

## Un Nouveau Concept Baser Sur La Métallurgie Des Poudres Et Le Calcul Eléments Finis Pour Les Produits Biocompatibles

K. ARAR, R. BENBOUTA, A. BOUKHOBZA et K. FEDAOUI

Faculté de technologie, département de mécanique, Université de Batna, 05000,  
r\_benbouta@yahoo.fr

**Résumé-** Une nouvelle méthode de conception des produits biocompatibles comme les prothèses totales de hanche, est proposée. Des paramètres techniques sont pris en compte sur le plan géométrique (design) et surtout sur le plan de matériau et calcul de résistance pour assurer la biocompatibilité de ce dernier. Cette méthodologie va permettre un gain en temps et en qualité.

**Mots clés-** design, mode d'obtention, La métallurgie des poudres, processus, calcul de résistance, biomatériau, biocompatibilité.

### 1. Introduction

La métallurgie des poudres (MP) se réfère à un ensemble de procédés de fabrication et de mise en forme pour produire différentes formes de pièces mécaniques à partir de mélanges de poudres de métaux purs ou d'alliages [1, 2]. Cette filière permet la réalisation de pièces de précision difficile à obtenir par d'autres procédés communs et ce sans encourir de perte de matériaux.

Le but de ce travail est de proposer une nouvelle méthode de conception des prothèses totales de hanche utilisant la technique de MP et respectant les exigences d'ordre technique (tenue, résistance à la corrosion,...) et biocompatible (corps humain).

### 2. Implantologie

De nos jours on trouve de plus en plus des organes et produits destinés à remplacer des parties du corps humain. Ces produits doivent respecter les conditions de biocompatibilité avec le corps.

Presque on peut trouver un implant pour chaque partie biologique (prothèse de hanche, implant dentaire, plaque fémorale, ...) fig .1.

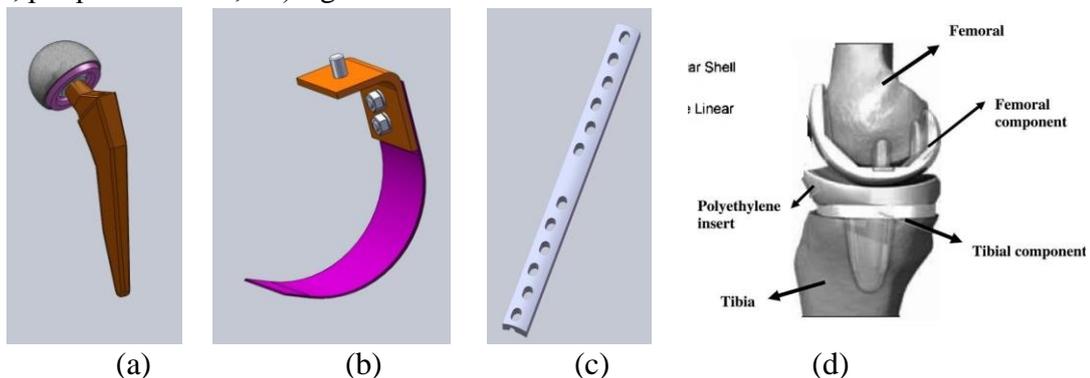


Fig. 1. Exemples des produits destinés à l'implantologie, (a) PTH, (b) prothèse de course, (c) plaque fémorale et (d) Prothèse de genou

### 3. La métallurgie des poudres

La métallurgie des poudres (MP) est basée sur l'utilisation des matériaux en forme de poudres de différentes dimensions allant de quelque nanomètre à quelques micromètres fig .2 et 3[3,4].



Fig. 2. Exemple de poudres pour un acier 316L fritté

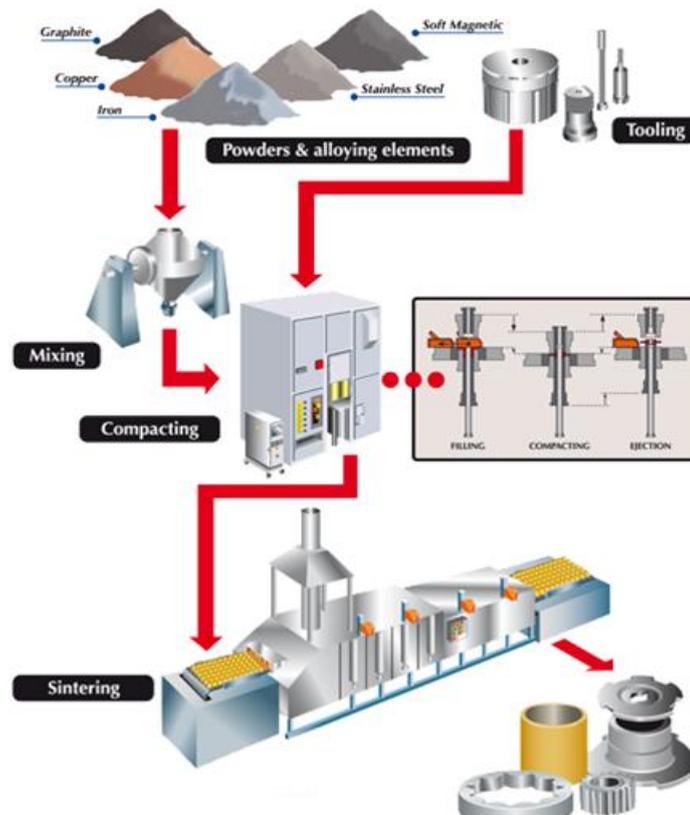


Fig. 3. Technique de la métallurgie des poudres [5]

### 4. Démarche proposée

La méthode proposée est un outil d'aide à la conception des prothèses sous forme de quelques règles à respecter. Elle permet l'obtention d'un produit sans défauts grâce au couplage **design-calcul-MP**. Cette méthodologie bénéficier des atouts de la MP pour éliminer les défauts courant (angle vifs, surface incorrecte, différence entre modèle CAO et produit obtenue après usinage, fig .4 [6].

**Module de design :** La première étape est la phase de conception du produit. L'utilisation d'un modèleur volumique permet de réaliser un modèle 3D préliminaire. Le design de l'outillage nécessaire pour l'obtention du produit vient après celui du produit. Pour cette tâche, le modèleur Solid Workset est choisi pour sa simplicité et ses fonctionnalités fig .5.

**Module de calcul :** L'analyse par éléments finis de nos jours est utilisable presque dans tous les domaines. La vérification du modèle CAO permet de détecter a priori les zones de risque et de concentration de contraintes. Le code de calcul EF ANSYS est utilisé pour cette raison.

**Module de fabrication :** C'est le module où on lance la fabrication d'une ébauche du produit une fois l'étape de calcul est faite. Les paramètres nécessaires à la fabrication du produit sont ajustés lors de plusieurs essais pratiques [7, 8].

**Module de gestion des relations :** Ce module est le cerveau de tout le système. Il gère tous le trafic et les messages partager entre les différentes modules. En plus il affiche à chaque fois le déroulement des opérations de traitement.

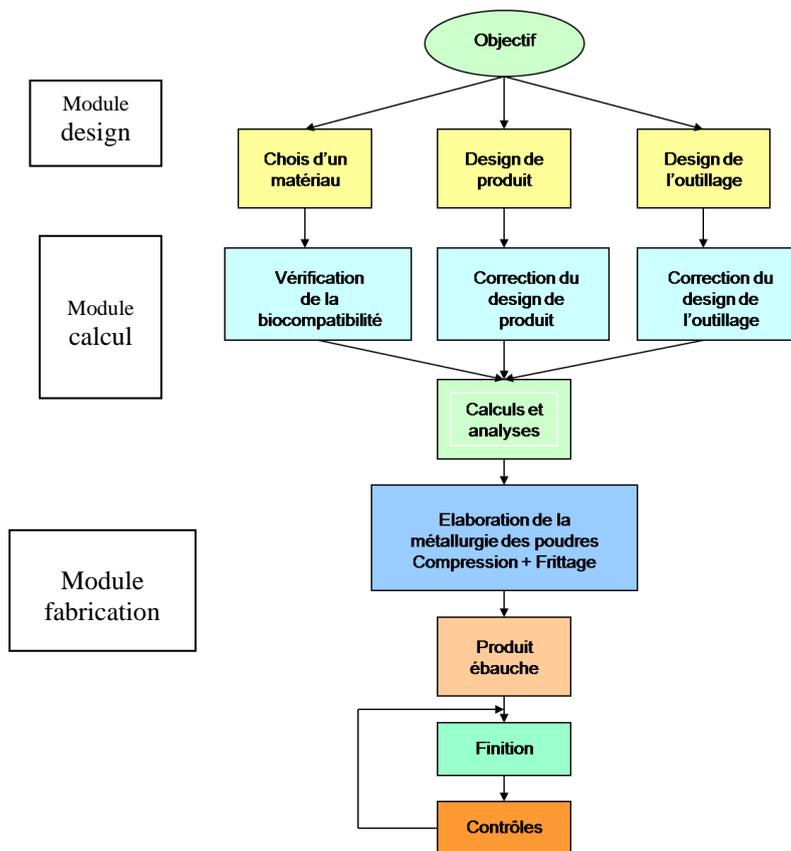


Fig. 4. Organigramme de la démarche proposée

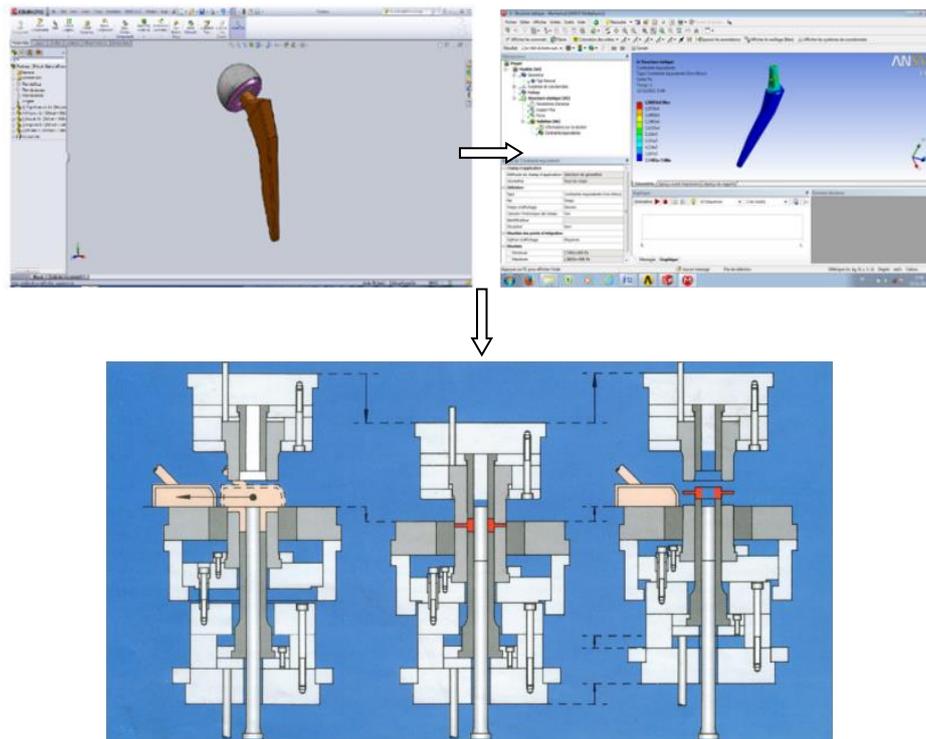


Fig. 5. Méthodologie proposée.

## 5. Conclusion

Une nouvelle démarche de conception des produits biocompatibles est proposée. Elle est basée sur l'emploi des règles de conception et des outils de calcul et de vérification par éléments finis ainsi que les techniques de la métallurgie des poudres. Les résultats obtenus par cette méthode sont satisfaisants. La prochaine étape est la réalisation d'un pré-logiciel informatique regroupant toutes ces techniques pour faciliter les tâches des designers développeurs des produits.

## Références

- [1] M. Tollenaere «Conception de produits mécaniques », Hermès, Paris, 1998.
- [2] D. Bouvard. « Métallurgie des Poudres », Hermès Science Publications, 2002.
- [3] P. Mosbah. « Etude expérimentale et modélisation du comportement de poudre métalliques au cours du compactage en matrice fermée », PhD thèses, Université Joseph Fourier, Grenoble, 1995
- [4] A. Cornet and F. Hlawaka «Propriétés et comportement des matériaux », ellipses, 2006.
- [5] [www.ames.e](http://www.ames.e)
- [6] R.M. German. « Powder Metallurgy Science », MPIF, second édition, 1994.ISBN 1-878954-42-3
- [7] B. Tanguy. « Modélisation de l'essai de Charpy par l'approche locale de la rupture-Application au cas de l'acier 16MND5 dans le domaine de transition », PhD thèses, école nationale supérieure des Mines de Paris, 2001.
- [8] B. Tanguy. « Quelque(s) modélisation(s) de l'essai de Charpy pour une meilleure prédiction de la courbe de résilience », Séminaire. LMT, octobre, 2005.