

## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Le **11-02-2020**

A **9:00** Amphi Simone Veil

Centre Ingenierie et Sante

10 Rue de la Marandière, 42270 Saint-Priest-en-Jarez  
42270 Saint Etienne

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

**Venkat Siva Radha Krishna AYYALASOMAYAJULA**

Une thèse ayant pour sujet :

Reconstruction 3D de l'état mécanique microscopique de la paroi aortique abdominale

### **MEMBRES DU JURY :**

**Président**

(Le président est désigné le jour de la soutenance)

### **Rapporteurs :**

Tillier	Yannick	Professeur	Mines Paris Tech
Bailly	Lucie	chargée de recherche	Universite Grenoble Alpes

### **Examineurs :**

Badel	Pierre	Professeur	Ecole des Mines de Saint Etienne
Han	Woo-Suck	Professeur	Ecole des Mines de Saint Etienne
Le Floc'h	Simon	Maitre de Conférences	Universite Montpellier
Rohan	Pierre-Yves	Maitre de Conférences	Arts et Métiers ParisTech - ENSAM

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

Travail co-encadré par : BADEL Pierre  
PIERRAT Baptiste

**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

« Reconstruction 3-D de l'état mécanique microscopique de la paroi de l'anévrisme de l'aorte abdominale ».

*"3-D reconstruction of the microscopic mechanical state of the abdominal aortic aneurysm wall".*

## **Résumé**

La paroi aortique est une structure hiérarchique complexe composée d'une organisation non uniforme de ses constituants microstructuraux. La réponse mécanique des tissus aux stimuli externes dépend fortement de la disposition et du contenu de ces constituants.

La thèse de doctorat suivante vise à étudier l'hypothèse : les phénomènes mécaniques se produisant au niveau de la microstructure fibreuse sont responsables de la réponse mécanique macroscopique du tissu proche de la rupture. À cette fin, des essais mécaniques des tissus artériels ont été réalisés en conjonction avec l'imagerie par microscopie multiphotonique. Les essais mécaniques ont servi à évaluer le comportement mécanique macroscopique du tissu, tandis que l'imagerie microstructurale a permis de quantifier la morphologie du tissu.

Grâce à la connaissance combinée de ces deux développements, des modèles mécaniques à micro-échelle basés sur la structure ont été construits. Le modèle à micro-échelle a permis l'analyse de l'état mécanique des fibres à différentes charges au niveau des tissus.

L'étude s'est concentrée sur l'établissement de la relation entre la morphologie du réseau de fibres de collagène dans la couche la plus externe de la paroi aortique, l'adventice, et sa réponse mécanique macroscopique. De plus, les mécanismes possibles de dommages causés par l'entartrage des fibres qui contribuent à la défaillance macroscopique des tissus ont été analysés. La contribution qui en résulte consiste à quantifier l'état mécanique des fibres et à évaluer leur cinématique à des charges dépassant la plage physiologique.

## **Abstract**

The aortic wall is a complex hierarchical structure comprised of a non-uniform organization of its micro-structural constituents. The mechanical response of the tissue to external stimuli is heavily predicated on the arrangement and content of these constituents.

The following doctoral thesis is aimed at investigating the hypothesis: the mechanical phenomena occurring at the level of the fibrous micro-structure is responsible for the macroscopic mechanical response of the tissue close to failure. For this purpose mechanical testing of arterial tissues was accomplished in conjunction with multi-photon microscopy imaging.

The mechanical testing served as an assessment of the tissue's macroscopic mechanical behavior, whereas the micro-structural imaging allowed for the quantification of the tissue's morphology. Through the combined knowledge of these two developments, structure based micro-scale mechanical models were constructed. The micro-scale model enabled the analysis of mechanical state of the fibers at various tissue level load.

The investigation concentrated on establishing the relationship between morphology of collagen fiber network in the outermost layer of the aortic wall, the adventitia, and its macroscopic mechanical response. Furthermore, possible fiber scale damage mechanisms that contribute to tissue's macroscopic failure have been analyzed.

The resulting contribution consists of quantification of fiber's mechanical state, and an assessment of their kinematics at loads beyond the physiological range.

**Radha Krishna AYYALASOMAYAJULA**