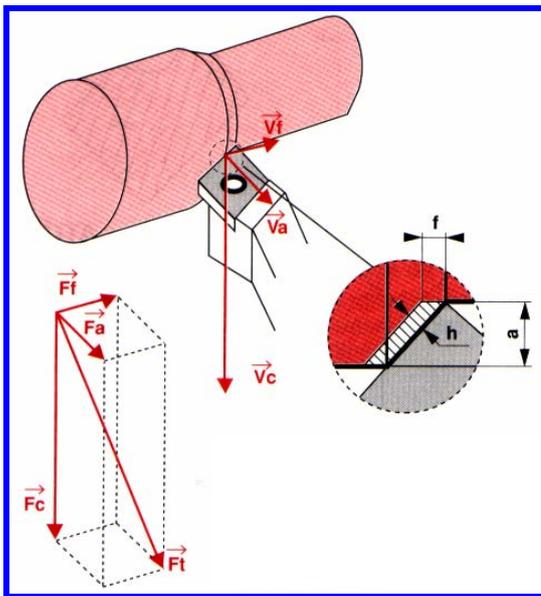


# Efforts et puissance de coupe

## 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/mm<sup>2</sup>    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 <sup>2</sup>			
	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 :

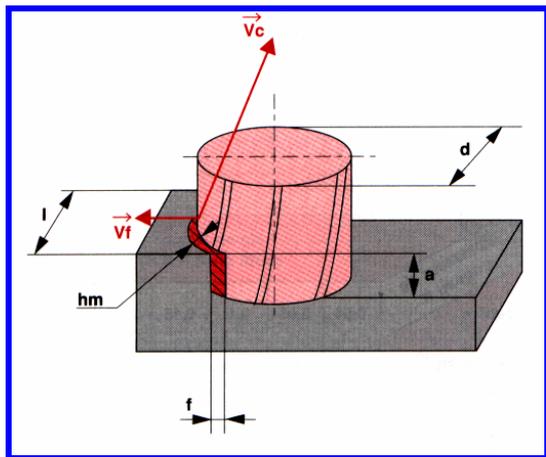
$$V_c = 20 \text{ m/min}$$

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

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

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

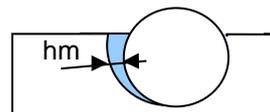
## B - CAS DU FRAISAGE :



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  $h_m$ )

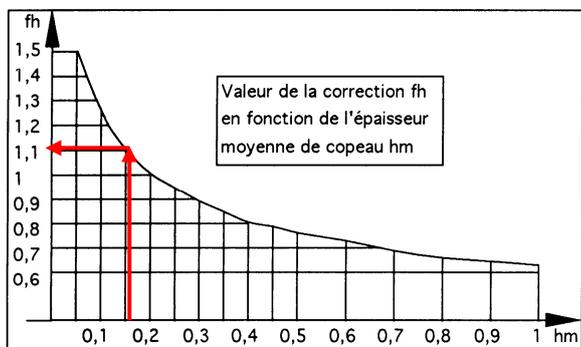


### Exercice :

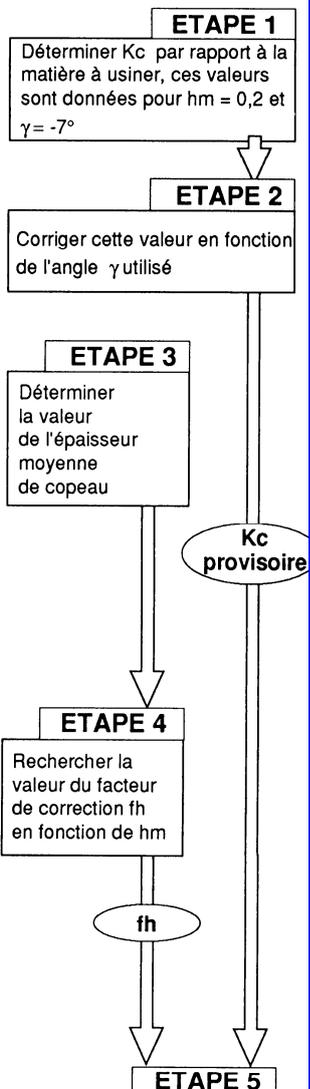
Matière	$K_c$	Matière	$K_c$	Matière	$K_c$	Matière	$K_c$
XC10	275	Z200C12	350	10NC6	320	Ft20	140
XC35	300	Z85W	410	35CD4	390	Ft40	180
XC80	330	Z8C17	320	FGS 400	150	MP 60-3	200
A70	260	90MV8	675	FGS 700	225	Alliage Alu.	95

$K_c$  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 :

$100 \text{ mm}$  (8 dents).

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

L'angle de coupe  $\gamma$  est de  $-1^\circ$ , l'avance est de  $0,2 \text{ mm/dent/tr}$ , la pénétration est de  $1 \text{ mm}$

Étape 1 :

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

Étape 2 :

$\gamma = -1^\circ$

$6^\circ$  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 :

$f_h = 1,1$

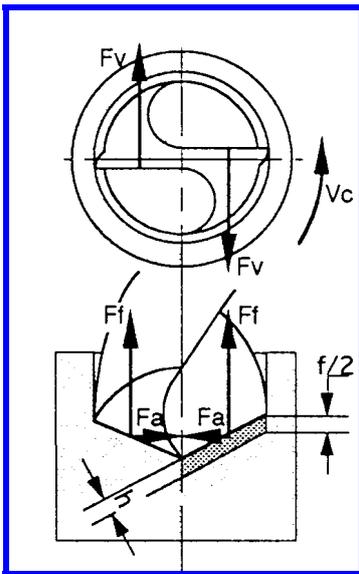
Étape 5 :

$K_c = 236,6 \cdot 1,1 =$

$260,26 \text{ daN/mm}^2$

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

## 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.

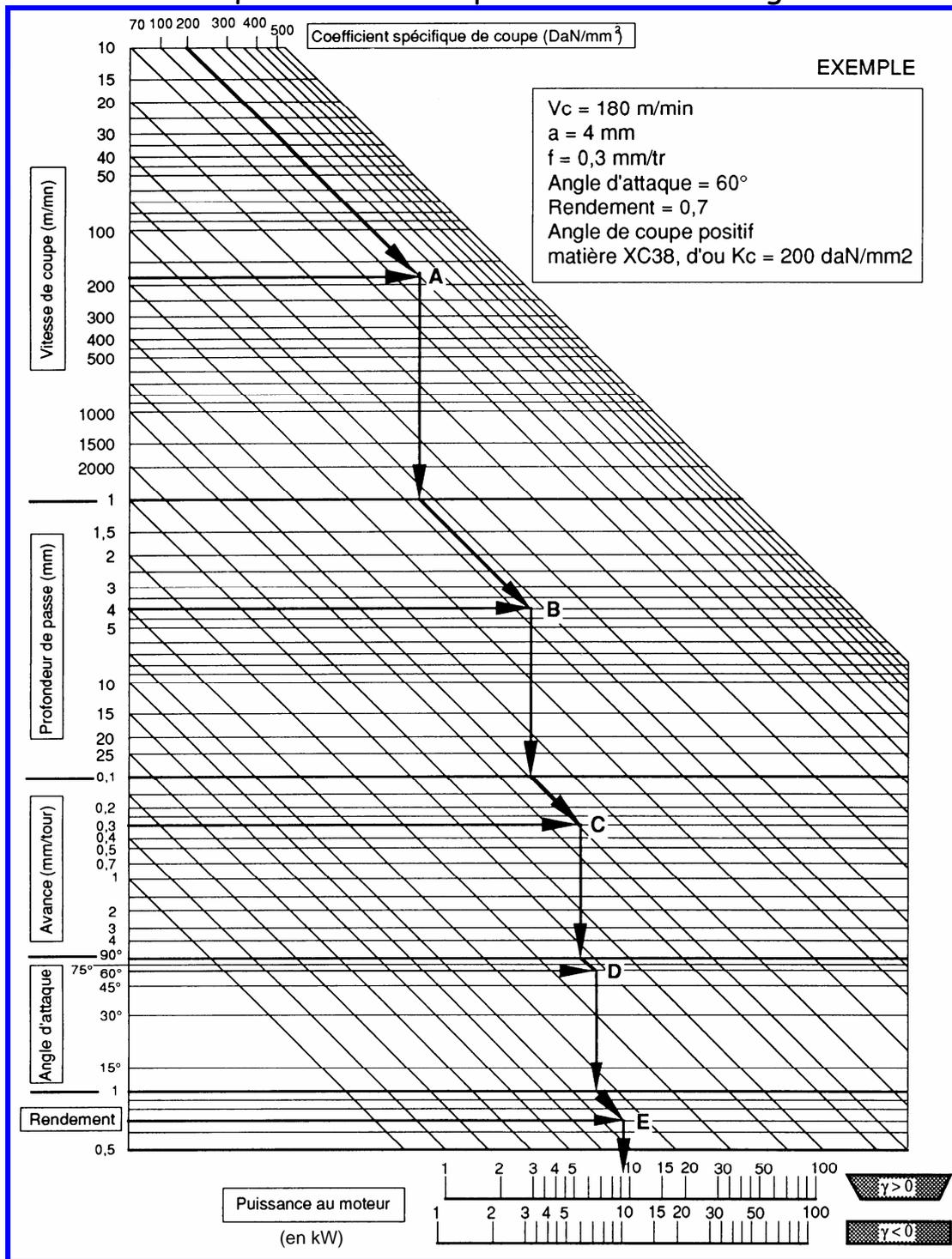
$$P_m = \frac{P_c}{\eta}$$

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 :

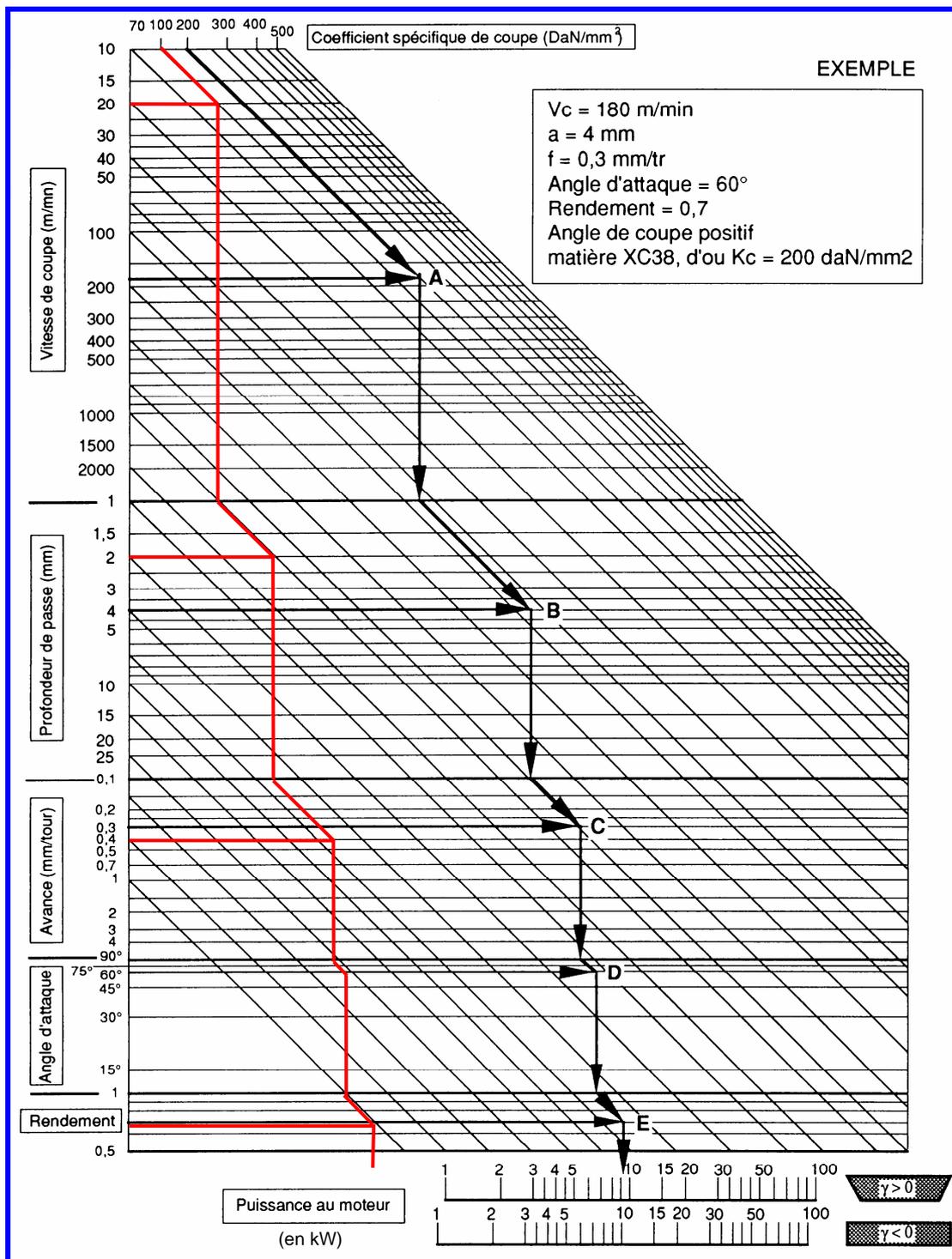
En utilisant les données et résultats de l'exemple ci-dessus et les renseignements suivants :

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

Reproduire la démarche de l'exemple.

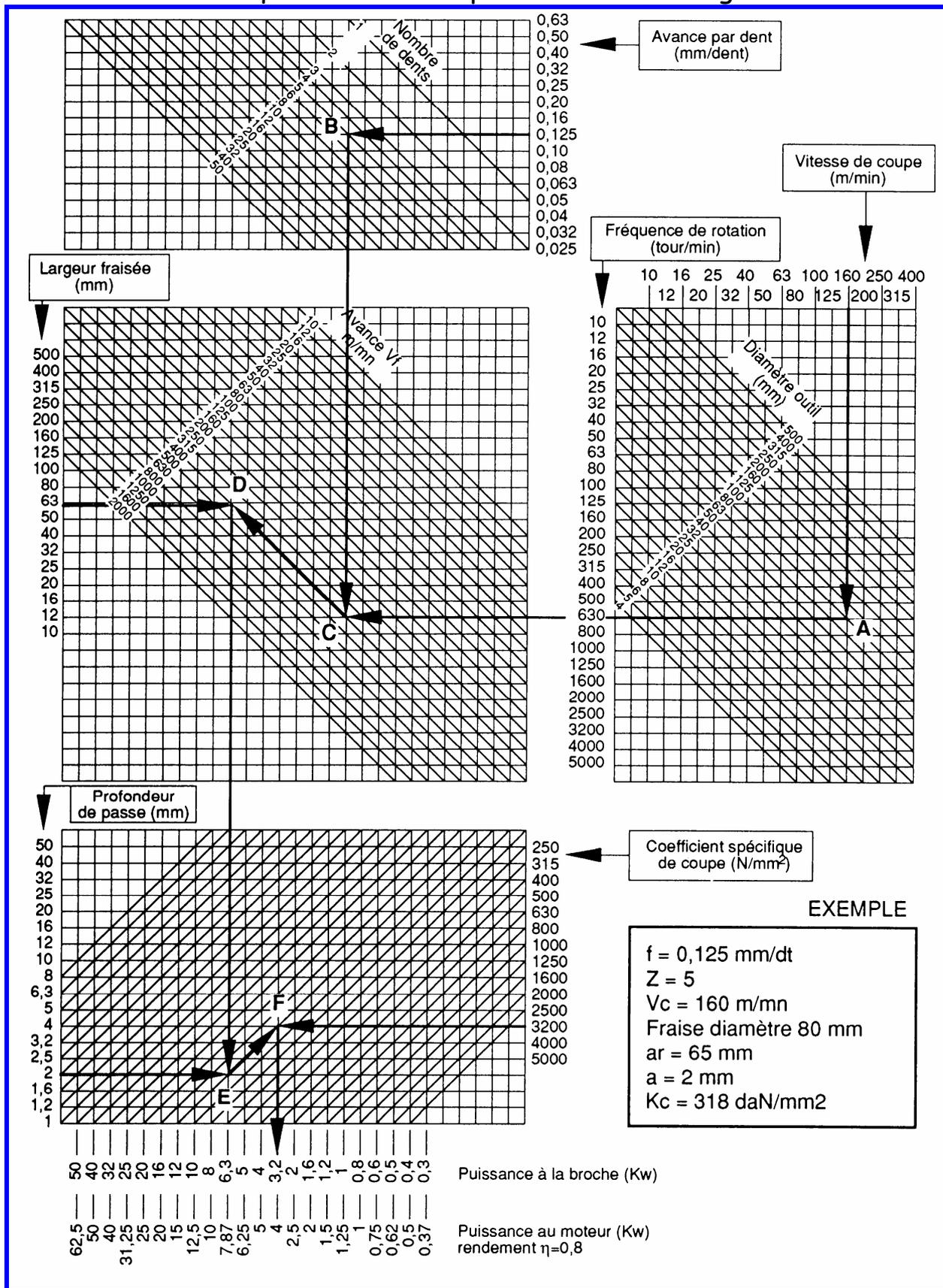
Exercice :

- ✓  $a = 2 \text{ mm}$
- ✓  $f = 0,4 \text{ mm/tr}$
- ✓  $V_c = 20 \text{ m/min}$
- ✓  $K_c = 100 \text{ daN/mm}^2$
- ✓ Angle d'attaque :  $90^\circ$
- ✓ 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 :  $100 \text{ mm}$  (8 dents)

angle de coupe  $\gamma$  est de  $-1^\circ$

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

pénétration est de  $1 \text{ mm}$

