

A complex, light blue wireframe architectural drawing of a building structure, featuring a grid of lines and various geometric shapes, positioned on the right side of the slide.

CONSTRUCTION PARASISMIQUE

RANGANADANE Kathirvele
14588

INTRODUCTION

Construction parasismique:

- Comportement d'un bâtiment dans une zone sismique
- Conception technique
- Choix des matériaux

Exemple de maison sismique

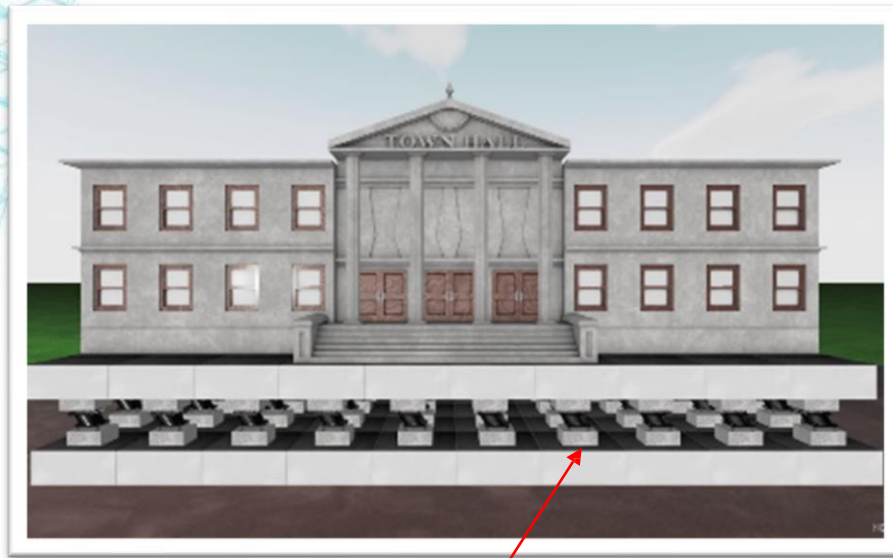


<https://www.urban-hub.com/fr/cities/securite-antisismique-integree-les-villes-innovent/>

TECHNIQUE UTILISÉE

Système à isolation

<https://www.urban-hub.com/fr/cities/securite-antisismique-integree-les-villes-innovent/>



Isolateur sismique

Matériaux

<https://www.bigbamboo.world/fr/blog-bigbamboo/post/sample-post1.html>



Bambou

SYSTÈME D'AMORTISSEMENT PAR UNE MASSE

Tour Taipei 101 à Taiwan :

- Gratte-ciel solide
- Résistance (typhon, bourrasque de vent de 250km/h)



https://www.researchgate.net/figure/8-Schema-dinstallation-dun-AMA-de-type-pendule-dans-un-tour-de-101-etages-a-Taipei_fig6_315885310

TUNED MASS DAMPER (AMORTISSEUR DYNAMIQUE ACCORDÉ)



Câble en
acier

Boule d'acier

Vérin hydraulique

Caractéristique

- 4 câbles d'acier
- 660 tonnes
- 8 vérins hydrauliques
- Amorti 40% des mouvements de l'édifice

<https://www.shutterstock.com/fr/image-photo/tuned-mass-damper-taiwan-101-building-46424065>

OBJECTIF

- Construire une maquette avec un pendule amorti et accordé
- Tester l'influence d'un pendule sur notre maquette
- Observer les échanges d'énergies présentes
- Trouver les facteurs permettant de diminuer la déformation de la maquette

THÉORIE

Equation différentielle du pendule :

- Forces : - Poids \vec{P}
- Tension du fil \vec{T}

On suppose l'angle θ est petit

Pendule simple :

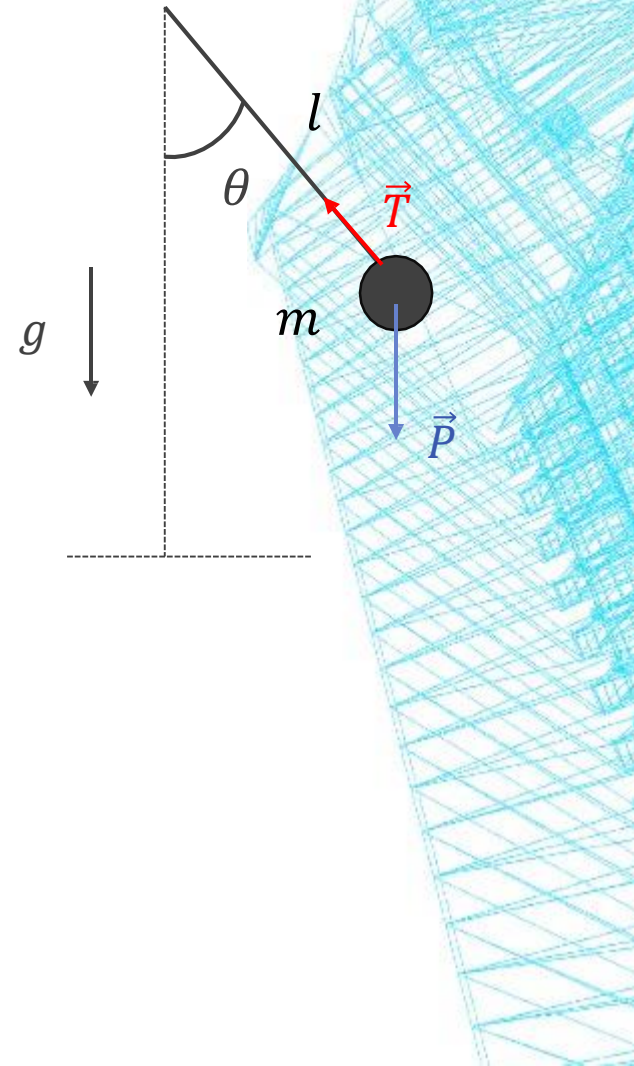
$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \theta = 0$$

Pendule pesant :

$$\ddot{\theta} + \frac{mgl}{J} \theta = 0$$

Pendule avec frottement :

$$\ddot{\theta} + \frac{f}{m} \dot{\theta} + \frac{g}{l} \theta = 0$$



- Caractéristique

ω_0 pulsation propre

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}} \text{ ou } \sqrt{\frac{mgl}{J}}$$

T_0 période propre

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

Q facteur qualité

$$Q = \sqrt{\frac{g}{l}} \frac{m}{f}$$

- Solution - Sans frottement :

$$\theta(t) = A \cos(\omega_0 t) + B \sin(\omega_0 t)$$

- Avec frottement :

$$\omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$$

$Q > \frac{1}{2}$ (régime pseudo-périodique)

$$\theta(t) = \exp\left(\frac{-\omega_0}{2Q} t\right) [A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)]$$

1^{ER} MODÈLE EXPÉRIMENTAL

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

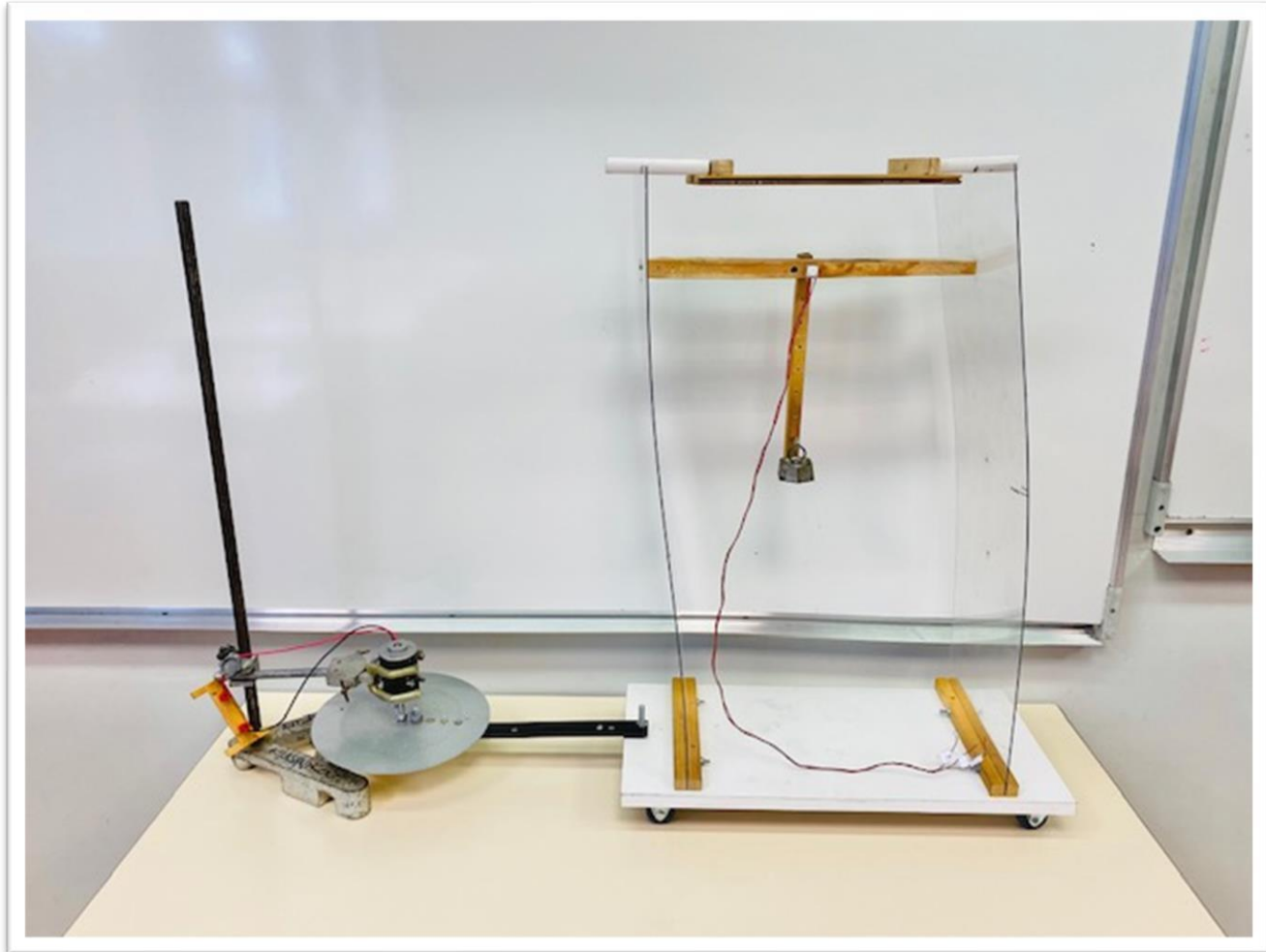
ÉVOLUTION DU MODÈLE

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

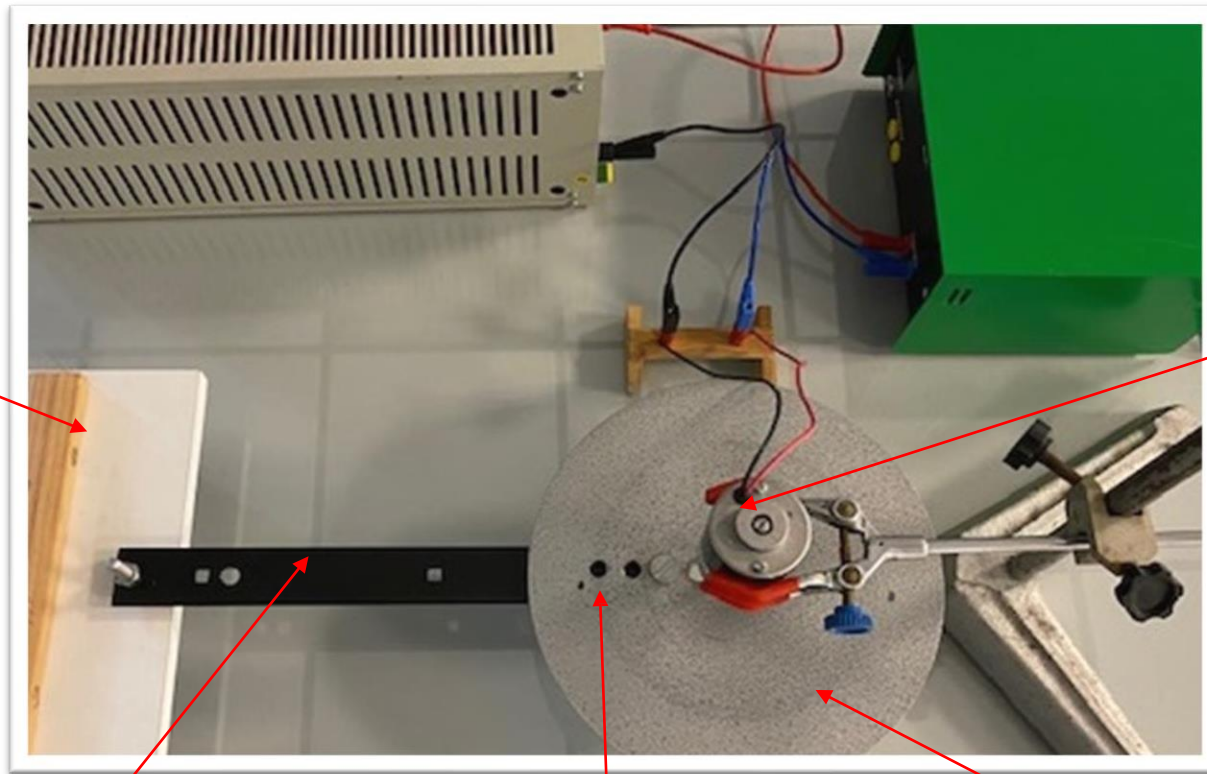
ÉVOLUTION DU MODÈLE

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

MODÈLE FINAL



SYSTÈME BIELLE-MANIVELLE



Bâtiment

Moteur

Bielle=Fer plat
acier

Différents manetons

Manivelle
=Disque

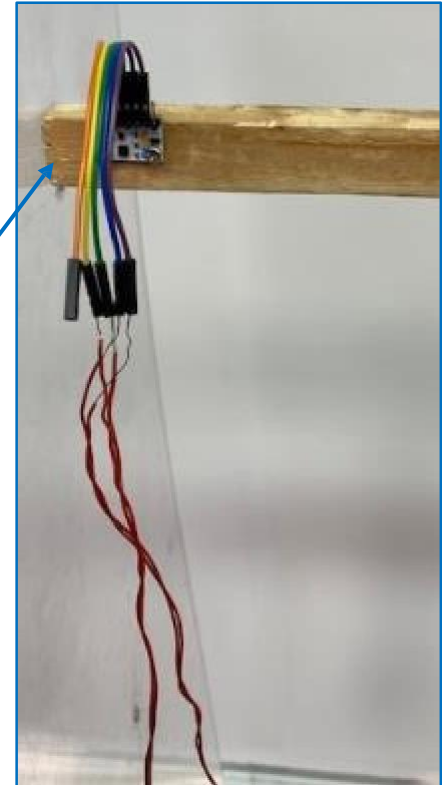
OUTIL DE MESURE

Potentiomètre



(Mesure les différentes positions du pendule)

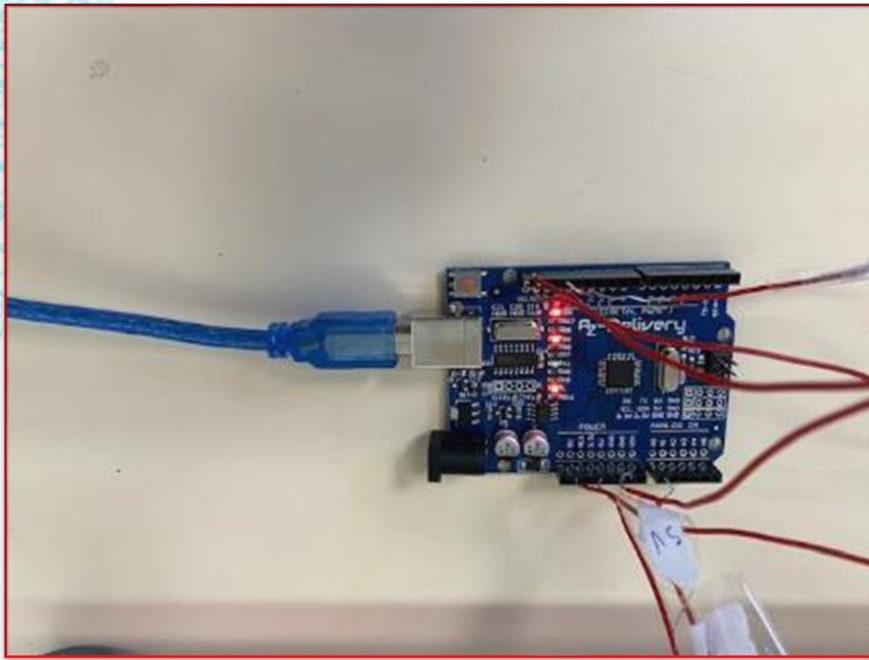
Accéléromètre



(Mesure l'accélération de la maquette)

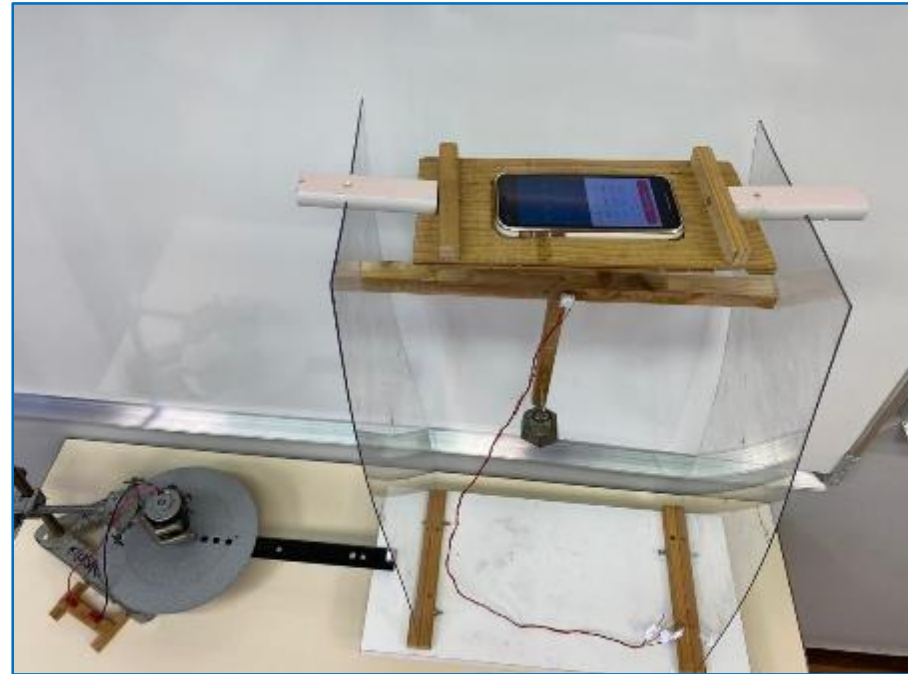
OUTIL DE MESURE

Arduino



(Affiche les données du potentiomètre
et de l'accéléromètre)

Application : Phyphox



(Mesure l'accélération, la période)

HYPOTHÈSE

- On déplace la mandette selon une direction

- On effectue des petites oscillations de la mandette

- Pas de frottement

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

1ÈRE EXPÉRIENCE : PÉRIODE DU MODÈLE AVEC ACCÉLÉROMÈTRE

**Page non consultable sans l'autorisation du
propriétaire**

Arduino

Acceleromètre

Planche fixée

COM5

```
183:0
182:196:0
967:208:0
973:221:0
977:233:0
979:245:0
984:259:0
987:271:0
989:283:0
991:295:0
996:308:0
1000:322:0
1005:335:0
1007:349:0
```

☐ Défilement automatique ☐ Afficher l'...

PROTOCOLE DES EXPÉRIENCES

- Brancher le potentiomètre et l'accéléromètre sur l'Arduino

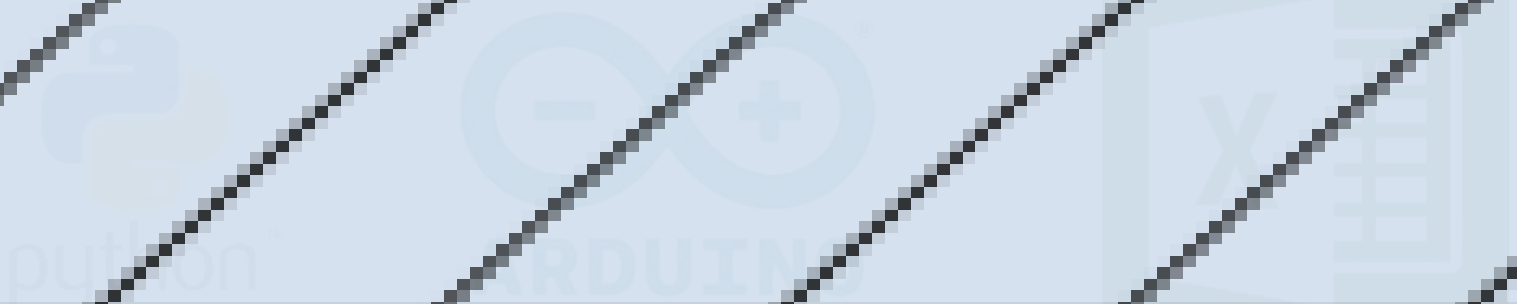
- Stocker les données sous fichier texte avec Python

- Traiter les données avec le logiciel Python, Excel, Regressi

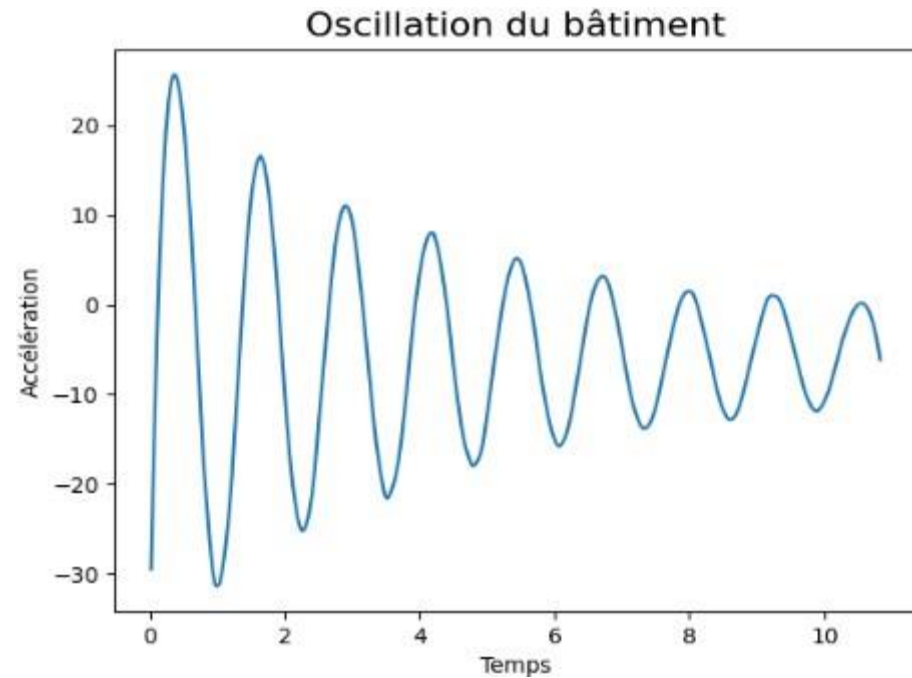
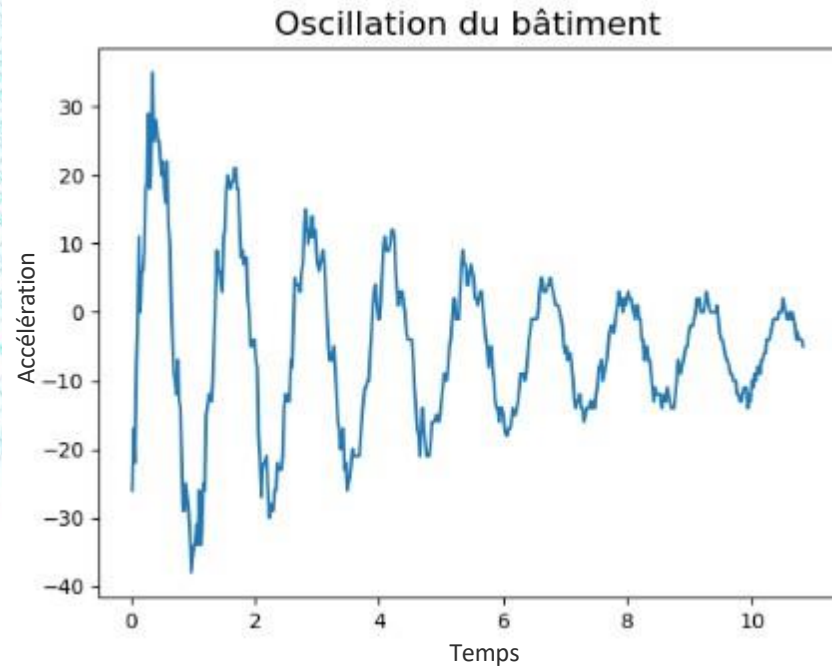
- Filtrer les données avec Python

- Trouver les incertitudes grâce au logiciel Regressi

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire



PÉRIODE DE LA MAQUETTE



Période $T = 1,28s \pm 0,23s$

2ÈME EXPÉRIENCE : PÉRIODE DU MODÈLE AVEC TÉLÉPHONE

**Page non consultable sans l'autorisation du
propriétaire**

• Avec téléphone (Phyphox)

Déplacement du bâtiment

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

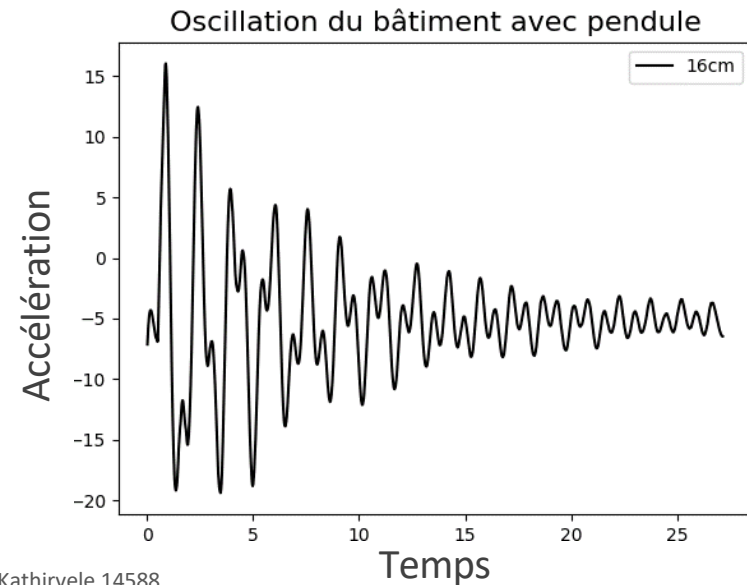
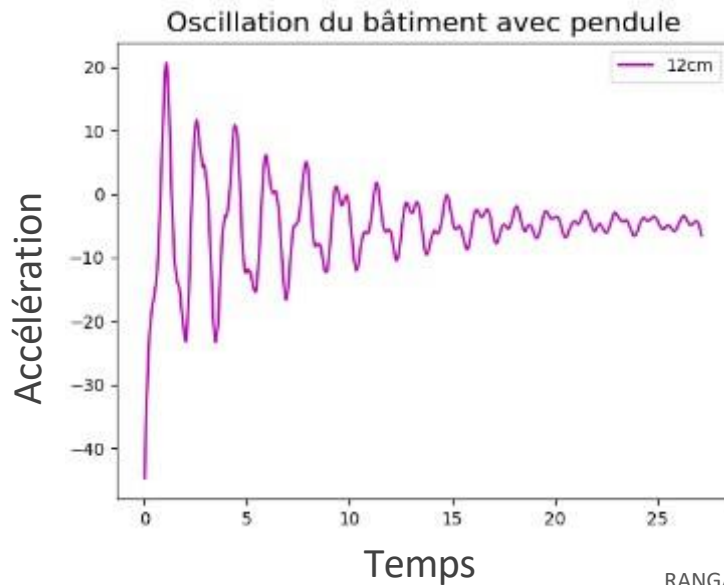
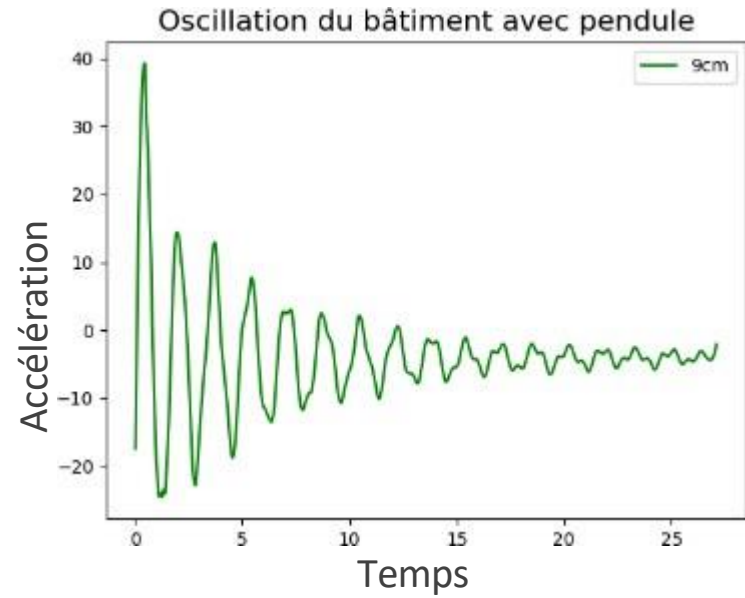
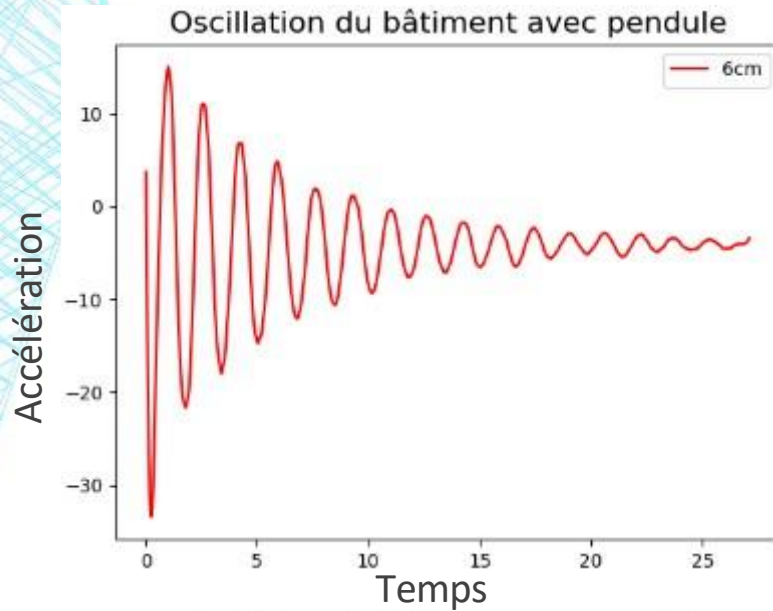
Période $T = 1,39s \pm 0,20$

EXPERIENCE POUR ACCORDER LE PENDULE

**Page non consultable sans l'autorisation du
propriétaire**

Variation de la longueur
du fil

EXPÉRIENCE AVEC VARIATION DU FIL



Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

BILAN

- Avantage : Utilisation facile d'une ficelle

- Inconvénient : Fin incontrôlable, pas de vérin

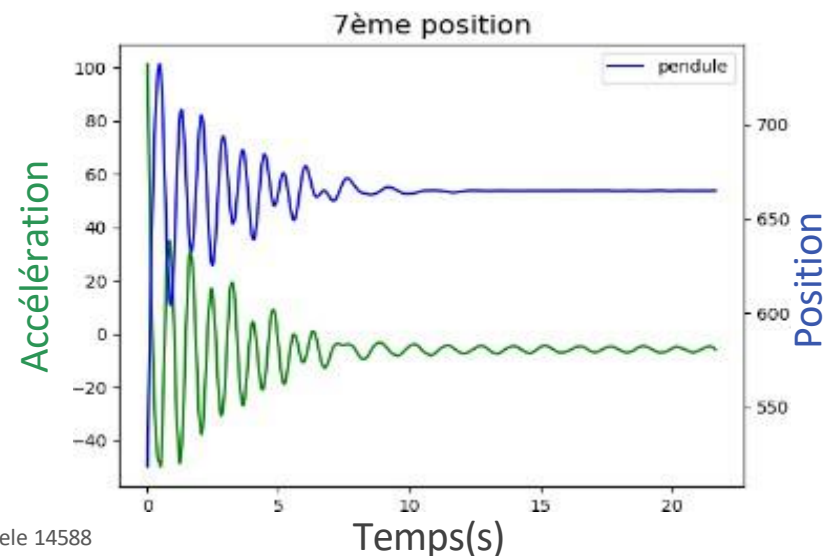
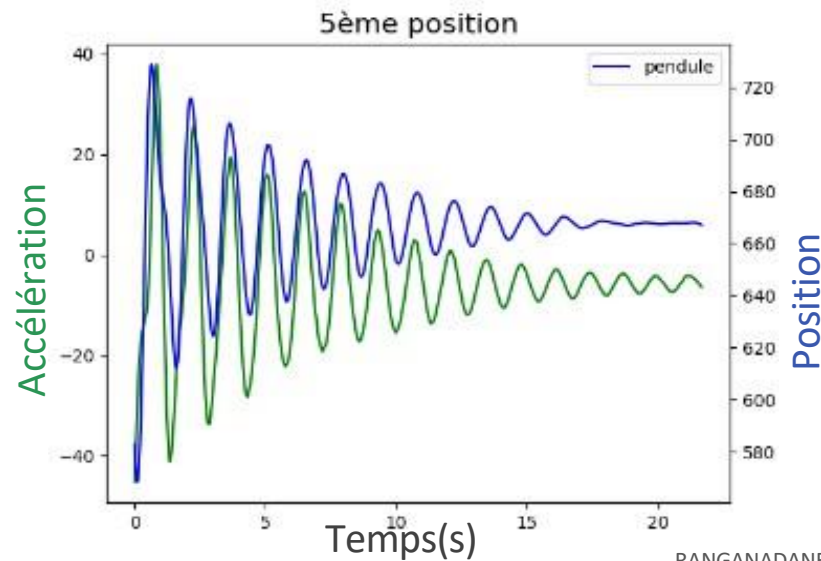
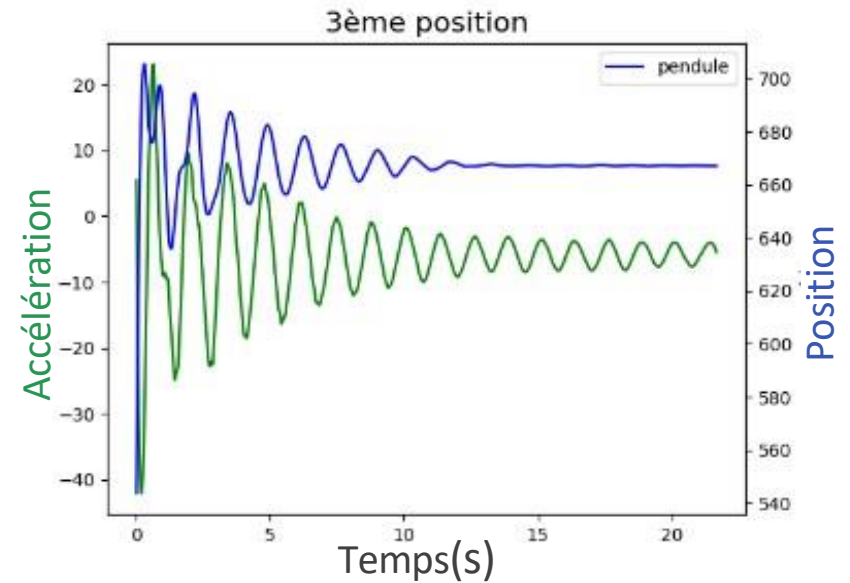
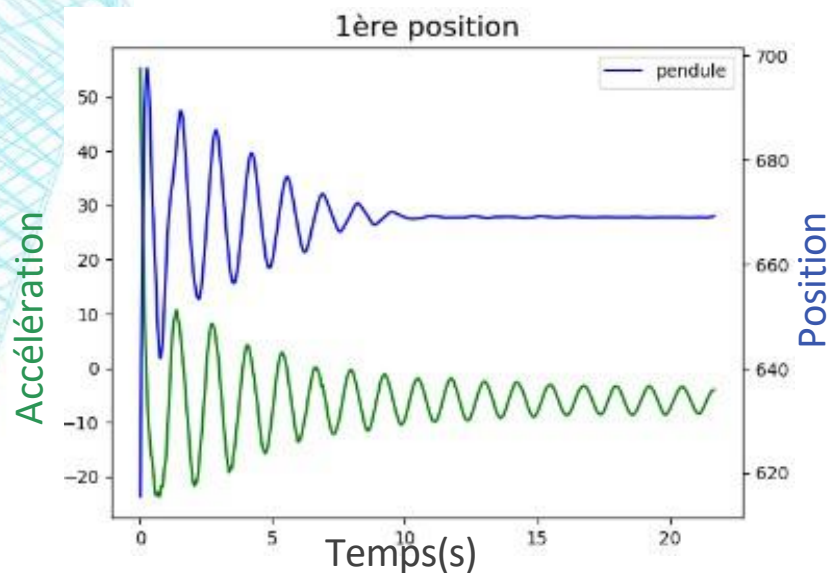
Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

- Nouvelle expérience : Avec un pendule pesant

EXPERIENCIA VECIA POSICION DE LA MASA

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

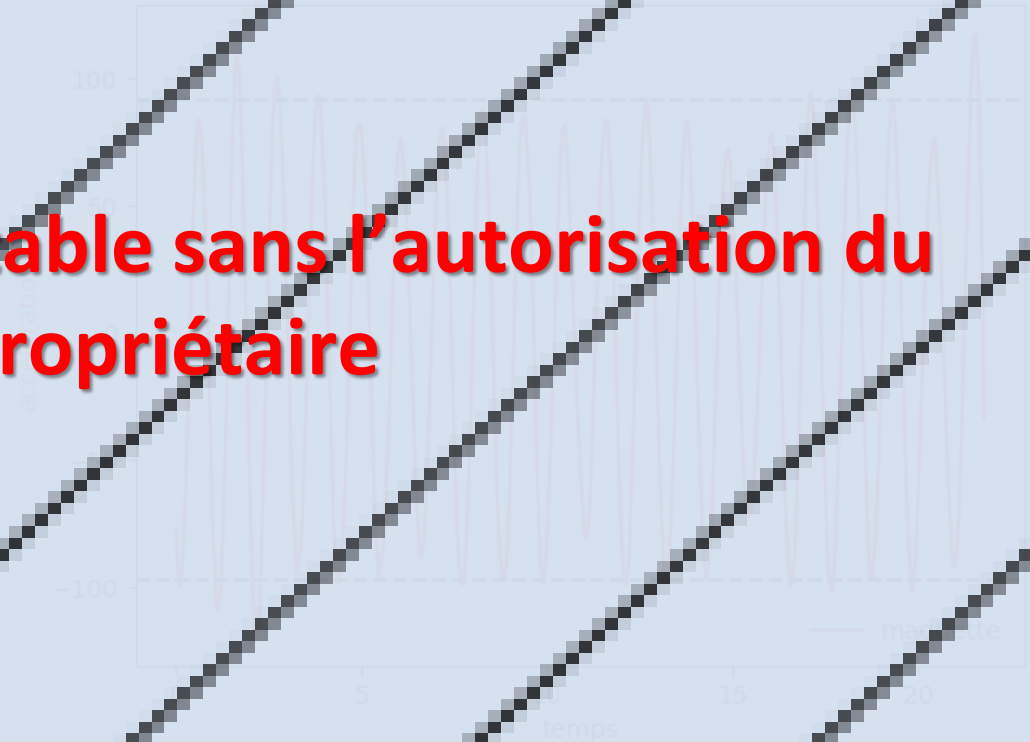
INFLUENCE DE LA POSITION DE LA MASSE



1ÈRE SIMULATION D'UN SEISME SANS PENDULE



**Page non consultable sans l'autorisation du
propriétaire**



Période $T=1,12s \pm 0,13s$

Amplitude $A= 189 \pm 209$

1ÈRE SIMULATION D'UN SÉISME AVEC UN PENDULE

**Page non consultable sans l'autorisation du
propriétaire**

1ÈRE SIMULATION D'UN SEISME AVEC UNE PENDULE



Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire



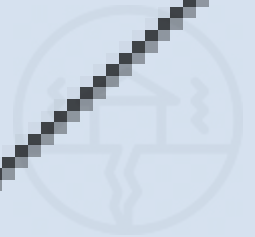
$T_{bat} = 0,8s \pm 0,16s$
 $T_{pend} = 0,8s \pm 0,16s$
 $A_{bat} = 2,36 \pm 2,30$



Interprétation :

- Faible amplitude avec une pendule
- Pendule amorti plus la maquette

1ÈRE SIMULATION D'UN SÉISME AVEC UN PENDULE



Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire



$T_{bat} = 0,9s + 1,8s$

2ÈME SIMULATION D'UN SÉISME AVEC UN PENDULE

**Page non consultable sans l'autorisation du
propriétaire**

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

Variation de la position de la masse

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

$T_{\text{bat}} = 0,57\text{s}$
 $T_{\text{ind}} = 0,64\text{s}$
 $\Delta \text{bat} = 67 \pm 3,37$

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

CONCLUSION

- L'utilisation d'un pendule maintient une meilleure stabilité d'un bâtiment soumis à un séisme

Page non consultable sans l'autorisation du propriétaire

- 2 possibilités pour améliorer la stabilité d'un bâtiment:
 - Pendule situé tout en haut
 - Pendule situé tout en haut (que l'on choisit)
- Différence d'échelle entre la maquette et la tour Taipei 101 (système bien plus complexe)

ANNEXE

Programme Arduino

```
* Name      : MMA8453_n0ml Library Example: DataMode
* Author    : Noah Shibley, NoMi Design Ltd. http://n0ml.com
*           : Michael Grant, Krazatchu Design Systems. http://krazatchu.ca/
* Date      : May 5th 2013
* Version   : 0.2
* Notes     : Arduino Library for use with the Freescale MMA8453Q via Arduino native WIRE with repeated start (was i2c of DSS circuits).
*
*****/

#include <Wire.h>
#include <MMA8453_n0ml.h>

MMA8453_n0ml accel;
unsigned long timing;
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    accel.setI2CAddr(0x1D); //change your device address if necessary, default is 0x1C
    accel.dataMode(true, 2); //enable highRes 10bit, 2g range [2g,4g,8g]
}

void loop()
{
    timing= millis(); //
    accel.update();
    Serial.print(":");
    Serial.print(timing); // valeur du temps
    Serial.print(":");
    Serial.print(accel.x()); // valeur de l'accélération selon x
    Serial.println(" ");
    Serial.print(analogRead(A0)); // valeur <du potentiomètre

    // Dans moniteur série, 1er valeur: potentiomètre , 2eme valeur : time , 3 eme valeur: x
}
}
```


Programme Python

```
#1 Lire les valeurs de l'arduino
import serial
port =serial.Serial ('COM5', baudrate=9600)

fichier = open('valeur.txt', 'w') # Création d'un fichier texte

port.readline()          # Ouverture du port série
for i in range (1500):
    donnee= port.readline().decode() # Importe les valeurs en retirant les codes de l'arduino
    print(donnee)
    fichier.write(donnee)    #Stockage des données dans le fichier "valeur"

fichier.close()

#2 Traitement des valeurs
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.signal import savgol_filter # Module pour filtrer les données
temps=[]
accelerometre=[]
potentiometre=[]
with open('valeur.txt', 'r') as fichier:    # Lecture du fichier
    for i in range (3000):
        valeur=(fichier.readline()).split(":") # Récupère les valeurs du fichier dans une liste
        if len(valeur)>1:
            temps.append(float(valeur[1])/1000)
            accelerometre.append(float(valeur[2]))
            potentio.append(float(valeur[0]))

accelerometre1=savgol_filter(accelerometre,43,3) #Filtre les données de l'accéléromètre
potentiometre1=savgol_filter(potentiometre,43,3) #Filtre les données du potentiomètre

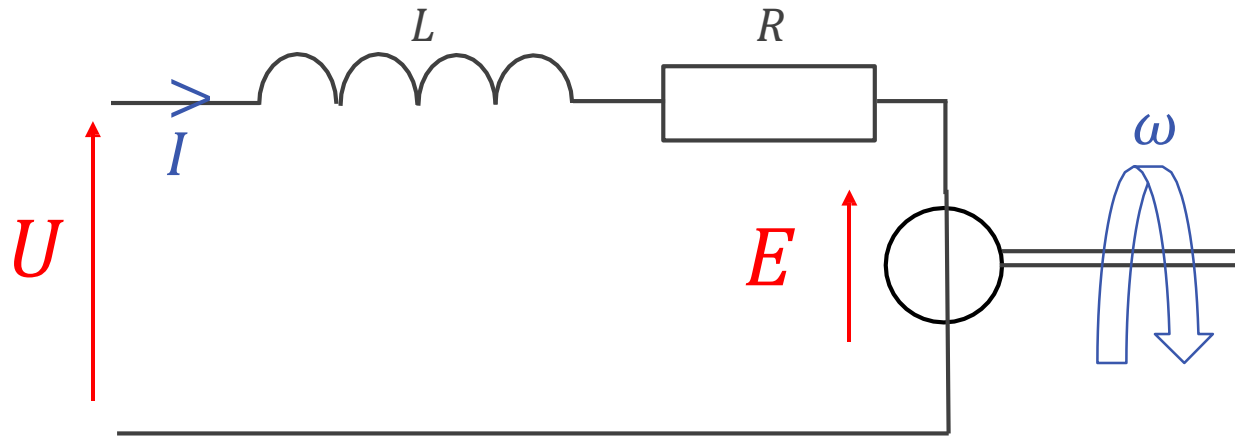
plt.plot(temps,accelerometre1,"y-",label="20cm") #Trace la courbe
plt.plot(temps,potentiometre1,"y-",label="20cm") #Trace la courbe
plt.title("Oscillation du bâtiment avec pendule", size= 16)
plt.legend()
plt.show()
```

MOTEUR À COURANT CONTINU

- Rotor (axe + bobine)
- Stator (2 aimants permanent qui crée un champ magnétique)
- Balai (distribue le courant électrique à la bobine)
- Vitesse de rotation maximale : 6000 tour/min
- Moment d'inertie du disque $J = \frac{mR^2}{2} = 0,0015 \text{ kg.m}^2$
- Puissance $P = C \times \omega$ et le couple $C = K \cdot I$



Circuit électrique du moteur :



U Tension aux bornes

E Force contre-électromotrice

I Intensité du courant

ω Vitesse de rotation

$$U = E + R \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt}$$