

## Appel A Projets III : formulaire de candidature

*Il n'est pas indispensable d'utiliser le présent formulaire pour soumettre un projet. Toutefois pour faciliter le travail des rapporteurs, merci de respecter l'architecture générale de ce document pour votre réponse.*

Nom du correspondant : Christophe Vergez (DR CNRS, Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique)

Nom du projet : « GONG, du tintement au chaos » - Développement d'un TP de dynamique non linéaire.

Résumé du projet (5 lignes en anglais) :

Non-linear dynamics is at the heart of sound production in a large variety of musical instrument. Wind instruments (flutes, brasses, woodwinds) relying on self-sustained oscillations are heavily studied at LMA with existing experimental supports. Here, we here aim at developing teaching material to highlight the non-linear behavior of structures when vibrations amplitude become large. Such structures in a musical context correspond percussion instruments such as cymbals or gongs. More precisely, focus is put on the various sounds produced by large gongs, which have proved to display a wide range of behaviours, from linear modal regime to pitch glides or even chaos and wave turbulence.

We only apply for the pedagogical part of the call (see the corresponding page).

Volet(s) complémentaires demandé(s) :  Collaboration internationale  Pédagogie

## Volet complémentaire actions de formation

*Le renforcement du lien formation recherche est un objectif prioritaire de l'IMI. Nous encourageons l'utilisation de résultats de recherche dans des actions de formation. Nous invitons donc les porteurs à proposer une action orientée vers les étudiants développée à partir de leur projet de recherche. Le montant éligible pour cet appel est 5000 euros.*

Nom du porteur : Christophe Vergez (DR CNRS, Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique)

### Nature de l'action envisagée :

*Toute action de formation est éligible. Par exemple : montage d'un TP (indiquer alors comment il s'insère dans les formations) ; projet informatique ou expérimental ; expérience de démonstration ; séquence d'enseignement ...*

*Indiquer obligatoirement le nombre d'heures devant étudiant et le nombre d'étudiants bénéficiant de l'action. Indiquer aussi si cette action est susceptible d'être proposée plusieurs années.*

La demande vise à monter un TP de dynamique non linéaire permettant d'illustrer différents types de régimes d'oscillation : amorti, périodique, quasi-périodique, chaotique. Pour cela nous souhaitons créer une expérience où un gros gong suspendu est forcé sans contact grâce à un électro-aimant. En fonction de l'amplitude du forçage, la réponse du gong est mesurée du point de vue vibratoire par un vibromètre laser ou un capteur de déplacement sans contact, et du point de vue acoustique par un microphone. Les bifurcations entre les différents régimes sont clairement visibles dans les données mesurées, comme le montrent les travaux de Cyril Touzé sur le sujet (cf. ci-dessous) mais peuvent aussi être entendues car elles correspondent à sons produits par le gong qui sont qualitativement différents.

Cette action servira de support à l'UE « systèmes acoustiques non linéaires » du master WAVES (master international Erasmus Mundus). En particulier un TP de 5h est prévu pour tous les étudiants. De plus une étude approfondie de l'expérience sera menée par un groupe d'étudiants dans le cadre du projet (80h) proposé entre les UE « systèmes acoustiques non linéaires » (resp. C. Vergez, P.O. Mattei) et « Aero/Vibro acoustique » (resp. P.O. Mattei).

Cette action sera proposée plusieurs années de suite.

### **Bibliographie et illustrations de l'expérience à reproduire :**

C. Camier, C. Touzé et O. Thomas : Non-linear vibrations of imperfect free-edge circular plates and shells, Eur. J. Mechanics, A/solids, vol. 28(3), pp. 500-515, 2009.

C. Touzé, O. Thomas and M. Amabili : Transition to chaotic vibrations for harmonically forced perfect and imperfect circular plates, International Journal of Non-linear Mechanics, vol. 46(1), 234-246, 2009

C. Touzé : Normal form theory and nonlinear normal modes: Theoretical settings and applications, lecture notes et chapitre de livre, cours du CISM "Modal Analysis of nonlinear mechanical systems", Udine, Italie, 25-29 Juin 2012

M. Ducceschi and C. Touzé: Modal approach for nonlinear vibrations of damped impacted plates: Application to sound synthesis of gongs and cymbals, Journal of Sound and Vibration, vol. 344, 313-331, 2015.

Q-B. Nguyen and C. Touzé : Nonlinear vibrations of thin plates with variable thickness : application to sound synthesis of cymbals, Journal of the Acoustical Society of America, 145(2), 977-988, 2019.

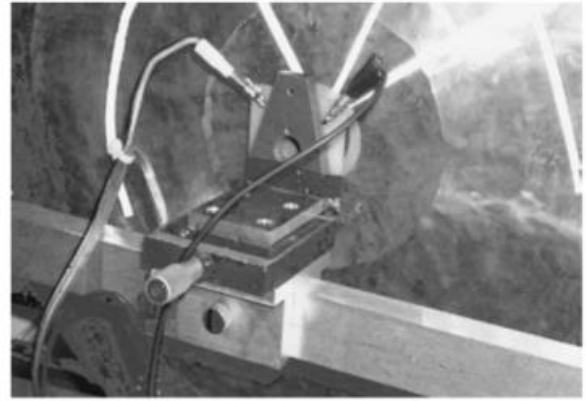


FIG. 2.11 – Photographies du dispositif expérimental et du système d'excitation électromagnétique

