

---

# Solveur numérique générique pour la modélisation de l'influence des contraintes mécaniques sur la propagation des ondes guidées pour les applications SHM

André Dalmora<sup>1,2,3</sup>, Alexandre Imperiale<sup>1</sup>, Sébastien Imperiale<sup>2,3</sup>, Philippe Moireau<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Université Paris-Saclay, CEA, List, F-91120, Palaiseau, France

<sup>2</sup> Inria, Project-Team M $\Xi$ DISIM, Inria Saclay-Île-de-France, 91128 Palaiseau, France

<sup>3</sup> LMS, Ecole Polytechnique, CNRS, Institut Polytechnique de Paris, 91128 Palaiseau, France

Dans les applications industrielles de pointe, l'évaluation de l'intégrité des structures est un aspect important des exigences de sécurité. Cependant, l'application des méthodes classiques d'évaluation non destructive (END) peut être coûteuse et entraîne généralement des interruptions d'activité. Pour surmonter ces inconvénients, le *Structural Health Monitoring* (SHM) propose d'utiliser des capteurs et des unités de traitement du signal *in situ*. Les ondes ultrasonores guidées constituent l'un des moyens de mettre en œuvre les systèmes SHM. Elles peuvent être utilisées pour évaluer les caractéristiques internes du matériau, telles que ses propriétés et ses défauts. Les performances d'une solution SHM sont affectées par les conditions opérationnelles et en particulier les contraintes mécaniques et il est donc important de prédire l'influence pour l'interprétation des signaux ou la démonstration de performance et la conception des systèmes. Un exemple typique est celui des charges opérationnelles induisant de grandes déformations et par conséquent des contraintes internes qui entraînent des changements dans la propagation des ondes. Dans ce contexte, il est important que les efforts de modélisation de la propagation des ondes prennent en compte ces phénomènes.

L'objectif de notre travail est de proposer un modèle, et les méthodes numériques correspondantes, pour la propagation élastique des ondes dans un milieu précontraint. Comme les structures considérées sont généralement minces, nous utilisons une formulation de coque pour la mécanique non linéaire pour résoudre le problème statique, représentant les effets du chargement de la structure. Le déplacement calculé est ensuite transmis à la méthode des éléments finis spectraux (SFEM) pour résoudre le problème élastodynamique linéarisé dans le domaine temporel, représentant la propagation des ondes. Au-delà de la modélisation directe nous visons à utiliser ces outils dans les boucles d'inversion pour la reconstruction de la contrainte mécanique à partir de mesures ultrasonores avec capteurs traditionnels. Le modèle s'applique de la même façon à des configurations SHM ou à des configurations d'END et il a pour vocation d'enrichir la plateforme CIVA.

---