

Science des matériaux

1^{ère} année de médecine dentaire

S1

INITIATION AUX BIOMATÉRIAUX

Pr REGRAGUI Anissa

2021-2022

OBJECTIFS

1. Décrire **la structure** et les **propriétés** des différents biomatériaux dentaires
2. Décrire les principes régissant **les interactions** entre les biomatériaux et l'hôte (comportement matériau-matériau / matériau-hôte)
3. Justifier **le choix** d'un biomatériau donné par rapport à la fonction qu'il doit remplir lorsqu'il est utilisé en bouche

PLAN

Introduction

- 1. Historique**
- 2. Définitions**
- 3. Intérêts des biomatériaux**
- 4. Possibilités d'utilisation des biomatériaux**
- 5. Classification des biomatériaux**
- 6. Propriétés des biomatériaux**

INTRODUCTION

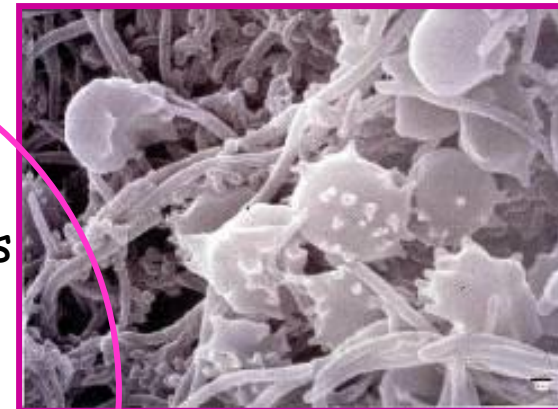
Cavité buccale

Tissus

Cellules épithéliales
Cellules fibroblastiques
Cellules ostéoblastiques

Biofilm

Streptocoques Mutans
Actinomyces
Lactobacillus



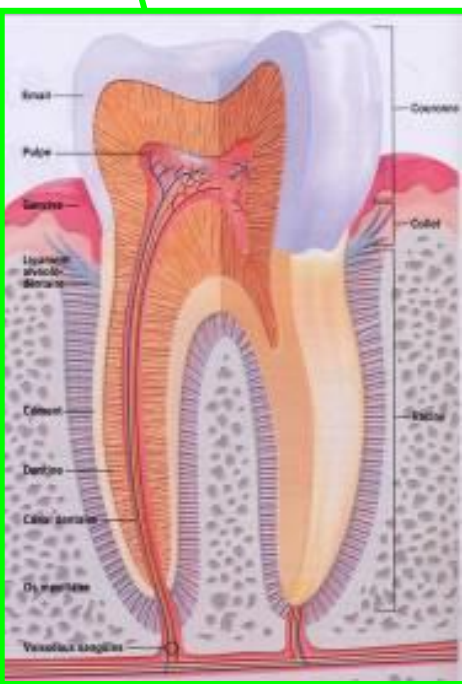
???

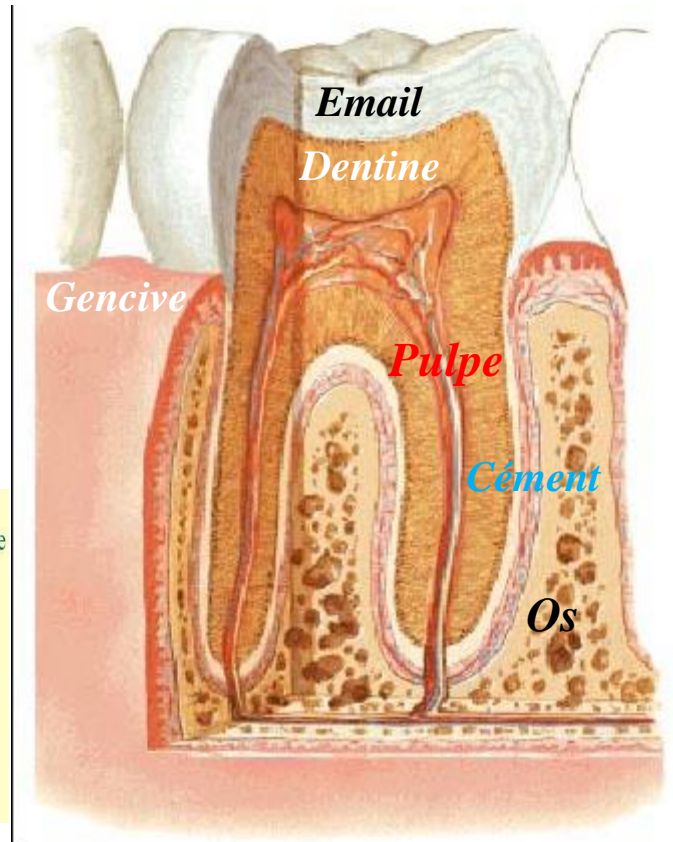
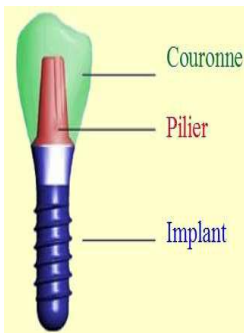
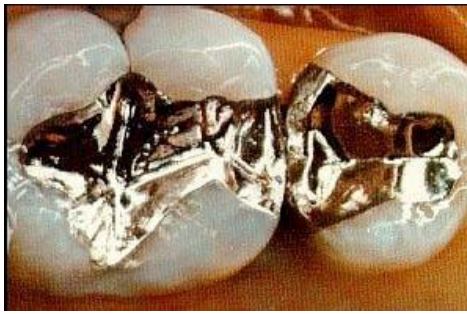
???

???

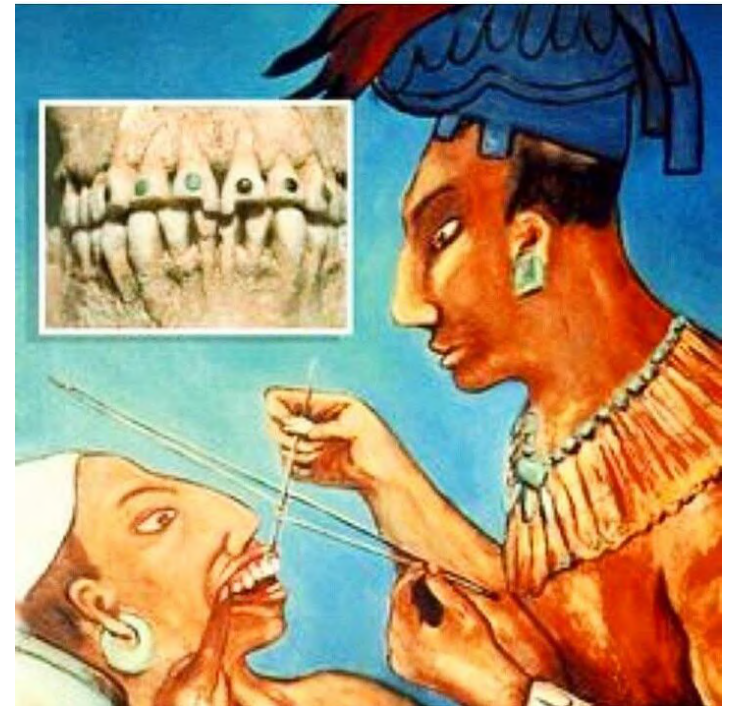
Matériaux

Matériaux métalliques
Céramiques
Polymères





1. Historique



indigenous1492
Canoga Park, California

- L'utilisation de matériaux dans l'organisme remonte à **+ de 2000 ans**:
- **Or pour applications dentaires** (Azèques, Chinois, Romains...).
- **Ostéosynthèses métalliques** sur des **crânes** (Azèques, Incas, Egyptiens...).
- **1840**: 1^{ère} **prothèse d'épaule** en buis (Carnochan).
- **1890**: 1^{ère} **prothèse totale de hanche** en ivoire scellée avec un mélange de colophane et de plâtre (Gluck).
- **1900**: éponge, ivoire, plâtre, colle et même mastic de vitrier ont été essayés pour **obturer les caries** ⇒ catastrophe car asepsie à peine connue + anesthésie, réanimation et antibiotiques inexistantes.



- 1914- 1944 (guerres mondiales):

- Essor d'utilisation de matériaux, initialement destinés à l'industrie, pour **l'ostéosynthèse**
- Recherche systématique sur des **biomatériaux** (amalgames, ciments, alliages...) aux U.S.A. puis dans d'autres pays (Grande-Bretagne, Australie...)
- 1950: Développement industriel des **polymères** « Matériaux jeunes »
 - 1^{ère} prothèse de hanche en **plexiglas** (Judet)
 - Utilisation des **résines acryliques** en odontologie
- 1970: le **terme biomatériaux** a été reconnu, universellement, au symposium de Clemson University



- **Actuellement** (développement technologique):
 - Mise en place **d'industries spécialisées** dans les biomatériaux (U.S.A., Suisse);
 - Large éventail de **prothèses** (ostéosynthèse, sondes, prothèses vasculaires et artérielles, valves cardiaques, lentilles cornéennes, prothèses articulaires, prothèse supra-implantaire...);
 - Large éventail **de matériaux** (métalliques, plastiques, céramiques et composites).



2. DÉFINITIONS

Biomatériaux

- 1. « Matériaux non vivants utilisés dans un dispositif médical destiné à interagir avec les systèmes biologiques »**
- 2. « Matériaux destinés à travailler sous contraintes biologiques mais n'ont aucune action pharmacologique et n'appartiennent pas à la classe des médicaments ».**
- 3. « Matériaux destinés à être en contact avec les tissus vivants et/ou les fluides biologiques pour évaluer, traiter, modifier les formes ou remplacer tout tissu, organe ou fonction du corps ». Chester (1991)**

Contraintes biologiques des biomatériaux

Le succès d'un biomatériau va dépendre:

- Des propriétés **physico-chimiques** et biologiques du matériau;
- Du **comportement** du biomatériau après implantation;
- De l'adéquation **biomécanique** de sa conception;
- De l'état du receveur avant l'implantation (**hôte**);
- Des **conditions opératoires** (compétence, asepsie...).

3. Intérêts des biomatériaux

Explorer

Diagnostiquer

Réparer

Reconstruire

Construire, orienter
Réorienter

Exploration et diagnostic : la **nano-médecine**

Réparation des tissus endommagés ou Détruits:
Les prothèses

Régénérer ou reconstruire les tissus ou les organes:
l'ingénierie tissulaire (médecine régénérative)

Créer de nouveaux matériaux: **plastiques thermodurcissables** issus de protéines du blé, de biocarburants

4. Possibilités d'utilisation des biomatériaux

4. 1. Utilisation temporaire

4. 2. Utilisation prolongée

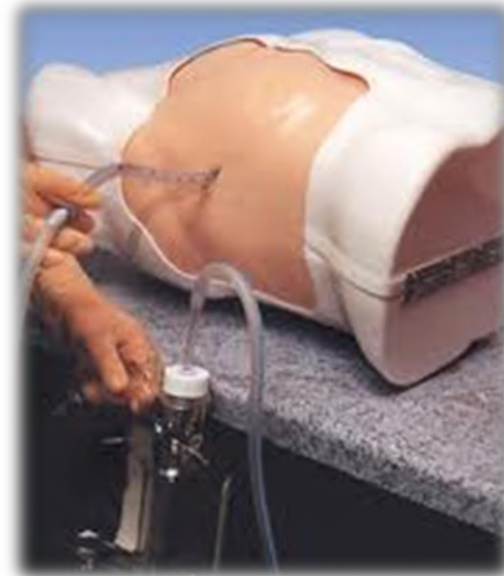
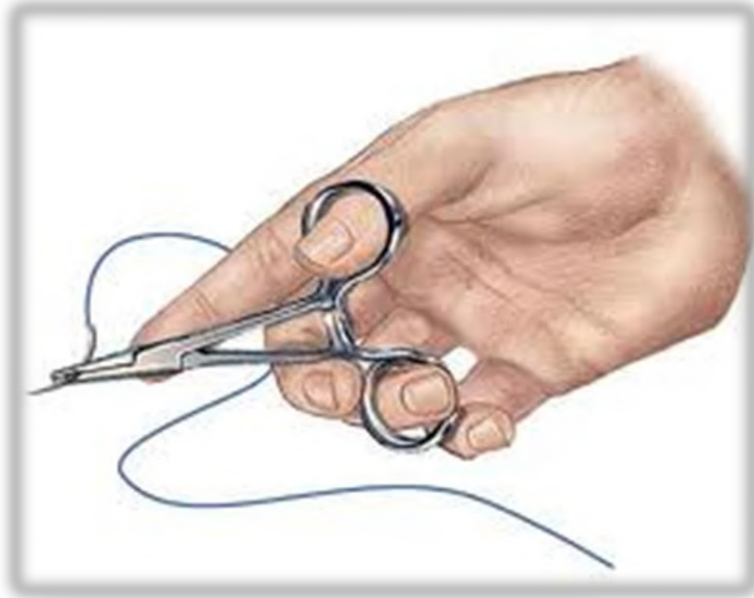
4. 3. Utilisation définitive

4. 4. Utilisation extracorporelle

4. 5. Exoprothèses

4.1. Utilisation temporaire

Matériel de suture, drains, cathéters, supports de médicaments...



Un cathéter (abrégé KT): destiné à être inséré dans la lumière d'une cavité du corps ou d'un vaisseau sanguin et permet le drainage ou l'infusion de liquides, ou encore un accès pour d'autres dispositifs médicaux. La procédure d'insertion d'un cathéter se nomme le cathétérisme.



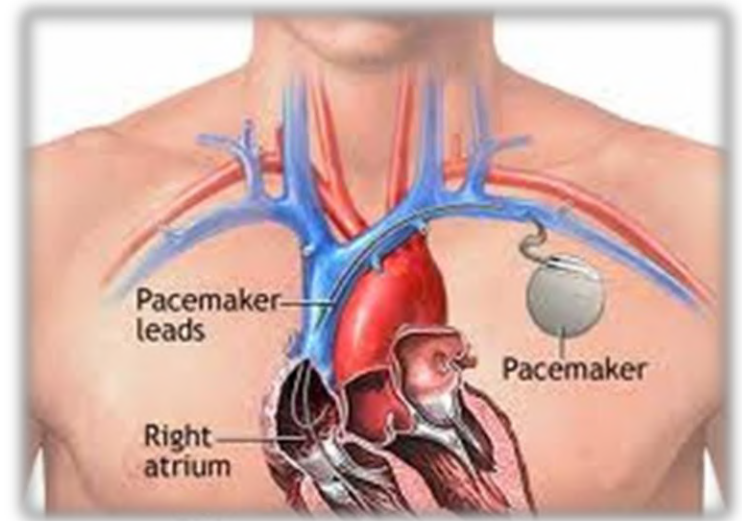
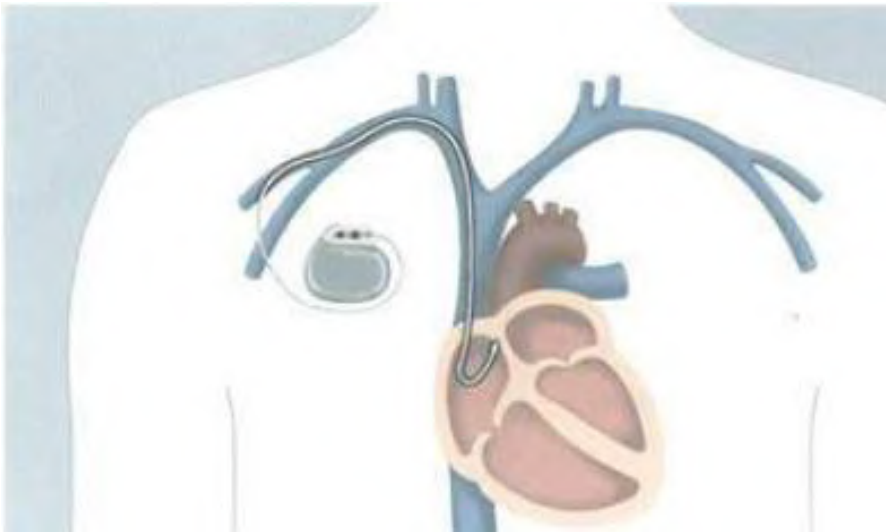
4.2. Utilisation prolongée

Lentilles cornéennes, prothèses dentaires fixes, stérilets, matériel d'ostéosynthèse...



4.3. Utilisation définitive

Activeurs musculaires (pace-maker...)

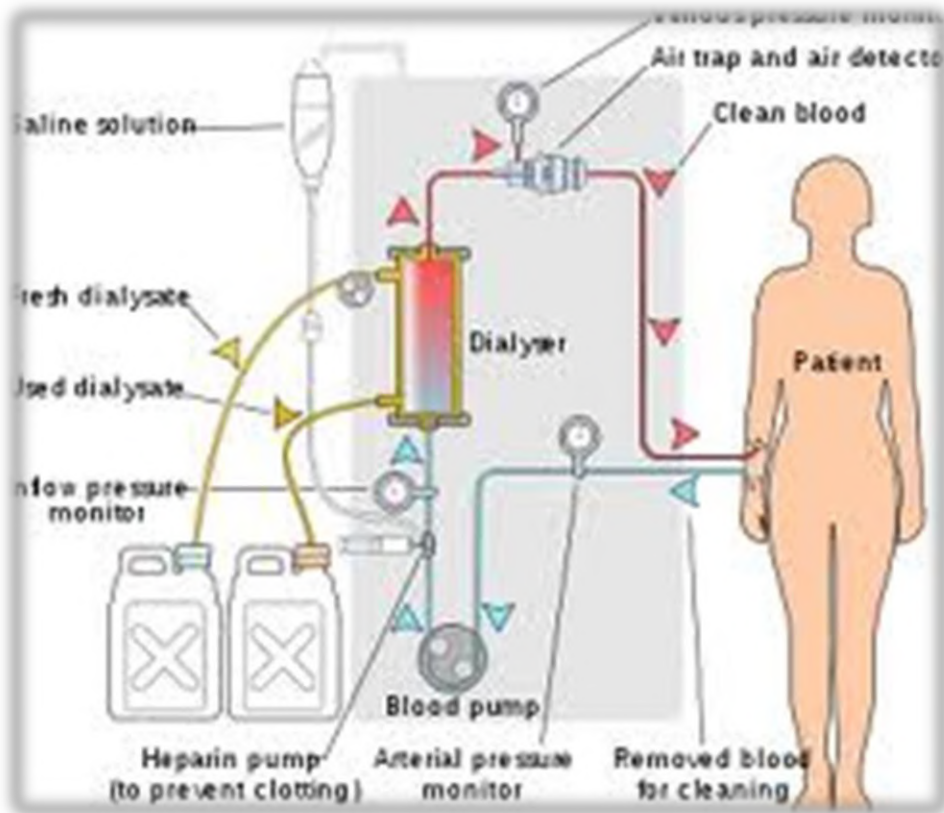


Prothèses esthétiques (implants mammaires, endoprothèses faciales...), prothèses circulatoires (valves cardiaques et vaisseaux...), prothèses articulaires, implants dentaires.



4.4. Utilisation extracorporelle

Hémodialyse, oxygénateurs...



4. 5. Exo-prothèses

Remplacement d'un membre amputé, prothèse nasale...



5. Classification des biomatériaux

**Biomatériaux
d'origine non
vivante
(artificielle)**

**Biomatériaux
d'origine
biologique**

**Biomatériaux
d'origine mixte**

5.1. Biomatériaux d'origine non vivante (artificielle)

5.1.1. Biomatériaux métalliques

➤ Métaux purs

- Métaux précieux (Au, Ag, Pt);
- Métaux non précieux (Ti, W).

➤ Alliages métalliques

- Aciers inoxydables;
- Alliages de titane;
- Alliages Cr-Co.

➤ Composés intermétalliques

- Amalgames dentaires.

5.1.2. Biomatériaux céramiques

➤ **Céramiques bio-inertes**

- A base d'oxydes (Al_2O_3);
- A base de nitrures et de carbures;
- Carbone (vitreux...).

➤ **Céramiques bio-actives**

- A base de phosphate de calcium;
- A base d'autres sels de calcium (carbonates, sulfates...);
- Bioverres et vitro-céramiques.

5.1.3. Biomatériaux à base de polymères de synthèse

- **Élastomères (silicones...);**
- **Plastiques (thermodurcissables, thermoplastiques);**
- **Biorésorbables.**

5.1.4. Biomatériaux composites de synthèse

- **Organo-organiques;**
- **Organo-minéraux;**
- **Minéralo-minéraux.**

5.2. Biomatériaux d'origine biologique

5.2.1. Origine végétale

- Bois et dérivées (cellulose);
- Squelette d'algues rouges.

5.2.2. Origine animale

- Dérivés tissulaires, dents, os, cartilage, collagène, corail...

5.3. Biomatériaux d'origine mixte

Origine biologique + Origine artificielle.

6. Propriétés des biomatériaux

6.1. Propriétés physiques

6.2. Propriétés mécaniques

6.3. Propriétés chimiques

6.4. État de surface

6.5. Propriétés électrochimiques

6.6. Propriétés biologiques

6.1. Propriétés physiques

- **Structure moléculaire;**
- **Structure cristalline;**
- **Poids moléculaire;**
- **Conductivité thermique;**
- **Propriétés électriques.**

6.2. Propriétés mécaniques

- **Résistance à la tension;**
- **Résistance à la compression;**
- **Résistance à la flexion;**
- **Résistance à la torsion;**
- **Résistance à la fatigue;**
- **Module d'élasticité;**
- **Dureté-microdureté;**
- **Coefficient de friction.**

Propriétés significatives

- Mouillabilité** Importante pour toutes les questions d'interfaces entre un matériau et un tissu dur ou mou (empreintes, obturations, scellements, collages, etc.).
- Adhésion** Déterminante pour tous les problèmes d'obturation et de collages. Particulièrement difficile à maîtriser dans un milieu humide et peu calcifié comme la dentine.
- Elasticité** Caractéristique indispensable pour tous les produits d'empreinte (notamment lorsqu'on retire l'empreinte en passant par-dessus le bombé des dents). Indispensable aussi pour les crochets dans les châssis de prothèse partielle adjointe.
- Fluage** Caractéristique qu'il convient de minimiser dans les matériaux à comportement visco-élastique comme les produits d'empreinte et l'amalgame dentaire.

Propriétés significatives

Flexibilité

Déterminante pour les adhésifs dentaires et pour certaines applications métalliques (fils d'orthodontie).

Rigidité

Déterminante pour certaines parties du châssis de prothèse partielle adjointe (barre linguale) et pour les porte-empreintes individuels en résine acrylique.

Ténacité

Déterminante pour toutes les réalisations entièrement en céramique.

6.3. Propriétés chimiques

- **Composition (impuretés);**
- **Hydrolyse – oxydation du matériau (oxydation du Ti → couche protectrice → bonne résistance à la corrosion);**
- **Influence de la variation du pH.**

6.4. État de surface

- **Structure;**
- **Potentiel de surface;**
- **Polissage (rôle très important);**
- **Traitement de surface.**

6.5. Propriétés électrochimiques

Agression électrochimique appelée **corrosion**.

Certains métaux sont peu corrodables (Au, Pt, Pd) à l'opposé d'autres qui sont fortement attaqués (Al, Zn, Fe...).

Pour limiter les phénomènes de corrosion, les métaux et alliages doivent présenter certaines qualités: **homogénéité** (absence d'impuretés), **structure interne, taille des grains** (+ elle est grande + ils st corrosifs).

6.6. Propriétés biologiques

➤ **Biocompatibilité**

Un biomatériau ne doit être ni toxique ni cancérigène.

Il ne doit induire aucune réaction de rejet.

➤ **Biofonctionnalité**

Un biomatériau doit être fiable à long terme, sinon risque d'accidents graves (valves cardiaques → décès).