

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

1 Présentation du problème

2 Relevés expérimentaux

- Présentation du dispositif expérimental
- Calibration du dispositif
- Premiers résultats

3 Analyse et interpretations des résultats

4 Conclusion

5 Annexe

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.

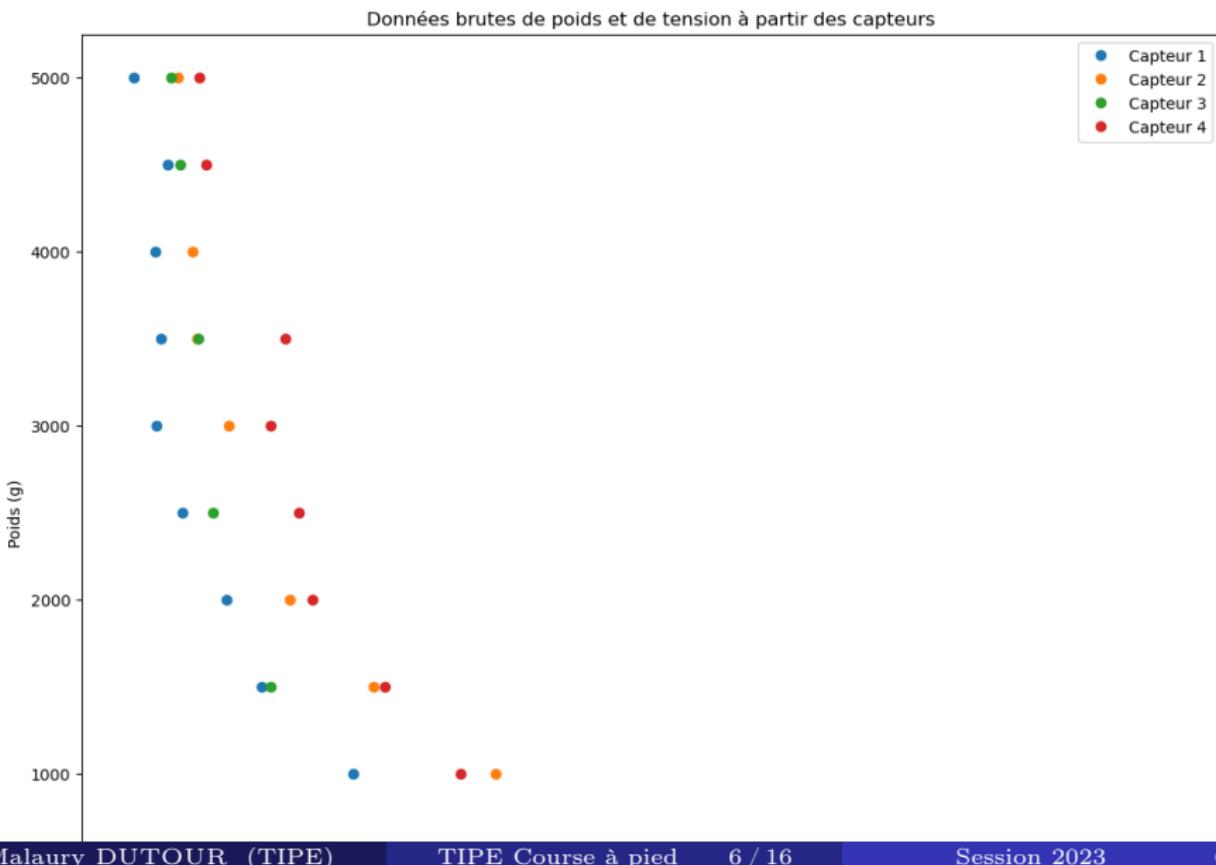
Présentation du dispositif expérimental

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

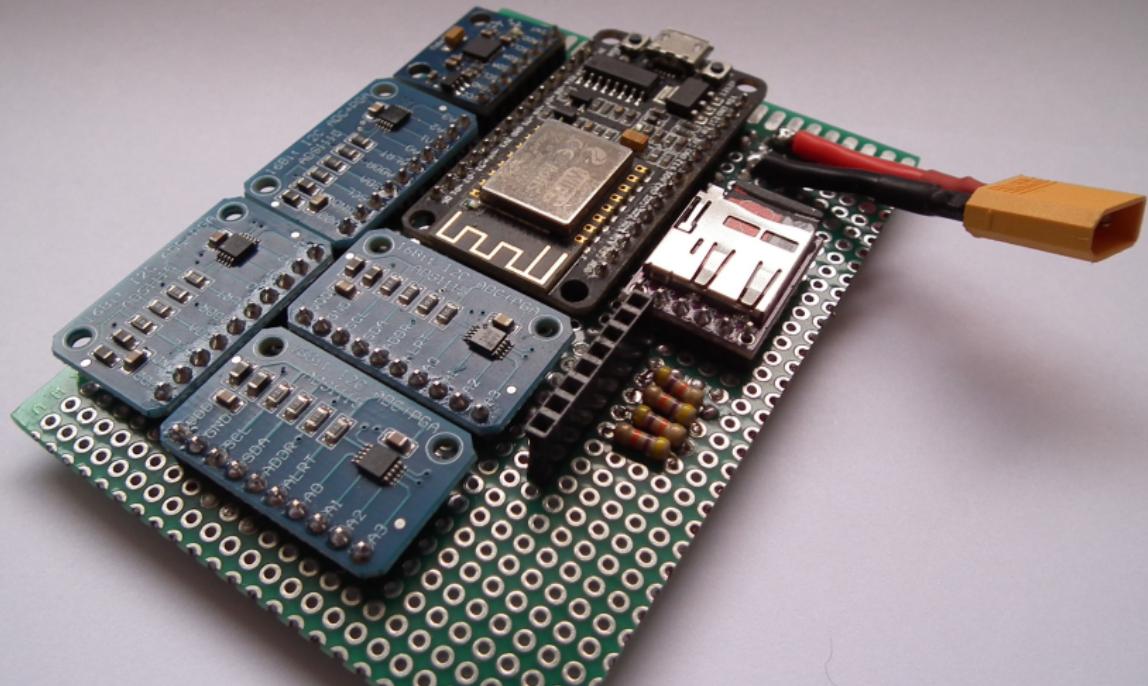
Le capteur de pression DF9-40

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

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 $\alpha \in \mathbb{R}^+$, le taux

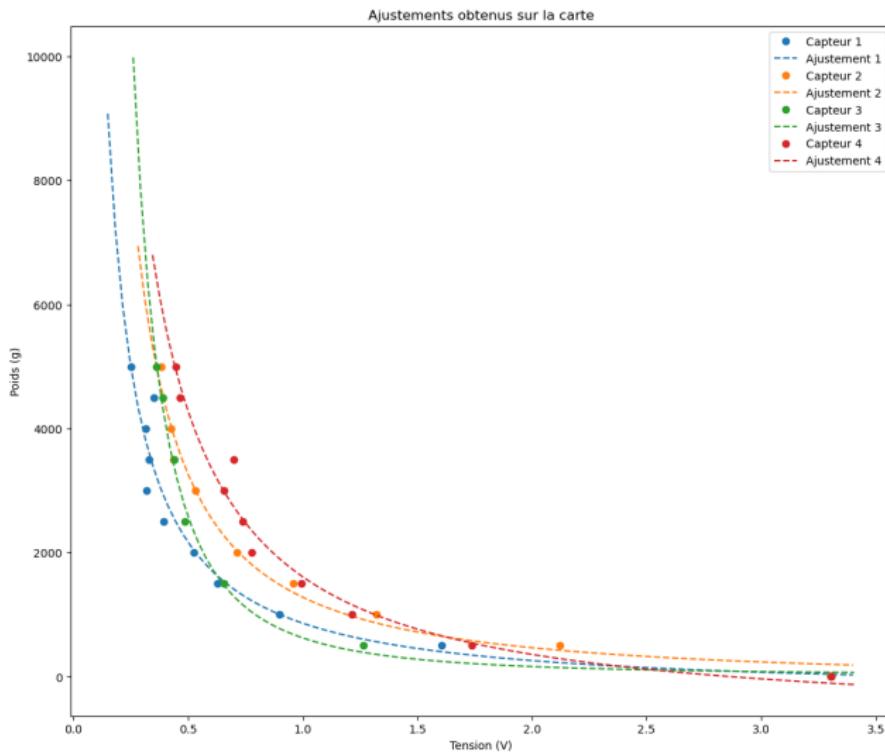
d'apprentissage et un seuil $\varepsilon \in \mathbb{R}^+$. On construit la suite $P_k = \begin{pmatrix} a_k \\ b_k \\ c_k \end{pmatrix}$ de la façon suivante :

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

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

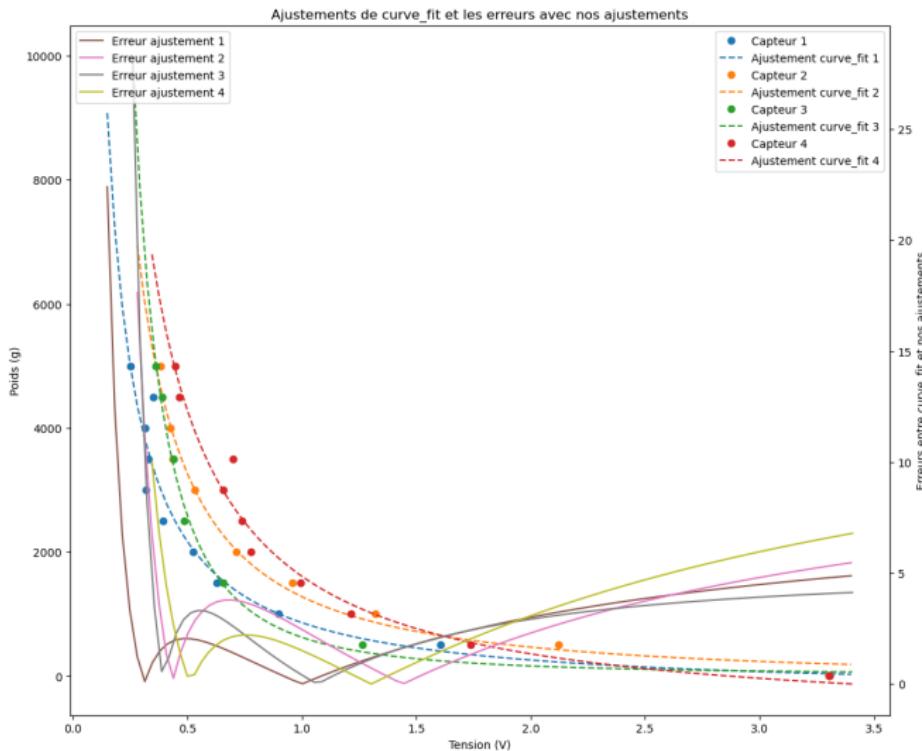
Calibration - résultats 1/2

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



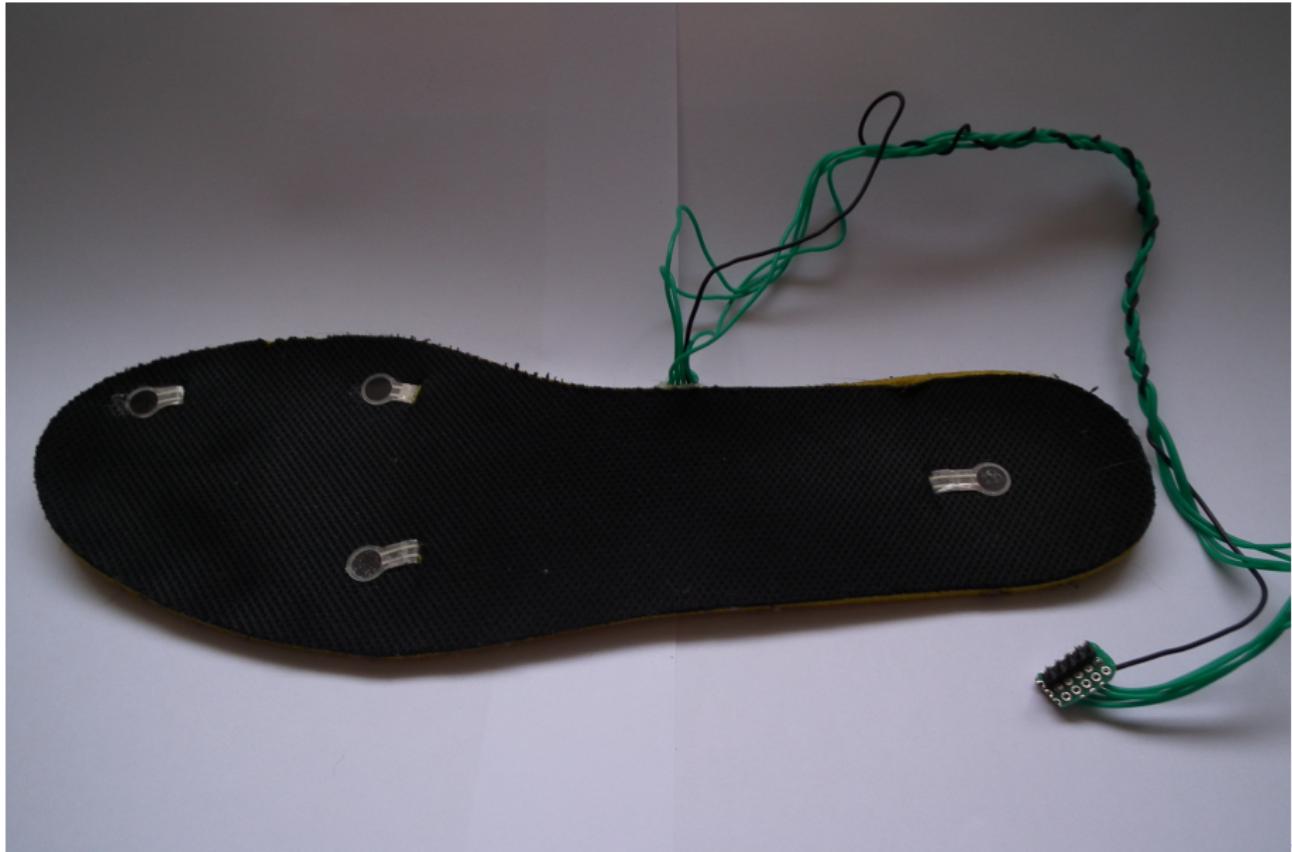
Calibration - résultats 2/2

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



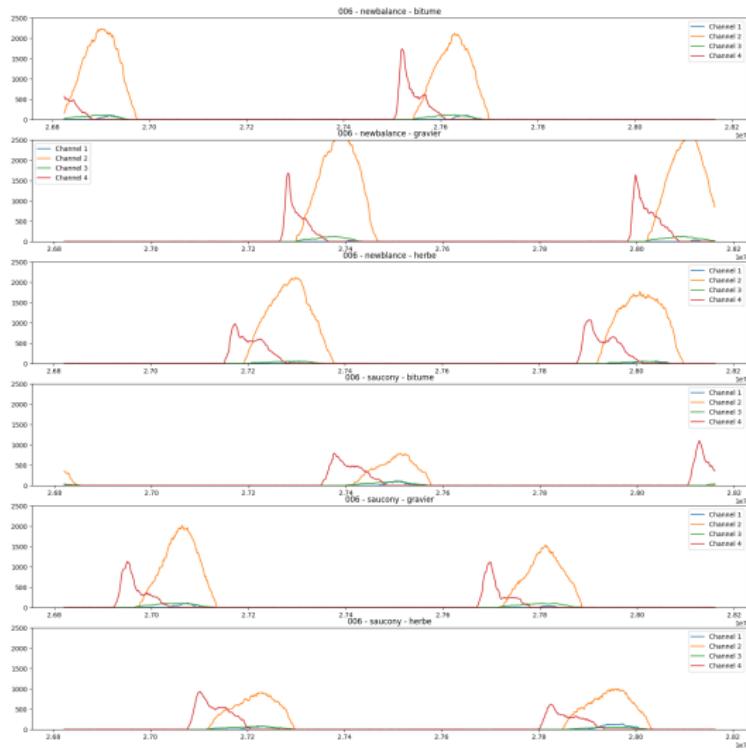
La semelle

Voici les capteurs disposés sur la semelle :

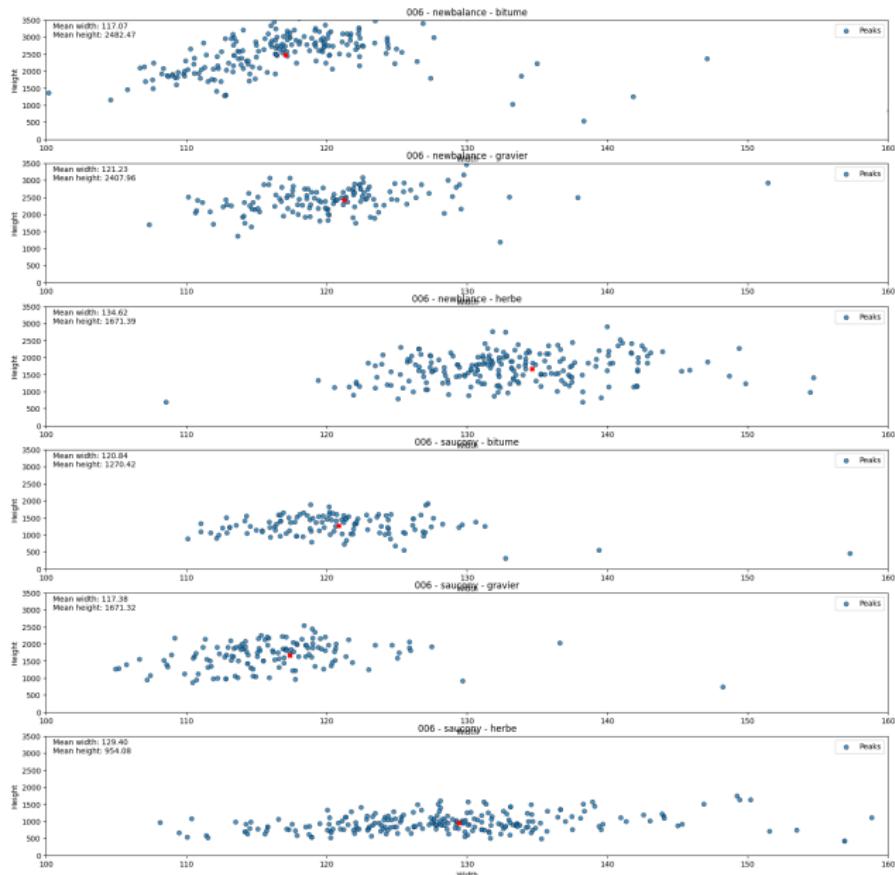


Les premiers résultats

Après avoir couru sur différentes surfaces et avec des chaussures de ville et de course on obtient :



Visualisation de l'intensité et la durée du choc



Conclusion

Annexe 1