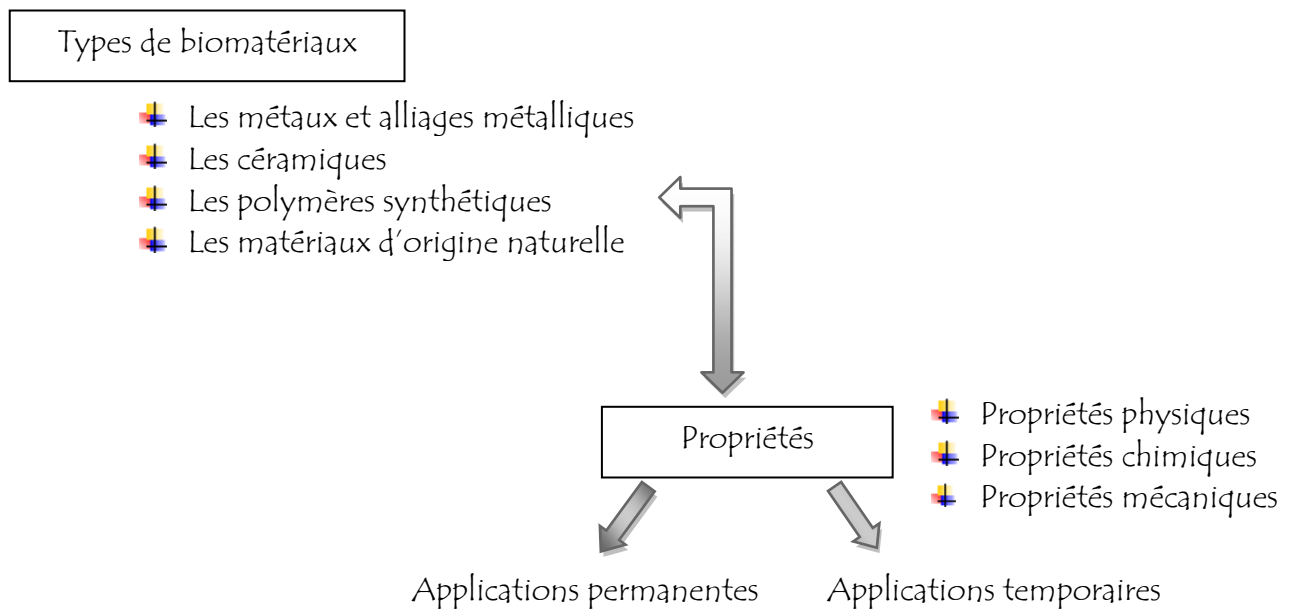


# Chapitre III « Relations Types / Propriétés / Application des biomatériaux »

On distingue aujourd'hui, selon leur composition structurale, quatre familles de matériaux pouvant être implantés dans un organisme vivant : les métaux ou alliages métalliques, les céramiques, les polymères synthétiques, ainsi que les matériaux d'origine naturelle.

Le choix du biomatériau destiné à être implanté dépend des exigences biomédicales du dispositif.



Relation //Types de biomatériaux / Propriétés / Types d'applications

## 1. Les métaux et alliages métalliques :

Ce sont les premiers à avoir été utilisés pour faire des implants. Le plus important est sans doute l'acier inoxydable, encore largement utilisé en chirurgie orthopédique. L'intérêt de l'acier inoxydable dans ce domaine réside dans ses propriétés mécaniques et chimiques.

Il faut également mentionner particulièrement le titane, qui est utilisé principalement en chirurgie orthopédique et pour réaliser des implants dentaires. On le trouve également dans les stimulateurs cardiaques et les pompes implantables. L'un des avantages principaux du titane est sa bonne biocompatibilité : l'os adhère spontanément au titane.

Les alliages sont une variante intéressante de cette catégorie. On utilise également des alliages cobalt, chrome, molybdène, .....etc.

## Chapitre III « Relations Types / Propriétés / Application des biomatériaux »

---

Les principaux problèmes mal résolus avec les métaux et alliages métalliques sont:

- Corrosion électrochimique.
- Mécanismes de dégradation non électrochimiques incluant les interactions protéine/métal.
- La durabilité.
- Réactions immunitaires et d'hypersensibilité.
- Adaptation des propriétés mécaniques.
- Propriétés de frottements et problèmes de débris.

### 2. Les céramiques :

Les céramiques se caractérisent par une température de fusion élevée et un comportement fragile, qui déterminent leurs domaines d'application. Elles incluent des oxydes, des sulfures, des borures, des nitrures, des carbures, .....

Dans le domaine des biomatériaux, on rencontre principalement l'alumine et la zircone utilisées dans les têtes de prothèses de hanche, ainsi qu'en odontologie pour les implants dentaires.

Il faut signaler tout particulièrement les utilisations et les développements de deux céramiques à base de phosphate de calcium l'hydroxyapatite (HAP) et le phosphate tricalcique  $\beta$  (TCP).

En effet, ces matériaux présentent l'avantage d'être ostéoconducteurs, c'est-à-dire de favoriser la repousse osseuse au contact et la colonisation par l'os ; « *la matière constituant le tissu osseux est d'ailleurs une forme de phosphate tricalcique encore assez mal connue dont la formule chimique s'apparente à l'hydroxyapatite, mais dont l'agencement spatial en diffère notablement puisque des cristaux d'hydroxyapatite y sont accolés à des fibres de collagène* ».

En outre, l'HAP poreuse et les céramiques à base de TCP sont biorésorbables. On trouve donc des utilisations de l'HAP et TCP dans les implants et matériaux de comblement dentaires, dans la chirurgie orthopédique et des vaisseaux artificiels.

On peut ajouter à cette catégorie de matériaux, les verres au phosphate, ou bioverres de Hench, qui assurent un accrochage de type quasi chimique avec le tissu osseux.

## Chapitre III « Relations Types / Propriétés / Application des biomatériaux »

---

Les principaux problèmes mal résolus avec les céramiques sont:

- Les mécanismes de dégradation.
- La durabilité.
- La résistance à la fracture.
- L'activité de surface.
- L'adhésion des protéines ou des cellules en surface.
- La mesure et le contrôle de la biorésorption et l'effet sur le tissu local.
- La connaissance des effets des enzymes sur la dégradation.

### 3. Les polymères:

Les utilisations des polymères dans le domaine des biomatériaux sont extrêmement nombreuses. La recherche de polymères fonctionnels c'est-à-dire susceptibles d'avoir une fonction chimique particulière à l'interface matériau-tissu vivant, à savoir par exemple la capacité d'interaction avec les ostéoblastes (et/ou les fibroblastes) qui favorise la repousse osseuse ou ligamentaire. Ceci est envisagé par la fixation sur le polymère de groupements ionisés tels que l'orthophosphate, carbonate, carboxylate, etc. La "fonctionnalité" peut notamment être obtenue par la modification de l'état de surface du polymère par implantation ionique ou par greffage de substances fonctionnelles.

Les principaux problèmes mal résolus avec les polymères :

- Instabilité au rayonnement *gamma*.
- Réactivité à certains types de médicaments.
- Variabilité de chaque "lot".
- Stabilité hydrolytique.
- Risques liés aux additifs, aux composants de bas poids moléculaire, aux produits de dégradation *in vivo*, aux produits résiduels de stérilisation.
- Manque de base de données pour évaluer les propriétés de surface et les réactions de biocompatibilité...
- Manque de mesures de dégradation et de biorésorption.
- Effets biologiques des produits de dégradation.
- Effets des enzymes sur la dégradabilité.
- Stabilisation biologique.

## **Chapitre III « Relations Types / Propriétés / Application des biomatériaux »**

---

Les polymères, par la nature de leur construction moléculaire à base d'éléments de répétition, sont des candidats du futur pour l'élaboration de prothèses permanentes ou temporaires sophistiquées, ou encore pour remplacer des matériaux actuellement d'origine naturelle.

### **4. Les matériaux d'origine naturelle :**

Le souci de biocompatibilité des implants a orienté les chercheurs vers des matériaux logiquement biocompatibles puisque d'origine naturelle. Outre les tissus biologiques retraités (valves porcines, carotide de boeuf, veine ombilicale, ...), le sulfate de chondroïtine et l'acide hyaluronique, on trouve parmi ceux-ci :

- Les greffes en général (autogreffes, hétérogreffes).
- La chitine, polysaccharide extrait des coquilles de crabe, qui est susceptible d'application pour les fils de suture, la chirurgie reconstructive et la peau artificielle.
- La cellulose, traditionnellement utilisée pour les membranes de dialyse, mais dont d'autres applications sont à l'étude, notamment comme ciment de prothèse de hanche.
- Le corail, qui pourrait être utilisé en chirurgie orthopédique et/ou maxillo-faciale, grâce à la possibilité de recolonisation de ce matériau par les cellules osseuses.
- le collagène, d'origine animale (extrait de la peau) ou humaine (extrait du placenta humain) et dont les applications existantes ou envisageables sont très nombreuses:
  - Cosmétologie et chirurgie esthétique.
  - Pansements et éponges hémostatiques.
  - Implants oculaires et pansements ophtalmologiques.
  - Reconstitution de tissus mous et durs à l'aide de mélanges collagène-facteurs de croissance-hydroxyapatite.
  - Peau artificielle.