

UN MODELE COMPOSITE ET ANISOTROPE DE L'OS

A COMPOSITE AND ANISOTROPIC MODEL OF BONE

D. Perreux¹, W.S Johnson²

1 - Université de Franche Comté, Besançon , France

2 - Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA

e-mail : dominique.perreux@univ-fcomte.fr

RESUME

Malgré sa variété apparente, l'os est un matériau composé de trois constituants : des fibrilles de collagène (FC), une matrice céramique d'hydroxyapatite (HA) et de l'eau. Dans l'étude présentée on propose une modélisation des propriétés locales de l'os basée sur deux étapes. D'une part on considère l'assemblage élémentaire des composants de base puis on analyse l'organisation de cet assemblage élémentaire dans un Volume Elémentaire Représentatif VER. Cette modélisation utilise deux hypothèses principales. La première porte sur la loi d'homogénéisation de l'assemblage composite des composants de base et la seconde porte sur la distribution de cet élément dans un VER. Au terme de cette modélisation nous obtenons une description du comportement local fonction des fractions volumiques, de la porosité et d'un tenseur décrivant l'orientation statistique de l'assemblage. Nous comparons ce modèle avec des données expérimentales de fémur humain et montrons un bon accord de notre modèle dans la prédiction du comportement d'un VER. On montre ainsi qu'il est possible de décrire un matériau composite naturel comme l'os avec un nombre de paramètres réduit.

ABSTRACT

A description of the bone stiffness is presented in this paper. The objective is to obtain a sufficiently accurate description based on the smallest set of physical parameters. The main idea is to use measurable information relative to the orientation and the density of a basic elementary sub-micro structure (ESMS). This ESMS is the first arrangement of the basic components. A simple rule of mixtures approach is used to provide the elastic properties for the ESMS. The basic properties are dependent on the volume fraction of the mineralised phase. The orientations of the ESMS are described by a tensor and the density of porosity by a scalar. The model is used to obtain the elastic properties of bones from cortical to trabecular. Data from femoral bones are used to verify this approach.

MOTS CLES : Modèle, Comportement, Os, Elasticité, Porosité

KEYWORDS : Model, Behavior, Bones, Elasticity, Porosity