

Sécurisation de bâtiment par amortisseur harmonique

FRAMBOURT Mateïs

Numéro de candidat:
42185

Introduction



Figure 1 – Tuned mass damper sur l'Infinity bridge

TMD = Tuned mass damper

Figure 2 – Pendule de la tour Taipei 101 à Taiwan



Objectifs

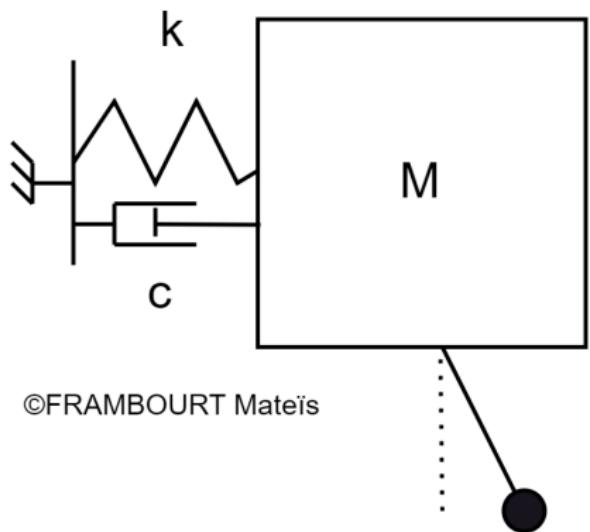
Problématique : Quelle est l'influence du TMD sur la stabilité de la tour ?

Objectifs du TIPE :

- Maquettiser un immeuble
 - Élaborer une excitation sinusoïdale de fréquence paramétrable
 - Mesurer la position relative de l'immeuble

Plan

- ① Modèle théorique
- ② Maquettisation de l'immeuble
- ③ Création de l'axe d'excitation
- ④ Élaboration de l'ensemble des capteurs



On a donc sans le pendule :
$$H = \frac{1}{1+j\frac{C}{k}\omega - \frac{M}{k}\omega^2}$$

©FRAMBOURT Mateïs

Figure 3 – Schéma de la modélisation

Objectif de la Maquettisation

- Objectif : Obtenir un comportement similaire
- étude de différente solution

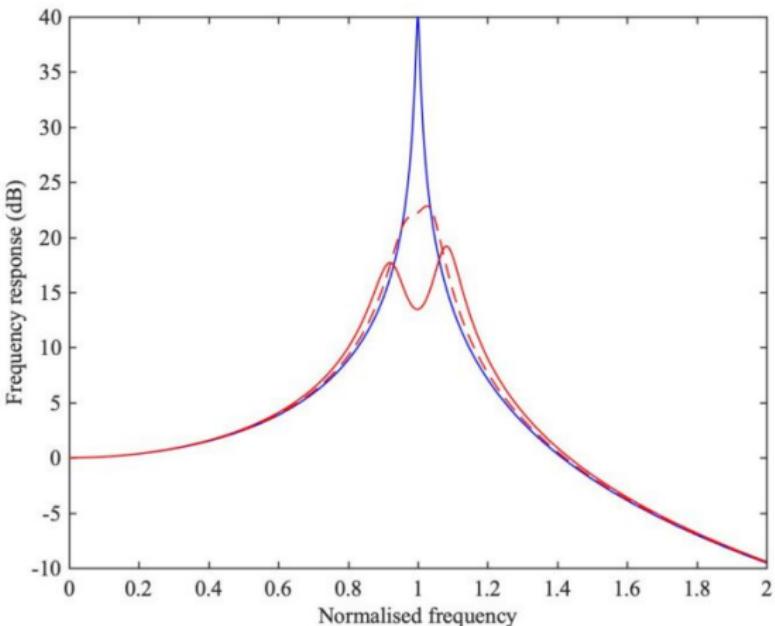
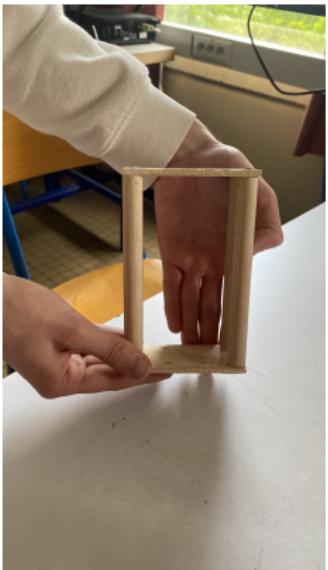


Figure 4 – ©euphonics.org

modèle naïf



- Rapide à construire
- trop rigide

Modèle flexible

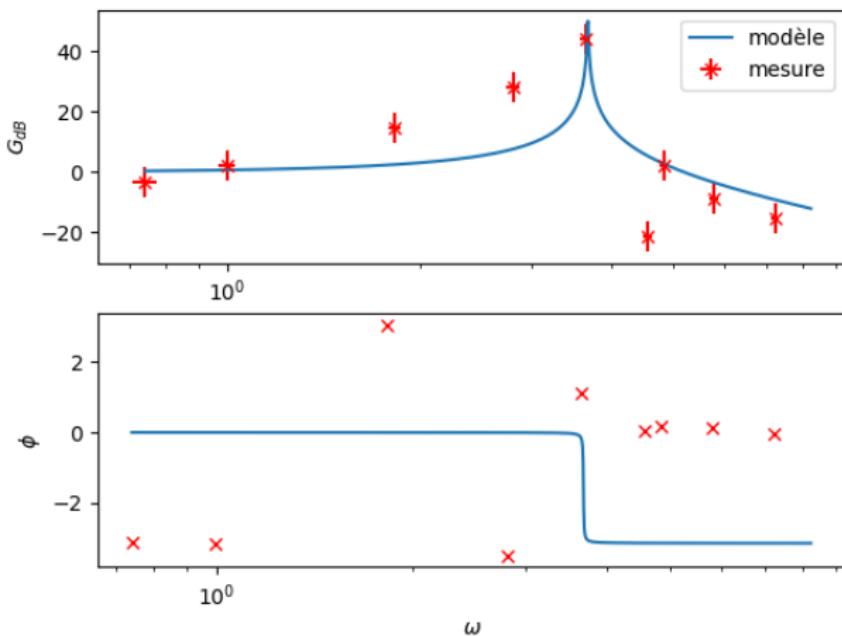


Figure 5 – Tour flexible

Contrainte :

- Fonctionnement linéaire
- Résonance dans l'intervalle [0,5,7Hz]
- facilement modifiable

Limite imposée :

- faible amplitude d'oscillations
- surface minimale

problème de non-linéarité



Figure 7 – Problème de torsion



Figure 8 – Cause de la torsion

Pendule réglable



Contrainte :

- Minimum de frottement
- Centre de gravité réglable
- masse réglable

Outil de mise en vibration

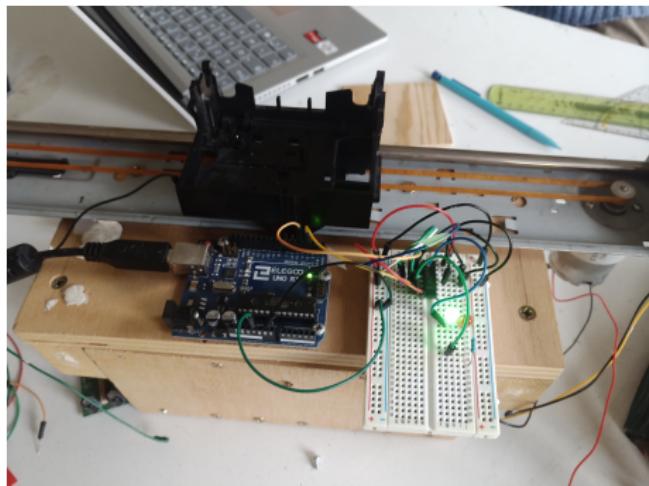
Un premier échec :

Figure 10 – Guidage en translation d'une imprimante

Inconvénients :

- difficultés pour fixer la structure
- Fréquence non réglable
- Masse de la structure qui influe sur la vitesse

Premier guidage



Avantages :

- Déjà construit

Inconvénients :

- Hystérésis
 - Frottement non négligeable
 - Asservissement à réaliser

Figure 11 – Guidage récupéré d'un ancien TIPE

Guidage récupéré

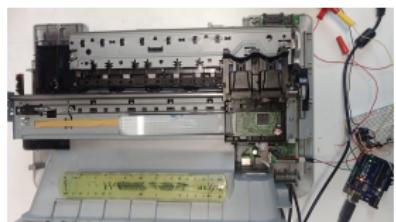


Figure 12 – Axe d'une imprimante jets d'encre



Figure 13 – début des oscillations



Figure 14 – fin des oscillations

solution à ces problème



Figure 15 – Solution au décalage

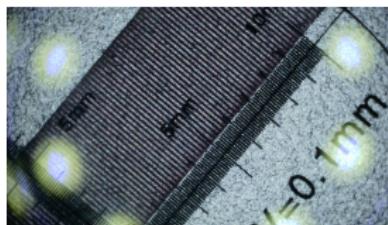


Figure 16 – Mesure du ruban zébré de l'imprimante

$$d = 0.2 \pm 0.05 \text{ mm}$$

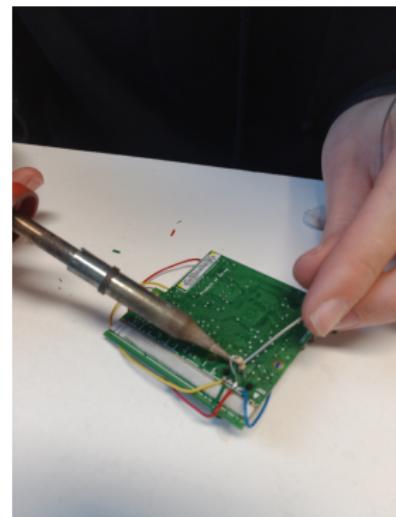


Figure 17 – Tentative de récupération du capteur

Conclusion sur cet axe

Avantages :

- Gratuit
- Solution mécanique déjà construite

Inconvénients :

- Asservissement à réaliser
- Dépendance entre la charge et le déplacement
- Moteur faible

Axe imprimé en 3D

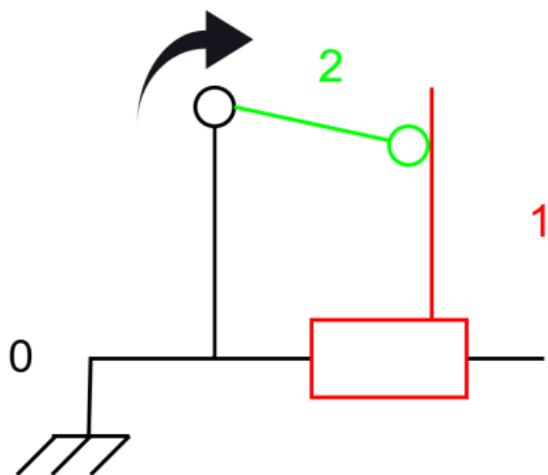


Figure 18 – Schéma cinématique de l'axe

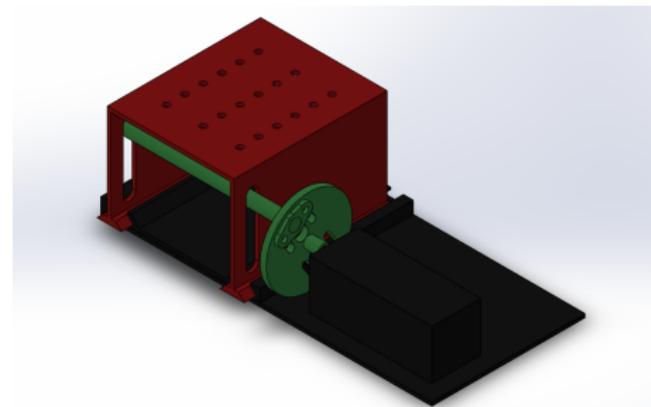


Figure 19 – Montage sur Solidwork

Hystérésis

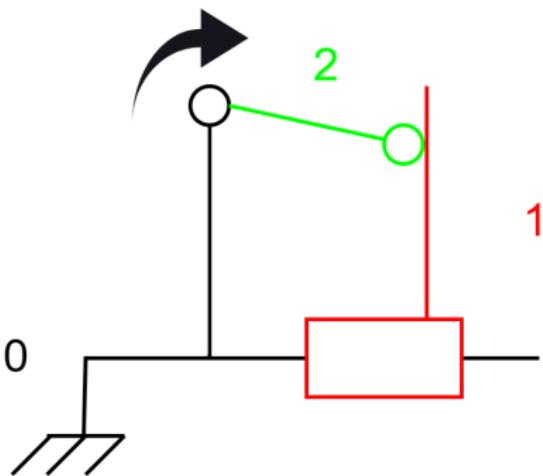


Figure 20 – Schéma cinématique de l'axe à droite

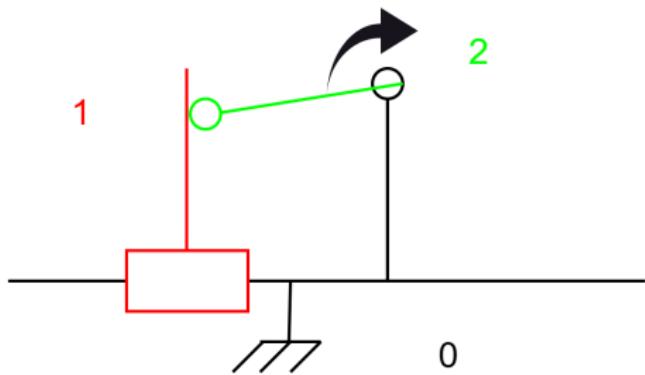


Figure 21 – Schéma à gauche

Conclusion sur cet axe

Avantages :

- Modulaire
- Précise sans Asservissement
- facilement réglable en fréquence

Inconvénients :

- Pièce fragile à l'usure
- Plateforme limitée en taille
- Hystérésis

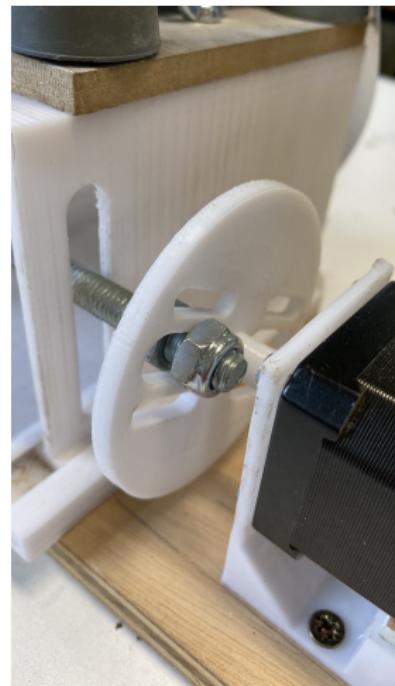


Figure 22 – Réalisation

Capteurs



Figure 23 – Accéléromètre
du socle

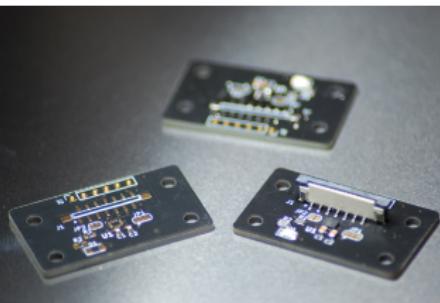


Figure 24 – Accéléromètre
du haut

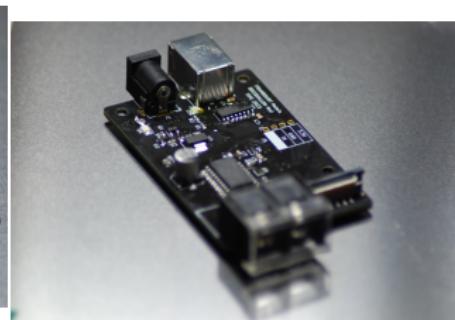


Figure 25 – Carte fixe

Pour les réponses sinusoïdales :

- Amplitude minimale
- Fréquence entre [0.5 ; 5Hz]
- Mesure en régime établit

Première expérience : Réponse à une excitation sinusoïdale

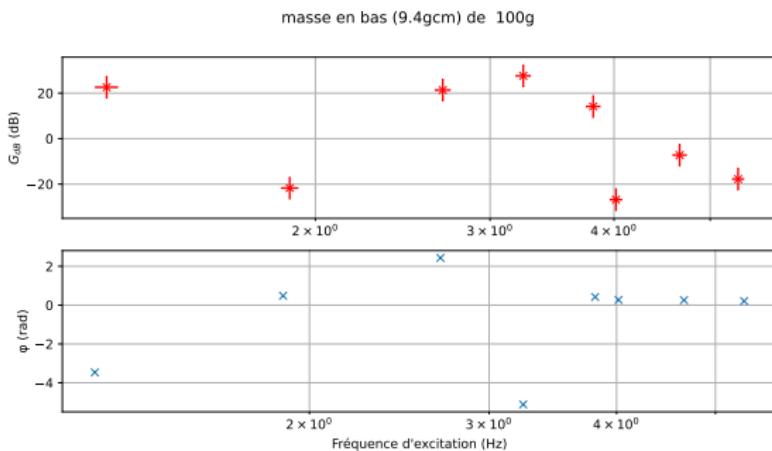
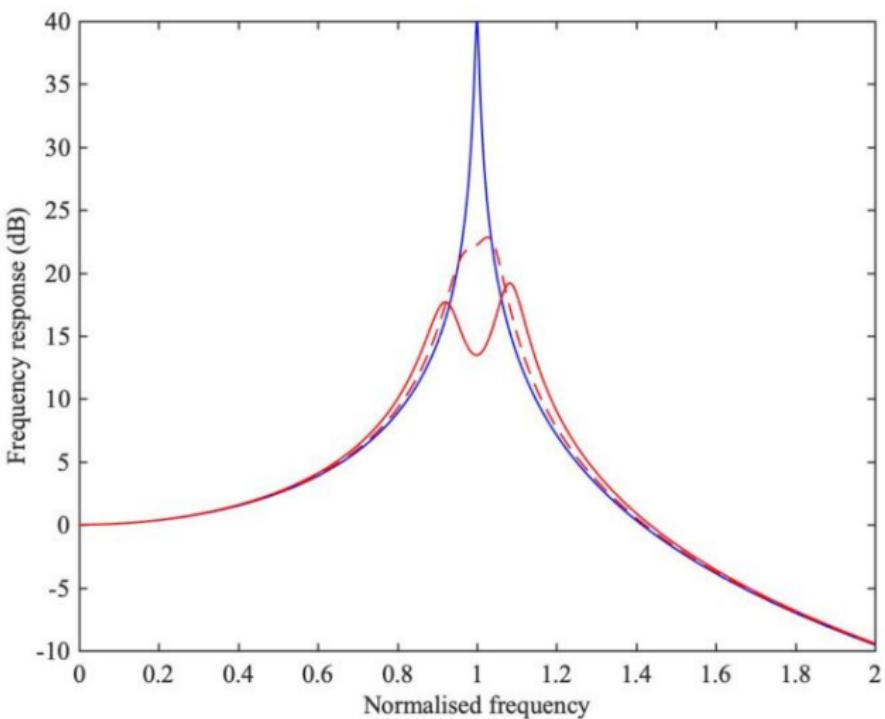


Figure 26 – Réponse du système à une excitation sinusoïdale pour une masse de 100g à 9.4 cm

Observations :

- Réduction de l'amplitude des oscillations
- Influence du centre de gravité du pendule



Première expérience : Réponse à une excitation sinusoïdale

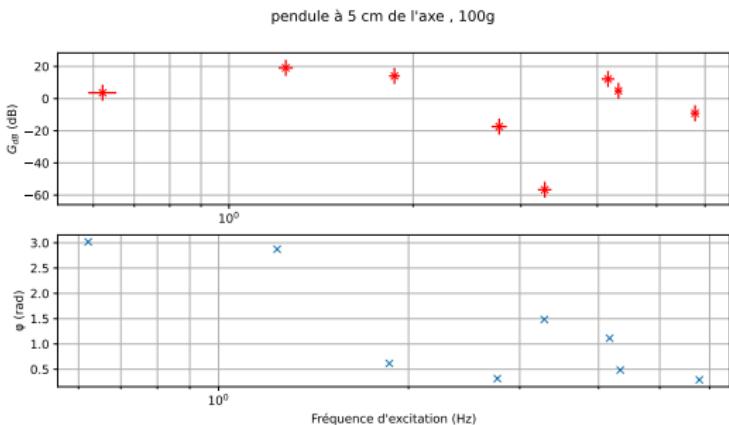
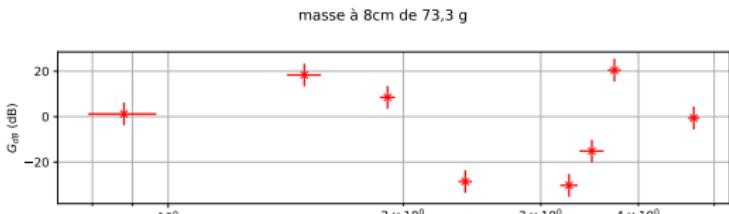


Figure 27 – Même réponse en montant la masse à 5cm



Deuxième expérience : Dirac

Simulation d'une rafale de vent



Conditions de l'expérience :

- Dirac avec un ressort
 - Oscillations dans un seul plan

Figure 29 – Excitation brève

Deuxième expérience : Réponse à une excitation brève

Résultats

1

Limites du modèle

- Dimensions peu assimilables au réel
- Élasticité trop importante
- Cependant Résultats comparable au réel.

Caractéristique des TMD en introduction



- Masse : 660 Tonnes
 - diamètre : 5,5m
 - amplitude maximale : 1,5m
 - amortissement : jusqu'à 40% maximum
 - prix : 4 millions de dollars

Figure 30 – ©supertalls.fr

Caractéristique des TMD en introduction



- Localisation : Stockton-on-Tees
- Masse : 700 Kg
- Nombre : 7 sur l'entiereté du pont

Figure 31 – ©JohnYeadon