

## RESUME DE THESE DE DOCTORAT

**Discipline :** *Sciences Physiques de l'Ingénieur*

**UFR :** *Sciences Physiques de l'Ingénieur*

**Responsable de l'UFR :** *Pr. M. BENNOUNA*

**Directeur de thèse :** *Pr. L. AZRAR*

**Nom du candidat :** *Zoubir EL FELSOUFI*

---

**Titre de la thèse :**

« *Vibrations, flambage et instabilités statique et dynamique des poutres par la méthode des équations intégrales* »

---

**Résumé :**

Ce travail de thèse présente une modélisation mathématique et une méthodologie de résolution numérique basées sur la méthode des équations intégrales pour l'étude des stabilités statique et dynamique des poutres. Le modèle mathématique, basé sur le principe d'Euler-Bernoulli, est établi pour les poutres à section variable sur fondation viscoélastique soumises à une excitation latérale et aux charges suiveuses. En utilisant la solution fondamentale de l'opérateur de base et les fonctions de base radiale, l'équation aux dérivées partielles gouvernant le mouvement est transformée en un système algèbro-différentiel pour la déflexion, la courbure, le moment et l'effort tranchant. Une formulation compacte tenant compte d'un grand nombre de paramètres influençant les instabilités de la poutre a été établie. Une méthodologie de résolution numérique basée sur la Méthode des Eléments de Frontière (Boundary Elements Method, BEM) et les Fonctions de Bases Radiales (Radial Basis Functions, RBF) a été élaborée.

L'analyse de la stabilité est basée sur la dépendance charge-fréquence, le critère de coalescence et sur les courbes de réponse. Les études du flambage, flottement et vibrations des poutres uniforme ou à section variable sont élaborées. Différents types de charges subtangentielle ont été considérés pour les différents paramètres de charge, d'amortissements internes et visqueux et pour diverses positions et module de fondations élastiques concentrées. La charge de flottement et les régions d'instabilité en fonction des différents paramètres sont identifiées. Les effets d'amortissements internes et visqueux sur la charge de flottement critique sont examinés séparément et les effets relatifs sont évalués. Les réponses dynamiques, suite à une impulsion, avant, près et après le flottement sont examinées. Des résultats numériques complets sur l'analyse de flottement sont donnés et discutés.

Pour l'analyse du comportement non linéaire du post flambage et des vibrations non linéaires, une méthode multi-mode est développée et est basée sur les modes de flambage et de vibration numériquement calculés. Une formulation mathématique basée sur les bases radiales a aussi été développée. Des modèles simplifiés de charge – amplitude et fréquence – amplitude tenant compte de différents paramètres influençant le comportement dynamique ont été donnés. Une application aux tubes à écoulement fluides et particulièrement les gazoducs a été présentée. Les paramètres du fluide telles que la pression et la vitesse du tube (matériaux et géométrie) et ceux liés au relief géographique du terrain sont pris en considération et l'analyse de la stabilité statique et dynamique des tubes à écoulement fluide a été élaborée. Des résultats numériques ont été donnés pour un cas réel de tronçons de gazoduc.

**Mots clés** : BEM, RBF, IEF, Post flambage, Vibration, non linéaire, Flottement, flutter, fondation, viscoélastique, charge subtangentielle, poutre, tube, écoulement fluide, réponse dynamique, Gazoduc.