

## **SIMULATIONS NUMÉRIQUES DE SIGNAUX LASER DOPPLER. ÉTUDE DE L'INFLUENCE DES ACTIVITÉS MYOGÉNIQUE, NEUROGÉNIQUE ET ENDOTHÉLIALE**

**Anne HUMEAU<sup>1,2</sup>, François CHAPEAU-BLONDEAU<sup>2</sup>, David ROUSSEAU<sup>2</sup>, Pierre ABRAHAM<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Groupe ISAIP-ESAIP, 18 rue du 8 mai 1945,  
BP 80022, 49180 Saint Barthélémy d'Anjou cedex, FRANCE  
Tél : 02 41 96 65 10, Fax : 02 41 96 65 11, E-mail : ahumeau@isaip.uco.fr

<sup>2</sup>Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Automatisées (LISA),  
Université d'Angers, 62 avenue Notre Dame du Lac, 49000 Angers, FRANCE

<sup>3</sup>Laboratoire de Physiologie et d'Explorations Vasculaires, UMR CNRS 6214-INSERM 771,  
Centre Hospitalier Universitaire d'Angers, 49033 Angers cedex 01, FRANCE

La fluxmétrie laser Doppler permet l'évaluation de la perfusion microvasculaire (Humeau *et al.*, 2007). Elle donne, en routine clinique, des informations sur l'état de la microcirculation du sujet et fournit des renseignements précieux pour des analyses spécifiques. Le principe de la technique repose sur l'interaction lumière laser-tissus et s'appuie sur le phénomène de l'effet Doppler. Lorsque la peau est illuminée par une lumière laser, une partie de l'énergie incidente est rétrodiffusée par des globules rouges en mouvement et la fréquence de la lumière est donc modifiée. Cependant, afin de faire une interprétation au plus juste des signaux laser Doppler, il est important de bien comprendre leur genèse, et notamment l'influence de processus sous-jacents comme ceux générés par les activités myogénique, neurogénique et endothéliale.

L'objectif de notre travail a donc été d'apporter une contribution à l'appréhension des signaux laser Doppler. Pour cela, nous avons mis en place des simulations numériques de ces signaux à partir d'oscillateurs non linéaires couplés reflétant la dynamique du système cardiovasculaire (Stefanovska *et al.*, 2001). Des couplages linéaires ont été choisis et le système complet a été pris en compte en introduisant des fluctuations. Ensuite, les spectres de puissance des signaux laser Doppler simulés ont été calculés et une analyse fréquentielle a été effectuée.

Les résultats montrent que les spectres de puissance sont caractérisés par cinq pics. Une analyse des fréquences correspondantes et une confrontation avec le modèle utilisé permet de conclure que ces points caractéristiques reflètent les activités cardiaque, respiratoire, myogénique, neurogénique et endothéliale. Plusieurs études menées sur des signaux laser Doppler réels ont montré que ces cinq activités constituent des fréquences caractéristiques chez les sujets sains et pathologiques (Humeau *et al.*, 2004). Les simulations mises en œuvre reflètent donc bien le comportement des activités sous-jacentes. Il nous faut maintenant confronter les résultats des simulations numériques avec des signaux laser Doppler réels. Les résultats obtenus pourront ensuite servir de guide dans l'élaboration de modèles biophysiques plus performants pour la génération de signaux relatant la microcirculation sanguine, et ainsi approfondir la connaissance des signaux laser Doppler.

### **Références**

- Humeau A., Steenbergen W., Nilsson H., Strömberg T. (2007) "Laser Doppler perfusion monitoring and imaging: novel approaches", *Medical & Biological Engineering & Computing*, DOI : 10.1007/s11517-007-0170-5. À paraître.
- Humeau A., Koitka A., Abraham P., Saumet J.L., L'Huillier J.P. (2004) "Spectral components of laser Doppler flowmetry signals recorded in healthy and type 1 diabetic subjects at rest and during a local and progressive cutaneous pressure application: scalogram analyses", *Physics in Medicine and Biology*, 49, pp. 3957-3970.
- Stefanovska A., Bracic Lotric M., Strle S., Haken H. (2001) "The cardiovascular system as coupled oscillators?", *Physiological Measurement*, 22, pp. 535-550.