

Transition à la turbulence d'ondes en vibration de plaques minces : rôle des résonances internes

Cyril Touzé¹, Olivier Thomas², Olivier Cadot¹, Stefan Bilbao³ & Michele Ducceschi³

¹ IMSIA, ENSTA ParisTech-CNRS-EDF-CEA, Université Paris Saclay, 828 Boulevard des Maréchaux, Palaiseau, France

² Arts et Métiers ParisTech, LSIS UMR CNRS 7296, 8 Boulevard Louis XIV, 59000 Lille, France

³ Acoustics and Audio Group, James Clerk Maxwell Building, King's Buildings, University of Edinburgh, Edinburgh EH9 3JZ, UK

`cyril.touze@ensta-paristech.fr`

Les vibrations de grande amplitude de plaques minces peuvent donner lieu à des dynamiques complexes et un régime de turbulence d'ondes [1,2]. Une fois la turbulence établie, les non-linéarités cubiques dominent et permettent d'expliquer la dynamique spectrale en régime permanent et transitoire [2,3]. Cependant, lors de la transition à la turbulence, les résonances internes entre fréquences propres jouent un rôle essentiel afin de redistribuer l'énergie injectée sur un sous-ensemble petit de modes propres. Les observations expérimentales montrent alors la prédominance des non-linéarités quadratiques impliquant des relations de résonance interne d'ordre deux [4]. Ces non-linéarités proviennent des imperfections de forme inévitables dans les plaques réelles. En effet, le modèle de von Kármán pour les plaques minces parfaites fait apparaître une raideur non linéaire symétrique par rapport au plan moyen et donc nécessairement cubique.

Après avoir montré des résultats expérimentaux et rappelé le schéma de transition à la turbulence observé dans les vibrations forcées de plaques minces, des modèles analytiques simples seront exposés afin de bien comprendre comment les couplages non linéaires permettent d'activer les échanges d'énergie entre modes en relation de résonance interne. On s'attachera en particulier à montrer les mécanismes sur des relations d'ordre deux pour le cas des résonances internes de type 1:2, 1:1:2, 1:2:2 et 1:2:4 [5,6].

Références

1. G. DÜRING, C. JOSSERAND, S. RICA, Weak turbulence for a vibrating plate : can one hear a Kolmogorov spectrum ? *Phys. Rev. Lett.*, **97** (025503), 2006.
2. O. CADOT, M. DUCCESCHI, T. HUMBERT, B. MIQUEL, N. MORDANT, C. JOSSERAND AND C. TOUZÉ, Wave turbulence in vibrating plates, Handbook of Applications of Chaos theory, C. Skiadas, Editor, Chapman and Hall/CRC, ISBN 9781466590434, 2016.
3. M. DUCCESCHI, O. CADOT, C. TOUZÉ AND S. BILBAO, Dynamics of the wave turbulence spectrum in vibrating plates : A numerical investigation using a conservative finite difference scheme, *Physica D*, **280-281**, 73-85, 2014.
4. C. TOUZÉ, S. BILBAO AND O. CADOT, Transition scenario to turbulence in thin vibrating plates, *Journal of Sound and Vibration*, **331**(2), 412-433, 2012.
5. O. THOMAS, C. TOUZÉ AND A. CHAIGNE, Non-linear vibrations of free-edge thin spherical shells : modal interaction rules and 1:1:2 internal resonance , *International Journal of Solids and Structures*, **42**(11-12), 3339-3373, 2005.
6. M. MONTEIL, C. TOUZÉ, O. THOMAS AND S. BENACCHIO, Nonlinear forced vibrations of thin structures with tuned eigenfrequencies : the cases of 1:2:4 and 1:2:2 internal resonances, *Nonlinear Dynamics*, **75**(1-2), 175-200, 2014.