

# 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

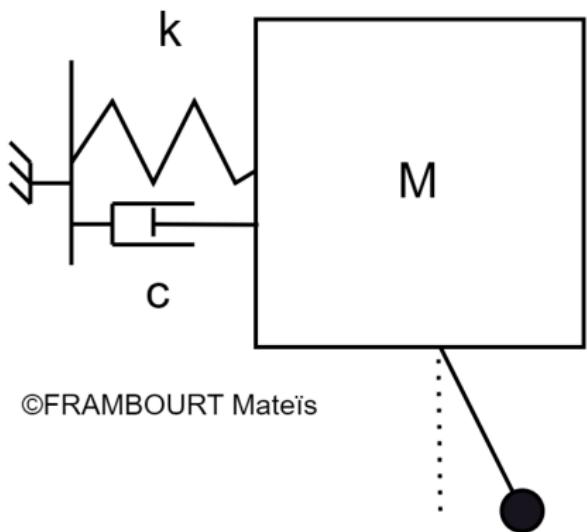
Problématique : Quelle est l'influence du TMD sur la stabilité de la tour ?

## 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



$$H = \frac{1}{1+j\frac{c}{k}\omega - \frac{M}{k}\omega^2}$$

©FRAMBOURT Mateïs

Figure 3 – Schéma de la modélisation

# Objectif de la Maquettisation

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

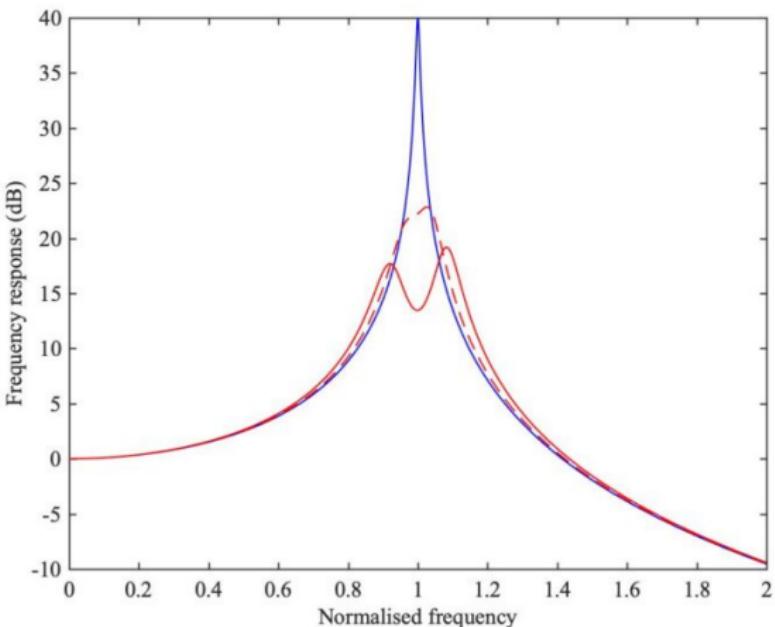
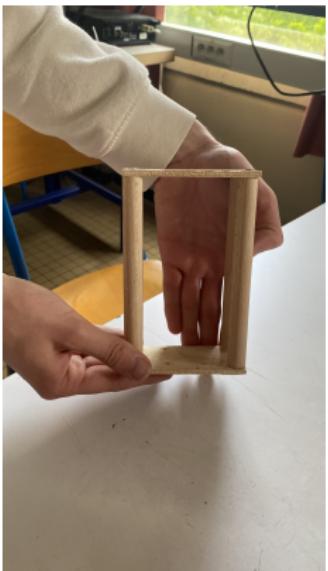


Figure 4 – ©euphonics.org

# modèle naïf



- Rapide à construire
- trop rigide

## Modèle flexible

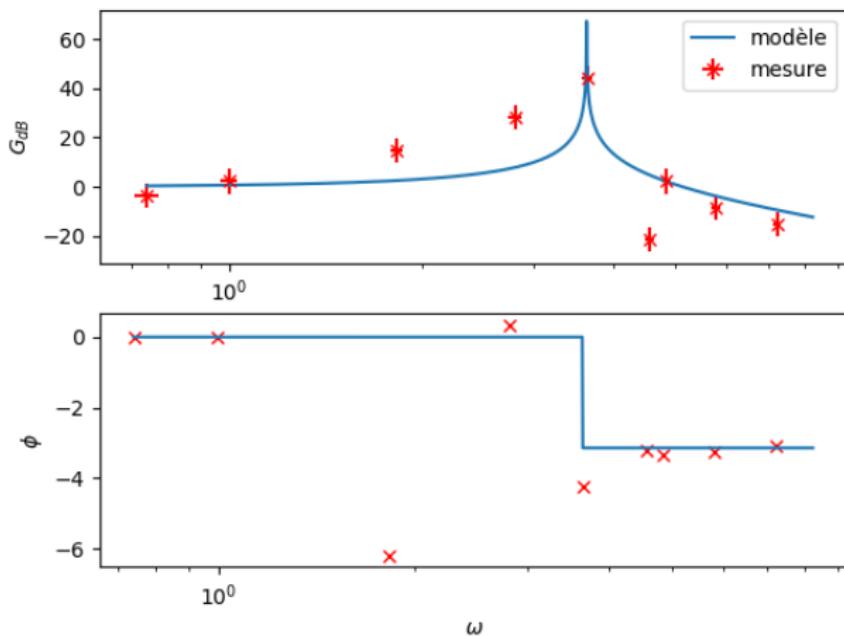


Figure 5 – Tour flexible

## Contrainte :

- Fonctionnement linéaire
- Résonance dans l'intervalle [0.5,7Hz]
- facilement modifiable

## Limite imposée :

- faible amplitude d'oscillations
- surface minimale

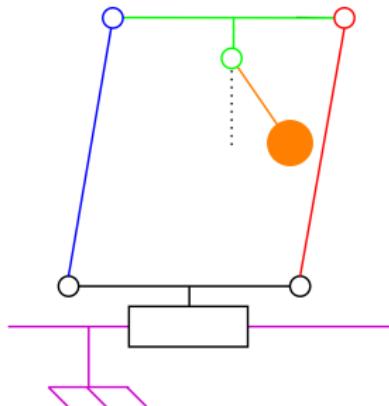


Figure 7 – Schéma global

## problème de non-linéarité



## Figure 8 – Problème de torsion



Figure 9 – Cause de la torsion

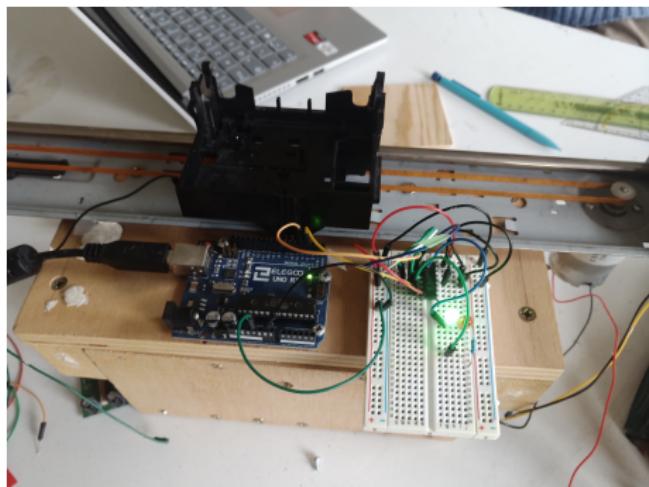
## Pendule réglable



Contrainte :

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

Premier guidage



**Avantages :**

- #### • Déjà construit

#### Inconvénients :

- Hystérésis
  - Frottement non négligeable
  - Asservissement à réaliser

**Figure 11 – Guidage récupéré d'un ancien TIPE**

# Guidage récupéré

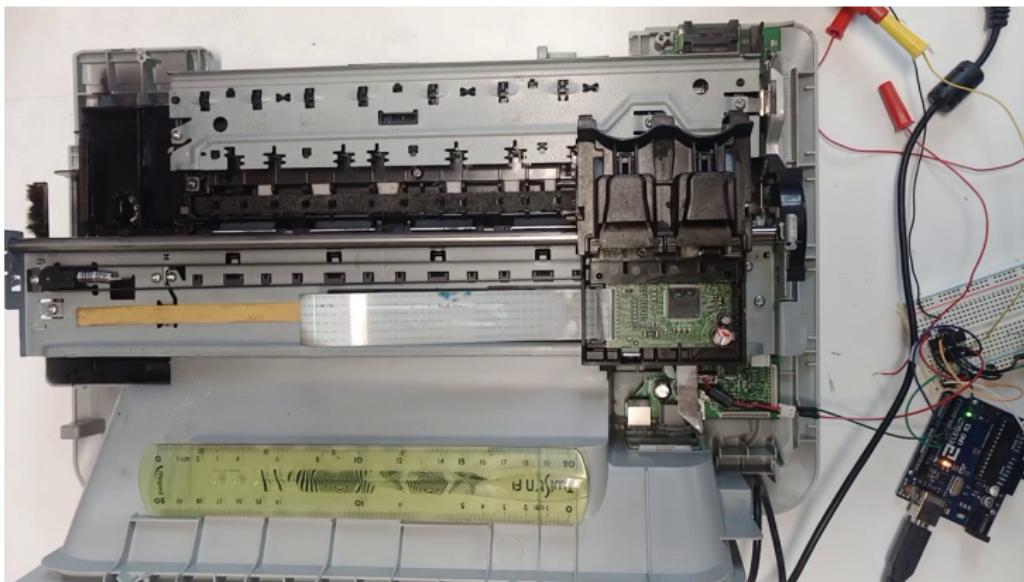


Figure 12 – Axe d'une imprimante jets d'encre



Figure 13 – début des oscillations

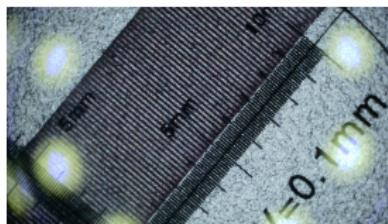


Figure 14 – fin des oscillations

solution à ces problème



### Figure 15 – Solution au décalage



**Figure 16 –** Mesure du ruban zébré de l'imprimante

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

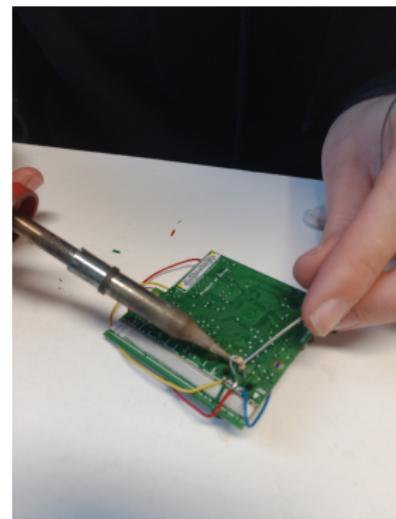


Figure 17 – Tentative de récupération du capteur

# 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

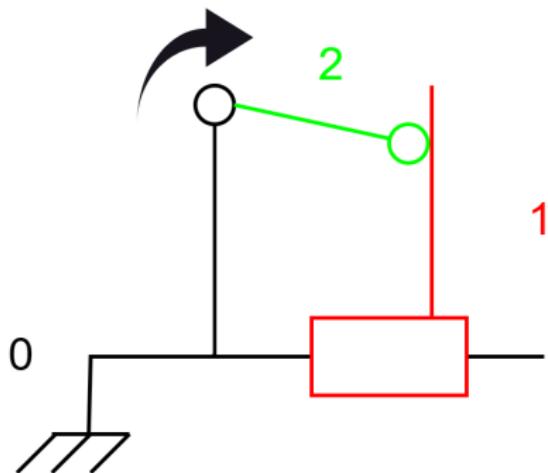


Figure 18 – Schéma cinématique de l'axe

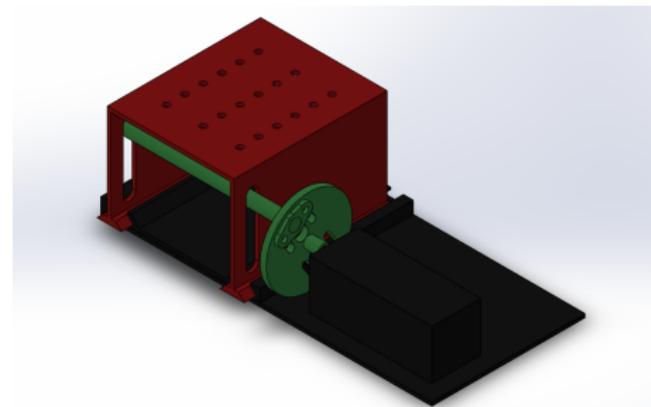


Figure 19 – Montage sur Solidwork

# Hystérésis

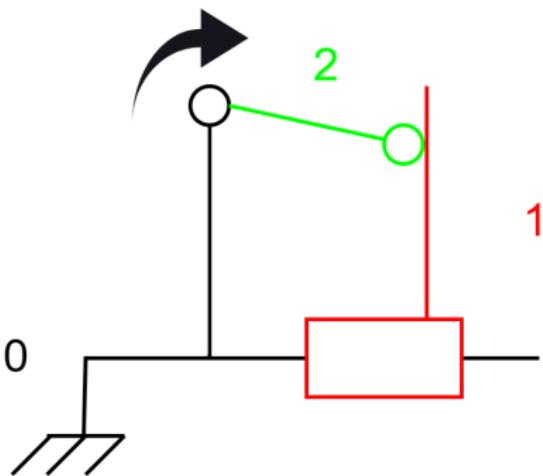


Figure 20 – Schéma cinématique de l'axe à droite

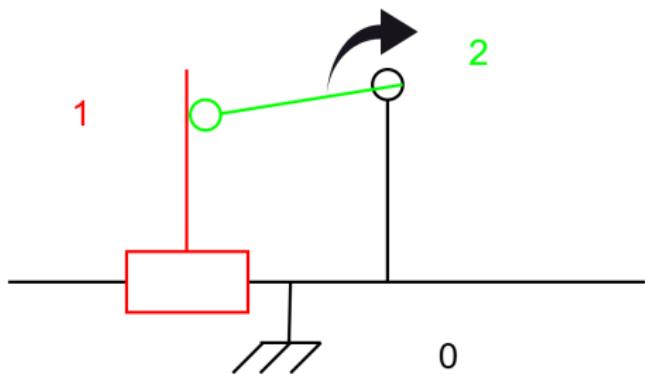


Figure 21 – Schéma à gauche

# Conclusion sur cet axe

## Avantages :

- Modulaire
- Précise sans Asservissement
- facilement réglable en fréquence

## Inconvénients :

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

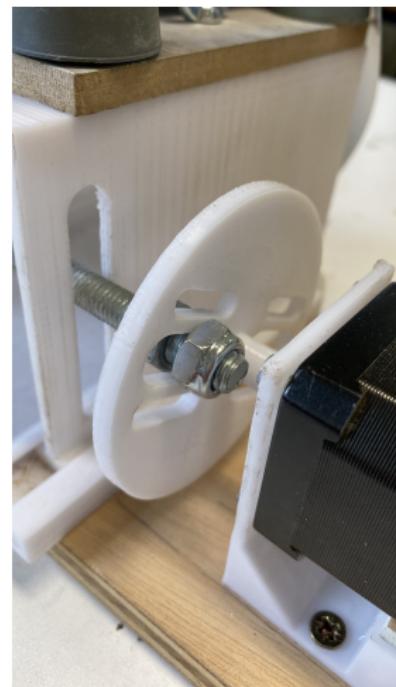


Figure 22 – Réalisation

# Capteurs



Figure 23 – Accéléromètre  
du socle

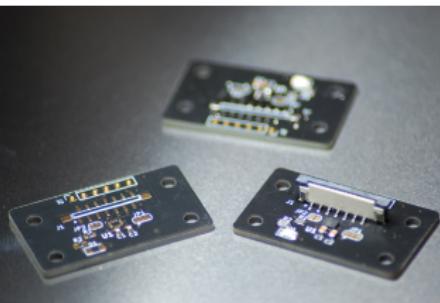


Figure 24 – Accéléromètre  
du haut

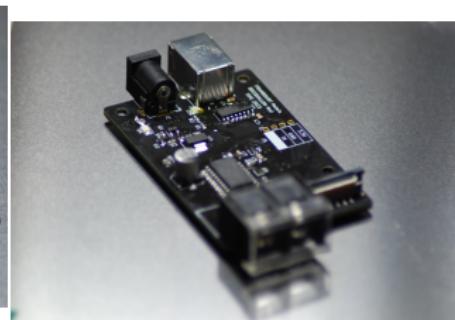


Figure 25 – Carte fixe

Pour les réponses sinusoïdales :

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

# Première expérience : Réponse à une excitation sinusoïdale

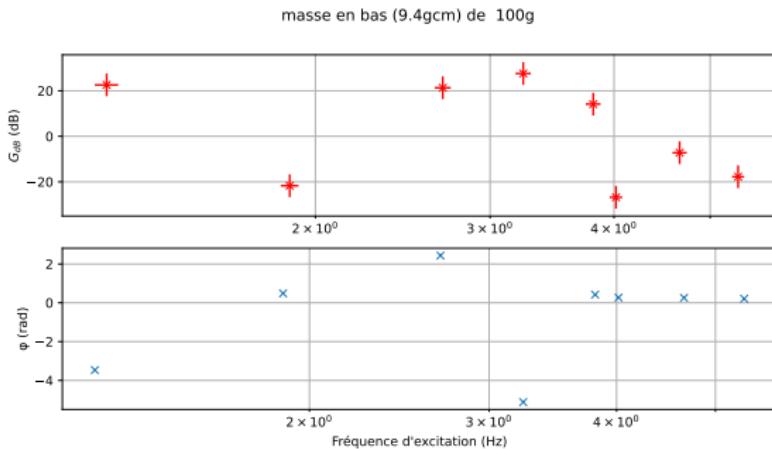
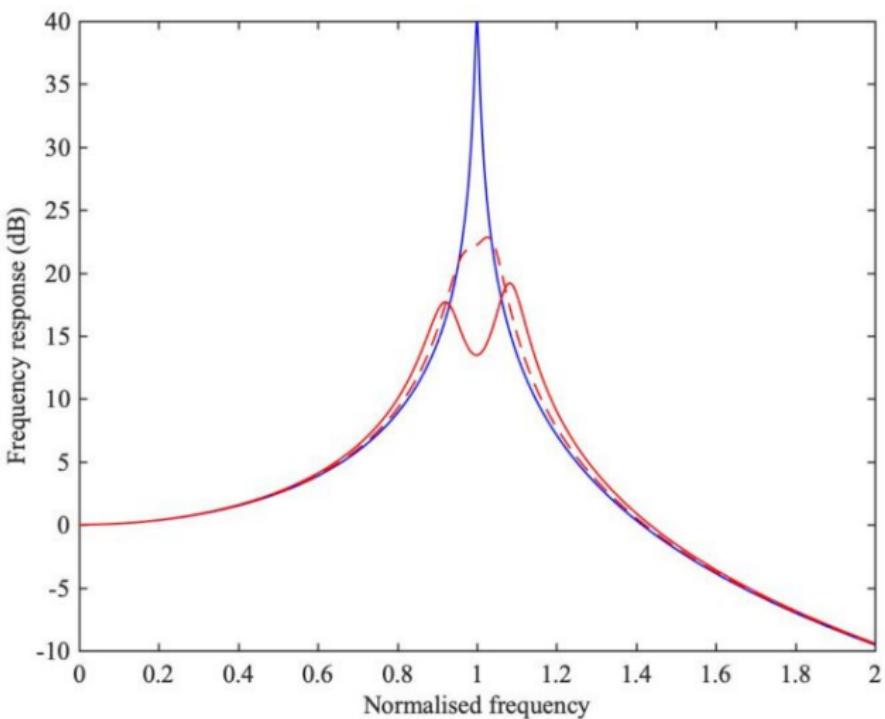


Figure 26 – Réponse du système à une excitation sinusoïdale pour une masse de 100g à 9.4 cm

## Observations :

- Réduction de l'amplitude des oscillations
- Influence du centre de gravité du pendule
- Décalage de la fréquence de résonance



# Première expérience : Réponse à une excitation sinusoïdale

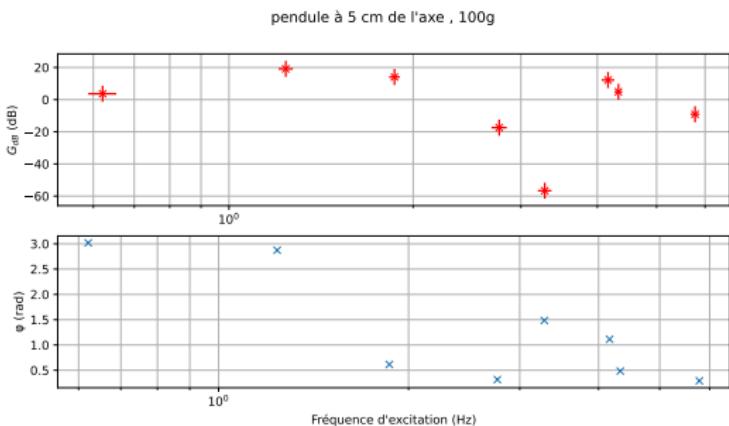
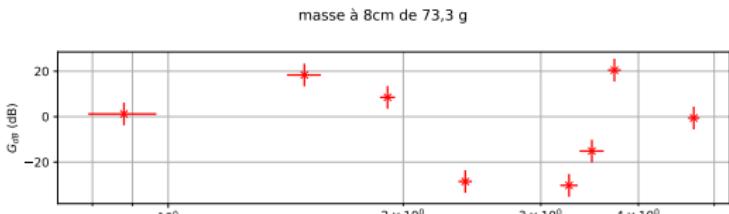


Figure 27 – Même réponse en montant la masse à 5cm



## Deuxième expérience : Dirac

## Simulation d'une rafale de vent



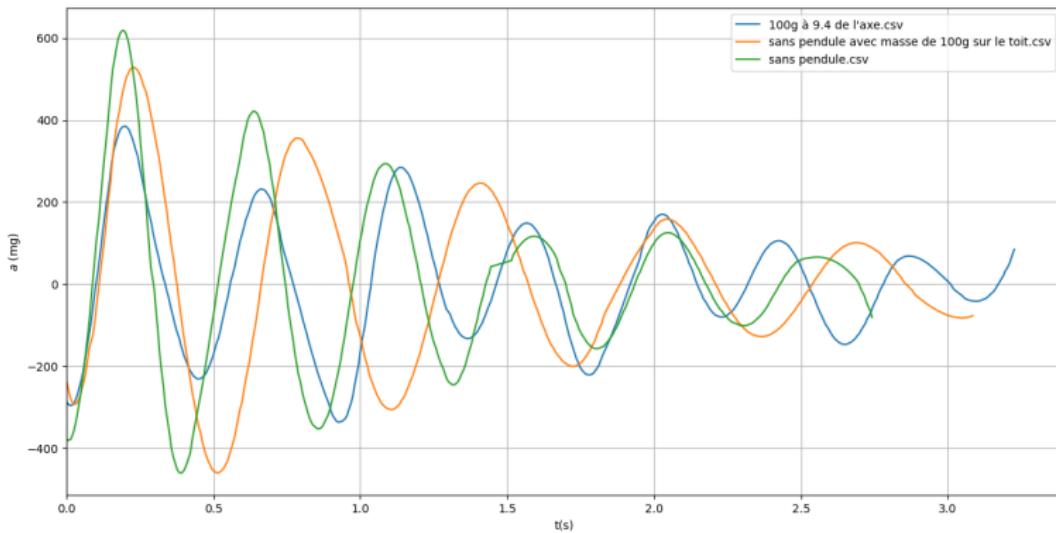
#### Conditions de l'expérience :

- Dirac avec un ressort
  - Oscillations dans un seul plan

Figure 29 – Excitation brève

# Deuxième expérience : Réponse à une excitation brève

## Résultats



## 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 31 – ©supertalls.fr

## Caractéristique des TMD en introduction



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

Figure 32 – ©JohnYeadon