

Travail de Fin d'Etudes : Modélisation des vibrations latérales des passerelles sous l'effet des piétons

Auteur : Lô, Ismaël

Promoteur(s) : Denoel, Vincent

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil des constructions, à finalité spécialisée en "civil engineering"

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/9049>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Modélisation des vibration latérales des passerelles sous l'effet des piétons

Interaction piéton-structure

Ismaël Lô

Promoteur : Vincent Denoël

Master Ingénieur Civil des Constructions
Année académique 2019-2020

Résumé

L'utilisation de matériaux à haute performance et le développement des méthodes de calcul par ordinateur permettent aux ingénieurs de concevoir des passerelles de plus en plus légères et élancées. Ces structures sont de plus en plus flexibles et possèdent souvent une ou plusieurs fréquences propres dans le domaine des fréquences des sollicitations résultant l'activité humaine. De plus, l'amortissement structurel est souvent faible, ce qui les rend sensibles aux sollicitations induites par le passage de piétons. La force latérale engendrée par la marche de piétons peut conduire à des vibrations d'amplitude importante et l'on peut observer une interaction (*synchronization*) entre les piétons et la structure.

Ce travail investigate ce phénomène d'interaction piéton-structure. Un premier modèle considérant un seul mode est d'abord étudié, modélisant le piéton par un oscillateur de Van der Pol. Une analyse à échelles multiples permet de montrer que la réponse est gouvernée par un groupe adimensionnel \mathcal{D} , fonction de la masse du piéton, de la masse modale et de l'amortissement structurel. Par la suite, l'influence d'un second mode de vibration est étudiée en ajoutant un degré de liberté supplémentaire à la structure. L'analyse à échelles multiples démontre dans ce cas-ci que la réponse est gouvernée par deux groupes adimensionnels \mathcal{D}_I et \mathcal{D}_{II} , fonction de la masse du piéton, des masses modales des deux modes considérées, de l'amortissement structurel mais également de la différence de fréquence entre les fréquences propres de chacun des modes. Finalement, une application sur une passerelle réelle est étudiée en considérant la passerelle de Mantes-la-Jolie - Limay en région parisienne.

Abstract

The use of high strength materials and the development of computer methods allow engineers to design lighter and more slender footbridges. These structures are more and more flexible and often have one or more natural frequencies in the range of the loading frequencies due to human activity. Furthermore, the structural damping is often low, which make them sensitive to human-induced loading. The lateral force resulting from human walking may lead to large amplitude vibrations and one can observe an interaction (*synchronization*) between the pedestrians and the structure.

This work investigates the human-structure interaction. Firstly, a single mode model is studied modeling the pedestrian, with a Van der Pol oscillator. A multiple scale analysis shows that the response is governed by a dimensionless group \mathcal{D} , expressed as a function of the mass of the pedestrian, the modal mass and the structural damping. Afterwards, the influence of a second mode of vibrations is analyzed by adding an additional degree of freedom to the structure. The multiple scale analysis shows in this case that the response is governed by two dimensionless groups \mathcal{D}_I and \mathcal{D}_{II} , expressed as a function of the mass of the pedestrian, the modal masses of the two considered modes, the structural damping and the frequency detuning between the two modes. Eventually, a case study is analyzed considering the Mantes-la-Jolie – Limay footbridge near Paris.