

Les conditions de coupe

1 - OPTIMISATION DES CONDITIONS DE COUPE :

Objectifs : L'optimisation des conditions de coupe peut avoir plusieurs buts :

- ✓ minimiser le coût de l'usinage;
- ✓ minimiser le temps de production;
- ✓ minimiser le nombre d'outils nécessaires.

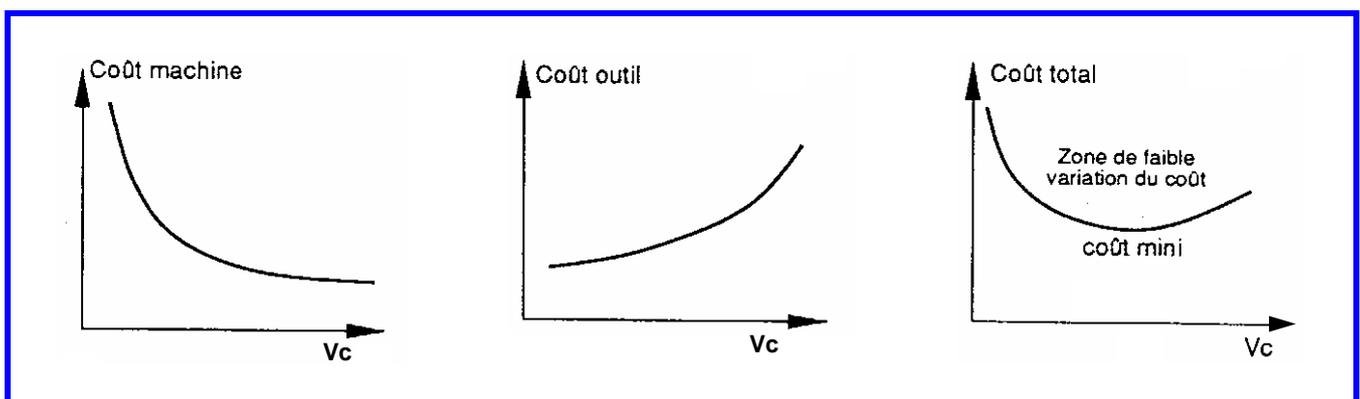
Dans les industries mécaniques, la tendance actuelle étant de rechercher un coût minimum, nous ne développerons que cet aspect. On se propose de rechercher des conditions de coupe propices à l'obtention d'un coût minimum.

2 - INFLUENCE DE LA VITESSE DE COUPE SUR LES COÛTS DE PRODUCTION :

- ✓ Si la vitesse de coupe augmente, le temps d'usinage diminue, le temps d'occupation également, donc le coût machine diminue.
- ✓ Si la vitesse de coupe augmente, l'usure de l'outil est plus rapide; il en résulte une consommation plus importante d'outils et un changement plus fréquent d'où un coût outil qui augmente.
- ✓ À ces coûts variables s'ajoutent des frais fixes (frais de lancement, frais d'étude, etc.) indépendants des conditions de coupe.

En première approche on peut écrire :

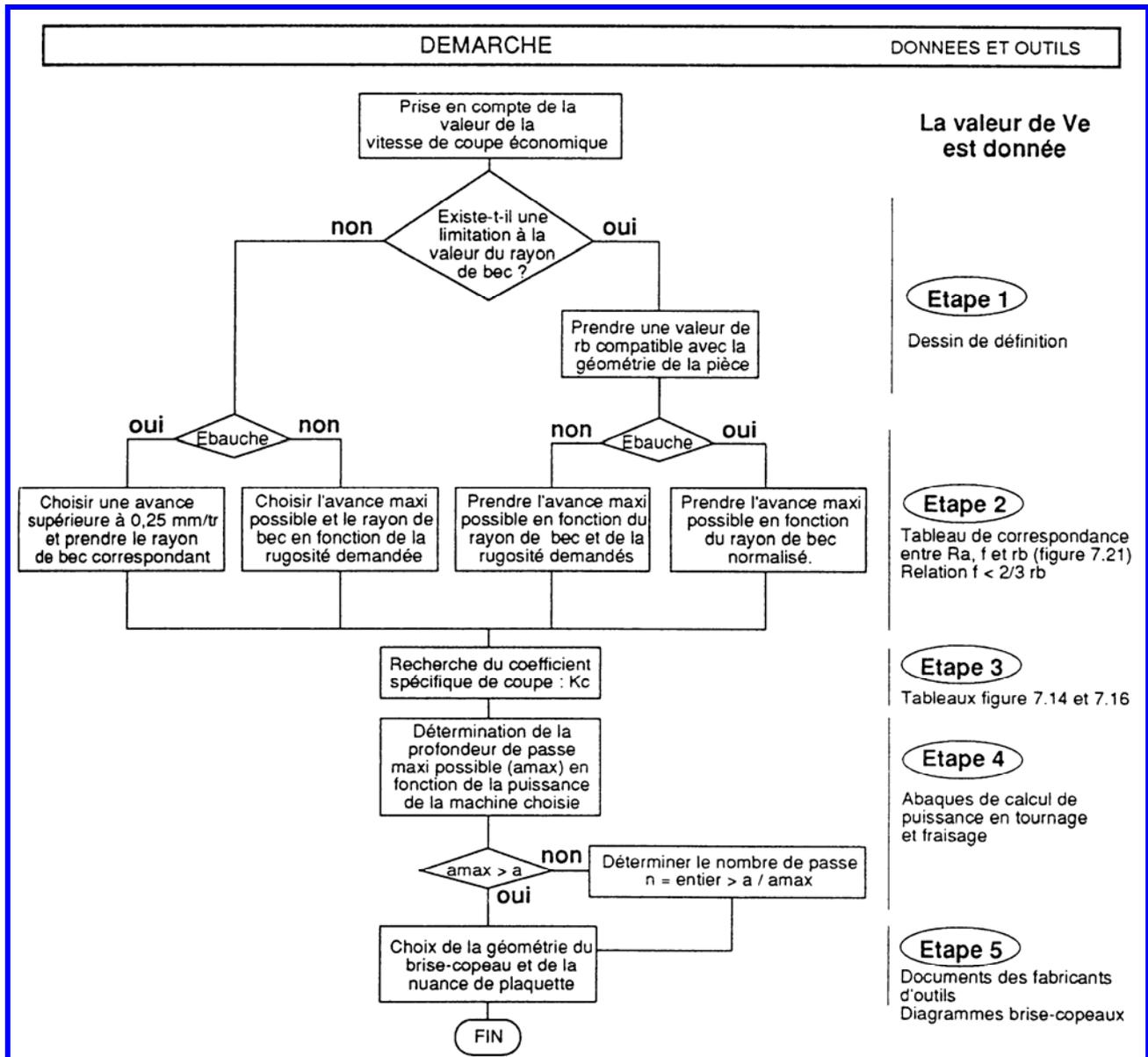
$$\text{coût total} = \text{frais fixes} + \text{coût machine} + \text{coût outil.}$$



Ces figures montrent l'allure de la courbe du coût total en fonction de la vitesse de coupe. La mise en équation de cette courbe puis la recherche du minimum conduit à la détermination de la vitesse de coupe économique (V_e). Cette dernière sera considérée par la suite comme la donnée de base à respecter.

3 - DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE COUPE :

On se place dans le cas où le critère d'optimisation est celui du coût total minimum. L'organigramme suivant présente une démarche simplifiée conduisant à la détermination des conditions de coupe.



Les données de base sont:

- ✓ le matériau usiné;
- ✓ la vitesse de coupe économique;
- ✓ la forme de la plaquette et du porte-plaquette.

La démarche conduit à l'obtention :

- des paramètres de coupe :
 - ✓ avance, profondeur de passe,
 - ✓ nombre de passes et rayon de bec de l'outil;
- de la géométrie du brise-copeau et de la nuance de carbure de la plaquette

Étape 1 : RECHERCHE DE L'INFLUENCE DE LA FORME USINÉE SUR LE RAYON DE BEC DE L'OUTIL :

Deux situations se présentent :

- ✓ une limitation est imposée pour les raccordements entre surfaces, **cela impose une valeur maximale au rayon de bec, on aura donc :**
rayon de bec < valeur du rayon de raccordement;
- ✓ il n'y a pas de limitation **et dans ce cas l'étape n'est pas déterminante.**

Étape 2 : DÉTERMINATION DU COUPLE RAYON DE BEC-AVANCE :

Le type d'opération (finition ou ébauche) est l'élément fédérateur des décisions.

Première situation : Opération de finition

L'état de surface **est la spécification prioritaire**. Pour le garantir, si le rayon de bec (R_b) est déterminé, le tableau suivant, mettant en relation trois paramètres, **impose le choix de l'avance**. Sinon on choisira **l'avance maximale possible permettant d'obtenir la rugosité demandée et on prendra le rayon de bec correspondant**.

État de surface Valeur de Ra	Rayon de plaquette R_b en mm					
	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4
	Avance en mm / tr					
0,6	0,05	0,07	0,1	0,12	0,14	0,17
1,6	0,08	0,12	0,16	0,2	0,23	0,29
3,2	0,12	0,16	0,23	0,29	0,33	0,40
6,3		0,23	0,33	0,4	0,47	0,57
			0,4	0,49	0,57	0,69

Deuxième situation : Opération d'ébauche

L'obtention d'un copeau fragmenté va, dans ce cas, être l'élément prioritaire.

Si le rayon de bec est imposé, on choisit **l'avance maximum possible compatible avec sa valeur, soit :**

$$f_{\text{Max}} = 2/3 R_b$$

Sinon, **on choisit une avance compatible avec un rayon de bec courant**. Pour une vitesse de coupe donnée, on peut considérer qu'à partir d'une valeur $f = 0,3$ mm/tr l'incidence d'une augmentation de l'avance sur la diminution du coût est faible. Cette valeur correspond à l'emploi d'un rayon de bec de 0,8 mm.

Étape 3 : RECHERCHE DE LA VALEUR DU COEFFICIENT SPÉCIFIQUE DE COUPE

Elle se fait d'après les démarches proposées précédemment.

Étape 4 : RECHERCHE DE LA PROFONDEUR DE PASSE MAXIMALE ADMISSIBLE :

En finition, les profondeurs de passe étant faibles, la puissance de la machine n'entraîne pas en général de limitation.

En ébauche le problème est tout autre, il est souvent nécessaire d'effectuer plusieurs passes. Afin de limiter le temps d'opération il faut donc en limiter le nombre donc utiliser les machines au maximum de leur puissance.

Les abaques de calcul de puissance permettent de déterminer la profondeur de passe en fonction des paramètres précédents et de la puissance de la machine prévue.

Si la profondeur possible est inférieure à la passe totale, on en déduit le nombre de passes.

Si l'écart est faible, il est possible d'effectuer une seule passe en diminuant les valeurs de la vitesse de coupe. En effet, la courbe du coût total étant « aplatie » au niveau du point de rebroussement, la variation autour de ce point de la valeur de la vitesse de coupe n'engendre pas de surcoût significatif.

Utilisation des abaques :

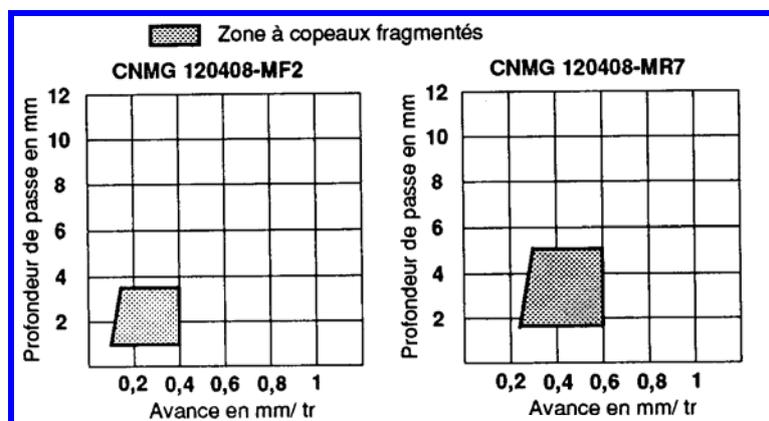
Dans chaque cas, fraisage ou tournage, la connaissance de la puissance de la machine permet bien d'aboutir par construction à la seule valeur manquante à ce stade du calcul, qui est la valeur de la profondeur de passe.

Étape 5 : CHOIX DE LA GÉOMÉTRIE DU BRISE-COPEAU ET DE LA NUANCE DE CARBURE :

Les paramètres avance et profondeur de passe permettent de déterminer à la fois la géométrie et la nuance du carbure.

On devra vérifier à l'aide de diagrammes fournis par les constructeurs, que les copeaux obtenus sont bien fragmentés.

Exemple de diagrammes Brise Copeau :



Remarque : tous ces calculs restent théoriques, seule la mise en oeuvre permettra de valider ces choix et de mettre en évidence les modifications à apporter.