



Institut des Sciences de la Mécanique et Applications Industrielles



## **Proposition de post-doctorat: Contrôle vibratoire passif à l'aide d'un amortisseur magnétique ajustable**

Le contrôle passif des vibrations est un enjeu crucial pour de nombreux problèmes d'ingénierie, allant de l'aéronautique au génie civil. De nombreuses méthodes ont déjà été développées par le passé, depuis l'amortisseur à masse accordée (en anglais TMD pour Tuned-Mass Damper) proposée initialement par Frahm, et dont les paramètres optimaux ont été donnés par Den Hartog [1] et Asami et Nishihara [2]. Au cours de la dernière décennie, des nouvelles idées ont émergées pour le contrôle passif des vibrations en utilisant les voies suivantes : (i) étendre la gamme d'applicabilité du TMD à des structures primaires non linéaires, (ii) utiliser des composantes non linéaires dans la force de rappel de l'absorbeur afin d'étendre la gamme fréquentielle de contrôle optimal. Ces idées nouvelles ont conduit à la définition d'un nouveau concept d'absorbeur appelé NES dans la littérature anglophone pour Nonlinear Energy Sink, caractérisé par l'absence de raideur linéaire (non linéarité essentielle), ce qui permet un transfert irréversible large bande d'énergie [3]. Une autre voie est actuellement explorée, qui consiste à accorder la partie linéaire de l'absorbeur comme un TMD, puis d'ajuster la partie non linéaire afin de contrôler les non linéarités du système primaire. Cet absorbeur encore en développement est appelé NLTVA pour NonLinear Tuned Vibration Absorber, il généralise la méthode des pics égaux de Den Hartog au cas non linéaire [4]. Récemment, une étude s'est penchée sur la possibilité d'introduire une raideur linéaire négative afin d'améliorer les conditions d'opérabilité du NES [5].

Le stage post-doctoral proposé à l'IMSIA à l'ENSTA-Paristech a pour but d'utiliser un absorbeur de vibrations magnétique, possédant la capacité d'ajuster aisément ses caractéristiques au cas étudié. Une première étude a porté sur la conception de cet amortisseur [6]. Elle a permis de montrer qu'une large gamme de raideurs linéaires (positives ou négatives) ainsi que non linéaires (réglage des termes cubiques et quintiques) sont accessibles au sein du même dispositif, à l'aide d'un simple réglage de sa géométrie. L'absorbeur magnétique a été caractérisé statiquement et dynamiquement dans différentes configurations. Un modèle reproduisant son comportement, et fondé sur une expansion multipolaire du champ magnétique, a aussi été établi. Ce nouvel absorbeur magnétique a donc la capacité d'être utilisé en tant que NES, TVA, NLTVA, ou amortisseur bi-stable. Le but du post-doctorat est de l'utiliser désormais en condition réelle, afin de quantifier les meilleurs réglages pour amortir les vibrations d'une structure primaire, ainsi que de documenter et comparer, sur un même cas d'études, les performances relatives des différents réglages possibles, de TVA à amortisseur bi-stable, en terme d'efficacité fréquentielle, absorption dynamique, ... Un montage expérimental complet sera réalisé avec une structure primaire à définir. Le montage de l'amortisseur sera questionné expérimentalement, ainsi que ses réglages optimaux. Une extension au contrôle de l'instabilité de flottement sera aussi envisagée en fin d'étude.

Le candidat devra avoir des connaissances en mécanique vibratoire, identification et dynamique non linéaire, ainsi qu'un penchant pour les techniques expérimentales. Le financement est pour une année à commencer le plus tôt possible à partir d'octobre 2015.

## Contact

Les candidats doivent contacter simultanément par e-mail Cyril Touzé, Jean Boisson and Olivier Doaré, enseignant-chercheurs à l'IMSIA (Institut of Mechanical Sciences and Industrial Applications, `imsia.cnrs.fr`), le laboratoire de Mécanique de l'ENSTA-ParisTech, entité de recherche mixte avec le CNRS, EDF et le CEA (l'ancien nom du laboratoire était UME, Unité de Mécanique : `ume.ensta.fr`):  
`cyril.touze@ensta-paristech.fr`,  
`jean.boisson@ensta-paristech.fr`,  
`olivier.doare@ensta-paristech.fr`

## References

- [1] J.P. Den Hartog : Mechanical vibrations, McGraw-Hill, New-York, 1934.
- [2] T. Asami and O. Nishihara : Closed-form exact solution to the optimization of dynamic vibration absorbers, *Journal of Vibration and Acoustics*, 125, 398-405, 2003.
- [3] A.F. Vakakis, O. Gendelman, L.A. Bergman, D.M. McFarland, G. Kerschen, Y.S.Lee : Nonlinear targeted energy transfer in mechanical and structural systems, Springer, series : solid Mechanics and its applications, 2009.
- [4] G. Habib, T. Detroux, R. Viguié and G. Kerschen: Nonlinear generalization of Den Hartog's equal-peak method, *Mechanical Systems and Signal Processing*, in Press, 2014.
- [5] Romeo F., Sigalov G., Bergman L., Vakakis A.I., Dynamics of a Linear Oscillator Coupled to a Bistable Light Attachment: Numerical Study, *Journal of Computational and Nonlinear Dynamics*, in press, 2014.
- [6] S. Benacchio, A. Malher, J. Boisson, C. Touzé et R. Monchaux, Conception d'un amortisseur de vibrations magnétique à raideurs ajustables, 22<sup>e</sup> Congrès Français de Mécanique, CFM 2015, Lyon, 24-28 Août, 2015.