

Stage de M2 2025 – 2026 Financement interne LaMé

1. Titre du stage

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

2. Résumé et références

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 (*Nonlinear Energy Sink* - [1,2]) à contrôler une résonance vibratoire et d'autre part la récupération de l'énergie vibratoire par le dispositif piézoélectrique embarqué [4,5,6]. Le but à terme serait d'adapter les résultats obtenus aux problèmes d'instabilités vibratoires dans les machines tournantes réceptrices de type éoliennes.

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 patches piézoélectriques.

Un banc expérimental (voir Fig. 1) a été développé (inspiré de [7]) pour permettre d'étudier la capacité d'un NES à contrôler une résonance vibratoire. Il permet également de quantifier l'énergie vibratoire récupérée par le dispositif piézoélectrique embarqué par le NES. Ce banc 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 ont été réalisées en impression 3D pour le maintien du NES. L'instrumentation virtuelle et le post traitement des données sont effectués sous MATLAB.

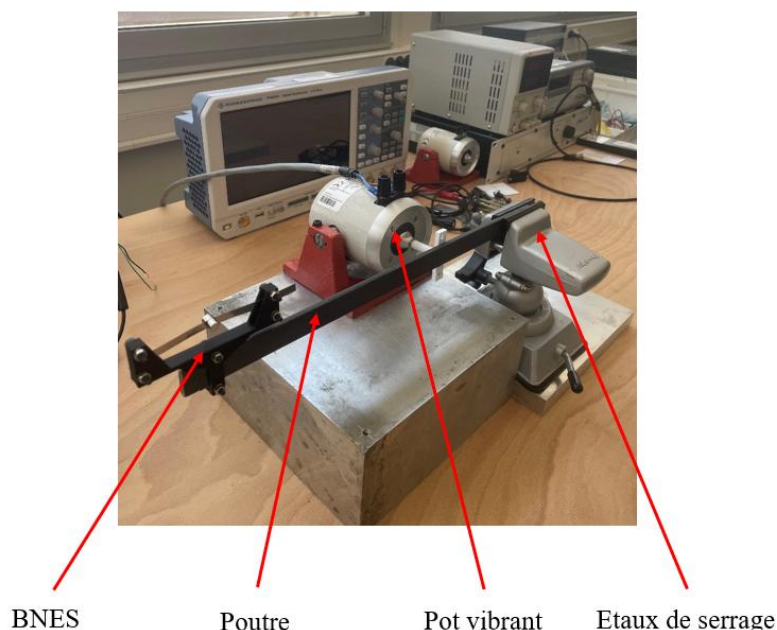


Figure 1 - Dispositif expérimental de l'INSA Centre Val de Loire.

L'objectif principal du projet est de comparer le comportement vibratoire du système couplé observé expérimentalement aux prédictions théoriques obtenues par un modèle très simplifié.

Pour ce faire, le travail proposé inclut les points suivants :

- Reprise et amélioration de l'existant en vue d'obtenir une excitation la plus proche d'une excitation harmonique et d'améliorer la qualité des signaux mesurés.
- Etude paramétrique du système primaire et du BNES en vue d'étudier l'influence des caractéristiques du système (précontrainte, présence d'un patch piézoélectrique, matériau du système primaire, dimensions du BNES, masse du BNES, position du patch piézoélectrique, etc.).
- Effet de la combinaison de plusieurs patches piézoélectriques sur la puissance récupérée.

Références bibliographiques :

- [1] A.F. Vakatis, O.V. Gendelman, L.A. Bergman, D.M. McFarland, G. Kerschen & Y.S. Lee (2009), 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] B. Bergeot, S. Berger, & S. Bellizzi (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] L. Xiong, L. Tang, K. Liu, & B.R. Mace (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>
- [4] J. Zhao, M. Lyu, H. Wang, N. Kacem, Y. Huang & P. Liu (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>
- [5] T. Hoang, M. Bavencoffe, G. Ferin, F. Levassort, C. Bantignies, A. Nguyen-Dinh, M. Lethiecq & G. Poulin-Vittrant (2018). Modeling and Electrical Characterization of a Cantilever Beam for Mechanical Energy Harvesting. *IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS2018)*, 22-25/10/2018, Kobe, Japon. <https://doi.org/10.1109/ULTSYM.2018.8579676>
- [6] T. Hoang, G. Poulin-Vittrant, G. Ferin, F. Levassort, C. Bantignies, A. Nguyen-Dinh & M. Bavencoffe (2018). Parametric study of a thin piezoelectric cantilever for energy harvesting applications. *Adv Appl Ceram*, 117(4), 231–6. <https://doi.org/10.1080/17436753.2017.1403538>
- [7] V. Iurasov & P.-O. Mattei (2020). Bistable nonlinear damper based on a buckled beam configuration. *Nonlinear Dynamics*, 99, 1801-1822. <https://doi.org/10.1007/s11071-019-05387-7>

3. Durée et dates du stage

- Durée : 6 mois
- Date envisagée de début de stage : février 2026

4. Équipe(s) concernée(s)

- Équipe 1 (principales) : DVS – axe Dynamique non linéaire
- Autre(s) équipe(s) (éventuellement) : partenariat avec le GREMAN

5. Encadrement

- Marie-Laure Gobert ; marie-laure.gobert@insa-cvl.fr
- Audrey Couineaux ; audrey.couineaux@insa-cvl.fr

6. Lieu du stage

- INSA Centre Val de Loire, campus de Blois, 3 rue de la chocolaterie, 41034 Blois

Pour postuler, envoyer un CV et une lettre de motivation à l'adresse : marie-laure.gobert@insa-cvl.fr