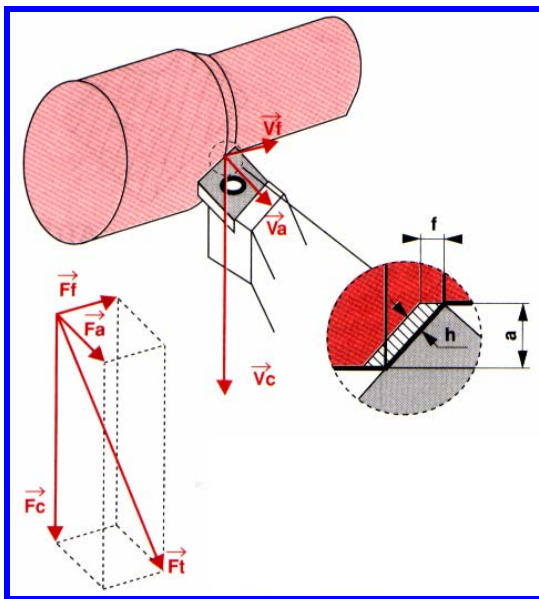


Efforts et puissance de coupe

1. EFFORTS DE COUPE

L'étude et l'approximation des efforts de coupe sont nécessaires pour **choisir les outils** et **dimensionner le porte pièce**; leurs directions permettent de déterminer le sens de déplacement des outils afin **que les appuis du montage s'opposent à ces efforts**.

A - CAS DU TOURNAGE :



L'effort de coupe F_t exercé par la pièce sur l'outil admet trois composantes :

- ✓ F_c : effort tangentiel de coupe dû au mouvement de coupe.
- ✓ F_t : effort tangentiel d'avancement dû au mouvement d'avance.
- ✓ F_a : effort radial dû à la profondeur de passe.

La composante la plus importante est F_c .

Cet effort s'exprime par la relation :

$$F_c = K_c \cdot a \cdot f$$

\swarrow \swarrow \swarrow \swarrow
 daN daN/mm² mm mm/tr

- ✓ K_c : pression spécifique de coupe fonction de l'épaisseur du copeau (h) et du matériau usiné.
- ✓ a : valeur de la profondeur de passe.
- ✓ f : valeur de l'avance.

Matières	K_c en daN/mm ²			
	Épaisseur de copeau			
	0,1	0,2	0,4	0,8
E 26	360	260	190	140
E 36	400	290	210	150
A 60	420	300	220	160
XC 38 – XC 42	320	230	170	125
XC 70	390	285	205	150
Acier Inox	520	375	270	190
Ft10 - Ft15	190	136	100	70
Ft20 – Ft25	290	210	150	110
Fontes alliées	325	230	170	120
Fontes malléables	240	175	125	9
Laiton	160	115	85	60
Bronze	340	245	180	130
Alliage alu $R_r < 19$	115	85	60	45
Alliage alu $19 < R_r < 27$	140	100	70	50

Exercice :

Soit une opération de chariotage avec un outil couteau sur un axe en Ft10 (diamètre brut : 100 mm, diamètre usiné : 96 mm).

L'usinage se fera dans les conditions suivantes :

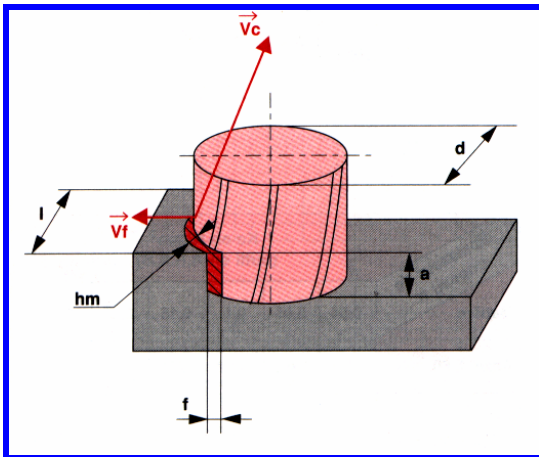
$$V_c = 20 \text{ m/min}$$

$$f = 0,4 \text{ mm /tr}$$

$$K_c = 100 \text{ daN/mm}^2$$

$$F_c = 100 \times 2 \times 0,4 = 80 \text{ daN}$$

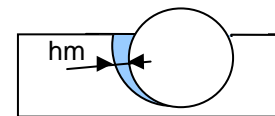
B - CAS DU FRAISAGE :



L'effort tangentiel par dent, dû à V_c , est donné par la même formule qu'en tournage.

Seule la démarche de recherche de la valeur de K_c change.

(L'épaisseur du copeau varie ; donc on détermine h_m)

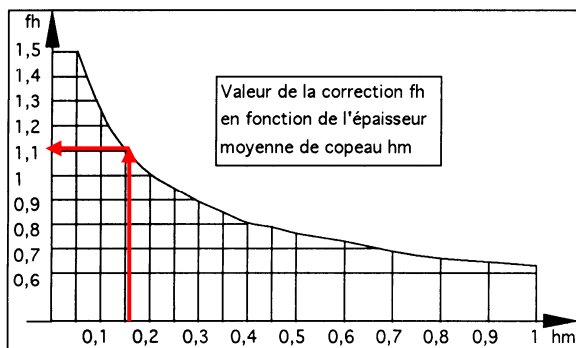


Exercice :

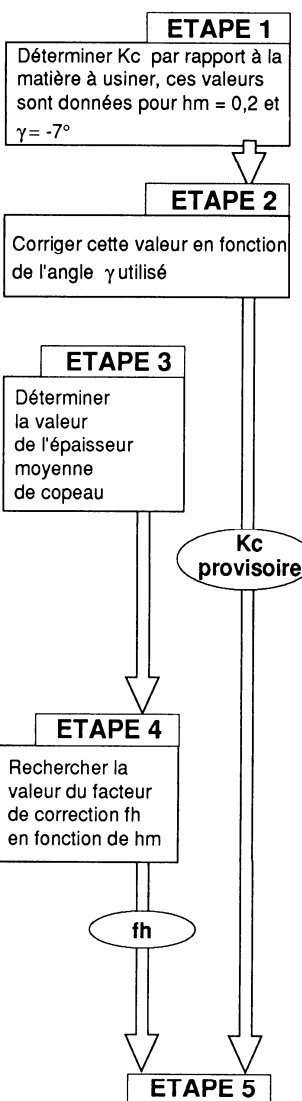
Matière	K_c	Matière	K_c	Matière	K_c	Matière	K_c
XC10	275	Z200C12	350	10NC6	320	Ft20	140
XC35	300	Z85W	410	35CD4	390	Ft40	180
XC80	330	Z8C17	320	FGS 400	150	MP 60-3	200
A70	260	90MV8	675	FGS 700	225	Alliage Alu.	95

K_c est modifié de 1,5 % par degré de changement d'angle de coupe. Un angle de coupe plus grand (positif) donne un K_c réduit et inversement ($\gamma = +3^\circ$ donne un K_c de 15% inférieur à la valeur du tableau).

a_r / D	Épaisseur moyenne de copeau h_m en mm								
	Avance par dent en mm								
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
1 / 10	0,05	0,1	0,19	0,29	0,38	0,48	0,58	0,77	0,96
2 / 10	0,05	0,1	0,19	0,29	0,38	0,48	0,57	0,76	0,95
3 / 10	0,05	0,09	0,19	0,28	0,38	0,47	0,56	0,75	0,94
4 / 10	0,05	0,09	0,19	0,28	0,37	0,47	0,56	0,74	0,93
1 / 2	0,05	0,09	0,18	0,28	0,37	0,46	0,55	0,74	0,92
6 / 10	0,04	0,09	0,18	0,27	0,36	0,44	0,53	0,71	0,89
7 / 10	0,04	0,09	0,17	0,26	0,35	0,43	0,52	0,70	0,87
8 / 10	0,04	0,08	0,16	0,25	0,33	0,41	0,49	0,66	0,82
9 / 10	0,04	0,08	0,15	0,23	0,31	0,39	0,46	0,62	0,77
1	0,03	0,07	0,12	0,18	0,24	0,31	0,37	0,49	0,61



Calculer la valeur du coefficient spécifique de coupe pour l'opération considérée en appliquant la formule : $K_c = K_c (\text{provisoire}) \cdot f_h$



Soit un fraisage à effectuer sur une pièce en A70 de largeur $a_r = 80 \text{ mm}$ avec une fraise de diamètre : 100 mm (8 dents).
 $V_c = 20 \text{ m/min}$
 L'angle de coupe γ est de -1° , l'avance est de $0,2 \text{ mm/dent/tr}$, la pénétration est de 1 mm

Étape 1 :
 $K_c = 260 \text{ daN/mm}^2$

Étape 2 :
 $\gamma = -1^\circ$
 6° d'écart (plus grand)
 $K_c(\text{provisoire}) = 260 - (260 \times 9/100) = 236,6 \text{ daN/mm}^2$

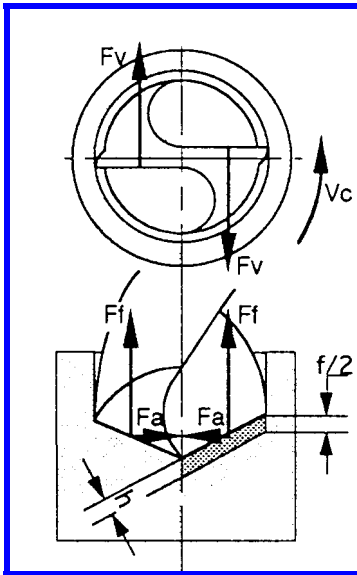
Étape 3 :
 $a_r/D = 80 / 100 = 0,8$
 $f = 0,2 \text{ mm/dent/tr}$
 $h_m = 0,16 \text{ mm}$

Étape 4 :
 $f_h = 1,1$

Étape 5 :
 $K_c = 236,6 \cdot 1,1 = 260,26 \text{ daN/mm}^2$

$F_c = 260,26 \cdot 1 \cdot 0,2 = 52,052 \text{ daN}$

C - CAS DU PERCAGE :



Le schéma ci-contre donne une représentation de la situation des efforts s'exerçant sur chacune des arêtes.

On peut s'apercevoir de l'importance d'un bon affûtage : en effet une dissymétrie des arêtes provoquerait un écart entre les efforts F_a sur chacune d'elles et par là même une déviation de la trajectoire.

Pour les utilisations courantes, les faibles puissances mises en jeu ne justifient pas de calcul.

2. PUISSANCE DE COUPE

On distingue deux puissances :

✓ LA PUISSANCE DE COUPE (P_c) :

Elle dépend principalement de la vitesse de coupe (V_c) et de l'effort tangentiel de coupe (F_c).

✓ LA PUISSANCE AU MOTEUR (P_m)

Elle est fonction du rendement de la chaîne cinématique.

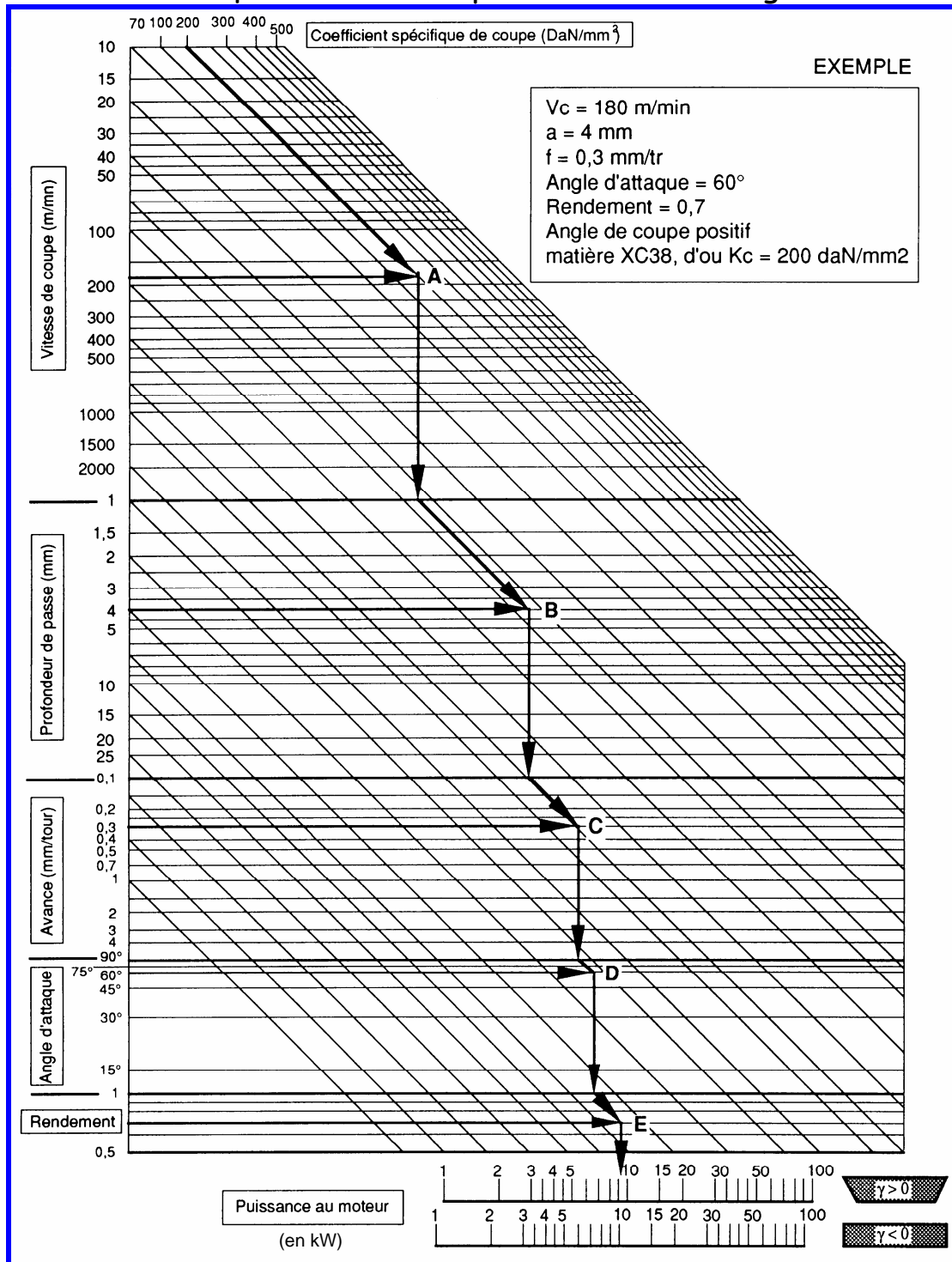
$$P_m = \frac{P_c}{\eta}$$

Les deux diagrammes proposés ci-après permettent de déterminer :

- ✓ soit la puissance de la machine si les paramètres de coupe sont déjà déterminés
- ✓ soit un des paramètres si la machine est imposée.

A - CAS DU TOURNAGE :

Abaque de calcul de puissance en tournage



Exercice :

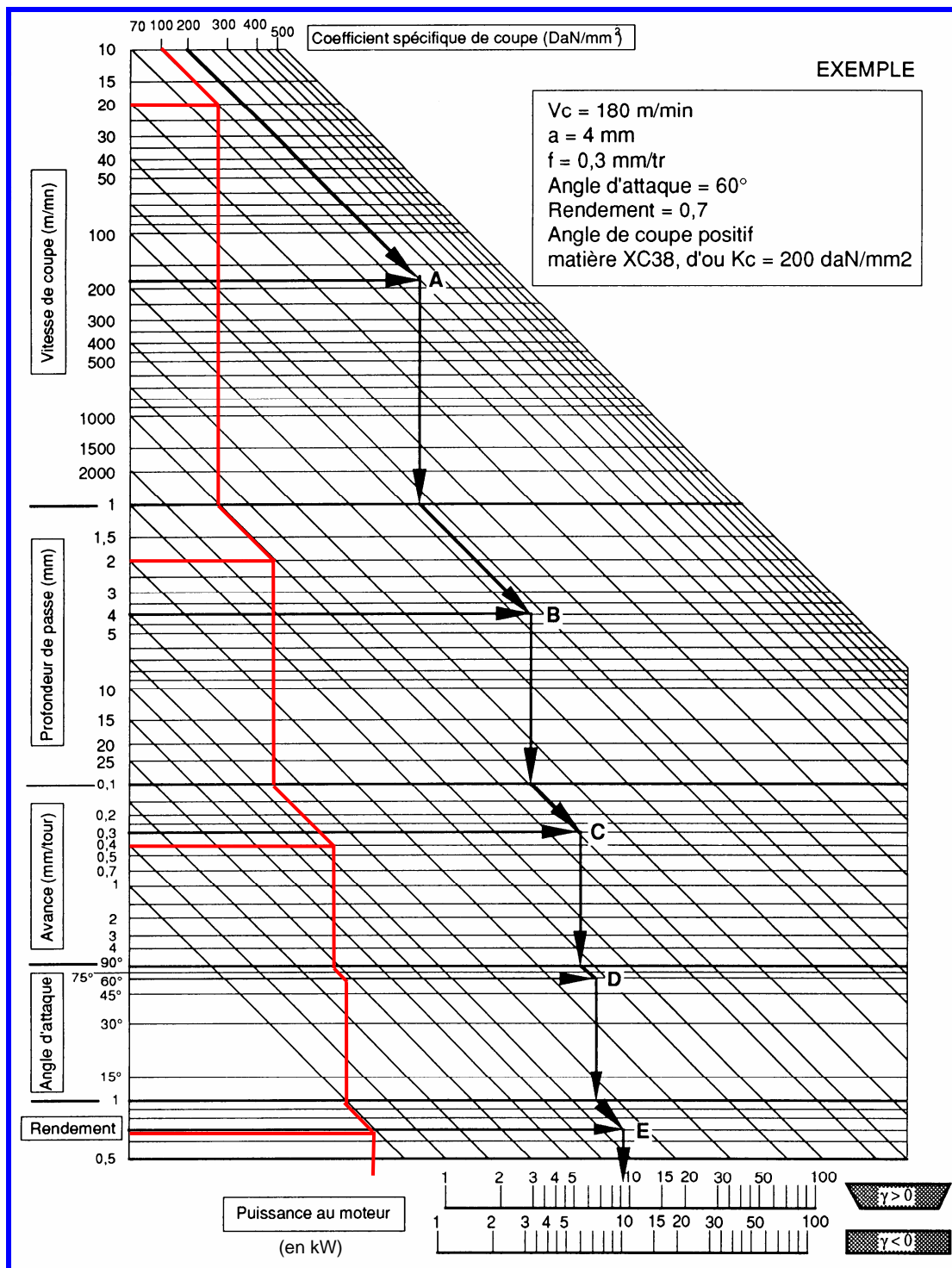
En utilisant les données et résultats de l'exemple ci-dessus et les renseignements suivants :

- ✓ Angle d'attaque : 90°
- ✓ Rendement 0,7
- ✓ $\gamma > 0$

Reproduire la démarche de l'exemple.

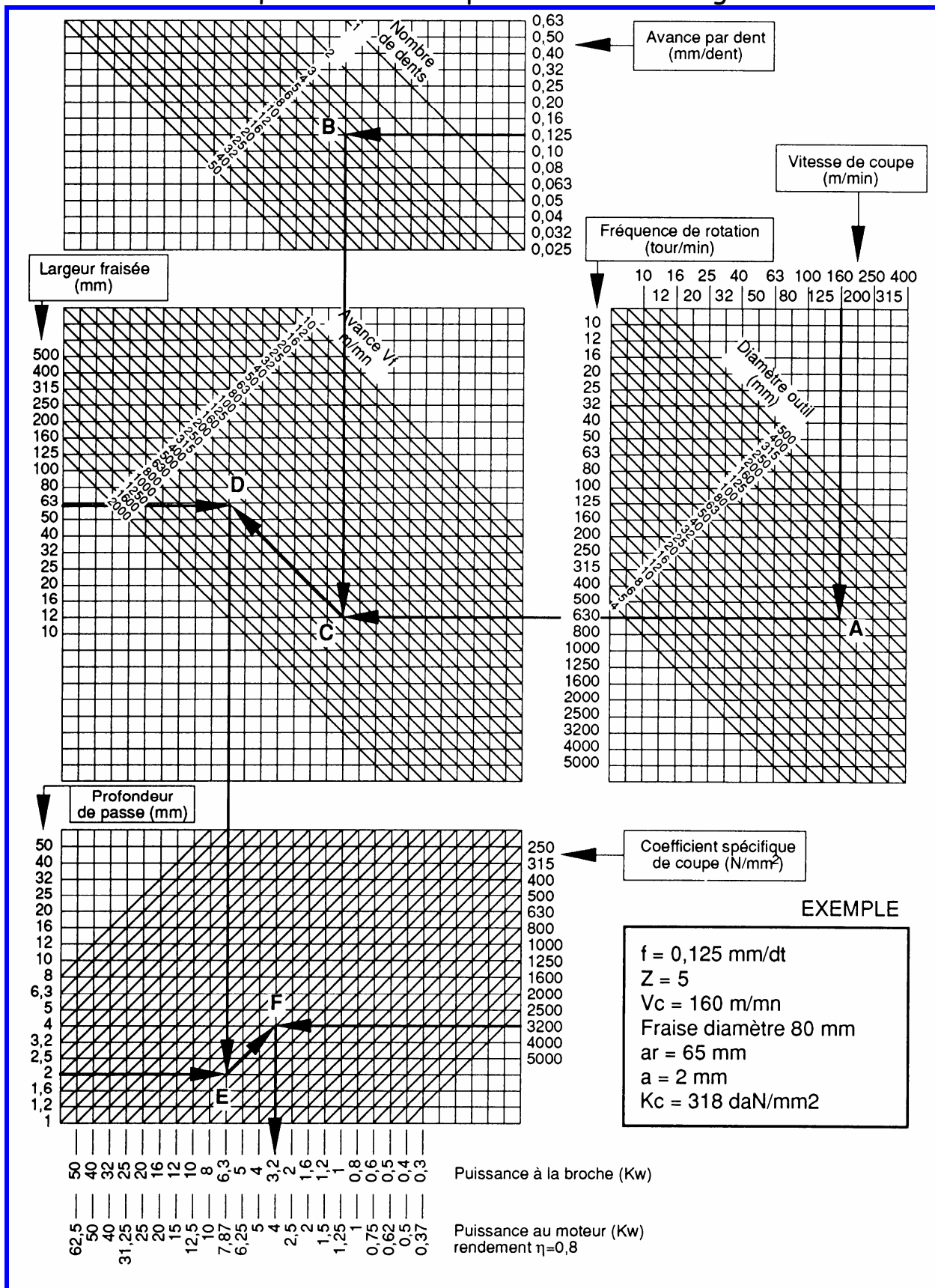
Exercice :

- ✓ $a = 2 \text{ mm}$
- ✓ $f = 0,4 \text{ mm/tr}$
- ✓ $V_c = 20 \text{ m/min}$
- ✓ $K_c = 100 \text{ daN/mm}^2$
- ✓ Angle d'attaque : 90°
- ✓ Rendement : $0,7$
- ✓ $\gamma < 0$



B - CAS DU FRAISAGE :

Abaque de calcul de puissance en fraisage



Exercice :

$K_c = 260 \text{ daN/mm}^2$

$a_r = 80 \text{ mm}$

$V_c = 20 \text{ m/min}$

fraise de diamètre : 100 mm (8 dents)

angle de coupe γ est de -1°

l'avance de $0,2 \text{ mm/dent/tr}$

pénétration est de 1 mm

