

Etude des oscillations du tablier d'un pont

Récemment, il y a eu beaucoup de remise en question par rapport aux ponts et à leur dégradation au cours du temps, cela met ainsi en jeu le caractère dangereux qu'ils peuvent avoir, c'est pourquoi je me suis intéressé à leur étude afin de comprendre les risques de rupture possible.

Les ponts ont toujours été une nécessité pour la circulation en ville, ils permettent de créer d'autres alternatives en termes de route, mais ces derniers par leur taille, présentent de nombreuses contraintes. Je me suis concentré sur le phénomène de résonance qui est une cause de rupture de certains ponts.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- DEVANLAY Nathan

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), PHYSIQUE (Mécanique), SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Mécanique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>résonance</i>	<i>resonance</i>
<i>effet du vent</i>	<i>wind effect</i>
<i>modes de vibration</i>	<i>vibration modes</i>
<i>module d'Young</i>	<i>Young's modulus</i>

Bibliographie commentée

La résonance des ponts est un phénomène qui a causé la rupture de nombreux ponts dans l'histoire. En effet, le pont de Tacoma s'est effondré à la suite de l'action du vent sur le tablier qui s'est mis à osciller [1]. Le pont d'Angers a également subi ce phénomène à cause du passage d'un bataillon marchant au pas [2]. Ce phénomène est dû à une amplitude maximale lorsque la période d'un élément agitateur est la même que celle de l'élément qui subit la perturbation, dans notre cas le pont. Ainsi lorsque la fréquence provenant de l'extérieur est égale à la fréquence propre du pont, on a un effet de résonance [3].

Dans notre étude nous mettons en place un montage permettant de mesurer l'amplitude des oscillations d'un régllet métallique représentant le pont. Il est composé d'un électro-aimant placé au centre du régllet, permettant de le faire osciller à la fréquence voulue, sa fréquence de résonance. Nous ferons varier la fréquence à l'aide d'un générateur basse fréquence relié à l'électroaimant [4].

Nous utiliserons tracker afin de mesurer l'amplitude des oscillations pour analyser les réactions du pont et en déduire la fréquence de résonance, notamment du mode fondamental.

Les réactions du pont peuvent varier selon ses caractéristiques, c'est pourquoi nous allons changer la taille, la masse et la raideur du réglet pour faire varier la fréquence de résonance et pour comparer les résultats obtenus dans les différents cas[5]. En effet ces caractéristiques ont une influence directe sur la fréquence de résonance et les oscillations du pont.

Pour avoir une approche numérique, nous modélisons la résonance du pont en 3D sur Solidworks en prenant des conditions les plus proches possibles de celles de l'expérience. Nous pourrions par la suite comparer les résultats numériques et expérimentaux [6].

Enfin, nous allons étudier théoriquement le système du pont qui oscille en prenant le cas le plus simple comme dans l'expérience et la modélisation numérique. C'est -à -dire, nous prenons le cas d'une passerelle, ce qui nous permettra d'utiliser des formules connues de fréquence de résonance, analogues à la corde de melde ou au ressort[7]. Pour cela on utilisera notamment le module de young, qui correspondra au matériau utilisé pour l'expérience(réglet en aluminium) [8].

Problématique retenue

Comment réaliser un montage afin d'observer les oscillations d'une maquette de pont ?

Quels sont les facteurs importants entraînant la mise en résonance des ponts ?

Quelle est la meilleure combinaison pour limiter le plus possible la mise en résonance des ponts ?

Objectifs du TIPE

- 1) Mettre en place un montage expérimental permettant de visualiser le mode propre d'une maquette de pont
- 2) Étudier les oscillations d'un pont à l'aide d'une modélisation numérique
- 3) Comparer les résultats expérimentaux et théoriques

Références bibliographiques (ETAPE 1)

[1] XAVIER AMANDOLESE ET PASCAL HÉMON : La chute du pont de Tacoma : <http://www.off-ladhyx.polytechnique.fr/people/pascal/pdf/Poster-tacoma-2010.pdf>

[2] HENRI JOUIN : David d'Angers et la catastrophe du pont de la Basse-Chaîne (16 avril 1850) : *HACHETTE LIVRE et la BNF (1903)*

[3] TECHNO-SCIENCE.NET : Résonance : <https://www.techno-science.net/glossaire->

definition/Resonance.html

[4] Expérience n°2: Résonance et Pont : <http://pontresonance.free.fr/exp2.htm>

[5] GEORGES VENIZELOS : vibrations des structures : *Elipse page 235*

[6] SOLIDWORKS EDUCATION : Projet de conception de pont avec le logiciel SolidWorks :
https://www.solidworks.com/sw/docs/bridge_project_wb_2011_fra.pdf

[7] EEG SIMECSOL, REVUE OUVRAGE D'ARTS : Pont et résonance :
<http://pontresonance.free.fr/application.htm>

[8] CHARLES KITTEL : Physique de l'état solide [«Solid state physics»] : 1998, chapitre 3

DOT

[1] *juin 2022 : réflexion sur la technique pour faire osciller le pont. J'ai d'abord pensé au vibreur de la corde de Melde, mais il n'était pas assez puissant. Ensuite, j'ai utilisé un aimant enroulé de fil de cuivre: pas assez puissant. Enfin, j'ai inséré un barreau métallique dans une bobine*

[2] *Septembre 2023: j'ai essayé de calculer le module de Young de notre modèle mais trop compliqué car la déformation de l'aluminium n'était pas observable.*

[3] *Décembre 2023: interrogation sur la qualité du nœud imposé à l'aide d'une pince. En effet, il y avait du jeu entre la pince et le réglet. J'ai donc utilisé une pince plus adéquat.*

[4] *Janvier 2023: Utilisation de Solidworks pour savoir quel modèle était le bon. Observation d'une cohérence entre l'expérimental et le numérique*

[5] *Mars 2023 : Utilisation de Tracker pour mesurer plus précisément les positions des modes. J'ai décidé de déplacer l'aimant au quart du réglet plutôt qu'au milieu pour mieux observer le second mode*

[6] *Mai 2023: étude des incertitudes liées à mon expérience. J'ai trouvé que la plus grande était celle du fréquencemètre.*