

Etude expérimentale de l'atténuation dans les structures mécaniques des vibrations nuisibles associée à la récupération d'énergie

Durée stage : 06 mois

Contexte :

En mécanique ou en acoustique, le contrôle de vibrations est un champ de recherche très actif. Actuellement, trois grands types de technologie sont majoritairement utilisés dans l'industrie : le contrôle passif par dissipation, le contrôle passif à l'aide d'absorbeurs dynamiques et le contrôle actif, chacune de ses techniques possédant ses avantages et ses inconvénients. Parmi ces approches, les absorbeurs dynamiques passifs non linéaires de type NES (*Nonlinear Energy Sink*) [1,2,3] fonctionnent sur le principe du pompage énergétique (*energy pumping* ou *targeted energy transfer*), c'est-à-dire que l'énergie vibratoire est transférée de façon quasi irréversible du système primaire (SP) dont on souhaite atténuer les vibrations vers le NES où elle est ensuite habituellement simplement dissipée. Ces absorbeurs ont notamment l'avantage de s'adapter à la fréquence d'oscillation du système à protéger. Des travaux récents [4,5,6] montrent que l'utilisation de patchs piézoélectriques couplés à un NES permet de récupérer l'énergie vibratoire transférée à ce dernier en la convertissant en énergie électrique utile pour, par exemple, l'alimentation de capteurs embarqués.

Le sujet de l'atténuation dans les structures mécaniques des vibrations nuisibles associée à la récupération d'énergie est un sujet fédérateur pour les laboratoires LaMé (<https://www.mechlabgabriellame.fr/>) et GREMAN (<https://greman.univ-tours.fr/>). L'objectif est d'observer expérimentalement d'une part la capacité d'un NES à contrôler une résonance vibratoire et d'autre part la récupération de l'énergie vibratoire par le dispositif piézoélectrique. Le but à terme serait d'adapter les résultats obtenus aux problèmes d'instabilités vibratoires dans les machines tournantes réceptrices de type éolienne.

Ces travaux de recherche vont s'appuyer sur les compétences complémentaires développées au sein du LaMé sur la modélisation et le contrôle du comportement vibratoire des systèmes mécaniques et du GREMAN sur la récupération d'énergie vibratoire aux moyens de patch piézoélectriques [7,8,9].

Références bibliographiques

- [1] Vakatis A.F., Gendelman O.V., Bergman, L.A. McFarland, D.M. Kerschen G., Lee Y.S., Nonlinear Targeted Energy Transfer in Mechanical and Structural Systems. *Solid Mechanics and its applications*. Vol. 156, G.M.L. Gladwell Editor, Springer, <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-9130-8>.
- [2] Bergeot, B., Berger, S., & Bellizzi, S. (2017). Mode coupling instability mitigation in friction systems by means of nonlinear energy sinks: numerical highlighting and local stability analysis. *Journal of Vibration and Control*, 24(15), 3487–3511. <https://doi.org/10.1177/1077546317707101>
- [3] Bergeot, B., Bellizzi, S., & Cochelin, B. (2016). Analysis of steady-state response regimes of a helicopter ground resonance model including a non-linear energy sink attachment. *International Journal of Non-Linear Mechanics*, 78, 72–89. <https://doi.org/10.1016/j.ijnonlinmec.2015.10.006>
- [4] Zhang, Y., Tang, L., & Liu, K. (2017). Piezoelectric energy harvesting with a nonlinear energy sink. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 28(3), 307–322. <https://doi.org/10.1177/1045389X16642301>
- [5] Xiong, L., Tang, L., Liu, K., & Mace, B. R. (2018). Broadband piezoelectric vibration energy harvesting using a nonlinear energy sink. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 51(18), 0–13. <https://doi.org/10.1088/1361-6463/aab9e3>
- [6] Zhao, J., Lyu, M., Wang, H., Kacem, N., Huang, Y., & Liu, P. (2020). Piezoelectric actuated nonlinear energy sink with tunable attenuation efficiency. *Journal of Applied Mechanics, Transactions ASME*, 87(2), 1–9. <https://doi.org/10.1115/1.4045108>

[7] Hoang T, Bavencoffe M, Ferin G, Levassort F, Bantignies C, Nguyen-Dinh A, Lethiecq M, Poulin-Vittrant G. « Modeling and Electrical Characterization of a Cantilever Beam for Mechanical Energy Harvesting » IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS2018), 4 pages, 22-25/10/2018, Kobe, Japon. <https://doi.org/10.1109/ULTSYM.2018.8579676>

[8] Hoang T, Poulin-Vittrant G, Ferin G, Levassort F, Bantignies C, Nguyen-Dinh A, Bavencoffe M. « Parametric study of a thin piezoelectric cantilever for energy harvesting applications » Adv Appl Ceram 2018;117:231–6. <https://doi.org/10.1080/17436753.2017.1403538>

[9] D. Brault, F. Levassort, M. Bavencoffe and P. Boy, "High Concentration Sol-Gel Synthesis of BaHf_{0.05}Ti_{0.95}O₃ to Prepare Ceramics with Significant Piezoelectric Properties," 2022 IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics (ISAF), 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/ISAF51494.2022.9870157

Programme de travail :

Après une étude bibliographique, l'étudiant participera à la mise en place et à l'amélioration d'un banc expérimental permettant d'étudier la capacité d'un NES à contrôler une résonance vibratoire et d'autre part la récupération de l'énergie vibratoire par le dispositif piézoélectrique. Celui-ci se compose actuellement d'un pot vibrant, d'un contrôleur de vibrations, d'accéléromètres, d'un vibromètre laser, d'un GBF et d'un oscilloscope. Des pièces complémentaires pourront être réalisées en impression 3D pour le maintien du NES. En soutien des campagnes de mesures, l'instrumentation virtuelle et le post traitement des données seront effectués sous MATLAB (<https://nl.mathworks.com/products/matlab.html>).

Lieu :

Au sein du laboratoire GREMAN UMR 7347 (<https://greman.univ-tours.fr/>), pôle Acoustique et Piézoélectricité (INSA Centre Val de Loire, campus de Blois - <https://www.insa-centrevaldeloire.fr/fr/plans-d-acces>), en partenariat avec le Lamé (<https://www.mechlabgabriellame.fr/>).

Profil recherché :

De formation ingénieur ou en 2ème année de Master, la personne devra avoir des compétences en CAO, instrumentation et mesure, faire preuve d'autonomie et d'un esprit de synthèse.

Contact : Dr Maxime Bavencoffe (maxime.bavencoffe@insa-cvl.fr - 02 54 55 84 09)