

Chapitre I

L'USINAGE

1. Place

Dans un atelier de production, deux principaux types d'activités peuvent être distinguées, à savoir:

- ✓ les activités d'assemblage des pièces composants des produits manufacturés existants sur marché et

- ✓ les activités de mise en forme de la matière qui consistent à obtenir des pièces par façonnage soit par :

- o mise en forme par enlèvement de matière : c'est le domaine de l'usinage dont les moyens sont sans cesse perfectionnés pour diminuer le coût des fabrications et améliorer la qualité du travail réalisé ou par

- o mise en forme sans enlèvement de matière : c'est le domaine du formage à chaud ou à froid, de la fonderie, du frittage, etc.

Les deux solutions de mise en forme se complètent : très souvent l'usinage permet de parachever une pièce brute par fonderie ou formage, le diagramme sujet de la figure 1.1 résume les différents procédés de mise en forme d'une pièce mécanique en fonction de l'état de la matière.

Etat de la matière

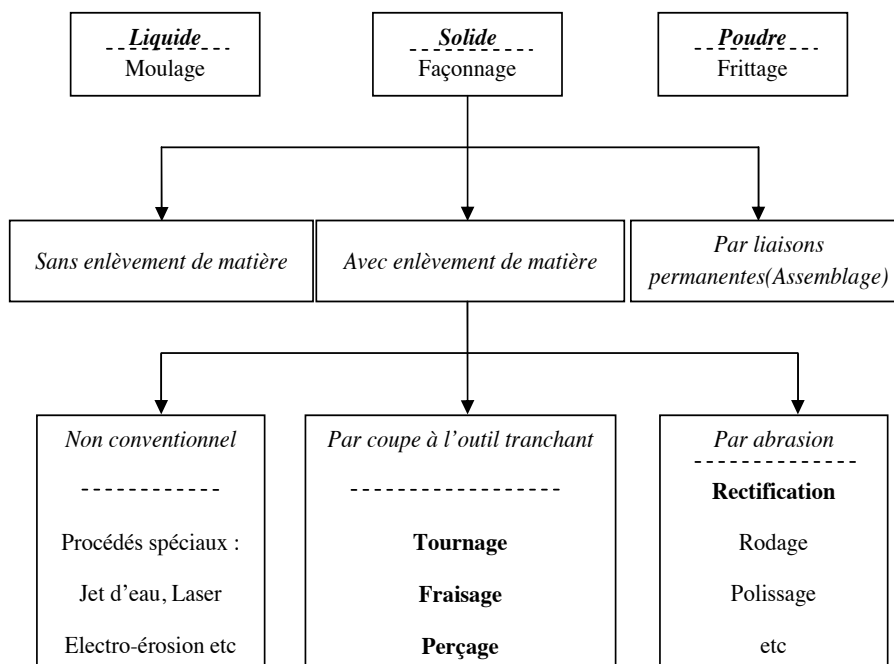
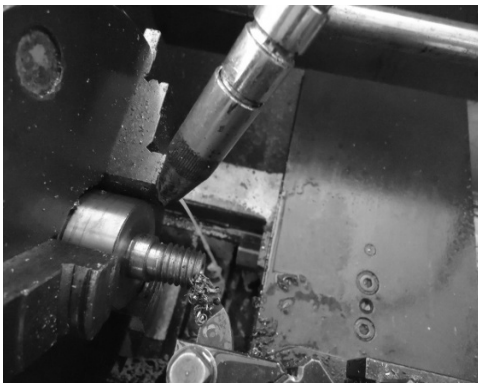


Figure 1.1

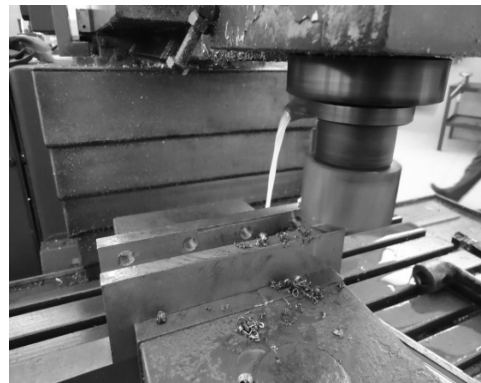
2. Principe

L'usinage est une opération consistant à soumettre une pièce à l'action d'une ou de plusieurs machines-outils essentiellement dans le cas où cette action consiste à un enlèvement de matière. Le terme usinage, synonyme du mot enlèvement de matière ou enlèvement de copeaux, désigne tous les moyens mis en œuvre pour obtenir une pièce ayant des cotes et des tolérances fixées à l'avance, à partir d'une pièce brute venue de la forge ou de fonderie.

L'usinage d'une pièce mécanique met en œuvre un (ou un ensemble de) procédé(s), à savoir : le tournage, le fraisage, le perçage ou/et les procédés d'usinage par abrasion (tel que la rectification, le rodage, le polissage, la super finition etc).



Tournage



Fraisage



Perçage



Un des procédés d'usinage par abrasion : la rectification

Il consiste à réduire progressivement les dimensions de la pièce par enlèvement de matière à froid et sans déformation plastique. La quantité de matière enlevée est dite copeaux et le dispositif avec lequel est enlevée la matière est appelé outil de coupe. L'opérateur utilise des machines-outils pour assurer l'usinage d'une pièce. D'où les éléments intervenant dans l'action d'usinage sont essentiellement (figure 1.2):

- ✓ la pièce à usiner,
- ✓ un appareillage destiné à supporter la pièce nommé porte pièce,
- ✓ un outil destiné à produire le copeau,
- ✓ un appareillage destiné à supporter l'outil nommé porte outil et
- ✓ une machine-outil qui assure les différents mouvements nécessaires à l'usinage.

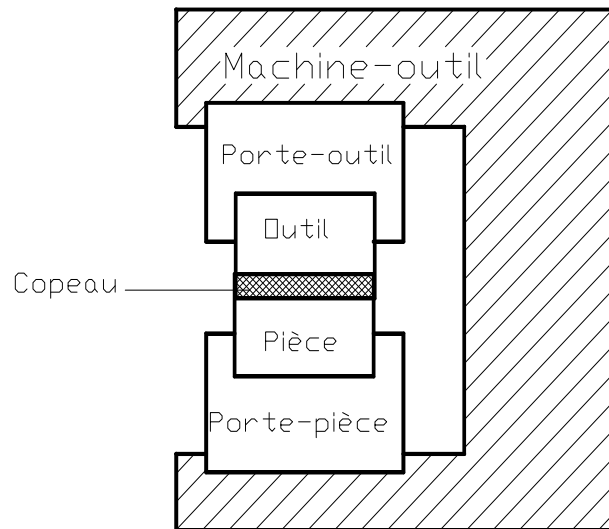


Figure 1.2

Le schéma de la figure 1.2 est général (applicable) pour tous les procédés d'usinage déjà décrits, à savoir : le tournage, le fraisage, le perçage et les procédés d'usinage par abrasion. Les machines employées dans les ateliers d'usinage comprennent :

- o les tours établis avec un encombrement et des configurations variables selon les formes, les grandeurs et les cadences de production des pièces qu'ils en sont destinés à produire,
- o les fraiseuses qui offrent plus de flexibilité par rapports aux tours en terme de création des formes plus complexes sur les pièces à usiner,
- o les perceuses employées pour générer les emplacements des vis ou des rivets dans les pièces,
- o les aléseuses destinées à l'alésage des cylindres des machines à vapeur, des corps de pompes, etc,
- o les rectifieuses qui favorisent l'obtention d'un état de surface beaucoup meilleure que les machines déjà décrites (tours, fraiseuses, perceuses et aléseuses),
- o les raboteuses assurant le dressage des pièces telles que les bâtis des machines, les plaques de fondation, etc,
- o etc.

Quelque soit la machine adoptée pour l'usinage, la procédure de travail est la même. Cette dernière ne dépend que de la fonctionnalité de la pièce dans le mécanisme où elle en doit être montée. En effet:

- si cette dernière est une pièce de rechange (pièce unitaire) et le service de maintenance doit usiner une similaire pour faire fonctionner la machine défectueuse, la procédure sujet de la figure 1.3 doit être applicable,

- si le client communique à la société une série de pièces à usiner, la procédure sujet de la figure 1.4 sera la plus adéquate à être suivie.

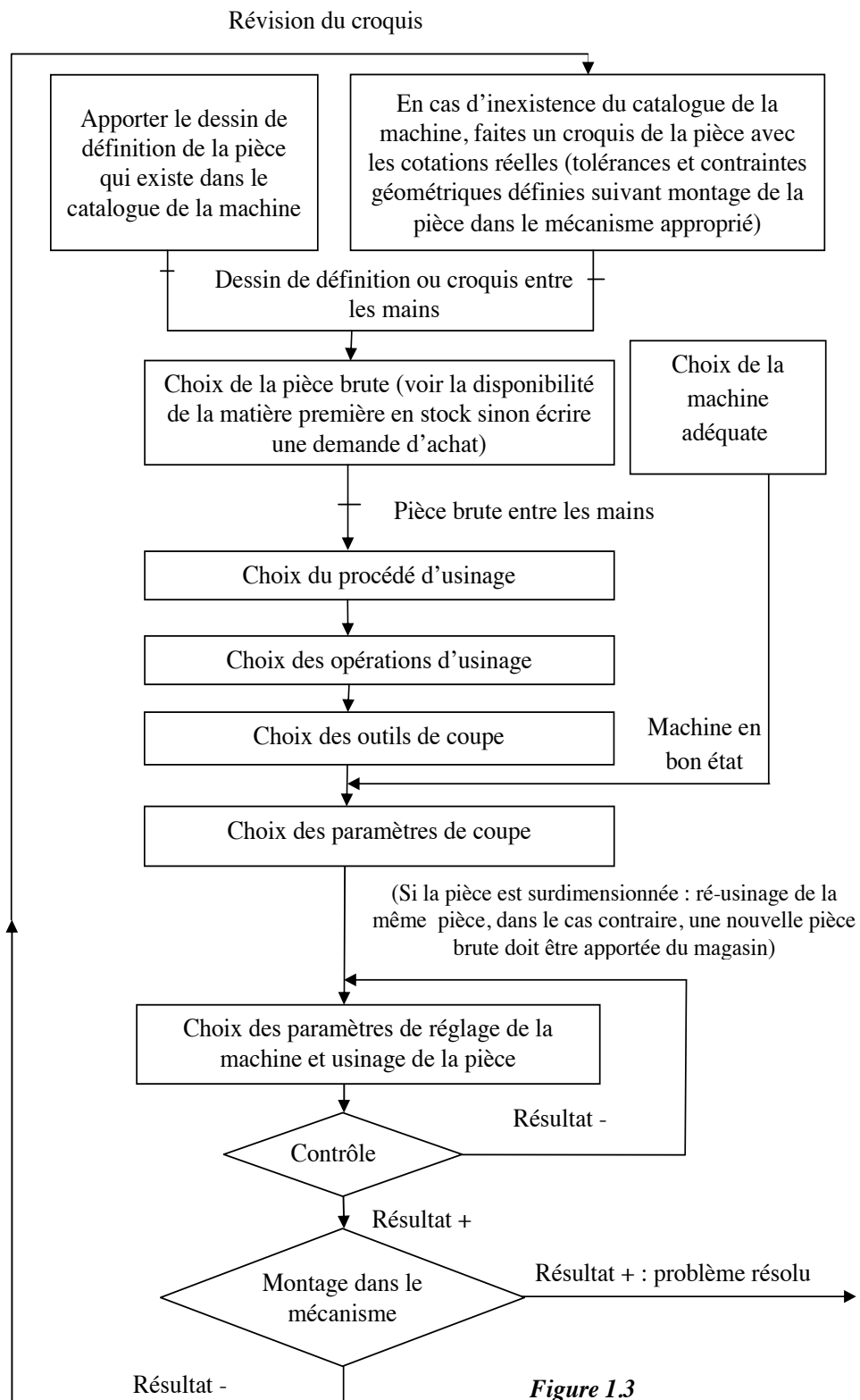


Figure 1.3

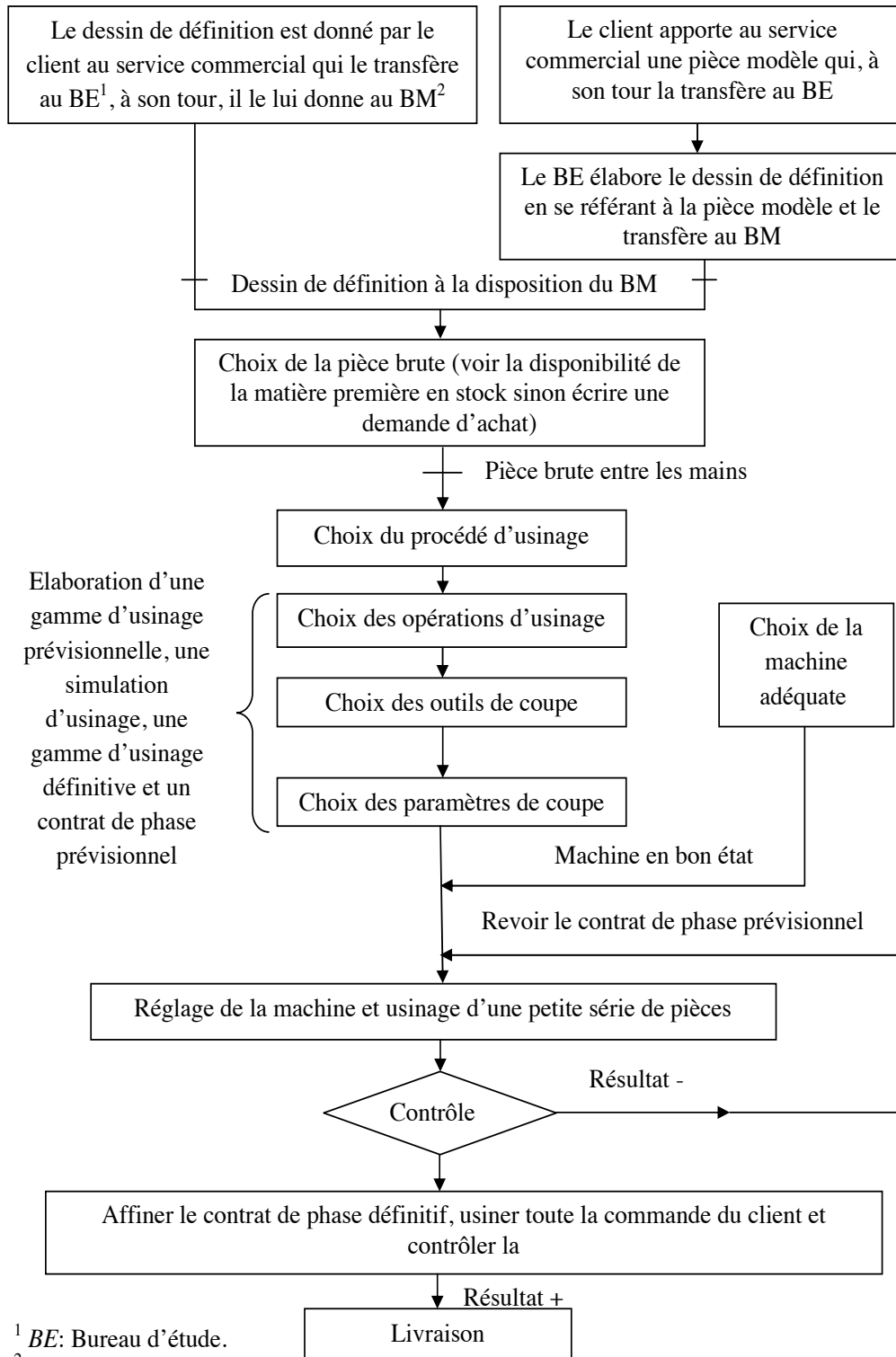


Figure 1.4

L'usinage consiste à enlever la matière de façon à donner à la pièce brute la forme voulue en produisant des surfaces planes, cylindriques, coniques et/ou spéciales. La génération de ces surfaces peut être obtenue:

✧ **par un travail de forme** : Pour ce type de travail, l'outil épouse sa forme à la pièce. Il est nommé outil de forme : c'est la géométrie de son arête tranchante qui détermine le profil de la surface obtenue. La génératrice correspond à l'arête tranchante de l'outil (figure 1.5).

Exemples d'outils de forme : outil coudé à charioter dans le cas d'une opération de chanfreinage, foret, outil à saigner dans le cas de l'exécution d'une gorge, alésoir, fraise en queue d'aronde, taraud etc.

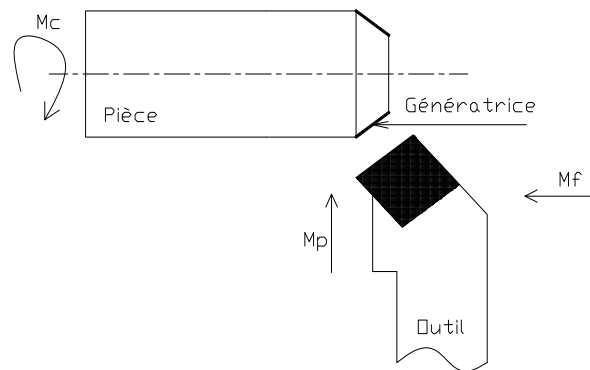


Figure 1.5

✧ ou **par un travail d'enveloppe** : Au cours de ce travail, nommé encore travail par génération, la génératrice correspond à l'ensemble des positions successives du point générateur de l'outil et ce dernier est nommé outil d'enveloppe.

Exemples d'outils d'enveloppe: outil à aléser, outil à charioter couteau, outil à charioter coudé dans le cas d'une opération de chariotage, fraise à surfacer etc.

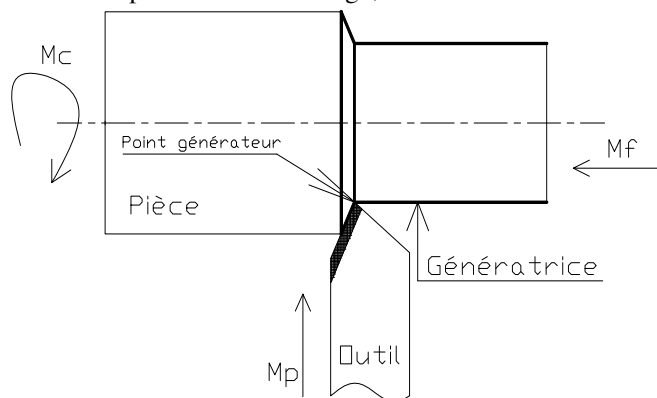


Figure 1.6

Remarque

Tout dépend de l'opération d'usinage, certains outils de coupe sont parfois considérés comme outils de forme et parfois comme outils d'enveloppe. On se voit dans

certaines cas, lier la notion d'outil de forme et d'outil d'enveloppe aux surfaces usinées et pas aux opérations d'usinage (figure 1.7.b).

Exemples

o Un outil coudé à charioter est considéré comme outil de forme dans le cas d'un chanfreinage (figure 1.5) et comme outil d'enveloppe dans le cas d'un chariotage (figure 1.7.a). Si l'opération d'usinage favorise l'obtention de deux surfaces à la fois (cas de la figure 1.7.b), il faut traiter les surfaces une par une. En fait, la surface cylindrique C_1 est obtenue par travail d'enveloppe et la surface conique Con_1 est obtenue par travail de forme. L'outil prend sa qualification de la nature de la surface qu'il produit.

o Un outil à saigner est considéré comme outil de forme dans le cas d'une plongée extérieure (figure 1.8.b) et comme outil d'enveloppe dans le cas d'un dressage (figure 1.8.a) ou d'un chariotage (voir plus d'informations sur les opérations dans le chapitre suivant).

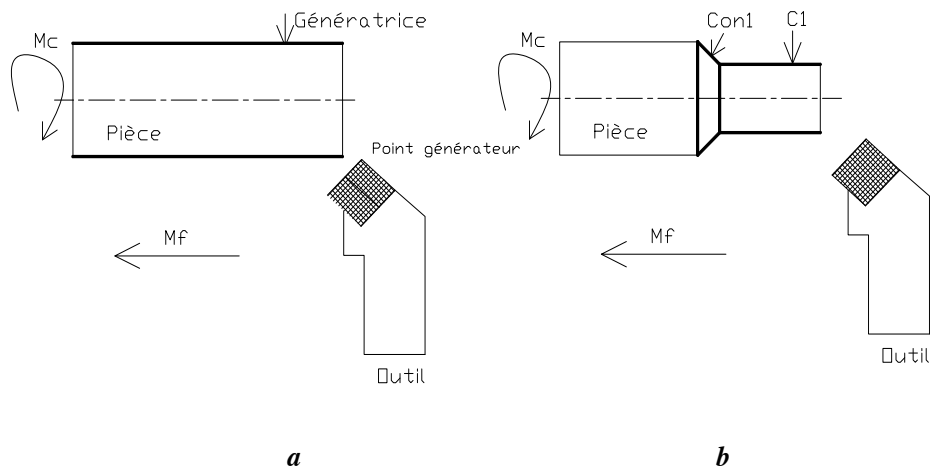


Figure 1.7

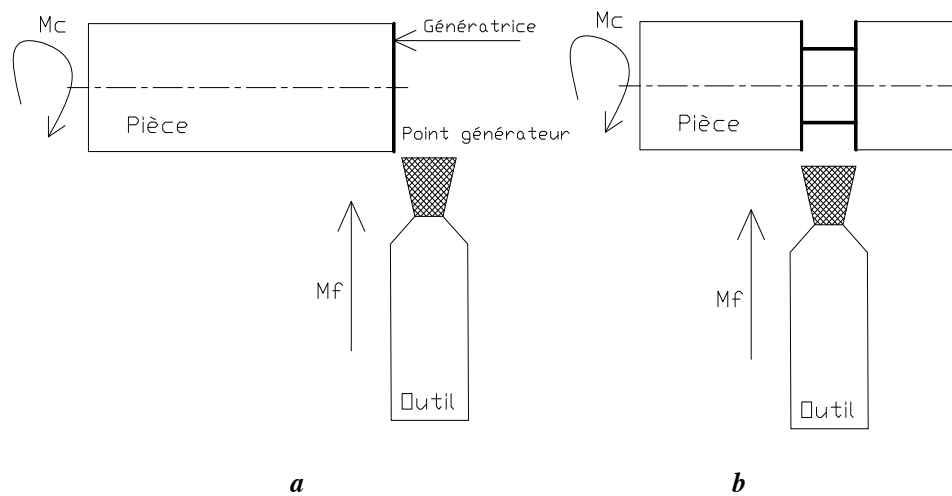


Figure 1.8

Les deux méthodes (travail de forme et travail d'enveloppe) peuvent s'exécuter en une, deux ou trois étapes pour avoir la forme finale de la surface requise à savoir:

✓ **L'ébauche** : elle permet d'enlever un maximum de matière en un minimum de temps. Durant ce type de travail, l'outil devra résister à des efforts de coupe importants: il est donc massif.

✓ **La demi-finition** : elle permet d'avoir une bonne approche de la surface finale, d'assurer la régularité du copeau de finition et la précision géométrique de position.

✓ **La finition** : Elle doit être précédée d'une ébauche et d'une demi-finition. On en cherche le plus souvent une bonne qualité de surface : dimensions, forme et rugosité dans les tolérances permises par le dessin de définition. Les efforts sont plus faibles que pour une ébauche, l'outil est donc plus fin.

Remarque

Selon l'intervalle de tolérance *IT* de la cote inscrite dans le dessin de définition, la qualité ou la rugosité de la surface à usiner, le nombre des opérations peut varier de l'unité au nombre quatre comme indiqué dans le tableau suivant :

<i>Nombre d'opérations/contrainte</i>	1	2	3	4
Qualité ≥ 12	x			
Qualité 9-10-11		x		
Qualité 7-8			x	
Qualité ≤ 6				x
$Ra \geq 3,2$	x			
$1,6 \leq Ra < 3,2$		x		
$0,8 < Ra < 1,6$			x	
$Ra \leq 0,8$				x
$IT > 0,4$	x			
$0,15 \leq IT < 0,4$		x		
$0,02 \leq IT < 0,15$			x	
$IT \leq 0,02$				x

En effet :

- Si le nombre des opérations est égal à l'unité, le fabricant exécute une finition directe.
- Si le nombre d'opérations demandé est de deux, l'opérateur fait une ébauche et une finition.
- S'il est égal à trois, il réalise une ébauche, une demi-finition et une finition.
- S'il est égal à quatre, il effectue les trois opérations : ébauche, demi-finition et finition et ajoute un des procédés d'usinage par abrasion tel que la rectification.