

## Identification of pedestrian loads on a very flexible footbridge

**Auteur :** Cancelinha Da Costa, Veronica

**Promoteur(s) :** Denoel, Vincent

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

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

**Année académique :** 2020-2021

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/11528>

---

### *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.*

---

# Abstract

**Title:** Identification of pedestrian loads on a very flexible footbridge

**Author:** Veronica Cancelinha da Costa

**Academic year:** 2020-2021

**Supervisor:** Vincent Denoël

**Branch:** Civil Engineering

The pedestrian loading on civil engineering structures is usually determined by using equivalent load models or by directly measuring the imposed forces on a rigid floor. Direct measurements are however costly and often only feasible in the laboratory. Additionally, a pedestrian that moves on a flexible bridge tends to adapt to the bridge motion and the load models currently available are therefore no longer valid. The objective of this thesis is to use an inverse dynamic technique to identify the actual loading based on measured vibrations.

The acceleration measurements are carried out on the Geierlay footbridge in Germany. These are then analysed to determine the modal properties of the structure, such as the natural frequencies and the damping ratios.

A joint input-state estimation algorithm is used to identify the pedestrian load, knowing the output accelerations. Before applying this inverse force identification technique to the real-world example, it is validated by two academic test cases. The first one is a 7m long, simply-supported concrete slab, such as in K. Van Nimmen et al. 'Inverse identification of pedestrian-induced loads' (ISMA, 2016), where the modal properties are already given as well as the resulting modal load. The influence of different parameters is also analysed. The second example is the extension of the former, by using the Geierlays length and its modal properties.

The method is then applied to the Geierlay footbridge using the measured accelerations. Finally, the results are compared to existing load models with the goal to propose improvements.

# Résumé

**Titre:** Identification des charges piétonnes sur une passerelle très flexible

**Auteur:** Veronica Cancelinha da Costa

**Année académique:** 2020-2021

**Promoteur:** Vincent Denoël

**Section:** Ingénieur Civil des Constructions

Les charges piétonnes sur les ouvrages du génie civil sont généralement déterminées en utilisant des modèles de chargement équivalents ou en mesurant directement les efforts imposés sur un sol rigide. Cependant, les mesures directes sont souvent coûteuses et uniquement réalisables en laboratoire. De plus, un piéton qui se déplace sur un pont flexible a tendance à s'adapter au mouvement du pont et les modèles de chargement actuellement disponibles ne sont donc plus valables. L'objectif de cette thèse est d'utiliser une méthode d'analyse dynamique inverse afin d'identifier les charges réelles en se basant sur des vibrations mesurées.

Les mesures d'accélération sont réalisées sur la passerelle Geierlay en Allemagne. Celles-ci sont ensuite analysées pour déterminer les propriétés modales de la structure, telles que les fréquences propres et l'amortissement.

Un algorithme appelé 'Joint input-estimation algorithm' est ensuite utilisé. Celui-ci permet d'identifier les états et l'entrée du système en connaissant les accélérations sortantes. Avant d'appliquer cette technique d'identification inverse à un exemple du monde réel, celle-ci est d'abord validée à travers deux cas tests. Pour le premier, il s'agit d'une dalle en béton sur deux appuis simples, qui fait 7m de long, comme celle dans K. Van Nimmen et al. «Inverse identification of pedestrian-induced loads» (ISMA, 2016), où les propriétés modales sont données, ainsi que la charge modale obtenue. L'influence de différents paramètres est également analysée. Le deuxième cas test est l'extension du premier, en utilisant la longueur du Geierlay et ses propriétés modales.

La méthode est ensuite appliquée à la passerelle Geierlay à partir des accélérations mesurées sur site. Enfin, les résultats sont comparés aux valeurs données par les modèles de chargement existants dans le but de proposer des améliorations.