

NORAKER

INNOVATIVE BIOMATERIALS

GUIDE BIOACTIVITÉ

INTRODUCTION

Les premiers biomatériaux destinés à être implantés en milieu vivant ont été conçus en premier lieu pour combler un défaut osseux. De ce fait, ils ont été conçus inertes, c'est-à-dire sans interaction avec le corps humain, ce qui assurait une certaine biocompatibilité.

On ne souhaitait alors pas avoir d'interactions entre ces matériaux et le corps humain qu'on avait peur de ne pas pouvoir maîtriser. Cette voie a connu ses limites lorsque des cas sont apparus où les dispositifs médicaux implantés étaient rejetés par le corps humain. C'est ce qui a amené le professeur Larry L. Hench, chercheur américain, à synthétiser le premier verre bioactif en 1969.

Aujourd'hui, après des décennies de recherche, l'interaction des biomatériaux avec les tissus hôtes est recherchée car contrôlée. Ces nouveaux matériaux sont capables entre autres bénéfiques d'accélérer la réparation tissulaire pour le bénéfice de nos patients.

SOMMAIRE

1

Définition de la bioactivité

P4

2

Mécanisme d'action

P5

3

Idées reçues sur la bioactivité

P6

4

Historique

P7

5

Focus verre bioactif

P8

6

Références

P9

1. Définition de la bioactivité

Un matériau bioactif a la capacité de créer une accroche biologique avec les tissus hôtes et de stimuler la régénération osseuse naturelle.

Il a deux caractéristiques (nécessaires afin d'obtenir la classe A – cf encadré) :



Ostéo-conduction : Cette caractéristique est liée à la porosité du biomatériau et à sa capacité à laisser passer les cellules ostéogéniques. Ainsi, la matrice du matériau accueille la repousse osseuse.



Ostéostimulation (autrement appelé ostéo-induction) : Il s'agit de sa capacité à stimuler la croissance osseuse lors de la dégradation du biomatériau avec les fluides biologiques. Composé de minéraux présents dans le corps humain, les verres bioactifs ont la capacité de se dégrader en ions minéraux et notamment silicium qui en forte concentration stimule la régénération osseuse.

La bioactivité d'un biomatériau est prouvée conformément à la norme qui réside en sa capacité à créer une accroche biologique avec l'os et à former un nouvel os.



Les différentes classes de biomatériaux bioactifs

Il existe deux classes de bioactivité :

La bioactivité de classe A :

Capacité d'ostéoconduction et d'ostéostimulation

La bioactivité de classe B :

Capacité d'ostéoconduction seule



2. Mécanisme d'action

Le biomatériau agit en quatre étapes :

1

Il se dégrade au contact des fluides biologiques. Une couche minérale riche en calcium et phosphore se crée alors à sa surface. Cette accroche biologique a la capacité de créer des liaisons très fortes avec l'os du fait d'une importante similarité. **L'ostéoconduction inter-granulaire favorise la formation de cette couche minérale.**

2

&

3

L'augmentation de la concentration des ions silicium, sous-produits de la dégradation du verre bioactif, stimule génétiquement la différenciation et prolifération des ostéoblastes, acteurs de la régénération osseuse. On parle alors d'une phase d'**ostéostimulation**. *En parallèle, du fait de son caractère **ostéoconducteur**, le biomatériau reçoit la repousse osseuse à travers sa structure poreuse ou inter-granulaire.*

4



Par la suite, le matériau se dégrade proportionnellement à la formation du nouvel os qui finit par prendre sa place. On parle de **résorption** du produit.

3. Idées reçues sur la bioactivité

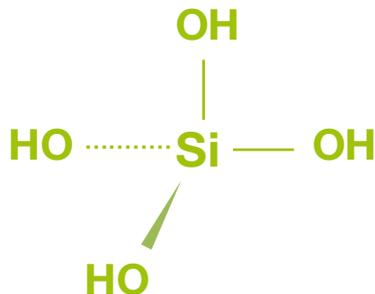
Les verres bioactifs en se dissolvant produisent du silicium mauvais pour la santé ?



FAUX

Des études effectuées sur l'animal ([19] [20]) puis sur l'homme ont montré que le silicium produit par le verre bioactif était bien évacué par les voies naturelles d'excrétion et ne se retrouvait pas dans les différents organes vitaux.

En effet, c'est sous sa forme SiO_2 qu'il est insoluble. Mais sous d'autres formes comme le $\text{Si}(\text{OH})_4$, il l'est et est d'ailleurs déjà présent en grande quantité dans le corps humain, étant impliqué dans la formation de la trame osseuse et dans la calcification.



En somme, il s'agit d'un produit ostéoconducteur



PAS SEULEMENT

Cette caractéristique est commune à certains biomatériaux inertes **puisque c'est avant tout lié à la structure du matériau et non à sa composition chimique**. C'est le caractère ostéo-inducteur qui fait toute la différence puisqu'il stimule la régénération osseuse à l'instar d'un greffon d'os autogène.

C – **Autres choses ???**

4. Histoire des matériaux bioactifs

Le premier verre bioactif date de **1969** !



C'est le professeur Larry L. Hench, chercheur de l'université de Floride, qui le synthétise. Il travaillait jusqu'alors au développement de céramiques capables de résister à de fortes doses de radiations pour des applications militaires ou spatiales. C'est dans ce contexte qu'il a été sensibilisé aux nombreuses amputations de ses concitoyens partis faire la guerre du Vietnam pour lesquels il y avait beaucoup de **rejets des matériaux implantés** !

Il travaille alors à la synthèse de matériaux qui ne soient pas rejetés par le corps humain. Il cherche à créer des matériaux dont la composition soit plus semblable aux tissus osseux que les implants de type métallique ou polymère alors utilisés. C'est ainsi que naissent les **verres bioactifs** : un matériau dégradable qui contient du calcium et du phosphore. Il est capable, en se dégradant au contact des fluides corporels, de former une couche de minéral osseux. Ce qu'il synthétise est dénommé le **4555**. Son premier succès clinique fut la réparation des os de l'oreille interne d'un patient, lui permettant de recouvrer l'ouïe.

APPLICATIONS DENTAIRES DES VERRES BIOACTIFS

- régénération osseuse sous forme de substituts osseux de comblement en granulés (les premiers produits commercialisés datent de 1993)
- Dispositifs osseux monolithiques – cône en bioverre pour restaurer l'os de la mâchoire pouvant être remodelé suivant les besoins
- Traitement de l'hypersensibilité dentaire (dentifrice Sensodyne commercialisé par la société GSK)
- Revêtement des implants dentaires en titane pour favoriser leur intégration (**pas encore maîtrisée ?**)



Application des verres bioactifs : le dentifrice

Effectivement, les verres bioactifs sont utilisés comme additifs dans la pâte dentifrice de la société GSK : Sensodyne ©

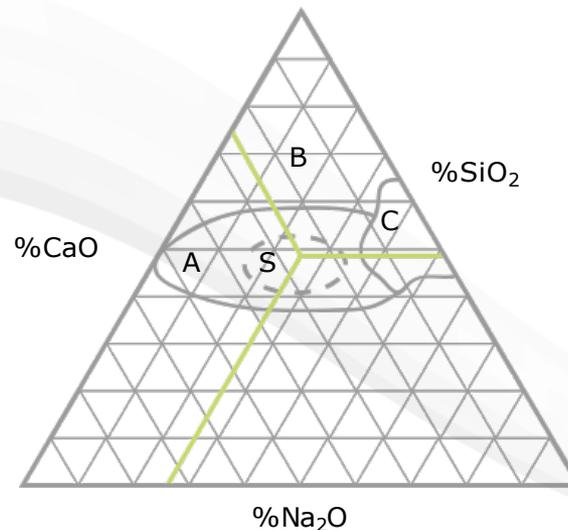
Il permet de boucher les tubules qui exposent la dentine et de diminuer l'hypersensibilité dentaire !

5. Focus sur les verres bioactifs

COMPOSITION

Les verres bioactifs les plus étudiés et utilisés sont composés principalement d'oxydes de silicium (SiO_2), de sodium (Na_2O), de calcium (CaO) et de Phosphore (P_2O_5).

- 45% d'oxyde de silicium,
- 24,5% d'oxyde de calcium,
- 24,5% d'oxyde de sodium,
- 6% d'oxyde de phosphore.



- 6% P_2O_5
- Y = Bioactif G45S5
- S = Perfect Bioactivity:
Osteostimulative + Osteoconductive
- A = Osteoconductive
- B = Bioactivité trop faible
- C = Bioactivité trop élevée
- D = Pas de formation de verre
- S = Adhésion aux tissus mous

PROPRIETES EN PLUS D'ETRE BIOACTIF

🔦 Ils sont capables de se résorber : Ils disparaissent à mesure qu'ils sont substitués par le tissu néoformé. Ils ont également des propriétés hydrophiles et antibactériennes

PROCEDES DE FABRICATION

Procédé de fusion à haute température – **descriptif en 1 ligne**

Procédé sol-gel – **descriptif en 1 ligne**

NORAKER

INNOVATIVE BIOMATERIALS

**DECouvrez LES PRODUITS DE NORAKER
A BASE DE VERRES BIOACTIFS**

(zone accessible aux professionnels de santé)

RÉFÉRENCES

[1] Article des Techniques de l'ingénieur – n4955 – Verres bioactifs publié le 10/04/2014

[19] LAI (W.), GARINO (J.) et DUCHEYNE (P.). – Silicon excretion from bioactive glasses implanted in rabbit bone. *Biomaterials*, 23, p.213-217 (2002)

[20] LAI (W.), GARINO (J.), FLAITZ (C.) et DUCHEYNE (P.). – Excretion of resorption products from bioactive glasses implanted in rabbit muscle. *J. Biomed. Mater. Res. A*, 75A, . 398-407 (2005)

Les autres références sont disponibles dans notre dossier scientifique et clinique disponible sur demande [ici](#).