

# Validation de LASTIC (Light Aspiration device for in vivo Soft Tissue Characterization) sur des élastomères

*Vincent Luboz<sup>1</sup>, Emmanuel Promayon<sup>1</sup>, Grégory Chagnon<sup>2</sup>, Thierry Alonso<sup>2</sup>, Christine Barthod<sup>3</sup>, Denis Favier<sup>2</sup>, Yohan Payan<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Laboratoire TIMC, Université Joseph Fourier - CNRS, 38706 La Tronche, France

<sup>2</sup> Laboratoire 3SR, Université Joseph Fourier - CNRS, BP 53, 38041 GRENOBLE, France

<sup>3</sup> Laboratoire SYMME, Université de Savoie, BP 80409, 74944 Annecy le Vieux, France

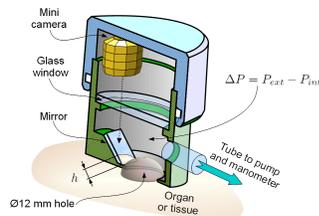
Le dispositif LASTIC repose sur le principe d'aspiration par pipette : l'instrument mesure à l'aide d'une mini caméra les déplacements induits par la génération contrôlée d'une dépression locale à la surface du matériau. Un premier prototype a évalué le comportement de la peau, la langue et plus récemment du cerveau<sup>1</sup>. Une nouvelle version<sup>2</sup> a été développée afin de rendre le dispositif (1) stérilisable et (2) capable de fournir en moins d'une minute une estimation des paramètres matériaux. Cette nouvelle version est validée ici en comparant avec des essais mécaniques classiques.

LASTIC est un cylindre métallique de 33×34mm divisé en deux compartiments (cf. Fig. 1 à gauche). Le compartiment inférieur est étanche à l'air, avec une ouverture circulaire en bas et fermée au sommet par une fenêtre en verre. Le compartiment supérieur supporte une caméra 2 mégapixels.

Plusieurs niveaux de dépression  $\Delta P$  sont générés dans le compartiment inférieur par une pompe programmable, et sont mesurés par un manomètre numérique. Le matériau ainsi aspiré est imagé par la caméra grâce à un miroir incliné à 45°. L'ensemble du dispositif est contrôlé et synchronisé par un ordinateur. La déformation, mesurée comme la hauteur d'aspiration, est segmentée sur chaque image de la mesure et convertie en mm.

Une analyse éléments finis basée sur un modèle néo-Hookéen permet de construire un abaque de hauteurs de déplacement en fonction de la dépression et du comportement du matériau<sup>3</sup>. Une méthode de minimisation aux moindres carrés est alors utilisée avec cet abaque pour estimer les propriétés mécaniques correspondant aux mesures.

Des expériences ont été menées sur quatre matériaux silicones différents pour simuler la gamme d'élasticité des tissus mous humains : RTV#1, RTV#2, Ecoflex, et gel de bougie. Pour chaque matériau, des éprouvettes de traction uniaxiale et une éprouvette spécifique pour LASTIC ont été réalisées.



Matériaux	Module Young en kPa		diff. en %
	Traction	LASTIC	
Gel bougie	10.5	14	+33
RTV#2	25	32	+28
Ecoflex	55	67.5	+22
RTV#1	90	100	+11

**Figure 1.** Vue en coupe de LASTIC : la partie supérieure contient la caméra tandis que la chambre d'aspiration et le miroir sont dessous (gauche). Modules de Young déterminés par LASTIC et les machines de traction pour chaque matériau (droite).

La Figure 1 résume les pentes initiales (équivalent à des modules d'Young) estimées par LASTIC et par traction uniaxiale. Dans l'ensemble, malgré une surestimation systématique moyenne de 24% par rapport aux machines de traction standards, LASTIC donne une bonne estimation des propriétés des matériaux hyperélastiques isotropes. À terme ce dispositif pourra être utilisé sur des patients pendant des interventions chirurgicales en raison de sa taille, son coût réduit et sa capacité à être stérilisé.

<sup>1</sup> Schiavone, P., Chassat, F., Boudou, T. et al. « In Vivo Measurement of Human Brain Elasticity Using a Light Aspiration Device » *Medical Image Analysis*, **13** (2009) 673-678.

<sup>2</sup> Schiavone, P., Promayon, E. and Payan, Y. « LASTIC: A Light Aspiration Device for in vivo Soft Tissue Characterization » *Biomedical Simulation: 5th International Symposium, ISBMS*, **5958** (2010) 1-10.

<sup>3</sup> Luboz, V., Promayon, E., Chagnon, G. et al. « Validation of a Light Aspiration device for in vivo Soft Tissue Characterization (LASTIC) ». *Soft Tissue Biomechanical Modeling for Computer Assisted Surgery*, Springer ISBN (2012).