

Sujet de thèse de doctorat

Hybridation et pompage énergétique vers une nouvelle classe d'absorbeurs de vibrations Ingénierie@Lyon Projet HYPE

Contexte :

Les absorbeurs de vibrations linéaires passifs sont largement utilisés dans de nombreux domaines depuis des décennies. Cela est dû en grande partie à leur simplicité de mise en œuvre. Cependant leurs performances sont naturellement limitées en terme d'efficacité, de réactivité et d'adaptabilité. Durant la dernière décennie, les développements récents ont permis d'améliorer les performances des absorbeurs linéaires passifs soit en les hybridant avec un pilotage actif, soit en ajoutant et en exploitant des effets non linéaires.

Les systèmes purement actifs n'ont pas les limitations des absorbeurs passifs, mais nécessitent un apport généralement conséquent d'énergie et se confrontent toujours au problème de stabilité. Ces dernières années, l'hybridation des systèmes actifs et passifs cherche à combiner le meilleur de deux mondes : stabilité, performance et coût énergétique réduit.

Les absorbeurs de vibrations non linéaires, généralement connus sous le nom de NES (Nonlinear Energy Sink) [1], ou NLTVA (Nonlinear Tuned Vibration Absorber) [2], ont été l'objet de nombreuses études en dynamique non-linéaire. Ces dernières ont montré qu'en comparaison du classique absorbeur linéaire à masse accordée (TMD, Tuned Mass Damper), un NES peut être efficace sur une large bande de fréquence et surtout ne permet pas le retour d'énergie sur le système primaire auquel il est associé. Cependant ces NES présentent encore des désavantages, au premier rang desquels une conception statique et un seuil de déclenchement.

Dans ce contexte multidisciplinaire, les laboratoires LaMCoS et le LTDS développent un axe fort sur les systèmes actifs et les systèmes non linéaires autour des absorbeurs dynamiques [3-10].

Description du sujet:

L'objectif de cette thèse est de surmonter les limitations des absorbeurs de vibrations actuellement disponibles en développant des **absorbeurs dynamiques non linéaires hybrides, bénéficiant des avantages des systèmes passifs non linéaires et des systèmes actifs.**

Les verrous théoriques et technologiques pour ce nouveau concept d'absorbeur non-linéaire hybride sont nombreux : mise au point de modèles réduits efficaces, couplage fort entre les parties passives non-linéaires et les parties actives, développement de lois de contrôle adaptées, optimisation du transfert énergétique multiphysique, problèmes de stabilité, ...

À l'aide de modèles phénoménologiques, on cherchera donc à décrire la dynamique de l'ensemble, optimiser les parties actives et passives pour qu'elles fonctionnent en synergie afin d'obtenir un amortissement des vibrations maximal et robuste. Ce pilotage actif pourra être de différents types : variabilité des puits de potentiel, adaptabilité de la non linéarité, adaptabilité du seuil de déclenchement, ... Les dispositifs expérimentaux présents au LaMCoS permettront la fabrication des prototypes ainsi que la validation expérimentale des concepts développés.

Mots-clés : Absorbeurs de vibrations, Dynamique et vibrations non linéaires, Contrôle hybride, Smart structures.

Profil recherché : Master ou diplôme d'ingénieur en Génie Mécanique.

Le/la doctorant.e, de formation génie mécanique aura de solides compétences en vibrations des structures, contrôle des systèmes et en modélisation multiphysique. Il/elle saura travailler dans un contexte partenarial, en interaction avec des industriels, au sein d'une équipe pluridisciplinaire incluant d'autres doctorants.es ainsi que des spécialistes en mécatronique et dynamique non-linéaire.

Localisation : INSA de LYON - LAMCOS CNRS UMR 5259 (Equipe Dynamique et Contrôle des Structures)

Durée : 36 mois **Début :** Novembre/Décembre 2021

Encadrement :

Sébastien BAGUET (MCF HC, INSA Lyon, LAMCOS UMR CNRS 5259)

Simon CHESNE (MCF HdR, INSA Lyon, LAMCOS UMR CNRS 5259)

Claude Henri LAMARQUE (PR, ENTPE, LTDS UMR CNRS 5513)

Alireza TURE SAVADKOOHI (CR, ENTPE, LTDS UMR CNRS 5513)

Ce travail s'inscrit dans le projet HYPE (hybridation et pompage énergétique) financé par l'Institut Carnot Ingénierie@Lyon. Ce projet regroupe deux laboratoires de l'institut Carnot Ingénierie@Lyon : le LaMCoS (INSA de Lyon et CNRS), le LTDS (ENTPE, ECL, ENISE et CNRS).

Le LaMCoS (<http://lamcos.insa-lyon.fr/>) et notamment son équipe DCS (Dynamique et Contrôle des Structures) s'intéresse à la réduction des vibrations par l'utilisation de systèmes passifs ou actifs. Récemment des systèmes hybrides linéaires, combinant le meilleur du passif et de l'actif, ont été développés et testés avec succès. Forte de cette réussite, l'équipe cherche à proposer de nouveaux concepts d'absorbeurs de vibrations innovants en y intégrant des non-linéarités. Ces innovations s'appuient sur une autre compétence avérée de l'équipe en modélisation numérique, calcul de réponse et analyse de bifurcations des systèmes dynamiques non linéaires.

Le LTDS (<http://ltds.ec-lyon.fr/>) via son équipe DySCo (Dynamique des Systèmes Complexes) et l'un de ses groupes (DNLCS : Dynamique Non Linéaire – Contrôle – Systèmes tournants) développe des méthodes de réduction de modèles, des méthodes de contrôle passif en particulier à puits d'énergie non linéaires (NES) et traite aussi bien de dynamique non linéaire stationnaire, que de régimes multi-échelles modulés permettant le façonnage de la dynamique non linéaire pour la localisation d'énergie par couplages non linéaires. Les approches numériques et les méthodes analytiques de conception non linéaire s'accompagnent du développement de prototypes et de démonstrateurs permettant un développement de ses activités de TRL bas à plus élevés (brevets, prototypes in situ).

Pour postuler, veuillez envoyer :

- un curriculum vitae complet
- une lettre de motivation indiquant clairement comment le profil et les compétences du candidat correspondent aux exigences du poste (2 pages maximum)
- les noms et coordonnées de 2 ou 3 personnes de référence (avec les adresses électroniques incluses et le lien avec le candidat)
- les relevés de notes de vos deux dernières années universitaires
- par courrier électronique à Sébastien BAGUET (sebastien.baguet@insa-lyon.fr)
- en CC à Simon CHESNE (simon.chesne@insa-lyon.fr) et Claude Henri LAMARQUE (Claude.Lamarque@entpe.fr)
- en indiquant exactement "Candidature thèse HYPE" dans l'objet

Références :

- [1] A. Vakakis, O. Gendelman, L. Bergman, D. McFarland, G. Kerschen, Y. Lee, *Nonlinear Targeted Energy Transfer in Mechanical and Structural Systems*, Solid Mechanics and Its Applications 156, Springer, Netherlands, Dordrecht, 2009.
- [2] T. Detroux, G. Habib, L. Masset, G. Kerschen, *Performance, robustness and sensitivity analysis of the nonlinear tuned vibration absorber*, Mechanical Systems and Signal Processing, 60–61, 799–809, 2015.
- [3] S. Chesné, G. Inquieté, P. Cranga, F. Legrand, B. Petitjean. *Innovative Hybrid Mass Damper for Dual-Loop Controller Mechanical Systems and Signal Processing*, 115, 514-523, 2019.
- [4] C. Collette and S. Chesné. *Robust hybrid mass damper*. Journal of Sound and Vibration, 375, 19-27, 2016.
- [5] Vaurigaud, B., Ture Savadkoohi, A., and Lamarque, C.-H., Targeted energy transfer with parallel nonlinear energy sinks. part I: Design theory and numerical results. *Nonlinear Dynamics*, 4(66):763–780, 2011.
- [6] C.-H. Lamarque, A. Ture Savadkoohi, S. Charlemagne, *Vibratory control of a linear system by addition of a chain of nonlinear oscillators*, Acta Mechanica, Volume 228, Issue 9, 1, pp 3111-3133, 2017.
- [7] G. Hurel, A. Ture Savadkoohi, C.H. Lamarque, *Passive control of a two degrees-of-freedom pendulum by a non-smooth absorber*, *Nonlinear Dynamics*, 98(4), pp. 3025-3036, 2019.
- [8] C. Grenat, S. Baguet, C.H. Lamarque, R. Dufour, *A multi-parametric recursive continuation method for nonlinear dynamical systems*, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 127, pp. 276-289, 2019.
- [9] L. Xie, S. Baguet, B. Prabel, R. Dufour. *Bifurcation tracking by Harmonic Balance Method for performance tuning of nonlinear dynamical systems*. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 88, 445-461, 2017.