



Chapitre 1

THEORIE DE LA COUPE DES METAUX

Cours 06

Méthodologie de choix des paramètres de coupe

I.9. Méthodologie de choix des paramètres de coupe

Pour obtenir un travail satisfaisant (bon état de la surface usinée, rapidité de l'usinage, usure modérée de l'outil, ...) on doit régler les paramètres de coupe.

Les paramètres de coupe sont des éléments constants ou variables, qui dépendent les uns des autres afin d'obtenir le meilleur compromis possible pour un usinage. La détermination des conditions optimales de coupe est une tâche qui a une importance technico-économiques.

I.9. 1. Paramètres de coupe

I.9. 1. 1. Vitesse de coupe

La vitesse de coupe est la vitesse d'un point de la pièce en contact avec l'outil en tournage (figure I.18a). En fraisage ou perçage, c'est la vitesse d'un point de l'arête tranchante de l'outil (figure I.18b).

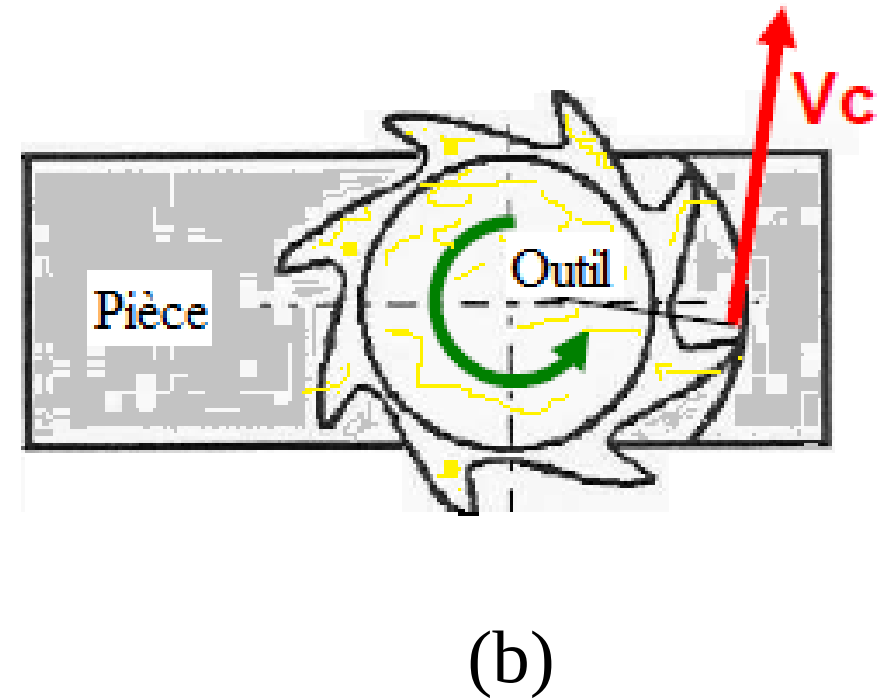
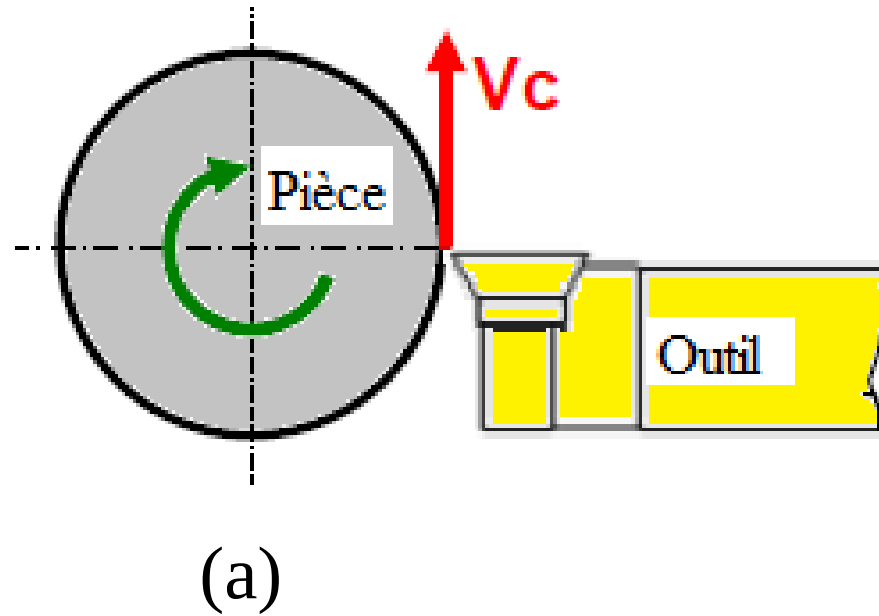


Figure I.18 : Vitesse de coupe en usinage.

On l'évalue en parcours circonférentiel, c'est à dire en longueur de circonférence parcourue de la pièce. En désignant par D le diamètre du cercle décrit en millimètres (mm), par N la vitesse de rotation en tour par minutes (tr/min) et par V_c la vitesse linéaire en mètre par minute (m/min), on aura :

$$V_c = \pi \cdot D \cdot N$$

Dans tout problème d'usinage, il est nécessaire pour des raisons technologiques et économiques de déterminer la valeur de V_c la mieux adaptée au travail à réaliser.

La vitesse de coupe a une influence essentielle sur la durée de vie des outils. Elle varie notamment avec la matière à usiner, le matériau de l'outil, la nature de l'opération (ébauche ou finition), le choix de l'avance f , les conditions de lubrification (travail à sec ou lubrifié) et la puissance de la machine.

On doit choisir correctement la vitesse de coupe, puisque, si elle est trop lente : Perte du temps (critères économiques) et trop rapide : Elévation de la température (détérioration rapide de l'outil).

Les fabricants d'outil préconisent des vitesses de coupe établies à partir d'expérimentations en laboratoire, elles sont mentionnées dans des tableaux (abaques). Ces expérimentations permettent d'obtenir le meilleur compromis entre la durée de vie maximale de l'outil et 21 l'enlèvement maximum de matière dans un but économique (le choix de la vitesse de coupe influe sur le prix de revient du produit fabrique).

La vitesse de coupe V_c choisie convient de déterminer la fréquence de rotation N .

Les valeurs de V_c et les avances f sont indiquées sur les tableaux I. 4, I.5. et I.6.

Matériaux à usiner	Tournage d'Extérieur				Tournage Filetage	
	Acier Rapide		Carbure		Acier Rapide	Carbure
	0.05 à 0.1	0.1 à 0.2	0.05 à 0.2	0.2 à 03	f = pas du filet	
Avance f en mm/tr						
Acier Non Allié	50	40	250	200	35	120
Acier Faiblement Allié	30	20	150	130	20	80
Acier Fortement Allié	20	15	120	100	15	60
Acier Moulé Faiblement Allié	30	20	150	120	20	75
Acier inoxydable	25	20	150	130	20	90
Fonte lamellaire (EN-GJL...)	40	30	80	60	20	30
Fonte Modulaire (EN-GJM...)	30	25	100	80	15	40
Fonte Sphéroïdale (EN-GJS...)	55	45	90	70	25	40
Alliages d'aluminium de faible dureté sans silicium (AW 2030 ...)	250	200	550	400	150	230
Alliages d'aluminium durs sans silicium ou %Si moyen (AW2017, AW 6060 ...)	120	80	250	200	90	110
Alliages d'aluminium à haute teneur en silicium > 12%	80	40	120	100	45	60

Tableau I. 4 : Valeurs de la vitesse de coupe et les avances en tournage.

Matériaux à usiner	Fraisage			
	Acier Rapide		Carbure	
	0.03 à 0.1	0.1 à 0.2	0.05 à 0.2	0.2 à 0.3
Avance f en mm/dent/tour				
Acier Non Allié	50	40	140	120
Acier Faiblement Allié	30	25	100	80
Acier Fortement Allié	20	15	80	70
Acier Moulé Faiblement Allié	25	20	90	80
Acier inoxydable	20	15	100	90
Fonte lamellaire (EN-GJL...)	35	30	100	90
Fonte Modulaire (EN-GJM...)	30	25	80	70
Fonte Sphéroïdale (EN-GJS...)	40	35	100	90
Alliages d'aluminium de faible dureté sans silicium (AW 2030 ...)	250	200	500	400
Alliages d'aluminium durs sans silicium ou %Si moyen (AW2017, AW 6060 ...)	120	80	300	200
Alliages d'aluminium à haute teneur en silicium > 12%	80	40	120	80

Tableau I. 5 : Valeurs de la vitesse de coupe et les avances en fraisage.

Matériaux à usiner	Perçage		
	Acier Rapide	Acier Rapide Revêtu	Carbure
Acier Non Allié	30	45	70
Acier Faiblement Allié	20	40	60
Acier Fortement Allié	15	35	40
Acier Moulé Faiblement Allié	10	30	70
Acier inoxydable	12	20	40
Fonte lamellaire (EN-GJL...)	25	50	80
Fonte Modulaire (EN-GJM...)	15	30	80
Fonte Sphéroïdales (EN-GJS...)	25	50	80
Alliages d'aluminium de faible dureté sans silicium (AW 2030 ...)	60	90	100
Alliages d'aluminium durs sans silicium ou %Si moyen (AW2017, AW 6060 ...)	60	90	100
Alliages d'aluminium à haute teneur en silicium > 12%	40	60	100
Vitesse de coupe Vc en m/min			

Tableau I. 4 : Valeurs de la vitesse de coupe et les avances en perçage.

I.9. 1. 2. Fréquence de rotation

On appelle fréquence de rotation N , la vitesse angulaire d'un point considéré de l'élément tournant (pièce ou outil) pour un diamètre donné en tour par minute.

$$N = \frac{1000 V_c}{\pi D}$$

En tournage : D est le diamètre de la pièce en mm ;

En fraisage : D est le diamètre de la fraise en mm.

La fréquence de rotation dépend du diamètre de l'élément tournant (pièce ou outil) et de la vitesse de coupe choisie.

I.9. 1. 3. Avance de coupe

On appelle l'avance f , le déplacement du point considéré de l'arête tranchante en millimètre pour 1 tour (mm/tr) en tournage, aussi par dent (mm/dent) dans le cas du fraisage (figure I.19).

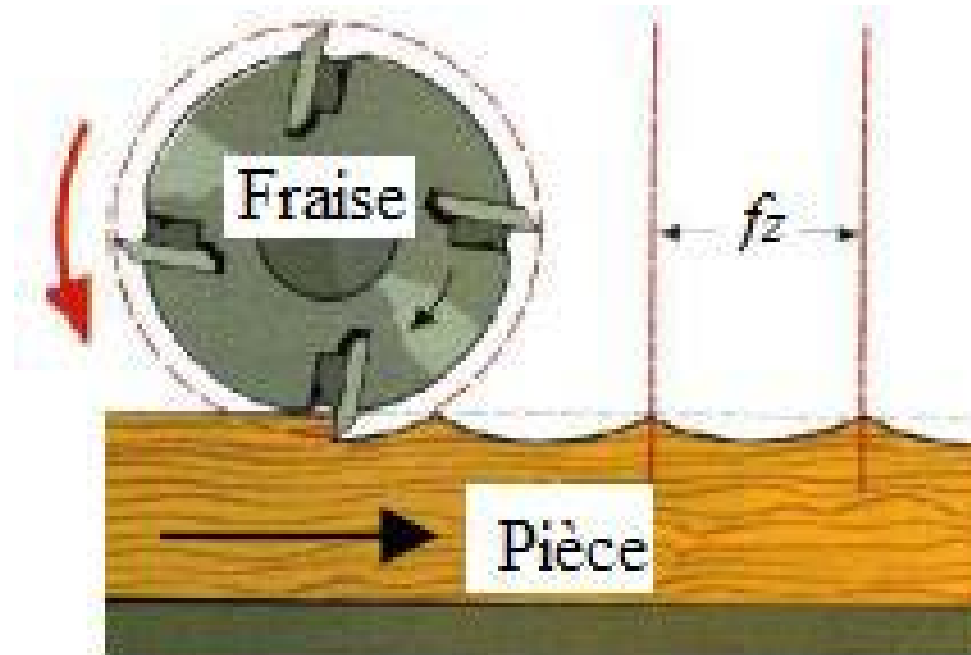


Figure I.19 : Avance par dent.

L'avance est une valeur clé pour déterminer la qualité de l'état de surface de la pièce usinée et pour garantir que la formation des copeaux soit bien dans les limites de la géométrie de la plaquette. Elle est prise plus grande en ébauche qu'en finition, les valeurs des avances sont également données par des abaques.

En ébauche

L'objectif de l'opération d'ébauche est d'enlever un volume de matière maximal en un temps minimum et un cout minimum. Le tableau I.4 regroupe quelques valeurs de l'avance f en fonction du rayon r_ε de l'outil en opération de l'ébauche.

Rayon r_ε (mm)	0.4	0.8	1.2	1.6	2.4
Avance maxi f (mm/tr)	0.25 à 0.35	0.4 à 0.7	0.5 à 1	0.7 à 1.3	1 à 1.8

Tableau I.4 : valeurs de l'avance f en fonction du rayon r_ε en ébauche.

En finition

Le travail de finition est de respecter les intervalles de tolérance et les exigences d'état de surface (rugosité).

Les valeurs des avances pour l'opération de chariotage sont présentées dans le tableau 1. L'avance f est exprimée en mm/tr.

Matériaux à usiner	Chariotage extérieur		Chariotage intérieur	
	<i>f</i> en ébauche	<i>f</i> en finition	<i>f</i> en ébauche	<i>f</i> en finition
Aciers doux	0,1 – 0,4	0,05 – 0,2	0,05 – 0,3	0,05 – 0,2
Aciers durs	0,1 – 0,4	0,05 – 0,25	0,05 – 0,6	0,05 – 0,2

Fontes	0,1 – 0,8	0,05 – 0,2	0,05 – 0,6	0,05 – 0,2
Fontes dures	0,1 – 0,6	0,05 – 0,25	0,05 – 0,5	0,05 – 0,2
Alliages d'aluminium	0,1 – 0,8	0,05 – 0,25	0,05 – 0,5	0,05 – 0,05
Bronze	0,1 – 0,6	0,05 -0,25	0,05 – 0,5	0,05 – 0,2

Tableau I.4 : Valeurs des avances pour l'opération de chariotage.

On choisit une avance de finition inférieure à celle d'ébauche.
L'indice de rugosité $Ra = 0.6$ indique une qualité de surface meilleure a un indice de rugosité $Ra = 3.2$.

I.9. 1. 4. Vitesse d'avance Vf

On appelle vitesse d'avance, la vitesse de translation d'un point considéré de l'outil ou de la pièce qui se déplace pendant l'usinage (qui possède le mouvement d'avance Mf).

Dans le cas de fraisage, la vitesse d'avance $Vf[\text{mm/min}]$ est donnée par :

$$Vf = z. fz. N$$

V_f [mm/min]

Où z est le nombre de dents de la fraise, f_z en mm/(tr.dent) correspond à la distance que la dent va parcourir à chaque tour de la fraise.

Dans le cas de tournage la vitesse d'avance V_f [mm/min] est donnée par :

$$V_f = f_z \cdot N \text{ [mm/min]}$$

Une vitesse d'avance trop élevée engendre des efforts trop importants sur la pièce et sur l'outil ce qui peut engendrer un bris de ce dernier.

I.9. 1. 5. Profondeur de passe a

La profondeur de passe correspond à la longueur de l'arête de coupe pénétrée dans la matière, dans le cas de la coupe orthogonale, et à la différence entre le rayon de la pièce avant et après usinage, dans le cas du tournage. La profondeur de coupe est toujours mesurée perpendiculairement à la direction de l'avance et non pas suivant l'arête de l'outil.

Différents types de profondeurs de passe

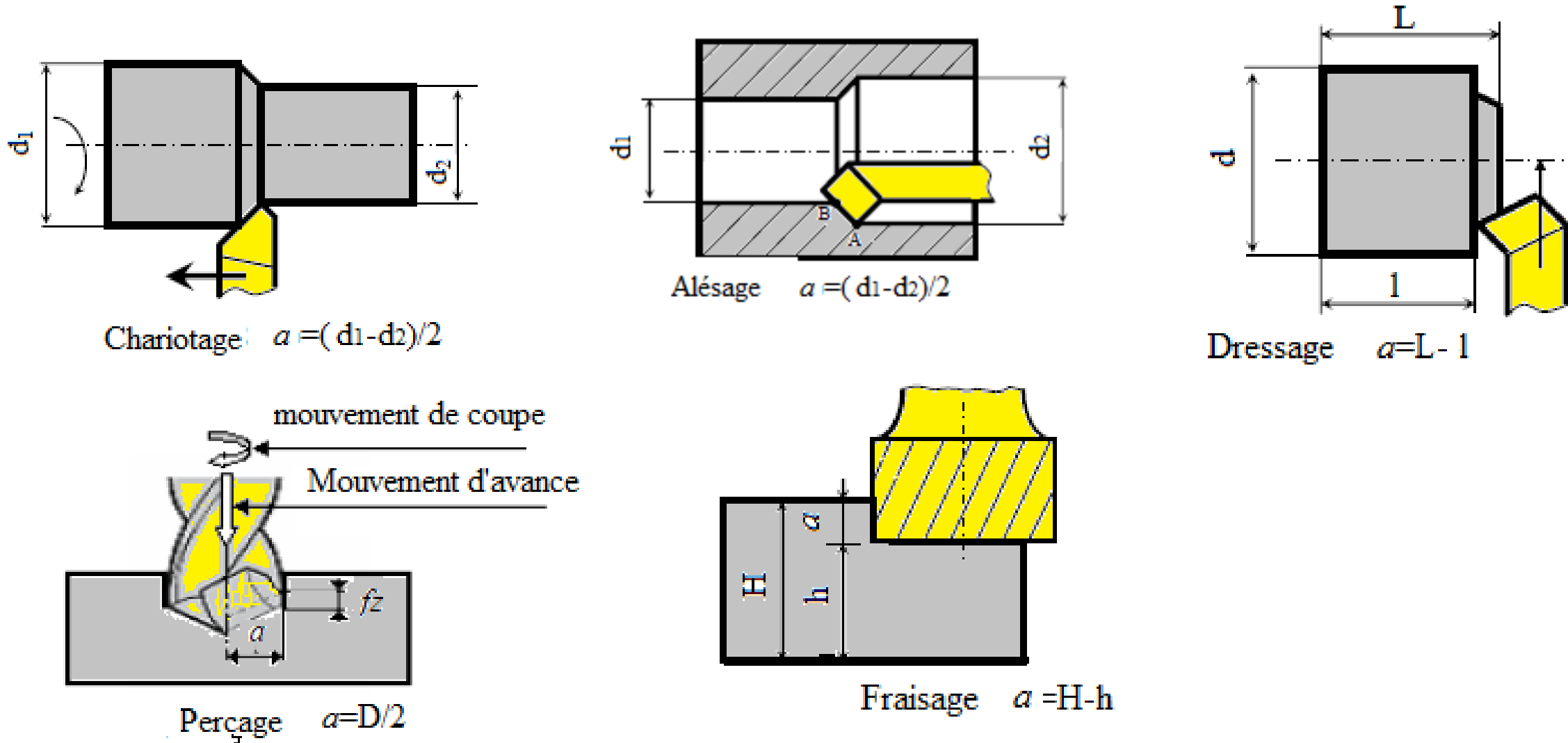


Figure I.19 : Profondeur de passe

Le paramètre profondeur de passe dépend de la surépaisseur de matière à usiner ainsi que de la nature de l'opération (ébauche ou finition).

I.9. 2. Paramètres de coupe en perçage

Le perçage avec un foret combine deux mouvements : une rotation et une translation. Ces deux mouvements sont caractérisés par :

I.9. 2. 1. Vitesse de rotation du foret : exprimée en tours par minute et notée N , à la périphérie du foret (figure I. 20a), elle correspond à une vitesse :

$$N = \frac{1000 V_c}{\pi D}$$

D : Diamètre du foret (mm)

I.9. 2. 2. Avance

L'avance exprimée en mm par tour et notée f (mm/tr) elle correspond à une vitesse d'avance.

I.9. 2. 3. Vitesse d'avance

La figure I. 20b indique la vitesse d'avance du foret. La vitesse d'avance est donnée par :

$$Vf = 1000 f \cdot N$$

Vf (mm/min), f (mm/tr), N (tr/min)

Si le foret possède deux arêtes principales de coupe, l'avance par arête est alors $f/2$.

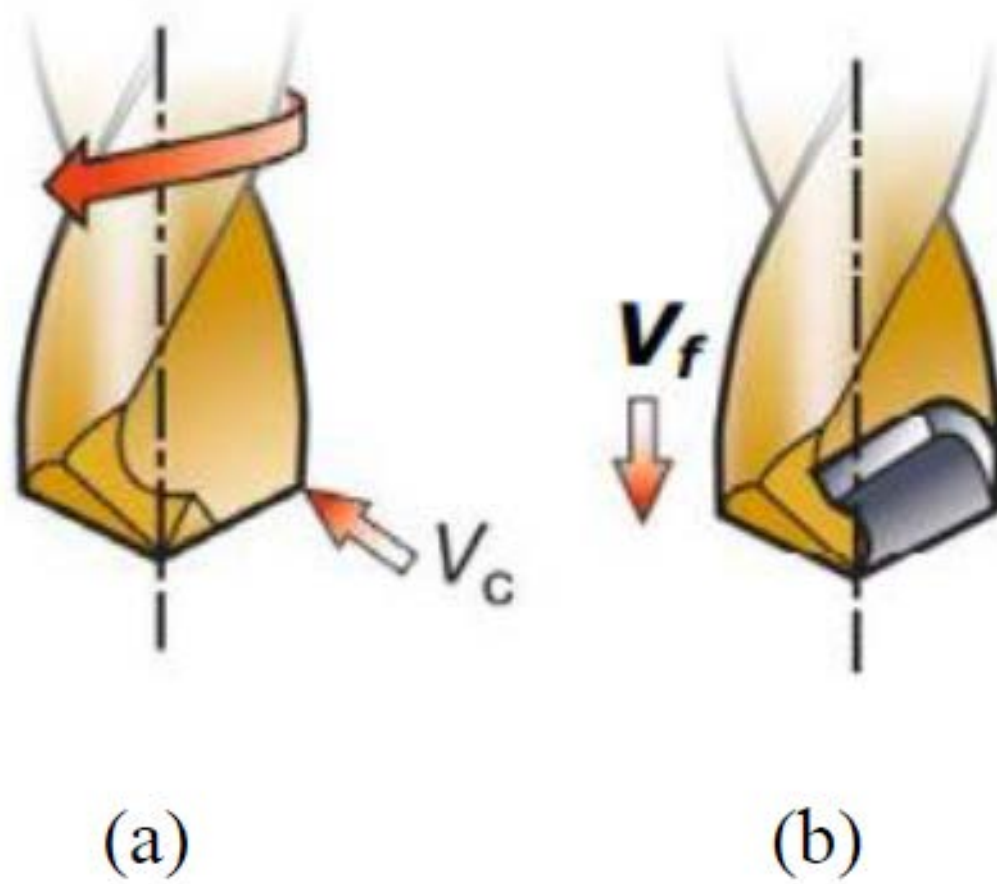


Figure I. 20 : Vitesse de rotation et d'avance.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Ens: S.Hadef