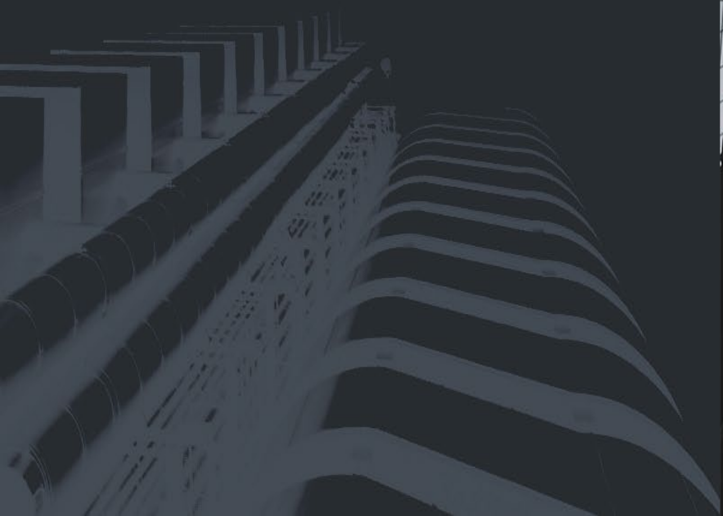
Des sols permettant la récupération d’énergie



Med Amine Badih

Numéro SCEI : 20372

Introduction

Figure : ANCIENNE MEDINA DE TÉTOUAN

Problématique

Comment rendre ces anciennes médinas plus autonomes en énergie éléctrique ?

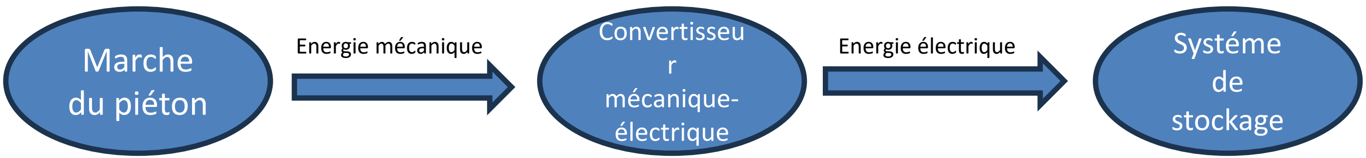
Table de matière :

→ Objectif et solution propose

→ Etude théorique de la solution (Partie mécanique et partie éléctrique)

→ Réalisation du prototype et mise en évidence des résultats expérimentaux

Objectif


Marche du piéton
Energie mécanique
Convertisseur mécanique-électrique
Energie électrique
Systéme de stockage

Solution proposée

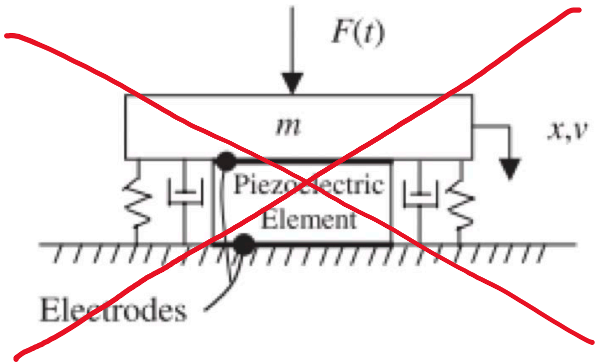


Figure : Génerateur Piézoélectrique

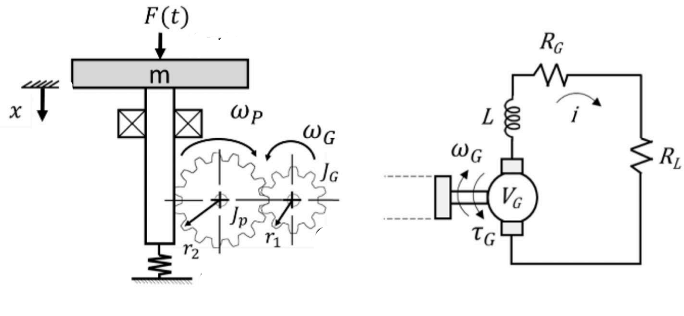
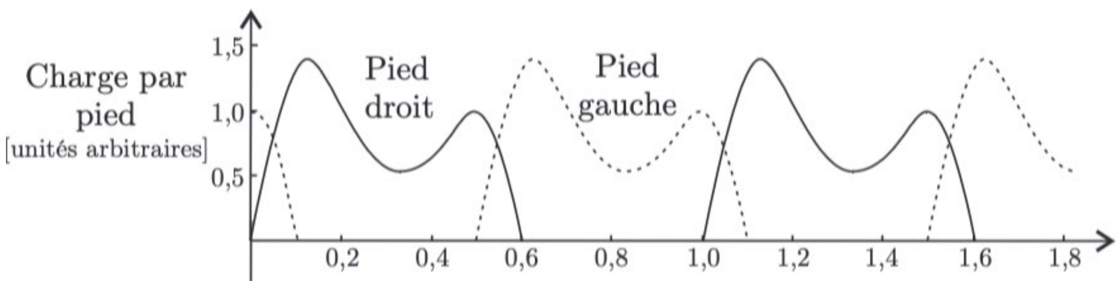


Figure : Génerateur électromagnétique

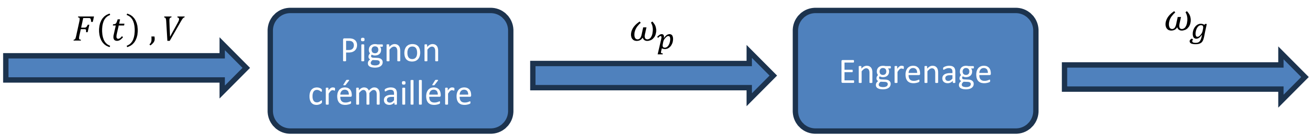
Solution proposée

→ *La force appliqué par le piéton est representé experimentalement par la figure ci dessus* :



Étude Théorique :

I) Partie mécanique :



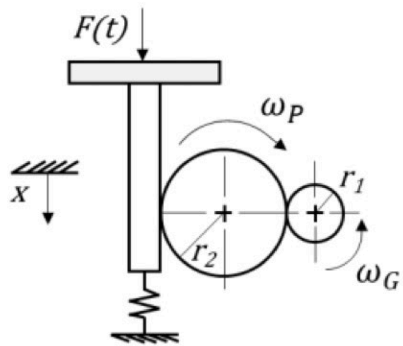
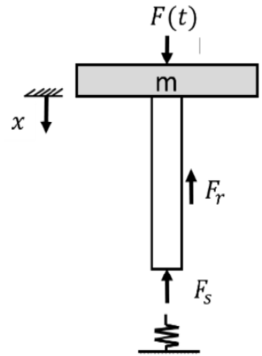


Figure : Systéme mécanique

Étude Théorique



$\dot{x} = r_2\omega_P = r_1\omega_G$

$\tau_G = k_T\, i$

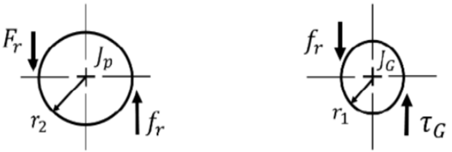


Figure : Paramétres du systéme mécanique

→ m : *Masse de la plaque + crémaillère*

→ J_p , J_g : *Moments d'inerties des pignons*

→ x : *Déplacement de la crémaillère*

→ $F(t)$: *Force appliquée par le piéton*

→ F_r : *Force de friction entre la crémaillère + les pignons*

→ f_r : *Force de friction entre les deux pignons*

→ F_s : *La somme de la force de rappel de ressort + d'amortissement*

→ ω_p , ω_g : *vitesses angulaires des pignons*

→ τ_G : *couple électromagnétique du génerateur*

Étude Théorique

$\rightarrow$ *Systéme étudié n°1 : { Crémaillère + plaque }*

On applique la 2éme Loi de Newton dans le cadre d'un réferentiel galiléen :

$$m\ddot{x} = \mathrm{F(t)} - \mathrm{F_s} - \mathrm{F_r} \qquad \mathrm{(I)}$$

$\rightarrow$ *Systéme étudié n°2 et n°3 : {Pignon 1 } et {Pignon 2}*

On applique le théorème du moment cinétique dans le cadre du meme réferentiel :

$$J_p\,\dot{\omega}_p = J_p\frac{\ddot{x}}{r_1} = (F_r - f_r)\,r_S \quad (II)$$

$$J_g\,\dot{\omega}_g = J_g\frac{\ddot{x}}{r_1} = (f_r - \tau_g)\,r_1 \quad (III)$$

Étude Théorique

Effectuant (I) − (III), on déduit la relation suivante :

$$M\,\ddot{x} + \frac{K_T}{r_1} + F_s = F(t) \quad (IV)$$

$$M = m + \frac{J_p}{r_2^2} + \frac{J_g}{r_1^2} \quad (V)$$

$\acute{E}tude\ Th\acute{e}orique$

II) Partie électrique :

→ V_G : $Force\ \acute{e}lectromotrice\ du\ g\acute{e}n\acute{e}rateur\ (V_g = K_t\ \omega_g)$

→ V_{rg} : $Tension\ aux\ bornes\ de\ la\ r\acute{e}sistance\ du\ g\acute{e}n\acute{e}rateur$

→ V_{rl} : $Tension\ aux\ bornes\ de\ la\ r\acute{e}sistance\ de\ la\ charge$

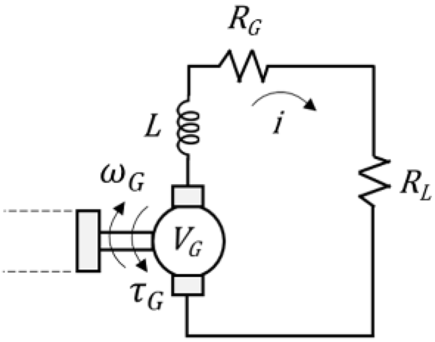
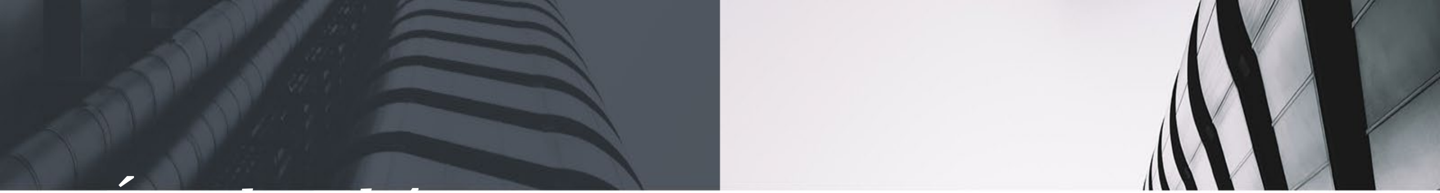


Figure : Schéma électrique



On applique la loi des mailles en se basant sur l'orientation de la figure VI :

$$V_l + V_{rg} + V_{rl} - V_g = 0$$

On en déduit :

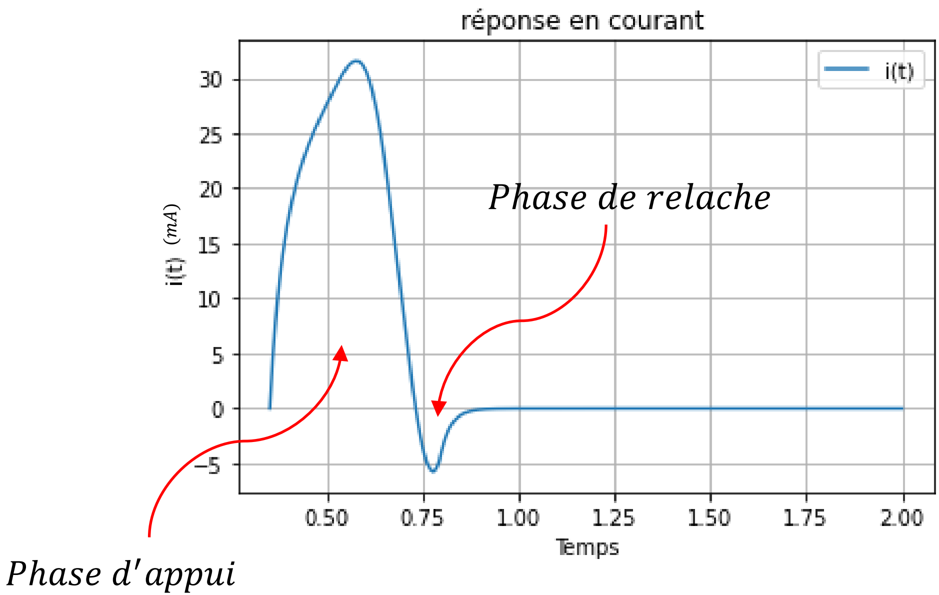
$$\dot{I} + \left(\frac{R_g + R_l}{L}\right)\mathrm{i} - \left(\frac{\mathrm{K_t}}{\mathrm{L}}\right)\omega_g = 0 \quad (V)$$

Étude Théorique

On obtient l'équation différentielle matricielle suivante :

$$\begin{bmatrix} \dot{I} \\ \dot{x} \\ \ddot{x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\left(\dfrac{R_g + R_l}{L}\right) & 0 & \dfrac{K_t}{L r_1} \\ 0 & 0 & 1 \\ \dfrac{-K_t}{M\, r_1} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i \\ x \\ \dot{x} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dfrac{F(t) - F_s}{M} \end{bmatrix}$$

Étude Théorique



Réalisation du prototype

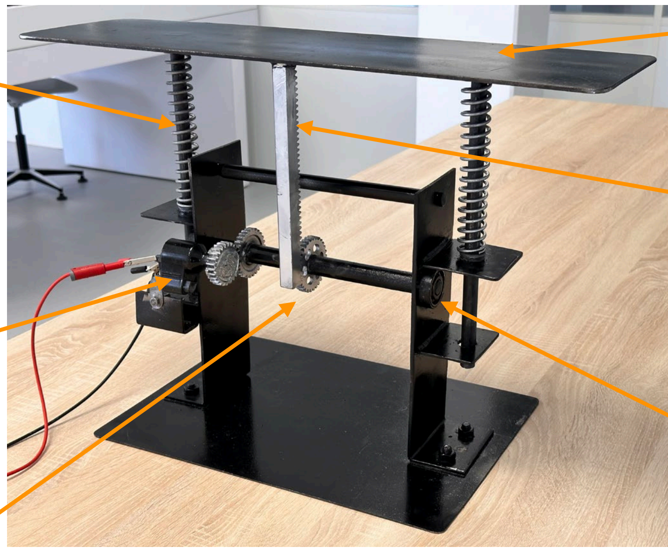
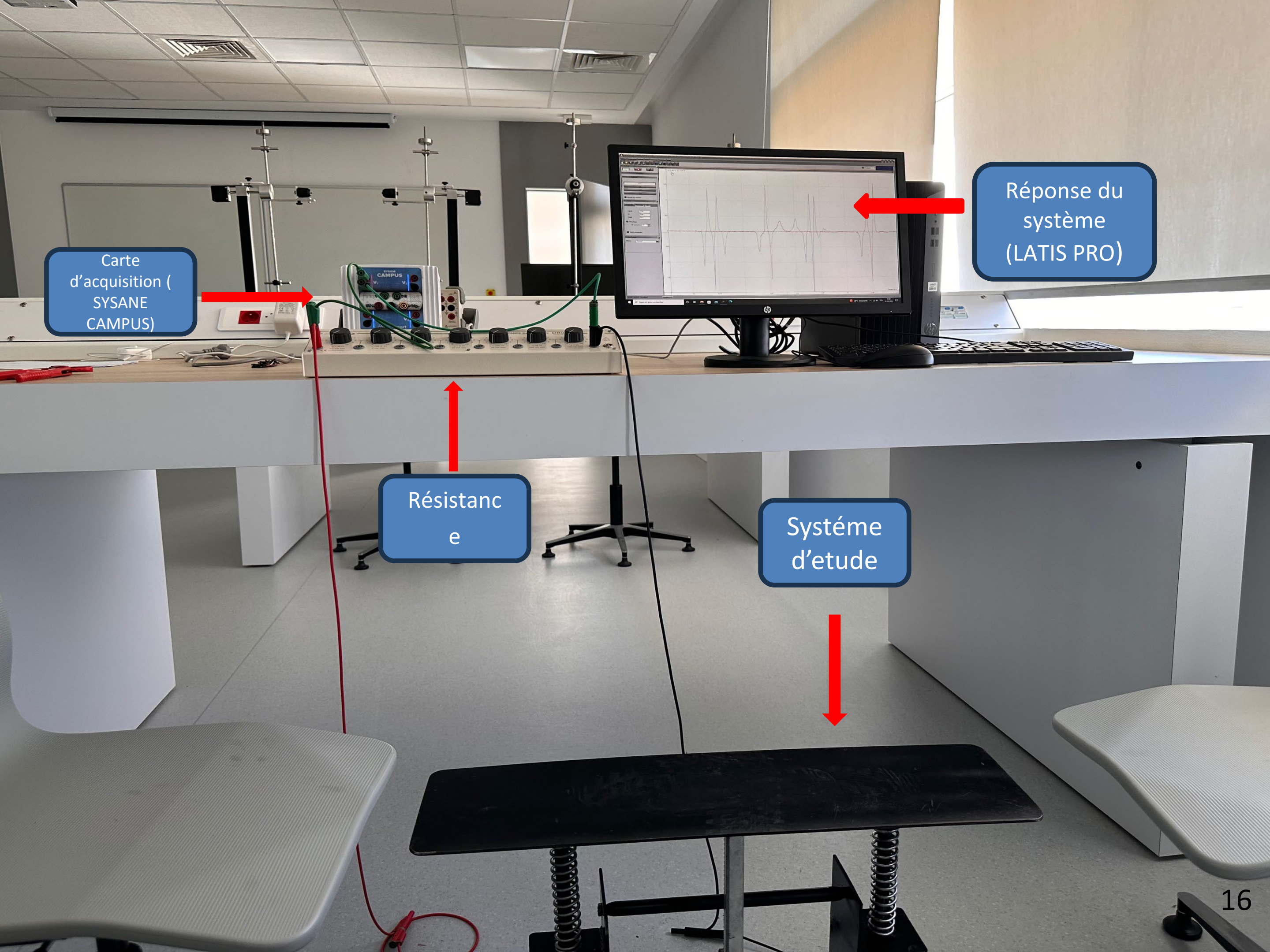


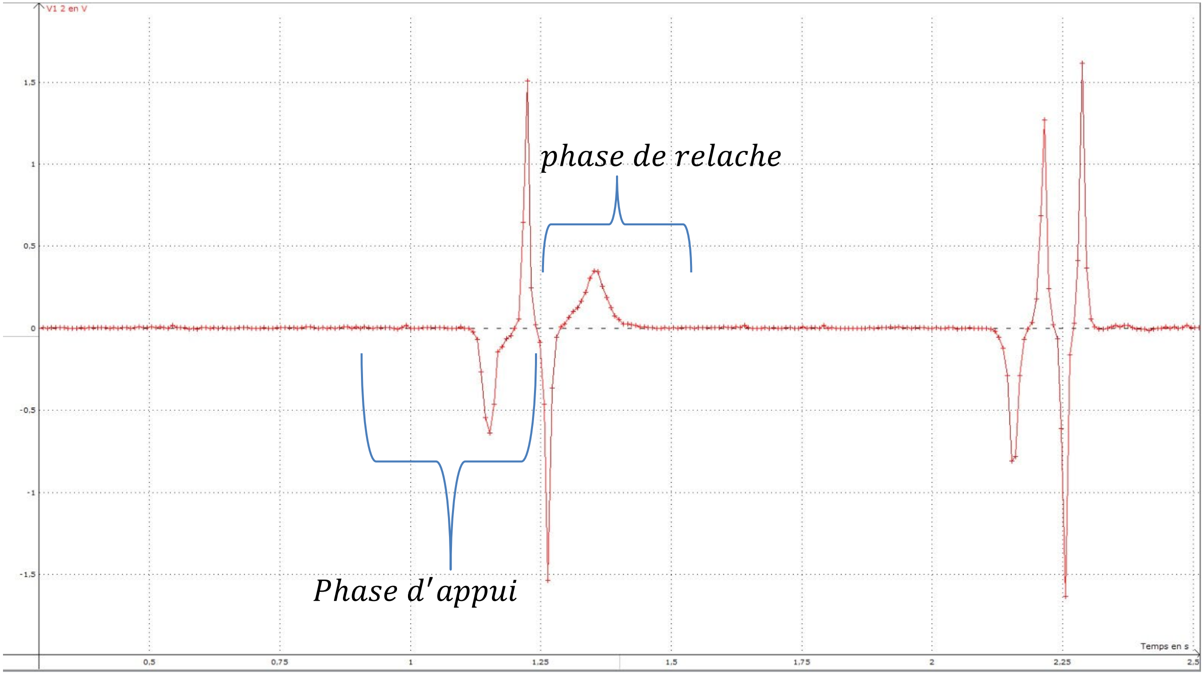
Figure : protocole experimentale

Réalisation du prototype

Mise en évidence de l'objectif souhaité :
Produire de l'energie électrique


Carte d'acquisition (SYSANE CAMPUS)
Réponse du système (LATIS PRO)
Résistanc e
Systéme d'etude

Résultats de l’expérience



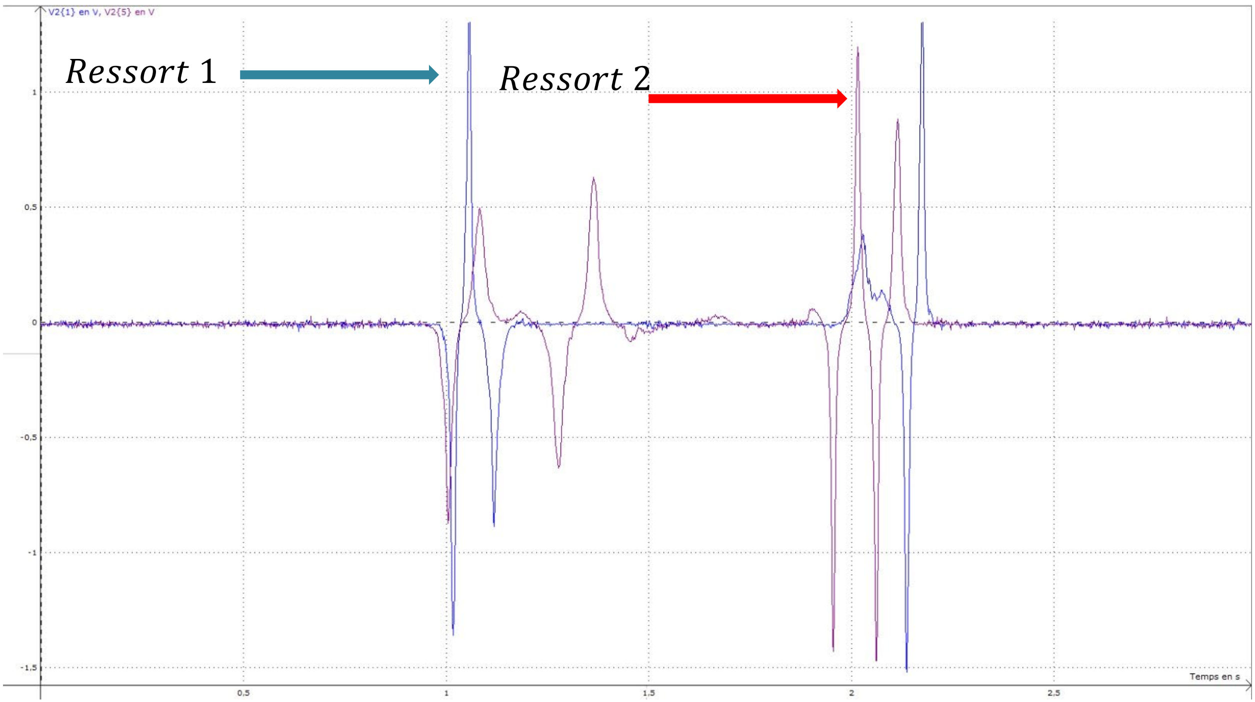
Résultats de l'expérience

>> Nous nous sommes demandé si la raideur des ressorts utilisés peut avoir de l'influence sur les valeurs obtenues , on utilise alors les deux ressorts suivants :

<u>*Ressort* 1 (*raideur moins importante*)</u>

<u>*Ressort* 2 (*raideur plus importante*)</u>

Résultats de l'expérience

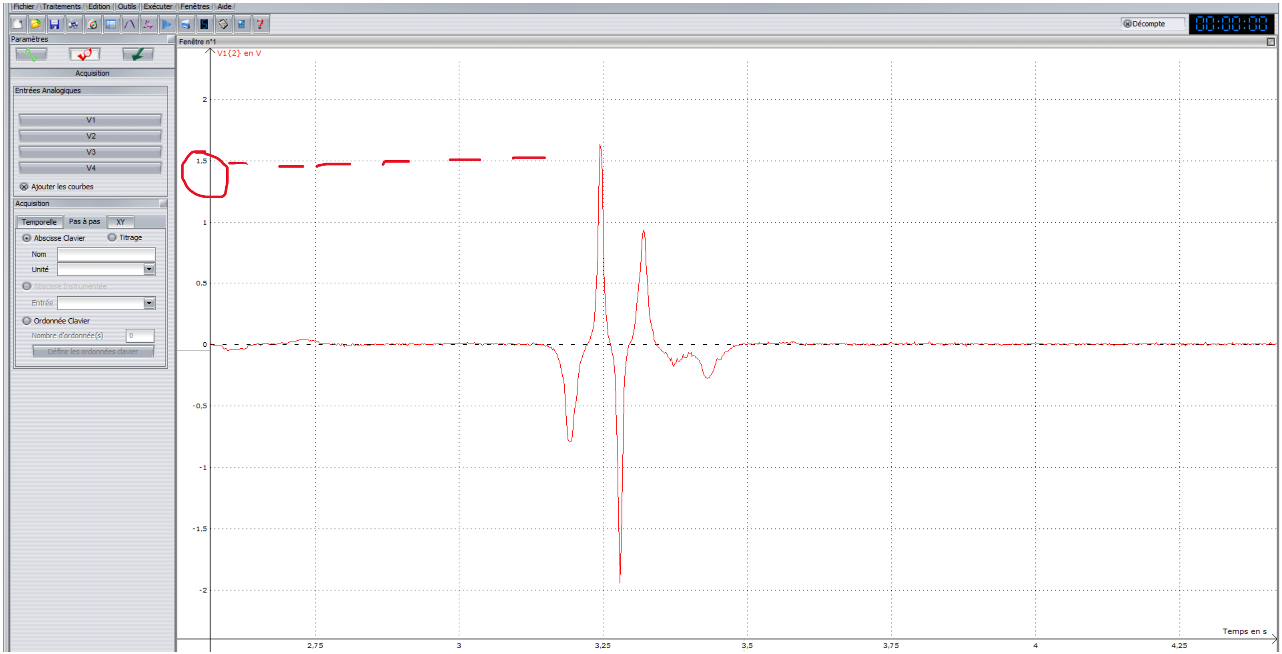


Résultats de l'expérience

>> Dans une première impression de notre systéme , il peut apparaitre que la masse du piéton peut influencer sur la quantité d'énergie generée , pour cela on propose le tableau suivant :

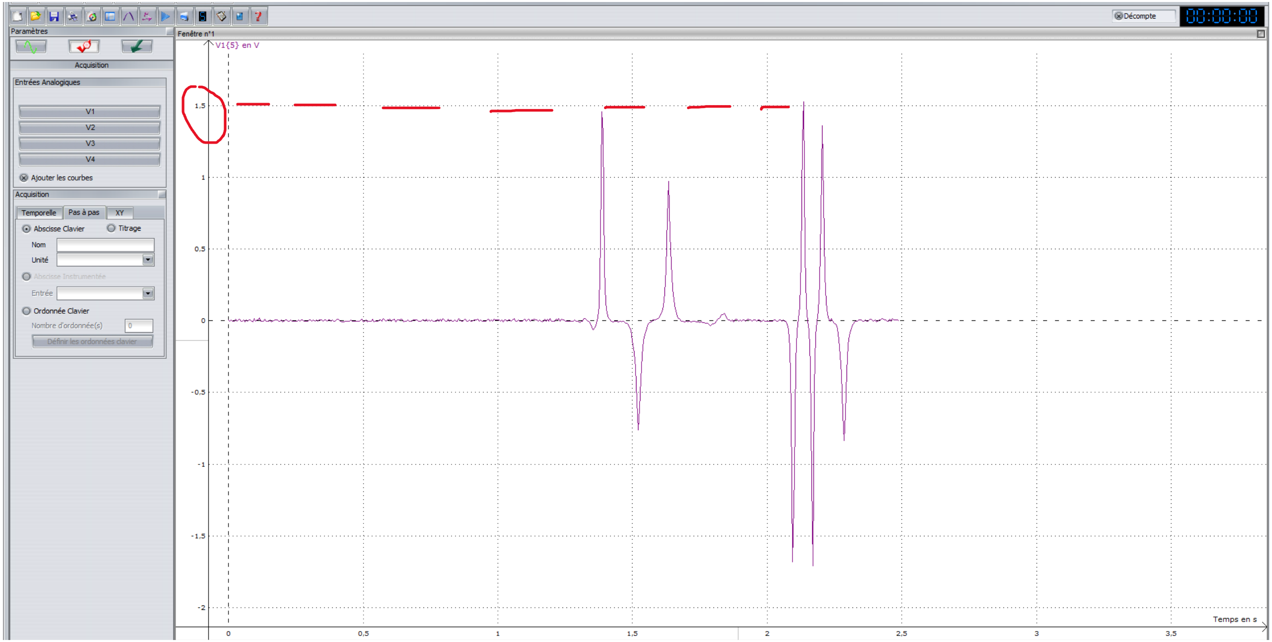
Individus	***Masse***
Individu n°1	$48kg$
Individu n°2	$62kg$
Individu n°3	$84kg$
Individu n°4	$104kg$

Résultats de l'expérience



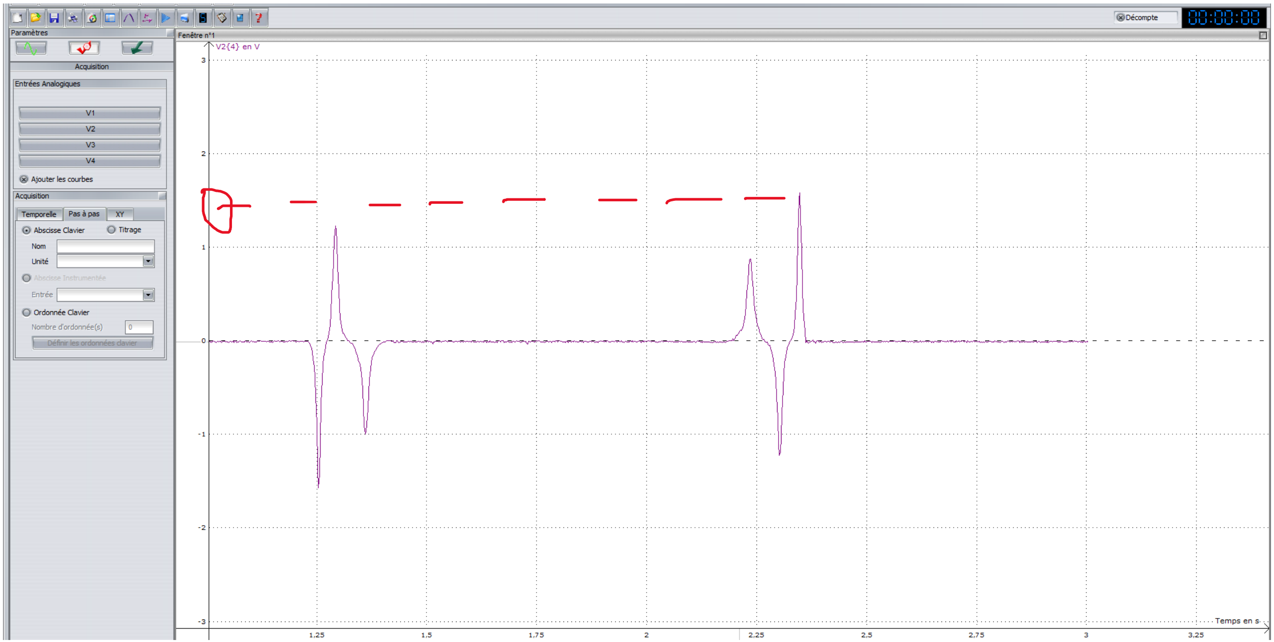
<u>*Réponse de l'individue n°1*</u>

Résultats de l'expérience



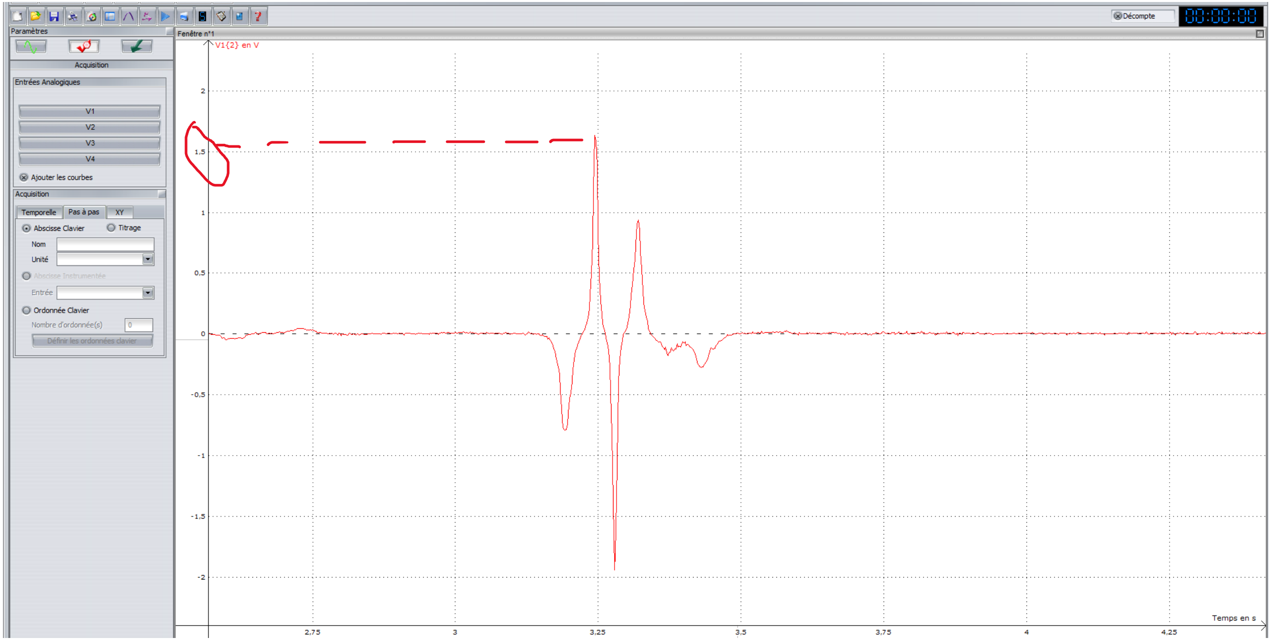
Réponse de l'individue n°2

Résultats de l'expérience



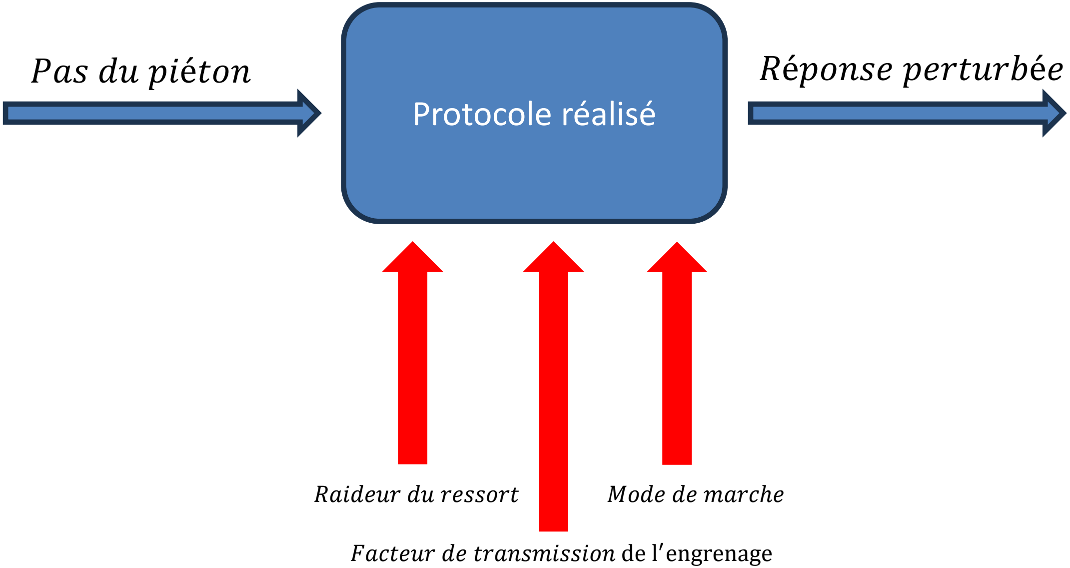
<u>*Réponse de l'individue n°3*</u>

Résultats de l'expérience



Réponse de l'individue n°4

Conclusion



Pas du piéton
Protocole réalisé
Réponse perturbée
Raideur du ressort
Mode de marche
Facteur de transmission de l′engrenage

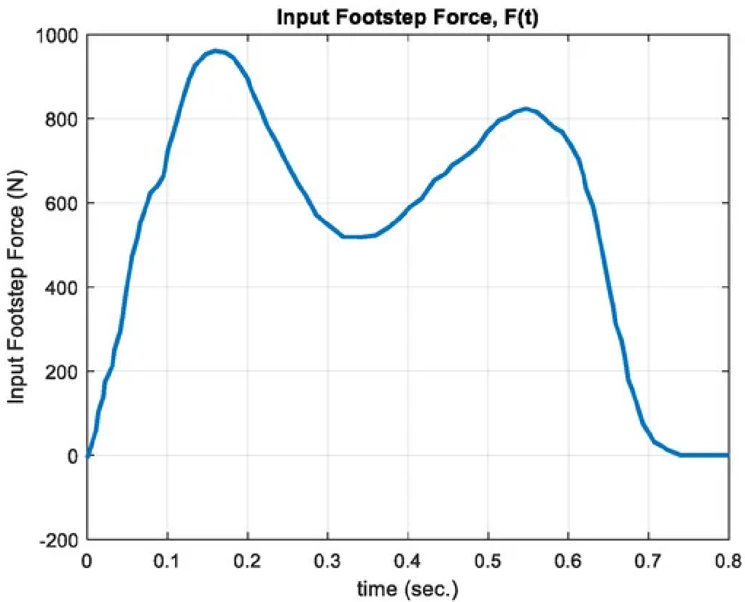
Merci pour votre attention

Annexe

```python
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.interpolate import interp1d
from scipy.integrate import solve_ivp
# choix des points pour effectuer l'interpolation
t = np.array([0 , 0.1 , 0.2, 0.35 , 0.4 , 0.5 , 0.6 , 0.7 , 0.8])
f  = np.array([0 , 800 , 900 , 500, 600 , 790 , 775 , 25 , 0 ])
# Interpolation cubique
cubique_interp = interp1d(t , f , kind='cubic')
t_new = np.linspace(0, 0.8 , 100)
f_cubic = cubique_interp(t_new)




# Définition de l'équation différentielle matricielle
def equation_diff_matricielle(t, Y):
    i = int(np.clip((t / 0.8 * 100),0,99))
    A = np.array([[-3.0438 * 10**3 , 0 , 4.14 * 10**3] , [0,0,1] , [-26.7 , 0 , 0]] )  # Matrice
    B = np.array([0, 0 ,f_cubic[i]])  # Second membre B
    dYdt = np.dot(A, Y) + B  # Équation différentielle matricielle
    return dYdt

# Conditions initiales
Y0 = np.array([0, 0, 0])

# Intervalle de temps
t_span = (0.35,2)  # De t=0 à t=0,5

# Résolution de l'équation différentielle matricielle
solution = solve_ivp(equation_diff_matricielle, t_span, Y0)

# Tracé de la solution
plt.plot(solution.t, solution.y[0], label='i(t)')
plt.xlabel('Temps')
plt.ylabel('i(t)')
plt.title('réponse en courant ')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()
```

Annexe 1 : Code Python permettant le tracé de la courbe voulu

Annexe



Annexe 2 : Courbe théorique de la force du pas du piéton sur la plaque