Reconstruction de défauts dans les plaques élastiques en utilisant des fréquences locallement résonnantes

Éric BONNETIER, Institut Fourier, Université Grenoble Alpes - Grenoble

Angèle NICLAS, Institut Camille Jordan, École Centrale de Lyon - Lyon

Laurent SEPPECHER, Institut Camille Jordan, École Centrale de Lyon - Lyon

Grégory VIAL, Institut Camille Jordan, École Centrale de Lyon - Lyon

La reconstruction de défauts dans les guides d'ondes est un enjeux important du contrôle non destructif des structures. Nos travaux se basent sur des expériences menées à l'Institut Langevin dans le but de reconstruire des défauts d'épaisseur dans différentes plaques en utilisant des sources multifréquencielles [1]. Contrairement aux méthodes usuelles de back-scattering qui évitent les fréquences de coupures de la plaque, la méthode que nous avons développé les utilise pour reconstruire avec une très grande précision les variations lentes d'épaisseur.

Dans une plaque élastique de hauteur lentement variable, le champ de déplacement élastique peut se décomposer en une somme d'ondes, dites de Lamb [3]. Nous avons montré que chaque coefficient de cette décomposition est solution d'une EDP de dimension 1 très proche de l'équation de Schrödinger. En utilisant les travaux de physique quantique sur l'effet tunnel, nous avons pu approcher très précisément le comportement des ondes près des fréquences localement résonnantes de la plaque [2], comme représenté en Figure 1.

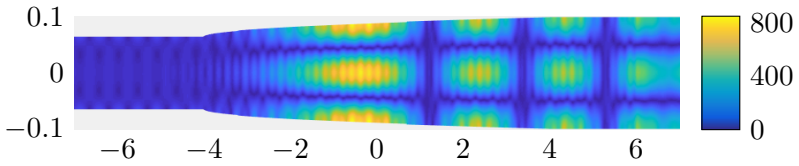

FIGURE 1 – Représentation de $|\boldsymbol{u}_1|$ à une fréquence localement résonante dans un guide d'onde élastique de hauteur variable.

En utilisant la forme très particulière de ces ondes, nous avons développé un algorithme permettant de reconstruire la hauteur d'une plaque en utilisant les mesures des ondes à sa surface pour différentes fréquences localement résonnantes. Nous présenterons le calcul de l'erreur commise par notre algorithme, et les différentes reconstructions de la hauteur de la plaque obtenues pour une implémentation de l'algorithme sur des données générées par éléments finis. Nous comparerons également ces reconstructions avec la littérature existante, et montrerons que dans le cas de défauts lentement variables, la précision et le temps de calcul sont améliorés. Ce cadre théorique simule très bien les expériences menées à l'Institut Langevin [1], et devrait permettre très prochainement des tests sur données réelles.

[1] O. Balogun, T. W. Murray, C. Prada. *Simulation and measurement of the optical excitation of the s1 zgv lamb wave resonance in plates.* Journal of Applied Physics, **102(6)**, 064914, 2007.

[2] E. Bonnetier, A. Niclas, L. Seppecher, G. Vial. *The helmholtz problem in slowly varying waveguides at locally resonant frequencies.* submitted in Wave Motion, 2022.

[3] V. Pagneux, A. Maurel. *Lamb wave propagation in elastic waveguides with variable thickness.* Proceedings of the Royal Society A, **462(2068)**, 1315–1339, 2006.

Contact : `angele.niclas@ec-lyon.fr`