

TRAVAUX PRATIQUES N°04

RECTIFICATION

Définition :

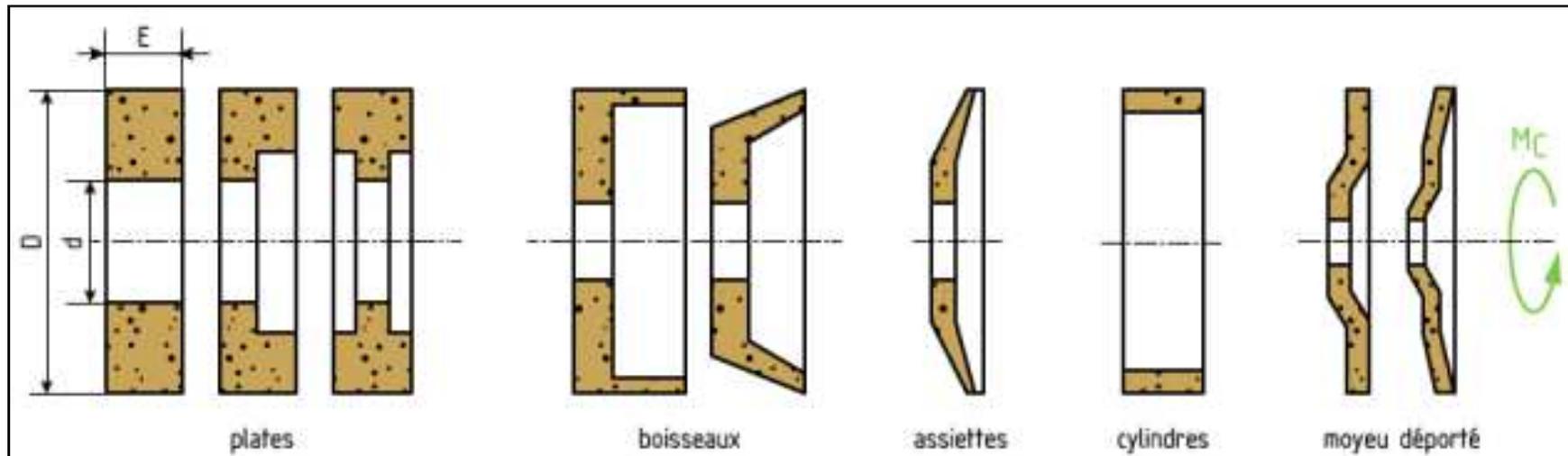
La rectification avec un outil rotatif est un procédé d'usinage à enlèvement de copeaux. L'enlèvement des copeaux se fait par un outil à tranchants multiples dont la géométrie de chaque tranchant individuel n'est pas défini.

La rectification permet des usinages de haute qualité mécanique : qualité meilleure que 6, tolérance de l'ordre du micromètre, état de surface très soigné ($Ra=0.025$), Ra est la rugosité. Cette technique consiste à usiner par abrasion les surfaces des pièces au moyen de cristaux coupants à très grande vitesse de (20 à 60 m/s).

Le copeau est de très petite section (0.01 à 0.001 mm²) et le nombre de copeaux coupés simultanément est très grand (de 10 à 1000).

LES MEULES

Les cristaux d'abrasifs, orientés et agglomérés en solide de révolution, constituent des **meules**. Les meules sont caractérisées par leurs formes et dimensions, qui sont normalisées. La désignation complète d'un produit abrasif aggloméré comprend, dans l'ordre, l'indication de sa forme, de ses dimensions et la spécification de la nature du produit.



Différentes meules

CHOIX DES MEULES

La forme et les dimensions d'une meule sont fonction du mode de travail envisagé, de la forme et des dimensions des surfaces à réaliser.

- *1. **L'abrasif** : son choix dépend de la matière à usiner*
- *2. **La grosseur du grain** : son choix dépend du degré de finition et de dureté du matériau.*

Grain gros : ébauche, matériaux ductiles ;

Grain fin : finition, matériaux durs

- *3. **Grade** : C'est la ténacité de la matière qui lie les grains entre eux, notées par lettres allant de A à Z*
- *4. **La structure** : Elle caractérise la porosité de la meule (Chiffré de 0 à 14)*

Structure ouverte : ébauche, matériaux tendres, grandes surfaces en contact.

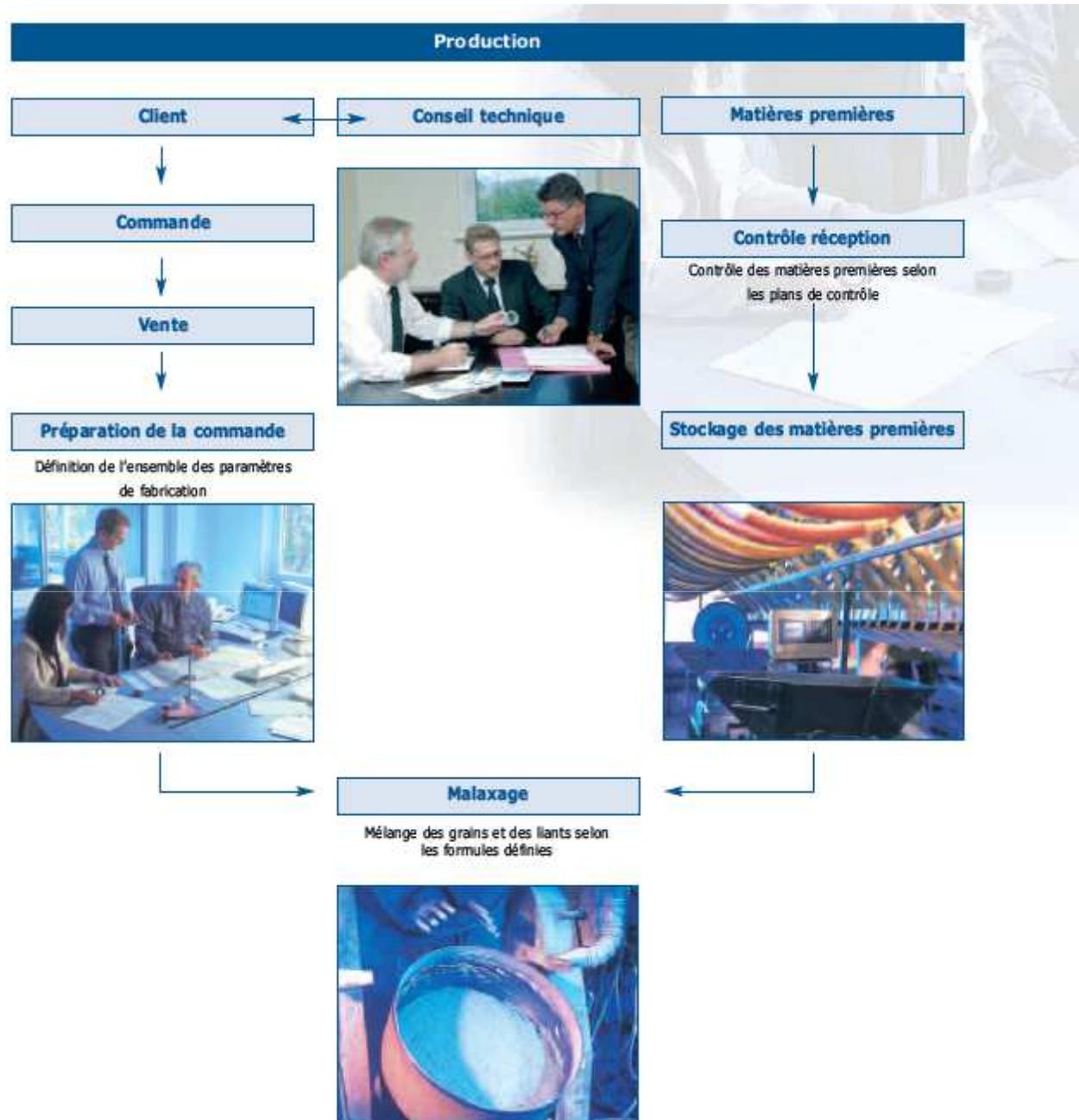
Structure fermée : finition, matériaux durs.

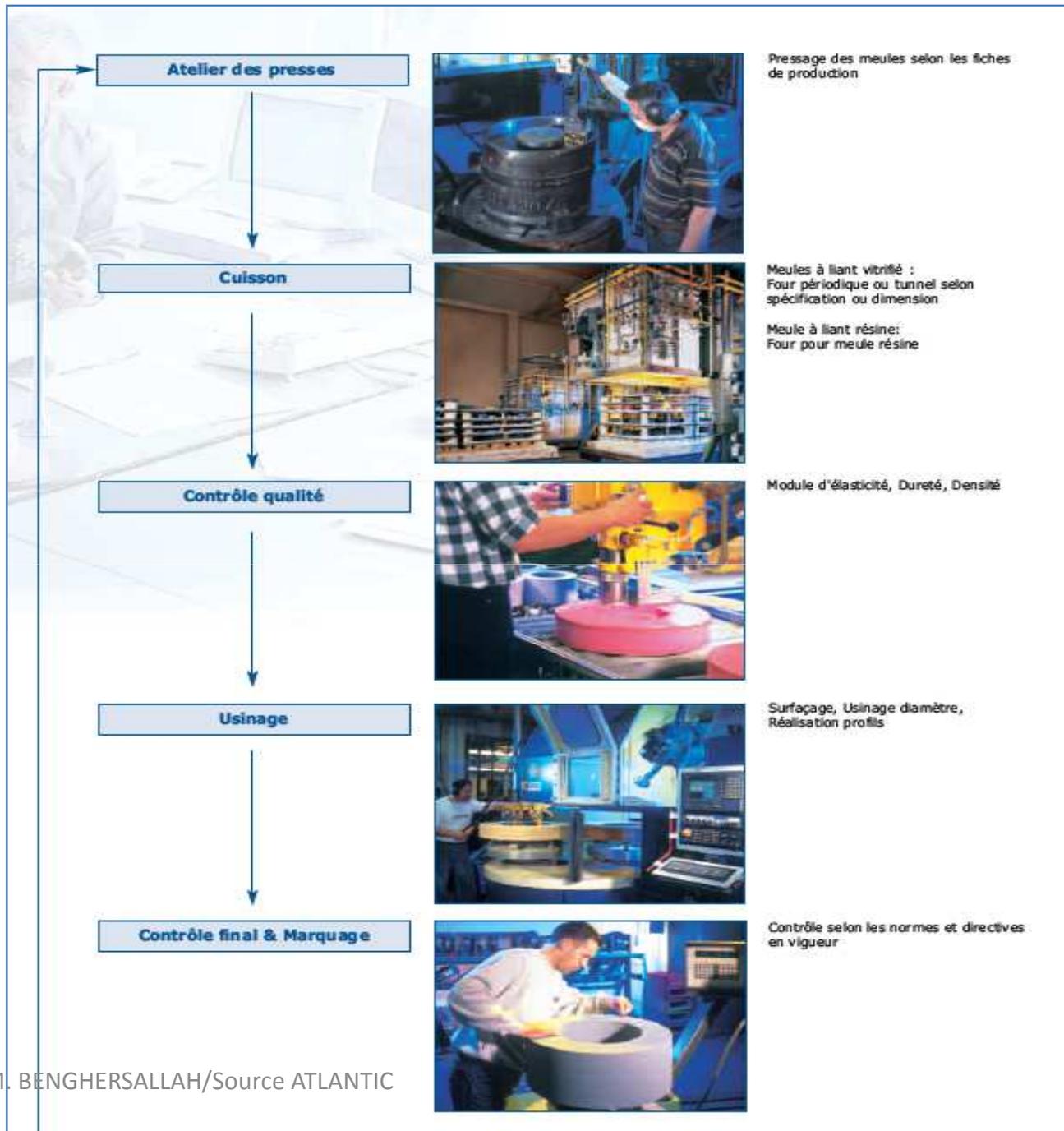
- *5. **L'agglomérant** : il peut être :*

Vitrifié ou céramique (vitesse de coupe $V_c \leq 33\text{m/s}$)

Résinoïde ou élastique : (Vitesse de coupe $\geq 33\text{m/s}$)

Métallique : meules diamant





Désignation des meules – Abrasifs utilisés

Un code en lettres et chiffres définit chaque meule **ATLANTIC**.
Le respect de cette spécification est assuré par une combinaison logique de procédés de contrôle. La documentation des données garantit un suivi et une reproductibilité des meules **ATLANTIC**.

Abrasifs

Les abrasifs utilisés sont composés presque exclusivement de substances cristallines de synthèse. Les matériaux les plus courants sont le corindon (oxyde d'aluminium) et le carbure de silicium.



- 1** Abrasif
- 2** Taille de grain
- 3** Combinaison de grains*
- 4** Dureté
- 5** Structure
- 6** Type de liant
- 7** Nom du liant **ATLANTIC**
- 8** Porosité additive*

* Ces données sont optionnelles

Corindon obtenu par fusion

Le corindon est un oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et se subdivise selon sa pureté en corindon ordinaire, semi-friable et supérieur. Le corindon ordinaire et le corindon semi-friable sont cristallisés à partir de bauxite, le corindon supérieur est cristallisé à partir d'oxyde d'aluminium dans un four à arc à une température d'environ 2 000°C. Différentes adjonctions et un refroidissement paramétré permettent de modifier la ténacité du corindon. La dureté et la fragilité du corindon augmentent parallèlement à la teneur en Al_2O_3 .

Corindon normal 95-96 % Al_2O_3

Abr. NK

Dans les types NK1 à NK9

Corindon semi-friable 97-98 % Al_2O_3

Abr. HK

Dans les types HK1 à HK9

Corindon fritté micro-cristallin

Les corindons frittés micro-cristallins se différencient des corindons classiques obtenus par fusion, tant en termes de fabrication que de propriétés. Leur processus spécial de fabrication les pourvoit d'une structure de grain homogène à fins cristaux.

Cette structure à cristaux fins permet, lorsque croît l'usure des grains, de ne briser que les particules de petite taille de telle manière que le grain est utilisé de façon optimale.

Corindon supérieur 99,5 % Al_2O_3

Abr. EK

Dans les types EK1 à EK9

Corindon fritté micro-cristallin

Abr. EB ou EX

Dans les types EX1 à EX9

Carbure de silicium

Le carbure de silicium (SiC) est un produit purement de synthèse obtenu à partir de sable siliceux et de coke passés dans un four électrique à environ 2200 °C. On différencie le carbure de silicium vert du carbure de silicium noir, d'une ténacité légèrement supérieure.

Le carbure de silicium est plus dur, plus fragile que le corindon, et ses arêtes sont plus vives. Le carbure de silicium est utilisé principalement pour les matériaux durs et fragiles comme la fonte grise et les carbures ainsi que les métaux non-ferreux.

Carbure de silicium

Abr. SC

Dans les types SC1 à SC9

Corindon fritté micro-cristallin

Abr. SB ou SX

Dans les types SX1 à SX9



Corindon supérieur

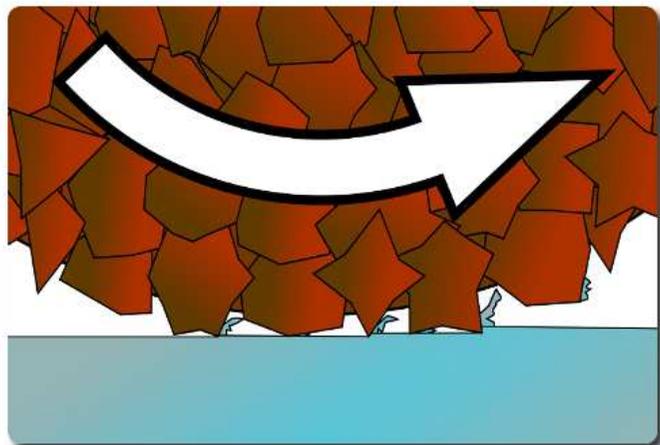
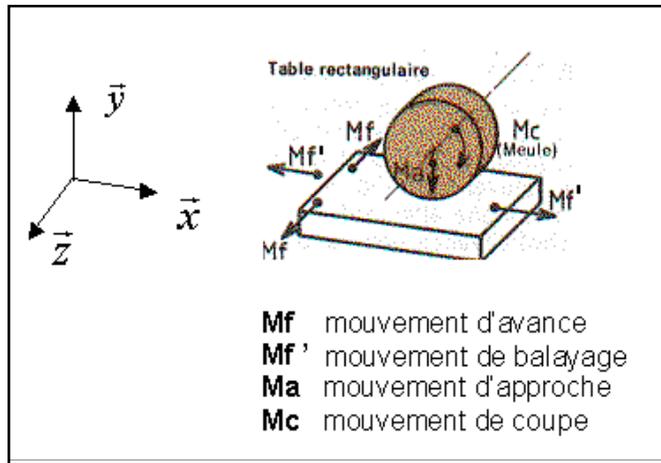


Corindon fritté micro-cristallin

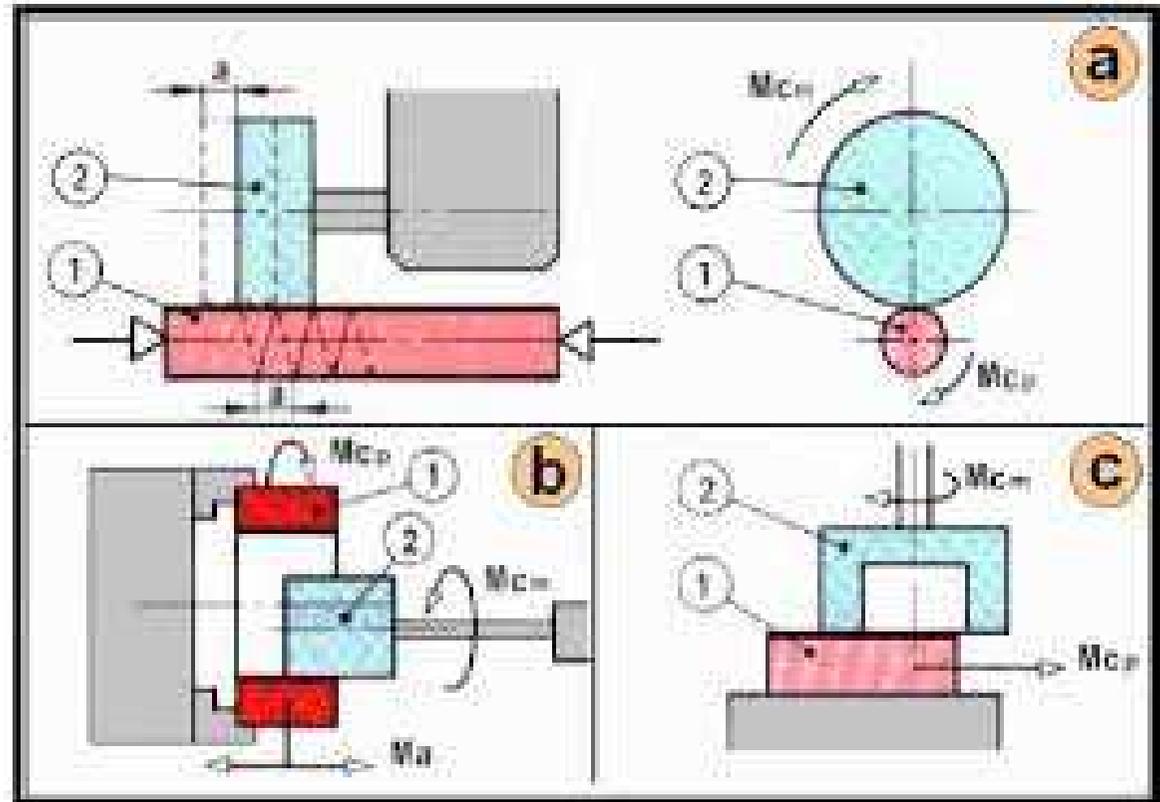


Carbure de silicium

PRINCIPE DE LA RECTIFICATION



Zone de coupe agrandie



Types de rectification

Rectification cylindrique : a) Extérieure,

b) Intérieure

c) Rectification plane avec meule boisseau

Formule de détermination de la vitesse de coupe:

- V_s = Vitesse de coupe en m/s
- $D = \emptyset$ de la meule en mm
- N_s = Vitesse de rotation de la meule en tr/min

$$V_s = \frac{D \times \pi \times N_s}{60 \times 1000} = \text{m/s}$$

Sur la plupart des rectifieuses, la fréquence de rotation ne peut pas être modifiée. Cela signifie que la rectification se fait avec des fréquences de rotation constantes. Pour la rectification plane, la vitesse d'avance v_f correspond à la vitesse de la table. Pour la rectification cylindrique, elle correspond à la vitesse périphérique de la pièce. Le quotient de vitesse q est le rapport entre la vitesse périphérique de la meule et celle de la pièce. Il est déterminé en fonction du procédé d'usinage et du matériau.

Désignation des tailles de grains

Le tableau suivant présente la comparaison des différentes normes internationales.

Désignation des tailles de grains (mesh)	Diamètre de grain moyen en µm		
	DIN ISO 6344	JIS	ANSI
8	2600		
10	2200		
12	1850	1850	1850
14	1559		
16	1300	1300	1300
20	1100	950	950
24	780	780	780
30	650	650	650
36	550	550	550
40		390	
46	390		390
50		330	
60	270	270	270
70	230		230
80	190	190	190
90	160		160
100	140	165	140
120	120	120	120
150	95	95	95
180	80	80	80
200	70		
220	60	70	70
240	45	57	57
280		48	37
320	29	40	29
360		35	23
400	17	30	17
500	13	25	13
600	9	20	9
700		17	
800	7	14	7
1000	5	12	4
1200	3	10	3
1500	2	8	
2000	1	7	
2500		5	
3000		4	
4000		3	
6000		2	
8000		1	

**Macro-
granulométrie**

**Micro-
granulométrie**

Dureté – Structure – Formation de la porosité

Dureté des meules

La dureté définit la résistance du maintien des grains dans la meule.

La dureté est donnée par des lettres, où **A signifie très tendre et Z très dure.**

Formation de la porosité

Le volume des pores est déterminé à partir du volume de grains et du pourcentage de liant. Une porosité importante permet par exemple au liquide de coupe de mieux agir dans la zone de contact pièce/meule et ainsi limiter les risques de brûlure. La porosité de la meule peut être adaptée à l'application technique du client tant en ce qui concerne le type, la taille et la quantité des pores, par l'adjonction d'additifs.

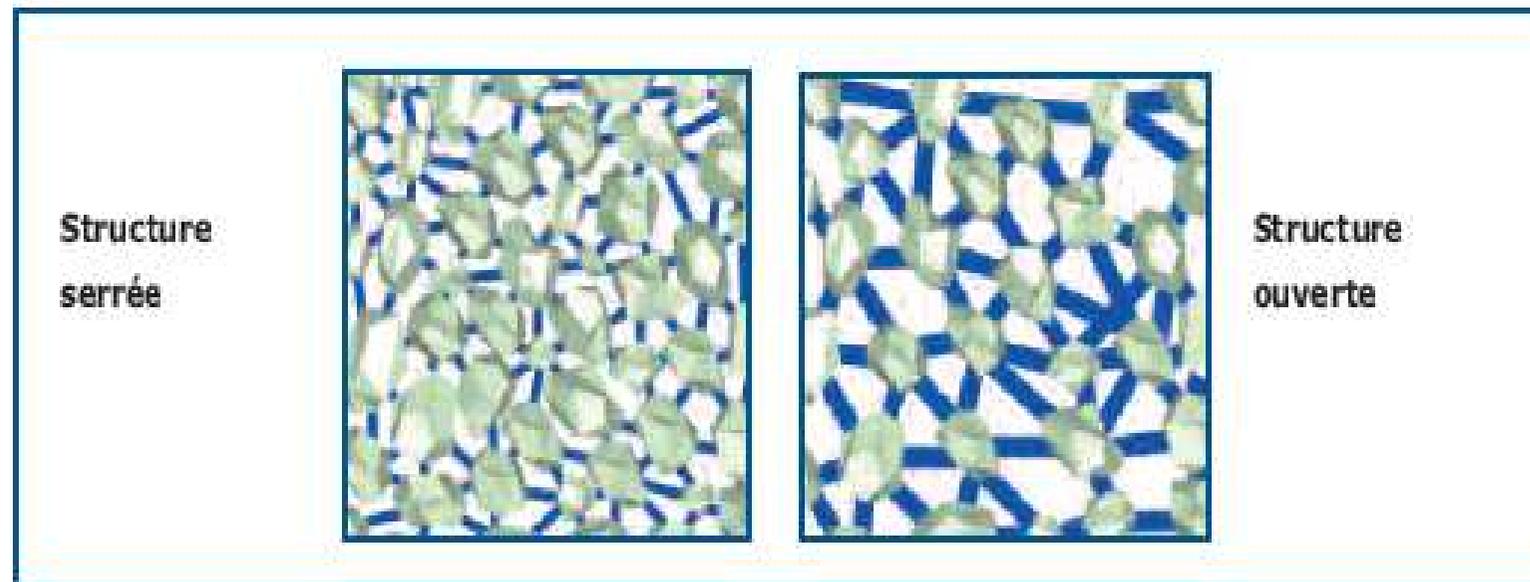
Grade de dureté

A à D	extrêmement tendre
E à G	très tendre
H à K	tendre
L à O	moyen
P à S	dur
T à Z	extrêmement dur

Structure

La structure d'une meule est indiquée par le code de structure, de **1** à **18**. Ce code définit la distance entre chaque grain de la meule. Une valeur de structure faible désigne une structure serrée, contrairement à une valeur élevée qui désigne une structure ouverte.

1 à 4	dense
5 à 7	normale
8 à 11	ouverte
12 à 18	très ouverte



Liants

Le but du liant est de maintenir le grain aussi longtemps que possible dans la meule, jusqu'à ce que l'opération de rectification provoque son érosion. Le liant doit alors libérer le grain, pour qu'un autre grain neuf, présentant des arêtes vives, apparaisse en surface. Le type de liant et sa quantité sont définis selon l'opération de rectification. Les meules existent en deux groupes de liants : les liants vitrifiés (**Identifiant V**) et les liants résine (**Identifiant RE**).

Liants vitrifiés

Les liants vitrifiés se composent de kaolin, de quartz, de feldspath et verre fritté. Le mélange de ces éléments permet de définir les caractéristiques du liant. Les liants vitrifiés présentent une résistance chimique aux huiles et émulsions, mais sont fragiles et sensibles aux chocs. L'usure du liant se produit du fait des forces de frottement qui lui sont imposées pendant la rectification.

Liants résine

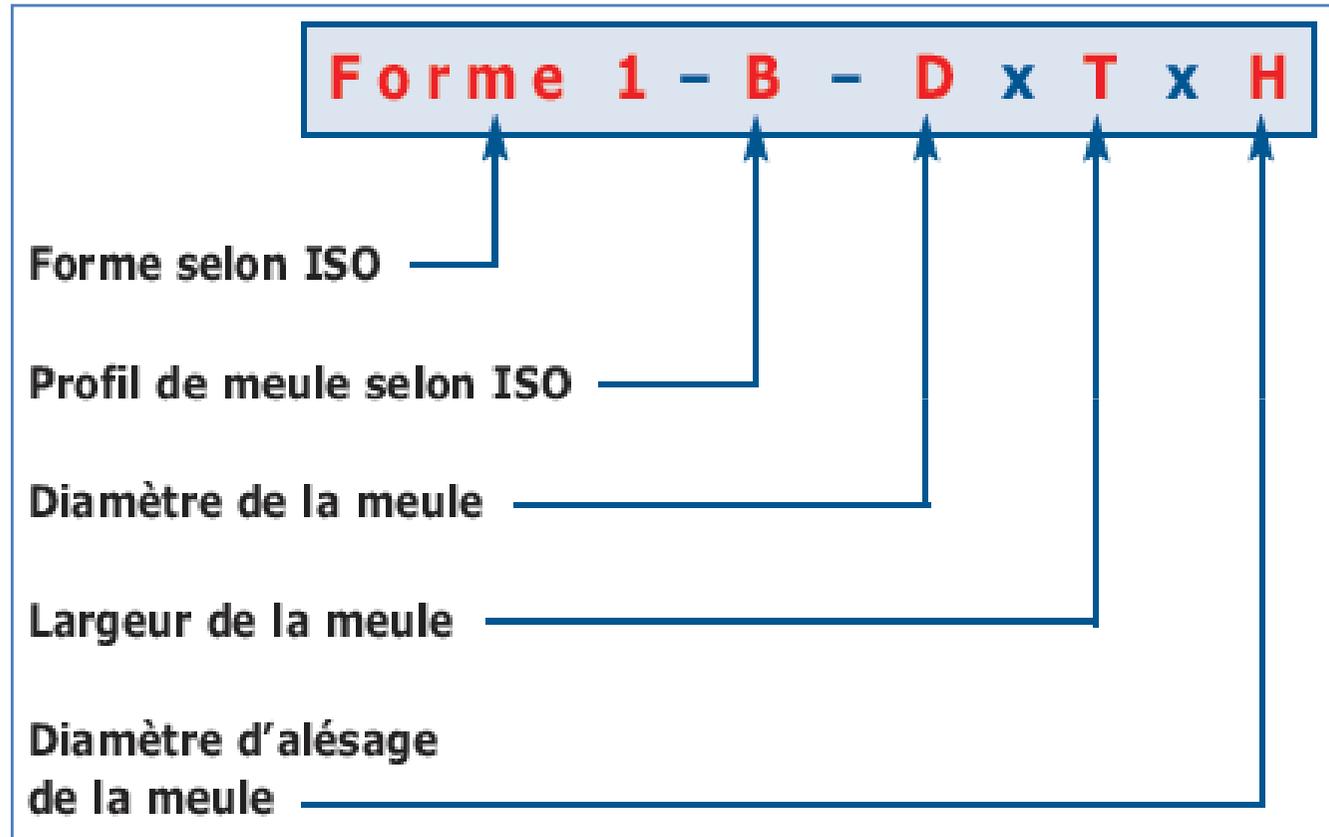
Les liants résine sont fabriqués à partir de résine phénolique. On subdivise ces types de liant en liant sans charge et avec charges. Les propriétés des liants sont définies en variant la résine phénolique ainsi que les matériaux de charge. L'usure du liant est provoquée par la production de chaleur et de forces de frottement lors de la rectification.

L'élasticité des liants de type résine les rend totalement adaptés pour le polissage et la super finition, ainsi que pour l'ébarbage et le meulage à sec. L'emploi d'émulsion implique la prise de précautions pour garantir que la valeur pH ne dépasse que sensiblement 9, une valeur supérieure ayant un effet délétère sur les liants résine.

Types de liant

Liants résine	Applications	Liants vitrifiés
PBD, REI	Rectification plane	VY, VE, VF, VU, VO
-	Rectification dans la masse	WVY, VF, VO
PBD, DC	Rectification lapidaire	VK, VE, VO
DC, REI	Rectification cylindrique extérieure entre-pointes	RVJ, VX, VO
REI, PBD, ES	Rectification centerless en plongée	VK, VT, VF, VO
REI, DM, HS	Rectification centerless en enfilade	VO, VK, VT, VF
ED1, ED9	Meules d'entraînement	V 22
PBD, AX, AL7, DP	Rectification de cylindres	VE, VF, VO
REI, AX, AC	Rectification de barres	VO, VK, VD, VF
-	Rectification de filets	VF, VO
-	Rectification de profil de dentures	VF, VY
ES	Rectification de rouleaux coniques et de faces de rouleaux coniques	-
AL7	Rectification de seringues	-
AX, BM	Rectification de ressorts	VU
REH, REC	Rectification de billes	307
		Liants pour corindon fritté VB ou VY

Formes ISO



Dr. M. BENGHERSALLAH

VIDEO RECTIFICATION PLANE ET CYLINDRIQUE

Ci-joint, le lien pour video you tube.

<https://www.youtube.com/watch?v=KJVw5HxALK4>

<https://www.youtube.com/watch?v=RIod4LF2zes>

<https://www.youtube.com/watch?v=jw4xPhvpiPY>

Bonne lecture