

## Cours

# Gamme d'usinage

- Généralités sur la gamme d'usinage
- Méthodologie de création d'une gamme d'usinage
- Exemples de gammes d'usinage
- Perspectives

## 1. Bureau des Méthodes (B.M.)

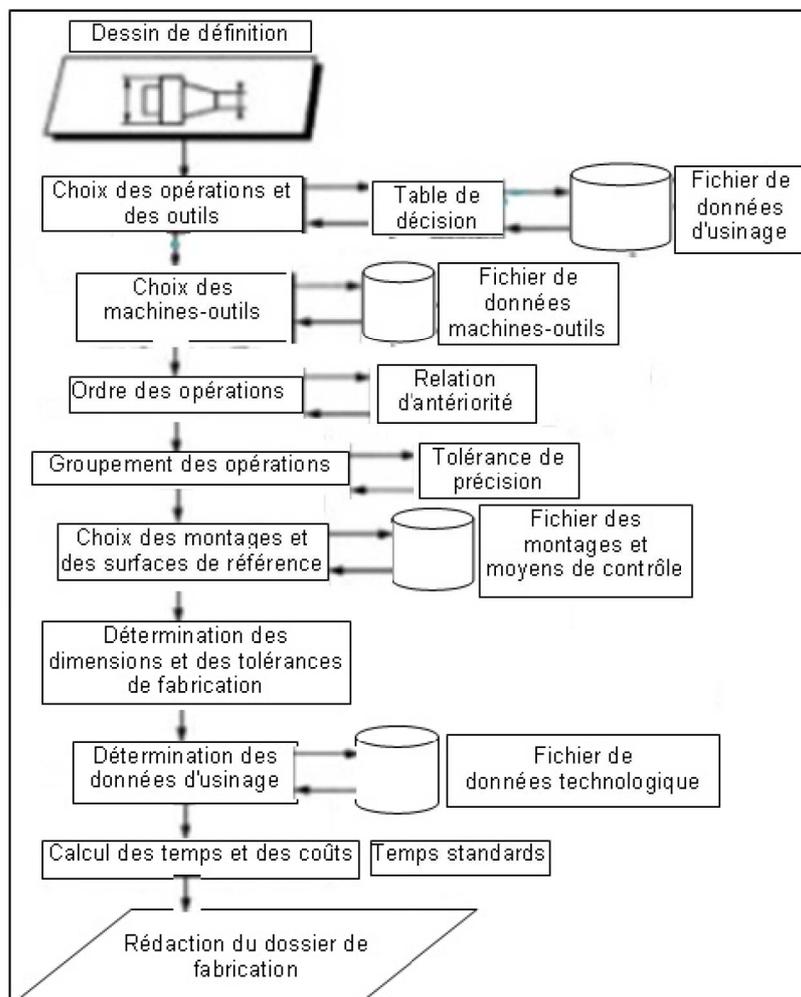
Choisis les techniques de production mécanique, comprenant les techniques de mise en forme, les techniques d'assemblage, le contrôle de qualité, les techniques de manutention et de transport, et la finition.

## 2. Production mécanique

A pour but de définir les moyens de production (machines, outillages, procédés) qui permettront de réaliser les produits conçus au bureau d'études.

L'établissement des gammes de fabrication nécessite une excellente connaissance de toutes les techniques de production à mettre en œuvre et fait appel au traitement informatique des données.

## 3. Conception d'un dossier de fabrication



### 3.1. Choix des opérations et des outils

À partir d'un dessin de définition donnant toutes les conditions à respecter (tolérances, quantité, matières premières, etc.), on peut choisir les types d'opérations et les outils convenant aux différentes entités d'usinage (alésages, surface plane, filetage, etc.) et respectant les contraintes imposées.

### 3.2. Choix des machines-outils

En fonction des quantités de pièces à produire et des contraintes technologiques, on peut ensuite choisir un ensemble de machines-outils pouvant convenir aux opérations à exécuter.

### 3.3. Ordre des opérations

Tenant compte ensuite des tolérances de précision, il est nécessaire d'ordonner les opérations individuelles suivant une séquence bien définie.

### 3.4. Groupement des opérations

Pour optimiser le temps d'usinage et respecter les tolérances de position (position relative des entités de la pièce), on groupe ensuite les opérations de façon optimale.

### 3.5. Choix des montages et des surfaces de référence

On examine les possibilités de mise en position des pièces sur les montages, ainsi que leur bridage pour assurer leur stabilité sous l'effet des forces actives pendant l'usinage (effort de coupe notamment).

### 3.6. Détermination des dimensions et des tolérances de fabrication

Les différentes dimensions sur la pièce n'étant pas obligatoirement réalisées en cote directe, on doit procéder à un transfert de dimensions et de tolérances en cotes de fabrication satisfaisant aux conditions fonctionnelles et aux conditions de réglage sur site, notamment en fonction des capacités techniques des machines-outils.

### 3.7. Détermination des données d'usinage

Des contrôles en cours de fabrication (*in-process*) ou, éventuellement, après finition de la pièce, doivent aussi être ajoutés dans le plan de fabrication.

### 3.8. Calcul des temps et des coûts

Il est nécessaire ensuite que, pour chaque phase d'usinage, les conditions de travail (vitesse, avance, profondeur de passe) soient précisées et, de là, un calcul des temps et des coûts des opérations est possible en vue d'arriver à une appréciation économique.

### 3.9. Rédaction du dossier de fabrication

Enfin, un dossier de fabrication doit être rédigé suivant les données précédentes pour être passé aux services de fabrication pour exécution.

## 4. Analyse du dessin de définition

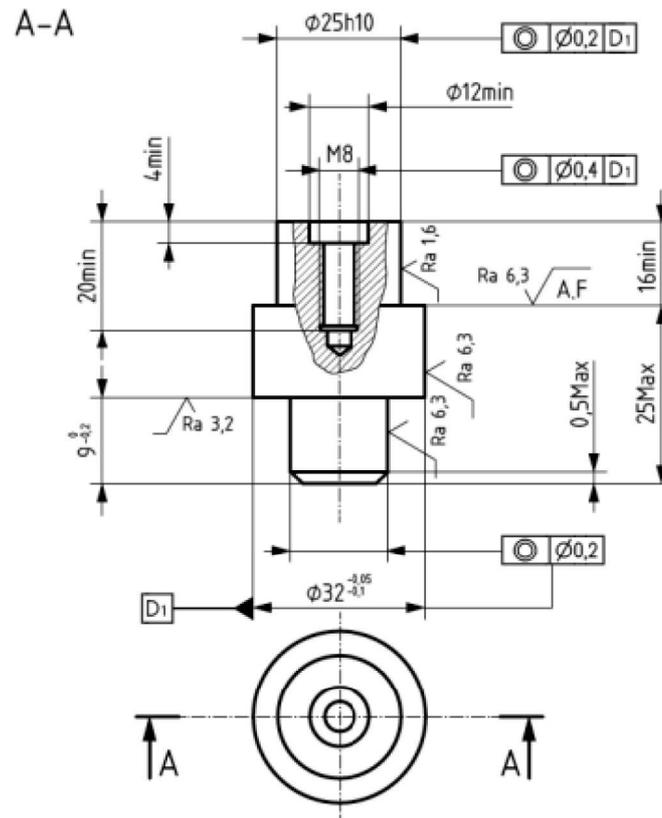
L'élaboration d'une gamme commence par une analyse géométrique du dessin de définition de la pièce à produire. En effet, une pièce comporte toujours de nombreuses indications relatives aux dimensions des entités géométriques et à leurs tolérances dimensionnelles, des indications sur la rugosité et des renseignements d'ordre plus général comme le nombre de pièces à produire, la nature de la matière à travailler ainsi que la masse.

### Exemple :

Il apporte des informations concernant la pièce en précisant notamment :

- Le nom, la matière et des informations complémentaires telles que les tolérances, la dureté, les traitements thermiques à appliquer, etc.
- La morphologie générale de la pièce, à l'aide des vues principales, des vues et coupes partielles et éventuellement d'une représentation volumique 3D ;
- Les fonctionnalités de la pièce grâce :
  - Aux cotes nominales,
  - Aux tolérances dimensionnelles,
  - Aux spécifications géométriques,
  - Aux états de surface.

L'étude du dessin de définition aura une incidence sure : le type et la capacité des machines choisies pour réaliser les usinages, les paramètres de coupe, la mise en position de la première phase de la gamme, et le repérage des surfaces à usiner.



4	1	Piston	E 24	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Obs.
BRIDE HYDRAULIQUE			Echelle 1	
			JP 0.970004	

## 5. Description des procédés de production

Schématiquement, le préparateur doit posséder des connaissances techniques dans les domaines suivants : les différents types de machines-outils et leurs commandes, les différents procédés de travail des matériaux (usinage, forgeage, fonderie, procédés électriques, etc.), les différents types d'outils et porte-outils, les moyens de montage et de fixation des pièces sur les unités de production, les moyens de contrôle de la qualité.

Dans une première phase, on choisit le **procédé de fabrication de la pièce brute** qui influe ensuite sur la gamme d'usinage.

Traditionnellement, les deux principaux procédés industriels de série sont la **fonderie** et le **forgeage à chaud ou à froid**.

Les **procédés d'usinage** les plus classiques qui restent les plus utilisés (dans 80 % des cas) sont les **procédés mécaniques** par enlèvement de matière comme le brochage, le perçage, l'alésage, le fraisage, ect.).

## 6. Étapes complémentaires

Pour compléter la gamme d'usinage, il faut y ajouter des **données technologiques** comme l'avance, la profondeur de passe, la vitesse de coupe, la longueur d'usinage, etc. qui sont enregistrées sur une feuille d'opérations très détaillée

Cette feuille sert aussi à évaluer les **temps d'usinage** et, en y ajoutant les temps de manutention, à calculer les temps totaux de fabrication.

## 7. Les phases de fabrication

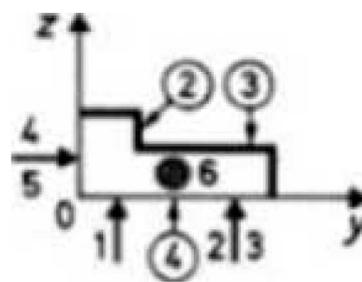
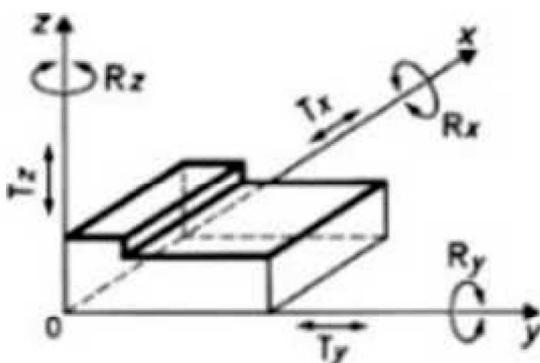
Après le regroupement des opérations en phases, la gamme d'usinage de la pièce est définitivement établie en tant que suite des opérations. Il reste à trouver encore le **positionnement le plus propice de la pièce** et à **calculer les tolérances de fabrication et de réglage**.

## 8. Positionnement et montage d'usinage

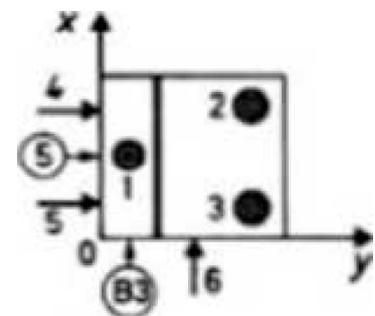
Les dimensions des éléments d'usinage et leurs tolérances géométriques sont définies par rapport à des surfaces de référence qu'il faut matérialiser dans le montage de la pièce à usiner sur la machine-outil. On s'appuie sur le principe de l'isostatisme pour positionner la pièce de façon claire dans un référentiel absolu lié à la machine-outil ou, éventuellement, au montage d'usinage.

Ce principe consiste à éliminer les 6 degrés de liberté d'une pièce solide dans l'espace généralement en appuyant la pièce sur 6 points répartis judicieusement dans l'espace.

### Exemple:



(a) vue de face



(b) vue de dessus

$T_x$ ,  $T_y$ ,  $T_z$  translations suivant x, y et z

$R_x$ ,  $R_y$  et  $R_z$  rotations suivant x, y et z

## 9. Positionnement et montage d'usinage

Le choix des **surfaces d'appui** (surfaces de départ pour le premier positionnement et surfaces de référence en cours d'usinage) se fait suivant des critères de précision et de faisabilité, en particulier :

- Les surfaces d'appui doivent être aussi étendues que possible et doivent être pleines, sans trous ni rainures.
- Les surfaces de référence pour des usinages précis doivent être les surfaces de départ de manière à ne pas cumuler les erreurs par transfert de cotes.
- La stabilité du montage sous l'effet des forces de coupe et d'inertie doit être vérifiée.
- Une bonne accessibilité à la machine-outil pour positionner la pièce sur le montage est très importante.
- Un dispositif de montage économique, si possible standard, est préférable à l'utilisation de montages particuliers.

La représentation des **appuis et maintiens en position des pièces** a fait l'objet d'une normalisation (NF E 04-013)

## 10. Analyse des côtes et intervalles de fabrication

Les dimensions portées sur les dessins de définition ne sont pas obligatoirement exécutées directement en fabrication. Les dimensions fonctionnelles exigées par le dessin, et qu'il faut respecter absolument, sont transférées en des dimensions résultantes qui sont affectées par les tolérances de toutes les cotes composantes d'une chaîne de cotes de fabrication.

## 11. Éléments de contrôle de fabrication

L'exécution du plan de fabrication exige l'utilisation d'instruments de contrôle dimensionnel, éventuellement de contrôles physiques ou chimiques comme la détection de fissures dans les pièces, la détection de l'altération des sous-couches superficielles à la suite d'actions mécaniques et thermiques, etc.

Les contrôles peuvent être prévus en cours de fabrication soit pour procéder à nouveau à des réglages, soit pour changer certains traitements, comme les traitements thermiques.

En ce qui concerne les instruments courants de métrologie utilisés en production (pied à coulisse, palmer, calibres fixes ENTRE et N'ENTRE PAS.

## 12. Élaboration de la gamme d'usinage

À présent que tous les ingrédients sont présents pour remplir avec efficacité une gamme d'usinage, il suffit de commencer à l'élaborer en nous intéressant à ses parties faites de contrats de phase :

**Le contrat de phase est le document de référence de l'opérateur. Il décrit l'ensemble des opérations, éventuellement groupées en sous-phases, réalisées sur un même poste de travail. Réalisé à partir de l'avant-projet de fabrication, il permet à l'opérateur de :**

- Déterminer la cotation de fabrication.
- De mettre en place les montages d'usinage.
- De réaliser les réglages de la machine,
- De préparer le poste de contrôle.

Il devient définitif lorsque les responsables de production ont validé le processus de fabrication et que celle-ci peut être qualifiée de fabrication stabilisée.