

# Conception et évaluation d'un modèle musculo-squelettique et éléments finis du pied



Antoine PERRIER (1)(2)(4); Vincent LUBOZ (1); Marek BUCKI (4); Francis CANNARD (4); Nicolas VUILLERME (2)(3); Yohan PAYAN (1);

1. TIMC-IMAG Laboratory, CNRS-UJF, La Tronche. France
2. AGIM Laboratory, CNRS-UJF-UPMF-EPHE, La Tronche, France
3. Institut Universitaire de France, Paris, France
4. TexiSense, Montceau-les-Mines, France

## Résumé :

### Introduction :

Un modèle musculo squelettique associé à un modèle par éléments finis du pied humain patient spécifique a été conçu afin de correspondre aux réalités anatomiques par l'intermédiaire des structures osseuses, ligamentaires et musculaires reconstruites à partir de l'imagerie CT-Scan et I.R.M.

### Matériel et méthodes :

Ce modèle comprend 30 os, modélisés en corps rigides. Les articulations sont contraintes par les contacts surfaciques et les ligaments représentés par des câbles. L'aponévrose plantaire est modélisée par 5 faisceaux de câbles multipoints parallèles. 15 muscles, 9 extrinsèques et 6 intrinsèques ont été modélisés suivant les modèles de Hill et présentent un trajet anatomique réaliste permettant des mouvements naturels du pied.

Un maillage éléments finis des tissus mous a été créé à partir d'un générateur automatique de maillage [1]. Ce maillage possède 78161 éléments et présente 3 couches de tissu mou de type hyper-élastique en Neo-Hook (module de Young, Coef de poisson). Une couche de peau d'1mm (200, 0.495), le gras (30, 0.49) et le muscle (60, 0.495).

Ce modèle a été dans un premier temps évalué en comparant les pressions plantaires réelles du patient avec les pressions plantaires simulées par mise en charge du modèle sur une plateforme éléments finis. Une seconde évaluation a comparé la réponse cinématique du modèle aux activations musculaires recueillies en EMG piqué et protocole d'AQM avec le marker-set de Leardini [2].

### Résultats :

Le modèle musculo-squelettique éléments finis patient spécifique du pied permet des simulations réalistes autant en statique qu'en dynamique.

### Discussion et Conclusion :

Une validation plus avancée permettra une utilisation du modèle pour de la planification en neuro-orthopédie, de l'analyse d'appareillage ou encore comme outil pédagogique d'anatomie fonctionnelle du pied.

### Références:

1. Lobos, C., Payan, Y., and Hirschfeld, N., 2010. Techniques for the generation of 3D Finite Element Meshes of human organs. Informatics in Oral Medicine: Advanced Techniques in Clinical and Diagnostic Technologies. Hershey, PA: Medical Information Science Reference, 126-158
2. Leardini A, Benedetti MG, Catani F, Smoncini L, Giannini S. An anatomically based protocol for the description of foot segment kinematics during gait. Clin Biomech 14(8):528-36.