

## Adaptation des règles européennes au calcul de cheminées autoportantes

**Auteur :** Neven, Sophie

**Promoteur(s) :** Jaspard, Jean-Pierre; Demonceau, Jean-Francois

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

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

**Année académique :** 2017-2018

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/4683>

---

### *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.*

---

# Adaptation des règles européennes au calcul de cheminées autoportantes

En collaboration avec la société Drever International s.a.

Auteur : Sophie Neven

Promoteurs : Jean-Pierre Jaspard, Jean-François Demonceau

Section : Ingénieur Civil des Constructions

Université de Liège - Faculté des Sciences Appliquées

Année académique 2017-2018

## Résumé

Ce travail a été demandé par la société Drever International S.A. dans le but de clarifier et automatiser le dimensionnement de leurs cheminées métalliques autoportantes. Quatre objectifs sont visés : l'analyse approfondie des étapes du dimensionnement des cheminées, basé sur les normes européennes, et prenant en compte les spécificités relatives à leurs structures ; la création d'un code de calcul automatisant le dimensionnement ; l'analyse critique des normes européennes utilisées ; et l'établissement de conseils, résultant d'études paramétriques, pour guider le choix du diamètre et des épaisseurs lors du pré-dimensionnement. Le code de calcul est réalisé dans le programme Matlab.

Ces objectifs sont atteints via l'établissement d'un modèle d'éléments finis prenant en compte les températures élevées de l'enveloppe structurale. Ensuite, les charges appliquées sont déterminées et ajoutées au modèle pour réaliser l'analyse. Celle-ci est faite à l'aide du logiciel BeamZ. Il effectue une analyse élastique linéaire au premier ordre, mais il a été décidé d'ajouter des corrections à cette analyse, pour considérer le second ordre. Ensuite, toutes les vérifications sont réalisées en suivant les recommandations des normes européennes. Le programme réalisé est alors utilisé sur un cas d'étude permettant d'évaluer les ordres de grandeur obtenus. Il apparaît que ce cas d'étude n'est en fait pas vérifié, dû à l'action trop importante des tourbillons de Von Karman. La création de ce logiciel et l'analyse de la méthode de dimensionnement proposée par l'Eurocode ont mis en évidence certaines incohérences, lacunes et failles présentes dans cette norme.

L'analyse du cas d'étude amène à la conclusion qu'un amortisseur doit être ajouté à la structure, pour atténuer les vibrations dans la direction perpendiculaire au vent. Les études paramétriques permettent de conseiller un petit diamètre pour diminuer les efforts en base et une épaisseur plus importante pour assurer des déplacements raisonnables. Ces études sont également utilisées pour analyser la validité d'une formule approchée, fournie dans la norme, permettant de calculer la fréquence propre des cheminées.

## Abstract

This work was requested by the company Drever International S.A. in order to clarify and automate the design of their self-supporting metal chimneys. Four objectives are targeted: an in-depth analysis of the chimney designing steps, based on European standards, and taking into account the specificities relative to their structures; the creation of a calculation code making the design automatic; the critical analysis of the European standards used; and the establishment of advice, resulting from parametric studies, to guide the choice of diameter and thicknesses during pre-design. The calculation code is made in Matlab.

These goals are achieved through the establishment of a finite element model taking into account the high temperatures of the structural envelope. Then the applied loads are determined and added to the model to perform the analysis. This is done using the BeamZ software. It performs a first order linear elastic analysis, but it was decided to add corrections to this analysis, to consider the second order. After that, all the checks are carried out following the recommendations of European standards. The realized program is then used on a case study to evaluate the orders of magnitude obtained. It appears that this case study is in fact not checked, due to the too important action of vortex shedding. The creation of this software and the analysis of the designing method proposed by the Eurocode have highlighted some inconsistencies, gaps and flaws present in this standard.

The analysis of the case study leads to the conclusion that a damper must be added to the structure, to reduce the vibrations in the direction perpendicular to the wind. Parametric studies can advise a small diameter to reduce the forces in the foundation and a greater thickness to ensure reasonable displacements. These studies are also used to analyze the validity of an approximate formula, provided in the standard, for calculating the natural frequency of chimneys.