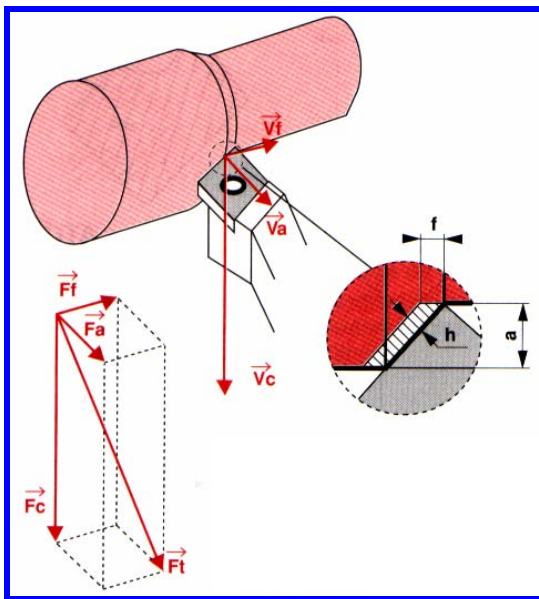


Efforts et puissance de coupe

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 Rr < 19	115	85	60	45
Alliage alu 19 < Rr < 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 :

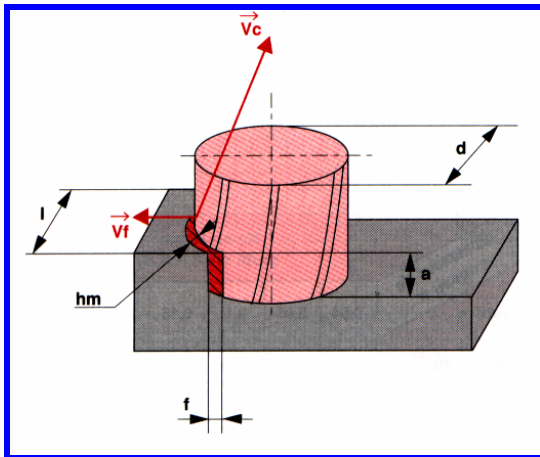
$$V_c = 20 \text{ m/min}$$

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

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

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

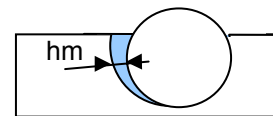
B - CAS DU FRAISAGE :



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)

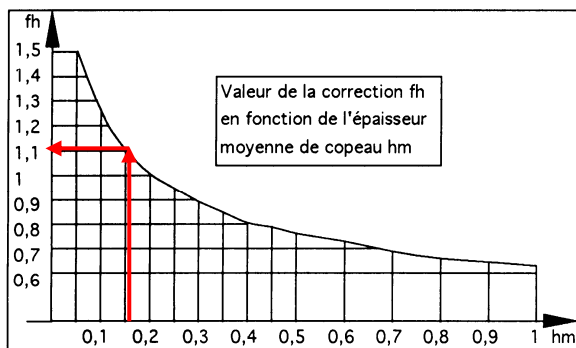


Exercice :

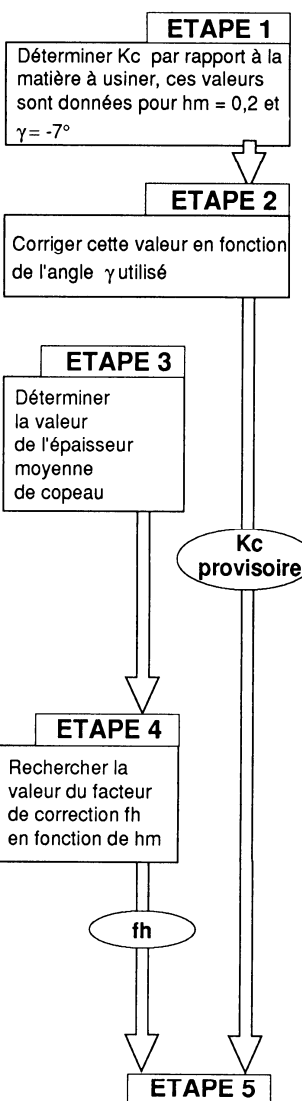
Matière	K_c	Matière	K_c	Matière	K_c	Matière	K_c
XC10	275	Z200C12	350	10NC6	320	Ft20	140
XC35	300	Z85W	410	35CD4	390	Ft40	180
XC80	330	Z8C17	320	FGS 400	150	MP 60-3	200
A70	260	90MV8	675	FGS 700	225	Alliage Alu.	95

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)
 $K_c(\text{provisoire}) = 260 - (260 \times 9/100) = 236,6 \text{ daN/mm}^2$

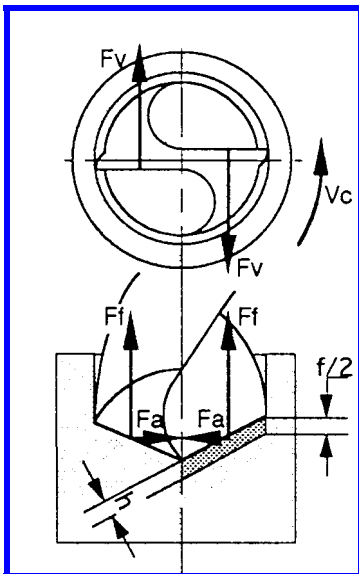
Étape 3 :
 $a_r/D = 80 / 100 = 0,8$
 $f = 0,2 \text{ mm/dent/tr}$
 $h_m = 0,16 \text{ mm}$

Étape 4 :
 $f_h = 1,1$

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

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

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 Fa 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.**

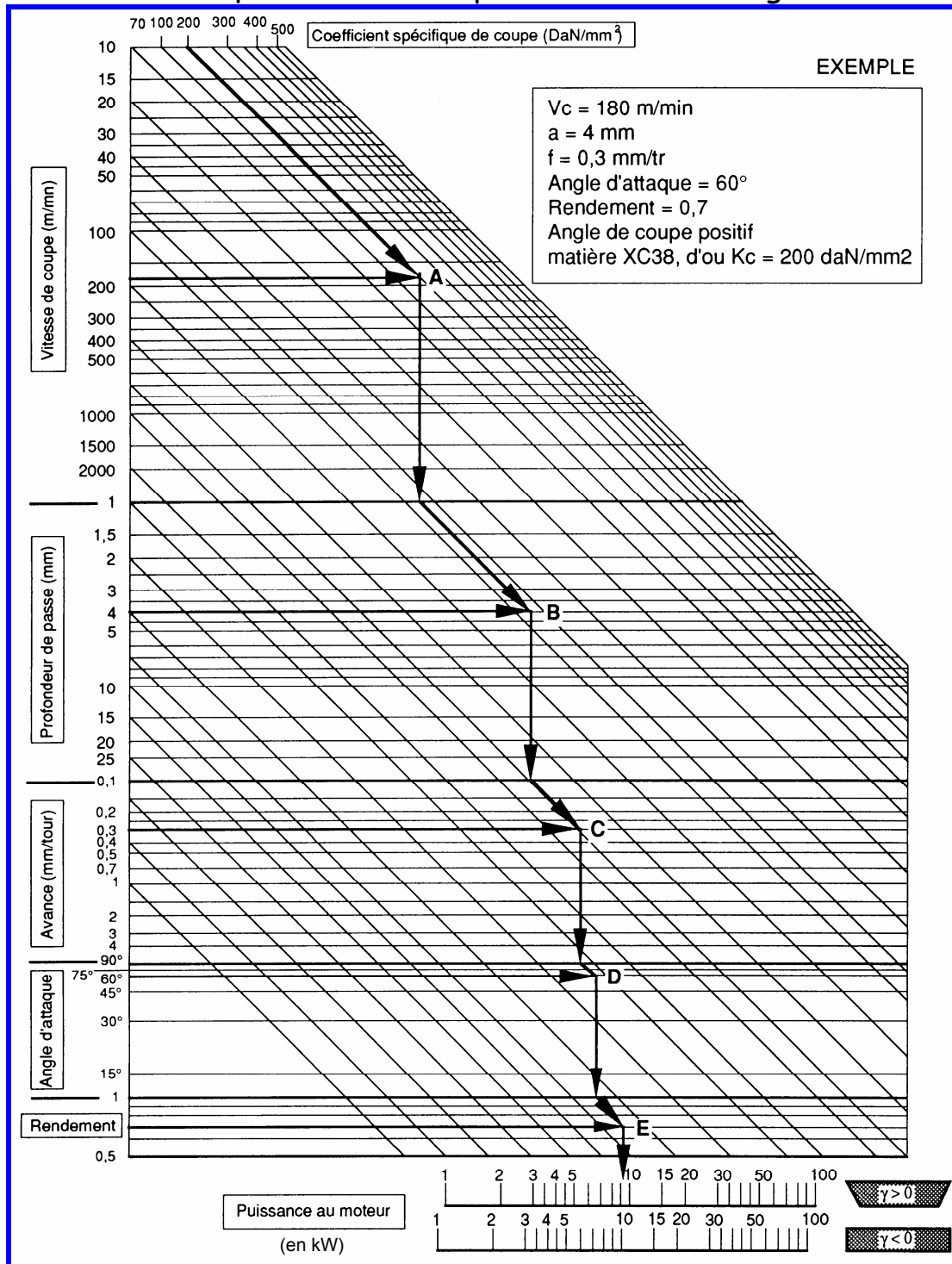
$$P_m = \frac{P_c}{\eta}$$

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 :

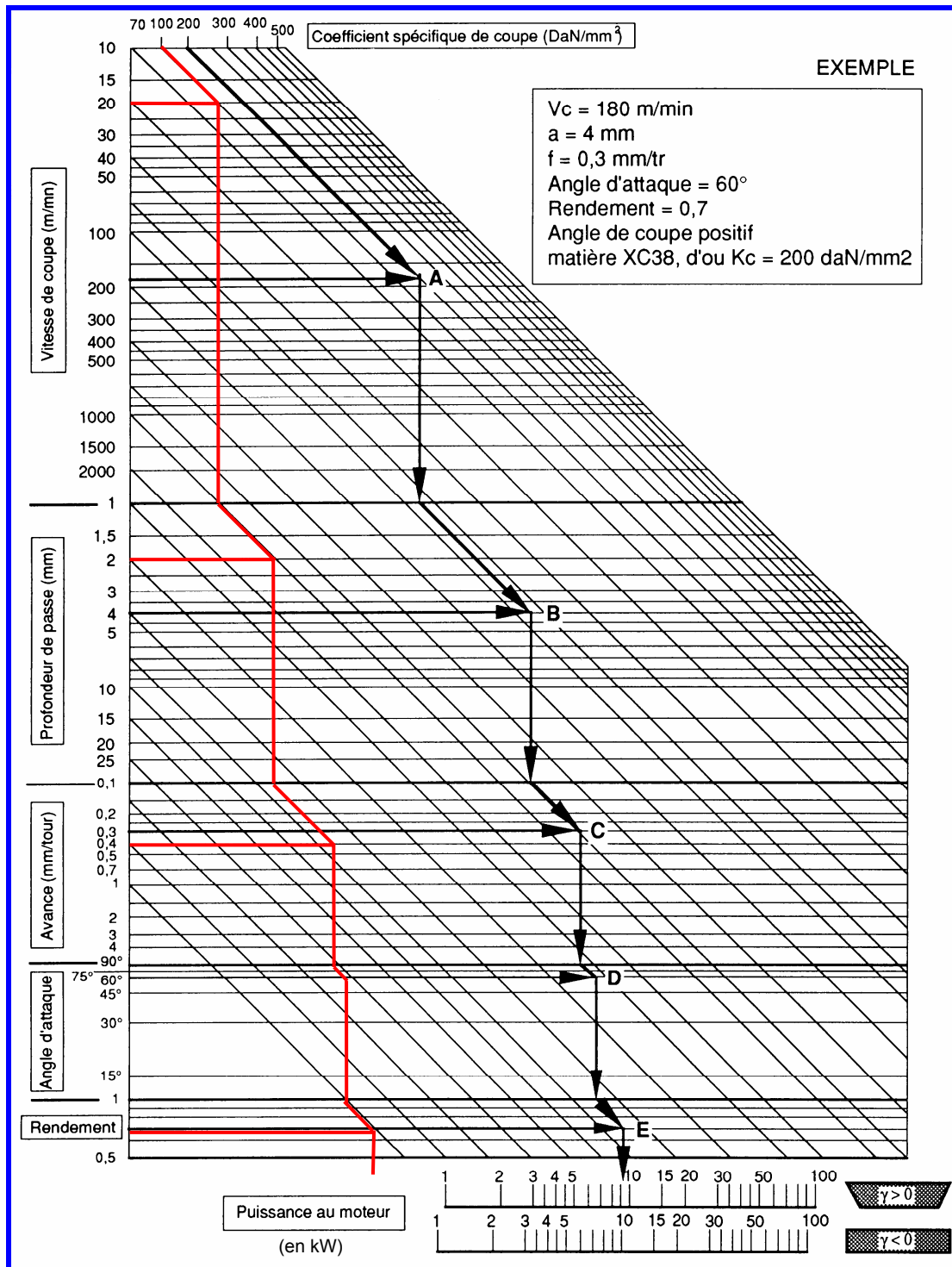
En utilisant les données et résultats de l'exemple ci-dessus et les renseignements suivants :

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

Reproduire la démarche de l'exemple.

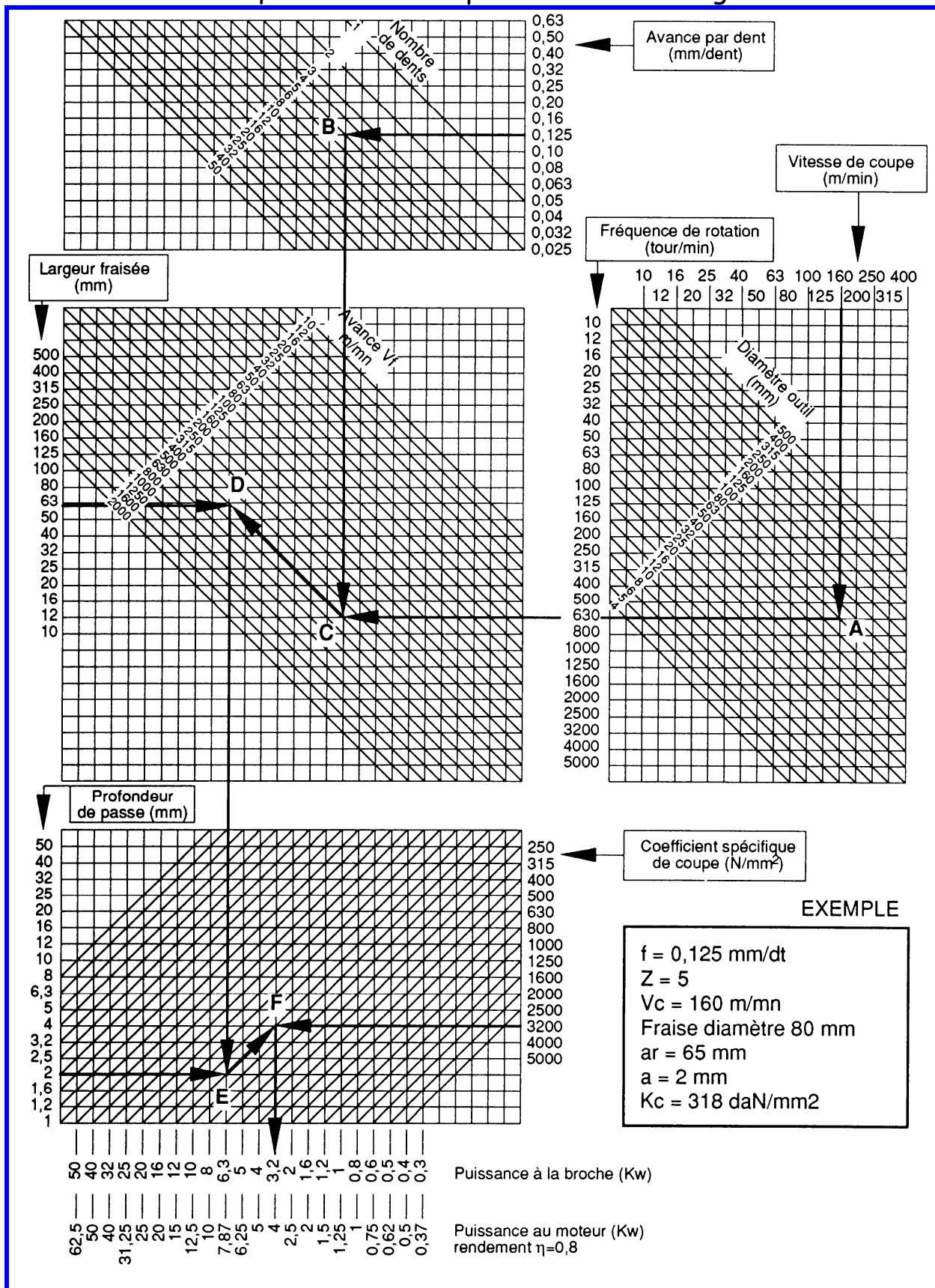
Exercice :

- ✓ $a = 2 \text{ mm}$
- ✓ $f = 0,4 \text{ mm/tr}$
- ✓ $V_c = 20 \text{ m/min}$
- ✓ $K_c = 100 \text{ daN/mm}^2$
- ✓ 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

