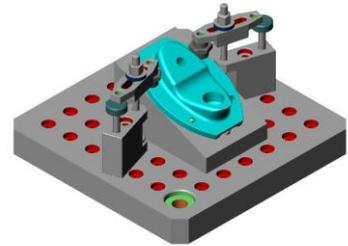
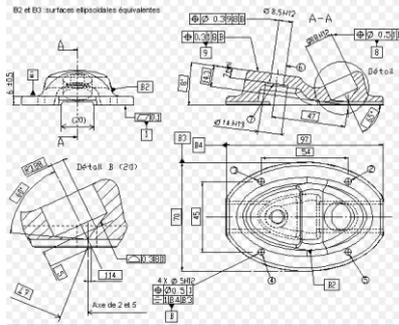
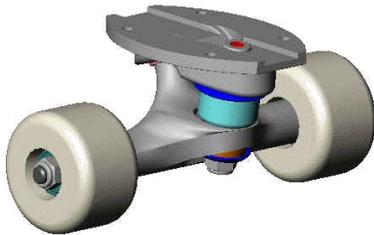


Cycle 7: Analyser et mettre en place un processus de fabrication par une approche PMP

Chapitre 2 : Mise en place d'un processus de fabrication



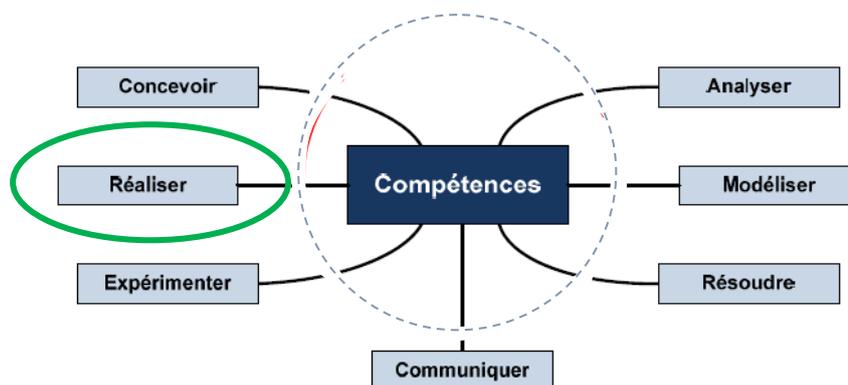
Problématique

Comment choisir l'ordonnement des étapes de fabrication d'une pièce ? Quels documents sont nécessaire à l'industrialisation d'une pièce usinée ?

Savoir

A. Analyser:

- Définir l'ordonnement des étapes de fabrication d'une pièce mécanique (gamme d'usinage)
- Analyser un dessin de définition (cotation) pour définir un processus de fabrication





Mise en place d'un processus de fabrication

1. Définitions

a) Procédé de fabrication

Un procédé de fabrication est un mode d'élaboration ou d'exécution adapté à un résultat recherché, correspondant à une technologie de réalisation. Un procédé implique la mise en oeuvre de moyens définis. (*ex : tournage*)

b) Processus de fabrication

Le processus de fabrication est l'enchaînement relatif des interventions propres à l'utilisation d'un procédé.

c) Gamme de fabrication

Suite ordonnée d'opérations nécessaires à l'exécution d'un travail, groupées en phases, sous-phases et traduisant le processus de fabrication.

d) Phase

Ensemble ordonné **d'opérations effectuées à un même poste de travail** ou sur une même unité de production par un ou plusieurs exécutants.

e) Sous-phase

Fraction de la phase délimitée par des **changements de mise en position de la pièce sur la machine**

f) Opération

Etape définie de l'évolution d'un produit correspondant à un ensemble ordonné d'éléments de travail mettant en oeuvre un groupe fini de moyens ou d'équipements du poste de travail (*ex : surfacage*)

2. Méthode de détermination d'un processus de fabrication

2.1. Introduction

En fonction du nombre de pièces à produire, la fabrication peut être conduite en production dite:

- ✓ « **Unitaire** » si le produit est réalisé à quelques unités ;
- ✓ « **Sérielle** » si le produit est réalisé en grandes quantités par lancement périodique d'un lot de pièces ou en continu sur des machines dédiées à la pièce à fabriquer.

Dans tous les cas, il faut choisir un processus de fabrication. Ce choix est toujours la conséquence d'un bilan économique.

L'**élaboration du processus de fabrication** nécessite :

- ✓ D'analyser et de comprendre toutes les **exigences du dessin de définition** ;
- ✓ De connaître le programme de fabrication (quantité à produire, délais, coût maximal) ;
- ✓ De connaître les **moyens de production** disponibles ou envisagés.

Les indications du dessin de définition (**spécifications dimensionnelles, géométriques et d'état de surface**) expriment directement les conditions d'aptitude à l'emploi du produit fini. C'est le contrat entre le donneur d'ordre et le fabriquant.



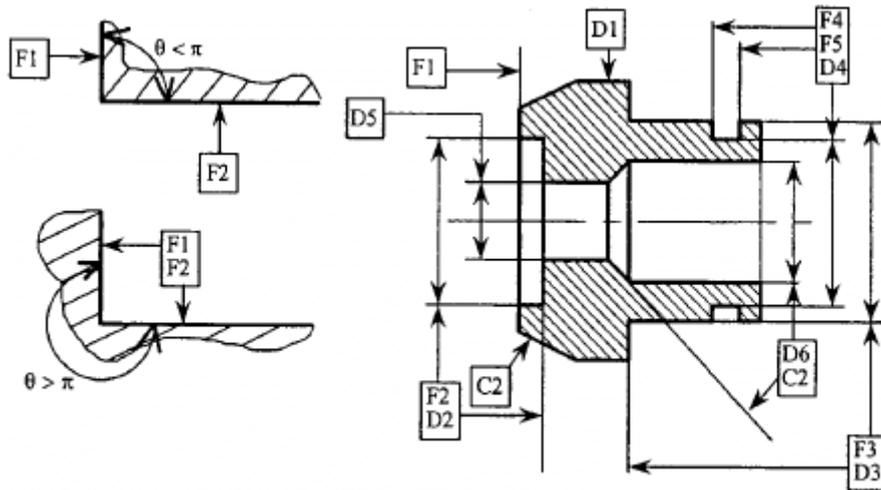
Mise en place d'un processus de fabrication

La méthode permettant d'élaborer le processus de fabrication d'une pièce est le suivant :

- Recenser et repérer les surfaces fabriquées de la pièce ;
- Etablir un graphe des antériorités défini par les liaisons issues des spécifications dimensionnelles et géométriques entre les surfaces ;
- Analyser les opérations successives à réaliser sur les surfaces élémentaires ;
- Associer et grouper les opérations élémentaires

2.2. Repérage des surfaces élémentaires

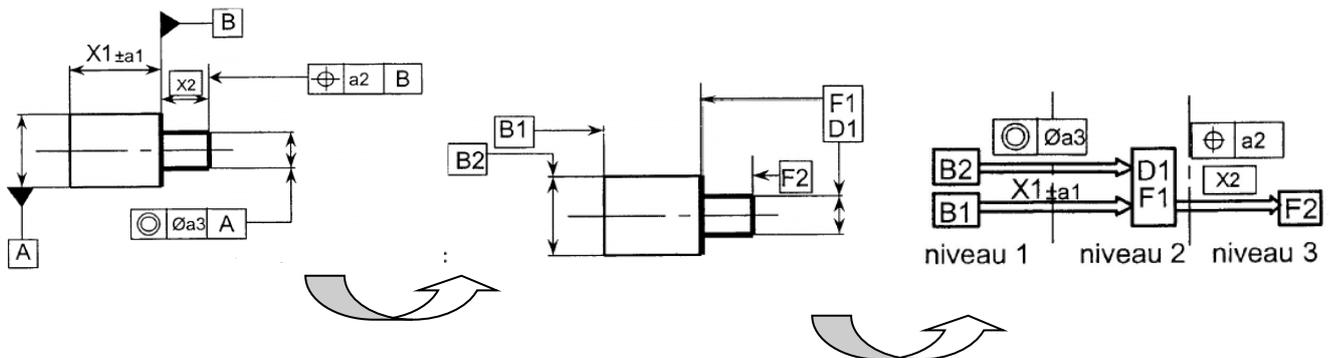
Les surfaces géométriques simples constituant la pièce sont repérées par des lettres majuscules affectées d'un indice numérique (ex : D1 = cylindre \emptyset). Les lettres choisies pour le repérage sont généralement :



3. Graphe des antériorités

L'analyse du dessin de définition permet de mettre en évidence les **liaisons entre les surfaces**. Ces liaisons correspondent aux **spécifications dimensionnelles ou géométriques**. On réalise alors un graphe de ces liaisons appelé **graphe des antériorités**. Sur le graphe les liaisons sont représentées par une double flèche : \longleftrightarrow

L'établissement du graphe consiste à classer par niveaux toutes les surfaces de la pièce en partant des surfaces brutes de référence (niveau 1).

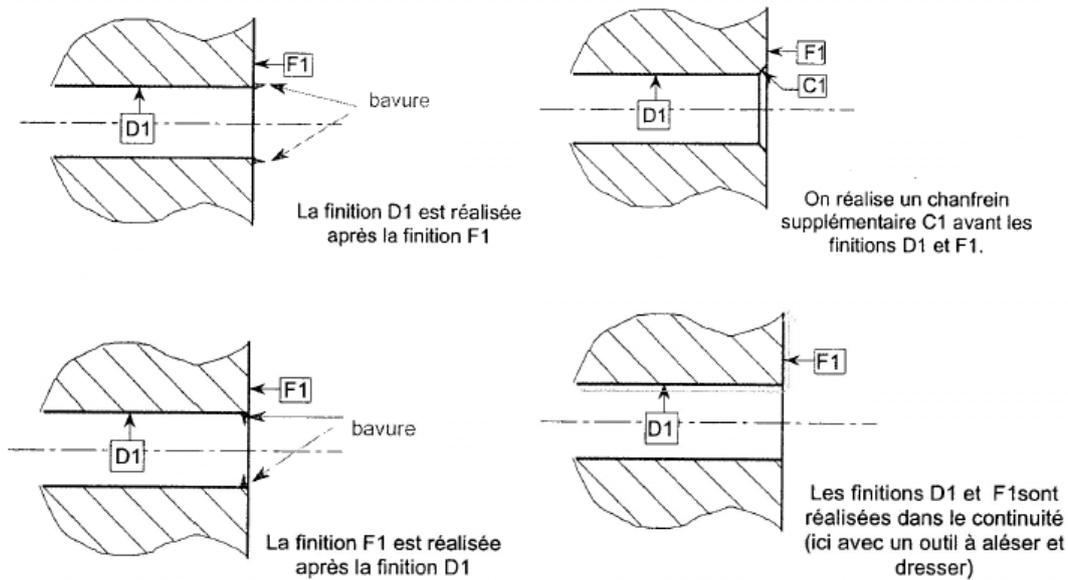


Mise en place d'un processus de fabrication

4. Analyse des contraintes de fabrication

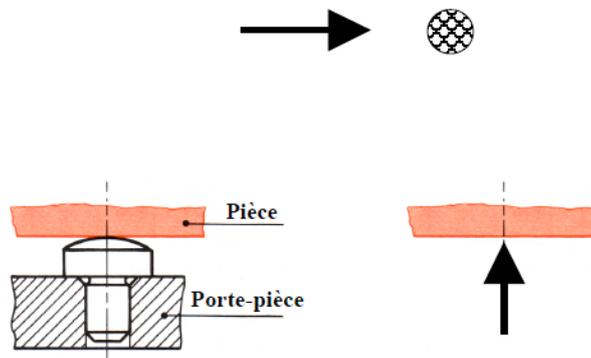
Les surfaces sont usinées en respectant un ordre d'intervention imposé par :

- Les liaisons correspondant aux spécifications dimensionnelles ou géométriques
- L'ordre naturel des opérations élémentaires de réalisation d'une surface (par exemple : perçage avant taraudage)
- L'utilisation correcte des outils de coupe (par exemple : les outils de finition ne doivent pas attaquer ou dégager un usinage sur une surface brute pour éviter tout risque d'altération de la qualité de l'arête de coupe)
- Le problème des bavures



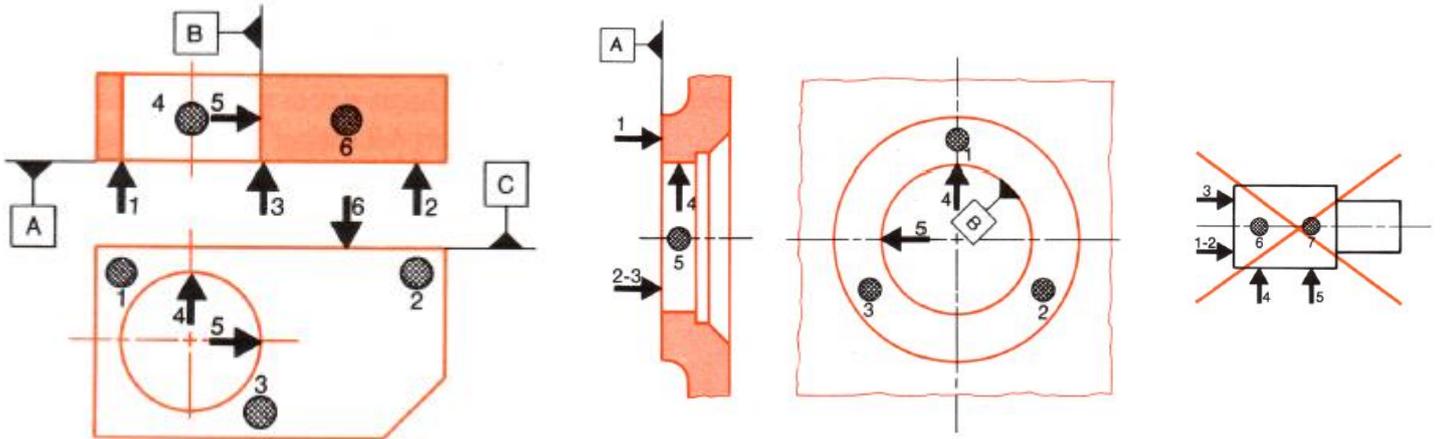
5. Mise en position

Un solide dans l'espace (cas d'une pièce à usiner avant sa mise en position sur une machine) possède six degrés de mobilité. La pièce à usiner doit être contrainte à rester en contact avec le porte pièce. Il faut donc **éliminer six degrés de mobilité**. On caractérise la liaison entre la pièce et le porte-pièce par le nombre de **contacts ponctuels** théoriques. On schématise chaque contact ponctuel théorique par un vecteur normal à la surface considérée.

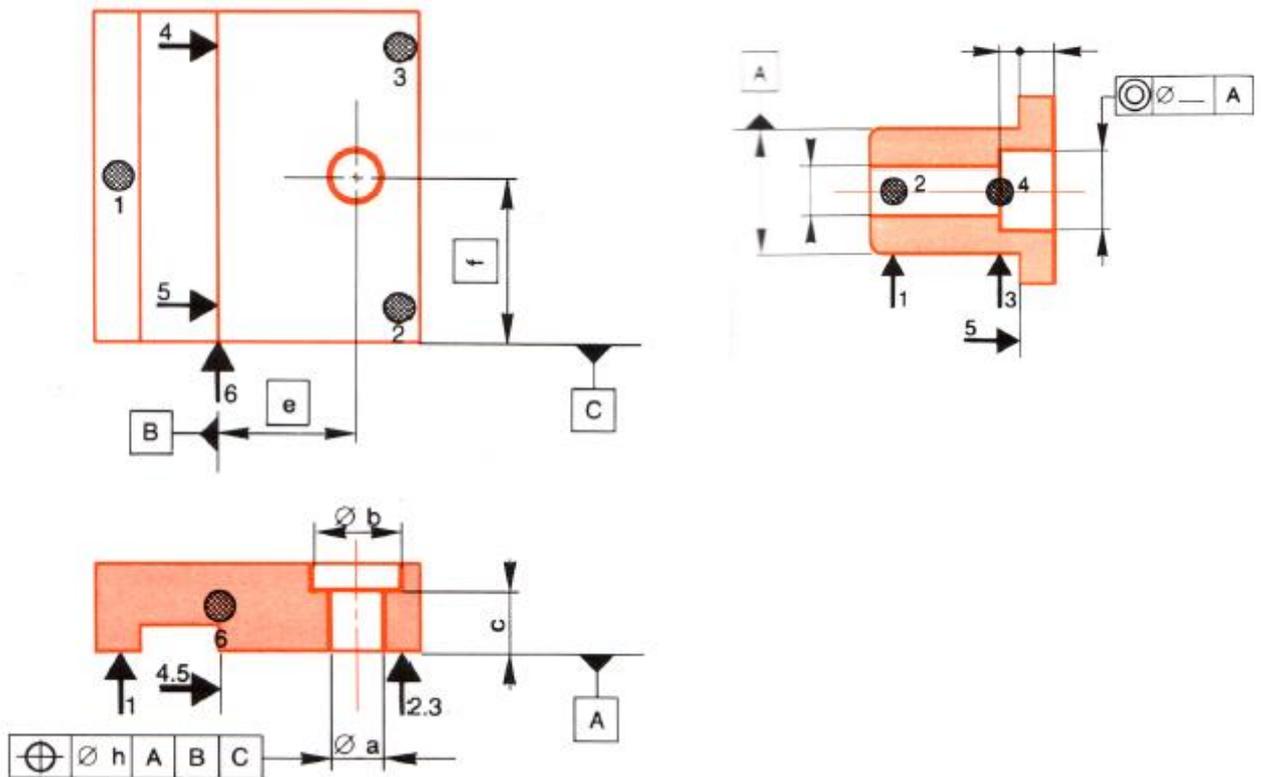


Mise en place d'un processus de fabrication

Pour assurer un repérage isostatique, six normales sont nécessaires et suffisantes. On affecte à chaque surface autant de normales de repérage qu'elle doit éliminer de degrés de liberté. Chaque pièce reçoit un maximum de six symboles de base dont la disposition satisfait aux règles de l'**isostatisme** (par exemple pour éliminer trois degrés de liberté à partir d'une surface réputée plane, il faut mettre en place trois normales de repérages non alignées). Il est recommandé de les affecter d'un numéro repère de 1 à 6, disposé à côté du symbole.



La position et le nombre de symboles de base se déduisent de la **cotation de fabrication** (origine d'une ou plusieurs cotes d'usinage). Les surfaces qui assurent la mise position d'une pièce sont, en principe, celles du système de référence qui définit la position des surfaces à usiner.





Mise en place d'un processus de fabrication

SYNTHESE

Règle 1 : associer un maximum d'opérations dans une seule phase d'usinage. Ne pas oublier **la mise en position isostatique** de la pièce à usiner dans son montage ainsi que **son maintien en position**.

Règle 2 : exploiter au maximum les possibilités des machines-outils (nombre d'axes, outils de coupe possibles). Une gamme d'usinage prendra en compte **le parc machine disponible**.

Ces deux règles permettent de déterminer le nombre et le contenu de chaque phase d'usinage ainsi que les machines utilisées. Les règles suivantes permettent de réaliser l'ordonnancement des phases.

Règle 3 : la qualité de la mise en position de la pièce à usiner dans son montage est un critère prépondérant.

- **Privilégier les appuis sur des surfaces de qualités** (défaut de forme faible). *Conséquence : on utilisera des surfaces usinées précédemment plutôt que des surfaces brutes.*
- **Privilégier les surfaces étendues.**

Règle 4 : la mise en position isostatique de la pièce dans son montage et son maintien en position ne doivent **pas gêner l'accès des outils** aux surfaces usinées dans la phase concernée.

Règle 5 : le **montage d'usinage** doit être **le plus simple possible**, donc le moins cher possible :

- Privilégier les appuis sur des **surfaces planes** : simplicité de réalisation, bonne stabilité de la pièce.
- Les solutions type centreur/locating sont très économiques. De plus on libère le pourtour de la pièce ce qui permet d'avoir accès à de nombreuses surfaces à usiner.

Règle 6 : la mise en position **isostatique** d'une pièce à usiner dans un montage d'usinage génère des dispersions de remise en position. Une gamme d'usinage devra donc limiter le nombre de montage des pièces, donc le nombre de sous-phases d'usinage, afin de respecter la cotation imposée par le dessin de définition de la pièce

Règle 7 : le graphe des antériorités donnent une bonne idée de l'ordonnancement des opérations en fonction des exigences géométriques de la pièce mais le fabricant pourra dans certains cas (par une cotation spécifique de fabrication) inverser certains ordres (*ex : un plan devant être perp. à un alésage pourra être fait avant l'alésage pour des raisons de difficultés de MIP dans l'alésage*)