

Proposition de Stage de Master Recherche (M2)

Expérimentation et extraction de paramètres non linéaires phénoménologiques liés à un effet mémoire, en vue d'une imagerie multiéchelles de la peau

Contexte scientifique. La recherche fondamentale associée à la caractérisation acoustique et mécanique de la peau est un enjeu scientifique important. La peau humaine est un organe vital, siège de maladies parfois cancéreuses et dont l'examen peut révéler de nombreuses autres maladies internes. L'étude de son vieillissement constitue également un enjeu sociétal majeur dont les retombées en ingénierie de santé visent à mettre au point de nouveaux produits pour l'industrie pharmaceutique et cosmétique.

Contexte de travail. Une partie de l'activité de Recherche de l'unité U930 « Imagerie et Cerveau » Inserm-Université de Tours exploite l'acoustique non linéaire pour l'imagerie ultrasonore des milieux complexes. La caractérisation du monde du vivant (imagerie harmonique par agents de contraste) et des matériaux constitue un important champ d'applications médicales et en Contrôle Non Destructif (CND). En parallèle, sont développés des outils théoriques de simulations, de modélisation et de traitement de données multi-variées adaptés aux systèmes explorés par acoustique non linéaires[1]. L'équipe "Caractérisation et modélisation des matériaux" du LMR travaille actuellement et depuis 10 ans sur l'identification des lois de comportement des matériaux à comportement complexe: viscoélasticité, viscoplasticité, anisotropie, endommagement, etc. L'équipe s'appuie sur des moyens expérimentaux conséquents: Dynamic Mechanical Analysis, Microscope Électronique à Balayage équipé d'un dispositif de traction *in situ*, machines de traction et nanoindenteur. Dans le cadre du projet PLET cofinancé par la région Centre Val de Loire et labellisé par la Cosmetic Valley, nous devons déterminer les caractéristiques acousto-mécaniques de vieillissement de la peau par une approche multi-échelles des paramètres non linéaires. Nous utilisons actuellement[2] les outils de traitement du signal développés pour l'analyse du vieillissement des matériaux endommagés possédant des nonlinéarités non classiques (modélisation par PM-space), des polymères ou des élastomères. Il s'agit en outre de coupler deux instrumentations acoustique et mécanique afin d'extraire les signatures non linéaires locales décrivant l'élasticité de la peau. Pour ce faire, le système automatique de focalisation acoustique [TR-NEWS](#) [2] est couplé à un processus de chargement mécanique, analysé par des techniques de corrélation d'images.

Description du stage : L'objectif du stage est d'aborder les deux techniques d'instrumentation (et leur traitement du signal associé) en place à l'INSA Centre Val de Loire à Blois. Il s'agit d'utiliser la propagation non linéaire d'ultrasons dans la peau soumise à des chargements mécaniques extérieurs pour en extraire des signatures de son vieillissement, et en effectuer un classement. Les méthodes récentes d'imagerie ultrasonore développées dans le contexte de l'imagerie de la dent et dans celui du CND seront transposées au cas de la peau. Des essais mécaniques de type traction ou flexion seront effectués dans un premier temps sur des modèles de peau. Le dispositif de mesure de champs de déformation par corrélation d'images sera optimisé et étalonné afin de pouvoir ensuite utiliser ce type de mesures sur des cas réels. Enfin, une partie recherche académique pourra être envisagée dans le domaine du traitement du signal acousto-mécanique afin d'optimiser les lois de commande mécaniques permettant l'extraction de paramètres liés à l'effet mémoire. Ces paramètres alimenteront un code de modélisation phénoménologique (PM-space) du vieillissement cutané en cours de validation[2]. Au cours du stage d'initiation à la recherche, l'étudiant pourra donc être amené à participer aux actions suivantes :

- optimisation de l'instrumentation acoustique et du traitement de données TR-NEWS 100 MHz
- mise en place de l'instrumentation et de la loi de commande mécanique pour la machine de traction

Références :

[1] Serge Dos Santos and Zdenek Prevorsevsky. [Imaging of human tooth using ultrasound based chirp-coded nonlinear time reversal acoustics](#). *Ultrasonics*, 51(6) :667–674, 2011.

[2] Serge Dos Santos *et al*, "[Viscoelastic and/or hysteretic properties of the skin: acousto-mechanical evaluation using nonlinear time reversal imaging in symbiosis with uniaxial loading](#)", in proc. of the 28th IFSCC , pp 1561-1570 (2014), and in proc. of the ICSV22, Florence, July 2014.

Possibilité de poursuite en Thèse : oui, selon financement obtenu dans le cadre du projet PLET, financé par la [Région Centre-Val de Loire](#) et labellisé par la [Cosmetic Valley](#)

Gratification de stage : 555€ / mois. **Ouverture des candidatures :** 15 oct. 2015. **Début du stage :** fév. 2016

Contacts :

Serge DOS SANTOS, MCF61 HDR
Unité U930 « Imagerie et Cerveau »
serge.dossantos@insa-cvl.fr
INSA Centre Val de Loire
Tel : 02 54 55 84 27
<http://www.u930.tours.inserm.fr>

Michael CALIEZ, MCF60
Laboratoire de Mécanique et Rhéologie
michael.caliez@insa-cvl.fr
INSA Centre Val de Loire
Tel : 02 54 55 84 51
<http://www.lmr.univ-tours.fr>