

C. FORMULE DU C^t DENIS

Le débit d'une fraise reste constant quand on fait varier A , p et l , si l'on adopte une nouvelle vitesse de coupe déterminée par la relation :

$$a^2 L V^3 = C^t$$

a = avance par dent (mm)
 L = profondeur de passe + largeur
 V = vitesse de coupe (m/min)

Tableau des V_0 pour $a_0 = 0,05$ et $L_0 = 50$ mm

Matières	Acier rapide ordinaire	Acier rapide supérieur	Carbures métalliques
Acier : $R_m = 30 \text{ daN/mm}^2$	17	21	220
$R_m = 50 \text{ daN/mm}^2$	14	18	200
$R_m = 80 \text{ daN/mm}^2$	11	13	150
$R_m = 100 \text{ daN/mm}^2$	10	11	130
Bronze phosphoreux . . .	22	26	250
Fonte grise	17	21	100
Fonte blanche	10	10,5	60

Exemple. — Soit à fraiser une pièce d'acier $R_m = 80 \text{ daN/mm}^2$ avec une avance par dent $a = 0,1 \text{ mm}$; largeur de passe $l = 60 \text{ mm}$; profondeur de passe $p = 2 \text{ mm}$.

$$L = l + p, \text{ soit } 62 \text{ mm.}$$

Dans le tableau :

$$a_0^2 L_0 V_0^3 = \overline{0,05}^2 \cdot 50 \cdot \overline{11}^3.$$

Nous aurons :

$$a^2 L V^3 = a_0^2 L_0 V_0^3$$

$$V^3 = \frac{a_0^2 L_0 V_0^3}{a^2 L} = \frac{\overline{00,5}^2 \cdot 50 \cdot \overline{11}^3}{\overline{0,1}^2 \cdot 62} \text{ soit } \approx 268$$

$$V = \sqrt[3]{268} \text{ soit } \approx 6,5 \text{ m/mn}$$

Cette vitesse ne s'impose que lorsqu'on a intérêt à faire produire à la fraise, avant démontage et réaffûtage, le plus grand débit possible (exemple : fraises à formes).

Pour la majorité des travaux d'usinage, le C^t Denis recommande une vitesse de coupe économique :

$$V_E = V_0 + \frac{1}{3} V_0$$

D. APPAREIL DIVISEUR

1. Division directe

Au moyen du tambour fixé directement sur la broche du diviseur. Généralement, 24 divisions au tambour. Divisions en 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24 parties.

2. Division au plateau

$$\text{Rapport du diviseur} = \frac{\text{Nombre de dents de la roue calée sur la broche}}{\text{Nombre de filets de la vis}}$$

Les rapports usuels sont $\frac{40}{1}$, $\frac{60}{1}$, $\frac{32}{1}$, et $\frac{96}{1}$.

Plateaux (par exemple) :

- a) Nombre de divisions : 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43.
- b) Nombre de divisions : 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62, 66.

Exemple. Soit à tailler un alésoir à rainures droites. Le nombre de dents $n = 7$ dents. On dispose du plateau (a). Rapport div. $\frac{40}{1}$.

La broche doit tourner de $\frac{1}{7}$ de tour, la manivelle devra effectuer :

$$\frac{40}{1} : 7 = \frac{40}{7} \text{ tour ou } 5 \frac{5}{7} \text{ tours.}$$

Chercher dans les divisions du plateau un multiple de 7, soit $42 = 7 \times 6$.

Multiplier les deux termes de la fraction par 6, soit $\frac{30}{42}$.

La manivelle devra effectuer $5 \frac{30}{42}$ tours.

5 est le nombre de tours complets.

42 est le cercle dans lequel on doit régler le pointeau.

30 est le nombre de divisions que doit parcourir le pointeau en plus des 5 tours.

Pour éviter les erreurs, se servir du compas alidade dont les branches seront ouvertes à un angle correspondant à $\frac{30}{42}$ de tour.

N.B. — Le plateau doit être solidaire du corps de l'appareil diviseur.

3. Division composée

Utiliser le pointeau de la division simple et le pointeau de la goupille d'arrêt.

Décomposer la fraction génératrice $\frac{R}{n}$ en deux fractions qui doivent répondre aux conditions suivantes :

a) leur somme ou leur différence = $\frac{R}{n}$;

b) leurs dénominateurs respectifs doivent représenter des nombres de trous se trouvant sur un même plateau ;

c) l'un des dénominateurs doit représenter le nombre de trous d'un cercle accessible à la goupille d'arrêt.

Par exemple :

Construire un engrenage de 69 dents. Rapport $\frac{40}{1}$. Plateaux (a) et (b).

Ajoutons $\frac{1}{3}$ à la fraction génératrice $\frac{40}{69}$.

$\frac{40}{69} + \frac{23}{69} = \frac{63}{69}$ ou $\frac{42}{46}$ puis retranchons $\frac{1}{3}$.

$\frac{42}{46} - \frac{22}{66} = \frac{40}{66}$.

Les fractions composantes sont $\frac{42}{46}$ et $\frac{22}{66}$.

Suite des opérations :

a) Régler le pointeau dans le cercle de 46 trous.

b) Régler le compas alidade, écart $\frac{42}{46}$.

c) Faire tourner le pointeau de $\frac{42}{46}$ tour, dans le sens des aiguilles d'une montre.

d) Dans la rangée de 66 trous, compter 22 intervalles à partir de la goupille d'arrêt.

e) Faire tourner le plateau à trous, en sens inverse des aiguilles d'une montre, d'un angle égal à $\frac{22}{66}$ tour.

S'assurer que le pointeau est solidaire du plateau.

La rotation du pointeau a été de

$$+ \frac{42}{46} - \frac{22}{66} = \frac{40}{69}.$$

Si les fractions composantes sont réunies par le signe + les rotations du pointeau et du plateau doivent se faire dans le même sens.

4. Division différentielle

Marche à suivre :

1. Choisir une division régulière, n_1 , voisine de la division à faire n .
2. Régler le compas alidade et le pointeau pour n_1 .
3. Le quotient $\frac{n_1}{R}$ représente la roue commandée à placer sur l'axe commandant le plateau à trous.
4. La différence $n_1 - n$ (ou $n - n_1$) représente la roue de commande à placer sur l'axe de la broche du diviseur (axe amovible).
5. Placer un ou deux intermédiaires pour obtenir l'engrènement des roues précitées et le sens de rotation correct du plateau à trous.

Exemple. — Soit à fraiser un engrenage de 79 dents.

1. Choisir $n_1 = 80$.

2. Placer le pointeau sur le cercle 42 trous.

Régler l'alidade à une ouverture $= \frac{21}{42}$ tour.

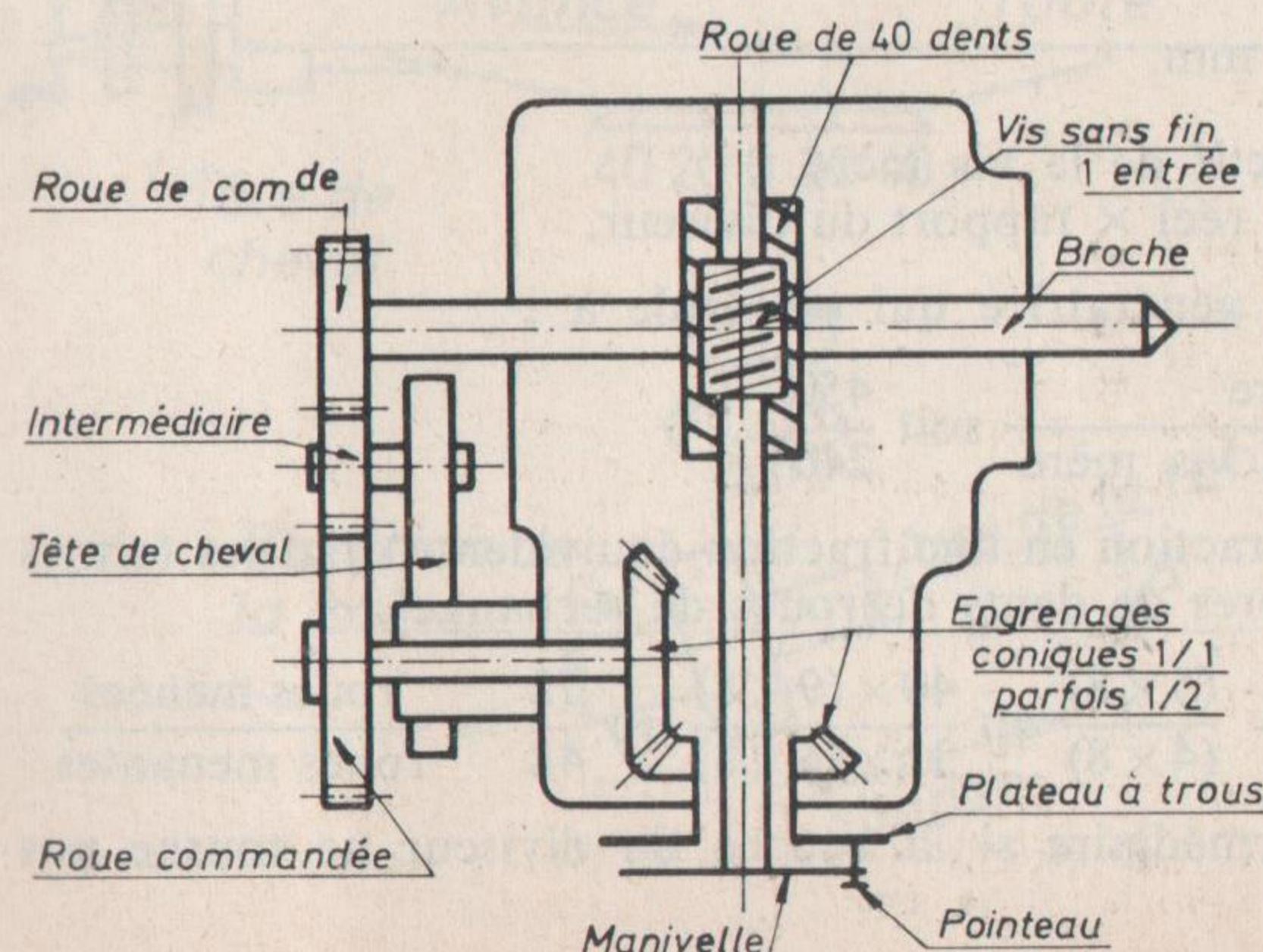
3. Roue dentée à placer sur l'axe commandant le plateau :

$$\frac{n_1}{R} = \frac{80}{40} = 2, \text{ soit } 2 \times 32 = 64 \text{ dents.}$$

4. Roue dentée à placer sur l'axe de la broche :

$$n_1 - n = 1 \text{ ou } 80 - 79 = 1 \text{ soit } 1 \times 32 = 32 \text{ dents.}$$

5. n étant plus petit que n_1 , il faudra une roue intermédiaire pour obtenir le sens de rotation correct du plateau.



N.B. — Le plateau à trous doit être libéré du corps du diviseur.

E. FRAISAGE HÉLICOÏDAL

1. Principe

Le tracé de l'hélice sur la pièce est obtenu en animant la pièce à fraiser de deux mouvements continus et simultanés :

- le mouvement d'avance de la table ;
- le mouvement de rotation de la pièce.

La fraise qui taille, par rapport à l'axe de la pièce à tailler, doit être inclinée d'un angle correspondant à l'inclinaison de l'hélice envisagée. Le mouvement de rotation de la pièce est obtenu au moyen de l'appareil diviseur universel, la broche de ce dernier étant commandée par la vis de la table au moyen de roues dentées.

2. Calcul des roues

On connaît :

le pas de la vis de la table, p. ex. : 6 mm,

le rapport du diviseur $\frac{40}{1}$,

1. Si l'axe de commande du diviseur tourne à la même vitesse que la vis de la table, le pas de l'hélice formée sera :

$$6 \text{ mm} \times \frac{40}{1} = 240 \text{ mm.}$$

Ce pas est le pas effectif de la vis mère.

Pas effectif = pas réel \times rapport du diviseur.

2. Former la fraction génératrice qui est égale à :

$$\frac{\text{pas à faire}}{\text{pas effectif de la vis mère}} \text{ soit } \frac{450}{240}.$$

3. Transformer cette fraction en une fraction équivalente dont les termes représentent des nombres de dents de roues de rechange :

$$\frac{450}{240} = \frac{45}{24} = \frac{5 \times 9}{4 \times 6} = \frac{(5 \times 8)}{(4 \times 8)} \text{ ou } \frac{40 \times (9 \times 8)}{32 \times (6 \times 8)} \text{ ou } \frac{72}{48} = \frac{\text{roues menées}}{\text{roues menantes}}$$

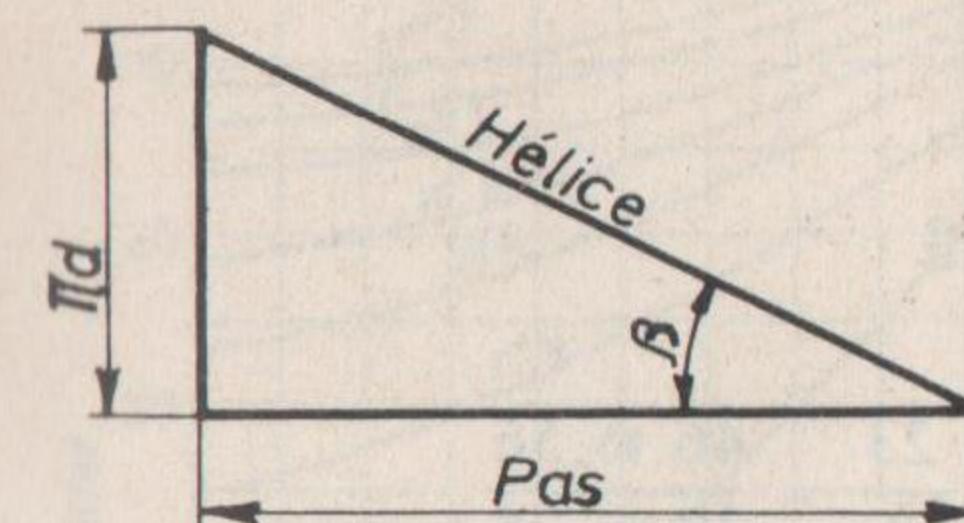
4. Intercaler une intermédiaire si la broche du diviseur ne tourne pas dans le sens voulu.

Formule

Roues de réception	=	pas à faire
Roues de commande		pas effectif vis-mère

3. Inclinaison de la table

Relations entre les éléments de l'hélice

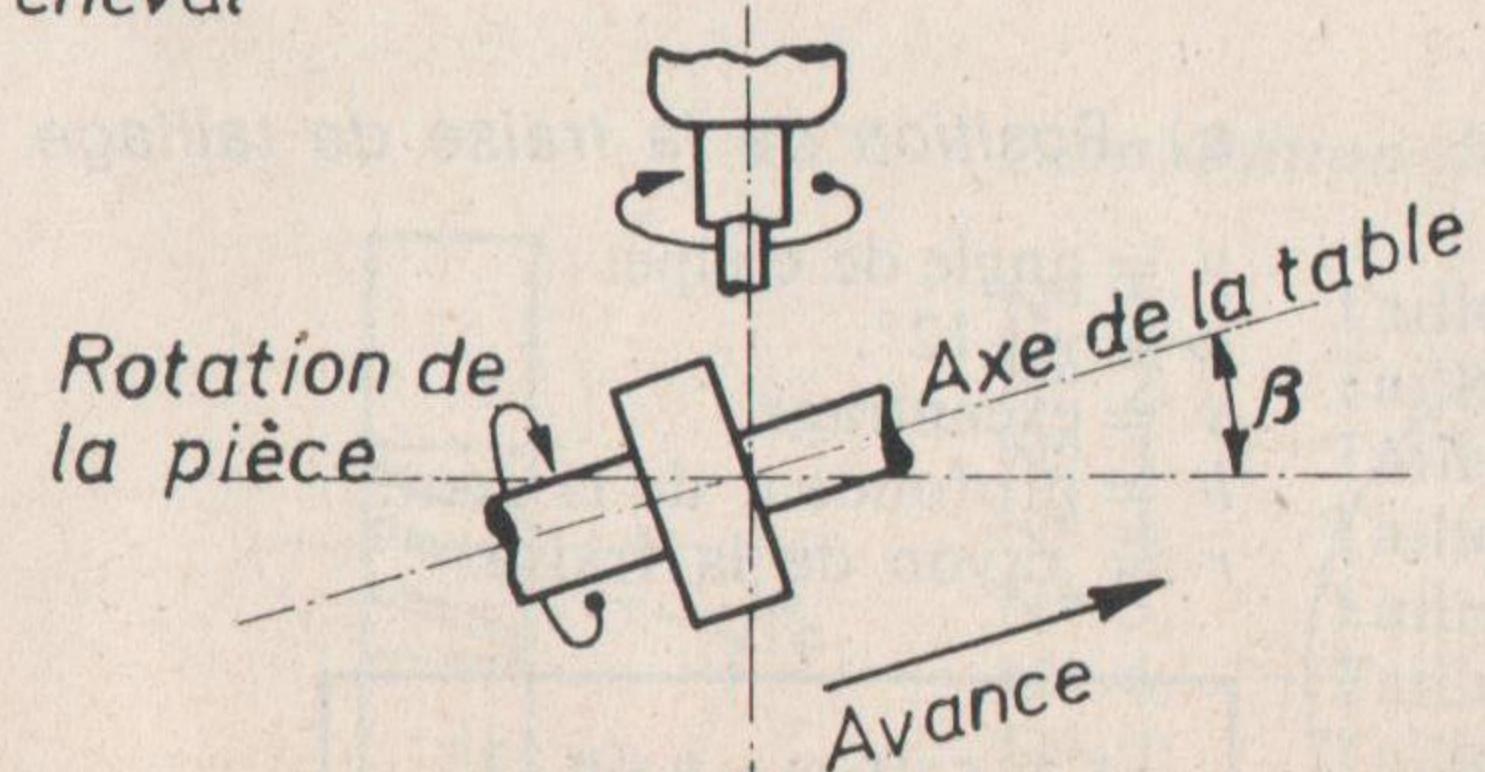
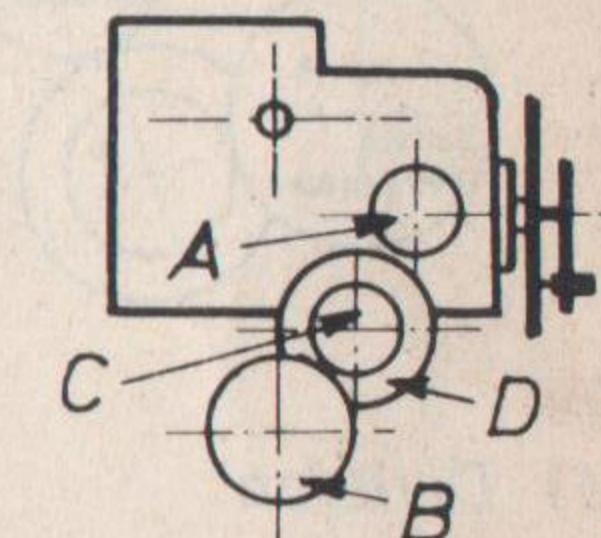
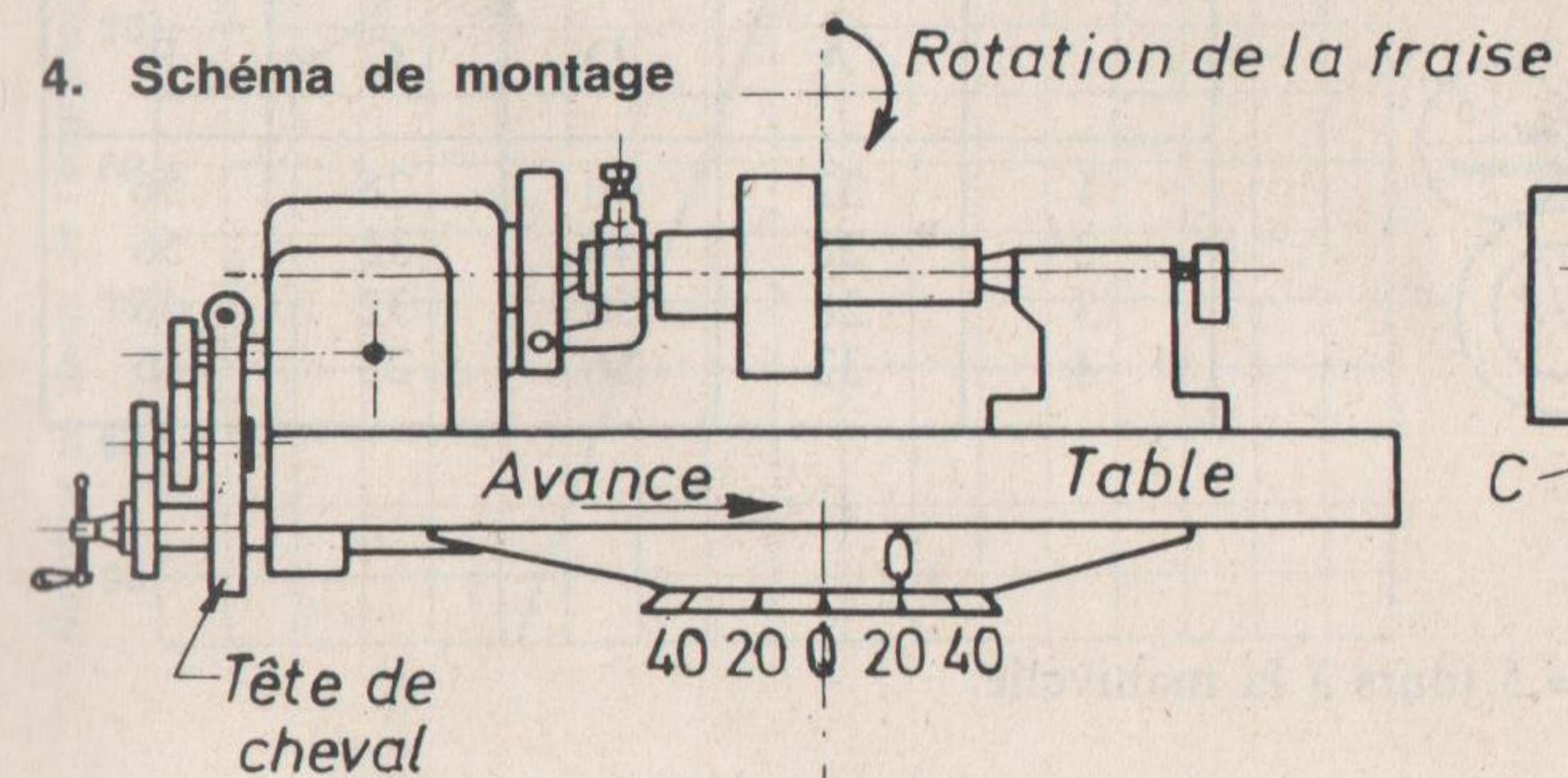


$$\cotg \beta = \frac{\text{pas}}{\pi d}$$

$$\text{pas} = \pi d \cotg \beta$$

β = angle d'inclinaison de l'hélice sur l'axe de la pièce.

4. Schéma de montage



Roues B et D : commandes.

Roues C et A : réceptions.

5. Exemple de fraisage hélicoïdal

Tailler une fraise rouleau à denture hélicoïdale.

Diamètre : $d = 80$ mm.

Nombre de dents : 8.

Fraise de taillage : biconique.

Rapport du diviseur : $R = \frac{40}{1}$

Angle de l'hélice : $\lambda = 20^\circ$.

Angle de coupe : $\gamma = 8^\circ$.

$\varphi = 70^\circ$.

Pas de la vis : 6 mm.

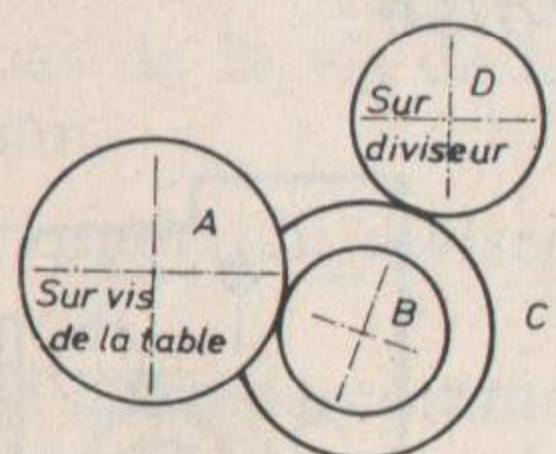
Pas à construire : $\text{Pas} = \pi d \cotg \lambda$

$$= 3,1416 \times 80 \times 2,74748$$

≈ 690 mm.

$$\text{Roues : } \frac{\text{Roues de réception}}{\text{Roues de commande}} = \frac{690}{240} = \frac{69}{24} = \frac{23}{8} = \frac{46 \times 56}{32 \times 28}$$

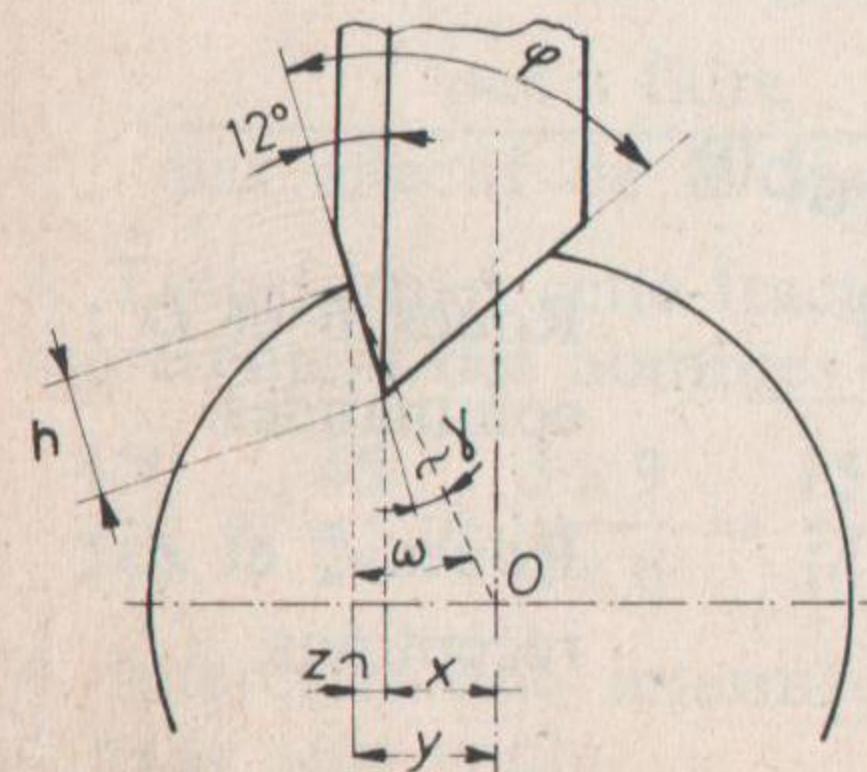
a) Montage



	A	D	C	B
1	32	46	28	56
2	28	46	32	56
3	28	56	32	46
4	32	56	28	46

b) Division

$$\frac{R}{n} = \frac{40}{8} = 5 \text{ tours à la manivelle.}$$



c) Position de la fraise de taillage

γ = angle de coupe.

$\omega = \gamma + 12^\circ$.

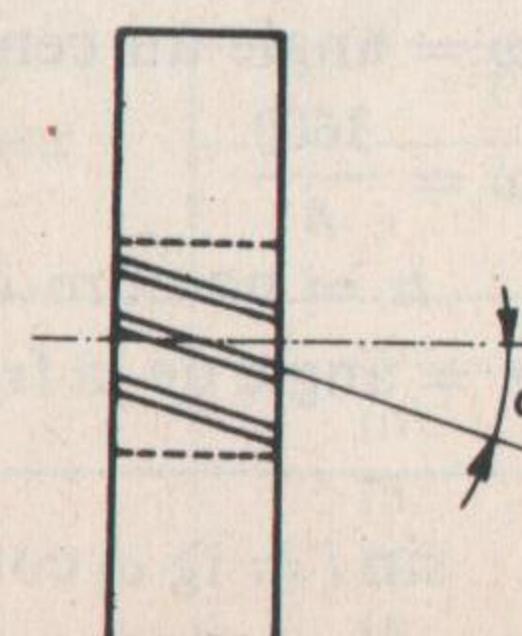
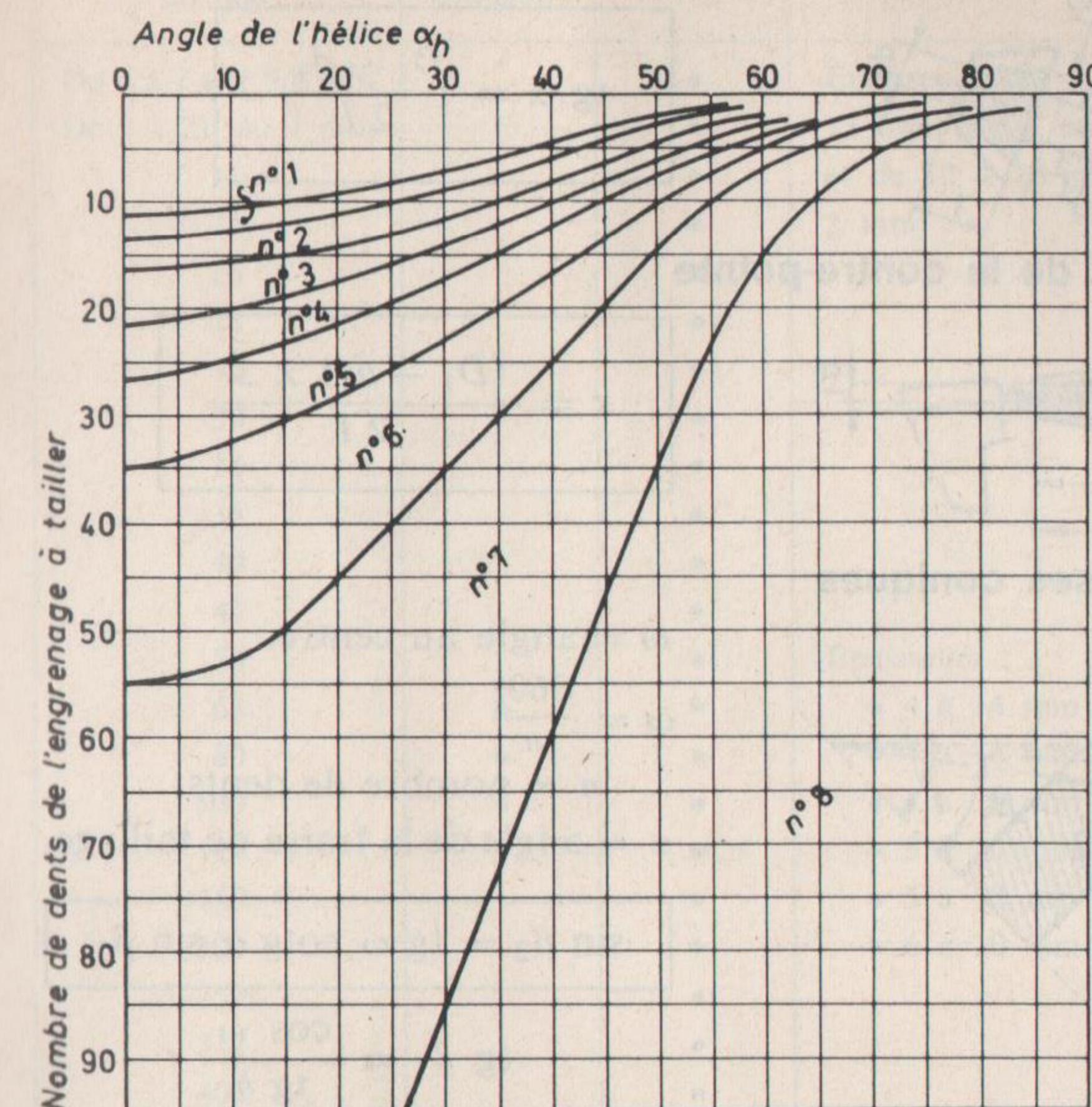
x = excentrage.

h = profondeur de la dent.

r = rayon de la fraise.

$$x = r \sin \omega - h \sin 12^\circ$$

F. FRAISES MODULES À EMPLOYER POUR LE TAILLAGE DES ENGRENAGES HÉLIKOÏDAUX

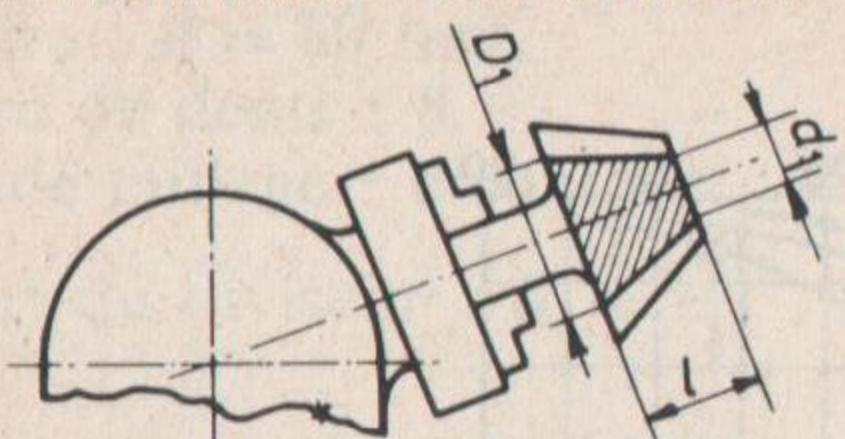


Composition du jeu de huit fraises

N° 1.	Taille	12 à 13	dents
N° 2.	Taille	14 à 16	dents
N° 3.	Taille	17 à 20	dents
N° 4.	Taille	21 à 25	dents
N° 5.	Taille	26 à 34	dents
N° 6.	Taille	35 à 54	dents
N° 7.	Taille	55 à 134	dents
N° 8.	Taille	135 à ∞	dents

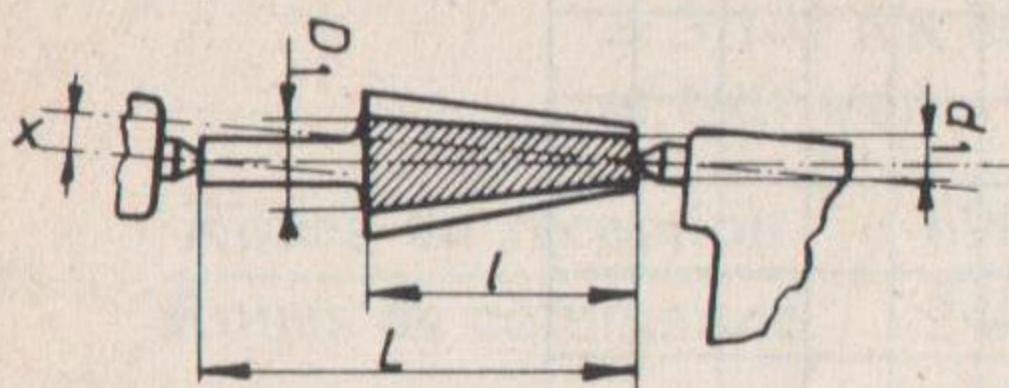
G. FRAISAGE CONIQUE

1. Par inclinaison du diviseur



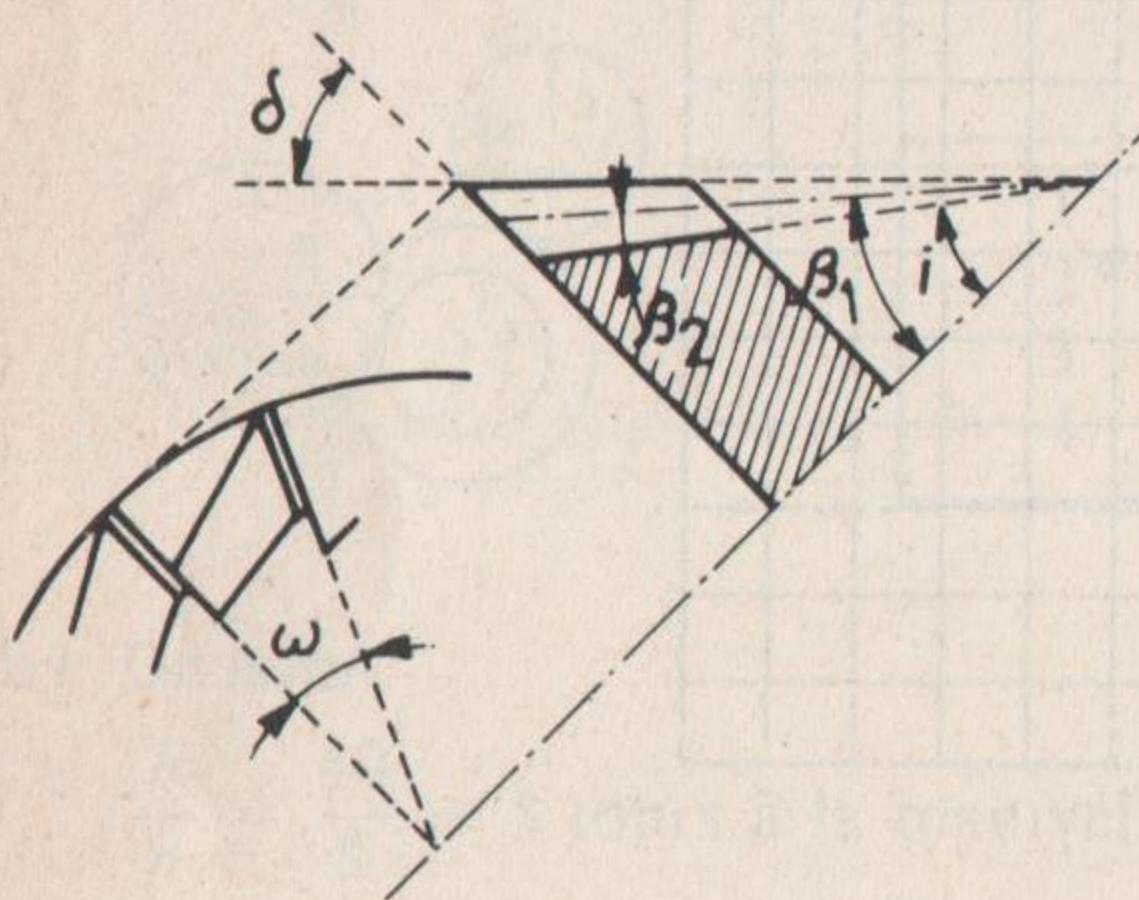
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D_1 - d_1}{2l}$$

2. Par déplacement de la contre-pointe



$$x = \frac{(D_1 - d_1) \times L}{2l}$$

3. Taillage des fraises coniques



ω = angle au centre.

$$\omega = \frac{360^\circ}{n}$$

n = nombre de dents.

α = angle de la fraise de taillage.

$$\sin \beta_2 = \operatorname{tg} \omega \operatorname{cotg} \alpha \sin \beta_1$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\cos \omega}{\operatorname{tg} \delta}$$

$$i = \beta_1 - \beta_2$$

4. Taillage des faces des fraises 3 tailles

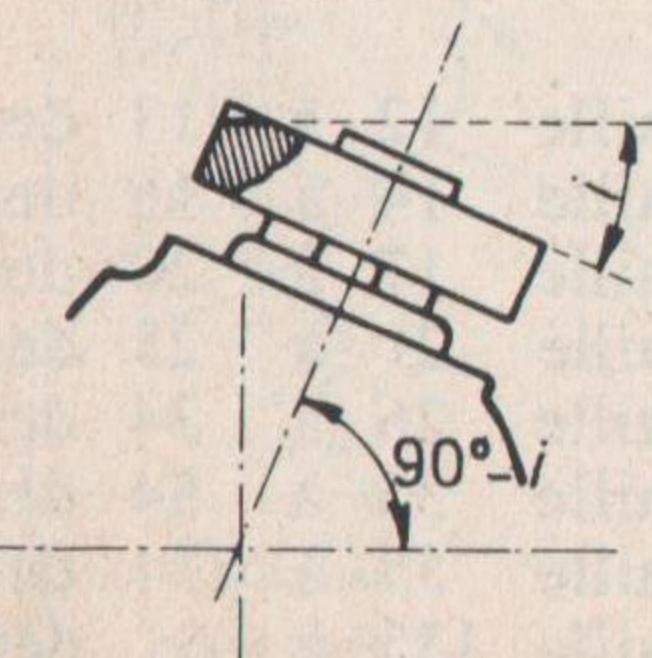
ω = angle au centre.

$$\omega = \frac{360^\circ}{n}$$

n = nombre de dents.

α = angle de la fraise de taillage.

$$\sin i = \operatorname{tg} \omega \operatorname{cotg} \alpha$$



H. DIMENSIONS USUELLES DES FRAISES EN AR OU EN CM (FRANCE)

Diamètre en mm	1 taille (rouleau)	2 tailles	3 tailles	3 tailles (expansibles)
De 2 à 7 par 0,5 mm		•	Epaisseurs de 4 à 12 mm par 1 mm et de 12 à 20 par 2 mm	Epaisseurs mini-maxi par intervalles de réglage de 2 mm à partir de 10 jusqu'à 22 mm, puis : 22-25, 25-28, 28-32, 32-36
De 7 à 22 par 1 mm	•	•		
24		•		
25		•		
26		•		
28		•		
30		•		
32		•		
34		•		
36		•		
40		•		
45		•		
50		•		
63	•	•		
80	•	•		
100	•	•		
125		•		
160		•		
200		•		
250		•		
315		•		
400		•		
Epaisseurs :				
• 4 à 14 mm				
• 4 à 18 mm				
• 4 à 20 mm				
• 5 à 20 mm				
• 5 à 20 mm				
• 6 à 20 mm				
• 10 à 18 mm				
• 14 à 28 mm				
• 14 à 28 mm				
• 16 à 36 mm				

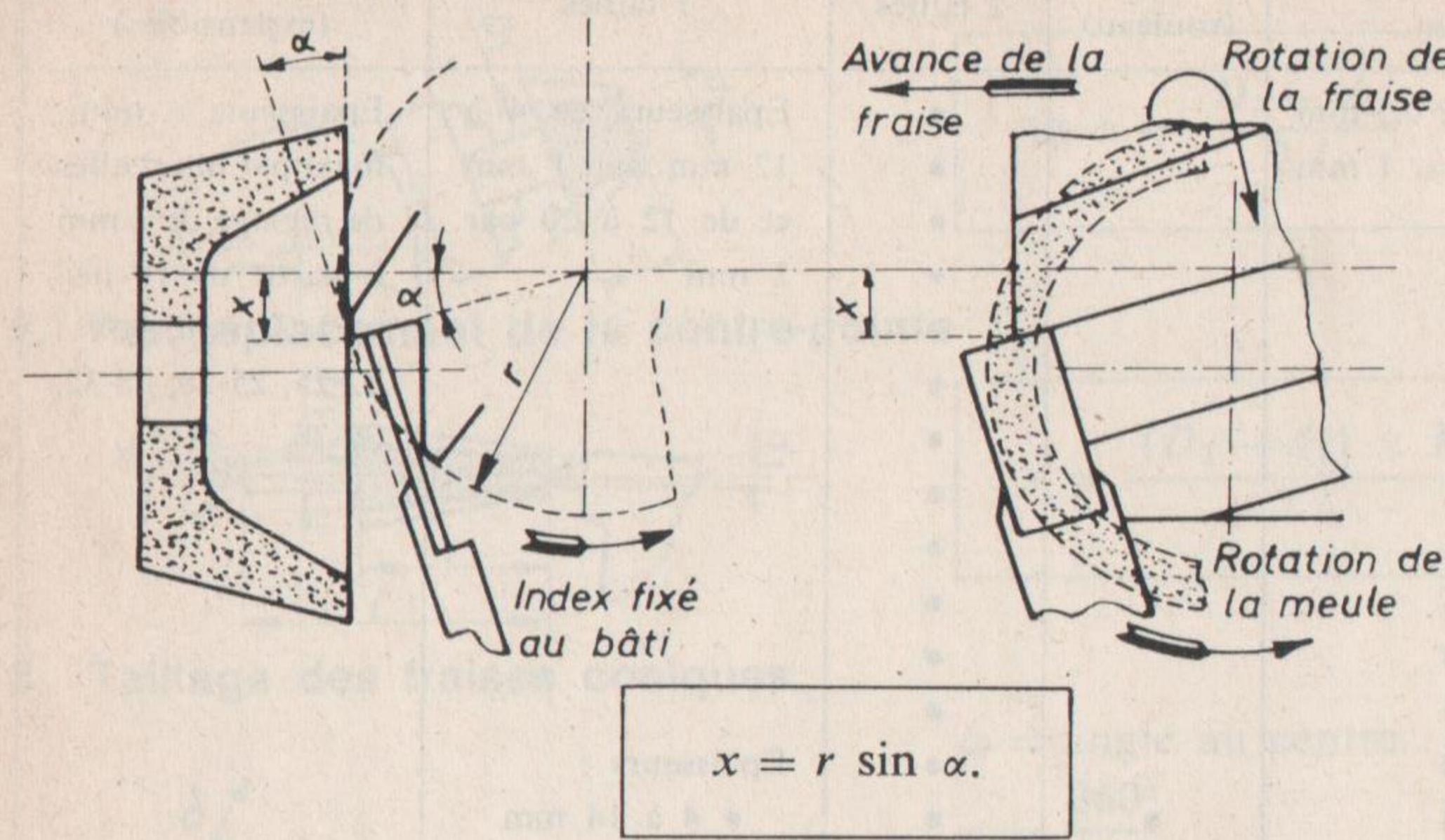
1. Angles caractéristiques des fraises

Valeurs moyennes pour fraises 2 tailles acier rapide. Usinage des aciers de 40 à 85 daN/mm².

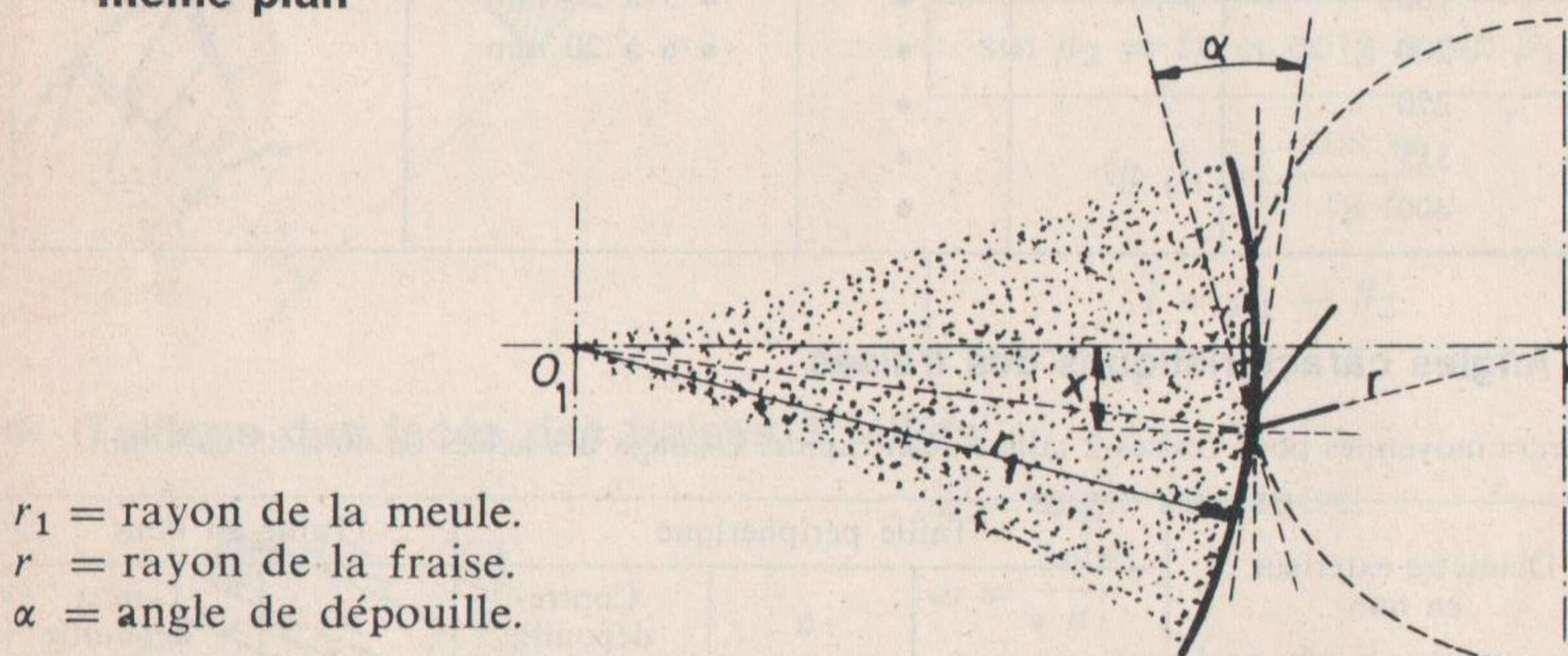
Diamètre extérieur en mm	Taille périphérique			Taille en bout	
	γ	α	Contre-dépouille	α	Contre-dépouille
2 à 5	10°	12°	18°	6°	15°
6 à 11	10°	10°	15°	6°	15°
12 à 14	15°	10°	15°	6°	15°
16 à 30	15°	8°	15°	6°	15°
32 et plus	15°	8°	15°	6°	15°

I. AFFÛTAGE DES FRAISES

1. Avec meule boisseau



2. Avec meule plate, les axes de la meule et de la pièce étant dans un même plan

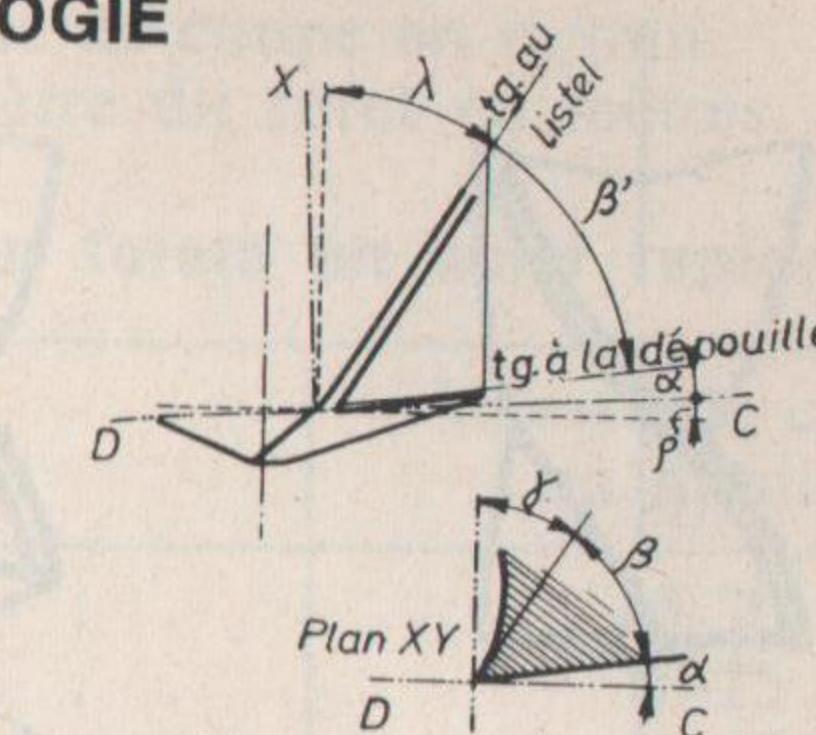
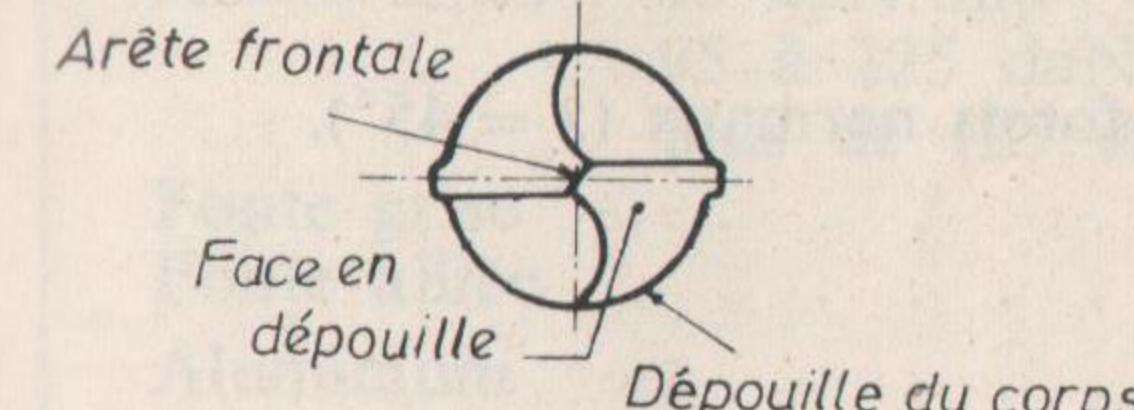
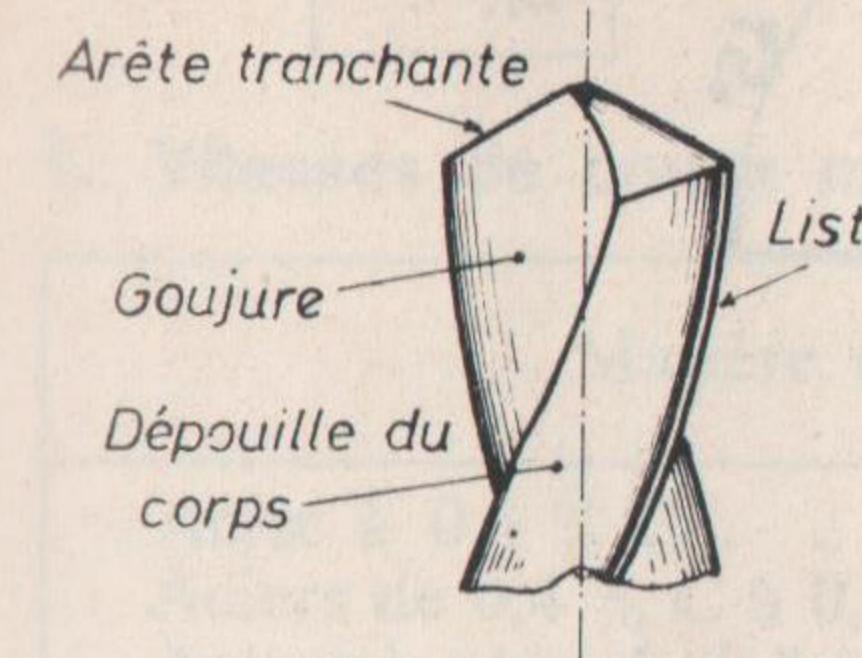


r_1 = rayon de la meule.
 r = rayon de la fraise.
 α = angle de dépouille.

$$x = \frac{r_1 \cdot r \cdot \sin \alpha}{\sqrt{r_1^2 + r^2 + 2 r_1 \cdot r \cdot \cos \alpha}}$$

42. LE FORAGE

A. FORET HÉLICOÏDAL. TERMINOLOGIE



λ : angle d'inclinaison du listel.

α : angle de dépouille.

γ : angle de coupe.

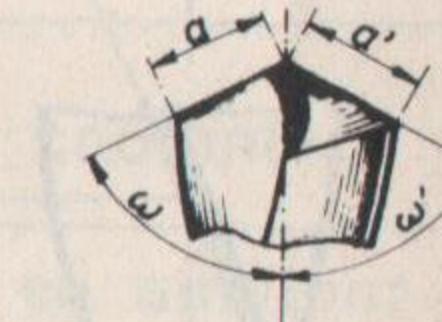
ρ : angle d'inclinaison de l'hélice sur laquelle se meut le coin lors du forage : $\operatorname{tg} \rho = \frac{a}{2 \pi r}$.

a = avance par tour.

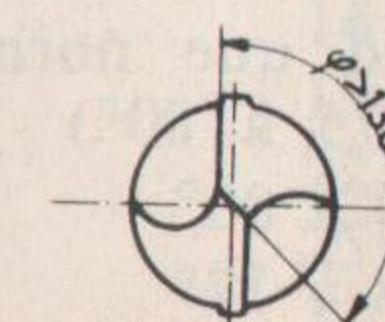
3. AFFÛTAGE CORRECT

a) Normal

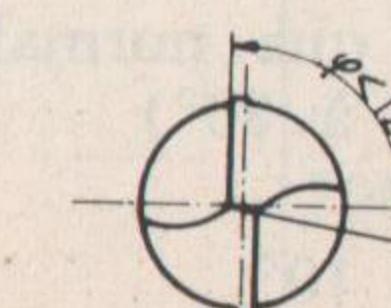
1. Arêtes tranchantes également inclinées sur l'axe : $\omega = \omega'$.
2. Angle total $\omega + \omega' = 116$ à 120° .
3. Arêtes tranchantes de même longueur : $a = a'$.
4. Dépouille correcte :
 - a) La même pour les deux lèvres.
 - b) Doit augmenter progressivement de la périphérie à la pointe.



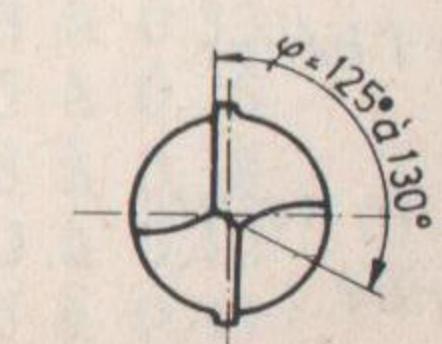
Dépouille :



trop grande

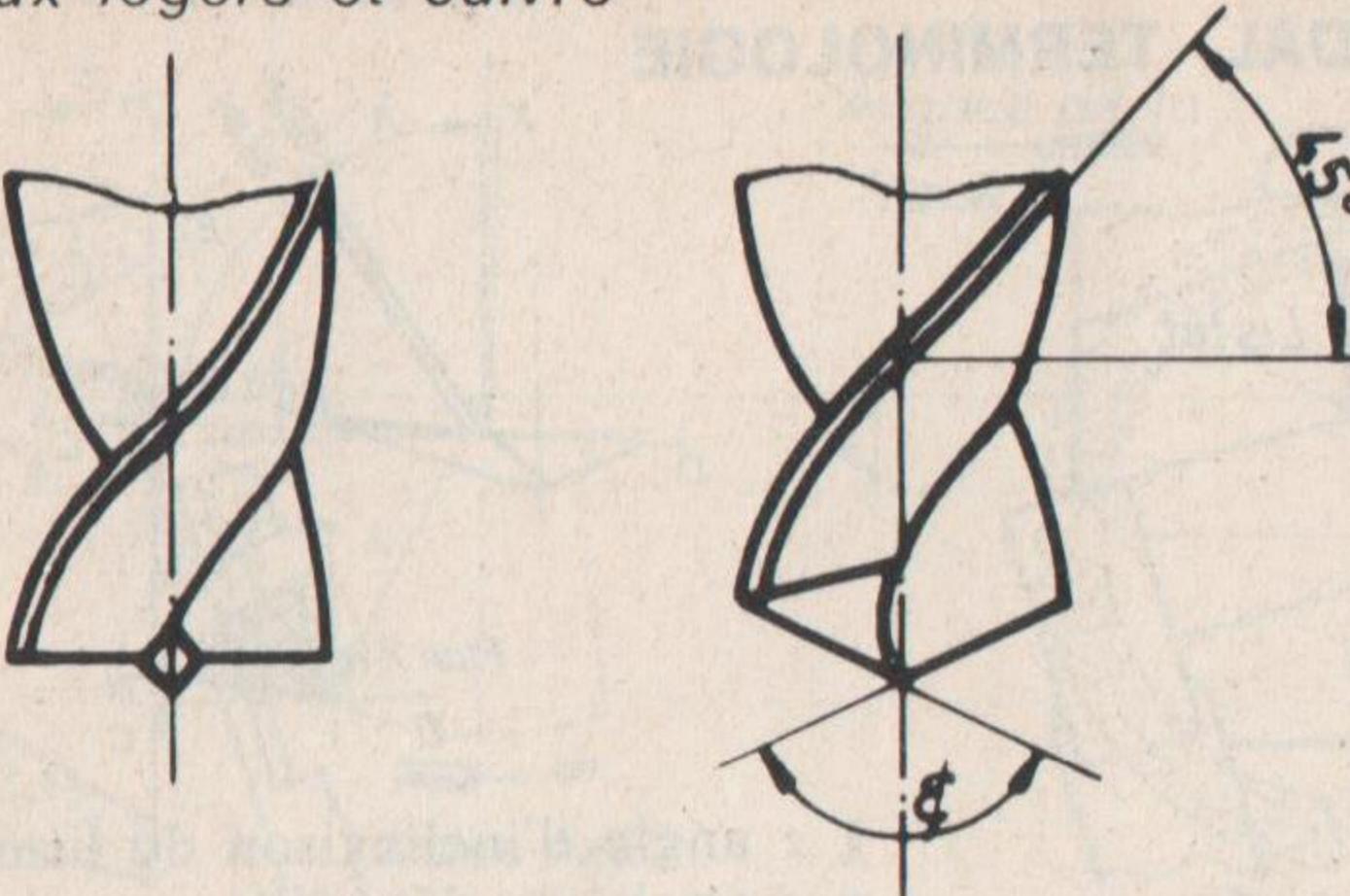


trop faible



1. Affûtages spéciaux

a) Métaux légers et cuivre

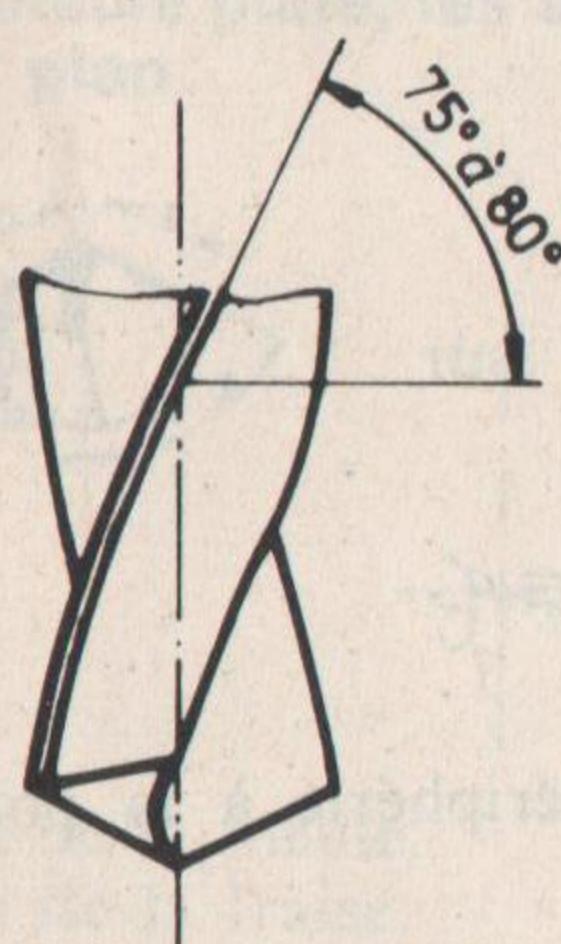


Pas de l'hélice : plus petit que dans les forets normaux ($\lambda = 45^\circ$).

Angle de pointe : $\varepsilon = 130$ à 140° .

Dépouille : 8 à 12°.

b) Laiton. Bronze



Pas de l'hélice : Plus grand que normal ($\lambda = 75$ à 80°) Plus grand que normal ($\lambda = 75$ à 80°)

Angle de pointe : 130° 60 à 80°

Dépouille : 6 à 10° 8 à 12°

N.B. — L'angle d'hélice des forets normaux varie de 60 à 70°.

C. VITESSE DE ROTATION

$$N = \frac{V}{\pi d}$$

N = nombre de trous par minute du foret.

V = vitesse de coupe en m/min.

d = diamètre du foret en mètres.

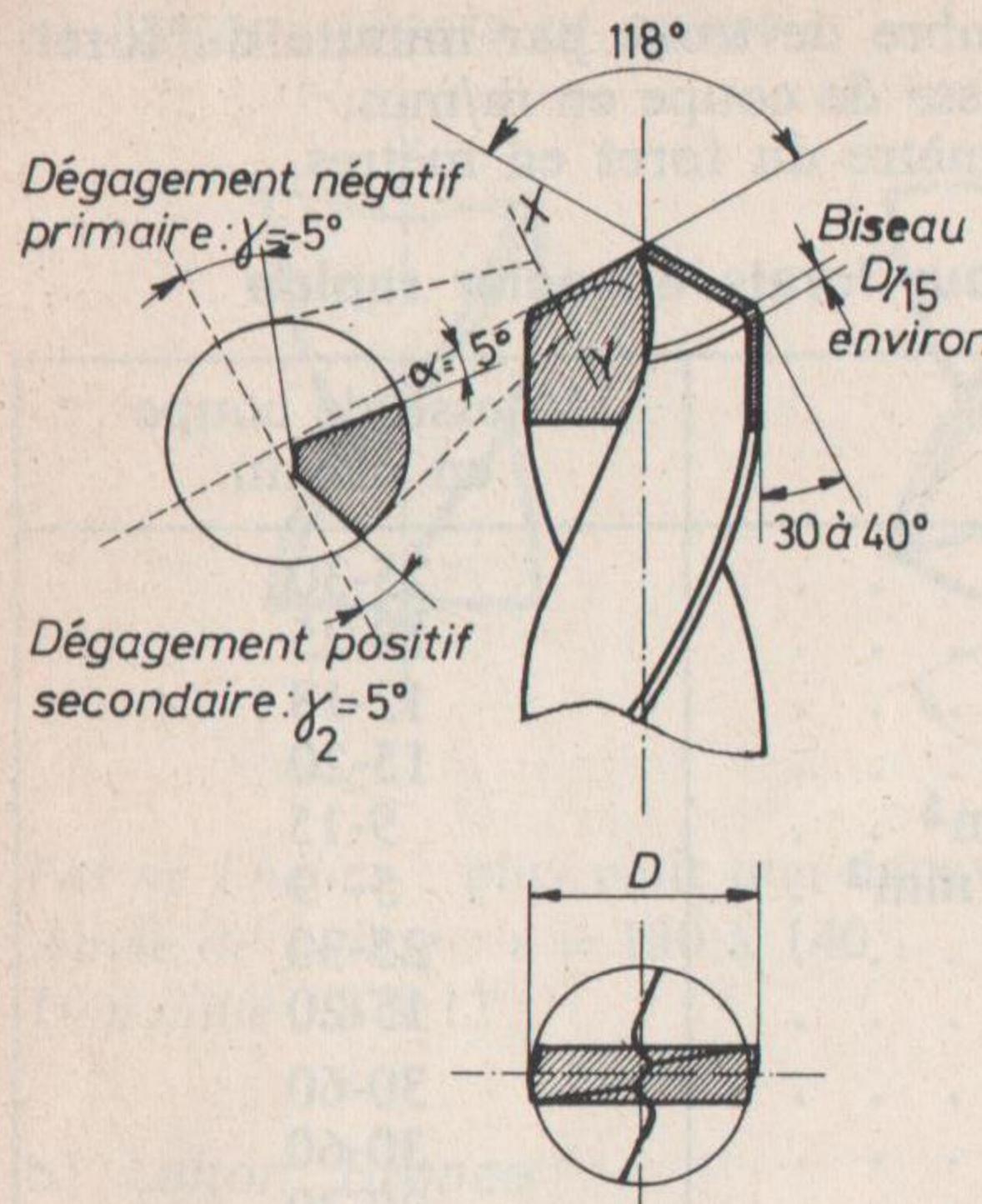
1. Vitesses de coupe moyennes pour forets en acier rapide

Matière usinée	Vitesse de coupe en m/min
Acier à 0,4 % C	25-30
Aciers de 0,4 % C à 0,7 % C	18-25
Aciers à plus de 0,7 % C	12-18
Aciers alliés : 95 daN/mm ²	15-20
95 à 125 daN/mm ²	9-15
plus de 125 daN/mm ²	5- 9
Fonte grise	25-30
Fonte alliée	15-20
Aluminium	30-60
Laiton, bronze ordinaire	30-60
Bronze à haute résistance	20-30
Cuivre	30-60
Alliages de zinc	45-75

2. Avances pour forets en acier rapide. Travaux courants

Diamètre du foret en mm	Avance en mm/tour
1,5 à 2,5	0,04 à 0,06
3 à 4	0,05 à 0,10
4,5 à 5,5	0,08 à 0,15
6 à 8	0,10 à 0,20
9 à 11	0,15 à 0,25
12 à 15	0,20 à 0,30
16 à 18	0,23 à 0,33
19 à 21	0,25 à 0,35
22 à 24	0,28 à 0,38
25 à 30	0,30 à 0,40
31 à 38	0,35 à 0,45
Plus de 38	0,40 à 0,50 et plus

D. FORETS AVEC TRANCHANTS EN CARBURES MÉTALLIQUES



Refroidissement

Pour les matières au-dessus de 500 H Brinell, employer la térébenthine.

1. Valeurs des vitesses de coupe et des avances

Matières	Genre	H Brinell	Vitesse de coupe m/min	Diamètre du foret, mm				
				6	10	14	20	30
						Avance en mm/tour (à titre indicatif)		
Acier Cr-Ni trempé .		400	15-20	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06
Acier à outils trempé		500	8-12	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Acier à outils trempé		575	4-7	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Fonte		200	40-60	0,08	0,10	0,12	0,16	0,22
Fonte		350	25-40	0,05	0,06	0,07	0,09	0,12
Fonte		500	7-10	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08
Bronze			55-80	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12
Matières comprimées fortement abrasives			15-30	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

43. LA RECTIFICATION

A. CONSTITUTION DES MEULES. DÉFINITIONS ET SYMBOLES

1. Meules

Les meules (et les abrasifs agglomérés) sont constitués de grains d'abrasif, maintenus par un agglomérant qui leur sert de support. Le travail de coupe est permis par le déplacement de la meule sur la surface du matériau à mettre en forme. Au cours de ce déplacement, les grains d'abrasif coupent des copeaux qui sont évacués par le mouvement de la meule. La nature de la meule et du matériau, la vitesse de déplacement des surfaces en contact, déterminent la qualité du travail.

2. Abrasif

L'abrasif est l'élément utilisé sous forme de grains qui permet l'action de coupe de la meule.

Les différents types d'abrasif sont représentés par les symboles suivants :

Type d'abrasif	Symbol
Alumine	A
Carbure de silicium	C
Diamant (à titre indicatif)	D

3. Agglomérant

L'agglomérant est l'élément qui assure la liaison entre les grains d'abrasif. Les agglomérants sont symbolisés par les lettres du tableau ci-après :

Agglomérant	Symbol
Vitrifié (céramique)	V
Silicate	S
Caoutchouc	R
Caoutchouc avec armature tissée incorporée	RF
Résine synthétique	B
Résine synthétique avec armature tissée incorporée	BF
Gomme laque	E
Magnésie (oxychlorure)	Mg
Métallique (à titre indicatif)	M

4. Grosseur de grain

La grosseur de grain d'un abrasif est définie par le nombre de fils par inch linéaire, du tamis le plus fin, par lequel le grain peut encore passer.

La grosseur de grain d'une meule est celle de la grosseur de grain dominante de l'abrasif.

Les différentes grossesurs de grain des meules sont désignées par les nombres du tableau ci-dessous. Les nombres imprimés en gras correspondent aux granulométries particulièrement recommandées.

Grosseur de grain	Symbole						
Grain grossier	8	10	12	14	16	20	24
Grain moyen	30	36	46	54	60		
Grain fin	70	80	90	100	120	150	180
Grain très fin	220	240	280	320	400	500	600

Les fabricants peuvent faire suivre le chiffre de la grosseur du grain par le symbole précisant les combinaisons de grossesurs différentes.

5. Grade de dureté

Le grade de dureté est une indication de la résistance des grains d'abrasif à l'arrachement.

Les grades de dureté sont symbolisés par une lettre conformément au tableau ci-après :

Grade de dureté	Symbole					
Très tendre	A	B	C	D	E	
Tendre	F	G	H	I	J	K
Moyen	L	M	N	O		
Dur	P	Q	R	S	T	
Très dur	U	V	W	X	Y	Z

Les grades : tendre, moyen et dur, sont les plus usités.

6. Structure

L'espacement des grains d'abrasif est appelé « structure de la meule ». Un indice indique le relâchement plus ou moins élevé de la structure.

Les structures peuvent être désignées par un nombre, allant de 0 à 14 suivant le tableau ci-après ; plus le nombre est élevé, plus les grains d'abrasif sont espacés.

Structure	Symbole				
Serrée \	0	1	2	3	
Moyenne	4	5	6		
Ouverte	7	8	9		
Très ouverte	10	11	12	13	14

Des nombres plus grands pourront être employés au fur et à mesure de l'évolution des fabrications.

B. DÉSIGNATION, MARQUAGE ET SPÉCIFICATION

La désignation complète d'un produit abrasif aggloméré comprend, dans l'ordre, des indications de forme et de dimensions et des spécifications de la nature interne du produit.

Exemple.

Forme	Dimensions	Spécification
Type 1	$300 \times 40 \times 32$	51A-36-L-5-V23

1. Forme (NF E 75.201 à 75.206)

Les formes des meules sont désignées par un numéro de type et pour les meules plates, par une lettre symbolisant le profil.

Les différents types de meules sont donnés pages 245 et 246. Les profils des meules plates sont donnés pages 247 et 248.

2. Dimensions

La désignation reprend *dans l'ordre* et suivant le type de meule :

a) Meules plates :

le diamètre extérieur, l'épaisseur et le diamètre d'alésage et sous ces trois nombres, le nombre, le diamètre et la profondeur d'embrèvement.

Exemple. $300 \times 50 \times 127$
 $2-190 \times 6$

b) Meules boisseaux :

le diamètre extérieur (et pour les meules boisseaux coniques : diamètre extérieur de la base), l'épaisseur et le diamètre d'alésage et sous ces nombres, l'épaisseur du bord, précédée de la lettre « b » et l'épaisseur du fond précédée de la lettre « f ».

Exemple. $125/100 \times 50 \times 22,23$
 $b 25 f 20$

c) Meules cylindriques :

le diamètre, l'épaisseur et l'épaisseur du bord précédée de la lettre « b ».

Exemple. $400 \times 125 b 40$

d) Briques et bâtons :

la hauteur, la largeur, la longueur.

3. Spécification

La spécification comporte sept symboles rangés dans l'ordre suivant :

- 0 Type et origine de l'abrasif, propre au fabricant (facultatif) ;
- 1 Nature de l'abrasif ;
- 2 Grosseur du grain ;
- 3 Grade ;
- 4 Structure (facultatif) ;
- 5 Nature de l'agglomérant ;
- 6 Marque d'identification du type de l'agglomérant, propre au fabricant (facultatif).

4. Marquage

Les meules sont pourvues d'une marque indiquant leur nature. Cette marque est constituée par les symboles de la spécification.

En outre en raison de l'importance de cette prescription du point de vue de la sécurité, la vitesse maximale d'emploi d'une meule est inscrite sur la meule ou sur une étiquette l'accompagnant.

Exemple de marquage.

Ordre d'inscription	0	1	2	3	4	5	6
	Type de l'abrasif *	Nature de l'abrasif	Grosseur du grain	Grade	Structure *	Nature de l'aggl.	Type de l'aggl. *
Exemple :	51	A	36	L	5	V	23

Abrasifs alumineux A

Carbures de silicium C

Gros	Moyen	Fin	Très fin
8	30	70	220
10	36	80	240
12	46	90	280
14	54	100	320
16	60	120	400
20		150	500
24		180	600

Vitrifié V

Silicate S

Caoutchouc R

Caoutchouc avec armature tissée incorporée RF

Résine synthétique B

Résine synthétique avec armature incorporée BF

Gomme laque E

Magnésie Mg

Espacement croissant

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 etc.

Tendre

Moyen

Dur

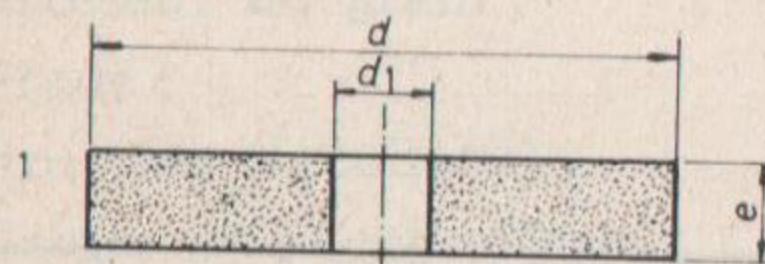
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

* Symboles facultatifs. Les symboles 0 et 6 sont propres au fabricant.

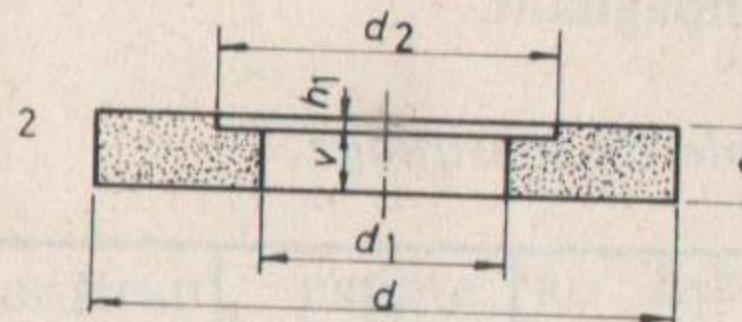
C. TYPES DE MEULES, PROFILS DES MEULES PLATES ET DIMENSIONS DES MEULES

1. Types de meules

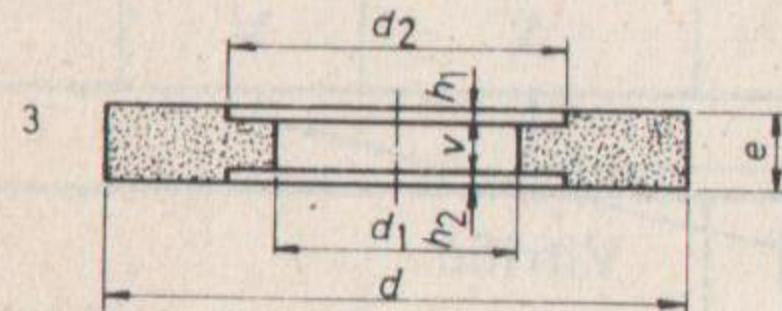
Meule plate sans embrèvement (type 1)



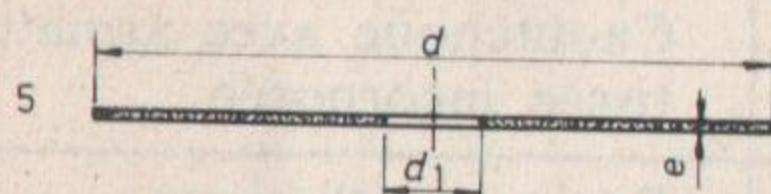
Meule plate à un embrèvement (type 5)



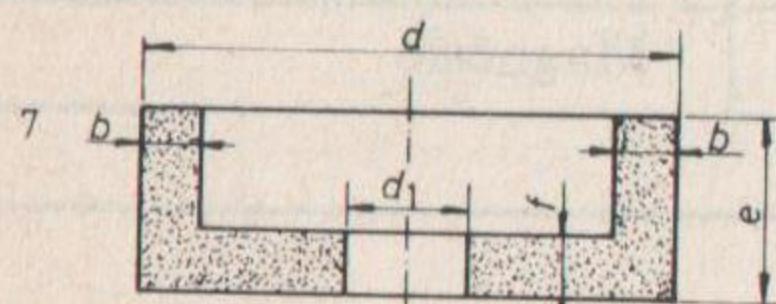
Meule plate à deux embrèvements (type 7)



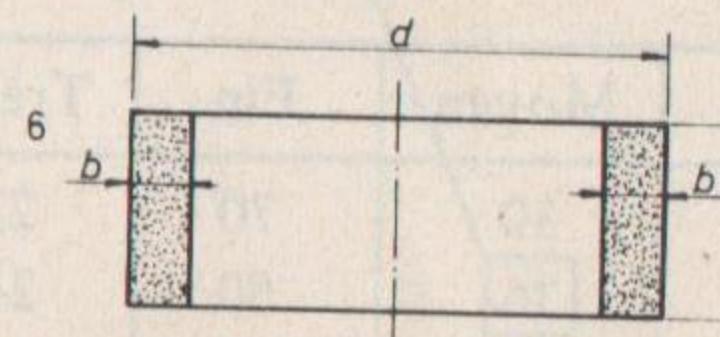
Meule à tronçonner et à rainurer



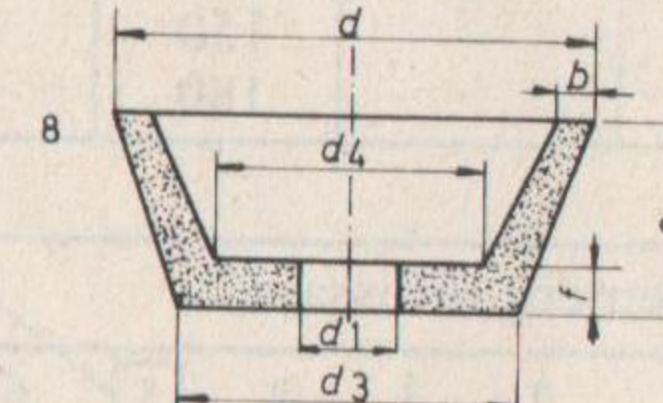
Meule boisseau droit (type 6)



Meule cylindre (type 2)



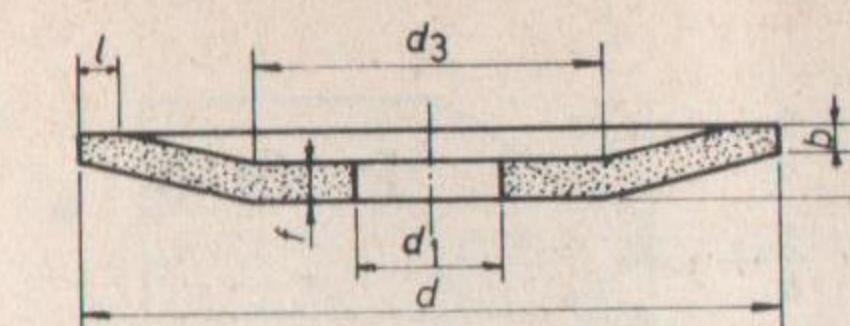
Meule boisseau conique (type 11)



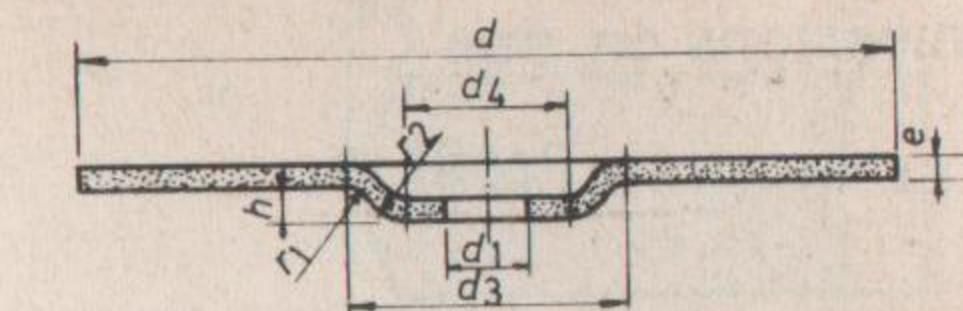
- d Diamètre extérieur de la meule
- d_1 Diamètre d'alésage de la meule
- d_2 Diamètre d'embrèvement de la meule
- $d_3 \}$ Diamètres extérieur et intérieur de la base des meules boisseaux coniques
- $d_4 \}$ base des meules boisseaux coniques

- b Epaisseur du bord de la meule
- e Epaisseur de la meule
- f Epaisseur du fond de la meule
- $h_1 \}$ Profondeurs des embrèvements
- V Epaisseur du voile

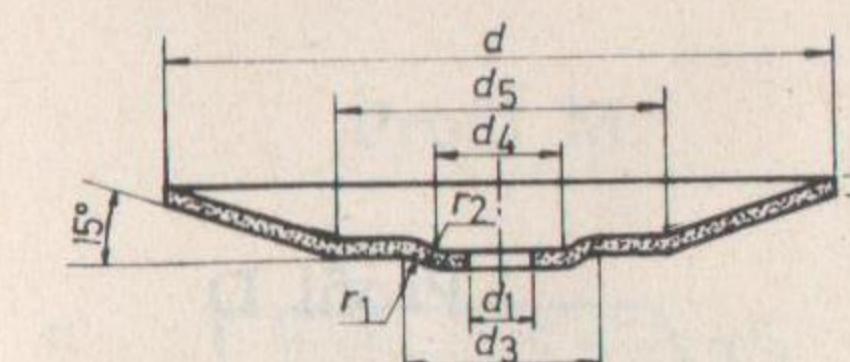
Meule assiette (type 12)



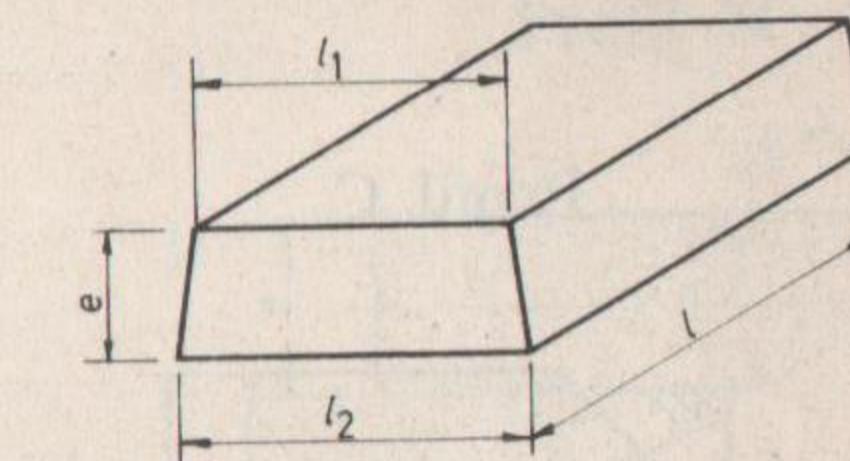
Meule à moyeu déporté (type 27)



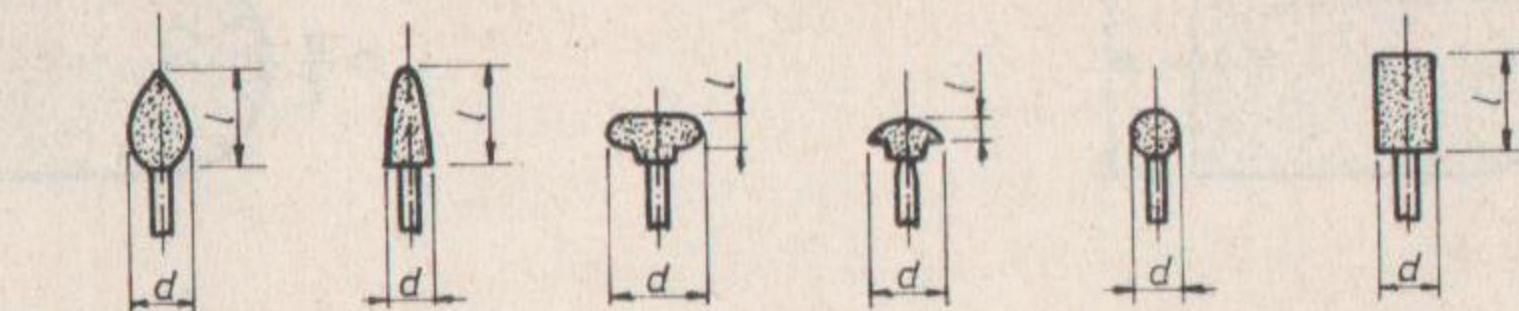
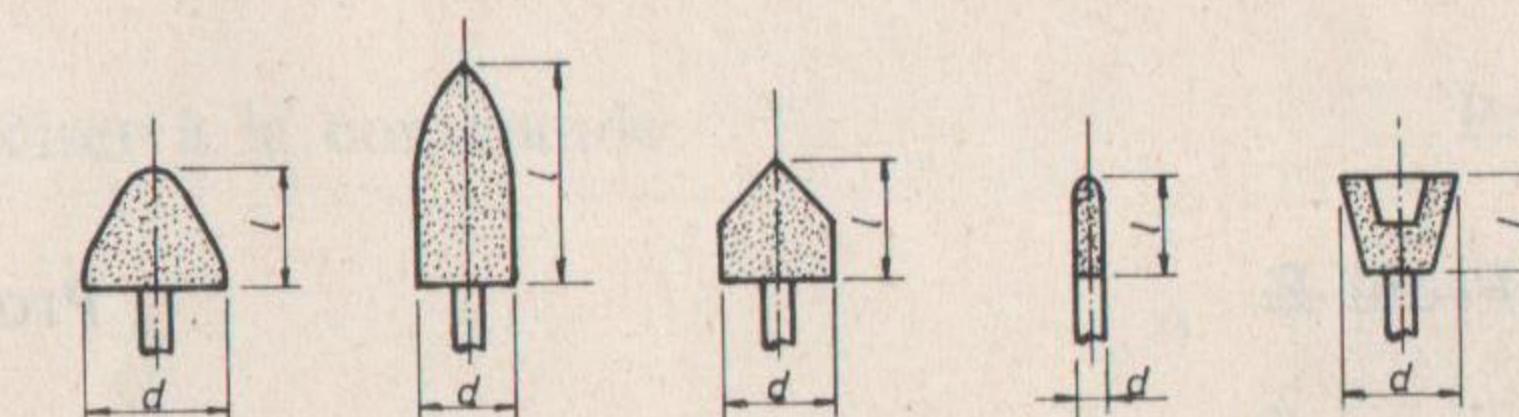
Meule soucoupe (type 28)



Meule à segments rapportés
Exemple de segment
à section trapézoïdale



Meule montée sur tige. Exemples



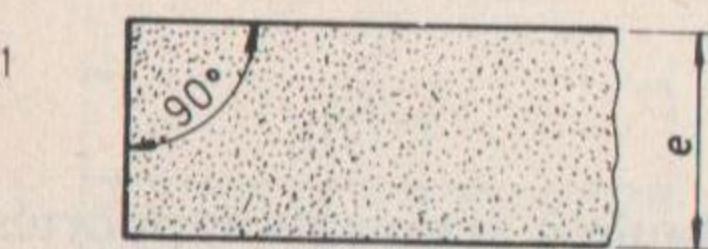
- d Diamètre extérieur de la meule
- d_1 Diamètre d'alésage de la meule
- d_2 Diamètres extérieur et intérieur de la base des meules boisseaux coniques et assiettes ou du bossage des meules à moyeu déporté
- $d_3 \}$ Diamètres extérieur et intérieur de la base des meules boisseaux coniques et assiettes ou du bossage des meules à moyeu déporté
- b Epaisseur du bord de la meule
- e Epaisseur de la meule

- f Epaisseur du fond de la meule
- h Hauteur du bossage
- l Longueur de la face de travail, du segment ou de la meule montée sur tige
- l_1, l_2 Largeurs des bases du segment
- $r_1 \}$ Rayons de raccordement de la face de travail à la face intérieure
- $r_2 \}$ de travail à la face intérieure

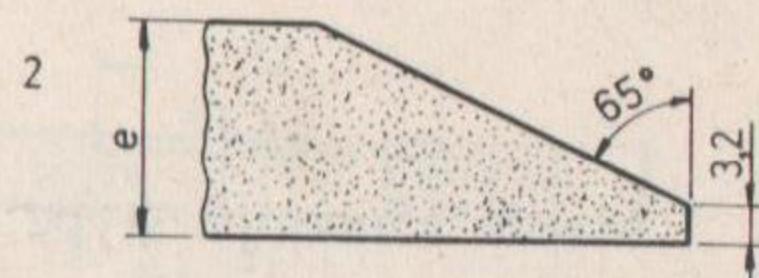
2. Profils des meules plates

Dimensions en mm

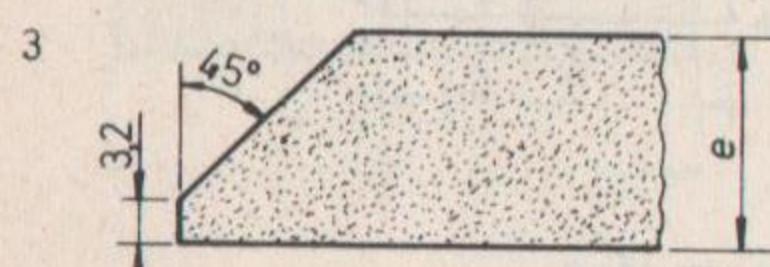
Profil A



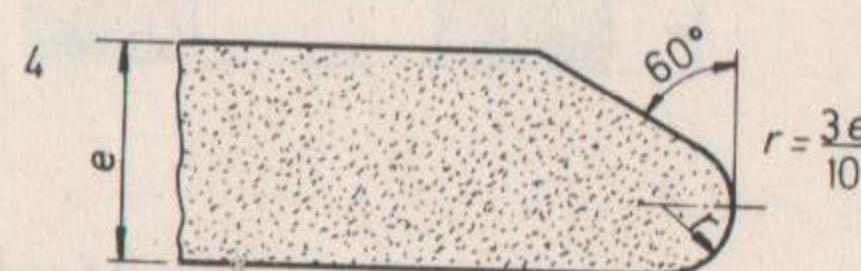
Profil B



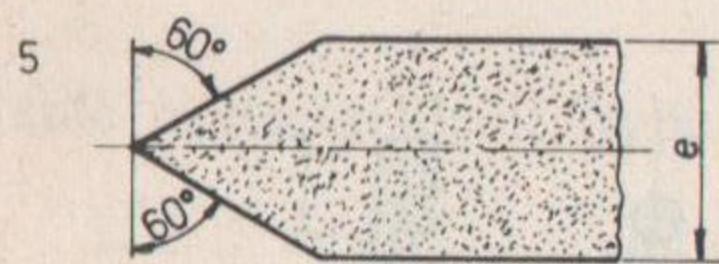
Profil C



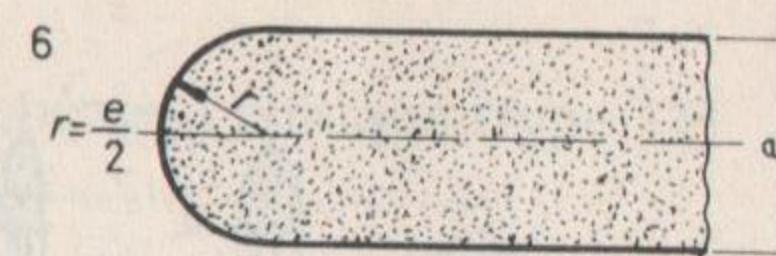
Profil D



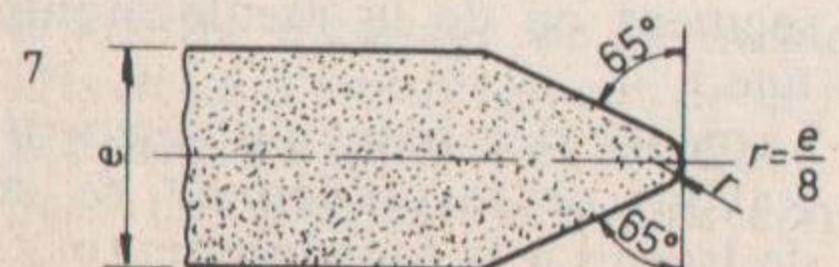
Profil E



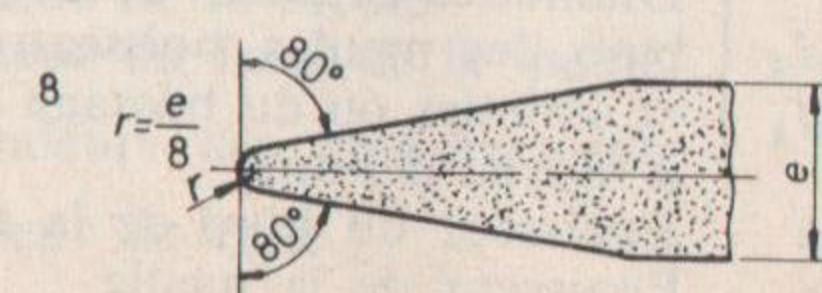
Profil F



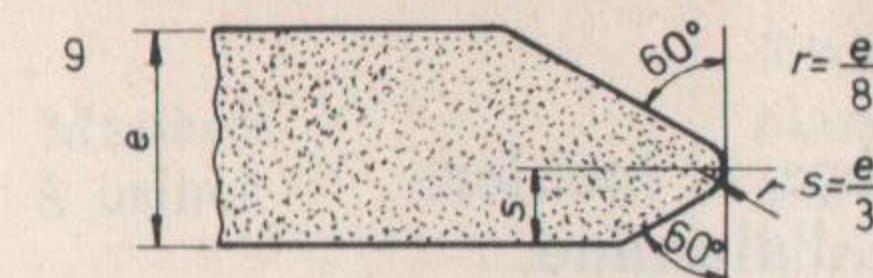
Profil G



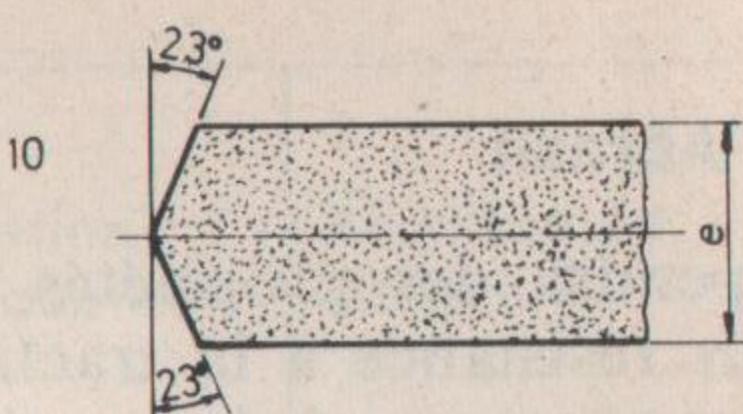
Profil H



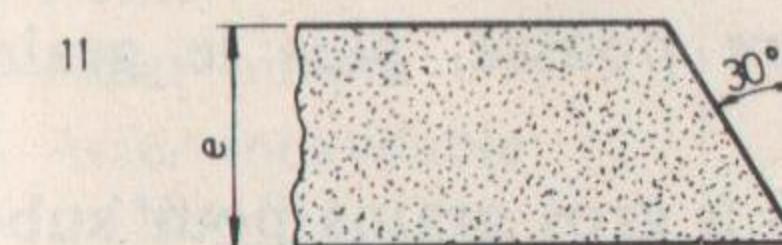
Profil I



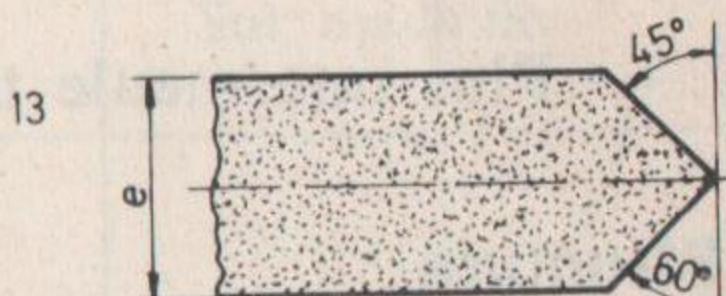
Profil K



Profil M



Profil P



v et *x* à préciser à la commande

D. CHOIX DES MEULES

1. Abrasif

Dépendra des propriétés physiques de la pièce à meuler.
Pour résistance à la traction élevée : meules d'alumine.
Pour résistance à la traction faible : meules en carbure de silicium.

2. Grain

Le choix du grain dépendra des facteurs suivants :

- 1° La quantité de matière à enlever (meule à gros grains pour meulage rapide) ;
- 2° La précision et le fini (plus le fini doit être poussé, plus le grain sera fin) ;
- 3° Les propriétés physiques de la pièce (meules à gros grains pour substances ductiles, meules à grains plus fins pour substances dures).

3. Grade

Plus la matière à meuler est dure, plus la meule sera tendre.
Plus la surface de contact sera étroite, plus la meule sera dure.

N.B. — Plus une meule tourne vite, plus elle paraît dure.

4. Structure

A chaque grosseur de grain et à chaque grade correspond une première structure standard. Le changement de structure permet l'adaptation exacte d'une meule à un travail déterminé.

5. Agglomérant

Meules vitrifiées : meules courantes.

Meules au silicate : pour travaux où les échauffements sont à éviter.

Meules gomme laque : meules minces à grains fins.

Meules résine synthétique : grande vitesse de coupe.

Meules caoutchouc : grande vitesse de coupe. Grande dureté. Durabilité et sécurité aux grands efforts.

6. Quelques meules types (spécification Norton)

Matières à usiner	Rectification plane axe horizontal	Rectification cylindrique	Rectification intérieure
Acier fondu trempé	32 A 46 I 8 VG	A 60 M 5 VG	32 A 60 K 8 VG
Acier doux	32 A 36 J 8 VG	A 54 N 5 VG	32 A 60 M 7 VG
Acier rapide	32 A 60 H 8 VG	38 A 60 K 5 VG	32 A 60 K 8 VG
Calibres	32 A 60 I 8 VG	38 A 80 J 8 VG	
Calibres (poli miroir)		37 C 320 K 10 RF	
Fonte	37 C 30 J 8 V	37 C 36 K 5 V	37 C 46 J 5 V
Acier nitruré	38 A 60 H 8 VG	39 C 60 J 8 VK	37 C 60 I 8 VK
Acier inoxydable (18×8)	38 A 46 H 8 VG	32 A 60 K 5 VG	39 C 60 J 8 VK
Aluminium	37 C 46 J 5 B	37 C 46 M 5 B	37 C 46 J 5 V
Bronze dur	57 C 46 J 5 V	37 C 46 L 5 V	37 C 46 K 5 V
Laiton		37 C 36 K 5 V	37 C 36 J 5 V

Affûtage	Manuel	Sur machine
Outils de tours Ebauche Finition	A 46 N 5 V A 60 M 5 VG	A 46 M 5 VG
Fraises Acier rapide Stellite Carbures métalliques		32 A 60 K 5 VG 32 A 60 K 5 VG 39 C 80 I 8 VG D 150 L 100 B
Outils de tour en carbures métalliques Ebauche Finition	39 C 80 J 8 VK 39 C 120 I 8 VK	D 120 L 100 B

E. RECTIFICATION CYLINDRIQUE

Vitesses périphériques des meules

Meules vitrifiées : 23 à 33 m/s.

Meules à agglomérants organiques : 50 m/s.

Meules à tronçonner : jusqu'à 80 m/s.

N.B. — La vitesse de rotation à employer est indiquée sur chaque meule.

Vitesse périphérique de la pièce

Comprise entre 3 et 20 m/min.

Vitesse d'avance

T = temps pour 1 tour de pièce.

n = nombre de tours/min de la pièce.

e = épaisseur de la meule.

V_a = vitesse d'avance/min.

$$V_a T = \frac{e}{2} \text{ et } T = \frac{1}{n} \text{ d'où } V_a = \frac{en}{2}$$

Si V_p est la vitesse périphérique de la pièce et d son diamètre, cette relation peut s'écrire :

Ebauche :

$$V_a = \frac{e V_p}{2 \pi d}$$

Recouvrement : $\frac{1}{2}$ largeur de meule.

Finition :

$$V_a = \frac{e V_p}{4 \pi d}$$

Recouvrement : $\frac{5}{6}$ largeur de meule.

Profondeur de passe : Ebauche : $\approx 0,1$ mm (selon machine).
Finition : 0,005 à 0,03 mm.
Superfinition : 0,001 à 0,004 mm.

F. RECTIFICATION INTÉRIEURE

Diamètres des meules : $\frac{6}{10}$ à $\frac{9}{10}$ du diamètre d'alésage.

Largeur des meules : 20 mm jusqu'à 75 mm de diamètre ; 25 mm au-delà.

Vitesse d'avance : 2,5 à 3 m/min.

Vitesse périphérique de la meule : ≈ 20 m/s.

Vitesse périphérique de la pièce : 30 à 36 m/min.

Profondeur de passe : compatible avec l'élasticité de la broche porte-meule.

G. RECTIFICATION PLANE

Vitesse de translation de la table :

13 à 18 m/min.

Avance transversale :

Au maximum = $\frac{1}{2}$ largeur de meule.

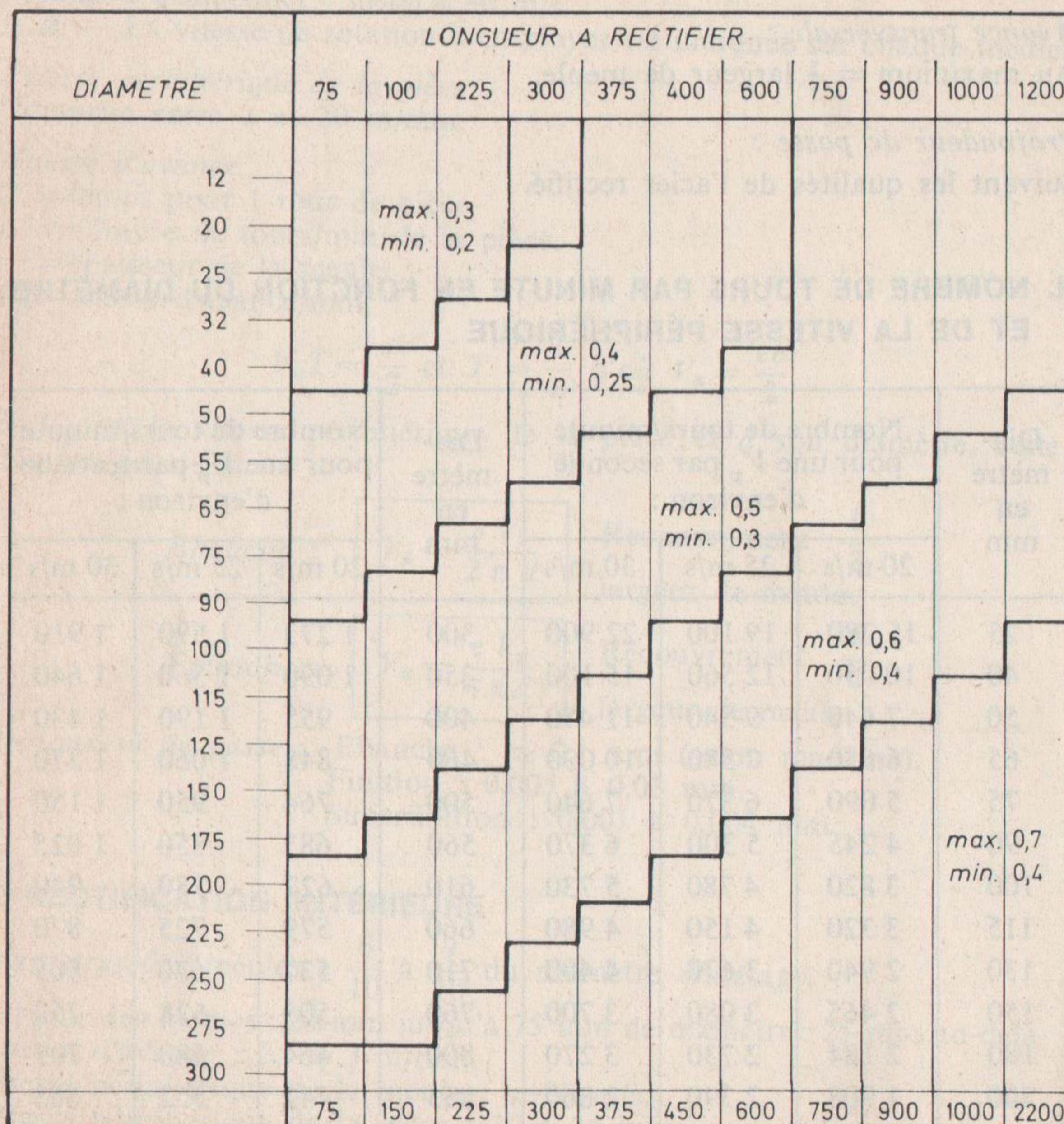
Profondeur de passe :

Suivant les qualités de l'acier rectifié.

H. NOMBRE DE TOURS PAR MINUTE EN FONCTION DU DIAMÈTRE ET DE LA VITESSE PÉRIPHÉRIQUE

Dia-mètre en mm	Nombre de tours/minute pour une V_p par seconde d'environ :			Dia-mètre en mm	Nombre de tours/minute pour une V_p par seconde d'environ :		
	20 m/s	25 m/s	30 m/s		20 m/s	25 m/s	30 m/s
25	15 280	19 100	22 900	300	1 273	1 590	1 910
40	10 050	12 560	15 100	350	1 090	1 360	1 640
50	7 640	9 540	11 450	400	955	1 190	1 430
65	6 650	7 580	10 000	460	848	1 060	1 270
75	5 090	6 370	7 640	500	764	950	1 150
90	4 245	5 300	6 370	560	683	850	1 025
100	3 820	4 780	5 730	610	627	780	940
115	3 320	4 150	4 980	660	579	725	870
130	2 940	3 670	4 400	710	537	670	805
150	2 465	3 080	3 700	760	503	628	750
180	2 184	2 730	3 270	800	464	588	705
200	1 908	2 390	2 860	865	442	552	663
230	1 700	2 120	2 550	915	420	525	630
250	1 528	1 910	2 290				

I. SURÉPAISSEURS POUR RECTIFICATION (SUR DIAMÈTRE)



44. LE DRESSAGE AU GRATTOIR

A. DIFFÉRENTES CLASSES DE « QUALITÉ DE DRESSAGE »

CLASSE 1

De 10 à 16 points de portée par inch carré.

Glissières de cheminement jusqu'à 250 mm de largeur.

Glissières de réglage jusqu'à 100 mm de largeur.

CLASSE 2

Au moins 8 points de portée par inch carré.

Glissières de cheminement de plus de 250 mm de largeur.

Glissières de réglage de 100 à 250 mm de largeur.

CLASSE 3

Au moins 6 points de portée par inch carré.

Grosse mécanique.

CLASSE 4

De 16 à 23 points de portée par inch carré.

Machines de précision, telles que : machines à rectifier les filets, machines à pointer.

N.B. — Les points de portée doivent être répartis uniformément.

1. Limes suisses

Numéros de taille des limes de précision de 4 à 10 inches

N°	Nombre de dents par inch	N°	Nombre de dents par inch
0	Environ 33 dents	4	Environ 82 dents
1	Environ 40 dents	5	Environ 90 dents
2	Environ 50 dents	6	Environ 100 dents
3	Environ 64 dents	8	Environ 130 dents

45. CONVERSION DES ÉCHELLES THERMOMÉTRIQUES

Si t_C = une température exprimée en degrés Celsius,
 t_R = la même température mesurée en degrés Réaumur,
 t_F = la même température mesurée en degrés Fahrenheit,
 t_K = la même température exprimée en degrés Kelvin,
on a les relations suivantes :

$$t_C = \frac{5}{4} t_R = \frac{5}{9} (t_F - 32^\circ) = t_K - 273,15$$

$$t_R = \frac{4}{5} t_C = \frac{4}{9} (t_F - 32^\circ)$$

$$t_F = 32^\circ + \frac{9}{5} t_C = 32^\circ + \frac{9}{4} t_K$$

Le degré Kelvin (${}^\circ K$) et le degré Celsius (${}^\circ C$) sont les unités fondamentales de température admises par le système international.

1 degré Kelvin = 1 degré Celsius.

$0 {}^\circ K$ correspond à $-273,15 {}^\circ C$.

Exemple 1 : +20 degrés Celsius.

Conversion en degrés Réaumur :

$$t_R = \frac{4}{5} t_C = \frac{4}{5} \times 20 = 16 {}^\circ R$$

Conversion en degrés Fahrenheit :

$$t_F = 32^\circ + \frac{9}{5} t_C = 32^\circ + \left(\frac{9}{5} \times 20 \right) = 68 {}^\circ F$$

Conversion en degrés Kelvin :

$$t_K = t_C + 273,15 = 20 + 273,15 = 293,15 {}^\circ K$$

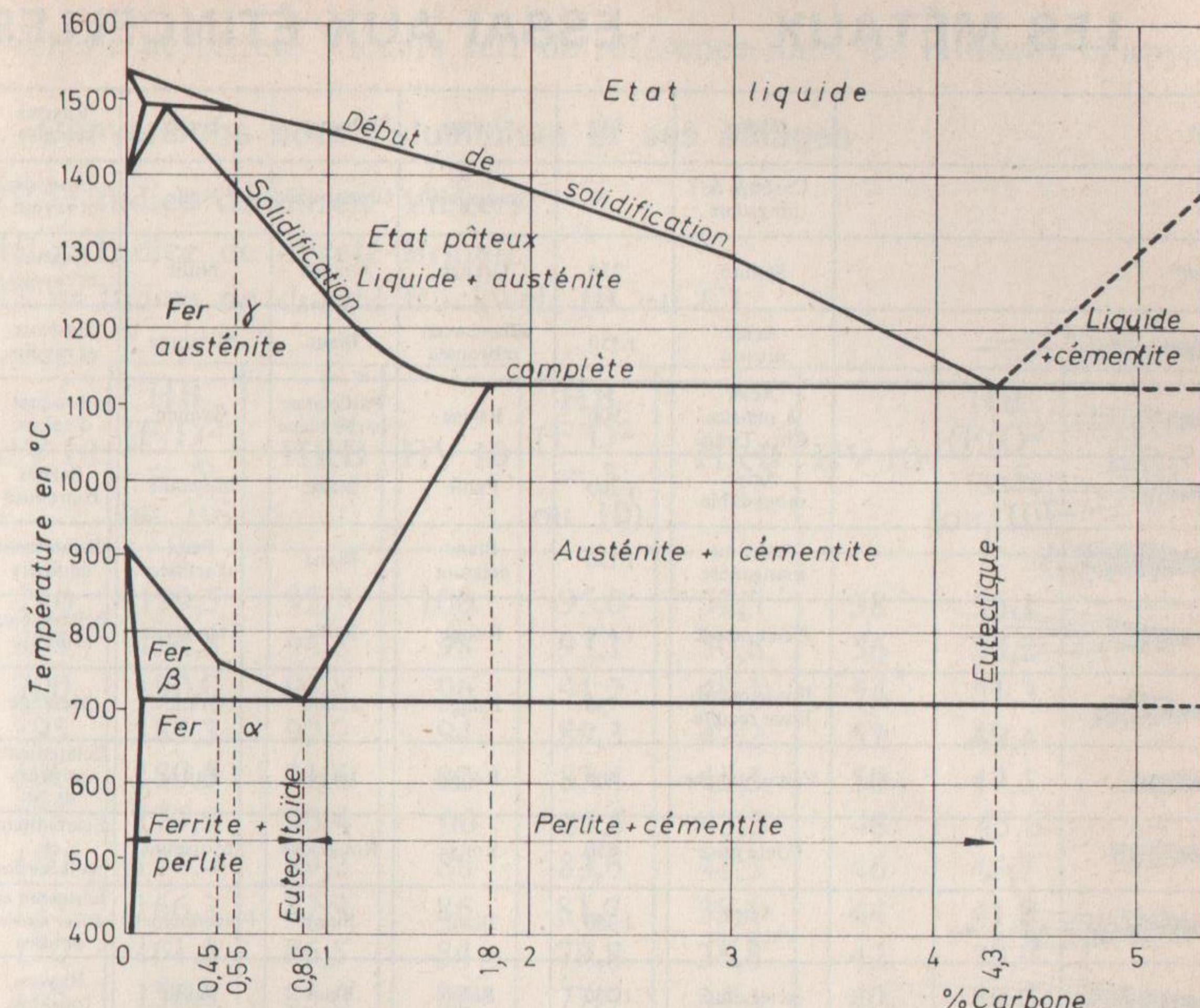
Exemple 2 : -20 degrés Celsius.

$$t_R = \frac{4}{5} t_C = \frac{4}{5} \times (-20) = -16 {}^\circ R$$

$$t_F = 32^\circ + \frac{9}{5} t_C = 32^\circ + \left(\frac{9}{5} \times -20 \right) = -4 {}^\circ F$$

$$t_K = t_C + 273,15 = -20 + 273,15 = 253,15 {}^\circ K$$

46. DIAGRAMME FER-CARBONE



Fer α : Doux et très malléable. Il est magnétique et ne dissout pas le carbone. Etat stable du fer jusqu'à $740 {}^\circ$ environ.

Fer β : Etat transitoire. Non magnétique. Ne dissout pas le carbone.

Fer γ : Prend naissance vers $860 {}^\circ$. Etat stable depuis $860 {}^\circ$ jusqu'à la fusion du métal. Il n'est pas magnétique et dissout le carbone.

Ferrite : fer α pur.

Cémentite : Combinaison chimique définie : Fe_3C .

Perlite : Mélange en proportions définies ; eutectique de ferrite et de cémentite titrant 0,9 de carbone et contenant environ 0,87 de ferrite et 0,13 de cémentite.

Austénite : Solution solide de carbone dans le fer γ peut dissoudre jusqu'à 1,7 % de carbone. Produits intermédiaires de transformation de l'austénite en perlite : *martensite, sorbite, troostite, osmondite*, etc., états hors d'équilibre et fonction de la vitesse de refroidissement.

Eutectique : Pour l'alliage considéré, mélange qui correspond à la température de solidification la plus basse à tout autre mélange des corps constituant cet alliage.

Eutectoïde : Point analogue au point eutectique dans le domaine des transformations solides.

47. PROCÉDÉS SIMPLES POUR RECONNAÎTRE LES MÉTAUX ESSAI AUX ÉTINCELLES

	Nickel	250	Orange	Orange	Nulle	Rayons ondulés
	Carbure de tungstène	50	Orange clair	Orange clair	Nulle	Fuseaux et rayons
	Stellite	250	Orange	Orange	Nulle	Fuseaux et rayons
	Acier nitruré	1 350	Blanc avec rebrousse	Blanc	Moyenne	Fuseaux et rayons
	Acier à matrice Chr. Tung.	900	Rouge	Paille avec barbe bleue	Grande	Bouquet d'épines
	Acier inoxydable	1 200	Paille	Blanc	Moyenne	Barbes fourchues
	Acier au manganèse	1 150	Blanc éclatant	Blanc	Feux d'artifice	Eclatements en fleurs
	Acier rapide	1 450	Rouge	Paille	Très petite	Eclatements fourchus
	Fonte métallique recuite	750	Rouge	Jaune	Grande	Mélange
	Fonte blanche	500	Rouge	Jaune	Faible	Eclatements en fleurs de lys
	Fonte grise	650	Rouge	Rougeâtre	Moyenne	Eclatements en hallebardes
	Acier extra dur	1 350	Blanc	Blanc	Foisonnement	Eclatements en étoiles doubles ou triples
	Acier doux	1 750	Blanc	Blanc	Faible	Rayons fourchus
	Acier extra doux	1 600	Jaune d'or	Blanc	Très faible	Fuseaux avec barbes
Cuivre, Bronze, Aluminium : nul	Métal.	Longueur approxim. en mm	Couleur à la naissance	Couleur à la queue	Quantité d'étincelles	Types d'étincelles

A. RETRAIT DES PRINCIPAUX MÉTAUX

Nature	Retrait			Nature	Retrait		
	en longueur	en surface	en volume		en longueur	en surface	en volume
Acier coulé	1 : 50	1 : 25	1 : 17	Fer fin	1 : 72	1 : 36	1 : 24
Acier doux	1 : 64	1 : 32	1 : 21	Fonte	1 : 96	1 : 48	1 : 32
Acier fondu	1 : 72	1 : 36	1 : 24	Fonte malléable	1 : 48	1 : 24	1 : 16
Acier puddlé	1 : 173	1 : 36	1 : 24	Laiton	1 : 65	1 : 32	1 : 22
Bronze	1 : 63	1 : 31	1 : 21	Plomb	1 : 92	1 : 46	1 : 31
Etain	1 : 128	1 : 64	1 : 43	Zinc fondu	1 : 62	1 : 31	1 : 21
Fer en barres laminées .	1 : 55	1 : 28	1 : 19				

B. DURETÉS

L'échelle de dureté Vickers sert de référence dans les tableaux ci-après.

1. Conversions pour l'aluminium et ses alliages

HV = Indice de dureté Vickers.

HB = Indice de dureté Brinell.

HR = Indice de dureté Rockwell (B ou C).

HV 10	HB (F/D ² = 5 ou 10)	HRB	HV 10	HB (F/D ² = 5 ou 10)	HRB	HV 10	HB (F/D ² = 5 ou 10)	HRB
210	199,5	95,7	100	95,0	52,5	58	55,1	—
205	194,8	94,8	98	93,1	50,8	56	53,2	—
200	190,0	93,8	96	91,2	49,1	54	51,3	—
195	185,3	92,7	94	89,3	47,2	52	49,4	—
190	180,5	91,6	92	87,4	45,3	50	47,5	—
185	175,8	90,4	90	85,5	43,3	48	45,6	—
180	171,0	89,2	88	83,6	41,3	46	43,7	—
175	166,3	87,9	86	81,7	39,1	44	41,8	—
170	161,5	86,5	84	79,8	36,8	42	39,9	—
165	156,8	85,0	82	77,9	34,4	40	38,0	—
160	152,0	83,4	80	76,0	31,9	38	36,1	—
155	147,3	81,8	78	74,1	—	36	34,2	—
150	142,5	80,0	76	72,2	—	34	32,3	—
145	137,8	78,1	74	70,3	—	32	30,4	—
140	133,0	76,1	72	68,4	—	30	28,5	—
135	128,3	73,9	70	66,5	—	28	26,6	—
130	123,5	71,5	68	64,6	—	26	24,7	—
125	118,8	69,0	66	62,7	—	24	22,8	—
120	114,0	66,3	64	60,8	—	22	20,9	—
115	109,3	63,3	62	58,9	—	20	19,0	—
110	104,5	60,0	60	57,0	—	18	17,1	—
105	99,8	56,4						

2. Conversions pour le cuivre et le laiton

HV 10	HB (F/D ² = 10)	HRB	HV 10	HB (F/D ² = 10)	HRB	HV 10	HB (F/D ² = 10)	HRB
210	199,5	95,7	115	109,3	63,3	68	64,6	—
205	194,8	94,8	110	104,5	60,0	66	62,7	—
200	190,0	93,8	105	99,8	56,4	64	60,8	—
195	185,3	92,7	100	95,0	52,5	62	58,9	—
190	180,5	91,6	98	93,1	50,8	60	57,0	—
185	175,8	90,4	96	91,2	49,1	58	55,1	—
180	171,0	89,2	94	89,3	47,2	56	53,2	—
175	166,3	87,9	92	87,4	45,3	54	51,3	—
170	161,5	86,5	90	85,5	43,3	52	49,4	—
165	156,8	85,0	88	83,6	41,3	50	47,5	—
160	152,0	83,4	86	81,7	39,1	48	45,6	—
155	147,3	81,8	84	79,0	36,8	46	43,7	—
150	142,5	80,0	82	77,9	34,4	44	41,8	—
145	137,8	78,1	80	76,0	31,9	42	39,9	—
140	133,0	76,1	78	74,1	—	40	38,0	—
135	128,3	73,9	76	72,2	—	38	36,1	—
130	123,5	71,5	74	70,3	—	36	34,2	—
125	118,8	69,0	72	68,4	—	34	32,3	—
120	114,0	66,3	70	66,5	—			

C. CHIFFRES DE DURETÉ

Résistance à la rupture donnée à titre indicatif pour les aciers au carbone

Résistance en daN/mm ²	Dureté Brinell	Dureté Vickers	Rockwell B	Rockwell C	Dureté Shore	Résistance en daN/mm ²	Dureté Brinell	Dureté Vickers	Rockwell B	Rockwell C	Dureté Shore
62	182	187	89,5		30	148	432	457	45	62	
64	189	192	91		31	151	441	467	45,8	63	
66	195	197	92,5		32	155	451	478	46,6	64	
68	201	203	94		33	158	457	486	47,2	65	
70	208	210	95,3	15,5	34	161	464	494	48	66	
72,5	215	215	97	17,5	35	165	474	520	48,5	67	
75	223	223	98	19	36	170	485	530	49,2	68	
77,5	230	228	99,3	20,5	37	173	492	540	49,8	69	
80	239	238	100,5	22	38	176	499	550	50,3	70	
82	245	245	101,5	23,5	39	180	507	570	51	71	
84	250	250	102,5	24,5	40	183	514	590	51,6	72	
86	257	256	103,7	25,7	41	187	522	600	52,2	73	
89	266	270	104,8	27	42	191	530	610	52,8	74	
91,5	272	275	105,8	28,3	43	195	538	620	53,4	75	
94	282	285	106,8	29,7	44	200	547	630	54	76	
96	288	287	107,3	30,4	45	203	553	640	54,6	77	
99	297	298	108,3	31,7	46	206	560	626	55	78	
101	304	303	108,8	32,4	47	210	566	636	55,5	79	
104	313	314	109,6	33,5	48	214	573	647	56	80	
106,5	321	320	110	34,5	49	219	582	662	56,8	81	
109	329	328	110,5	35,2	50	222	587	671	57,2	81,7	
112	337	336	111	36	51	225	592	679	58	82,5	
115	345	347	111,5	37	52	228	597	688	58	83	
118	352	356	112	38	53	231	602	197		83,7	
122	363	382	112,5	38,8	54	235	606	707	59	84,5	
125	373	391	113	39,6	55	242	616	727	60	85,7	
128	380	399	113,4	40,5	56	245	622	737		86,5	
131	388	407	113,8	41,2	57	249	627	748	61	87,5	
134	398	418	114,1	42	58	257	637	771	62	89	
137	405	427	114,6	42,8	59	266	648	798	63	90,5	
141	415	437	115	43,5	60	277	659	828	64	92	
144	423	446	115,7	44,2	61	289	670	863	65	93,8	

CHIFFRES DE DURETÉ

Résistance à la rupture donnée à titre indicatif pour les aciers au carbone

Résistance en daN/mm ²	Dureté Brinell	Dureté Vickers	Rockwell B	Rockwell C	Dureté Shore
30	84,6				
31	90,3				
32	95,5		53		
34	101		58		
36	107		63		
38	113		66		
40	118		69		
42	124		71,5		
44	129		73,5		
46	135		75,5		
48	141		77,5		
50	146		79,5		
52	152		81		
54	158		83		
55	163		84,5		
58	169	173	86		
59	174	178	87,5		

H Brinell : diamètre de la bille 10 mm, effort 3 000 daN.

H Vickers : pyramide diamant, angle 136°, effort 50 daN.

H Rockwell B : diamètre de la bille 1/16", effort 100 daN.

H Rockwell C : cône diamant, angle 120°, effort 150 daN.

H Shore : avec scléroscope à indicateur automatique.

USINAGE DE PIÈCES MÉCANIQUES EN NYLON

Outils de coupe

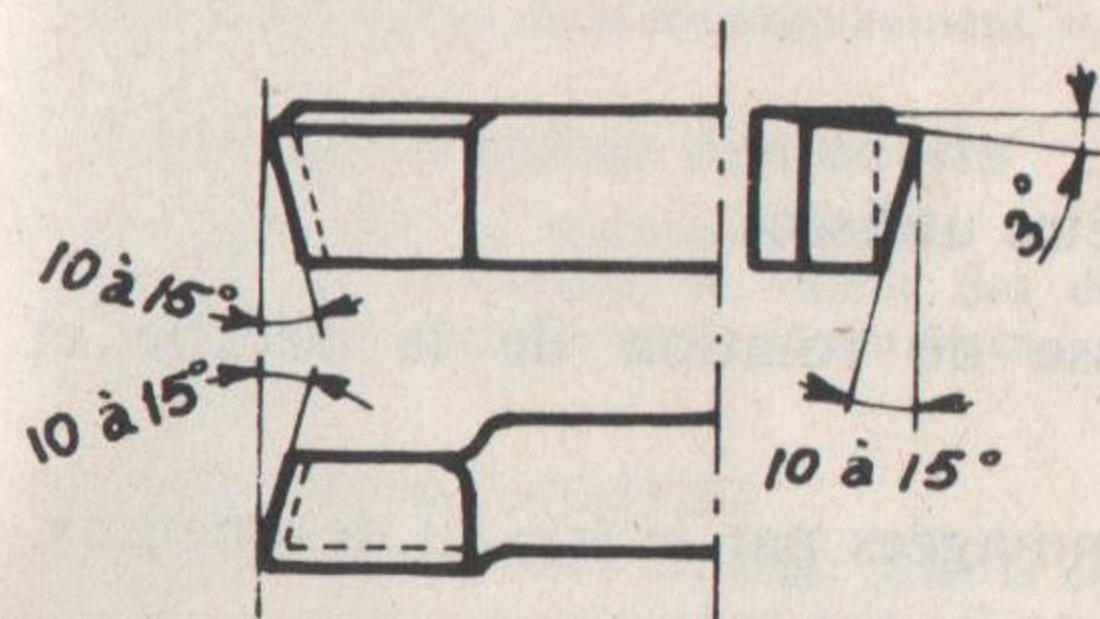
Angles de coupe nuls ou légèrement négatifs, de 90 à 93°.

Outils, de préférence, en acier rapide supérieur ou à mise carbure rapportée.

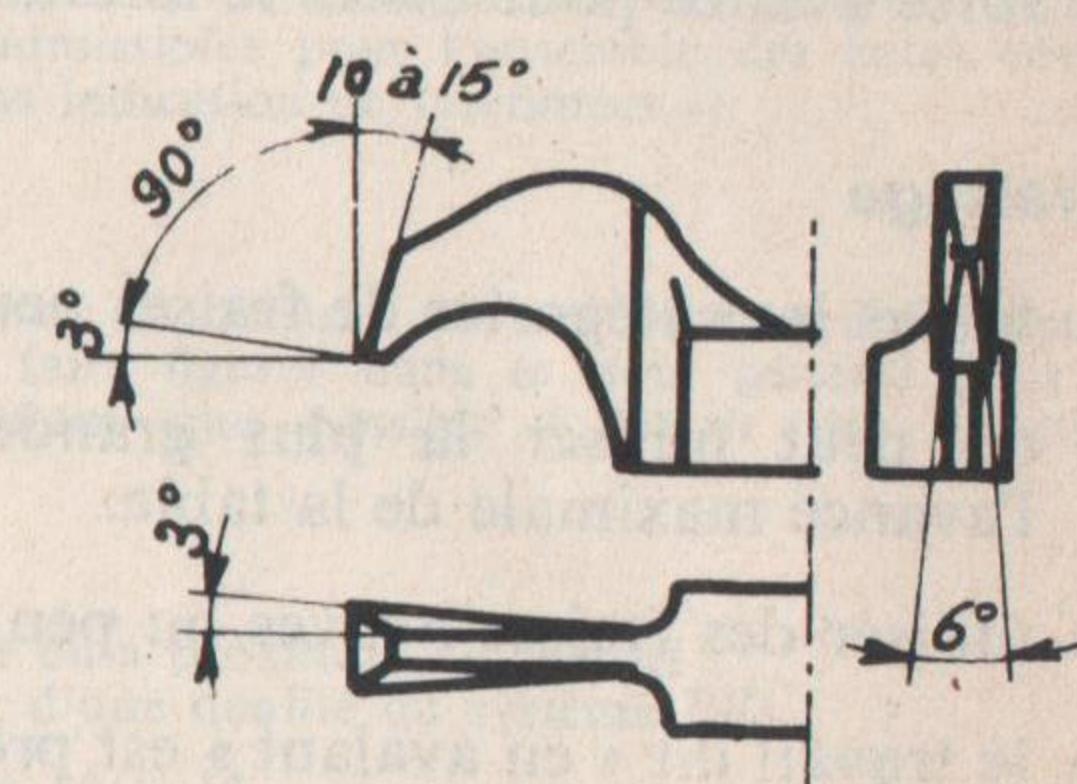
Tournage

- profils recommandés :

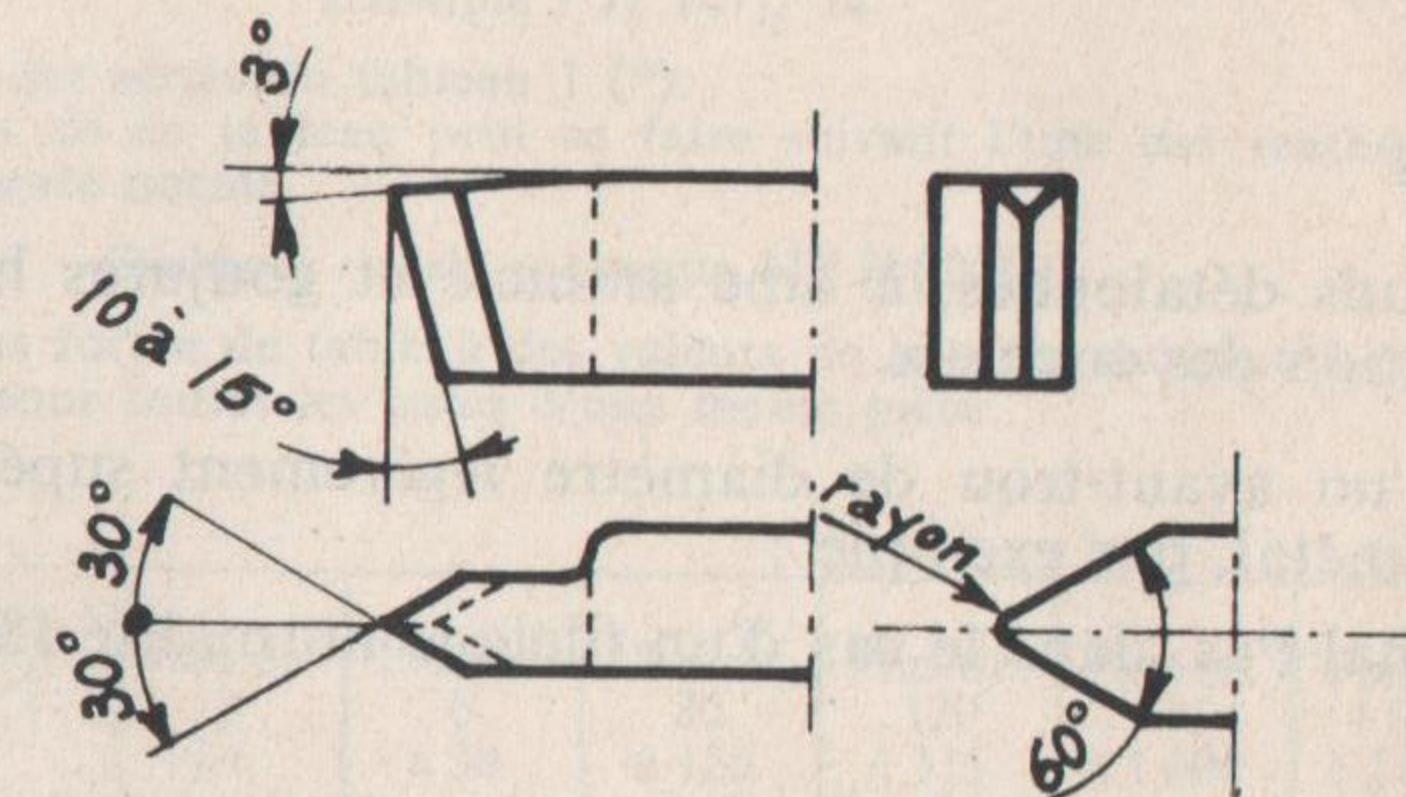
Outil couteau à charioter



Outil à tronçonner



Outil à fileter



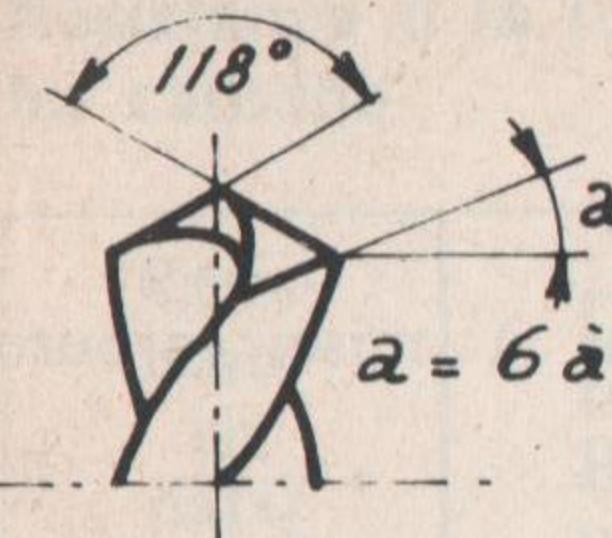
- vitesses usuelles :

vitesse : 50 à 500 m/mn suivant la nature du travail ;

avance : ébauche 0,5 mm par tour ; finition 0,05 mm par tour.

Profondeur de passe : 0,5 à 10 mm suivant la nature de l'opération.

Perçage



- employer, de préférence, des forets en acier rapide à goujures hélicoïdales larges et polies, hélice courte.
- supprimer les arêtes vives des lèvres de coupe.
- amincir l'âme du foret.

- l'angle normal au sommet des lèvres de coupe de 118° peut être réduit jusqu'à 80° .
- la dépouille habituelle de 6° à 8° peut être portée à 12° en cas de forte avance pour éviter le talonnage.

Fraisage

- toutes les catégories de fraises peuvent être utilisées.
- on peut utiliser la plus grande vitesse de rotation de la broche et l'avance maximale de la table.
- utiliser des fraises neuves ou peu endommagées par le travail des métaux.
- le travail dit « en avalant » est préférable.

Taraudage

- les tarauds détalonnes, à âme amincie et goujures hélicoïdales, facilitent l'évacuation des copeaux.
- prévoir un avant-trou de diamètre légèrement supérieur à celui adopté pour le métal, par exemple :

\varnothing nominal-Pas, dans le cas d'un filetage normalisé ISO.

TOLÉRANCES DIMENSIONNELLES

ÉCARTS D'USINAGE POUR COTES SANS INDICATION DE TOLÉRANCES

(d'après NF E 02-350 et ISO 2768)

Ne concerne que les pièces mécaniques usinées ou les surfaces usinées d'une pièce mécanique, c'est-à-dire exécutées par enlèvement de métal.

Définition des cotes dites « sans indication de tolérances »

Toutes les cotes portées sur un dessin de pièce usinée doivent, en principe, être affectées de tolérances, l'indication de la tolérance figurant normalement sur la ligne de cote à la suite de la cote nominale.

Toutefois, pour les éléments du dessin non constitutifs d'ajustements et sans exigence particulière de précision, la tolérance peut simplement être reportée dans un nota général qui donne, en une fois, la valeur des écarts admissibles pour l'ensemble des cotes correspondantes (dites conventionnellement « cote sans indication de tolérances »).

Choix de la valeur des écarts

Il appartient au bureau d'études de déterminer au mieux, et en collaboration avec le bureau des méthodes, la valeur des écarts à faire figurer dans le nota général pour les cotes sans indication de tolérances, mais autant que possible à partir des directives ci-après.

Dimensions linéaires

Prescrire par un nota général, dans le cartouche ou à proximité de celui-ci : Soit un écart correspondant à la tolérance J_s/j_s d'une qualité du système ISO.

Exemple : $J_s 14/j_s 14$

Soit les écarts de l'une des séries du tableau 1 (*).

L'utilisation des valeurs de ce tableau peut se faire suivant l'une des méthodes ci-dessous. Par un renvoi à la présente norme.

Exemple : série moyenne NF E 02-350.

Par la reproduction sous forme de tableau des valeurs de la série choisie (*). Utiliser la même série pour toutes les cotes d'une même pièce.

Tableau 1

Dimensions nominales mm		0,5 à 3	Plus de 3 à 6	Plus de 6 à 30	Plus de 30 à 120	Plus de 120 à 315	Plus de 315 à 1 000	Plus de 1 000 à 2 000	Plus de 2 000 à 4 000
Écarts mm	Série fine	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	—	—	—
	Série moyenne	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2
	Série grossière	—	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3	± 4

Dimensions angulaires

Prescrire par un nota général, dans le cartouche ou à proximité de celui-ci, les écarts donnés dans le tableau 2, ci-après, en fonction de la longueur du côté le plus court de l'angle considéré et exprimés :

- soit en degrés et minutes ;
- soit en pourcentage (nombre de millimètres par 100 mm).

Tableau 2

Longueur en mm du côté le plus court		Jusqu'à 10	Plus de 10 à 50	Plus de 50 à 120	Plus de 120 à 400
Écarts	en degrés et en minutes	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$
	en pourcentage	$\pm 1,8$	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$

Pour les pièces de révolution, il est préférable d'utiliser les écarts exprimés en degrés et minutes.

VOCABULAIRE MULTILINGUE DES TYPES DE MACHINES-OUTILS

(d'après NF E 60-000)

Français	Anglais	Allemand	Espagnol
Machines-outils travaillant le métal par enlèvement	Metal cutting machine tools	Werkzeugmaschinen für die spanende Bearbeitung von Metallen	Máquinas-herramienta para el trabajo de los metales por arranque de viruta
TOURS Tour parallèle à charioter (tour parallèle d'usage général). Tour parallèle à charioter et fileter. Tour parallèle à copier. Tour parallèle à banc rompu. Tour parallèle d'outillage. Tour parallèle à outils multiples. Tour parallèle d'établi. Tour à cycle automatique monobroche : — travail en mandrin ; — travail entre pointes et en mandrin. Tour à cycle automatique multibroches : — travail en mandrin ; — travail entre pointes et en mandrin. Tour à tourelle revolver monobroche : — à barre ; — à mandrin. Tour à tourelle revolver multibroche : — à barre ; — à mandrin. Tour automatique monobroche travaillant dans la barre. Tour automatique multibroche travaillant dans la barre. Tour vertical : — un montant ; — deux montants. Tour frontal (sur banc). Tour en l'air (sur taque). Tour à vilebrequins. Tour à tronçonner les lingots. Tour à écroûter les lingots de section polygonale. Machine à écroûter les barres.	LATHES Sliding lathe (general purpose centre lathe). Sliding and screw-cutting lathe. Copying lathe. Gap bed lathe. Tool room centre lathe. Multi-tool lathe. Bench centre lathe. Automatic cycle lathe, single spindle: — chuck work; — work between centers and chuck work. Automatic cycle lathe, multi-spindle: — chuck work; — work between centers and chuck work. Capstan and turret lathe, single spindle: — bar work; — chuck work. Capstan and turret lathe, multi-spindle: — bar work; — chuck work. Automatic lathe, bar single spindle. Automatic lathe, bar multi-spindle. Vertical boring and turning lathe: — single column; — double column. Front-operated lathe (with a bed). Facing lathe (with a floor). Crankshaft turning lathe. Ingot lathe. Polygon shaping lathe. Bar turning and scalping machine.	DREHMASCHINEN Zugspindeldrehmaschine (Produktionsdrehmaschine). Leit- und Zugspindeldrehmaschine. Nachformdrehmaschine (Kopierdrehmaschine). Drehmaschine mit gekröpftem Bett. Werkzeugmacherdrehmaschine. Vielschnittdrehmaschine. Tischdrehmaschine. Einspindel-Drehmaschine mit automatischen Arbeitsabläufen: — Futterarbeit; — Spitzen- und Futterarbeit. Mehrspindel-Drehmaschinen mit automatischen Arbeitsabläufen: — Futterarbeit; — Spitzen- und Futterarbeit. Einspindel-Revolverdrehmaschine: — Stangenarbeit; — Futterarbeit. Mehrspindel-Revolvermaschine: — Stangenarbeit; — Futterarbeit. Einspindel-Stangendrehautomat. Mehrspindel-Stangendrehautomat. Senkrecht-Drehmaschine (Karussell-Drehmaschine): — Einständer; — Zweiständer. Drehmaschine, frontbedient. Plandrehmaschine. Kurbelwellendrehmaschine. Blockabstechdrehmaschine. Blockdrehmaschine zum Schälen für Polygone. Wellendreh- und Schälmaschine.	TORNOS Torno paralelo de cilindrar. Torno paralelo de cilindrar y roscar. Torno copiador. Torno paralelo con escote. Torno paralelo para utilaje. Torno paralelo de herramientas múltiples. Torno paralelo de sobremesa. Torno monohusillo de ciclo automático: — para trabajo sobre plato; — para trabajo entre puntos y sobre plato. Torno multihusillo de ciclo automático: — para trabajo sobre plato; — para trabajo entre puntos y sobre plato. Torno monohusillo con torre revolver: — para trabajo de barra; — para trabajo sobre plato. Torno multihusillo con torre revolver: — para trabajo de barra; — para trabajo sobre plato. Torno automático monohusillo para barra. Torno automático multihusillo para barra. Torno vertical: — de una columna; — de dos columnas. Torno frontal con bancada. Torno frontal al aire. Torno para cigüeñas. Torno para tronzar lingotes. Máquina para descortezar lingotes (sec. poligonal). Máquina para descortezar barras.

Français

Anglais

Allemand

Espagnol

Machines-outils travaillant le métal par enlèvement

Metal cutting machine tools

Werkzeugmaschinen für die spanende Bearbeitung von Metallen

Máquinas-herramienta para el trabajo de los metales por arranque de viruta

Tour à cylindres de lamoins.
Tour à usiner les essieux (pour ateliers de chemin de fer).
Tour à profiler les bandages de roues montées (pour ateliers de chemin de fer).
Tour à tronçonner, chanfreiner et ébaucher les tubes.
Tour à tourner et fileter les tubes.
Tour à tourner ovale.
Tour à segments de piston.
Tour pour arbres à cames.
Tour à détalonner.

Roll turning lathe.
Railway workshop axle lathe.
Railway workshop wheel lathe.
Pipe cutting-off, bevelling and trimming lathe.
Pipe turning and threading lathe.
Oval turning lathe.
Camshaft turning lathe.
Relieving lathe.

Walzendrehmaschine.
Achsendrehmaschine für Eisenbahn-Werkstätten.
Radsatzdrehmaschine für Eisenbahn-Werkstätten.
Rohr-Abstech-, Anfas- und Entgratdrehmaschine.
Rohr-Dreh- und Gewindeschneidmaschine.
Ovaldrehmaschine.
Kolbenringdrehmaschine.
Nockenwellendrehmaschine.
Hinterdrehmaschine.

Torno para cilindros de laminador.
Torno para ejes de ferrocarril.
Torno para perfilar llantas de ejes montados (de ferrocarril).
Torno para tronzar, achaflanar y rebarbar tubos.
Torno para tornejar y roschar tubos.
Torno para tornejar ovalado.
Torno para segmentos de piston.
Torno para arboles de levas.
Torno para destalonar.

MACHINES À FILETER ET MACHINES À TARAUDER

Machine à fileter à la fraise-disque.
Machine à fileter à la fraise à filets multiples.
Machine à fileter à la fraise-mère.
Machine à fileter à filière ouvrante.

Machine à fileter à peignes tangentiels.
Machine à fileter à l'outil de tour (pour vis-mère).
Machine à fileter à l'outil de tour (par came).
Machine à fileter à outil tournant.
Machine à fileter à outil-pignon.
Machine à fileter à la meule-disque.
Machine à fileter à la meule-mère.
Machine à tarauder universelle.
Machine à tarauder les écrous.

THREADING MACHINES AND TAPPING MACHINES

Thread milling machine with single form cutter.
Thread milling machine with multiform cutter.
Thread milling machine with hob.
Threading machine with open die threading.
Threading machine with tangential chaser.
Threading machine with single point tool threading (for leadscrew).
Threading machine with single point tool (with cam).
Threading machine with rotating tool.
Threading machine with pinion tool.
Threading machine with single rib wheel.
Threading machine with multi-rib wheel.
Universal tapping machine.
Nut tapping machine.

AUSSENGEWINDESCHNEID-MASCHINEN UND INNENGEWINDESCHNEID-MASCHINEN

Außengewindeschneidmaschine mit Scheibenfräser:
— mit Mehrfachgewindefräser;
— mit Abwälzfräser;
— mit Schneidkopf;
— mit Einstahl-Gewindestrehler;
— mit Drehstahl (für Leitspindel);
— mit Drehstahl (mit Nocken);
— mit rotierendem Werkzeug;
— mit Ritzel;
— mit einprofiliger Schleifscheibe;
— mit mehrprofiliger Schleifscheibe.
Universal-Innengewindeschneidmaschine.
Muttern-Gewindebohrmaschine.

ROSCADORAS

Roscadora con fresa de disco.
Roscadora con fresa de filetes múltiples.
Roscadora con fresa madre.
Roscadora con terraja automática.

Roscadora con peines tangenciales.
Roscadora con cuchilla (con accionamiento por husillo).
Roscadora con cuchilla (con accionamiento por leva).
Roscadora con herramienta giratoria.
Roscadora con herramienta piñón.
Roscadora con muela de disco.
Roscadora con muela madre.
Roscadora universal con macho.
Roscadora de tuercas.

MACHINES À ALÉSER ET À FRAISER

Machine à aléser et à fraiser à montant fixe :
— à broche coulissante avec plateau de surfaçage ;
— à broche coulissante sans plateau de surfaçage ;
— à broche non coulissante avec plateau de surfaçage.

BORING AND MILLING MACHINES

Table type boring and milling machine:
— traversing spindle with facing head;
— traversing spindle without facing head;
— facing head type without traversing spindle.

BOHR- UND FRÄSWERKE

Tisch-Bohr- und Fräswerk mit festem Ständer:
— mit Arbeitsspindel und Planscheibe;
— mit Arbeitsspindel ohne Planscheibe;
— ohne Arbeitsspindel mit Planscheibe.

MANDRINADORAS

Mandrinadora-fresadora de columna fija:
— de husillo desplazable con plato de planear;
— de husillo desplazable sin plato de planear;
— de husillo fijo con plato de planear.

Français	Anglais	Allemand	Espagnol
Machines-outils travaillant le métal par enlèvement	Metal cutting machine tools	Werkzeugmaschinen für die spanende Bearbeitung von Metallen	Máquinas-herramienta para el trabajo de los metales por arranque de viruta
Machine à aléser et à fraiser à montant mobile : — à broche coulissante avec plateau de surfaçage ; — à broche coulissante sans plateau de surfaçage ; — à broche non coulissante avec plateau de surfaçage. Machine à aléser et à fraiser à montant mobile et à banc en croix : — à broche horizontale coulissante avec plateau de surfaçage ; — à broche horizontale coulissante sans plateau de surfaçage ; — à broche horizontale non coulissante avec plateau de surfaçage.	Floor type boring and milling machine: — traversing spindle with facing head; — traversing spindle without facing head; — facing head type without traversing spindle. Cross bed type boring and milling machine: — traversing spindle with facing head; — traversing spindle without facing head; — facing head type without traversing spindle.	Platten-Bohr- und Fräswerk mit beweglichem Ständer: — mit Arbeitsspindel und Planscheibe; — mit Arbeitsspindel ohne Planscheibe; — ohne Arbeitsspindel mit Planscheibe. Kreuzbett-Bohr- und Fräswerk mit beweglichem Ständer: — mit waagerechter Arbeitsspindel und Planscheibe; — mit waagerechter Arbeitsspindel ohne Planscheibe; — ohne waagerechte Arbeitsspindel mit Planscheibe.	Mandrinadora-fresadora de columna móvil: — de husillo desplazable con plato de planear; — de husillo desplazable sin plato de planear; — de husillo fijo con plato de planear. Mandrinadora-fresadora de columna móvil y bancada en cruz: — de husillo horizontal desplazable con plato de planear; — de husillo horizontal desplazable sin plato de planear; — de husillo horizontal fijo con plato de planear.
MACHINES À RABOTER Machine à raboter à un montant. Machine à raboter à deux montants. Machine à raboter et fraiser à un montant. Machine à raboter et fraiser à deux montants. Machine à raboter (ou raboter et fraiser) : — avec dispositif de rectification, à un montant ; — avec dispositif de rectification, à deux montants.	PLANING MACHINES Planing machine, single column. Planing machine, double column. Combined planing and milling machine, single column. Combined planing and milling machine, double column. Planing machine (or combined planing and milling machine): — with grinding attachment, single column; — with grinding attachment, double column.	HOBELMASCHINEN Einständer-Hobelmaschine. Zweiständer-Hobelmaschine. Einständer-Hobel- und Fräsmaschine. Zweiständer-Hobel- und Fräsmaschine. Hobelmaschine (oder Hobel- und Fräsmaschine): — mit Schleifeinrichtung, Einständer; — mit Schleifeinrichtung, Zweiständer.	CEPILLADORAS Cepilladora de una columna. Cepilladora de dos columnas. Cepilladora-fresadora de una columna. Cepilladora-fresadora de dos columnas. Cepilladora (o cepilladora-fresadora): — con dispositivo para rectificar, de una columna; — con dispositivo para rectificar, de dos columnas.
ÉTAUX-LIMEURS	SHAPING MACHINES	WAAGERECHT-STOSSMASCHINEN	LIMADORAS
MACHINES À MORTAISER Machine à mortaiser les rainures.	SLOTTING MACHINES Keyseating slotting machine.	SENKRECHT-STOSSMASCHINEN Keilnuten-Stoßmaschine.	MORTAJADORAS Mortajadora de chaveteros.
MACHINES À FRAISER Machine à fraiser à table de hauteur variable (à console). Machine à fraiser à table de hauteur fixe (à banc).	MILLING MACHINES Milling machine with table of various height (knee and column). Milling machine with table of fixed height (bed type).	FRÄSMASCHINEN Konsolfräsmaschine. Fräsmaschine mit festem Tisch.	FRESADORAS Fresadora de consola. Fresadora de bancada fija.

Français	Anglais	Allemand	Espagnol
Machines-outils travaillant le métal par enlèvement	Metal cutting machine tools	Werkzeugmaschinen für die spanende Bearbeitung von Metallen	Máquinas-herramienta para el trabajo de los metales por arranque de viruta
Machine à fraiser genre machine à raboter. Machine à fraiser à reproduire.	Plano-milling machine. Copying milling machine.	Langfräsmaschine. Nachformfräsmaschine (Kopierfräsmaschine)	Fresadora puente. Fresadora copiadora.
Machine à fraiser les rainures. Machine à fraiser les cannelures.	Keyseating milling machine. Spline milling machine.	Keilnutenfräsmaschine. Keilwellenfräsmaschine.	Fresadora para ranuras. Fresadora para ejes acanalados.
MACHINES À PERCER	DRILLING MACHINES	BOHRMASCHINEN	TALADRADORAS
Machine à percer d'établi. Machine à percer à colonne. Machine à percer à montant. Machine à percer radiale. Machine à percer multibroche. Machine à percer à tourelle.	Bench type drilling machine. Pillar type drilling machine. Column type drilling machine. Radial drilling machine. Multi-spindle drilling machine. Turret head drilling machine.	Tischbohrmaschine. Säulenbohrmaschine. Ständerbohrmaschine. Radialbohrmaschine. Gelenkspindelbohrmaschine. Revolverbohrmaschine.	Taladradora de sobremesa. Taladradora de columna cilíndrica. Taladradora de columna prismática. Taladradora radial. Taladradora multihusillo. Taladradora revolver.
MACHINES CONSTRUITES À L'AIDE D'ÉLÉMENTS STANDARD	MODULAR UNIT CONSTRUCTION AND TRANSFER MACHINES	AUFBÄUMASCHINEN AUS BAUEINHEITEN	MÁQUINAS MODULARES
Machine à poste fixe. Machine à transfert rectiligne. Machine à transfert rotatif.	Fixed machine (without transfer). Rectilinear transfer machine. Revolving transfer machine.	Rundtischmaschine. Längstakt-Transferstraße. Rundtakt-Transferstraße.	Máquina de puesto fijo. Máquina de transferencia rectilinea. Máquina de transferencia giratoria.
MACHINES À AFFÛTER LES OUTILS	TOOL AND CUTTER GRINDING MACHINES	WERKZEUGSCHLEIFMASCHINEN	AFILADORADAS DE HERRAMIENTAS
Machine à affûter les forets. Machine à affûter les tarauds. Machine à affûter les peignes à fileter. Machine à affûter les filières. Machine à affûter les fraises. Machine à affûter les alésoirs. Machine à affûter les outils de tournage et de rabotage. Machine à affûter les lames de scies. Machine à affûter les lames de cisailles. Machine à affûter les fraises-mères. Machine à affûter les broches cylindriques. Machine à affûter les broches plates. Machine à affûter universelle.	Twist drill grinding machine. Tap grinding machine. Chaser grinding machine. Threading dies grinding machine. Milling cutter grinding machine. Reamer grinding machine. Lather and planer tool grinding machine. Saw blade sharpening machine. Shear knife sharpening machine. Hob sharpening machine. Cylindrical broach sharpening machine. Flat broach sharpening machine. Tool and cutter general purpose grinding machine.	Spiralbohrer-Schleifmaschine. Gewindebohrer-Schleifmaschine. Strehlerbacken-Schleifmaschine. Gewindeschneideisen-Schleifmaschine. Fräser-Schleifmaschine. Reibahlen-Schleifmaschine. Dreh- und Hobelstähle-Schleifmaschine. Sägen-Schärfmaschine. Scherenmesser-Schärfmaschine. Wälzfräser-Schleifmaschine. Zylinder-Räumwerkzeug-Schärfmaschine. Flach-Räumwerkzeug-Schärfmaschine. Universal-Werkzeugschleifmaschine.	Afiladora para brocas. Afiladora para machos. Afiladora para peines de roscar. Afiladora para terrajas. Afiladora para fresas. Afiladora para escariadores. Afiladora para herramientas de tornear y cepillar. Afiladora para hojas de sierra. Afiladora para cuchillas de cizalla. Afiladora para fresas-madre. Afilodora para brochas cilíndricas. Afiladora para brochas planas. Afiladora universal.

Français

Anglais

Allemand

Espagnol

Machines-outils travaillant le métal par enlèvement	Metal cutting machine tools	Werkzeugmaschinen für die spanende Bearbeitung von Metallen	Máquinas-herramienta para el trabajo de los metales por arranque de viruta
MACHINES À RECTIFIER Machine à rectifier les surfaces de révolution extérieures et intérieures. Machine à rectifier les surfaces de révolution extérieures. Machine à rectifier les surfaces de révolution extérieures sans centre. Machine à rectifier les surfaces de révolution intérieures. Machine à rectifier les surfaces de révolution intérieures sans centre. Machine à rectifier les surfaces planes. Machine à rectifier universelle. Machine à rectifier les filetages. Machine à rectifier les vilebrequins. Machine à rectifier les arbres à cames. Machine à rectifier les profils. Machine à rectifier les cylindres de lamoins. Machine à rectifier les soupapes. Machine à rectifier les arbres cannelés. Machine à rectifier les glissières.	GRINDING MACHINES Cylindrical external and internal grinding machine. Cylindrical external grinding machine. Cylindrical external centreless grinding machine. Cylindrical internal grinding machine. Cylindrical internal centreless grinding machine. Surface grinding machine. General purpose grinding machine. Thread grinding machine. Crankshaft grinding machine. Camshaft grinding machine. Profile grinding machine. Roll grinding machine. Valve grinding machine. Spline shaft grinding machine. Guide-way grinding machine.	SCHLEIFMASCHINEN Außen- und Innen-Rundschleifmaschinen. Außen-Rundschleifmaschine. Spitzenlose Außen-Rundschleifmaschine. Innen-Rundschleifmaschine. Spitzenlose Innen-Rundschleifmaschine. Flachschleifmaschine. Universal-Schleifmaschine. Gewindeschleifmaschine. Kurbelwellen-Schleifmaschine. Nockenwellen-Schleifmaschine. Profilschleifmaschine. Wälzschleifmaschine. Ventilkegel-Schleifmaschine. Keilwellen-Schleifmaschine. Führungsbahnen-Schleifmaschine.	RECTIFICADORAS Rectificadora cilíndrica para interiores y exteriores. Rectificadora cilíndrica para exteriores. Rectificadora sin centros para exteriores. Rectificadora cilíndrica para interiores. Rectificadora sin centros para interiores. Rectificadora plana. Rectificadora universal. Rectificadora para roscas. Rectificadora para cigüeñas. Rectificadora para áboles de levas. Rectificadora para perfiles. Rectificadora para cilindros de laminación. Rectificadora para válvulas. Rectificadora para áboles acanalados. Rectificadora para guías de bancada.
MACHINES À POLIR Machine à polir à bande abrasive. Machine à polir à disques abrasifs.	POLISHING MACHINES Polishing machine with polishing band. Polishing machine with polishing disc.	POLIERMASCHINEN Band-Poliermaschine Scheiben-Poliermaschine.	PULIDORAS Pulidora con banda abrasiva. Pulidora con disco abrasivo.
MACHINES À MEULER	GRINDERS	SCHLEIFBÖCKE	AMOLADORAS
MACHINES À RODER Machine à ronder la pierre. Machine à ronder par poudre abrasive.	HONING AND LAPPING MACHINES Honing machine. Lapping machine.	LÄPPMASCHINEN Ziehschleifmaschine (Honmaschine). Läppmaschine.	LAPEADORAS Y MÁQUINAS DE RODAR Máquinas de rodar con piedra. Lapeadora con polvo abrasivo.
MACHINES À BRUNIR	BURNISHING MACHINES	BRÜNIERMASCHINEN	BRUÑIDORAS

Français	Anglais	Allemand	Espagnol
Machines-outils travaillant le métal par enlèvement	Metal cutting machine tools	Werkzeugmaschinen für die spanende Bearbeitung von Metallen	Máquinas-herramienta para el trabajo de los metales por arranque de viruta
MACHINES À BROCHER Machine à brocher par poussée. Machine à brocher par traction.	BROACHING MACHINES Push type broaching machine. Pull type broaching machine.	RÄUMMASCHINEN Stoß(oder Druck)räummaschine. Ziehräummaschine.	BROCHADORAS Brochadora por empuje. Brochadora por tracción.
MACHINES À POINTER Machine à pointer à col de cygne. Machine à pointer à deux montants.	JIG BORING MACHINES Single column jig boring machine. Double column boring machine.	FEINBOHRMASCHINEN Einständer-Feinbohrmaschine. Doppelständer-Feinbohrmaschine.	PUNTEADORAS Punteadora de una columna. Punteadora de dos columnas.
MACHINES À SCIER Machine à scier à mouvement alternatif. Machine à scier à scie circulaire. Machine à scier à ruban.	SAWING MACHINES Hack sawing machine. Circular sawing machine. Band sawing machine.	SÄGEMASCHINEN Bügelsägemaschine. Kreissägemaschine. Bandsägemaschine.	SIERRAS Sierra alternativa. Sierra circular. Sierra de cinta.
MACHINES À TRONÇONNER Machine à tronçonner à l'outil. Machine à tronçonner à la meule. Machine à tronçonner au disque.	CUTTING-OFF MACHINES Cutting-off machine with single point tool. Cutting-off machine with abrasive wheel. Cutting-off machine with disc.	TRENNMASCHINEN Trennmaschine mit Trennstahl. Trennmaschine mit Schleifscheibe. Trennmaschine mit Reibtrennscheibe.	TRONZADORAS Tronzadora de cuchilla. Tronzadora de muela. Tronzadora de disco.
MACHINES À USINER (TAILLER OU FINIR) LES DENTURES D'ENGRENAGES Machine à tailler les dentures d'engrenages cylindriques. Machine à tailler les dentures d'engrenages coniques. Machine à tailler les dentures de vis sans fin. Machine à tailler les dentures de crémaillères. Machine à rectifier les dentures d'engrenages. Machine à usiner ou ébavurer les entrées de dentures d'engrenages. Machine à raser les dentures d'engrenages.	GEAR CUTTING AND FINISHING MACHINES Spur gear cutting machine. Bevel gear cutting machine. Worm gear cutting machine. Rack cutting machine. Gear grinding machine. Gear chamfering and deburring machine. Gear shaving machine.	VERZAHNMASCHINEN Fräsmaschine für zylindrische Verzahnungen. Kegelrad-Fräsmaschine. Schnecken-Fräsmaschine. Zahnstangen-Fräsmaschine. Schleifmaschine für Verzahnungen. Anfaß- und Entgratmaschine für Verzahnungen. Schabmaschine für Verzahnungen.	TALLADORAS Y MÁQUINAS DE ACABADO PARA ENGRANAJES Talladora para engranajes cilíndricos. Talladora para engranajes cónicos. Talladora para tornillo sin-fin. Talladora para cremalleras. Rectificadora para engranajes. Máquina para achaflanar o redondear entradas de dientes. Afeitadoras para engranajes.

Français	Anglais	Allemand	Espagnol
Machines-outils travaillant le métal par enlèvement	Metal cutting machine tools	Werkzeugmaschinen für die spanende Bearbeitung von Metallen	Máquinas-herramienta para el trabajo de los metales por arranque de viruta
MACHINES UTILISANT DES PROCÉDÉS SPÉCIAUX D'USINAGE Machine d'usinage par électro-érosion. Machine d'usinage par faisceau d'électrons. Machine d'usinage par procédé photonique (laser). Machine d'usinage par jet de plasma. Machine d'usinage par ultra-sons. Machine d'usinage par jet gazeux. Machine d'usinage par jet liquide. Machine d'usinage par procédé électrolytique. Machine d'usinage par procédé chimique.	MACHINES USING SPECIAL MACHINING PROCESSES Spark erosion machine. Electron beam machine. Laser beam machine. Plasma jet machine. Ultrasonic machine. Jet gas machine. Jet stream machine. Electro-discharge machine. Electro-chemical machine.	MASCHINEN FÜR BESONDERE BEARBEITUNG (Abtragmaschinen) Funkenerosionsmaschine. Elektronenstrahlmaschine. Laserstrahlmaschine. Plasmastrahlmaschine. Ultraschallmaschine. Gasstrahlmaschine. Flüssigkeitsstrahlmaschine Elektrochemische Abtragmaschine. Chemische Abtragmaschine.	MÁQUINAS QUE UTILIZAN PROCESOS ESPECIALES DE MECANIZADO Máquina por electroerosión Máquina por haz de electrones. Máquina por rayos Laser. Máquina por chorro de plasma. Máquina por ultrasonidos. Máquina por chorro gaseoso. Máquina por chorro liquido. Máquina por procedimiento electrolítico. Máquina por procedimiento químico.
MACHINES DIVERSES (MÉCANIQUE GÉNÉRALE) Machine à limer. Machine à graver. Machine à diviser rectiligne. Machine à diviser circulaire. Machine à centrer les barres. Machine à centrer et dresser les barres. Machine à chanfreiner ou appointer les barres. Machine à ébavurer à l'outil. Machine à tonneau pour ébavurage ou polissage. Machine à équilibrer. Machine à découper au chalumeau. Machine à forer et aléser les trous profonds. Machine à rayer. Machine à gratter.	MISCELLANEOUS MACHINES Filing machine. Engraving machine. Longitudinal dividing machine. Circular dividing machine. Centring machine. Centring and end facing machine. Chamfering and pointing machine. Single point tool deburring machine. Grinding and polishing drums. Balancing machine. Blow torch cutting-off machine. Deep hole drilling and boring machine. Rifling machine. Scraping machine.	SONSTIGE MASCHINEN Feilmachine. Graviermaschine. Längenteilmachine. Kreisteilmachine. Zentriermaschine. Zentrier- und Plandrehmaschine. Stangenanfaß- und anspitzmaschine. Abgratmaschine. Schleif- und Poliertrommeln. Auswuchtmaschine. Brennschneidmaschine. Tiefloch-Bohrmaschine. Drallziehmaschine. Schabmaschine.	MÁQUINAS DIVERSAS (MECANICA GENERAL) Máquina para limar. Grabadora. Máquina para división rectilínea. Máquina para división circular. Máquina para hacer centros. Máquina para refrentar y hacer centros. Máquina para achaflanar barras. Rebarbadora con cuchilla. Pulidora y rebarbadora de tambor. Equilibradora. Máquina para oxicorte. Máquina para taladrar y mandrinar agujeros pro. Máquina para rayar. Máquina para rasquetear.

Français	Anglais	Allemand	Espagnol
Machines-outils travaillant le métal par formage, par cisaillage	Metal forming machine-tools - shearing machines	Werkzeugmaschinen für die spanlose Umformung-Scheren von Metallen	Máquinas-herramienta para el trabajo de los materiales por deformación y cizallamiento
LAMINOIRS	ROLLING MILLS	WALZWERKSMASCHINEN	LAMINADORES
MACHINES À CISAILLER Machines à cisailleur les métaux en feuilles ou en bandes : — à levier ; — crocodile ; — à guillotine ; — circulaire. Machine à cisailleur les fers et profilés. Machine à cisailleur les billettes et largats.	SHEARING MACHINES Hand lever sheet or band metal shearing machine. Alligator sheet or band metal shearing machine. Guillotine sheet or band metal shearing machine. Circle cutting sheet or band metal shearing machine. Iron and section iron shearing machine. Billet and sheet billet shearing machine.	SCHEREN Scheren für Blech oder Band. Handhebelscheren. Alligatorschere für Blech oder Band. Tafelschere. Kreisschere. Eisen- und Formstahlschere. Knüppel- und Platinenschere.	CIZALLAS Cizallas para hojas o bandas: — manuel de palanca; — de tijera; — de guillotina; — circular. Cizalla para barras y perfiles. Cizalla para pletinas y pasamanos.
MACHINES À GRIGNOTER	NIBBLING MACHINES	AUSHAUMASCHINEN	CIZALLAS DE CONTORNEAR
MACHINES À POINÇONNER	PUNCHING MACHINES	LOCHSTANZEN	PUNZONADORAS
MACHINES À GRUGER	NOTCHING MACHINES	AUSKLINKMASCHINEN	ENTALLADORAS
MACHINES COMBINÉES À CISAILLER, POINÇONNER ET GRUGER	COMBINED SHEARING, PUNCHING NOTCHING MACHINES	KOMBIINIERTE SCHEREN, STANZ- UND AUSKLINKMASCHINEN	MÁQUINAS COMBINADAS PARA CIZALLAR, PUNZONAR Y ENTALLAR
PRESSES Presse mécanique : — à bâti en col de cygne ; — à arcade (ou montants). Presse hydraulique : — à bâti en col de cygne ; — à arcade (ou montants) ; — à colonnes. Presse pneumatique : — à bâti en col de cygne ; — à arcade (ou montants).	PRESSES Mechanical press: — open front; — straight sided. Hydraulic press: — open front; — straight sided; — column. Pneumatic press: — open front; — straight sided.	PRESSEN Mechanische Presse: — Einständer; — Doppelständer. Hydraulische Presse: — Einständer; — Doppelständer; — Säulen. Pneumatische Presse: — Einständer; — Doppelständer.	PRENSAS Prensa mecánica: — de escote o cuello de cisne; — de doble arcada o doble columna. Prensa hidráulica: — de escote o cuello de cisne; — de arcada o doble columna; — de columnas. Prensa neumática: — de escote o cuello de cisne; — de doble columna.

Français	Anglais	Allemand	Espagnol
Machines-outils travaillant le métal par formage, par cisaillage	Metal forming machine tools - shearing machines	Werkzeugmaschinen für die spanlose Umformung-Scheren von Metallen	Máquinas-herramienta para el trabajo de los materiales por deformación y cizallamiento
MACHINES À FORGER Martinet. Marteau-pilon. Mouton. Presse à forger. Balancier.	FORGING MACHINES Hammer. Drop hammer. Forging press. Screw press.	SCHMIEDEMASCHINEN Hammer. Dampf- und Drucklufthammer. Fallhammer. Schmiedepresse. Spindelpresse.	MÁQUINAS PARA FORJAR Martinet. Martillo-pilón. Martillo de caida libre. Prensa para forjar. Prensa de husillo.
MACHINES À FORMER LES FEUILLES OU LES BANDES Machine à rouler. Machine à dresser. Machine à planer. Machine à moleter. Machine à border. Machine à moulurer. Machine à profiler. Machine à serrer les agrafes. Machine à plier. Machine à baguetter. Tour à repousser. Machine à fluotourner.	SHEET OR STRIP FORMING MACHINES Bending rolls machine. Straightening machine. Flattening machine. Knurling machine. Flanging machine. Grimping machine. Profiling machine. Seaming machine. Folding machine. Beading machine. Spinning lathe. Flow turning machine.	BLECH- UND BANDEARBEITUNGSMASCHINEN Rundbiegemaschine. } Richtmaschine. Rändelmaschine. Bördelmaschine. Sickenmaschine. Profilwalzmaschine. Falzmaschine. Abkantmaschine. Wulstmaschine. Drückmaschine. Glattwalzmaschine.	MÁQUINAS PARA CONFORMAR CHAPAS Y BANDAS Curvadora de rodillos. Enderezadora. Aplanadora. Moleteadora. Bordonadora. Molduradora. Perfiladora. Engrapadora. Plegadora. Acanaladora. Torno para repulsar o entallar. Máquina para tornear por deformación plastica (fluotorneado).
MACHINES POUR LA FABRICATION DES EMBALLAGES MÉTALLIQUES	CAN MAKING MACHINES	MASCHINEN FÜR DIE HERSTELLUNG METALLISCHER VERPACKUNGEN	MÁQUINAS PARA LA FABRICACIÓN DE ENVASES METALICOS
MACHINES À FORMER LES BARRES, PROFILÉS OU TUBES Machine à étirer. Machine à profiler. Machine à dresser. Machine à cintrer. Machine à rétreindre. Machine à marteler. Machine à rouler les filets. Machine à rouler les cannelures.	FORMING MACHINES FOR BARRES, SECTIONS OR TUBES Drawing machine. Profiling machine. Straightening machine. Bending machine. Swaging machine. Hammering machine. Thread rolling machine. Spline rolling machine.	UNFORMMASCHINEN FÜR STANGEN, PROFILE ODER ROHRE Ziehmaschine. Profilmaschine. Richtmaschine. Biegemaschine. Reduziermaschine. Hämmermaschine. Gewindewalzmaschine. Nutenwalzmaschine.	MÁQUINAS PARA CONFORMAR BARRAS, PERFILES Y TUBOS Estiradora. Perfiladora. Enderezadora. Curvadora. Recalcadora. Martilladora. Laminadora para roscas. Laminadora para ejes estriados.