

TIPE: l'impact physique de la course à pied

Malaury DUTOUR

Épreuve de TIPE

Session 2023

Problématique

Mettre en évidence les traumatismes causés par la course à pied urbaine suivant différents chaussages et type de foulée.

Plan de l'exposé

Présentation du problème

Les sols dans nos villes sont souvent bétonnés et ne sembleraient donc pas idéals pour les coureurs, est-ce vraiment le cas ?

Nous allons le vérifier à l'aide d'un dispositif expérimental.

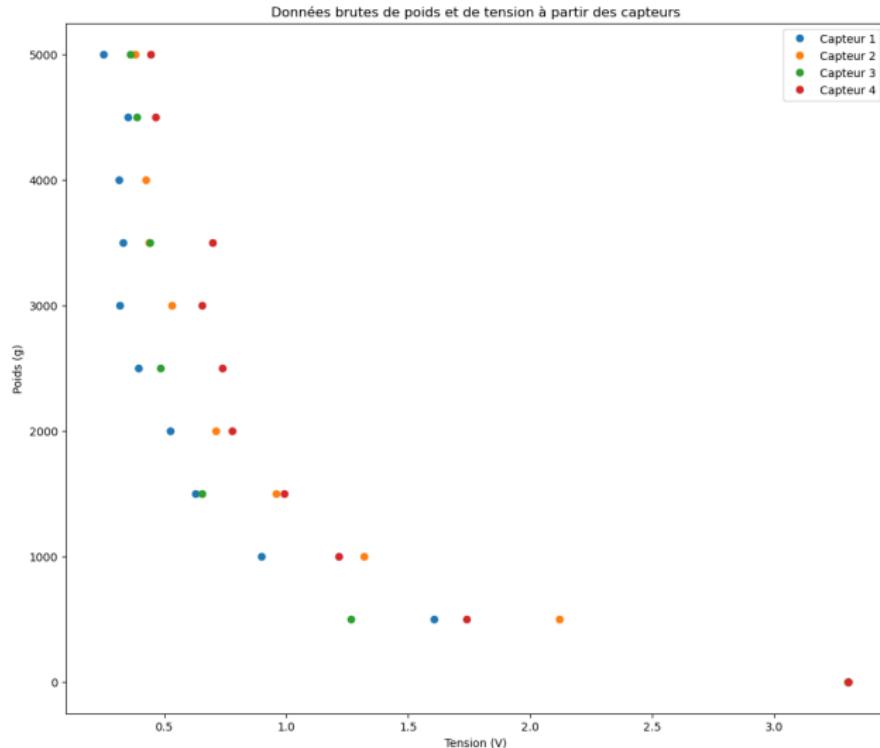
Présentation du dispositif expérimental

Afin de mesurer les chocs subis par le coureur on réalise une semelle particulière dotée de :

- 4 capteurs de pression
- Un lecteur de carte SD
- Un microcontrôleur

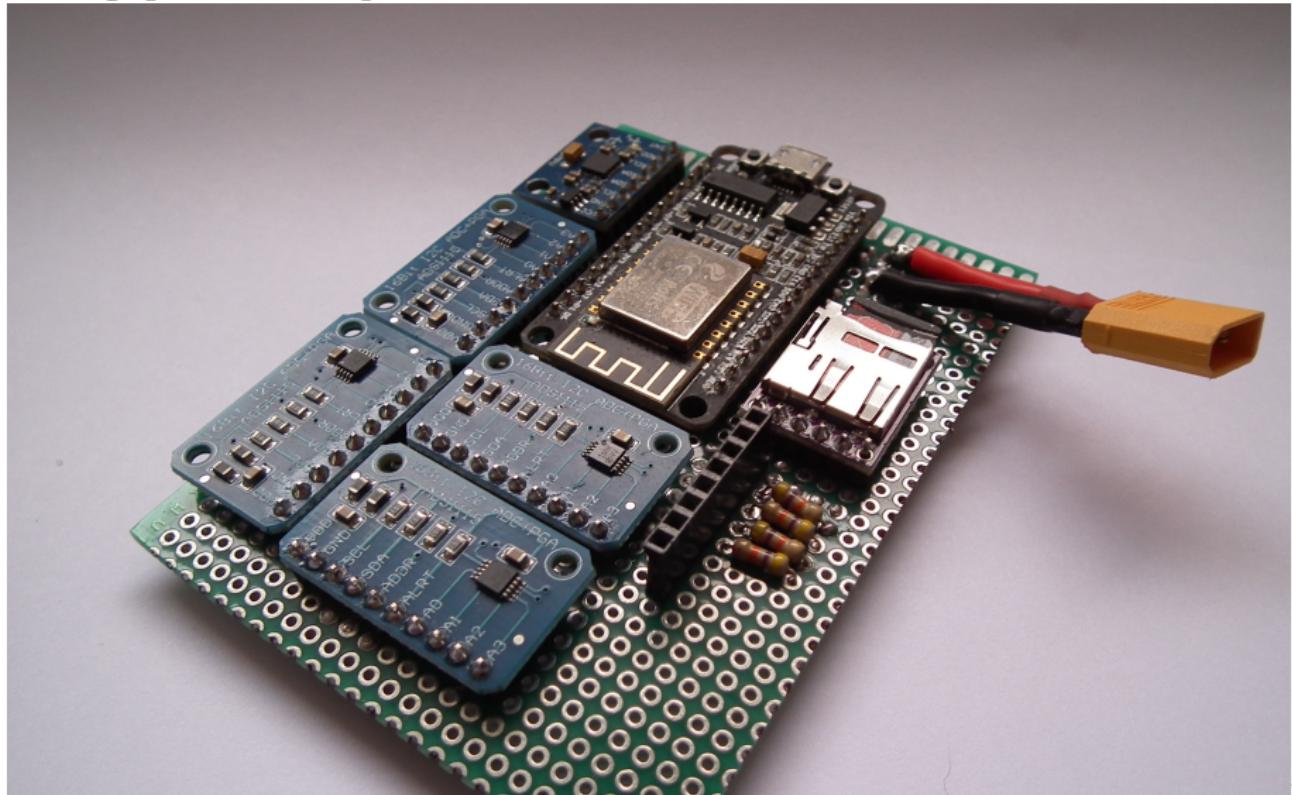
Le capteur de pression (ref ici)

Le capteur de pression est une résistance de variable de loi non linéaire.



Carte de contrôle

Voici la carte avec le microcontrôleur, les convertisseurs analogiques-numériques et le lecteur de carte SD :



Calibration - ajustement de courbe 1/2

On envisage la fonction suivante : $f_{a,b,c}(x) = \frac{a}{x^b} + c$

Notons x_i les valeurs en tension correspondant à un poids mesuré y_i .

Il faut trouver a, b, c minimisant $\sum_{i=0}^n (f_{a,b,c}(x_i) - y_i)^2$

Calibration - ajustement de courbe 2/2

On utilise la méthode de la descente de gradient pour trouver une valeur approchée de a, b, c minimisant $C(a, b, c) = \sum_{i=0}^n (f_{a,b,c}(x_i) - y_i)^2$. L'ideal étant d'avoir $\frac{\partial C}{\partial a}(a, b, c) = 0$ $\frac{\partial C}{\partial b}(a, b, c) = 0$ $\frac{\partial C}{\partial c}(a, b, c) = 0$, soit autrement dit $\nabla C = 0$. Pour cela on fixe $\alpha \in \mathbb{R}^+$ appelé taux

d'apprentissage et un seuil $\varepsilon \in \mathbb{R}^+$. On construit la suite $P_k = \begin{pmatrix} a_k \\ b_k \\ c_k \end{pmatrix}$ de

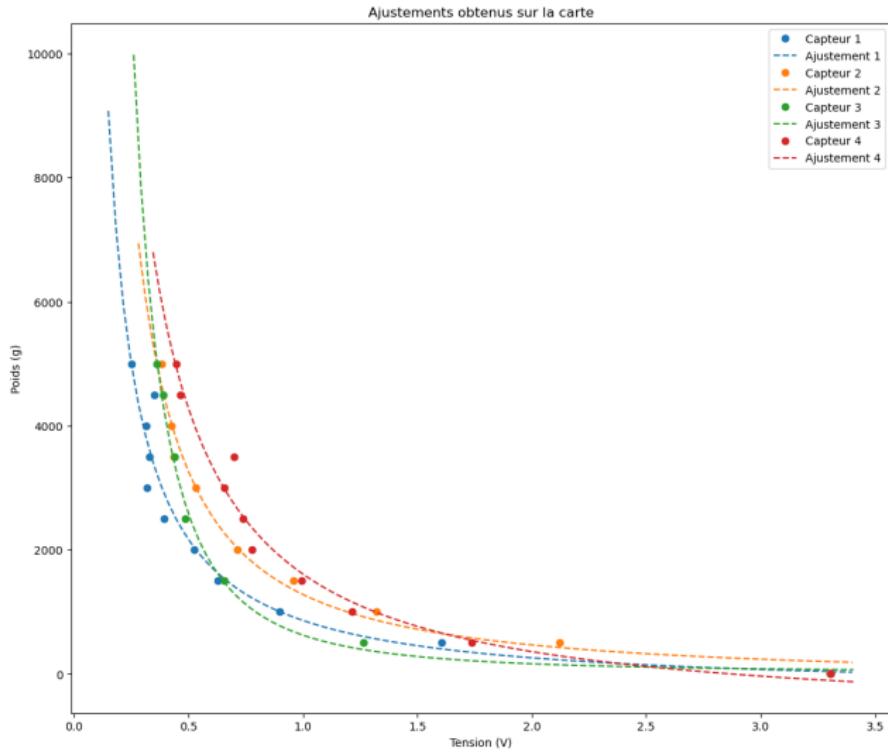
la façon suivante :

- P_0 fixé de manière arbitraire
- $P_{k+1} = P_k - \alpha \times \nabla C$

Condition d'arrêt : $\nabla C < \varepsilon$

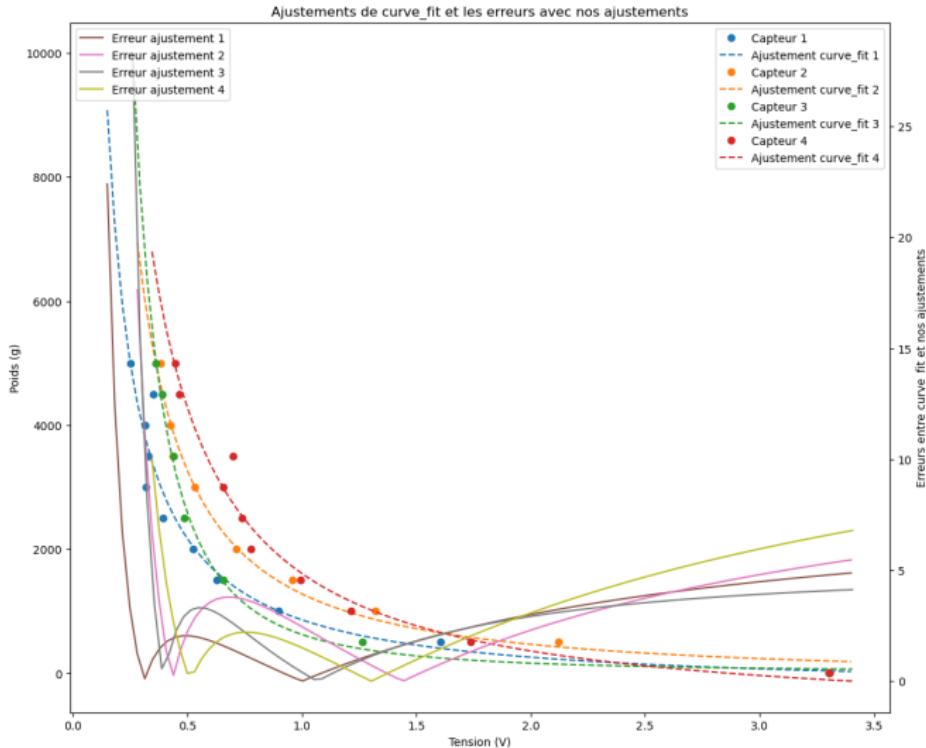
Calibration - résultats 1/2

Résultat de la méthode des moindres carrés avec la descente de gradient effectué sur la carte :



Calibration - résultats 2/2

Comparaison avec la fonction `curve_fit` de `scipy` :



La semelle

Voici les capteurs disposés sur la semelle



Les premiers résultats