

## Analyse vibratoire de structures 3D en vue du contrôle passif par patchs piézoélectriques

L. Laurent<sup>1</sup>, M. Aucejo<sup>1</sup>, A. Gardelein<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LMSSC, Conservatoire National des Arts et Métiers, case 2D6R10, 2 rue Conté, 75003 Paris, France

<sup>2</sup> Air Liquide, Advanced Business & Technologies, Advanced Technologies 2, rue de Clémencières - BP15 F-38360 Sassenage, France

---

**Mots clés** — analyse vibratoire expérimentale, modélisation, patchs piézoélectriques, optimisation

---

Le contrôle vibratoire de structures est un domaine en très forte activité en raison de la prise en compte du dimensionnement dynamique au sein des bureaux d'études. Les méthodes associées peuvent être (1) actives et nécessiter une source d'alimentation et une boucle de régulation ou (2) passives et fonctionner en autonomie sur le système considéré. Le Laboratoire de Mécanique des Structures et des Systèmes Couplés s'intéresse depuis une dizaine d'années à l'utilisation de systèmes passifs employant des patchs piézoélectriques, collés sur la structure d'intérêt et connectés à un circuit électrique (shunt résistif ou résonant). De nombreux travaux théoriques, numériques [1] et expérimentaux [2] ont permis de démontrer l'applicabilité de ces techniques sur des structures élémentaires et industrielles.

Plus récemment, des travaux ont mis en avant la possibilité d'assurer un contrôle vibratoire sur une bande de fréquences en construisant un réseau de patchs et de shunts associés. Des exemples d'application sur des plaques et des poutres ont montré les performances de la technique employée [3].

Dans un contexte industriel, Air Liquide - Advanced Technologies s'intéresse à l'emploi de cette technique afin d'atténuer des vibrations parasites sur un compresseur cryogénique. Ce système, destiné à des applications spatiales, est sujet aux spécifications drastiques liées à la phase de décollage et de mise en orbite ainsi qu'aux spécifications de fonctionnement opérationnelles. De nombreux travaux ont permis une avancée notable dans l'élimination de la majorité des vibrations parasites. Cependant des vibrations résiduelles restent présentes. C'est dans ce contexte que le LMSSC étudie l'emploi d'une solution passive pour amortir ces dernières.

Le stage proposé se déroulera au sein du LMSSC au CNAM Paris et aura pour but une analyse vibratoire portant sur une maquette représentative du système réel à l'aide des moyens d'essais du laboratoire. Cette première phase aura pour but d'apporter une meilleure compréhension du mécanisme et d'élaborer un modèle numérique représentatif grâce à l'emploi d'une approche de recalage. Pour cela, une analyse modale de la structure et une analyse des voies de transfert de l'énergie vibratoire seront envisagées. À partir des études préliminaires, des solutions pour le contrôle vibratoire pourront être ensuite proposées en s'appuyant éventuellement sur des approches d'optimisation [4, 5].

Les travaux seront conduits en collaboration avec les équipes d'Air Liquide - Advanced Technologies à Sassenage et des déplacements sur le site industriel seront réalisés.

---

**Lieu du stage** — LMSSC, CNAM Paris (2 rue Conté, 75003 Paris)

**Durée** — 6 mois

**Profil candidat** — BAC+5 (Master 2, Ingénieur mécanique...)

**Date de début** — janvier/février/mars 2017

**Rémunération** — rémunération de stage standard (environ 500€)

**Contacts** — luc.laurent@lecnam.net (01 58 80 85 80) ou mathieu.aucejo@lecnam.net (01 58 80 85 81)

---

### Références

- [1] O. Thomas, J.-F. Deü, and J. Ducarne. Vibrations of an elastic structure with shunted piezoelectric patches : Efficient finite element formulation and electromechanical coupling coefficients. *International Journal for*

*Numerical Methods in Engineering*, 80 (2) :235–268, 2009.

- [2] O. Thierry, O. De Smet, and J.-F. Deü. Vibration reduction of a woven composite fan blade by piezoelectric shunted devices. In *Proceedings of the 13th International Conference on Motion and Vibration Control and of the 12<sup>th</sup> International Conference on Recent Advances in Structural Dynamics, MOVIC RASD 2016*, Southampton, UK, 2016.
- [3] B. Lossouarn, J.-F. Deü, M. Aucejo, and K. A. Cunefare. Multimodal vibration damping of a plate by piezoelectric coupling to its analogous electrical network. *Smart Materials and Structures*, 25 (11) :115042 (15 pages), 2016.
- [4] L. Laurent, P. A. Boucard, and B. Soulier. Generation of a cokriging metamodel using a multiparametric strategy,. *Computational Mechanics*, 51 (2) :151–169, 2013.
- [5] L. Pereira da Silva, W. Larbi, and J.-F. Deü. Topology optimization of shunted piezoelectric elements for structural vibration reduction. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 26 (10) :1219–1235, 2015.