



Collège Hospitalier et Universitaire
de Chirurgie Pédiatrique

DESC de Chirurgie Pédiatrique
Session de mars 2009 - PARIS

Biocompatibilité - Biomatériaux définitions - aspects fondamentaux

Pierre Mary

Service d'orthopédie et de chirurgie réparatrice de l'enfant

Hôpital d'enfants A. Trousseau

Paris

UNIVERSITÉ
PIERRE & MARIE CURIE
LA SCIENCE A PARIS


GROUPE HOSPITALIER
Armand Trousseau
La Roche-Guyon

32ème séminaire d'enseignement de la SOFOP AMIENS



Les pertes de substance osseuse et cartilagineuse de l'enfant

Du laboratoire au bloc



Antoine Hamel

Didier Hannouche

Frédéric Sailhan

Qu'est ce qu'un biomatériau?

- Tout matériau non vivant utilisé dans un dispositif médical et visant à remplacer, ou traiter, un tissu, un organe ou une fonction
- Durée contact > 3 semaines

Conférence de consensus - Chester - 1991

Epidémiologie

1,6 millions de patients porteurs
d'implants orthopédiques

- Chirurgie Orthopédique : 500 000 Patients /an
 - > traumatologie
 - > vieillissement ostéo-articulaire
 - > tumeurs
- Chirurgie dentaire
- Chirurgie maxillo-faciale

Domaines d'application

Traitement des Fractures

Plaques
Vis
Broches
Fixateurs externes

Matériaux
Temporaires

200 à 300 000
Patients/an

Affections Articulaires

1- Prothèses
ostéo-articulaires
(partielle, totale)

2- Prothèses
ligamentaires

Matériaux
Permanents

120 000
Patients/an
80 000 PTH, 30 000 PTG

Pertes de Substance

Fractures
Tumeurs
Infection

Matériaux Temporaires
et Permanents

40 000
Patients/an

Affections Rachidiennes

Déformations
Fractures
Affections discales

10 000
Patients/an

Cahier des charges d'un biomatériau

- Stérilisable
- Absence de risque de transmission de maladie infectieuse ou parasitaire
- Absence de réaction immunitaire
- Pas de toxicité du produit d'origine et de ses produits de dégradation
- Fabrication et stockage faciles
- Moindre coût

Les buts de l'orthopédie pédiatrique

- redonner la meilleure fonction possible
- en préservant au maximum son potentiel de croissance
- en se rapprochant le plus possible de l'anatomie normale.

l'aide à la consolidation osseuse

la correction de déformations de l'appareil locomoteur

le comblement de pertes de substances osseuses

le remplacement d'une articulation déficiente

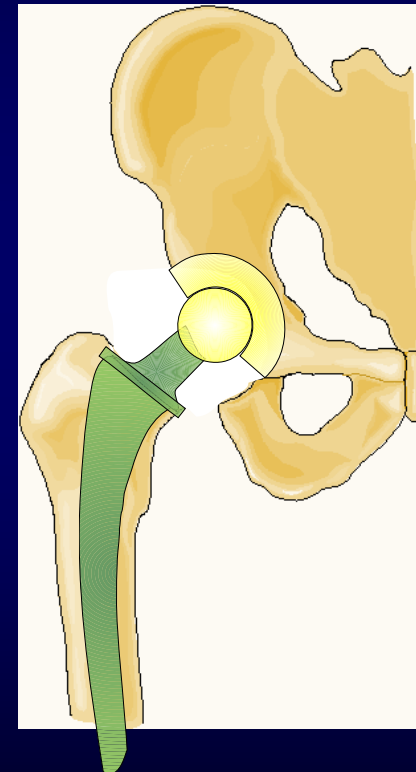
Les enjeux - quelques chiffres

1.6 millions de sujets porteurs de dispositifs implantés orthopédiques

200 à 300 000 ostéosynthèses par an

80 000 prothèses de hanche par an

30 000 prothèses de genou



Et nous???

L'orthopédie pédiatrique

Pas vraiment un enjeu économique

Mais

Exemple : les prothèses de reconstruction

Conditions extrêmes



- Contraintes majeures
- Croissance
- Longévité+++

Champs d'investigations impliquant des innovations

Prothèse de croissance



Depuis 1980

2 types d'allongement

Mécanique

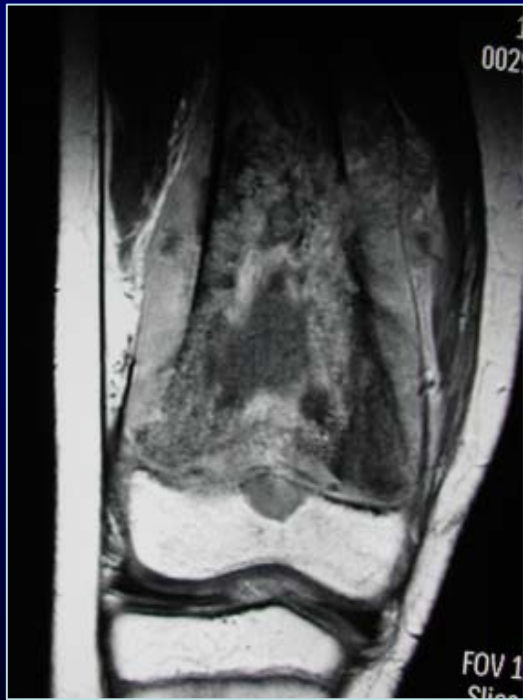
Electromagnétique

A réserver aux enfants de moins de 10 ans

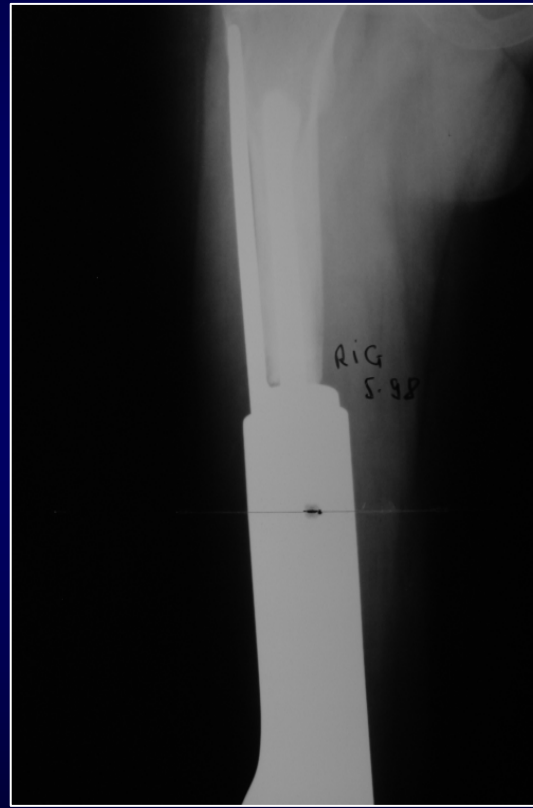
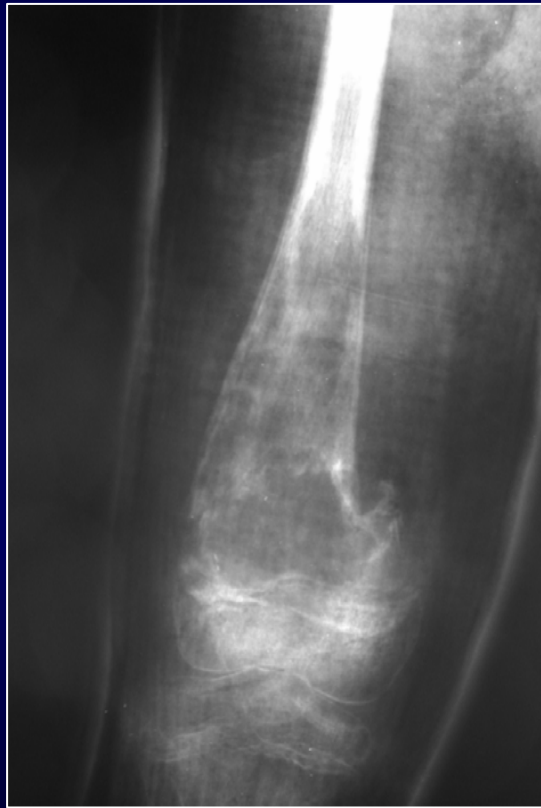
Lola

7 ans

ILMI finale : 9 cm



Prothèse de croissance



Prothèses innovantes pédiatriques

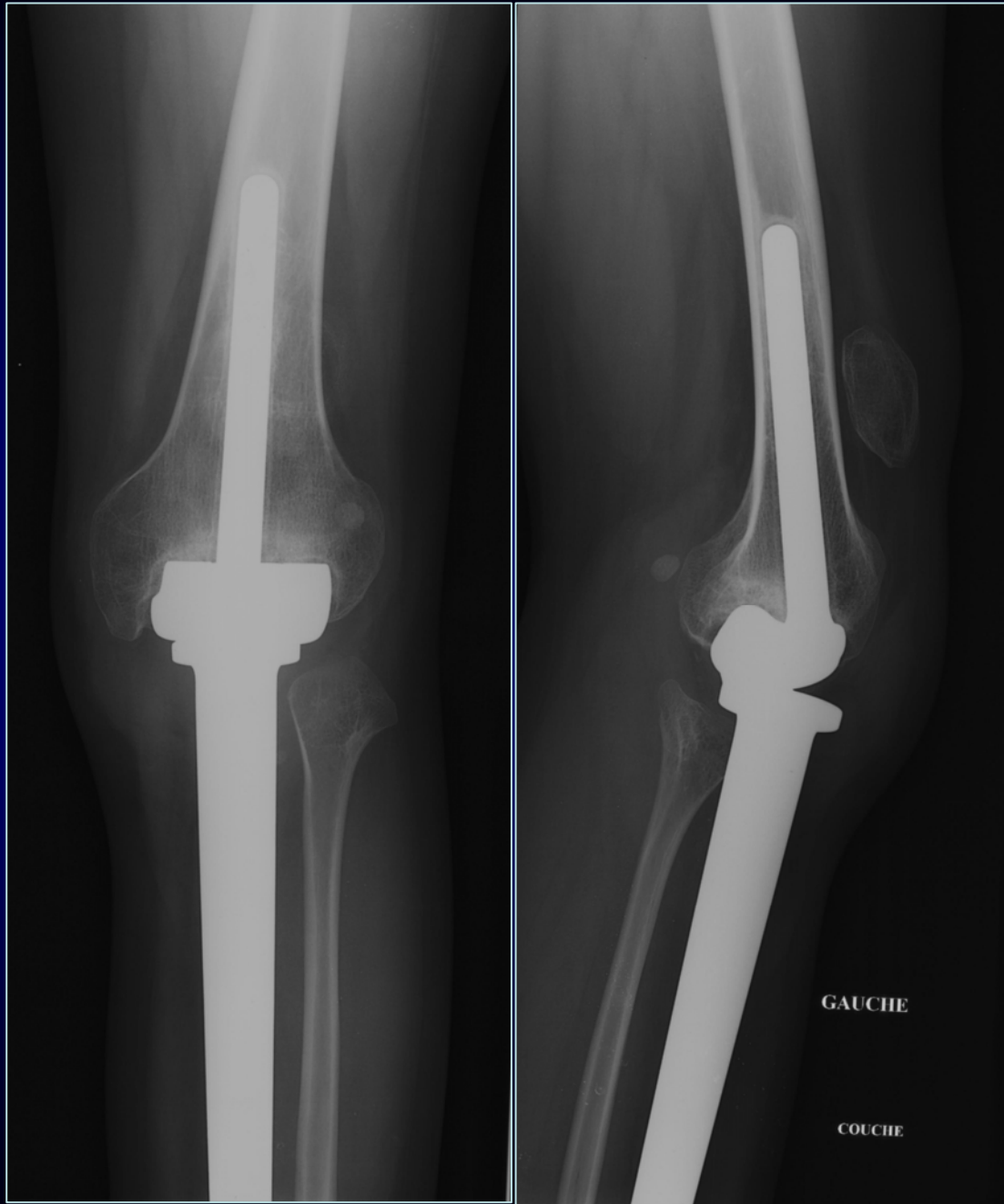


Queue cylindrique lisse

Non cimentée

Dessin épiphysaire antirotation





Fin de croissance
10 ans de recul

Comblement Osseux

- Comblement d'une perte de substance, mécaniquement non sollicitée
- Comblement d'une perte de substance, mécaniquement sollicitée
- Apposition définitive (butée)
- Promotion de l'ostéogénèse (pseudarthroses)
- Grandes pertes de substance osseuse

Autogreffe

- Méthode de référence +++
- Trame collagénique, Cellules précurseurs, Facteurs de Croissance
- Spongieuse : crêtes iliaques, radius, olécrane
- Corticale : péroné vascularisé

Mais : Stock disponible faible
Morbidité liée au prélèvement

Autogreffes : pour quoi faire?

Mécanique = Tenir

Corticales ++

Spongieux -

Biologique = Faire de l'os

Corticales -

Spongieux ++



Autogreffes : morbidité

Douleur

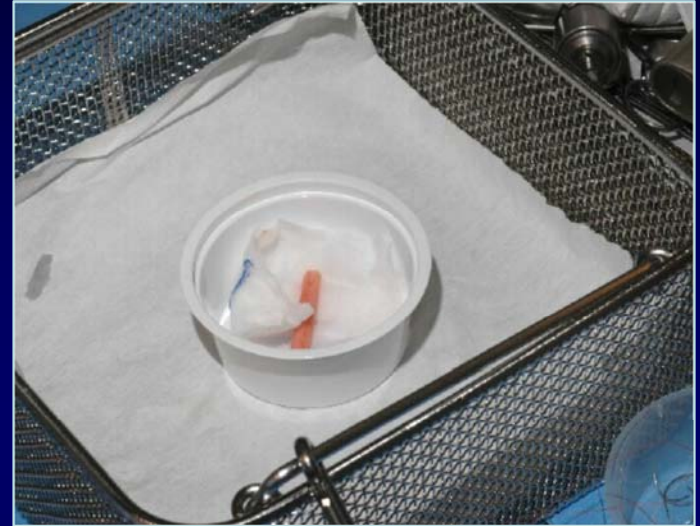
Ne pas léser les nerfs sensitifs
sous-cutanés

Hématome

L'infection

Oubli de textile

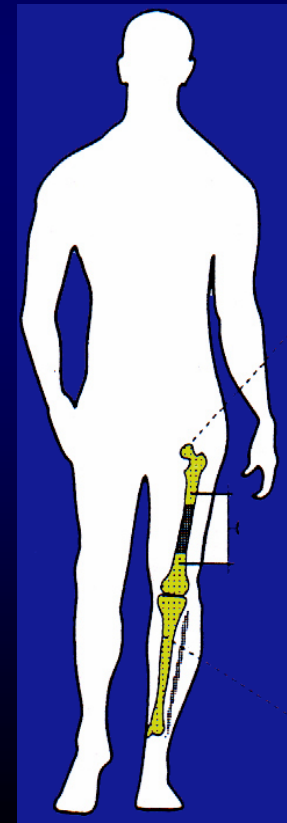
La chute du greffon...



Pertes de substance osseuse de grande taille



- Ecart interfragmentaire important
- Instabilité mécanique majeure
- Pas de possibilité de cal périosté
- Absence de cellule ostéocompétente
- Absence de facteur de croissance.



Pertes de substance osseuse

Ostéosynthèse

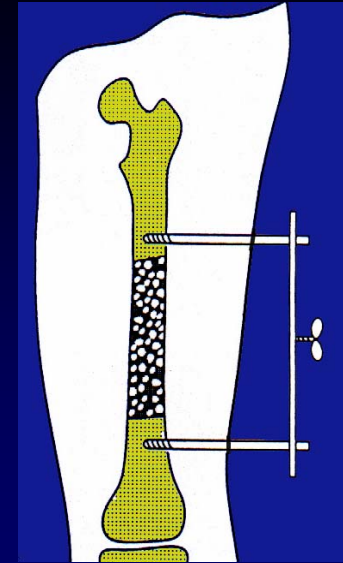
Matériaux de substitution

- Ostéoconducteur

Propriété passive de recevoir la repousse osseuse de l'hôte : nécessite un contact intime avec l'os receveur

- Ostéoinducteur

Capacité d'induire une prolifération vasculaire et une différenciation cellulaire pour la synthèse d'une matrice osseuse minéralisable (production d'os en site non osseux)



Classification des Substituts OSSEUX

Fonction de leur activité biologique

1- Matériaux inertes : PMMA

2- Matériaux ostéo-conducteurs : Allogreffes,
Xéno-greffes, Xéno-greffes céramisées, Corail,
Céramiques et Ciments phospho-calciques,
Bioverres, Nacre...

3- Matériaux ostéo-inducteurs :
Autogreffe, Support + BMP

4- Matériaux hybrides :
Support + Cellules de MO

Biocompatibilité

L'ensemble des phénomènes mis en jeu dans un environnement physiologique tel que le matériau ne soit pas toxique pour l'organisme et que l'organisme lui-même ne dégrade pas le dispositif implanté

Bio-inertie

Absence totale de réaction physico-chimique du matériau au contact de l'hôte

Bio-activité

Capacité de promouvoir des réactions spécifiques favorables, à l'interface implant-tissu receveur (intégration du produit, qui est dégradé sous l'effet des milieux bio.)

Interactions milieu vivant - biomatériau

C'est une agression! → Rupture vasculaire
← Hémostase

Adsorption protéique sur le Biomatériau → Interface

Réaction inflammatoire → Réaction à corps étranger

Réparation tissulaire → Restitution *ad integrum*
→ Cicatrisation fibreuse

Interactions Implant/Os

Tissus Biologiques

Milieu corrosif

Contraintes mécaniques
cycliques élevées

Réactions de
Bio(in)compatibilité

Remodelage osseux
résorption/apposition

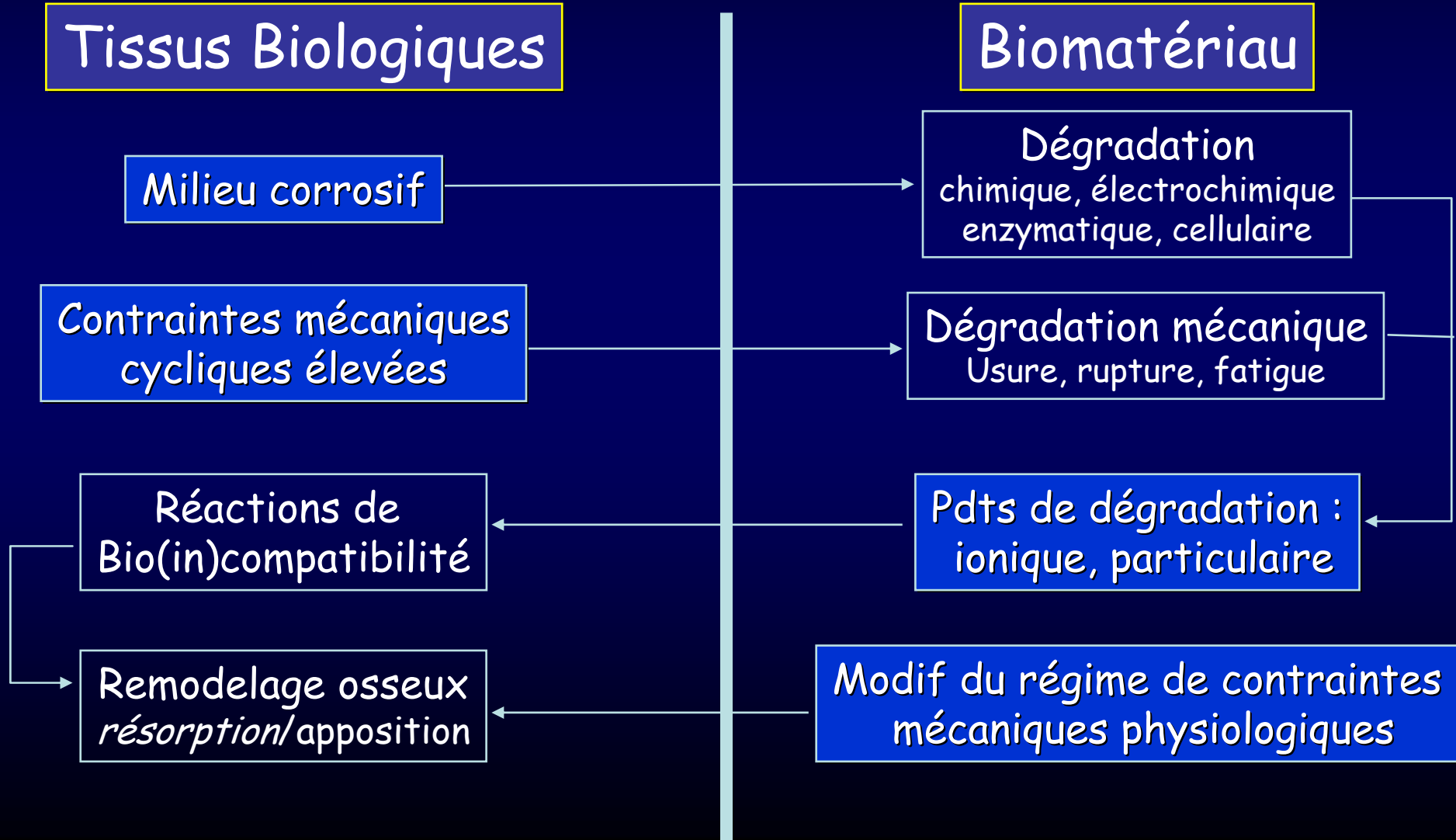
Biomatériau

Dégradation
chimique, électrochimique
enzymatique, cellulaire

Dégradation mécanique
Usure, rupture, fatigue

Pdts de dégradation :
ionique, particulaire

Modif du régime de contraintes
mécaniques physiologiques



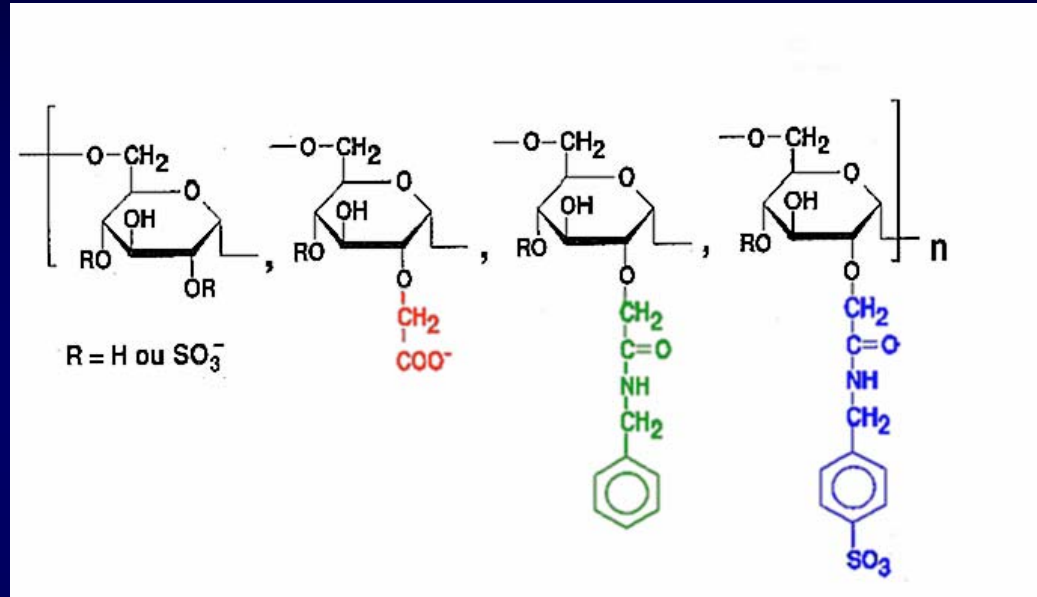
Biofonctionnalisation

Transformer un produit de base ayant toutes les qualités d'un biomatériau, afin d'utiliser ces réactions et les liaisons qui vont se produire avec les protéines de l'organisme pour aboutir à des effets précis et souhaités.

Biofonctionnalisation

- Physique
 - Plasmas chauds sur implants cornéens
 - Revêtement d'HA sur prothèse
- Chimique

Biofonctionnalisation



Propriétés très différentes en fonction des groupements substitutifs

Aspects législatifs

Biomatériaux → Marquage CE

Le chirurgien doit s'informer

Le fabricant doit fournir l'information (une partie)

L'AFSSAPS

l'agence française de sécurité sanitaire des produits de santé

- la sécurité d'emploi
- l'efficacité
- La qualité des produits de santé

Conclusions

Biomatériaux : champ d'étude en expansion

Nécessité d'une collaboration chercheurs - chirurgiens

Vocabulaire commun

Des applications en orthopédie pédiatrique