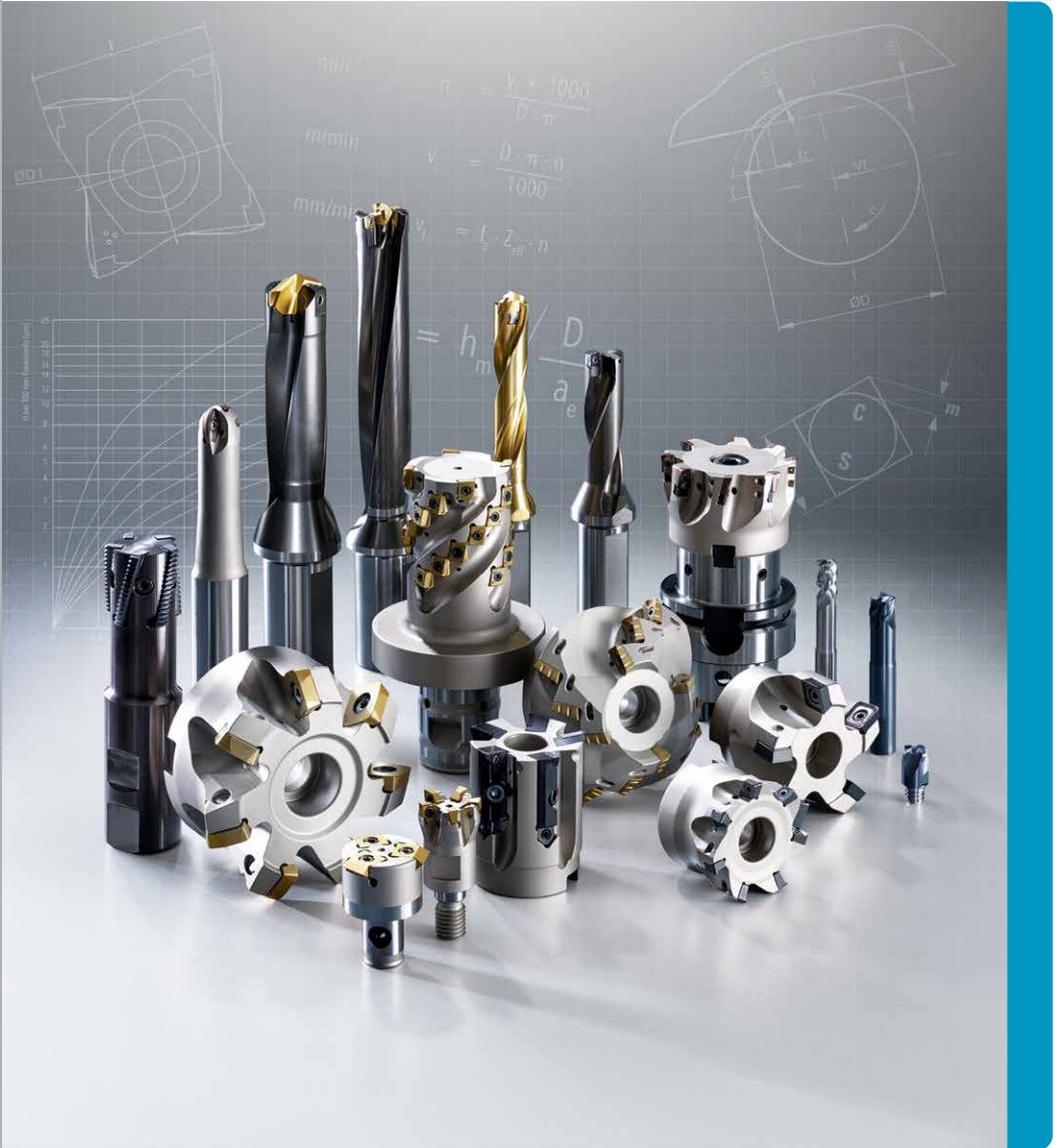


MANUEL TECHNIQUE
FRAISAGE ET PERÇAGE

SPEED UP
HIGH SPEED & FEED





Le catalogue standard de Ingersoll comprend un assortiment complet d'outils d'enlèvement de matière adaptés à une grande variété de cas d'application dans le monde entier.

Nous élargissons constamment notre gamme de produits, composée de fraises à queue, de fraises deux tailles, de fraises à dresser, de fraises à planer, de fraises disques, de fraises de forme, de forets, d'outils en carbure monobloc, de porte-outils, de fixations et de plaquettes. Notre catalogue tournage et gorges, très complet, ouvre un nouveau domaine à notre clientèle afin qu'elle trouve chez nous toutes les compétences dont elle a besoin. La mise au point et la fabrication d'outils spéciaux selon les exigences de nos clients est aussi une compétence de Ingersoll.





Notre savoir-faire et notre expérience, ainsi que notre engagement à la qualité, à la fonctionnalité et à l'innovation, nous permettent d'optimiser la solution d'outils selon la tâche d'usinage à réaliser, quel que soit le secteur du client.



Sommaire

Table des matières à usiner.....	Page	6-11
Tableau comparatif des états de surface.....	Page	12
Tableau comparatif des duretés.....	Page	13
Nuances de coupe - Revêtements.....	Page	14-15
Système de Désignation ISO-Plaquettes.....	Page	16-17
Formules générales fraisage.....	Page	18
Fraisage en opposition et en avalant / Épaisseur moyenne d'usinage.....	Page	19
Un montage correct des plaquettes de coupe réversibles.....	Page	20
Gamme tournevis dynamométrique.....	Page	21
Modélisation de la formation du copeau / Contact initial.....	Page	22
Indice thermique unifié / Flux de chaleur.....	Page	23
Copeaux.....	Page	24
Solutions problèmes de fraisage.....	Page	25
Fraisage par interpolation / Aptitude à la plongée / Fraisage à grande avance.....	Page	26-27
GoldSFeed Spécificités du fraisage d'épaulements à 90°.....	Page	28
GoldQuad ^{MAX} Spécificités du fraisage d'épaulements à 90°.....	Page	29
GoldQuad ^{MAX} Fraise grande avance à 30°.....	Page	30
Calcul de puissance / Puissance motrice.....	Page	31
Conseils.....	Page	32
Instructions d'utilisation.....	Page	33
Fraise à fileter / Usinage de finition.....	Page	34
Usinage de finition.....	Page	35-36
Instruction d'utilisation / Usinage de finition.....	Page	37
Usinage de finition.....	Page	38
Consignes de réglage fraise de finition.....	Page	39-43
Consignes de réglage fraise d'ébauche et de finition.....	Page	44
Consignes de réglage fraise de semi-finition / finition.....	Page	45
Consignes de réglage fraise à dresser.....	Page	46
Consignes de réglage fraise disque réglable.....	Page	47
Consignes de réglage fraise disque réglable.....	Page	48
Consignes de réglage outil d'ébauche-finition duo.....	Page	49
Caractéristiques techniques.....	Page	50-51
Fraises carbure monobloc.....	Page	53
ChipSurfer.....	Page	54
Montage du ChipSurfer.....	Page	55
Informations techniques fraise de finition à segment circulaire.....	Page	56-60
Filetage par interpolation.....	Page	62-65
Perçage QuadDrillPlus.....	Page	66-67
Perçage QuadTwist.....	Page	68-71
Perçage GoldTwin.....	Page	72-73
Perçage SpadeTwist.....	Page	74
Perçage GoldTwist.....	Page	75-81
Perçage DeepTwist.....	Page	82
Alésoir QwikReam.....	Page	83-84
Foret pour trous profonds DeepTrio.....	Page	86-90

Table des matières à usiner

Matériau	Désignation	Ancienne désignation	CN	IN
Aciers non allié				
1.0044	S275JR	St 44-2	Q255A; U12552	E250
1.0050	E295	St 50-2	Q275A; U12752	E350
1.0060	E335	St 60-2	HRB 335; L33350	Fe540
1.0301	C10	-	DX 1; U59110	10C4
1.0345	P235GH	St 35.8	Q245R; U50245	Fe360H
1.0401	C15	-	15; U20152	14C6
1.0402	C22	-	-	20C8
1.0473	P355GH	19 Mn 6	Q345R; U50345	-
1.0481	P295GH	17 Mn 4	-	-
1.0501	C35	-	-	35C8
1.0503	C45	C 45	-	45C8
1.0562	P355N	StE 355	-	-
1.0601	C60	-	-	60C6
1.0715	11SMn30	95Mn28	-	11C10S25
1.0726	35S20	35 S 20	Y35; U70352	-
1.0727	46S20	45 S 20	Y45; U70452	48C8S20
Aciers à outils				
1.2067	102Cr6	100 Cr 6	Cr2; T30201	TAC6; T105Cr5
1.2312	40CrMnMoS8-6	-	-	-
1.2316	X38CrMo16	X 36 CrMo 17	-	-
1.2343	X37CrMoV5-1	X 38 CrMoV 5 1	4Cr5MoSiV; T20501	TAH2; XT35Cr5Mo1V3
1.2344	X40CrMoV5-1	X40CrMoV5-1	SM 4Cr5MoSiV1; T22052	TAH3; XT35Cr5MoV1
1.2363	X100CrMoV5	X100CrMoV5-1	Cr5Mo1V; T20503	T100Cr20Mo10V4
1.2379	X153CrMoV12	X153CrMoV12	Cr12Mo1V1; T21202	TAC21; XT160Cr12
1.2419	105WCr6	105WCr6	CrWMn; T20111	-
1.2714	55NiCrMoV7	56 NiCrMoV 7	-	TAH7; T55Ni7Cr4Mo5V1
1.2767	45NiCrMo16	X 45 NiCrMo 4	-	-
Acier rapide				
1.3343	HS6-5-2C	DMo 5	W6Mo5Cr4V2; T66541	THS4; XT187W6Mo5Cr4V2
Aciers de construction				
1.5415	16Mo3	15 Mo 3	15MoG; A65158	16Mo3H
1.5423	16Mo5	-	-	15Mo6H
1.6311	20MnMoNi4-5	-	-	-
Aciers cémenté				
1.7131	16MnCr5	-	20CrMnH; A22205	16Mn5Cr4
1.7147	20MnCr5	-	20CrMnAH; A22207	20Mn5Cr5
Aciers amélioré				
1.7262	15CrMo5	-	-	15Cr4Mo3
1.7218	25CrMo4	-	30CrMo; A30302	CDS-7
1.7225	42CrMo4	-	42CrMo; A30422	CDS-8
1.6582	34CrNiMo6	-	-	36Ni6Cr6Mo2
Aciers de construction résistant à la chaleur				
1.7321	20MoCr4	-	-	-
1.7335	13CrMo4-5	13 CrMo 4 4	12CrMo; A30122	12Cr4Mo5H
1.7362	X12CrMo5	-	1Cr5Mo; S45110	10Cr20Mo6
1.7380	10CrMo9-10	10 CrMo 9 10	12Cr2Mo1R; A30127	12Cr9Mo10H
1.7386	X11CrMo9-1	X12CrMo9-1	-	10Cr36Mo10H
Aciers à ressort				
1.7176	55Cr3	-	55CrMnA; A22553	TAC23; T55Cr3
1.8159	51CrV4	50 CrV 4	50CrVA; A23503	50Cr4V2
Aciers à nitrurer				
1.8507	34CrAlMo5-10	34CrAlMo5	-	-
1.8519	31CrMoV9	-	-	-
1.8550	34CrAlNi7-10	-	-	-
Acier de construction à grain fin				
1.8902	S420N	StE 420	Q420C; L04203	-

JP	RU	USA	Résistance resp. Dureté	Usinabilité
Aciers non allié				
STKR 400	St4sp	1020	380-580 MPa	++
SS 490	St5sp	-	440-660 MPa	++
SM 570	St6sp	-	540-770 MPa	++
S 10 C	10	1010	490-780 MPa	++
SPV 450	-	K02801	360-500 MPa	++
S 15 C	15	1015	330-600 MPa	++
S 22 C	-	1022	380-580 MPa	++
SPV 355	-	K12437	510-650 MPa	++
SPV 315	14G2	K03501	460-580 MPa	++
S 35 C	-	1035	550-780 MPa	++
S 45 C	-	1045	630-850 MPa	++
SM 490 A	15GF	K12609	450-630 MPa	++
S 58 C	60	1060	750-1000 MPa	++
SUM 22	-	1215	360-570 MPa	++
-	-	1140	500-720 MPa	++
-	-	1139	580-760 MPa	++
Aciers à outils				
SUJ 2	Ch	52100; J19965	≤ 223 HB	++
-	-	-	≤ 230 HB	++
-	-	-	≤ 250 HB	++
SKD 6	4Ch5MFS	H 11	≤ 229 HB	+
SKD 61	4Ch5MF1S	H 13	≤ 229 HB	+
SKD 12	-	A 2	≤ 241 HB	+
SKD 10	-	D 2	≤ 255 HB	-
SKS 2	ChW1G	-	≤ 230 HB	+
SKT 4	5ChGNM	L 6	≤ 248 HB	++
SKT 6	-	-	≤ 285 HB	++
Acier rapide				
SKH 51	R6M5	M 2	≤ 269 HB	-
Aciers de construction				
STFA 12	-	-	440-590 MPa	++
SB 450 M	-	4419 H	450-590 MPa	++
SQV 2 A	-	K12554	570-750 MPa	++
Aciers cimenté				
-	18ChG	5115	≤ 550 MPa	++
SMnC 420 (H)	-	5120	780-1370 MPa	++
Aciers amélioré				
SCM 415	-	-	≤ 207 MPa	++
SCM 420 TK	30ChM	4130	≤ 580 MPa	++
SCM 440 (H)	-	4140	≤ 630 MPa	++
SNCM447	38Ch2N2MA	4340	≤ 680 MPa	++
Aciers de construction résistant à la chaleur				
-	-	4118	≤ 550 MPa	++
STPA 22	12ChM	K12062	450-660 MPa	++
STPA 25	-	501	590-740 MPa	+
STPA 24	12Ch8	K21590	480-630 MPa	++
STPA 26	-	K90941	590-740 MPa	+
Aciers à ressort				
SUP 9	50ChGA	5160	≤ 210 HB	++
SUP 10	50ChFA	6145	≤ 248 HB	+
Aciers à nitrurer				
-	-	K23510	≤ 1000 MPa	++
-	-	-	1100-1230 MPa	+
-	-	K52440	1000-1470 MPa	++
Acier de construction à grain fin				
SM 490 C	-	K12437	500-680 MPa	-

Table des matières à usiner

	Matériau	Désignation	Ancienne désignation	CN	IN
M	Aciers inoxydable < 2,5% Ni				
	1.4002	X6CrAl13	-	06Cr13Al; S11348	X04Cr12 (405)
	1.4006	X12Cr13	X10Cr13	12Cr12; S40310	X12Cr12
	1.4016	X6Cr17	-	10Cr17; S11710	X07Cr17
	1.4021	X20Cr13	X20Cr13	20Cr13; S42020	X20Cr13
	1.4028	X30Cr13	-	30Cr13; S42030	X30Cr13
	1.4031	X39Cr13	-	40Cr13; S42040	X40Cr13
	1.4034	X46Cr13	-	-	-
	1.4057	X17CrNi16-2	X 22 CrNi 17	17Cr16Ni2; S43120	X15Cr16Ni2
	Aciers inoxydable avec Mo < 2,5% Ni				
	1.4104	X14CrMoS17	X 12 CrMoS 17	Y10Cr17; S11717	-
	1.4113	X6CrMo17-1	-	10Cr17Mo; S11790	-
	Aciers inoxydable ≥ 2,5% Ni				
	1.4301	X5CrNi18-10	X 5 CrNi 18-9	06Cr19Ni9; S30408	X04Cr19Ni9
	1.4303	X4CrNi18-12	X5CrNi18-12	06Cr18Ni12; S30508	X04Cr18Ni10
	1.4305	X8CrNiS18-9	X 10 CrNiS 18 9	Y12Cr18Ni9; S30317	-
	1.4306	X2CrNi19-11	-	022Cr19Ni10; S30403	X02Cr19Ni10
	1.4310	X10CrNi18-8	X12CrNi17-7	12Cr17Ni17; S30110	X07Cr18Ni9
	1.4311	X2CrNi18-10	-	022Cr19Ni10N; S30453	TP304LN
	1.4317	GX4CrNi13-4	-	ZG06Cr12Ni4; C54860	-
1.4362	X2CrNiN23-4	-	022Cr23Ni4MoCuN; S23043	-	
1.4371	X2CrMnNi17-7-5	-	12Cr18Mn9Ni5N; S35450	TP202	
Aciers inoxydable avec Mo ≥ 2,5% Ni					
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	X 5 CrNiMo 18 10	06Cr17Ni12Mo2; S31608	X04Cr17Ni12Mo2	
1.4404	X2CrNiMo17-12-2	-	022Cr17Ni12Mo2; S31603	X02Cr17Ni12Mo2	
1.4429	X2CrNiMoN17-13-3	-	022Cr17Ni12Mo2N; S31653	X04Cr17Ni12Mo2N	
1.4438	X2CrNiMo18-15-4	-	022Cr19Ni13Mo3; S31703	TP317L	
1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	-	022Cr22Ni5Mo3N; S22253	-	
Acier inoxydable avec additifs spéciaux					
1.4501	X2CrNiMoCuWN25-7-4	-	022Cr25Ni7Mo4WCuN; S27603	-	
1.4510	X3CrTi17	-	-	-	
1.4512	X2CrTi12	-	022Cr11NbTi; S11173	-	
1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	X 1 NiCrMoCuN 25 20 5	015Cr21Ni26Mo5Cu2; S31782	-	
1.4541	X6CrNiTi18-10	X 6 CrNiTi 18 10	06Cr18Ni11Ti; S32168	X04Cr18Ni10Ti	
1.4542	X5CrNiCuNb16-4	X 5 CrNiCuNb 17 4	05Cr17Ni4Cu4Nb; S51740	-	
1.4550	X6CrNiNb18-10	X 6 CrNiNb 18 10	1Cr19Ni11Nb; S34771	X04Cr18Ni10Nb	
1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	X 6 CrNiMoTi 17 12 2	06Cr17Ni12Mo2Ti; S31668	X04Cr17Ni12Mo2Ti	
K	Fonte				
	EN-JL1020	EN-GJL-150	GG-15	HT150; C00150	-
	EN-JL1030	EN-GJL-200	GG-20	HT200; C00200	-
	EN-JL1040	EN-GJL-250	GG-25	HT250; C00250	-
	EN-JL1050	EN-GJL-300	GG-30	HT300; C00300	-
	EN-JL1060	EN-GJL-350	GG-35	HT350; C00350	-
	Fonte avec graphite nodulaire				
	EN-JS1072	EN-GJS-400-15U	GGG-40	QT400-15; C01401	-
	EN-JS1082	EN-GJS-500-7U	GGG-50	-	-
	EN-JS1092	EN-GJS-600-3U	GGG-60	-	-
	EN-JS1102	EN-GJS-700-2U	GGG-70	QT700-2; C01700	-
	EN-JS1080	EN-GJS-800-2	GGG-80	QT800-2; C01800	-
	Fonte malléable				
	EN-JM1130	EN-GJMB-350-10	GTS-35-10	KTH350-10; C02354	-
	EN-JM1140	EN-GJMB-450-6	GTS-45-06	KTZ450-06; C02452	-
	EN-JM1160	EN-GJMB-550-4	GTS-55-04	KTZ550-04; C02551	-
	EN-JM1180	EN-GJMB-650-2	GTS-65-02	KTZ650-02; C02650	-
EN-JM1190	EN-GJMB-700-2	GTS-70-02	KTZ700-02; C02700	-	

JP	RU	USA	Résistance resp. Dureté	Usinabilité
Aciers inoxydable < 2,5% Ni				
SUS 405TB	-	405	400-600 MPa	-
SUS 410-SD	15Ch13L	410	≤ 730 MPa	+
SUS 430TB	12Ch17	430	400-630 MPa	+
SUS 420J1	20Ch13	420	≤ 760 MPa	+
SUS 420J2	30Ch13	420 F	≤ 800 MPa	+
-	-	S42080	800-1000 MPa	+
-	40Ch13	S42000	≤ 950 MPa	+
SUS 431	20Ch17N2	431	≤ 950 MPa	+
Aciers inoxydable avec Mo < 2,5% Ni				
SUS 430F	-	430 F	≤ 730 MPa	+
SU S434	-	434	440-660 MPa	-
Aciers inoxydable ≥ 2,5% Ni				
SUS 304-SD	08Ch18N10	304	500-700 MPa	-
SUS 305	06Ch18N11	305 L	500-700 MPa	-
SUS 303	-	303	500-750 MPa	-
SUS 304LTB	03Ch18N11	304 L	460-680 MPa	-
SUS 301	12Ch18N9	301	500-750 MPa	-
SUS 304LN	-	304 LN	550-760 MPa	-
SCS 6	-	J91540	760-960 MPa	-
-	-	S32304	600-830 MPa	-
-	-	-	650-850 MPa	-
Aciers inoxydable avec Mo ≥ 2,5% Ni				
SUS 316-SD	08Ch16N11M3	316 H	500-700 MPa	-
SUS 316LTP	03Ch17N14M3	316 L	500-700 MPa	-
SUS 316LN	-	316 LN	580-800 MPa	-
SUS 317LTB	-	317 L	500-700 MPa	-
SUS 329J3LTB	-	S31803	650-880 MPa	-
Acier inoxydable avec additifs spéciaux				
-	-	S32760	630-710 MPa	-
SUS 430LXTB	08Ch17T	439	450-600 MPa	-
SUS 409TB	-	409	390-560 MPa	+
-	-	904 L	530-730 MPa	-
SUS 321TB	06Ch18N10T	321	500-700 MPa	-
SUS 630	-	S17400	≤ 1200 MPa	--
SUS 347TB	08Ch18N12B	347	510-940 MPa	-
SUS 316TiTB	08Ch16N11M3T	316 Ti	500-950 MPa	-
Fonte				
FC 15	Sç 15	ASTM A 48 (25B)	80-155 HB	++
FC 20	Sç 20	ASTM A 48 (30B)	115-205 HB	++
FC 25	Sç 25	ASTM A 48 (40B)	155-250 HB	+
FC 30	Sç 30	ASTM A 48 (45B)	195-270 HB	+
FC 35	Sç 35	ASTM A 48 (50B)	275-285 HB	+
Fonte avec graphite nodulaire				
FCD 400	VC 40	ASTM A 536 (60-40-18)	≥ 400 MPa	+
FCD 500	VC 50	ASTM A 536 (60-45-12)	≥ 500 MPa	+
FCD 600	VC 60	ASTM A 536 (80-55-06)	≥ 600 MPa	+
FCD 700	VC 70	ASTM A 536 (100-70-03)	≥ 700 MPa	-
FCD 800	VC 80	ASTM A 536 (120-90-02)	≥ 800 MPa	-
Fonte malléable				
FCMB 340	KC 35-10	ASTM A 47 (Grade 22010)	≥ 350 MPa	+
-	KC 45-7	-	≥ 450 MPa	+
FCMP 540	KC 55-4	-	≥ 550 MPa	+
-	KC 63-3	-	≥ 650 MPa	+
FCMP 690	KC 70-2	ASTM A 220 (Grade 70003)	≥ 700 MPa	+

Table des matières à usiner

	Matériau	Désignation	Ancienne désignation	CN	IN	
N	Alliage aluminium					
		EN AW-5005	AlMg1	33.315	-	-
		EN AW-5052	AlMg2,5	33.523	-	-
		EN AW-5083	AlMg4,5Mn0,7	33.547	-	-
		EN AW-6060	AlMgSi0,5	33.206	-	-
		EN AW-6061	AlMg1SiCu	33.214	-	-
		EN AW-6082	AlMgSi1	32.315	-	-
		EN AW-2017	AlCuMg1	31.324	-	-
		EN AW-2024	AlCu4Mg1	31.354	-	-
		EN AW-7010	AlZn6MgCu	34.394	-	-
		EN AW-7050	AlZn6CuMgZr	34.144	-	-
		EN AW-7075	AlZn5,5MgCu	34.364	-	-
		EN AC-47000	EN AC-Al Si12(Cu)	32.583	G-AlSi12(Cu)	-
		Alliage cuivre				
		CW021A	Cu-HCP	20.070	-	-
		CW452K	CuSn6	21.020	-	-
		Laiton				
		CW614N	CuZn39Pb3	20.401	-	-
	Bronze					
	CC493K	CuSn7Zn4Pb7-C	21.090	-	-	
S	Aciers réfractaire					
	1.4724	X10CrAlSi13	X 10 CrAl 13	-	-	
	1.4742	X10CrAlSi18	X 10 CrAl 18	-	-	
	1.4762	X10CrAlSi25	X 10 CrAl 24	-	-	
	Aciers réfractaire ≥ 2,5% Ni					
	1.4828	X15CrNiSi20-12	-	16Cr20Ni14Si2; S38240	X15Cr24Ni13	
	1.4845	X8CrNi25-21	X 12 CrNi 25 21	0Cr25Ni20; S31008	10Cr25Ni18	
	1.4848	GX40CrNiSi25-20	-	ZG40Cr25Ni20Si2; C53901	-	
	1.4849	GX40NiCrSiNb38-19	-	ZG40Ni38Cr19Si2Nb1; C53952	-	
	1.4864	X12NiCrSi35-16	X 12 NiCrSi 36 16	12Cr16Ni35; S33010	-	
	1.4876	X10NiCrAlTi32-21	X 10 NiCrAlTi 32 20	NS 112; H01120	-	
	1.4878	X8CrNiTi18-10	X 12 CrNiTi 18 9	1Cr18Ni9Ti; S32160	-	
	Matière hautement réfractaire					
	1.4923	X22CrMoV12-1	X21CrMoNiV12-1	21Cr12MoV; S46020	X21Cr12MoV13	
	1.4948	X6CrNi18-10	X6CrNi18-11	07Cr19Ni10; S30409	7Cr18Ni10H	
	Titane et superalliages					
	2.4610	NiMo16Cr16Ti	-	NS 335; H03350	-	
	2.4631	NiCr20TiAl	-	-	-	
	2.4632	NiCr20Co18Ti	-	-	-	
	2.4634	NiCo20Cr15MoAlTi	-	-	-	
	2.4668	NiCr19Fe19Nb5Mo3	Inconel 718	GH 4169; H41690	-	
	3.7025	Ti 1	-	-	-	
	3.7035	Ti 2	-	-	-	
3.7055	Ti 3	-	-	-		
3.7065	Ti 4	-	-	-		
3.7164	Ti 6 Al 4 V	-	-	-		
3.7115	Ti 5 Al 2.5 Sn	-	-	-		

JP	RU	USA	Résistance resp. Dureté	Usinabilité
Alliage aluminium				
-	-	5005	100-155 MPa	+
-	-	5052	160-235 MPa	+
-	-	5083	255-275 MPa	+
-	-	6060	120-200 MPa	++
-	-	6061	195-315 MPa	++
-	-	6082	195-350 MPa	++
-	-	2017	375-410 MPa	++
-	-	2024	410-470 MPa	++
-	-	7010	430-500 MPa	++
-	-	7050	430-500 MPa	++
-	-	7075	420-530 MPa	++
-	-	-	150-170 MPa	+
Alliage cuivre				
-	-	C10800	200-360 MPa	-
C5191	-	C51900	350-720 MPa	-
Laiton				
C3603	-	C38500	360-550 MPa	++
Bronze				
-	-	C93200	230-260 MPa	++
Aciers réfractaire				
-	-	-	450-650 MPa	-
SUH 21	15Ch18SJu	-	500-700 MPa	-
SUH 446	-	S44600	520-720 MPa	-
Aciers réfractaire ≥ 2,5% Ni				
SUS 309TB	20Ch20N14S2	309	500-750 MPa	-
SUS 310TB	10Ch23N18	310 H	500-700 MPa	-
SCH 22X	-	J94224	440-640 MPa	-
SCH 20XNb	-	N08005	400-600 MPa	-
SUH 330	-	N08330	550-750 MPa	-
NCF 800 TB	-	N08800	450-680 MPa	-
SUS 321HTB	-	321 H	500-720 MPa	-
Matière hautement réfractaire				
-	-	-	800-950 MPa	-
SUS 302	-	304 H	500-700 MPa	-
Titane et superalliages				
-	-	Hastelloy C-4	≤ 690 MPa	-
NCF 80A	-	Nimonic 80A; N07080	≤ 980 MPa	--
-	-	Nimonic 90; N07090	≤ 1200 MPa	--
-	-	Nimonic 105; N13021	≤ 980 MPa	--
NCF 718	-	Inconel 718; N07718	≤ 1230 MPa	--
-	-	Grade 1		--
-	-	Grade 2	345 MPa	--
-	-	Grade 3	441 MPa	--
-	-	Grade 4	539 MPa	--
-	-	Grade 5	895 MPa	--
-	-	Grade 6	686 MPa	--

Indications:

Les indications de résistance mécanique (Rm) et de dureté (HB) se rapportent en général un état recuit resp. non traité.
Les indications d'usinabilité ont été calculées sur la base de l'indice thermique unifié.

Tableau comparatif des états de surface

	Symboles de surface (DIN 3141)	Degré de rugosité No.	Rugosité moyenne R_z μm	Rugosité moyenne calculée R_z μm	Rugosité (USA) CLA μin	Rugosité (France) R
Ebauche	▽	N 12	50	180...220	2000	-
	▽	N 11	25	90...110	1000	-
	▽	N 10	13	46...57	500	R 100
Semi-finition	▽▽	N 9	6,3	23...32	250	R 40
	▽▽	N 8	3	12...16	125	R 25/R 16
	▽▽	N 7	2	5,90...8,00	63	R 10
Finition	▽▽▽	N 6	0,8	3,00...4,80	32	R 6,3
	▽▽▽	N 5	0,4	1,60...2,80	16	R 3,2/R 2
	▽▽▽	N 4	0,2	1,00...1,80	8	R 1,25
Superfinition	▽▽▽▽	N 3	0,1	0,80...1,10	4	R 0,8/R 0,5
	▽▽▽▽	N 2	0,05	0,45...0,60	2	-
	▽▽▽▽	N 1	0,025	0,22...0,30	1	-

Tableau comparatif des duretés

Résistanc à la traction Rm MPa	Dureté Vickers HV	Dureté Brinell HB	Dureté Rockwell HRC
255	80	76	-
270	85	81	-
285	90	86	-
305	95	90	-
320	100	95	-
335	105	100	-
350	110	105	-
370	115	109	-
385	120	114	-
400	125	119	-
415	130	124	-
430	135	128	-
450	140	133	-
465	145	138	-
480	150	143	-
495	155	147	-
510	160	152	-
530	165	156	-
545	170	162	-
560	175	166	-
575	180	171	-
595	185	176	-
610	190	181	-
625	195	185	-
640	200	190	-
660	205	195	-
675	210	199	-
690	215	204	-
705	220	209	-
720	225	214	-
740	230	219	-
755	235	223	-
770	240	228	20,3
785	245	233	21,3
800	250	238	22,2
820	255	242	23,1
835	260	247	24,0
850	265	252	24,8
865	270	257	25,6
880	275	261	26,4
900	280	266	27,1
915	285	271	27,8
930	290	276	28,5
950	295	280	29,2
965	300	285	29,8
995	310	295	31,0
1030	320	304	32,2
1060	330	314	33,3
1095	340	323	34,4
1125	350	333	35,5

Résistanc à la traction Rm MPa	Dureté Vickers HV	Dureté Brinell HB	Dureté Rockwell HRC
1155	360	342	36,6
1190	370	352	37,7
1220	380	361	38,8
1255	390	371	39,8
1290	400	380	40,8
1320	410	390	41,8
1350	420	399	42,7
1385	430	409	43,6
1420	440	418	44,5
1455	450	428	45,3
1485	460	437	46,1
1520	470	447	46,9
1555	480	456	47,7
1595	490	466	48,4
1630	500	475	49,1
1665	510	485	49,8
1700	520	494	50,5
1740	530	504	51,1
1775	540	513	51,7
1810	550	523	52,3
1845	560	532	53
1880	570	542	53,6
1920	580	551	54,1
1955	590	561	54,7
1995	600	570	55,2
2030	610	580	55,7
2070	620	589	56,3
2105	630	599	56,8
2145	640	608	57,3
2180	650	618	57,8
-	660	-	58,3
-	670	-	58,8
-	680	-	59,2
-	690	-	59,7
-	700	-	60,1
-	720	-	61
-	740	-	61,8
-	760	-	62,5
-	780	-	63,3
-	800	-	64
-	820	-	64,7
-	840	-	65,3
-	860	-	65,9
-	880	-	66,4
-	900	-	67
-	920	-	67,5
-	940	-	68

Nuances de coupe - Revêtements

	Nuance	Revêtement	Groupe ISO	Fraisage	Perçage	Carbure Mono.	Application et Matières
Carbure	IN05S	-	N10-N25	•		•	pour usiner des alliages d'Al et des matériaux non ferreux
	IN10K	-	K10-K25	•			pour la finition des fontes
		-	N10-N25	•	•		pour la finition d'alliages d'Al et de matériaux non ferreux
	IN15K	-	N15-N30	•			pour usiner des alliages d'Al et des matériaux non ferreux
Revêtement PVD	IN2004	TiAlN	P10-P20	•			pour le fraisage d'aciers alliés
			K10-K25	•			pour la semi-finition des fontes grises (à graphite lamellaire) - spécialement les GGV
			H05-H15	•			pour la finition des aciers traités avec des vitesses de coupe moyennes à élevées
	IN2005	TiAlN	P15-P30	•	•	•	pour l'usinage d'aciers à de hautes vitesses de coupe
			M15-M35	•	•	•	pour l'usinage d'aciers inoxydables
			K20-K40	•	•	•	pour l'usinage des fontes
			S05-S20	•			pour l'usinage d'alliages exotiques et Titane sous arrosage
	IN2006	TiAlN	P05-P20	•		•	pour l'usinage à de hautes vitesses de coupe avec des faibles ap
			H05-H20	•		•	pour l'usinage des aciers traités jusqu'à 63 HRC
	IN2010	TiAlN	K10-K30	•	•		pour les usinages de finition et le perçage des fontes
			P25-P50	•			pour l'usinage grande avance d'aciers
	IN2035	TiAlN	M20-M40	•			pour l'usinage des aciers inoxydables et des alliages réfractaires
			S20-S30	•			principalement pour les matières faisant partie du Groupe "S"
	IN2040	TiAlN	P15-P35	•			pour la semi-finition d'aciers non alliés et aciers revenus
	IN2504	TiAlN / TiN	P05-P25	•		•	pour le fraisage d'aciers à des vitesses de coupe moyennes à élevées
			H05-H25	•		•	pour le fraisage d'aciers traités à des vitesses de coupe moyennes à élevées
	IN2505	TiAlN / TiN	P15-P30	•	•		pour la semi-finition et l'ébauche d'aciers à haute résistance
			M15-M35	•	•		pour les applications générales d'aciers inoxydables
			S05-S20	•	•		pour les applications générales dans les matériaux exotiques
	IN2510	TiAlN / TiN	K10-K30	•			pour l'usinage des fontes grises et des matériaux non ferreux
	IN2515	TiAlN / TiN	P20-P35	•			pour le fraisage d'aciers à haute résistance à des vitesses de coupe moyennes
			K30-K50	•			pour l'usinage général des fontes grises et des fontes ductiles
			P20-P40	•	•		nuance résistante pour les applications d'usinage des aciers
	IN2530	TiAlN / TiN	M15-M30	•	•		pour l'usinage général des aciers inoxydables
			K20-K40	•			pour l'usinage général des fontes
			S15-S30	•	•		pour l'usinage général des matériaux réfractaires
			P25-P50	•			pour l'usinage grande avance des aciers
	IN2535	TiAlN / TiN	M20-M40	•			pour l'usinage des aciers austénitiques, des inox et alliages réfractaires
			S20-S30	•			de préférence pour l'usinage des matériaux issus des groupes „S"
			P15-P35	•			pour la semi-finition et ébauche des aciers non alliés et des aciers revenus
	IN2540	TiAlN / TiN	P15-P30	•			pour l'usinage général des aciers
			M15-M35	•			pour l'usinage général des aciers inoxydables
K20-K40			•			pour l'usinage général des fontes	
		S05-S20	•			pour l'usinage général des matériaux réfractaires et du Titane	
IN4005	TiAlN / Al ₂ O ₃	K10-K30	•			pour l'usinage général des fontes	
IN4015	TiAlN / Al ₂ O ₃	P20-P35	•			pour le fraisage d'aciers à haute résistance à des vitesses de coupe moyennes	
		K30-K50	•			pour le fraisage général des fontes grises et des fontes ductiles	
		P20-P40	•			nuance résistante pour l'usinage général des aciers	
IN4030	TiAlN / Al ₂ O ₃	M15-M30	•			pour l'usinage général des inox et des aciers austénitiques	
		S15-S25	•			pour l'usinage général des alliages réfractaires	
		P25-P50	•			pour l'usinage général des aciers	
IN4035	TiAlN / Al ₂ O ₃	M20-M40	•			pour l'usinage des aciers inoxydables, aciers austénitiques et alliages exotiques	
		S20-S30	•			principalement pour les matières faisant partie du Groupe "S"	
		P15-P30	•			pour l'ébauche moyenne d'aciers non alliés et revenus	

	Nuance	Revêtement	Groupe ISO	Fraisage	Perçage	Carbure Mono.	Application et Matières
Revêtement CVD	IN6505	TiCN / Al ₂ O ₃ / TiN	P10-P25		•		pour le perçage des aciers, utilisé uniquement en périphérie du foret QuadTwist
	IN6520	TiCN / Al ₂ O ₃ / TiN	P10-P40		•		pour le perçage des aciers, à utiliser uniquement en périphérie du foret QuadDrillPlus
	IN6535	TiCN / Al ₂ O ₃ / TiN	M20-M45	•			pour l'usinage à sec des aciers inoxydables et des alliages exotiques à de hautes Vc
			S15-S30	•			principalement pour le fraisage des matières faisant partie du Groupe "S"
			P30-P45	•			pour l'ébauche des aciers au carbone et des aciers alliés à haute vitesse
	IN6537	TiCN / Al ₂ O ₃ / TiN	M30-M45	•			pour le fraisage des inox à une vitesse de coupe moyenne
K30-K45			•			pour le fraisage ébauche de la fonte grise et de la fonte nodulaire	
IN7035	TiCN / Al ₂ O ₃ / TiN	P20-P40	•			pour l'usinage grande avance des aciers	
		M20-M35	•			pour l'usinage inox et aciers austénitiques et des alliages exotiques	
			S15-S30	•			principalement pour le fraisage des matières faisant partie du Groupe "S"
Céramet	IN0560	TiN	P05-P15	•			pour la finition des aciers à des vitesses de coupe moyennes à élevées
			M05-M15	•			pour la finition des aciers inoxydables à des vitesses de coupe moyennes à élevées
Céramique	IN70N	Si ₃ N ₄	K10-K20	•			pour l'usinage des fontes grises à de très hautes vitesses de coupe
	IN75N	SiAlON	K10-K20	•	•		pour l'usinage des fontes sous de très hautes vitesses
	IN76N	SiAlON	S25-S35	•	•		pour l'ébauche des alliages réfractaires
CBN	IN80B	-	K05-K15	•			pour l'usinage des matériaux durs et trempés
		-	H05-H15	•			pour l'usinage des aciers traités
PCD	IN90D	-	N01-N10	•			pour l'usinage de l'aluminium, des matériaux non-ferreux et du graphite

Application	Nuance	Groupe ISO					
Fraisage	IN2504	P05-P25					H05-H25
	IN2006	P05-P20					H05-H20
	IN2004	P10-P20			K10-K20		H05-H15
	IN4010				K10-K30		
	IN2510				K10-K30		
	IN2005	P15-P30	M15-M35		K20-K40		S05-S20
	IN2505	P15-P30	M15-M35				S05-S20
	IN4040	P15-P30					
	IN2540	P15-P35					
	IN4015	P20-P30			K30-K50		
	IN2515	P20-P30			K30-K50		
	IN4030	P20-P40	M15-M30				S15-S25
	IN2530	P20-P40	M15-M30		K20-K40		S15-S25
	IN6535		M20-M35				S15-S30
	IN6537	P30-P45	M30-M45		K30-K45		
	IN7035	P20-P40	M20-M35				S15-S30
IN4035	P25-P50	M20-M40				S20-S30	
IN2035	P25-P50	M20-M40				S20-S30	
Perçage	IN2010				K10-K30		
	IN6505	P10-P25					
	IN6520	P10-P40					
	IN2505	P20-P40	M20-M40				S05-S20
	IN2005	P15-P30	M15-M35		K20-K40		S05-S20
Carbure Mono-bloc	IN2504	P05-P25					H05-H25
	IN2006	P05-P20					H05-H20
	IN2005	P15-P30	M15-M35		K20-K40		S05-S20

Dureté

Tenacité

Dureté

Tenacité

Dureté

Tenacité

Système de Désignation ISO-Plaquettes

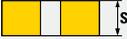
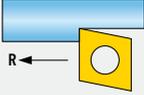
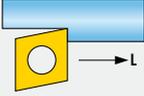
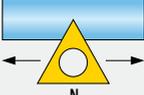
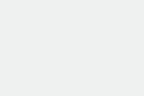
O	N	C	U	05																																							
Forme de la Plaquette	Angle de Dépouille	Tolérance	Type	Longueur d'arête de coupe																																							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>d</th> <th>m</th> <th>s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A ±0,025</td> <td>±0,005</td> <td>±0,025</td> </tr> <tr> <td>C ±0,025</td> <td>±0,013</td> <td>±0,025</td> </tr> <tr> <td>E ±0,025</td> <td>±0,025</td> <td>±0,025</td> </tr> <tr> <td>F ±0,013</td> <td>±0,005</td> <td>±0,025</td> </tr> <tr> <td>G ±0,025</td> <td>±0,025</td> <td>±0,05-0,13</td> </tr> <tr> <td>H ±0,013</td> <td>±0,013</td> <td>±0,025</td> </tr> <tr> <td>J¹ ±0,05-0,152</td> <td>±0,005</td> <td>±0,025</td> </tr> <tr> <td>K¹ ±0,05-0,152</td> <td>±0,013</td> <td>±0,025</td> </tr> <tr> <td>L¹ ±0,05-0,152</td> <td>±0,013</td> <td>±0,025</td> </tr> <tr> <td>M ±0,05-0,152</td> <td>±0,08-0,202</td> <td>±0,013</td> </tr> <tr> <td>N ±0,05-0,152</td> <td>±0,08-0,202</td> <td>±0,025</td> </tr> <tr> <td>U ±0,05-0,252</td> <td>±0,13-0,382</td> <td>±0,05-0,13</td> </tr> </tbody> </table>	d	m	s	A ±0,025	±0,005	±0,025	C ±0,025	±0,013	±0,025	E ±0,025	±0,025	±0,025	F ±0,013	±0,005	±0,025	G ±0,025	±0,025	±0,05-0,13	H ±0,013	±0,013	±0,025	J ¹ ±0,05-0,152	±0,005	±0,025	K ¹ ±0,05-0,152	±0,013	±0,025	L ¹ ±0,05-0,152	±0,013	±0,025	M ±0,05-0,152	±0,08-0,202	±0,013	N ±0,05-0,152	±0,08-0,202	±0,025	U ±0,05-0,252	±0,13-0,382	±0,05-0,13		
d	m	s																																									
A ±0,025	±0,005	±0,025																																									
C ±0,025	±0,013	±0,025																																									
E ±0,025	±0,025	±0,025																																									
F ±0,013	±0,005	±0,025																																									
G ±0,025	±0,025	±0,05-0,13																																									
H ±0,013	±0,013	±0,025																																									
J ¹ ±0,05-0,152	±0,005	±0,025																																									
K ¹ ±0,05-0,152	±0,013	±0,025																																									
L ¹ ±0,05-0,152	±0,013	±0,025																																									
M ±0,05-0,152	±0,08-0,202	±0,013																																									
N ±0,05-0,152	±0,08-0,202	±0,025																																									
U ±0,05-0,252	±0,13-0,382	±0,05-0,13																																									
	<p>0 = autres</p>																																										

U = Géométrie grande avance

Z = Géométrie avec brise copeaux

¹Plaquettes raclousse de finition
²Selon les dimensions de plaquettes (voir Norme ISO 1832)

X Version spécial (description requise)

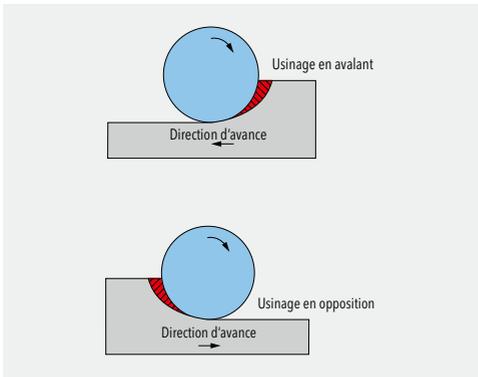
05	AN	T	N	HR
Epaisseur de Plaquette	Rayon de bec	Arête de coupe	Direction de coupe	Désignation interne
				Par exemple
	2 r= 0,2 4 r= 0,4 8 r= 0,8 12 r= 1,2 16 r= 1,6 24 r= 2,4			P = Polie
				W = Plaquette avec arête de planage
	00 dia. avec des mesures en inch converties en mm			HR = Rainures de refroidissement
01 s = 1,59 T1 s = 1,98 02 s = 2,38 T2 s = 2,78 03 s = 3,18 T3 s = 3,97 04 s = 4,76 05 s = 5,56 06 s = 6,35 07 s = 7,94 09 s = 9,52	M0 dia. en mesures métrique			
				
	1 angle d'attaque χ, A = 45° D = 60° E = 75° F = 85° P = 90° Z = autre			
				
	2 angle de dépouille A = 3° B = 5° C = 7° D = 15° E = 20° F = 25° G = 30° N = 0° P = 11° Z = autre			

Fraisage en opposition et en avalant / Épaisseur moyenne d'usinage

Fraisage en opposition et en avalant

Dans le fraisage, il faut distinguer le fraisage en opposition et le fraisage en avalant. Alors que dans le fraisage en avalant, les arêtes de coupe se déplacent dans le même sens que l'avance, le mouvement des arêtes est au contraire « opposé » au mouvement de l'avance dans le fraisage en opposition.

En général, le fraisage en avalant permet des durées de vie et des états de surface meilleurs car l'arête de coupe attaque la pièce avec la section de copeaux la plus importante lorsqu'en opposition, il y a d'abord un refoulement voire un refus de coupe jusqu'à ce que la section de copeau, les efforts de coupe et le matériau de coupe permettent une véritable coupe. Les matières avec une croûte durcie constituent une exception. Ici, le fraisage en opposition assure de meilleurs résultats car l'arête de coupe attaque la matière tendre, une attaque dans la croûte dure entraîne autrement un endommagement rapide de l'arête de coupe.



Épaisseur moyenne d'usinage

Comme dans le cas d'une largeur de prise ae se réduisant, le copeau s'amincit en forme de virgule; l'avance à la dent, pour des largeurs de prise inférieure à 1/3 du diamètre de la fraise doit être compensée via la formule affichée sous l'illustration 2. Ceci est par exemple souvent le cas pour le fraisage d'épaulements (III. 2) ou lors de l'utilisation de fraises-disque.

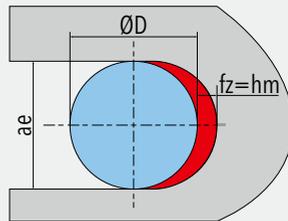
Lors d'un rainurage en pleine matière (III. 1) ou de largeur de prise de plus d'un tiers du diamètre de la fraise, l'application de cette formule n'est en revanche pas nécessaire. Les épaisseurs de copeau (hm) respectivement les avances à la dent (fz) optimales pour les plaquettes de coupe réversibles Ingersoll sont indiquées dans les différentes recommandations de coupe et dépendent des préparations d'arêtes de coupe individuelles. (voir « Manuel conditions de coupe »).

Pour faire simple, avec une plaquette de coupe avec un renfort de protection important au niveau de l'arête, on peut, voire doit usiner avec une épaisseur de copeau plus importante qu'avec une arête vive. Si une plaquette de coupe est utilisée avec une

épaisseur de copeau trop faible, cela peut entraîner une formation de copeau insuffisante et provoquer une augmentation des frottements, respectivement de l'échauffement. En conséquence, les durées de vie d'outil baissent.

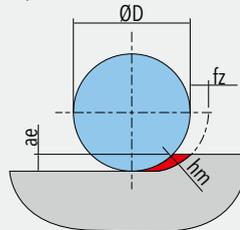
Toute surcharge de la plaquette de coupe par des sections de copeau trop importantes peut en revanche entraîner une rupture de l'arête de coupe. Pour un résultat d'usinage convaincant, il est donc essentiel de faire correspondre les contraintes d'usinage à chaque plaquette de coupe. Outre des durées de vie d'outil accrues, l'utilisation de la formule ci-dessus permet, pour l'usinage d'épaulements, également une productivité accrue.

III. 1: Rainurage en pleine matière



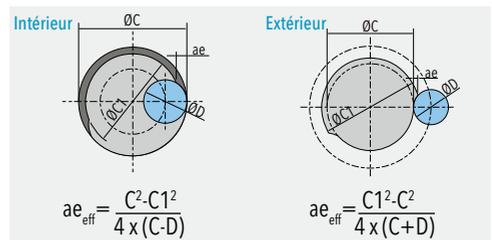
III. 2: Fraisage d'épaulements

$$fz = hm \sqrt{\frac{D}{ae}}$$



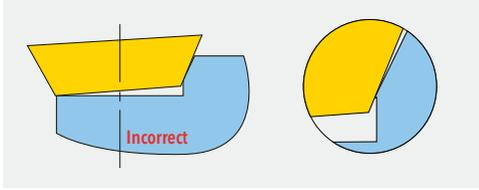
Largeur de prise effective

En cas d'interpolation intérieure ou extérieure, la surépaisseur ne correspond pas à la largeur prise effective. Pour un calcul correct, appliquer les formules suivantes. Ainsi, la largeur de prise obtenue ae_{eff} peut alors être appliqué pour le calcul de l'avance à la dent dans la formule se trouvant sous l'illustration 2.

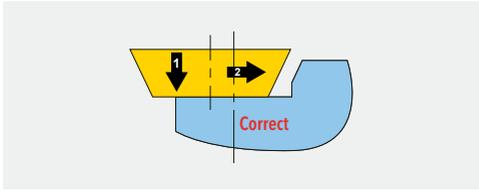


Un montage correct des plaquettes de coupe réversibles

Endommagement de l'outil par un mauvais positionnement de la plaquette

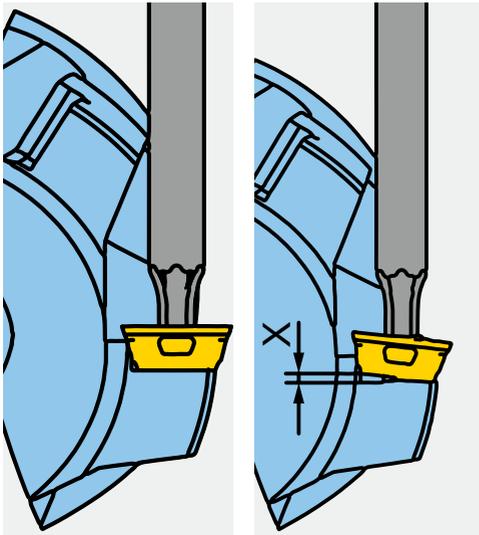


Montage correct de la plaquette de coupe réversible



Conseils

- Enduire occasionnellement les filetages avec de la graisse au cuivre
- Veiller à la propreté des logements de plaquette
- S'assurer de l'appui des plaquettes dans leur logement
- Utiliser une clé dynamométrique



Important lors de la première monte ou après un changement de vis

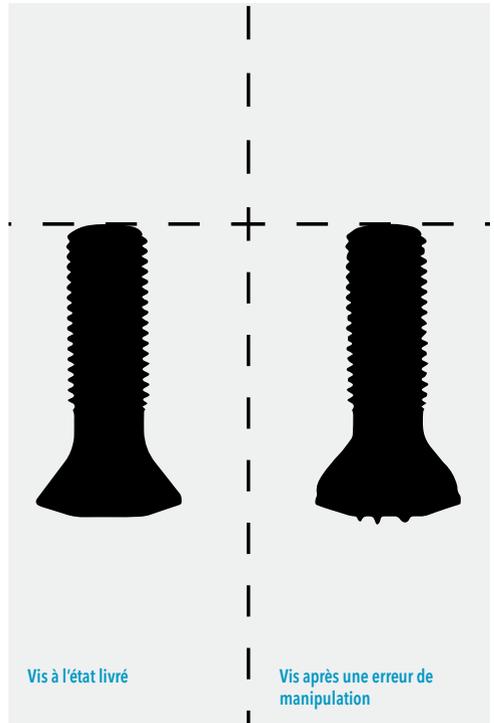
Serrer - Desserrer - Serrer

Manipulation correcte de la vis de serrage

La bonne manipulation des vis de serrage est malheureusement souvent sous-estimée. Alors que celle-ci est souvent d'une signification décisive pour le succès du process d'usinage.

Même quand l'outil, le matériau de coupe, le brise-copeaux et les conditions de coupe ont été sélectionnés de manière optimale, la défaillance d'une vis de serrage entraîne invariablement la perte de la plaquette de coupe qui a été montée et souvent la défaillance de l'outil. Par ailleurs, l'endommagement de la machine-outil et de la pièce usinée ne sont pas à exclure.

En tout état de cause, l'utilisation de la clé dynamométrique appropriée est toujours utile. Alors que ce qui est subjectivement considéré comme le bon couple de serrage varie fortement d'un opérateur à l'autre, la clé dynamométrique met à disposition le couple de serrage exact de manière objective et indépendante de l'utilisateur. L'illustration ci-après montre les conséquences sérieuses que peut avoir une manipulation défectueuse des vis de serrage.



À côté de l'utilisation de clé dynamométrique, l'utilisation de graisse céramique ou de graisse au cuivre et le remplacement régulier des vis de serrage peuvent également assurer une sécurité du process accrue. Ci-après se trouve un aperçu de la gamme couple de serrage Ingersoll

Gamme tournevis dynamométrique

Référence	Couple	Type de lame adapté	Photo	
Clé dynamométrique pré-réglée avec poignée droite et déclenchement mécanique				
DTN005S	0,5 Nm	A		
DTN011S	1,1 Nm	A		
DTN020S	2,0 Nm	A		
DTN030S	3,0 Nm	A		
Clé dynamométrique pré-réglée avec poignée en T et déclenchement mécanique				
DTN045F	4,5 Nm	B		
Clé dynamométrique réglable avec poignée droite et déclenchement mécanique				
DTNV01S	0,4-1,0 Nm	A		
DTNV02S	0,8-5,0 Nm	A		
DTNV00S	2,0-7,0 Nm	A		
Porte-embouts magnétique sans fonction de couple				
V1X105-BH	-	C		
Adaptateur pour clé dynamométrique (embout type A à embout type C)				
DT-008-06	max. 8,0 Nm	A → C		

Référence	Taille clé	Couple maxi	Type d'embout adapté	Photo
DS-T05TB	Torx 5	0,4 Nm	A	
DS-T06TB	Torx 6	0,6 Nm	A	
DS-T07TB	Torx 7	0,9 Nm	A	
DS-T08TB	Torx 8	1,3 Nm	A	
DS-T09TB	Torx 9	2,5 Nm	A	
DS-T10TB	Torx 10	3,8 Nm	A	
DS-T15TB	Torx 15	5,5 Nm	A	
DS-T20TB	Torx 20	8,0 Nm	A	
DS-T25TB	Torx 25	8,0 Nm	A	
DS-TP06TB	Torx Plus 6	0,8 Nm	A	
DS-TP07TB	Torx Plus 7	1,3 Nm	A	
DS-TP08TB	Torx Plus 8	2,0 Nm	A	
DS-TP09TB	Torx Plus 9	3,0 Nm	A	
DS-TP10TB	Torx Plus 10	4,5 Nm	A	
DS-TP15TB	Torx Plus 15	6,6 Nm	A	
DS-H015TB	SW 1,5	0,9 Nm	A	
DS-H02TB	SW 2	1,8 Nm	A	
DS-H025TB	SW 2,5	3,8 Nm	A	
DS-H03TB	SW 3	5,5 Nm	A	

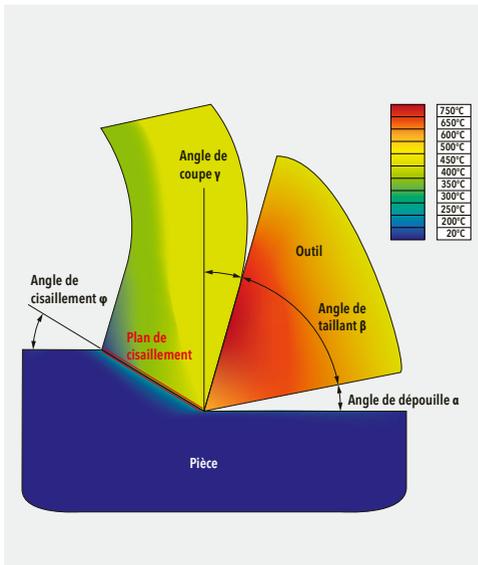
DS-T15B	Torx 15, court	4,5 Nm	B	
DS-T15B1	Torx 15, long	4,5 Nm	B	

TXPLUS06X90-B	Torx Plus 6	0,8 Nm	C	
TXPLUS07X90-B	Torx Plus 7	1,3 Nm	C	
TXPLUS08X90-B	Torx Plus 8	2,0 Nm	C	
TX07X90-B	Torx 7	0,9 Nm	C	
TX08X90-B	Torx 8	1,3 Nm	C	
TX09X90-B	Torx 9	2,5 Nm	C	
TX10X90-B	Torx 10	3,8 Nm	C	
TX15X90-B	Torx 15	5,5 Nm	C	
TX20X90-B	Torx 20	8,0 Nm	C	
TX25X90-B	Torx 25	8,0 Nm	C	

Modélisation de la formation du copeau / Contact initial

Modélisation de la formation du copeau

De nombreuses interactions et de nombreux phénomènes du processus d'usinage se laissent expliquer de manière parlante à l'aide de la modélisation de la formation du copeau. Tout d'abord, à l'atteinte d'un effort de coupe suffisant, l'arête de coupe pénètre dans la matière usinée ; c'est-à-dire qu'elle la déforme d'abord de manière élastique puis, une fois atteint la limite élastique, de manière plastique. C'est là qu'a lieu le processus de séparation, respectivement de coupe, au niveau du plan de cisaillement. Les molécules de la matière, une fois dépassées les forces de liaison, glissent les unes à côté des autres en dégageant de la chaleur. C'est ici aussi qu'on voit le lien direct entre la géométrie de l'arête de coupe ou de l'outil, les efforts de coupe entraînés et la production de chaleur. Comme le schéma le représente, une diminution de l'angle de coupe entraîne un angle de cisaillement plus faible et donc un plan de cisaillement plus long. En conséquence de cela, l'effort de coupe nécessaire et la température de coupe qui est produite augmentent. Dans la pratique, un échauffement accru peut entraîner des durées de vie d'outil réduites, tout en augmentant la puissance machine nécessaire. Inversement, un angle de coupe plus positif entraîne un angle de cisaillement plus élevé et un raccourcissement du plan de cisaillement. Les



efforts et la température de coupe baissent. Toutefois, l'angle de coupe ne peut pas être augmenté à loisir car ceci entraîne une diminution de l'angle de taillant et donc de la stabilité de l'arête de coupe.

Il s'agit donc de trouver ici un compromis optimal -dépendant de la matière à usiner - entre la douceur de la coupe et la stabilité de l'outil. L'analyse de la répartition de la température est également

intéressante.

Le saut de la température montre clairement que c'est au niveau du plan de cisaillement que se réalisent la véritable usinabilité et la plus grande part du transfert thermique. Le frottement sur le plan de coupe fait encore monter la température. C'est au point le plus chaud du plan de coupe que peut ainsi se produire une cratérisation. Des mesures en faveur d'une réduction du frottement comme la microlubrification ou un revêtement lisse peuvent aider à limiter l'échauffement et donc à accroître la durée de vie.

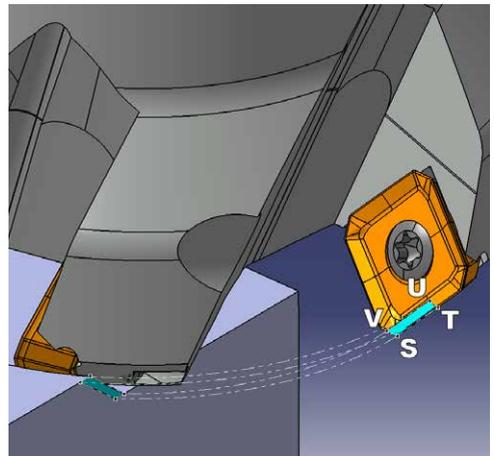
Contact initial

Le terme contact initial décrit dans l'usinage la rencontre entre l'arête de coupe et la pièce. Comme représenté sur l'illustration 1, on peut avoir des contacts ponctuels (contact S), des contacts linéaires (contact S-T) ou des contacts surfaciques (voir surface bleu clair).

Dans certaines conditions, la forme du contact initial a une influence majeure sur la durée de vie d'outil. Plus la durée entre le premier contact de l'arête de coupe et la prise du point S est élevée, plus les durées de vie d'outil à attendre sont favorables; c'est ce que démontre l'expérience.

Ceci s'explique par les différences de stabilité de l'arête de coupe aux différents points. Par exemple, on observe dans la pratique souvent des ruptures au niveau du bec S, alors que celles-ci sont presque dues au niveau du point U. C'est surtout avec les croûtes dures qu'un choc au niveau de U s'est avéré favorable.

C'est la configuration de l'outil (position relative entre la pièce et l'outil) ? la géométrie de l'outil (configuration axiale et radiale) ainsi que la plaquette de coupe (roule-copeau neutres ou positifs) qui peuvent avoir une influence sur le contact initial.



III. 1

Indice thermique unifié / Flux de chaleur

Indice thermique unifié

Dans son travail de tous les jours, l'usineur rencontre un grand nombre de matières différentes. Suivant les pourcentages des alliages, les caractéristiques physico-chimiques, l'homogénéité et le traitement appliqué, l'usinabilité des matières varie très fortement.

Les matières bien usinables peuvent être usinées avec des vitesses de coupe élevées, les matières difficilement usinables nécessitent des vitesses plus faibles. Ce qui est ici déterminant lors du procédé d'usinage, c'est la chaleur produite c'est-à-dire comment celle-ci peut être évacuée de l'outil coupant. Il faut ici tenir compte de la dureté à chaud du matériau de coupe et du revêtement.

Pour analyser l'usinabilité, il importe de connaître l'indice thermique unifié, c'est-à-dire le produit de la capacité thermique, de la densité et de la conductibilité thermique de la matière à usiner. C'est la conductibilité thermique qui a la plus grande influence sur l'indice thermique unifié, et donc également sur l'usinabilité.

Ceci explique également par exemple la grande différence d'usinabilité entre les alliages d'aluminium et de titane, le titane a en effet une conductibilité thermique 20 fois moindre que l'aluminium. Dans le titane, l'apport de chaleur dans le matériau de coupe ne peut donc être limité qu'avec une utilisation massive de liquide de coupe et des vitesses de coupe modérées.

Mais sur toutes les autres matières aussi, l'apport individuel de chaleur est déterminant pour la définition du matériau de coupe, du revêtement, des conditions de coupe et du liquide de coupe.

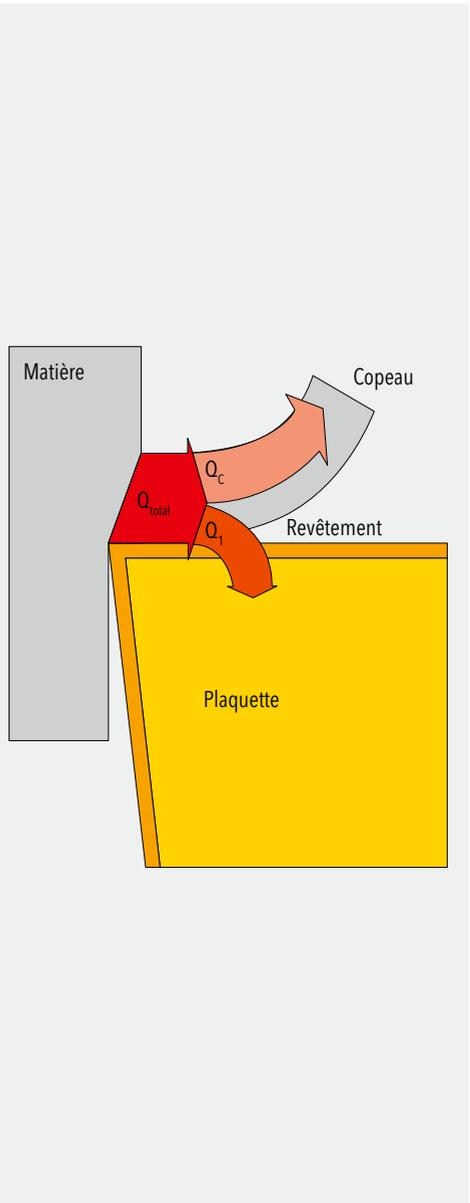
Flux de chaleur

Comme précédemment exposé dans la modélisation de la formation du copeau, c'est au niveau du plan de cisaillement que le véritable travail d'usinage a lieu. C'est là qu'est produite la chaleur qui doit être évacuée du matériau de coupe de la façon la plus efficace possible. De nombreuses méthodes ont été développées en ce sens:

L'émulsion huile-eau d'un liquide de coupe conventionnel réduit grâce à sa teneur en huile les frottements (et donc la production de chaleur qui va avec) et grâce à sa part d'eau concourt au refroidissement. La réduction des frottements est aussi ce qui a propulsé la microlubrification. L'usinage cryogénique consiste à abaisser la température de l'arête de coupe à l'aide d'azote liquide, à -196°C . C'est surtout avec des matières difficilement usinables, comme les alliages de titane ou de nickel, que l'on obtient ici des gains de durée de vie d'outil significatifs.

Les revêtements de matériaux de coupe affichent souvent une dureté à chaud supérieure que celle du substrat. Ils servent également à minimiser les frottements et dans une certaine mesure aussi constituent une couche d'isolation thermique. Mais il est aussi possible d'avoir une influence sur les flux thermiques par une sélection avisée des conditions de coupe.

Des gros volumes de copeaux peuvent évacuer une grande quantité de chaleur de l'arête de coupe, des vitesses de coupe réduite diminuent la formation de chaleur. C'est ainsi que l'on peut souvent dégager des gains en termes de durée de vie d'outil en utilisant des vitesses de coupe modérées avec une avance accrue.



Copeaux

Type de copeaux

Les différents types de copeaux qui se forment lors de l'usinage dépendent principalement de la matière usinée, de la géométrie de l'outil et des conditions de coupe. On considère par principe 3 types de copeaux, sachant que les transitions d'un type à l'autre sont progressives:

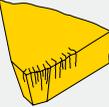
Nom	Désignation	Formation du copeau	Conditions
Copeau continu	<ul style="list-style-type: none"> Copeau enchevêtré Surface variée Côté inférieur toujours lisse 	<ul style="list-style-type: none"> Flux continu de la matière Les copeaux ne se fragmentent pas dans la zone de cisaillement mais sont déformés en continu 	<ul style="list-style-type: none"> Matière tenace avec conditions de coupe favorables (vitesse de coupe élevée, coupe positive)
Copeau de cisaillement	<ul style="list-style-type: none"> Copeaux individuels, non enchevêtrés Surface fortement dentelée 	<ul style="list-style-type: none"> Les lamelles de copeaux sont faiblement déformées dans la zone de cisaillement, se fragmentent puis se ressoudent 	<ul style="list-style-type: none"> Forme dégradée du copeau continu Causes de la dégradation: Hétérogénéités dans la matière, vibrations, angle de coupe trop faible, profondeur de coupe importante, vitesse de coupe aible
Copeau détaché (segmenté)	<ul style="list-style-type: none"> Copeaux individuels, non enchevêtrés Surface rugueuse de structure fragile (rupture propagée) 	<ul style="list-style-type: none"> Les matières fragiles rompent après une faible déformation dans la zone de cisaillement (fonte, fonte traitée, bronze de fonderie, laiton) En cas de matière friable, décomposition complète des lamelles de copeaux 	<ul style="list-style-type: none"> Matières faiblement plastiques (vitesse de coupe réduite, coupe négative)

Forme du copeau

Un grand nombre de facteurs influence la forme du copeau. C'est en particulier en tournage que la forme du copeau est d'une grande importance et peut par exemple être fortement influencé par le choix d'un roule-copeau adapté. Les formes de copeaux préférées sont celles qui combinent un volume aussi réduit que possible à un risque de blessures faible. Les formes de copeaux peuvent être réparties en des classes comme présenté ci-dessous :

Classe	Forme et taille relative R du copeau		Verdict
1	Copeau ruban $R \geq 90$		Défavorable
2	Frison $R \geq 90$		Défavorable
3	Copeau hélicoïdal $R \approx 60$		Utilisable
4	Copeau hélicoïdal $R \approx 25$		Favorable
5	Copeau en spirale $R \approx 10$		Favorable
6	Copeau en spirale fragmenté $R \approx 5$		Favorable
7	Copeau segmenté ou en poussière $R \approx 3$; partiellement ressoudé		Utilisable

Solutions problèmes de fraisage

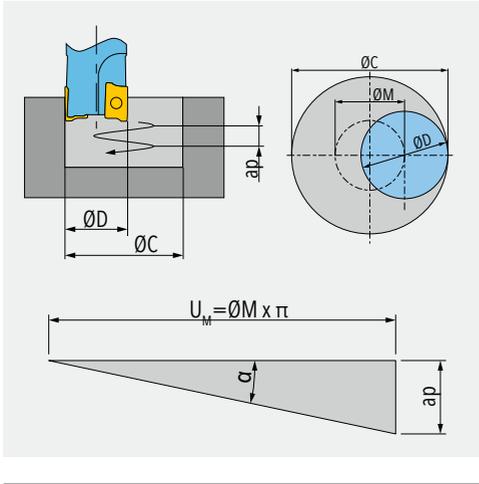
Type d'usure	Info	Cause	Possibilités de solution
Arête rapportée 	De la matière se soude sur l'arête de coupe lorsque le copeau n'est pas évacué correctement suite à une lubrification et à une température de coupe trop faible. Ceci peut provoquer divers problèmes de coupe.	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de coupe trop faible • Angle de coupe trop faible • Résistance à l'usure du matériau de coupe trop faible • Arrosage inadapté 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la vitesse de coupe • Augmentation de l'angle de coupe • Mise en oeuvre de revêtements • Mise en oeuvre d'un arrosage efficace
Usure en dépouille 	Une usure extrême en frontale et en dépouille apparaît, ce qui provoque un état de surface médiocre.	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de coupe trop élevée • Résistance à l'usure du matériau de coupe insuffisante • Avance inadaptée (avance trop faible) 	<ul style="list-style-type: none"> • Abaisser la vitesse de coupe • Sélectionner un matériau de coupe avec une résistance à l'usure accrue, prendre une nuance revêtue • Adapter l'avance à la vitesse et à la profondeur de coupe (augmenter l'avance)
Cratérisation 	La cratérisation modifie la géométrie de l'arête de coupe, augmentant ainsi la force et la température de coupe.	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de coupe trop élevée • Avance inadaptée • Angle de coupe trop faible • Liquide de coupe mal dirigé • Résistance à l'usure du matériau de coupe trop faible 	<ul style="list-style-type: none"> • Abaisser la vitesse de coupe • Harmoniser avance, vitesse et profondeur de coupe • Appliquer une coupe positive • Augmenter le débit et/ou la pression d'arrosage • Mise en oeuvre de revêtements
Déformation de l'arête de coupe 	Des usures mécaniques importantes et de fortes températures lors d'enlèvements de copeaux peuvent conduire à une déformation de l'arête de coupe.	<ul style="list-style-type: none"> • Température d'usinage trop élevée, donc ramollissement du substrat lié à une vitesse de coupe et une avance trop élevée ainsi que des matières usinées trop dures • Endommagement du revêtement 	<ul style="list-style-type: none"> • Abaisser la vitesse de coupe, utiliser des matériaux de coupe plus résistants à l'usure, réduire la section de copeau (en particulier l'avance), utiliser une arête de coupe correctement rayonnée, réduire l'angle d'attaque, prévoir un arrosage • Effectuer un changement de plaquettes à temps
Fissures thermiques 	Des petites fissures perpendiculaires à l'arête de coupe apparaissent suite à un choc thermique en coupe interrompue. Ce phénomène entraîne l'effritement de l'arête de coupe.	<ul style="list-style-type: none"> • Épaisseur de copeau variable • Arrosage fluctuant • Contraintes thermiques variables et donc variabilité du serrage (en cas de coupe interrompue) 	<ul style="list-style-type: none"> • Prendre des conditions d'attaque régulières • Arroser régulièrement et en quantité suffisante, surtout avec les carbures; pour les matériaux de coupe en céramique, éviter tout arrosage • Sélectionner un matériau de coupe d'une ténacité supérieure et supportant mieux les chocs thermiques, arroser suffisamment ou travailler entièrement à sec avec des carbures
Ecaillage de l'arête de coupe 	Petites fractures de l'arête de coupe souvent accompagnées d'une usure frontale. Entraîne un état de surface médiocre ainsi qu'une usure en dépouille excessive.	<ul style="list-style-type: none"> • Oxydation • Abrasion 	<ul style="list-style-type: none"> • Sélectionner un revêtement adapté • Réduire la vitesse de coupe; si toutefois l'usinage se fait avec des céramiques réfractaires, augmenter la vitesse de coupe

Fraisage par interpolation / Aptitude à la plongée / Fraisage à grande avance

Fraisage par interpolation

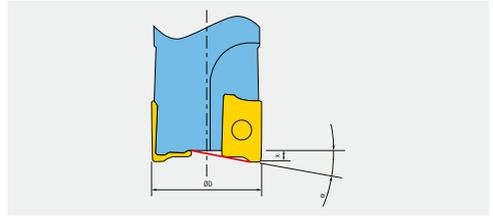
Les outils de fraisage pour lesquels l'angle de plongée α est connu peuvent également être utilisés en perçage par interpolation. Pour autant que celui-ci est réalisable avec un outil particulier, le diamètre final à produire C n'a pas d'importance. Même l'usinage d'une rainure circulaire est possible de cette manière. Il faut toutefois tenir compte de ce que le diamètre mini réalisable C_{min} ne peut pas être dépassé car autrement l'outil ne peut pas se libérer et est tout le temps en prise. Les diamètres de perçage maximal et minimal ainsi que les tolérances pour un fond plat ou non plat diffèrent selon la plaquette de coupe et le diamètre d'outil utilisés. De plus amples détails sur ce sujet se trouvent dans les recommandations de conditions de coupe correspondantes. L'avance ap par tour se laisse calculer via le périmètre de la trajectoire de l'axe de la fraise à l'aide de la formule suivante: $ap = (C-D) \times \pi \times \tan \alpha$

Attention, tant pour l'angle de plongée α que pour l'avance axiale par tour, il s'agit de valeurs maximales, uniquement atteignables dans des conditions optimales et avec des matériaux très bien usinables. De manière générale, en fraisage en plongée, il est recommandé de travailler avec une profondeur de coupe égale à la moitié de celle que l'on peut réaliser en rainurage en pleine matière.



Aptitude à la plongée

L'aptitude à la plongée d'une fraise est déterminée par son diamètre et le débordement de l'arête de coupe vis-à-vis du corps de l'outil. En général, un outil est donc d'autant plus apte à la plongée que son diamètre est réduit. De la même manière, une cote de débordement x importante favorise l'aptitude à la plongée. Il peut y avoir des exceptions, si la plaquette de coupe a une dépouille nulle ou trop faible.



Fraisage à grande avance

Décrit dans la littérature spécialisée dès la fin des années 1930, le principe du fraisage avec un angle d'attaque important ne s'est démocratisé que récemment, quand des machines d'usinage et des outils dédiés ont été disponibles.

Le but du fraisage à grande avance est une augmentation de la productivité qui peut être atteinte avec des outils présentant des angles de réglage très faibles, de $\chi < 20^\circ$. Comme représenté sur l'illustration ci-après, si l'on maintient l'avance à la dent f_z et la profondeur de passe ap , il en résulte une modification du coefficient d'élanement b/h qui est inmanquablement influencé par l'angle de réglage appliqué.

Le gain de productivité d'une fraise à angle d'attaque important apparaît lorsque l'on compare l'épaisseur moyenne d'un copeau de $H = f_z$ sur une fraise à dresser avec $\chi = 90^\circ$ (à gauche sur l'III. 1) à celle sur un outil présentant un angle d'attaque très faible (p.ex. $\chi = 15^\circ$ (à droite sur l'III. 1)). Pour obtenir la même épaisseur de copeau, il faut augmenter significativement l'avance à la dent, dans l'exemple cité ci-dessus, d'un facteur 3,9.

Attention, dans ce contexte, un angle d'attaque plus faible démultiplie les contraintes d'usinage axiales. Comme l'usinage des moules et matrices entraîne souvent l'usinage de cavités profondes, donc l'emploi d'outils allongés, l'augmentation des contraintes axiales avec réduction simultanée des contraintes radiales est ici avantageuse.

Un autre avantage du fraisage à angle d'attaque faible est la douceur de l'entrée de l'arête de coupe. Alors qu'avec une fraise à dresser, l'arête de coupe pénètre violemment dans la matière, la prise complète d'une arête de coupe pour grande avance nécessite un délai significativement plus élevé. Les durées de vie sont en général sensiblement plus élevées.

Comme l'III. 2 le montre, les plaquettes rondes sont également adaptées au fraisage à grande avance sous réserve que la profondeur de passe ap ne dépasse pas une certaine valeur.

Il convient toutefois de noter que dans le cas de plaquettes rondes, on n'a pas un angle d'attaque constant. Celui-ci démarre à 0° et grimpe théoriquement jusqu'à 90° . Dans la pratique, on considère un angle de réglage moyenné. Comme par définition on parle de fraise à angle d'attaque faible à partir d'un angle de réglage de $\chi \leq 20^\circ$, on peut calculer la profondeur de passe maximale adaptée au fraisage grande avance à l'aide de la formule suivante, où D est le diamètre de la plaquette de coupe ronde.

Calcul exact: $ap=D \times \sin(20^\circ)^2$
 Valeur approchée: $ap=D \times 0,1$

Maintenant, pour calculer l'avance à la dent à programmer, le diamètre de la plaquette ronde D et l'épaisseur de copeau souhaitée h sont appliqués dans l'équation ci-après.

$$fz = -(D/2) \times \tan(20^\circ) + \sqrt{[D/2 \times \tan(20^\circ)]^2 + h \times D / \cos(20^\circ)}$$

Mais l'utilisation de plaquettes rondes pour le fraisage à grande avance présente également des inconvénients. D'une part, de par leur conception, on ne peut monter qu'une quantité relativement réduite de plaquettes sur un corps d'outil, ce qui réduit d'autant l'avance linéaire. D'autre part, on ne peut pas approcher d'épaulements à 90° avec une avance élevée,

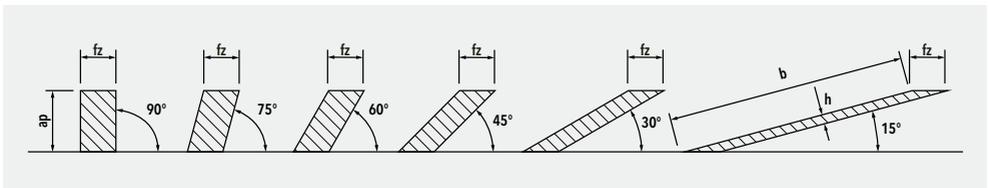
autrement au moins le rayon de la plaquette de ronde restera non usiné. Cette matière restante doit par la suite être retirée à l'aide d'un autre outil.

Dans de nombreux cas, on recommande alors l'utilisation de systèmes d'outils spécialement développés pour l'usinage à angle d'attaque faible. L'exemple comparatif de la plaquette de coupe grande avance UOMT0602TR avec une plaquette ronde de 6 mm illustre cette différence (voir Ill. 3).

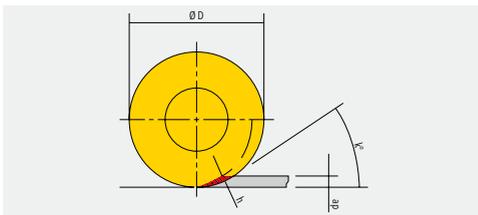
L'encombrement réduit de la plaquette UOMT0602TR permet d'en monter sensiblement plus sur un même diamètre d'outil. L'angle d'attaque de plus de 90° permet également de s'approcher d'épaulements, il reste également moins de matière résiduelle.

Géométrie	Rayon de programmation	Profondeur de coupe maxi
UOMT06...	R1	0,5
PEMT05...	R2,5	1
DPM324R004 / DPM324R126	R4,5	3
DPM436R10...	-	3,5
UNLU04...	R0,9	0,5
UNLU06...	R1,6-R1,9	1
UNLU09...	R2,5	1,5
UNLU11...	R3	2
UNHU04...	R1,2	0,5
UNKT05...	R0,8-R1	0,5
UNHU06...	R2	1
UNHU09...	R3,2	1,5
UNHU11...	R4	2

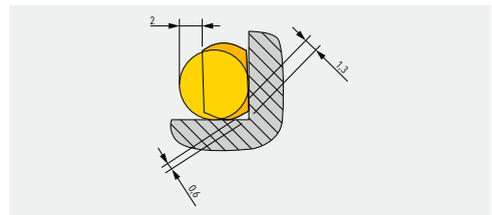
Géométrie	Rayon de programmation	Profondeur de coupe maxi
UNHU14...	R5	3
SDXS04...	R1	0,5
SDXS09...	R2,5	1,5
SDES13... / SDMS13... / SDXS13...	R3	2,2
SDXS16...	R4,2	2,5
SDES19... / SDMS19... / SDXS19...	R4,5-R5,5	3,7
WCNW06... / WCNT06...	R2	0,9
LNXF09...	R3,4	1,5
TNXN12...	R4,5	2,5
ChipSurfer 45A...	R2-R3	0,6-1,5
ChipSurfer 47A...	R1,6-R3,6	0,4-1,2
Plendur INCER...Z3	R0,42-R2,5	0,35-1,0
Plendur INCOO...Z3	R0,28-R1,9	0,2-1,3



III. 1: Modification de l'épaisseur du copeau h en fonction de l'angle d'attaque α avec une avance à la dent constante fz



III. 2: Les plaquettes rondes sont également adaptées au fraisage à angle d'attaque faible



III. 3: Comparaison d'une plaquette ronde de 6 mm avec une plaquette de coupe grande avance UOMT0602TR

GOLD SFEED Spécificités du fraisage d'épaulements à 90°

En raison du grand angle spécial de la géométrie de l'outil et des plaquettes, il est nécessaire de tenir compte de l'avance maximum lors du fraisage d'épaulements à 90°. Contrairement au surfacage, le fraisage d'épaulements à 90° laisse de la matière résiduelle.

Cette matière résiduelle provoque la formation d'une entaille sur les arêtes de coupe inutilisées et, dans le pire des cas, en fonction de la matière et de la géométrie des plaquettes, les plaquettes peuvent se casser.

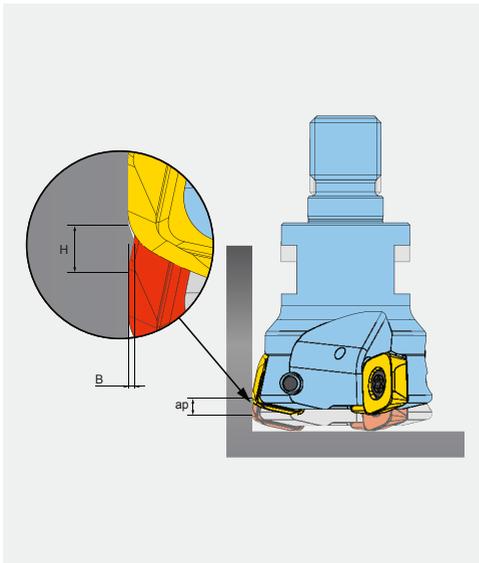
Les tableaux et les dessins ci-dessous indiquent comment éviter ce problème:

Prise en compte de la crête provoquée par l'avance lors du fraisage d'épaulements à 90° avec GoldSFeed SD_S13

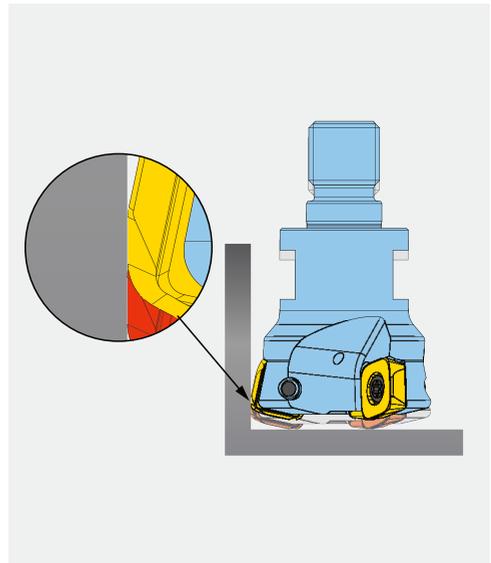
Plaquette GoldSFeed	ap_{max} avec crête contre les épaulements à 90°	Matière au niveau de la crête (hauteur x largeur)	ap_{max} sans crête contre les épaulements à 90°
SDES130515N	2	1,0 x 0,076	0,5
SDES1305MDR	2	1,0 x 0,076	0,95
SDES1305MPR / SDXS1305MPR-MR	2,2	0,74 x 0,05	1,45
SDMS130515R-PH / SDXS130515R-PH	2	1,0 x 0,076	0,5
SDMS1305MDR-PH / SDXS1305MDR-PH	2	1,0 x 0,076	0,95
SDES130515N-001	2	1,0 x 0,076	0,5
SDES1305MDR-001	2	1,0 x 0,076	0,95
SDES1305MPR-001	2,2	0,74 x 0,05	1,45

Prise en compte de la crête provoquée par l'avance lors du fraisage d'épaulements à 90° avec GoldSFeed SD_S19

Plaquette GoldSFeed	ap_{max} avec crête contre les épaulements à 90°	Matière au niveau de la crête (hauteur x largeur)	ap_{max} sans crête contre les épaulements à 90°
SDES190620N	3	1,88 x 0,28	1,1
SDES1906MDR	3	1,88 x 0,28	1,1
SDES1906MPR / SDXS1906MPR-MR	3,7	2,16 x 0,23	1,5
SDMS190620R-PH	3	1,88 x 0,28	1,1
SDMS1906MDR-PH	3	1,88 x 0,28	1,1
SDES190620N-001	3	1,88 x 0,28	1,1
SDES1906MPR-001	3,7	2,16 x 0,23	1,5



Enchaînement des passes avec crête résiduelle



Enchaînement des passes sans crête résiduelle

GOLDQUAD^{XXX} Spécificités du fraisage d'épaulements à 90°

En raison du grand angle spécial de la géométrie de l'outil et des plaquettes, il est nécessaire de tenir compte de l'avance maximum lors du fraisage d'épaulements à 90°. Contrairement au surfacage, le fraisage d'épaulements à 90° laisse de la matière résiduelle.

Cette matière résiduelle provoque la formation d'une entaille sur les arêtes de coupe inutilisées et, dans le pire des cas, en fonction de la matière et de la géométrie des plaquettes, les plaquettes peuvent se casser.

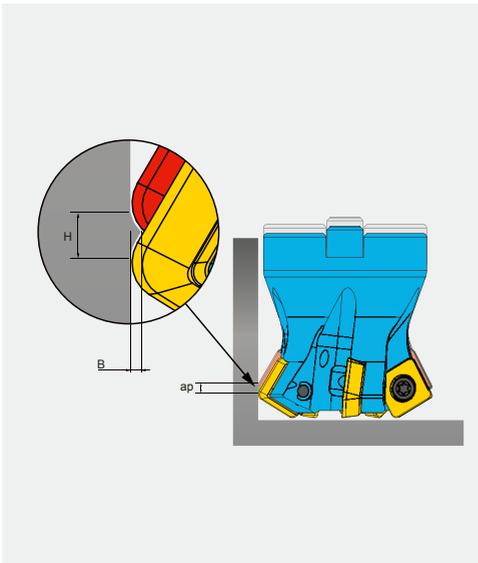
Les tableaux et les dessins ci-dessous indiquent comment éviter ce problème:

Prise en compte de la crête provoquée par l'avance lors du fraisage d'épaulements à 90° avec GoldQuad^{XXX} SD_S13

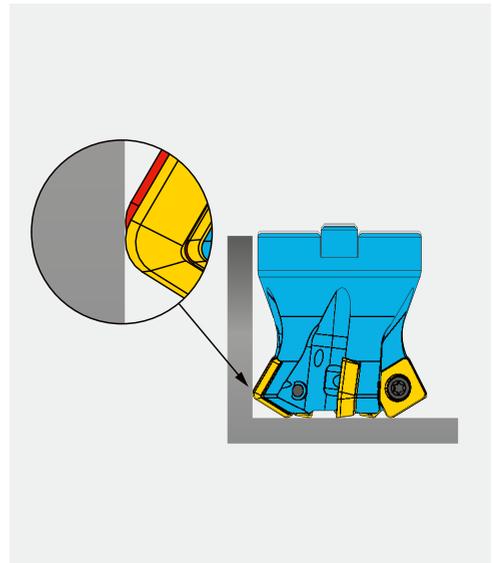
Plaquette GoldQuad ^{XXX}	ap_{max} avec crête contre les épaulements à 90°	Matière au niveau de la crête (hauteur x largeur)	ap_{max} sans crête contre les épaulements à 90°
SDES1305MPR / SDXS1305MPR-MR	4,9	4,85 x 1,27	0,5
SDES130516N-PF	4,9	4,9 x 1,52	0,5
SDMS130516R-PP	4,9	4,9 x 1,52	0,5
SDES130516N-PF1	4,9	4,9 x 1,52	0,5
SDES1305MPR-001	4,9	4,9 x 1,52	0,5

Prise en compte de la crête provoquée par l'avance lors du fraisage d'épaulements à 90° avec GoldQuad^{XXX} SD_S19

Plaquette GoldQuad ^{XXX}	ap_{max} avec crête contre les épaulements à 90°	Matière au niveau de la crête (hauteur x largeur)	ap_{max} sans crête contre les épaulements à 90°
SDES190620N	7,8	7,44 x 2,64	0,5
SDES1906MPR / SDXS1906MPR-MR	7,8	7,44 x 2,03	0,5
SDES1906ZPR-PF	7,8	7,44 x 2,64	0,5
SDMS190620R-PH	7,8	7,44 x 2,64	0,5
SDMS1906ZPR-PP	7,8	6,45 x 2,48	1,3
SDES190620N-001	7,8	7,44 x 2,64	0,5
SDES1906MPR-001	7,8	7,44 x 2,03	0,5



Enchaînement des passes avec crête résiduelle

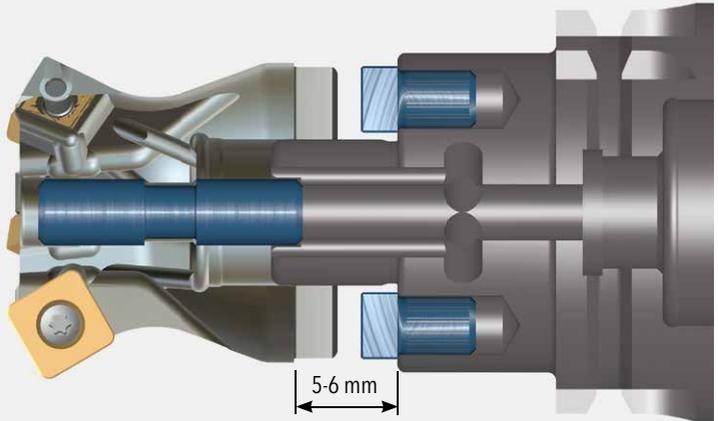


Enchaînement des passes sans crête résiduelle

Instructions de montage sur mandrin pour les fraises à surface Ø 50 mm

Couple de serrage de la vis:
20 Nm

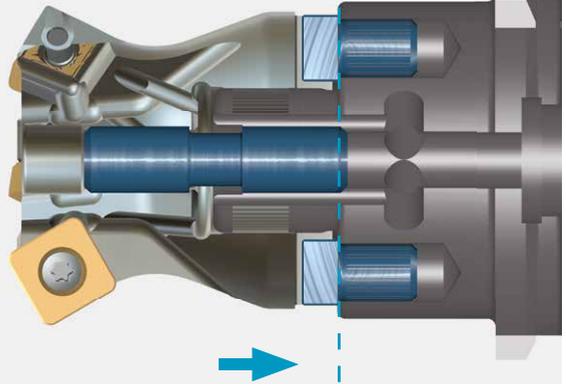
Position correcte de la vis
de montage de la fraise
avant l'assemblage



Instructions de montage

1. Visser la vis de montage/vis à double filet à l'envers sur la fraise avec le filetage fin dans le corps de la fraise jusqu'au blocage complet.
2. Positionner l'outil sur le mandrin. Il doit y avoir un espace de 5-6 mm entre l'outil et le mandrin.
3. La vis de montage / vis à double filet doivent être serrées à un couple de 20 Nm.

Assemblage correct! →



Conseils de programmation

- Utiliser un multiplicateur d'avance de deux lors de la programmation pour compenser l'amincissement des copeaux.
- En règle générale, utiliser 60% du diamètre de la fraise pour déterminer la largeur de coupe.
- Si possible, utiliser la plus grande profondeur de coupe possible pour augmenter le débit copeaux et améliorer la productivité.
- Veiller à ce que le liquide de coupe et l'air comprimé aient une direction, un débit et une pression optimum.
- Utiliser les fonctions d'usinage à grande vitesse des systèmes de CAO lors de la programmation.

Calcul de puissance / Puissance motrice

Calcul de puissance

Dans la pratique, le calcul de la puissance machine n'est pas réalisable en raison du grand nombre de facteurs (p. ex. géométrie des plaquettes de coupe et de l'outil, etc.). Il est donc nécessaire d'approximer la puissance machine consommée pour un usinage.

Le tableau ci-dessous propose des valeurs de volume de copeau spécifique Q_{sp} qui donne le nombre de centimètres cubes d'une matière particulière pouvant être généralement usinés par kilowatt et par minute. Une valeur de Q_{sp} élevée signifie donc une matière bien usinable, ce qui signifie une quantité de matière importante enlevée avec une puissance machine faible. Plus la valeur est petite, plus la machine doit être puissante et plus la matière est difficilement usinable. Attention, les valeurs calculées de P_{theo} sont des valeurs « empiriques »!

Volume de copeaux spécifique Q_{sp} [cm ³ /kW x min]		
P	Aciers	15-30
M	Inox	~20
K	Fontes	25-37
N	Non ferreux	~52
S	Superaliages	11,5-15
H	Matières dures	~11,5
O	Platiques et graphite	100-250

Pour le fraisage:
$$P_{theo} = \frac{a_p \times a_e \times V_c}{Q_{sp} \times 1000}$$

Pour le perçage:
$$P_{theo} = \frac{D^2 \times \pi / 4 \times v_f}{Q_{sp} \times 1000}$$

Pour le tournage:
$$P_{theo} = \frac{a_p \times f \times v_f}{Q_{sp} \times 1000}$$

Puissance motrice

Puissance motrice nécessaire approximative, calculée à l'aide du volume de copeaux spécifique Q_{sp} !

$$P_{mot} = \frac{Q \text{ (cm}^3\text{/min)}}{Q_{sp} \text{ (cm}^3\text{/kW x min)}}$$

$$P_{mot} = \frac{a_p \times a_e \times v_f}{1000 \times Q_{sp}}$$

Tableau pour Q_{sp} de différentes matières, en fonction de f_z ($cm^3 / kW \times min$) si

Matière usinée	$f_z = 0,1 \text{ mm}$	$f_z = 0,25 \text{ mm}$	$f_z = 0,6 \text{ mm}$
35 Ni Cr Mo 16	15 - 17	18 - 20	22 - 24
38 CR Al Mo 7	16 - 18	19 - 21	23 - 25
42 Cr Mo 4	16,5 - 18,5	19,5 - 21,5	23,5 - 25,5
X 5 Cr Ni Mo 18 10	17,5 - 19,5	20,5 - 22,5	24,5 - 26,5
50 Cr V 4	17,5 - 19,5	20,5 - 22,5	24,5 - 27
16 Mn Cr 5	18 - 20	21,5 - 23,5	25,5 - 28
C 45 - C 60	19,5 - 21,5	23,5 - 25,5	28 - 31
Ti6Al4V	20 - 22	26 - 28	31 - 33
GGG	25 - 27,5	30 - 33	36 - 39
GG 26	28 - 31	33,5 - 37	39,5 - 43
GTW - GTS	32,5 - 36	38,5 - 42	45,5 - 49
MS 80	39 - 43	58 - 62	69 - 73
Al - Si	69 - 72	82 - 85	-
Al - Mg	83 - 85	100 - 105	-

La valeur plus élevée s'applique à une géométrie d'arête normale positive sans émoussement de l'arête.

Exemple	
Conditions:	
Matière:	C45
Outil:	ON5H080R00 (Ø80 mm; Z=10)
Vc:	150 m/min
f_z :	0,25 mm
n =	600 U/min
Vf =	1500 mm/min
ae =	60 mm
ap =	3 mm
Puissance machine:	22 kW

Calcul P_{mot}

$$Q = 270 \text{ cm}^3\text{/min}$$

$$Q_{sp} = 24,5 \text{ cm}^3\text{/kW x min}$$

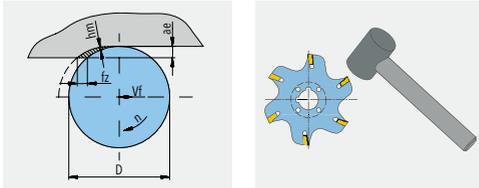
$$P_{mot} = \frac{Q \text{ (cm}^3\text{/min)}}{Q_{sp} \text{ (cm}^3\text{/kW x min)}}$$

$$P_{mot} = 11 \text{ kW}$$

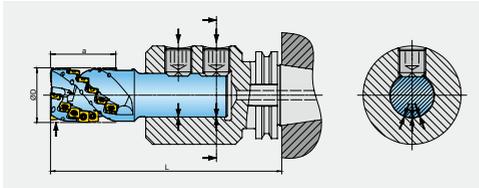
Conseils

Montage des plaquettes

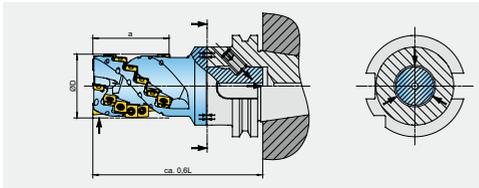
Monter les plaquettes dans les logements prévus par des petits coups de marteau en caoutchouc, jusqu'à ce que la plaquette soit en butée dans le logement. Ces logements doivent au préalable être nettoyés soigneusement et les résidus de copeaux doivent être enlevés.



Weldon contre InnoFit

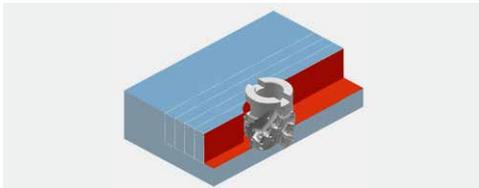


Weldon Vibrations



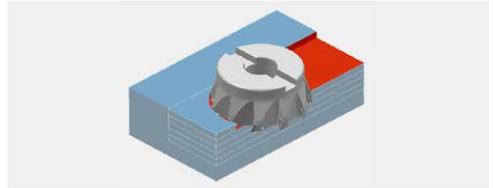
InnoFit 40% plus court

Comparatif fraise à dresser/fraise deux-tailles



Avantages:

- Prise réduite
- Zone de coupe localisée
- Vitesse de rotation élevées
- Puissance plus élevées
- Sur les petites machines, Q [cm^3/mn] élevé



Avantages:

- Toujours le premier choix pour les faibles surépaisseurs

Exemples d'application T-Clamp Fraise disque

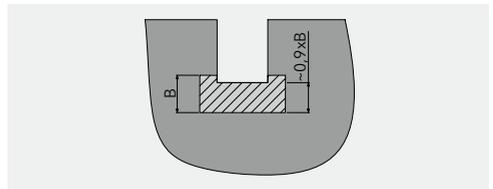
Les conditions d'avance doivent être ajustées en fonction des profondeurs de coupe a_e en se basant sur le tableau suivant:

$\frac{a_e}{D}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$
f_z	15%	30%	45%	100%

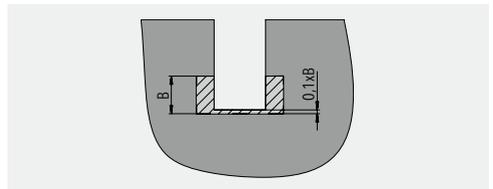
Schnittwerte

D:	Diamètre de la fraise (mm)
n:	Nombre de tours (min^{-1})
V_f :	Vitesse d'avance (mm/min)
V_c :	Vitesse de coupe (m/min)
a_e :	Profondeur de coupe radiale (mm)
h_m :	Épaisseur moyenne de copeau (mm)
f_z :	Avance par dent (mm)
Z_{eff} :	Nombre de dents effectives

Exemples d'application HiPosQuad Fraise à rainurer en T

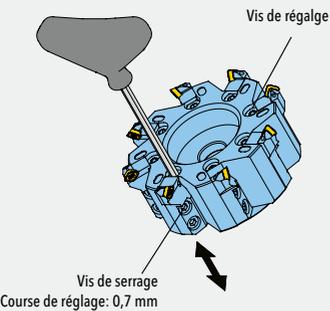


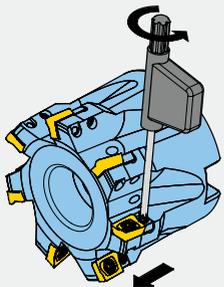
Dans des conditions d'usage normales: Un fort apport en air comprimé ou en lubrifiant garantit une bonne évacuation des copeaux!

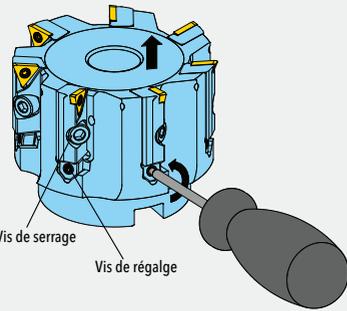


Dans des conditions de machines à faible puissance: Un fort apport en air comprimé ou en lubrifiant garantit une bonne évacuation des copeaux!

Instructions d'utilisation

Fraise à cartouches 4W3A...	Montage de la fraise à cartouches
	<ul style="list-style-type: none"> • Serrer la vis de réglage. • Engager les cartouches et presser la butée axiale. • Serrer les vis de serrage. • Mesurer le battement axial au niveau de la fraise et déterminer la plaquette la plus haute (cartouche). • Desserrer les vis de serrage du cartouche à régler et resserrer légèrement. • Régler tous les cartouches par rapport à la valeur la plus haute, à l'aide de la vis de réglage. • Serrer correctement la vis de serrage.

Fraises à surfacer dresser 2J5P...	Régler la planéité des arêtes de coupe
	<ul style="list-style-type: none"> • Tourner les vis de butée dans le sens des aiguilles d'une montre (pour les libérer). • Positionner et visser les plaquettes avec une clé dynamométrique (a) (1.1 Nm). • Mettre en appui les butées sur les plaquettes en serrant les vis dans le sens contraire d'une aiguille d'une montre. • Mesurer le point le plus haut (plaquette). • Finir le réglage de positionnement des plaquettes en actionnant les vis de butée. • Resserrer les plaquettes à l'aide de la clé dynamométrique. • Le réglage ne doit pas excéder 70 microns.

Fraise de finition 4W5D...	Montage et réglage
	<ul style="list-style-type: none"> • Tourner la vis de réglage dans le sens horaire pour mettre le coin en butée. • Relâcher légèrement le coin de réglage. Pour cela, tourner la vis de réglage d'environ un demi-tour dans le sens trigonométrique. • Monter la cassette en butée contre le coin de réglage. • Serrer légèrement la vis de serrage. • Monter la plaquette de coupe et serrer la vis de serrage de la plaquette de coupe à 1,1 Nm. • Mesurer le battement de l'outil et trouver l'arête la plus haute. • En tournant la vis de réglage dans le sens trigonométrique, régler les arêtes à la cote de consigne. • Serrer les vis de serrage des cassettes à 9 Nm. • Revérifier le battement et reprendre le cas échéant le réglage fin (μm) avec les vis de réglage.

Fraise à fileter / Usinage de finition

Procédé d'usinage fiable

Evacuation des copeaux contrôlée:

- filetage dès l'entrée de l'alésage
- copeaux courts
- coupe douce grâce à un fraisage en avalant

Haute répétabilité:

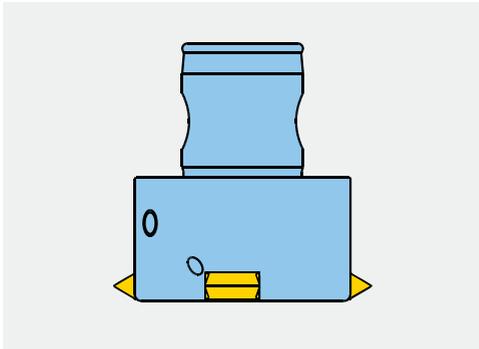
- grâce à l'utilisation de plaquettes avec une tolérance précise

Etat de surface de haute qualité:

- qualité de surface de finition du flanc inférieure à R 1 µm.
- forme géométrique du filetage optimal.

Coûts d'outils minimum Un outil pour:

- plusieurs diamètres
- plusieurs pas de filetage
- filetage à droite et à gauche
- filetage métrique ou en inch
- filetages spéciaux qui sont compris dans la plage
- coûts de stock minimums
- pas besoin de réaffûtage
- toutes les plaquettes à fileter sont utilisables pour une plage de pas déterminée.



Toutes les fraises sont fournies avec un arrosage central

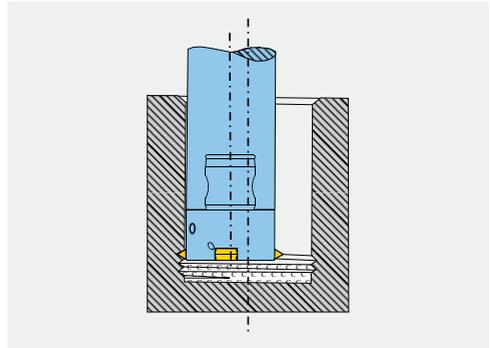
Valeurs recommandées pour l'interpolation circulaire

Matière	Vitesse de coupe (m/min)		
	Rm [MPa]	a sec	lubrifié
Aciers	400-700	260	320
	500-800	230	300
	800-1100	200	280
	1100-1400	60	150
Fontes	400-700	150	280

Pas de filetage	fu (Diamètre de filetage extérieur*)
1 mm	0,40 mm
2 mm	0,35 mm
3 mm	0,30 mm
4 mm	0,25 mm
5 mm	0,20 mm
6 mm	0,15 mm
7 mm	0,12 mm
8 mm	0,10 mm

* L'avance du centre de la fraise se calcul selon la formule suivante:

$$V_{fm} = \frac{(\text{diamètre de l'alésage} - D) \times n \times f \times z}{\text{diamètre de l'alésage}}$$



Attention!

Ces valeurs recommandées doivent être appliquées avec les conditions appropriées! Pour des filetages profonds, il est recommandé d'usiner en deux passes.

Le présent chapitre présente les opérations de finition avec les outils de grande taille Ingersoll MicroMILL.

Bases de l'usinage de finition

Quand cela est possible, l'usinage de finition doit toujours se faire avec une fraise de grande taille. Le principe du procédé est que toutes les plaquettes participant à la coupe présentent une arête secondaire parallèle à la surface à fraiser, cette arête secondaire ayant une longueur supérieure de 1-1,5 mm à l'avance par tour.

L'effet du procédé de finition large repose sur le principe que toutes les plaquettes sur la périphérie enlèvent de la matière à l'aide de leur arête primaire et que toutes les arêtes secondaires lissent la surface de la pièce.

Quand la broche fait un tour complet, l'arête dépassant le plus corrige le défaut de planéité et la rugosité que la plaquette précédente a laissé derrière elle. C'est ce qui permet de produire une surface plane et lisse d'une grande qualité.

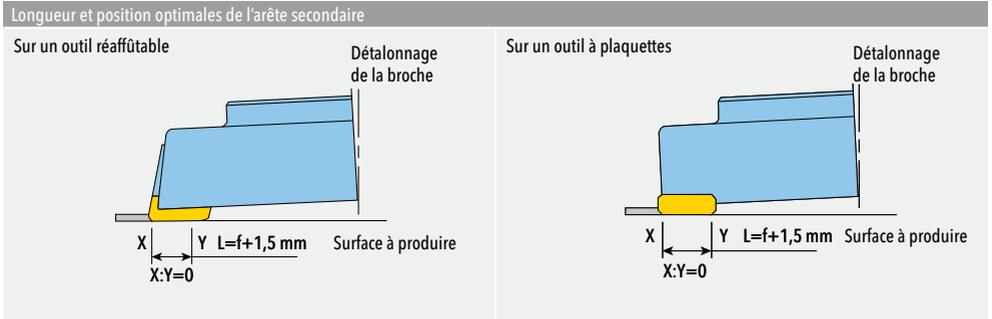
Usinage de finition

Après un certain temps, l'arête la plus haute va s'user plus rapidement au niveau de l'arête secondaire que les autres arêtes. À ce moment-là, ce sont les autres arêtes qui entrent en jeu jusqu'à ce que la fraise se soit stabilisée à un certain niveau de battement.

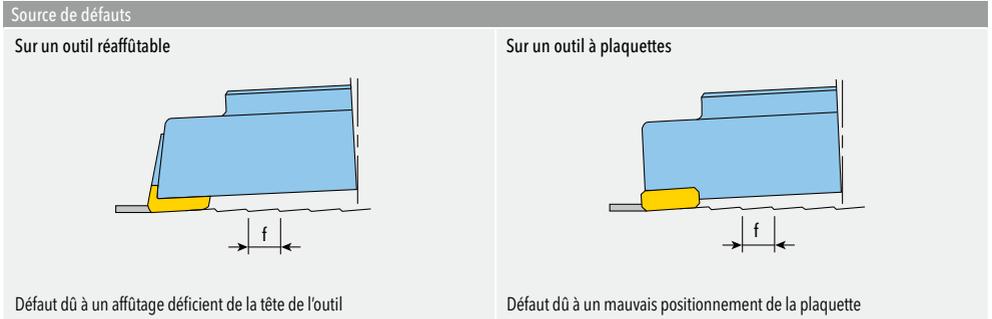
L'expérience a toutefois montré qu'une racleuse unique affiche une durée de vie trop courte. C'est pourquoi, si la stabilité de la pièce le permet, toutes les plaquettes participant à la coupe doivent être équipées d'arêtes de finition larges.

Sur les pièces particulièrement instables, il est toutefois possible de mettre chaque 2^e arête en retrait, soit en l'affûtant si elle est fixe, soit par réglage si c'est une plaquette de coupe. Ceci permet de diminuer la pression axiale exercée par la fraise. La planéité de la surface fraisée peut ainsi être améliorée et les vibrations grandement prévenues.

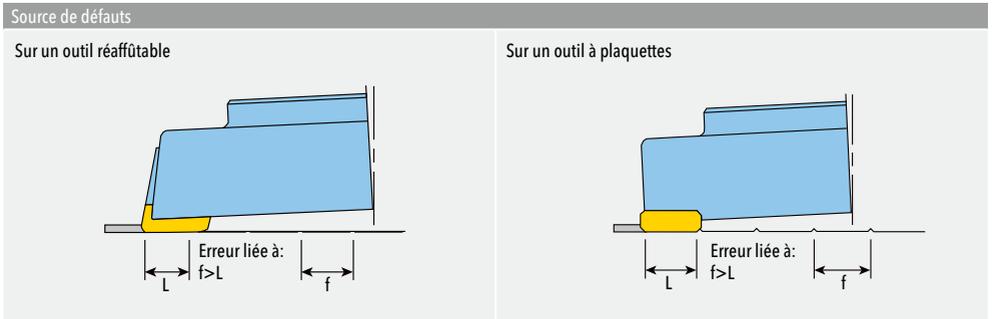
L'exemple ci-après représente un comparatif entre les caractéristiques d'un outil de finition réaffûtable correctement conçu et un outil de finition à plaquettes de coupe réversibles.



La position de l'arête secondaire est parallèle à la surface à produire et fait environ 1,5 mm de longueur en plus que l'avance par tour (f).



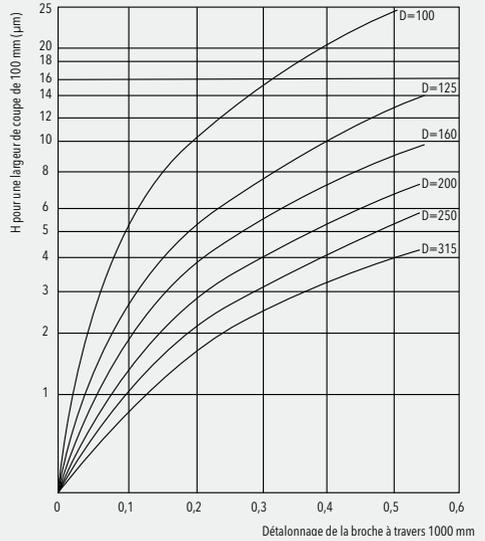
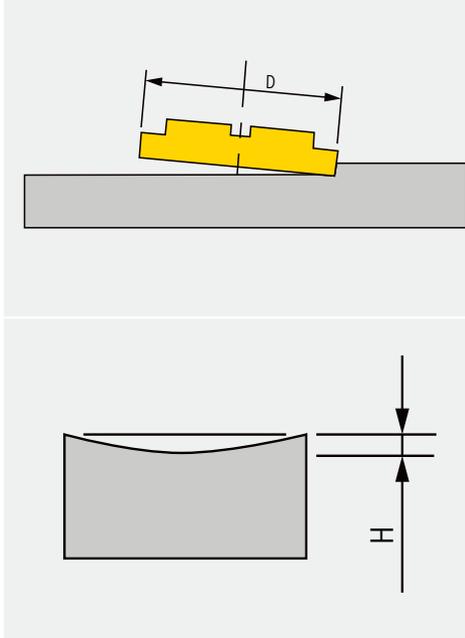
L'arête secondaire n'est pas parallèle à la surface à fraiser.



La longueur de l'arête secondaire est inférieure à l'avance par tour (f).

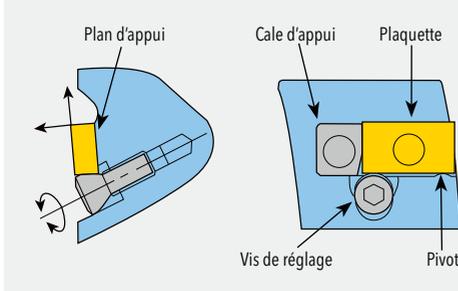
Usinage de finition

Le détalonnage de la broche prévient le réusinage de la pièce par l'outil



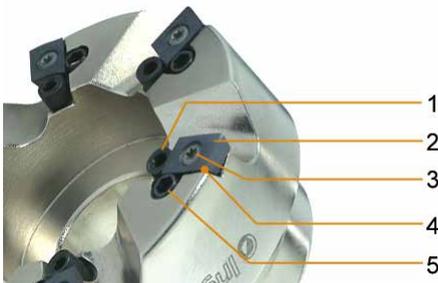
Défaut de forme concave H produit par le détalonnement

Description fonctionnelle



- Faire tourner la vis de réglage pour déplacer tangentiellement la plaquette de coupe dans son logement, le long de son plan d'appui.
- Ceci entraîne également un décalage en hauteur de la plaquette de coupe et donc une modification de la position de l'arête secondaire.
- La position de l'arête secondaire, selon les besoins de l'application et le détalonnage de la broche, peut également être davantage inclinée dans un sens ou dans l'autre.
- Le réglage de la plaquette de coupe se fait normalement une seule fois sur le site de fabrication de la fraise, respectivement lors de la première mise en service de l'outil.

Détails d'une fraise de finition 6F2B

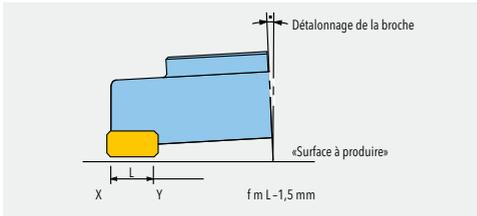


1. Pion excentrique
2. Plaquette
3. Vis de serrage
4. Point de basculement
5. Vis de réglage

Instruction d'utilisation / Usinage de finition

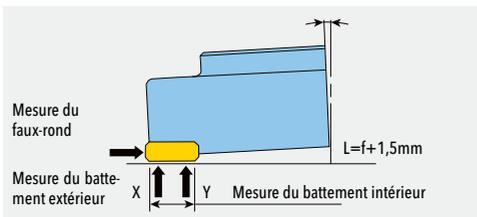
Avance par tour maximale

L'avance par tour maximale (f) doit être au minimum 1,5 mm plus petite que la longueur (L) de l'arête de coupe. Se référer à la désignation de l'outil pour les séries d'outils ayant des longueurs d'arêtes de coupe différentes.

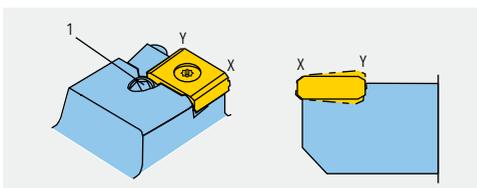


Réglage de la plaquette racleuse

Avec le brevet de réglage Ingersoll, la position angulaire de la racleuse peut être ajustée en fonction des paramètres de coupe. Si une correction doit être apportée en raison de conditions particulières, la position de la racleuse peut être ajustée en actionnant la vis 1. S'assurer que la vis plaquette soit desserrée avant le réglage. Dans la série 6F2B, la vis de réglage $Y > X$ est à actionner en la tournant dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et sur la série 6MKD, 6JDR, 6FBB et 6FEE, à actionner dans le sens des aiguilles d'une montre.



Le battement est mesuré à l'intérieur et à l'extérieur, c'est-à-dire en Y et en X . Des écarts de 0,01-0,015 mm sont admissibles. On note toutefois, que le battement sur le côté intérieur (en Y) est souvent moins bon que le battement extérieur (en X), car pour le dernier, la tolérance de la plaquette s'ajoute à la dispersion du réglage de l'arête secondaire. Le faux-rond doit être inférieur à 40 μm . Le battement nécessaire est obtenu par échange des plaquettes de coupe entre elles.

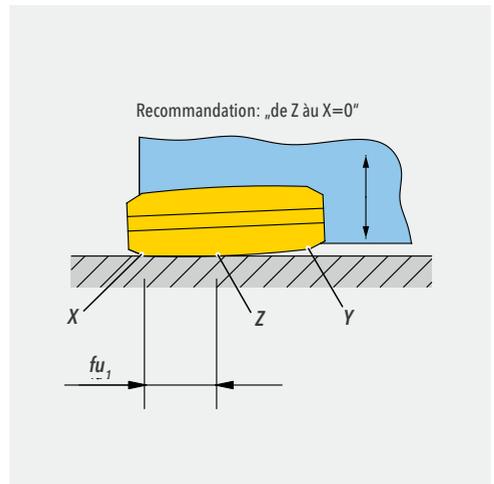


Recommandation de réglage de l'arête secondaire

Les outils Ingersoll MicroMill sont livrés avec un réglage de l'arête secondaire dépendant du diamètre. Dans certains cas, la position de l'arête secondaire nécessite une adaptation - unique - à l'application particulière.

Il est pour cela nécessaire de régler la hauteur de l'arête secondaire sur le point «Z» au même niveau qu'au point «X». -> «de Z à X = 0»

Cela permet d'atteindre une ondulation optimale de la surface avec une pression axiale minimale. La distance de «Z» à «X» est équivalente à l'avance par tour « f_u ».



Zones de coupe

Grandes zones de coupe:

- Contraintes thermiques élevées
- Vitesses de coupe réduites

Petites zones de coupe:

- Contraintes thermiques réduites
- Vitesses de coupe élevées

C'est pourquoi les valeurs de a_e doivent être définies comme environ 65-75 % du diamètre de l'outil.

Conséquences de la surépaisseur sur la durée de vie

- Des surépaisseurs trop faibles, inférieures au rayon de la plaquette, signifiant une pression de coupe plus élevée car la plaquette repousse le copeau devant elle.
- En cas de surépaisseur trop élevée, l'arête principale est excessivement sollicitée.
- La surépaisseur n'a aucun effet sur l'arête secondaire.

Usinage de finition

Modification d'avance avec des largeurs de passe réduites et élevées

- En cas de largeur de passe réduite, l'avance peut être augmentée car la valeur hm devient plus petite.
- Pour les largeurs de passe élevées, l'avance doit au contraire être réduite.

Contre-mesures en cas de conditions négatives

Conditions négatives	Mesures de correction
Prise de pièce trop malléable	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser un moyen de serrage adapté • Ajouter des éléments de serrage
Pièces ductiles	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire le nombre des plaquettes de coupe • En cas de grandes dimensions: adapter les conditions de coupe
Longueurs d'attachements importantes	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les gros diamètres : Utiliser de préférence un appui plan • Pour les petits diamètres : prévoir un maintien approprié

Erreurs et corrections des défauts

Erreur	Correction des défauts
Ondulation	Vérifier le jeu des guidages et de la broche de la fraiseuse Vérifier le serrage Remarque: L'ondulation n'est pas provoquée par l'outil!
Profil en dents de scie	Aplomb non conforme Rerégler l'outil à l'aide des vis de réglage
Rugosité hors tolérance	Plaquettes de coupe endommagées Marques d'usure de la plaquette atteinte

Problème	Solution										
	Ecaillage de l'arête de coupe	Usure en dépouille extrême	Cratérisation élevée	Arête rapportée	Déformation de l'arête de coupe	Usure en peigne, bris de plaquette	Mauvais état de surface	Broutage, vibrations	Formation & bourrage copeaux	Écaillage arête sur pièce	Surcharge machine
Vitesse de coupe	G	H	H	G	H		G	P			H
Avance à la dent	H	G	H	G	H	H	H	P		H	H
Ténacité du matériau de coupe	G					G					
Résistance à l'usure du matériau de coupe		G	G		G P						
Angle de réglage				P				H	P	H	H
Angle de coupe	H			G P	G P	P		G	P		
Chanfrein de l'arête de coupe	G			P			H			H	
Stabilité, tension	G					G	G	G			
Battement, faux-rond							G	G		P	
Positionnement de l'outil de fraisage						P	P	P		P	
Arrosage, évacuation des copeaux			G	G	P		P		P		
Profondeur de passe	P					P	P	P		H	H
Légende	G: augmenter			H: réduire			P: optimiser				

Consignes de réglage fraise de finition

OCTOPLUS OWHH

Il s'utilise avec de grandes vitesses de coupe sur toutes les fontes avec des plaquettes SiN ou CBN. La gamme OWHH s'adresse aux matières à copeaux courts. Ces fraises peuvent aussi être équipées de plaquettes carbure pour des vitesses de coupe moins élevées. Dans toutes les configurations, le faible nombre de plaquettes de planage réduit la pression axiale sur la pièce.



Conditions de coupe recommandées

Matériau de coupe	ISO	Matière	Profondeur de coupe recommandée ap [mm] Finition	Vitesse de coupe Vc [m/min]	Avance à la dent fz [mm]
HM	K	Fontes GG	0,2-0,5	110-180	0,1-0,25
SiN/CBN			0,2-0,5	450-1000	0,08-0,2

SiN/CBN		HM	
ONCU0505ANN ébauche SiN	ONCX050408FN-WCT finition CBN	ONCU0505ANEN ébauche HM	ONCU050508FN-W finition HM

Attention! Les fraises de finition OWHHxxxR00 peuvent s'utiliser soit avec des plaquettes SiN/CBN, soit avec des plaquettes carbure.

Instructions de réglage

Les logements de finition se règlent de la manière suivante:

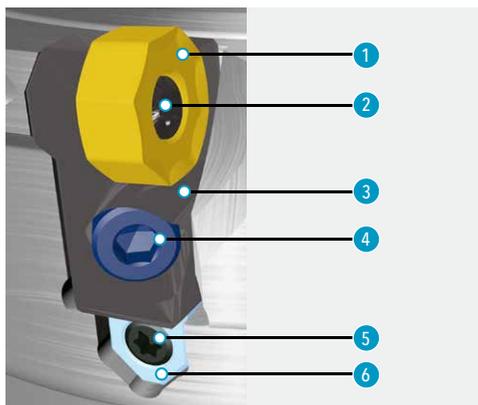
a) Finition sur ébauche:

- Localiser la plaquette d'ébauche la plus haute.
- Régler la plaquette de finition à 0,05 mm au dessus du logement le plus haut en tournant la vis de réglage (5). La vis de fixation (4) doit être desserrée au préalable.
- Une fois le réglage de la hauteur effectué, serrer la vis de fixation (4) à 8 Nm.
- Répéter ces opérations si nécessaire.

b) Faux-rond axial:

Plus le réglage du faux-rond axial est fin (2-4µm), plus l'état de surface obtenu est de bonne qualité.

- Pour le réglage du faux-rond axial, la vis de fixation (4) doit être desserrée afin d'éviter les tensions initiales du système.
- La hauteur de la plaquette augmente en tournant la vis de réglage (5) dans le sens des aiguilles d'une montre.
- Le point le plus haut de la plaquette de finition se situe au milieu de l'arête de planage.
- Resserrer ensuite la vis de fixation (4) à 8 Nm.
- Répéter ces opérations si nécessaire..

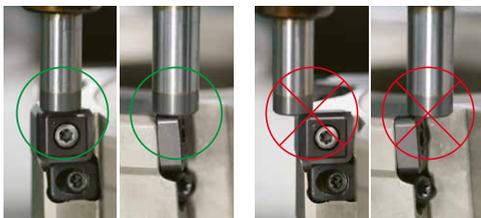


1	Plaquette de finition	ONCU / ONCX
2	Vis de plaquette	SM40-100-10 (4,5 Nm)
3	Cartouche	60H183R02
4	Vis de fixation	DIN 912 M5X16-12.9 (8 Nm)
5	Vis de réglage	SB060-10
6	Coin	PA-5189

Consignes de réglage fraise de finition

QUADPLUS^{FINISH} Désignation

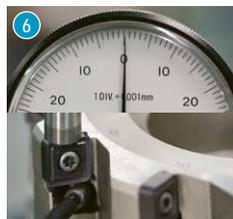
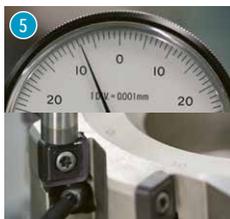
Manipulation correcte du comparateur micrométrique



1 Comparateur micrométrique	4 Coin de réglage
2 Plaquette	5 Vis de réglage
3 Vis de blocage	6 Tournevis



Consignes de réglage



- Positionner le coin de réglage tout en bas [4] en tournant le vis de réglage [5] dans le sens horaire. Ne pas exercer de force trop élevée.
- Nettoyer soigneusement le logement de la plaquette puis monter une nouvelle plaquette. Serrer entièrement la vis de blocage [3], il n'est pas nécessaire de la resserrer par la suite.
- Après le montage de toutes les plaquettes, mesurer le battement de la fraise et identifier la plaquette de coupe la plus haute. Appliquer le palpeur avec prudence pour ne pas endommager les arêtes de coupe.
- En tournant le vis de réglage [5] dans le sens trigonométrique, adapter le cas échéant la cote de la plaquette de coupe la plus haute. Réglage mini de 0,01 mm.
- Ajuster les autres plaquettes de coupe de la même manière à la cote de la plaquette de coupe la plus haute. Amplitude réglage maxi : 0,1 mm. Régler pas-à-pas un battement de 0,005 mm maxi de toutes les plaquettes. En cas d'écart trop important, répéter les étapes 1, 2 et 5.
- Une fois le battement correctement réglé, les vis de blocage n'ont pas besoin d'être resserrées.

Besondere Vorsichtsmaßnahmen

- Lors de la pose des plaquettes de coupe, s'assurer de ce que le coin de réglage est entièrement abaissé. Avant la pose des plaquettes de coupe, veiller également à visser complètement le coin de réglage.
- Toujours nettoyer soigneusement le logement de la plaquette et la plaquette avant la pose ou le retournement de cette dernière. Lors du montage du coin de réglage, veiller également à ce qu'il soit toujours suffisamment vissé pour toucher le fond du logement de la plaquette. Veiller alors là aussi à la position de la vis de réglage.

FORMMASTER[®] 5V2D...R00

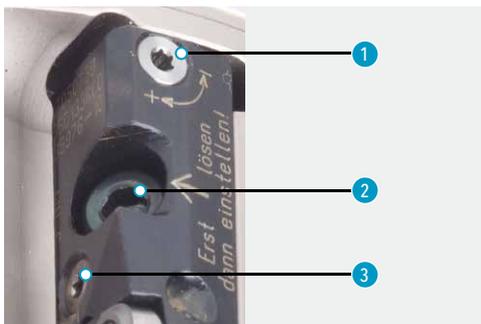
Réglage encliquetable» défini! Plage de réglage : $\pm 0,5$ mm (après pré-réglage en usine)

**Serrer la vis de serrage à 3 Nm!
Pour le réglage, utiliser du Torx6 ou du Torx6Plus!**

Plaquette de coupe réversible CBN (2 arêtes de coupe)
CNHU060310N-001 IN80B (R1); CNHU060304N-001 IN80B (R0,4)



Consignes de réglage



- 1 Décalage de la vis de réglage en axial de 5 μ m par cran en hauteur
- 2 Vis de fixation DIN912 M4 x 12
- 3 Vis de réglage Décalage de réglage 5 μ m par cran au diamètre

Réglage du diamètre

1. Vérifier le diamètre sur le banc de pré-réglage (p. ex. \varnothing 66,02 mm).
2. Dévisser la vis de fixation (2) de la cassette de 2 tours. Décaler la vis de réglage (3) de 4 crans sensibles. Resserrer la vis de fixation (2) à l'aide d'une clé dynamométrique (décalage au diamètre de 4 x 0,005 mm = 0,02 mm).

Réglage axial

1. Vérifier la cote de longueur sur le banc de pré-réglage (p. ex. 135,03 mm).
2. Dévisser la vis de fixation (2) de la cassette de 2 tours. Décaler la vis de réglage (1) de 6 crans sensibles. Resserrer la vis de fixation (2) à l'aide d'une clé dynamométrique (décalage axial de 6 x 0,005 mm = 0,03 mm).

Conditions de coupe recommandées pour la FormMaster V (réglable)

ISO	Matière	Conditions de coupe	IN2005	IN05S	IN80B
P	Acier non allié	Vitesse de coupe vc [m/min]	200-350	-	-
		Avance à la dent fz [mm]	0,1-0,2	-	-
	Acier allié < 800 N/mm ²	Vitesse de coupe vc [m/min]	180-300	-	-
		Avance à la dent fz [mm]	0,1-0,2	-	-
Acier allié < 1100 N/mm ²	Vitesse de coupe vc [m/min]	150-250	-	-	
	Avance à la dent fz [mm]	0,1-0,2	-	-	
K	Fonte grise	Vitesse de coupe vc [m/min]	200-300	-	800-1200
		Avance à la dent fz [mm]	0,1-0,2	-	0,05-0,12
	Fontes	Vitesse de coupe vc [m/min]	180-300	-	600-1000
		Avance à la dent fz [mm]	0,1-0,2	-	0,05-0,12
S	Aluminium	Vitesse de coupe vc [m/min]	-	800-1200	-
		Avance à la dent fz [mm]	-	0,1-0,2	-

- Surépaisseur recommandée pour l'usinage de gorges $a_e = 0,1-0,15$ mm.
- En cas de porte-à-faux important, réduire la vitesse de coupe vc.
- En cas d'usinage de fonte grise (FGL), avec une surépaisseur < 0,1 mm, il est possible d'usiner en tirant.

Consignes de réglage fraise de finition

MICROMILL 5FKX

L'outil est exclusivement conçu pour la finition à grande vitesse de matières à copeaux courts. Dans cette gamme d'outils, un nombre réduit d'arêtes de coupe de finition larges exerce une pression axiale réduite sur la pièce. Pour atteindre de bons états de surface, le battement doit se trouver autour de 3 - 5 µm.

La plaquette de coupe de finition large avec insert CBN recouvre une avance par tour de 6 mm maxi. L'avance par tour doit-on être définie à < 6 mm, toutefois, les avances admissibles à la dent des arêtes périphériques ne doivent pas être dépassées!



Conditions de coupe recommandées:

F_{max} = 6 mm

ISO	Matière	Profondeur de passe recommandée ap [mm] Finition	Vitesse de coupe Vc [m/min]	Avance par dent fz [mm]
K	Fonte grise	0,2-0,5	110-180	0,1-0,25
		0,2-0,5	450-1000	0,08-0,2

Consigne de réglage pour la fraise de finition 5FKX

Le logement de la plaquette de finition se règle avec les degrés de liberté suivants:

a) Réglage du battement:

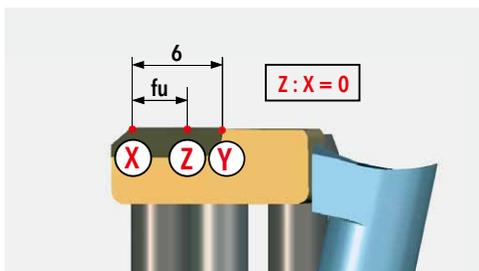
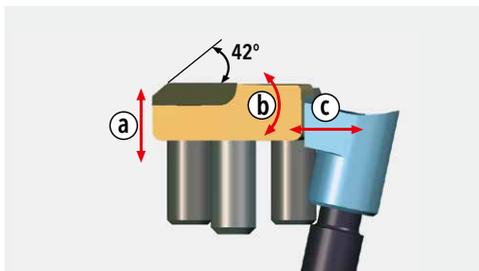
Par rotation régulière des vis de réglage (1 + 2) dans le même sens. (Il est ici recommandé que les arêtes de finition dépassent de l'arête d'ébauche la plus haute). Tourner à droite les vis de réglage (1 + 2) pour réduire le débordement de l'arête de finition, à gauche pour l'augmenter. Veiller à ce que les deux vis de réglage soient décalées pareillement.

b) Réglage de l'arête secondaire:

Tourner la vis de réglage (2) à gauche pour régler $Y > X$.

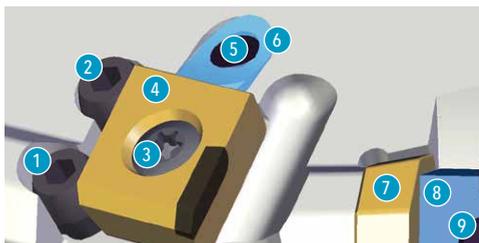
c) Réglage du diamètre:

Par réglage à l'aide de la vis et du coin de réglage (5 + 6). Ici, dans la zone à 42° de l'arête principale, la plaquette de finition avec le SiN doit être au niveau des autres plaquettes, respectivement être en retrait en radial, jusqu'à 0,02 mm. Les réglages mentionnés ci-dessus doivent se faire avec une plaquette de coupe non serrée. Après chaque réglage (a, b, c), resserrer le vis de serrage (3) à 6 Nm.



Pour b): Réglage de la longueur de l'arête secondaire

1	Vis de réglage	SC050-01
2	Vis de réglage	SC050-01
3	Vis à tête noyée	SM50-160-10 (6 Nm)
4	Plaquette (CBN)	YWH454L101
5	Vis gauche-droite	SB060-02
6	Coin de réglage	2M0612-01
7	Plaquette (SiN)	OPDN53-100
8	Coin de bridage	2K0610-01
9	Vis de blocage	SB060-01 (4,5 Nm)



MICROMILL VFBN & VFEN

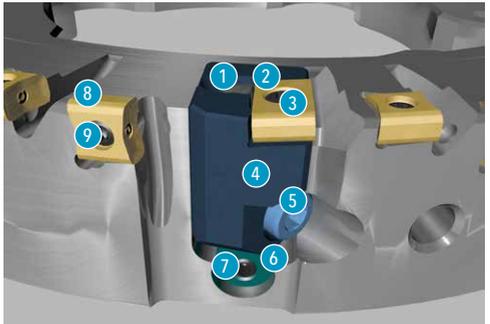
L'outil est majoritairement conçu pour la finition de matières à copeaux courts. Dans cette gamme d'outils, un nombre moindre d'arêtes de coupe de finition large exerce une pression axiale plus faible sur la pièce. Pour atteindre de bons états de surface, le battement doit se trouver autour de 3 - 4 μm . L'avance par tour doit être définie en fonction de l'état de surface ciblé, toutefois, les avances admissibles à la dent des arêtes périphériques ne doivent pas être dépassées.



ISO	Matière	Profondeur de passe recommandée ap [mm] Finition	Vitesse de coupe Vc [m/min]	Avance par dent fz [mm]
K	GG	0,3 - 0,5	110 - 180	0,10 - 0,35
	GGG	0,3 - 0,5	100 - 160	0,10 - 0,35
	GJV	0,3 - 0,5	80 - 120	0,10 - 0,35
	ADI	0,3 - 0,5	80 - 120	0,10 - 0,35

Réglage axial

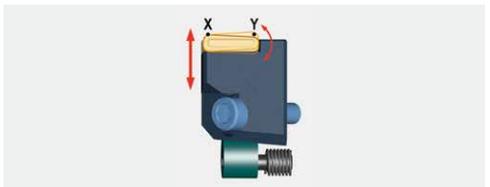
1. Nettoyer l'outil.
2. Monter la plaquette ∇ NND313.111, son battement ne doit pas dépasser 0,025 mm. Serrer la vis de serrage (9) à 3 Nm. Identifier et maintenant la plaquette ∇ la plus élevée.
3. Régler le débordement 'fi nition/ébauche' à l'aide d'une plaquette de coupe YXD (2) au niveau des logements de finition par rapport à la plaquette de coupe ∇ la plus élevée. Dans le réglage standard, la plaquette de coupe ∇ est plus haute de 0,05 \pm 0,02 mm que la plaquette ∇ . À ce moment-là, lors du réglage axial du support (4), resserrer la vis de fixation (5) avec un couple de 10 Nm et mesurer. Corriger une nouvelle fois si nécessaire.
4. Garnir ensuite les 3 logements ∇ restants et effectuer le réglage axial de la même manière jusqu'à l'atteinte d'un battement de 3-4 μm pour la fi nition ou de 4-8 μm pour l'ébauche.
5. À titre de contrôle fi nal, revérifi er le faux-rond et le battement, si nécessaire corriger le diamètre de l'outil et la cote de hauteur



Nr.	Pièce	Désignation
1	Vis de réglage	SC050-14
2	Plaquette de finition réglable	YXD323-101/YXD334-100
3	Vis à tête noyée	SM40-110-00
4	Outil	56B193R00/56D193R00
5	Vis de fi xation	DIN 912 M6X30-12.9
6	Coin de réglage	KR012-002
7	Vis gauche-droite	SB060-01
8	Plaquette	NND313-111
9	Vis à tête noyée	SM30-090-10

Position de l'arête secondaire, de Y à X

En général, le réglage standard en usine suffi t ; toutefois, le réglage de l'arête secondaire développée par Ingersoll peut-être adapté à l'avance par tour exigée.



Pour le réglage de l'arête secondaire, voir pp. 37-38

Consignes de réglage fraise d'ébauche et de finition

ECOMILL 5NKL

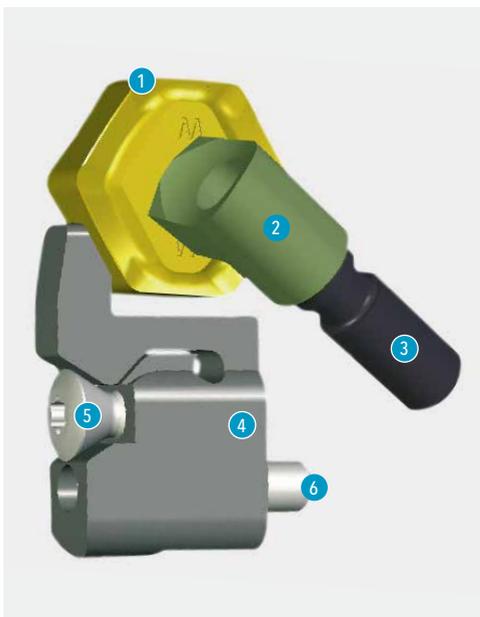
Pour le surfacage de matières à copeaux courts, selon le besoin et les exigences également pour une ébauche avec des états de surface améliorée comme pour la finition. Pour cela, des plaquettes de finition réglables axialement sont prévues dans un nombre dépendant du diamètre de l'outil ; ces plaquettes participent de manière réelle à l'usinage. Pour atteindre de bons états de surface, le battement doit être réglé à environ 4 µm. Il est alors également possible d'avancer à une valeur de f supérieure à celle de la longueur effective de l'arête secondaire de 6,5 mm.



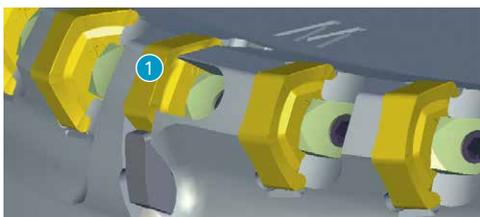
ISO	Matière	Profondeur de passe recommandée ap [mm]			Vitesse de coupe Vc [m/min]	Avance à la dent fz [mm]
		maximal	Égaliser	Finition		
K	GG	7	1 - 1,5	0,3 - 0,5	110 - 180	0,12 - 0,35
	G GG	7	1 - 1,5	0,3 - 0,5	100 - 160	0,12 - 0,35
	GJV	7	1 - 1,5	0,3 - 0,5	80 - 120	0,12 - 0,35
	ADI	7	1 - 1,5	0,3 - 0,5	80 - 120	0,12 - 0,35

Consignes de réglage

1. Nettoyer l'outil.
2. Monter la plaquette ▽ HNCF090516TN-WE, son battement ne doit pas dépasser 0,025 mm. Serrer la vis gauche-droite (3) à un couple de 5 Nm. Rechercher ensuite l'arête la plus élevée.
3. Régler le décalage 'finition/ébauche' à l'aide d'une plaquette de coupe HNCF0905DNN-W (1) au niveau des logements de finition par rapport à la plaquette de coupe ▽ la plus élevée (monter la plaquette ▽ ▽ ▽ avec 'W' fritté vers le haut). Dans le réglage standard, la plaquette de coupe ▽ ▽ ▽ est plus haute de 0,07±0,01 mm que la plaquette ▽. À ce moment-là, lors du réglage de l'élément (4), resserrer la vis gauche-droite (3) avec un couple de 5 Nm et mesurer. Corriger une nouvelle fois si nécessaire.
4. Equiper ensuite les logements ▽ ▽ ▽ restants et effectuer le réglage axial de la même manière jusqu'à l'atteinte d'un battement de 3 - 4 µm pour la finition ou de 4 - 8 µm pour l'ébauche.
5. À titre de contrôle final, revérifier le faux-rond et le battement, si nécessaire corriger le diamètre de l'outil et la cote de hauteur



Nr.	Pièce	Désignation
1	Plaquette de finition réglable	HNCF0905DNN-W
2	Coin de bridage	2M0612-01
3	Vis gauche-droite	SB060-02
4	Vis de butée	AJHN 10N
5	Vis de réglage	SO 40140I
6	Vis de fixation	SM40-110-00



Consignes de réglage fraise de semi-finition / finition

ECOMILL VF2V

Pour les opérations de finition, il est déconseillé de dépasser les avances par tour suivantes:

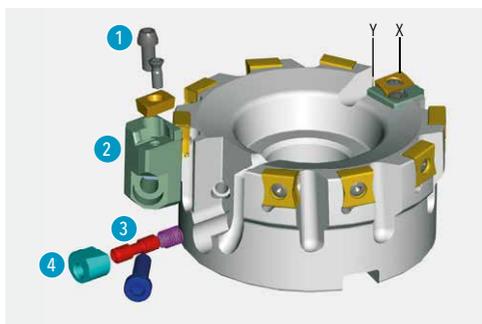
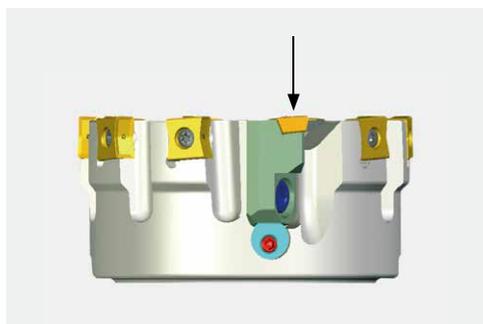
Plaquette	Avance par tour
YDA323L101	8 mm/U
YDA323L114	4 mm/U
NNE324L109	4 mm/U



Les avances par tour doivent être définies en fonction des prescriptions d'état de surface, toutefois, l'avance à la dent admissible des arêtes périphériques ne doit pas être dépassée!

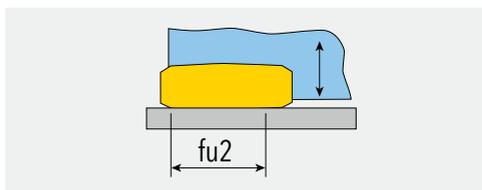
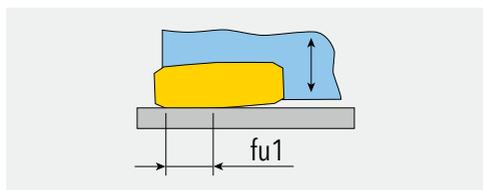
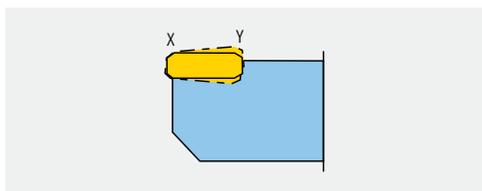
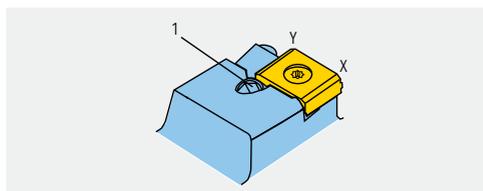
Réglage de la plaquette de finition par rapport à celle d'ébauche

0,08 ±0,02 (réglage d'usine) Peut être réglé par glissement du support de plaquette de coupe (2) et du coin (4) via la vis gauche-droite (3).



Réglage de l'arête secondaire

Avec le réglage Ingersoll breveté, l'arête secondaire peut être adaptée à l'avance par tour demandée. Si en raison des conditions d'exploitation la position de l'arête secondaire doit être corrigée, cela se fait par rotation de la vis de réglage (1). Le réglage ne se fait qu'avec une plaquette de coupe desserrée. Sur la gamme VF2V, le réglage se fait par une rotation à gauche $Y > X$.



Consignes de réglage fraise à dresser

VMAX VK2V

INDICATION: Pour les opérations de finition, il est déconseillé de dépasser les avances par tour suivantes:

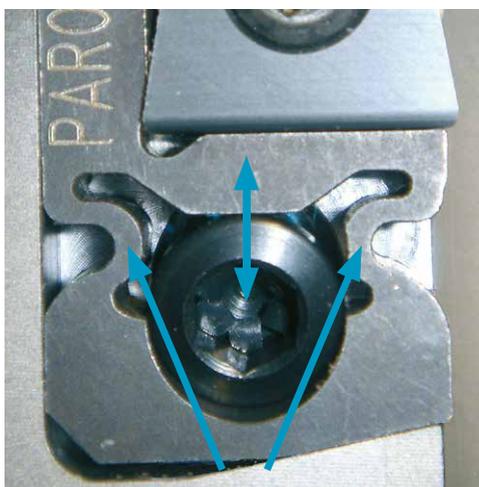
Plaquette	Avance par tour
 YNE324-100	max. 3,8 mm/U
 NYE324R100 (PKD)	max. 3,0 mm/U



Instructions de réglage

Nr.	Pièce	Désignation
1	L-Nest	PAR0615
2	Vis à tête noyée	SM40-120-20
3	Plaquette	NNE324... ou
		NJE324... ou
		YNE324... ou
		NCE325...
4	Vis de réglage	SC05-14

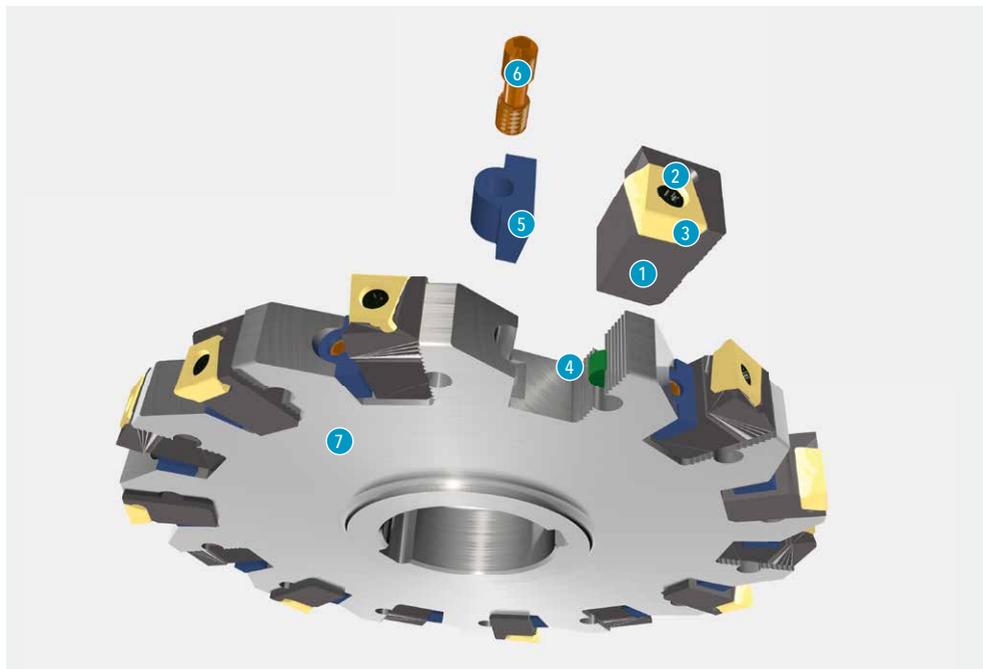
1. Nettoyer l'outil.
2. Défaire d'abord la vis de réglage (4) pour détendre le L-Nest. Visser ensuite la vis de réglage (4) jusqu'au contact avec le L-Nest (pas encore de réglage).
3. Equiper l'outil de plaquette de coupe (3) et serrer légèrement les vis de serrage (2), environ 1 Nm
4. Rechercher le logement de plaquette le plus élevé et l'avancer axialement avec la vis de réglage (4) d'environ 0,02 mm.
5. Serrer maintenant la vis de serrage à 4,5 Nm, maintenir cependant la plaquette de coupe dans son logement.
6. Régler les autres plaquettes de coupe suivant la même procédure, jusqu'à atteindre un battement de 3-4 µm.
7. À titre de contrôle final, revérifier le faux-rond et le battement, si nécessaire corriger le diamètre de l'outil et la cote de hauteur.



Zone flexible

Consignes de réglage fraise disque réglable

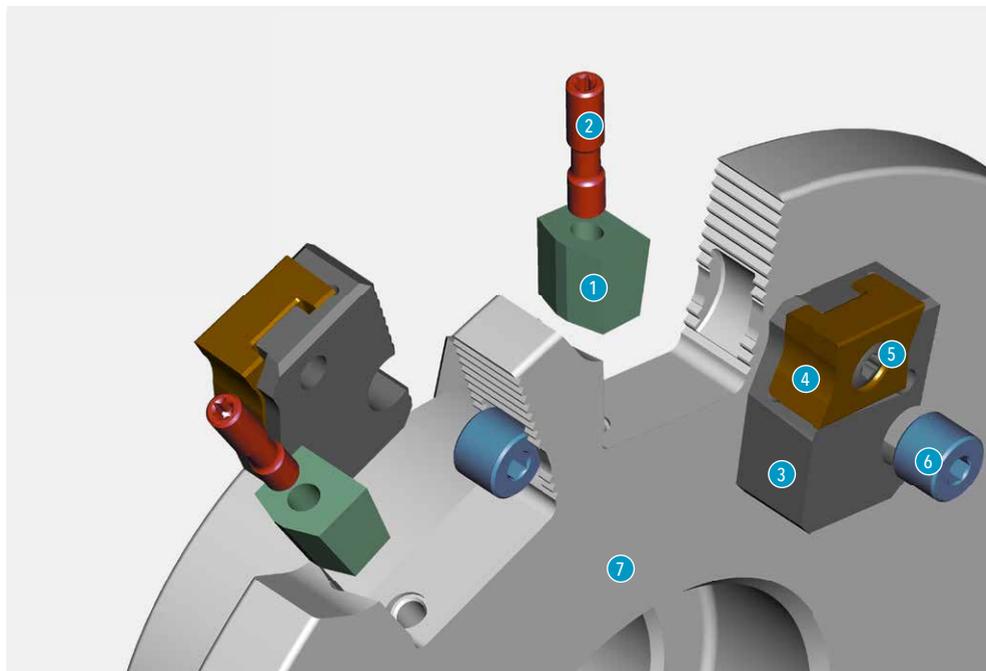
SMAX 4SJ6...



- 1 Monter la vis de réglage [4] légèrement graissée dans le corps d'outil [7].
- 2 Visser la vis gauche-droite [6] légèrement graissée dans le coin de fixation [5], jusqu'à atteinte d'un débordement d'environ 1 mm par rapport à la surface du coin.
- 3 Monter le cartouche [1] dans le corps d'outil [7] de telle manière que la vis de réglage [4] se positionne dans la rainure annulaire du support.
- 4 Fixer le cartouche [1] avec le doigt et positionner le coin de fixation [5] à l'aide de la vis gauche-droite [6] dans le guidage prévu à cet effet dans le corps d'outil [7], le monter sans contrainte ni jeu.
- 5 Répéter les étapes 1 à 4 pour le support vis-à-vis, puis procéder en croix jusqu'à ce que tous les logements de support soient équipés de supports de plaquettes.
- 6 Le réglage de la hauteur et l'ajustement de la largeur de coupe se font ensuite sur les plaquettes [3] vissées dans le support de plaquette de coupe [1] à l'aide de la vis de réglage [4] sur un marbre et à l'aide d'une montre micrométrique, suivant les paramètres et plages de largeur de coupe présentées dans le catalogue. Un banc de contrôle du faux-rond et du battement ou un projecteur de profil I correspondant facilite le travail de réglage.
- 7 Une fois les positions des arêtes souhaitées atteintes, serrer la vis gauche-droite [6] à l'aide d'une clé dynamométrique à 4,5 Nm.
- 8 Répéter les étapes 6 et 7 pour tous les autres supports, jusqu'à ce que l'outil présente la largeur de coupe souhaitée et un battement d'environ 0,02 - 0,03 mm.

Consignes de réglage fraise disque réglable

GOLDSLOT 4VJ5V



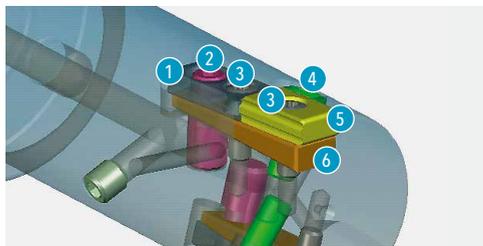
- 1 Monter la vis de réglage [6] légèrement graissée dans le corps d'outil [3].
- 2 Visser la vis gauche-droite [2] légèrement graissée dans le coin de fixation [1], jusqu'à atteinte d'un débordement d'environ 1 mm par rapport à la surface du coin.
- 3 Monter le cartouche [3] dans le corps d'outil [7] de telle manière que la vis de réglage [6] se positionne dans la rainure annulaire du support.
- 4 Fixer le cartouche [3] avec le doigt et positionner le coin de fixation [1] à l'aide de la vis gauche-droite [2] dans le guidage prévu à cet effet dans le corps d'outil [7], le monter sans contrainte ni jeu.
- 5 Répéter les étapes 1 à 4 pour le support vis-à-vis, puis procéder en croix jusqu'à ce que tous les logements de support soient équipés de supports de plaquettes.
- 6 Le réglage de la hauteur et l'ajustement de la largeur de coupe se font ensuite sur les plaquettes [4] vissées dans le support de plaquette de coupe [3] à l'aide de la vis de réglage [6] sur un marbre et à l'aide d'une montre micrométrique, suivant les paramètres et plages de largeur de coupe présentées dans le catalogue. Un banc de contrôle du faux-rond et du battement ou un projecteur de profi I correspondant facilite le travail de réglage.
- 7 Une fois les positions des arêtes souhaitées atteintes, serrer la vis gauche-droite [2] à l'aide d'une clé dynamométrique à 4,5 Nm.
- 8 Répéter les étapes 6 et 7 pour tous les autres supports, jusqu'à ce que l'outil présente la largeur de coupe souhaitée et un battement d'environ 0,02 - 0,03 mm.

Consignes de réglage outil d'ébauche-finition duo

POWERMAX XJ-50004SJ6

Les outils avec logement de plaquette de finition Duo réglable proposent également, en plus du réglage du diamètre, la possibilité de régler la position de l'arête secondaire par rapport à la paroi du perçage. De cette manière, le réglage de l'arête secondaire de la plaquette de coupe (5) peut être adapté à l'avance par tour.

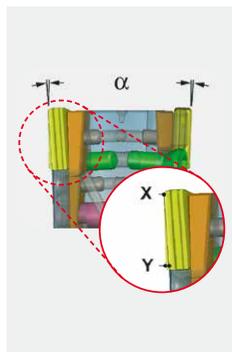
INDICATION: Le réglage de l'arête secondaire n'est pas influencé par un réglage de diamètre ultérieur!



Nr.	Pièce	Désignation
1	Cale d'appui	PA-5039
2	Pion excentrique	PN080-01
3	Vis à tête noyée	SM40-130-00
4	Vis de réglage	SC050-14
5	Plaquette	YCE323-107/108
6	Coin de réglage	GZ-5022

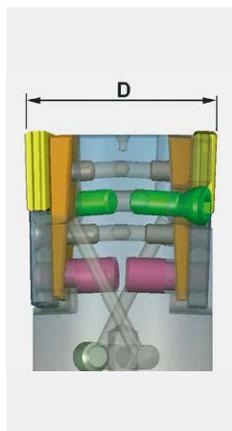
Réglage de l'arête secondaire

1. Nettoyer l'outil, le monter sur un banc de pré-réglage optique et bloquer la broche.
2. Desserrer la vis de réglage (3) d'env. 1/2- à 3/4 de tour.
3. La vis de réglage (4) permet de régler la position diamétrale du point Y par rapport à X :
 - Rotation de la vis de réglage (4) dans le sens horaire : Y augmente diamétralement par rapport à X
 - Rotation de la vis de réglage (4) dans le sens trigonométrique : Y diminue diamétralement par rapport à X
4. Appuyer la plaquette de coupe (5) dans le sens du logement et serrer la vis de serrage (3) à 4,5 Nm.
5. Contrôler la position de X par rapport à Y, corriger le cas échéant.



Réglage du diamètre

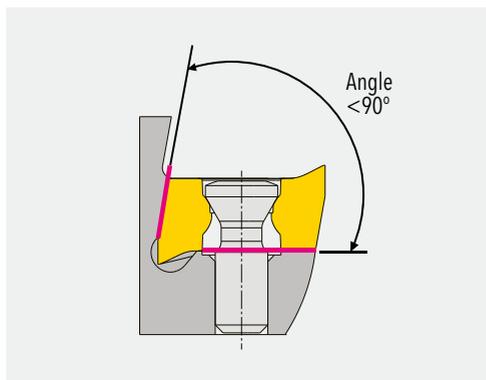
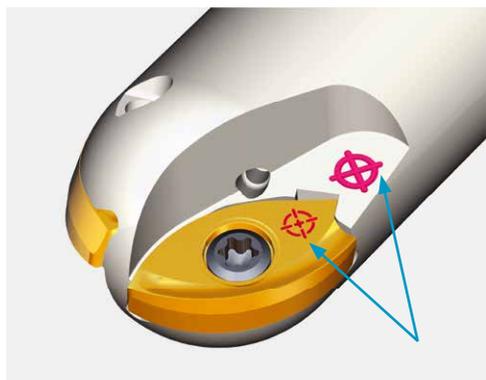
1. Nettoyer l'outil, le monter sur un banc de pré-réglage optique et bloquer la broche.
2. Desserrer les vis de serrage (3) pour la plaquette (5) et la cale d'appui (1) d'env 1/2- à 3/4 de tour.
3. Régler la plaquette de coupe (5) à l'aide du pion excentrique (2) pour le premier réglage de diamètre, sélectionner ici une cote d'env. 0,01 mm plus petite que le diamètre de consigne.
4. Serrer les vis de serrage (3) pour la plaquette (5) et la cale d'appui (1) à un couple de 4,5 Nm.
5. Répéter les étapes 2 à 4 pour le réglage fin. Après la libération des vis de serrage, il est recommandé de retenir le diamètre effectif mesuré, et ensuite, après desserrage, d'ajouter de nouveau la différence de la mesure précédente au diamètre de consigne.
6. Vérifier ensuite et le cas échéant corriger diamètre et faux-rond.



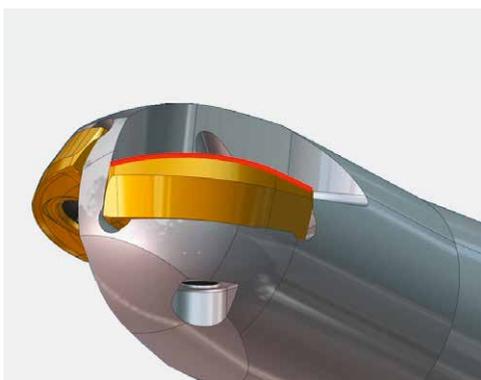
Caractéristiques techniques

PRO^DUO Fraise à bout hémisphérique 1TW

- Un seul type de plaquette pour les deux logements (plaquette centrale/plaquette périphérique).
- Il n'est pas nécessaire de stocker plusieurs types de plaquettes (meilleure gestion de plaquettes)!
- Les plaquettes et les logements possèdent des repères pour un montage correct (protection contre un mauvais positionnement)



Mécanisme en queue d'aronde



Arêtes de coupe hélicoïdales pour une coupe régulière



Appui axial pour un serrage résistant

Caractéristiques techniques

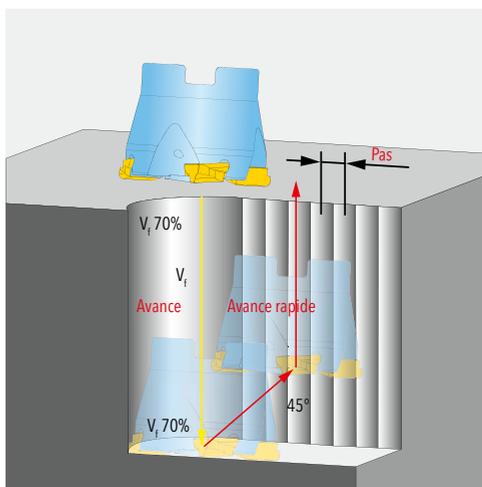
PUNCHIN Fraise à tréfler

Pourquoi PunchIn:

- Réduction significative des temps d'ébauche
- Diminue le temps d'usinage des pièces
- Volume de copeaux très élevé
- Coupe douce
- Particulièrement indiqué pour des profils profonds
- Utilisation efficace à partir de 2,5xD
- Efforts principalement axiaux, contraintes radiales faibles

Conseil pour le tréflage:

- Lors de l'attaque et de l'usinage du fond, réduire l'avance de 70-80 % sur env. 3 mm
- Pour l'usinage d'aciers inoxydables, ne pas réduire l'avance à l'attaque
- Il est recommandé de se dégager du contour avant de remonter l'outil du plan de sécurité ; suivant la pièce et le diamètre, de 0,3-1 mm



Exemples d'outils adaptés aux tréflage



DHU...X_R00



PHU...X



15V1D...X



15V1G...X



Fraise à rainurer rayonnée



SHU...R50/51



5V2D



5V6G



FHU...X



QHU...F/E

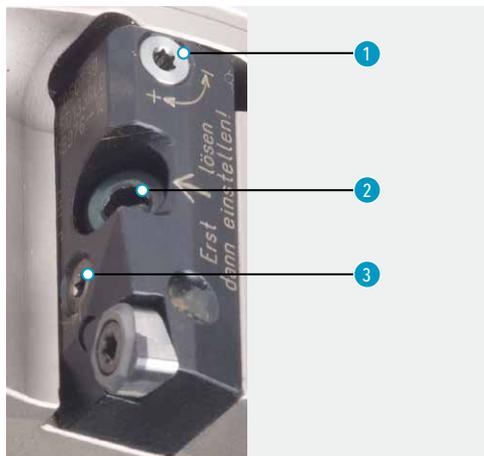


12U5... queue en carbure

Caractéristiques techniques

FORMMASTER Fraise de finition réglable 5V2D...R00

Consignes de réglage



Cassette: 7050739 65D133R00

- | | |
|---|--|
| 1 | Vis de réglage Décalage en axial de 5 µm par cran en hauteur |
| 2 | Vis de fixation DIN912 M4 x 12 |
| 3 | Vis de réglage Décalage de réglage 5 µm par cran au diamètre |

«Réglage encliquetable» défini! Plage de réglage : ± 0,5 mm (après préréglage en usine)

**Serrer le vis de serrage à 3 Nm!
Pour le réglage, utiliser du Torx6 ou du Torx6Plus!**

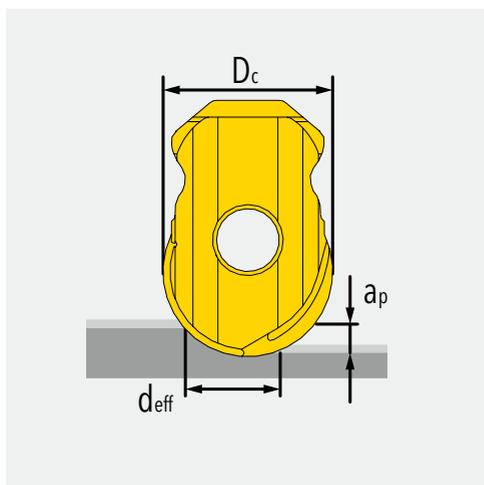
Réglage du diamètre

1. Vérifier le diamètre sur le banc de pré-réglage (p. ex. Ø 66,02 mm).
2. Dévisser la vis de fixation (2) de la cassette de 2 tours. Décaler la vis de réglage (3) de 4 crans sensibles. Resserrer la vis de fixation (2) à l'aide d'une clé dynamométrique (décalage au diamètre de 4 x 0,005 mm = 0,02 mm).

Réglage axial

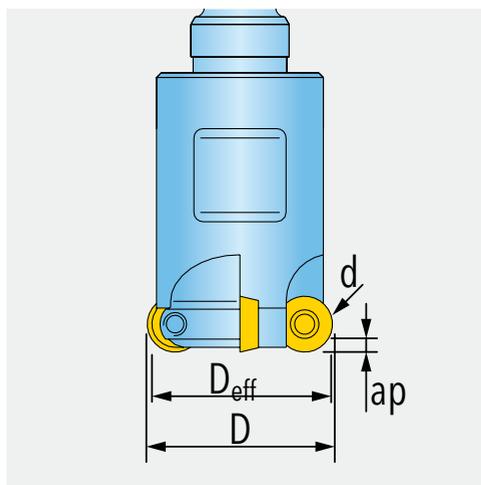
1. Vérifier la cote de longueur sur le banc de pré-réglage (p. ex. 135,03 mm).
2. Dévisser la vis de fixation (2) de la cassette de 2 tours. Décaler la vis de réglage (1) de 6 crans sensibles. Resserrer la vis de fixation (2) à l'aide d'une clé dynamométrique (décalage axial de 6 x 0,005 mm = 0,03 mm).

Mesure du diamètre effectif



Influence de la géométrie de l'outil sur la vitesse de coupe effective

$$d_{\text{eff.}} = 2 \times \sqrt{a_p \times (D_c \times a_p)}$$



15B1E030043X8R00
RHHW0802MOTN IN2006

Outil Ø mm: 30
Plaquette Ø mm: 8

$$d_{\text{eff.}} = 2 \times \sqrt{a_p \times (d - a_p)} + (D - d)$$

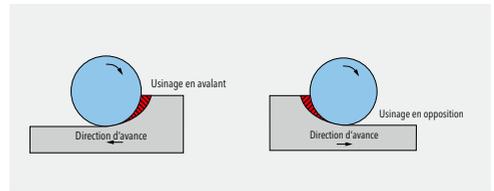
a_p mm: 0,4
Ø outil eff. mm: env. 25,5

Fraises carbure monobloc

Formules générales

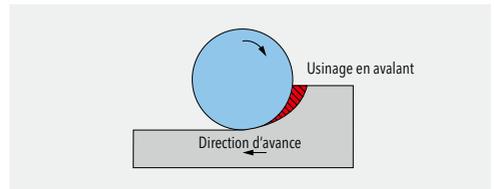
Taille	Unité	Formule
Vitesse de rotation:	tr/min	$n = \frac{v_c \times 1000}{D \times \pi}$
Vitesse de coupe:	m/min	$v_c = \frac{D \times \pi \times n}{1000}$
Vitesse d'avance:	mm/min	$v_f = f_z \times Z_{\text{eff}} \times n$
Avance à la dent:	mm	$f_z = \frac{v_f}{Z_{\text{eff}} \times n}$
Épaisseur moyenne d'usinage:	mm	$h_m = f_z \times \sqrt{a_e/D}$
Temps d'utilisation maximal	min	$t_h = \frac{L \times i}{V_f}$

Usinage tendre



Privilégier l'usinage en avant!

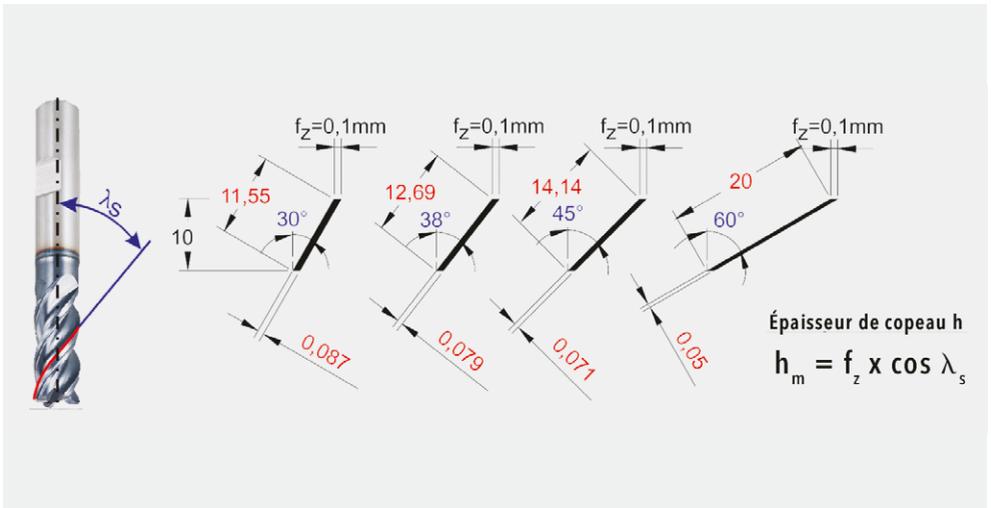
Usinage dur > 50 HRC



Privilégier l'usinage en avant!

Épaisseur de copeau h

L'épaisseur de copeau diminue quand l'angle d'hélice augmente!



Légende			
vc = Vitesse de coupe	fz = Avance à la dent	Q = Débit de copeaux	L = Longueur d'usinage
D = Diamètre d'outil	vf = Vitesse d'avance	ae = Largeur de prise	i = Nombre de coupes
n = Vitesse de rotation	z = Nombre de dents effectives	ap = Profondeur de passe	hm = Épaisseur moyenne du copeau
π = Pi (3,1415...)	h = Surépaisseur d'usinage	th = Temps d'utilisation maxi	E% = Pourcentage de prise
λs = Lambda (angle d'hélice)			

Montage du ChipSurfer

CHIPSURFER

Étape 1

Serrage du ChipSurfer à la main (III. 1), jusqu'à ce qu'on voie une fente dans l'espace de l'interface (III. 2)

Étape 2

Serrer le ChipSurfer de ¼ de tour (III. 3)

Étape 3

Vérifier à l'aide de la jauge d'épaisseur le bon positionnement du ChipSurfer.

La jauge d'épaisseur ne doit pas passer entre le porte-outil et le ChipSurfer (III. 4)

Si la jauge passe, resserrer le ChipSurfer, jusqu'à ce qu'elle ne passe plus dans la fente (III. 5)

INDICATION: Une clé dynamométrique pré réglée (gamme DT) est disponible sur demande.

III. 1: Serrer à la main



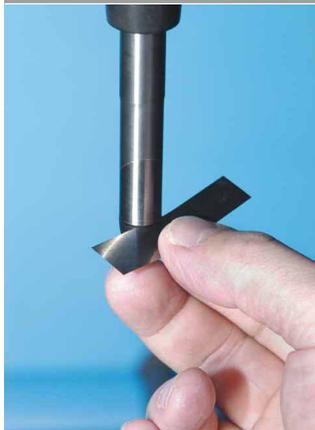
III. 2: Espace dans l'interface



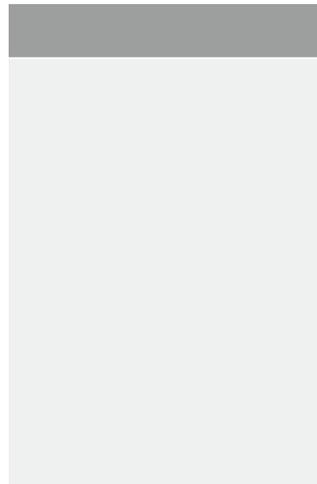
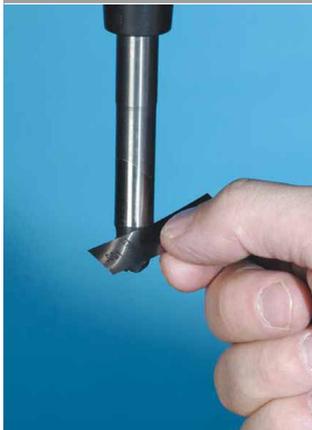
III. 3: Serrage dans l'attachement



III. 4: La jauge d'épaisseur NE DOIT PAS passer dans la fente de l'interface



III. 5: Assise correcte

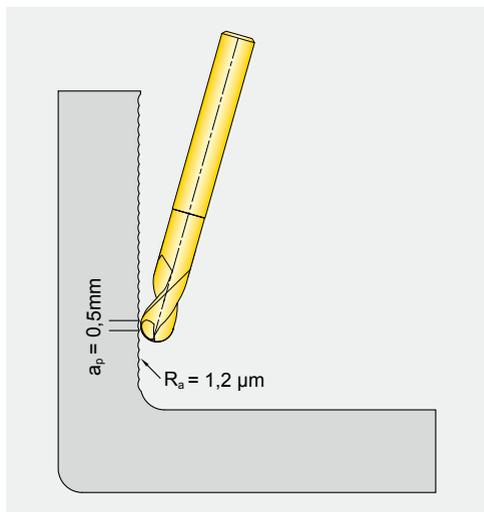


Informations techniques fraise de finition à segment circulaire

CHIP SURFER Fraise tonneau 46W...

La version non revêtue de la nuance IN05S avec goujures polies couvre les opérations d'usinage dans l'aluminium. La version revêtue dans la nuance IN2005 avec une géométrie d'arêtes spéciale offre les meilleurs résultats dans le secteur des moules et matrices et dans le secteur aéronautique. Les nuances IN05S et IN2005 sont idéales pour l'usinage de l'aluminium, des aciers du groupe P, des aciers inoxydables du groupe M et des matières difficiles du groupe S.

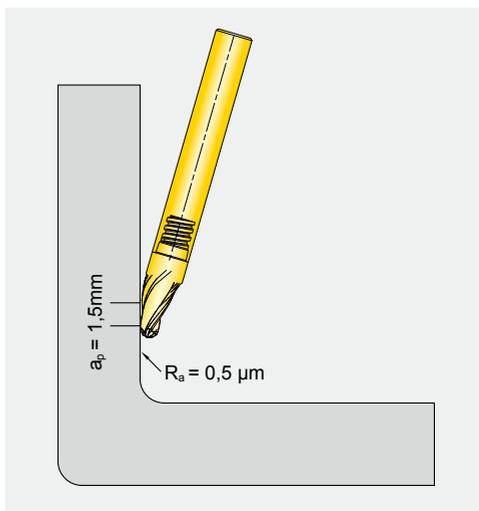
Par rapport aux fraises à bout sphérique, le profil des arêtes à trois rayons autorise des ap trois fois plus grandes, ce qui réduit considérablement les temps de coupe. De plus, le très grand rayon latéral permet un recouvrement léger qui se traduit par une amélioration visible et palpable de la qualité des états de surface. La géométrie conique permet d'usiner des parois < 90° avec efficacité, fiabilité et économie.



La très grande précision du profil des arêtes de coupe d'une tolérance de +/- 10 µm et la tolérance d'indexage du système ChipSurfer de +/- 20 µm permettent de changer les têtes de coupe directement en machine, ce qui simplifie la manipulation des outils. Avec le système ChipSurfer qui a depuis longtemps fait ses preuves, toutes les versions d'allonges de queue sont disponibles.

Les queues courtes, les allonges carbure antivibratoires et les queues métal lourd permettent d'adapter les fraises coniques ChipSurfer à toutes sortes de besoins en termes de machines, d'usinage de cavités et de configurations de pièces.

Un système de CAO/FAO adapté est nécessaire avec ces outils pour programmer les opérations d'usinage multi-axes avec des fraises coniques et pour convertir les stratégies d'usinage, par exemple la stratégie « Advanced Toolform » de Work NC.



Avantages

- Outil de finition très économique pour l'usinage multi-axes et pour les parois < 90°
- Qualité améliorée des états de surface
- Usinage jusqu'à 3 fois plus rapide qu'avec les fraises à bout sphérique
- Profil de fraise à triple rayon
- Têtes de fraises interchangeables exclusives idéales pour les moules et matrices, l'usinage de l'aluminium et le secteur aéronautique, notamment pour les aubes de turbines, les rotors et les turbines dans ce dernier secteur
- Ø8/Ø10/Ø12/Ø16
- Géométrie non revêtue pour l'aluminium, géométrie revêtue pour les aciers
- Queues en acier, carbure et métal dense
- Précision du profil +/- 10 µm ;
précision des changements d'outils +/- 20 µm

Têtes de fraisage et conditions de coupe



Géométrie aluminium - IN05S



Géométrie aciers - IN2005

CHIP SURFER Fraise lentille de finition 46D... avec arrosage par le centre

Les fraises en bout lentille sont conçues pour effectuer des opérations de finition plus rapidement qu'avec des fraises à bout sphérique standard en offrant de meilleurs états de surface. La géométrie en bout de précision est rectifiée et permet des pas plus importants dans les opérations de semi-finition et de finition. Le grand rayon assure des transitions plus régulières entre les trajectoires, ce qui se traduit par une meilleure qualité d'état de surface, tant du point de vue tactile que visuel et mesuré. Ces nouvelles fraises seront disponibles dans les diamètres Ø8/Ø10/Ø12/Ø16 et Ø20 mm.

Toutes les fraises disposent de l'arrosage par le centre orienté avec précision sur la zone de coupe, une caractéristique qui prolonge leur durée de vie de manière significative.

Plage d'application

Semi-finition et finition multi axes de blisks, roues de soufflantes et aubes de turbines dans le secteur aéronautique et applications dans le secteur des moules et matrices ainsi que dans la mécanique générale.

La nuance IN2005 combinée à la géométrie spécifique des têtes de fraisage donne d'excellents résultats dans l'aéronautique et dans les moules et matrices. Les aciers du groupe P, les aciers inoxydables du groupe M, les matières difficiles du groupe S et les matières coulées du groupe K peuvent être usinées avec efficacité.



Caractéristiques techniques

La tolérance très serrée du profil des têtes de fraisage de +/- 10 µm et la tolérance d'indexage du système ChipSurfer de +/- 20 µm permettent de changer les embouts de coupe directement en machine, ce qui simplifie la manipulation des outils. Avec le système ChipSurfer qui a depuis longtemps fait ses preuves, toutes les versions de queues sont disponibles. Les queues courtes en acier, les queues carbure antivibratoires et les queues métal dense permettent d'adapter les fraises lenticulaires ChipSurfer à toutes sortes de besoins en termes de machines, d'usinage de

cavités et de configurations de pièces.

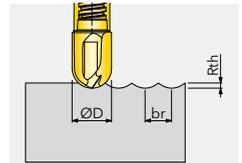
Un système de CAO/FAO adapté est nécessaire pour calculer les opérations d'usinage multi-axes avec les fraises lenticulaires et pour développer des stratégies d'usinage correctes.

Avantages

- Fraises de finition hautes performances
- Meilleure qualité des états de surface et usinage plus rapide qu'avec les fraises à bout sphérique
- Géométrie lenticulaire de précision
- Système de têtes interchangeables exclusif
- Diamètres Ø8/Ø10/Ø12/Ø16/Ø20
- Arrosage par le centre avec 3 orifices de sortie du liquide de coupe
- Queues en acier, carbure et métal dense
- Tolérance du profil des têtes de +/- 10 µm et tolérance d'indexage de +/- 20 µm

Calcul du pas entre trajectoires br

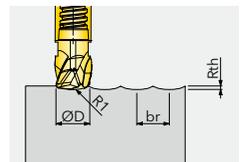
Fraise à bout sphérique



Calcul du pas entre trajectoires br
en fonction de la hauteur de crêtes souhaitée Rth 2,5 µ

Rth:	0,0025 mm
Ø / R:	Ø 8 / R= 4
Formule:	$br = 2x\sqrt{Rth (D - Rth)}$
br:	0,28 mm

Fraise lenticulaire



Calcul du pas entre trajectoires br
en fonction de la hauteur de crêtes souhaitée Rth 2,5 µ

Rth:	0,0025 mm
Ø / R:	Ø 8 / R= 4
Formule:	$br = 2x\sqrt{Rth ((DR1 \times 2) - Rth)}$
br:	0,55mm

Informations techniques fraise de finition à segment circulaire

Comparaison du pas entre trajectoires pour les fraises à bout sphérique et les fraises lenticulaires

Pas entre trajectoires br en fonction d'une hauteur de crêtes souhaitée Rth 2,5 µ

Fraise à bout sphérique		
Ø [mm]	r [mm]	br [mm]
8	4	0,28
10	5	0,32
12	6	0,35
16	8	0,40
20	10	0,45

Fraise lenticulaire en bout		
Ø [mm]	r [mm]	br [mm]
8	15	0,55
10	20	0,63
12	25	0,71
16	35	0,84
20	45	0,95

Pas entre trajectoires br en fonction d'une hauteur de crêtes souhaitée Rth 5,0 µ

Fraise à bout sphérique		
Ø [mm]	r [mm]	br [mm]
8	4	0,40
10	5	0,45
12	6	0,49
16	8	0,57
20	10	0,63

Fraise lenticulaire en bout		
Ø [mm]	r [mm]	br [mm]
8	15	0,77
10	20	0,89
12	25	1,00
16	35	1,18
20	45	1,34

CHIP SURFER Fraise tonneau 48E...

Les fraises à segment de cercle type «tonneau» sont conçues pour effectuer des opérations de finition plus rapidement qu'avec des fraises à bout sphérique ou des fraises toriques standard tout en offrant de meilleurs états de surface. La géométrie tonneau de précision est rectifiée et convient aux décalages de trajectoire importants dans les opérations de semi-finition et de finition. Le grand rayon permet une transition plus fluide entre les passes adjacentes, ce qui améliore la qualité des surfaces sur le plan visuel comme sur le plan de la mesure.

Ces outils sont disponibles en diamètres de 12 mm et 16 mm.

Plage d'application

La fraise tonneau possède une géométrie unique avec six goujures en plus des avantages du système ChipSurfer à têtes interchangeables. Elle convient aux applications de finition d'épaulements à 90° et au dressage de profils verticaux s'il n'y a pas de risques de collisions avec des éléments de bridage ou avec d'autres parties de la pièce. La conception de la fraise tonneau permet une utilisation sur des machines 3 axes pour lesquelles l'usinage de cavités profondes représente un véritable défi.

La nuance IN2005 associée à la géométrie spéciale des arêtes de coupe garantit de bons résultats dans le secteur des moules et matrices ainsi que dans l'aéronautique. Les aciers du groupe P, les aciers inoxydables du groupe M, les matières difficiles du groupe S et les matières coulées du groupe K peuvent être usinées avec efficacité.

Caractéristiques techniques

La très grande précision du profil des arêtes de coupe d'une tolérance de +/- 10 µm et la tolérance d'indexage du système ChipSurfer de +/- 20 µm permettent de changer les embouts de fraisage directement en machine, ce qui simplifie la manipulation des outils. Avec le système ChipSurfer qui a depuis longtemps fait ses preuves, toutes les versions d'attachements à queues sont disponibles. Les queues courtes en acier, les allonges carbure antivibratoires et les queues métal lourd permettent d'adapter les fraises tonneau ChipSurfer à toutes sortes de besoins en termes de machines, d'usinage de cavités et de configurations de pièces.

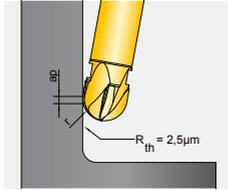
Un système de CAO/FAO adapté est nécessaire pour calculer les opérations d'usinage multi-axes avec les fraises à segment de cercle et pour développer des stratégies d'usinage correctes.

Avantages

- Fraises de finition très économiques
- Meilleure qualité des états de surface et usinage beaucoup plus rapide qu'avec les fraises à bout hémisphériques
- Géométrie à segment de cercle de précision
- Système de têtes interchangeables rapide
- Diamètres Ø12/Ø16 mm
- Queues en acier, carbure et métal dense
- Précision du profil +/- 10 µm;
Précision d'indexage +/- 20 µm

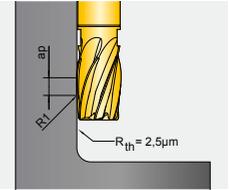
Calcul de la valeur du pas ap

Fraise à bout sphérique



Calcul du pas entre trajectoires br en fonction de la hauteur de crêtes souhaitée R _{th} 2,5 μ	
R _{th} :	0,0025 mm
Ø / R :	Ø 12 / r = 6
Formule:	$br = 2x\sqrt{R_{th} (D - R_{th})}$
ap:	0,35 mm

Fraise tonneau



Calcul du pas entre trajectoires br en fonction de la hauteur de crêtes souhaitée R _{th} 2,5 μ	
R _{th} :	0,0025 mm
Ø / R :	Ø 12 / R1 = 70
Formule:	$br = 2x\sqrt{R_{th} ((DR1 \times 2) - R_{th})}$
ap:	1,18 mm

Comparaison du pas entre trajectoires pour les fraises à bout sphérique et les fraises tonneau

Pas entre trajectoires br en fonction d'une hauteur de crêtes souhaitée R_{th} 2,5 μ

Fraise à bout sphérique		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	6	0,35
16	8	0,40

Fraise tonneau		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	25	1,18
16	35	1,41

Pas entre trajectoires br en fonction d'une hauteur de crêtes souhaitée R_{th} 5,0 μ

Fraise à bout sphérique		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	6	0,49
16	8	0,57

Fraise tonneau		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	25	1,67
16	35	2,00

Pas entre trajectoires br en fonction d'une hauteur de crêtes souhaitée R_{th} 10,0 μ

Fraise à bout sphérique		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	6	0,69
16	8	0,80

Fraise tonneau		
Ø [mm]	r [mm]	ap [mm]
12	25	2,37
16	35	2,83

Informations techniques fraise de finition à segment circulaire

HIPOSPRO® Fraise à copier 12L8J

Les fraises de semi-finition et finition de la gamme HiPosPro® sont conçues pour l'usinage de parois à 90° ou inclinées, des opérations qui sont traditionnellement effectuées avec des fraises à plaquettes rondes, mais elles sont plus efficaces et productives. La forme spéciale à segment de cercle des arêtes de coupe autorise des trajectoires de coupe plus longues et des avances plus élevées sans dégradation des états de surface.

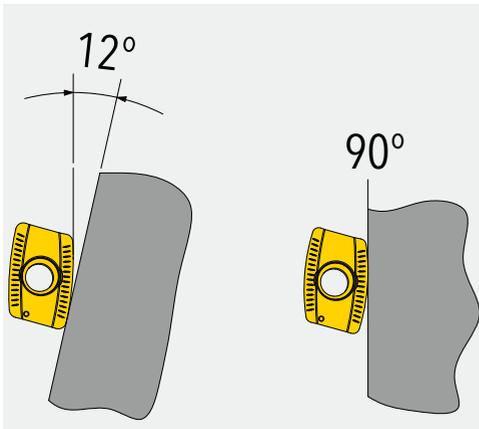
La nouvelle gamme comporte des outils à attachement fileté métrique en diamètres Ø16/20/25/35/42 et des outils de précision avec l'attachement Ts éprouvé en diamètres Ø16/20/25. Les diamètres et attachements qui ne sont pas disponibles en standard peuvent être fabriqués sur commande en semi-standard.

Plage d'applications

Ces fraises sont spécialement conçues pour le secteur des moules et matrices, mais elles peuvent aussi être utilisées dans d'autres secteurs comme la mécanique générale et l'aéronautique.

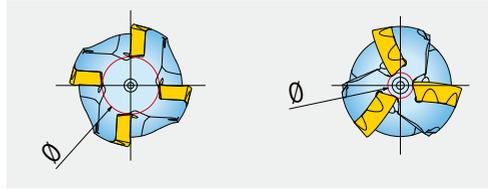
Grâce à l'inclinaison des logements de plaquettes, il est possible d'usiner des surfaces inclinées avec un angle maximum de 12° sans modifier l'inclinaison de la broche.

Les nuances de coupe proposées couvrent les groupes de matières P/M/K ainsi que les matières trempées du groupe H jusqu'à 54HRC et les matières difficiles du groupe S.

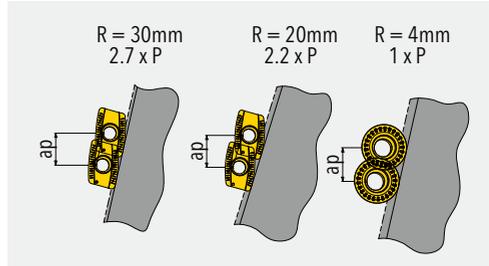


Caractéristiques techniques

- Corps de fraises plus stables que les fraises à plaquette rondes classiques
- Pas fin



- Avances/trajectoires de coupe jusqu'à 2,7 fois plus grandes qu'avec les fraises à plaquettes rondes mais avec la même rugosité de surface théorique Rth.



Avantages

- Plaquettes de finition à segment de cercle
- 2 tailles de rayon et 3 nuances
- Grandes trajectoires de coupe, temps d'usinage plus courts
- Finition d'épaulements à 90° et de plans inclinés de moules avec un angle maximum de 12° sans modifier l'inclinaison de la broche
- Productivité jusqu'à 2,7 fois plus élevée qu'avec les fraises à plaquettes rondes
- Corps de fraises plus stables que les fraises à plaquettes rondes classiques
- Allonges d'outils en acier, métal dur et métal dense

Filetage par interpolation

Comparatif de géométrie entre filetage par interpolation et taraudage classique

- Les fraises à tarauder n'ont pas de pas continu (spirale)
- Les dents du profil sont agencées l'une derrière l'autre
- Le pas est réalisé par une combinaison outil-machine

Avantages du filetage par interpolation

- Profondeur de filet précise
- Pas de dégagement de filet
- Pression de coupe faible, matières difficilement usinables, stabilité du process
- Plus d'inversion de la broche
- Possibilité d'usiner des pièces à parois minces

Calcul du diamètre exact de la fraise à fileter

1. Vérification de la distorsion de profil maximal admissible:

$$\Delta L = \frac{P^2 \times r}{8 \times \pi^2 \times C \times x(R-r) \times R}$$

2. Définition du diamètre maximal admissible de l'outil D_c :

$$D_c = 2 \times \left[\frac{\Delta L \times 8 \times \pi^2 \times C \times R^2}{\Delta L \times 8 \times \pi^2 \times C \times R \times P^2} \right]$$

3. Définition du diamètre minimal d'avant-trou D_2 à l'aide du diamètre d'outil prescrit:

$$D_2 = 2 \times \left[\frac{r}{2} + \frac{r^2}{4} + \frac{P^2 \times r}{8 \times \pi^2 \times C \times \Delta L} \right]$$

Sécurité du process

- Rectitude du filetage garanti
- Pas de problème de copeaux
- Pas d'extraction d'outils cassés par électroérosion

Réduction des temps morts

Un outil pour:

- différents diamètres de filetage avec un même pas
- trou borgne et débouchant
- filetage à droite et à gauche
- verschiedene Gewindetoleranzen (6G, 6H, ...)

Distorsion de profil maximale autorisée	ΔL	=max. 0,02mm
Diamètre d'outil	D_c	
Angle de flanc	w	
$\tan \varphi = C$	C	
Pas	P	
Diamètre d'avant-trou	D_2	
$0,2 \times D_2$	R	
Hauteur de profil	h	
$0,2 \times D_2 \times h$	r	

Estimation

Pour un filetage normal, la valeur usuelle d'une fraise à fileter est de 2/3 maxi du diamètre de perçage.

Exemple: Taraudage M20

20 mm x 0,66 = 13,2 mm (fraise à fileter Ø14 mm)

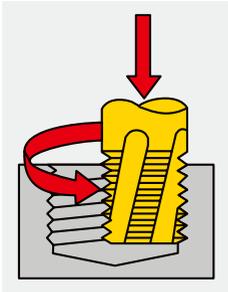
Pour un filetage à pas fin, prendre un facteur de 0,75 comme valeur de référence.

Exemple: Filetage intérieur M20x1,5

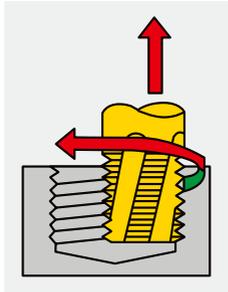
20 mm x 0,75 = 15 mm (fraise à fileter Ø15 mm)

Usinage du filetage complet avec un seul outil

Filetage à gauche

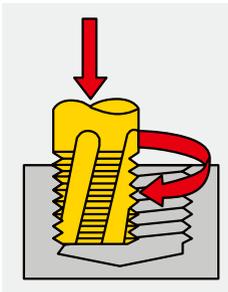


de haut en bas en avant

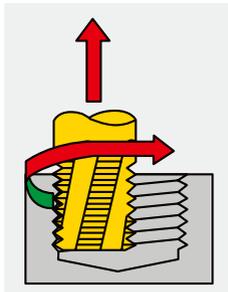


de bas en haut en opposition

Filetage à droite



de haut en bas en opposition



de bas en haut en avant

Gamme d'usinage pour l'opération de filetage par interpolation

En principe, une opération de filetage par interpolation doit se faire en une passe (productivité). Certains paramètres exigent toutefois une opération de filetage par interpolation en plusieurs passes.

Quand plusieurs passes sont nécessaires en radial:

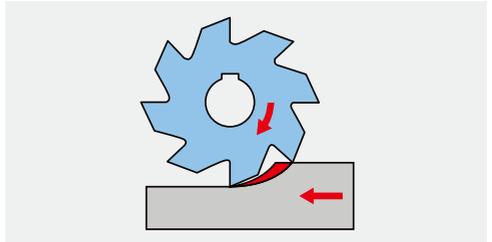
- porte-à-faux important de l'outil (déflexion radiale)
- filetage conique
- pièces à parois minces
- matières traitées
- matières difficilement usinables (austénitique, inconel, titane)

Quand plusieurs passes sont nécessaires en axial:

- filetages longs (longueur du filetage supérieure à la longueur de l'arête de coupe)
- pression de coupe excessive

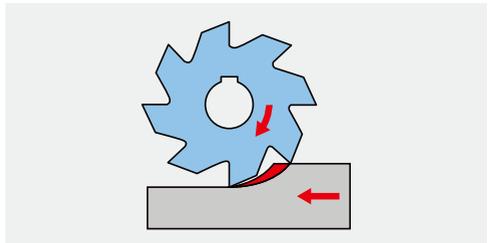
Avantages du fraisage en avant

- Coupe régulière de la fraise à fileter
- Protection de l'arête contre l'écaillage et l'usure en dépouille



Avantages du fraisage en opposition

- Pièces à parois minces
- Quand en avant le filetage devient conique
- Pour les petits diamètres de fraises à fileter

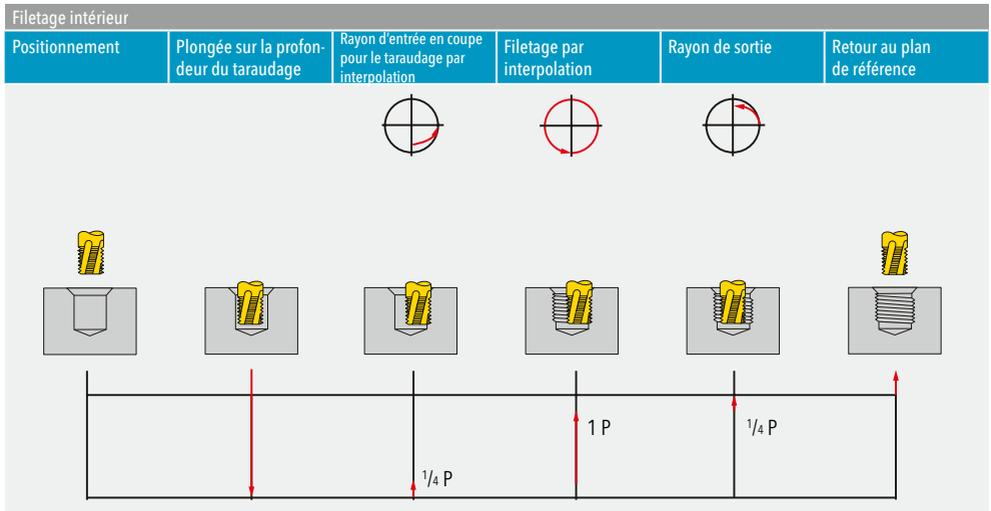


Formules importantes

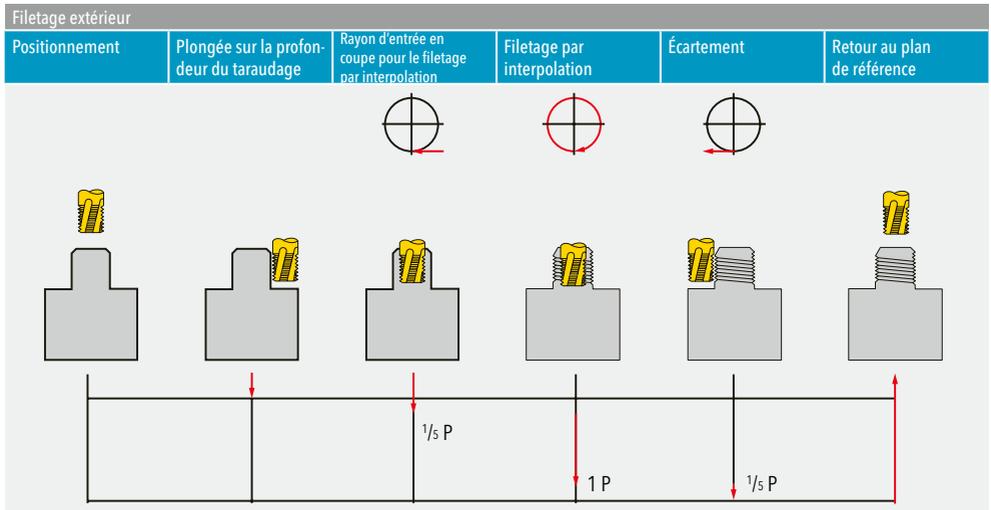
Taille	Unité	Formule
Vitesse de rotation:	min ⁻¹	$n = \frac{v_c \times 1000}{D \times \pi}$
Vitesse de coupe:	m/min	$v_c = \frac{D \times \pi \times n}{1000}$
Vitesse d'avance:	mm/min	$v_f = f_z \times Z_{\text{eff}} \times n$
Avance à la dent:	mm	$f_z = \frac{v_f}{Z_{\text{eff}} \times n}$
Épaisseur moyenne du copeau:	mm	$h_m = f_z \times \sqrt{a_f / D}$
Temps d'utilisation maximal:	min	$t_h = \frac{L \times i}{V_f}$

Filetage par interpolation

Étapes de taraudage par interpolation



REMARQUE: Un taraudage conique est réalisé comme montré ci-dessus, il n'y a que le trou qui est préparé de manière conique.



Un bon serrage de l'outil

Comme les dents de la fraise à fileter sont très fines et très sensibles, il faut impérativement surveiller le faux-rond de la fraise à fileter lors de l'usinage.

Les moyens de serrage adaptés sont:

- Frettage
- Mandrin hydraulique
- Mandrin porte-pince (utiliser des pinces avec un faux-rond réduit (5 µm))

Pour pouvoir atteindre une bonne durée de vie, le faux-rond doit se trouver dans une plage de 3 – 8 µm.

Dans le filetage par interpolation, il convient de veiller à l'avance linéaire que l'on calcule. Comme pour le fraisage par interpolation, il faut distinguer la trajectoire du contour et la trajectoire de l'axe de l'outil. Ceci dépend de la machine, respectivement de sa commande.

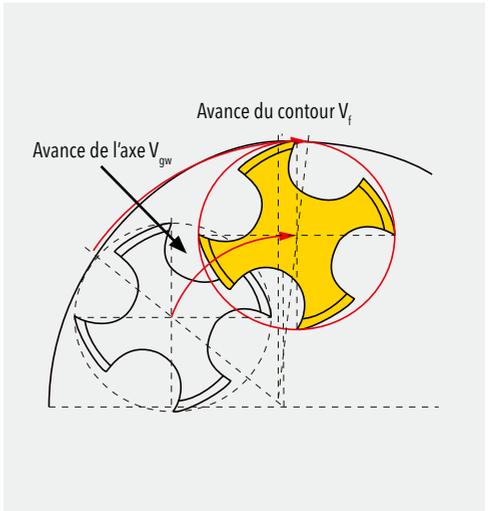
D	Diamètre de filetage [mm]
d	Diamètre de fraise [mm]
V_f	Vitesse d'avance [mm]
V_{an}	Vitesse d'avance de l'axe à l'attaque [mm/min]
V_{gw}	Vitesse d'avance de l'axe [mm/min]

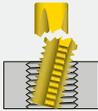
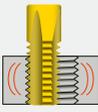
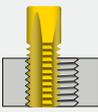
Calcul de la trajectoire de l'axe V_{gw} :

$$V_{gw} = \frac{V_f(D-d)}{D}$$

Calcul de la trajectoire de l'axe à l'attaque V_{an} :

$$V_{gw} = \frac{V_f(D-d)}{D+d}$$



Problème	Cause	Correction
Bris d'outil	 <ul style="list-style-type: none"> • Avance trop élevée • Stabilité de la machine • Bourrage copeaux • Inclusions dans la pièce • Usure d'outil élevée 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire avance • Réduire vitesse de coupe • Modification gamme • Adapter avance • Remplacement outil plus tôt
Vibrations	 <ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de coupe trop élevée • Avance trop faible • Stabilité de la machine • Porte-à-faux trop élevé (profondeur de filetage) 	<ul style="list-style-type: none"> • Adapter vitesse de coupe • Augmenter avance • Adapter conditions de coupe • Réduire vitesse de coupe
Mauvais état de surface	 <ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de coupe trop élevée/faible • Avance trop élevée/faible • Lubrification inadaptée ou absente 	<ul style="list-style-type: none"> • Adapter conditions de coupe • Adapter ou recalculer avance
Usure en dépouille	 <ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de coupe trop élevée • Avance trop faible • Faux-rond • Lubrification inadaptée ou absente 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire vitesse de coupe • Augmenter avance • Vérifier faux-rond • Liquide de coupe adapté
Bris de l'arête de coupe	 <ul style="list-style-type: none"> • Avance trop élevée • Stabilité de la machine • Bourrage copeaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire avance • Adapter conditions de coupe • Vérifier lubrification respectivement type d'outil
Conicité du filetage	 <ul style="list-style-type: none"> • Avance trop élevée • Erreur de gamme • Stabilité du serrage outil • Outil trop faible 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire avance • Vérifier gamme • Système de serrage adapté • Choisir un outil plus stable

Perçage

QUADDRILL®

Application:

- Diamètres de perçage moyens à grands
- Pour profondeurs de perçage jusqu'à 5xD
- Exigence de tolérance moyenne
- Fond de perçage relativement plat
- Débit de copeaux élevé
- Adaptation simple du matériau de coupe
- Reperçage

Plage de diamètres

Foret de perçage à plaquettes QuadDrillPlus:

- Plage de diamètres 2xD: Ø 13–50 mm
- Plage de diamètres 2,5xD: Ø 51–80 mm
- Plage de diamètres 3xD: Ø 12,5–60 mm
- Plage de diamètres 3,5xD: Ø 51–80 mm
- Plage de diamètres 4xD: Ø 13–50 mm
- Plage de diamètres 5xD: Ø 13–41 mm

Fraise à lamer QuadDrillPlus:

- Plage de diamètres version Weldon: Ø 10–48 mm
- Plage de diamètres version à visser: Ø 15–48 mm

Foret à lamer QuadDrillPlus:

- Plage de diamètres version Weldon: Ø 16–40 mm

Diamètres possibles par décalage radial du foret

2xD / 3xD / 4xD		
Ø foret	Désaxage maxi	Ø maxi de foret
13	0,5	~14,0
14	0,5	~15,0
15	0,5	~16,0
16	0,5	~17,0
17	0,5	~18,0
18	0,5	~19,0
19	0,5	~20,0
20	0,5	~21,0
21	0,25	~21,5
22	0,5	~23,0
23	0,5	~24,0
24	0,5	~25,0
25	0,5	~26,0
26	0,25	~26,5
27	0,25	~27,5
28	0,5	~29,0
29	0,5	~30,0
30	0,5	~31,0
31	0,25	~31,5
32	0,25	~32,5
33	0,25	~33,5
34	0,5	~35,0
35	0,5	~36,0
36	0,5	~37,0
37	0,5	~38,0
38	0,5	~39,0
39	0,5	~40,0
40	0,25	~40,5
41	0,25	~41,5
42	0,5	~43,0
43	0,5	~44,0
44	0,5	~45,0
45	0,5	~46,0
46	0,5	~47,0
47	0,5	~48,0
48	0,25	~48,5
49	0,25	~49,5
50	0,25	~50,5

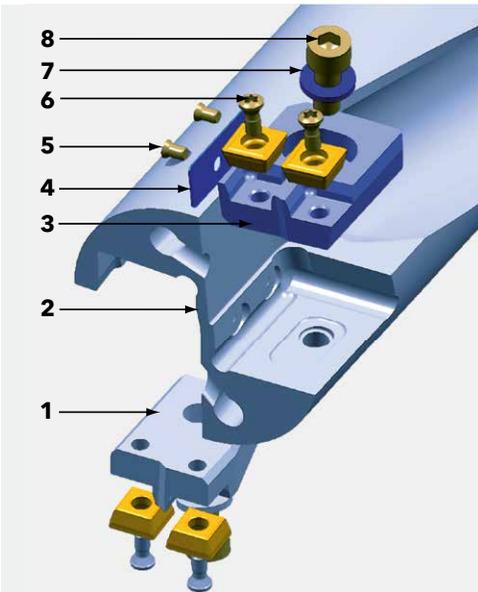
Choisir le foret le plus court possible, pour une excellente performance et une productivité optimale.

Foret à plaquettes et à cassettes:



Chaque foret à plaquettes et à cassettes couvre une certaine plage de diamètres. Le diamètre peut être modifié par ajout ou retranchement de plaques d'ajustement [4].

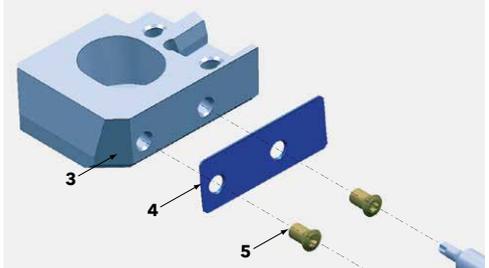
Cette option permet à un seul corps d'outil [2] de percer plusieurs diamètres. La modification de l'épaisseur des plaques d'ajustement permet d'améliorer encore la précision des diamètres.



No	Pièce	No	Pièce
1	Cartouche central	5	Vis de blocage plaque d'ajustement
2	Outil	6	Spannschraube
3	Cartouche périphérique	7	Unterlegscheibe
4	Plaque d'ajustement	8	Klemmschraube Kasette

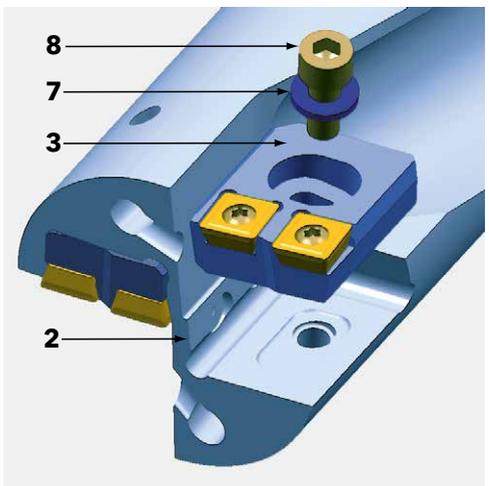
Montage de la plaque d'ajustement:

- Mesurer la bonne plaque d'ajustement [4]: plaque d'épaisseur 0,5 mm = diamètre plus grand de 1 mm
Indication : Le plus petit diamètre de perçage possible est obtenu sans plaque d'ajustement!!
 - Correctement monter la plaque d'ajustement [4] avec les vis de serrage [5] sur le cartouche périphérique [3]. Respecter le gabarit!
- Attention : La plaque d'ajustement ne doit pas dépasser après le montage!**



Montage des cartouches:

- Nettoyer le logement du cartouche et le cartouche [3].
- Poser le cartouche [3] dans son logement et l'appuyer contre ces butées.
- Engager la vis de serrage de la cassette [8] dans la rondelle [7], puis à travers le trou de passage du cartouche [3] dans le filetage du corps d'outil [2].
- Serrer la vis de serrage du cartouche [8] au couple.



Perçage

QUADTWIST

Le foret QuadTwist utilise une plaquette à 4 arêtes de qui se monte au centre et en périphérie. Cela permet une gestion des stocks plus efficace et une réduction des coûts.

De plus, la plaquette est conçue de manière à optimiser l'évacuation des copeaux et à réduire l'effort de coupe. L'efficacité des goujures hélicoïdales et les conduits d'arrosage en spirale garantissent une évacuation fiable des copeaux pendant l'usinage, mais aussi une excellente qualité des surfaces obtenues.

Le positionnement des plaquettes est optimal pour de très bons résultats d'usinage des aciers non alliés et alliés, des matériaux difficiles à usiner, y compris les aciers bas carbone et les aciers de construction.

La ligne de produits QuadTwist couvre à présent les diamètres entre Ø12,0 à Ø50,0 mm pour les longueurs 2xD, 3xD, 4xD et 5xD.

Outils disponibles:

- Tous les diamètres par pas de 1 mm, pour les longueurs 2xD, 4xD et 5xD
- Tous les diamètres entre 12 et 30 mm par pas de 0,5 mm, pour les longueurs 3xD

Caractéristiques d'utilisation:

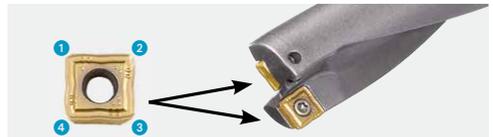
Les forets de la série QuadTwist de Ingersoll sont dotés de plaquettes économiques à 4 arêtes de coupe, de nuance IN2505 ou IN1030, utilisables en coupe périphérique ou au centre.

Revêtement	Vue	Description
IN2530 (PVD)		<ul style="list-style-type: none">• Carbure tenace• En cas de coupe interrompue ou d'écaillages au centre• Pour des vitesses de coupe moyennes
IN2505 (PVD)		<ul style="list-style-type: none">• Premier choix pour les applications générales• Revêtement multicouche• Pour vitesses de coupe moyennes à élevées
IN2510 (PVD)		<ul style="list-style-type: none">• Résistance à l'usure accrue• Résultats de perçages optimaux dans les fontes
IN6505 (CVD) (schwarze Fläche)		<ul style="list-style-type: none">• Carbure micrograin extrêmement résistant à l'usure• Pour l'usinage de l'acier• Utilisable uniquement en périphérie• Pour vitesses de coupe élevées
IN10K (Hartmetall)		<ul style="list-style-type: none">• Excellent usinage des aluminiums• Arête de coupe vive• Effort de coupe réduit à des vitesses de coupe élevées



Plaquettes:

- Plaquettes économiques, à 4 arêtes de coupe
- Même plaquette pour les logements de coupe au centre et périphérique



Goujures:

- Conduits d'arrosage en spirale et grandes goujures
- Goujures permettant une évacuation optimale des copeaux



Remarques:

- Ces données sont indicatives ; les valeurs utiles dans votre cas peuvent s'en écarter.
- Pour obtenir une forme de copeau idéale, il faut faire varier la vitesse de coupe et l'avance.
- Le nombre d'arêtes de coupe (Z_{eff}) est indiqué dans le catalogue.
- À la sortie du foret, il se forme une rondelle qui peut être éjectée lorsque la pièce est en rotation.

Il est donc indispensable de prendre des mesures de protection!

- Il est recommandé de calculer au préalable la puissance nécessaire, puis d'adapter les paramètres en fonction de la puissance disponible sur la machine.
- Pour les forets dont le rapport L/D est égal à 5, utiliser la valeur inférieure d'avance ; à l'attaque, réduire éventuellement les paramètres de 50%.
- Veillez à avoir un arrosage interne suffisant, pour garantir une évacuation fiable des copeaux.

Bague excentrique

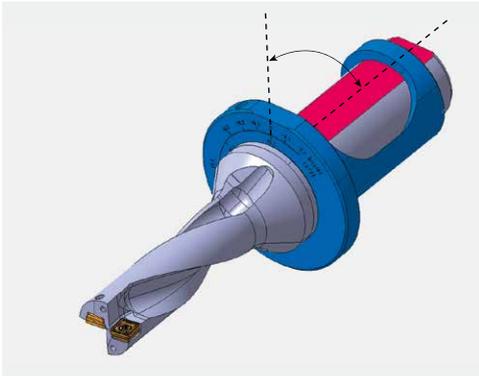
Bague excentrique pour réduire ou augmenter le diamètre nominal de perçage.

La bague peut être utilisée sur des centres d'usinage, des tours et même des centres de tournage désaxés. Les bagues excentriques sont disponibles dans quatre diamètres différents - 20, 25, 32 et 40. Elles peuvent être utilisées pour augmenter le diamètre nominal de perçage au maximum. +0,4 mm et réduire le diamètre à -0,2 mm sur les fraiseuses. Lorsque utilisé sur les tours, un élargissement maximal de +0,2 mm peut être atteint. En cas d'utilisation sur une fraiseuse, se référer à l'échelle "FRAISAGE" sur l'angle frontal de la bague excentrique. Lorsque l'on utilise sur un tour, se référer à l'échelle "LATHE".

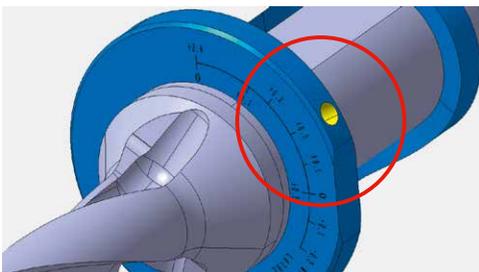
Veillez lire attentivement les instructions avant d'utiliser les bagues excentriques Ingersoll sur un tour.

Ajustement

Lors du montage, s'assurer que le plat sur la bague excentrique coïncide avec le plat de l'attache du foret. (Les deux plans doivent être parallèles)

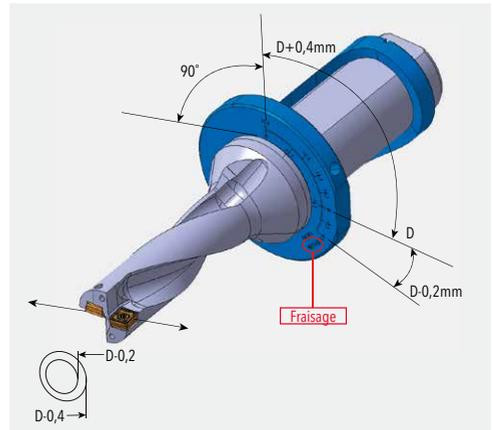


Pour faciliter la rotation de la bague, une tige métallique ou un tournevis peut être inséré dans le trou de la collerette du manchon excentrique. Déserrer la vis d'adaptation avant d'ajuster le manchon.



Application de fraisage

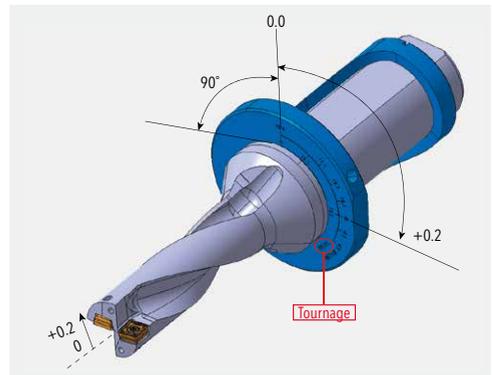
Sur une fraiseuse, la douille peut modifier le diamètre nominal de perçage en décalant l'axe du foret par rapport à la broche de l'outil.



Pour agrandir le diamètre, tourner le manchon dans le sens des aiguilles d'une montre & pour le réduire, tourner le manchon dans le sens inverse des aiguilles d'une montre comme indiqué.

Utilisation sur tour

Sur un tour, la bague excentrique peut déplacer l'axe du foret pour qu'il coïncide avec l'axe de la tourelle.

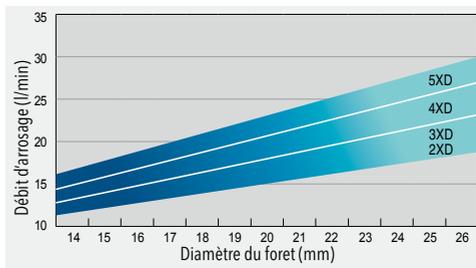


La bague excentrique permet à l'utilisateur d'aligner l'axe du foret avec l'axe de la tourelle à 0,2 mm près (tourner le compteurs dans le sens des aiguilles d'une montre).

Perçage

Diamètres possibles par décalage radial du foret		
2xD / 3xD / 4xD		
Ø foret	Désaxage maxi	Ø maxi de foret
12	+0,4	12,8
13	+0,3	13,6
14	+0,5	15,0
15	+0,4	15,8
16	+0,3	16,6
17	+0,5	18,0
18	+0,4	18,8
19	+0,3	19,6
20	+0,5	21,0
21	+0,4	21,8
22	+0,3	22,6
23	+0,5	24,0
24	+0,5	25,0
25	+0,4	25,8
26	+0,3	26,6
27	+0,5	28,0
28	+0,5	29,0
29	+0,5	30,0
30	+0,5	31,0
32	+0,5	33,0
31	+0,3	31,6
33	+0,5	34,0
34	+0,5	35,0
35	+0,5	36,0
36	+0,4	36,8
37	+0,5	38,0
38	+0,5	39,0
39	+0,5	40,0
40	+0,5	41,0
41	+0,5	42,0
42	+0,5	43,0
43	+0,5	44,0
44	+0,5	45,0
45	+0,5	46,0
46	+0,5	47,0
47	+0,5	48,0
48	+0,5	49,0
49	+0,5	50,0
50	+0,5	51,0

Arrosage:



Important:

Toujours prévoir un arrosage intérieur en quantité suffisante.
Pression mini : 8 - 10 bar.

Formules

Taille	Unité	Formule
Puissance nominale de la machine:	kW	$Pa = \frac{v_c \times f \times D \times kc}{1000 \times 60 \times 4 \times \pi}$
Force d'avance:	N	$Ff = 0,7 \times \frac{D}{2} \times f \times kc$

- Pa = Puissance de la machine en kW
- kc = Effort spécifique de coupe en N/mm²
- D = Diamètre en mm
- Vc = Vitesse de coupe en m/min
- η = Rendement de la machine 0,7 - 0,8

CONSIGNE DE SÉCURITÉ:

La sortie du foret de la pièce provoque la chute d'une rondelle. En cas de pièces tournantes, il y a un risque d'accident!

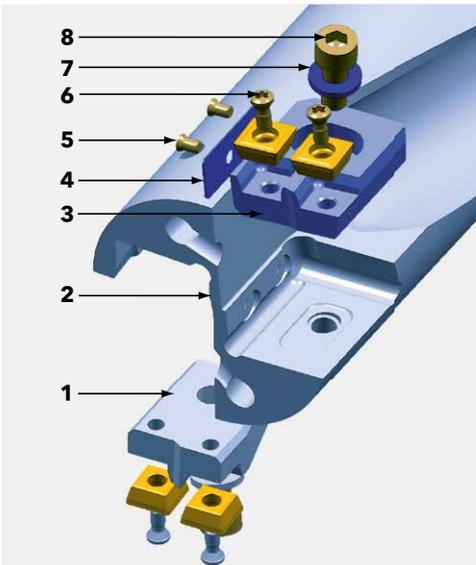
Prendre les mesures de sécurité correspondantes!

Foret à plaquettes et à cassettes:



Chaque foret à plaquettes et à cassettes couvre une certaine plage de diamètres. Le diamètre peut être modifié par ajout ou retranchement de plaques d'ajustement [4].

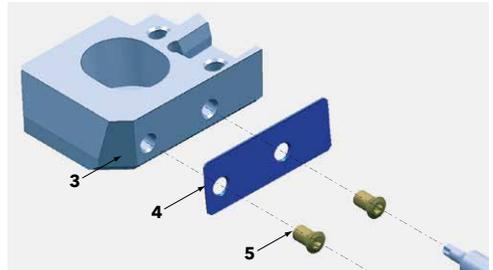
Cette option permet à un seul corps d'outil [2] de percer plusieurs diamètres. La modification de l'épaisseur des plaques d'ajustement permet d'améliorer encore la précision des diamètres.



No	Pièce	No	Pièce
1	Cartouche central	5	Vis de blocage plaque d'ajustement
2	Outil	6	Vis de serrage
3	Cartouche périphérique	7	Rondelle
4	Plaque d'ajustement	8	Vis de serrage cartouche

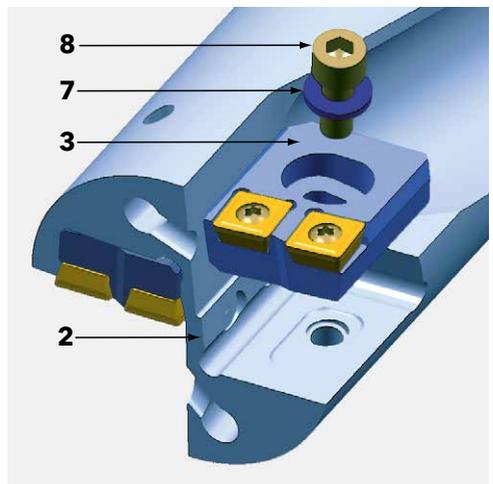
Montage de la plaque d'ajustement:

- Mesurer la bonne plaque d'ajustement [4]: plaque d'épaisseur 0,5 mm = diamètre plus grand de 1 mm
Indication : Le plus petit diamètre de perçage possible est obtenu sans plaque d'ajustement!!
 - Correctement monter la plaque d'ajustement [4] avec les vis de serrage [5] sur le cartouche périphérique [3]. Respecter le gabarit!
- Attention : La plaque d'ajustement ne doit pas dépasser après le montage!



Montage des cartouches:

- Nettoyer le logement du cartouche et le cartouche [3].
- Poser le cartouche [3] dans son logement et l'appuyer contre ces butées.
- Engager la vis de serrage de la cassette [8] dans la rondelle [7], puis à travers le trou de passage du cartouche [3] dans le filetage du corps d'outil [2].
- Serrer le vis de serrage du cartouche [8] au couple.



Perçage

GOLDTWIN

Présentation du produit

Ingersoll élargit son offre BoreLine avec l'ajout du nouveau foret GoldTwin, un système à embout interchangeable et à plaquettes indexables pour les trous de grand diamètre.

Le système GoldTwin combine deux technologies, celle des embouts carbure monobloc interchangeables et celle des plaquettes indexables. Les embouts carbure monobloc garantissent un excellent centrage des forets et les plaquettes à 4 arêtes et à géométrie wiper donnent une très bonne qualité d'état de surface.

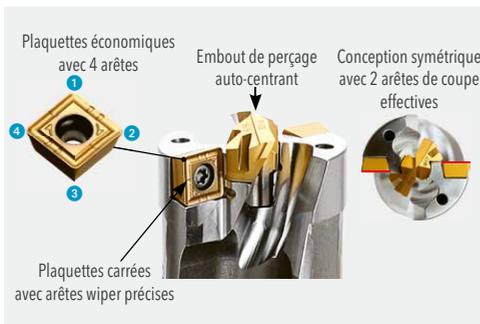
Cette combinaison permet d'avoir un système de perçage économique et très performant avec deux arêtes de coupe effectives. Les corps de forets sont dotés de l'arrosage par le centre; ils sont trempés pour offrir plus de rigidité et, grâce à un procédé spécial de traitement de surface, ils ont une grande résistance à l'usure.

L'offre standard dans la gamme GoldTwin couvre les diamètres de 26 à 45 mm par incréments de 1 mm ; la longueur des forets est de 5 x D. Les embouts carbure monobloc et les plaquettes sont dans la nuance IN2505, une nuance de coupe très résistante à l'usure bien établie.

Avantages:

- 2 arêtes effectives pour une coupe performante
- Plaquettes à 4 arêtes précises avec géométrie wiper
- Grande précision du perçage et excellents états de surface
- Très bon contrôle des copeaux
- Grande rigidité des corps de forets
- Solution très économique
- Diamètres de perçage : 26 à 45 mm ; profondeur de perçage 5xD

Conception des têtes de perçage modulaires:



Informations techniques:



GOLDTWIN

 Système de perçage modulaire

Présentation du produit

L'outil modulaire GoldTwin permet un usinage efficace avec une excellente qualité de trou en diamètres de 26 mm et plus. Grâce à la conception symétrique de l'outil, la productivité est accrue et le coût de l'outillage est réduit. La gamme des applications GoldTwin n'a jamais été aussi étendue.

Avantages:

- La conception exclusive des arêtes de coupe améliore la concentricité et la rectitude des trous
- TPAxxxxR01-C sera retiré de la vente lorsque le stock sera épuisé
- Excellents états de surface grâce à la géométrie wiper des arêtes de coupe
- Usinage stable grâce aux patins de guidage spécifiques
- Corps d'outils de 3xD et 5xD

Informations techniques:

La tête de perçage modulaire se monte sur des corps d'outils adaptés à la profondeur de perçage et permet de produire des trous précis avec des avances élevées. Ce système est économique car il suffit de changer la tête de perçage modulaire lorsque l'outil est usé.

La tête de perçage modulaire est équipée d'un embout central exclusif (TPCxxxxR01-C) qui a une fonction autocentrante lors du perçage afin d'assurer une bonne rectitude des trous. Les plaquettes périphériques possèdent une géométrie wiper (SPGXWG) qui, avec les patins de guidage spécifiques, garantissent d'excellents états de surface.



Instructions de changement des têtes de perçage modulaires

1. Retirer les deux plaquettes périphériques puis l'embout central (pour le montage, procéder en sens inverse).



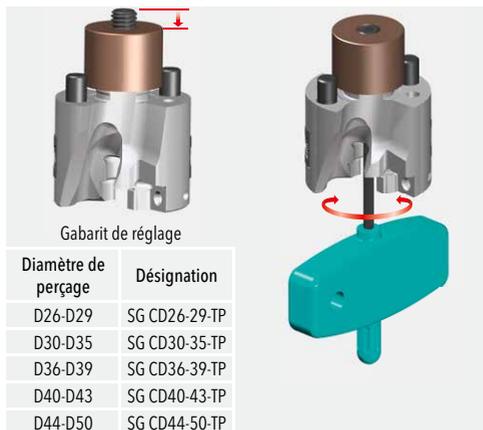
2. Utiliser une clé pour dévisser la vis et retirer la tête modulaire.



3. Positionner le gabarit de réglage à l'arrière de la tête de perçage démontée.



4. Visser/dévisser la vis pour que sa hauteur corresponde à celle du gabarit.



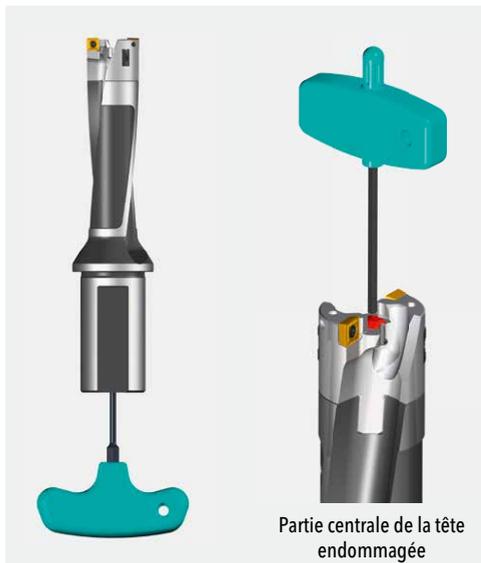
5. Retirer le gabarit après réglage de la hauteur et monter la tête sur le corps de l'outil.



Démontage des têtes de perçage modulaires endommagées

Si la partie centrale de la tête est endommagée de manière à empêcher son démontage, elle peut être démontée par l'arrière en insérant la clé à travers l'attachement de l'outil. Tourner la clé vers la droite pour démonter la tête.

La clé et sa poignée sont fournies avec le corps de l'outil.



Perçage

SPADETWIST

Présentation du produit

Le foret SpadeTwist à géométrie de coupe optimisée et son système de serrage unique et très stable apportent une productivité élevée et d'excellentes performances. Cette technologie unique de serrage permet un remplacement rapide de la tête de foret, sans retrait préalable de la vis de serrage. Cela permet de réduire à la fois la durée de préparation de l'outil et la durée d'immobilisation de la machine.

La ligne de forets standards SpadeTwist existe avec des rapports longueur/diamètre de 3 ou 5, pour des diamètres allant de 26,0 à 41,0 mm par pas de 0,5 mm.



Tête de foret

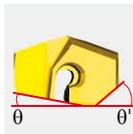
La forme asymétrique exclut toute erreur au montage de la tête. Le changement d'outil est effectué avec précision.



Grandes surfaces d'appui



Angle d'inclinaison standard



Logement asymétrique



Rotation impossible

Avantages:

- Système de serrage unique à changement rapide
- Deux arêtes de coupe effi caces pour une excellente productivité
- Géométrie à auto-centrage
- Changement de tête facile, directement sur la machine
- Logement asymétrique pour exclure toute erreur de montage, atteindre une grande précision et obtenir une excellente qualité
- Système de serrage unique, d'une grande stabilité, pour une productivité plus élevée
- Conduits d'arrosage
- Diamètres: de 26,0 mm à 41,0 mm par pas de 0,5 mm
- Rapport longueur/diamètre du corps d'outil : 3 ou 5
- Outils semi-standards sur demande

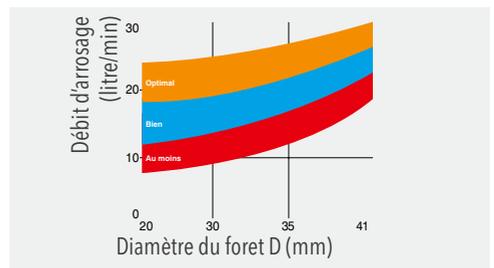
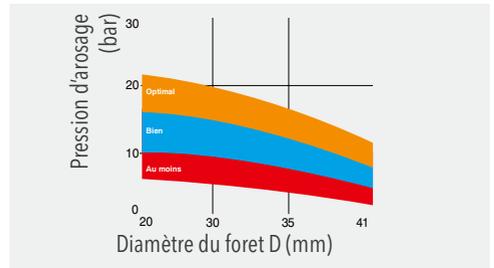


Desserrer en tournant la vis 3 à 5 fois dans le sens antihoraire



Inutile de retirer la vis du corps d'outil

Recommandation de pression et débit d'arrosage



Perçage

GOLD TWIST

Informations générales

La nouvelle gamme GoldTwist d'Ingersoll est une nouvelle génération de forets à embout amovible. La plage de diamètres existants de Ø 8 mm à Ø 24,9 mm s'étend pour inclure désormais aussi des diamètres de Ø 7 mm à Ø 7,9 mm et de Ø 25 mm à Ø 25,9 mm avec des intervalles de 0,1 mm. Les ratios longueur/diamètre disponibles sont de 1,5xD, 3xD, 5xD et 8xD.

Description du produit

Les corps des forets de grande précision présentent une interface améliorée avec un système de serrage innovant qui garantit un blocage fiable même après un grand nombre de changements de tête. Par ailleurs, ces corps de forêt proposent des trous d'arrosages hélicoïdaux, des goujures polies et un revêtement PVD qui facilite l'évacuation des copeaux et augmente la durée de vie du corps d'outil. Indépendamment du diamètre, chaque corps d'outil peut couvrir une plage de diamètre de 0,5 - 1 mm.

Les têtes interchangeables en carbure monobloc sont proposées dans la nuance IN2505, qui propose un revêtement PVD d'excellente qualité, une résistance à l'usure améliorée et une durée de vie prolongée pour un grand nombre d'applications. 3 géométries de coupe sont disponibles, une pour l'usinage général des aciers (TPA), une pour l'usinage des fontes (TKA) et une pour l'usinage des aciers inoxydables (TMA).

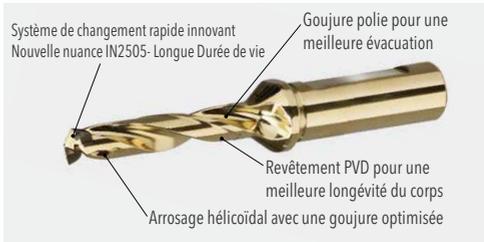
Caractéristiques d'application

La gamme de forets GoldTwist d'Ingersoll apporte des résultats exceptionnels dans les applications avec de grandes vitesses de coupe. Le système de fixation exclusif très rigide facilite les changements d'embouts. Avec ces atouts, ce produit est rentable et productif dans toutes les applications de perçage.

Caractéristiques du produit:

- Les forets de précision possèdent des goujures de conception optimisée et un système d'accouplement novateur qui garantit un serrage fiable même après de nombreux changements d'embouts.
- Ces corps de forets possèdent aussi des conduits d'arrosage hélicoïdaux, des goujures polies et un revêtement PVD afin d'offrir une évacuation fluide des copeaux et une durée de vie accrue.
- Les forets couvrent une plage de diamètre de 0,5 à 1 mm en fonction du diamètre.
- Les embouts carbure monobloc interchangeables sont proposés dans la nuance IN2505 dotée d'un revêtement PVD de la meilleure qualité offrant une résistance améliorée à l'usure et une durée de vie plus longue dans une grande variété d'applications.

Informations techniques



Un corps de foret couvre une plage de diamètre comprise entre 0,5 et 1 mm, en fonction de son diamètre

Avantages:

- Très productif
- Rendement plus élevé
- Embouts de perçage avec un système de serrage innovant
- Goujures hélicoïdales polies
- Arrosage hélicoïdal par le centre
- Excellente évacuation

Indications & conseils::

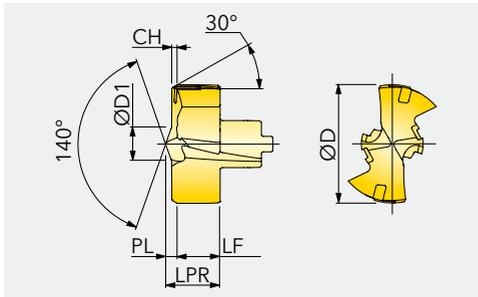
- La sortie du foret produit une rondelle qui peut être éjectée en cas de pièce tournante.
Impérativement prendre les mesures de sécurité correspondantes.
- En cas de trou débouchant, veiller à ce qu'à la sortie du foret, la tête de perçage reste guidée.
- Pour les forets avec L/D = 8 et 12, utiliser la valeur basse d'avance, le cas échéant descendre à 50% de cette valeur basse à l'attaque.
- Pour les forets avec L/D = 8 et 12, effectuer si nécessaire un avant-trou

Domaines d'application têtes de perçage:

Tête de foret	Vue	Géométrie pour
TPA_R01		Perçage des aciers
TMA_R01		Perçage des aciers inoxydables
TKA_R01		Perçage des fontes
TPF_R01		Fond de perçage plat
TPA_R01-M2		Double listel
TNA_R01		Usinage aluminium

Perçage

Dimensions de la têtes de perçage pour un fond de trou de niveau

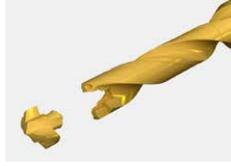


Désignation	D	D1	LPR	t	PL	LF	CH	Bs
TPF0800R01	8	1,2	4,4	4	1,09	3,3	0,7	8
TPF0850R01	8,5	1,2	4,4	4	1,09	3,3	0,7	8
TPF0900R01	9	1,21	4,6	4,2	1,11	3,5	0,7	9
TPF0950R01	9,5	1,21	4,6	4,2	1,11	3,5	0,7	9
TPF1000R01	10	1,27	4,9	4,4	1,17	3,7	0,7	10
TPF1050R01	10,5	1,27	4,9	4,4	1,17	3,7	0,7	10
TPF1100R01	11	1,49	5,1	4,5	1,25	3,8	0,7	11
TPF1150R01	11,5	1,49	5,1	4,5	1,25	3,8	0,7	11
TPF1200R01	12	1,5	5,4	4,8	1,26	4,1	0,7	12
TPF1250R01	12,5	1,5	5,4	4,8	1,26	4,1	0,7	12
TPF1300R01	13	1,64	5,7	5,1	1,3	4,4	0,7	13
TPF1350R01	13,5	1,64	5,7	5,1	1,3	4,4	0,7	13
TPF1400R01	14	1,68	6,1	5,5	1,31	4,8	0,7	14
TPF1450R01	14,5	1,68	6,1	5,5	1,31	4,8	0,7	14
TPF1500R01	15	1,78	6,6	5,9	1,35	5,23	0,7	15
TPF1550R01	15,5	1,78	6,6	5,9	1,35	5,23	0,7	15
TPF1600R01	16	1,89	7	6,3	1,39	5,6	0,7	16
TPF1650R01	16,5	1,89	7	6,3	1,39	5,6	0,7	16
TPF1700R01	17	1,91	7,3	6,6	1,4	5,9	0,7	17
TPF1750R01	17,5	1,91	7,3	6,6	1,4	5,9	0,7	17
TPF1800R01	18	1,97	7,6	6,9	1,42	6,18	0,7	18
TPF1850R01	18,5	1,97	7,6	6,9	1,42	6,18	0,7	18
TPF1900R01	19	1,96	7,9	7,2	1,44	6,5	0,7	19
TPF1950R01	19,5	1,96	7,9	7,2	1,44	6,5	0,7	19
TPF2000R01	20	3,42	9,3	8,2	1,77	7,5	0,7	20
TPF2050R01	20,5	3,42	9,3	8,2	1,77	7,5	0,7	20
TPF2100R01	21	3,6	9,7	8,6	1,79	7,9	0,7	21
TPF2150R01	21,5	3,6	9,7	8,6	1,79	7,9	0,7	21
TPF2200R01	22	3,8	10	8,9	1,81	8,2	0,7	22
TPF2250R01	22,5	3,8	10	8,9	1,81	8,2	0,7	22
TPF2300R01	23	3,9	10,4	9,3	1,83	8,6	0,7	23
TPF2350R01	23,5	3,9	10,4	9,3	1,83	8,6	0,7	23
TPF2400R01	24	4,1	10,9	9,7	1,86	9	0,7	24
TPF2450R01	24,5	4,1	10,9	9,7	1,86	9	0,7	24
TPF2500R01	25	4,3	11,3	10,1	1,89	9,4	0,7	25
TPF2550R01	25,5	4,3	11,3	10,1	1,89	9,4	0,7	25

Procédure pour le montage d'embouts



1. Nettoyer le logement et mettre de l'huile..



2. Monter l'embout dans son logement



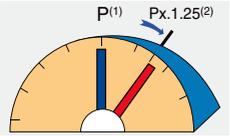
3. Insérer la clé de serrage dans les encoches



3. Serrer l'embout en tournant la clé

Types d'usure

Limitation de puissance

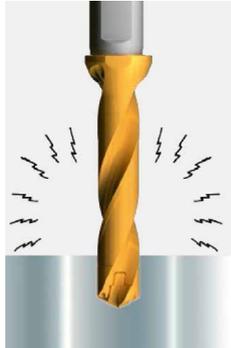
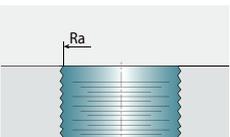


(1) nouvel embout de perçage
(2) embout de perçage usé

Limitation d'usure

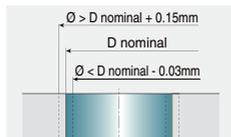


Dégradation de l'état de surface

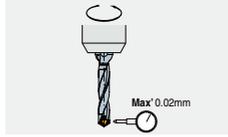


Vibrations ou bruit augmentent sensiblement

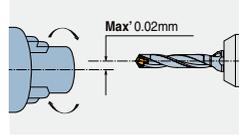
Altération du diamètre



Faux-rond maxi



Faux-rond tournant



Faux-rond statique

Facteurs limitants pour le foret



Surface d'attaque inclinée



Trou sécant



Coupe interrompue

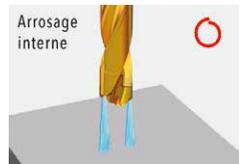
Recommandation d'arrosage

Tour



Arrosage interne

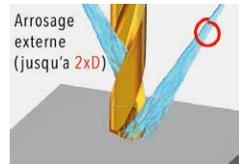
Centre d'usinage



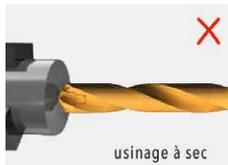
Arrosage interne



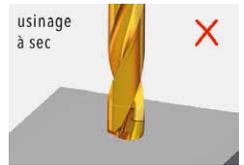
Arrosage externe (jusqu'à 2xD)



Arrosage externe (jusqu'à 2xD)



usinage à sec



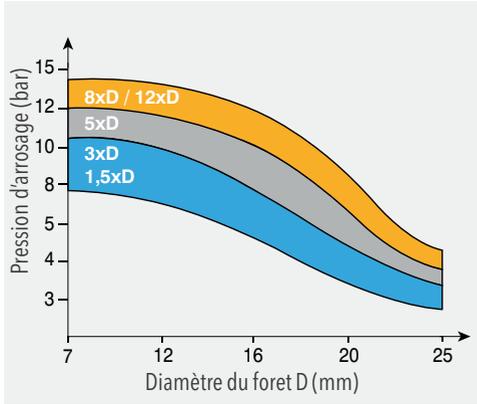
usinage à sec

Perçage

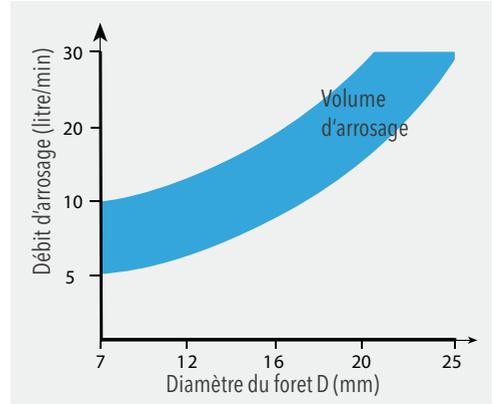
GOLD TWIST

Arrosage

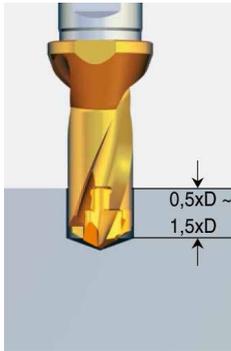
Pression d'arrosage recommandée (bar)



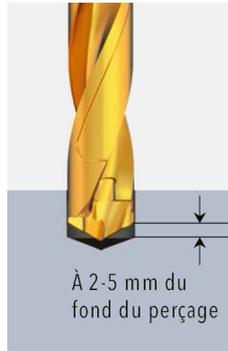
Débit d'arrosage recommandé (litre/min)



Procédure recommandée pour les perçages longs en 8xD et en 12xD



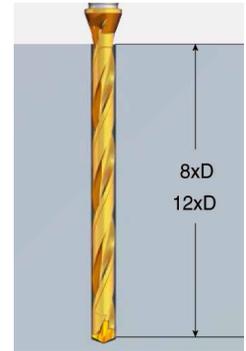
1. Lors de l'utilisation de forets longs (8xD et 12xD), il est recommandé de percer un avant-trou sur $0,5xD$ à $1,5xD$.



2. S'engager dans l'avant-trou jusqu'à 2 mm du fond avec une vitesse de coupe réduite.



3. Démarrer l'arrosage 2 à 3 secondes avant le début du perçage, régler la vitesse et l'avance nécessaires.



4. Perçage en continu aux conditions de coupe recommandées.

GOLD TWIST

Foret pour avant-trou avec taraudage Présentation du produit

Les nouveaux forets pour avant-trou de taraudage équipés de plaquettes à chanfreiner complètent notre ligne de produits Ingersoll GoldTwist. Ces outils peuvent réaliser des trous débouchants ou borgnes, avec chanfrein ou alésages à 45°.

Ils appartiennent à la gamme éprouvée GoldTwist d'embouts interchangeable et comportent des plaquettes de chanfreinage amovibles.

Les forets pour avant-trou de taraudage peuvent être utilisés pour les M10 à M24.



Avantages

L'embout combine un foret pour avant-trou et des plaquettes à chanfreiner, ce qui permet de réaliser simultanément deux opérations, donc d'améliorer la productivité de l'usinage.

Il devient inutile de chanfreiner ensuite la pièce, et cela élimine les coûts de stockage élevés liés aux forets en carbure monobloc.

Domaine d'utilisation

Perçage avec chanfrein à 45°

Trou borgne



Trou débouchant



Perçage avec alésage à 45°

Trou borgne



Trou débouchant



Perçage

GOLD TWIST Bague de chanfreinage



1. Glisser la bague de chanfreinage sur le corps du foret, la butée doit se trouver au niveau de la goujure.



2. Glisser la bague de chanfreinage à la position souhaitée.

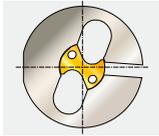


3. Tourner la bague de chanfreinage dans le sens trigonométrique, jusqu'à ce que la butée touche le rebord de la goujure.

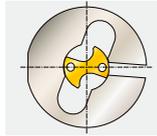


4. Bloquer la bague de chanfreinage et monter l'embout de perçage.

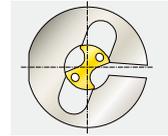
Les goujures du foret et de la bague de chanfreinage doivent correspondre



Correct



Incorrect



Incorrect

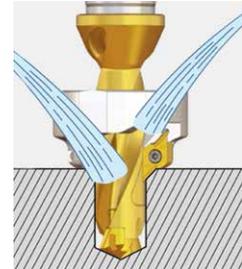
Usinage stable



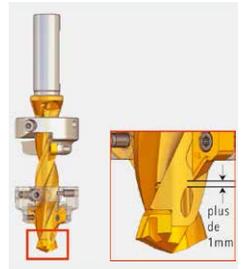
Dans la mesure du possible, toujours utiliser un outil court. Réduire autrement la vitesse de coupe pour minimiser les vibrations.



Monter la bague de chanfreinage aussi près que possible de la queue du foret.



Utiliser un arrosage intérieur et extérieur pour une meilleure durée de vie.

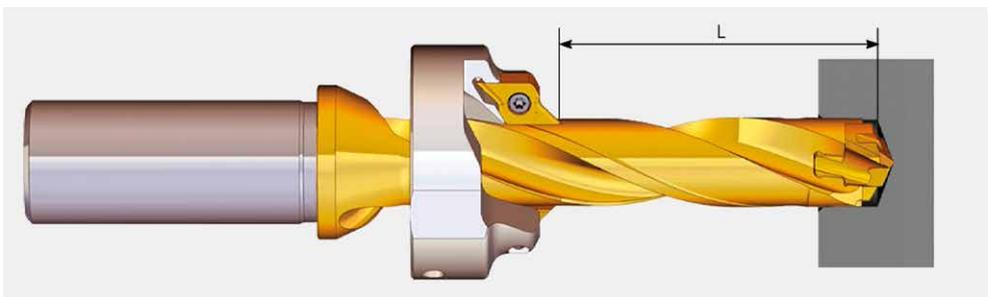


Au montage, s'assurer que la bague de chanfreinage n'entrave pas le flux d'arrosage

Min. et max. longueur GoldTwist avec bague de chanfreinage

	No de référence du foret	Bague de chanfreinage	Longueur	
			Mini	Maxi
3D	TD1300039JDR00	CB130R02	19	19
	TD1350040JDR00	CB135R02	19	20
	TD1400042JDR00	CB140R02	21	22
	TD1450043JDR00	CB145R02	22	23
	TD1500045JER00	CB150R02	23	23
	TD1600048JER00	CB160R02	24	25
	TD1700051JER00	CB170R02	26	28
	TD1800054JFR00	CB180R02	27	30
	TD1900057JFR00	CB190R02	29	33
	TD2000060JFR00	CB200R02	30	36
	TD2100063JFR00	CB210R02	32	39
	TD2200066JFR00	CB220R02	33	42
	TD2300069JGR00	CB230R02	35	45
	TD2400072JGR00	CB240R02	36	48
	TD2500075JGR00	CB250R02	38	51
	TD1000050JDR00	CB100R02	28	28
	TD1050052JDR00	CB105R02	29	30
	TD1100055JDR00	CB110R02	31	33
TD1150057JDR00	CB115R02	32	35	
TD1200060JDR00	CB120R02	33	45	
TD1250062JDR00	CB125R02	34	40	
TD1300065JDR00	CB130R02	36	43	
TD1350067JDR00	CB135R02	37	43	
TD1400070JDR00	CB140R02	38	48	
TD1450072JDR00	CB145R02	39	48	
5D	TD1500075JER00	CB150R02	41	53
	TD1600080JER00	CB160R02	43	58
	TD1700085JER00	CB170R02	46	63
	TD1800090JFR00	CB180R02	48	68
	TD1900095JFR00	CB190R02	51	73
	TD2000100JFR00	CB200R02	53	78
	TD2100105JFR00	CB210R02	56	79
	TD2200110JFR00	CB220R02	58	84
	TD2300115JGR00	CB230R02	61	89
	TD2400120JGR00	CB240R02	63	94
	TD2500125JGR00	CB250R02	66	99

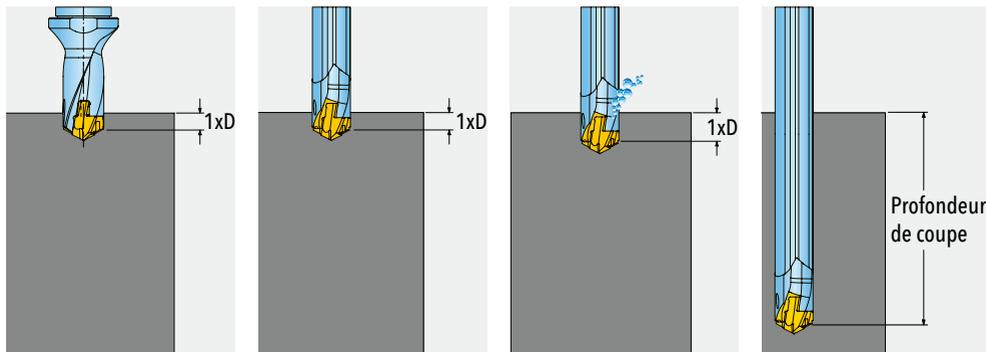
	No de référence du foret	Bague de chanfreinage	Longueur	
			Mini	Maxi
8D	TD1000080JDR00	CB100R02	45	58
	TD1050084JDR00	CB105R02	49	62
	TD1100088JDR00	CB110R02	49	66
	TD1150092JDR00	CB115R02	53	70
	TD1200096JDR00	CB120R02	53	74
	TD1250100JDR00	CB125R02	57	78
	TD1300104JDR00	CB130R02	57	82
	TD1350108JDR00	CB135R02	61	84
	TD1400112JDR00	CB140R02	61	88
	TD1450116JDR00	CB145R02	65	92
	TD1500120JER00	CB150R02	65	96
	TD1600128JER00	CB160R02	69	103
	TD1700136JER00	CB170R02	73	111
	TD1800144JFR00	CB180R02	77	118
	TD1900152JFR00	CB190R02	81	126
	TD2000160JFR00	CB200R02	85	134
	TD2100168JFR00	CB210R02	89	142
	TD2200176JFR00	CB220R02	93	150
TD2300184JGR00	CB230R02	97	158	
TD2400192JGR00	CB240R02	101	166	
TD2500200JGR00	CB250R02	105	174	
12D	TD1200144T3R00	CB120R02	87	121
	TD1250150T3R00	CB125R02	90	127
	TD1300156T3R00	CB130R02	93	133
	TD1350162T3R00	CB135R02	96	137
	TD1400168T3R00	CB140R02	99	142
	TD1450174T3R00	CB145R02	102	149
	TD1500180T4R00	CB150R02	105	155
	TD1600192T4R00	CB160R02	111	166
	TD1700204T4R00	CB170R02	117	178
	TD1800216T5R00	CB180R02	123	189
	TD1900228T5R00	CB190R02	129	201
	TD2000240T5R00	CB200R02	135	213
TD2100252T5R00	CB210R02	141	225	
TD2200264T5R00	CB220R02	147	237	



Perçage

Instructions de pénétration des forets sur les fraiseuses ou les tours

La procédure suivante (1-4) est recommandée pour des profondeurs de trou allant jusqu'à 400 mm avec des forets de 400 mm. Pour les profondeurs de trou comprises entre 400 et 800 mm, utilisez un foret de 800 mm uniquement après avoir atteint la profondeur de 400 mm avec un foret de 400 mm.



1. Percez un trou pilote de $0,5xD$ de profondeur avec un foret court dans le même diamètre que pour le foret GoldTwist

2. Entrez dans le pré-perçage à vitesse lente, l'avance, et 50 tr/min et avancez jusqu'à 1-2 mm avant le fond.

3. Activez le système de lubrification et augmentez la vitesse de rotation à la vitesse de perçage recommandée, maintenez-la pendant 2-3 secondes, puis continuez à l'avance de perçage recommandée. Aucun débouillage n'est nécessaire. Appliquez le débit d'arrosage maximum possible.

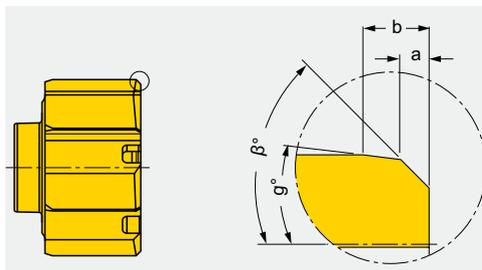
4. Après avoir atteint la profondeur requise, réduisez la rotation à 50-100 tr/min en sortant du trou.

Alésoir

QWIKREAM

Code de désignation des géométries d'entrée

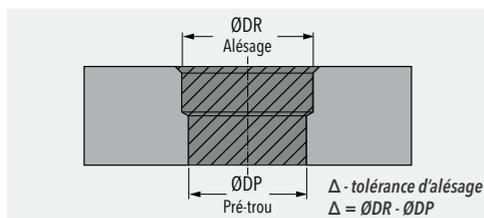
Code entrée / paramètre	β°	a [mm]	g°	b [mm]
A	45°	0,5	-	-
B	25°	1,07	-	-
C	45°	0,5	8°	0,75
D	30°	0,5	4°	1,85
E	45°	0,2	-	-
F	90°	-	-	-
G	75°	0,15	-	-
X	Version spéciale (sans désignation)			



Lors de la sélection d'un alésoir, il est important de sélectionner une géométrie d'entrée qui prend en compte la surépaisseur.

Nuances complémentaires (sur demande):

- **IN60C:** Insert cermet, recommandée pour l'alésage des matières suivantes : acier non-allié (doux), acier faiblement allié (< 5% d'éléments d'alliage), acier de décolletage et fonte à graphite sphéroïdal (FGS 400, FGS 600, etc.)
- **IN91D (PCD):** Recommandée pour l'usinage grande vitesse de l'aluminium (cas spéciaux).
- **IN3305 (revêtement DLC):** Recommandée pour l'alésage des matières suivantes : alliages d'aluminium (fonderie, corroyé, etc.), laitons, bronzes et autres matières non ferreuses.



Ø trou	11,5-13,5	13,5-16	16-32	
Matière				
Acier et fonte	0,10 - 0,20	0,10 - 0,30	0,10 - 0,30	mm / Ø
Aluminium et bronze	0,15 - 0,25	0,20 - 0,30	0,20 - 0,40	mm / Ø

Exécution

Standard

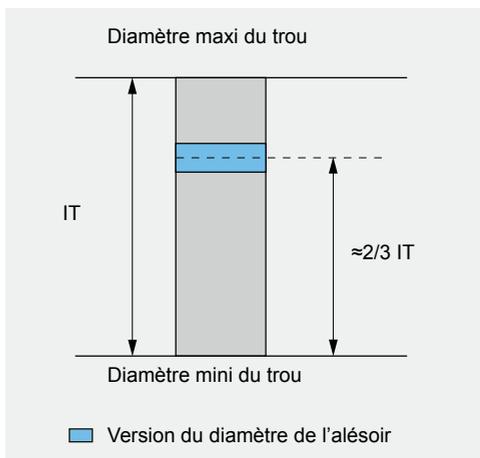
Plage des diamètres: Ø11,5 - Ø32,0 mm
 Diamètres disponibles: Chaque millimètre
 Précision: Tolérance de trou H7
 Nuances: IN05S et IN2005
 Porte-outils disponibles: 3xD, 5xD et 8xD
 Matière porte-outils: Acier

Version spéciale

Plage des diamètres: Ø11,5 - Ø32,0 mm
 Diamètres: Sur demande
 Précision: ISO IT6 et au-dessus
 Nuances: IN05S, IN2005, IN91D
 IN3305 et IN60D

Forme et longueur

des porte-outils: Sur demande
 Matière porte-outils: Acier, carbure et métal lourd

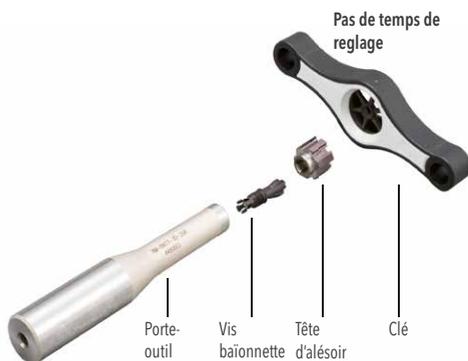


Configuration du diamètre de tête et concepts de fabrication

Alésoir

Avantages techniques

- Vitesses de coupe et avances élevées (pour une productivité accrue)
- Faux-rond réduit (3 µm maxi)
- Pas de temps de réglage
- Un seul corps pour l'usinage de nombreux diamètres avec différents types d'arêtes et nuances de coupe
- Répétabilité de positionnement (3 µm maxi)
- Résistant, grâce à la combinaison d'une tête en carbure et d'un corps en acier fl exible.
- Aucun risque de perte d'éléments de serrage pouvant tomber durant le montage
- Adapté à l'usinage avec lubrifi cation par micro-pulvérisation
- L'arrosage intérieur est dirigé de façon optimale vers les arêtes de pour une lubrifi cation très effi cace de la tête et une durée de vie d'outil extrêmement élevée

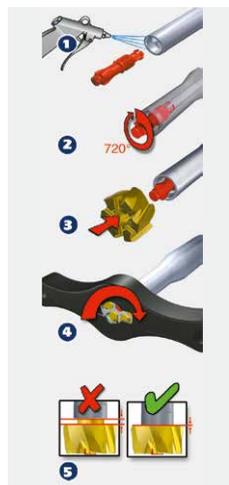


Première utilisation

1. Nettoyer le logement du porte-outil (III. 1)
2. Nettoyer le cône de serrage de la tête d'alésage
3. Engager la vis de serrage dans le porte-outil et la tourner de 2 – 3 tours dans le sens horaire (III. 2)
4. Positionner la tête d'alésage sur la vis. Noter que le BN8 et le BN9 peuvent uniquement être assemblés dans une position spécifique de la vis (tourner la tête jusqu'à l'obtention de la bonne position, III. 3)
5. Tourner la tête d'alésage à la main jusqu'à ce qu'elle tienne fermement dans le logement
6. Tenir la clé avec une main et serrer la tête en appliquant un effort jusqu'en butée. Chaque taille BN a sa propre clé, conçue pour le couple approprié. (Il est recommandé de maintenir le porte-outil dans un adaptateur, III. 4)
7. S'assurer de ce qu'il n'y a pas d'espace entre la face d'appui du porte-outil et la tête d'alésage! (III. 5)

Attention:

Les outils coupants peuvent casser durant leur assemblage. Pour prévenir toute blessure, utiliser des équipements de protection individuelle comme des gants, des masques ou une protection oculaire



Montage

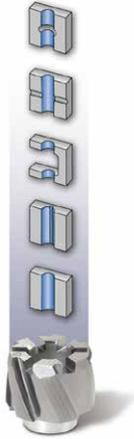
1. Libérer la tête d'alésage à l'aide de la clé en la tournant dans le sens trigonométrique jusqu'à ce qu'elle tourne librement. Démontez la tête d'alésage de l'outil. La vis de serrage doit rester à l'intérieur. Nettoyer le logement du porte-outil (III. 1)
2. Nettoyer le cône de la nouvelle tête d'alésage
3. Positionner la tête d'alésage sur la vis. Noter que le BN8 et le BN9 peuvent uniquement être assemblés dans une position spécifique de la vis (tourner la tête jusqu'à l'obtention de la bonne position, III. 3)
4. Tourner la tête d'alésage dans le sens horaire. Au début elle doit tourner sans la vis puis (après environ 1/6 de tour) elle doit également entraîner la vis
5. Tourner la tête d'alésage jusqu'à ce qu'elle tienne fermement dans le logement. Si la vis tourne avec la tête d'alésage dès le départ, retirer la tête d'alésage et redonner un tour à la vis
6. Tenir la clé avec une main et serrer la tête en appliquant un effort jusqu'en butée. Chaque taille BN a sa propre clé, conçue pour le couple approprié (III. 4). (Il est recommandé de maintenir le porte-outil dans un adaptateur).
7. S'assurer de ce qu'il n'y a pas d'espace entre la face d'appui du porte-outil et la tête d'alésage ! (III. 5)

Applications

Trou débouchant

Hélice à gauche

L'hélice à gauche est spécialement conçue pour l'alésage en trou débouchant. Cette conception permet de repousser les copeaux vers l'avant dès leur formation.



Trou borgne

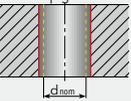
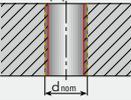
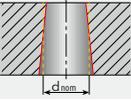
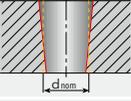
Angle d'hélice neutre

Le flux de liquide de coupe aide à l'évacuation des copeaux. Il dirige les copeaux qui viennent se former vers l'arrière. Les copeaux passent à travers les goujures droites et sont rejetées en dehors du trou, sans endommager l'alésoir ou la surface alésée.



Les têtes avec un angle d'hélice neutre sont également utilisées pour l'alésage de trous débouchants courts dans des matières avec des copeaux courts (fontes).

Correction des défauts

Problème	Cause	Solution
<p>Trou trop grand</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Alésoir ou avant-trou excentré Alésoir trop grand Problème de refroidissement/lubrification 	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser un mandrin flottant ou corriger avant-trou Vérifier taille alésoir et corriger si nécessaire Changer liquide de coupe et augmenter pression d'arrosage
<p>Trou trop petit</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Alésoir usé Tolérance d'alésoir trop faible Problème de refroidissement/lubrification 	<ul style="list-style-type: none"> Remplacer l'alésoir Augmenter le diamètre de l'alésoir Changer de lubrifiant et augmenter la pression du liquide de refroidissement
<p>Trou conique (fond trop grand)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Désaxage entre avant-trou et alésoir 	<ul style="list-style-type: none"> Réaligner ou utiliser un mandrin flottant
<p>Trou conique (entrée trop grande)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Désaxage entre avant-trou et alésoir Bourrage matière entre alésoir et alésage en début de trou 	<ul style="list-style-type: none"> Réaligner ou utiliser un mandrin flottant Sécuriser l'outil axialement
<p>Mauvais état de surface</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Alésoir usé Désaxage entre avant-trou et alésoir Problèmes d'évacuation de copeaux Mauvaises conditions de coupe Arête rapportée 	<ul style="list-style-type: none"> Remplacer l'outil Réaligner ou utiliser un mandrin flottant Augmenter pression d'arrosage Modifier conditions de coupe Modifier conditions de coupe ou arrosage

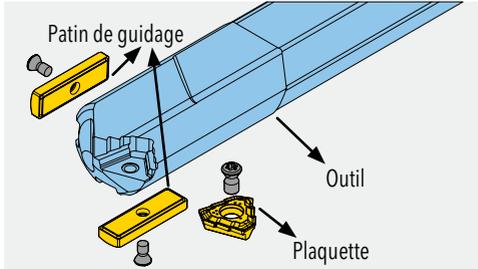
Foret pour trous profonds

DEEPTRIO

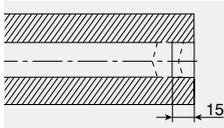
Présentation du produit

La gamme de forets pour trous profonds et de têtes de forages dans une plage de diamètres de Ø16mm à Ø28mm et pour des longueurs de 10xD, 15xD et 25xD.

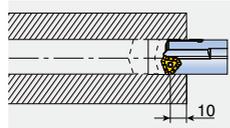
Les plaquettes ont 3 arêtes de coupe pour fragmenter les copeaux, un brise-copeau positif et une racleuse pour un excellent état de surface. Les nouvelles plaquettes sont disponibles en 5 tailles, réalisées en IN2005, une nuance polyvalente revêtue PVD.



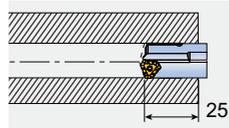
Process de forage sur les centres d'usinage et les tours



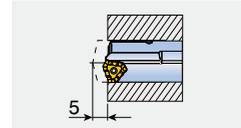
Réaliser un avant-trou D (+0,03 / +0,10) de 15 mm de profondeur



Engager ensuite le foret TR GD dans l'avant-trou (sur 10 mm). $V_c = 5 - 10$ m/mn ; $f = 0.5 - 1.0$ mm/tr. Démarrer le système d'arrosage et augmenter la vitesse de coupe jusqu'à 100 %.

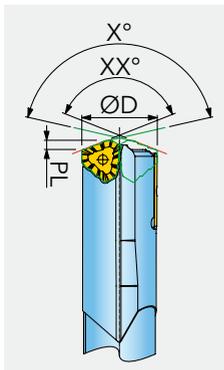


Usinage initial sur 25 mm à 80 % de la vitesse d'avance. Augmenter ensuite à 100 % de la vitesse d'avance.



En cas de trou débouchant, forer tout le trou jusqu'à une profondeur +5 mm.

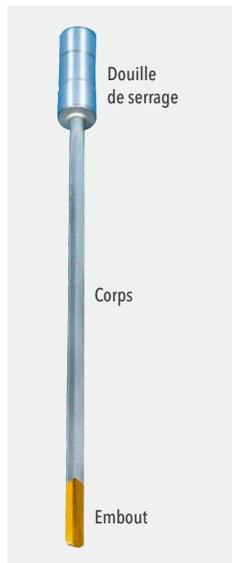
Angle de pointe



ØD	X°	XX°	PL	Plaquette	ØD	X°	XX°	PL	Plaquette
14	154°	137°	2	TPHT070304R	19,5	154°	137°	3	TPHT090305R
14,5	154°	137°	2	TPHT070304R	20	155°	137°	3	TPHT090305R
15	154°	137°	2	TPHT070304R	21	154°	139°	3,2	TPHT100305R
16	155°	140°	2,2	TPHT080305R	22	154°	140°	3,4	TPHT110405R
16,5	155°	140°	2,2	TPHT080305R	23	154°	140°	3,4	TPHT110405R
17	154°	138°	2,2	TPHT080305R	24	154°	140°	3,4	TPHT110405R
17,5	154°	138°	2,2	TPHT080305R	25	154°	140°	3,4	TPHT110405R
18	154°	138°	2,2	TPHT080305R	26	154°	140°	3,4	TPHT110405R
18,5	154°	137°	3	TPHT090305R	27	154°	141°	3,6	TPHT120405R
19	154°	137°	3	TPHT090305R	28	154°	141°	3,6	TPHT120405R

Foret pour trous profonds

Forets 3/4 avec embout carbure brasé



Diamètre allant de: $\varnothing 2,5 - \varnothing 40$ mm
Longueur allant de: 150 - 3000 mm

Avantages:

- Pour percer des trous profonds jusqu'à 50xD
- Précision de perçage des tolérances IT7 à IT9
- Excellentes rigidités et concentricités
- Déviation réduite
- Obtention d'états de surfaces de l'ordre de R 0.4 à R1.6
- Evite très souvent les opérations de réalésage

La douille de serrage

La douille assure la liaison entre le foret et la machine-outil.

Le corps

Le corps du foret est un tube profilé comprenant une goujure longitudinale en forme de V. Le corps en acier traité est très résistant aux torsions. La section est suffisamment grande pour assurer le passage du lubrifiant et évacuer les copeaux par la goujure en V.

Tête de perçage en carbure

Disponibles dans 4 géométries standard différentes, 8 formes différentes et 4 options de revêtement pour une multitude de possibilités.

Forets avec embout carbure brasé



Diamètre allant de: $\varnothing 1,4 - \varnothing 16$ mm
Longueur allant de: 40 x le diamètre jusqu'à une goujure de longueur 200 mm

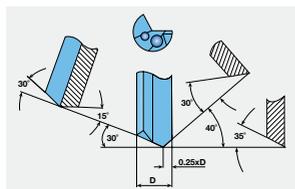
Tournevis en carbure et pointe de coupe en carbure

Composé d'un embout en carbure monobloc et d'un tube profilé conjointement à un guide acier ou carbure. Ces forets sont conçus pour les machines transfert, les centres d'usinage et les tours numériques.

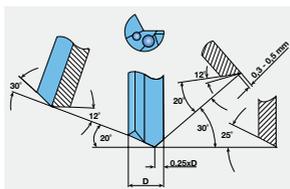
Il procure une meilleure rigidité et une évacuation optimale des copeaux.

Angle d'affûtage standard des forets

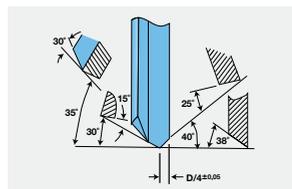
Selon la tolérance demandée, les performances de coupe et la forme du copeau désiré, les angles d'affûtage standards ci-dessous sont recommandés.



Affûtage standard pour les diamètres inférieur à 4,0 mm



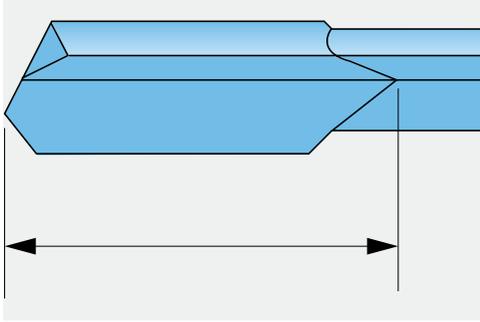
Affûtage standard pour les diamètres supérieur à 4,0 mm



Option d'affûtage pour les matériaux ou il est difficile de casser le copeau.

Foret pour trous profonds

Longueur standard de l'embout



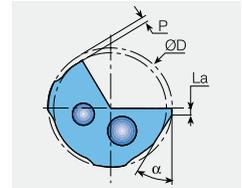
Dia. gamme	Longueur
2,50-3,80	20
3,80-4,05	23
4,05-5,05	25
5,05-6,55	30
6,55-11,05	35
11,05-18,35	40
18,35-21,35	45
21,35-23,35	50
23,35-26,35	55
26,35-32,00	65

Longueur de la partie affûtée = L-D

Formes géométriques - Position des patins

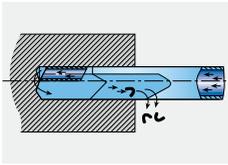
La qualité du perçage et des finitions dépend de la forme géométrique de l'embout de perçage. La forme et l'affûtage doivent être adaptés au matériau à usiner. La forme doit être définie dès la conception de l'outil. Bien que la rectification puisse changer la géométrie de coupe, la forme doit rester la même.

Tous les paramètres de profils tels que P, La et α doivent être adaptés de façon précise aux propriétés du matériau usiné.

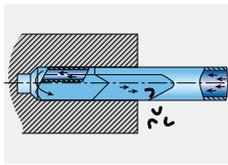


Profil G	Profil A	Profil B	Profil C
Forme standard pour tous types de matériaux. Recommandée pour les matières qui ont tendance à se resserrer, pour l'alésage de précision et quand une qualité de surface supérieure est demandée.	Pour les fontes et les alliages en aluminium. Elle peut également être utilisée pour les trous sécants, les entrées et sorties inclinées et pour les coupes interrompues. Patins très espacés pour le passage du lubrifiant.	Suggéré pour les perçages avec des tolérances précises. Utilisé pour la fonte et l'aluminium.	Adapté pour les entrées et sorties inclinées. Cônicité importante, pour les matières qui ont tendance à se resserrer comme certains aciers alliés et inoxydables. Patins très espacés pour le passage du lubrifiant.
Profil D	Profil E	Profil H	Profil I
Adapté à la fonte. Très efficace pour les fontes grise.	Utilisation générale, pour les aciers alliés et inoxydables. Cette forme élimine les problèmes de collage entre l'outil et le trou. Particulièrement adapté aux vilebrequins et autres métaux forgés. Recommandé pour le perçage des trous à tolérances serrées.	Recommandé pour les métaux non-ferreux, les fontes et pour les diamètres jusqu'à 5mm. Utilisé quelques fois pour le bois et le plastique grâce à la cônicité importante.	Utilisé pour l'aluminium et le laiton, pour une meilleure finition du trou. Pour les trous sécants, les coupes interrompues ou lorsque le trou doit avoir un état de surface d'aspect poli glacé.

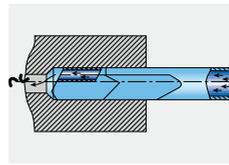
Applications typiques du foret



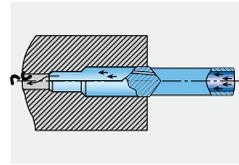
Forage dans le plein avec évacuation des copeaux et du lubrifiant en contre-sens du forage.



Alésage avec évacuation des copeaux et du lubrifiant en contre-sens de l'alésage.



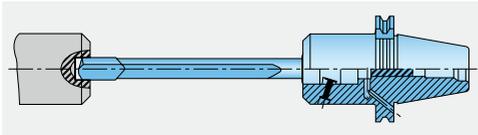
Alésage avec évacuation des copeaux dans le trou.



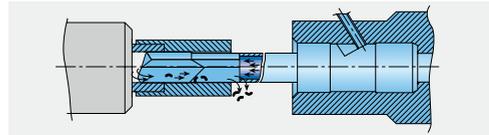
Alésage avec outil étagé, évacuation des copeaux et du lubrifiant dans le sens de l'alésage.

Usage sur centre

- Engager le foret pour trou profond à l'arrêt ou avec une vitesse de rotation réduite ($n < 50$ tr/mn) dans l'avant-trou
- Démarrer l'arrosage
- Appliquer la vitesse de rotation nominale
- Forer jusqu'à la profondeur souhaitée, en cas de trou borgne, revenir légèrement (1-2 mm)
- Arrêter la rotation ou garder une vitesse de rotation réduite ($n < 50$ tr/mn)
- Sortir l'outil



Avant trou de guidage pour opérations sur centres d'usinage.



Canon de perçage pour stabilisation sur centres d'usinage.

Pression et débit d'arrosage:

Le bon liquide de coupe

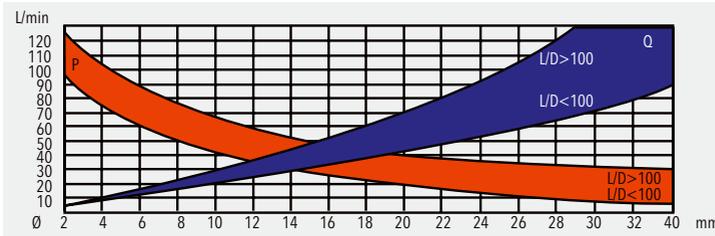
Si possible, préférer de l'huile entière à une émulsion.

Huile entière

- La plupart des foreuses conventionnelles fonctionnent avec de l'huile entière
- Assure une lubrification optimale, et une durée de vie et un état de surface améliorés
- Pas de problèmes de concentration ni d'évaporation

Émulsion de perçage

- Utilisation sur la plupart des centres d'usinage



Mauvais < 8%
Acceptable 10-12%
Bien 12-15%

Ingersoll Cutting Tools

Marketing & Technology

Allemagne

Ingersoll Werkzeuge GmbH

Kalteiche-Ring 21-25

35708 Haiger, Germany

Téléphone: +49 2773 742-0

Fax: +49 2773 742-812

E-Mail: info@ingersoll-imc.de

Site web: www.ingersoll-imc.de

France

Ingersoll France

22, rue Albert Einstein

F-77420 CHAMPS-sur-MARNE

Téléphone: +33 164684536

Fax: +33 164684524

E-Mail: info@ingersoll-imc.fr

Site web: www.ingersoll-imc.fr



www.ingersoll-imc.fr

