

CHOIX DES MATERIAUX

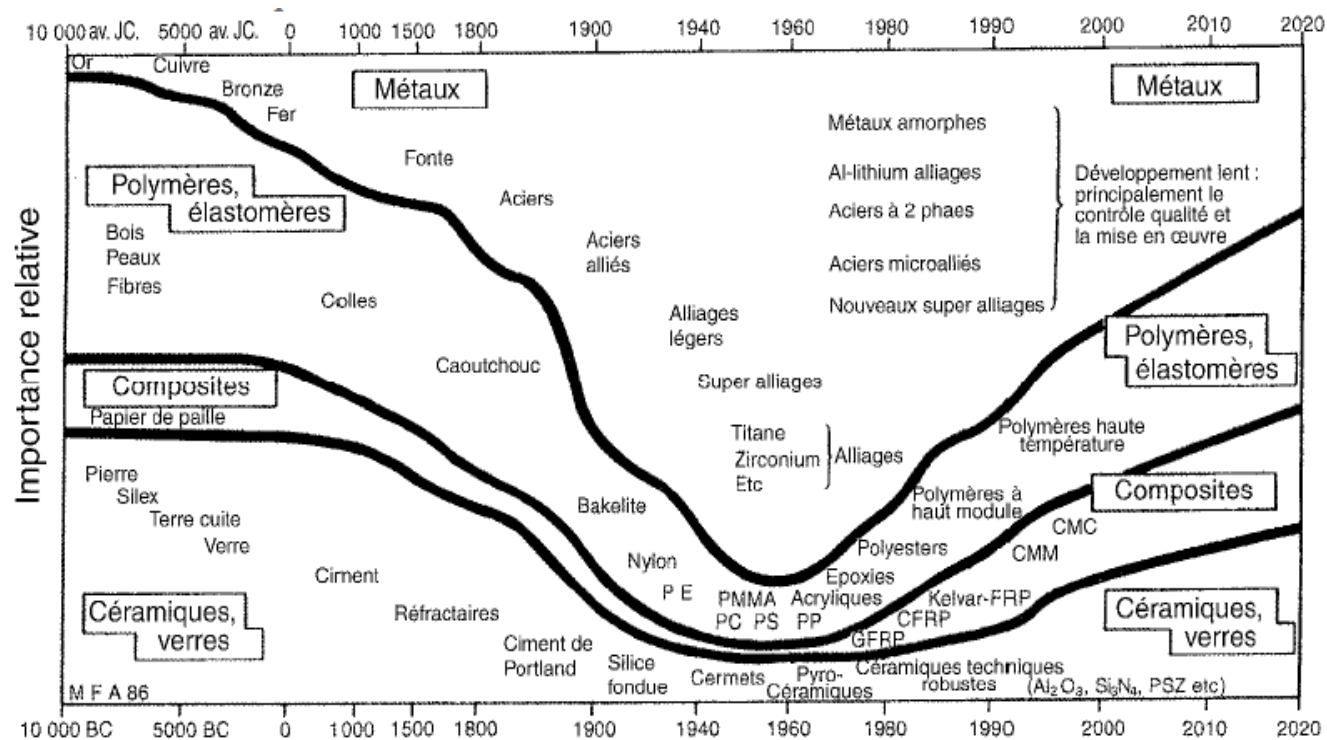
Généralité

Le nombre de matériaux techniques est élevé, estimé entre 40000 et 80000. Le concepteur doit choisir le matériau le mieux adapté à son problème, par exemple du verre pour des bouteilles, de l'acier pour les cannettes. Les matériaux techniques évoluent de plus en plus vite et le choix est de plus en large (Figure 1). Les exemples de produits qui ont conquis de nouveaux marchés grâce à l'usage de matériaux différents que les bouteilles en plastique ou les cannettes en aluminium.

C'est pourquoi il est important, dès les premiers stades de la conception, de passer en revue tous les matériaux sans rejeter de possibilités simplement parce qu'elles sont inhabituelles.

Comme ce titre l'indique, « **Choix des matériaux en conception mécanique** » il s'agit

- de décrire une méthodologie de choix des matériaux (et de procédés) en explorant de façon systématique le monde immense des matériaux existants ...
- dans une démarche de conception, où l'on recherche des solutions innovantes à un problème technologique précis ...
- appliquée à la construction mécanique, c'est-à-dire dans le domaine des matériaux dits "de structure".



Chapitre I

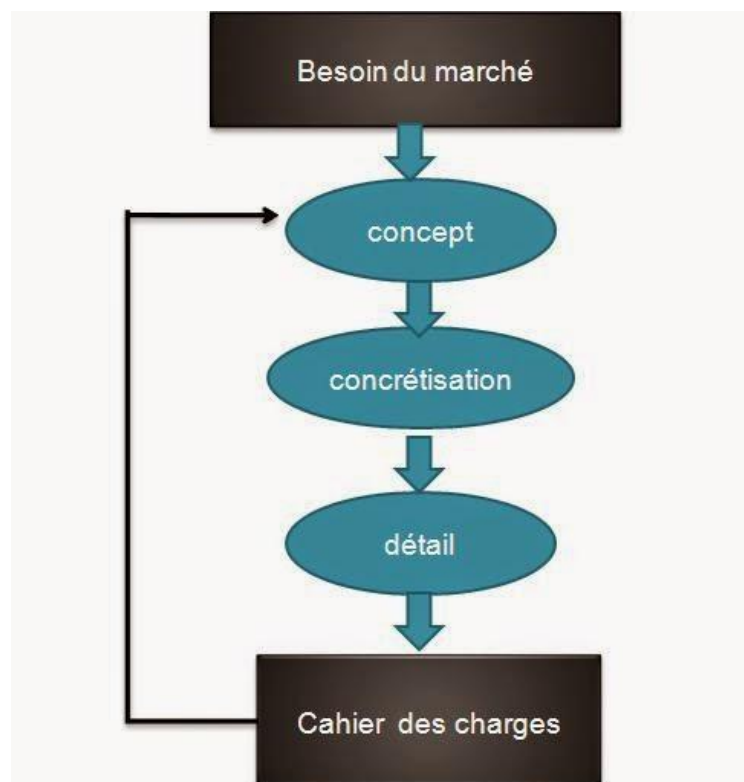
LA CONCEPTION

I.1 Introduction

Toute conception de produit industriel implique un processus complexe de prise de décisions, que ce soit dans le choix du matériau ou dans le choix du procédé utilisé pour la réalisation du produit. Ces choix sont à la fois cruciaux et difficiles

- **Cruciaux** car en dépendent la performance de la conception et sa viabilité économique.
- **Difficiles** en raison à la fois de la grande diversité des matériaux (il en existerait potentiellement entre 40 000 et 80 000), de la large panoplie des procédés possibles (estimés à 6000), et enfin de la variété des exigences souvent contradictoires du cahier des charges.

I.2 Processus de conception (les étapes de la conception)



La conception procède par étapes :

- **Concept**
 - ✚ Au départ, il y a un besoin du marché qu'il faut formuler.
 - ✚ On définit ensuite un concept de produit permettant de remplir ce besoin.

Le concepteur doit savoir analyser le produit considéré : que doit faire l'objet ? Dans quel système est-il intégré ? Comment ce système fonctionne-t-il ?

- **Concrétisation**

- ✚ On choisit des principes de fonctionnement, on décide des dimensions et du tracé puis on estime les performances et le coût.

- ✚ Si les résultats sont satisfaisants, on passe à l'étape de conception détaillée du produit.

- **Détail**

Optimisation des performances, analyse complète des composants critiques (en utilisant au besoin des méthodes numériques), préparation des schémas détaillés, spécification des tolérances, de la précision, des méthodes d'assemblage et de finition, etc.

I.3 Les différents types de conception

- **La conception originale** : implique une idée nouvelle ou un principe nouveau de fonctionnement (comme le stylo à bille ou le disque compact).

Dans cette démarche de conception, toute solution est à considérer rationnellement. Le choix des matériaux est a priori très large, y compris les nouveaux matériaux qui peuvent rendre possibles des conceptions originales (un nouveau matériau peut donner l'idée d'un nouveau produit, et réciproquement le nouveau produit peut exiger le développement de nouveaux matériaux).

- **La conception adaptative** : part d'un concept déjà existant et cherche à l'améliorer en affinant 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)

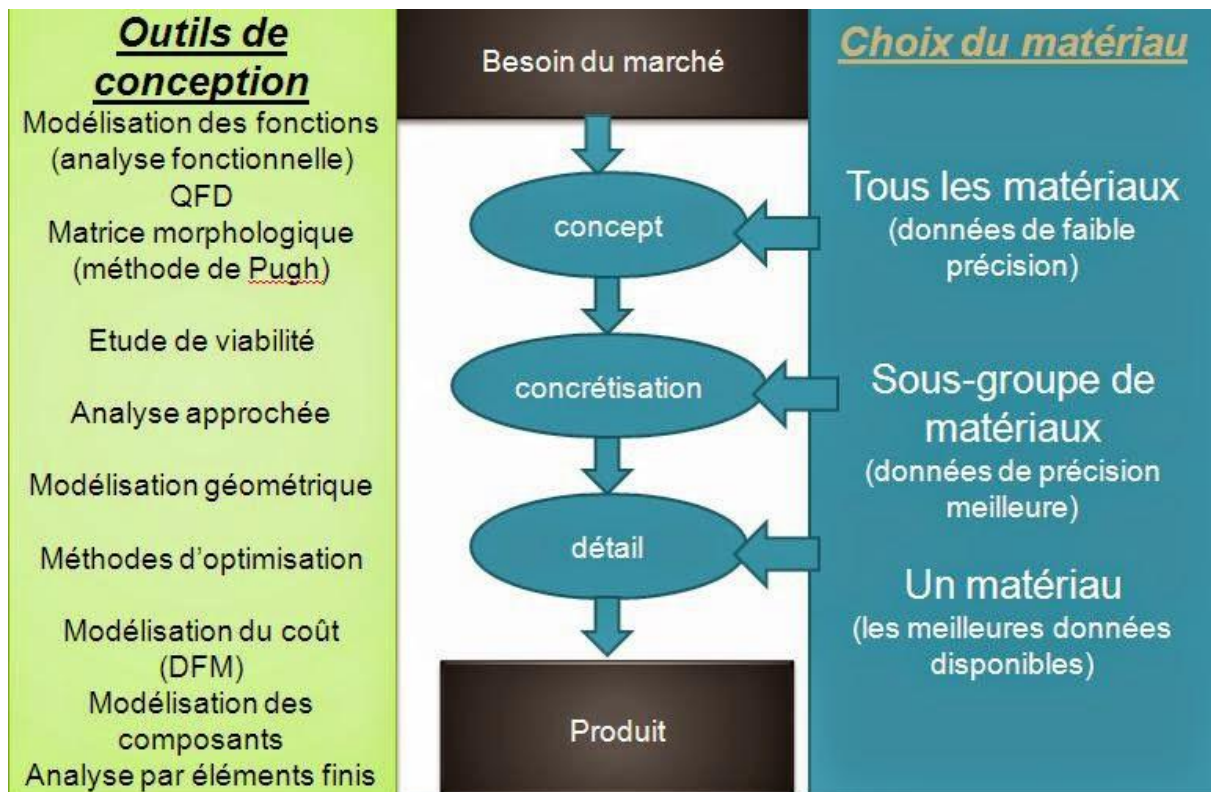
- **La conception de variation** : concerne un changement de taille, d'échelle ou une amélioration de détail sans que la fonction ou son principe de réalisation soit modifié.

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.

I.4 Les outils de conception et les données sur les matériaux.

La mise en œuvre des différentes étapes de la figure ...se fait en utilisant des outils de conception, listés à la figure..... Ces outils permettent de modéliser et d'optimiser la conception, en automatisant certains aspects. Les logiciels de modélisation 3D permettent la visualisation et créent des fichiers qui peuvent être téléchargés pour contrôler les procédés de mise en forme, les logiciels d'optimisation et d'estimation de coûts permettent d'affiner les détails.

Le choix des matériaux intervient à chaque étape et se fait de façon différente selon le stade du processus de conception auquel on se trouve.



Etude de cas : le tire – bouchon

❖ Formulation du besoin

La fermeture d'une bouteille par un bouchon crée un besoin : celui d'avoir accès au l'huile à l'intérieur de la bouteille. Il est possible de formuler ce besoin ainsi :

Il faut un dispositif pour retirer le bouchon de la bouteille permettant l'accès au l'huile d'olive, qui soit pratique, pas trop cher et sans impact sur la qualité du huile.

❖ Concepts

(a) extraction du bouchon par traction axiale

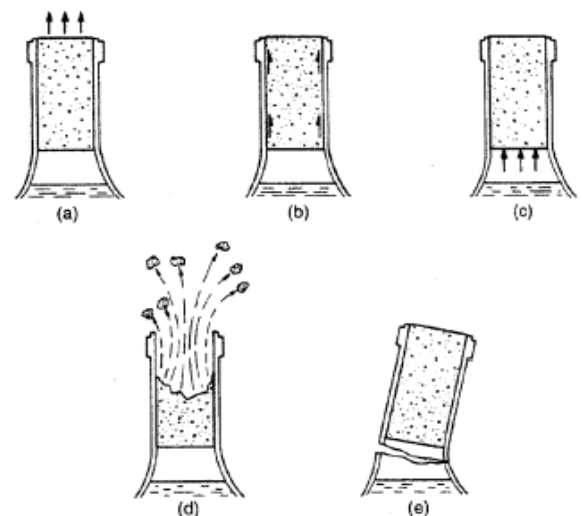
(b) extraction du bouchon par cisaillement

(c) extraction du bouchon par compression

(d) destruction du bouchon

(e) rupture du goulot

Autre

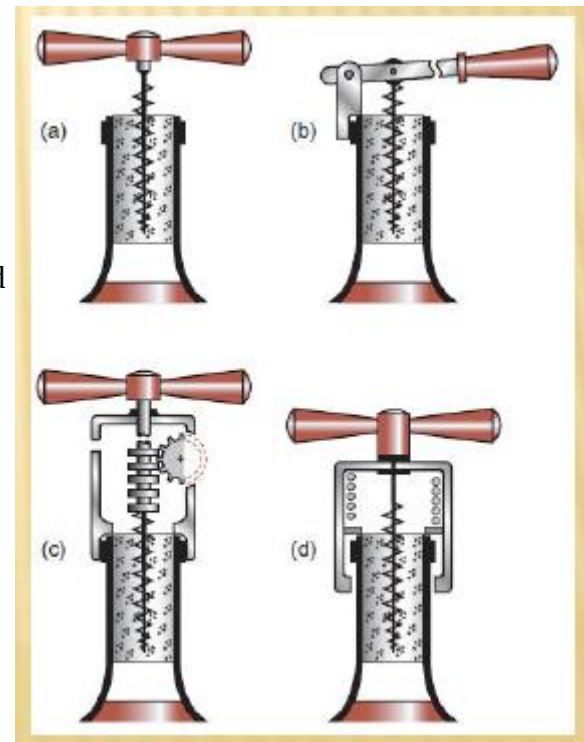


Cinq concepts possibles pour avoir accès au l'huile

❖ Concrétisation

Les schémas de réalisation pour les appareils mettant en jeu un seul concept, celui de la traction.

- + un levier léger pouvant supporter un moment fléchissant donné ;
- + une vis transmet une charge au bouchon ;
- + une fine lame élastique qui ne flambe pas quand on l'enfonce le long du bouchon ;
- + une aiguille fine résistante pour s'enfoncer dans le bouchon,...



❖ Détails

Choix des matériaux, choix du mode de fabrication, optimiser le coût, préparer les dessins détaillés...