

DONNÉES TECHNIQUES

TOURNAGE - PROBLÈMES/SOLUTIONS.....	P002
CONTRÔLE DU COPEAU AU TOURNAGE.....	P004
TOURNAGE - EFFETS DES CONDITIONS DE COUPE.....	P005
TOURNAGE - GÉOMÉTRIE DES OUTILS.....	P007
CALCUL PUISSANCE DE COUPE.....	P011
SURFAÇAGE - PROBLÈMES/SOLUTIONS.....	P012
GÉOMÉTRIE DES OUTILS (FRAISAGE).....	P013
FORMULES DE SURFAÇAGE.....	P016
FRAISAGE DEUX TAILLES - PROBLÈMES/SOLUTIONS.....	P018
CARACTÉRISTIQUES DES FRAISES DEUX TAILLES.....	P019
SÉLECTION DU PAS EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE CRÊTE.....	P021
PERÇAGE - PROBLÈMES/SOLUTIONS.....	P022
USURE DU FORET ET DOMMAGE DEE L'ARÊTE DE COUPE.....	P023
CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS DES FORETS.....	P024
FORMULES DE PERÇAGE.....	P027
TABLEAU DE COMPARAISON DES MATIÈRES.....	P028
ÉTAT DE SURFACE.....	P032
CORRESPONDANCE DURETÉ.....	P033
TABLE DE TOLÉRANCES DES TROUS.....	P034
TABLEAU DE TOLÉRANCES DES ARBRES.....	P036
DIAMÈTRES FORETS, PERÇAGES AVANT TARAUDAGES.....	P038
DIAMÈTRES DE PERÇAGES POUR VIS À TÊTE SIX PANS ET C.H.C.....	P039
TYPE D'USURE.....	P040
MATÉRIAUX DE COUPE.....	P041
CLASSIFICATION DES NUANCES.....	P042
TABLEAU DE COMPARAISON DES NUANCES.....	P043
TABLEAU DE COMPARAISON DES BRISE-COPEAUX DE PLAQUETTES.....	P048

TOURNAGE - PROBLÈMES/SOLUTIONS

Solution		Choix de la nuance				Conditions de coupe				Géométrie outil					Machine fixation outil				
		Choisir une nuance plus dure	Choisir une nuance plus tenace	Choisir une nuance plus résistante aux chocs thermiques	Choisir une nuance plus résistante au collage	Vitesse de coupe	Avance	Profondeur de passe	Arrosage	Sélection brise-copeaux	Angle de coupe	Rayon de pointe	Angle d'attaque	Chanfrein d'arête	Tolérance plaquette (Frittée → Affûtée)	Augmenter la rigidité du porte-outil	Augmenter la rigidité du bridage de l'outil et de la pièce	Réduire le porte-à-faux du support	Réduire la puissance et le jeu de la machine
Problème	Facteur	Augmenter ↗		Diminuer ↘		Ne pas utiliser de lubrifiant soluble Avec arrosage ou sans		Augmenter ↗				Diminuer ↘							
		Détérioration de la durée de vie de l'outil	Usure rapide des plaquettes réversibles	Nuance d'outil inappropriée	●														
Géométrie d'arête de coupe inappropriée										●	↗	↗	↗	↘					
Vitesse de coupe inappropriée							↘	↗		●									
Effritement ou cassure de l'arête de coupe	Nuance d'outil inappropriée			●															
	Conditions de coupe inadaptées							↘	↘										
	Géométrie arête inadaptée									●		↗		↗					
	Rupture thermique				●		↘	↘	↘	●	●								
Tranchant accumulé			●		↗	↗		●	●										
Rigidité insuffisante														●	●	●	●		
Hors tolérance	Cotes non constantes									●	●	↘	↘	↘	●	●	●	●	
	Ajustement fréquent nécessaire en raison d'une sur-dimension	●																	
Détérioration de l'état de surface	Mauvais état de surface	Soudure du copeau					↗		●	●									
		Géométrie d'arête de coupe inappropriée								●		↗							
		Broutements					↘	↘	↘						●	●	●	●	
Génération de chaleur	Surchauffe pièce précision aléatoire, usure plaquette	Conditions de coupe inadaptées					↘	↘	↘										
		Géométrie d'arête de coupe inappropriée								●	↗			↘					

Solution		Choix de la nuance				Conditions de coupe				Géométrie outil				Machine fixation outil					
		Choisir une nuance plus dure	Choisir une nuance plus tenace	Choisir une nuance plus résistante aux chocs thermiques	Choisir une nuance plus résistante au collage	Vitesse de coupe	Avance	Profondeur de passe	Arrosage	Angle de coupe	Rayon de pointe	Angle d'attaque	Chanfrein d'arête	Tolérance plaquette (Frittée → Affûtée)	Augmenter la rigidité du porte-outil	Augmenter la rigidité du bridage de l'outil et de la pièce	Réduire le porte-à-faux du support	Réduire la puissance et le jeu de la machine	
Problème	Facteur																		
Bavures, écaillage etc.	Bavures (acier, aluminium)	Abrasion en cratère	●																
		Conditions de coupe inadaptées					↙ ●	● ↘			● Avec								
		Géométrie d'arête de coupe inappropriée									●	↗ ●	● ↘	● ↘	● ↘				
	Écaillage de la pièce (fonte grise)	Conditions de coupe inadaptées						● ↘	● ↘										
		Géométrie d'arête de coupe inappropriée									●	↗ ●	↗ ●	↗ ●	● ↘				
		Vibrations													●	●	●	●	
	Bavures (acier doux)	Nuance d'outil inappropriée			●														
		Conditions de coupe inadaptées					↗ ●			●	● Avec								
		Géométrie d'arête de coupe inappropriée									●	↗ ●		● ↘					
		Vibrations													●	●	●	●	
	Mauvaise formation copeaux	Copeaux longs	Conditions de coupe inadaptées				● ↘	● ↗	● ↗		● Avec								
			Grande plage de contrôle des copeaux								●								
Géométrie d'arête de coupe inappropriée												● ↘	● ↘						
Les copeaux sont courts et divisés		Conditions de coupe inadaptées					● ↘	● ↘		● Sans									
		Petite plage de contrôle des copeaux								●									
		Géométrie d'arête de coupe inappropriée										● ↗	● ↗						

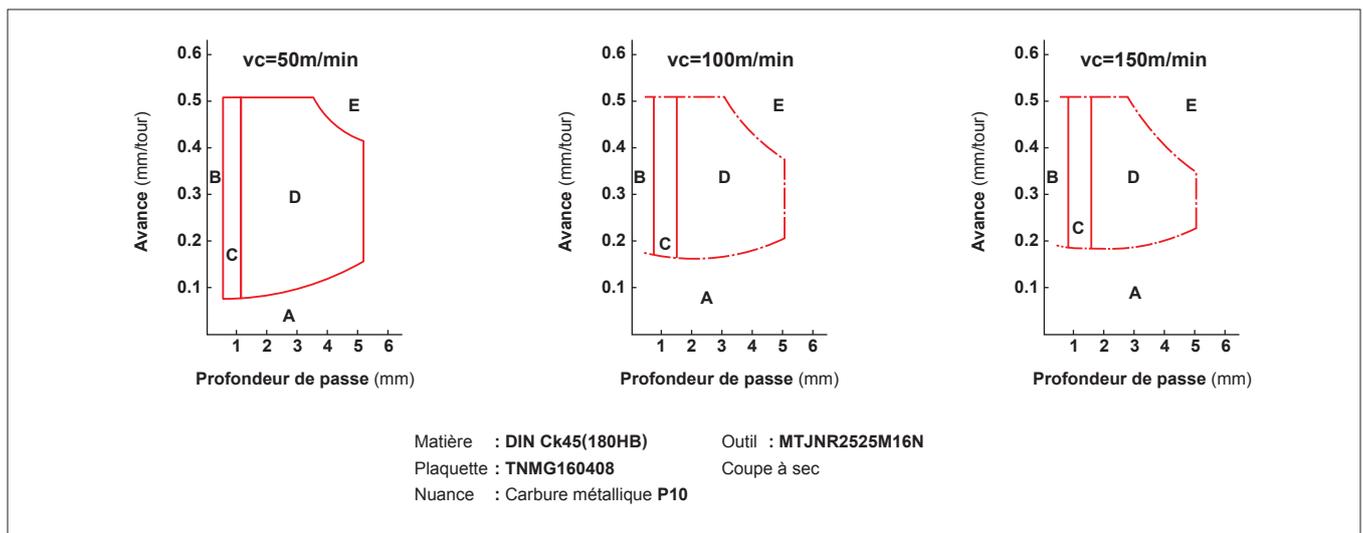
CONTRÔLE DU COPEAU AU TOURNAGE

FRACTIONNEMENT COPEAUX EN TOURNAGE ACIER

Type	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E
Faible profondeur de passe $d < 7\text{mm}$					
Grande profondeur de passe $d=7-15\text{mm}$					
Longueur copeau l	Pas en spirale	$l \geq 50\text{mm}$	$l \leq 50\text{mm}$ 1-5 spirale	$\cong 1$ spirale	Moins de 1 Demie spirale
Nota	<ul style="list-style-type: none"> ● Forme continue irrégulière ● Copeaux enroulés autour de la pièce et de l'outil 	<ul style="list-style-type: none"> ● Forme régulière continue ● Copeaux longs 	Bon	Bon	<ul style="list-style-type: none"> ● Copeaux giclent ● Broutements ● Mauvais état de surface ● Maximum

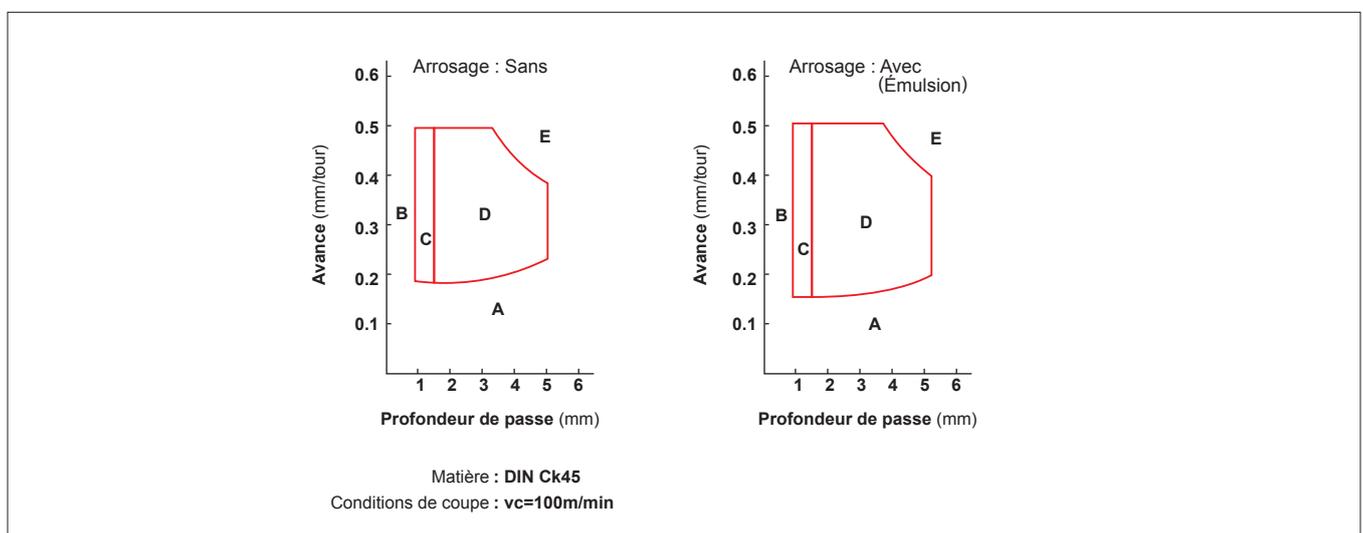
● Vitesse de coupe et plage de contrôle des copeaux du brise-copeaux

Règle générale : lorsque la vitesse de coupe augmente, la plage de contrôle des copeaux diminue.



● Effets d'un liquide de coupe sur la plage de contrôle des copeaux d'un brise-copeaux

À vitesse égale, le contrôle de copeaux varie si le liquide de coupe est utilisé ou non.



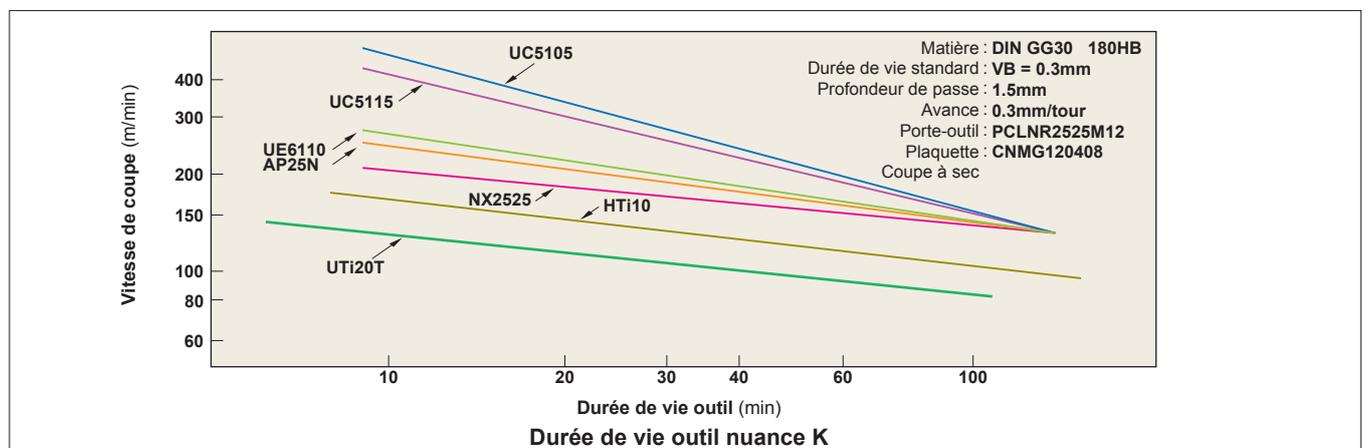
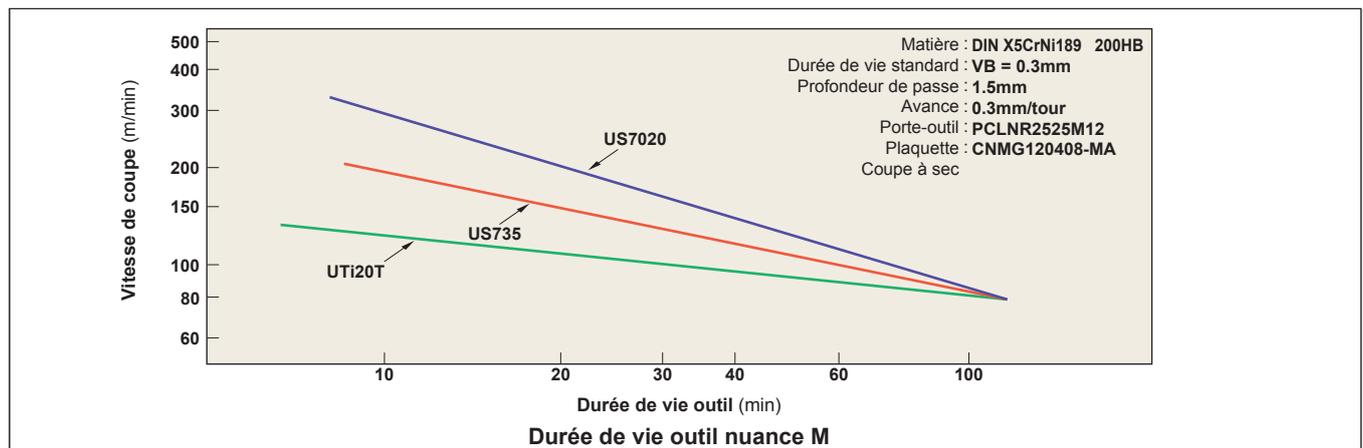
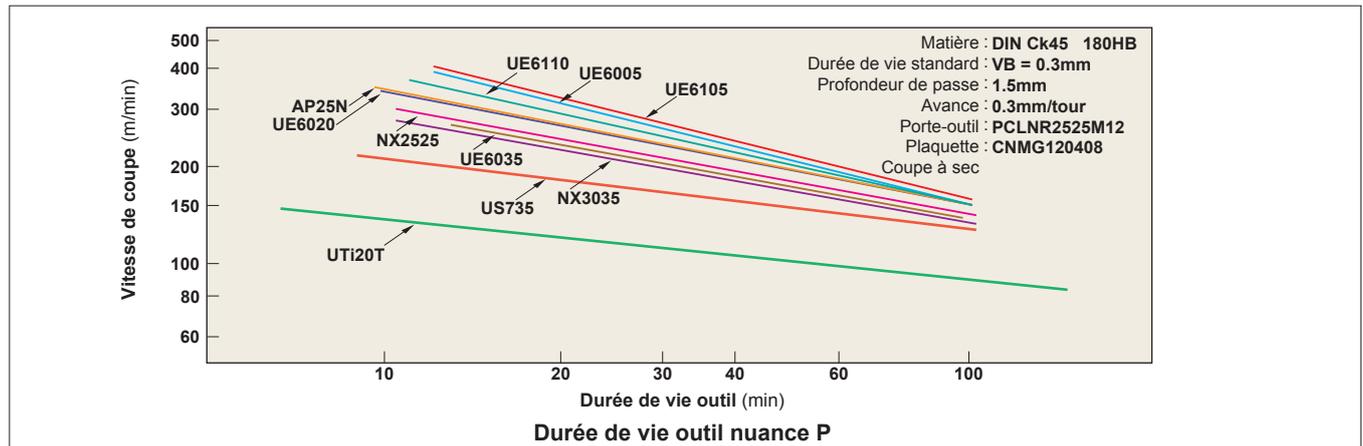
TOURNAGE - EFFETS DES CONDITIONS DE COUPE

EFFETS DES CONDITIONS DE COUPE

Les conditions de coupe idéales sont la réduction du temps d'usinage, une longue durée de vie, une grande précision d'usinage. Pour obtenir ces conditions, il est nécessaire de bien sélectionner l'outil, en fonction de la matière, de la dureté, de la géométrie et des capacités de la machine.

VITESSE DE COUPE

La vitesse de coupe est prépondérante pour la durée de vie de l'outil. Augmenter la vitesse de coupe accroît la température et réduit ainsi la durée de vie. La vitesse de coupe varie selon le type et la dureté de la matière à usiner. Il est nécessaire de sélectionner la nuance adaptée à la vitesse de coupe.



Effets de la vitesse de coupe

- Augmenter la vitesse de coupe de 20% réduit la durée de vie de l'outil de 50%, Augmenter la vitesse de coupe de 50% réduit la durée de vie de l'outil de 80%.
- Usiner avec une faible vitesse de coupe (20–40m/min) peut causer des broutements. La durée de vie de l'outil en est réduite.

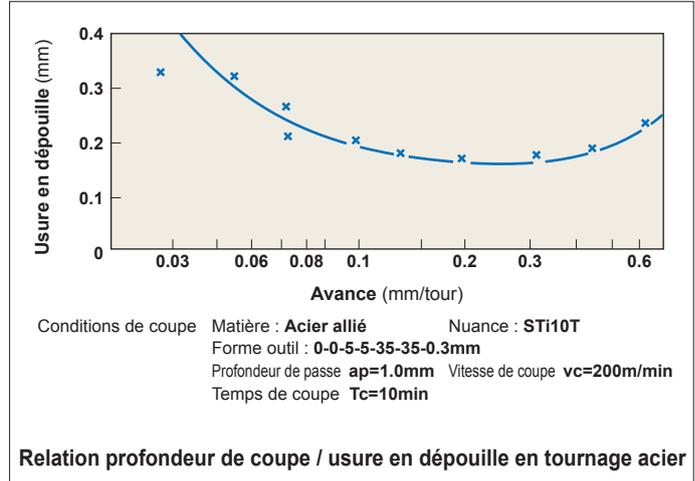
TOURNAGE - EFFETS DES CONDITIONS DE COUPE

■ AVANCE

En usinant avec un outil standard de tournage, l'avance est la distance effectuée par l'outil pendant que la pièce fait un tour sur elle-même. En fraisage, l'avance est la distance parcourue par la table pendant un tour de rotation de la fraise divisé par le nombre de dents. C'est pourquoi, c'est indiqué avance par dent. L'avance définit l'état de surface.

● Effets de l'avance

1. Une avance trop faible provoque une usure en dépouille et réduit la durée de vie de l'outil.
2. Augmenter le taux d'avance augmente la température de coupe et l'usure en dépouille. Les effets sur la durée de vie de l'outil sont minimes par rapport à ceux provoqués par la vitesse de coupe.
3. Augmenter le taux d'avance améliore le rendement de l'usinage.

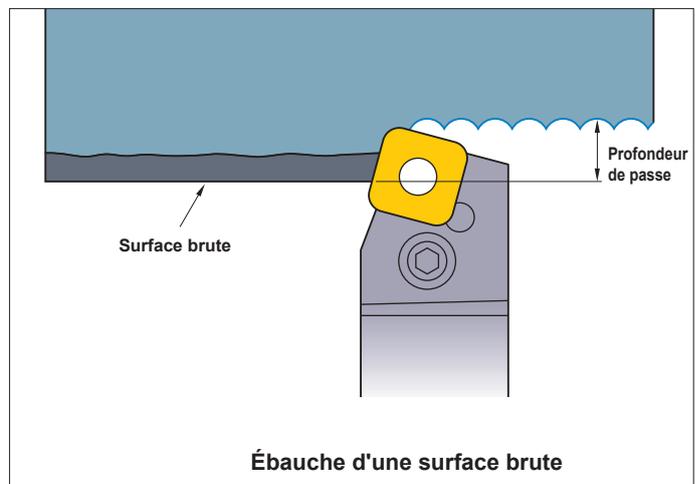
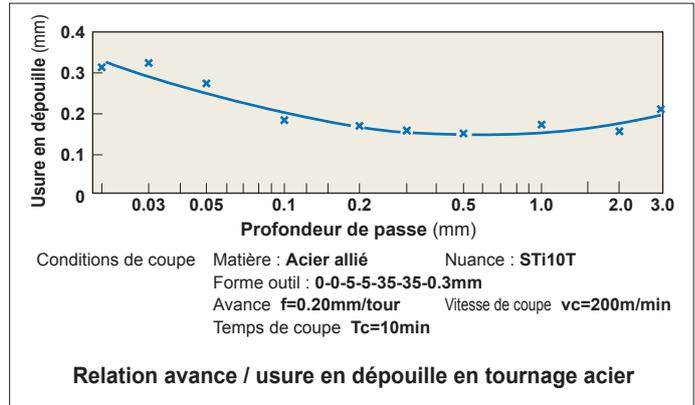


■ PROFONDEUR DE COUPE

La profondeur de passe est déterminée en fonction du volume à usiner, de la forme du brut, de la puissance et de la rigidité de la machine ainsi que du porte-à-faux outil.

● Effets de la profondeur de passe

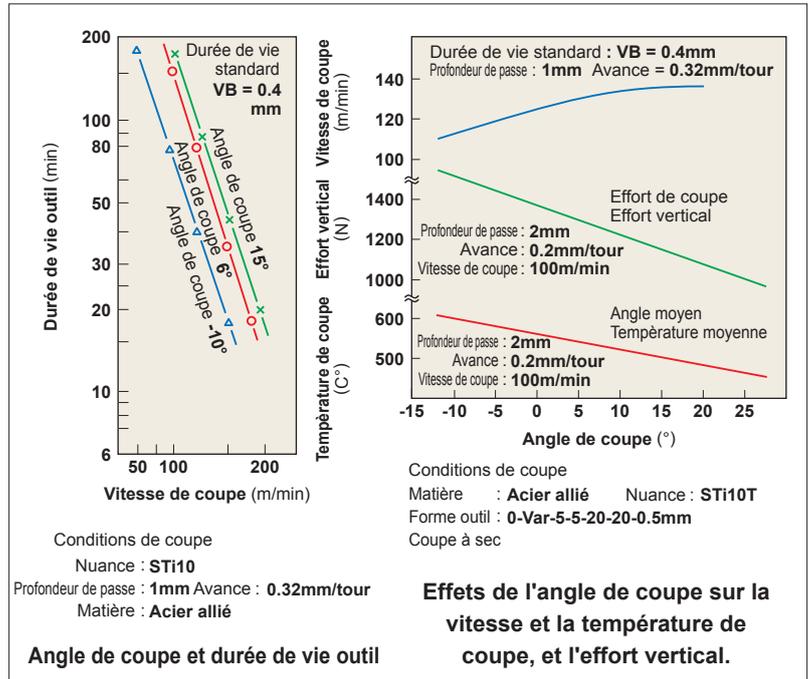
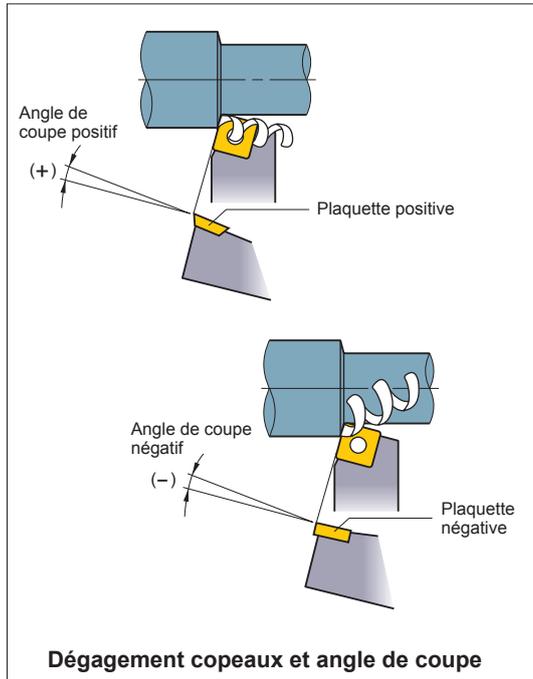
1. Changer la profondeur de passe n'influe pas de façon importante sur la durée de vie de l'outil.
2. Une trop faible profondeur de passe provoque un écouissage de la pièce. La durée de vie de l'outil en est réduite.
3. Dans le cas d'usinage de brut, et d'écroûtage, ou surfaces irrégulières, il faut augmenter la profondeur de passe d'autant que le permet la machine, afin d'éviter l'écaillage et l'usure anormale du rayon de la plaquette.



TOURNAGE - GÉOMÉTRIE DES OUTILS

ANGLE DE COUPE

L'angle de coupe est l'angle de l'arête de coupe qui influe principalement sur la résistance et la température de coupe, la formation des copeaux, et la durée de vie de l'outil.



Effets de l'angle de coupe

1. Augmenter l'angle de coupe dans le sens positif (+) améliore l'acuité.
2. Augmenter l'angle de coupe de 1° positif (+) réduit la puissance absorbée d'environ 1%.
3. Augmenter l'angle de coupe dans le sens positif (+) diminue l'effort de coupe, et l'augmente dans le sens négatif (-).

Quand augmenter l'angle de coupe dans le sens négatif (-)

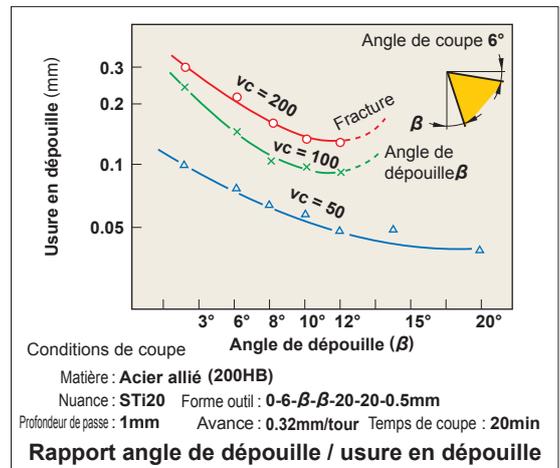
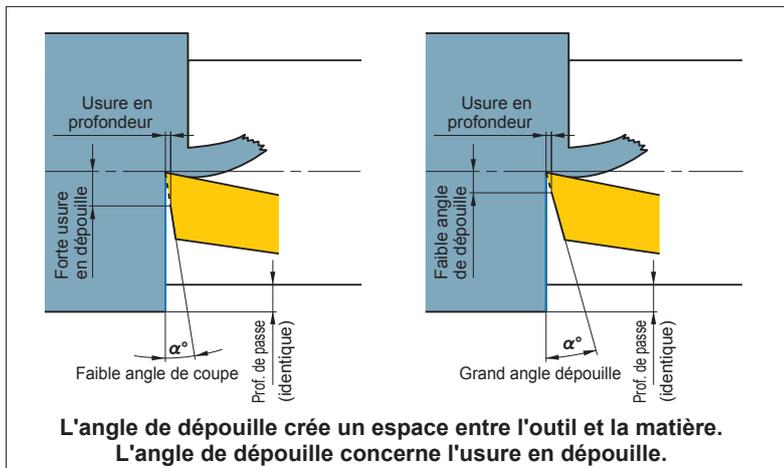
- Matière dure.
- Lorsqu'une arête renforcée est requis comme la coupe interrompue et l'usinage de surfaces brutes.

Quand augmenter l'angle de coupe dans le sens positif (+)

- Matières souples.
- Matière facile à usiner.
- Quand la matière ou la machine présentent une faible rigidité.

ANGLE DE DÉPOUILLE

L'angle de dépouille évite la friction entre la face de dépouille et la matière en fonction de l'avance.



Effets de l'angle de dépouille

1. Augmenter l'angle de dépouille réduit les risques d'usure en dépouille.
2. Augmenter l'angle de dépouille réduit l'effort de coupe.

Quand réduire l'angle de dépouille

- Matières dures.
- Lorsqu'une arête renforcée est requis.

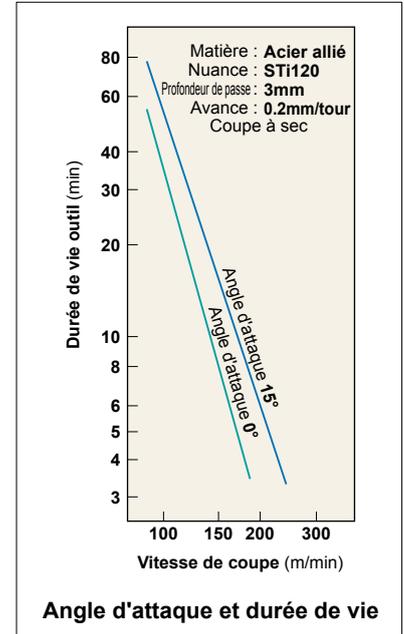
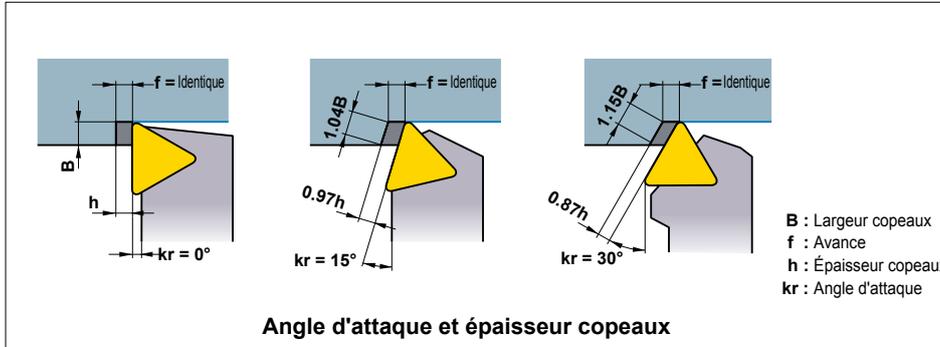
Quand accroître l'angle de dépouille

- Matières souples.
- Matières facilement écrouissables.

TOURNAGE - GÉOMÉTRIE DES OUTILS

■ ANGLE D'ATTAQUE

L'angle d'attaque et l'angle de pointe influent sur l'effort d'avance, l'effort radial et l'épaisseur de copeaux.



● Effets de l'angle d'attaque

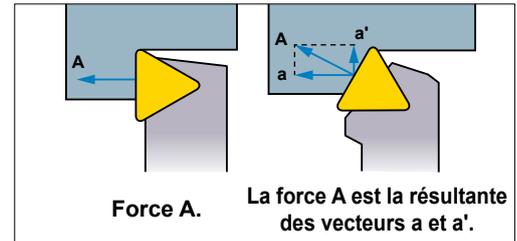
1. A même avance, augmentez l'angle d'attaque accroît la longueur de contact avec le copeau et diminue l'épaisseur de ce dernier. La force de coupe est répartie sur une plus longue arête de coupe et la durée de vie de l'outil prolongée. (Se référer au diagramme.)
2. L'augmentation de l'angle d'attaque augmente l'effort radial a' . Les pièces longues et de faible diamètre subissent ainsi une flexion dans certains cas.
3. L'augmentation de l'angle d'attaque diminue le contrôle copeaux.
4. L'augmentation de l'angle d'attaque diminue l'épaisseur copeau tout en augmentant sa largeur. Le contrôle copeaux devient plus difficile.

Quand réduire l'angle d'attaque

- Finition avec faible profondeur de passe.
- Pièces fines, longues.
- Quand la machine présente une rigidité insuffisante.

Quand augmenter l'angle d'attaque

- Matières dures générant une haute température de coupe.
- En ébauche de pièces de grand diamètre.
- Quand la machine présente une haute rigidité.

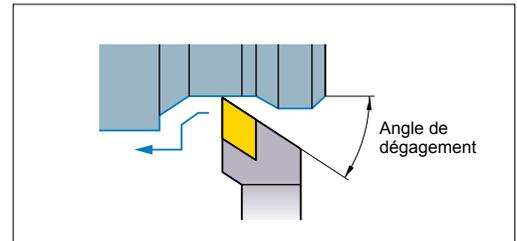


■ ANGLE DE DIRECTION D'ARÊTE

L'angle de dégagement évite l'interférence entre la pièce et l'outil. Il est habituellement de $5^\circ - 15^\circ$.

● Effets de l'angle de dégagement

1. Réduire l'angle de dégagement renforce l'outil, mais augmente la température de coupe.
2. Plus l'angle de dégagement est faible, plus l'effort de coupe radial est important. Cela peut provoquer des vibrations durant l'usinage.
3. Un petit angle d'attaque de l'outil est recommandé pour l'ébauche et un plus grand angle pour la finition.

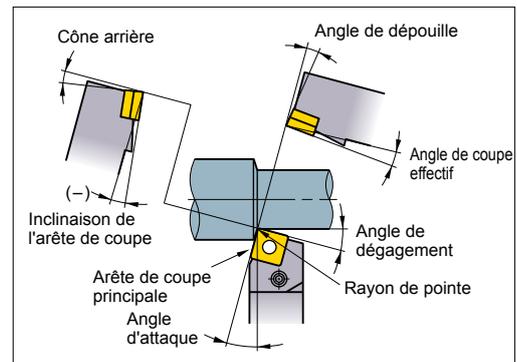


■ INCLINAISON DE L'ARÊTE DE COUPE

L'inclinaison de l'arête de coupe indique l'inclinaison de l'angle de coupe. En ébauche et en travaux lourds, la face de coupe subit un choc important l'inclinaison protège l'arête de coupe de ce choc et évite les fractures. Un angle de $3^\circ - 5^\circ$ est recommandé en tournage, $10^\circ - 15^\circ$ en fraisage.

● Effets de l'inclinaison de l'arête de coupe

1. Une inclinaison négative (-) de l'arête de coupe dirige les copeaux vers la pièce. A l'inverse, une inclinaison positive (+) les dirige à l'opposé de la pièce.
2. Une inclinaison négative (-) de l'arête de coupe accroît la résistance de celle-ci, mais également l'effort radial. Des broutements peuvent alors être engendrés.

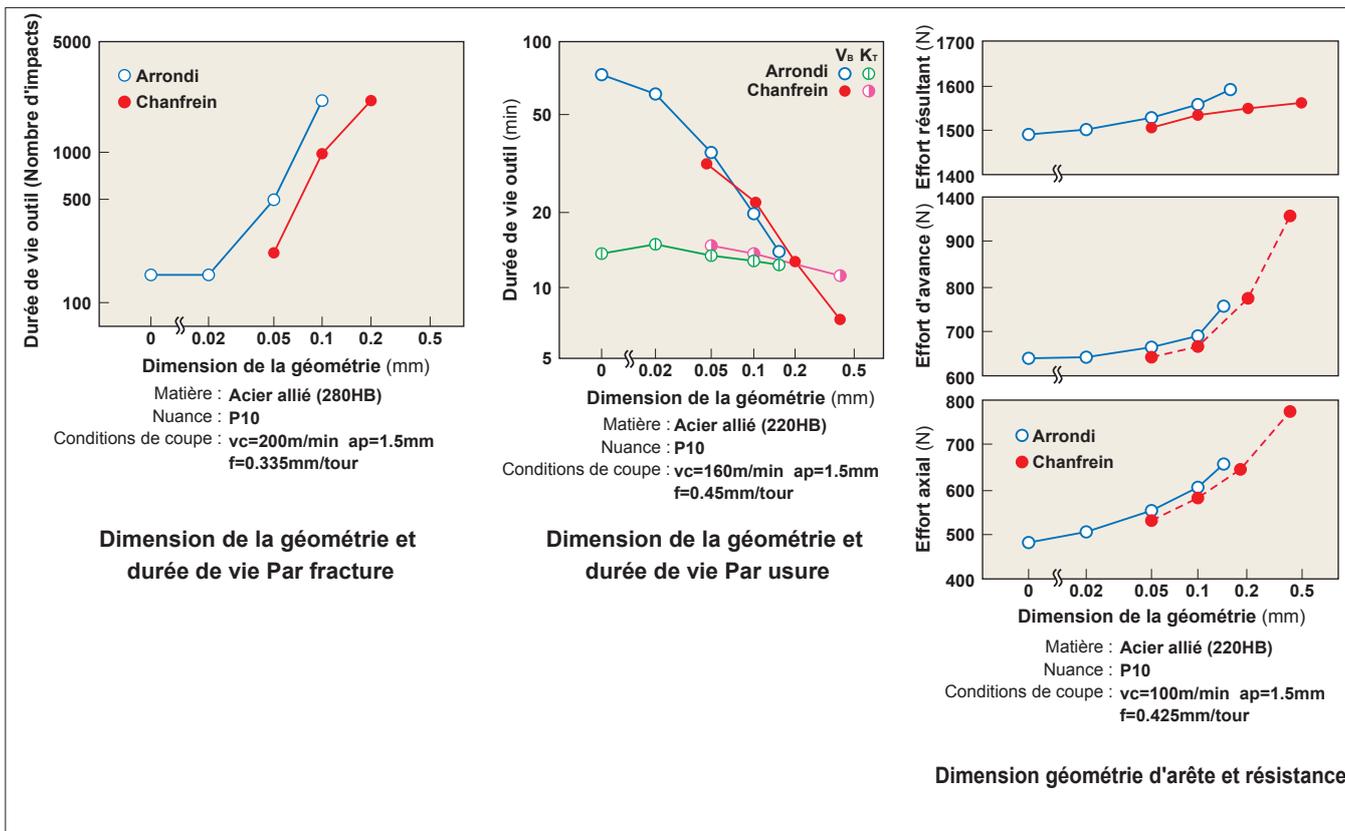
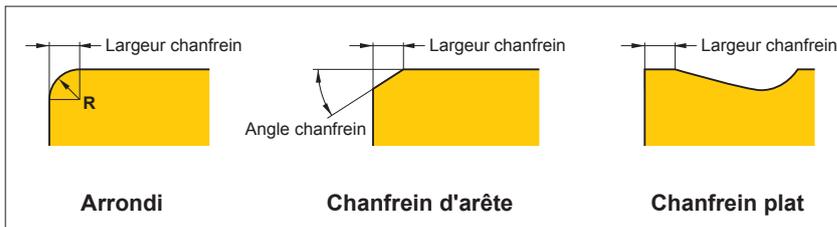


■ GÉOMÉTRIE D'ARÊTE DE COUPE

La géométrie de l'arête de coupe lui confère plus de résistance aux efforts de coupe.

Les géométries usuelles sont l'arrondi et le chanfrein.

La largeur de la géométrie d'arête optimale est environ la moitié de la valeur de l'avance. protection d'arête sur la face de coupe ou de dépouille.



● Effets de la géométrie d'arête

1. Un chanfrein d'arête important renforce l'arête de coupe et la résistance à la fracture.
2. Mais il accroît l'usure en dépouille et diminue la durée de vie. La largeur du chanfrein n'a pas d'effet sur l'usure en cratère.
3. Un plus grand chanfrein augmente les efforts de coupe et les vibrations.

Quand réduire la protection d'arête

- En finition, faible avance et petite profondeur de passe.
- Matières souples.
- Quand pièces et machine sont peu rigides.

Quand augmenter la protection d'arête

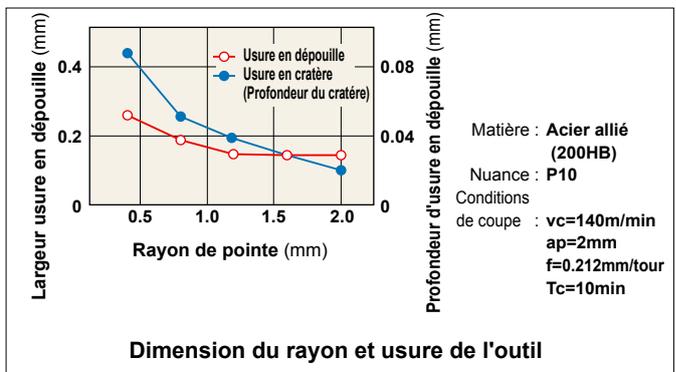
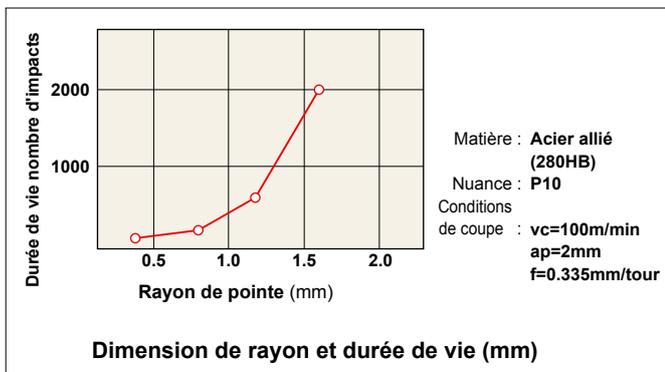
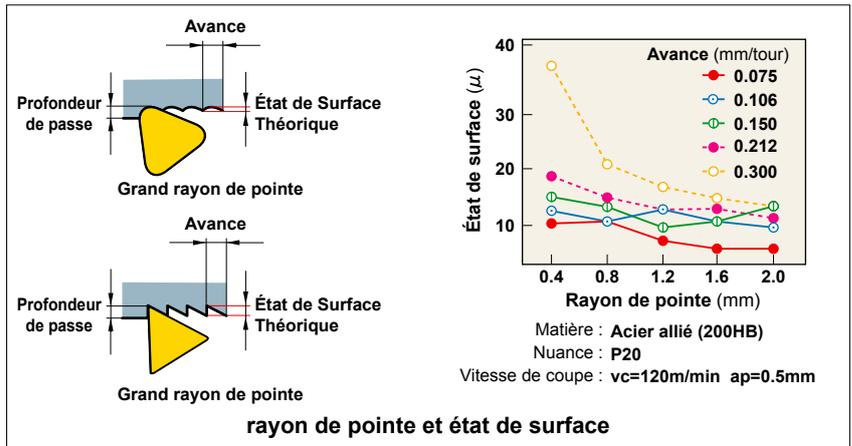
- Matières dures.
- Lorsque la résistance de l'arête de coupe pour les surfaces non usinées et la coupe interrompue est nécessaire.
- Quand la machine présente une haute rigidité.

*Les plaquettes carbure métallique Uti, les revêtues diamant, et les cermets ont une géométrie d'arête arrondie en standard.

TOURNAGE - GÉOMÉTRIE DES OUTILS

RAYON

Le rayon agit sur l'effort de coupe et l'état de surface. En général, un rayon de pointe double voire triple de la valeur d'avance est recommandé.



Effets du rayon de pointe

1. Augmenter le rayon améliore l'état de surface en finition.
2. Augmenter le rayon renforce la résistance de l'outil.
3. Trop augmenter le rayon accroît l'effort de coupe et peut provoquer des broutements.
4. Augmenter le rayon réduit l'usure en dépouille et en cratère.
5. Trop augmenter le rayon rend plus difficile le contrôle copeaux.

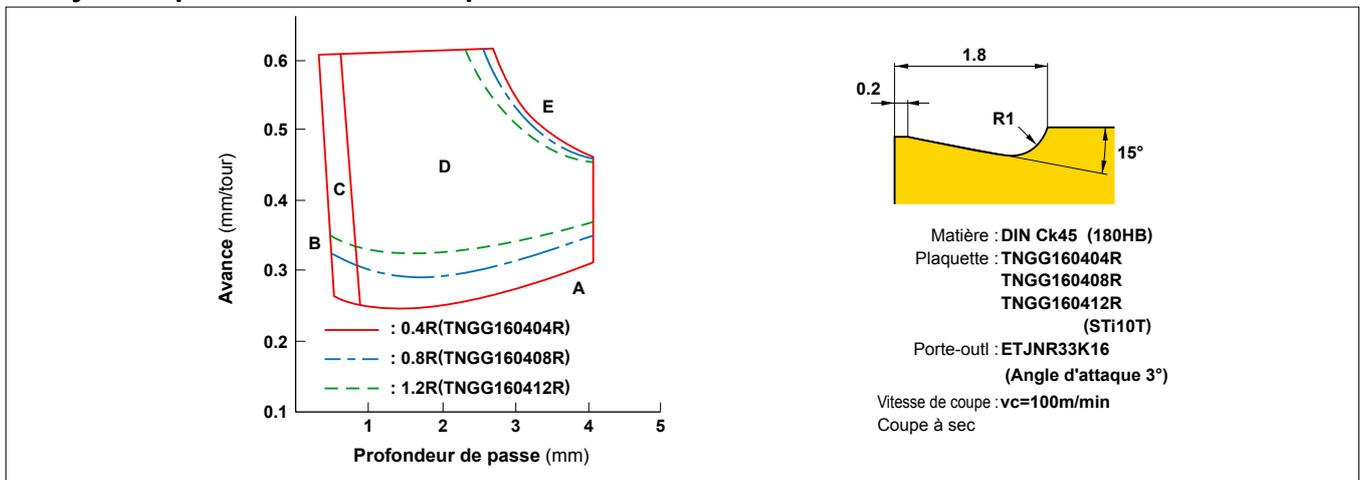
Quand réduire le rayon de pointe

- Finition avec faible profondeur de passe.
- Pièces fines, longues.
- Quand la machine présente une rigidité insuffisante.

Quand augmenter le rayon de pointe

- Lorsqu'une grande stabilité d'arête de coupe est nécessaire, comme par exemple pour les surfaces non usinées et les interruptions de coupe.
- Lors de l'ébauche de pièces de grand diamètre.
- Quand la machine présente une haute rigidité.

Rayon de pointe et contrôle copeaux



(Nota) SVP- Se référer à la page P004 pour la forme adéquate des copeaux (A, B, C, D, E).

CALCUL PUISSANCE DE COUPE

TOURNAGE (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c \cdot K_c}{60 \times 10^3 \times \eta} \quad (\text{kW})$$

P_c (kW) : Puissance absorbée
f (mm/tour) : Avance par tour
K_c (MPa) : Effort de coupe spécifique
a_p (mm) : Profondeur de passe
v_c (m/min) : Vitesse de coupe
η : (Régime)

(Problème) Trouvez la puissance requise en fonction des paramètres suivants : Matière : acier doux. Profondeur de passe : a_p = 3mm. Vitesse de coupe : v_c = 120m/min. Avance : f = 0.2mm/t. Coefficient rendement : η = 80%.

(Réponse) Remplacer la puissance de coupe spécifique K_c=3100MPa dans la formule.

$$P_c = \frac{3 \times 0.2 \times 120 \times 3100}{60 \times 10^3 \times 0.8} = 4.65 (\text{kW})$$

● K_c

Matière	Résistance à la traction (MPa) et dureté	Effort de coupe spécifique K _c (MPa)				
		0.1 (mm/tour)	0.2 (mm/tour)	0.3 (mm/tour)	0.4 (mm/tour)	0.6 (mm/tour)
Acier doux	520	3610	3100	2720	2500	2280
Acier au carbone	620	3080	2700	2570	2450	2300
Acier traité	720	4050	3600	3250	2950	2640
Acier outil	670	3040	2800	2630	2500	2400
Acier outil	770	3150	2850	2620	2450	2340
Acier chrome manganèse	770	3830	3250	2900	2650	2400
Acier chrome manganèse	630	4510	3900	3240	2900	2630
Acier chrome molybdène	730	4500	3900	3400	3150	2850
Acier chrome molybdène	600	3610	3200	2880	2700	2500
Acier nickel chrome molybdène	900	3070	2650	2350	2200	1980
Acier nickel chrome molybdène	352HB	3310	2900	2580	2400	2200
Fonte	46HRC	3190	2800	2600	2450	2270
Fonte ductile	360	2300	1930	1730	1600	1450
Fonte grise	200HB	2110	1800	1600	1400	1330

VITESSE DE COUPE (v_c)

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min})$$

v_c (m/min) : Vitesse de coupe
D_m (mm) : Diamètre matière
π (3.14) : Pi
n (t/min) : Régime

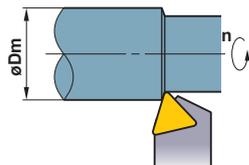
*Divisez par 1000 pour convertir les mm en m.

(Problème) Trouvez la vitesse de coupe pour une pièce de 50mm de diamètre et une vitesse de rotation de broche de 700t/min.

(Réponse) Substituez π=3.14, D_m=50, n=700 dans la formule.

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 50 \times 700}{1000} = 110 \text{m/min}$$

La vitesse de coupe est de 110m/min.



AVANCE (f)

$$f = \frac{l}{n} \quad (\text{mm/tour})$$

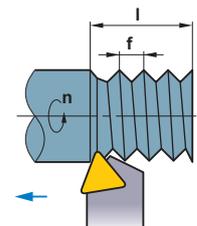
f (mm/tour) : Avance par tour
l (mm/min) : Longueur usinée
n (t/min) : Régime

(Problème) Trouvez l'avance par tour pour une longueur usinée de 120mm et un régime de 500t/min.

(Réponse) Substituez n=500, l=120 dans la formule.

$$f = \frac{l}{n} = \frac{120}{500} = 0.24 \text{mm/tour}$$

La réponse est 0.24mm/tour.



TEMPS DE COUPE (T_c)

$$T_c = \frac{l_m}{l} \quad (\text{min})$$

T_c (min) : Temps de coupe
l_m (mm) : Longueur pièce usinée
l (mm/min) : Longueur usinée

(Problème) Trouvez le temps de coupe pour tourner une pièce de longueur 100mm avec une avance de 0.2mm/tour et un régime de rotation de 1000t/min.

(Réponse) Premièrement, calculez la longueur usinée par min. avec l'avance et la vitesse de broche.

$$l = f \cdot n = 0.2 \times 1000 = 200 \text{mm/min}$$

Appliquez la réponse ci-dessus à la formule.

$$T_c = \frac{l_m}{l} = \frac{100}{200} = 0.5 \text{min}$$

0.5 x 60 = 30 (sec.) La réponse est 30 sec.

ÉTAT DE SURFACE THÉORIQUE (h)

$$h = \frac{f^2}{8R_e} \times 1000 (\mu\text{m})$$

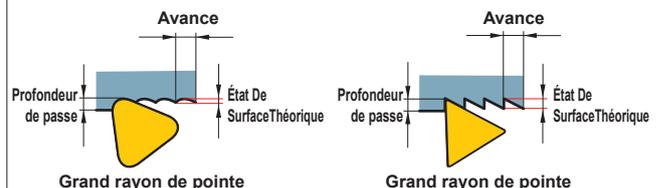
h (μm) : État de surface
f (mm/tour) : Avance par tour
R_e (mm) : Rayon plaquette

(Problème) Trouvez l'état de surface théorique pour une plaquette de coupe de rayon 0.8mm et une avance de 0.2mm/tour.

(Réponse) Substituez f=0.2mm/tour, R=0.8 dans la formule.

$$h = \frac{0.2^2}{8 \times 0.8} \times 1000 = 6.25 \mu\text{m}$$

L'état de surface théorique est de 6μm.

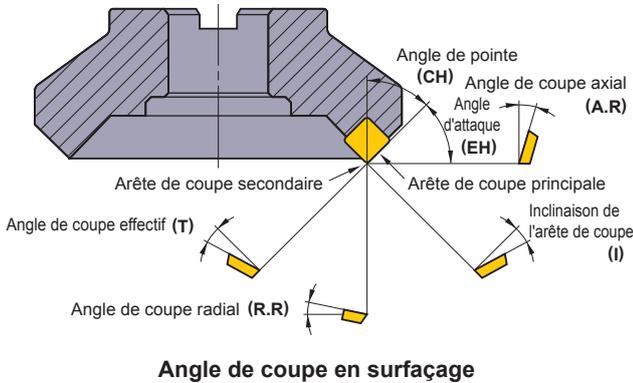


SURFAÇAGE - PROBLÈMES/SOLUTIONS

Solution		Choix de la nuance				Conditions de coupe				Géométrie outil						Machine fixation outil									
		Choisir une nuance plus dure	Choisir une nuance plus tenace	Choisir une nuance plus résistante aux chocs thermiques	Choisir une nuance plus résistante au collage	Vitesse de coupe	Avance	Profondeur de passe	Angle d'engagement	Arrosage		Angle de coupe	Angle de pointe	Chanfrein d'arête	Diamètre fraise	Nombre de dents	Espace à copeaux	Utilisation d'une plaquette réversible avec wiper	Amélioration de la tolérance de circularité	Rigidité fraise	Augmenter la rigidité du bridage de l'outil et de la pièce	Diminuer le porte-à-faux	Réduire la puissance et le jeu de la machine		
										Augmenter	Diminuer													Ne pas utiliser de lubrifiant soluble	Avec arrosage ou sans
Problème	Facteur																								
		Détérioration de la durée de vie de l'outil	Usure rapide des plaquettes réversibles	●										↗	↗	↘				●					
Effritement ou cassure de l'arête de coupe			●			↘		↘	↘					↗											
Détérioration de l'état de surface	Mauvais état de surface				●	↘	↘	↘		●	●	↗		↘				●	●						
	Planéité pièce surface irrégulière					↘	↘	↘			●	↗	↘	↘	↘					●	●	●	●		
Bavures, écaillage de la pièce	Bavures, écaillage					↗	↘	↘	●			↗		↘											
	Ébrèchement pièce						↘	↘				↗	↘												
Contrôle copeaux	Mauvaise formation copeaux, enchevêtrement					↗	↘			●	●			↘											

GÉOMÉTRIE DES OUTILS (FRAISAGE)

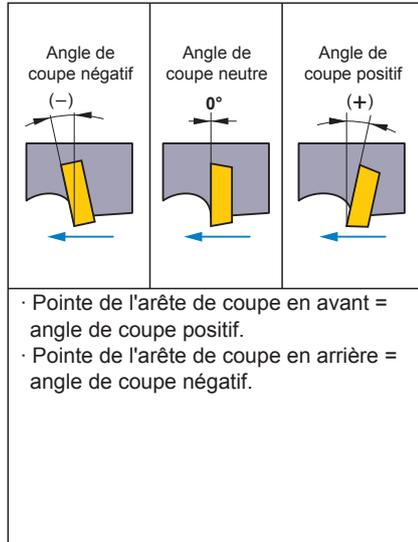
● FONCTION DE CHAQUE ANGLE DE COUPE EN SURFAÇAGE



Type d'angle	Symbole	Fonction	Effet
Angle de coupe axial	A.R	Détermine la direction des copeaux.	Positive : Excellente usinabilité.
Angle de coupe radial	R.R	Détermine l'acuité d'arête.	Négative : Excellente évacuation des copeaux.
Angle de pointe	CH	Détermine l'épaisseur des copeaux.	Grand : Copeaux fins et peu d'effet d'impact. Effort de coupe renvoyé sur le corps.
Angle de coupe effectif	T	Détermine l'acuité réelle.	Positive (fortement) : Excellente usinabilité. Arête rapportée minimum. Négative (fortement) : Mauvaise usinabilité. Arête de coupe renforcée.
Inclinaison de l'arête de coupe	I	Détermine la direction des copeaux.	Positive (fortement) : Excellente évacuation des copeaux. Faible effort de coupe.

● PLAQUETTES STANDARDS

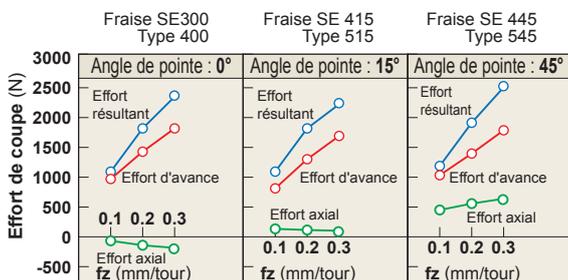
● Angle de coupe positif ou négatif



● Formes standards des plaquettes

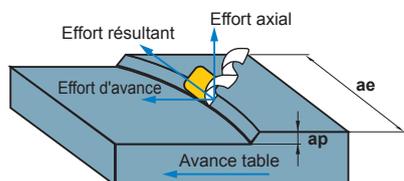
Combinaisons standard des arêtes de coupe	(+) Angle de coupe axial	(-) Angle de coupe axial	(+) Angle de coupe axial
	 Double positive (DP arête de coupe)	 Double négative (DN arête de coupe)	 Négative/Positive (NP arête de coupe)
Angle de coupe axial (A.R.)	Positive (+)	Négative (-)	Positive (+)
Angle de coupe radial (R.R.)	Positive (+)	Négative (-)	Négative (-)
Géométrie utilisée	Plaquette positive (non réversible)	Plaquette négative (réversible)	Plaquette positive (non réversible)
Matière	Acier	●	●
	Fonte grise	-	●
	Alliage aluminium	●	-
	Matière difficile à usiner	●	-

● ANGLE D'ATTAQUE (CH) ET CARACTÉRISTIQUES DE COUPE



Matière : DIN 41CrMo4 (281HB)
 Outil : $\varnothing 125\text{mm}$ Plaquette unique
 Conditions de coupe : $vc=125.6\text{m/min}$ $ap=4\text{mm}$ $ae=110\text{mm}$

Comparaison des efforts de coupe Avec différentes formes de plaquettes

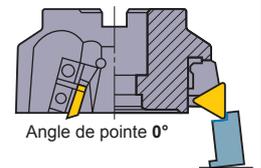


Trois efforts de coupe en présence en fraisage

Angle de pointe

0°

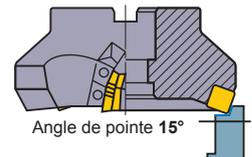
Effort de coupe axial minimum. Soulève la pièce lorsque la rigidité de serrage est faible.



Angle de pointe

15°

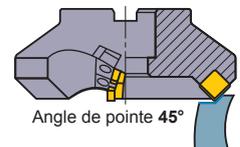
Un angle d'attaque de 15° est recommandé pour le surfacage des pièces de faible rigidité, toiles minces, protection des bords de pièces, fontes.



Angle de pointe

45°

Effort de coupe axial maximum. Effort de coupe axial important. *Évite l'ébrèchement des bords de pièce fonte.



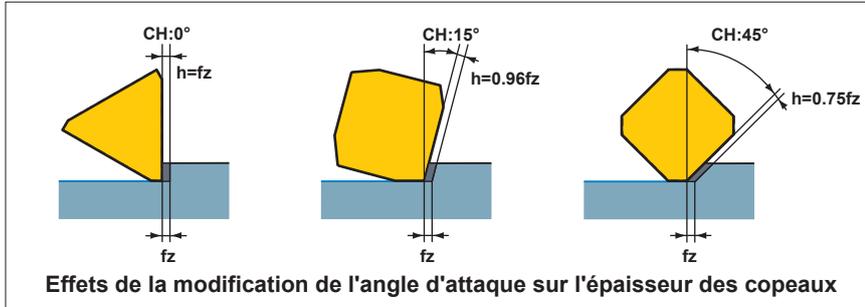
- * Effort de coupe résultant : L'effort est opposé à la rotation de la fraise.
- * Effort axial : Effort lié à la profondeur de passe.
- * Effort d'avance : Effort résultant de l'avance table.

GÉOMÉTRIE DES OUTILS (FRAISAGE)

■ ANGLE D'ATTAQUE ET DURÉE DE VIE DE L'OUTIL

● Angle d'attaque et épaisseur du copeau

Lorsque la profondeur de coupe et l'avance par dent, f_z , sont définies, la règle est la suivante : plus l'angle de pointe de l'outil (CH) est important, plus fine est l'épaisseur du copeau (h) (pour un CH de 45°, elle est environ 75% de l'épaisseur avec CH de 0°). Si le CH est supérieur, la résistance de coupe augmente, ce qui conduit à une plus longue durée de vie de l'outil.



● Angle d'attaque et usure en cratère

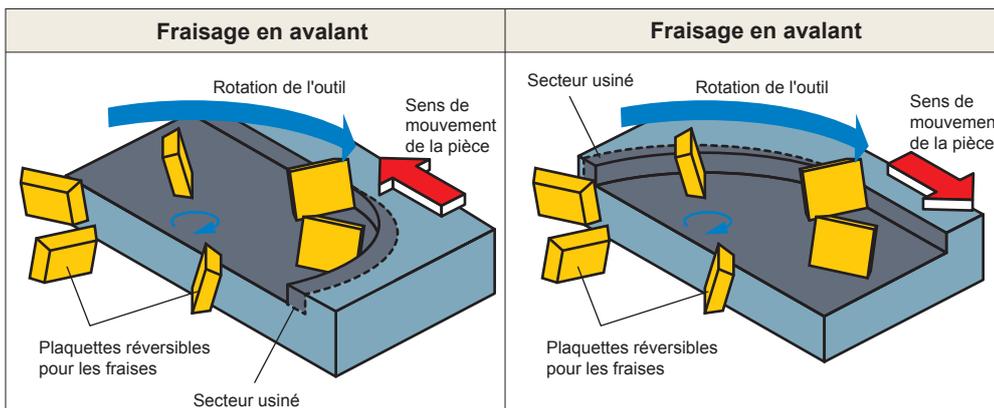
Le tableau suivant contient le modèle d'usure de différents angles d'attaque. Lorsque l'on compare l'usure en cratère pour des angles d'attaque de 0° et 45°, on peut nettement constater que l'usure en cratère est plus importante pour un angle d'attaque de 0°. Ceci vient du fait qu'avec une épaisseur relative de copeaux, la résistance de coupe augmente, ce qui favorise l'usure en cratère. Pendant la formation du cratère, la résistance de l'arête de coupe décroît. La conséquence : rupture

	Angle de pointe 0°	Angle de pointe 15°	Angle de pointe 45°
vc=100m/min Tc=69min			
vc=125m/min Tc=55min			
vc=160m/min Tc=31min			

Matière : **Acier allié (287HB)**
 Outil : **D1=125**
 Plaquette : **Carbure métallique M20**
 Conditions de coupe : **ap=3.0mm**
ae=110m
fz=0.2m/dent
 Coupe à sec

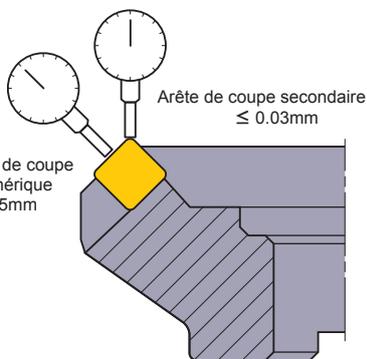
■ FRAISAGE EN OPPOSITION ET FRAISAGE EN AVALANT

Pour le choix de la méthode d'usinage, pour le fraisage en opposition ou en avalant, la décision dépend des conditions de la machine-outil, de la fraise et de l'application. En général, on part du principe que le fraisage en avalant est plus avantageux pour la durée de vie des outils.



ÉTAT DE SURFACE

Saut axial et radial



Arête de coupe secondaire $\leq 0.03\text{mm}$
Arête de coupe périphérique $\leq 0.05\text{mm}$

La précision axiale et radiale de positionnement des arêtes de coupe est déterminante pour l'état de surface obtenu et la durée de vie des plaquettes.

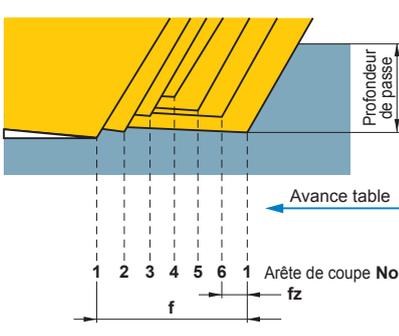
```

    graph LR
      Saut -- Grand --> Mauvais[Mauvais état de surface]
      Saut -- Petit --> Bon[Bon état de surface]
      Mauvais --> Ecaillage[Écaillage dû aux vibrations]
      Mauvais --> Usure[Usure rapide]
      Bon --> Stable[Durée de vie stable]
      Ecaillage --> Redu[Réduction durée de vie]
      Usure --> Redu
  
```

Précision de l'état de surface en fraisage
Arête de coupe secondaire $\leq 0.03\text{mm}$
Arête de coupe périphérique $\leq 0.05\text{mm}$

Planéité et concentricité en fraisage

Améliore l'état de surface



Profondeur de passe
Avance table

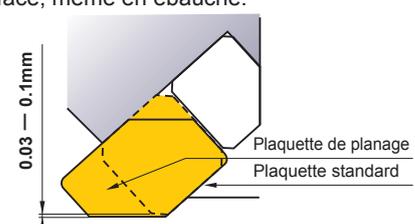
Arête de coupe No. 1 2 3 4 5 6 1
fz
f

fz : Avance par dent
f : Avance par tour

Plat de planage et état de surface

Le plat de planage standard des plaquettes de coupe Mitsubishi Carbide est de 1.4mm. Ce plat de planage est destiné à rattraper les jeux de tolérance des plaquettes indexées dans leur logement sur le corps de fraise et permettant d'obtenir un saut axial minimum, garantissant un bon état de surface, même en ébauche.

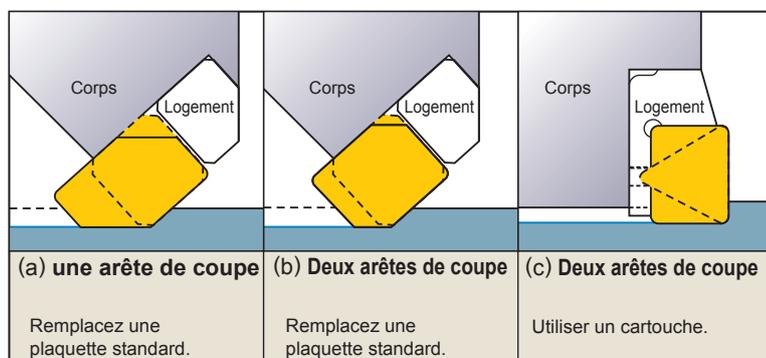
Problèmes actuels	Solution
<ul style="list-style-type: none"> Saut axial et radial. Inclinaison de l'arête de coupe principale. Précision du corps de fraise. Précision des pièces détachées. Vibrations 	<p>Plaquette de planage</p> <p>★ Légèrement en avant des plaquettes standards, la plaquette de planage égalise les aspérités et permet d'obtenir un meilleur état de surface.</p>



0.03 — 0.1mm
Plaquette de planage
Plaquette standard

- Remplacez une ou deux plaquettes standards par une ou deux plaquettes de planage.
- Les plaquettes de planage sont indexées et dépassent les plaquettes standards de 0.03—0.1mm.

Comment monter une plaquette de planage



(a) une arête de coupe
Remplacez une plaquette standard.

(b) Deux arêtes de coupe
Remplacez une plaquette standard.

(c) Deux arêtes de coupe
Utiliser un cartouche.

- Le plat de la plaquette de planage doit être supérieur à l'avance par tour de fraise.
- ★ Une arête de planage trop grande provoque des vibrations.
- Lorsque le diamètre de la fraise est important et que l'avance par tour est élevée, utilisez deux ou trois plaquettes de planage.
- Lorsque vous utilisez plus d'une plaquette Wiper, le faux-rond est éliminé.
- Utilisez une nuance ayant une haute résistance à l'usure pour les plaquettes de planage.

FORMULES DE SURFAÇAGE

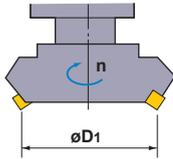
VITESSE DE COUPE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

vc (m/min) : Vitesse de coupe
 π (3.14) : Pi

D1 (mm) : Diamètre de fraise
 n (t/min) : Régime

*Divisez par 1000 pour convertir les mm en m.



(Problème) Trouvez la vitesse de coupe pour une fraise de $\phi 125\text{mm}$ avec un régime de 350t/min.

(Réponse) Substitue $\pi=3.14$, $D_1=125$, $n=350$ dans la formule.

$$vc = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 350}{1000} = 137.4 \text{ m/min}$$

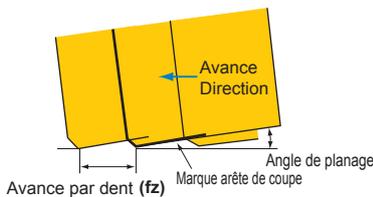
La vitesse de coupe est de 137.4m/min

AVANCE PAR DENT (fz)

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} \text{ (mm/dent)}$$

fz (mm/dent) : Avance par dent
 vf (mm/min) : Avance par min.
 n (t/min) : Régime (Avance par tour $f = z \times fz$)

z : Référence plaquette



(Problème) Trouvez l'avance par dent pour une fraise à 10 dents, un régime de 500t/min. et une avance minute de 500mm.

(Réponse) Appliquez la réponse ci-dessus à la formule.

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} = \frac{500}{10 \times 500} = 0.1 \text{ mm/dent}$$

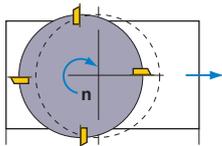
La réponse est 0.1mm/dent.

AVANCE TABLE (vf)

$$vf = fz \cdot z \cdot n \text{ (mm/min)}$$

vf (mm/min) : Avance par min.
 fz (mm/dent) : Avance par dent
 n (t/min) : Régime

z : Référence plaquette



(Problème) Trouvez l'avance par minute pour une fraise à 10 dents, une avance par dent de 0.1mm et un régime de 500 tours par minute.

(Réponse) Appliquez la réponse ci-dessus à la formule.

$$vf = fz \cdot z \cdot n = 0.1 \times 10 \times 500 = 500 \text{ mm/min}$$

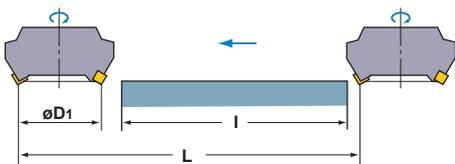
L'avance table est de 500m/min.

TEMPS DE COUPE (Tc)

$$Tc = \frac{L}{vf} \text{ (min)}$$

Tc (min) : Temps de coupe
 vf (mm/min) : Avance par min.

L (mm) : Longueur usinée (Longueur de la pièce: L+Diamètre fraise : D1)



(Problème) Trouvez le temps de coupe effectif pour usiner une pièce d'une longueur de 300mm avec une fraise de diamètre 200, 16 dents. Vitesse de coupe 125m/min, avance par dent 0.25mm. (vitesse de rotation 200t/min).

(Réponse) Calculer d'abord l'avance par minute. $vf=0.25 \times 16 \times 200=800\text{mm/min}$
 La longueur usinée est de 300mm + dia. Fraise $L=300+200=500\text{mm}$
 Appliquez la réponse ci-dessus à la formule.

$$Tc = \frac{500}{800} = 0.625 \text{ (min)}$$

$0.625 \times 60 = 37.5$ (sec). La réponse est 37.5 sec.

FRAISAGE (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot K_c}{60 \times 10^6 \times \eta}$$

P_c (kW) : Puissance absorbée
a_e (mm) : Largeur de coupe
K_c (MPa) : Effort de coupe spécifique
a_p (mm) : Profondeur de passe
v_f (mm/min) : Avance table par min.
η : (Régime)

(Problème) Quelle est la puissance requise pour le fraisage d'acier à outil à une vitesse de coupe de 80m/min. Avec une profondeur de passe de 2mm, une largeur de coupe de 80mm, un déplacement de table de 280mm/min avec une fraise de ϕ 250 avec 12 plaquettes. Coefficient rendement 80%.

(Réponse) Premièrement, calculez le nombre de tours pour obtenir l'avance par dent.

$$n = \frac{1000vc}{\pi D_1} = \frac{1000 \times 80}{3.14 \times 250} = 101.91 \text{t/min}$$

$$\text{Avance par dent } fz = \frac{v_f}{z \times n} = \frac{280}{12 \times 101.9} = 0.228 \text{mm/dent}$$

Remplacez la puissance de coupe spécifique dans la formule.

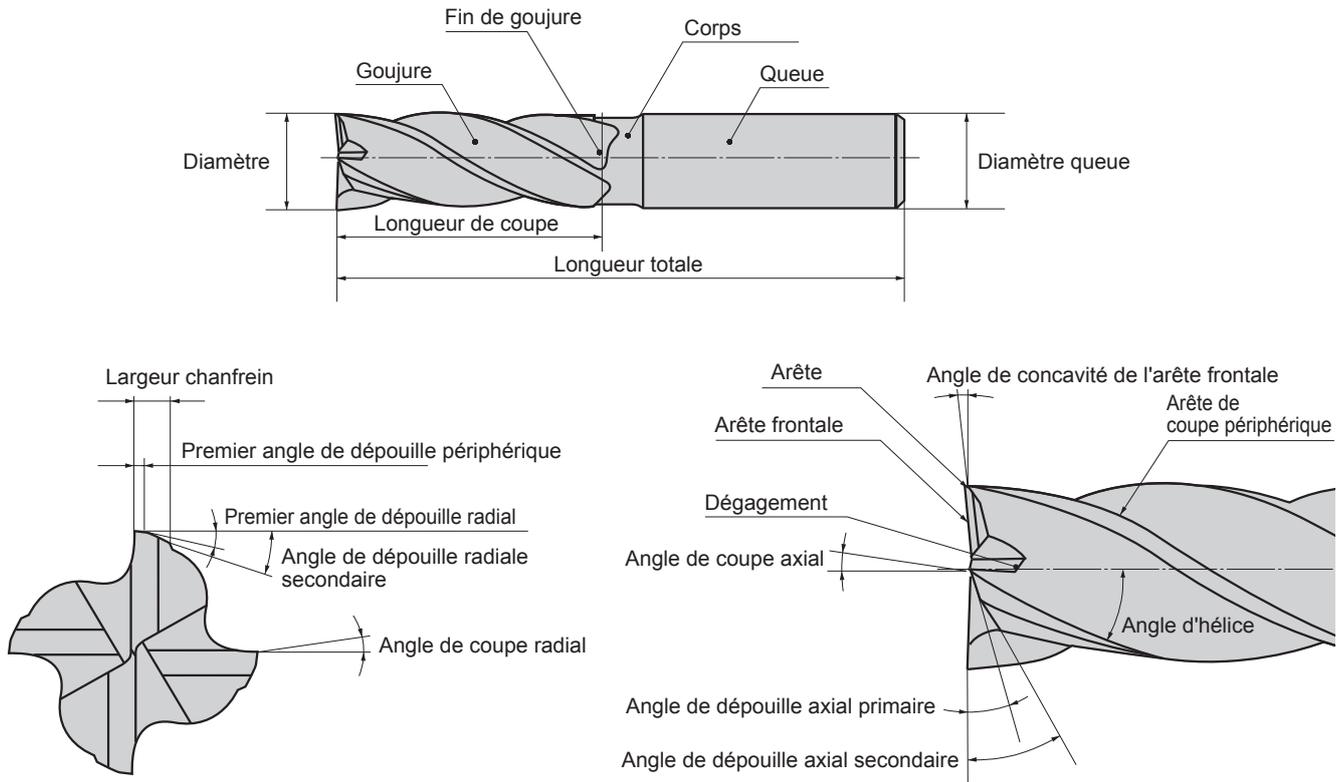
$$P_c = \frac{2 \times 80 \times 280 \times 1800}{60 \times 10^6 \times 0.8} = 1.68 \text{ kW}$$

K_c

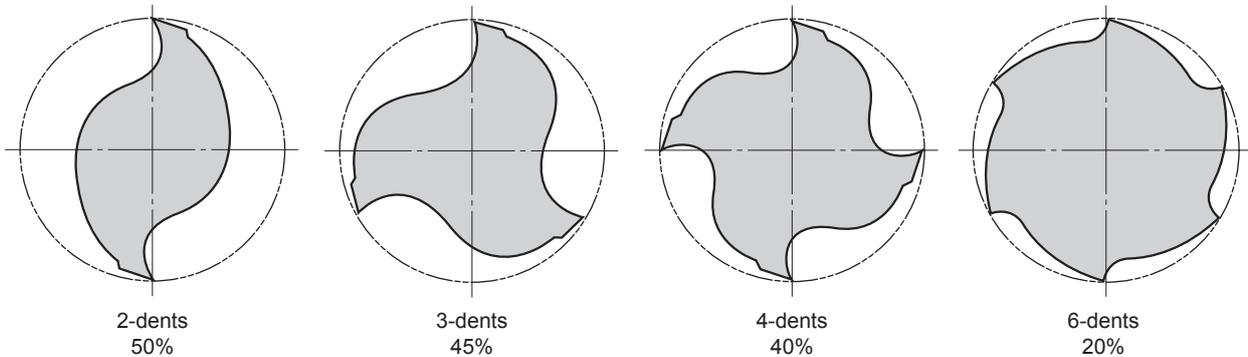
Matière	Résistance à la traction (MPa) et dureté	Effort de coupe spécifique K _c (MPa)				
		0.1mm/dent	0.2mm/dent	0.3mm/dent	0.4mm/dent	0.6mm/dent
Acier doux	520	2200	1950	1820	1700	1580
Acier au carbone	620	1980	1800	1730	1600	1570
Acier traité	720	2520	2200	2040	1850	1740
Acier outil	670	1980	1800	1730	1700	1600
Acier outil	770	2030	1800	1750	1700	1580
Acier chrome manganèse	770	2300	2000	1880	1750	1660
Acier chrome manganèse	630	2750	2300	2060	1800	1780
Acier chrome molybdène	730	2540	2250	2140	2000	1800
Acier chrome molybdène	600	2180	2000	1860	1800	1670
Acier nickel chrome molybdène	940	2000	1800	1680	1600	1500
Acier nickel chrome molybdène	352HB	2100	1900	1760	1700	1530
Fonte	520	2800	2500	2320	2200	2040
Fonte dure	46HRC	3000	2700	2500	2400	2200
Fonte ductile	360	2180	2000	1750	1600	1470
Fonte grise	200HB	1750	1400	1240	1050	970
Cuivre	500	1150	950	800	700	630
Alliage aluminium (Al-Mg)	160	580	480	400	350	320
Alliage aluminium (Al-Si)	200	700	600	490	450	390

CARACTÉRISTIQUES DES FRAISES DEUX TAILLES

NOMENCLATURE



COMPARAISON DES ESPACES À COPEAUX



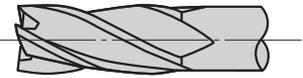
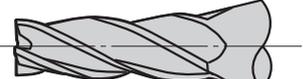
PROPRIÉTÉS ET APPLICATIONS POUR DES FRAISES AVEC UN NOMBRE DIFFÉRENT DE LEVRES

	2-dents	3-dents	4-dents	6-dents
Particularités	Avantages	Excellente évacuation du copeaux. Perçage facile.	Excellente évacuation du copeaux. Recommandé pour la plongée.	Grande rigidité Durabilité supérieure de l'arête de coupe
	Inconvénients	Faible rigidité	Diamètre difficile à mesurer.	Mauvaise évacuation des copeaux. Évacuation des copeaux insuffisante.
Utilisations	Rainurage, contournage, plongée. Large plage d'applications.	Rainurage, Contournage Travaux lourds, Finition	Rainurage en cycle carré, contournage, finition, fraisage trochoïdal. Finition	Fraisage de rainures et d'épaulements dans des matériaux extrêmement durs

CARACTÉRISTIQUES DES FRAISES DEUX TAILLES

TYPES ET GÉOMÉTRIES

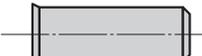
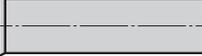
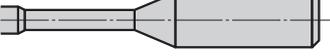
(1) Arête de coupe périphérique

Type	Forme	Caractéristiques
Hélice ordinaire		De géométrie régulière, elle est généralement employée pour l'ébauche, la finition en contournage, le rainurage et épaulement.
Hélice conique		De géométrie conique, elle est utilisée dans les applications spécifiques tel que les moules, et pour obtenir une conicité sur des faces dressées.
Denture ravageuse		Les fraises ravageuses avec leurs géométries particulières permettent de fractionner la matière en copeaux très petits qui nécessitent un faible effort de coupe et permet d'avoir des avances élevées même en ébauche.
Hélice de forme		La géométrie de forme spéciale est particulièrement adaptée pour la production de rayon en coin sur les pièces. Il y a un nombre infini de géométries différentes qui peuvent être réalisées avec ce type de fraise.

(2) Coupe en bout

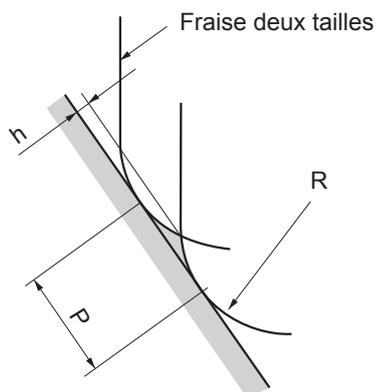
Type	Forme	Caractéristiques
Fraise deux tailles (Avec trou au centre)		Utilisée pour fraisage général en rainurage et épaulement. Le travail en plongée n'est pas possible à cause du trou central utilisé pour l'affûtage et le réaffûtage de précision.
Fraise deux tailles (Coupe au centre)		Utilisée pour fraisage général en rainurage et épaulement. La coupe en plongée est possible. Pour une plus grande efficacité en plongée choisir des fraises avec moins de dents. Réaffûtage en périphérie possible.
Fraise hémisphérique		Géométrie pour le fraisage des surfaces concaves et convexes. En bout de fraise, poche à copeaux minimum, faible évacuation des copeaux.
Fraise torique		Utilisée pour les profils rayonnés et fraisage torique. Pour balayage avec une fraise de grand diamètre et petit rayon de pointe pour une plus grande efficacité.

(3) Queue et corps de fraise

Type	Forme	Caractéristiques
Standard (Queue cylindrique)		Type le plus courant.
Coupe longue		Type long pour poches profondes et applications d'épaulement.
Dégagement long		Pour rainurage profond et alésage.
Dégagement conique		Géométrie conique et détalonnée de type long, particulièrement recommandées pour rainurage et fraisage de moules.

SÉLECTION DU PAS EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE CRÊTE

HAUTEUR DE CRÊTE EN BALAYAGE, AVEC FRAISE HÉMISPHERIQUE ET FRAISE TORIQUE



$$h = R \cdot \left[1 - \cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{P}{2R} \right) \right\} \right]$$

R : Rayon hémisphérique, torique

P : Valeur de décalage du balayage

h : Hauteur de crête

HAUTEUR DE CRÊTE EN FONCTION DU RAYON R DE LA FRAISE ET DU PAS P

Unité : mm

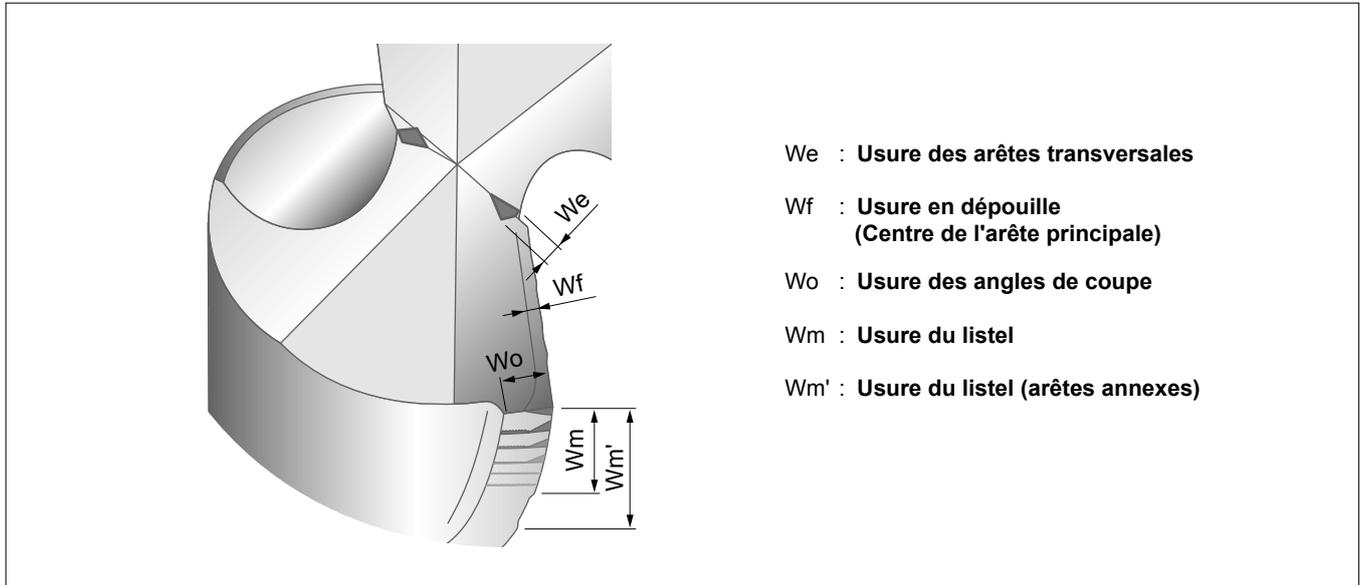
R \ P	Pas en fonction de la hauteur de crête (P)									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.5	0.003	0.010	0.023	0.042	0.067	0.100	–	–	–	–
1	0.001	0.005	0.011	0.020	0.032	0.046	0.063	0.083	0.107	–
1.5	0.001	0.003	0.008	0.013	0.021	0.030	0.041	0.054	0.069	0.086
2	0.001	0.003	0.006	0.010	0.016	0.023	0.031	0.040	0.051	0.064
2.5	0.001	0.002	0.005	0.008	0.013	0.018	0.025	0.032	0.041	0.051
3		0.002	0.004	0.007	0.010	0.015	0.020	0.027	0.034	0.042
4		0.001	0.003	0.005	0.008	0.011	0.015	0.020	0.025	0.031
5		0.001	0.002	0.004	0.006	0.009	0.012	0.016	0.020	0.025
6		0.001	0.002	0.003	0.005	0.008	0.010	0.013	0.017	0.021
8			0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.013	0.016
10			0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.010	0.013
12.5			0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.008	0.010

R \ P	Pas en fonction de la hauteur de crête (P)									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.5	0.104	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	0.077	0.092	0.109	–	–	–	–	–	–	–
2.5	0.061	0.073	0.086	0.100	–	–	–	–	–	–
3	0.051	0.061	0.071	0.083	0.095	0.109	–	–	–	–
4	0.038	0.045	0.053	0.062	0.071	0.081	0.091	0.103	–	–
5	0.030	0.036	0.042	0.049	0.057	0.064	0.073	0.082	0.091	0.101
6	0.025	0.030	0.035	0.041	0.047	0.054	0.061	0.068	0.076	0.084
8	0.019	0.023	0.026	0.031	0.035	0.040	0.045	0.051	0.057	0.063
10	0.015	0.018	0.021	0.025	0.028	0.032	0.036	0.041	0.045	0.050
12.5	0.012	0.014	0.017	0.020	0.023	0.026	0.029	0.032	0.036	0.040

USURE DU FORET ET DOMMAGE DE L'ARÊTE DE COUPE

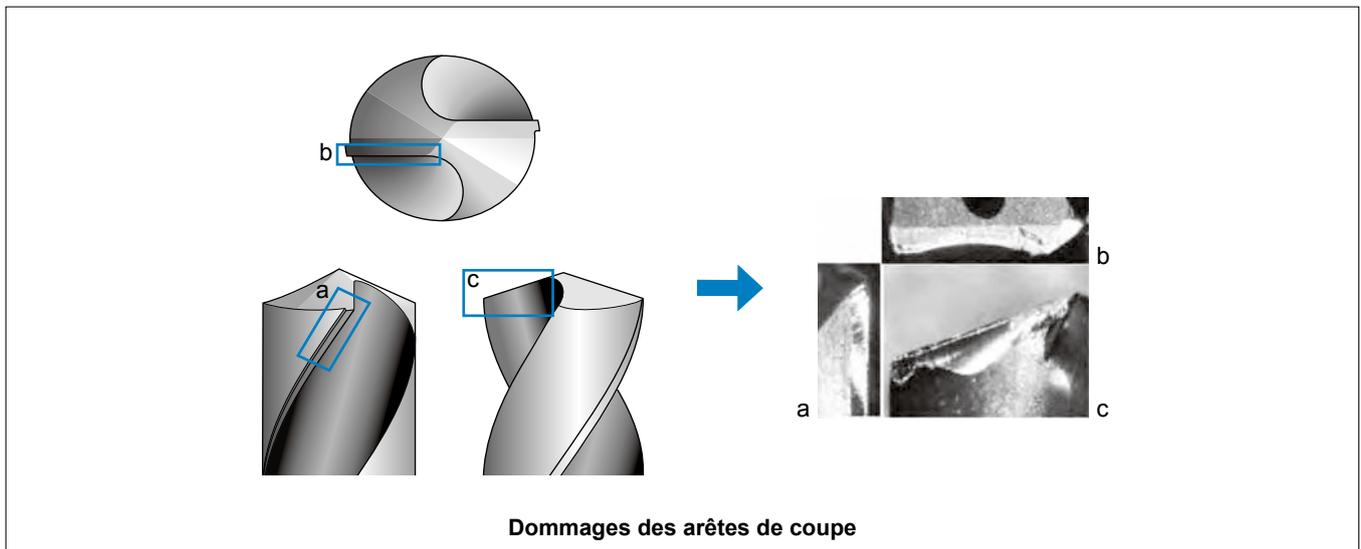
■ CONDITIONS D'USURE DU FORET

Le tableau suivant comporte un dessin simple qui représente l'usure de l'arête de coupe d'un foret. La production et l'étendue de l'usure varient en fonction des matériaux de la pièce et des conditions de coupe de l'application. En général, l'usure périphérique est la plus importante et elle détermine la durée de vie de l'outil de perçage. Pour un nouvel affûtage, il faut entièrement réaffûter les listels et les arêtes de coupe. Lorsque l'usure est importante, il faut donc enlever plus de matière pour rétablir l'arête de coupe.



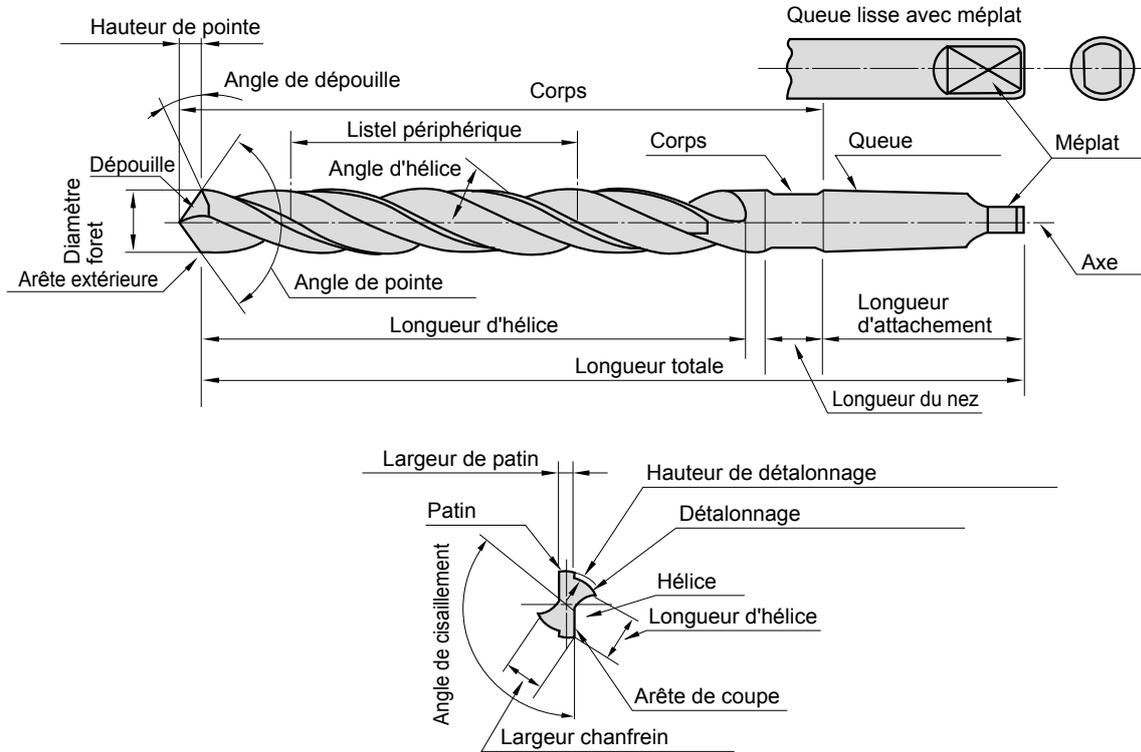
■ DOMMAGE DE L'ARÊTE DE COUPE

En perçant, l'arête de coupe peut être altérée par la formation de copeaux, par rupture et des dommages anormaux. Dans de tels cas, il est important d'expertiser le dommage, de rechercher la cause et de prendre des contre-mesures.



CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS DES FORETS

NOMENCLATURE



FORMES ET CARACTÉRISTIQUES DE COUPE

Angle d'hélice	<p>C'est l'inclinaison de la pente de l'hélice en regard de la direction axiale d'un foret, cela correspond à l'inclinaison de l'arête de coupe d'un outil. L'angle de coupe d'un foret varie en fonction de la position de l'arête de coupe et il diminue au fur et à mesure que l'on s'approche du centre.</p> <p style="text-align: center;">Matériaux durs Petit ← Angle de coupe → Grand Matériaux tendres</p>
Longueur d'hélice	<p>Elle est déterminée par la profondeur du trou, la longueur du canon de perçage, et le nombre de réaffûtages souhaité. Directement lié à la durée de vie, à choisir la plus courte possible.</p>
Angle de pointe	<p>Un angle de pointe standard est de 118° et doit être modifié en fonction des différentes applications.</p> <p>Matériaux tendres avec conditions normales d'usinage. Petit ← Angle de pointe → Grand Pour matériaux durs et perçage performant.</p>
Épaisseur de l'âme	<p>C'est un élément important qui détermine la rigidité et la performance de coupe du foret. Le choix de l'épaisseur de l'âme du foret est fonction des applications.</p> <p style="text-align: center;"> } } Mince ← Épaisseur de l'âme → Epais </p> <p style="font-size: 0.8em;"> Faible résistance de coupe Faible rigidité Grande résistance à la coupe Bonne usinabilité Grande résistance à la coupe Grande rigidité Fractionnement copeaux difficile Matériaux haute dureté, perçage trou sécant, etc. </p>
Patin	<p>Le patin définit le diamètre du foret, et assure une fonction de guidage pendant le perçage. La largeur du patin est déterminée en fonction du frottement généré.</p> <p style="text-align: center;">Faible guidage Petit ← Largeur de patin → Grand Bon guidage</p>
Diamètre de conicité	<p>Pour réduire le frottement à l'intérieur du trou percé, une partie de l'hélice est légèrement conique, de la pointe du foret à la queue. Le degré de conicité est habituellement représenté en rapport avec la réduction du diamètre et la longueur de queue, soit approximativement 0.04–0.1mm.</p>

LA GÉOMÉTRIE DE L'ARÊTE DE COUPE ET SON INFLUENCE

Comme ceci est représenté dans le tableau suivant, la géométrie optimale de l'arête de coupe peut être sélectionnée pour différentes applications. Si vous utilisez la géométrie optimale d'arête de coupe, alors il est possible d'avoir une plus grande efficacité de la machine et une meilleure précision de perçage.

Les Formes des Arêtes de Coupe

Affûtage	Forme	Propriétés et effets	Application
Conique		<ul style="list-style-type: none"> La dépouille est conique et l'angle de dégagement augmente en allant vers le centre du foret. 	<ul style="list-style-type: none"> Usage général
Plate		<ul style="list-style-type: none"> Le flanc est plat. Affûtage simple. 	<ul style="list-style-type: none"> Principalement pour les forets de petit diamètre.
Angle à trois niveaux		<ul style="list-style-type: none"> En raison du manque d'arête de coupe transversale, la force centripète est trop élevée et les petits perçages sont surdimensionnés. Nécessite une affûteuse spéciale. Rectification plane des trois côtés. 	<ul style="list-style-type: none"> Pour les trous nécessitant une précision de perçage et une précision de positionnement.
Point de spirale		<ul style="list-style-type: none"> Afin d'augmenter l'angle de dépouille à proximité du centre de perçage, on combine l'affûtage conique avec une hélice irrégulière. Arête de coupe transversale S avec une force centripète élevée et une précision d'usinage 	<ul style="list-style-type: none"> Pour les trous nécessitant une grande précision.
Lèvre radiale		<ul style="list-style-type: none"> L'arête de coupe est affûtée de manière radiale pour répartir la charge. Grande précision du trou et qualité de surface. Petites bavures à la base des trous de part en part Nécessite une affûteuse spéciale. 	<ul style="list-style-type: none"> Fonte grise, Alliage aluminium Pour les plaques en fonte. Acier
Perçage à point central		<ul style="list-style-type: none"> Cette géométrie présente un angle tranchant à deux niveaux garantissant une meilleure concentricité et une diminution des forces de coupe en sortant de la pièce. 	<ul style="list-style-type: none"> Pour les trous dans la tôle fine.

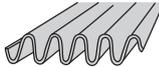
AMINCISSEMENT DE L'ÂME

L'angle de coupe d'un foret diminue en remontant vers le centre, et devient négatif. Pendant le perçage, le centre du foret exerce sur la pièce une pression équivalente à 50–70% de la résistance à la coupe. Un amincissement de l'âme est très efficace pour réduire la résistance à la coupe du foret et favoriser l'évacuation des copeaux et un meilleur engagement du foret.

Forme	Type X	Type XR	Type S	Type N
Caractéristiques	Effort axial diminué et amorçe de coupe facilitée. Efficace avec une âme de foret plutôt épaisse.	Pénétration du foret moins favorable, mais arête de coupe robuste pour un grand nombre d'applications.	Coupe facile. Cette forme est généralement utilisée.	Efficace quand l'âme est épaisse.
Applications principales	Perçage en général et perçage long.	Longue vie. Recommandé pour le perçage en général et pour les aciers inoxydables.	Recommandé pour le perçage des aciers, des fontes et des matériaux non-ferreux.	Perçage de trou profond.

CARACTÉRISTIQUES ET SPÉCIFICATIONS DES FORETS

COPEAUX DE PERÇAGE

Type de copeaux	Forme	Caractéristiques et comportement de coupe
Conique en spirale		Ces copeaux sont produits par l'inclinaison de l'hélice à faible avance. Des copeaux de cette sorte se produisent lorsque l'on perce de la fonte ductile avec une faible vitesse d'avance. Si le copeau se fragmente après quelques tours, la performance est satisfaisante.
Long		Les longs copeaux sortent sans former d'hélice et s'enrouleront autour du foret.
Fragmenté		C'est un copeau cassé par l'hélice du foret et la paroi du trou percé. Il est généré par une avance trop importante.
Segmenté		Un copeau conique en forme de spirale qui casse juste avant que celui-ci grandisse et ne devienne une longue denture, est le résultat d'un perçage avec un taux de ductilité insuffisant. Excellente formation et dégagement du copeau.
Ondulé		Un copeau qui est plié à cause de la goujure et des caractéristiques de la matière percée. Celui-ci peut facilement créer un bourrage copeaux dans la goujure du foret.
Aiguille		Ces copeaux sont cassés par les vibrations perçant des matériaux friables avec un petit rayon. La performance de fragmentation est satisfaisante. Toutefois, les copeaux peuvent créer un bourrage.

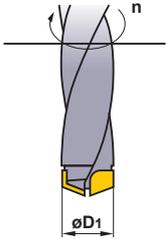
FORMULES DE PERÇAGE

VITESSE DE COUPE (vc)

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

v_c (m/min) : Vitesse de coupe
 π (3.14) : Pi
 D_1 (mm) : Diamètre foret
 n (t/min) : Régime

*Unité de transformation. (pour "mm" to "m")



(Problème) Quelle est la vitesse de coupe quand la broche tourne à 1350t/min, avec un foret de diamètre 12mm ?

(Réponse) Substitue $\pi=3.14$, $D_1=12$, $n=1350$ dans la formule.

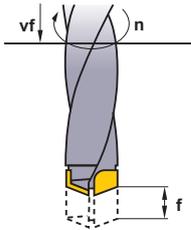
$$v_c = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 12 \times 1350}{1000} = 50.9 \text{ m/min}$$

La vitesse de coupe est de 50.9m/min

VITESSE D'AVANCE (vf)

$$v_f = f \cdot n \text{ (mm/min)}$$

v_f (mm/min) : Vitesse d'avance broche (axe Z)
 f (mm/tour) : Avance par tour
 n (t/min) : Régime



(Problème) Quelle est la vitesse d'avance de la broche quand l'avance est de 0.2mm/tour et la vitesse de rotation 1350t/min ?

(Réponse) Substitue $f=0.2$, $n=1350$ dans la formule.

$$v_f = f \cdot n = 0.2 \times 1350 = 270 \text{ mm/min}$$

La vitesse d'avance de la broche est 270mm/min.

TEMPS DE COUPE (Tc)

$$T_c = \frac{l_d \cdot i}{n \cdot f}$$

T_c (min) : Durée d'usinage
 n (t/min) : Régime
 l_d (mm) : Profondeur
 f (mm/tour) : Avance par tour
 i : Nombre de trou

(Problème) Trouver le temps de coupe pour un perçage de 30mm de profond, acier allié, à une vitesse de coupe de 50m/min et avec une avance de 0.15mm/tour ?

(Réponse) Régime $n = \frac{50 \times 1000}{15 \times 3.14} = 1061.57 \text{ t/min}$

$$T_c = \frac{30 \times 1}{1061.57 \times 0.15} = 0.188$$

$$= 0.188 \times 60 \approx 11.3 \text{ sec}$$

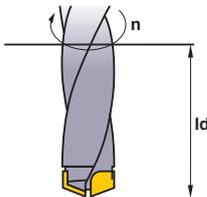


TABLEAU DE COMPARAISON DES MATIÈRES

TABLEAU DE COMPARAISON DES MATIÈRES

ACIER CARBONE

Allemagne		Royaume-uni		France	Italie	Espagne	Suède	Japon	USA	Chine
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.0038	RSt.37-2	4360 40 C	–	E 24-2 Ne	–	–	1311	STKM 12A STKM 12C	A570.36	15
1.0401	C15	080M15	–	CC12	C15, C16	F.111	1350	–	1015	15
1.0402	C22	050A20	2C	CC20	C20, C21	F.112	1450	–	1020	20
1.0715	9SMn28	230M07	1A	S250	CF9SMn28	F.2111 11SMn28	1912	SUM22	1213	Y15
1.0718	9SMnPb28	–	–	S250Pb	CF9SMnPb28	11SMnPb28	1914	SUM22L	12L13	–
1.0722	10SPb20	–	–	10PbF2	CF10Pb20	10SPb20	–	–	–	–
1.0736	9SMn36	240M07	1B	S300	CF9SMn36	12SMn35	–	–	1215	Y13
1.0737	9SMnPb36	–	–	S300Pb	CF9SMnPb36	12SMnP35	1926	–	12L14	–
1.1141	Ck15	080M15	32C	XC12	C16	C15K	1370	S15C	1015	15
1.1158	Ck25	–	–	–	–	–	–	S25C	1025	25
1.8900	StE380	4360 55 E	–	–	FeE390KG	–	2145	–	A572-60	–
1.0501	C35	060A35	–	CC35	C35	F.113	1550	–	1035	35
1.0503	C45	080M46	–	CC45	C45	F.114	1650	–	1045	45
1.0726	35S20	212M36	8M	35MF4	–	F210G	1957	–	1140	–
1.1157	40Mn4	150M36	15	35M5	–	–	–	–	1039	40Mn
1.1167	36Mn5	–	–	40M5	–	36Mn5	2120	SMn438(H)	1335	35Mn2
1.1170	28Mn6	150M28	14A	20M5	C28Mn	–	–	SCMn1	1330	30Mn
1.1183	Cf35	060A35	–	XC38TS	C36	–	1572	S35C	1035	35Mn
1.1191	Ck45	080M46	–	XC42	C45	C45K	1672	S45C	1045	Ck45
1.1213	Cf53	060A52	–	XC48TS	C53	–	1674	S50C	1050	50
1.0535	C55	070M55	9	–	C55	–	1655	–	1055	55
1.0601	C60	080A62	43D	CC55	C60	–	–	–	1060	60
1.1203	Ck55	070M55	–	XC55	C50	C55K	–	S55C	1055	55
1.1221	Ck60	080A62	43D	XC60	C60	–	1678	S58C	1060	60Mn
1.1274	Ck101	060A96	–	XC100	–	F.5117	1870	–	1095	–
1.1545	C105W1	BW1A	–	Y105	C36KU	F.5118	1880	SK3	W1	–
1.1545	C105W1	BW2	–	Y120	C120KU	F.515	2900	SUP4	W210	–

ALLIAGE ACIER

Allemagne		Royaume-uni		France	Italie	Espagne	Suède	Japon	USA	Chine
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.0144	St.44.2	4360 43 C	–	E28-3	–	–	1412	SM400A, SM400B SM400C	A573-81	–
1.0570	St52-3	4360 50 B	–	E36-3	Fe52BFN Fe52CFN	–	2132	SM490A, SM490B SM490C	–	–
1.0841	St52-3	150M19	–	20MC5	Fe52	F.431	2172	–	5120	–
1.0904	55Si7	250A53	45	55S7	55Si8	56Si7	2085	–	9255	55Si2Mn
1.0961	60SiCr7	–	–	60SC7	60SiCr8	60SiCr8	–	–	9262	–
1.3505	100Cr6	534A99	31	100C6	100Cr6	F.131	2258	SUJ2	ASTM 52100	Gr15, 45G
1.5415	15Mo3	1501-240	–	15D3	16Mo3KW	16Mo3	2912	–	ASTM A204Gr.A	–
1.5423	16Mo5	1503-245-420	–	–	16Mo5	16Mo5	–	–	4520	–
1.5622	14Ni6	–	–	16N6	14Ni6	15Ni6	–	–	ASTM A350LF5	–
1.5662	X8Ni9	1501-509-510	–	–	X10Ni9	XBNI09	–	–	ASTM A353	–
1.5710	36NiCr6	640A35	111A	35NC6	–	–	–	SNC236	3135	–
1.5732	14NiCr10	–	–	14NC11	16NiCr11	15NiCr11	–	SNC415(H)	3415	–
1.5752	14NiCr14	655M13	36A	12NC15	–	–	–	SNC815(H)	3415, 3310	–
1.6523	21NiCrMo2	805M20	362	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	2506	SNCM220(H)	8620	–
1.6546	40NiCrMo22	311-Type 7	–	–	40NiCrMo2(KB)	40NiCrMo2	–	SNCM240	8740	–
1.6587	17CrNiMo6	820A16	–	18NCD6	–	14NiCrMo13	–	–	–	–
1.7015	15Cr3	523M15	–	12C3	–	–	–	SCr415(H)	5015	15Cr

Allemagne		Royaume-uni		France	Italie	Espagne	Suède	Japon	USA	Chine
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.7045	42Cr4	-	-	-	-	42Cr4	2245	SCr440	5140	40Cr
1.7176	55Cr3	527A60	48	55C3	-	-	-	SUP9(A)	5155	20CrMn
1.7262	15CrMo5	-	-	12CD4	-	12CrMo4	2216	SCM415(H)	-	-
1.7335	13CrMo4 4	1501-620Gr27	-	15CD3.5 15CD4.5	14CrMo45	14CrMo45	-	-	ASTM A182 F11, F12	-
1.7380	10CrMo910	1501-622 Gr31, 45	-	12CD9 12CD10	12CrMo9 12CrMo10	TU.H	2218	-	ASTM A182 F.22	-
1.7715	14MoV63	1503-660-440	-	-	-	13MoCrV6	-	-	-	-
1.8523	39CrMoV13 9	897M39	40C	-	36CrMoV12	-	-	-	-	-
1.6511	36CrNiMo4	816M40	110	40NCD3	38NiCrMo4(KB)	35NiCrMo4	-	-	9840	-
1.6582	34CrNiMo6	817M40	24	35NCD6	35NiCrMo6(KB)	-	2541	-	4340	40CrNiMoA
1.7033	34Cr4	530A32	18B	32C4	34Cr4(KB)	35Cr4	-	SCr430(H)	5132	35Cr
1.7035	41Cr4	530M40	18	42C4	41Cr4	42Cr4	-	SCr440(H)	5140	40Cr
1.7131	16MnCr5	(527M20)	-	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	2511	-	5115	18CrMn
1.7218	25CrMo4	1717CDS110 708M20	-	25CD4	25CrMo4(KB)	55Cr3	2225	SCM420 SCM430	4130	30CrMn
1.7220	34CrMo4	708A37	19B	35CD4	35CrMo4	34CrMo4	2234	SCM432 SCCRM3	4137 4135	35CrMo
1.7223	41CrMo4	708M40	19A	42CD4TS	41CrMo4	42CrMo4	2244	SCM 440	4140 4142	40CrMoA
1.7225	42CrMo4	708M40	19A	42CD4	42CrMo4	42CrMo4	2244	SCM440(H)	4140	42CrMo 42CrMnMo
1.7361	32CrMo12	722M24	40B	30CD12	32CrMo12	F.124.A	2240	-	-	-
1.8159	50CrV4	735A50	47	50CV4	50CrV4	51CrV4	2230	SUP10	6150	50CrVA
1.8509	41CrAlMo7	905M39	41B	40CAD6 40CAD2	41CrAlMo7	41CrAlMo7	2940	-	-	-
1.2067	100Cr6	BL3	-	Y100C6	-	100Cr6	-	-	L3	CrV, 9SiCr
1.2419	105WCr6	-	-	105WC13	100WCr6 107WCr5KU	105WCr5	2140	SKS31 SKS2, SKS3	-	CrWMo
1.2713	55NiCrMoV6	BH224/5	-	55NCDV7	-	F.520.S	-	SKT4	L6	5CrNiMo
1.5662	X8Ni9	1501-509	-	-	X10Ni9	XBNi09	-	-	ASTM A353	-
1.5680	12Ni19	-	-	Z18N5	-	-	-	-	2515	-
1.6657	14NiCrMo134	832M13	36C	-	15NiCrMo13	14NiCrMo131	-	-	-	-
1.2080	X210Cr12	BD3	-	Z200C12	X210Cr13KU X250Cr12KU	X210Cr12	-	SKD1	D3 ASTM D3	Cr12
1.2344	X40CrMoV51 X40CrMoV51	BH13	-	Z40CDV5	X35CrMoV05KU X40CrMoV51KU	X40CrMoV5	2242	SKD61	H13 ASTM H13	40CrMoV5
1.2363	X100CrMoV51	BA2	-	Z100CDV5	X100CrMoV51KU	X100CrMoV5	2260	SKD12	A2	100CrMoV5
1.2436	X210CrW12	-	-	-	X215CrW121KU	X210CrW12	2312	SKD2	-	-
1.2542	45WCrV7	BS1	-	-	45WCrV8KU	45WCrSi8	2710	-	S1	-
1.2581	X30WCrV93	BH21	-	Z30WCV9	X28W09KU	X30WCrV9	-	SKD5	H21	30WCrV9
1.2601	X165CrMoV12	-	-	-	X165CrMoV12KU	X160CrMoV12	2310	-	-	-
1.2833	100V1	BW2	-	Y1105V	-	-	-	SKS43	W210	V
1.3255	S 18-1-2-5	BT4	-	Z80WKCV	X78WCo1805KU	HS18-1-1-5	-	SKH3	T4	W18Cr4VCo5
1.3355	S 18-0-1	BT1	-	Z80WCV	X75W18KU	HS18-0-1	-	SKH2	T1	-
1.3401	G-X120Mn12	Z120M12	-	Z120M12	XG120Mn12	X120MN12	-	SCMnH/1	-	-
1.4718	X45CrSi93	401S45	52	Z45CS9	X45CrSi8	F.322	-	SUH1	HW3	X45CrSi93
1.3343	S6-5-2	4959BA2	-	Z40CSD10	15NiCrMo13	-	2715	SUH3	D3	-
1.3343	S6/5/2	BM2	-	Z85WDCV	HS6-5-2-2	F.5603	2722	SKH9, SKH51	M2	-
1.3348	S 2-9-2	-	-	-	HS2-9-2	HS2-9-2	2782	-	M7	-
1.3243	S6/5/2/5	BM35	-	6-5-2-5	HS6-5-2-5	F.5613	2723	SKH55	M35	-

TABLEAU DE COMPARAISON DES MATIÈRES

■ ACIER INOXYDABLE (FERRITIQUE, MARTENSITIQUE)

Allemagne		Royaume-uni		France	Italie	Espagne	Suède	Japon	USA	Chine
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4000	X7Cr13	403S17	-	Z6C13	X6Cr13	F.3110	2301	SUS403	403	OCr13 1Cr12
1.4001	X7Cr14	-	-	-	-	F.8401	-	-	-	-
1.4005	X12CrS13	416S21	-	Z11CF13	X12CrS13	F.3411	2380	SUS416	416	-
1.4006	X10Cr13	410S21	56A	Z10C14	X12Cr13	F.3401	2302	SUS410	410	1Cr13
1.4016	X8Cr17	430S15	60	Z8C17	X8Cr17	F.3113	2320	SUS430	430	1Cr17
1.4027	G-X20Cr14	420C29	56B	Z20C13M	-	-	-	SCS2	-	-
1.4034	X46Cr13	420S45	56D	Z40CM Z38C13M	X40Cr14	F.3405	2304	SUS420J2	-	4Cr13
1.4003	-	405S17	-	Z8CA12	X6CrAl13	-	-	-	405	-
1.4021	-	420S37	-	Z8CA12	X20Cr13	-	2303	-	420	-
1.4057	X22CrNi17	431S29	57	Z15CNi6.02	X16CrNi16	F.3427	2321	SUS431	431	1Cr17Ni2
1.4104	X12CrMoS17	-	-	Z10CF17	X10CrS17	F.3117	2383	SUS430F	430F	Y1Cr17
1.4113	X6CrMo17	434S17	-	Z8CD17.01	X8CrMo17	-	2325	SUS434	434	1Cr17Mo
1.4313	X5CrNi134	425C11	-	Z4CND13.4M	(G)X6CrNi304	-	2385	SCS5	CA6-NM	-
1.4724	X10CrA113	403S17	-	Z10C13	X10CrA112	F.311	-	SUS405	405	OCr13Al
1.4742	X10CrA118	430S15	60	Z10CAS18	X8Cr17	F.3113	-	SUS430	430	Cr17
1.4747	X80CrNiSi20	443S65	59	Z80CSN20.02	X80CrSiNi20	F.320B	-	SUH4	HNV6	-
1.4762	X10CrA124	-	-	Z10CAS24	X16Cr26	-	2322	SUH446	446	2Cr25N
1.4871	X53CrMnNiN219	349S54	-	Z52CMN21.09	X53CrMnNiN219	-	-	SUH35	EV8	5Cr2Mn9Ni4N
1.4521	X1CrMoTi182	-	-	-	-	-	2326	-	S44400	-
1.4922	X20CrMoV12-1	-	-	-	X20CrMoNi1201	-	2317	-	-	-
1.4542	-	-	-	Z7CNU17-04	-	-	-	-	630	-

■ ACIER INOXYDABLE (AUSTÉNITIQUE)

Allemagne		Royaume-uni		France	Italie	Espagne	Suède	Japon	USA	Chine
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4306	X2CrNi1911	304S11	-	Z2CN18.10	X2CrNi18.11	-	2352	SUS304L	304L	OCr19Ni10
1.4350	X5CrNi189	304S11	58E	Z6CN18.09	X5CrNi1810	F.3551 F.3541 F.3504	2332	SUS304	304	OCr18Ni9
1.4305	X12CrNiS188	303S21	58M	Z10CNF18.09	X10CrNiS18.09	F.3508	2346	SUS303	303	1Cr18Ni9MoZr
-	-	304C12	-	Z3CN19.10	-	-	2333	SUS304L	-	-
1.4306	X2CrNi189	304S12	-	Z2CrNi1810	X2CrNi18.11	F.3503	2352	SCS19	304L	-
1.4310	X12CrNi177	-	-	Z12CN17.07	X12CrNi1707	F.3517	2331	SUS301	301	Cr17Ni7
1.4311	X2CrNiN1810	304S62	-	Z2CN18.10	-	-	2371	SUS304LN	304LN	-
1.4401	X5CrNiMo1810	316S16	58J	Z6CND17.11	X5CrNiMo1712	F.3543	2347	SUS316	316	OCr17Ni11Mo2
1.4308	G-X6CrNi189	304C15	-	Z6CN18.10M	-	-	-	SCS13	-	-
1.4408	G-X6CrNiMo1810	316C16	-	-	-	F.8414	-	SCS14	-	-
1.4581	G-X6CrNiMoNb1810	318C17	-	Z4CNDNb1812M	XG8CrNiMo1811	-	-	SCS22	-	-
1.4429	X2CrNiMoN1813	-	-	Z2CND17.13	-	-	2375	SUS316LN	316LN	OCr17Ni13Mo
1.4404	-	316S13	-	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	-	2348	-	316L	-
1.4435	X2CrNiMo1812	316S13	-	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	-	2353	SCS16 SUS316L	316L	OCr27Ni12Mo3
1.4436	-	316S13	-	Z6CND18-12-03	X8CrNiMo1713	-	2343, 2347	-	316	-
1.4438	X2CrNiMo1816	317S12	-	Z2CND19.15	X2CrNiMo1816	-	2367	SUS317L	317L	OCr19Ni13Mo
1.4539	X1NiCrMo	-	-	Z6CNT18.10	-	-	2562	-	UNS V 0890A	-
1.4541	X10CrNiTi189	321S12	58B	Z6CNT18.10	X6CrNiTi1811	F.3553 F.3523	2337	SUS321	321	1Cr18Ni9Ti
1.4550	X10CrNiNb189	347S17	58F	Z6CNNb18.10	X6CrNiNb1811	F.3552 F.3524	2338	SUS347	347	1Cr18Ni11Nb
1.4571	X10CrNiMoTi1810	320S17	58J	Z6CNDT17.12	X6CrNiMoTi1712	F.3535	2350	-	316Ti	Cr18Ni12Mo2Ti
1.4583	X10CrNiMoNb1812	-	-	Z6CNDNb1713B	X6CrNiMoNb1713	-	-	-	318	Cr17Ni12Mo3Nb

Allemagne		Royaume-uni		France	Italie	Espagne	Suède	Japon	USA	Chine
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4828	X15CrNiSi2012	309S24	–	Z15CNS20.12	X6CrNi2520	–	–	SUH309	309	1Cr23Ni13
1.4845	X12CrNi2521	310S24	–	Z12CN2520	X6CrNi2520	F.331	2361	SUH310	310S	OCr25Ni20
1.4406	X10CrNi18.08	–	58C	Z1NCDU25.20	–	F.8414	2370	SCS17	308	–
1.4418	X4CrNiMo165	–	–	Z6CND16-04-01	–	–	–	–	–	–
1.4568	–	316S111	–	Z8CNA17-07	X2CrNiMo1712	–	–	–	17-7PH	–
1.4504	–	–	–	Z1NCDU31-27-03	–	–	2584	–	NO8028	–
1.4563	–	–	–	Z1CNDU20-18-06AZ	–	–	2378	–	S31254	–
1.4878	X12CrNiTi189	321S32	58B, 58C	Z6CNT18.12B	X6CrNiTi18 11	F.3523	–	SUS321	321	1Cr18Ni9Ti

ACIERS RÉSIDANT À LA CHALEUR

Allemagne		Royaume-uni		France	Italie	Espagne	Suède	Japon	USA	Chine
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4864	X12NiCrSi3616	–	–	Z12NCS35.16	–	–	–	SUH330	330	–
1.4865	G-X40NiCrSi3818	330C11	–	–	XG50NiCr3919	–	–	SCH15	HT, HT 50	–

FONTE GRISE

Allemagne		Royaume-uni		France	Italie	Espagne	Suède	Japon	USA	Chine
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
–	–	–	–	–	–	–	0100	–	–	–
–	GG 10	–	–	Ft 10 D	–	–	0110	FC100	No 20 B	–
0.6015	GG 15	Grade 150	–	Ft 15 D	G15	FG15	0115	FC150	No 25 B	HT150
0.6020	GG 20	Grade 220	–	Ft 20 D	G20	–	0120	FC200	No 30 B	HT200
0.6025	GG 25	Grade 260	–	Ft 25 D	G25	FG25	0125	FC250	No 35 B	HT250
–	–	–	–	–	–	–	–	–	No 40 B	–
0.6030	GG 30	Grade 300	–	Ft 30 D	G30	FG30	0130	FC300	No 45 B	HT300
0.6035	GG 35	Grade 350	–	Ft 35 D	G35	FG35	0135	FC350	No 50 B	HT350
0.6040	GG 40	Grade 400	–	Ft 40 D	–	–	0140	–	No 55 B	HT400
0.6660	GGL NiCr202	L-NiCuCr202	–	L-NC 202	–	–	0523	–	A436 Type 2	–

FONTE DUCTILE

Allemagne		Royaume-uni		France	Italie	Espagne	Suède	Japon	USA	Chine
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
0.7040	GGG 40	SNG 420/12	–	FCS 400-12	GS 370-17	FGE 38-17	07 17-02	FCD400	60-40-18	QT400-18
–	GGG 40.3	SNG 370/17	–	FGS 370-17	–	–	07 17-12	–	–	–
0.7033	GGG 35.3	–	–	–	–	–	07 17-15	–	–	–
0.7050	GGG 50	SNG 500/7	–	FGS 500-7	GS 500	FGE 50-7	07 27-02	FCD500	80-55-06	QT500-7
0.7660	GGG NiCr202	Grade S6	–	S-NC202	–	–	07 76	–	A43D2	–
–	GGG NiMn137	L-NiMn 137	–	L-MN 137	–	–	07 72	–	–	–
–	GGG 60	SNG 600/3	–	FGS 600-3	–	–	07 32-03	FCD600	–	QT600-3
0.7070	GGG 70	SNG 700/2	–	FGS 700-2	GS 700-2	FGS 70-2	07 37-01	FCD700	100-70-03	QT700-18

FONTE MALLÉABLE

Allemagne		Royaume-uni		France	Italie	Espagne	Suède	Japon	USA	Chine
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
–	–	8 290/6	–	MN 32-8	–	–	08 14	FCMB310	–	–
–	GTS-35	B 340/12	–	MN 35-10	–	–	08 15	FCMW330	32510	–
0.8145	GTS-45	P 440/7	–	Mn 450	GMN45	–	08 52	FCMW370	40010	–
0.8155	GTS-55	P 510/4	–	MP 50-5	GMN55	–	08 54	FCMP490	50005	–
–	GTS-65	P 570/3	–	MP 60-3	–	–	08 58	FCMP540	70003	–
0.8165	GTS-65-02	P 570/3	–	Mn 650-3	GMN 65	–	08 56	FCMP590	A220-70003	–
–	GTS-70-02	P 690/2	–	Mn 700-2	GMN 70	–	08 62	FCMP690	A220-80002	–

ÉTAT DE SURFACE

ÉTAT DE SURFACE

(De JIS B 601-1994)

Type	Symbole	Méthode de mesure	Exemple de mesure (Schéma)
Rugosité moyenne	Ra	<p>Les écarts de surface se présentent sous la forme de rugosité créée par le saut axial des plaquettes, la forme et l'usure des arêtes et par les irrégularités de l'écoulement des copeaux. La mesure de l'état de surface s'effectue sur une longueur linéaire. Ra mesure l'état de surface par rapport à une ligne moyenne des écarts. Ra est exprimé en microns et est calculé à partir de l'équation suivante :</p> $Ra = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} f(x) dx$	
Poids maximum	Rz	<p>La plupart des enregistrements d'états de surface sont dotés de filtres électriques permettant d'éliminer l'ondulation (écart de forme). Rz max. indique pour une longueur référence mesurée la différence maximum exprimée en microns entre le point le plus haut et le point le plus bas mesuré en (μm). (Nota) Pour une longueur référence donnée, Rz indique l'état de surface moyen arithmétique de la différence entre les 5 points les plus bas mesurés. Rz est exprimé en micron (μm).</p> $Rz = R_p + R_v$	
Rugosité moyenne en dix points	RzJIS	<p>RzJIS sera la longueur de référence sélectionnée de la courbe moyenne et la somme de la valeur moyenne des valeurs absolues des hauteurs de cinq sommets de profil les plus hauts (Yp) et les profondeurs de cinq points de profil les plus bas (Yv) mesurés dans la direction verticale de la ligne moyenne de cette partie sélectionnée et cette somme est exprimée en microns (μm).</p> $Rz_{JIS} = \frac{(Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}) + (Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5})}{5}$	<p>Yp1, Yp2, Yp3, Yp4, Yp5 : Les 5 points les plus hauts de la longueur référence mesurée. Yv1, Yv2, Yv3, Yv4, Yv5 : Les 5 points les plus bas de la longueur référence mesurée.</p>

RELATION ENTRE LA RUGOSITÉ MOYENNE (Ra) ET DÉSIGNATION CONVENTIONNELLE (DONNÉE DE RÉFÉRENCE)

Rugosité moyenne Ra		Poids maximum Rz	Rugosité moyenne en dix points RzJIS	Longueur étalon Rz · RzJIS l (mm)	Symbole
Séries standards	Moyenne arithmétique λc (mm)	Séries standards			
0.012 a	0.08	0.05s	0.05z	0.08	▽▽▽▽
0.025 a		0.1 s	0.1 z		
0.05 a	0.25	0.2 s	0.2 z	0.25	
0.1 a		0.4 s	0.4 z		
0.2 a		0.8 s	0.8 z		
0.4 a	0.8	1.6 s	1.6 z	0.8	▽▽▽
0.8 a		3.2 s	3.2 z		
1.6 a		6.3 s	6.3 z		2.5
3.2 a		12.5 s	12.5 z		
6.3 a	2.5	25 s	25 z	2.5	▽▽
12.5 a		50 s	50 z		
25 a		8	100 s		100 z
50 a	200 s		200 z		
100 a	–	400 s	400 z	–	–

*La corrélation entre les trois rugosités est d'ordre théorique.

*La mesure de Rz et RzJIS est faite par la moyenne arithmétique des valeurs mesurées sur la longueur étalon multipliées respectivement par 5.

CORRESPONDANCE DURETÉ

MATIÈRES - CORRESPONDANCE DURETÉ ACIER

Dureté Brinell (HB) Bille 10mm, 3000kgf		Dureté Vickers (HV)	Dureté Rockwell (3)				Dureté shore (HS)	Résistance à la traction (Env.) MPa (2)	Dureté Brinell (HB) Bille 10mm, 3000kgf		Dureté Vickers (HV)	Dureté Rockwell (3)				Dureté shore (HS)	Résistance à la traction (Env.) MPa (2)
Bille standard	Bille carbure de tungstène		Échelle A 60kgf, Diamant Cône diamant (HRA)	Échelle B, 100kgf, Bille 1/16" (HRB)	Échelle C, 150kgf, Diamant Cône diamant (HRC)	Échelle D, 100kgf, Diamant Cône diamant (HRD)			Bille standard	Bille carbure de tungstène		Échelle A 60kgf, Diamant Cône diamant (HRA)	Échelle B, 100kgf, Bille 1/16" (HRB)	Échelle C, 150kgf, Diamant Cône diamant (HRC)	Échelle D, 100kgf, Diamant Cône diamant (HRD)		
—	—	940	85.6	—	68.0	76.9	97	—	429	429	455	73.4	—	45.7	59.7	61	1510
—	—	920	85.3	—	67.5	76.5	96	—	415	415	440	72.8	—	44.5	58.8	59	1460
—	—	900	85.0	—	67.0	76.1	95	—	401	401	425	72.0	—	43.1	57.8	58	1390
—	(767)	880	84.7	—	66.4	75.7	93	—	388	388	410	71.4	—	41.8	56.8	56	1330
—	(757)	860	84.4	—	65.9	75.3	92	—	375	375	396	70.6	—	40.4	55.7	54	1270
—	(745)	840	84.1	—	65.3	74.8	91	—	363	363	383	70.0	—	39.1	54.6	52	1220
—	(733)	820	83.8	—	64.7	74.3	90	—	352	352	372	69.3	(110.0)	37.9	53.8	51	1180
—	(722)	800	83.4	—	64.0	73.8	88	—	341	341	360	68.7	(109.0)	36.6	52.8	50	1130
—	(712)	—	—	—	—	—	—	—	331	331	350	68.1	(108.5)	35.5	51.9	48	1095
—	(710)	780	83.0	—	63.3	73.3	87	—	321	321	339	67.5	(108.0)	34.3	51.0	47	1060
—	(698)	760	82.6	—	62.5	72.6	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	(684)	740	82.2	—	61.8	72.1	—	—	311	311	328	66.9	(107.5)	33.1	50.0	46	1025
—	(682)	737	82.2	—	61.7	72.0	84	—	302	302	319	66.3	(107.0)	32.1	49.3	45	1005
—	(670)	720	81.8	—	61.0	71.5	83	—	293	293	309	65.7	(106.0)	30.9	48.3	43	970
—	(656)	700	81.3	—	60.1	70.8	—	—	285	285	301	65.3	(105.5)	29.9	47.6	—	950
—	(653)	697	81.2	—	60.0	70.7	81	—	277	277	292	64.6	(104.5)	28.8	46.7	41	925
—	(647)	690	81.1	—	59.7	70.5	—	—	269	269	284	64.1	(104.0)	27.6	45.9	40	895
—	(638)	680	80.8	—	59.2	70.1	80	—	262	262	276	63.6	(103.0)	26.6	45.0	39	875
—	630	670	80.6	—	58.8	69.8	—	—	255	255	269	63.0	(102.0)	25.4	44.2	38	850
—	627	667	80.5	—	58.7	69.7	79	—	248	248	261	62.5	(101.0)	24.2	43.2	37	825
—	—	677	80.7	—	59.1	70.0	—	—	241	241	253	61.8	100	22.8	42.0	36	800
—	601	640	79.8	—	57.3	68.7	77	—	235	235	247	61.4	99.0	21.7	41.4	35	785
—	—	640	79.8	—	57.3	68.7	—	—	229	229	241	60.8	98.2	20.5	40.5	34	765
—	578	615	79.1	—	56.0	67.7	75	—	223	223	234	—	97.3	(18.8)	—	—	—
—	—	607	78.8	—	55.6	67.4	—	—	217	217	228	—	96.4	(17.5)	—	33	725
—	555	591	78.4	—	54.7	66.7	73	2055	212	212	222	—	95.5	(16.0)	—	—	705
—	—	579	78.0	—	54.0	66.1	—	2015	207	207	218	—	94.6	(15.2)	—	32	690
—	534	569	77.8	—	53.5	65.8	71	1985	201	201	212	—	93.8	(13.8)	—	31	675
—	—	533	77.1	—	52.5	65.0	—	1915	197	197	207	—	92.8	(12.7)	—	30	655
—	514	547	76.9	—	52.1	64.7	70	1890	192	192	202	—	91.9	(11.5)	—	29	640
(495)	—	539	76.7	—	51.6	64.3	—	1855	187	187	196	—	90.7	(10.0)	—	—	620
—	495	528	76.3	—	51.0	63.8	68	1820	183	183	192	—	90.0	(9.0)	—	28	615
(477)	—	516	75.9	—	50.3	63.2	—	1780	179	179	188	—	89.0	(8.0)	—	27	600
—	—	508	75.6	—	49.6	62.7	—	1740	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	—	585
—	477	508	75.6	—	49.6	62.7	66	1740	170	170	178	—	86.8	(5.4)	—	26	570
(461)	—	495	75.1	—	48.8	61.9	—	1680	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	—	560
—	—	491	74.9	—	48.5	61.7	—	1670	163	163	171	—	85.0	(3.3)	—	25	545
—	461	491	74.9	—	48.5	61.7	65	1670	156	156	163	—	82.9	(0.9)	—	—	525
444	—	474	74.3	—	47.2	61.0	—	1595	149	149	156	—	80.8	—	—	23	505
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	—	1585	143	143	150	—	78.7	—	—	22	490
—	444	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	137	137	143	—	76.4	—	—	21	460
—	—	—	—	—	—	—	—	—	131	131	137	—	74.0	—	—	—	450
—	—	—	—	—	—	—	—	—	126	126	132	—	72.0	—	—	20	435
—	—	—	—	—	—	—	—	—	121	121	127	—	69.8	—	—	19	415
—	—	—	—	—	—	—	—	—	116	116	122	—	67.6	—	—	18	400
—	—	—	—	—	—	—	—	—	111	111	117	—	65.7	—	—	15	385

(Nota 1) Les valeurs du tableau ci-dessus sont les valeurs métriques du AMS Metals Handbook.

(Nota 2) 1MPa=1N/mm²

(Nota 3) Les valeurs entre sont peu utilisées. Cette liste est tirée de JIS Handbook Steel I.

TABLE DE TOLÉRANCES DES TROUS

Classification, dimensions standards (mm)		Classification des zones de tolérance géométrique de trous																									
>	≤	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7										
-	3	+180	+85	+100	+34	+45	+60	+24	+28	+39	+12	+16	+20	+8	+12	+6	+10										
		+140	+60	+60	+20	+20	+20	+14	+14	+14	+6	+6	+6	+2	+2	0	0										
3	6	+188	+100	+118	+48	+60	+78	+32	+38	+50	+18	+22	+28	+12	+16	+8	+12										
		+140	+70	+70	+30	+30	+30	+20	+20	+20	+10	+10	+10	+4	+4	0	0										
6	10	+208	+116	+138	+62	+76	+98	+40	+47	+61	+22	+28	+35	+14	+20	+9	+15										
		+150	+80	+80	+40	+40	+40	+25	+25	+25	+13	+13	+13	+5	+5	0	0										
10	14	+220	+138	+165	+77	+93	+120	+50	+59	+75	+27	+34	+43	+17	+24	+11	+18										
		+150	+95	+95	+50	+50	+50	+32	+32	+32	+16	+16	+16	+6	+6	0	0										
14	18	+244	+162	+194	+98	+117	+149	+61	+73	+92	+33	+41	+53	+20	+28	+13	+21										
		+160	+110	+110	+65	+65	+65	+40	+40	+40	+20	+20	+20	+7	+7	0	0										
18	24	+270	+182	+220	+119	+142	+180	+75	+89	+112	+41	+50	+64	+25	+34	+16	+25										
		+170	+120	+120														+80	+80	+80	+50	+50	+50	+25	+25	+25	+9
30	40	+280	+192	+230	+146	+174	+220	+90	+106	+134	+49	+60	+76	+29	+40	+19	+30										
		+180	+130	+130														+320	+224	+270	+100	+100	+100	+60	+60	+60	+30
50	65	+310	+214	+260	+174	+207	+260	+107	+126	+159	+58	+71	+90	+34	+47	+22	+35										
		+190	+140	+140														+380	+267	+320	+120	+120	+120	+72	+72	+72	+36
65	80	+320	+224	+270	+208	+245	+305	+125	+148	+185	+68	+83	+106	+39	+54	+25	+40										
		+200	+150	+150														+420	+300	+360	+260	+200	+200	+440	+310	+370	+208
80	100	+360	+257	+310	+145	+145	+145	+85	+85	+85	+43	+43	+43	+14	+14	0	0										
		+220	+170	+170														+470	+330	+390	+310	+230	+230	+440	+310	+370	+145
100	120	+380	+267	+320	+242	+285	+355	+146	+172	+215	+79	+96	+122	+44	+61	+29	+46										
		+240	+180	+180														+525	+355	+425	+340	+240	+240	+565	+375	+445	+242
120	140	+420	+300	+360	+170	+170	+170	+100	+100	+100	+50	+50	+50	+15	+15	0	0										
		+260	+200	+200														+605	+395	+465	+420	+280	+280	+565	+375	+445	+170
140	160	+440	+310	+370	+271	+320	+400	+162	+191	+240	+88	+108	+137	+49	+69	+32	+52										
		+280	+210	+210														+470	+330	+390	+310	+230	+230	+690	+430	+510	+480
160	180	+470	+330	+390	+190	+190	+190	+110	+110	+110	+56	+56	+56	+17	+17	0	0										
		+310	+230	+230														+750	+460	+540	+190	+190	+190	+110	+110	+110	+56
180	200	+525	+355	+425	+299	+350	+440	+182	+214	+265	+98	+119	+151	+54	+75	+36	+57										
		+340	+240	+240														+600	+360	+360	+299	+350	+440	+182	+214	+265	+98
200	225	+565	+375	+445	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62	+62	+62	+18	+18	0	0										
		+380	+260	+260														+910	+540	+630	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62
225	250	+605	+395	+465	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108	+131	+165	+60	+83	+40	+63										
		+420	+280	+280														+760	+440	+440	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108
250	280	+690	+430	+510	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68	+68	+68	+20	+20	0	0										
		+480	+300	+300														+1090	+635	+730	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68
280	315	+750	+460	+540	+840	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480										
		+540	+330	+330														+840	+480	+480	+840	+480	+480	+480	+480	+480	+480
315	355	+830	+500	+590	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+480										
		+600	+360	+360														+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840
355	400	+910	+540	+630	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+480										
		+680	+400	+400														+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840
400	450	+1010	+595	+690	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+480										
		+760	+440	+440														+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840
450	500	+1090	+635	+730	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+480										
		+840	+480	+480														+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840	+480	+480	+840

(Nota) Les dénominations de la première ligne du tableau représentent les plages de tolérances, les autres lignes du tableau indiquent les valeurs mini et maxi en microns suivant les diamètres indiqués dans la colonne de gauche.

Classification des zones de tolérance géométrique de trous

H8	H9	H10	JS6	JS7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7
+14 0	+25 0	+40 0	± 3	± 5	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-4 -10	-4 -14	-6 -12	-6 -16	-10 -20	-14 -24	-	-18 -28	-20 -30
+18 0	+30 0	+48 0	± 4	± 6	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	-5 -13	-4 -16	-9 -17	-8 -20	-11 -23	-15 -27	-	-19 -31	-24 -36
+22 0	+36 0	+58 0	± 4.5	± 7	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	-7 -16	-4 -19	-12 -21	-9 -24	-13 -28	-17 -32	-	-22 -37	-28 -43
+27 0	+43 0	+70 0	± 5.5	± 9	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	-9 -20	-5 -23	-15 -26	-11 -29	-16 -34	-21 -39	-	-26 -44	-33 -51 -38 -56
+33 0	+52 0	+84 0	± 6.5	± 10	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	-20 -41	-27 -48	-	-33 -54	-46 -67 -56 -77
+39 0	+62 0	+100 0	± 8	± 12	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-	-39 -64 -45 -70	-51 -76 -61 -86
+46 0	+74 0	+120 0	± 9.5	± 15	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	-30 -60 -32 -62	-42 -72 -48 -78	-55 -85 -64 -94	-76 -106 -91 -121	-
+54 0	+87 0	+140 0	± 11	± 17	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	-38 -73 -41 -76	-58 -93 -66 -101	-78 -113 -91 -126	-111 -146 -131 -166	-
+63 0	+100 0	+160 0	± 12.5	± 20	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-36 -61	-28 -68	-48 -88 -50 -90 -53 -93	-77 -117 -85 -125 -93 -133	-107 -147 -119 -159 -131 -171	-	-
+72 0	+115 0	+185 0	± 14.5	± 23	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-41 -70	-33 -79	-60 -106 -63 -109 -67 -113	-105 -151 -113 -159 -123 -169	-	-	-
+81 0	+130 0	+210 0	± 16	± 26	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-47 -79	-36 -88	-74 -126 -78 -130	-	-	-	-
+89 0	+140 0	+230 0	± 18	± 28	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-51 -87	-41 -98	-87 -144 -93 -150	-	-	-	-
+97 0	+155 0	+250 0	± 20	± 31	+8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-55 -95	-45 -108	-103 -166 -109 -172	-	-	-	-

TABLEAU DE TOLÉRANCES DES ARBRES

DONNÉES TECHNIQUES
TABLEAU DE TOLÉRANCES DES ARBRES

Classification, dimensions standards (mm)		Classification des tolérances géométriques des arbres														
>	≤	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7
-	3	-140	-60	-20	-20	-14	-14	-14	-6	-6	-6	-2	-2	0	0	0
		-165	-85	-34	-45	-24	-28	-39	-12	-16	-20	-6	-8	-4	-6	-10
3	6	-140	-70	-30	-30	-20	-20	-20	-10	-10	-10	-4	-4	0	0	0
		-170	-100	-48	-60	-32	-38	-50	-18	-22	-28	-9	-12	-5	-8	-12
6	10	-150	-80	-40	-40	-25	-25	-25	-13	-13	-13	-5	-5	0	0	0
		-186	-116	-62	-76	-40	-47	-61	-22	-28	-35	-11	-14	-6	-9	-15
10	14	-150	-95	-50	-50	-32	-32	-32	-16	-16	-16	-6	-6	0	0	0
		-193	-138	-77	-93	-50	-59	-75	-27	-34	-43	-14	-17	-8	-11	-18
14	18	-150	-95	-50	-50	-32	-32	-32	-16	-16	-16	-6	-6	0	0	0
		-193	-138	-77	-93	-50	-59	-75	-27	-34	-43	-14	-17	-8	-11	-18
18	24	-160	-110	-65	-65	-40	-40	-40	-20	-20	-20	-7	-7	0	0	0
		-212	-162	-98	-117	-61	-73	-92	-33	-41	-53	-16	-20	-9	-13	-21
24	30	-160	-110	-65	-65	-40	-40	-40	-20	-20	-20	-7	-7	0	0	0
		-212	-162	-98	-117	-61	-73	-92	-33	-41	-53	-16	-20	-9	-13	-21
30	40	-170	-120	-80	-80	-50	-50	-50	-25	-25	-25	-9	-9	0	0	0
		-232	-182	-119	-142	-75	-89	-112	-41	-50	-64	-20	-25	-11	-16	-25
40	50	-180	-130	-119	-142	-75	-89	-112	-41	-50	-64	-20	-25	-11	-16	-25
		-242	-192	-119	-142	-75	-89	-112	-41	-50	-64	-20	-25	-11	-16	-25
50	65	-190	-140	-100	-100	-60	-60	-60	-30	-30	-30	-10	-10	0	0	0
		-264	-214	-100	-100	-60	-60	-60	-30	-30	-30	-10	-10	0	0	0
65	80	-200	-150	-146	-174	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-13	-19	-30
		-274	-224	-146	-174	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-13	-19	-30
80	100	-220	-170	-120	-120	-72	-72	-72	-36	-36	-36	-12	-12	0	0	0
		-307	-257	-120	-120	-72	-72	-72	-36	-36	-36	-12	-12	0	0	0
100	120	-240	-180	-174	-207	-107	-126	-159	-58	-71	-90	-27	-34	-15	-22	-35
		-327	-267	-174	-207	-107	-126	-159	-58	-71	-90	-27	-34	-15	-22	-35
120	140	-260	-200	-145	-145	-85	-85	-85	-43	-43	-43	-14	-14	0	0	0
		-360	-300	-145	-145	-85	-85	-85	-43	-43	-43	-14	-14	0	0	0
140	160	-280	-210	-208	-245	-125	-148	-185	-68	-83	-106	-32	-39	-18	-25	-40
		-380	-310	-208	-245	-125	-148	-185	-68	-83	-106	-32	-39	-18	-25	-40
160	180	-310	-230	-208	-245	-125	-148	-185	-68	-83	-106	-32	-39	-18	-25	-40
		-410	-330	-208	-245	-125	-148	-185	-68	-83	-106	-32	-39	-18	-25	-40
180	200	-340	-240	-170	-170	-100	-100	-100	-50	-50	-50	-15	-15	0	0	0
		-455	-355	-170	-170	-100	-100	-100	-50	-50	-50	-15	-15	0	0	0
200	225	-380	-260	-242	-285	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46
		-495	-375	-242	-285	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46
225	250	-420	-280	-242	-285	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46
		-535	-395	-242	-285	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46
250	280	-480	-300	-190	-190	-110	-110	-110	-56	-56	-56	-17	-17	0	0	0
		-610	-430	-190	-190	-110	-110	-110	-56	-56	-56	-17	-17	0	0	0
280	315	-540	-330	-271	-320	-162	-191	-240	-88	-108	-137	-40	-49	-23	-32	-52
		-670	-460	-271	-320	-162	-191	-240	-88	-108	-137	-40	-49	-23	-32	-52
315	355	-600	-360	-210	-210	-125	-125	-125	-62	-62	-62	-18	-18	0	0	0
		-740	-500	-210	-210	-125	-125	-125	-62	-62	-62	-18	-18	0	0	0
355	400	-680	-400	-299	-350	-182	-214	-265	-98	-119	-151	-43	-54	-25	-36	-57
		-820	-540	-299	-350	-182	-214	-265	-98	-119	-151	-43	-54	-25	-36	-57
400	450	-760	-440	-230	-230	-135	-135	-135	-68	-68	-68	-20	-20	0	0	0
		-915	-595	-230	-230	-135	-135	-135	-68	-68	-68	-20	-20	0	0	0
450	500	-840	-480	-327	-385	-198	-232	-290	-108	-131	-165	-47	-60	-27	-40	-63
		-995	-635	-327	-385	-198	-232	-290	-108	-131	-165	-47	-60	-27	-40	-63

(Nota) Les dénominations de la première ligne du tableau représentent les plages de tolérances, les autres lignes du tableau indiquent les valeurs mini et maxi en microns suivant les diamètres indiqués dans la colonne de gauche.

Classification des tolérances géométriques des arbres

h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
0 -14	0 -25	± 2	± 3	± 5	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—	+24 +18	+26 +20
0 -18	0 -30	± 2.5	± 4	± 6	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—	+31 +23	+36 +28
0 -22	0 -36	± 3	± 4.5	± 7	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—	+37 +28	+43 +34
0 -27	0 -43	± 4	± 5.5	± 9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—	+44 +33	+51 +40 +56 +45
0 -33	0 -52	± 4.5	± 6.5	± 10	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	— +54 +41	+54 +61 +48	+67 +54 +77 +64
0 -39	0 -62	± 5.5	± 8	± 12	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48 +70 +54	+76 +60 +86 +70	—
0 -46	0 -74	± 6.5	± 9.5	± 15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41 +62 +43	+72 +53 +78 +59	+85 +66 +94 +75	+106 +87 +121 +102	—
0 -54	0 -87	± 7.5	± 11	± 17	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51 +76 +54	+93 +71 +101 +79	+113 +91 +126 +104	+146 +124 +166 +144	—
0 -63	0 -100	± 9	± 12.5	± 20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63 +90 +65 +93 +68	+117 +92 +125 +100 +133 +108	+147 +122 +159 +134 +171 +146	—	—
0 -72	0 -115	± 10	± 14.5	± 23	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77 +109 +80 +113 +84	+151 +122 +159 +130 +169 +140	—	—	—
0 -81	0 -130	± 11.5	± 16	± 26	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94 +130 +98	—	—	—	—
0 -89	0 -140	± 12.5	± 18	± 28	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108 +150 +114	—	—	—	—
0 -97	0 -155	± 13.5	± 20	± 31	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126 +172 +132	—	—	—	—

DIAMÈTRES FORETS, PERÇAGES AVANT TARAUDAGES

DONNÉES TECHNIQUES
DIAMÈTRES FORETS, PERÇAGES AVANT TARAUDAGES

● **Filetage métrique**

Nominal	Diamètre foret	
	HSS	Carbure
M1 ×0.25	0.75	0.75
M1.1×0.25	0.85	0.85
M1.2×0.25	0.95	0.95
M1.4×0.3	1.10	1.10
M1.6×0.35	1.25	1.30
M1.7×0.35	1.35	1.40
M1.8×0.35	1.45	1.50
M2 ×0.4	1.60	1.65
M2.2×0.45	1.75	1.80
M2.3×0.4	1.90	1.95
M2.5×0.45	2.10	2.15
M2.6×0.45	2.15	2.20
M3 ×0.5	2.50	2.55
M3.5×0.6	2.90	2.95
M4 ×0.7	3.3	3.4
M4.5×0.75	3.8	3.9
M5 ×0.8	4.2	4.3
M6 ×1.0	5.0	5.1
M7 ×1.0	6.0	6.1
M8 ×1.25	6.8	6.9
M9 ×1.25	7.8	7.9
M10 ×1.5	8.5	8.7
M11 ×1.5	9.5	9.7
M12 ×1.75	10.3	10.5
M14 ×2.0	12.0	12.2
M16 ×2.0	14.0	14.2
M18 ×2.5	15.5	15.7
M20 ×2.5	17.5	17.7
M22 ×2.5	19.5	19.7
M24 ×3.0	21.0	—
M27 ×3.0	24.0	—
M30 ×3.5	26.5	—
M33 ×3.5	29.5	—
M36 ×4.0	32.0	—
M39 ×4.0	35.0	—
M42 ×4.5	37.5	—
M45 ×4.5	40.5	—
M48 ×5.0	43.0	—

● **Filetage fin métrique**

Nominal	Diamètre foret	
	HSS	Carbure
M1 ×0.2	0.80	0.80
M1.1×0.2	0.90	0.90
M1.2×0.2	1.00	1.00
M1.4×0.2	1.20	1.20
M1.6×0.2	1.40	1.40
M1.8×0.2	1.60	1.60
M2 ×0.25	1.75	1.75
M2.2×0.25	1.95	2.00
M2.5×0.35	2.20	2.20
M3 ×0.35	2.70	2.70
M3.5×0.35	3.20	3.20
M4 ×0.5	3.50	3.55
M4.5×0.5	4.00	4.05
M5 ×0.5	4.50	4.55
M5.5×0.5	5.00	5.05
M6 ×0.75	5.30	5.35
M7 ×0.75	6.30	6.35
M8 ×1.0	7.00	7.10
M8 ×0.75	7.30	7.35
M9 ×1.0	8.00	8.10
M9 ×0.75	8.30	8.35
M10 ×1.25	8.80	8.90
M10 ×1.0	9.00	9.10
M10 ×0.75	9.30	9.35
M11 ×1.0	10.0	10.1
M11 ×0.75	10.3	10.3
M12 ×1.5	10.5	10.7
M12 ×1.25	10.8	10.9
M12 ×1.0	11.0	11.1
M14 ×1.5	12.5	12.7
M14 ×1.0	13.0	13.1
M15 ×1.5	13.5	13.7
M15 ×1.0	14.0	14.1
M16 ×1.5	14.5	14.7
M16 ×1.0	15.0	15.1
M17 ×1.5	15.5	15.7
M17 ×1.0	16.0	16.1
M18 ×2.0	16.0	16.3
M18 ×1.5	16.5	16.7
M18 ×1.0	17.0	17.1

Nominal	Diamètre foret	
	HSS	Carbure
M20 ×2.0	18.0	18.3
M20 ×1.5	18.5	18.7
M20 ×1.0	19.0	19.1
M22 ×2.0	20.0	—
M22 ×1.5	20.5	—
M22 ×1.0	21.0	—
M24 ×2.0	22.0	—
M24 ×1.5	22.5	—
M24 ×1.0	23.0	—
M25 ×2.0	23.0	—
M25 ×1.5	23.5	—
M25 ×1.0	24.0	—
M26 ×1.5	24.5	—
M27 ×2.0	25.0	—
M27 ×1.5	25.5	—
M27 ×1.0	26.0	—
M28 ×2.0	26.0	—
M28 ×1.5	26.5	—
M28 ×1.0	27.0	—
M30 ×3.0	27.0	—
M30 ×2.0	28.0	—
M30 ×1.5	28.5	—
M30 ×1.0	29.0	—
M32 ×2.0	30.0	—
M32 ×1.5	30.5	—
M33 ×3.0	30.0	—
M33 ×2.0	31.0	—
M33 ×1.5	31.5	—
M35 ×1.5	33.5	—
M36 ×3.0	33.0	—
M36 ×2.0	34.0	—
M36 ×1.5	34.5	—
M38 ×1.5	36.5	—
M39 ×3.0	36.0	—
M39 ×2.0	37.0	—
M39 ×1.5	37.5	—
M40 ×3.0	37.0	—
M40 ×2.0	38.0	—
M40 ×1.5	38.5	—
M42 ×4.0	38.0	—

Nominal	Diamètre foret	
	HSS	Carbure
M42 ×3.0	39.0	—
M42 ×2.0	40.0	—
M42 ×1.5	40.5	—
M45 ×4.0	41.0	—
M45 ×3.0	42.0	—
M45 ×2.0	43.0	—
M45 ×1.5	43.5	—
M48 ×4.0	44.0	—
M48 ×3.0	45.0	—
M48 ×2.0	46.0	—
M48 ×1.5	46.5	—
M50 ×3.0	47.0	—
M50 ×2.0	48.0	—
M50 ×1.5	48.5	—

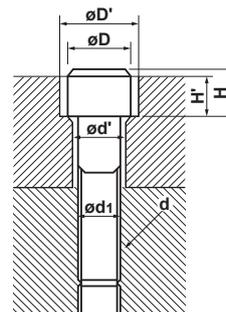
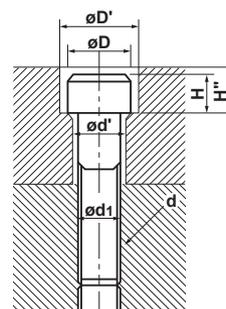
(Nota) Le diamètre de perçage doit être mesuré puisqu'il peut varier selon les conditions d'usinage, et de la matière.
Si le diamètre est inapproprié avant taraudage, le diamètre du foret doit être modifié.

DIAMÈTRES DE PERÇAGES POUR VIS À TÊTE SIX PANS ET C.H.C

DIMENSIONS DES LAMAGES ET DIAMÈTRES DE PERÇAGES POUR VIS À TÊTE SIX PANS ET CHC

Unité : mm

Filetage nominal	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d ₁	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
d'	3.4	4.5	5.5	6.6	9	11	14	16	18	20	22	24	26	30	33
D	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	45
D'	6.5	8	9.5	11	14	17.5	20	23	26	29	32	35	39	43	48
H	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
H'	2.7	3.6	4.6	5.5	7.4	9.2	11	12.8	14.5	16.5	18.5	20.5	22.5	25	28
H''	3.3	4.4	5.4	6.5	8.6	10.8	13	15.2	17.5	19.5	21.5	23.5	25.5	29	32



SYSTÈME INTERNATIONAL

TABLEAUX DE CONVERSION (Couple de serrage, unité : SI)

● Pression

Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm ²	atm	mmH ₂ O	mmHg ou Torr
1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁵	1.01972×10 ⁻⁵	9.86923×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻¹	7.50062×10 ⁻³
1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1.01972×10 ⁻²	9.86923×10 ⁻³	1.01972×10 ²	7.50062
1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10	1.01972×10	9.86923	1.01972×10 ⁵	7.50062×10 ³
1×10 ⁵	1×10 ²	1×10 ⁻¹	1	1.01972	9.86923×10 ⁻¹	1.01972×10 ⁴	7.50062×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10	9.80665×10 ⁻²	9.80665×10 ⁻¹	1	9.67841×10 ⁻¹	1×10 ⁴	7.35559×10 ²
1.01325×10 ⁵	1.01325×10 ²	1.01325×10 ⁻¹	1.01325	1.03323	1	1.03323×10 ⁴	7.60000×10 ²
9.80665	9.80665×10 ⁻³	9.80665×10 ⁻⁶	9.80665×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	9.67841×10 ⁻⁵	1	7.35559×10 ⁻²
1.33322×10 ²	1.33322×10 ⁻¹	1.33322×10 ⁻⁴	1.33322×10 ⁻³	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1.35951×10	1

(Nota) 1Pa=1N/m²

● Effort

N	dyn	kgf
1	1×10 ⁵	1.01972×10 ⁻¹
1×10 ⁻⁵	1	1.01972×10 ⁻⁶
9.80665	9.80665×10 ⁵	1

● Fatigue

Pa	MPa or N/mm ²	kgf/mm ²	kgf/cm ²
1	1×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻⁵
1×10 ⁶	1	1.01972×10 ⁻¹	1.01972×10
9.80665×10 ⁶	9.80665	1	1×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1

(Nota) 1Pa=1N/m²

● Travail / Énergie / Calorie

J	kW·h	kgf·m	kcal
1	2.77778×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻¹	2.38889×10 ⁻⁴
3.600 ×10 ⁶	1	3.67098×10 ⁵	8.6000 ×10 ²
9.80665	2.72407×10 ⁻⁶	1	2.34270×10 ⁻³
4.18605×10 ³	1.16279×10 ⁻³	4.26858×10 ²	1

(Nota) 1J=1W·s, 1J=1N·m

1cal=4.18605J

(Par la loi des poids et des mesures)

● Puissance (taux / puissance motrice) / débit calorifique

W	kgf·m/s	PS	kcal/h
1	1.01972×10 ⁻¹	1.35962×10 ⁻³	8.6000 ×10 ⁻¹
9.80665	1	1.33333×10 ⁻²	8.43371
7.355 ×10 ²	7.5 ×10	1	6.32529×10 ²
1.16279	1.18572×10 ⁻¹	1.58095×10 ⁻³	1

(Nota) 1W=1J/s, PS:Puissance en chevaux Français.

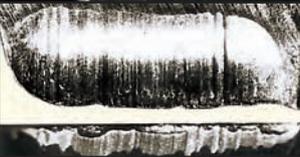
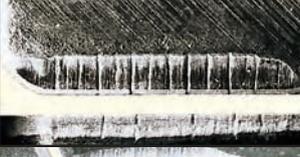
1PS=0.7355kW

1cal=4.18605J

(Par la loi des poids et mesures)

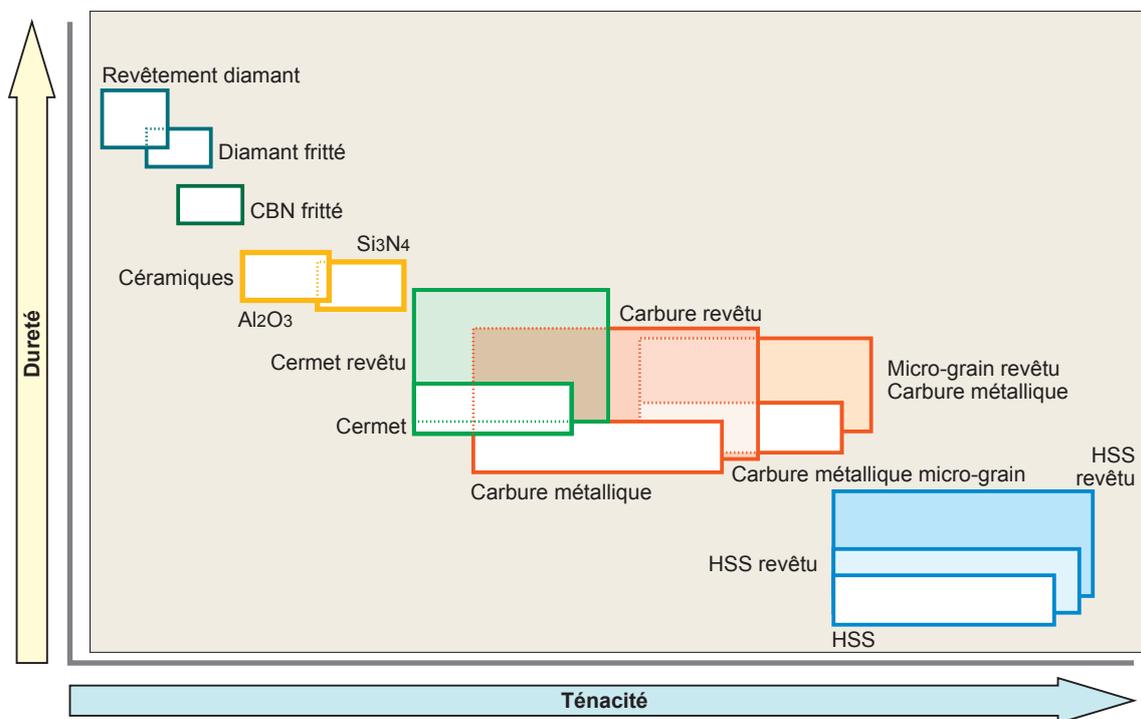
TYPE D'USURE

PROBLÈMES ET SOLUTIONS

Détériorations		Cause	Solution
Usure en dépouille		<ul style="list-style-type: none"> Nuance trop tendre. Vitesse de coupe trop élevée. Angle de dépouille est faible. Avance extrêmement lente. 	<ul style="list-style-type: none"> Choisir une nuance résistante à l'usure. Réduire vitesse de coupe. Augmentez l'angle de dépouille. Augmenter avance.
Usure en cratère		<ul style="list-style-type: none"> Nuance trop tendre. Vitesse de coupe trop élevée. Avance trop élevée. 	<ul style="list-style-type: none"> Choisir une nuance résistante à l'usure. Réduire vitesse de coupe. Réduire l'avance.
Écaillage		<ul style="list-style-type: none"> Nuance trop dure. Avance trop élevée. Géométrie arête inadaptée. Manque de rigidité, porte-outil. 	<ul style="list-style-type: none"> Choisir une nuance plus tenace. Réduire l'avance. Augmentez le renfort d'arête. (Chanfrein au lieu d'un arrondi.) Utilisez un corps d'outil plus grand.
Fracture		<ul style="list-style-type: none"> Nuance trop dure. Avance trop élevée. Géométrie arête inadaptée. Manque de rigidité, porte-outil. 	<ul style="list-style-type: none"> Choisir une nuance plus tenace. Réduire l'avance. Augmentez le renfort d'arête. (Chanfrein au lieu d'un arrondi.) Utilisez un corps d'outil plus grand.
Déformation plastique		<ul style="list-style-type: none"> Nuance trop tendre. Vitesse de coupe trop élevée. Profondeur de coupe et avance trop importantes. Température de coupe trop élevée. 	<ul style="list-style-type: none"> Choisir une nuance résistante à l'usure. Réduire vitesse de coupe. Réduire la profondeur de coupe et l'avance. Nuance avec grande conductivité thermique.
Arête rapportée		<ul style="list-style-type: none"> Faible vitesse de coupe. Manque de coupe. Nuance inappropriée. 	<ul style="list-style-type: none"> Augmentez la vitesse de coupe. (Pour acier au carbone vitesse de coupe 80m/min.) Augmentez l'angle de coupe. Choisir une nuance à faible affinité carbone. (Nuance revêtue, nuance cermet)
Fractures thermiques		<ul style="list-style-type: none"> Dilatation ou contraction due à la température de coupe qui varie. Nuance trop dure. *Spécialement en fraisage. 	<ul style="list-style-type: none"> Sans arrosage. (En cas d'arrosage, augmentez volume et pression) Choisir une nuance plus tenace.
Entailles		<ul style="list-style-type: none"> Surfaces dures, brutes, croûtes... Friction sur la dépouille de l'outil provoquée par des copeaux de forme irrégulière. (ex : en cas de légères vibrations) 	<ul style="list-style-type: none"> Choisir une nuance résistante à l'usure. Augmentez l'angle de coupe, arête plus vive.
Éclatement		<ul style="list-style-type: none"> Arête rapportée. Mauvaise formation copeaux. 	<ul style="list-style-type: none"> Augmentez l'angle de coupe, arête plus vive. Agrandir l'espace à copeaux.
Usure en dépouille Fracture		<ul style="list-style-type: none"> Détérioration due au manque de résistance de l'arête de coupe incurvée. 	<ul style="list-style-type: none"> Augmentez le renfort d'arête. Choisir une nuance plus tenace.
*Détérioration du PCD			
Usure en cratère Fracture		<ul style="list-style-type: none"> La nuance est trop tendre. Effort de coupe trop élevé causant une forte température à la pointe de l'outil. 	<ul style="list-style-type: none"> Diminuer le renfort d'arête. Choisir une nuance résistante à l'usure.
*Détérioration du PCD			

MATÉRIAUX DE COUPE

Le carbure métallique Wc-Co a été développé en 1923 et amélioré plus tard par l'ajout de TiC et TaC. En 1969 apparaît le revêtement CVD. Le carbure revêtu est depuis très largement utilisé. La base cermet TiC-TiN voit le jour en 1974. Actuellement, "le carbure revêtu pour l'ébauche et le cermet pour la finition" est une tendance vérifiée et bien établie.



CARACTÉRISTIQUES DES NUANCES

Matériaux durs	Dureté (HV)	Dispersion énergie (kcal/g-atom)	Solution dans Fe (%.1250°C)	Conductivité thermique (W/m·k)	Expansion* thermique (x 10 ⁻⁶ /k)	Matériau de coupe
Diamant	>9000	–	Hautement soluble	2100	3.1	Diamant fritté
CBN	>4500	–	–	1300	4.7	CBN fritté
Si ₃ N ₄	1600	–	–	100	3.4	Céramiques
Al ₂ O ₃	2100	-100	≠0	29	7.8	Céramiques Carbure métallique
TiC	3200	-35	< 0.5	21	7.4	Cermet Carbure revêtu
TiN	2500	-50	–	29	9.4	Cermet Carbure revêtu
TaC	1800	-40	0.5	21	6.3	Carbure métallique
WC	2100	-10	7	121	5.2	Carbure métallique

*1W/m·K=2.39×10⁻³cal/cm·sec·°C

CLASSIFICATION DES NUANCES

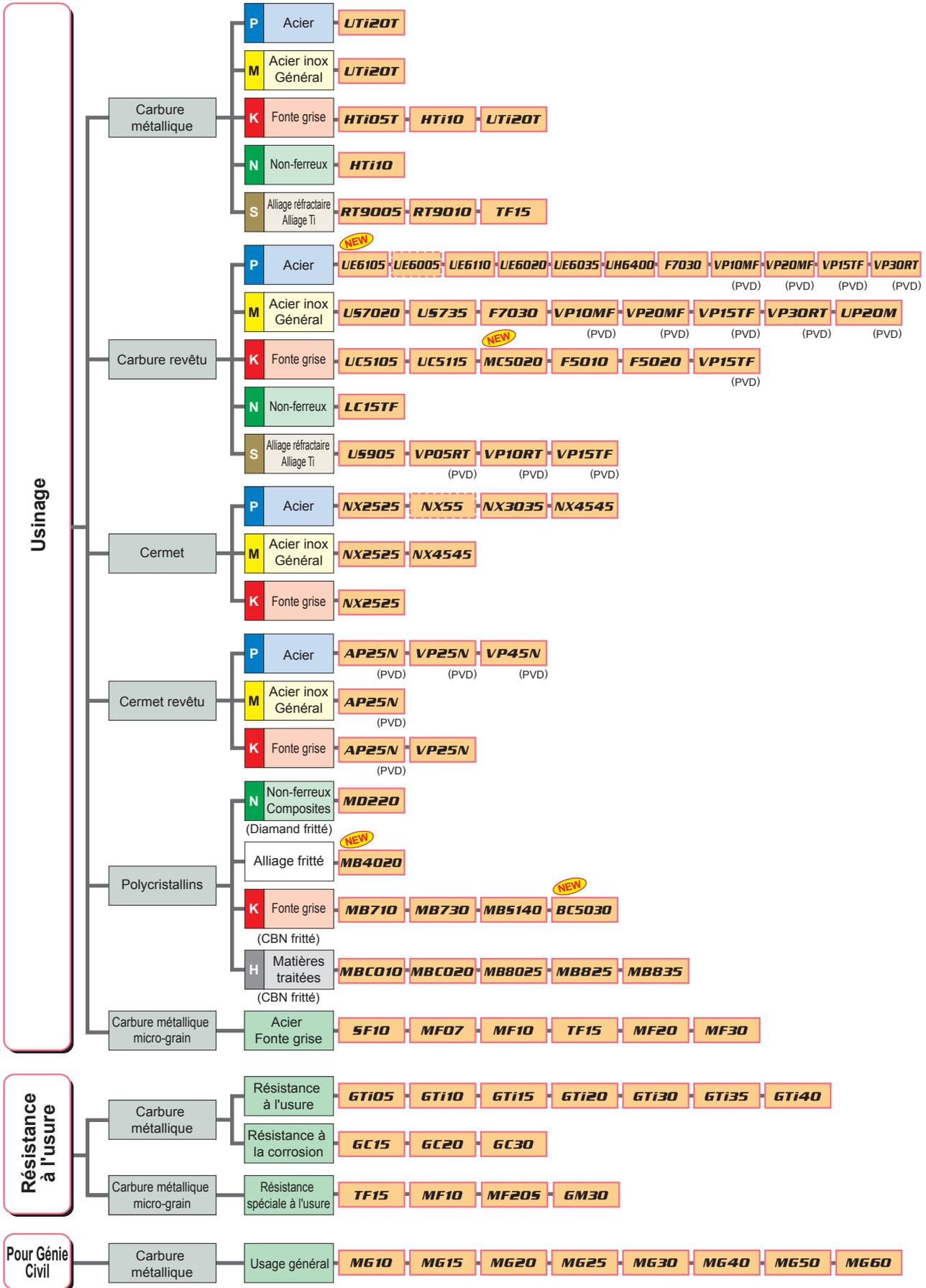


TABLEAU DE COMPARAISON DES NUANCES

CARBURE MÉTALLIQUE

	ISO Classification ISO	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool	
Tournage	P	P01										
		P10		S1P	P10		IC70	ST10P	TX10S		SRT	WS10
		P20	UTi20T	SMA	K125M TTM		IC70 IC50M	ST20E	TX20 TX25		SRT DX30	EX35
		P30	UTi20T	SM30	GK K600 TTR		IC50M IC54	A30 A30N	TX30 UX30	PW30	SR30 DX30	EX35 EX40
		P40		S6	G13		IC54	ST40E	TX40		SR30 DX35	EX45
	M	M10		H10A	K313	890		EH510 U10E	TU10		UMN	WA10B
		M20	UTi20T	H13A	K68 KMF K125M TTM	HX 883	IC08	EH520 U2	TU20 UX30		DX25 UMS	EX35
		M30	UTi20T	H10F SM30	K600 TTR		IC08 IC28	A30 A30N	UX30		DX25 UMS	EX40 EX45
		M40		S6	G13		IC128		TU40		UM40	EX45
	K	K01	HTi05T	H1P	K605			H1 H2	TH03 KS05F		KG03	WH05
		K10	HTi10	H1P H10 HM	K313 K110M THM THM-U	890	IC20	EH10 EH510	G1F TH10	KW10	KG10 KT9	WH10
		K20	UTi20T	H13A	K715 KMF K600	890 HX 883	IC20 IC10	G10E EH20 EH520	G2F, KS15F G2, KS20	GW10	CR1 KG20	WH20
		K30	UTi20T		THR	883	IC10 IC28	G10E	G3		KG30	
	N	N01		H10 H13A	K605			H1 H2	KS05F		KG03	
		N10	HTi10		K313 K110M THM THM-U	890 H15		EH10 EH510	TH10 H10T		KG10 KT9	
		N20			K715 KMF K600	HX KX 883 H15 H25		G10E EH20 EH520	KS15F		CR1 KG20	
		N30			G13 THR	H25					KG30	
	S	S01	RT9005								KG03	
		S10	RT9005 RT9010	H10 H10A H10F H13A	K10 K313 THM	890		EH10 EH510	KS05F TH10		FZ05 KG10	
		S20	RT9010 TF15		K715 KMF	890 883 HX H25		EH20 EH520	KS15F KS20		FZ15 KG20	
S30		TF15		G13 K600 THR						KG30		
Fraisage	P	P10		S1P						SRT		
		P20	UTi20T		K125		IC50M IC28	A30N	TX25		SRT DX30	EX35
		P30	UTi20T		GX K600		IC50M IC28	A30N	UX30	PW30	SR30 DX30	EX35 EX40
		P40					IC28			PW30	SR30	EX45
	M	M10			K110M						UMN	
		M20	UTi20T		K313			A30N			DX25 UMS	EX35
		M30	UTi20T		KFM K600		IC28	A30N	UX30		DX25 UMS	EX40 EX45
		M40					IC28		TU40			EX45
	K	K01	HTi05T								KG03	
		K10	HTi10	H1P	K110M K313		IC20	G10E	TH10	KW10	KG10	WH10
		K20	UTi20T		KFM	HX	IC20 IC10	G10E			KT9 CR1 KG20	WH20
		K30	UTi20T				IC10 IC28				KG30	

(Nota) Le tableau ci-dessus est un extrait de publication à titre indicatif. Nous n'avons pas obtenu l'autorisation expresse de chaque compagnie référencée.

TABLEAU DE COMPARAISON DES NUANCES

MICROGRAIN

Classification ISO	ISO	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool
	Symbole									
Outils de coupe	Z	Z01	SF10 MF07 MF10	6UF 8UF PN90		F0	F MD08F		FZ05 FB10	NM08
		Z10	HTi10 MF20	H6FF 12UF	890	XF1 F1 AFU	M MD10 MD05F MD07F	FW30	FZ10 FZ15 FB15	NM15
		Z20	TF15 MF30	N6F H10F	890 883	AF0 SF2 AF1	MD15 EM10 MD20		FZ15 FB15 FB20	BRM20 EF20N
		Z30			883	A1 CC	UM		FZ20 FB20	NM25

CERMET

Classification ISO	ISO	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool		
	Symbole												
Tournage	P	P01	AP25N			IC20N IC520N	T110A T2000Z	NS520 AT520 GT520 GT720	TN30 PV30	LN10 CX50			
		P10	AP25N NX2525	CT5015 GC1525	KT315 TTI25	CM CMP	IC20N IC520N IC530N	T1200A T2000Z	NS520 AT530 GT720 GT730	TN60 TN6010 PV60 PV7010	CX50 CX75 PX75	CZ25	
		P20	AP25N NX2525 NX3035	GC1525	KT5020 KT325		IC20N IC75T IC30N IC520N IC530N	T1200A T2000Z T3000Z	NS530 GT530 GT730 NS730	TN90 TN6020 PV90 PV7020	CX75 PX75 PX90	CH550	
		P30	VP45N		KT1120		IC75T IC30N	T3000Z	NS530 NS730		PX90		
	M	M10	NX2525 AP25N	GC1525	TTI25	CM CMP		T110A T2000Z	NS520 AT530 GT530 GT720	TN60 TN6020 PV60 PV7020	LN10 CX50		
		M20	NX2525 AP25N NX3035					T1200A T2000Z	NS530 GT730 NS730	TN90 TN6020 PV90 PV7020	CX50 CX75	CH550	
		M30						T3000Z					
	K	K01	AP25N NX2525					T110A T2000Z	NS710 NS520 AT520 GT520 GT720	TN30 PV30 PV7005	LN10		
		K10	AP25N NX2525	CT5015	KT325 TTI25			T1200A T2000Z	NS520 GT530 GT730 NS730	TN60 TN6020 PV60 PV7020	LN10		
		K20	AP25N NX2525					T3000Z			CX75		
	Fraisage	P	P10	NX2525		C15M	IC30N				TN60	CX75	
			P20	NX2525	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M	IC30N		NS530	TN100M	CX75 CX90	CH550 CH7030 MZ1000 MZ2000
P30			NX4545				IC30N	T250A	NS530 NS540 NS740		CX90 CX99	MZ3000 CH7035	
M		M10	NX2525				IC30N			TN60			
		M20	NX2525	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M	IC30N		NS530	TN100M	CX75	CH550 CH7030 MZ1000 MZ2000	
		M30	NX4545					T250A	NS540 NS740		CX90 CX99	MZ3000 CH7035	
K		K01											
		K10	NX2525						NS530	TN60			
		K20	NX2525		KT530M HT7						CX75		

(Nota) Le tableau ci-dessus est un extrait de publication à titre indicatif. Nous n'avons pas obtenu l'autorisation expresse de chaque compagnie référencée.

NUANCES REVÊTUES CVD

	Classification ISO	ISO Symbole	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool	
Tournage	P	P01	UE6105 UE6005	GC4205 GC3005 GC4005	KCP05 KC9105	TP1500 TP1000	IC9150 IC8150	AC700G	T9005	CA5505	JC110V	HG8010 GM8015	
		P10	UE6105 UE6005 UE6110	GC4215 GC3005 GC4015	KCP10 KCP25 KC9110	TP1500 TP2500 TP1000 TP2000	IC9150 IC9015 IC8150 IC8250	AC700G AC2000 AC820P	T9005 T9015	CA5505 CA5515	JC110V JC215V	HG8010 HG8025 GM8015	
		P20	UE6110 UE6020	GC4215 GC4225 GC4015 GC4025	KCP25 KC9125	TP2500 TP2000 TP200	IC8250 IC9025 IC9250 IC8350 IC9054	AC2000 AC3000 AC820P AC830P	T9015 T9025	CA5515 CA5525 CA5025 CR9025	JC110V JC215V	HG8025 GM8020 GM25	
		P30	UE6020 UE6035 UH6400 US735	GC4225 GC4235 GC4025 GC4035	KCP30 KCP40 KC8050	TP3000 TP300	IC8350 IC9350 IC656	AC3000 AC630M AC830P	T9025 T9035	CA5525 CA5535 CR9025	JC215V JC325V	GM25 GM8035	
		P40	UE6035 UH6400 US735	GC4235 GC4035 GC235	KCP30 KCP40 KC9140 KC9040 KC9240 KC9245	TP3000 TP40	IC635	AC630M	T9035	CA5535	JC325V JC450V	GM8035 GX30	
	M	M10	US7020	GC2015	KCM15 KC9210	TM2000 TP200	IC9250	AC610M	T9015	CA6515 CA6015	JC110V		
		M20	US7020	GC2025	KCM15 KC9225	TM2000 TP200	IC9250 IC9025 IC9054	AC610M AC630M	T6020 T9025	CA6515 CA6525 CA6015	JC110V	HG8025 GM25	
		M30	US735	GC235	KCM25 KC9230	TM4000 TP400 TP40	IC9025 IC9350	AC630M	T6030	CA6525		GM8035 GX30	
		M40	US735		KCM35 KC9240 KC9245	TM4000 TP400 TP40	IC635 IC656					GX30	
	K	K01	UC5105	GC3205 GC3210	KCK05	TK1000	IC5005 IC5010 IC9150 IC9007 IC428 IC4028	AC410K	T5105 T5010	CA4010	JC105V	HG3305	
		K10	UC5115	GC3205 GC3210 GC3115	KCK15 KCK20 KC9315	TK1000 TK2000	IC5005 IC5010 IC9150 IC418 IC9015 IC4010	AC410K AC700G	T5115 T5010	CA4010 CA4115	JC105V JC110V	HG3315 HG8010	
		K20	UC5115 UE6110	GC3215	KCK20 KC9325	TK2000	IC4010 IC9015	AC700G AC820P	T5115 T5125 T5020	CA4120	JC110V JC215V	HG8025 GM8020	
		K30	UE6110		KC9325			AC820P	T5125		JC215	HG8025 GM8020	
	S	S01	US905	S05F									
	Fraisage	P	P10				IC9080 IC4100 IC9015	ACP100				JC730U	
			P20	FH7020 F7030	GC4220 GC4020		T200M T250M	IC5100 IC520M	ACP100			JC730U	GX2030
P30			F7030	GC4230 GC4030	KC930M	T250M T350M T25M	IC4050	ACP100 AC230	T3130 T3030			GX2030	
P40				GC4240 GC4040	KC935M	T350M		AC230				GX2030 GX30 GF30	
M		M10					IC9250						
		M20	F7030		KC925M	T250M T25M	IC520M IC9350	ACP100			JC730U		
		M30	F7030	GC2040	KC930M	T350M T25M	IC4050	ACP100	T3130 T3030			GF30 GX30	
		M40			KC930M KC935M							GF30 GX30	
K		K01					IC9080				JC600		
		K10	MC5020 F5010				IC4100 IC5100 IC9150	AC211 ACK200	T1015		JC600		
		K20	MC5020 F5020	GC3220 GC3020 K20W	KC915M	T250M T200M	IC520M DT7150	ACK200	T1015		JC610		
		K30		GC3040	KC930M KC935M	T200M	IC4050				JC610	GX2030 GX30	

(Nota) Le tableau ci-dessus est un extrait de publication à titre indicatif. Nous n'avons pas obtenu l'autorisation expresse de chaque compagnie référencée.

TABLEAU DE COMPARAISON DES NUANCES

NUANCES REVÊTUES PVD

Classification	ISO	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool		
	Symbole												
Tournage	P	P01							PR915	JC5003			
		P10	VP10MF		KC5010 KC5510	CP200	IC507		AH710	PR915 PR930	JC5003		
		P20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1020 GC1025		KC5025	CP250	IC908 IC928 IC1008 IC1028		AH710 AH330	PR630 PR915 PR930 PR660	JC5015	IP2000
		P30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1025 GC4125		K7010 K7020 K7235	CP500	IC928 IC1008 IC1028		GH330 GH730 AH120 AH330 AH740	PR630 PR660	JC5015	IP3000
		P40		GC1020 GC2145		K7030	CP500	IC928 IC1008 IC1028		AH120	PR660		
	M	M01						AC510U EH510Z EH10Z		PR915			
		M10	VP10MF	GC1115 GC1005 GC1025		KC5010 KC5510	CP200	IC507 IC907		AC520U EH510Z EH10Z	PR915 PR930	JC5003	IP050S
		M20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1125 GC1020 GC1025 GC4125		KC5025 KC730 KC5525	CP200 CP500	IC354 IC3028		AC520U EH520Z EH20Z	GH330 GH730 PR630 PR915 PR930	JC5015	IP100S
		M30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1020 GC2035		KC5025 KC5525	CP500	IC908 IC928 IC1008 IC1028		AH120	PR630 PR660	JC5015	
		M40		GC2145				IC228 IC328		AC530U	PR660		
	K	K01						EH10Z	AH110		JC5003		
		K10				KC5010 KC5510	CP200		EH10Z	GH110 AH110	JC5003 JC5015		
		K20	VP10RT VP20RT VP15TF	GC1020		KC7015	CP200 CP250	IC928 IC1008 IC908 IC22	EH20Z	AH120	JC5015		
		K30	VP10RT VP20RT VP15TF	GC4125		KC7225	CP500	IC928 IC1008 IC908 IC22					
	S	S01	VP05RT	GC1105					AH110	PR915	JC5003		
		S10	VP05RT VP10RT VP20RT	GC1115 GC1005 GC1025		KC5410 KC5010 KC5510	CP200 CP250 CP500		AC510U EH510Z EH10Z	AH120	PR915	JC5015	
		S20	VP10RT VP20RT VP15TF	GC4125		KC5025 KC5525	CP250 CP500		AC520U EH20Z EH520Z		PR915		
		S30	VP15TF	GC2145									
	Fraisage	P	P01	VP05HT					ACP100			JC5003	PTH08M PCA08M PCS08M TB6005 JX1005
			P10	VP10H			KC715M		IC903 IC950	ACZ310 ACP100		PR730 PR830	JC5003 JC5030
P20			VP15TF	GC1025		KC522M KC525M	F25M	IC950 IC900 IC908 IC910	ACZ310 ACZ330 ACP200		PR630 PR730 PR830 PR660	JC5015 JC5030 JC5040	TB6020 CY150 CY15 JX1015
P30			VP15TF VP30RT	GC1030		KC725M	F25M F30M	IC900 IC928 IC300 IC328	ACZ330 ACZ350 ACZ200	GH330 AH330 AH120 AH740	PR630 PR660 PR730 PR830	JC5015 JC5040	TB6045 CY250 CY25 HC844 JX1045 PTH30E
P40			VP30RT			KC735M	F40M T60M	IC900 IC928 IC300 IC328	ACZ350 ACP300	AH120	PR660	JC5040	PTH30E TB6060 PTH40H JX1060 GF30 GX30
M		M01											PCS08M
		M10		GC1025		KC715M					PR630 PR730 PR830	JC5003	CY9020 JX1020
		M20	VP15TF VP20RT	GC2030		KC522M KC525M	F25M	IC900 IC903 IC908 IC928	ACZ310 EH20Z	GH330	PR630 PR730 PR830 PR660	JC5015 JC5030 JC5040 JC4015	TB6020 CY150 CY15 JX1015
		M30	VP15TF VP20RT VP30RT	GC2030		KC725M KC735M	F30M F40M	IC928 IC328	ACZ330 EH20Z ACZ350	AH120	PR630 PR660 PR730 PR830	JC5015 JC5030 JC5040 JC4015	TB6045 CY250 CY25 HC844 JX1045
		M40	VP30RT				F40M	IC928 IC328	ACZ350	AH140	PR660	JC5015	TB6060 PTH40H JX1060 GF30 GX30
K		K01								AH110	PR510 PR905	JC5003	PTH08M PCA08M PCS08M
		K10				KC510M		IC900 IC910	ACZ310 ACK200	AH110 GH110	PR510 PR905	JC5003	CY9020 TB6005 CY100H CY10H
		K20	VP15TF VP20RT			KC520M KC525M		IC910 IC950	ACZ310 ACK200	AH120	PR510 PR905	JC5015	TB6020 CY150 CY15 PTH13S JX1015
		K30	VP15TF VP20RT			KC725M KC735M		IC908 IC950 IC928	ACZ330 ACK300			JC5015	TB6045 CY250 CY25 PTH40H PTH30E JX1045
S		S01	VP05HT									JC5003	
		S10	VP10H VP15TF			KC510M		IC908		AH120	PR660	JC5015	PCS08M
		S20	VP15TF	GC1025		KC522M KC525M		IC908			PR660		CY100H CY10H
		S30	VP15TF	GC2030		KC725M	F40M	IC328 IC928			PR660		
H		H01										JC5003	
		H10	VP15TF			KC635M	F15M					JC5015	PTH08M PCA08M JX1005 TB6005
	H20	VP15TF			KC635M	F15M							
	H30	VP15TF			KC530M	F30M							

(Nota) Le tableau ci-dessus est un extrait de publication à titre indicatif. Nous n'avons pas obtenu l'autorisation expresse de chaque compagnie référencée.

DONNÉES TECHNIQUES | TABLEAU DE COMPARAISON DES NUANCES

CBN

	ISO		Mitsubishi Carbide	Sandvik	Seco Tools	Element Six	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet
	Classification ISO	Symbole								
Tournage	H	H01	MBC010		CBN100 CBN100P CBN050C		BNC100 BNX10	BX310 BXC30	KBN10B KBN10N	
		H10	MBC020 MB8025	CB7015 CB7020	CBN150	DCC500	BNC160 BNX20	BX330 BXA30	KBN510 KBN10C KBN25C	JBN300
		H20	MBC020 MB8025 MB825	CB7050	CBN200	DCN450	BN250 BNC200 BNX25	BX360 BXA40	KBN525 KBN10M KBN25M	JBN245
		H30	MBC020 MB835		CBN350	DCX650	BNC300 BN350	BX380 BXC50	KBN900	
	S	S01	MB730				BN700	BX950 BX450 BX480	KBN65M	
		S10								
		S20								
		S30								
	K	K01	MB710				BN500	BX930	KBN65B	
		K10	MB710 MB730	CB7050	CBN200	DBC80	BN700	BX470 BX480 BX950	KBN900	JBN795
		K20	MB730 MBS140 BC5030		CBN300	DBS900	BN700 BNS800	BX90S BXC90		JBN330
		K30	MBS140 BC5030				BNS800	BXC90		
		Alliage fritté	MB4020				BN700	BX480		

PCD

	ISO		Mitsubishi Carbide	Sandvik	GE	Element Six	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet
	Classification ISO	Symbole								
Tournage	N	N01			1700	CTH025	DA90	DX180	KPD025	JDA735
		N10	MD220	CD10	1500	CTB010	DA150	DX160	KPD010	JDA745
		N20	MD220		1300	CTB002	DA200 DA2200	DX140 DX120	KPD002	JDA715 JDA10
		N30			1600		DA1000		KPD001	

(Nota) Le tableau ci-dessus est un extrait de publication à titre indicatif. Nous n'avons pas obtenu l'autorisation expresse de chaque compagnie référencée.

TABLEAU DE COMPARAISON DES BRISE-COPEAUX DE PLAQUETTES

PLAQUETTES NÉGATIVES

Classification ISO	Type d'usinage	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool
P	Finition	PK* FH FY	QF	UF, FF	FF1	FA FL	01* TF ZF	DP* GP, VF XP, XP-T		FE
	Semi-finition	C SA SH	PF MF	LF, FN	MF2	SU LU SX	NS, 27 TSF, TS	HQ, CQ	PF UR UA, UT	BE BH, CE
	Semi-finition (Acier doux)	SY					17	XQ, XS		
	Semi-finition (Avec Wiper)	SW	WP, WF	FW	W-MF2	LUW	AFW, ASW	WP, WQ		
	Ebauche moyenne	MP, MV MA MH	PM QM SM	MG, MN	MF3 MF5, M3 M5	GU UG GE, UX	NM, ZM, AS TM DM, 37	CJ, GS PS, HS PT, CS	PG UB	CT, AB AH AY, AE
	Ebauche moyenne (Avec Wiperr)	MW	WMX, WM	MW	W-M3	GUW				
	Ebauche	GH	PR	RN	MR7	MU, MX	TH	PH GT, HT	UD, GG	AR, RE
Travaux lourds	HZ HX HV	QR, PR HR	MR RM, RH	R4, R6 R7 RR9	MP HG, HP	57 65, TU	PX HX	UC	TE, UE HX HE, H	
M	Finition Semi-finition	SH	MF	K, FP		SU	SS	MQ, GU		MP, SE
	Ebauche moyenne	MS ES	MM	P, MP	MF4	EX, UP	SA, SM S	MS, MU SU, HU ST	SF SG	PV, DE
	Travaux lourds	GH HZ	MR MR	RP	M5, MR7 56, R6	MP				
K	Finition Semi-finition	MA	KF	FN	M4	UZ	CF	Std.		VA
	Ebauche moyenne	Std.	KM	Std., UN		GZ, UX	CM, 33, Std.	C, ZS, GC		V
	Travaux lourds	Sans brise-copeaux	KR			Sans brise-copeaux	CH, Sans brise-copeaux	Sans brise-copeaux		
S	Finition	FJ*		FS, K	MF1					
	Semi-finition	MJ, MJ*				SU*		TK		
	Ebauche moyenne	MS	○NGP*, 23	○NGP*	M1		SA			
	Travaux lourds	GJ	SR	MS						

*Plaquette affûtée en périphérie.

(Nota) Le tableau ci-dessus est basé sur des données éditées, non sur l'autorisation de chaque fabricant.

TABLEAU DE COMPARAISON DES BRISE-COPEAUX DE PLAQUETTES

PLAQUETTE POSITIVE A 7°

Classification ISO	Type d'usinage	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool
P	Finition	SMG*	UM*	LF*		FC*, SC*	JS*, 01*	CF*, CK*, GQ*		
	Finition Semi-finition	FV SV	UF, PF	11, UF LF	FF1 F1	FP, LU SU, SK	PF, PS	GP XP, VF		JQ
	Semi-finition (Avec Wiper)	SW	WK* WF, WP	FW	W-F1	LUW				
	Ebauche moyenne	MV Std.	UM, PM	MF	F2	MU	23 PM, 24	HQ XQ, GK	FT	JE
	Ebauche moyenne (Avec Wiper)	MW	WM	MW						
M	Finition Semi-finition	SV	MF				SS*			MP
	Ebauche moyenne	Std.	MM							
K	Ebauche moyenne	Sans brise-copeaux	KF, KM, KR			Sans brise-copeaux	Sans brise-copeaux	Sans brise-copeaux	FT	
N	Ebauche moyenne	AZ*	AL*	HP*	AL*	AG*, AW*	AL*	AH*	ASF*, ALU*, ACB*	
S	Finition Semi-finition	FJ*		LF*, HP*		SC*				

*Plaquette affûtée en périphérie.

(Nota) Le tableau ci-dessus est basé sur des données éditées, non sur l'autorisation de chaque fabricant.

PLAQUETTE POSITIVE A 11°

Classification ISO	Type d'usinage	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool
P	Finition Semi-finition	SV	PF	UF LF		FK LU SU	01* PF PS	GP XP		JQ
	Ebauche moyenne	MV	PM	MF		MU	PM 23 24	HQ XQ		JE
M	Finition Semi-finition	SV	MF				SS*			MP
	Ebauche moyenne	MV	MM							

*Plaquette affûtée en périphérie.

(Nota) Le tableau ci-dessus est basé sur des données éditées, non sur l'autorisation de chaque fabricant.

Notes

A series of horizontal dashed lines for writing notes, spanning the width of the page.