



Equipe Dynamique des Structures et Identification



Proposition de sujet de thèse

Ondelettes et POD pour le non linéaire (bourses co-financées ENPC-CNRS libanais)

Unité technique **UR Navier**

Directeur de thèse : **Nelly POINT** Conservatoire National des Arts et Métiers

Tel : 01 58 80 25 43 - E-mail : nelly.point@cnam.fr

Université Paris Est - UR Navier - Ecole des Ponts Paris Tech

tel : 01 64 15 37 40 - E-mail : nelly.point@enpc.fr

Pierre ARGOUL Université Paris Est - UR Navier - Ecole des Ponts Paris Tech

Tél. : 01 64 15 37 24 E-mail : pierre.argoul@enpc.fr

Co-directeurs de thèse : T.Sayah (USJ-FS) J.Bodgi (USJ-FS)

Ecole doctorale : **SIE**

Etablissement d'inscription : **Université ParisEst**

Description détaillée du sujet :

Depuis quelques années, pour le calcul des structures non linéaires émergent plusieurs notions de modes non linéaires en particulier pour la réduction de modèles. Trois approches complémentaires existent pour les définir et les calculer:

- les méthodes d'équilibrage harmonique,
- les méthodes par continuation d'orbites périodiques,
- les approches amplitude/phase.

On trouve aussi la décomposition orthogonale propre (POD) qui est une technique d'analyse de données multidimensionnelle pour extraire une structure cohérente (optimale en terme d'énergie) à partir de la donnée d'une série temporelle. Plus généralement, ses fondements mathématiques reposent sur l'existence de bases orthogonales optimales de décomposition dans les espaces de Hilbert.

Par ailleurs, l'analyse en ondelettes continue (TOC) permet de trouver l'évolution temporelle des fréquences propres d'un système non-linéaire (la TOC a été utilisée dans l'Equipe de Dynamique des Structures et Identification dans différents problèmes d'identification de paramètres en dynamique des structures).

La POD a été utilisée en régime statique et en dynamique, dans le domaine temporel. Il serait intéressant de l'utiliser dans le domaine fréquentiel et plus généralement dans le domaine temps-fréquence

Il serait aussi intéressant de l'utiliser pour des modèles présentant des non-linéarités de type élastoplastiques ou hystérétiques.

Le but de cette thèse sera de voir sur un exemple « simple » de non-linéarité comment les résultats obtenus à partir de données expérimentales par l'analyse en ondelettes peuvent compléter les résultats donnés par la décomposition orthogonale propre.

Parallèlement une analyse de type amplitude/phase sera menée sur le modèle hystérétique correspondant au voisinage d'un point fixe (c'est à dire pour de petites amplitudes)

Plan prévisionnel de la thèse

- Etude bibliographique des différentes approches.
- Appropriation de la méthode POD
- Appropriation de la transformée en ondelettes continue
- Prise en main du code de calcul existant pour la TOC

en parallèle

- Analyse module phase d'un système hystérétique simple
- Simulation numérique de données
- Traitement des données numériques

enfin

- Analyse des résultats obtenus par POD et TOC
- Proposition d'amélioration des procédures
- Comparaison avec l'analyse théorique amplitude /phase
- Rédaction de la thèse.

Techniques à mettre en oeuvre :

- Analyse temps-fréquence et transformée en ondelettes continue (TOC)
- Décomposition orthogonale propre (POD)
- Réduction non linéaire (NNM Nonlinear Normal Modes)

Profil du candidat

Formation :

- Master de dynamique des structures
- ou Master de calcul scientifique

Spécificités souhaitées

- connaissances en
 - mécanique non-linéaire
 - analyse temps-fréquence
 - programmation
 - éléments finis