

Etude des oscillations du tablier d'un pont

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. 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. 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 :

- ALVAREZ Romain

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>effets du vent</i>	<i>wind effects</i>
<i>modes de vibration</i>	<i>vibration modes</i>
<i>module d'Young</i>	<i>Young's modulus</i>
<i>vibration</i>	<i>vibration</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 autre 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 pourrons 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 [7]. Pour cela on utilisera notamment le module de young, qui correspondra au matériau utilisé pour l'expérience(réglet en aluminium) [8].

Pour conclure nous tirerons des conclusions, sur les solutions qui peuvent être envisagées dans la construction des ponts afin de minimiser la résonance.

Problématique retenue

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

Quels sont les facteurs intervenant dans la mise en résonance des ponts et comment interviennent-ils ?

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

Objectifs du TIPE

A l'aide d'une maquette, observer et identifier les caractéristiques intrinsèque de la résonance

En s'appuyant sur une modélisation informatique, retrouver les paramètres intervenant dans la résonance des ponts

Finalement en faisant une étude théoriques nous allons visualiser et comparer en fonction des différentes études les influences des paramètres du pont et finalement tirer des conclusions sur ces paramètres.

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-Chaine : *Hachette livre, 1903*
- [3] TECHNO-SCIENCE : Définition résonance : <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Resonance.html>
- [4] expérience 2 : <http://pontresonance.free.fr/exp2.htm>
- [5] GEORGES VENIZELOS : vibrations des structures : *Ellipse, 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] EGG SIMECSOL : revue ouvrage d'art : <http://pontresonance.free.fr/application.htm>
- [8] CHARLES KITTEL : Physique de l'état solide : *chapitre 3*

DOT

- [1] *Début février 2022 : Un sujet sur les ponts nous viens à l'idée notamment avec [1] et [2] et donc le phénomène de résonance.*
- [2] *Début mars 2022: Sujet qui se centre principalement sur le phénomène de résonance [3]*
- [3] *mi mai 2022: Découverte de la théorie autour du modèle de la poutre élancée[4]*
- [4] *Novembre 2022: Utilisation de solidworks [5] pour le modèle de la poutre élancée*
- [5] *Décembre 2022: Fabrication d'un électro aimant, et recherche des modes propres*
- [6] *février 2023: utilisation d'un réglet de bois*
- [7] *Mars 2023 : Modélisation des haubans via solidworks*