

Influence de l'avance f et du rayon de bec r_ε sur la rugosité en tournage –

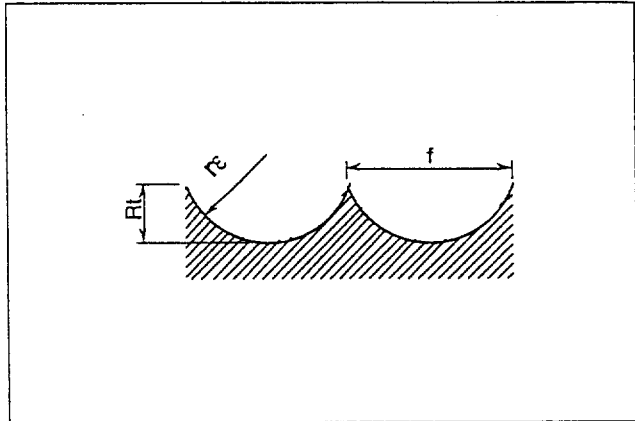
En finition, l'état de surface dépend principalement de l'avance et du rayon de bec de l'outil. Le choix de l'outil et des conditions de coupe doit donc tenir compte de ces influences.

La rugosité théorique peut être déterminée à partir du profil géométrique idéal donné par la figure ci-contre.

Si le rayon de la plaquette est grand devant l'avance, la hauteur maximale du profil de rugosité Rt est donnée par :

$$R_t = 125 \left(\frac{f^2}{r_\epsilon} \right)$$

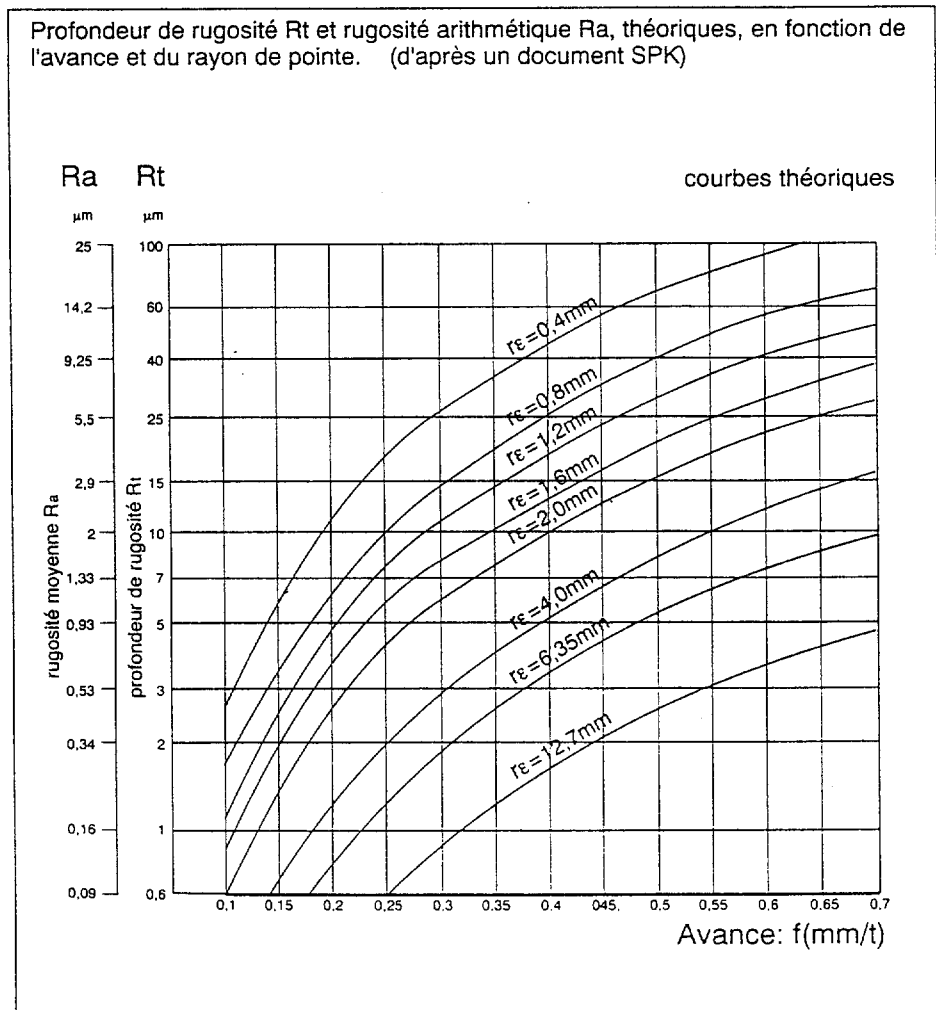
μm mm mm



Remarque : la rugosité réellement obtenue est d'autant plus proche de cette rugosité théorique que les autres conditions de coupe sont optimisées, que l'outil (usure) est dans un bon état géométrique et que la rigidité pièce/outil/ machine est bonne.

Utilisation du diagramme

1. Situer horizontalement la valeur de la rugosité maximale admissible.
2. Situer verticalement l'avance choisie (géométrie de coupe de la plaquette, optimisation...).
3. L'intersection de ces deux droites se situe entre deux courbes. Prendre la valeur de rayon de r_ε sur la courbe supérieure. Si cette valeur n'est pas disponible ou si r_ε est imposé, prendre la valeur de r_ε la plus grande possible et rechercher la valeur de l'avance maximale admissible.



PROGRAMMATION ISO

FONCTIONS M

CODE	FONCTION		DESIGNATION	REVOICATION
	Avant	Après		
M00		•	Arrêt programmé.	Action sur DCY
M01		•	Arrêt optionnel.	Action sur DCY
M02		•	Fin de programme pièce.	% ou EOR
M03	•		Rotation de la broche sens anti-trigonométrique.	M04-M05-M00-M19
M04	•		Rotation de la broche sens trigonométrique.	M03-M05-M00-M19
M05*		•	Arrêt de la broche.	M03-M04
M06		•	Changement d'outil.	Compte-rendu
M07	•		Arrosage n° 2.	M09-M0
M08	•		Arrosage n° 1.	M09-M0
M09*		•	Arrêt des arrosages.	M07-M08
M10		•	Blocage d'axe.	M11
M11	•		Déblocage d'axe.	M10
M19		•	Indexation de la broche.	M03-M04-M05
M40 à M45	•		6 gammes de broche (suivant CNC).	
M48*		•	Validation des potentiomètres de broche et d'avance.	M49
M49	•		Inhibition des potentiomètres de broche et d'avance.	M48
M64*	•		Commande de broche 1.	M65
M65	•		Commande de broche 2.	M64-M02
M66*	•		Utilisation mesure broche 1.	M67
M67	•		Utilisation mesure broche 2.	M66-M02
M998*	•		Mode MODIF, IMD et appel de sous-programme par l'automate autorisé.	M999
M999	•		Masquage par programmation des modes MODIF, IMD et appel de sous-programme par l'automate.	M998-M02

* Fonctions initialisées à la mise sous tension ou à la suite d'une remise à zéro.

Remarques :

Seule la fonction M06 n'est pas modale (1) ; elle est remise à zéro dès la détection par la CNC du compte-rendu de M.

Plusieurs fonctions M décodées peuvent être programmées dans un bloc.

Des fonctions M codées peuvent être définies par le constructeur. Ce sont des fonctions « après ». Une seule de ces fonctions est autorisée par bloc.

(1) modale : Une fonction est dite modale lorsqu'elle reste active jusqu'à sa révocation.

Exemple: si G1 est programmée dans un bloc, cette fonction est active - tous les déplacements suivants seront en G1 - jusqu'à la rencontre d'un G0, G2, G3 ...

PROGRAMMATION ISO

FONCTIONS G

CODE	DESIGNATION	REVOCACTION
G00	Interpolation linéaire en rapide.	G01-01-03-33..
G01*	Interpolation linéaire à la vitesse programmée.	G00-02-03-33..
G02	Interpolation circulaire à la vitesse tangentielle programmée, sens anti-trigo.	G00-01-03-33..
G03	Interpolation circulaire à la vitesse tangentielle programmée, sens trigo.	G00-01-02-33..
G04	Temporisation programmable avec l'adress F.	Fin de bloc
G09	Arrêt précis en fin de bloc avant enchaînement sur le bloc suivant.	Fin de bloc
G10	Arrêt d'usinage sur acquisition du signale « Butée fin de bloc » ou sur détection d'un seuil mesuré, et saut à un autre bloc ou enchaînement sur le suivant.	Fin de bloc
G12	Survitesse par manivelle.	Fin de bloc
G16*	Définition de l'axe de l'outil à l'aide des adresses PR.	Fin de bloc
G20*	Programmation en X et Z.	G21
G21	Programmation cartésienne sur le couple d'axes rotatif (C) et rectiligne (X).	G20
G33	Cycle de filetage à pas constant.	G00-01-02-03
G38	Filage enchaîné sur cône.	G00-01-02-03
G40*	Annulation de correction d'outil suivant le rayon.	G41-42
G41	Correction de rayon d'outil à gauche du profil.	G40-42
G42	Correction de rayon d'outil à droite du profil.	G40-41
G52	Programmation absolue des cotes par rapport à l'origine mesure.	Fin de bloc
G53	Suspension du zéro programme par rapport au zéro machine.	G54
G54*	Validation du zéro programme par rapport au zéro machine.	G53
G59	Décalage d'origine programmé. S'ajoute au décalage validé par G54.	Fin de bloc
G64	Cycle d'ébauche paraxial.	G80
G65	Cycle d'ébauche de gorge.	Fin de bloc
G66	Cycle de défonçage.	Fin de bloc
G70	Entrée des données en pouce.	G71
G71*	Entrée des données en métrique.	G70
G75	Validation d'un sous-programme de dégagement d'urgence.	Fin de bloc
G76	Transfert des valeurs courantes des paramètres dans le programme pièce.	Fin de bloc
G77	Appel inconditionnel d'un sous-prog. ou d'une suite de séquence avec retour.	Fin de bloc
G79	Saut conditionnel ou inconditionnel à une séquence sans retour.	Fin de bloc
G80*	Annulation de cycle d'usinage	G64-83-87
G83	Cycle de déburrage.	G80-64-65-66-87
G87	Cycle de brise-copeaux.	G80-64-65-66-83
G90	Programmation absolue par rapport à l'origine programme.	G91
G91	Programmation relative par rapport au point de départ du bloc.	G90
G92 S...	Limitation de la vitesse de broche.	M02
G92 X ou Z	Présélection de l'origine programme.	Fin de bloc
G94*	Vitesse d'avance exprimée en mm/min	G93-95
G95	Vitesse d'avance exprimée en mm/tour	G93-94
G96	Vitesse de coupe constante.	G97
G97*	Vitesse de broche en tour/min (choix automatique de gamme).	G96
G98	Définition du rayon ou du diamètre de départ lors de l'usinage d'un plateau interpolé avec X et Z ou seul pour le calcul de la vitesse de rotation.	

* Fonctions initialisées à la mise sous tension ou à la suite d'une remise à zéro.

ELECTRO-EROSION ENFONCAGE

Exemple d'utilisation des tables

Emploi des tables

L'exploitation optimale de l'installation s'obtient en exécutant les électrodes avec la sousmesure conseillée par la table.

Exemple:

Conditions à atteindre:

Surface d'érosion

Fp: 3,5 cm²

Rugosité finale

Rz: 24 µm

Deux électrodes:

Sousmesure 1° électrode (∇):
0,62 mm

Sousmesure 2° électrode (∇∇∇):
0,45 mm

Fp cm ²	Vw mm ³ / min	th ₁ %	Prem. imp.	El. Nr.	Dernière imp. 1060		Dernière imp. 1050		Dernière imp. 1040	
					R _a 5,2 µm R _z 28 µm	R _a 4,1 µm R _z 22 µm	R _a 2,8 µm R _z 18 µm			
					Sousmesure ↓		Sousmesure ↓		Sousmesure ↓	
		Min.	Con- seillé	Min.	Con- seillé	Min.	Con- seillé			
0...0,19	1.0	0,8	1011	El. 1	-	-	-	-	0,21	0,21
				El. 2	-	-	-	-	0,2	0,21
0,2...0,49	1,5	0,5	1021	El. 1	-	-	0,3	0,3	0,3	0,3
				El. 2	-	-	0,2	0,28	0,2	0,28
0,5...1,49	7,5	0,3	1031	El. 1	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
				El. 2	0,3	0,32	0,2	0,32	0,2	0,32
1,5...2,99	21	0,3	1041	El. 1	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
				El. 2	0,3	0,45	0,2	0,32	0,2	0,32
3...3,99	50	0,3	1051	El. 1	0,32	0,32	0,32	0,32	0,62	0,62
				El. 2	0,3	0,34	0,2	0,45	0,2	0,45
4...5,99	70	0,15	1061	El. 1	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
				El. 2	0,3	0,54	0,2	0,54	0,2	0,45

Corr. Nbr.	100 - 1	100 - 1	100 - 1	100 - 2	CORRECTION CATALOGUE
Object	Piece	Point	Electrode	Electrode	
Reference	15	0	0	0	
Magazine	0	0	1	2	Page 1
Correct X	000,000	100,000	xxx,xxx	xxx,xxx	
Y	000,000	070,000	xxx,xxx	xxx,xxx	
Z	000,000	000,000	xxx,xxx	xxx,xxx	
C	000,000	000,000	xxx,xxx	xxx,xxx	
Aux 1	000,000	000,000	000,000	000,000	
Aux 2	000,000	000,000	000,000	000,000	
Radius	000,000	000,000	000,310	000,225	
Level	0	0	0	0	
Time	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 /	

$$\frac{0,62}{2} = 0,31$$

$$\frac{0,45}{2} = 0,225$$

Cas particuliers

- Les sousmesures peuvent être les mêmes pour toutes les électrodes (d'ébauche comme de finition).
- Pour les empreintes uniques peu profondes, on peut employer une seule électrode avec la sousmesure de la finisseuse. Dans ce cas, l'étincelage commencera avec une impulsion moins puissante que celle indiquée dans la table.
- En employant des sousmesures plus petit que ceux indiqués dans la table, l'étincelage commencera avec une impulsion moins puissante.
- Impulsion moins puissante: augmentation du temps d'étincelage.
 1. Rugosité finale
 2. Nombre d'impulsions (avec plusieurs électrodes: max. 6 par électrode, avec une seule électrode: max. 5)
 3. Sousmesure (Radius)
 4. Surface d'étincelage FP

Priorité de choix pour usinage de finition

ELECTRO-EROSION ENFONCAGE

Table de régimes Cuivre-Acier

Cu X 210 Cr W 12

Fp cm ²	Vw mm ³ / min	th ₁ %	Prem. imp.	El. Nr.	Dernière imp. 1060		Dernière imp. 1050		Dernière imp. 1040		Dernière imp. 1030		Dernière imp. 1020		Dernière imp. ≤ 1010	
					R _a 5,2 μm	R _z 28 μm	R _a 4,1 μm	R _z 22 μm	R _a 2,8 μm	R _z 18 μm	R _a 1,8 μm	R _z 14 μm	R _a 1,4 μm	R _z 8,5 μm	R _a ≤ 1 μm	R _z ≤ 6 μm
					Sousmesure ↓		Sousmesure ↓		Sousmesure ↓		Sousmesure ↓		Sousmesure ↓		Sousmesure ↓	
					Min.	Con- seillé	Min.	Con- seillé	Min.	Con- seillé	Min.	Con- seillé	Min.	Con- seillé	Min.	Con- seillé
			999	El. 1	-	-	-	-	-	-	0,09	0,1	0,09	0,1	0,09	0,1
				El. 2	-	-	-	-	-	-	0,09	0,1	0,09	0,1	0,09	0,1
0...0.09	0,8	0,8	1001	El. 1	-	-	-	-	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
				El. 2	-	-	-	-	0,125	0,14	0,09	0,14	0,09	0,14	0,09	0,14
0.1...0.19	1,0	0,8	1011	El. 1	-	-	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
				El. 2	-	-	0,2	0,21	0,2	0,21	0,2	0,21	0,2	0,21	0,2	0,21
0.2...0.49	1,5	0,5	1021	El. 1	-	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
				El. 2	-	-	0,2	0,28	0,2	0,28	0,2	0,28	0,2	0,28	0,2	0,28
0.5...1.49	7,5	0,3	1031	El. 1	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
				El. 2	0,3	0,32	0,2	0,32	0,2	0,32	0,2	0,32	0,2	0,32	0,2	0,28
1.5...2.99	21	0,3	1041	El. 1	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
				El. 2	0,3	0,45	0,2	0,32	0,2	0,32	0,2	0,32	0,2	0,32	0,2	0,28
3...3.99	50	0,3	1051	El. 1	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
				El. 2	0,3	0,54	0,2	0,45	0,2	0,45	0,2	0,32	0,2	0,32	0,2	0,28
4...5.99	70	0,15	1061	El. 1	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
				El. 2	0,3	0,54	0,2	0,54	0,2	0,45	0,2	0,45	0,2	0,32	0,2	0,28
6...7.99	105	0,15	1071	El. 1	1,08	1,25	1,08	1,25	1,08	1,25	1,08	1,25	1,08	1,25	1,08	1,25
				El. 2	0,3	0,63	0,3	0,54	0,3	0,54	0,3	0,45	0,3	0,32	0,3	0,63
				El. 3											0,2	0,28
8...14.99	150	0,5	1081	El. 1	1,36	1,6	1,36	1,6	1,36	1,6	1,36	1,6	1,36	1,6	1,36	1,6
				El. 2	0,41	0,63	0,41	0,54	0,41	0,54	0,41	0,45	0,41	0,63	0,41	0,63
				El. 3									0,2	0,28	0,2	0,28
≥ 15	250	0,5	1091	El. 1	1,7	2,0	1,7	2,0	1,7	2,0	1,7	2,0	1,7	2,0	1,7	2,0
				El. 2	0,41	0,63	0,41	0,54	0,41	0,54	0,41	0,45	0,41	0,63	0,41	0,63
				El. 3									0,2	0,28	0,2	0,28

Remarques:

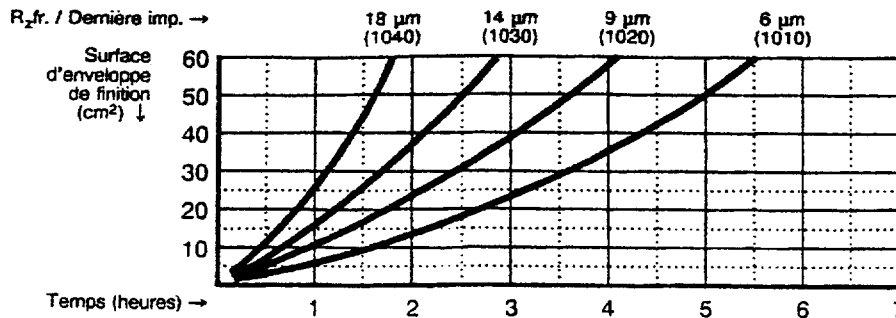
- Le nombre d'électrodes figurant dans le tableau se rapporte à une seule empreinte.
 - Davantage empreintes = plus grande profondeur = plus grande imprécision.
 - Une électrode supplémentaire est recommandée pour chaque groupe de 4 empreintes.
- Exemple: Fp = 3,5 cm²: jusqu'à 3 empreintes: 2 électrodes, 4...7 empreintes: 3 électrodes, 8...11 empreintes: 4 électrodes etc.

Usinages spéciaux avec une électrode:

Fp > 0,1 et Rz ≤ 5 μm → Sousmesure min.: 0,135 mm, Première impulsion: 1001

Calcul des temps de finition

Ces valeurs concernent les électrodes de forme rectangulaire. En présence d'autres formes ou en étincelage planétaire avec des grands rayons, les valeurs doivent être multipliées par un coefficient de 2.



MACHINE A MESURER

LISTE DES FONCTIONS DISPONIBLES

PALPAGE D'ELEMENTS GEOMETRIQUES

- Point
- Plan
- Droite
- Cercle
- Sphère
- Cylindre
- Cône

OPERATIONS

- Attribution d'un nom à un élément
- Rappel d'un élément
- Construction d'éléments : (intersection, projection, par coordonnées,...)
- Calcul de distance
- Calcul d'angle
- Calcul d'intersection

FONCTIONS AUXILIAIRES

- Opération de calcul sur les éléments
- Dégauchissage pièce
- Calibrage des palpeurs