Centrale Méditerranée

Proposition de sujet d'alternance recherche 1A
2026-27

| | | | |
|---|---|---|---|
| Laboratoire: | Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique | | |
| Titre du sujet : | Stabilité des milieux modulés en temps | | |
| Candidat* : | | | |
| Encadrement **: | Premier tuteur | Second tuteur | Troisième tuteur |
| Nom : | Darche | Vanel | Lombard |
| Prénom : | Michael | Alice | Bruno |
| Qualité *** : | ATER | Chargée de Recherches CNRS | Directeur de Recherches CNRS |
| Localisation : | LMA/ECM | Institut Fresnel | LMA |
| Coordonnées *(e-mail/tel)* | darche@lma.cnrs-mrs.fr 0632556669 | alice.vanel@fresnel.fr | lombard@lma.cnrs-mrs.fr |
| Déplacements possibles **** : | Institut Fresnel | | |

** si vous avez déjà accepté un alternant recherche*
*** un co-encadrement est possible.*
**** l'encadrement devra être assuré de préférence par au moins un permanent du laboratoire, au minimum titulaire d'un Doctorat.*
***** au cas ou dans le cadre de son travail l'alternant serait amené à se déplacer vers un second laboratoire.*

**Descriptif du sujet et de la mission :**

**Contexte**

Un pendule paramétrique modulé est un pendule dont certains paramètres géométriques (longueur, position du point d'ancrage) sont modulés. Un exemple connu est le pendule inversé de Kapitza, dont le centre de rotation oscille verticalement, et qui possède des positions d'équilibre non-conventionnelles. L'équation de Mathieu [1] permet de décrire son comportement et notamment de déterminer des zones de stabilité et d'instabilité en fonction des paramètres de modulation.

Pour un milieu continu, il est possible de se ramener au même problème en considérant un module d'Young homogène en espace mais variable en temps. La simulation numérique de la propagation d'onde dans un tel milieu montre effectivement des régimes où une amplification paramétrique se produit, comparable à une région instable (Figure 1).

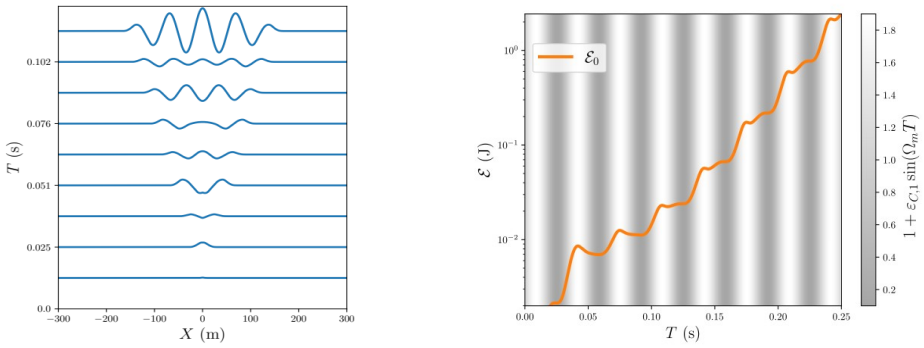



*Figure 1: Gauche: amplification d'une onde dans un milieu modulé en temps. Droite: évolution de l'energie (le fond représente la modulation des paramètres au cours du temps)*

La modulation des autres paramètres (masse volumique, dissipation) modifient la classe d'équation [2] et l'objectif de cette alternance est de caractériser théoriquement les diagrammes de stabilité et de les lier aux simulations numériques de tels milieux.

**Plan**

Dans ce travail, on propose d'étudier une généralisation des problèmes de stabilité de systèmes mécaniques. Les étapes suivantes sont envisagées :

- Modélisation du pendule simple puis du pendule modulé
- Passage aux milieux continus avec la modulation du module d'Young
- Modélisation numérique de milieux modulés en temps
- Généralisation du problème de stabilité à la modulation des autres paramètres
- Détermination d'une atténuation optimale contrebalançant l'amplification paramétrique

**Compétences et domaines**

- Méthode numériques pour la propagation d'ondes
- Analyses d'équations différentielles à coefficient modulés en temps
- Mécanique et vibrations

**Références**

[1] I. Kovacic, R. Rand, S.M. Sah, Mathieu's equation and its generalizations: overview of stability charts and their features, Applied Mechanics Reviews 70 (2018), 020802.
[2] R.H. Rand, Lecture Notes on Nonlinear Vibrations (Version 53), Cornell University, Ithaca, 2017

*Validation pour mise en ligne ECM :*