
Nouveau Longchamp

16/03/2017

TRACTEBEL
ENGIE

Confidential Restricted Public Internal



With the trusted expertise of


COYNE ET BELLIER
Ingénieurs Conseils

Journée Utilisateurs Code_Aster 2017

Analyse vibratoire des tribunes du Nouveau Longchamp

16 mars 2017

Andrea CARLETTO

Ingénieur - Chef de Projet

andrea.carletto@tractebel.engie.com

TRACTEBEL



Confidential Restricted Public Internal

SOMMAIRE

Chapitre 1

Introduction

Chapitre 2

Etude avec Code_Aster

Chapitre 3

Conclusions

01

Introduction

TRACTEBEL

ENGIE

COYNE ET BELLIER
Ingénieurs Conseils



Introduction

Le projet

- Client : France Galop
- Architecte : Dominique Perrault Architecture
- Période: 2011 – 2017

Tractebel, en groupement avec DPA, assure la maîtrise d'œuvre complète (études et travaux): structures, fondations, désamiantage et démolition

Plus d'informations sur le site:

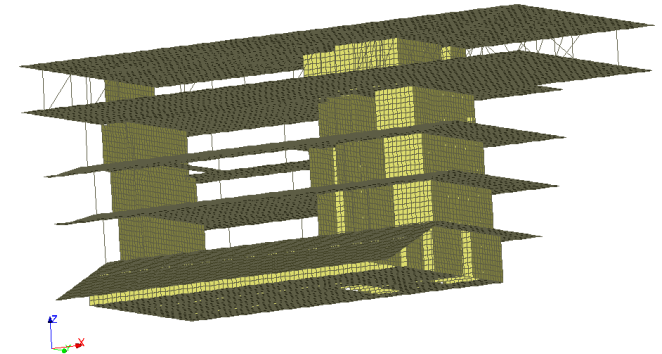
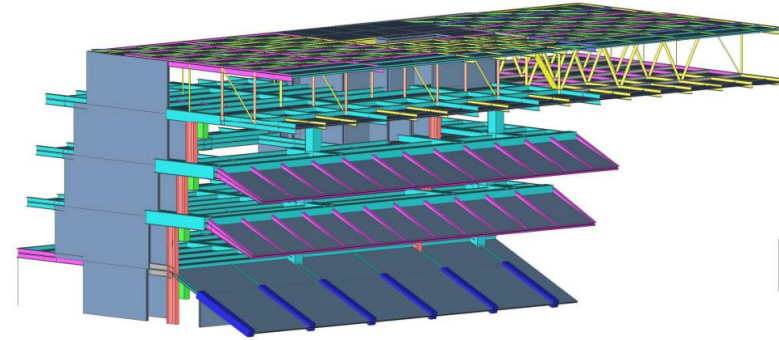
<http://www.nouveaulongchamp.com/>

Images du projet disponibles sur le site de Dominique Perrault Architecture

Introduction

La présentation

- Calculs de vibrations des tribunes de l'Hippodrome de Longchamp afin de garantir le confort des spectateurs
- Prise en compte des vibrations induites sur la structure par la foule
- La méthodologie de calcul a été développée en suivant le guide ISE UK: « Dynamic performance requirement for permanent grandstands subject to crowd action – The Institution of Structural Engineers – December 2008 »



Images du projet disponibles sur le site de Dominique Perrault Architecture

02

Etude avec Code_Aster

TRACTEBEL

ENGIE

COYNE ET BELLIER
Ingénieurs Conseils

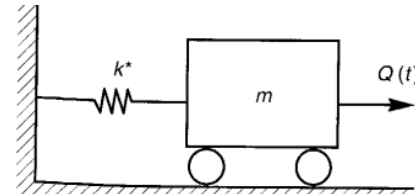


Etude avec Code_Aster

Le modèle EF

- Modèle généré sur SCIA Engineering, le maillage est exporté au format .mail
- Types d'éléments utilisés: DSQ (coques), POU_D_T (poutres) et DIS_T (discrets)
- Modélisation explicite des spectateurs avec des éléments discrets :
 - Masse spectateur $m = 80kg$
 - Fréquence propre naturelle $n = 5Hz$
 - Pourcentage de l'amortissement critique $\xi = 40\%$ (pour la structure $\xi = 0,9\%$)
- Modélisation de l'amortissement en utilisant un amortissement de type hystérétique, avec l'introduction de la raideur complexe [R.5.05.04]:

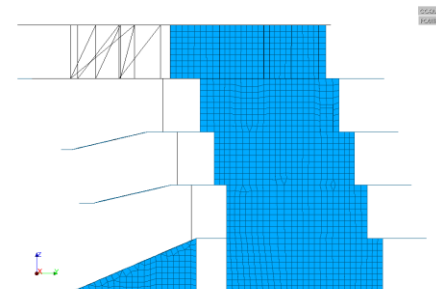
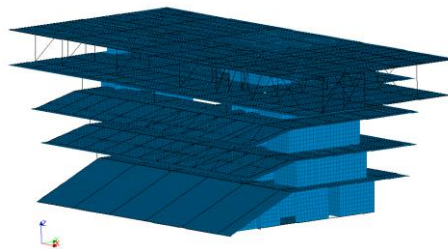
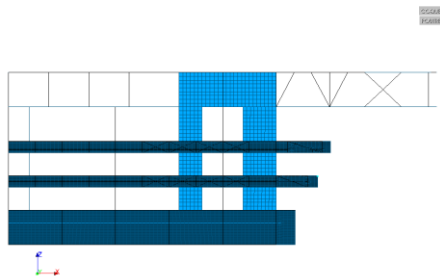
$$k^* = k + ic\bar{\omega} = k \left(1 - 2\xi^2 + 2i\xi\sqrt{1 - \xi^2} \right)$$



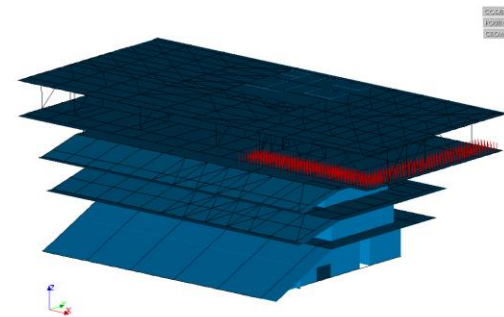
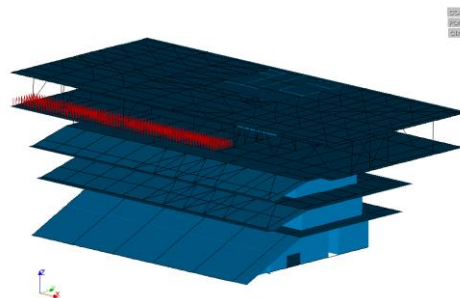
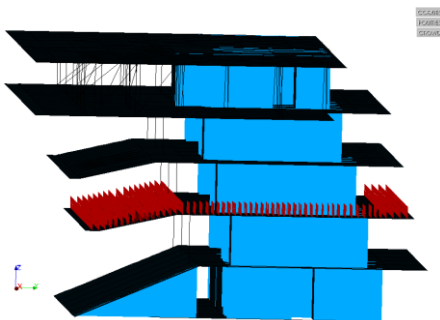
Etude avec Code_Aster

Le modèle EF

Modèle sans spectateurs

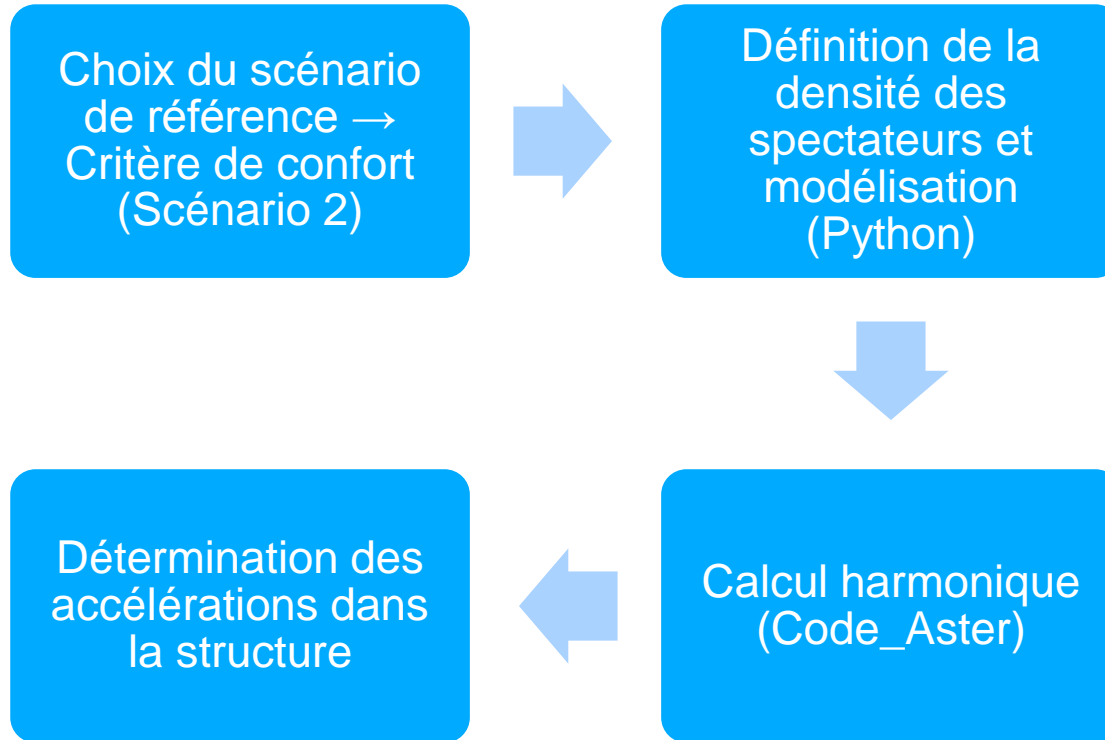


Modèle avec spectateurs



Étude avec Code_Aster

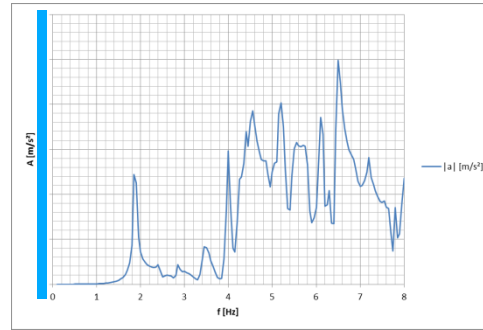
Méthodologie



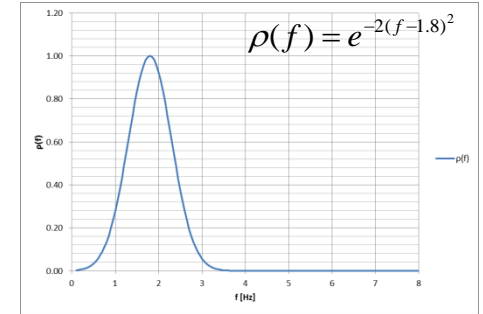
Étude avec Code_Aster

Calcul

Calcul harmonique

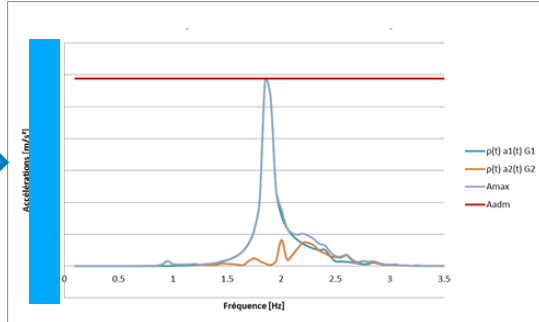


Résultat en un nœud



Facteur de synchronisation

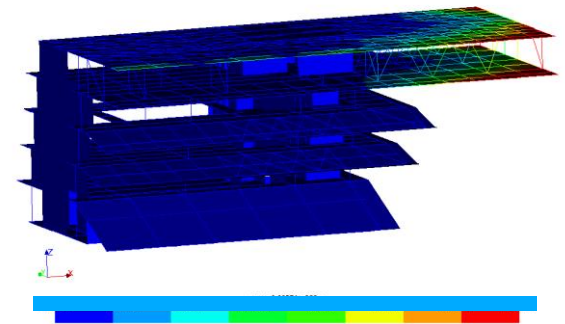
$$P(t) = \rho mg \sum_{i=1}^3 G_i \cos(2\pi f t + \theta_i)$$



Résultat en un nœud



Extension des résultats à la structure (Python)



03

Conclusions

TRACTEBEL

ENGIE

COYNE ET BELLIER
Ingénieurs Conseils



Conclusions

- Les calculs structuraux ont été réalisés sous SCIA Engineering mais les modèles réalisés sous Code_Aster ont permis de calculer les accélérations induites par les spectateurs
- Différentes approches pour la prise en compte de l'amortissement ont été testées
- Des solutions avec des Amortisseurs Dynamiques Accordés ont été étudiées
- Les calculs ont permis de valider le design des structures vis-à-vis des vibrations
- Des essais sur site seront bientôt conduits pour valider les résultats numériques!



TRACTEBEL



<http://www.tractebel-engie.com/>

Shaping our world