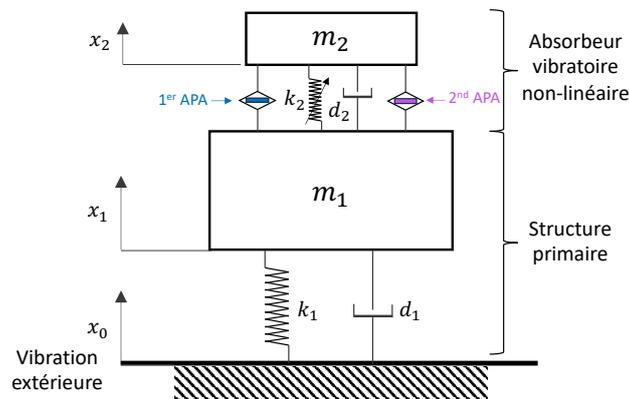


Implémentation de stratégies de contrôle sur absorbeur non-linéaire bistable : réduction vibratoire et récupération d'énergie.

Contexte :

La plupart des structures et systèmes actuels présentent des vibrations lors d'excitations dynamiques extérieures pouvant les endommager et réduire leurs performances ainsi que leur durée de vie. Afin d'amortir et donc de protéger ces structures, une solution est de développer des absorbeurs de vibrations permettant d'évacuer l'énergie vibratoire de la structure primaire. Ces absorbeurs consistent, par exemple, en des résonateurs électromécaniques capables de pomper l'énergie mécanique de la structure primaire puis de l'évacuer électriquement.

Durant la dernière décennie, les absorbeurs de vibrations non linéaires, généralement connus sous le nom de NES (*Nonlinear Energy Sink*) ont été l'objet de nombreuses études dans le domaine de la dynamique non linéaire. Ces dernières ont montré, qu'en comparaison du classique absorbeur linéaire (TMD, Tuned Mass Damper), le NES peut être efficace sur une plus large bande de fréquence et surtout assure un transfert irréversible d'énergie depuis le système primaire vers l'absorbeur (d'où la dénomination d'Energy Sink). Cependant ces NES présentent des désavantages encore persistants. Afin de palier à ces désavantages, on se propose ici d'étudier un NES ajustable dynamiquement, dont les propriétés peuvent être modifiées électriquement en temps réel à l'aide d'actionneurs piézoélectriques amplifiés (APA).

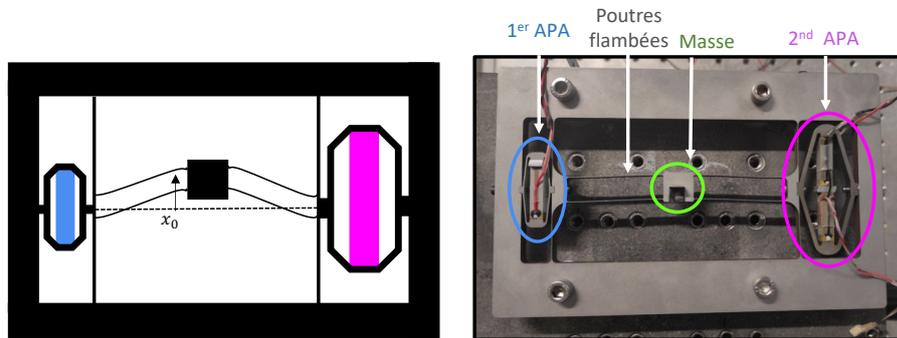


Ce stage s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre le laboratoire LAMCOS (Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures) de l'INSA de Lyon et du laboratoire SYMME (Système et Matériaux pour la MEcatronique) de l'Université Savoie Mont Blanc. Le LAMCOS a une expérience reconnue dans les domaines de l'amortissement vibratoire et du contrôle passif et actif de vibrations. Le SYMME bénéficie d'une expérience de plus de 15 ans dans la conception et le test de résonateurs électromécaniques linéaires et non-linéaires. Le NES étudié dans le cadre de ce projet repose sur un système déjà conçu pour des applications en récupération d'énergie vibratoire. Les expertises respectives du SYMME et du LAMCOS permettront de conjointement explorer comment exploiter les performances de ce NES pour l'amortissement vibratoire en profitant des APA pour :

- Explorer et comprendre comment ajuster la dynamique du NES à l'aide d'APA.
- Collaborer avec les chercheurs du LAMCOS pour mettre en place des stratégies d'ajustement et de contrôle optimales de la dynamique du NES.
- Implémenter ces stratégies sur une plateforme expérimentale.

Travail demandé :

Le NES étudié est un système électromécanique bistable, et est illustré ci-dessous.



La bistabilité du système provient du flambement de deux poutres. Une tension électrique appliquée à un des APA latéraux permet de piloter le flambement en ajustant la contrainte latérale sur les poutres. Le NES bistable, présente de multiples comportements non-linéaires : régimes de fonctionnement autour d'une des positions stables, des deux positions stables, résonances subharmoniques et superharmoniques, chaos, etc. [1-3]

L'objectif du stage est de mettre en place un banc de test et de tester le NES bistable ajustable dans le contexte de l'amortissement vibratoire.

Dans un premier temps, un modèle simplifié du NES sera développé. Le stagiaire devra travailler conjointement avec l'équipe du LAMCOS afin de développer des stratégies de contrôle optimales de la dynamique du NES. Le stagiaire devra ensuite prendre en main les bancs de test en vibration du SYMME afin de mettre en place des expérimentations validant les stratégies de contrôle vibratoire proposées. Pour finir, le stagiaire devra faire évoluer le banc de test dans le but de tester les performances d'atténuation du NES sur un système concret.

Selon l'avancement du stage, une présentation lors d'une conférence scientifique ou la rédaction d'un article scientifique est envisageable. ***De plus, une poursuite en thèse pourra être considérée en sollicitant une bourse doctorale suivant les résultats et la motivation du candidat.***

Mots clefs : Absorbeur dynamique, dynamique non-linéaire, piézoélectricité, électromécanique, expérimentations.

Profil recherché : Étudiant(e) en dernière année de Master ou d'école d'ingénieur en **génie mécanique, mécatronique, ou physique appliquée**, ayant un intérêt pour un sujet mêlant électromécanique, dynamique non-linéaire, et vibrations. Des compétences rédactionnelles et un bon niveau d'Anglais sont aussi attendus. Des connaissances en logiciel de calcul scientifique (*Matlab/Simulink/Python*) et une appétence pour la mise en place de bancs de tests et d'expérimentations sont attendus.

Contact : Merci d'envoyer vos relevés de note des deux dernières années et votre CV à adrien.morel@univ-smb.fr et david.gibus@univ-smb.fr

Équipe de recherche :

SYMME

Adrien MOREL

David GIBUS

LAMCOS

Jonathan RODRIGUEZ

Simon CHESNE

Localisation : laboratoire SYMME, Université Savoie Mont Blanc (USMB), 7 chemin de Bellevue 74940 Annecy.

Rémunération / Lieu / Début : environ 500-600 euros nets / Annecy / 2025.



L'Université Savoie Mont Blanc (USMB) est un établissement de 15 000 étudiants ouvert sur l'Europe et le monde. Les recherches sont menées par des laboratoires labellisés et reconnus, en partenariat étroit avec de grands organismes (CNRS, CEA, INRA), des organisations internationales (CERN) ou d'autres structures (INES, "Institut de la Montagne") à la pointe de l'innovation.

Le SYMME ("Systèmes et Matériaux pour la Mécatronique") est l'un de ces laboratoires. Il a été créé en 2006 pour renforcer la position stratégique de l'université dans le domaine de la mécatronique. Il emploie environ 80 chercheurs, personnel administratif et étudiants. Nos recherches dans le domaine des microsources d'énergie concernent notamment le développement de structures électromécaniques innovantes aux échelles centimétriques et millimétriques, capables de convertir des énergies mécaniques en énergie électrique. Nos travaux ont fait l'objet de nombreuses communications dans des journaux et des conférences de référence dans le domaine et sont reconnus par la communauté scientifique.

Bibliographie :

[1] Saint-Martin, C., Morel, A., Charleux, L., Roux, E., Gibus, D., Benhemou, A., & Badel, A. (2024). Optimized and robust orbit jump for nonlinear vibration energy harvesters. *Nonlinear Dynamics*, 112(5), 3081-3105.

[2] Benhemou, A., Gibus, D., Huguet, T., Morel, A., Demouron, Q., Saint-Martin, C., ... & Badel, A. (2024). Predictive lumped model for a tunable bistable piezoelectric energy harvester architecture. *Smart Materials and Structures*, 33(4), 045033.

[3] Mesny, L., Alcorta, R., Chesné, S., & Baguet, S. (2024, June). Real-time tuning of a Hybrid Nonlinear Energy Sink: simulation and experiment. In *European Nonlinear Dynamics Conference*.