

## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Le **16-11-2017**

A **10h**

Amphi L120

Ecole des Mines de Saint Etienne

10 rue de la Marandière

42270 Saint-Priest-en-Jarez

Soutiendra en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne dans la spécialité : MECANIQUE ET INGENIERIE

**Boris**

**DOUSTEYSSIER**

Une thèse ayant pour sujet :

CONSTRUCTION D'UN MODELE MORPHO MECANIQUE DU GENOU POUR LA PREDICTION  
DES CONSEQUENCES D'UNE ACTION THERAPEUTIQUE

### **MEMBRES DU JURY :**

Président

(Le président est désigné le jour de la soutenance)

### **Rapporteurs :**

Vacher	Pierre	Professeur des universités	Université Savoie Mont Blanc
Haïgron de Rennes	Pascal	Professeur des universités	Ecole supérieure d'ingénieurs

### **Examineurs :**

Lafon	Yohann	Maitre de conférences	Université Claude Bernard Lyon 1
Lafage-Proust	Marie-Hélène	PUPH	Université Jean Monnet
Molimard	Jérôme	Professeur	Ecole des Mines de Saint Etienne
Han	Woo-Suck	Maitre de recherche	Ecole des Mines de Saint Etienne
Hamitouche Télécom Bretagne	Chafiaa	Professeur	Institut Mines Télécom -

Thèse préparée dans le centre CIS à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Travail co-encadré par : MOLIMARD Jérôme  
HAMITOUCHE Chafiaa  
HAN Woo-Suck

**Destinataires :** DRI, Accueil, SCIDEM, Centre,  
D.CORTIAL « Le Progrès », 24 rue de la robotique – 42000 Saint-Etienne

**Direction Recherche et Innovation**

158, Cours Fauriel

CS62362 - 42023 Saint-Etienne cedex 2 - Tél : 04 77 49 97 10

Page 1 - 1

NNT: *Communiqué le jour de la soutenance*

Boris Dousteysier

CONSTRUCTION OF A MORPHO MECHANICAL MODEL OF THE KNEE  
FOR THE PREDICTION OF THE BIOMECHANICAL MODIFICATION  
INDUCED BY A THERAPEUTIC ACTION

Speciality: Mechanics and Engineering

Keywords: Knee, EOS imaging, 3D over 2D fusion, Finite element analysis, Patient specific model, Experimental validation

Abstract:

Knee degradation and pain when developing osteoarthritis are strongly related not only to the pressure on the cartilage, but also to the knee stability and to the subsequent loadings on the ligaments. Here, we propose a mixed approach, both using medical imaging (MRI, EOS X-ray system) and force platform in conjunction with a finite element model.

Two finite element models were created, focusing on the passive stability of the knee while modelling an experiment: the acquisition of the movement of climbing a step decomposed in 4 static EOS images. To do so, a geometric model of the subject's knee has been fused on the bone physiological positions obtained by EOS imaging. The FEA was carried out according to the experimental boundary conditions so as to ensure the global knee mechanical equilibrium. This allows the model to be validated by comparing its numerical results with the EOS data. This model will reveal the roles of the ligaments during the knee flexion and give pressure maps on the cartilages.

For low flexion angles, both models' results concord well with the experimental data: the bones are in their physiological position once the mechanical equilibrium reached. For higher flexion angles the results are satisfying and promising, showing clear ways to improve the models.

NNT : *Communiqué le jour de la soutenance*

Boris Dousteysier

## CONSTRUCTION D'UN MODELE MORPHO MECANIQUE DU GENOU POUR LA PREDICTION DES CONSEQUENCES D'UNE ACTION THERAPEUTIQUE

Spécialité : Mécanique et Ingénierie

Mots clefs : Genou, Imagerie EOS, Recalage 3D sur 2D, Analyse par éléments finis, Modèle patient-spécifique, Validation expérimentale

Résumé :

Afin d'étudier la question de l'usure du genou et de la douleur lors du développement de l'arthrose, relié à la fois aux pressions sur les cartilages et la stabilité du genou, un modèle de l'articulation du genou a été créé. Cette étude propose une approche mixte, utilisant à la fois des imageries médicales (IRM, système EOS) et un capteur de force en conjonction avec un modèle EF.

Deux modèles EF ont été créés ici, se focalisant sur la stabilité passive du genou lors de la recreation d'un processus expérimental : la décomposition en 4 images EOS statiques du mouvement de montée de marche d'escalier. Pour ce faire, un modèle géométrique du genou du sujet a été recalé sur la position physiologique des os obtenue par les images EOS. Les conditions aux limites expérimentales ont été ajoutées et la simulation numérique a été menée jusqu'à ce que l'équilibre mécanique global soit atteint. Ensuite la position simulée des os a pu être comparée avec la position expérimentale, et les surfaces de pression et les contraintes dans les ligaments été obtenues.

Pour des angles de flexion faible les modèles montrent une très bonne concordance avec les données expérimentales mesurées, les os étant dans leur position physiologique une fois l'équilibre mécanique atteint. Les résultats pour des angles de flexion plus importants restent satisfaisants et sont prometteurs, indiquant des pistes claires d'amélioration du modèle.