

Chapitre 1 : Introduction 2 semaines

Généralités, Interactions Procédés – Matériaux, Classification des procédés d'obtention des pièces.

Chapitre -I-

I.1. Introduction

L'expression « **procédés de fabrication mécanique** » désigne les moyens mécaniques imaginés et mis en œuvre par l'homme pour transformer, par le travail, la matière en produits utiles. On peut facilement concevoir que l'homme exploita d'abord des moyens manuels, d'où le terme « manufacturer » (de **manus**, « main » et **factus**, « faire »), employé aujourd'hui pour désigner le fait de fabriquer des biens avec des moyens mécaniques.

L'évolution dans ce domaine, tout comme dans les autres sphères de l'activité humaine, fut lente et hésitante. Ce n'est qu'au cours du XVIIIe siècle, à l'ère de la révolution industrielle, que la mécanisation, puis l'automatisation des procédés de fabrication, tels que nous les connaissons de nos jours, ont réellement commencé à s'accélérer. Aujourd'hui, l'éventail des procédés de fabrication et des matériaux, qui continue d'ailleurs à s'élargir, est tellement vaste que l'exploitation rationnelle des uns et des autres, de même que celle de la force ouvrière, au sens noble du terme, nécessite une planification rigoureuse si l'on veut en optimiser le rendement. C'est au bureau des méthodes qu'incombe généralement cette responsabilité.

Les machines, avec lesquelles on fabrique les produits, coûtent de plus en plus cher, ainsi que la main-d'œuvre qui les utilise. Les machines se compliquent grandement, elles possèdent plus d'axes, elles ont des commandes numériques et sont souvent équipées d'appareillage automatique coûteux, tels les changeurs d'outils, les évacuateurs de copeaux, etc. Il est donc important d'immobiliser ces systèmes de production et cette main-d'œuvre le moins de temps possible. Pour ce faire, il faut faire subir à une pièce le nombre minimal d'opérations de montage/démontage sur des machines différentes. Le bureau des méthodes va jouer un rôle fondamental à cet égard.

Au bureau des méthodes, le travail s'effectue selon les principes et les règles de l'organisation scientifique du travail (**OST**). Science industrielle de la production optimale, l'OST vise à économiser la santé des travailleurs et à obtenir des productions de la meilleure qualité possible pour le coût le plus économique possible. Cette science s'est constituée à partir :

- ☒ des principes et des méthodes de travail énoncés par les savants des XVIe et XVIIe siècles;
- ☒ des modèles de travail scientifique utilisés par les chercheurs des XVIIIe et XIXe siècles, qui conduisirent à l'énoncé des principes et des règles particulières au domaine industriel;
- ☒ des connaissances industrielles que la mise en pratique méthodique de ces règles et principes par les industriels depuis la fin du XIXe siècle a permis d'accumuler.[1]

I.2. Interactions Procédés – Matériaux

I.2.1. Généralités sur la sélection des matériaux:

Le point de départ de la conception d'un produit industriel est une idée innovante ou un besoin du marché. L'étape ultime correspond à toutes les spécifications qui rendent la réalisation du produit possible (colonne centrale de la **figure. I.1**).

Il est impératif de définir précisément dès le départ le besoin à satisfaire (sous la forme d'un énoncé du type il nous faut réaliser une pièce qui remplit telle fonction). Les traités classiques de conception insistent sur la nécessité d'une spécification de la fonction indépendamment de toute solution remplissant cette fonction, cette précaution ayant pour but d'éviter les limitations qui pourraient résulter d'idées préconçues.

La démarche de conception consiste ensuite à développer des concepts qui peuvent potentiellement remplir la fonction demandée. À cette étape de la conception, toutes les options demeurent ouvertes, et le concepteur se doit d'envisager tous les concepts possibles et toutes leurs combinaisons.

À l'étape suivante, chaque concept est analysé à un niveau d'approximation qui permet de déterminer grossièrement la taille des pièces, les contraintes mécaniques auxquelles elles sont soumises, les températures et environnements dans lesquels elles doivent fonctionner. À cette étape, le concepteur doit sélectionner les classes de matériaux qui peuvent éventuellement être utilisés dans ces conditions.

Le concepteur passe ensuite de ce schéma de faisabilité à une étape de conception détaillée dans laquelle les spécifications de chaque élément sont précisées. Les composants critiques sont alors analysés en détail (du point de vue mécanique et thermique), des méthodes d'optimisation sont utilisées pour maximiser la performance de composants ou de groupes de composants, et enfin un choix définitif de la forme et des matériaux adaptés est arrêté. L'aspect production et coût est alors analysé et cela conduit à clore la démarche de conception par des spécifications de production.

Cette démarche de conception se décline quelque peu différemment si l'on a affaire non pas à une conception originale qui démarre pour ainsi dire de rien, mais à une conception adaptative, ou à une conception de variation qui, toutes deux, partent d'un produit déjà existant. [2]

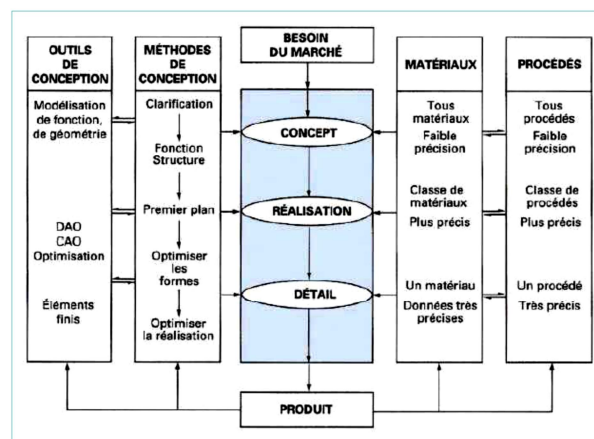


Figure I.1 – Les différentes étapes de la conception [2]

- **La conception originale** implique une idée nouvelle ou un nouveau principe de fonctionnement (comme le stylo à bille ou le disque compact). Dans cette démarche de conception, il est impératif de réfléchir avec le maximum de latitude, d'envisager toutes les solutions possibles et de choisir, par une démarche rationnelle, la meilleure d'entre elles. Cette largeur de vue doit aussi s'appliquer au choix des matériaux. De nouveaux matériaux peuvent rendre possibles des conceptions originales : le silicium de haute pureté a rendu possible le transistor, le verre de haute pureté la fibre optique, les aimants permanents à haute coercivité les appareils auditifs, les alliages à haute tenue en température les turbines de réacteurs. Quelquefois, le nouveau matériau suggère le nouveau produit, d'autres fois le nouveau produit exige le développement de nouveaux matériaux. Par exemple, l'industrie nucléaire a conduit au développement de nouveaux alliages, la technologie des turbines de réacteurs est aujourd'hui motrice dans le développement des céramiques ou des composites à matrice métallique. [2]
- **La conception adaptative** part d'un concept déjà existant et recherche une amélioration incrémentale en raffinant le principe de fonctionnement. Ce type de conception est, lui aussi, rendu possible par le développement des matériaux : les polymères ont remplacé les métaux dans les objets électroménagers, la fibre de carbone le bois dans les objets pour le sport. La conception adaptative de la boîte pour boisson a conduit à une rude compétition entre l'aluminium et l'acier. Des marchés entiers peuvent être gagnés (ou perdus) selon l'usage que le manufacturier fait des matériaux classiques et des nouveaux matériaux. [2]
- **La conception de variation** concerne un changement de taille ou une amélioration de détail sans que la fonction ou son principe de réalisation soit modifié. Par exemple, la conception de réservoirs de plus grande taille impose le choix de nouveaux matériaux. Les bateaux de petite taille sont réalisés en fibre de verre, alors que les bateaux de taille importante sont en acier ; les chaudières peuvent, suivant leur capacité, être réalisées en cuivre ou en acier ; on utilise pour les avions subsoniques certains alliages qui ne sont pas adaptés aux avions supersoniques. [2]

I.2.2. Interaction matériau-forme-procédé

En principe, on ne peut découpler la sélection du matériau et celle du procédé : le choix du matériau limite les procédés possibles, le choix du procédé modifie les propriétés du matériau. La fonction recherchée impose à la fois le choix du matériau, de la forme de la pièce et du procédé permettant de l'obtenir (**figure I. 2**). Un exemple particulièrement saisissant de cette interaction est la sélection des alliages et des procédés pour les pièces moulées : les choix du procédé, de l'alliage et de la forme de la pièce ne peuvent être séparés. De cette imbrication entre les différents aspects du choix résulte une difficulté certaine : il est impossible de choisir le matériau sans connaître le procédé, ni le procédé sans connaître le matériau ; il s'ensuit que la procédure de sélection se doit d'être itérative et procédera suivant une hiérarchisation des problèmes : on sélectionnera d'abord un ensemble de matériaux auxquels seront associés un ensemble de procédés envisageables, parmi lesquels on choisira ceux qui sont a priori mieux adaptés à la fonction recherchée ; on itérera la procédure en précisant à chaque étape les choix du matériau et du procédé. [2]

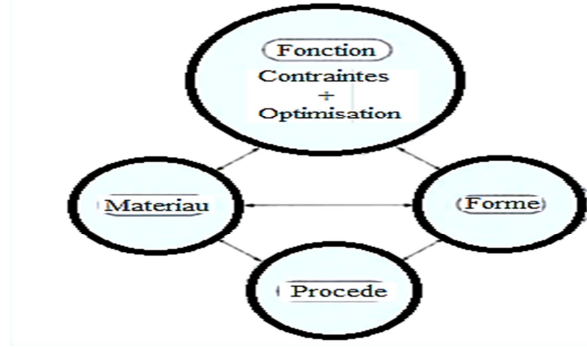


Figure I.2. Interactions forme/matériau/procédé/fonction [2]

I.2.3 Les procédés de mise en forme

Les procédés de mise ayant une incidence directe sur les caractéristiques morphologiques et mécaniques des pièces, il est nécessaire de connaître les principes physiques et technologiques de ceux-ci afin de concevoir efficacement nos produits.

Le choix d'un procédé de mise en forme est fonction du matériau retenu et des caractéristiques produit. En effet, chaque procédé dépend d'une famille de matériaux et impose ses règles de tracé. De la même manière, les caractéristiques pièces peuvent imposer un procédé.

I.3. Typologie des procédés

On peut classer les procédés en trois catégories suivant le degré de finition de la pièce :

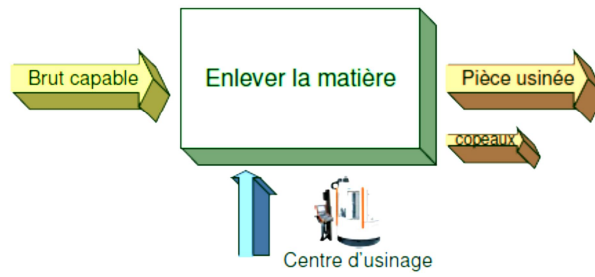
- Primaire : Mise en forme à partir d'un semi-produit
- Secondaire : Mise en forme de surface fonctionnelle
- Tertiaire : Augmente la qualité pièce (polissage)

I.4. Classification des procédés de mise en forme

On entend par procédé de mise en forme tout moyen permettant de passer du virtuel au réel. On peut classer les procédés dans quatre familles suivant la méthode de mise en forme.

I.4. 1. Par enlèvement de matière On part d'un bloc, et on crée les formes de la pièce en enlevant la matière à l'aide d'un outil

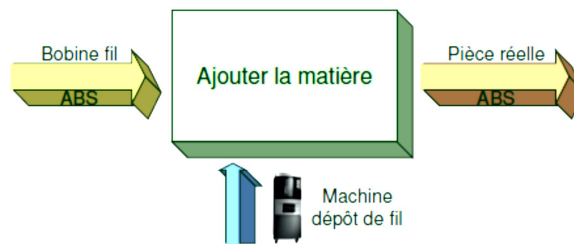
Exemple : usinage



I.4. 2. Par ajout de matière

On part d'un plateau vide, et on ajoute de la matière pour créer la pièce.

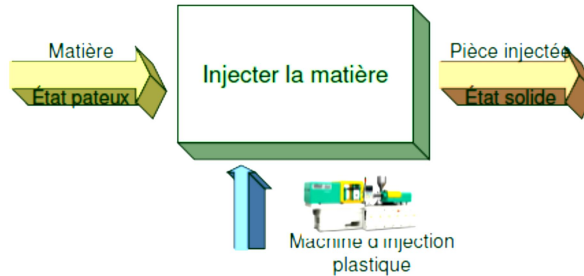
Exemple : dépôt de fil abs



I.4. 3. Par transformation (moulage)

On coule la matière à l'état liquide ou pâteux dans un moule, et on obtient la pièce après solidification.

Exemple : Injection plastique



I.4. 4. Par déformation

On part d'un matériau en feuille que l'on déforme à l'aide d'un outillage spécifique.

Exemple : Découpage

