Là où l'innovation ne s'arrête jamais

Guide d'utilisation pour fraises à plaquettes

© ISCAR Germany GmbH

Apperçu système de fraisage 90° Surfaçage-dressage

Le Tout-terrain avec le plus grand choix

HELI3MILL
HM390 LINE

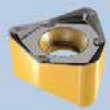
3 arêtes

Coupe douce

★ ★ ★ ★ ★ ★

La plaquette radiale économique

HELIDO
690 LINE



6 coupes

Coupe douce

★ ★ ★ ★ ☆ ☆

La spécialiste pour les longs porte à faux

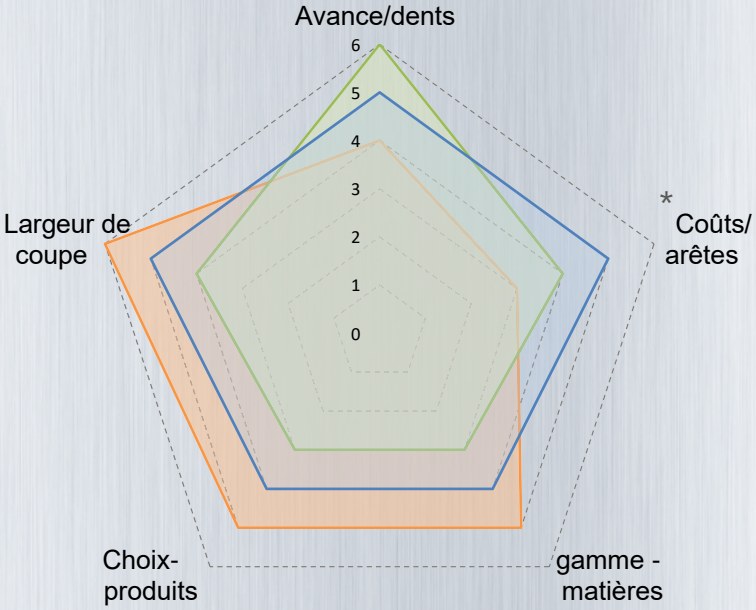
HELIDO
690 LINE

6 coupes

Coupe douce

★ ★ ★ ★ ☆ ☆

Caractéristiques du système



* 6 = Faibles coûts
1 = coûts élevés

Compléments du système surfaçage dressage

La Bête de travail

HELIDO 490 LINE

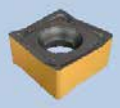
4 Coupes

Coupe douce

★ ★ ★ ★ ☆ ☆

L'alternative puissante

HELIDO 890 LINE



8 dents
88° Angle attaque

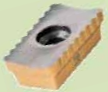
Coupe douce

★ ★ ★ ★ ☆ ☆

La spécialiste du silence

La spécialiste contre les vibrations grâce à son brise copeaux unique

MILLSHRED P290 LINE

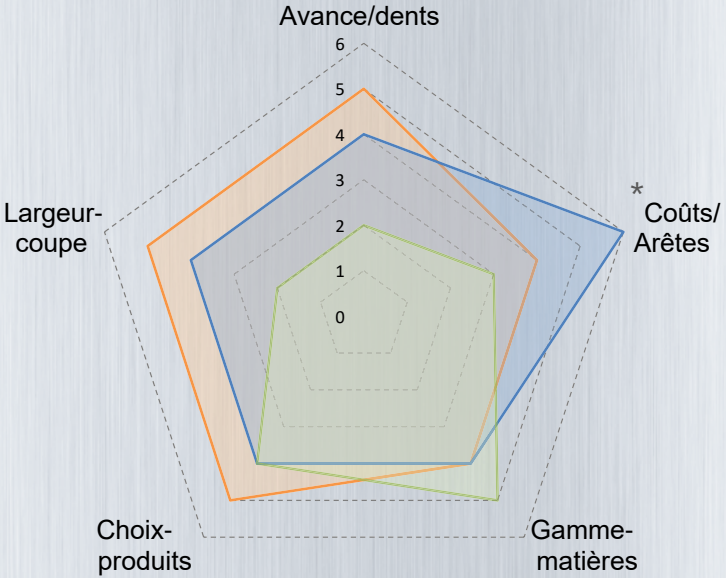


2 Coupes

Coupe douce

★ ★ ★ ★ ★ ☆

Caractéristiques du système



* 6 = Faibles coûts
1 = coûts élevés

Aperçu du système tangentiel surfaçage dressage 90°

Le moteur de productivité

HELITANG T490 LINE

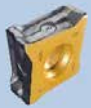
4 Coupes

Coupe douce

★ ★ ★ ★ ★ ★

La tangentielle économique

LOGIQ8TANG T890 MILLING LINE

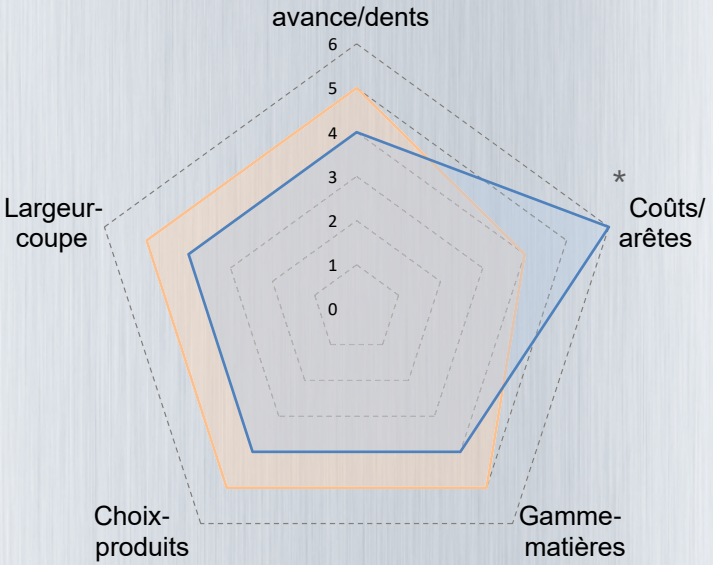


8 Dents

Coupe douce

★ ★ ★ ★ ★ ☆

Caractéristiques du système



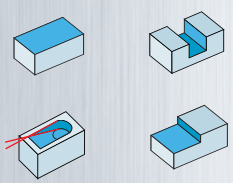
* 6 = Faibles coûts
1 = Coûts élevés

HELI3MILL HM390 LINE — *La tout terrain*

Member IMC Group

- ✓ positive, plaquette non réversibles 3 arêtes de coupe
- ✓ coupe très douce, premier choix pour ISO-M / S
- ✓ angle effectif et précis pour usinage épaulements 90°
- ✓ pour ébauche- et usinage finition
- ✓ polyvalente dans le domaine ISO P / M / K / N / S

E-catalogue



Choix produit / Brise copeaux / Nuances

- Fraise en bout: Ø 8 – 50 mm *HM390 ET_*
- Trou lisse: Ø 32 – 200 mm *HM390 FT_* Arbre /
- Attachements: trou lisse / Camfix / MM / Flexfit
- Pas: Larges et réduits
- Taille plaq. [mm]: Ø / avec lub 04 / 05 / 07 / 10 / 15 / 19
- Rayons plaquette. [mm]: 0.2 / 0.4 / 0.8 / 1.0 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.4 / 3.2 / 4.0
- Version plaquette: Affûtées = *HM390 T_**C**_* // Frittées= *HM390 T_**K**_*

Choix de base Géométries & Nuances

Pour ISO-S / M / N nous conseillons l'utilisation de plaquettes affûtées

stable → très positive | Denture striée

PDR-HS (Brise copeaux) | PDR-GW (Cermet) | **PDR** | PCT-R | PDR-MP | PDR-HM | **PDFR-P** | PDR-FW

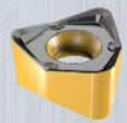
P	IC5400, IC330, IC808, IC830 / IC845	**K**	IC5100, IC810, IC808
M/S	IC808, IC830, IC882	**N**	IC28

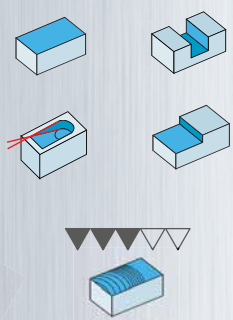
10 30 50 | 10 30 50 | 10 30 50 | 10 30

HELIDO 690 LINE — *La radiale économique*

- ✓ plaquette réversible
- ✓ 6 arêtes de coupe réelles
- ✓ coupe douce
- ✓ système économique de surfaçage-dressage 90°
- ✓ Semi finition / Apllications ébauche

E-Catalogue





Choix produits / Géométrie / Nuances

Fraise en bout:	Ø 18 – 40 mm	*H690 EWN_*
Trou lisse:	Ø 40 – 125 mm	*H690 FWN_*
Attachements:	Arbre/ trou lisse	
Pas:	large, normal / toutes avec lub	
Taille plaquette [mm]:	04 / 07	
Rayon plaquette [mm]:	0.8 / 1.2 / 1.6 / 2.0	
Version plaquette:	affûtées = *H690 WNHU_* *frittées: H690 WNMU_*	

Choix de base brise copeaux & Nuances

Pour ISO-S / M nous conseillons l'utilisation de plaquettes affûtées

stable → très positive

PNR-RM | PNN-MM | PNR-MM | **PNTR**

P: IC5400, IC330, IC808, IC830 / IC845 (10 – 30 – 50)

K: IC5100, IC810, IC808 (10 – 30 – 50)

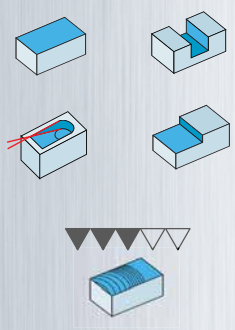
M/S: IC808, IC830 / IC 330, IC840 / IC882 (10 – 30 – 50)

N: (10 – 30)

HELIDO 690 LINE — La radiale économique

- ✓ plaquette réversible 6 arêtes de coupe
- ✓ faibles forces axiales sur la pièce
- ✓ pour les longs porte à faux
- ✓ réduction des vibrations
- ✓ fraises à surfacer dresser économiques

E-catalogue

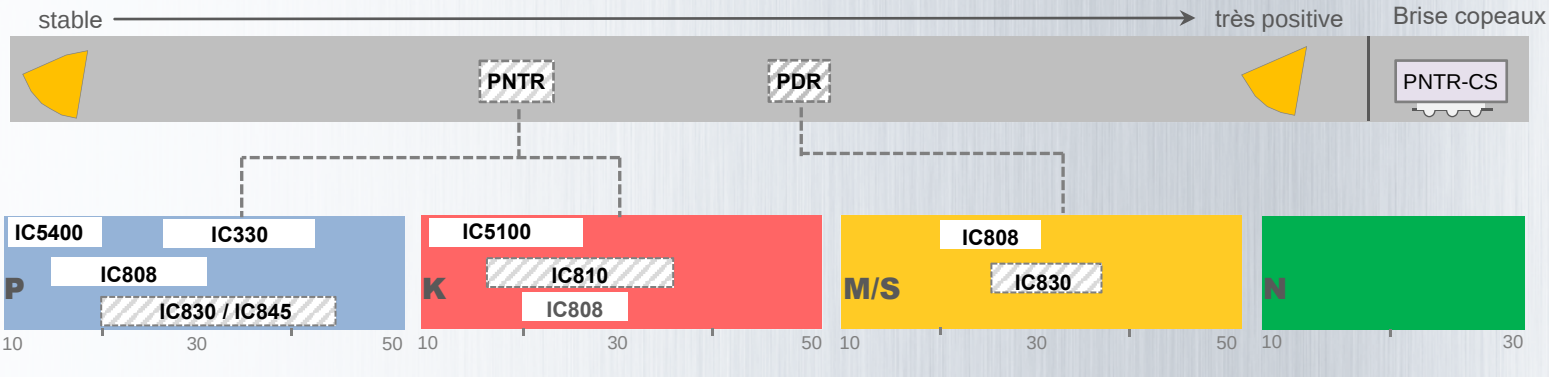


Choix produits / Brise copeaux / Nuances

- Fraises en bout: Ø 32 – 40 mm *H690 ELN...R10 / R16*
- Fraises trou lisse: Ø 40 – 160 mm *H690 FLN...R10 / R16*
- Attachements: Arbre / Trou lisse
- Pas: large, normal / toutes avec lub.
- Taille plaquette [mm]: 10 / 16
- Rayon plaquette [mm]: 0.4 / 0.8 / 1.0
- Version plaquette: affûtées = *H690 TNCX_* *frittées: H690 TNKX_*

Choix de base Brise copeaux & Nuances

Für ISO-S / M nous conseillons l'utilisation de plaquettes affûtées

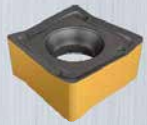


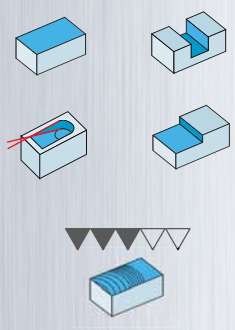
HELIDO 890 LINE

La puissante fraise à surfacer 88°

- ✓ 8 arêtes de coupe à droite ou 8 arêtes de coupe à gauche
- ✓ faible coût à l'arête
- ✓ alternative pour le surfaçage
- ✓ ideal pour les solutions spéciales

E-catalogue





Choix produits / Brise copeaux / Nuances

- Fraise trou lisse: Ø 40 – 160 mm *S890 FSN_*
- Fraise disque: Ø 125 mm *S890 SSB_*
- Attachement: Trou lisse Type A ou B
- Pas: large, normal / toutes avec lub
- Taille plaquette [mm]: 08 / 13
- Rayon plaquette [mm]: 0.8
- Version plaquette : Affûtées = S890 SN**H**U_ *frittées: S890 SN**M**U_*

Plaq finition

Choix de base Brise copeaux & Nuances

Pour ISO-S / M nous conseillons l'utilisation de plaquettes affûtées

stable → très positive

PNR-MM | PNTN | **PNTR** | - R - W (Finition-WSP)

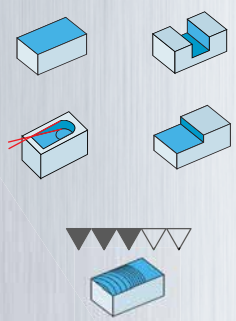
P	IC5400, IC330, IC808, IC830	**K**	IC5100, IC810, IC808
M/S	IC808, IC830	**N**	

10 30 50 10 30 50 10 30 50 10 30

HELIDO 490 LINE — La bête de travail

- ✓ la productivité la plus élevée avec une plaquette réversible
- ✓ Alternative pour les systèmes de fraisage tangentiels
- ✓ géométrie ébauche
- ✓ utilisable pour des grandes largeurs de coupe

E-catalogue

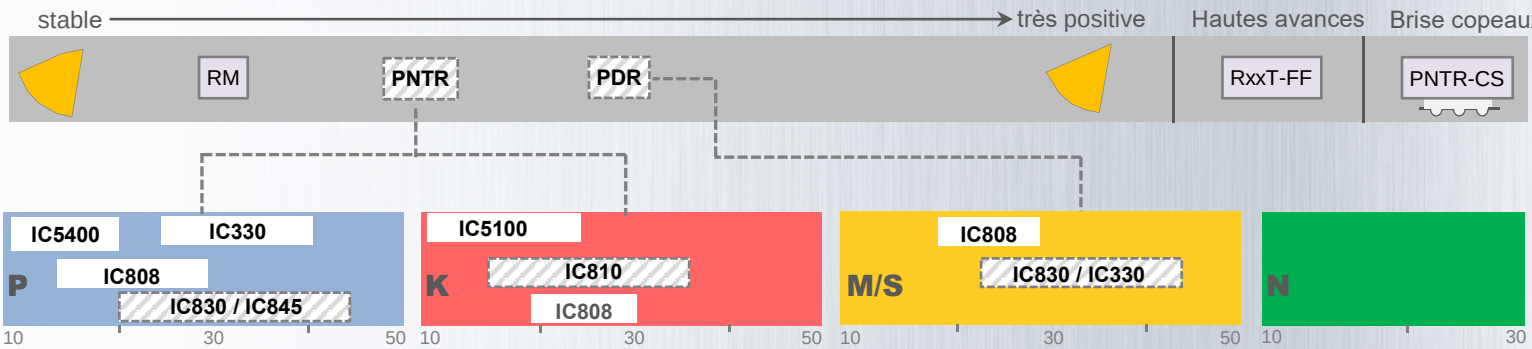


Choix produits / Brise copeaux / Nuances

Fraise en bout:	Ø 16 – 32 mm	*H490 E90AX_*
Fraise trou lisse:	Ø 32 – 250 mm	*H490 F90AX_*
Fraise herisson:	Ø 50 – 80 mm	*H490 SM _*
Attachement:	Arbre / Trou lisse	
Pas:	large, normal / toutes avec lub	
Taille plaquette [mm]:	09 / 12 / 17	
Rayon plaquette [mm]:	0.4 / 0.8 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.4	
Version plaquette:	affûtées = *H490 ANCX_* / frittées = *H490 ANKX_*	

Choix de base Brise copeaux & Nuances

Pour ISO-S / M nous conseillons l'utilisation de plaquettes affûtées

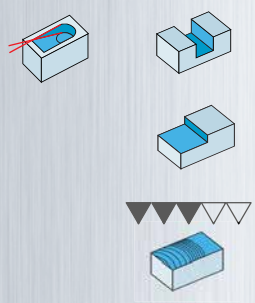


MILLSHRED P290 LINE — la spécialiste du silence

Member IMC Group

- ✓ plaquette non réversible
- ✓ la meilleure solution pour réduire les vibrations
- ✓ faibles forces de coupe, faibles forces de retrait
- ✓ pour les portes à faux élevés
- ✓ excellente stabilité de l'outil

E-catalogue

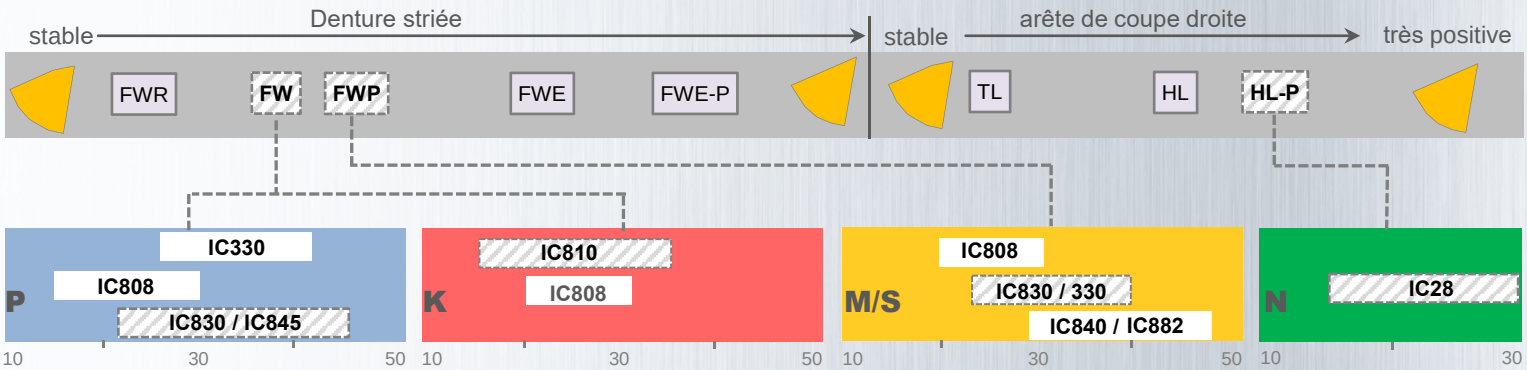


Choix produits / Brise copeaux / Nuances

- Fraise en bout: Ø 20 – 40 mm *P290 EPW_*
- Fraise trou lisse: Ø 32 – 100 mm *P290 FPW_*
- Fraise hérisson: Ø 32 – 100 mm *P290 SM / ACK_*
- Attachement: arbre / trou lisse / Flexfit
- Pas: large, normal / toutes avec lub
- Taille plaquette [mm]: 12 / 18
- Rayon plaquette [mm]: version spéciales, voir catalogue
- Version plaquette: affûtées = *P290 ACCT _* // frittées = *P290 ACKT_*

Choix de base Brise copeaux & Nuances

Pour ISO-S / M / N Nous conseillons l'utilisation de plaquettes affûtées.

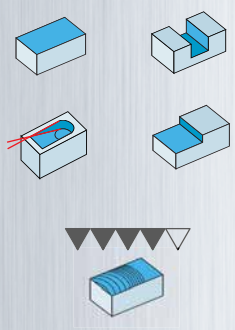


HELITANG T490 LINE — *Le moteur de Productivité*

Member IMC Group

- ✓ haute productivité grâce aux hautes avances à la dent
- ✓ système de fraisage stable
- ✓ 1 choix pour la fabrication de masse et de série
- ✓ grand choix de géométries
- ✓ flexibilité d'utilisation dans le domaine ISO P / M / K / N / S

E-catalogue



Choix produits / Brise copeaux / Nuances

Fraise en bout:	Ø 16 – 50 mm	*T490 ELN_*
Fraise trou lisse:	Ø 32 – 200 mm	*T490 FLN_*
Fraise herisson	Ø 32 – 80 mm	*T490 LNK / SM_*
Fraise chanfreinage :	Ø 50 – 125 mm	T422 / T445_
Attachements:	Arbre / Trou lisse / MM / Flexfit	
Pas:	large, normal et pas réduits / toutes avec lub	
Taille plaquette [mm]:	08 / 11 / 13 / 16 / 22	
Rayon plaquette [mm]:	0.4 / 0.8 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.4 / 3.1 / 4.0 / 5.0 / 6.4	
Version plaquette:	affûtées = *T490 LN**H**T_* // frittées = *T490 LN**M**T_*	

Choix de base brise copeaux & Nuances

Pour ISO-S / M / N Nous conseillons l'utilisation de plaquettes affûtées.

stabil → très positive | profil strié | Brise copeaux

PNR-FF | **PNTR/L** | PNR | PNR-RD | **PN-R-PL** | PN-R-PLS | **PDFR-P** | PNTR-FW | PNTR-CS

P: IC5400, IC5500, IC808, IC830 / IC845 (10 – 30 – 50)

K: IC810, IC808 (10 – 30 – 50)

M/S: IC808, IC830 / 330, IC882 (10 – 30 – 50)

N: IC07 (10 – 30)

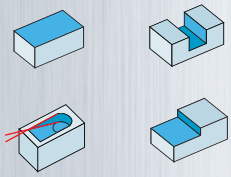
LOGIQ8TANG
T890 MILLING LINE

La tangentielle économique

Member IMC Group

- ✓ 8 réelles arêtes de coupe
- ✓ corps de fraise stable
- ✓ bon recouvrement des épaulements 90°
- ✓ faible consommation d'énergie
- ✓ possibilité davoir de plaquettes finition

E-catalogue



Choix produits / Brise copeaux / Nuances

- Fraise en bout: Ø 32 – 40 mm *T890 ELN_*
- Fraise trou lisse: Ø 40 – 160 mm *T890 FLN_*
- Attachement: Arbre / Trou lisse
- Pas: large, normal et pas fin / toutes avec lub
- Taille plaquette [mm]: 13
- Rayon plaquette [mm]: 0.8
- Version plaquette: affûtées = *T890 LNH_(A)_T 1306_*

Choix de base Brise copeaux & Nuances

stable → très positive | Finition

PDTR | **PN-W**

P: IC5400, IC5500, IC808, IC830 / IC845 (10 – 30 – 50)

K: IC5100, IC810, IC808 (10 – 30 – 50)

M/S (10 – 30 – 50)

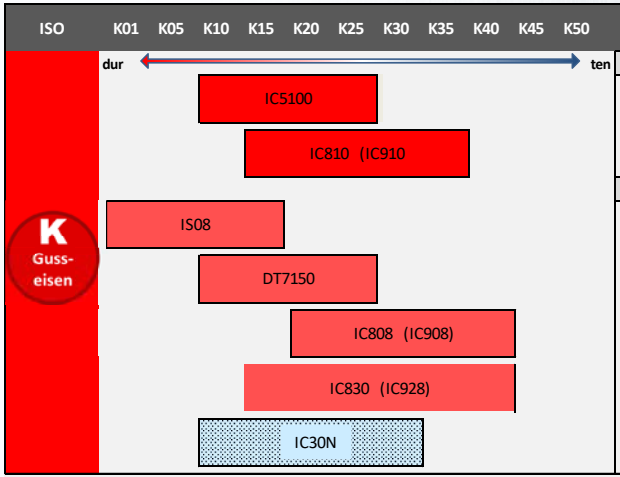
N (10 – 30)

Vue d'ensemble des nuances plaquettes de fraisage.

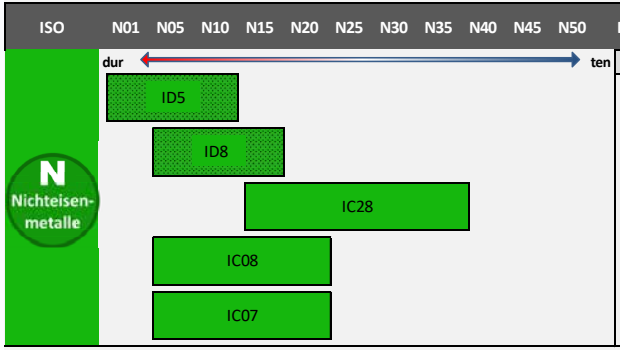
ISO	P01 P05 P10 P15 P20 P25 P30 P35 P40 P45 P50	Domaine	Type de revêtement	Caractéristiques	Applications / Description
P Stahl	dur ⟷ ten				
		Base			
	IC 808 (IC908)	P15-P30	PVD	Arête stable, Resistant à l'usure	Op finition, ébauche dans des conditions stables, médium jusqu'à hautes vitesses de coupe.
	IC5500	P15-P35	CVD	Resiste à la température, résistant à l'usure	Ebauche, acier ferritique et martensitiques (gr 12/13) Vitesses de coupe hautes, usinage à sec.
	IC830 (IC928)	P20-P40	PVD	Tenace, bonne résistance à la rupture, sécurité	Carbure universel, pour operations ébauches à sec. Usinage ébauche avec avances élvées, supporte l'interruption de coupe.
	IC845	P30-P50	PVD	Tenace, sécurité, contre l'usure en peigne.	
		Specialiste			
	IC5400	P05-P20	CVD	Résiste à la température, résisitant à l'usure.	Ebauche, vitesse de couple médium à élevées, usinage à sec.
	IC30N	P10-P30	PVD, **Cermet**	Extremement résistant à l'usure, contre la déformation plastique	Pour les op de finition avec hautes vitesses de coupe, et avances moyennes.
	IC810 (IC910)	P15-P30	PVD	Résisitant à l'usure, sécuritél	Ebauche pour aciers hautes résistances (gr 10/119 avances moyennes.
	IC330 (IC328)	P25-P50	PVD, TiCN	Tenace, sécurité	Opérations ébauche, vitesse de coupe faibles,interruption de coupe, avec arrosage.

ISO	M01 M05 M10 M15 M20 M25 M30 M35 M40 M45 M50	Domaine	Type de revêtement	Caractéristiques	Applications / Description
M Rostfreier Edelstahl	dur ⟷ ten				
		Base			
	IC840	M20-M40	PVD	Tenace, résisite à la température, et l'usure en peigne.	Ebauche et finition dans des vitesse de coupe basses et médium, à sec ou sous arrosage.
	IC830 (IC928)	M25-M35	PVD	Tenace, résiste à l'usure en peigne.	Carbure universel pour acier austénitique, Vc faibles à moyennes, à sec ou avec arrosage
	IC808 (IC908)	M20-M30	PVD	Arête stable, bonne résistance à l'usure	Finition avec vitesse moyenne jusqu'à hautes, avec des conditions stables, à sec ou avec arrosage.
	IC330 (IC328)	M30-M40	PVD	Tenace,resiste à l'usure en peigne	Univel pour acier austénitiques,vitesse de coupe basse, avec interruption de coupe, uniquement avec arrosage.
		Specialiste			
	IC5820	M20-M35	CVD	Tenace, securité resistance à la chaleur	Ebauche dans matériaux duplex et austénitiques avec des vitesses hautes, en conditions stables.
	IC882	M25-M45	PVD	Tenace, sécurité Résistance à la chaleur	Ebauche des austénitiques et duplex avec vitesses faibles ou moyennes, uniquement sous arrosage.

Vue d'ensemble des nuances plaquettes de fraisage.



Domaine	Type de revêtement	Caractéristiques	Applications/ Description
Base			
K10-K25	CVD	Revêtement épais, résistant à l'usure	Dans fonte grise(GG) avec hautes vitesses de coupe
K15-K35	PVD	Résistant à l'usure, résistant aux températures	Premier choix dans les fontes ductiles et fontes grises avec vitesse de coupe faibles et moyennes.
Spezialiste			
K01-K015	**Si_3N_4 Ceramique**	Non revêtu, haute résistance aux chaleurs	Fontes grises dans les hautes vitesses de coupe, avances moyennes en applicationjs stables.
K10-K25	PVD+CVD	Résisitant à l'usure, résiste à la température	Alternative pour GG et GGG avec vitesses de coupe moyennes, elle résoud les problèmes sous arrosage.
K20-K40	PVD	Arête stable, résistant à l'usure	Finition dans les fontes ductiles (GGG) avec conditions stables.
K15-K40	PVD	tenace, bonne résistance à l'usure en peigne	A partir de GGG40, en usinage instable, faibles à moyennes vitesses de coupe, avances élevées.
P10-P30	PVD, **Cermet**	Extrememenr résistant à l'sure, contr déf. plastique	A partir de GGG50, finition avec hautes vitesses de coupe.



Domaine	Type de revêtement	Caractéristiques	Applications / Descriptions
Base			
N01-N10	non revêtue **Diamant**	Insert brasé sur base plaquette carbure	Alliage Al-Si<12% Si-composition, Graphit, Tout alliages non ferreux.
N05-N15	non revêtue **Diamant**	Insert brasé sur base plaquette carbure	Alliage Al-Si >12% Si-composition, alliages composites (CFK u. GFK)
N15-N35	non revêtue	Tenace, bonne résistance à l'usure en peigne.	Ebauche alliages alu et matériaux non ferreux,hautes avances, vitesses de coupe moyennes, avec arrosage
N05-N20	non revêtue	Arête stable, résisitant à l'usure	Ebauche et finition des alliages Aluminium < 10% compo Si, métaux non ferreux, avec arrosage
N05-N20	non revêtue	Arête stable, très résistante à l'usure.	Alternative au IC08 avec haute résistance à l'usure.

Vue d'ensemble des nuances plaquettes de fraisage.

ISO	S01 S05 S10 S15 S20 S25 S30 S35 S40 S45 S50	Domaine	Type de revêtement	Caractéritiques	Applications / Description
S Hochhitze-beständig	dur ← → ten				
		Base			
	IC882	S30-S50	PVD	Tenace, extrêmement résistant à l'usure, avec Rutenium	Ebauche et finition de matériaux HTSA, vitesses faibles et médium, exclusivement sous arrosage.
	IC808 (IC908)	S15-S30	PVD	Arête de coupe stable, résistant à l'usure.	Opérations de finition en condition stable, avec vitesse de coupe moyenne.
	IC840	S25-S40	PVD	Tenace, résistant aux temperatures, et usures	Ebauche du titane, faible vitesses de coupe,exclusivement sous arrosage.
		Specialiste			
	IC380	S20-S30	PVD	Arête robuste, bonne résistance à l'usure.	Ebauche et finition du titane en conditions instables, exclusivement avec arrosage.
	IC5820	S20-S35	CVD	résistance extrême à la température+Rutenium	Alternative au IC882, hautes vitesses de coupe, avec ou sans arrosage.
	IC830 (IC928)	S20-S40	PVD	Tenace, haute résistance à la rupture	Alternative au IC840 etIC808 avec faibles vitesse de coupe,avances élevées,avec arrosage.
	IC330 (IC328)	S30-S50	PVD	Tenace, haute résistance à la rupture	Alternative au IC840, IC808, IC830, haute résistance à l'usure en peigne, s'assurer d'avoir un bon arrosage.

ISO	H01 H05 H10 H15 H20 H25 H30 H35 H40 H45 H50	Domaine	Type de revêtement	Caractéristiques	Applications/Description
H Gehärteter Stahl	dur ← → ten				
		Base			
	IC808 (IC908)	H10-H20	PVD	Arête robuste, bonne résistance à la rupture	Aciers traités jusqu'à 55HRc (max. 60HRc), en op stables, exclus. en avalant, max. 45% a_e/D
	IB85	H01-H30	sans, **CBN**	Insert brasé sur base plaquette carbure, résiste à la casse.	Usinage finition des aciers traités jusqu'à 65 HRc, possible en fraisage en opposition.
		Specialiste			
	IC30N	H10-H25	PVD, **Cermet**		Usinage finition, conditions stable, avec hautes conditions de coupe

Vitesse de coupe et recommandations en fonction de la matière usinée.

basé sur la pratique - données moyennes

Plaq. avec revêtement PVD et Cermet

Domaines matières		IC330 min.	IC330 Base	IC330 max.	IC380 min.	IC380 Base	IC380 max.	IC845 min.	IC845 Base	IC845 max.	IC840 min.	IC840 Base	IC840 max.	IC830 min.	IC830 Base	IC830 max.	IC882 min.	IC882 Base	IC882 max.	IC810 min.	IC810 Base	IC810 max.	IC808 min.	IC808 Base	IC808 max.	IC30N min.	IC30N Base	IC30N max.
P Acier non alliés / alliés	1. choix																											
	2. choix	120	**160**	230	160	**200**	250	80	**150**	220	---			120	**200**	230	---			160	**220**	250	180	**230**	250	90	**220**	350
P Aciers ferrit. / martensit.	1. choix																											
	2.choix	80	**120**	140	---			100	**120**	160	---			100	**130**	160	---			---			140	**170**	220	100	**170**	220
M Inox Referenzen: 1.4301, v,200, sec 1.4404, v,90, lub 1.4462, v,80, lub	1. choix																											
	2. choix	60	**100**	160	120	**160**	220	---			90	**120**	160	60	**140**	200	70	**100**	140	---			120	**160**	220	---		
K Fonte grise	1. choix																											
	2. choix	---			---			---			---			120	**160**	250	---			180	**250**	300	---			---		
K Fonte graphite sphér.	1. choix																											
	2. choix	---			---			---			---			120	**140**	200	---			160	**200**	260	160	**180**	250	---		
S Superalliages / Titane	1. choix																											
	2. choix	30	**40**	100	30	**50**	100	---			25	**40**	90	30	**40**	100	20	**40**	60	---			30	**50**	100	---		
N Non-ferreux	1. Choix																											
	2. choix	---			---			---			---			---			---			---			---			---		
H Aciers traités (≤55HRc)	1. choixl																											
	2. choix	---			---			---			---			40	**80**	120	---			60	**100**	150	80	**120**	200	50	**100**	140

Vitesses de coupe m/mn
ligne rouge usinage à sec
ligne bleue arrosage
Marquage en gras données préconisées

VITESSE DE COUPE ET RECOMMANDATIONS EN FONCTION DE LA MATIERE USINEE

Basé sur la pratique - Données moyennes

Plaquette avec revêtement CVD, Ceramique, CBN et carbure non revêtu

Domaines matières		IC5400 min. Base max.	IC5500 min. Base max.	IC5100 min. Base max.	DT7150 min. Base max.	IC5820 min. Base max.	IS8/IS80 min. Base max.	IB55/IB85 min. Base max.	IC28 min. Base max.	IC08 min. Base max.
P Acier non alliés / alliés	1. choix	160 **200** 250	90 **200** 280	180 **250** 320	100 **160** 250	---	---	---	---	---
	2. choix									
P Aciers ferrit. / martensit.	1. choix	140 **180** 240	140 **200** 270	---	---	---	---	---	---	---
	2. choix									
M Inox	1. choix	100 **130** 180	---	---	---	100 **120** 160	---	---	---	---
	2. choix									
K Fonte grise	1. choix	---	---	200 **280** 350	150 **220** 320	---	250 **500** 800	contacter PM	---	---
	2. choix									
K Fonte graphite sphér.	1. choix	120 **160** 250	---	---	160 **250** 350	---	250 **450** 900	---	---	---
	2. choix									
S Superalliages / Titane	1. choix	---	---	---	---	25 **50** 95	---	---	---	10 **20** 50
	2. choix									
N Non ferreux	1. choix	---	---	---	---	---	---	---	160 **450** 650	350 **750** 1500
	2. choix									
H Aciers traités (≤55HRc)	1. choix	---	---	---	---	---	---	Contacter PM	---	---
	2. choix									

Vitesses de coupe m/mn
ligne rouge usinage à sec
ligne bleue arrosage
Marquage en gras données préconisées

Avance par dent en relation avec l'engagement

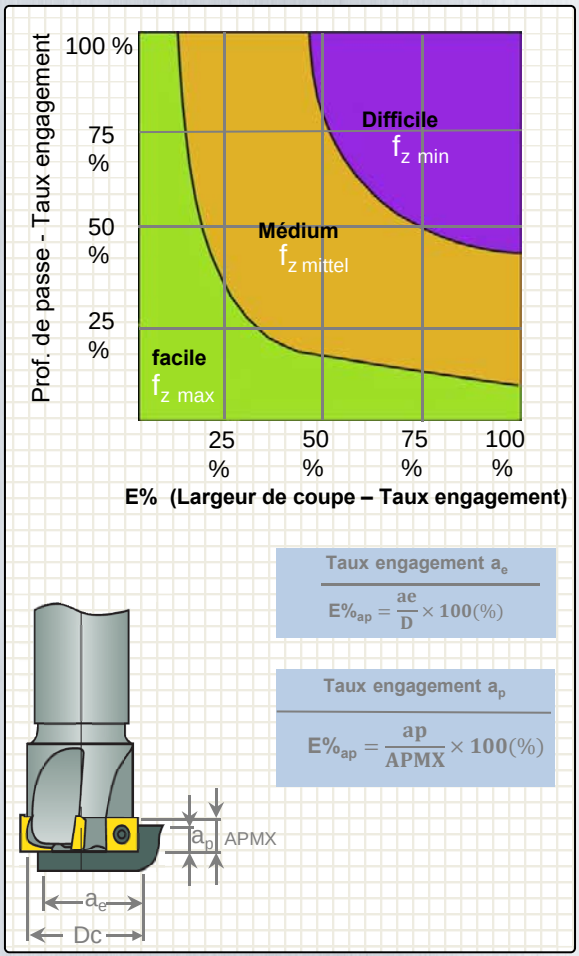
1 Calcul de base avance/dent

Matière		Dureté HB	Matière Nr.	HM390-05 TPKT...PDR
Acier non allié	< 0.25 %C	125	1	0.10-0.12-0.15 min – moy. - max
Acier	>= 0.25 %C	190	2	
Aciers moulés	< 0.55 %C	250	3	
Acier decolletage	>= 0.55 %C	220	4	
		300	5	
Aciers et aciers moulés avec alliages moins de 5%		200	6	0.08-0.11-0.14
		275	7	
		300	8	
		350	9	0.08-0.10-0.13

Contrôler d'abord la charge.

Exemple:
Usinages faciles veut dire avance à la dent maximum

Valeurs de la table ci-jointe à appliquer.



■ = $f_{z\ min}$ ■ = $f_{z\ moy.}$ ■ = $f_{z\ max}$

2 f_z-Valeurs de correction en fonction de la longueur outil

Facteur correction avance pour différents porte à faux					
Porte à faux	jusqu'à 1 x D	2 x D	3 x D	4 x D	5 x D
Facteur	**1,00**	**0,95**	**0,85**	**0,75**	**0,65**

f_z = Avance/dent de base * valeur corrigée porte à faux
(1) (2)

ces valeurs de correction ne sont pas valables pour les fraises grandes avances

Determination groupe matière - Numéro

ISO	Matière		Propriétés	Résistance [N/mm²]	Dureté HB	Material Nr.	Numéro matière																			
P	Acier non allié Acier et aciers moulés Acier décolletage	< 0.25 %C	recuit	420	125	1	1.0715	1.0718	1.0721	1.0722	1.0736	1.0737	1.0972	1.0976	1.0982	1.0984	1.0986	1.1121	1.1141	1.1151	1.2083	1.8900				
		>= 0.25 %C	recuit	650	190	2	1.0406	1.0416	1.0473	1.0501	1.0503	1.0511	1.0540	1.0551	1.0553	1.0577	1.0726	1.0727	1.1157	1.1158	1.1166	1.1170	1.1178	1.1180	1.1181	1.1183
							1.1191	1.1206	1.1213	1.5423																
		< 0.55 %C	trempé et revenu	850	250	3	1.0481	1.0503	1.0614	1.0616	1.0618	1.1165	1.1167	1.1186	1.1191	1.1201	1.7242	1.7337	1.7362							
		>= 0.55 %C	recuit	750	220	4	1.0535	1.0601	1.0603	1.0605	1.1203	1.1209	1.1221	1.1231	1.1248	1.1269	1.1274	1.1663								
			trempé et revenu	1000	300	5	1.0070	1.7238	1.7701																	
	Acier et aciers moulés avec alliage moins de 5%		recuit	600	200	6	1.0116	1.0841	1.0904	1.0961	1.2067	1.2108	1.2210	1.2241	1.2311	1.2330	1.2419	1.2510	1.2542	1.2550	1.2713	1.2721	1.2842	1.3501	1.3505	1.3505
							1.5024	1.5025	1.5026	1.5027	1.5028	1.5120	1.5415	1.5419	1.5622	1.5732	1.5752	1.6587	1.6657	1.7015	1.7033	1.7035	1.7045	1.7131	1.7139	1.7176
							1.7220	1.7223	1.7225	1.7228	1.7262	1.7321	1.7335	1.7335	1.7380	1.7715	1.8509									
			trempé et revenu	930	275	7	1.0038	1.5710	1.5755	1.6523	1.6546	1.6565	1.7218	1.7733	1.7755	1.8070										
				1000	300	8	1.0503	1.2332	1.3401	1.5736	1.6511	1.7361	1.8159	1.8161	1.8515	1.8523										
				1200	350	9	1.4882	1.5864																		
	Aciers hautement alliés, aciers moulél		recuit	680	200	10	1.0347	1.0401	1.0723	1.2080	1.2083	1.2085	1.2162	1.2210	1.2311	1.2312	1.2316	1.2343	1.2344	1.2363	1.2379	1.2436	1.2581	1.2601	1.2606	
							1.284	1.3343	1.5662	1.5680																
			trempé et revenu	1100	325	11	1.3202	1.3207	1.3243	1.3246	1.3247	1.3249	1.3255	1.3343	1.3348	1.3355	1.4718	1.4935								
	Aciers inoxydables à structure ferritique ou martensitique		ferritique martensitique	680	200	12	1.400	1.4001	1.4002	1.4005	1.4006	1.4016	1.4027	1.4028	1.4086	1.4104	1.4112	1.4113	1.4340	1.4417	1.4418	1.4510	1.4511	1.4512	1.4720	1.4724
							1.4742	1.4747	1.4749	1.4762	1.4871															
			martensitique	820	240	13	1.4021	1.4031	1.4034	1.4057	1.4313	1.4544	1.4546	1.4922	1.4923											
M	Aciers inoxydables Aciers moulés inoxydables		austenitique	600	180	14	1.4301	1.4305	1.4306	1.4308	1.4310	1.4311	1.4312	1.4350	1.4362	1.4371	1.4401	1.4404	1.4406	1.4408	1.4410	1.4429	1.4435	1.4436	1.4438	1.4439
							1.4440	1.4449	1.4460	1.4462	1.4500	1.4504	1.4521	1.4539	1.4541	1.4542	1.4545	1.4547	1.4550	1.4552	1.4568	1.4571	1.4581	1.4583	1.4585	1.4821
							1.4823	1.4828	1.4833	1.4845	1.4878	1.4891	1.4893	1.4948	1.4980											
K	Fonte grise		ferritique/ martensitique		180	15	0.6010	0.6015	0.6020	0.6660	0.7040															
			perlitique		260	16	0.6020	0.6025	0.6030	0.6035	0.6040															
	graphite sphéroidale (GGG)		ferritique		160	17	0.7033	0.7043	0.7050	0.7652	0.7660															
			perlitique		250	18	0.7060	0.7070																		
	Fontes malléables		ferritique		130	19	0.8055	0.8135	0.8145																	
			perlitique		230	20	0.8035	0.8040	0.8045	0.8065	0.8155	0.8165	0.8170													
N	Alliages aluminium		non trempable		60	21	3.0205	3.0255	3.3315																	
			durci		100	22	3.1325	3.1655	3.2315	3.4345	3.2381	3.2382														
	Fontes alu	<=12% Si	non trempable		75	23	3.2383	3.2581	3.3561	3.5101	3.5103	3.5812	3.5912													
			durci		90	24	2.1871	3.1754	3.2163	3.2371	3.2373	3.5106														
		>12% Si	über-eutektisch		130	25																				
	Alliages-cuivre	>1% Pb	Laiton de decolletage		110	26	2.1090	2.1096	2.1098	2.1182																
			Laiton		90	27	2.0240	2.0321	2.0590	2.0592	2.0596	2.1293														
			Cuivre electrolityque		100	28	2.0060	2.0375	2.0966	2.0975	2.1050	2.1052	2.1292	2.4764												
	Non ferreux		CFK/GFK			29																				
			Caoutchouc dur			30																				
S	Hochhitze beständige Legierungen	Base Fe	recuit		200	31	1.4558	1.4562	1.4563	1.4864	1.4865	1.4958	1.4562	1.4563	1.4864	1.4865	1.4958	2.4668								
			traité		280	32	1.4977																			
		Base Ni or Co	recuit		250	33	2.4360	2.4603	2.4610	2.4630	2.4630	2.4642	2.4856	2.4858												
			traité		350	34	2.4375	2.4631	2.4668	2.4694	2.4955	2.4668	2.4670	2.4662	2.4964											
			coulé		320	35	2.4669	2.4685	2.4810	2.4973	3.7115															
	Titane et alliages titane		Titane pur	Rm = 400	Rm= 400	36	3.7025	3.7225	2.4674																	
			alliages alpha bêta	Rm = 1050	Rm= 1050	37	3.7124	3.7145	3.7165	3.7185	3.7195															
H	Aciers traités		traité		55 HRC	38	1.1545	1.1545	1.2762	1.4125	1.6746															
			traité		60 HRC	39																				
	fonte lamellaire		fonte		400	40	0.9620	0.9325	0.9630	0.9640	0.9650	0.9655	1.4841													
	Fonte		traité		55 HRC	41	0.9635	0.9645																		

Tableau avance par dents HELI3MILL HM390… 5 mm jusqu'à 19 mm

HELI3MILL HM390 LINE

ISO	Matière		Härte HB	Material Nr.	HM390-05	HM390-07		HM390-10				HM390-15						HM390-19
					TPKT…PDR	TCCT… PCR	TCKT… PCTR	TPCR… PDFR-P	TPKR… PDRHM	TPCT… PDR	TPKT… PDR	TDKT… PDR	TDCT… PDR	TDKT… PDR-FW	TDKR…PDR-HM	TDKT… PDR-MP	TDCR… PDRR-P	TDKT… PDTR
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.10-0.12-0.15	0.10-0.11-0.12	0.10-0.12-0.15	-	0.10-0.12-0.15	0.10-0.11-0.12	0.10-0.12-0.15	0.10-0.13-0.15	0.08-0.11-0.15	0.10-0.13-0.18	0.10-0.13-0.18	0.10-0.13-0.18	-	0.12-0.16-0.2
		>= 0.25 %C	190	2														
		< 0.55 %C	250	3														
		>= 0.55 %C	220	4														
			300	5														
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.08-0.11-0.14	0.07-0.09-0.11	0.08-0.11-0.14	-	0.08-0.11-0.14	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.14	0.08-0.12-0.14	0.08-0.10-0.15	0.10-0.12-0.18	0.10-0.12-0.18	0.10-0.12-0.18	-	0.1-0.15-0.18
			275	7														
			300	8														
			350	9	0.08-0.10-0.13	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.10-0.13	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	0.08-0.11-0.13	0.08-0.10-0.13	0.10-0.12-0.15	0.10-0.12-0.15	0.10-0.12-0.15	-	0.1-0.12-0.15
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10	0.08-0.10-0.12	0.07-0.09-0.10	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.09-0.12	0.07-0.08-0.10	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.13	0.10-0.10-0.15	0.10-0.10-0.15	0.10-0.10-0.15	-	0.1-0.11-0.13
			325	11														
	rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		200	12	0.08-0.10-0.13	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.10-0.13	0.07-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.12	0.10-0.10-0.15	0.10-0.10-0.15	0.10-0.10-0.15	-	0.1-0.12-0.15
			240	13														
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	0.08-0.10-0.13	0.06-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.10-0.13	0.06-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.15	0.10-0.12-0.15	0.10-0.12-0.15	0.10-0.12-0.15	-	-
K	Grauguss		180	15	0.10-0.12-0.15	-	-	-	-	0.08-0.10-0.12	0.10-0.12-0.15	0.10-0.13-0.15	0.10-0.13-0.15	0.10-0.15-0.22		0.10-0.15-0.22	-	0.12-0.2-0.3
			260	16														
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17	0.08-0.11-0.14	-	-	-	-	0.07-0.09-0.11	0.08-0.11-0.14	0.08-0.12-0.14	0.08-0.12-0.15	0.10-0.15-0.20		0.10-0.15-0.20	-	0.12-0.2-0.25
			250	18														
	Temperguss		130	19														
			230	20														
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-	0.1-0.18-0.25	0.1-0.12-0.15	-	-	-	-	-		-	0.08-0.15-0.25	-
			100	22	-	-	-			-	-	-	-	-		-		-
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23	-	-	-			-	-	-	-	-		-		-
			90	24	-	-	-			-	-	-	-	-		-		-
		>12% Si	130	25	-	-	-			-	-	-	-	-		-		-
	Kupfer-legierungen	>1% Pb	110	26	-	-	-			-	-	-	-	-		-		-
			90	27	-	-	-			-	-	-	-	-		-		-
			100	28	-	-	-			-	-	-	-	-		-		-
	Nicht-Eisen-Metalle			29	-	-	-			-	-	-	-	-		-		-
				30	-	-	-			-	-	-	-	-		-		-
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.12	0.06-0.07-0.08	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.06-0.07-0.08
			280	32														
		Ni or Co Basis	250	33														
			350	34														
			320	35														
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36	0.08-0.09-0.10	0.06-0.07-0.08	0.08-0.09-0.10	-	0.08-0.09-0.10	0.06-0.07-0.08	0.08-0.09-0.10	0.08-0.09-0.12	0.08-0.09-0.10	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.09-0.10
			Rm= 1050	37														
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	0.04-0.05-0.06	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	-	-	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.04-0.05-0.06	-	-		-	-	-
			60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
	Schalenhartguss		400	40	0.04-0.05-0.06	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	-	-	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.04-0.05-0.06	-	-		-	-	-
	Gusseisen		55 HRC	41	0.04-0.05-0.06	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	-	-	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.04-0.05-0.06	-	-		-	-	-

Tableau avance par dents HELIDO H690… 4 mm jusqu'à 16 mm

ISO	Matière		Härte HB	Material Nr.	H690-04		H690-07			H690-10		H690-16
					WNMU...PNR-MM	WNMU... PNTR	WNHU... PNTR	WNMU... PNTR	WNMU...PNR-MM	TNCX... PDR	TNKX...PNTR	TNKX... PNTR
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.10-0.11-0.15	0.10-0.11-0.15	0.1-0.15-0.2	0.15-0.2-0.35	0.15-0.20-0.35	0.10-0.11-0.13	0.10-0.12-0.15	0.15-0.22-0.30
		>= 0.25 %C	190	2								
		< 0.55 %C	250	3								
		>= 0.55 %C	220	4								
			300	5								
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.08-0.12-0.14	0.08-0.11-0.14	0.08-0.14-0.18	0.15-0.20-0.33	0.15-0.20-0.33	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.14	0.15-0.20-0.28
			275	7								
			300	8								
			350	9	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.12-0.17	0.15-0.18-0.31	0.15-0.18-0.31	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	0.15-0.20-0.26
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10	0.08-0.09-0.12	0.08-0.09-0.12	0.08-0.12-0.16	0.15-0.18-0.28	0.15-0.18-0.28	0.07-0.08-0.10	0.08-0.10-0.12	0.15-0.18-0.24
			325	11								
	rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		200	12	0.08-0.10-0.13	0.08-0.10-0.13	0.08-0.12-0.17	0.15-0.18-0.31	0.15-0.18-0.31	0.07-0.09-0.11	0.08-0.10-0.13	0.15-0.18-0.26
			240	13								
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	0.08-0.10-0.13	-	0.08-0.12-0.17	-	0.09-0.15-0.25	0.06-0.08-0.11	0.08-0.10-0.13	0.09-0.16-0.21
K	Grauguss		180	15	-	0.10-0.12-0.15	-	0.15-0.22-0.35	0.15-0.25-0.35	0.08-0.10-0.13	0.10-0.12-0.15	-
			260	16								
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17	-	0.08-0.11-0.14	-	0.15-0.20-0.33	0.15-0.20-0.33	0.07-0.09.-0.11	0.08-0.11-0.14	-
			250	18								
	Temperguss		130	19								
			230	20								
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-	-	-	-	-	-
			100	22	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	24	-	-	-	-	-	-	-	-
		>12% Si	130	25	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kupfer-legierungen	>1% Pb	110	26	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	27	-	-	-	-	-	-	-	-
			100	28	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nicht-Eisen-Metalle			29	-	-	-	-	-	-	-	-
				30	-	-	-	-		-	-	-
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08
			280	32								
		Ni or Co Basis	250	33								
			350	34								
			320	35								
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36	0.08-0.09-0.10	-	0.08-0.09-0.10	-	0.08-0.09-0.10	0.06-0.07-0.08	0.08-0.10	0.08-0.10
			Rm= 1050	37								
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	0.04-0.05-0.06	-	0.04-0.05-0.06	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.06-0.07-0.08
			60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-	-
	Schalenhartguss		400	40	0.04-0.05-0.06	-	0.04-0.05-0.06	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.06-0.07-0.08
	Gusseisen		55 HRC	41	0.04-0.05-0.06	-	0.04-0.05-0.06	-	0.06-0.07-0.08	0.05-0.06-0.07	0.04-0.05-0.06	0.06-0.07-0.08

Tableau avance par dents HELIDO H490.. 9 mm jusqu'à 17 mm

HELIDO 490 LINE

ISO	Matière		Härte HB	Material Nr.	H490 09		H490 12				H490 17mm			
					ANCX PDR	ANKX PNTR	ANCX PDR	ANKX PNTR	ANKX PNTR-RM	ANKX PNTR-CS	ANCX PDR	ANKX PNTR	ANKX RM	ANKX CS
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.08-0.11-0.15	0.10-0.12-0.16	0.10-0.14-0.20	0.10-0.17-0.25	0.10-0.20-0.25	0.10-0.14-0.20	0.10-0.14-0.20	0.10-0.17-0.25	0.10-0.20-0.30	0.15-0.20-0.22
		>= 0.25 %C	190	2										
		< 0.55 %C	250	3										
		>= 0.55 %C	220	4										
			300	5										
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.08-0.10-0.15	0.08-0.10-0.16	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.12-0.20	0.10-0.12-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.25	0.08-0.10-0.25	0.15-0.16-0.22
			275	7										
			300	8										
			350	9	0.08-0.10-0.15	0.08-0.10-0.16	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.12-0.20	0.10-0.12-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.25	0.08-0.10-0.25	0.12-0.16-0.20
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10	0.08-0.10-0.14	0.08-0.10-0.16	0.08-0.10-0.15	0.08-0.12-0.16	0.08-0.12-0.16	0.08-0.10-0.15	0.08-0.10-0.18	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.12-0.16-0.20
			325	11										
	rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		200	12	0.08-0.10-0.14	0.08-0.10-0.16	0.08-0.10-0.18	0.08-0.12-0.20	0.08-0.12-0.20	0.08-0.10-0.18	0.08-0.10-0.18	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	012-0.16-0.20
			240	13										
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	0.08-0.10-0.14	0.08-0.10-0.16	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	-	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	-	-
K	Grauguss		180	15	0.10-0.12-0.14	0.10-0.12-0.18	0.10-0.15-0.25	0.10-0.12-0.30	0.10-0.20-0.30	0.10-0.15-0.20	0.10-0.18-0.20	0.10-0.12-0.30	0.12-0.18-0.35	0.12-0.18-0.25
			260	16										
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17	0.08-0.12-0.14	0.08-0.12-0.18	0.08-0.15-0.20	0.08-0.17-0.25	0.08-0.18-0.25	0.08-0.15-0.20	0.08-0.18-0.20	0.08-0.18-0.25	0.12-0.18-0.30	0.12-0.18-0.22
			250	18										
	Temperguss		130	19										
			230	20										
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			100	22										
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23										
			90	24										
		>12% Si	130	25										
	Kupfer-legierungen	>1% Pb	110	26										
			90	27										
			100	28										
	Nicht-Eisen-Metalle			29										
				30										
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			280	32										
		Ni or Co Basis	250	33										
			350	34										
			320	35										
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36										
			Rm= 1050	37										
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Schalenhartguss		400	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gusseisen		55 HRC	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau avance par dents HELIDO S890… 13 mm

HELIDO 890 LINE

ISO	Matière		Härte HB	Material Nr.	S890-13		
					SNMU PNTR	SNMU MM	SNMU PNTN
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.10-0.15-0.25	0.10-0.15-0.30	0.10-0.15-0.25
		>= 0.25 %C	190	2			
		< 0.55 %C	250	3			
		>= 0.55 %C	220	4			
			300	5			
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20
			275	7			
			300	8			
			350	9	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10	0.08-0.10-0.18	0.08-0.10-0.18	0.08-0.10-0.18
			325	11			
	rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		200	12	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20
			240	13			
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20	0.08-0.10-0.20
K	Grauguss		180	15	0.10-0.12-0.30	0.10-0.12-0.35	0.10-0.12-0.30
			260	16			
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17	0.08-0.16-0.25	0.08-0.18-0.25	0.08-0.18-0.25
			250	18			
	Temperguss		130	19			
			230	20			
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-
			100	22			
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23			
			90	24			
		>12% Si	130	25			
	Kupfer-legierungen	>1% Pb	110	26			
			90	27			
			100	28			
	Nicht-Eisen-Metalle			29			
				30			
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	-	-	-
			280	32			
		Ni or Co Basis	250	33			
			350	34			
			320	35			
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36			
			Rm= 1050	37			
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	-	-	-
			60 HRC	39	-	-	-
	Schalenhartguss		400	40	-	-	-
	Gusseisen		55 HRC	41	-	-	-

Tableau avance par dents MILLSHRED P290… 12 mm jusqu'à 18 mm

ISO	Material		Härte HB	Material Nr.	P290-12				P290-18							
					ACCT… PDR-TL	ACCT… PDR-HL	ACKT…PDR-FW	ACKT…PDR-FWP	ACCT… PDR-TL	ACCT… PDR-HL	ACCT… PDR-HL-P	ACKT…PDR-FWE	ACKT…PDR-FW	ACKT…PDR-FWE-P	ACKT…PDR-FWR	ACKT…PDR-FWP
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12		0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12		0.08-0.10-0.12	
		>= 0.25 %C	190	2												
		< 0.55 %C	250	3												
		>= 0.55 %C	220	4												
			300	5												
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6												
			275	7												
			300	8												
			350	9												
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10												
			325	11												
	rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		200	12												0.08-0.10-0.12
			240	13												
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12		0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12		0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12
K	Grauguss		180	15	0.08-0.12-0.15	0.08-0.12-0.15	0.08-0.11-0.15	0.08-0.11-0.15	0.08-0.12-0.15	0.08-0.12-0.15		0.08-0.12-0.15	0.08-0.12-0.15		0.08-0.12-0.15	
			260	16												
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17												
			250	18												
	Temperguss		130	19												
			230	20												
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	0.08-0.15-0.2	0.08-0.15-0.02	0.08-0.15-0.2	0.08-0.15-0.2	0.08-0.15-0.2	0.08-0.15-0.2	0.08-0.15-0.2*	0.08-0.15-0.2	0.08-0.15-0.2	0.08-0.15-0.2*	0.08-0.15-0.2	0.08-0.15-0.2
			100	22												
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23												
			90	24												
		>12% Si	130	25												
	Kupfer-legierungen	>1% Pb	110	26												
			90	27												
			100	28												
	Nicht-Eisen-Metalle			29												
				30												
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12	-	0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12		0.08-0.10-0.12	0.08-0.10-0.12
			280	32												
		Ni or Co Basis	250	33												
			350	34												
			320	35												
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36												
			Rm= 1050	37												
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Schalenhartguss		400	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gusseisen		55 HRC	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau avance par dents HELITANG T490… 08 mm jusqu'à 22 mm

HELITANG T490 LINE

ISO	Material		Härte HB	Material Nr.	T490 - 08	T490 - 11	T490 - 13				T490 - 16	T490 - 22	
					LNHT… PNR	LNMT… PNTR	LNMT… PNTR-CS	LNHT…PN-R-PL	LNHT…-PNTR	LNMT… -PNTR	LNMT… PN-R	LNMT… -PNTR	LNHT… -PNTR
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.1-0.12-0.15	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.12-0.2	0.1-0.12-0.25	0.15-0.2-0.25	0.20-0.3-0.45	0.20-0.3-0.40
		>= 0.25 %C	190	2									
		< 0.55 %C	250	3									
		>= 0.55 %C	220	4									
			300	5									
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.08-0.11-0.14	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.13.0.18	0.1-0.13-0.18	0.1-0.16-0.23	0.13-0.18-0.23	0.20-0.30-0.42	0.20-0.30-0.40
			275	7									
			300	8									
			350	9	0.08-0.10-0.13	0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16	0.1-0.12-0.16	0.1-0.12-0.16	0.1-0.16-0.21	0.13-0.17-0.21	0.18-0.25-0.35	0.18-0.22-0.35
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10	0.08-0.10-0.12	0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14	0.1-0.12-0.14	0.1-0.14-0.19	0.13-0.16-0.19	0.18-0.25-0.35	0.18-0.22-0.35
			325	11									
	rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		200	12	0.08-0.10-0.13	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.15-0.21	0.13-0.17-0.21	0.18-0.25-0.35	0.18-0.22-0.35
			240	13									
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	0.08-0.10-0.13	0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16	0.1-0.13-0.16	0.1-0.14-0.18	0.13-0.16-0.19	-	0.15-0.2-0.25
K	Grauguss		180	15	0.1-0,12-0.15	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15--0.2	0.1-0.12-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.18-0.25	0.15-0.2-0.25	0.25-0.3-0.45	0.20-0.28-0.40
			260	16									
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17	0.08-0.12-0.14	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.16-0.23	0.15-0.19-0.23	0.25-0.3-0.42	0.20-0.28-0.40
			250	18									
	Temperguss		130	19									
			230	20									
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			100	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		>12% Si	130	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kupfer-legierungen	>1% Pb	110	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			90	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			100	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nicht-Eisen-Metalle			29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	0.06-0,07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0,07-0.08	0.06-0.08-0.09	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.08-0.09	-
			280	32									
		Ni or Co Basis	250	33									
			350	34									
			320	35									
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36	0.08-0.09-0.1	0.08-0.09-0.1	0.08-0.09-0.1	0.08-0.09-0.1	0.08-0.09-0.1	0.08-0.09-0.1	0.08-0.09-0.11	0.08-0.09-0.11	-
			Rm= 1050	37									
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	-	0.05-0,06-0.08	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	-
			60 HRC	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Schalenhartguss		400	40	-	0.05-0,06-0.08	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	-
	Gusseisen		55 HRC	41	-	0.05-0,06-0.08	0.06-0.07-0.08	-	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	0.06-0.07-0.08	-

Tableau avance par dents LOGIQ 8Tang T890… 13mm

ISO	Matière		Härte HB	Material Nr.	T890-13		
					LNHT… PNTR	LNMT… PNTR	LNAT… PN-W
P	unlegierter Stahl und Stahlguss Automatenstahl	< 0.25 %C	125	1	0.12-0.16-0.2	0.12-0.16-0.2	0.12-0.16-0.2
		>= 0.25 %C	190	2			
		< 0.55 %C	250	3			
		>= 0.55 %C	220	4			
			300	5			
	Stahl und Stahlguss mit geringen Legierungsanteilen weniger 5%		200	6	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18
			275	7			
			300	8			
			350	9	0.1-0.13-0.15	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15
	Hochleg. Stahl, Stahlguss Werkzeugstahl		200	10	0.1-0.12-13	0.1-0.11-0.13	0.1-0.11-0.13
			325	11			
	rostbeständige Stähle mit ferritischen oder martensitischem Gefüge		200	12	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15	0.1-0.12-0.15
			240	13			
M	rostbeständige Stähle rostbeständiger Stahlguss		180	14	-	-	-
K	Grauguss		180	15	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2	0.1-0.15-0.2
			260	16			
	Kugelgraphitguss (GGG)		160	17	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18	0.1-0.14-0.18
			250	18			
	Temperguss		130	19			
			230	20			
N	Aluminium Knetlegierungen		60	21	-	-	-
			100	22	-	-	-
	Aluminiumguss legiert	<=12% Si	75	23	-	-	-
			90	24	-	-	-
		>12% Si	130	25	-	-	-
	Kupfer-legierungen	>1% Pb	110	26	-	-	-
			90	27	-	-	-
			100	28	-	-	-
	Nicht-Eisen-Metalle			29	-	-	-
				30	-	-	-
S	Hochhitze beständige Legierungen	Fe Basis	200	31	-	-	-
			280	32	-	-	-
		Ni or Co Basis	250	33	-	-	-
			350	34	-	-	-
			320	35	-	-	-
	Titan und Titanlegierungen		Rm= 400	36	-	-	-
			Rm= 1050	37	-	-	-
H	Gehärteter Stahl		55 HRC	38	-	-	-
			60 HRC	39	-	-	-
	Schalenhartguss		400	40	-	-	-
	Gusseisen		55 HRC	41	-	-	-

Formules générales

Vitesse de coupe

$$v_c = \frac{Dc \cdot \pi \cdot n}{1000} \; [{}^{m}/_{min}]$$

Avance à la dent

$$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z} \; [\mathrm{mm}]$$

Engagement

$$E = \frac{a_e}{Dc} \cdot 100\%$$

Rotation

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{Dc \cdot \pi} \; [\mathrm{mm}^{-1}]$$

Avance table

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n \; [{}^{mm}/_{min}]$$

épaisseur moyenne cop.

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{{}^{a_e}/_{Dc}}$$

débit copeaux

$$Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f}{1000} \; [{}^{cm^3}/_{min}]$$

Nb de plaquettes à commander X

$$= \frac{\text{pièces} \cdot \text{Nb de dents} \cdot \text{Jours de prod.}/\text{Mois} \cdot \text{Nb}}{\text{d'arêtes de coupe/Plaquettes}}$$

Temps de contact

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} \; [\mathrm{min}]$$

Coûts matière par pièce Coût/

$$= \frac{\text{plaquette} \cdot \text{Nb de sièges plaquette}}{\text{Nb arêtes de coupe/} \cdot \text{Quantité}}$$

Durés de vie/arête de coupe

$$= \frac{\text{Durée vie (en min.)} \cdot 60}{\text{temps contact/Pièce (en sec.)}}$$

Legende:

Dc = diamètre de l'outil
z = Nb de dents effectives

v_c = Vitesse de coupe
n = Rotation outil
f_z = Avance par dent
v_f = Avance table

a_e = Largeur de coupe (radial) a_p = prof de passe (axial)

E = Engagement (%) h_m = épaisseur moyenne de copeau

l = Long usinage
i = Nb de coupe
Q = Débit copeau
t_h = Temps util. princip.

π = Pi (3,1415…)

Calcul de la puissance théorique

Puissances- et calcul du couple pour vérifier les paramètres d'usinage

Aciers 1000 $^{N}/_{mm^2}$ (GGG50/60)	Fontes	Aluminium	Calcul du couple
Puissance	**Puissance**	**Puissance**	**Couple**
$P_{nutz} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{24.000}$ [kW]	$P_{nutz} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{30.000}$ [kW]	$P_{nutz} = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f}{60.000}$ [kW]	$M = 9550 \cdot \frac{P_{nutz}}{n}$ [Nm]

Astuce:

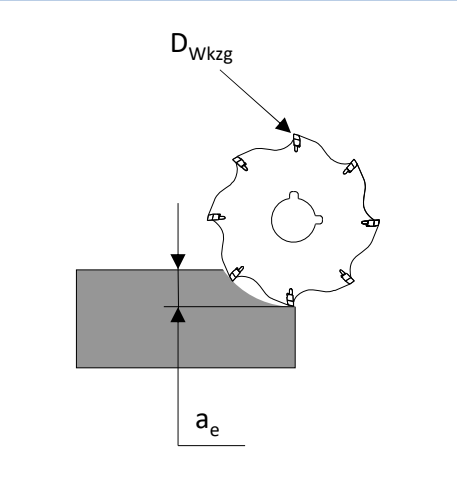
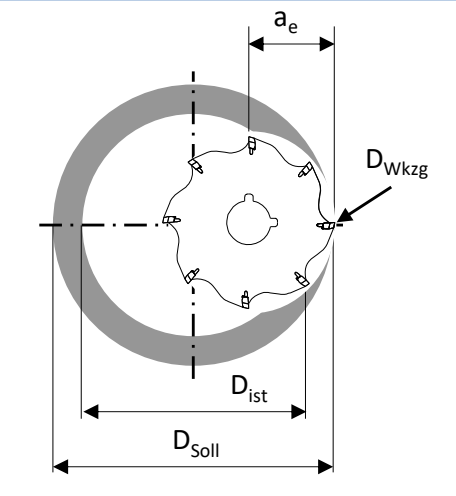
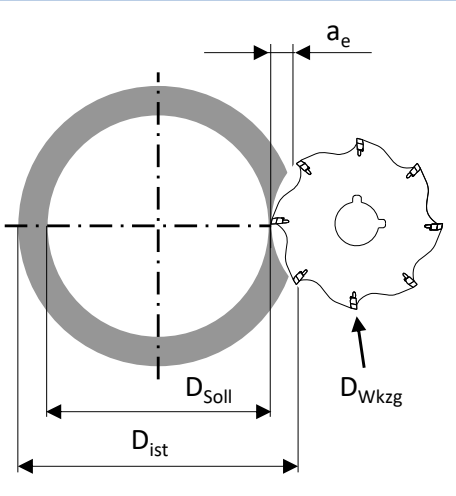
Le calcul de la puissance et du couple doit avoir lieu impérativement être réalisé avant l'usinage. En calculant ces paramètres les dommages outils et machines peuvent être évités. Veuillez comparer le diagramme de puissance et de couple de la machine avec les paramètres calculés.

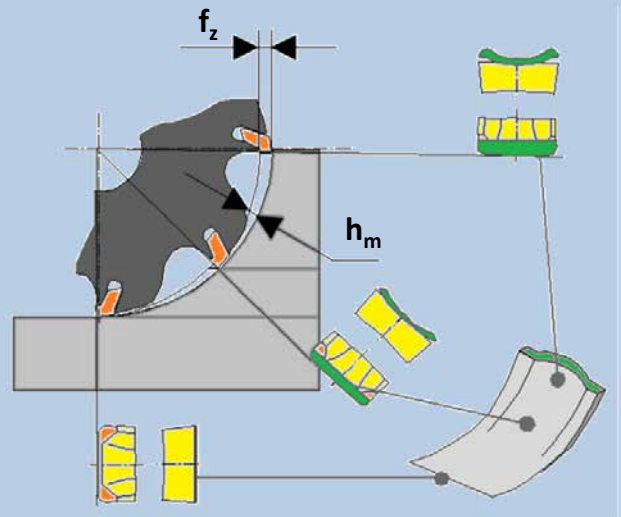
Attention:

L'usinage avec le taux d'enlèvement de matière calculé n'est possible que si les deux paramètres calculés se situent dans la courbe de puissance et de couple disponible de la machine-outil.

Calcul de l'avance à la dent

iEn tenant compte de l'engagement radial a_e

Fraisage linéaire	fraisage intérieur	Fraisage extérieur
		
$radiale\ Schitttiefe = a_e$	$a_e = \frac{D_{soll}^2 - D_{ist}^2}{4 \cdot (D_{soll} - Dc)}$	$a_e = \frac{D_{ist}^2 - D_{soll}^2}{4 \cdot (D_{soll} + Dc)}$



Info concernant fraisage rainure: La formation de copeaux fournie par la géométrie de l'arête de coupe n'a lieu qu'avec une avance de dent correctement calculée et réglée

Des valeurs de fz trop faibles favorisent une usure prématurée et peuvent entraîner un blocage des copeaux.Des valeurs fz trop élevées entraînent la rupture des plaquettes de coupe en raison d'une surcharge..

Engagement

$$E = \frac{a_e}{Dc} \cdot 100\%$$

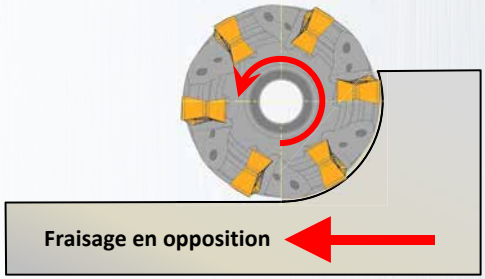
mittlere Spandicke

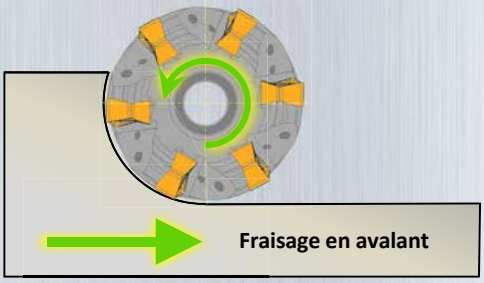
$$h_m = f_z \cdot \sqrt{a_e / Dc}$$

Vorschub pro Zahn

$$f_z = h_m \cdot \sqrt{Dc / a_e}$$

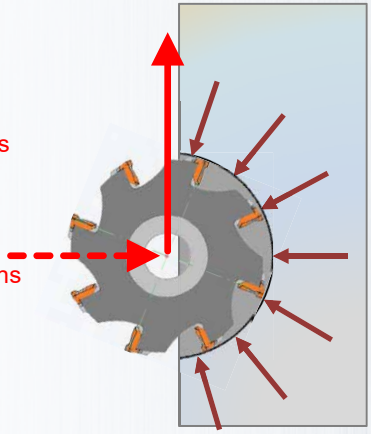
Stratégie de fraisage pour l'optimisation du process et de la durée de vie





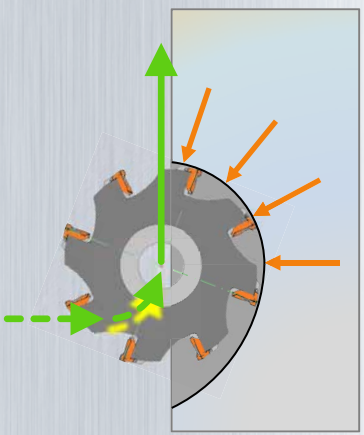
Stratégie d'approche défavorable

- long arc en prise
- Beaucoup de dents engagées
- Grand besoin en energie
- Risque de vibrations



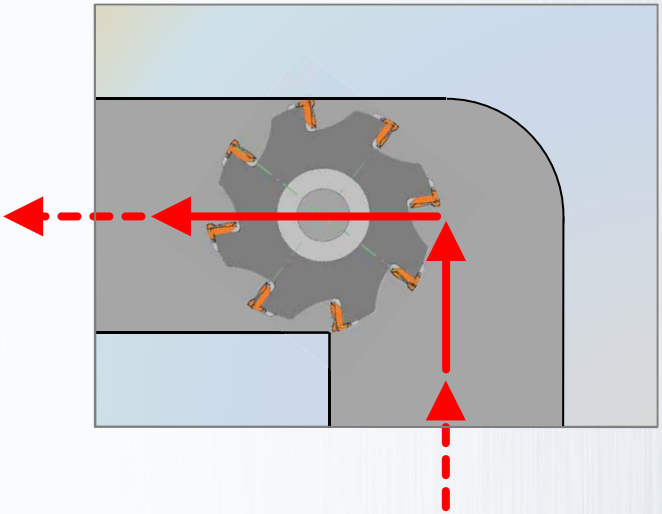
Stratégie d'approche favorable

- entrée en tangeantiel
- Peu de dents engagées
- Besoin en energie faible
- stable, sécurité de process

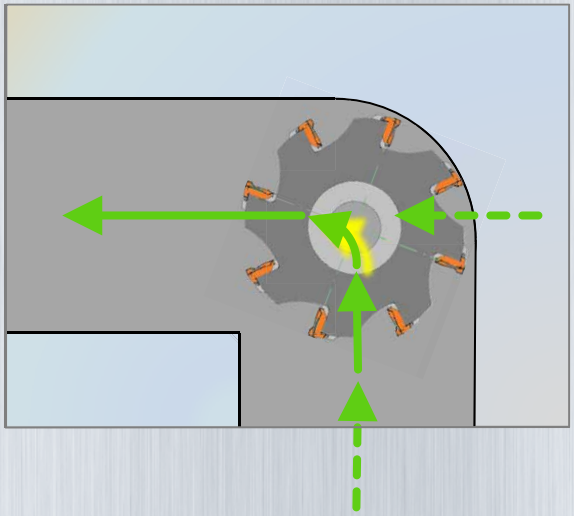


Stratégie de fraisage pour temps de cycle et optimisation durée de vie

Changement direction sans interpolation, défavorable



Interpolation d'un rayon est un avantage



Programmation de ce fraisage toujours en copiant le rayon!

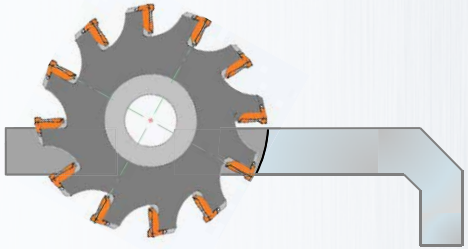
<u>Astuce:</u>

Lorsque vous entrez dans la matière, divisez par deux l'avance jusqu'à ce qu'au moins 2 dents soient constamment en prise.

En sortant, divisez par deux l'avance pour éviter l'accrochage et la rupture.

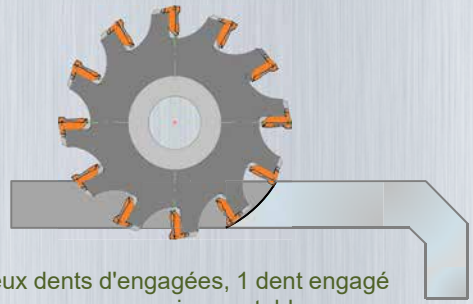
Stratégie de fraisage pour temps de cycle et optimisation durée de vie

Conditions défavorables



Une dent en prise, la fraise a tendance à accrocher, tendance à la vibration.

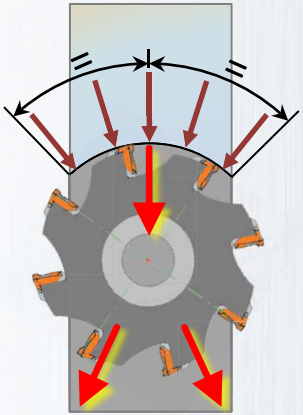
Bonnes conditions, process stable

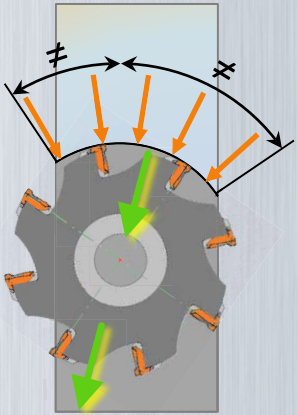


Deux dents d'engagées, 1 dent engagé en permanence, usinage stable.

Position outil défavorable

- Pas de réelle force radiale résultante
- Tendance à vibrer



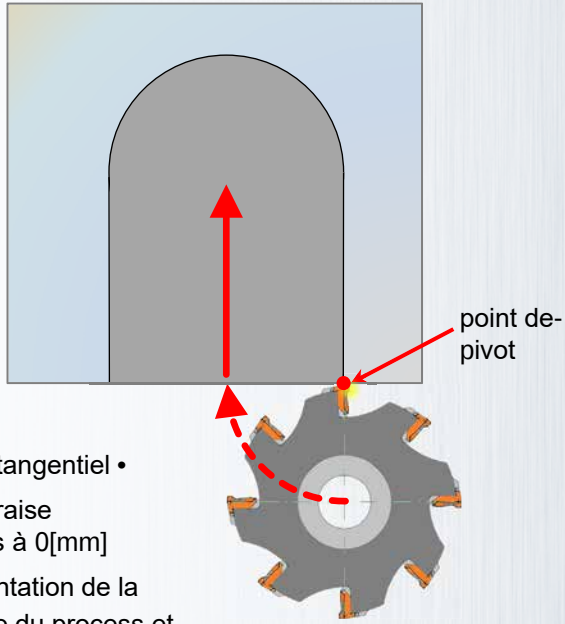


Position outil favorable

- Réelle force radiale reduit les vibrations.
- Faible charge à la sortie (Copeaux plus fins)

Stratégie de fraisage pour la durée de vie des outils et l'optimisation des process

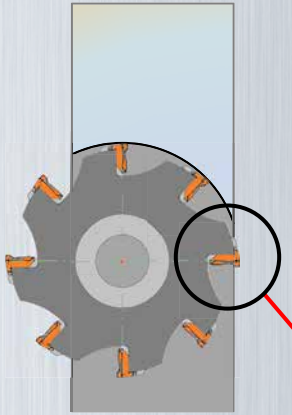
Super alliages et matériaux difficiles



Entrée en tangentiel •

Sortie de fraise
toujours à 0[mm]

- Augmentation de la fiabilitée du process et
- de la durée de vie Interpolation en G3-Conseillée

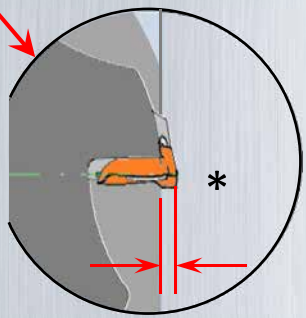


Mesures:

Limitation du dépassement le plus petit possible

Résultat:

- Réduction de la charge sur l'arête de coupe.
- Augmentation significative de la durée de vie.



Prévoir le plus faible dépassement possible

* Attention:

au choix du rayon

Formation de copeaux et exigences géométriques en fonction du matériau de la pièce

Non ferreux

Non ferreux	Processus d'usinage	Exigence de géométrie
	• Copeaux longs • Pas de contrôle copeaux • Peu de chaleur	• Coupe très positive • Arête coupe vive • sans revêt.: avec PCD

Acier inoxydables

Inox	Processus d'usinage	Exigence de géométrie
	• Copeaux en lamelles • Mauvais contrôle copeaux • Haute chaleur	• Angle de coupe positif • Petit renfort • Revêtement couche mince

Fontes

Fonte	Processus d'usinage	Exigence de géométrie
	• Copeaux courts • Bon contrôle copeaux • Peu de chaleur	• Angle coupe 0° - 10° • Gros renfort arête • Revêtement épais

Superalliages & Titane

Super alliages	Processus d'usinage	Exigence de géométrie
	• Copeaux difficiles • Durcissement superficiel • Très grande chaleur	• Angle de coupe positif • Carbure micro grains • Revêtement lisse

Aciers alliés et non alliés

Acier	Processus d'usinage	Exigence de géométrie
	• Souvent longs copeaux • Contrôle copeaux ok • Chaleur moyenne	• Angle coupe positif • Petit renfort arête • Epaisseur revêt moyen

Aciers traités

Traités	Processus d'usinage	Exigence de géométrie
	• Copeaux courts • Besoin de puissance • Très grande chaleur	• Angle de coupe négatif • Très grand angle d'inclinaison • Protection arête: CBN

Usures

L'usure ne se produit jamais d'une seule façon, il existe toujours des combinaisons différentes. Pour cette raison, il est important de regarder le tranchant de l'outil à un stade précoce afin de détecter l'usure principale et de corriger celle-ci.

Type d'usure	**Usure en dépouille**	**Usure en cratère**	**Usure en entaille**	**Ecaillage**
Causes	• Vitesse de coupe trop haute • Développement chaleur trop élevé. • Sorte de carbure pas assez dure.	• Vitesse de coupe trop élevée • Développement chaleur trop élevé • Avance trop faible	• Vitesse de coupe trop élevée • Nuance carbure plus tenace	• Nuance trop résistante à l'usure • Coupe trop positive • Formation arête rapportées
Remèdes	• Réduire la vitesse de coupe • Prendre nuance plus résistante à l'usure • Prendre angle d'attaque plus faible	• Réduction vitesse de coupe • Nuance carbure plus dure • Augmenter l'avance	• Réduire la vitesse de coupe • Nuance carbure plus dure • Varier les profondeurs de passes	• Nuance plus tenace • Vitesse de coupe plus élevée • Choisir une arête plus stable

Astuce: Lors du réglage ou de la correction des données de coupe, il est conseillé de modifier les paramètres les uns après les autres (pas plusieurs à la fois). Faire une correction de 10% à 20%

(En fonction des matières)

Usures

L'usure ne se produit jamais d'une seule façon, il existe toujours des combinaisons différentes. Pour cette raison, il est important de regarder le tranchant de l'outil à un stade précoce afin de détecter l'usure principale et de corriger celle-ci..

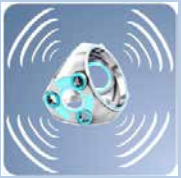
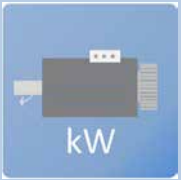
Type d'usure	**Casse arête**	**Usure en peigne**	**Arête rapportée**	**Deformation plastique**
Causes	• Arête de coupe trop positive • Carbure trop dur • Vibrations	• Contraintes thermiques alternées • Grosse interruption coupe • Chocs thermiques (arrosage)	• Diminution vitesse de coupe • Avance trop faible • Arête de coupe trop négative	• Avance trop élevée • Vitesse de coupe trop haute • Carbure trop tenace
Remèdes	• Diminuer prof. de passe • Avance plus faible • Angle d'inclinaison plus stable	• Prendre une nuance plus tenace • Amélioration de l'arrosage • Usinage à sec	• Augmenter vitesse de coupe • Augmenter l'avance • Arête lisse et positive	• Diminuer vitesse de coupe • Diminuer l'avance • Choisir un carbure plus dur

Astuce: Lors du réglage ou de la correction des données de coupe, il est conseillé de modifier les paramètres les uns après les autres (pas plusieurs à la fois). Faire une correction de 10% à 20%

(En fonction des matières)

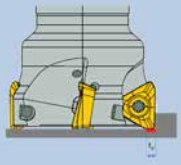
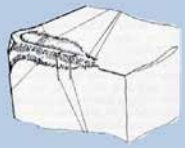
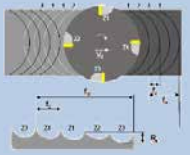
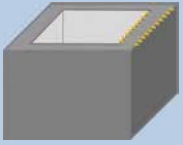
Identifications et résolution de problèmes

CONSEILS & ASTUCES

	Probleme	Causes possibles	Aides
	Vibrations sur l'outil	• Avance trop faible • Diamètre outil trop faible • Mauvais serrage outil • Trop peu de dents engagées • Talonnage plaquette ou outil	• Augmenter l'avance • Diminuer le porte à faux outil • Optimisation serrage outil • Utilisation pas différent • Augmenter dépouille • Diminution angle de coupe
	Vibrations sur la pièce	• Pièce pas assez stable • Outil pas assez stable • Serrage outil pas stable • Trop peu de dents engagées • Talonnage plaquette ou outil	• Amélioration serrage • Force de coupe direction butée • Réduction force axiale • Réduction force de coupe • Augmenter dépouille plaquette • Prendre coupe plus positive • Utilisation pas large
	Problèmes de puissance	• Puissance machine trop faible • Débit copeaux trop élevé • Coupe trop négative	• Réduction profondeur de passe • Diminution de la valeur ae • Diminution avance par dents • Diminution force de coupe radiale • Réduction nombre de dents • Prendre coupe plus positive

Identifications et résolution de problèmes

CONSEILS & ASTUCES

	Probleme	Causes possibles	Aides
	Mauvais état de surface	• Ecart en Z sur plaquettes dans l'axe • Faux rond fraise pas correct • Faux rond broche pas bon • Dépouille pas assez importante	• Regler faux rond axial • Contrôle du faux rond broche • Contrôle broche • Contrôle précision attachement • Prendre plaquettes raclage • Avance par tour max 75% de la valeur de la dépouille.
	Usure outils	Voir „Usures et remèdes “	Voir „Usure et remèdes“
	Traces de retour de fraises	• Force de coupe radiale trop élevée • Vibrations sur la fraise • Diamètre de fraise trop grand • Broche pas bloquée en Z	• Réduire prof. de passe • Fraisage avec blocage axe • Vérifier position plaq. Wiper
	Déformation sur la pièce	• Usure arête de coupe • Plaquette trop négative • Avance/dent trop élevée • Epaisseur de copeaux trop élevée • Mauvais faux-rond	• Fraise avec pas plus fin • réduction angle de coupe • Réduction section copeaux • Géométrie plus positive • Sortie matière douce

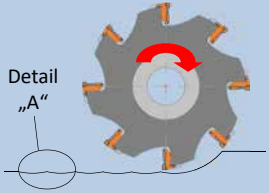
Identifications et résolution de problèmes

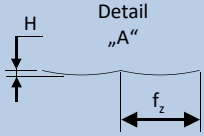
CONSEILS & ASTUCES

Probleme	Causes possibles	Aides
Evacuation des copeaux	• Prof de passe trop élevée • Arc en prise trop important • Chambres copeaux trop faibles	• Réduction profondeur de passe • Réduction largeur coupe ae • Réduction avance/dents • Réduction nb dents effectives • Coupe plus positive
Déformation du centreur porte fraise Marques sur l'arbre	• Attachement trop faible • Prof de passe trop importante • Avance/dent trop haute • Entraineur non trempé	• Choisir attachement plus grand • Réduire nb dents effectives • Réduction avance/dents • Réduction prof de passe

Ressauts – états de surface en fraisage épaulements

$$H = \frac{f_z^2}{4 \times D_{Wkzg}}$$





Là ou l'innovation ne s'arrête jamais

Member IMC Group

ISCAR Germany GmbH
Eisenstockstraße 14
76275 Ettlingen

Tel.: +49 (0) 7243 9908-0
Fax: +49 (0) 7243 9908-93
E-Mail: gmbh@iscar.de
Web: www.iscar.de

Art.-Nr.: 4782950

© ISCAR Germany GmbH / Stand 2020