**Suivi de santé structurale sur structures architecturées par techniques en ondes guidées**

Résumé:

Dans de nombreux secteurs d'activités, il est nécessaire de vérifier la qualité et l'intégrité des pièces et des structures au stade de leur fabrication puis au cours de leur exploitation.
Un grand nombre de techniques d'inspection, s'inspirant de domaines variés de la physique, ont émergé au fil du temps. Parmi ces techniques, celles basées sur la propagation des ondes guidées offrent une voie prometteuse. Ces techniques, malgré leurs attraits, présentent des enjeux scientifiques et applicatifs très importants. Elles sont également rendues plus difficiles par la démocratisation des matériaux composites et/ou de métastructures. Ces nouvelles architectures permettent d'atteindre des propriétés particulières par rapport aux matériaux classiques, mais au prix d'une complexité accrue.

Le travail de cette thèse porte sur l'étude des caractéristiques de dispersion des ondes dans des structures bidimensionnelles, leur identification et leur application à la caractérisation paramétrique et à la détection de défauts.

Les caractéristiques de dispersion des ondes fournissent beaucoup d'informations sur le comportement mécanique d'une structure, à la fois sur les aspects liés à la propagation de l'énergie qu'aux propriétés d'atténuation.
Ces deux dernières décennies, de nombreuses méthodes inverses ont été développées pour identifier les nombres d'onde et k-spaces à partir de champs physiques mesurables.
Dans ce contexte, une étude comparative entre plusieurs de ces approches, met en lumière leurs avantages et leurs limitations respectives.

Pour pallier à certaines des limitations identifiées, une nouvelle méthode k-space, basée sur l'identification algébrique est développée. Cette méthode a pour caractéristiques principales de présenter une grande robustesse aux diverses incertitudes et une bonne précision pour l'extraction des k-spaces de structures complexes, même à relativement basses fréquences. %Ses performances sont validées

Ensuite, une procédure d'identification de paramètres à l'aide des caractéristiques de dispersion est présentée. Cette procédure, adaptée à des équations de propagation d'onde sur des domaines bidimensionnels, permet une identification des coefficients en fonction de la fréquence. Elle consiste à comparer une formulation analytique des k-spaces à des k-spaces de référence calculés sur les champs solutions en utilisant les méthodes k-spaces identifiées comme les plus adaptées et la nouvelle méthode développée.

Enfin, une étude sur l'effet de la présence d'un défaut sur les caractéristiques de dispersion estimées par méthodes k-space est conduite, démontrant la possibilité d'utiliser une telle approche. Cette approche est ensuite déclinée en une procédure de localisation de défaut.

Mots clés:
k-space, Structures périodiques, Propagation d'ondes, Méthodes inverses, Détection de défauts

**Structural health monitoring of architectural structures using guided wave techniques**

Abstract:

In many industrial sectors, it is necessary to check the quality and integrity of parts and structures at the manufacturing stage and then during operation.
Many inspection techniques have emerged over the years, based on various domains of physics. Among these techniques, those based on guided wave propagation offer a promising way forward. Despite their appeal, these techniques present very significant scientific and application challenges. They are also made more difficult by the democratisation of composite materials and/or metastructures. These new architectures make it possible to achieve specific properties compared with conventional materials, but at the cost of an increased complexity.

The work in this thesis concerns the study of wave dispersion characteristics in two-dimensional structures, their identification and their application to parametric characterisation and defect detection.

Wave dispersion characteristics provide a lot of information about the mechanical behaviour of a structure, both in terms of energy propagation and attenuation properties.
Over the last two decades, numerous inverse methods have been developed to identify wave numbers and k-spaces from measurable physical fields.
In this context, a comparative study of several of these approaches highlights their respective advantages and limitations.

To overcome some of the limitations identified, a new k-space method based on algebraic identification has been developed. The main features of this method are its robustness to various uncertainties and its good accuracy in extracting k-spaces from complex structures, even at relatively low frequencies.

Next, a procedure for identifying parameters using dispersion characteristics is presented. This procedure, adapted to wave propagation equations on two-dimensional domains, enables coefficients to be identified as a function of frequency. It consists of comparing an analytical formulation of the k-spaces with reference k-spaces calculated from the solution fields using the k-space methods identified as the most suitable and the new method developed.

Finally, a study of the effect of the presence of a defect on the dispersion characteristics estimated by k-space methods is carried out, demonstrating the possibility of using such an approach. This approach has then been modified into a defect location procedure.

Keywords:
k-space, Periodic structures, Wave propagation, Inverse methods, Defect detection