent atteindre 700 à 800°C.

Pour être efficace, un abrasif porté à ces températures devra conserver sa stabilité chimique et ses propriétés physiques en présence du matériau à usiner et des éventuels agents de refroidissement et de lubrification.

## 1.3 Forme

Certains abrasifs sont susceptibles de cristalliser dans plusieurs systèmes différents, et de présenter des plans de fracture qui engendrent des arêtes plus ou moins vives. Cette notion est à prendre en considération dans le choix d'un abrasif en fonction du matériau à usiner et de l'opération à réaliser, comme on le verra tout au long de cet article.

## 1.4 Dimensions

Les abrasifs sont utilisés sous la forme de grains dont la grosseur est définie suivant des normes.

Les grains dont le diamètre moyen est supérieur à 0,1 mm sont sélectionnés par tamisage, alors que les poudres plus fines sont triées par lévigation ou sédimentation.

## 2. Classification des abrasifs

### 2.1 Abrasifs naturels

\_ **Quartz** : les cristaux de quartz, agglomérés par des impuretés, constituent le grès qui fut pendant des millénaires le seul composé abrasif solide utilisé. De nos jours, le quartz n'est plus employé que dans certaines opérations de ponçage de bois tendres.

\_ **Grenat** : quand il n'est pas assez pur pour être utilisé en joaillerie, le grenat peut entrer dans la fabrication d'abrasifs appliqués pour le ponçage du bois.

\_ **émeri** : composé d'alumine cristallisée dans une proportion variable (35 à 70 %), de silice et d'oxyde de fer, il est utilisé principalement dans la fabrication de meules de meunerie, de toiles et de papiers abrasifs utilisés manuellement ; sous forme de grains libres, il sert à des travaux de polissage.

\_ **Corindon naturel** : c'est une alumine cristallisée plus ou moins pure (6 à 10 % d'impuretés), que l'on extrait de gisements situés en Afrique du Sud, à Madagascar ou au Canada. Moins constant dans ses propriétés que les abrasifs alumineux fabriqués, il est réservé à la réalisation de meules bon marché.

\_ **Diamant naturel** : le plus dur des matériaux connus : il est surtout utilisé pour le sciage et le polissage des marbres et des granites, pour l'usinage du verre et des céramiques, ainsi que dans les opérations de polissage des métaux durs.

## 2.2 Abrasifs fabriqués conventionnels

Ils sont nés d'une nécessité pour l'industrie : la constance de la qualité.

### 2.2.1 Alumine cristallisée

On en distingue plusieurs variétés suivant l'indice de pureté et le mode d'élaboration.

\_ **L'alumine à 95 % (ou corindon brun)** est obtenue en traitant la bauxite ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $2\text{H}_2\text{O}$ ) à  $2100^\circ\text{C}$  dans un four à arc électrique en présence de fondants et d'un réducteur (coke) dont le rôle est de favoriser l'élimination des impuretés de fer et de silice contenues dans le minerai.

Sa dureté est à peine supérieure à celle du carbure de tungstène.

De couleur brune, très compact et peu fragile, cet abrasif est réservé à des travaux pénibles d'usinage d'aciers courants : ébarbage, tronçonnage, rectification en plongée avec tenue d'angle, rectification *centerless* de grand débit.

\_ **L'alumine à 99 % (ou corindon blanc)** est obtenue de la même façon en fondant de l'alumine amorphe pure élaborée chimiquement par le procédé Bayer. Après refroidissement, on obtient un produit cristallisé poreux de couleur blanche.

De dureté équivalente à celle du corindon brun, mais plus fragile et présentant des arêtes plus vives, cet abrasif est utilisé pour des travaux délicats au cours desquels on veut éviter avant tout l'échauffement de la pièce usinée : affûtage d'outils de coupe de précision (fraises, tarauds, etc.), surfaçage et rectification d'aciers sensibles.

\_ **Dans l'alumine monocristalline**, chaque grain est constitué par un cristal unique obtenu par maturation chimique. Chaque cristal présente un nombre maximal d'arêtes vives et une excellente résistance aux chocs. La teneur en alumine est comprise entre 97 et 98 %, la couleur est blanc-gris.

Le procédé d'élaboration chimique étant nettement plus coûteux que celui de la fusion, on réserve l'alumine monocristalline pour des travaux de grand débit : rectification plane, cylindrique ou *centerless* sur des machines de forte puissance permettant de prendre des passes profondes.

\_ **Les aluminés à la zircon** sont élaborées par fusion d'alumine et de zircon dans des proportions variables (recherche d'alliages eutectiques).

Présentant une résistance à la fracture très élevée et un bon pouvoir de coupe, elles sont réservées à des travaux de gros enlèvement de métal sous de fortes pressions : décriquage des brames et des billettes dans les aciéries, ébarbage avec système d'assistance des fontes et des aciers dans les fonderies.

\_ **Dans les aluminés microcristallins ou céramiques**, chaque grain est constitué d'une grande quantité de petits cristaux soudés de façon régulière les uns aux autres.

Le plus souvent mélangées en proportion variable à d'autres variétés d'abrasifs alumineux, les alumines céramiques confèrent aux meules ou aux abrasifs appliqués, dans la composition desquels elles entrent, un pouvoir de coupe et une durée accrues.

### **2.2.2 Carbure de silicium**

Inconnu à l'état naturel sur la Terre, bien que présent dans certaines météorites, le carbure de silicium (SiC) est fabriqué industriellement dans des fours électriques par réduction vers 2 200°C de la silice (sable blanc) par le carbone (coke de pétrole pulvérisé).

Le carbure de silicium ainsi obtenu se présente sous deux formes : amorphe ou cristallisé dans le système hexagonal. Seule la forme cristalline est abrasive.

Quand il est chimiquement pur, le carbure de silicium est blanc.

Les produits industriels sont colorés en noir ou en vert par diverses impuretés : fer, carbone, aluminium, magnésium.

Plus dur que l'alumine, il est aussi moins résistant à la fracture :

cette relative fragilité provoque la formation permanente d'arêtes vives sur les grains au travail. Sa dureté en fait le seul abrasif conventionnel susceptible d'usiner les carbures métalliques, et ses arêtes constamment renouvelées en font l'abrasif le mieux adapté à l'usinage des matériaux de faible résistance mécanique : fonte grise, métaux non ferreux, bois, caoutchouc, matières plastiques, etc.

### **2.2.3 Carbure de bore**

Considéré jusque dans les années 70 comme le corps le plus dur après le diamant, le carbure de bore (B<sub>4</sub>C) est obtenu par réduction de l'anhydride borique par le carbone.

Il se présente sous la forme d'une poudre noire dont les particules, de grosseur inférieure ou égale à 70 µm, n'ont jamais pu être agglomérées sous forme de meules, mais sont utilisées sous forme de pâte ou en suspension dans un liquide pour le rodage ou le polissage de matériaux très durs : rodage de filières en carbure de tungstène ou de tantale, par exemple. Par frittage, on en fait des bâtons pouvant servir au dressage des petites meules d'affûtage.

## **2.3 Superabrasifs fabriqués**

On a l'habitude de désigner par le vocable *superabrasifs* les deux corps cristallisés dont la dureté excède 4 000 dans l'échelle de Knoop : le diamant et le nitrure de bore cubique.

### **2.3.1 Diamant**

La transformation du carbone graphite en carbone diamant sous l'effet de très fortes pressions, de l'ordre de 50 000 bar, et de hautes températures de l'ordre de 1 500°C, a été réalisée en laboratoire avant la Seconde Guerre

mondiale. Mais il fallut attendre 1953 pour que naisse, puis se développe, une production réellement industrielle de diamants fabriqués.

On distingue deux grandes classes d'application du diamant en tant qu'outil abrasif : l'usinage des carbures métalliques et celui des matériaux durs non métalliques tels que le verre, les céramiques industrielles, le marbre et le granite.

Dans le premier cas, on utilise des grains constitués de cristaux friables aux formes irrégulières. Ils peuvent ainsi se fracturer sous l'action des fortes contraintes de meulage et réaliser un renouvellement permanent des arêtes vives indispensables pour l'usinage des carbures. Lorsqu'ils sont destinés à être agglomérés au moyen de résines, ces grains sont préalablement enrobés d'une pellicule métallique (tableau 4), appelée *blindage*, dont le rôle est de protéger les résines de l'agglomérant des chocs thermiques résultant de la pénétration des grains dans la pièce usinée.

Dans le cas de l'usinage des matériaux durs non métalliques, où l'agent d'agglomération des grains de diamant est en général un métal, on utilise des grains constitués de cristaux beaucoup plus compacts et plus résistants aux chocs mécaniques et thermiques.

### **2.3.2 Nitrure de bore cubique**

Communément désigné par les initiales CBN (de l'anglais *Cubic Boron Nitride*), le nitrure de bore cubique est, après le diamant, le plus dur de tous les corps abrasifs connus à ce jour : sa dureté est de 4 700 dans l'échelle de Knoop, contre 2 500 pour le carbure de silicium et 2 800 pour le carbure de bore. Il est utilisé principalement dans les travaux de rectification de pièces en acier ou en alliages dont la dureté superficielle dépasse 55 HRC et dans les opérations d'affûtage d'outils en aciers rapides fortement alliés ou en aciers surcarburés.

## **II. La grosseur du grain.**

La dimension d'un grain d'abrasif peut être déduite de son numéro de référence. Un grain d'abrasif référence X s'inscrit dans un cercle moyen de diamètre égale  $25.4/X$ .

Par exemple pour un grain N°60, on obtient :  $25.4/60=0.42\text{mm}$ .

La classification des grains normalement adoptée est la suivante :

Très gros : 6 à 11} ébauche

Gros : 12 à 24} ébauche.

Moyen : 30 à 90} finition

Fin : 100 à 190} finition

Très fin : 200 à 400} super finition

En poudre : 500 à 1200} super finition

### III. Dureté ou grade de la meule

Le grade est le coefficient de retenue des grains ou la force de cohésion avec laquelle l'agglomérant retient les grains. Il est désigné par des lettres de D à Z.

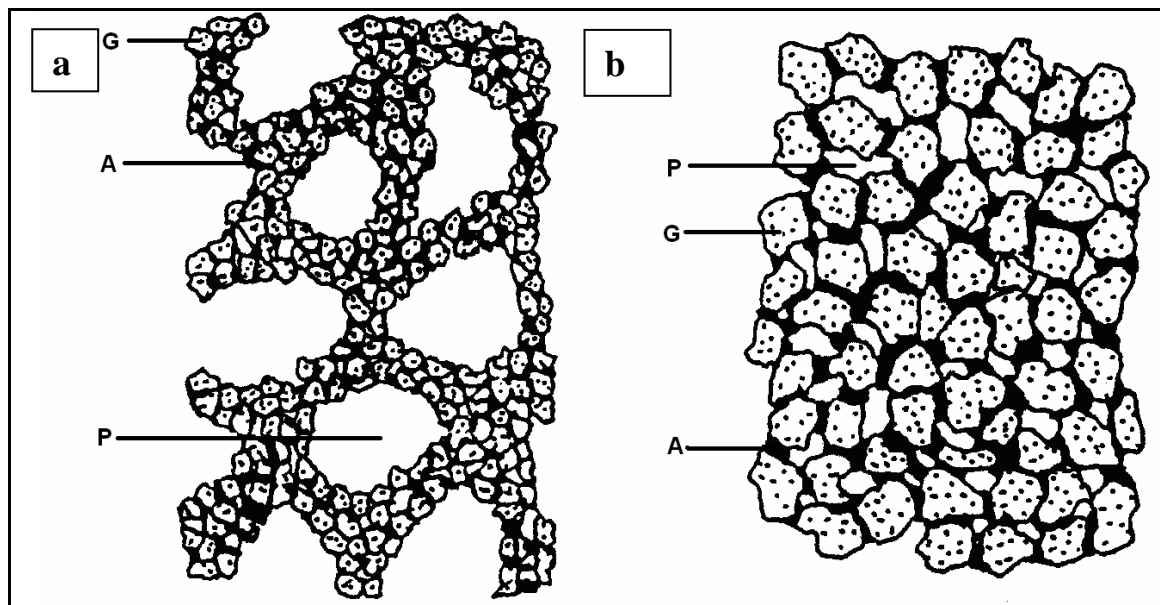
|              |               |
|--------------|---------------|
| Dénomination | grade         |
| Très tendre  | D, E, F,      |
| Tendre       | G, H, I, J,   |
| Moyen        | K, L, M, N, O |
| Dur          | P, Q, R, S    |
| Très dur     | T, U, W, Z    |

### IV. La structure :

Entre deux grains consécutifs d'abrasif **G**, on y trouve l'agglomérant **A** (matière qui relie les grains) et des petits vides ou pores **P**. La dimension de ces derniers détermine la porosité de la meule.

Lorsque la distance moyenne entre 2 grains d'abrasif est petite, la structure est dite fermée (**b**).

Lorsque cette distance est grande, la structure est dite ouverte (**a**).



Le pourcentage élevé de vide évite un échauffement excessif et facilite le dégagement des copeaux.

| Structure    | Désignation |
|--------------|-------------|
| Fermée       | 1-2-3-4     |
| Moyenne      | 5-6-7-8     |
| Ouverte      | 9-10-11-12  |
| Très ouverte | 13-14-15-16 |

## **V. L'agglomérant :**

L'agglomérant est la matière liante qui maintient ensemble les grains d'abrasif de la meule.

On distingue 3 groupes principaux d'agglomérant :

- Minéraux : (vitrifié ou céramique : V, silicate : S, magnésie : O);
- Organiques: (résinoïdes : B, caoutchouc : R, gomme laque : E)
- Métalliques : ( bronze, métal blanc spécial :M)

### **1. Types d'agglomérant**

#### **1.1 Agglomérants minéraux**

##### **1.1.1 Vitrifiés**

De même nature que la porcelaine, ils sont constitués, en proportion variable, de feldspaths, d'argiles et de silice. À partir de ces constituants de base, les fabricants ont élaboré une grande variété d'agglomérants en fonction des opérations à réaliser (affûtage d'outils, rectification cylindrique ou plane, rodage) et des contraintes liées à

ces opérations : échauffement, tenue de profil, débit matière, etc.

Chimiquement stables, ils ne sont attaqués ni par l'eau, ni par les agents de lubrification et de refroidissement. Seuls quelques rares acides (borique, fluorhydrique) peuvent les altérer. Ils résistent bien à la force centrifuge mais leurs faibles modules d'élasticité et conductivités thermiques les rendent sensibles aux chocs mécaniques et thermiques.

##### **1.1.2 Magnésiens**

Issus de la réaction du chlorure de magnésium sur la magnésie, ils se présentent sous la forme d'un ciment faisant prise à froid.

Leur principal avantage est une meilleure évacuation de la chaleur produite (coupe froide ) et on les réserve à des opérations de taillanderie, d'affûtage de tranchants d'outils et de surfaçage de la pierre et du marbre.

#### **1.2 Agglomérants organiques**

##### **1.2.1 Résinoïdes**

Ce sont des résines de synthèse, généralement à base de phénol et de formol. Polymérisées, elles constituent des agglomérants très résistants à la force centrifuge, avec des modules d'élasticité et conductivités thermiques supérieurs à ceux des agglomérants vitrifiés.

Ils sont utilisés soit dans des opérations brutales avec gros enlèvement de matière : ébarbage, décrochage en aciérie, tronçonnage, rectification centerless à grande vitesse, soit dans des opérations avec tenue d'angle : rectification en plongée de cames, de filetages, de gorges étroites.

### 1.2.2 Caoutchouc

Ces agglomérants sont obtenus soit à partir de caoutchouc naturel (latex), soit à partir de caoutchouc synthétique.

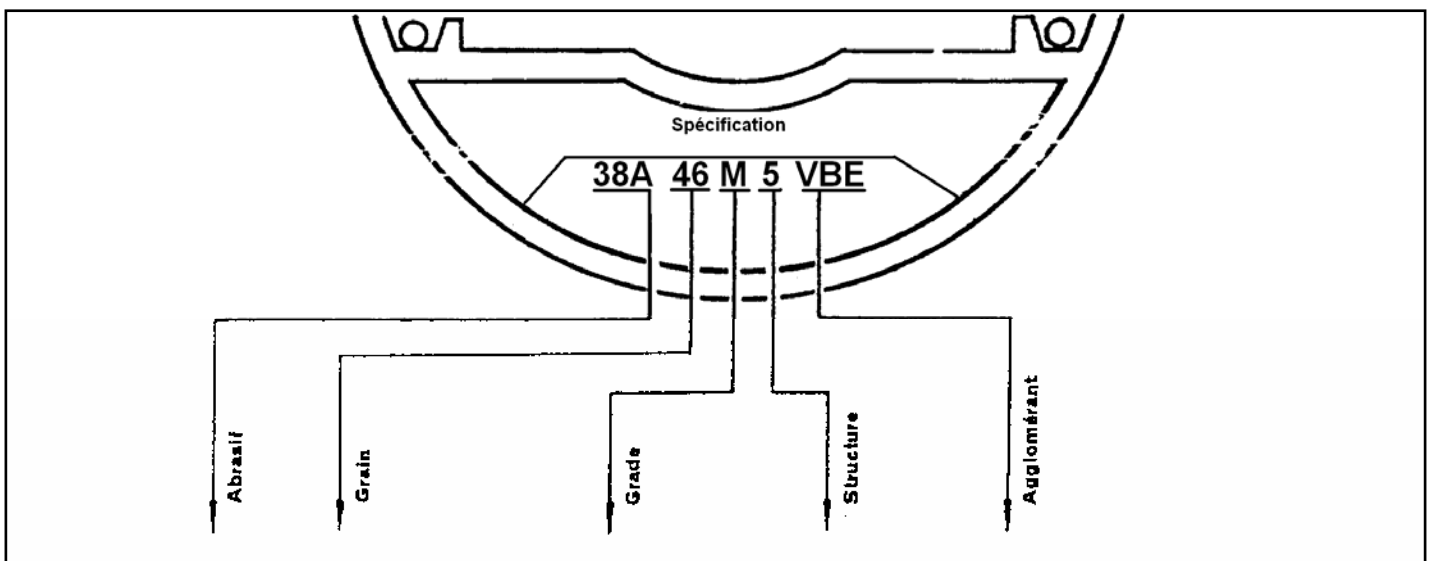
Les agglomérants à base de caoutchouc naturel sont employés surtout pour la fabrication de meules de contrôle centerless et de rectification de gorges de roulement. Ceux à base de caoutchouc synthétique sont réservés à la fabrication de meules de tronçonnage sous arrosage ou de roues flexibles pour le satinage de tôles, le morfilage d'outils ou le pré-polissage du verre après usinage à la meule diamant ou à la bande abrasive.

### 1.2.3 Shellac

Le shellac est un produit naturel que l'on trouve aux Indes ou dans les îles de la Sonde et qui est constitué par les excréments d'un insecte.

Travaillé à chaud, il permet la réalisation de meules de tronçonnage très minces. On l'utilise également pour la fabrication de meules destinées à obtenir un poli miroir en rectification.

### 5.3.1 Exemple de spécification d'une meule



| Référence<br>NORTON | Symbole<br>Norton | Gros | Moyen | Fin | Très fin et<br>poudre | Très tendre | Tendre | Moyen | Dur | Très dur | Fermé | Moyenne | Ouverte | Vitrifié |               | Résinoïde |           |          |
|---------------------|-------------------|------|-------|-----|-----------------------|-------------|--------|-------|-----|----------|-------|---------|---------|----------|---------------|-----------|-----------|----------|
|                     |                   |      |       |     |                       |             |        |       |     |          |       |         |         |          |               |           |           |          |
| Alundum régul.      | 19 A              | 10   | 30    | 70  | 220                   |             | H      |       |     | T        | 0     | 4       | 7       | 10       | V             | régulier  | B         | régulier |
| Alundum 19          | 32 A              | 12   | 36    | 80  | 240                   |             | I      |       |     | U        | 1     | 5       | 8       | 11       | VA            | type A    | B 2       | type B 1 |
| Alundum 32          | 38 A              | 14   | 46    | 90  | 280                   |             | J      |       |     | V        | 2     | 6       | 9       | VBA      | type BA       | B 5       | type B 5  |          |
| Alundum 38          | 44 A              | 16   | 54    | 100 | 320                   |             | K      |       |     | W        | 3     | 7       | 10      | VBE      | type BE       | B 7       | type B 7  |          |
| Alundum 44          | 37 C              | 20   | 60    | 120 | 400                   |             | L      |       |     | X        | 4     | 8       | 11      | VG       | type G        | B 11      | type B 11 |          |
| Crystalon 37        | 39 C              | 24   | 80    | 180 | 600                   |             | M      |       |     | Y        | 5     | 9       | 12      | VK       | type K        | B H       | type B H  |          |
| Crystalon 39        |                   |      |       |     |                       |             | N      |       |     | Z        |       |         |         | VP       | très poreux   |           |           |          |
|                     |                   |      |       |     |                       |             |        |       |     |          |       |         |         | VBEP     | type BE       |           |           |          |
|                     |                   |      |       |     |                       |             |        |       |     |          |       |         |         | VKP      | très poreux   |           |           |          |
|                     |                   |      |       |     |                       |             |        |       |     |          |       |         |         |          | type R poreux |           |           |          |



## **Fabrication des meules**

Le visiteur d'une unité de production de produits abrasifs agglomérés est toujours frappé à la fois par l'extrême diversité des formes et des dimensions réalisées, par le faible nombre d'unités produites par série de fabrication et, conséquence directe de ce qui précède, par le faible degré d'automatisation de la production ; à l'exception, il est vrai, de quelques produits particuliers, telles les meules de tronçonnage ou les meules à moyeu déporté, dont la fabrication en séries plus importantes permet justement une automatisation poussée.

Toutefois, quel que soit son degré de mécanisation, le processus d'élaboration d'un produit abrasif aggloméré est pratiquement toujours le même. Les cinq étapes principales en sont les suivantes :

**malaxage, pressage, cuisson, usinages après cuisson et contrôles.**

### **Malaxage**

Les matières premières (abrasif, agglomérant et additifs) sont pesées et transférées dans des malaxeurs où chaque grain d'abrasif est enrobé d'une pellicule d'agglomérant.

### **Pressage**

Le mélange est pressé dans des moules placés sous les vérins de presses hydrauliques de 10 à 5 000 tf.

Les ébauches ainsi obtenues sont alors soumises avant cuisson (on dit à l'état vert ) à une première opération d'usinage dont l'objectif est de les amener à une forme et à des dimensions plus proches de leur état final.

### **5.4.3 Cuisson**

Les ébauches sont soumises à une élévation de température dont le but est d'opérer une transformation chimique de leur état.

— Pour les produits vitrifiés, cette transformation s'effectue pendant plusieurs jours à des températures allant de 900 à 1 300°C et aboutit à une vitrification des argiles entrant dans leur composition.

— Pour les produits organiques, la transformation est soit une polymérisation (cas des produits résinoïdes), soit une vulcanisation (cas des produits caoutchouc), qui se produit à une température de l'ordre de 180°C.

### **5.4.4 Usinages après cuisson**

À leur sortie de four, les produits ont acquis leur consistance définitive ; ils subissent alors une série d'usinages qui leur donnent leur forme et leurs dimensions définitives. Les outils utilisés sont soit des molettes en acier très résistant à l'usure, soit des meules, soit des outils de taillage à base de diamant.

#### **5.4.5 Contrôles**

Parmi les plus importants de ces contrôles, il faut citer :

- le contrôle de la spécification : effectué en règle générale juste après cuisson, ce contrôle consiste à mesurer certaines propriétés physiques liées à la composition et aux conditions de réalisation du produit : masse spécifique, module d'élasticité ;
- le contrôle de la résistance à la force centrifuge : destinées à être utilisées à des vitesses tangentielles élevées (de 20 à 80, voire 120 m/s), les meules au-dessus d'une dimension minimale fixée par le Code Européen de Sécurité d'Emploi des Meules (Code FEPA) doivent impérativement subir un essai en caisson blindé à une vitesse supérieure à leur vitesse d'emploi. L'essai de survitesse permet d'affirmer qu'au moment de leur sortie de fabrication les meules sont exemptes de tout défaut pouvant nuire à leur sécurité d'emploi. Il est de plus nécessaire de les emballer suivant des règles strictes pour éviter tout risque de détérioration entre leur sortie d'usine et leur arrivée chez l'utilisateur final ;
- le contrôle de la forme et des dimensions : il est bien évident qu'une meule, à cause de sa composition hétérogène, ne peut être usinée avec des tolérances aussi serrées que celles d'une pièce mécanique ;
- le contrôle d'identification : le code FEPA a fixé les règles de marquage de ces produits : dimensions, spécification, vitesse maximale d'emploi sont parmi les éléments qui doivent figurer, soit sur le produit lui-même, soit sur des buvards ou étiquettes joints ou collés.

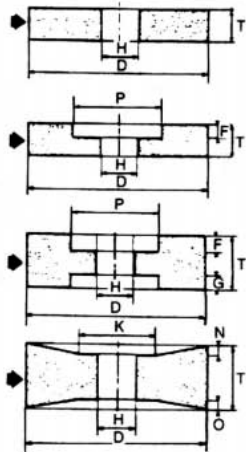
## 5.5 Formes et dimensions

Les dimensions des meules sont exprimées en millimètres :

**diamètre x épaisseur x alésage** dont les symboles normalisés sont **D x T x H**.

Les types de formes et les dimensions les plus usuels en France sont :

### PLATES



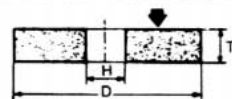
Ordinaires. Type : 01  
Désignation : D x T x H

À un embrèvement. Type : 05  
Désignation : D x T x H — P-F

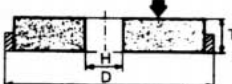
À deux embrèvements. Type : 07  
Désignation : D x T x H — P-F-G

À deux dépouilles. Type : 21  
Désignation : D x T x H — K-N-O

### LAPIDAIRES VITRIFIÉES

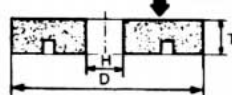


À coller. Type : 35  
Désignation : D x T x H



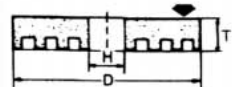
À serrage mécanique. Type : 35M  
Désignation : D x T x H

N.B. : La bande cartonnée (*Velumoid*) collée sur la périphérie est incluse dans le diamètre de celui-ci.

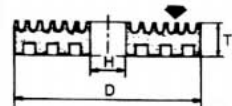


À écrous noyés. Type : 36  
Désignation : D x T x H — Dessin

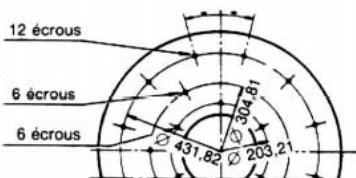
### LAPIDAIRES RÉSINOÏDES



À écrous noyés. Type : 36  
Désignation : D x T x H — Dessin



À écrous noyés et face de travail alvéolée. Type : 36S  
Désignation : D x T x H — Dessin

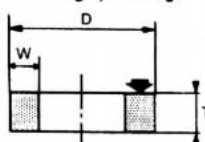


Type 36 ou 36S (alvéolé)  
Lapidaire 500 x 50 x 152

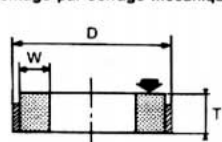
### CYLINDRES. Type : 02

Désignation : D x T x W

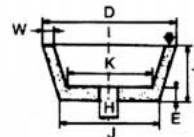
Montage par collage



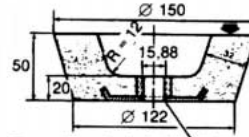
Montage par serrage mécanique



### BOISSEAUX CONIQUES. Type : 11



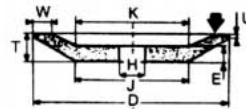
Désignation : D x T x H — W-E-J-K — Dessin



Boisseau conique résinoïde sur écrou.  
Type : 11N

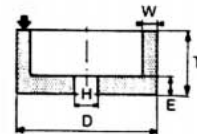
Pas whitworth à droite 11 filets au pouce

### ASSIETTES. Type : 12

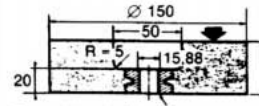


Désignation : D x T x H — J-U-W-E — Dessin

### BOISSEAUX DROITS. Type : 06



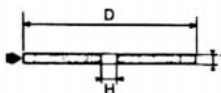
Désignation : D x T x H — W-E — Dessin



Boisseau droit résinoïde sur écrou.  
Type : 06N

Pas whitworth à droite 11 filets au pouce

### PLATES RENFORCÉES. Type : 01R



Désignation : D x T x H

Toile centrale



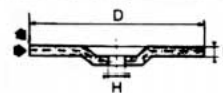
Meule interdite sur machine portable  
Meule utilisée sur machine fixe

Toiles extérieures



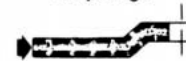
Meule utilisée sur machine portable ou fixe

### À MOYEU DÉPORTÉ. Type : 27



Désignation : D x U x H

Tronçonnage



Épaisseur : 2,5 ou 3,2 mm

Ébarbage

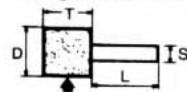


Épaisseur : 6,5 ou 7 mm

### SUR TIGE

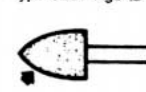
Cylindre

Type 52W  
sur tiges de  $\varnothing$  3 ou 6



Forme spéciale

Type 52A. Tige  $\varnothing$  6  
Type 52B. Tige  $\varnothing$  3



Désignation :  
D x T — S-L — Dessin

Longueur des tiges  
standardisée à 40 mm

## **6. Rectification**

Rectifier une pièce, c'est l'amener par enlèvement de matière au moyen d'une ou plusieurs meules à des cotes précises tolérancées et à un état de surface défini.

### **a) Rectification cylindrique extérieure**

— Formes et dimensions : ce sont en général des meules plates, comportant fréquemment un ou deux embrèvements, parfois un profil. Les dimensions courantes s'échelonnent de 250 à 760 mm pour le diamètre, avec un rapport diamètre/épaisseur de 8 à 12.

— Spécification moyenne : abrasif alumineux, grains moyens, grade moyen, agglomérant vitrifié.

### **b) Rectification sans centre dite **centerless****

C'est une opération de rectification cylindrique dans laquelle la pièce n'est pas tenue entre pointes mais est posée sur une réglette et tourne entre deux meules dont la position reste fixe.

Les meules utilisées sont de deux sortes :

— d'une part, la meule dite de contrôle (ou, à tort, d'entraînement), dont le rôle est de contrôler la vitesse de rotation de la pièce et, éventuellement, de la faire avancer axialement ; cette meule est en abrasif alumineux, grains fins et agglomérant organique (le plus souvent caoutchouc) ;

— d'autre part, la meule dite de travail, qui effectue l'opération de rectification et dont la spécification est proche de celle d'une meule de rectification cylindrique extérieure adaptée au même travail.

La rectification sans centre est dite **en enfilade** lorsque la pièce se déplace axialement entre les deux meules et **en plongée** lorsqu'il n'y a pas déplacement axial.

### **c) Rectification intérieure**

C'est également une opération de rectification cylindrique dans laquelle la meule usine l'intérieur de la pièce.

— Formes et dimensions : les meules utilisées, plates ou à embrèvement, ont un diamètre généralement compris entre 1/2 et 4/ 5 du diamètre intérieur de la pièce à rectifier. Elles sont parfois profilées :

rectification intérieure en plongée des chemins de bagues de roulement, par exemple.

— Spécification moyenne : abrasif alumineux à 98 % ou monocristallin, grains moyens, grade moyen, agglomérant vitrifié.

### **d) Surfaçage**

— Formes et dimensions : la rectification plane, ou surfaçage, fait appel soit à des meules plates simples travaillant par leur périphérie, soit à des meules boisseaux ou cylindres travaillant par leur bord. Les diamètres courants s'échelonnent de 200 à 600 mm.

On utilise également des couronnes de segments fixés dans un montage spécial appelé plateau porte-segments, dont le diamètre peut varier de 200 à 1 350 mm.

— Spécification moyenne : abrasif alumineux à 98 %, grains gros ou moyens, grade tendre, agglomérant vitrifié.

### **6.1 Théorie de l'usinage à la meule**

Le grain d'abrasif effectue donc un travail durant son passage dans la pièce. Pendant ce travail, il subit une réaction de la part du matériau qu'il pénètre, réaction qui se traduit à la fois par un ébranlement mécanique et par un choc thermique important (dans la zone de contact grain-pièce, les températures atteintes sont de l'ordre de 700 à 800°C).

Cette phase de travail et les phases identiques qui se succèdent à chaque tour de la meule ont sur le grain un double effet :

— dans un premier temps, l'arête de coupe s'arrondit ; le grain s'émousse et perd de son pouvoir de coupe ; l'effort nécessaire pour pénétrer le matériau augmente, de même que les réactions encaissées par le grain ;

— après un certain nombre de passages, le grain aura subi des chocs mécaniques et thermiques suffisamment nombreux et puissants pour le fragmenter ou briser les piliers d'agglomérant qui le retiennent.

### **Dureté d'action d'une meule**

Dans la pratique d'une opération d'usinage à la meule, trois cas peuvent se présenter :

— si les grains d'abrasif sont éliminés avant d'avoir accompli tout le travail qu'ils pourraient effectuer parce qu'ils sont insuffisamment retenus par l'agglomérant, on dit que la meule est trop tendre ou qu'elle a une dureté d'action trop faible ;

— si, au contraire, alors qu'ils sont usés, les grains sont toujours retenus par l'agglomérant, on dit que la meule est trop dure ou qu'elle a une dureté d'action trop élevée : cela se manifeste en général par un aspect brillant de la surface de la meule (on dit qu'elle est lustrée) et s'accompagne souvent d'un dépôt de fines particules de métal dans les pores de la meule (on dit qu'elle est encrassée) ;

— enfin, cas idéal, si les piliers d'agglomérant laissent échapper les grains émoussés après usure complète mais sans lustrage ni encrassage de la meule, on dit de celle-ci qu'elle est bien adaptée ou qu'elle a la bonne dureté d'action.

Cette notion de dureté d'action, c'est-à-dire de comportement de la meule, est purement expérimentale, relative et fragmentaire, et toutes les tentatives pour la définir scientifiquement ont été jusqu'à présent vouées à l'échec.

Elle prend une connotation subjective lorsque la meule est en service chez l'utilisateur: le rectifieur qui conduit sa machine sait bien si la meule a ou n'a pas une dureté d'action satisfaisante (pour le travail à réaliser dans les conditions imposées...). Mais son jugement (trop dure, trop tendre, bien

adaptée) est en fait la synthèse d'un ensemble d'observations mesurables et de perceptions qui le sont difficilement : la plus ou moins grande profondeur de passe qu'il peut prendre, l'échauffement de la pièce, l'usure de la meule, sa tendance à l'encrassage, l'aspect de surface de la pièce rectifiée, le nombre de pièces qu'il peut réaliser à l'heure, le nombre maximal de pièces entre deux dressages, le son de la meule au travail ou diamantage, etc.

Il est remarquable d'ailleurs que, pour un travail donné sur une machine donnée, on puisse souvent trouver plusieurs meules de spécifications différentes donnant satisfaction et des résultats comparables : on dit alors que ces meules ont la même dureté d'action.

## **6.2 Nature et état physico-chimique de la pièce**

C'est un des paramètres les plus importants du comportement d'une meule donnée et, partant, du choix d'une spécification.

Dans l'usinage à la meule des aciers, et plus généralement des métaux à forte résistance mécanique, il est une règle qui souffre peu d'exceptions, en particulier dans les opérations de rectification et d'affûtage :

**à matériau dur, meule tendre**

**à matériau tendre, meule dure**

C'est ainsi, par exemple, qu'une meule donnée, bien adaptée pour rectifier une pièce dans un acier ferritique demi-dur, se comportera comme trop dure pour rectifier une pièce semblable en acier martensitique dur.

Si l'on prend maintenant en considération l'état physico-chimique du métal, on constate qu'à l'état trempé un acier demande une meule plus tendre qu'à l'état recuit.

D'une façon plus générale, on peut dire que plus un acier est dur et fragile, plus la meule adaptée doit être tendre afin d'éviter les détériorations superficielles de la pièce : criques, tapures ou modification de l'état physico-chimique et cristallographique.

Lorsque l'on abandonne le domaine des aciers pour considérer celui des matériaux de faible résistance mécanique, tels la plupart des métaux ou alliages non ferreux et des matériaux tendres non métalliques, la règle énoncée plus haut ne s'applique plus, et même s'inverse. La raison en est facile à comprendre : ces matériaux offrent généralement une résistance à la pénétration des grains insuffisante pour que ceux-ci se fracturent et soient éliminés, même après un temps de travail assez long pour qu'ils soient émoussés et aient perdu leur pouvoir de coupe. Aussi doit-on s'orienter vers des meules tendres pour que le renouvellement des grains puisse s'effectuer malgré tout.

### 6.3 Nature et qualité de l'arrosage

Le rôle de l'arrosage est multiple :

- il est le principal agent d'évacuation de la chaleur produite par le travail de meulage et préserve partiellement meule et pièce des dégradations liées à une trop forte élévation de température ;
- il nettoie la surface de la meule et retarde le phénomène d'encrassement ;
- il entraîne les copeaux produits loin de la zone de travail ;
- il sert d'agent antirouille ;
- il sert de lubrifiant et modifie le coefficient de frottement entre la meule et la pièce. À ce titre, il influe sur l'état de surface de la pièce obtenue.

La composition chimique du liquide d'arrosage, le débit, la pression et l'orientation du jet sont donc des facteurs prépondérants dans la réussite de l'opération. En rectification, le liquide d'arrosage est le plus souvent composé d'eau additionnée d'huile soluble dans une proportion de 2 à 2,5 % (l'eau pure, bien qu'excellent agent de refroidissement, ne remplit pas la fonction d'agent antirouille).

Un accroissement du débit ou de la pression entraîne une diminution de la dureté d'action de la meule au travail (moins d'échauffement) et permet ainsi d'utiliser des meules de grade plus dur, s'usant moins vite.

| Conditions d'emploi des fluides solubles dans diverses opérations d'usinage |                         |      |                     |      |                     |      |                                   |      |                     |      |                     |      |
|---|-------------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|-----------------------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
| Opérations  | Matériaux concernés (1) |      |                     |      |                     |      |                                   |      |                     |      |                     |      |
|   | Aluminium et alliages   |      | Cuivre et alliages  |      | Fontes              |      | Aciers doux Aciers de décolletage |      | Aciers mi-durs      |      | Aciers durs         |      |
|   | Quantité nécessaire     | Type | Quantité nécessaire | Type | Quantité nécessaire | Type | Quantité nécessaire               | Type | Quantité nécessaire | Type | Quantité nécessaire | Type |
|   | (%)                     |      | (%)                 | (%)  |                     | (%)  |                                   | (%)  |                     | (%)  |                     | (%)  |
| Tournage<br>Décolletage   | 6                       | E    | 5                   | E    | 4                   | M    | 4                                 | M    | 5                   | E    | 5                   | E    |
| Fraisage  | 6                       | E    | 5                   | E    | 4                   | M    | 5                                 | M    | 5                   | E    | 5                   | E    |
| Perçage<br>Forage   | 10                      | E    | 8                   | E    | 5                   | E    | 6                                 | E    | 6                   | E    | 6                   | E    |
| Filetage<br>Taraudage   | 10                      | E    | 8                   | E    | 5                   | E    | 6                                 | E    | 6                   | E    | 6                   | E    |
| Rectification   | 4                       | M    | 3                   | S    | 3                   | S    | 3                                 | S    | 3                   | S    | 3                   | S    |
| Sciage  | 8                       | E    | 6                   | E    | 5                   | E    | 6                                 | E    | 6                   | E    | 6                   | E    |
| Taillage<br>d'engrenage   |                         | HE   |                     | HE   |                     | HE   |                                   | HE   |                     | HE   |                     | HE   |
| Brochage  | 10                      | E    | 8                   | E    | 5                   | E    | 8                                 | E    | 8                   | E    | 8                   | E    |
| Rodage  |                         |      |                     |      | 6                   | S    | 6                                 | S    | 6                   | S    | 6                   | S    |
| Shaving   | 8                       | E    | 6                   | E    | 5                   | E    | 6                                 | E    | 6                   | E    | 8                   | E    |

(1) E : émulsion ; M : microémulsion ; S : émulsion du type synthétique ; HE : huile entière.

## **6.4 Choix des meules :**

Les critères de choix d'une meule donnée, tiennent compte, de plusieurs facteurs : genre de travail exigé, matière à usiner, degré de finition, etc.

### **Choix de l'abrasif :**

Le choix de l'abrasif dépend principalement de la matière à usiner.  
Il est conseillé d'utiliser des meules :

En alumine pour des matériaux de résistance élevée tels que : aciers au carbone, aciers rapides, aciers alliés....

- En carbure de silicium pour des matériaux de faible résistance tels que : fonte douce, laiton, bronze, aluminium
- Au diamant pour les carbures métalliques et pour des pièces exigeant un haut degré de finition

| <b>Abrasif</b>                     | <b>Propriétés</b>  | <b>Domaines d'emploi</b>   |
|------------------------------------|--|--|
| Alumine 95 %                       | Compact, solide, peu friable   | Rectification extérieure <i>centerless</i> d'aciers doux et mi-durs non traités  |
| Alumine 99 %                       | Très coupant, friable  | Rectification extérieure tous aciers alliés ou traités<br>Rectification <i>centerless</i> pièces chromées<br>Rectification plane tous aciers et fontes<br>Rectification intérieure tous aciers et fontes |
| Mélange alumine 95 %- alumine 99 % | Compromis entre résistance et pouvoir de coupe                       | Rectification en plongée aciers mi-durs trempés<br>Rectification <i>centerless</i> tous aciers durs (traités, alliés, inox sauf 18/8)  |
| Alumine monocristalline            | Très coupant, peu friable, prix plus élevé                           | Rectification intérieure tous aciers sauf acier nitruré<br>Surfaçage avec cylindres ou segments tous aciers sur machine puissante  |
| Alumine microcristalline           | Très coupant, très résistant, prix élevé                             | Rectification de précision avec recherche de débits et rendements élevés   |
| Carbure de silicium noir           | Dureté > Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , très coupant, très friable | Toutes rectifications bronzes, laiton, fonte ordinaire, aluminium, inox 18/8, matériaux non métalliques  |
| Carbure de silicium vert           | Encore plus coupant et friable                                       | Rectification extérieure, plane, intérieure de carbures métalliques et de pièces rechargées par métallisation  |

### **Choix de la grosseur du grain**

Ce choix dépend des propriétés physiques des matériaux à travailler, de l'épaisseur de métal à enlever et du degré de finition demandé.

- Gros grain : pour usiner un matériau ductile et peu dur



- grain plus fin : pour obtenir un état de surface soigné

### Choix du grade :

Le grade est choisi en se basant sur les propriétés physiques du matériau, sur la grandeur de la surface de contact meule-pièce et sur les vitesses de la meule et de la pièce.

- Grain dur : pour les matériaux ductiles, surface de contact faible
- Grain tendre : pour les matériaux durs, surface de contact meule-pièce étendue grande vitesse de travail.

| Type d'opération  | Gamme de grades  | Remarque générale  |
|---|--|--|
| rectification extérieure<br>rectification centerless<br>rectification plane<br>rectification intérieure | moyens : J à N<br>moyens à durs : K à Q<br>tendres : H à J<br>moyens : J à N | Plus l'aire de contact est grande, plus le métal est dur, et plus le grade choisi doit être tendre |

### Choix de la structure :

- Structure ouvert ou poreuse : pour matériaux tendre, degré de finition élevé, surface de contact meule-pièce » étendu.
- Structure fermée : pour matériaux dur, opération d'ébauche.

### Choix de l'agglomérant :

Pour des vitesses inférieures à 33m/s, les meules les plus adéquats sont celles à agglomérant vitrifié.

Pour les vitesses supérieures à 33m/s, les meules doivent être à agglomérant résinoïde.

## 7. Retailage des meules

La meule, comme tout autre outil, est soumise durant le travail à une usure progressive et perd ses propriétés premières. Elle doit être soumise périodiquement à une opération « d'affûtage » appelée : retailage.

La meule est retailée lorsqu'elle est glacée ou engorgée

La meule est glacée lorsque sa surface active devient lisse.

La meule est engorgée lorsque les vides se trouvant à proximité des grains d'abrasifs sont remplis de petits copeaux.

### 7.1 Le retailage

Cette opération consiste à rétablir la capacité de coupe d'une meule glacée ou engorgée. Le retailage peut permettre aussi la correction de la forme (meule

ovalisée ou excentrée) ou encore la modification du profil. Les outils utilisés pour le retailage sont appelés : dresseurs.

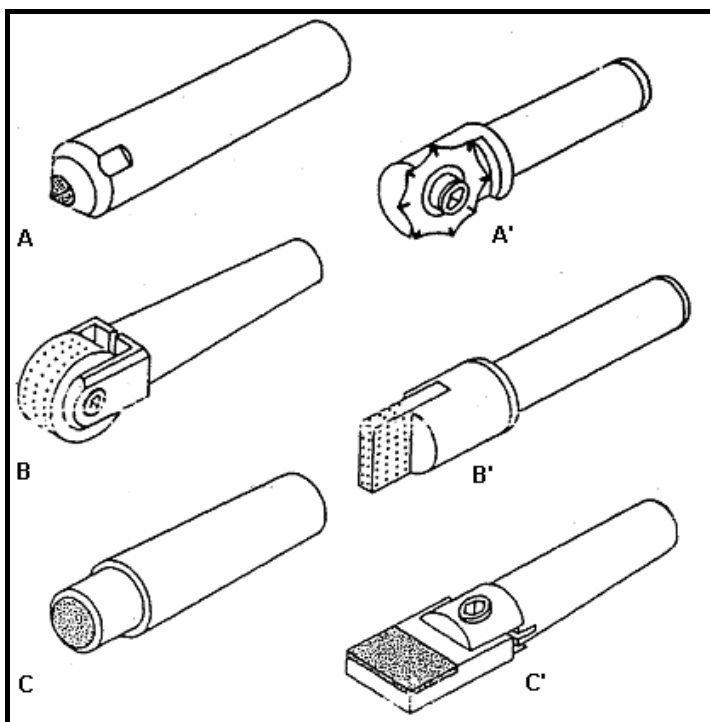
## 7.2 Dresseurs à diamants

Ils sont de 3 types :

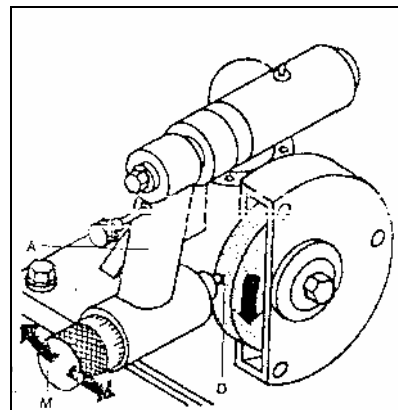
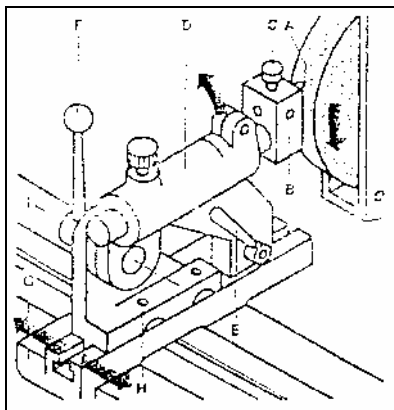
A-A' : Dresseurs à diamant unique (0.05 à 0.06 gramme) encastré dans la tête de l'outil.

B-B' : Dresseurs de diamants multiples à molettes ou à embout solide du corps. Ils présentent une série de petits diamants alignés, choisis soigneusement de la même taille et placés sur différentes couches.

C-C' : Dresseurs à poudre de diamant : diamants sous forme de poudre, répartis d'une façon plus au moins uniforme dans la partie active.



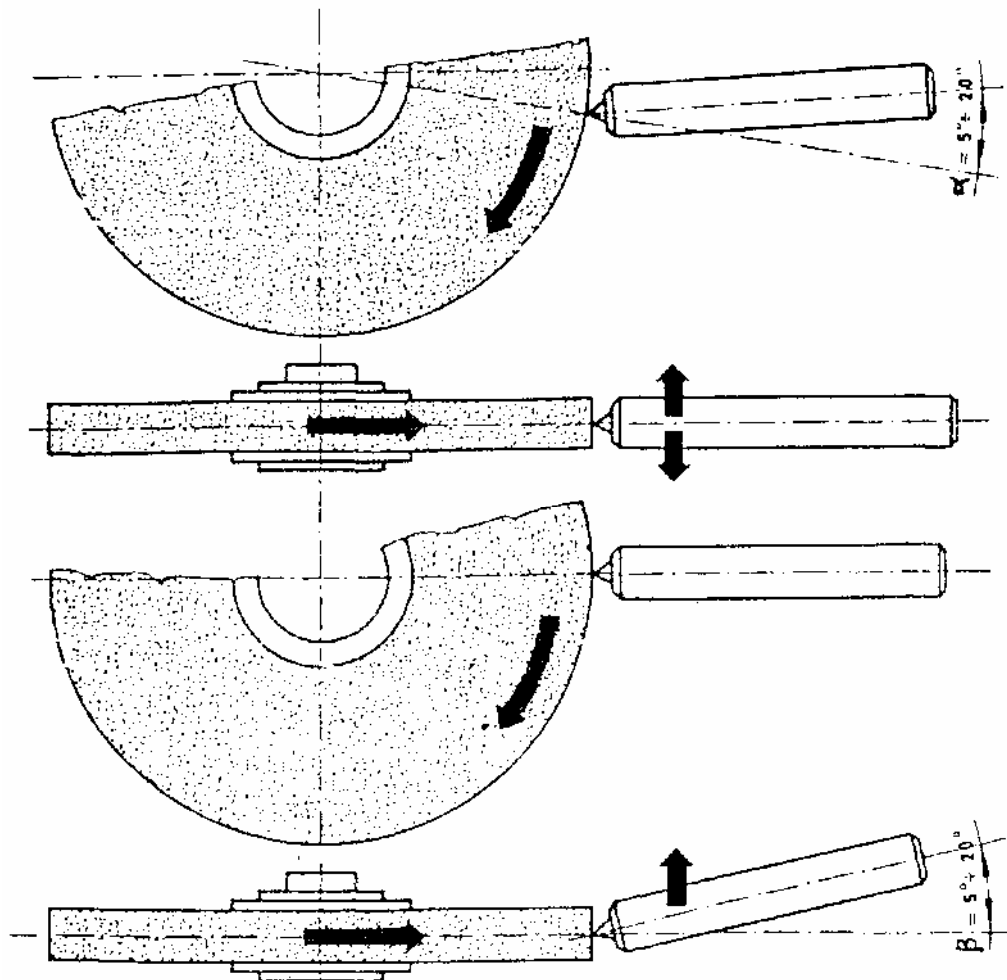
## 7.3 Les portes diamants



## 7.4 Position du porte- diamant sur la meule

Il est conseillé de placer le dresseur, sur la meule, incliné soit :

- d'un angle  $\alpha = 5^\circ$  à  $20^\circ$  formé par l'axe du diamant et le rayon aboutissant au point de contact.
- d'un angle  $5^\circ$  à  $20^\circ$  formé par l'axe du diamant et le plan de rotation.
- ou la double inclinaison  $\alpha$  et  $\beta$  simultanément.



## 7.5 Règles et précautions pour le diamantage

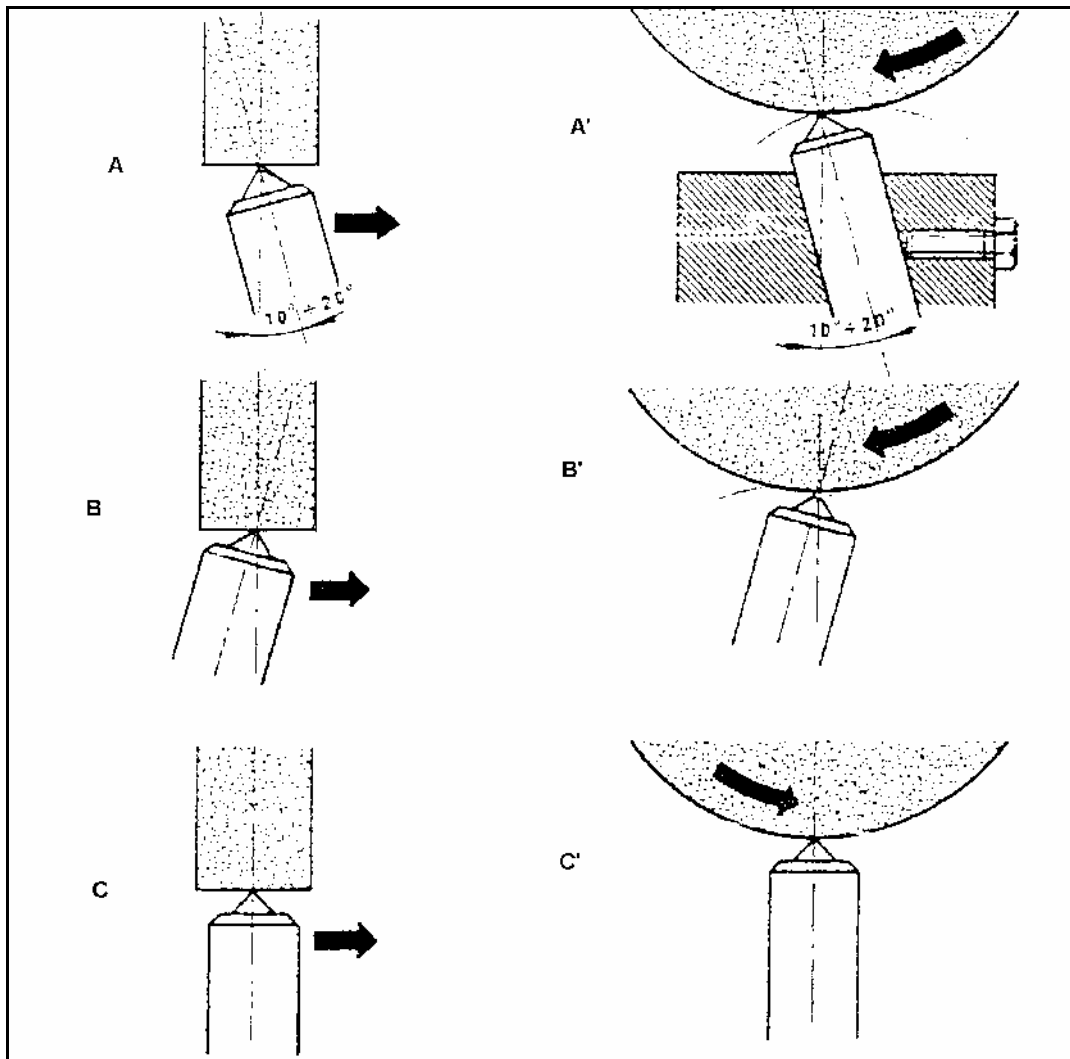
La figure suivante montre 3 possibilités de la position de l'outil pour le diamantage en tenant compte du mouvement transversal du dresseur (ABC) et du sens de rotation de la meule (A' B' C').

A-A' procédé correct

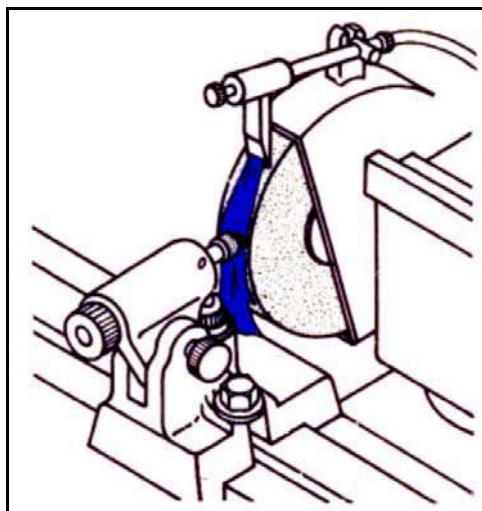
B-B' procédé incorrect, le diamant tend à se planter dans la meule.

C-C' procédé à éviter : le diamant s'é moussse rapidement.

Après un certain nombre d'utilisation du diamant, il se forme un plat sur la pointe (usure). Il convient de pivoter le diamant. Il présente, ainsi, une nouvelle arête tranchante. Lors du diamantage, on doit recourir à un arrosage abondant.



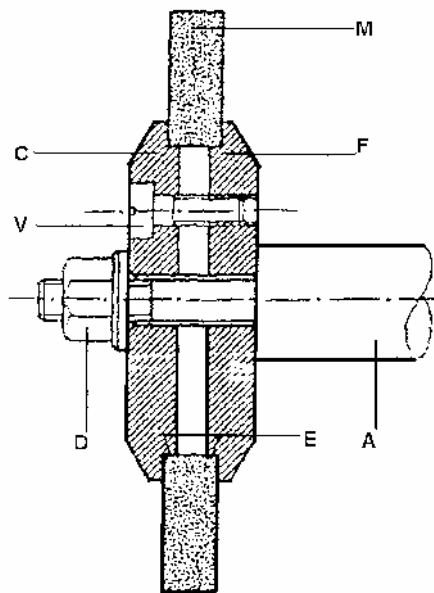
### Arrosage :



Durant le retailage, suite à la grande vitesse de rotation et à la nature des surfaces en contact, il se produit un frottement élevé qui engendre un échauffement de la meule diamant. Pour éviter cet inconvénient, on doit recourir à un arrosage abondant de la zone de travail.

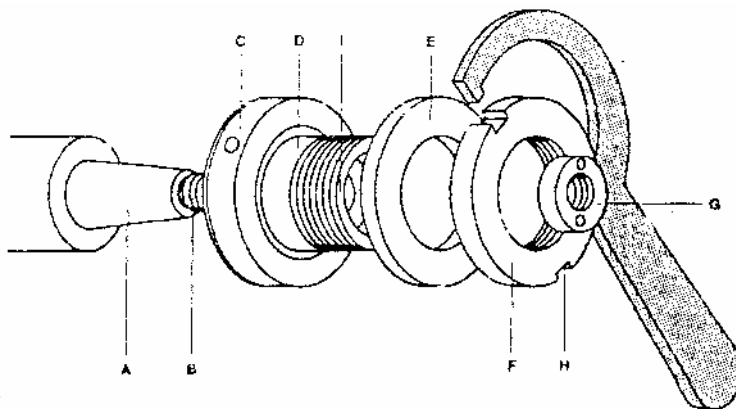
## 8. Montage et fixation des meules :

### 8.1 Montage sur flasque de réduction ;

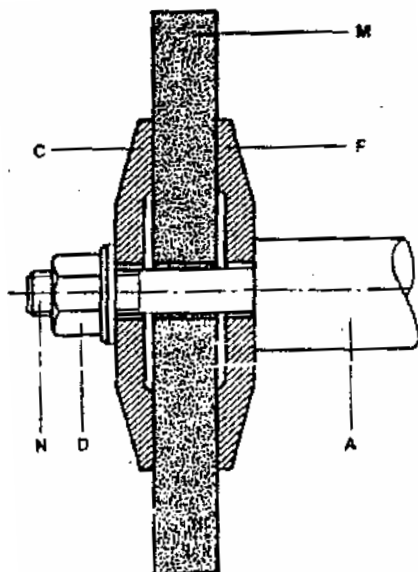


- A – arbre
- C – contre flasque
- F – flasque
- E – logements cylindrique
- D – écrou
- V – vis de serrage

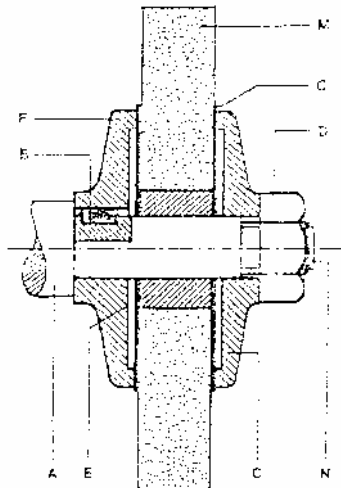
### 8.2 Fixation sur flasques à manchon



### 8.3 Fixation directe sur arbre porte-meule



## 8.4 Fixation par clavette et douille de réduction



## 8.5 Règles et précautions à suivre pour le montage des meules :

La meule doit être montée sur le porte-meule sans forcer.

Que la fixation de la meule s'effectue par bague filetée, par écrou, ou par vis, il faut exercer un serrage modéré, mais suffisant pour la maintenir fermement et sans jeu.

Lorsque les meules sont bloquées par un écrou centrale, ou par une bague filetée, vissée en bout d'arbre, le sens du filet doit être tel que lors de la rotation de la meule, il provoque le serrage de celle-ci.

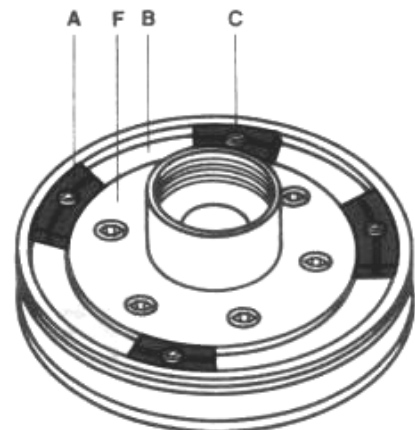
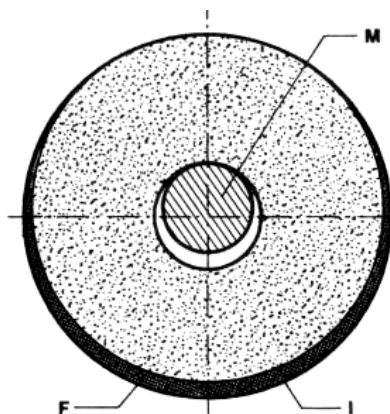
## 8.6 Equilibrage des meules.

Lorsqu'on travaille avec une meule, il doit être parfaitement équilibrée.

Le déséquilibre se fait sentir sous forme de vibrations. Elles soumettent les organes de la machine à des efforts parfois excessifs, et engendrent sur la pièce rectifiée des faces ondulées.

Une meule est mal équilibrée :

- Lorsqu'elle tourne excentrée (diamètre de son alésage est plus grand que celui de l'arbre porte meule).
- Lorsque sa forme est ovalisée.
- Les grains d'abrasif, l'agglomérant et les vides ne sont pas répartis d'une façon uniforme dans la meule.

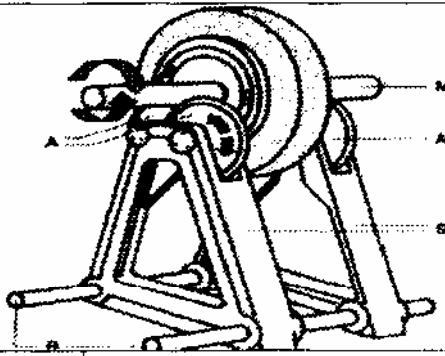


- Les flasques peuvent s'avérer non équilibrées. Avant tout montage définitif, on procède à l'équilibrage de l'ensemble meule-flasque. On dispose de masselottes d'équilibrage A, qui peuvent coulisser dans les rainures circulaires B. usinées dans la flasque F. Ces masselottes sont fixées, dans la position déterminée par une vis C.

L'équilibrage consiste à positionner les masselottes de telle façon que la somme des moments des forces extérieures soit nulle.



L'ensemble meule-flasques est placé sur un mandrin d'équilibrage, les deux tourillons de même diamètre prennent appui sur 2 couteaux placés horizontalement grâce à un support. Par une légère action, l'ensemble oscille sur les couteaux puis s'immobilise dans une position où le balourd situe son action sur un axe vertical.

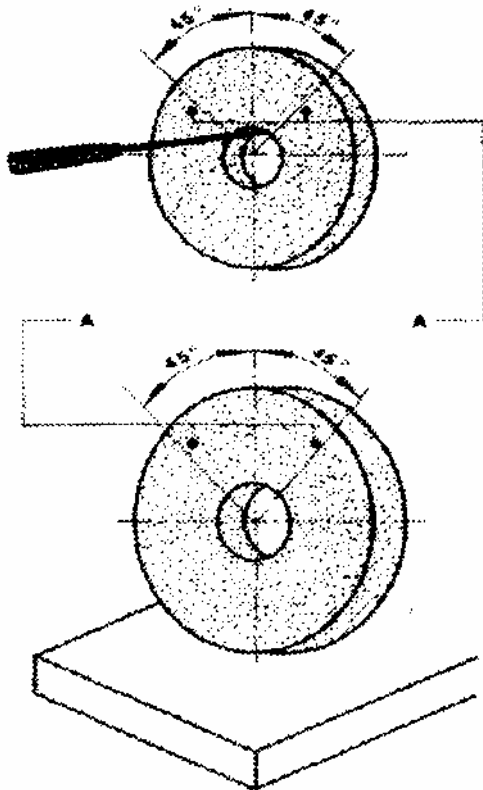


| N° | PHASES  | SCHEMAS               | EXECUTION |          |
|----|---|-----------------------|-----------|----------|
|    |   |                       | Outils    | Contrôle |
|    | <p>Monter l'ensemble meule-flasques sur l'arbre porte-meule de la machine, on effectue alors la mise au rond, et le dressage des faces latérales, afin d'éliminer les éventuelles erreurs de profil.</p> <p>Enlève l'ensemble meule-flasque, de la machine pour le placer sur l'appareil d'équilibrage après l'avoir monté sur le mandrin, et avoir réglé l'écartement des supports S.</p> <p>La meule, tournant librement, après quelques mouvements pendulaires, va s'arrêter. La partie la plus lourde P, va se placer vers le bas.</p> <p>Repérer, cet axe par une marque au crayon S (phase b).</p> <p>Amener les masselottes dans une position diamétralement opposée, à 90° du repère S (phase c).</p> <p>Déplacer, alors, symétriquement par rapport à la verticale et, de quelques millimètres à la fois, les masselottes vers le haut, soit vers le repère S.</p> <p>Compenser ainsi le balourd causé par cette partie inférieure plus pesante (phase d).</p> <p>L'ensemble meule-flasque sera équilibré, lorsqu'après une rotation quelconque, il demeurera arrêté dans n'importe quelle position.</p> |                       | Meule     | Visuel   |
|    |   | Appareil à équilibrer |           |          |



### Essay sonore d'une meule

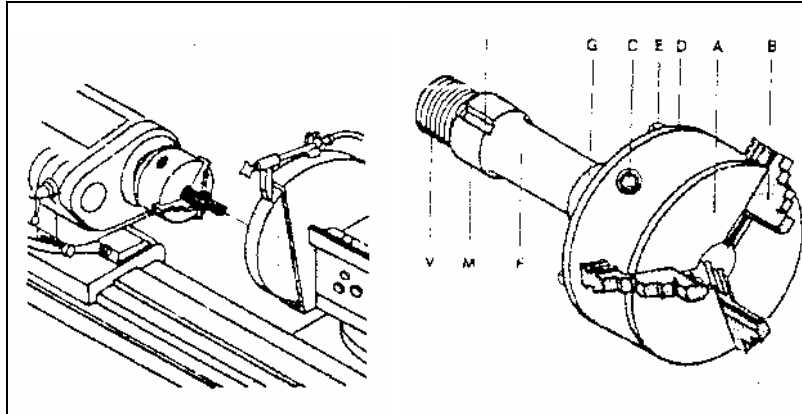
Avant le montage de chaque meule, on doit s'assurer de ce qu'elle n'est ni fêlée ni ébréchée. L'essai sonore, consiste à percuter légèrement la meule à l'aide d'un objet quelconque, le manche d'un marteau par exemple. Les meules vitrifiées ou au silicate devront rendre un clair et métallique. Dans le cas contraire, il est probable que la meule soit t Lorsque les meules sont à agglomérant organique ou élastique, cette méthode peut s'avérer insuffisante, étant donné le son sourd émis par ces meules, même en bon état. Afin que l'épreuve du son soit efficace, on doit donner quelques coups, dans la zone A indiquée sur là figure, c'est-à-dire à environ 45° de part et d'autre de l'axe vertical de la meule.



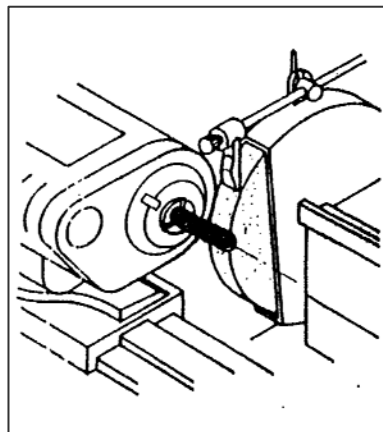
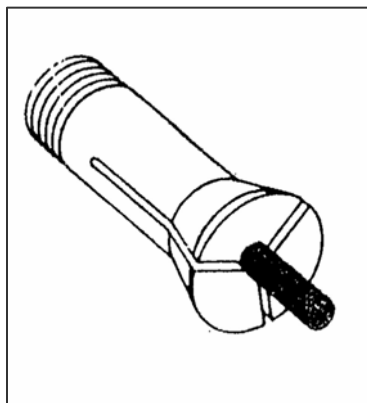
## 9- Montage de la pièce en rectification

### 9.1 Montage de la pièce en rectification de révolution extérieure :

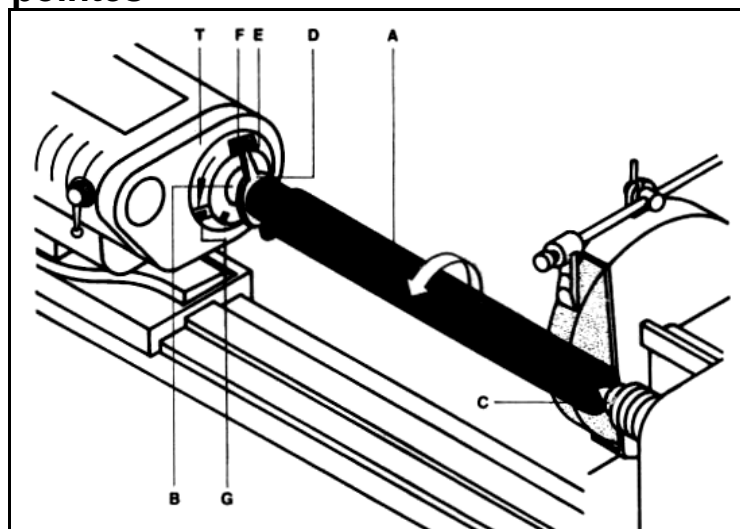
#### \* Montage en l'air — mandrins universels



#### \*Montage sur pince

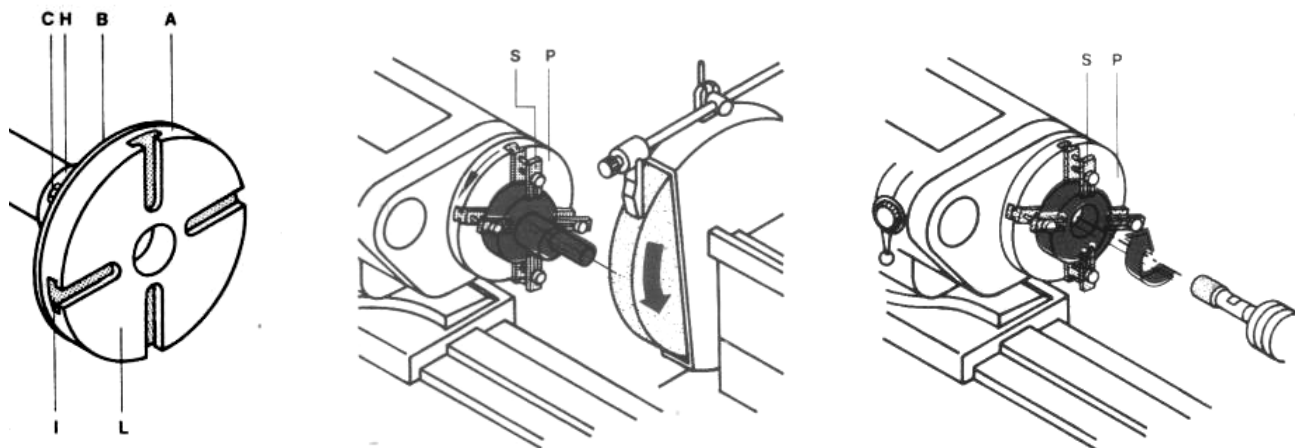


#### \*Montage entre pointes



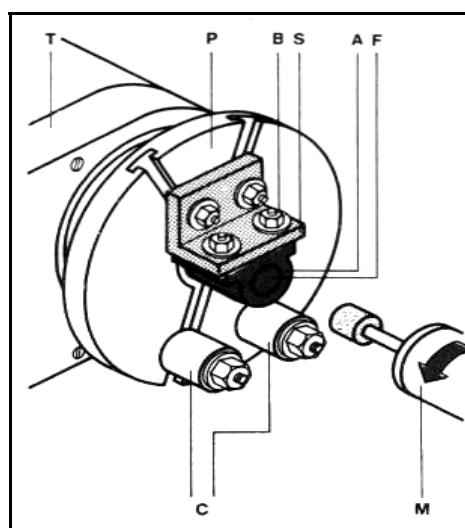
## Montage sur plateau

- a. Rectification extérieure d'un excentrique fixé sur le plateau P par des brides.
- b. Rectification intérieure d'un trou excentré. La pièce est fixée sur le plateau P, par les brides S.



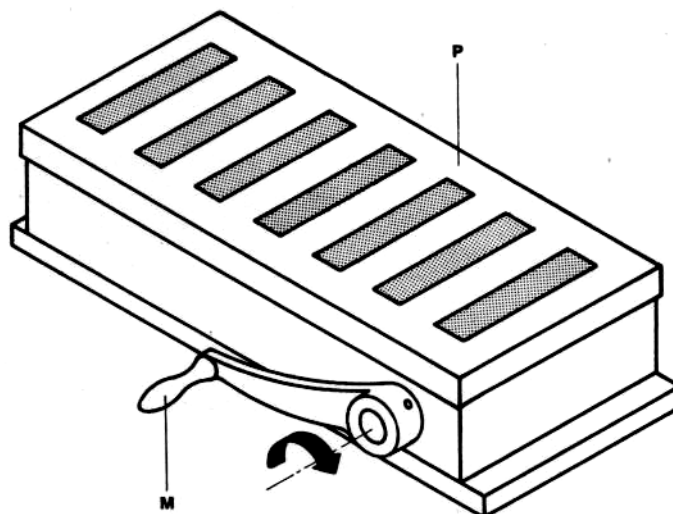
## Équerre de montage

Elle est surtout employée lorsqu'on exige une mise à l'équerre et, un positionnement précis de pièces. L'équerre de montage, en acier trempé, est soigneusement rectifiée et ses faces sont parfaitement perpendiculaires entre elles. Elle est généralement utilisée pour la rectification plane, mais dans certains cas elle peut servir pour la rectification intérieure. Elle est alors fixée sur plateau circulaire.

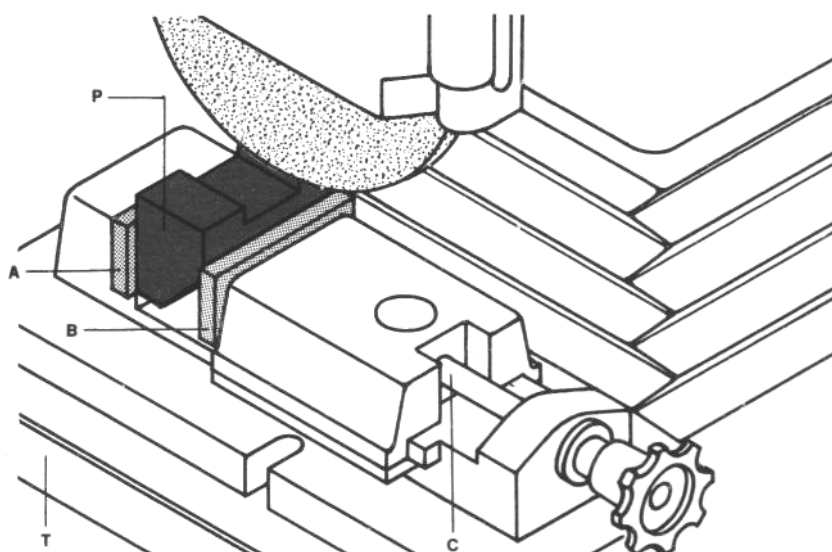


## 9.2 Montage de la pièce en rectification plane :

### Montage sur plateau magnétique.

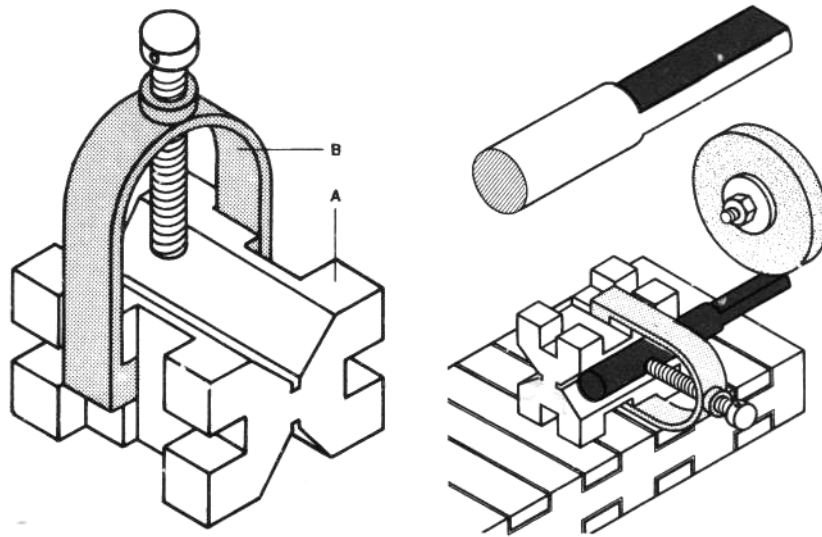


### Montage en étau parallèle :



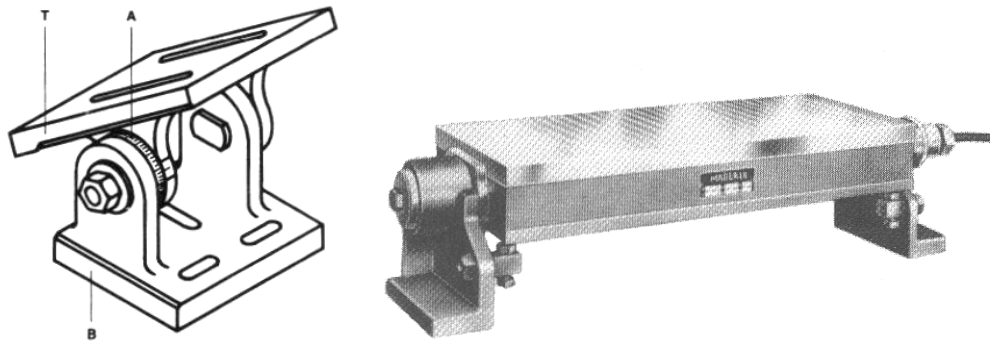
### Cales et vés étalons

Ce sont des accessoires généralement en C acier trempé, qui ont une forme géométrique très précise. Ils permettent, un positionnement rapide de la pièce et l'exécution de travaux particuliers.



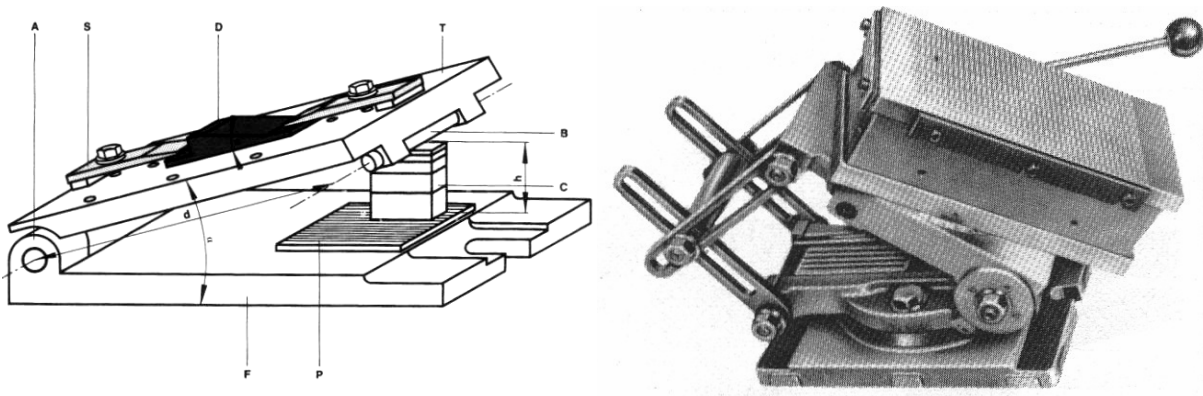
### Plateaux inclinables

Ils permettent de fixer la pièce, suivant une inclinaison quelconque, par rapport à la surface de la table porte-pièce.



### Plateau -sinus

C'est un plateau inclinable, très utilisé, aussi bien pour la rectification que pour la vérification des faces inclinées.



## 10. CONDITIONS DE COUPE : Vitesse de coupe

On entend par vitesse de coupe, dans la rectification, la vitesse relative entre la meule et la pièce, au point où la matière est enlevée.

### Vitesse circonférentielle de la meule

La vitesse circonférentielle d'une meule, en fonction de son diamètre et de son nombre de tours effectués pendant limite de temps, est donnée par la relation

$$V = \pi DN$$

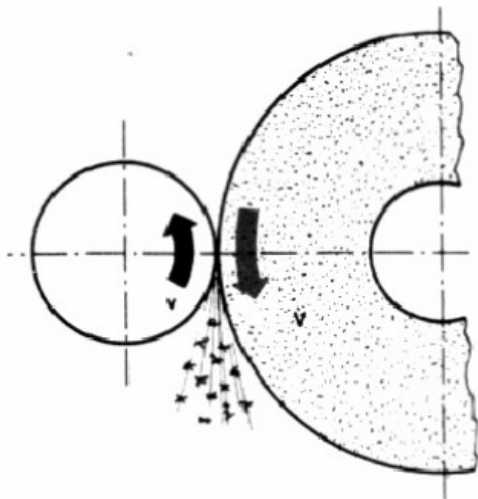
Dans laquelle :

V - vitesse circonférentielle en m/min.

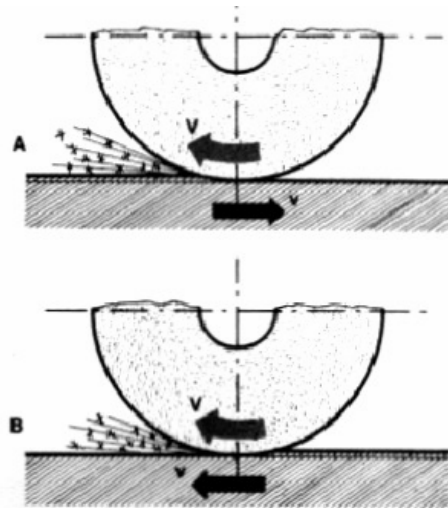
D: diamètre de la meule en m.

N : nombre de tours par min de la meule.

$\pi = 3,14$ .



Rectification cylindrique



Rectification plane

Dans la **rectification de révolution** extérieure et intérieure d'un cylindre, les sens de rotation de la pièce et de la meule, au point où la matière est enlevée, sont contraires. La vitesse de coupe s'obtient donc **en additionnant la vitesse circonférentielle de la meule à celle de la pièce**.

Dans la **rectification plane**, par meule tangentielle, la pièce passe sous la meule dans un sens et dans l'autre. La vitesse de coupe s'obtient donc **en additionnant ou en retranchant la vitesse circonférentielle de la meule à celle de la pièce**, mais ces variations sont petites.

### Exemple :

Vitesse de la pièce : 18 m/min = 0,3 m/sec.

Vitesse circonférentielle meule : 28 m/sec.

Vite de coupe max. :  $28 + 0,3 = 28,3$  m/sec.

Vitesse de coupe min :  $28 - 0,3 = 27,7$  m/sec.

### **Vitesse circonférentielle maximale**

La vitesse circonférentielle d'une meule est généralement renseignée, sur l'étiquette appliquée sur la meule (ou sur le bordereau d'accompagnement). La vitesse indiquée est la vitesse la plus favorable, recommandée par le fabricant. Pour des raisons de sécurité, une augmentation de cette vitesse est à déconseiller. Une diminution donne un rendement inférieur et une usure plus rapide de la meule.

### **10.1 Vitesse de rotation de la pièce dans la rectification de révolution**

Dans la rectification cylindrique, la vitesse de la pièce est exprimée en m/min.

$$V_c = \pi D N / 1000$$

Dans laquelle :

N - nombre de tours/min de la pièce;

D - diamètre de la pièce en mm;

$$\pi = 3,14;$$

V<sub>c</sub> -vitesse circonférentielle de la pièce en m/ min.

Le tableau suivant renseigne quelques valeurs limites pour l'orientation du choix de la vitesse circonférentielle de la pièce (en m/min), pour la rectification extérieure et intérieure de révolution, selon la nature de la matière à rectifier.

Le choix de la vitesse de la pièce à rectifier dépend également de nombreux facteurs. Les principaux facteurs qui interviennent dans le choix de la vitesse de la pièce, sont, par exemple :

Vitesse circonférentielle de la meule.

Caractéristiques de la meule (dimensions, forme, nature de l'abrasif, grain, dureté, etc.).

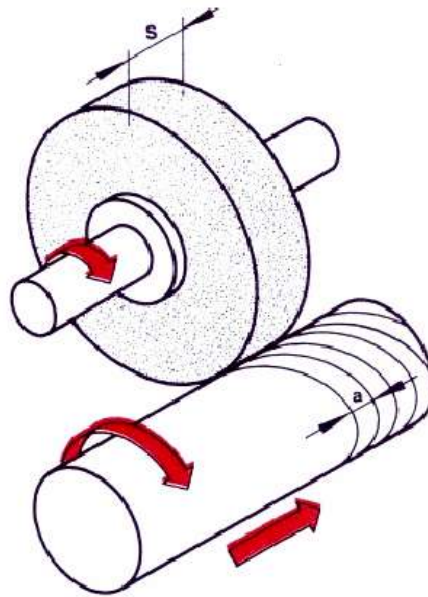
Matière, formes et dimensions de la pièce.

Profondeur de passe, et avance. Genre d'opération, etc.

**Tableau des vitesses circonférentielle de la pièce en m/min.**

|                      | Rectification de révolution extérieure | Rectification de révolution intérieure |
|----------------------|--|--|
| Aciers courants      | 12 à 25                                | 8 à 15                                 |
| Aciers alliés        | 10 à 18                                | 7 à 12                                 |
| Fontes               | 14 à 22                                | 10 à 20                                |
| Bronzes, laitons     | 14 à 24                                | 12 à 22                                |
| Alliages légers      | 16 à 30                                | 14 à 25                                |
| Carbures métalliques | 5 à 10                                 | 5 à 8                                  |

## Vitesse de la table dans la rectification de révolution.



Dans cette rectification, la vitesse du mouvement longitudinal de la table, s'établit en fonction du nombre de tours de la pièce. Si :

$a$  = avance (en mètre) de la table pour un tour de la pièce,

$s$  = l'épaisseur de la meule en mm ;

$n$  = nombre de tours par minute de la pièce, on aura :

Vitesse de la table  $V_t = a \cdot n$  (m/min)

Les valeurs de ' $a$ ' dépendent de l'épaisseur ' $s$ ' de la meule employée  $a = k \cdot s$  :

- De  $k = (1/2 \text{ à } 4/5)$ , pour le dégrossissage,

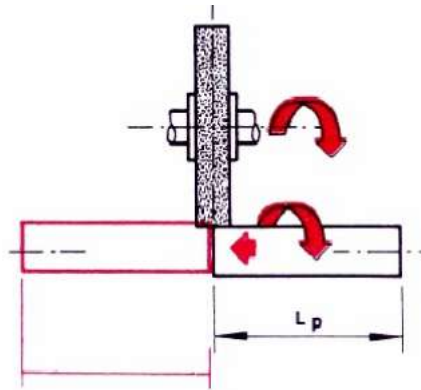
- De  $k = (1/10 \text{ à } 1/4)$ , pour la finition.

## Nombre de courses de la table dans la rectification de révolution

En divisant, la vitesse de la table  $V_t$ , par la longueur de la course  $L$ , nombre de courses par minute, effectuées par la table porte-pièce, on obtient la relation qui donne le nombre de courses par minute, effectuées par la table porte-pièce :

$N_c = V_t / L$  - (courses/min)





### Exemple

On doit exécuter une rectification de dégrossissage, sur une pièce cylindrique en acier courant, son diamètre est de 50 mm, et sa longueur de 160 mm. On utilise une meule plate d'épaisseur  $s = 30$  mm.

La vitesse de la pièce est choisie parmi les valeurs indicatives du tableau des vitesses.

Soit  $V = 22$  m/min.

Rapport préétabli de  $k = \frac{3}{4}$

On a:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 22}{3,14 \times 50} = 140 \text{ tr/min.}$$

$$a = 3 \times s/4 = 3 \times 30/4 = 22,5 \text{ mm /tr.}$$

$$\text{La vitesse de la table sera } V_t = a.n = 0,0225 \times 140 = 3,15 \text{ m/min.}$$

Dans une rectification cylindrique, on fait dépasser la meule hors de la pièce d'une demi-largeur ( $S/2$ ).

La longueur  $L$  de la course de la table sera donc égale à celle de la pièce à rectifier, ainsi que la montre la figure.

### Exemple :

En se référant à l'exemple précédent, dont la longueur de la pièce était de 160 mm = 0,16 m, on aura :

$$N_c = V_t / L = 3,15/0,16 = 19,7 \text{ courses/min.}$$

## 10.2 Vitesse de la table dans la rectification plane par meule tangentielle

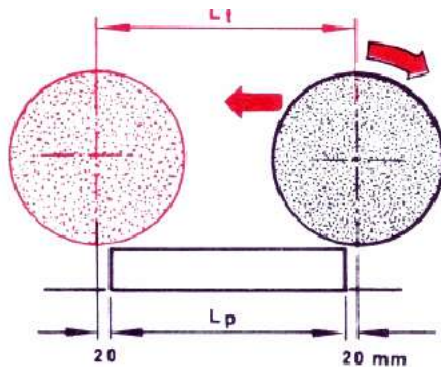
Pour cette rectification, la vitesse longitudinale de la table porte-pièce dépend de différents facteurs, tels :

Matière à rectifier, profondeur de passe, caractéristiques de la meule, etc.

Le tableau indique quelques valeurs limites, à titre indicatif suivant la matière à travailler :

| Matières                | Vitesse table<br>(m/min) |
|-------------------------|--------------------------|
| Aciers courants         | 6 à 15                   |
| Aciers alliés           | 5 à 12                   |
| Fontes                  | 8 à 15                   |
| Bronzes ; Laitons       | 10 à 16                  |
| Alliages légers         | 14 à 25                  |
| Carbures<br>métalliques | 3 à 5                    |

### Nombre de courses de la table dans la rectification plane par meule tangentielle



Comme pour la rectification précédente, si la vitesse de déplacement de la table est  $V_t$ , le nombre de courses sera :

$$N_c = V_t / L \text{ courses/min.}$$

$L_t$  étant la longueur de la course de la table On doit l'augmenter d'environ 20 mm de part et d'autre, en raison du dépassement de la meule, hors de la face à rectifier

$$L_t = L_p + 2 \times 20$$

### Exemple :

On doit rectifier une surface plane, sur une plaque en acier allié de 240 mm de longueur.

On désire connaître le nombre de courses par minute de la table.

Sur le tableau, on trouve que la vitesse de la table peut-être comprise entre 5 et 12 m/min.

Soit, par exemple  $V_t=10$  m/min

La longueur de la course sera :

$$L_t = L_p + 20 \times 2 = 240 + 40 = 280 \text{ mm} = 0,28 \text{ m}$$

On obtient ensuite

$$n_c = V_t / L_t = 10 / 0.28 = 35 \text{ courses/min.}$$

### Profondeur de passe

La profondeur de passe, c'est l'épaisseur de matière enlevée par la meule à chacun de ses passages sur la pièce. Son choix, dépend de nombreux facteurs, parmi lesquels puissance disponible sur la meule et sur la pièce, stabilité de la machine, caractéristiques de la meule, etc.

Le tableau, ci-contre, donne des valeurs limites, à titre indicatif, de la profondeur de passe (en mm pour une passe)

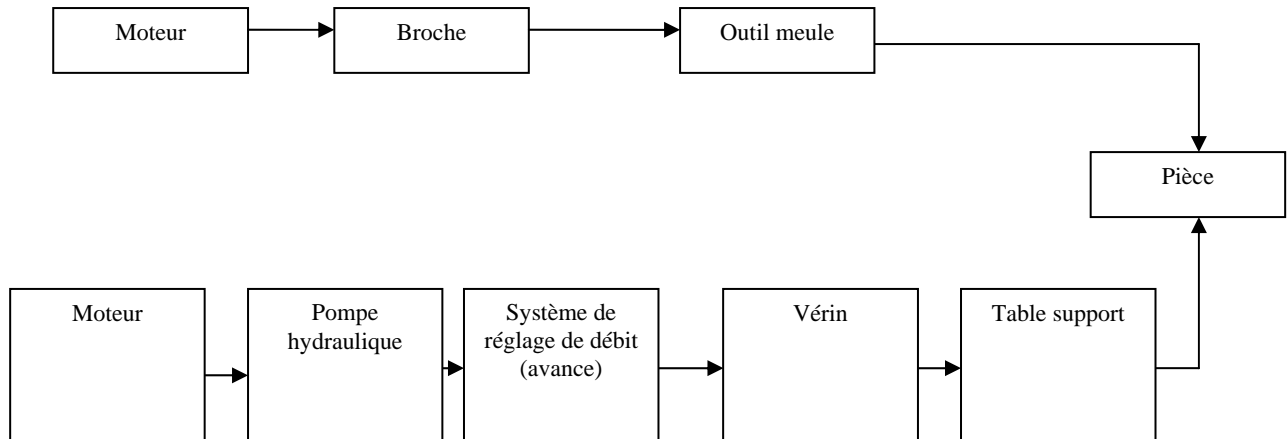
Pour la rectification plane, la profondeur de passe peut varier de 0,01 à 0,2 mm environ.

| Matière           | Ebauche      | Finition     |
|-------------------|--------------|--------------|
| Acier trempé      | 0.02 à 0.03  | 0.005 à 0.01 |
| Acier non traité  | 0.03 à 0.06  | 0.005 à 0.02 |
| Fonte             | 0.08 à 0.16  | 0.02 à 0.05  |
| Laiton, aluminium | 0.125 à 0.25 | 0.02 à 0.1   |

## 11. LES MACHINES

On rencontre des familles de machines à rectifier suivantes :

- Machines pour la rectification des surfaces planes (rectification plane)
- Machines pour rectification cylindrique.
- Machines spécialisées à rectifier pour des travaux spécifiques.



**Quelles sont les principales règles relatives à l'utilisation des machines à rectifier?**

- Les machines à rectifier peuvent être dangereuses lorsqu'on ne les utilise pas correctement. Lire attentivement les manuels de l'opérateur. S'assurer d'avoir reçu des instructions complètes et une formation appropriée avant de faire fonctionner un outil ou une machine.
- Vérifier et régler tous les dispositifs de sécurité avant d'entreprendre un travail. S'assurer que tous les protecteurs sont en place et en bon état de fonctionnement avant de commencer.
- S'assurer que tous les matériels fixes sont bien ancrés au sol.
- S'assurer que le bouton de marche/arrêt de la machine est aisément accessible à l'opérateur.
- Une machine ne doit jamais être utilisée par plus d'une personne à la fois, mais tous doivent savoir comment l'arrêter en cas d'urgence.
- S'assurer que toutes les clés de blocage, de serrage et de réglage ont été enlevées avant de mettre la machine sous tension. Prévoir un râtelier à outils approprié.
- S'assurer que tous les outils de coupe et lames sont propres et bien affûtés. Ils doivent permettre de couper sans forcer.
- Arrêter la machine avant de mesurer, de nettoyer ou de faire des réglages.
- Enlever les copeaux et rognures à l'aspirateur, à la brosse ou au balai. Ne pas ramasser les copeaux à la main car ils sont très tranchants.
- Garder les mains éloignées des outils de coupe et des pièces mobiles.

- Éviter les manœuvres difficiles et les positions de main dangereuses. Advenant une perte d'équilibre soudaine, la main risque de toucher à l'outil de coupe ou à la lame.
- Remettre tout outillage mobile à sa place après son utilisation.
- Nettoyer tous les outils après usage.
- Garder l'aire de travail propre, bien balayée et bien éclairée. Les planchers doivent être de niveau et avoir un revêtement anti-dérapant.
- S'assurer qu'il y a suffisamment d'espace libre autour de la machine pour pouvoir travailler en toute sécurité.
- Obtenir les premiers soins immédiatement après s'être blessé.
- Comprendre que les risques pour la santé et les risques d'incendie varient selon le matériau en cause. S'assurer d'avoir pris toutes les précautions nécessaires.

### **Que doit-on éviter de faire lorsqu'on utilise une machine à rectifier?**

- De distraire un opérateur. Se chamailler peut entraîner des blessures et doit donc être absolument interdit.
- De porter des vêtements amples, des gants, une cravate, des bagues, bracelets ou autres bijoux qui risquent de se prendre dans les pièces mobiles. Il faut couvrir ou attacher les cheveux longs.
- D'enlever les copeaux et rognures à la main. Il faut toujours attendre que la machine se soit complètement arrêtée pour enlever les copeaux et rognures à l'aspirateur, à la brosse ou au balai.
- De laisser une machine fonctionner sans surveillance.
- De dégager un outil de coupe coincé sans avoir coupé l'alimentation du moteur.
- De se nettoyer les mains avec le fluide de coupe.
- D'utiliser des chiffons à proximité des pièces mobiles de la machine.
- De se servir de jets d'air comprimé pour souffler les débris qui se trouvent sur la machine ou pour enlever la saleté déposée sur les vêtements.

### **De quel équipement de protection individuelle peut-on avoir besoin?**

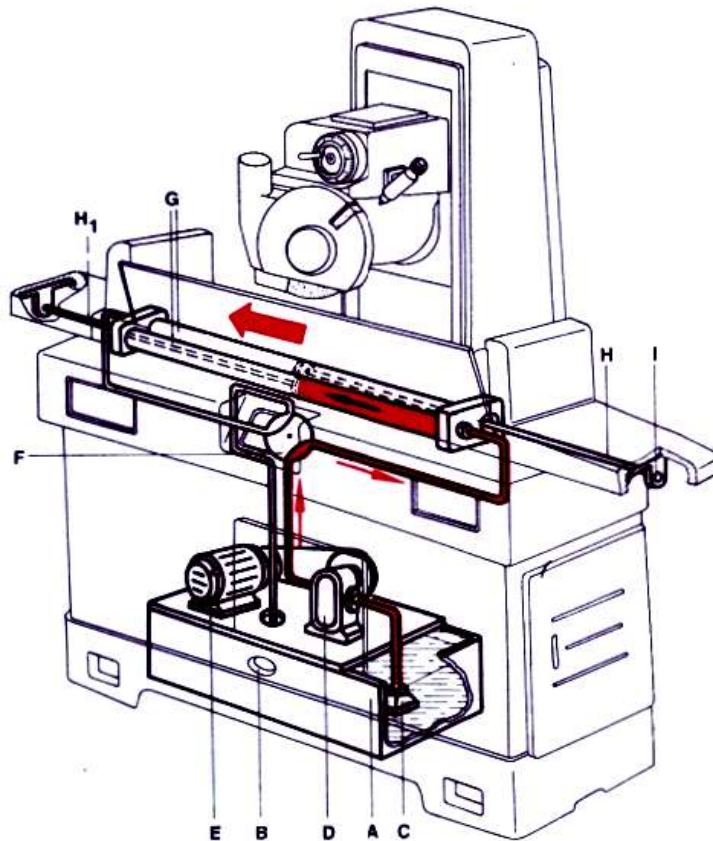
- Il faut utiliser l'équipement de protection individuelle adapté au travail à effectuer. Porter des lunettes de sécurité à écran latéral ou des lunettes à coques homologuées. Les verres correcteurs ne peuvent servir de lunettes de protection.
- Porter un appareil de protection respiratoire au besoin.
- Porter des protecteurs auditifs au besoin. Si l'on a de la difficulté à entendre une personne à un mètre (trois pieds) de distance, c'est que le bruit de la machine est trop élevé. L'ouïe (L'écoute) risque d'être endommagée.

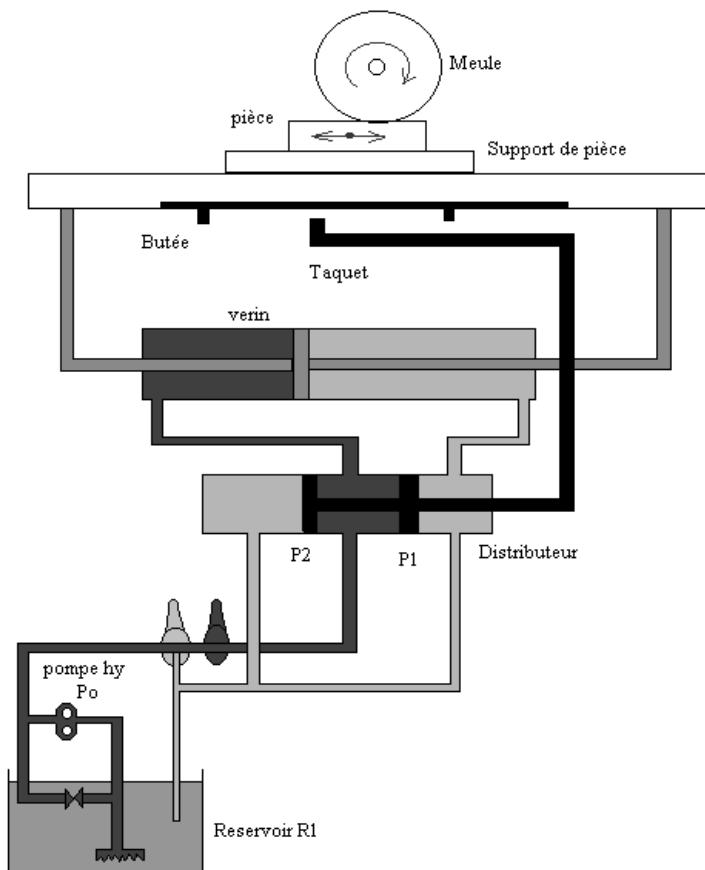
## 12. RECTIFICATION PLANE

### 1) Circuit hydraulique

Le circuit hydraulique de la rectifieuse, commande le mouvement longitudinal automatique de la table, le mouvement transversal du chariot porte-meule et le graissage forcé des glissières.

La figure représente le dispositif pour le mouvement alternatif de la table.



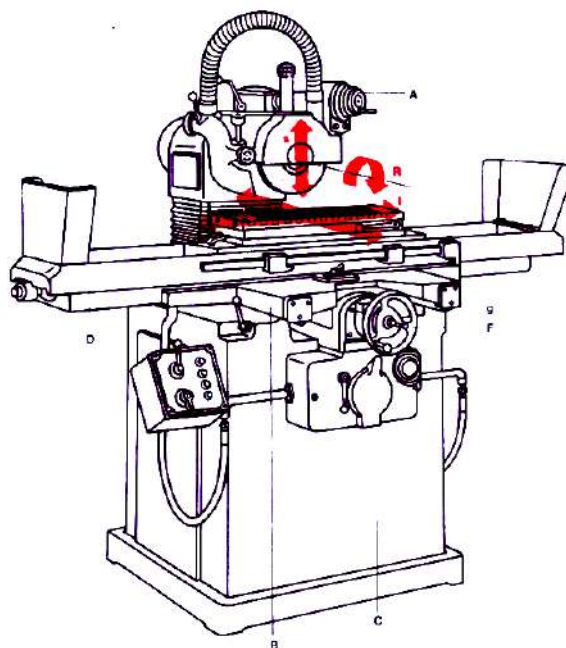


### Fonctionnement du système

La pompe  $P_o$  aspire l'huile du réservoir  $R_1$  qui passe à travers le filtre  $F$  puis envoyée sous pression dans la conduite  $C$  qui l'amène au distributeur  $D$ . lorsque les 2 pistons  $P_1$  et  $P_2$  du distributeur se trouvent à gauche, l'huile est envoyée dans la partie gauche du vérin  $V$  solidaire du bâti, le piston du vérin est poussé à droite et transmet son mouvement à la table jusqu'à ce que le taquet arrive au butée de fin de course (réglable) qui arrête le mouvement d'avance de la table de ce sens et l'inverse pour qu'elle change de sens, ainsi on obtient un mouvement rectiligne alternatif de la pièce.

## 2) Rectifieuse plane à déplacement transversal de la table

Sur ce genre de rectifieuse, les mouvements d'avance sont produits par la table. Dans ce cas, le chariot portemeule effectue le mouvement de pénétration vertical [s], par la commande du volant  $A$ . Le mouvement transversal d'avance est donné au chariot  $B$  de la table, guidé par les glissières transversales  $g$ , du bâti  $C$ .



### **Que doit-on faire avant de faire fonctionner une rectifieuse plane?**

- Les rectifieuses planes peuvent être dangereuses lorsqu'on ne les utilise pas correctement. Lire attentivement le manuel de l'opérateur.

S'assurer de bien comprendre les instructions et d'avoir reçu une formation appropriée avant de faire fonctionner une rectifieuse plane.

### **Quelles sont les principales règles de sécurité à l'utilisation d'une rectifieuse plane?**

- Porter des lunettes de sécurité appropriées. De plus, abaisser l'écran pare-éclats de la rectifieuse, le cas échéant.
- S'assurer que le bouton de marche/arrêt de la rectifieuse est aisément accessible à l'opérateur.
- Vérifier la meule abrasive avant de la mettre en place. S'assurer qu'elle a été bien entretenue et qu'elle est en bon état de fonctionnement.
- Suivre les instructions du fabricant pour le montage des meules abrasives.
- Maintenir la face de la meule uniformément dressée.
- Veiller à ce que le carter protecteur de la meule couvre au moins la moitié de celle-ci.
- Ébarber la surface des pièces placées sur le plateau magnétique.
- Nettoyer le plateau magnétique à l'aide d'un chiffon, puis l'essuyer avec la paume de la main.
- Placer une feuille de papier légèrement plus grande que la pièce au centre du plateau.
- Placer la pièce sur la feuille de papier et mettre le plateau magnétique sous tension.
- Vérifier que le plateau magnétique est bien sous tension en essayant d'enlever la pièce à usiner.
- S'assurer que la meule ne touche pas à la pièce avant de la mettre en marche.
- Faire tourner une meule neuve pendant à peu près une minute avant d'amorcer l'usinage de la pièce.
- Ne pas se tenir devant la meule au moment de la mettre en marche.
- Couper l'arrivée du liquide d'arrosage avant d'arrêter la meule, pour éviter de créer une condition de déséquilibre.
- Garder la surface de travail libre de chutes, d'outils et de matériaux.
- Garder le plancher autour de la rectifieuse plane propre et exempt d'huile et de graisse.

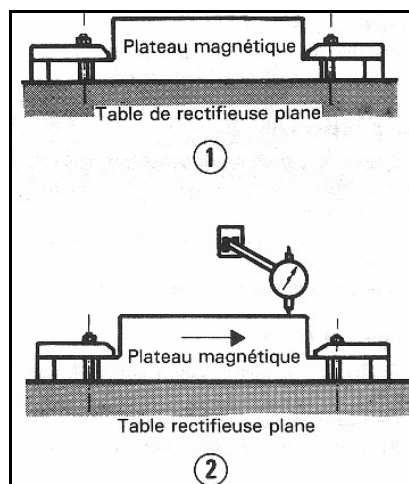


### Que doit-on éviter de faire lorsqu'on utilise une rectifieuse plane?

- De faire tourner la meule à une vitesse plus grande que celle recommandée.
- De laisser le plateau magnétique s'encrasser ou de mettre en place/d'enlever une pièce avant que la meule se soit complètement arrêtée.
- De rectifier avec une meule non adaptée au matériau à usiner.
- De rectifier sans ventilation adéquate.
- De mettre la rectifieuse en marche avant que le protecteur de meule soit en place.
- De se tenir directement devant la meule à la mise en marche de la rectifieuse.
- D'amorcer la rectification avant d'avoir suffisamment réchauffé la meule.
- De forcer/coincer la pièce sous la meule.
- D'allonger le bras au-dessus ou autour d'une meule en rotation.

### Montage- réglage du plateau magnétique

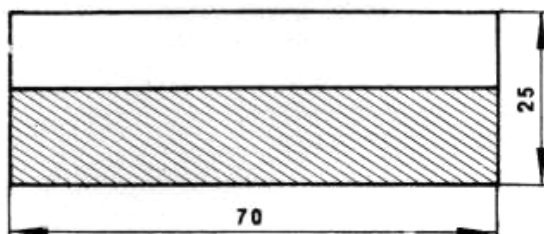
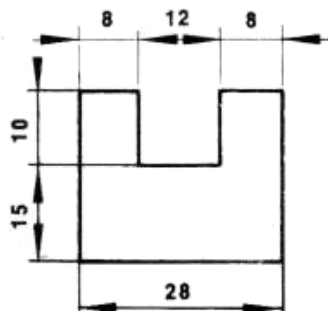
- Nettoyer parfaitement la table de la rectifieuse ainsi que le dessous du plateau magnétique(fig. 1).
- Placer le plateau magnétique sur la table de la rectifieuse.
- Situer les encoches de fixation du plateau en face des rahiures de la table.
- Introduire les tirants dans les rainures et encoches.
- Placer les brides et leurs appuis.
- Placer les écrous et serrer.
- Brancher l'alimentation électrique.
- Dégager transversalement la pièce de la meule.
- Placer un comparateur dont le socle magnétique sera rendu solidaire du bâti de broche (fig. 2).
- Déplacer la table, relever les écarts.
- Si ces écarts sont supérieurs à la tolérance de parallélisme admise pour la pièce, il sera nécessaire de procéder à la rectification du plateau tel que pour la rectification d'une pièce.



**Exécution de la rectification proprement dite :**

- Placer la pièce sur le plateau
- Enclencher le commutateur de magnétisme.
- Enclencher les mouvements broche et table.
- Faire affleurer la meule sur la pièce (arrêter l'affleurement à l'apparition des premières étincelles).
- Dégager la pièce suivant F.
- Descendre d'une valeur de passe de 0,02.
- Débuter suivant  $e/2$  qui sera l'avance  $f$  à chaque retour de travail la pièce étant dégagée suivant F.
- Lorsque toute la surface est usinée, répéter l'opération par une passe de 0,01 mm pour la finition.

### 13. TRAVAUX PRATIQUES : A. RECTIFICATION PLANE :



| N° | PHASES  | SCHEMAS | EXECUTION   |               |
|----|---|---------|---|---------------|
|    |   |         | Outils  | Contrôle      |
|    | <p>Choisir la meule, en fonction des dimensions et de la matière de la pièce</p> <p>Placer la pièce sur plateau magnétique,<br/>Monter la table de la machine.</p> <p>Effleurer la meule en rotation, sur les faces.</p> <p>Donner à la pièce le mouvement longitudinal alterné, en réglant les taquets d'inversion de marche de la table.</p> <p>Déplacer, latéralement, la meule pour la faire sortir complètement de la pièce.</p> <p>Abaisser la meule de 0,02 mm (profondeur de passe)</p> <p>Regler le mouvement d'avance longitudinale et transversale</p> <p>Exécuter la première passe jusqu'à la sortie complète du côté opposé de la pièce.</p> <p>Abaisser la meule de 0,01 mm et on exécute la passe de finition.</p> <p>La pièce est détachée du plateau magnétique et retournée de façon à présenter la face b, à la meule.</p> <p>On procède comme pour la face a, jusqu'à l'obtention de la cote de 25 mm.</p> |         | <p>meule<br/>plate<br/>150-10-<br/>32<br/>38 A 60<br/>L 8 VBE</p> | <p>Palmer</p> |

## Rectification des faces latérales et des faces en bout

Fixer la pièce par les vis B dans un bloc de montage A, qui est posé sur le plateau magnétique.  
rectifier la face c.

Retourner le bloc A, sur la face 1, et rectifier la face e de la pièce, en enlevant 0,2 mm environ.

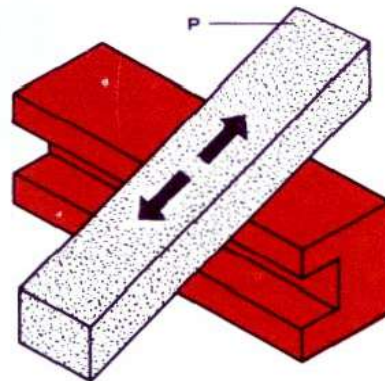
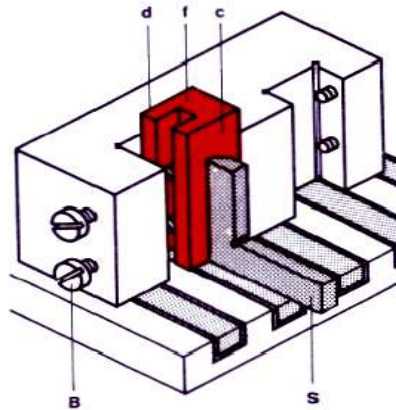
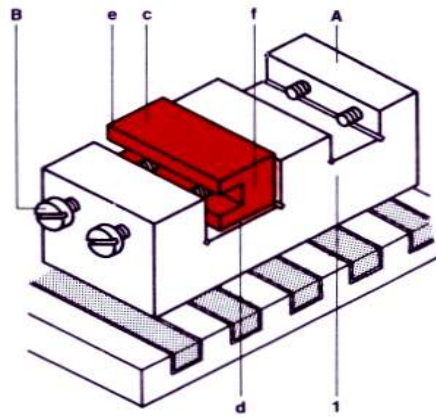
Desserrer les vis de blocage, placer la pièce et contrôler la perpendicularité de la face c

Fixer la pièce et rectifier la face f.

Retire la pièce du bloc de montage, et on enlève les bavures qui se sont formées sur les arêtes.

Fixer la pièce sur le plateau magnétique, et rectifier la face d, à la cote de 28 mm.

Le débavurage peut se faire à l'aide d'une pierre abrasive P.



Equerre  
à90°

Pierre ou  
Lime  
douce

### Rectification de la rainure

Diamanter et dégager les côtés de la meule, pour qu'elle puisse travailler latéralement.  
Poser la pièce sur le plateau magnétique, sur la face opposée à la rainure.

Contrôler la position de la pièce afin que la rainure soit dans l'alignement du mouvement longitudinal de la table à l'aide d'un comparateur D.

placer la meule dans la rainure, et la déplacer latéralement, jusqu'à effleurer un côté.

Remonter la meule et la déplacer latéralement, en s'arrêtant à 0,03 mm de la cote de 8 mm.

Débuter la passe, par le mouvement longitudinal de la table, et une avance verticale. La meule est abaissée d'une profondeur de passe à chaque fin de course longitudinale.

Lorsque la meule touche le fond de la rainure (face i), passer à la rectification du côté opposé, en procédant comme pour le côté g.

contrôler la profondeur de 10 mm, au moyen de cales-étalons et du comparateur.

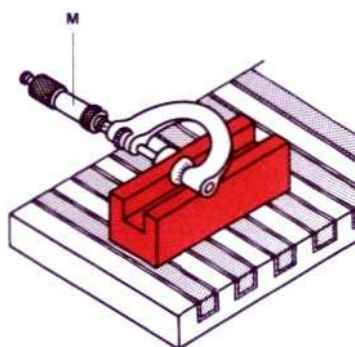
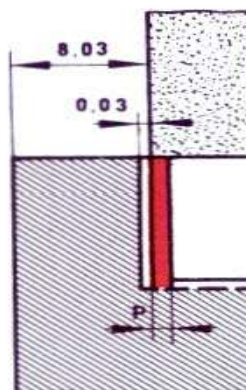
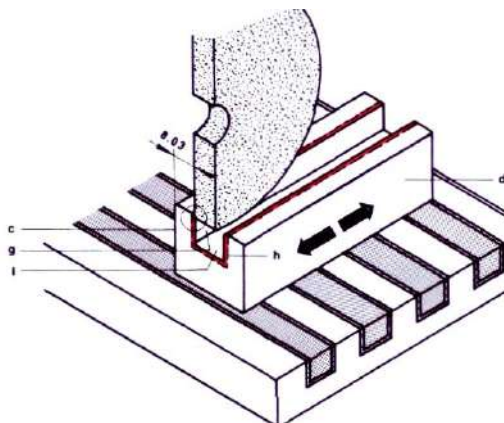
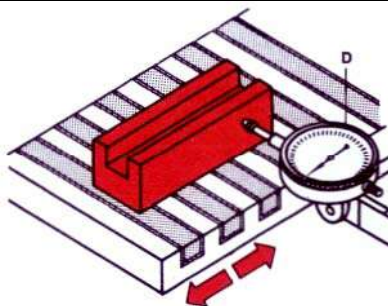
Rectifier la face i, jusqu'à la cote demandée.

Lorsque la profondeur de 10 mm est atteinte, on déplace latéralement la meule jusqu'à lui faire effleurer une face et puis l'autre, on enlève, ainsi, les 3 centièmes de mm, laissés lors des passes précédentes.

Contrôler au micromètre la position de la rainure, par rapport aux côtés extérieurs c, d.

La cote de 12 mm sera contrôlée avec des cales-étalons ou au calibre tampon.

Enlever la pièce du plateau magnétique, et contrôler au micromètre la cote de 15 mm.



Compara-  
teur

Palmer

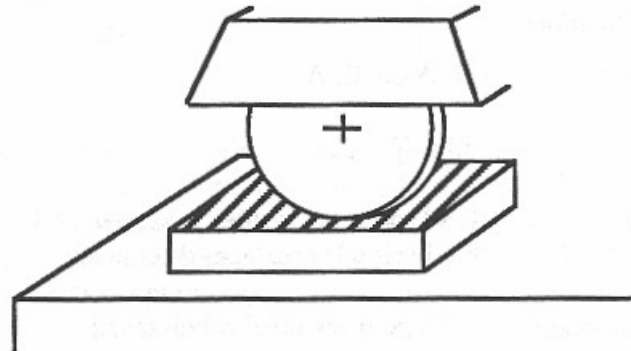
### 8.1. Choix du type de meule en fonction du type de travail :

| Types de travail                 | Types de meule |           |              |          |
|----------------------------------|----------------|-----------|--------------|----------|
|                                  | plates         | boisseaux | cylindriques | segments |
| Travail de précision             | +              | +         | +            |          |
| Travail de précision et de débit |                | +         | +            |          |
| Travail de débit                 |                |           |              | +        |

### 8.2. Meules plates :

#### Formes :

- Meules plates ordinaires
- Meules plates à un ou deux embrèvements
- Meules plates profilées



#### Dimensions :

- Diamètres : - 150 à 500
- Epaisseurs : - 10 à 300
- Alésages : - 32 - 50,8 - 76,2 - 127 - 254

#### Spécifications :

- Abrasif :**
- 38 A pour les aciers doux et les aciers trempés
  - 32 A pour les aciers alliés, les aciers traités, les aciers doux et les fontes
  - 37 C pour les fontes et alliages d'aluminium
  - 39 C pour les carbures métalliques

- Grain :**
- 30 pour les alliages d'aluminium
  - 36 pour les aciers doux et les fontes
  - 46 pour tous les aciers et les bronzes durs
  - 80 pour le travail en plongée ou pour un bon fini
  - 60 à 100 pour les carbures métalliques

- Grade :**
- D à G pour les meules poreuses (voir agglomérant)
  - H à K selon les matières et les surfaces de contact

- Agglomérant :**
- V pour les meules en 37 C
  - VBE pour les meules en 38 A et 32 A
  - VK pour les meules en 39 C

Dans certains cas, il est nécessaire d'avoir des meules plus ouvertes; l'agglomérant est alors reconnaissable à la lettre P comme poreux (VP - VBEP - VKP). Les meules sont alors dans les grades D à G

#### Exemple de spécifications moyennes :

|               |               |                |               |                      |
|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------------|
| Aciers doux   | 38 A 36 J VBE | Aciers traités | 32 A 46 H VBE | Carbures métalliques |
|               | 38 A 46 H VBE | Fontes         | 37 C 36 I VBE | 39 C 60 I VK à       |
| Aciers alliés | 32 A 46 I VBE | Aluminium      | 37 C30 I V    | 39 C 100 H VK        |

### 8.3. Meules boisseaux et cylindriques :

#### Formes :

- Meules boisseaux droits
- Meules cylindres à coller
- Meules cylindres à serrage mécanique

#### Dimensions :

|              |                       |              |             |
|--------------|-----------------------|--------------|-------------|
| Boisseaux    |                       | Boisseaux    |             |
| Diamètres :  | - 125 à 200           | Diamètres :  | - 254 à 457 |
| Epaisseurs : | - 40 à 80             | Epaisseurs : | - 100 à 125 |
| Alésages :   | - 20 - 25 - 32 - 50,8 | Bords :      | - 25 - 40   |

#### Spécifications :

Abrasif : - 38 A ou 32 A

Grain : - 30 à 46

Grade - E à F pour les meules poreuses  
 - F à I selon les surfaces de contact

Agglomérant : - VBE pour les meules boisseaux  
 - VG pour les meules cylindres  
 - VBEP pour les meules boisseaux et cylindres poreuses (voir meules plates)

#### Exemple de spécifications moyennes :

|           |                  |           |                 |
|-----------|------------------|-----------|-----------------|
| Boisseaux | de 38 A 36 H VBE | Cylindres | de 38 A 30 G VG |
|           | à 38 A 46 I VBE  |           | à 38 A 46 H VG  |

Sur machines puissantes : 32 A 46 E VBEP

#### Conditions de coupe :

Vitesse des meules : 15 à 22 m/s

Profondeur de passe : 0,01 à 0,15

Arrosage : abondant du fait de la grande surface de contact

### 8.4. Meules à segments

Opération très proche de celle avec l'emploi des cylindres, l'évacuation des copeaux est plus efficace du fait de l'espacement des segments.

#### Formes :

- Segments ordinaires
- Segments à base particulière

#### Dimensions :

Les segments sont montés par jeux de 4 à 36 sur des plateaux de 200 à 1500 mm de diamètre.

## Spécifications :

d'après Norton

**Abrasif :** - 38 A pour les aciers sur les machines courantes  
- 32 A pour les aciers sur les machines puissantes  
- 37 C pour les fontes

**Grain :** - 24 - 30 - 36 gros enlèvement de matière  
- beau fini  
- affûtage de lames

**Grade :** - D à J (grande surface de contact)

**Agglomérant :** - VG en règle générale  
- VBEP pour les problèmes d'échauffement

### Exemples de spécifications moyennes :

|                        |              |                                   |              |
|------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------|
| Acier rapide           | 38 A 36 H VG | Aciers inoxydables martensitiques | 32 A 36 H VG |
| Aciers doux            | 38 A 36 J VG | Aciers inoxydables austénitiques  | 37 C 30 H V  |
| Aciers trempés         | 38 A 36 H VG | Fontes grises                     | 37 C 30 H V  |
| Aciers de construction | 38 A 36 H VG | Fontes trempées                   | 37 C 30 H V  |
| Matrices et poinçons   | 38 A 36 J VG | Matières plastiques               | 37 C 30 H V  |
| Bronze dur             | 37 C 30 H V  |                                   |              |

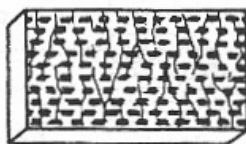
**Profondeur de passe :** de 0,01 à 1mm  
**Vitesse de la pièce :** fonction du débit et de la puissance disponible

### Arrosage :

Très abondant du fait de la grande surface de contact et du débit de copeaux élevé.

## 9. DEFAUTS RENCONTRES EN RECTIFICATION PLANE :

### BRULURES ET CRIQUES



- arrosage insuffisant ou mal dirigé
- mauvaise filtration du liquide d'arrosage
- vitesse de translation trop faible
- mauvais taillage de la meule
- descente irrégulière de la meule
- glissement des courroies
- meule trop dure, lustrée, encrassée
- meule de grain trop fin

### FACETTES



- jeu dans la broche porte-meule
- meule déséquilibrée
- mauvais état du mécanisme de translation de la table
- meule trop dure, lustrée, encrassée
- flexion de la broche porte-meule (meules plates)

### DEFAUT DE PARALLELISME

- déformation de la table ou des glissières
- meule trop tendre