**Soutenances et séminaires**

**Mines Saint-Etienne mars 2021**

**Soutenances de thèses**

**Joseph BRUNET : Comprendre les mécanismes de dissection aortique: modélisation éléments finis et expérimentation in situ sous tomographie RX.**

*Thèse soutenue le 5 mars 2021*

La dissection aortique est une maladie vasculaire grave caractérisée par un décollement des couches de la paroi artérielle et la création d’un chaux chenal. La mortalité due à cette affection est particulièrement élevée et demande une intervention chirurgicale dans les délais les plus brefs. Bien que largement documentés cliniquement, les phénomènes à l’origine de cette condition sont peu connus et de nombreuses questions demeurent sans réponses. Ainsi, l’objectif de cette thèse est de mieux comprendre les mécanismes déclenchant la dissection aortique et les paramètres influençant sa propagation. Dans un premier temps, deux études combinant des tests mécaniques de traction avec des modèles éléments finis ont permis d’identifier les propriétés mécaniques et les modes de rupture I et II de la paroi aortique grâce à des méthodes inverses. Par la suite, un modèle de dissection aortique utilisant la méthode des éléments finis étendus à été développé afin de quantifier l’impact de facteurs géométriques et mécaniques sur la pression de rupture ainsi que sur la direction de propagation de la dissection aortique. Afin de valider ce modèle, une nouvelle méthode expérimentale combinant un essai mécanique de traction-gonflement avec de la microtomographie à rayons X a été mise au point. Ce test in situ a permis d’observer l’évolution 3D du profil de délamination lors de la propagation d’une dissection dans la paroi. Ces observations et modélisations ont permis une meilleure compréhension des mécanismes de propagation de la dissection, et ouvrent des perspectives sur le développement d’outils de diagnostic personnalisés.

**Nicolas KROUPA : Analyse des structures internes du pied par traitement d'images rayons X et modélisation éléments finis.**

*Thèse soutenue le 29 mars 2021*

Le pied est une structure anatomique complexe constituée de nombreux os entourés d'une variété de tissus.

Par son rôle de maintien et de déplacement du corps, il est exposé à toute une série de sollicitations mécaniques qui vont déformer sa structure.

Cette déformation est influencée par de nombreux paramètres qui peuvent être spécifiques à l'anatomie du patient et à ses pathologies, liés aux caractéristiques de la sollicitation mécanique appliquée, mais aussi dépendre des paramètres de conception du dispositif qui le chausse.

Afin de progresser dans la caractérisation de ces déformations du pied, qui sont diverses et complexes, il est devenu nécessaire d'obtenir des mesures de plus en plus précises décrivant l'intérieur du membre.

Cette progression est une des démarches destinées à accompagner l'amélioration de la conception des chaussures, des dispositifs médicaux et de la planification chirurgicale en ayant une meilleure compréhension de la réponse du pied aux sollicitations mécaniques.

Pour étudier la biomécanique du pied en accédant à des mesures internes, deux approches sont ici couplées, l'une expérimentale et l'autre numérique.

Une première étude a été réalisée pour : (1) effectuer des tests mécaniques sur une série de pieds ex-vivo avec et sans chaussures dans un scanner tomographique à rayons X et (2) développer et mettre en œuvre de traitements numériques appliqués à ces acquisitions pour obtenir des observations du comportement interne au pied.

La comparaison de ces comportements entre les configurations avec chaussures et pieds nus a permis une première mesure de l'influence de la chaussure sur des mesures internes au pied.

Une deuxième étude utilise ces données capturées pour proposer un calibrage de modèles éléments finis spécifiques aux pieds des patients. Cette calibration, en utilisant une méthode inverse pour identifier la rigidité passive des ligaments & muscles, améliore la justesse des modèles.

Finalement, une troisième étude exploitera un modèle ainsi calibré en l'exposant à une foulée de course tout en portant un exemplaire d'une chaussure dont les paramètres de conception varieront.

Les influences de ces paramètres sont mesurées et peuvent constituer un premier ensemble d'indications pour ajuster la conception de la chaussure.

**Séminaires scientifiques / Accueil de conférenciers**

25/02/21 **: Quantification and Modeling of Blood Clots’ Nonlinear Mechanics,**. **Manuel Rausch** (Ph.D., The University of Texas at Austin (US)).

Blood plays diametrical roles. On the one hand, blood clot is necessary to prevent hemorrhage after vascular injury. On the other hand, blood clot is the source of a number of devastating disease suchas strokes, heart attacks, and pulmonary embolisms. In both roles, blood clot’s mechanics has critical functions. For example, as a wound sealant, blood clot must be strong to avoid dehiscence from the wound bed and to withstand hemodynamic forces, while also being deformable to be compliant with its host tissue. In disease, blood clots ability or inability to resist fracture determines the fate of the patient. That is, when blood clot fractures, i.e., embolizes, it travels down stream where it can occlude vital arteries such as the cerebral, cardiac, and pulmonary arteries, leading to above mentioned diseases. Unfortunately, relatively little is known about blood clot mechanics. In our work, we will introduce our preliminary work on the quasi-static/hyperleastic as well as transiet/viscoleastic material response of blood clot. We will also introduce some early work on hyperviscoelastic damage modeling of blood clot, and give an outlook over our next steps.

25/03/21 : **Mineralomics and cardiovascular calcification,** Sergio Bertazzo (University College London)

Physiological mineralisation occurs naturally and is responsible for the formation and regeneration of hard tissues. On the other hand, mineralisation of soft tissues such as mineralisation of the vasculature has been associated to several diseases, including aortic valve stenosis, cancer and Alzheimer’s disease.

Particularly for the cardiac diseases although end-stage calcific disease are marked by the accumulation of calcium phosphate mineral, in early stages a magnesium containing calcium phosphate nanoparticle is observed. The specific physicochemical properties of these particles, that can also be found in the vascular tissue of healthy voluntaries suggest a unique mechanism of formation, distinct from the mechanisms involved in the formation of the bigger calcific lesion observed later on the disease.

In this work, we investigate the origin of the magnesium containing nanoparticles through a range of material and biochemical methods. We hypothesise that the particles are originating from platelet dense granules vesicles. Using a range of imaging methods and biochemical assays we could confirm the presence of several platelet markers o the calcified particles.

Our results suggest a new unique origin of the calcific particles observed in cardiovascular calcification, the dense granules vesicles from platelets. While other processes are responsible for the formation of the other types of minerals observed in the vascular tissue, we propose that the first mineralising structures are originating from platelets.

This work demonstrates the potential of the mineralomics field and that mineralomics would enable the study of pathological minerals, which have long been underestimated in their power to predict and provide valuable information about diseases and its mechanisms. Physico-chemical characterisation methods, are readily available, simple to apply and often more cost-effective than biochemical methods. By applying these physicochemical characterisation methods and by considering the biological and medical context, mineralomics can provide a holistic understanding of the characteristics and role of minerals in the human body, and particularly in diseases. Mineralomics has the potential to provide critical insights into human (patho)biology and to contribute considerably to medicine, especially when integrated into a multi-omics research.