Titre

Rôle du TMD (*Tuned Mass Damper*) dans la protection des structures contre les phénomènes sismiques et/ou météorologiques

Ancrage

Les constructions réalisées par l'homme doivent faire face à diverses contraintes imposées par les milieux. Avec l'apparition d'ouvrages de plus en plus hauts, le développement de systèmes qui viendront minimiser ces contraintes est devenu essentiel. Le TMD fait partie de ces systèmes qui permettent d'assurer la sécurité d'un édifice et de ses occupants.

M.C.O.T

Positionnements thématiques :

- Mécanique
- Physique de la matière

Mots-clés :

- Amortisseur harmonique
- Masse accordée
- Parasismique
- Oscillations
- Pendule

- Harmonic Damper
- Granted Mass
- Earthquake
- Oscillations
- Pendulum

Bibliographie commentée :

Les amortisseurs harmoniques sont des dispositifs qui trouvent leur intérêt dans les domaines où les phénomènes de résonance menacent la stabilité des structures. Ce n'est qu'à partir de la seconde moitié du XXe siècle que le génie civil s'intéressa à ces systèmes. La chute du pont de Tacoma en 1940 fut l'un des événements qui enclencha un intérêt pour ces dispositifs. Grâce au progrès des matériaux et de la Science, cette période a également vu la naissance de structure de plus en plus audacieuse[6]. Dès lors on comprend pourquoi les ingénieurs se sont intéressés à ces systèmes d'absorption dynamique des vibrations. Tout d'abord pour des raisons de confort : des rafales de vent ou séismes peuvent entraîner des accélérations excessives des édifices qui peuvent endommager les structures et par extension créer des malaises chez les occupants.

L'un des mécanismes à être développé fut le TMD (Tuned Mass Damper) ou encore amortisseur harmonique. Ce système ~~qui~~ a commencé à voir le jour à partir des années 30 avec les travaux de Ormondroyd et Den Hartog ~~ce~~ commence à être installé dans plusieurs tours à partir des années 70 [5]. Le fonctionnement du TMD repose sur une dissipation de l'énergie par un système souvent constitué d'une masse attachée à une structure par des ressorts et des amortisseurs, le tout pouvant ainsi osciller [2]. Pour dissiper efficacement l'énergie causé par une vibration il faut que ce système soit à masse accordé. Cela signifie que le système masse-ressort, décrit au-dessus, possède une fréquence propre identique à celle de la structure, condition sine qua non le TMD est sans utilité [1],[2],[3]. L'effet du TMD apparait lorsque l'on étudie la courbe du gain de la fonction de transfert de l'accélération du sommet d'une tour par rapport à l'excitation subie [1]. Cette courbe (fig.2 de [1]) montre que la présence d'un TMD semble diminuer l'amplitude d'oscillation d'une tour de manière remarquable.

Les TMD installés peuvent prendre des formes variées et sont placés dans tout type d'infrastructure, tels des tours, ou encore des ponts [4]. Ces infrastructures devant faire face à des phénomènes météorologiques ou sismiques pouvant mettre en péril leur intégrité. Dans le cas du Millenium Bridge ce sont les phénomènes de résonance provoqués par la marche des piétons qui ont entraînés l'installation d'un TMD sous le pont [3].

Problématique retenue :

On peut alors se demander dans ^{les} quelles mesures un système tel que le TMD est essentiel pour une tour en permettant sa protection et en garantissant le confort de ses occupants, mais on peut également s'interroger sur l'importance d'avoir un système couplé pour assurer une efficacité optimale du TMD.

Objectif du TIPE :

1. Mise en place d'une maquette pour modéliser un édifice qu'on va soumettre à des excitations extérieures.
2. Analyser l'effet des amortisseurs harmoniques couplés sur l'amplitudes des oscillations de la tour notamment suite à une excitation brève (caractérisant l'effet du vent ou des rafales sur des tours) .
3. Mise en place d'un oscillateur harmonique ayant une fréquence propre bien définie afin d'obtenir un système accordé.

D.O.T

FIN Septembre – Octobre 2020 : Recherche d'un moyen pour modéliser les tours et pouvoir procéder aux diverses expériences. Discussion avec Stéphane Grange du laboratoire Geomas (Geomecaniques, Matériaux, Structures) de l'INSA Lyon afin de pouvoir accéder à leurs installations. A cause des conditions sanitaires, il a fallu se rabattre sur une plaque oscillante disponible dans les laboratoires du lycée. De cet échange nous avons pu récupérer un cours de

mécaniques des structures qui fut, par la suite, très utile pour la mise en équation de nos systèmes.

Novembre 2020 : Fabrication d'un système masse-ressort qui jouera le rôle de TMD et premiers essais. Rencontre de problèmes à cause des ressorts utilisés.

Fin Novembre – Décembre 2020 : Contact avec un artisan lyonnais spécialisé dans la fabrication de ressorts qui nous a conseillé sur les ressorts adéquats pour notre expérience. Commande de deux ressorts sur mesure.

Janvier 2021 : Obtention dans un premier temps de la courbe de la réponse de la tour sans l'effet du TMD et dans un second temps de celle avec l'effet du TMD. Grâce aux modifications apportés à notre système initial, l'expérience est concluante.

Mi-Fevrier 2021 : Fabrication d'un pendule pesant. Recherche de son centre de masse pour une mise en équation.

Mars 2021 : Nouvelle expérience avec la tour mais cette fois-ci avec le pendule pesant qui joue le rôle de TMD. Recherche de la fréquence propre du pendule grâce à la formule de Borda.

Références Bibliographiques :

Auteurs	Thème	URL - date consultation
[1] Sujet Mines Physique 2 MP 2007	<i>Physique des Gratte-ciels et des tours</i>	
[2] Annisa Allani	Thèse sur la « Conception et optimisation d'amortisseurs à masse accordée pour les structures du génie civil »	https://www.iut.u-bordeaux.fr/gc/auqc07/index/pdf/CJC/CJC-Mekki.pdf 13/11/2020
[3] Sujet Mines Physique 1 PC 2016	Effet TMD sur le Millenium Bridge	
[4] Gerb	Vibration Protection for Structures, Buildings, Machinery and other Equipment with Tuned Mass Dampers	http://pdfs.findtheneedle.co.uk/4746-GERB-Tuned-Mass-Damper-Brochure.pdf 16/10/2020
[5] Othman Ben Mekki	Amortissement Semi-actif des Structures Flexibles : Application au Contrôle des Grands Ponts	https://www.iut.u-bordeaux.fr/gc/auqc07/index/pdf/CJC/CJC-Mekki.pdf 20/11/2020
[6] JEAN-MICHEL COURTY ET ÉDOUARD KIERLIK	Pour la Science : Des tours qui chavirent	https://www.pourlascience.fr/sd/physique/des-tours-qui-chavirent-2964.php 28 /09/2020