



**Soutenance d'une thèse de doctorat  
De l'Université de Lyon  
Opérée au sein de l'INSA Lyon**  
La soutenance a lieu publiquement

<b>Candidat</b>	M. YE Wenfeng
<b>Fonction</b>	Doctorant
<b>Laboratoire INSA</b>	LAMCOS
<b>Ecole Doctorale</b>	EDA162 : MEGA
<b>Titre de la thèse</b>	« Numerical methods for the simulation of shear wave propagation in nearly incompressible medium --- Application in elastography »
<b>Date et heure de soutenance</b>	02/06/2017 à 10h30
<b>Lieu de soutenance</b>	Amphithéâtre Emilie du Châtelet (Villeurbanne)

### Composition du Jury

Civilité	Nom	Prénom	Grade / Qualité	Rôle
MME	BONNET-BENDHIA	Anne-Sophie	Directeur de Recherche	Rapporteur
M.	KOMATITSCH	Dimitri	Directeur de Recherche	Rapporteur
MME	PRADA-JULIA	Claire	Directeur de Recherche	Examineur
M.	KOLMAN	Radek	Docteur	Examineur
M	COMBESCURE	Alain	Professeur des Universités	Directeur de thèse
MME	BEL-BRUNON	Aline	Maître de Conférences	Co Directeur de thèse
M.	CATHELIN	Stefan	Directeur de Recherche	Examineur
M.	ROCHETTE	Michel	Ph.D.	Examineur

### Résumé

L'élastographie transitoire est une technologie médicale qui permet d'estimer la rigidité des tissus biologiques. En visualisant la propagation de l'onde de cisaillement dans le tissu, on peut déduire le module de cisaillement  $\mu$ . Cependant, de nombreux facteurs perturbent les mesures en élastographie. De plus, les tissus présentent des propriétés mécaniques plus complexes, dont la viscosité, la nonlinéarité et l'anisotropie, dont la caractérisation peut améliorer la valeur diagnostique de l'élastographie. Les simulations de propagation d'onde par Eléments Finis apparaissent alors prometteuses puisqu'elles permettent d'étudier l'influence des paramètres mécaniques sur les vitesses de propagation et ainsi, de permettre l'identification de propriétés mécaniques complexes dans les cas de mesure réels.

Dans ce travail, nous développons un modèle d'éléments finis pour la propagation d'ondes non-linéaires dans les tissus mous. Les modèles numériques ont été validés à partir d'expériences d'élastographie issues de la littérature et ensuite utilisés pour évaluer l'identifiabilité des paramètres d'un modèle de comportement non-linéaire dans l'élastographie : la loi de Landau. En mesurant les ondes d'amplitude finie et les ondes de faible amplitude autour d'un état pré-déformé, une méthode pratique et robuste est proposée pour identifier la nonlinéarité des tissus homogènes en utilisant l'expérience d'élastographie.

La problématique du coût de calcul est également étudiée dans ce travail. En effet, la quasi-incompressibilité des tissus biologiques rend la vitesse de l'onde de pression extrêmement élevée, ce qui limite le pas de temps d'un calcul formulé en dynamique explicite.

Pour faire face à cette difficulté, différentes méthodes numériques sont présentées, dans lesquelles l'incrément de temps est limité par la vitesse d'onde de cisaillement au lieu de la vitesse d'onde de compression. Divers exemples numériques sont testés dans le cadre de l'élastographie dynamique, il a été montré que les méthodes sont précises pour ces problèmes et une réduction significative du temps CPU est obtenue.