

→ DONNEES TECHNIQUES

Signification des symboles	P. 102
Matières - revêtements	P. 103
Tableau des tolérances	P. 104
Tableau de comparaison de duretés	P. 104
Vitesse de coupe - vitesse de rotation	P. 105

→ CONDITIONS DE COUPES

Conditions de coupe générales :

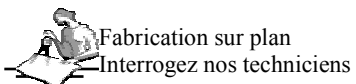
Fraises acier rapide supérieur	P. 106 à 108
Fraises carbure micrograin	P. 110

Conditions de coupe spécifiques acier :





A ébavurer	P. 109
A lamer	P. 109

Conditions de coupe spécifiques carbure :

Haut rendement	P. 111
Hardcut	P. 111
Micro-fraises	P. 112



SIGNIFICATION DES SYMBOLES

	Utilisation conventionnelle		Pas de coupe au centre
	Utilisation conventionnelle et UGV possible		Nature du revêtement
	Nature de la matière de l'outil		Angle d'hélice
	Série courte		Type de la queue
	Série normale		Profil rond
	Série longue		Profil rond fin
	Série extra-longue		Profil rond extra-fin
	Contournage uniquement		Norme
	Contournage et plongée		Conditions de coupe
	Contournage et plongée angulaire		
	Tous sens possibles		
	Plongée verticale uniquement		
	Coupe au centre 1 dent		
	Coupe au centre 2 dents		
	Coupe au centre 3 dents		
	Coupe au centre 4 dents et plus		

MATIERES - REVETEMENTS

→ ACIER RAPIDE SUPERIEUR (HSS)

Les aciers rapides supérieurs HSS, (HIGH SPEED STEEL) sont les matériaux de coupe les plus utilisés pour la fabrication des outils coupants. Nous proposons 3 qualités :

- HSS** Acier rapide supérieur, **M2**, pour l'usinage des matières jusqu'à 800N/mm²
- HSS-E** Acier rapide supérieur, **M35**, à 5% de cobalt. Sa meilleure résistance à la chaleur permet l'usinage des matières jusqu'à 1200 N/mm².
- HSS-CO 8%** Acier rapide supérieur, **M42**, à 8% de cobalt, excellente résistance thermique, couramment utilisé en outils de fraisage.

TABLEAU DES ALLIAGES

Désignation SUNSTEEL	Norme U.S.A	% Alliages					
		C	Cr	W	Mo	V	Co
HSS	M2	0,82	4	6,5	5	2	-
HSS-E	M35	0,82	4,5	6	5	2	5
HSS-Co8%	M42	1,08	4	1,5	9,5	1,2	8,25

→ CARBURE (HM)

Le carbure est un matériau issu de la métallurgie des poudres. Il est principalement constitué de particules très dures désignées carbure de tungstène (WC) et de cobalt (Co) servant de liant. Plus la teneur en cobalt est élevée, plus la ténacité est importante et plus la résistance à l'usure est moindre. Nous n'utilisons que du carbure micrograin (dont la grosseur des grains est inférieure à 1µm) pour une durée de vie des outils prolongée et un domaine d'application plus large. Nous proposons 3 qualités :

- K10** Carbure micrograin à **6%** de cobalt, le plus utilisé pour la réalisation des outils de fraisage.
- K30F** Carbure micrograin à **10%** de cobalt, dont la ténacité est supérieure pour un meilleur rendement avec un revêtement NEC400, utilisation en UGV.
- K50** Carbure micrograin à **12%** de cobalt, ce nouveau substrat permet d'usiner des aciers traités à haute dureté.

TABLEAU DE PARAMETRES

Désignation SUNSTEEL	% Composition		Grosseurs des grains (µm)	Dureté (HV)
	WC	Co		
K10	94	6	0,7 - 0,9	1700
K30F	90	10	0,5 - 0,8	1600
K50	88	12	0,2 - 0,5	1710

→ REVETEMENT DUR

Le revêtement dur est une technologie éprouvée qui améliore la capacité des outils coupants. Contrairement au traitement de surface, l'outil n'est pas modifié chimiquement, mais revêtu d'une fine couche (quelques microns de mm) de métal dur. Il est réalisé sous vide à une température inférieure à 600° par le procédé PVD (PHYSICAL VAPOR DEPOSITION). Il facilite le glissement de la surface, crée une séparation isolante entre le matériau de coupe et la matière à usiner. Il en résulte une augmentation de la durée de vie des outils revêtus et l'amélioration des vitesses de coupe pour un meilleur rendement. Nous proposons 4 revêtements :

- NEC 100** Revêtement dur, monocouche de **nitruure de chrome**, conseillé pour l'usinage des alliages légers et inox tendres.
- NEC 300** Revêtement dur, multicouche, type **Futura** de BALZERS ; grande ténacité de sa structure, stabilité thermique et chimique élevées.
- NEC 400** Revêtement dur, multicouche, type **X-Trème** de BALZERS ; grande dureté de sa structure, stabilité thermique et chimique élevées, développé spécialement pour les outils carbure.
- NEC 600** Nouveau revêtement dur multicouche, déposé sur le carbure K50, permet l'usinage d'aciers traités jusqu'à 70 HRC.

TABLEAU DE PARAMETRES

Désignation SUNSTEEL	Composants chimiques	Micro dureté (HV 0,05)	Coef. frottement	Ép. couche (µm)	T°max.	Aspect
NEC100	CrN	1750	0,5	1-4	700°	Gris-argent
NEC300	Titane (Ti) Azote (V) Aluminium (Al)	3000	0,4	3-5	800°	Noir-violet
NEC400		3700	0,4	1-3	900°	Noir-violet
NEC600	Multicouche	4000	0,3	1-3	950°	Noir

TABLEAU DES TOLERANCES en microns (μ)

Lettres majuscules pour les alésages définissant la position de la tolérance. **Lettres minuscules** pour les arbres définissant la position de la tolérance. **Tolérance** au-dessus de la cote nominale : A à H et j à z **Tolérance** au-dessous de la cote nominale : J à Z et a à h.
Qualité : définie par un numéro de 1 à 16 (tolérance croissante)

Tolérance	Cote nominale en mm								
	De 1 à 3 inclus	> 3 à 6 inclus	> 6 à 10 inclus	> 10 à 18 inclus	> 18 à 30 inclus	> 30 à 50 inclus	> 50 à 80 inclus	> 80 à 120 inclus	> 120 à 180 inclus
H6	+ 6 + 0	+ 8 + 0	+ 9 + 0	+ 11 + 0	+ 13 + 0	+ 16 + 0	+ 19 + 0	+ 22 + 0	+ 25 + 0
H7	+ 10 + 0	+ 12 + 0	+ 15 + 0	+ 18 + 0	+ 21 + 0	+ 25 + 0	+ 30 + 0	+ 35 + 0	+ 40 + 0
H8	+ 14 + 0	+ 18 + 0	+ 22 + 0	+ 27 + 0	+ 33 + 0	+ 39 + 0	+ 46 + 0	+ 54 + 0	+ 63 + 0
H9	+ 25 + 0	+ 30 + 0	+ 36 + 0	+ 43 + 0	+ 52 + 0	+ 62 + 0	+ 74 + 0	+ 87 + 0	+ 100 + 0
H10	+ 40 + 0	+ 48 + 0	+ 58 + 0	+ 70 + 0	+ 84 + 0	+ 100 + 0	+ 120 + 0	+ 140 + 0	+ 160 + 0
H13	+ 140 + 0	+ 180 + 0	+ 220 + 0	+ 270 + 0	+ 330 + 0	+ 390 + 0	+ 460 + 0	+ 540 + 0	+ 630 + 0
N11	- 4 - 64	- 0 - 75	- 0 - 90	- 0 - 110	- 0 - 130	- 0 - 160	- 0 - 190	- 0 - 220	- 0 - 250
e8	- 14 - 28	- 20 - 38	- 25 - 47	- 32 - 59	- 40 - 73	- 50 - 89	- 60 - 106	- 72 - 126	- 85 - 148
f8	- 6 - 20	- 10 - 28	- 13 - 35	- 16 - 43	- 20 - 53	- 25 - 64	- 30 - 76	- 36 - 90	- 43 - 106
h7	- 0 - 10	- 0 - 12	- 0 - 15	- 0 - 18	- 0 - 21	- 0 - 25	- 0 - 30	- 0 - 35	- 0 - 40
h8	- 0 - 14	- 0 - 18	- 0 - 22	- 0 - 27	- 0 - 33	- 0 - 39	- 0 - 46	- 0 - 54	- 0 - 63
h9	- 0 - 25	- 0 - 30	- 0 - 36	- 0 - 43	- 0 - 52	- 0 - 62	- 0 - 74	- 0 - 87	- 0 - 100
h12	+ 0 - 100	+ 0 - 120	+ 0 - 150	+ 0 - 180	+ 0 - 210	+ 0 - 250	+ 0 - 300	+ 0 - 350	+ 0 - 400
j7	+ 6 - 4	+ 8 - 4	+ 10 - 5	+ 12 - 6	+ 13 - 8	+ 15 - 10	+ 18 - 12	+ 20 - 15	+ 22 - 18
j14	± 125	± 150	± 180	± 215	± 260	± 310	± 370	± 435	± 500
j16	± 300	± 375	± 450	± 550	± 650	± 800	± 950	± 1100	± 1250
k7	+ 10 + 0	+ 13 + 1	+ 16 + 1	+ 19 + 1	+ 23 + 2	+ 27 + 3	+ 32 + 2	+ 38 + 3	+ 43 + 3
k9	+ 25 + 0	+ 30 + 0	+ 36 + 0	+ 43 + 0	+ 52 + 0	+ 62 + 0	+ 74 + 0	+ 87 + 0	+ 100 + 0
k11	+ 60 + 0	+ 75 + 0	+ 90 + 0	+ 110 + 0	+ 130 + 0	+ 160 + 0	+ 190 + 0	+ 220 + 0	+ 250 + 0
m6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 15 + 6	+ 18 + 7	+ 21 + 8	+ 25 + 9	+ 30 + 11	+ 35 + 13	+ 40 + 15

TABLEAU DE COMPARAISONS DE DURETES

L'industrie utilise différents systèmes pour mesurer la dureté. Le tableau ci-dessous vous donne la correspondance entre quatre systèmes parmi les plus fréquents.

Résistance à la traction N/mm ²	Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRC	SHORE C	Résistance à la traction N/mm ²	Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRC	SHORE C	Résistance à la traction N/mm ²	Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRC	SHORE C
700	200			28	1580	450	429	44,8	55	700	200	602	59,3	79
740	210			29	1610	460	435	45,5	56	710	210	609	59,8	80
770	220			30	1650	470	441	46,3	57	720	220	616	60,2	81
810	230		19,2	31	1680	480	450	47,0	58	730	230	622	60,7	82
840	240		21,2	33	1720	490	457	47,7	59	740	240	627	61,1	83
880	250		23,0	34	1750	500	465	48,3	60	750	250	633	61,5	83
910	260		24,7	35	1790	510	474	49,0	61	760	260	639	61,9	84
950	270		26,1	36	1820	520	482	49,6	62	770	270	644	62,3	85
980	280		27,6	37	1860	530	489	50,3	63	780	280	650	62,7	86
1020	290		29,0	39	1890	540	496	50,9	64	790	290	656	63,1	86
1050	300		30,3	40	1930	550	503	51,5	65	800	300	661	63,5	87
1090	310		31,5	41	1960	560	511	52,1	66	810	310	666	63,9	87
1120	320		32,9	42	2000	570	520	52,7	67	820	320	670	64,3	88
1150	330		33,8	43	2030	580	527	53,3	68	830	330	677	64,6	89
1190	340		34,9	44	2070	590	533	53,8	69	840	340	682	65,0	89
1230		350	36,0	45	2100	600	533	54,4	70	850			65,3	90
1260	360	359	37,0	46	2140	610	543	54,9	71	860	360		65,7	90
1300	370	368	38,0	47	2170	620	549	55,4	72	870	370		66,0	91
1330	380	373	38,9	48	2210	630	555	55,9	73	880	380		66,3	91
1370	390	385	39,8	49	2240	640	561	56,4	74	890	390		66,6	92
1400	400	393	40,7	50	2280	650	568	56,9	75	900	400		66,9	92
1440	410	400	41,5	51	2310	660	574	57,4	75	910	410		67,2	
1470	420	407	42,3	52	2350	670	581	57,9	76	920	420		67,5	
1510	430	416	43,2	53	2380	680	588	58,7	77	930	430		67,7	
1540	440	423	44,0	54	2410	690	595	58,9	78	940	440		68,0	

CORRESPONDANCE VITESSE DE COUPE (m/mn) ET VITESSE DE ROTATION (tr/mn)

D	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30	32	36	40	50	63	70	80	100
Vitesse de coupe	Vitesse de rotation (tr/mn)																					
10	1 592	796	531	398	318	265	227	199	177	159	145	127	114	106	88	80	64	51	45	40	32	32
15	2 389	1 194	796	597	478	398	341	299	265	239	217	191	171	159	149	133	119	96	76	68	60	48
20	3 185	1 592	1 062	796	637	531	455	398	354	318	290	255	227	212	199	177	159	127	101	91	80	64
25	3 981	1 990	1 327	995	796	663	569	498	442	398	362	318	284	265	249	221	199	159	126	114	100	80
30	4 777	2 389	1 592	1 194	955	796	682	597	531	478	434	382	341	318	299	265	239	191	152	136	119	96
40	6 369	3 185	2 123	1 592	1 274	1 062	910	796	708	637	579	510	455	425	398	354	318	255	202	182	159	127
50	7 962	3 981	2 654	1 990	1 592	1 327	1 137	995	885	796	724	637	569	531	498	442	398	318	253	227	199	159
60	9 554	4 777	3 185	2 389	1 911	1 592	1 365	1 194	1 062	955	869	764	682	637	597	531	478	382	303	273	239	191
70	11 146	5 573	3 715	2 787	2 229	1 858	1 592	1 393	1 238	1 115	1 013	892	796	743	697	619	557	446	354	318	279	223
80	12 739	6 369	4 246	3 185	2 548	2 123	1 820	1 592	1 415	1 274	1 158	1 019	910	849	796	708	637	510	404	364	318	255
90	14 331	7 166	4 777	3 583	2 866	2 389	2 047	1 791	1 592	1 433	1 303	1 146	1 024	955	896	796	717	573	455	409	358	287
100	15 924	7 962	5 308	3 981	3 185	2 654	2 275	1 990	1 769	1 592	1 448	1 274	1 137	1 062	995	885	796	637	506	455	398	318
110	17 516	8 758	5 839	4 379	3 503	2 919	2 502	2 189	1 946	1 752	1 592	1 401	1 251	1 168	1 095	973	876	701	556	500	438	350
120	19 108	9 554	6 369	4 777	3 822	3 185	2 730	2 389	2 123	1 911	1 737	1 529	1 365	1 274	1 194	1 062	955	764	607	546	478	382
130	20 701	10 350	6 900	5 175	4 140	3 450	2 957	2 588	2 300	2 070	1 882	1 656	1 479	1 380	1 294	1 150	1 035	828	657	591	518	414
140	22 293	11 146	7 431	5 573	4 459	3 715	3 185	2 787	2 477	2 229	2 027	1 783	1 592	1 486	1 393	1 238	1 115	892	708	637	557	446
150	23 885	11 943	7 962	5 971	4 777	3 981	3 412	2 986	2 654	2 389	2 171	1 911	1 706	1 592	1 493	1 327	1 194	955	758	682	597	478
160	25 478	12 739	8 493	6 369	5 096	4 246	3 640	3 185	2 831	2 548	2 316	2 038	1 820	1 699	1 592	1 415	1 274	1 019	809	728	637	510
170	27 070	13 535	9 023	6 768	5 414	4 512	3 867	3 384	3 008	2 707	2 461	2 166	1 934	1 805	1 692	1 504	1 354	1 083	859	773	677	541
180	28 662	14 331	9 554	7 166	5 732	4 777	4 095	3 583	3 185	2 866	2 606	2 293	2 047	1 911	1 791	1 592	1 433	1 146	910	819	717	573
190	30 255	15 127	10 085	7 564	6 051	5 042	4 322	3 782	3 362	3 025	2 750	2 420	2 161	2 017	1 891	1 681	1 513	1 210	960	864	756	605
200	31 847	15 924	10 616	7 962	6 369	5 308	4 550	3 981	3 539	3 185	2 895	2 548	2 275	2 123	1 990	1 769	1 592	1 274	1 011	910	796	637
220	35 032	17 516	11 677	8 758	7 006	5 839	5 005	4 379	3 892	3 503	3 185	2 803	2 502	2 335	2 189	1 946	1 752	1 401	1 112	1 001	876	701
240	38 217	19 108	12 739	9 554	7 643	6 369	5 460	4 777	4 246	3 822	3 474	3 057	2 730	2 548	2 389	2 123	1 911	1 529	1 213	1 092	955	764
260	41 401	20 701	13 800	10 350	8 280	6 900	5 914	5 175	4 600	4 140	3 764	3 312	2 957	2 760	2 588	2 300	2 070	1 656	1 314	1 183	1 035	828
280	44 586	22 293	14 862	11 146	8 917	7 431	6 369	5 573	4 954	4 459	4 053	3 567	3 185	2 972	2 787	2 477	2 229	1 783	1 415	1 274	1 115	892
300	47 771	23 885	15 924	11 943	9 554	7 962	6 824	5 971	5 308	4 777	4 343	3 822	3 412	3 185	2 986	2 654	2 389	1 911	1 517	1 365	1 194	955
320	50 955	25 478	16 985	12 739	10 191	8 493	7 279	6 369	5 662	5 096	4 632	4 076	3 640	3 397	3 185	2 831	2 548	2 038	1 618	1 456	1 274	1 019
340	54 140	27 070	18 047	13 535	10 828	9 023	7 734	6 768	6 016	5 414	4 922	4 331	3 867	3 609	3 384	3 008	2 707	2 166	1 719	1 547	1 354	1 083
360	57 325	28 662	19 108	14 331	11 465	9 554	8 189	7 166	6 369	5 732	5 211	4 586	4 095	3 822	3 583	3 185	2 866	2 293	1 820	1 638	1 433	1 146
380	60 510	30 255	20 170	15 127	12 102	10 085	8 644	7 564	6 723	6 051	5 501	4 841	4 322	4 034	3 782	3 362	3 025	2 420	1 921	1 729	1 513	1 210
400	63 694	31 847	21 231	15 924	12 739	10 616	9 099	7 962	7 077	6 369	5 790	5 096	4 550	4 246	3 981	3 539	3 185	2 548	2 022	1 820	1 592	1 274
500	79 618	39 809	26 539	19 904	15 924	13 270	11 374	9 952	8 846	7 962	7 238	6 369	5 687	5 308	4 976	4 423	3 981	3 185	2 528	2 275	1 990	1 592
600	95 541	47 771	31 847	23 885	19 108	15 924	13 649	11 943	10 616	9 554	8 686	7 643	6 824	6 369	5 971	5 308	4 777	3 822	3 033	2 730	2 389	1 911
700	111 465	55 732	37 155	27 866	22 293	18 577	15 924	13 933	12 385	11 146	10 133	8 917	7 962	7 431	6 967	6 192	5 573	4 459	3 539	3 185	2 787	2 229
800	127 389	63 694	42 463	31 847	25 478	21 231	18 198	15 924	14 154	12 739	11 581	10 191	9 099	8 493	7 962	7 077	6 369	5 096	4 044	3 640	3 185	2 548
900	143 312	71 656	47 771	35 828	28 662	23 885	20 473	17 914	15 924	14 331	13 028	11 465	10 237	9 554	8 957	7 962	7 166	5 732	4 550	4 095	3 583	2 866
1 000	159 236	79 618	53 079	39 809	31 847	26 539	22 748	19 904	17 693	15 924	14 476	12 739	11 374	10 616	9 952	8 846	7 962	6 369	5 055	4 550	3 981	3 185

VITESSE DE COUPE

Vc = vitesse de coupe en m/mn
N = vitesse de rotation en tr/mn
D = diamètre de fraise en mm

$$N = \frac{1\ 000 \times Vc}{3,14 \times D}$$

VITESSE D'AVANCE

Vf = vitesse d'avance en m/mn
fz = avance par dent en mm
z = nombre de dents
N = vitesse de rotation en tr/mn

$$Vf = fz \times z \times N$$

Les données indiquées dans les pages suivantes sont des valeurs de base à adapter sur le poste de travail en fonction de la nature même de l'usinage (état de la machine, lubrification, etc.). Elles sont établies pour des opérations de fraisage en avallant avec des profondeurs de passe indiquées sur les schémas.

Les recommandations suivantes doivent être respectées pour assurer une performance maximale et une longévité de la durée de vie de l'outil : choix adapté de la lubrification, précision maximale du porte-outil, rigidité maximale de la pièce et de l'outil.

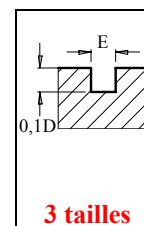
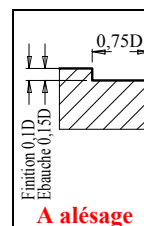
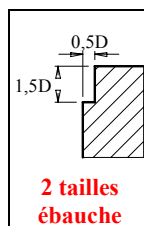
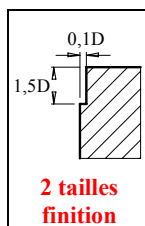
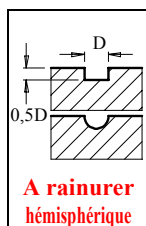
Vitesses d'avance : les valeurs sont établies pour des séries normales. Pour des séries longues, l'utilisateur doit les réduire de 30 à 40%.

CONDITIONS DE COUPE - FRAISES ACIER RAPIDE SUPERIEUR

V_c = vitesse de coupe en m/mn

□ sans revêtement ■ avec revêtement

f_z = avance par dent en mm

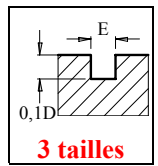
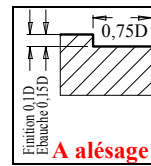
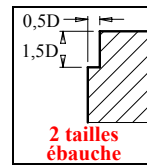
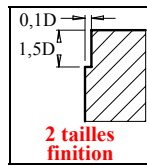
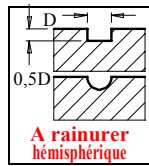


1	ACIERS <700N/mm² non alliés ou faiblement alliés	V_c	32-42	34-44	32-42	V_c	30-38	V_c	28-34
		V_c	55-75	60-80	55-75	V_c	45-60		
		D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z
	Norme AFNOR	4	0,017	0,022	0,015	40	0,067	50	0,051
	E 24-2 / CC12 / CC20 / S250 / S250Pb / 10PbF2 /	6	0,025	0,032	0,022	50	0,079	63	0,059
	S300 / S300Pb / XC12,18 / XC25 / A50-2 / CC35 /	8	0,038	0,050	0,035	63	0,093	80	0,067
	CC45 / 35MF4 / 35 M 5 / 40 M 5 / 20 M 5 / XC 38 / 2 C	10	0,043	0,056	0,039	80	0,112	100	0,079
	45; CX 45 / XC 48 H 1 TS	12	0,051	0,067	0,047	100	0,117	125	0,093
		20	0,069	0,090	0,063			160	0,112
		32	0,097	0,128	0,090			200	0,113
2	ACIERS 700 à 950N/mm² non alliés ou faiblement alliés	V_c	30-34	32-36	30-34	V_c	28-32	V_c	28-24
		V_c	50-60	55-65	50-60	V_c	42-48		
		D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z
	Norme AFNOR	4	0,017	0,022	0,016	40	0,069	50	0,050
	XC55 / XC 100 / Y 120 / Z 100 CDV 5 / Z 85 WDCV	6	0,025	0,033	0,023	50	0,081	63	0,058
	6-5-4-5 / 35 NC 6 / 12 NC 15 / 40 NCD 3 / 20 NCD 2 /	8	0,039	0,052	0,036	63	0,088	80	0,069
	40 NCD 2 / 42 CD 4 / 15 CD 3,5 / 30CD12 / 10 CD	10	0,047	0,061	0,043	80	0,104	100	0,081
	9,10	12	0,051	0,066	0,047	100	0,119	125	0,088
		20	0,071	0,092	0,065			160	0,104
		32	0,089	0,118	0,083			200	0,104
3	ACIERS 950 à 1200N/mm² fortement alliés	V_c	22-26	24-28	22-26	V_c	20-24	V_c	16-20
		V_c	42-48	45-50	42-48	V_c	34-38		
		D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z
	Norme AFNOR	4	0,013	0,017	0,012	40	0,055	50	0,040
	Z 90 WDKCV 6-5-5-4-2 / Z 110 DKCWV 9-8-4-2-1 /	6	0,020	0,026	0,018	50	0,062	63	0,055
	Z80 WKCV 18-5-4-1 / 30 NCD 16 / 30 CD 12	8	0,031	0,041	0,029	63	0,069	80	0,065
		10	0,036	0,047	0,033	80	0,080	100	0,080
		12	0,039	0,052	0,036	100	0,088	125	0,085
		20	0,054	0,071	0,050			160	0,100
		32	0,069	0,090	0,065			200	0,100
4	ACIERS 1200 à 1400N/mm² fortement alliés	V_c	16-20	18-22	16-20	V_c	7-12	V_c	6-10
		V_c	30-34	32-36	30-34	V_c	11-20		
		D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z
	Norme AFNOR	4	0,013	0,017	0,012	40	0,045	50	0,036
	60 Sm 5 / 55 NCDV 7 / 58 CMV 4	6	0,020	0,026	0,018	50	0,050	63	0,050
		8	0,031	0,041	0,029	63	0,055	80	0,060
		10	0,036	0,047	0,033	80	0,065	100	0,070
		12	0,039	0,052	0,036	100	0,070	125	0,080
		20	0,054	0,071	0,050			160	0,090
		32	0,068	0,090	0,064			200	0,090
5	ACIERS INOXYDABLES ferritiques 400 à 640 N/mm ²	V_c	18-22	20-24	18-22	V_c	16-20		
		V_c	30-34	32-36	30-34	V_c	24-28		
		D	f_z	f_z	f_z	D	f_z		
	Norme USA (AFNOR)	4	0,009	0,013	0,009	40	0,074		
	429 (Z 8 C 12) / 405 (Z 8 CA 12) / 430 (Z 8 C 17) /	6	0,021	0,027	0,019	50	0,082		
	434 (-) / 409 (Z 3 CT 12)	8	0,031	0,042	0,029	63	0,099		
		10	0,041	0,054	0,038	80	0,118		
		12	0,051	0,067	0,047	100	0,138		
		20	0,071	0,093	0,066				
		32	0,103	0,135	0,095				
6	ACIERS INOXYDABLES martensitiques 730 à 1150 N/mm ²	V_c	16-20	18-22	16-20	V_c	14-18		
		V_c	28-32	30-34	28-32	V_c	22-26		
		D	f_z	f_z	f_z	D	f_z		
	Norme USA (AFNOR)	4	0,009	0,013	0,009	40	0,074		
	420 (Z 20 Cr 13)	6	0,021	0,027	0,019	50	0,082		
	431 (Z 15 CN 16-02)	8	0,031	0,042	0,029	63	0,099		
	440C (Z 100 CD 17)	10	0,041	0,054	0,038	80	0,118		
		12	0,051	0,067	0,047	100	0,138		
		20	0,071	0,093	0,066				
		32	0,103	0,135	0,095				

Les valeurs sont données à titre indicatif et n'engagent nullement la responsabilité de notre société

CONDITIONS DE COUPE - FRAISES ACIER RAPIDE SUPERIEUR

V_c = vitesse de coupe en m/mn
 sans revêtement avec revêtement
 f_z = avance par dent en mm



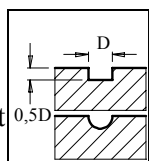
7	ACIERS INOXYDABLES austénitiques 440 à 780N/mm ²	V_c	14-18	14-18	14-18	V_c	12-16			
		V_c	22-26	22-26	22-26	V_c	18-22			
		D	f_z	f_z	f_z	D	f_z			
		Norme USA (AFNOR)	4	0,009	0,013	0,009	40	0,074		
		304 (Z 6 CN 18-9) / 304L (Z3 CN 19-11) / 301 (Z 11 CN 17-08) / 302 (Z 10CN 18-09) / 316 (Z 6 CND 18-12-03) / 317 (-) / 321 (Z 6 CNT 18-10) / 347 (Z6 CNiN 18-10)	6	0,021	0,027	0,019	50	0,082		
			8	0,031	0,042	0,029	63	0,099		
			10	0,041	0,054	0,038	80	0,118		
			12	0,051	0,067	0,047	100	0,138		
			20	0,071	0,093	0,066				
			32	0,103	0,135	0,095				
8	ACIERS INOXYDABLES Réfractaire 950 à 1050N/mm ²	V_c	14-18	14-18	14-18	V_c	7-12			
		V_c	22-26	22-26	22-26	V_c	10-18			
		D	f_z	f_z	f_z	D	f_z			
		Norme USA (AFNOR)	4	0,008	0,012	0,008	40	0,045		
		314 (Z12 CND 25-20) / 310 S (Z12 CN 26-21) / 310 S (Z 8 CN 25-20) / 330 (Z 12 NCS 35-16)	6	0,018	0,024	0,017	50	0,050		
			8	0,028	0,038	0,027	63	0,055		
			10	0,037	0,049	0,034	80	0,065		
			12	0,046	0,061	0,043	100	0,070		
			20	0,064	0,084	0,059				
			32	0,091	0,121	0,085				
9	ALLIAGES REFRACTAIRES base fer- R <900N/mm ²	V_c	10-14	12-16	10-14					
		V_c	18-22	18-22	18-22					
		D	f_z	f_z	f_z					
		Norme BS	4	0,008	0,012	0,008				
		FeNi28Co18 / 19-9DI / 16-25-6 / DISCALOY	6	0,018	0,024	0,017				
			8	0,028	0,038	0,027				
			10	0,037	0,049	0,034				
			12	0,046	0,061	0,043				
			20	0,064	0,084	0,059				
			32	0,091	0,121	0,085				
10	ALLIAGES REFRACTAIRES base Co ou Ni < 900N/mm ²	V_c	10-14	12-16	10-14					
		V_c	20-24	22-26	20-24					
		D	f_z	f_z	f_z					
		HASTELLOY / HS 16 / INCOLOY 901 / INCOLOY 800 / INCONEL 600 / INCONEL 751 / MONEL 400-404 / NIMONIC 90 / STELLITE / WASPALOY	4	0,012	0,016	0,012				
			6	0,021	0,027	0,019				
			8	0,031	0,042	0,029				
			10	0,042	0,056	0,039				
			12	0,053	0,071	0,050				
			20	0,074	0,098	0,069				
			32	0,087	0,115	0,081				
11	ALLIAGES REFRACTAIRES base Co ou Ni > 900N/mm ²	V_c	6-10	8-12	6-10					
		V_c	12-16	14-16	12-16					
		D	f_z	f_z	f_z					
		HASTELLOY / HS 16 / INCOLOY 901 / INCOLOY 800 / INCONEL 600 / INCONEL 751 / MONEL 400-404 / NIMONIC 90 - STELLITE / WASPALOY	4	0,010	0,014	0,010				
			6	0,017	0,023	0,016				
			8	0,027	0,036	0,025				
			10	0,036	0,048	0,034				
			12	0,046	0,061	0,043				
			20	0,063	0,084	0,059				
			32	0,084	0,112	0,079				
12	ALLIAGES DE TITANE < 1100 N/mm ²	V_c	12-16	14-18	12-16					
		V_c	22-26	24-28	22-26					
		D	f_z	f_z	f_z					
		Norme AFNOR	4	0,010	0,014	0,010				
		Ti 99,7	6	0,017	0,023	0,016				
		Ti Cu2	8	0,027	0,036	0,025				
		T-A6V	10	0,036	0,048	0,034				
			12	0,046	0,061	0,043				
			20	0,063	0,084	0,059				
			32	0,084	0,112	0,079				
13	FONTE GRISE 100 à 400 N/mm ²	V_c	34-38	36-40	34-38	V_c	30-34	V_c	26-30	
		V_c	60-70	65-70	60-70	V_c	45-50	V_c		
		D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z	
		Norme AFNOR	4	0,019	0,025	0,017	40	0,075	50	0,061
		Ft10D / A32-301	6	0,032	0,042	0,030	50	0,089	63	0,065
		L-NC20 2 / Ft30D	8	0,042	0,056	0,039	63	0,105	80	0,075
			10	0,051	0,067	0,047	80	0,126	100	0,089
			12	0,056	0,074	0,052	100	0,128	125	0,105
			20	0,076	0,101	0,071			160	0,126
			32	0,109	0,144	0,101			200	0,126

CONDITIONS DE COUPE - FRAISES ACIER RAPIDE SUPERIEUR

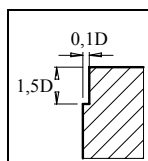
V_c = vitesse de coupe en m/mn

sans revêtement avec revêtement

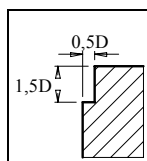
f_z = avance par dent en mm



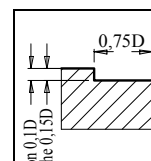
A rainurer hémisphérique



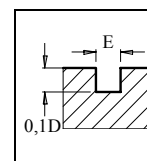
2 tailles finition



2 tailles ébauche



A alésage



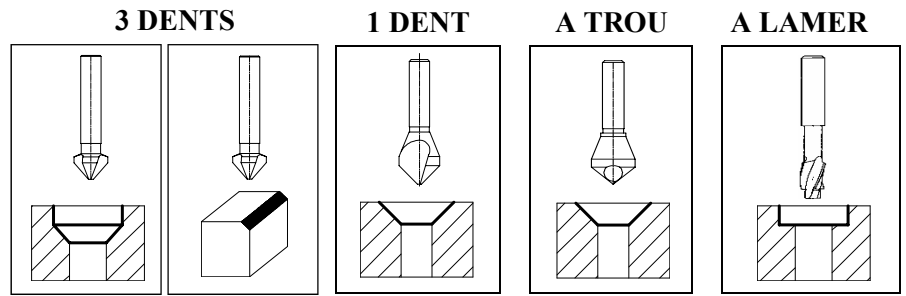
3 tailles

14 FONTE GS 370 à 800 N/mm ² <i>Norme AFNOR</i> FCS400-12 FGS370-17 FGS600-3	V_c	20-24	22-26	20-24	V_c	18-22	V_c	16-20
	V_c	38-42	40-44	38-42	V_c	30-34		
	D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z
	4	0,019	0,025	0,017			50	0,061
	6	0,032	0,042	0,030			63	0,065
	8	0,042	0,056	0,039	40	0,075	80	0,075
	10	0,051	0,067	0,047	50	0,089	100	0,089
	12	0,056	0,074	0,052	63	0,105	125	0,105
	20	0,076	0,101	0,071	80	0,126	160	0,126
	32	0,109	0,144	0,101	100	0,128	200	0,126
15 ALLIAGES ALUMINIUM GRAS 140 à 360 N/mm ² <i>Norme AFNOR</i> A-g4-5MC	V_c	150-200	150-250	150-200	V_c	120-180	V_c	120-180
	V_c	200-250	250-300	200-250				
	D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z
	4	0,024	0,031	0,022	40	0,093	50	0,065
	6	0,036	0,047	0,033	50	0,100	63	0,073
	8	0,049	0,065	0,046	63	0,108	80	0,093
	10	0,056	0,074	0,052	80	0,130	100	0,100
	12	0,062	0,082	0,058	100	0,140	125	0,108
	20	0,086	0,114	0,081			160	0,130
	32	0,122	0,163	0,114			200	0,130
16 ALLIAGES ALUMINIUM Silicium < 10% 250 à 610 N/mm ² <i>Norme AFNOR</i> A-Z5 GU	V_c	100-150	100-150	100-150	V_c	80-120	V_c	80-100
	V_c	150-200	150-200	150-200				
	D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z
	4	0,026	0,035	0,024	40	0,103	50	0,075
	6	0,039	0,052	0,036	50	0,110	63	0,080
	8	0,053	0,071	0,050	63	0,119	80	0,103
	10	0,061	0,081	0,057	80	0,143	100	0,110
	12	0,069	0,091	0,064	100	0,154	125	0,119
	20	0,095	0,125	0,088			160	0,143
	32	0,136	0,179	0,126			200	0,143
17 ALLIAGES ALUMINIUM Silicium > 10% 160 à 420 N/mm ² <i>Norme AFNOR</i> A-S12	V_c	60-100	60-100	60-100	V_c	60-80	V_c	50-70
	V_c	80-120	80-120	80-120				
	D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z
	4	0,028	0,038	0,027	40	0,113	50	0,079
	6	0,043	0,057	0,04	50	0,121	63	0,088
	8	0,059	0,078	0,055	63	0,131	80	0,113
	10	0,067	0,089	0,063	80	0,157	100	0,121
	12	0,076	0,100	0,07	100	0,169	125	0,131
	20	0,095	0,138	0,097			160	0,157
	32	0,149	0,197	0,138			200	0,157
18 LAITON COURANT 300 à 400 N/mm ² <i>Norme AFNOR</i> CuZn33 CuZn40	V_c	70-90	75-95	70-90	V_c	65-75	V_c	60-70
	V_c	100-150	120-180	100-150	V_c	100-120		
	D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z
	4	0,01	0,013	0,009	40	0,078	50	0,052
	6	0,018	0,024	0,017	50	0,086	63	0,058
	8	0,029	0,039	0,028	63	0,094	80	0,078
	10	0,037	0,049	0,035	80	0,104	100	0,086
	12	0,051	0,066	0,047	100	0,108	125	0,094
	20	0,075	0,098	0,069			160	0,104
	32	0,089	0,118	0,083			200	0,104
19 BRONZE COURANT 400 à 500 N/mm ² <i>Norme AFNOR</i> CuSn8P G-CuSn7ZnPb	V_c	50-70	55-75	50-70	V_c	40-60	V_c	45-50
	V_c	80-120	80-120	80-120	V_c	60-80		
	D	f_z	f_z	f_z	D	f_z	D	f_z
	4	0,01	0,013	0,009	40	0,078	50	0,052
	6	0,018	0,024	0,017	50	0,086	63	0,058
	8	0,029	0,039	0,028	63	0,094	80	0,078
	10	0,037	0,049	0,035	80	0,104	100	0,086
	12	0,051	0,066	0,047	100	0,108	125	0,094
	20	0,075	0,098	0,069			160	0,104
	32	0,089	0,118	0,083			200	0,104

Les valeurs sont données à titre indicatif et n'engagent nullement la responsabilité de notre société

CONDITIONS DE COUPE - FRAISES ACIER A EBAVURER ET A LAMER

V_c = vitesse de coupe en m/mm
 f_z = avance par dent en mm



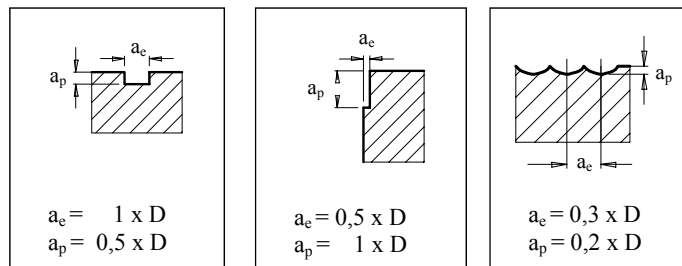
		3 DENTS	1 DENT	A TROU	A LAMER
1 ACIERS < 700N/mm ²	V_c^*	17-22	35-45	35-45	17-22
	D	f_z	f_z	f_z	f_z
	10	0,06	0,12	0,12	0,06
	20	0,08	0,15	0,15	0,08
30	0,1	0,17	0,17	0,1	
2 ACIERS 700 à 950 N/mm ²	V_c^*	8-12	15-20	15-20	8-12
	D	f_z	f_z	f_z	f_z
	10	0,05	0,09	0,09	0,05
	20	0,07	0,11	0,11	0,07
30	0,09	0,13	0,13	0,09	
3+6+8 ACIERS-INOX 950 à 1200 N/mm ²	V_c^*	6-8	12-15	12-15	6-8
	D	f_z	f_z	f_z	f_z
	10	0,02	0,08	0,08	0,02
	20	0,03	0,10	0,10	0,03
30	0,04	0,12	0,12	0,04	
10+11 INOX-INCONEL-NIMONIC	V_c^*	4-6			4-6
	D	f_z			f_z
	10	0,02			0,02
	20	0,02			0,02
30	0,03			0,03	
13+14 FONTES	V_c^*	15-25	20-40		15-25
	D	f_z	f_z		f_z
	10	0,03	0,08		0,03
	20	0,03	0,10		0,03
30	0,04	0,12		0,04	
16 à 18 ALUMINIUM	V_c^*	35-45	50-60	50-60	35-45
	D	f_z	f_z	f_z	f_z
	10	0,06	0,20	0,20	0,06
	20	0,08	0,23	0,23	0,08
30	0,1	0,25	0,25	0,1	
18+19 LAITON-BRONZE	V_c^*	20-30	30-40		20-30
	D	f_z	f_z		f_z
	10	0,06	0,18		0,06
	20	0,08	0,22		0,08
30	0,1	0,25		0,1	
18+19 CUIVRE	V_c^*	10-15	20-30	20-30	10-15
	D	f_z	f_z	f_z	f_z
	10	0,05	0,18	0,18	0,05
	20	0,07	0,22	0,22	0,07
30	0,09	0,25	0,25	0,09	
NYLON - PLASTIQUE - STRATIFIE - PVC	V_c^*	35-70	50-100	50-100	35-70
	D	f_z	f_z	f_z	f_z
	10	0,10	0,3	0,3	0,10
	20	0,12	0,4	0,4	0,12
30	0,15	0,5	0,5	0,15	

* Majorer les vitesses de coupe de 30 à 50% pour les fraises revêtues NEC300 (voir référence E608 page 82)

Les valeurs sont données à titre indicatif et n'engagent nullement la responsabilité de notre société

CONDITIONS DE COUPE - FRAISES CARBURE MICROGRAIN

V_c = vitesse de coupe en m/mn
fz = avance par dent en mm
a_c = pénétration radiale
a_p = pénétration axiale



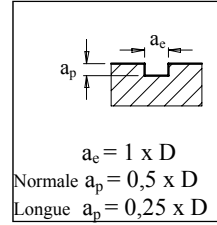
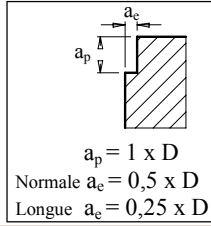
MATERIES A USINER	DURETE N/mm ²	V _c sans revêtement	V _c avec revêtement	Avance par dent fz en mm									
				D	2	4	6	8	10	12	16	20	
ACIERS													
1 non alliés ou faiblement alliés < 700		40-140	140-220	fz	0,007	0,015	0,025	0,037	0,050	0,058	0,072	0,08	
2 non alliés ou faiblement alliés 700 à 950		30-100	100-150	fz	0,007	0,015	0,025	0,037	0,050	0,058	0,072	0,08	
3 fortement alliés	950 à 1200	20-60	70-100	fz	0,006	0,014	0,022	0,035	0,042	0,050	0,060	0,068	
4 fortement alliés	1200 à 1400	20-50	50-70	fz	0,006	0,014	0,022	0,035	0,042	0,050	0,060	0,068	
48-55 HRC		12-20	20-35	fz	0,006	0,014	0,022	0,035	0,042	0,050	0,060	0,068	
55-60 HRC		10-18	15-30	fz	0,004	0,009	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040	0,058	
60-67 HRC		5-10	10-15	fz	0,003	0,007	0,010	0,016	0,018	0,022	0,034	0,048	
ACIERS INOXYDABLES													
5 ferritiques	400 à 640	25-60	50-100	fz	0,006	0,014	0,022	0,035	0,042	0,050	0,060	0,068	
6 martensitiques	730 à 1150	15-40	35-80	fz	0,004	0,009	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040	0,058	
7 austénitiques	440 à 780	40-50	45-90	fz	0,006	0,014	0,022	0,035	0,042	0,050	0,060	0,068	
8 à 11 réfractaires	900 à 1050	10-25	14-35	fz	0,004	0,009	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040	0,058	
12 ALLIAGES DE TITANE	< 1100	20-50	35-100	fz	0,006	0,014	0,022	0,035	0,042	0,050	0,060	0,068	
13 FONTE GRISE	100 à 400	100-140	125-160	fz	0,006	0,014	0,022	0,035	0,042	0,050	0,060	0,068	
14 FONTE GS	370 à 800	60-100	80-125	fz	0,007	0,015	0,025	0,037	0,050	0,058	0,072	0,08	
15 ALLIAGES ALU GRAS	140 à 360	500	1000	fz	0,028	0,035	0,048	0,070	0,100	0,120	0,160	0,200	
16 ALLIAGES ALU Si < 10%	250 à 610	150-250	180-300	fz	0,025	0,035	0,045	0,060	0,070	0,080	0,120	0,180	
17 ALLIAGES ALU Si > 10%	160 à 420	150-250	180-300	fz	0,016	0,025	0,032	0,040	0,050	0,060	0,080	0,120	
18+19 LAITON-BRONZE-CUIVRE	400 à 500	120-200	160-250	fz	0,007	0,015	0,025	0,037	0,050	0,058	0,072	0,08	

Les valeurs sont données à titre indicatif et n'engagent nullement la responsabilité de notre société

CONDITIONS DE COUPE - FRAISES CARBURE HAUT RENDEMENT

réf. E7769-E7769L-E7769R-E7769RL (pages 6-7)

V_c = vitesse de coupe en m/mn
 f_z = avance par dent en mm
 a_e = pénétration radiale
 a_p = pénétration axiale

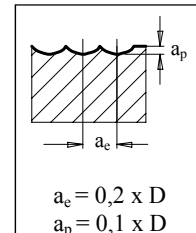
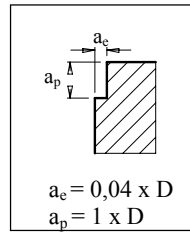
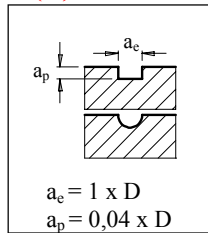


ACIERS	Avance par dent								Avance par dent							
	V_c	D	6	8	10	12	16	20	V_c	D	6	8	10	12	16	20
1 300-1 600 N/mm ²	100-120	f_z	0,055	0,075	0,090	0,11	0,145	0,180	80-100	f_z	0,055	0,075	0,090	0,11	0,145	0,180
1 600-1 800 N/mm ²	80-100	f_z	0,040	0,050	0,070	0,080	0,110	0,130	60-80	f_z	0,040	0,050	0,060	0,070	0,090	0,100
48-55 HRC	50-60	f_z	0,030	0,040	0,050	0,060	0,075	0,090	40-50	f_z	0,030	0,040	0,050	0,060	0,075	0,090
55-60 HRC	20-25	f_z	0,020	0,030	0,035	0,040	0,050	0,060	15-20	f_z	0,020	0,030	0,035	0,040	0,050	0,060
60-70 HRC	18-20	f_z	0,015	0,025	0,030	0,035	0,045	0,055	12-15	f_z	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040	0,055

CONDITIONS DE COUPE - FRAISES CARBURE HARD CUT

USINAGE CONVENTIONNEL (N)

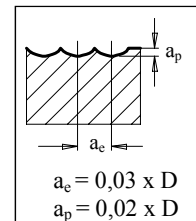
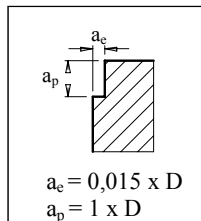
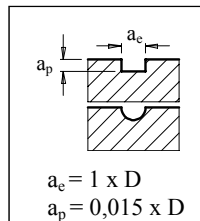
V_c = vitesse de coupe en m/mn
 f_z = avance par dent en mm
 a_e = pénétration radiale
 a_p = pénétration axiale



INOX 20-45 HRC	Avance par dent										Avance par dent									
	V_c	D	2	4	6	8	10	12	16	20	V_c	D	2	4	6	8	10	12	16	20
50-90	f_z	0,008	0,024	0,036	0,056	0,070	0,084	0,110	0,140	90-110	f_z	0,030	0,050	0,070	0,080	0,100	0,120	0,160	0,200	
ACIERS 48-55 HRC	40-70	f_z	0,004	0,010	0,015	0,020	0,025	0,025	0,030	0,030	100-150	f_z	0,030	0,050	0,070	0,080	0,100	0,120	0,160	0,200
ACIERS 55-60 HRC	25-40	f_z	0,004	0,010	0,015	0,020	0,025	0,025	0,030	0,030	50-100	f_z	0,010	0,015	0,040	0,050	0,060	0,080	0,110	0,130
ACIERS 60-70 HRC	15-25	f_z	0,004	0,010	0,015	0,020	0,025	0,025	0,030	0,030	25-50	f_z	0,010	0,015	0,040	0,050	0,060	0,080	0,110	0,130

USINAGE GRANDE VITESSE (UGV)

V_c = vitesse de coupe en m/mn
 f_z = avance par dent en mm
 a_e = pénétration radiale
 a_p = pénétration axiale



INOX 20-45 HRC	Avance par dent										Avance par dent									
	V_c	D	2	4	6	8	10	12	16	20	V_c	D	2	4	6	8	10	12	16	20
100-180	f_z	0,008	0,024	0,036	0,056	0,070	0,084	0,110	0,140	150-250	f_z	0,030	0,050	0,070	0,080	0,100	0,120	0,160	0,200	
ACIERS 48-55 HRC	120-150	f_z	0,004	0,010	0,015	0,020	0,025	0,025	0,030	0,030	200-250	f_z	0,030	0,050	0,070	0,080	0,100	0,120	0,160	0,200
ACIERS 55-60 HRC	100-120	f_z	0,004	0,010	0,015	0,020	0,025	0,025	0,030	0,030	150-200	f_z	0,010	0,015	0,040	0,050	0,060	0,080	0,110	0,130
ACIERS 60-65 HRC	80-100	f_z	0,004	0,010	0,015	0,020	0,025	0,025	0,030	0,030	100-150	f_z	0,010	0,015	0,040	0,050	0,060	0,080	0,110	0,130

CONDITIONS DE COUPE - MICRO FRAISES CARBURE MICROGRAIN

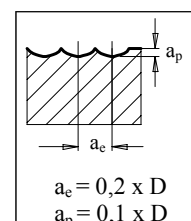
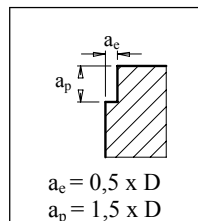
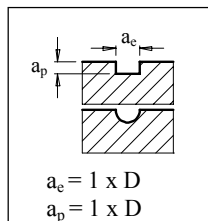
USINAGE CONVENTIONNEL (N)

V_c = vitesse de coupe en m/mn

fz = avance par dent en mm

a_e = pénétration radiale

a_p = pénétration axiale



	Vc	Vc	Avance par dent fz					
			D	0,5	1	1,5	2	3
1 ACIERS < 700 N/mm ²	70-90	100-160	fz	0,006	0,012	0,018	0,024	0,036
2+3 ACIERS 700 à 1200N/mm ²	30-50	50-70	fz	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006
4 ACIERS 1200 à 1400 N/mm ²	15-35	35-55	fz	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006
ACIERS TRAITES > 45 HRC	5-20	30-50	fz	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006
15 à 17 ALUMINIUM AUTRES POLYMERES	150-200		fz	0,005	0,012	0,018	0,024	0,036
18+19 CUIVRE - LAITON - BRONZE	70-90		fz	0,006	0,012	0,018	0,024	0,036
GRAPHITE POLYMERES renforcés en fibre de verre ou carbone	70-90		fz	0,005	0,001	0,015	0,02	0,03

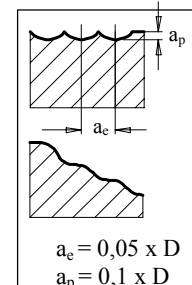
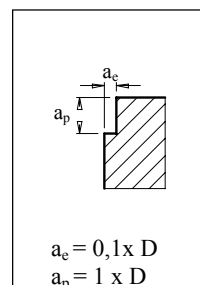
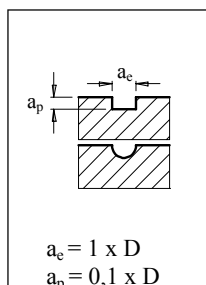
USINAGE GRANDE VITESSE (UGV)

V_c = vitesse de coupe en m/mn

fz = avance par dent en mm

a_e = pénétration radiale

a_p = pénétration axiale



	Vc	D	Avance par dent fz				
			0,5	1	1,5	2	3
1 ACIERS < 700 N/mm ²	125-250	fz	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
2+3 ACIERS 700 à 1200N/mm ²	150-200	fz	0,015	0,03	0,045	0,06	0,075
4 ACIERS 1200 à 1400 N/mm ²	110-130	fz	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
ACIERS TRAITES > 45 HRC	70-90	fz	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
15 à 17 ALUMINIUM AUTRES POLYMERES	150-300	fz	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
18+19 CUIVRE - LAITON - BRONZE	125-250	fz	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
GRAPHITE POLYMERES renforcés en fibre de verre ou carbone	150-300	fz	0,008	0,012	0,018	0,024	0,036