

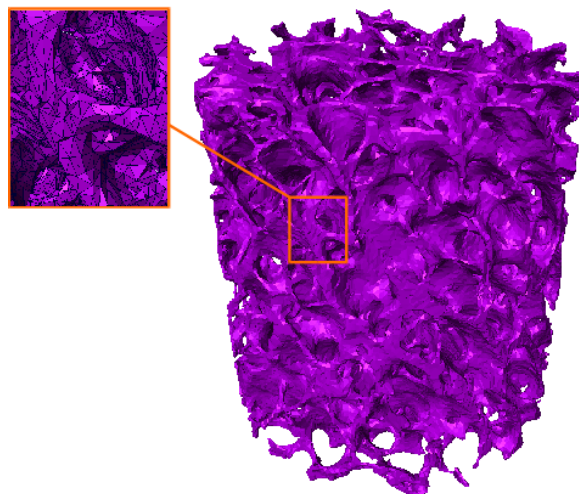
Mécanique du tissu osseux trabéculaire ostéoporotique.

M. Bérot^{1,2}, JC Aurégan³, H. Magoaric², D Hannouche³, H Petite³, E. Budyn⁴, M. Bensidhoum³ T Hoc²

¹ MSSMAT, UMR 8579, ECP, Grande Voie des Vignes, 92295 Chatenay Malabry, France, ² LTDS, UMR 5513, Ecole Centrale Lyon, 36 av guy Collongues, 69134 Ecully ³ B2OA, UMR CNRS 7052, Université Paris 7, 10 avenue de Verdun, 75010, Paris, France, ⁴ Université of Illinois of Chicago.

L'ostéoporose, est une maladie du métabolisme osseux *responsable d'une fragilité accrue à l'origine d'une élévation du risque de fracture*. En constante augmentation avec le vieillissement de la population, les estimations de l'OMS, lui confère une dimension mondiale avec près de 6,3 millions de fractures du col du fémur dans le monde en 2050 [1]. La connaissance du comportement mécanique des tissus biologiques et de son évolution avec l'âge est donc une donnée fondamentale dans l'élaboration et la mise en œuvre de traitements thérapeutiques. Sur le plan biomécanique, la résistance osseuse dépend de la densité osseuse, de son architecture et de la qualité du tissu [2-3]. Si les deux premières composantes ont été largement étudiées la qualité du tissu osseux reste peu explorée du fait de l'absence d'outil mécanique capable de tester cette dimension microscopique. L'objectif de ce travail est d'évaluer le comportement mécanique du tissu osseux ostéoporotique à l'échelle microscopique en se basant sur une approche couplant essai mécanique et approche numérique.

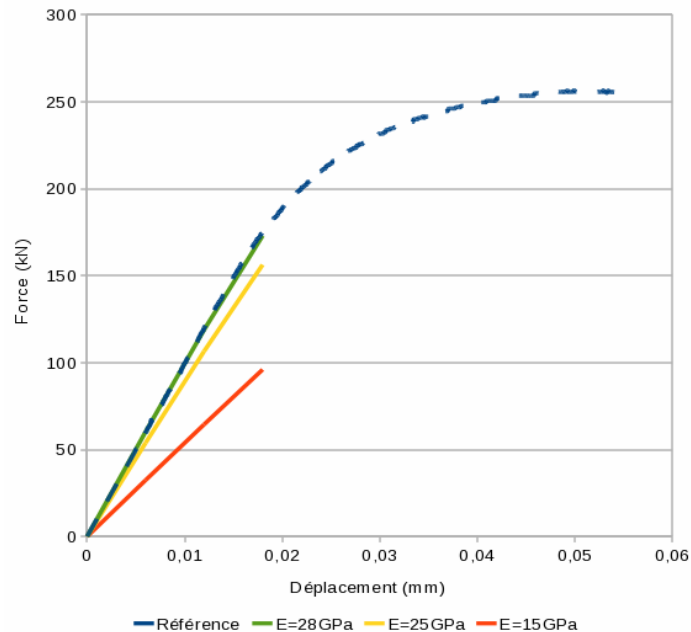
L'étude expérimentale porte sur le tissu osseux trabéculaire issue de têtes fémorales. Quarante carottes osseuses de diamètres 8mm ont été prélevées sur des têtes fémorales explantées après fracture du col du fémur. Ces carottes ont été soumises à un essai de compression pour atteindre le premier plateau de charge. Une analyse microscanner, avec une résolution spatiale de 8 μm , de la carotte avant et après essais a été réalisée afin d'accéder aux paramètres microstructuraux. Les carottes ont été reconstruites selon un modèle numérique pour évaluer le comportement mécanique et la qualité des travées osseuse. Une approche inverse pour déterminer le comportement local du tissu a été développée.



Maillage d'une microstructure osseuse

Les résultats seront présentés à deux échelles, macroscopique et microscopique, et montreront les relations avec l'âge et le sexe des patients. A l'échelle macroscopique, on montrera l'hétérogénéité du module d'Young apparent et de la contrainte correspondant au début de

fissuration. L'ensemble des données sera corrélé aux paramètres microarchitecturaux où l'on verra l'effet essentiel de la porosité. A l'échelle microscopique, on verra clairement que le comportement mécanique du tissu se rapproche fortement des caractéristiques mécaniques du tissu cortical haversien. L'étude paramétrique permettra de dégager les paramètres pertinents microstructuraux influant fortement sur la qualité osseuse. Un exemple de résultats d'identification est donné sur la figure ci-dessous



Comparaison expérience-modélisation pour un essai de compression sur carotte osseuse

Cette étude innovante permet d'estimer le plus précisément possible le comportement mécanique du tissu osseux ostéoporotique. Ceci est une grande avancée dans cette pathologie avec des retombées attendues au niveau de la prise en charge diagnostique, de l'estimation pronostique, de l'évaluation des traitements médicaux, et de l'approche chirurgicale.

Références

- [1] IOF, "Osteoporosis in the Workplace: The social, economic and human costs of osteoporosis on employees, employers and governments," (2002)
- [2] Nalla RK, Kinney JH, Ritchie RO, Mechanistic fracture criteria for the failure of human cortical bone, Nature materials, Vol 2, 3, p 164-168 (2003).
- [3] Hoc T., Henry L., Verdier M., Aubry D., Sedel L., Meunier A., Effect of microstructure on the mechanical properties of Haversian cortical bone, Bone, 38, 4, Pages 466-474 (2006).