

Etude biomécanique multi-échelle d'un système articulaire.

Patrick Chabrand

LABM – CNRS et Université de la Méditerranée
patrick.chabrand@univmed.fr

Les facteurs majeurs qui conditionnent l'échec d'une arthroplastie sont les conséquences de l'usure des matériaux inertes qui conduisent au descellement des prothèses et un remodelage articulaire osseux lié aux nouvelles distributions des contraintes dans l'os. Dans ce cas l'adaptation géométrique et structurale de l'os est sous la dépendance du régime des contraintes mécaniques et physiologiques. Par ailleurs, les problèmes de rupture des os liés ou non à la présence d'une prothèse ou la rupture des ligaments sont également à étudier.

En génie tissulaire la compréhension des phénomènes de remodelage osseux lors de la réparation osseuse ou lors du vieillissement nécessite de modéliser les matériaux biologiques (os, ligament, cartilage) à leurs différents niveaux structuraux. En particulier, l'os est un tissu composite minéralisé multi-échelle et sa complexité structurale et multiphasique rend difficile la compréhension des interactions entre éléments cellulaires, microstructure, contenu minéral et propriétés mécaniques.

Généralement, les matériaux biologiques sont observés et décrits comme des systèmes hautement hiérarchisés dont les caractéristiques mécaniques globales sont étroitement liées à l'environnement mécanique et aux propriétés locales des sous structures. A l'échelle cellulaire, la relation entre le remodelage osseux et les contraintes mécaniques appliquées passe par le mécanisme de transduction de ces sollicitations en activité cellulaire de résorption ou d'apposition qui reste encore peu expliqué.

Ces différents types de problèmes font intervenir une problématique liée au comportement des interfaces des corps en présence, une problématique liée à la caractérisation des propriétés mécaniques des tissus vivants de l'échelle cellulaire à l'échelle macroscopique.

Nous abordons ces différents problèmes suivant une démarche généralisée qui consiste à traiter les liaisons complexes entre deux corps en présence et entre structure et sous unités structurales. La première démarche dite « horizontale » permet d'analyser le comportement des matériaux vivants et artificiels ainsi que d'étudier l'usure de ces derniers alors que la deuxième démarche « verticale » permet de caractériser les matériaux à tous leurs niveaux structuraux.

Les modèles que nous nous utilisons et que nous développons sont destinés à contribuer à la compréhension des comportements de tissus vivants, des mécanismes d'usure et de descellement des prothèses ostéo-articulaires, des phénomènes de remodelage lors du vieillissement et de la réparation osseuse ainsi que des processus sous jacents de mécanotransduction dans la signalisation cellulaire.

Nous présenterons dans cet exposé les travaux réalisés au LABM concernant :

- l'étude d'une articulation prothésée en considérant les matériaux biologiques à différentes échelles (de la cellule au tissu)
- la caractérisation à long terme du comportement d'une prothèse
- l'étude de processus de régénération tissulaire