

## SOUTENANCE DE THESE – Jean-Lou PFISTER

Mercredi 12 Juin 2019 à 14h00 - Salle AY 02-63 à l'ONERA Meudon

**Instabilités et optimisation de structures élastiques en interaction avec des écoulements laminaires**

Devant le jury composé de :

- **Directeur de Thèse :**
  - ✓ Denis SIPP, Directeur de Recherche, ONERA, France
- **Encadrant de Thèse :**
  - ✓ Olivier MARQUET, Maître de Recherche, ONERA, France
- **Rapporteurs :**
  - ✓ Matthew JUNIPER, Professor, University of Cambridge
  - ✓ Thomas WICK, Professor, Leibniz Universität Hannover
- **Examineurs :**
  - ✓ Emmanuel DE LANGRE, Professeur, Ecole Polytechnique, LadHyx, France
  - ✓ François GALLAIRE, Professeur associé, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
  - ✓ David FABRE, Maître de Conférence, Université Paul Sabatier/IMFT, France

**Résumé :**

De grandes déformations statiques et dynamiques surviennent lorsque des solides élastiques interagissent avec des écoulements visqueux. Des approches modales linéarisées sont utiles pour identifier les instabilités hydro-élastiques à l'origine des vibrations. Les objectifs de cette thèse sont de développer et d'appliquer des méthodes pour décrire la dynamique linéaire puis pour optimiser les propriétés du solide afin de contrôler cette dynamique.

Une première partie de cette thèse présente les méthodes développées pour étudier la dynamique linéaire de perturbations fluide-solide autour d'états stationnaires non linéaires. Deux analyses sont envisagées : une analyse aux valeurs propres permet d'étudier des instabilités fluides-solides auto-entretenues, tandis qu'une analyse de résolvant permet de déterminer la réponse linéaire du système à des forçages externes.

Une seconde partie est consacrée à l'analyse et au contrôle des vibrations sur un problème modèle constitué d'une plaque flexible attachée en aval d'un cylindre rigide. L'analyse aux valeurs propres permet d'identifier des modes propres fluide-solide qui décrivent des mécanismes de divergence et de *vortex-induced vibrations*, tandis que des simulations temporelles permettent d'explicitement les interactions non linéaires entre les modes instables. En second lieu, une optimisation de forme du corps rigide supportant la plaque élastique est proposée pour contrôler les modes instables. On peut alors stabiliser les modes, ou bien modifier leur fréquence d'oscillation.

Enfin, on s'intéresse au délai de la transition laminaire/turbulent d'une couche limite à l'aide de revêtements viscoélastiques. L'analyse de résolvant met en évidence une atténuation des ondes de Tollmien-Schlichting lorsque la rigidité du revêtement diminue. L'analyse aux valeurs propres montre en revanche que des modes à plus haute fréquence sont alors déstabilisés. Une stratégie pour optimiser la répartition de la rigidité du revêtement vis-à-vis de l'amplification des deux types d'instabilités est finalement proposée, qui permet à la fois d'atténuer les ondes de Tollmien-Schlichting basse-fréquence et de limiter le développement des instabilités haute-fréquence.

**Mots clés** : interaction fluide-structure, instabilités linéaires, optimisation