



HARDOX[®]

WELDOX[®]

usinage

SSAB
OXELÖSUND

Perçage
Lamage et
chanfreinage
Taraudage
Tournage
Fraisage

La tôle d'usure **HARDOX** et la tôle de construction à haute résistance **WELDOX** sont usinables avec des outils en acier rapide (HSS) ou au carbure cémenté (CC). Cette brochure présente nos recommandations d'usinage par enlèvement de copeaux (avance et vitesse) ainsi qu'une sélection d'outils; nous y traitons également d'autres facteurs devant être pris en considération. Nos recommandations sont le résultat de tests effectués à l'aide d'outils de différentes marques et en collaboration avec des fabricants d'outils leaders sur le marché.

CARACTERISTIQUES TYPIQUES DE WELDOX ET HARDOX

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
Limite de rupture, R _m [N/mm ²]	~ 550	~ 620	~ 860	~ 1040	~ 1350	~ 1250	~ 1400	~ 1550
Dureté [HBW]	~ 180	~ 200	~ 260	~ 320	~ 430	~ 400	~ 450	~ 500

Perçage

Le perçage peut être effectué avec des forets en acier rapide ou en carbure cémenté. Le choix du type de foret dépend de la machine et de sa rigidité. Mais, indépendamment du type de machine utilisée, il est important de minimiser les vibrations.

Perceuse radiale ou à colonne

Recommandations pour réduire les vibrations et augmenter la durée de vie des forets :

- Limiter la distance entre le foret et la colonne.
- Eviter d'utiliser des cales en bois.
- Bien fixer la pièce à travailler et percer aussi près des cales que possible.
- Minimiser la distance entre la pointe du foret et le bras radial en utilisant des broches et des forets courts.
- Arrêter l'avance quelques secondes juste avant que le foret débouche, le jeu et l'élasticité de la machine pouvant faire casser la pointe du foret. Réenclencher l'avance lorsque le jeu / l'élasticité ont cessé.
- Prévoir un apport abondant de liquide de coupe.



HSS
HSS-E
HSS-Co

Le perçage de quelques trous peut être effectué avec des forets normaux en acier HSS. Pour le perçage en série, il est recommandé d'utiliser des forets microalliés (HSS-E) ou alliés au cobalt (HSS-Co).



HSS-Co

Utiliser des forets HSS-8% Co ayant un petit angle d'hélice et une âme forte résistante à d'importants moments de torsion.

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
v _c [m/min]	~ 26	~ 22	~ 18	~ 15	~ 7	~ 9	~ 7	~ 5
D [mm]	Avance, f [mm/tr] / Vitesse de rotation, n [tr/min]							
5	0,14 / 1700	0,12 / 1520	0,10 / 1150	0,10 / 950	0,05 / 445	0,05 / 570	0,05 / 445	0,05 / 320
10	0,17 / 860	0,15 / 760	0,10 / 575	0,10 / 475	0,09 / 220	0,10 / 290	0,09 / 220	0,08 / 130
15	0,18 / 570	0,17 / 500	0,16 / 400	0,16 / 325	0,15 / 150	0,16 / 190	0,15 / 150	0,13 / 85
20	0,28 / 430	0,26 / 380	0,23 / 300	0,23 / 235	0,20 / 110	0,23 / 150	0,20 / 110	0,18 / 65
25	0,30 / 340	0,30 / 300	0,30 / 240	0,30 / 195	0,25 / 90	0,30 / 110	0,25 / 90	0,22 / 50
30	0,38 / 280	0,36 / 250	0,35 / 200	0,35 / 165	0,30 / 75	0,35 / 90	0,30 / 75	0,25 / 45

Machines-outils rigides telles que les aléseuses et fraiseuses à banc

Sur les machines plus modernes et plus rigides, il est recommandé de mettre à profit les avantages des forets au carbure afin d'accroître la productivité.

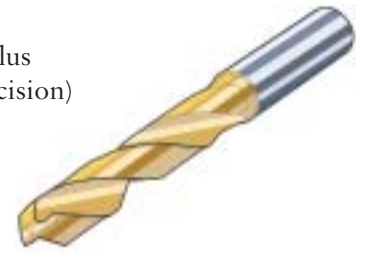
Il existe trois types principaux de forets à arête au carbure. Le choix d'un type de foret dépend de la rigidité de la machine, de la fixation de la pièce à travailler, du diamètre des trous et des tolérances requises. Toujours choisir des forets aussi courts que possible.

Liquide de coupe

- Utiliser un liquide spécial perçage.
- Règle générale pour le perçage avec forets à trous d'huile : débit [l/min] \approx diamètre du foret [mm].

Forets monoblocs au carbure

- Diamètres approx. 3 mm et plus
- Tolérances serrées (haute précision)
- Réaffûtables
- Sensibles aux vibrations.



Forets à plaquettes au carbure brasés

- Diamètres approx 10 mm et plus
- Tolérances serrées (haute précision)
- Réaffûtables
- Moins sensibles aux vibrations que les forets monoblocs au carbure.



Forets à plaquettes interchangeables

- Diamètres approx. 12 mm et plus
- Haute productivité
- Tolérances moins serrées que les autres (plus faible précision)
- Bonne rentabilité



	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500	
Vitesse de coupe, v_c [m/min] y Avance, f [mm/tr]									
Carbure monobloc	v_c	50–70	50–70	50–70	40–50	30–40	35–45	30–40	25–35
	f	0,1–0,2	0,1–0,2	0,10–0,18	0,10–0,18	0,10–0,15	0,10–0,15	0,10–0,15	0,08–0,12
Carbure brasé	v_c	50–70	40–60	40–60	40–60	30–40	35–45	30–40	20–30
	f	0,12–0,20	0,12–0,20	0,12–0,18	0,12–0,18	0,10–0,15	0,10–0,15	0,10–0,15	0,08–0,12
Plaquettes interchangeables	v_c	160–180	110–130	100–120	70–90	50–70	60–80	50–70	40–60
	f	0,1–0,2	0,1–0,2	0,10–0,18	0,10–0,18	0,06–0,14	0,06–0,14	0,06–0,14	0,06–0,12

Pour un faible diamètre de foret, choisir une avance réduite dans les intervalles spécifiés.

Modèle de calcul de la vitesse de rotation à partir de la vitesse de coupe recommandée :

Exemple pour un diamètre de foret $D = 15$ mm et une vitesse de coupe $v_c = 80$ m/min

$$\text{Vitesse, } n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D} = \frac{80 \times 1000}{3,14 \times 15} = 1698 \approx 1700 \text{ tours/min}$$

Formules:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$$v_f = f \times n$$

v_c = vitesse de coupe [m/min]

D = diamètre du foret [mm]

n = vitesse de rotation [tr/min]

$\pi = 3,14$

v_f = vitesse d'avance [mm/min]

f = avance [mm/tr]

Perçage (suite.)

En cas de problèmes...

- Pointe de foret acier rapide déformée
- Pointe de foret au carbure déformée
- Usure du diamètre extérieur du foret
- Trous sur/sousdimensionnés
- Colmatage de copeaux dans les goujures du foret
- Vibrations
- Arêtes légèrement endommagées (ébrèchement)
- Trous asymétriques
- Courte durée de vie des outils, acier rapide
- Courte durée de vie des outils, carbure

Mesures et solutions ▲

- Réajuster le positionnement du foret.
- Augmenter le débit du liquide de coupe, nettoyer le filtre et les trous d'huile du foret.
- Choisir une résilience plus élevée, voir figure page 8.
- Réduire la vitesse d'avance.
- Augmenter la vitesse d'avance.
- Améliorer la rigidité en fixant mieux la pièce et en réduisant le porte-à-faux.
- Contrôler les paramètres de coupe.
- Vérifier les nuances d'acier rapide / de carbure utilisées.
- Augmenter la vitesse de coupe.
- Réduire la vitesse de coupe.

Lamage et chanfreinage

Le lamage et le chanfreinage s'effectuent de préférence avec des outils ayant des plaquettes au carbure interchangeable et un pilote à révolution.

Outil à lamer à plaquettes interchangeables et pilote à révolution.



Outil à chanfreiner à plaquettes interchangeables et pilote à révolution.



IMPORTANT

1. Pour le chanfreinage, diminuer les paramètres de coupe d'environ 30%.
2. Utiliser toujours un pilote à révolution.

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500 ¹	WELDOX 700 ¹	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
v_c [m/min]	90–140 ²	80–120 ²	70–100 ²	40–65 ²	20–50 ²	25–70 ²	20–50 ²	17–50 ²
Avance, f [mm/tr]	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20	0,10–0,20
D [mm]	Vitesse de rotation, n [tr/min]							
19	1510–2345	1340–2010	1175–1675	670–1090	335–840	420–1175	335–840	285–840
24	1195–1860	1060–1590	930–1325	530–865	265–665	330–930	265–665	225–665
34	845–1310	750–1125	655–935	375–610	185–470	235–655	185–470	160–470
42	680–1060	605–910	530–760	300–495	150–380	190–530	150–380	130–380
57	505–780	445–670	390–560	225–365	110–280	140–390	110–280	95–280

- 1) En cas de problème de brisure de copeaux, opérer par 2 mm à la fois.
- 2) Pour les machines de faible puissance, choisir une vitesse de coupe se situant

Les aciers WELDOX ci-dessous peuvent être chanfreinés à l'aide d'un outil en acier rapide à trois dents et avec pilote. Prévoir un apport abondant de liquide de coupe.

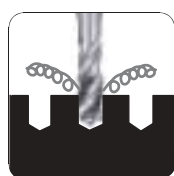
		WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960
v_c [m/min]		~12	~10	~8	~7
D [mm]	Avance f [mm / tr]	Vitesse, n [tr/min]			
15	0,05–0,20	250	210	170	150
19	0,05–0,20	200	170	130	120
24	0,07–0,30	160	130	100	90
34	0,07–0,30	110	90	70	70
42	0,07–0,30	90	60	60	50
57	0,07–0,30	70	60	40	40



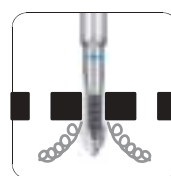
Taraudage

Tous les aciers HARDOX et WELDOX peuvent être taraudés en choisissant des outils adaptés. Nous recommandons des tarauds à quatre goujures, ceux-ci résistant particulièrement à l'importante torsion provoquée lors du taraudage des aciers à résistance élevée. Pour ces derniers nous recommandons d'utiliser une huile ou une pâte pour taraudage comme lubrifiant. Pour nos aciers moins durs WELDOX 420, 460 et 500, une émulsion peut être utilisée.

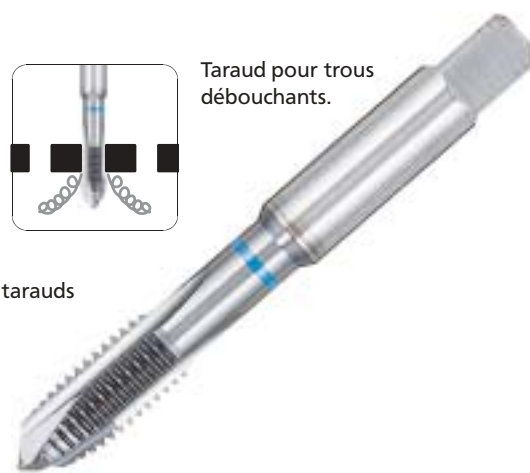
Dans les applications où la résistance du filetage n'est pas critique, on peut percer un trou d'un diamètre légèrement supérieur (environ 3%) afin de réduire les contraintes imposées sur le taraud. Ceci permet d'accroître la durée de vie des tarauds, particulièrement lors de l'usinage des aciers HARDOX et WELDOX 1100.



Taraud pour trous borgnes.



Taraud pour trous débouchants.



IMPORTANTE

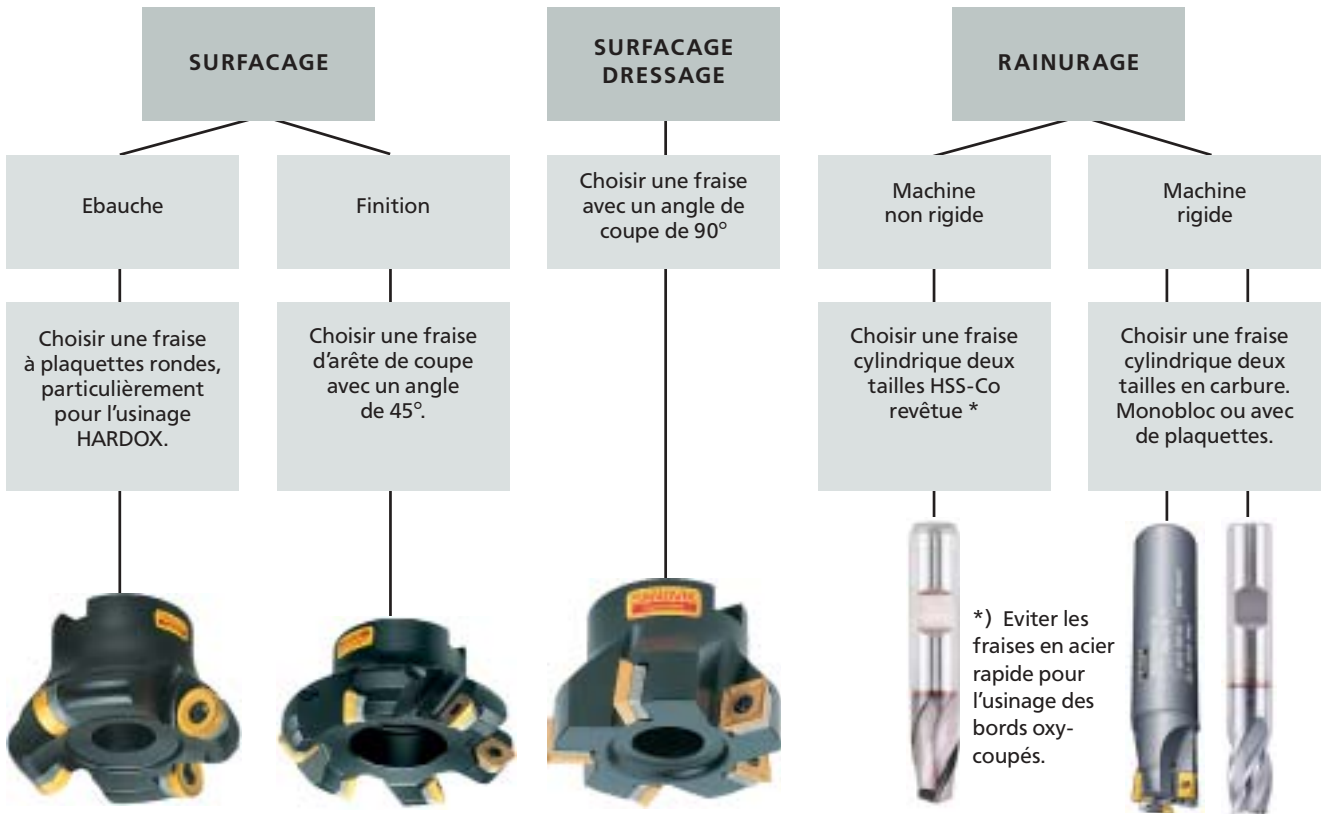
1. En cas d'utilisation de tarauds non revêtus, réduire les paramètres de coupe de 30%.
2. Si le taraudage est effectué sur une machine-outil à commande numérique, on peut utiliser une fraise à fileter.

	HSS Revêtement TiN	HSS-Co (HSS-E) Revêtement TiN ou TiCN		HSS-Co (HSS-E) Revêtement TiCN			
	WELDOX 420/460/500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
v_c [m/min]	15	10	8	3	5	3	2,5
Dimension	Vitesse de rotation, n [tr/min]						
M10	475	320	255	95	160	95	80
M12	395	265	210	80	130	80	65
M16	300	200	160	60	100	60	50
M20	235	160	125	45	80	45	40
M24	200	130	105	40	65	40	30
M30	160	105	85	32	50	32	25
M42	110	75	60	22	35	22	20

Fraisage

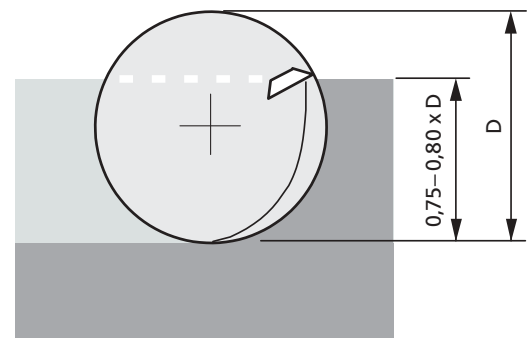
CHOIX DE LA MÉTHODE ET DES OUTILS

Pour l'usinage en série, choisir des fraises avec plaquettes au carbure.



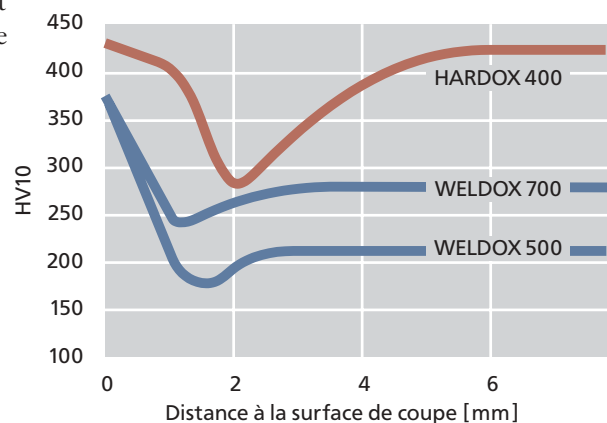
Tenir compte des points suivants :

- S'assurer de la bonne fixation de la pièce à usiner.
- Utiliser une fraise à dents espacées pour les machines de faible puissance.
- Eviter d'utiliser si possible, des têtes universelles pour des raisons de fixation de l'outil et de transmission des forces.
- Lors du surfacage, l'engagement recommandé de la fraise est de 75 à 80% du diamètre de la fraise (voir figure à droite).
- Lors du surfacage de surfaces plus étroites que le diamètre de la fraise, celle-ci devra être positionnée excentriquement de manière à ce que le plus grand nombre de dents possible soient en prise.
- Lors du fraisage de bords oxycoupés, la profondeur de coupe devra être d'au moins 2 mm de manière à éviter la surface dure du bord oxycoupé (voir le diagramme).



Largeur de prise recommandée pour le surfacage.

Profil de dureté des bords oxycoupés, coupe à l'air.



	SURFACAGE				RAINURAGE			
	Rev. carbure		Cermet	Rev. carbure	Carbure		HSS-Co	
Nuance	P40 / C5	P25 / C6	P20 / C6-C7	K20 / C2	K10 / C3 non rev.	K10 / C3- revêt.	P10 / C7- plaquettes	TiCN- revêt.
Rigidité	faible	moyenne	élevée	élevée	élevée	élevée	élevée	faible
Avance (f_z)	0,1 – 0,2 – 0,3	0,1 – 0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	0,1 – 0,2	0,02 – 0,10	0,02 – 0,20	0,05 – 0,15	0,03 – 0,09
Nuance d'acier	Vitesse de coupe, v_c [m/min]							
WELDOX 420 / 460	220–180–120	250–210–180	350–280	–	130	210	220–180	60
WELDOX 500	220–180–120	250–210–180	350–280	–	125	210	220–180	50
WELDOX 700	195–150–95	220–180–150	240–200	–	100	180	195–150	40
WELDOX 900 / 960	95–75–50	200–160–130	220–170	–	90	130	140–120	18
WELDOX 1100	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
HARDOX 400	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
HARDOX 450	–	150–120–110	150–120	–	90	100	110–90	18
HARDOX 500	–	120–100	120–100	120–100	50	80	90–70	–

Plus l'avance sera rapide, plus faible sera la vitesse de coupe.

Formules :

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

v_c = vitesse de coupe [m/min]

D = diamètre de la fraise [mm]

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

n = vitesse de rotation [tr/min]

$\pi = 3,14$

$$f_z = \frac{v_f}{n \times z}$$

v_f = vitesse d'avance [mm/min]

f_z = avance par dent [mm/dent]

z = nombre de dents de la fraise

$$v_f = f_z \times n \times z$$

En cas de problèmes...

Usure en dépouille
 Usure en entaille
 Usure en cratère
 Déformation plastique
 Arêtes rapportées
 Usure en peigne
 Ecaillage
 Rupture de plaquette
 Vibrations
 Mauvais état de surface
 Courte durée de vie des fraises HSS-Co

Mesures et solutions ▲

Réduire la vitesse de coupe.
 Augmenter la vitesse de coupe.
 Réduire l'avance des dents.
 Augmenter l'avance des dents.
 Choisir un acier au carbure plus résistant à l'usure (voir p. 8).
 Choisir un acier au carbure à résilience plus élevée (voir p. 8).
 Utiliser une fraise à dents espacées.
 Modifier le positionnement de la fraise.
 Éviter l'utilisation de liquide de coupe.
 Utiliser des fraises monobloc au carbure au lieu de fraises HSS-Co.
 Vérifier le montage de la fraise.

Tournage

Les paramètres de coupe recommandés ci-dessous s'appliquent aux aciers au carbure à haute résilience utilisés par exemple dans le cas d'usinage de pièces ayant des bords oxycoupés pouvant provoquer des chocs.

Nuance de carbure	P25 / C6	P35 / C6-C5	K20 / C2
Avance, f_n [mm / tr]	0,1 – 0,4 – 0,8	0,1 – 0,4 – 0,8	0,1 – 0,3
	Vitesse de coupe, v_c [m / min]		
WELDOX 420/460	450 – 300 – 210	285 – 175 – 130	–
WELDOX 500	450 – 300 – 210	285 – 175 – 130	–
WELDOX 700	285 – 195 – 145	230 – 150 – 100	–
WELDOX 900/960	130 – 90 – 70	105 – 65 – 45	–
WELDOX 1100	130 – 90 – 70	105 – 65 – 45	–
HARDOX 400	130 – 90 – 70	105 – 65 – 45	–
HARDOX 450	130 – 90 – 70	105 – 65 – 45	–
HARDOX 500	–	–	100 – 80

Plus l'avance sera rapide, plus faible sera la vitesse de coupe.

Formules:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

v_c = vitesse de coupe [m/min]
 D = diamètre de la pièce à tourner [mm]

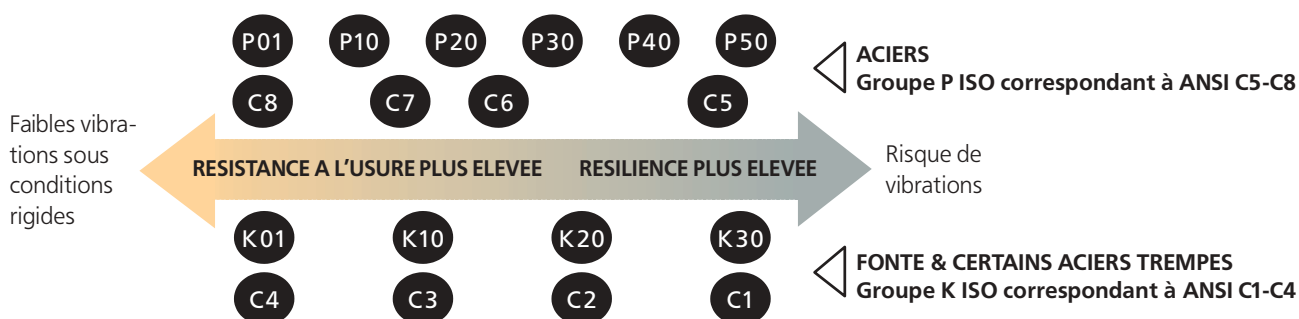
$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

n = vitesse de rotation [tr/min]
 $\pi = 3,14$

$$v_f = f_n \times n$$

v_f = avance [mm/min]
 f_n = avance [mm/tr]

Aciers à outils / Aciers au carbure



Cette brochure a été réalisée en collaboration avec Sandvik Coromant AB et Dormer Tools AB. Les photos et les paramètres de coupe du chapitre traitant du lamage et du chanfreinage proviennent de Granlund Tools AB.

Notre Service technique clients se tient à votre entière disposition pour tout renseignement complémentaire.

La brochure *Usinage* fait partie d'une série de publications donnant des conseils et des recommandations pour la mise en oeuvre des tôles HARDOX et WELDOX. Les brochures sur le *Soudage*, le *Pliage / cicaillage* et le *Découpe* dans cette même série vous seront adressées sur simple demande auprès de notre Service Communication Marketing.

