

# CNC 2024

Concours National Commun

TRAVAUX D'INITIATIVE  
PERSONNELLE ENCADRÉS

T.I.P.E. 2024



## JEUX/SPORTS

Sujet :

**EXOSQUELETTE POUR LES AMPUTÉS**

**préparé par :**

EL MEKNASSIA AYOUB

**Encadré par :**

- Pr A.OUAANABI
- Pr Y.RAHOU

- ✓ **Introduction**
- ✓ **Présentation fonctionnelle : Diagramme Sys ML**
- ✓ **Problématique + Objectif**
- ✓ **Etude de commande du système**
- ✓ **Faire expérience**
- ✓ **Conclusion**

La perte d'un organe peut être frustrante pour ceux qui aspirent à une vie active.

Pour cela, les exosquelettes sont des prothèses développées qui offrent la possibilité de participer à des activités sportives . Ainsi, les personnes ayant des besoins particuliers peuvent pratiquer ces sports là comme la marche sans difficultés majeures.





# Problématique / Objectifs

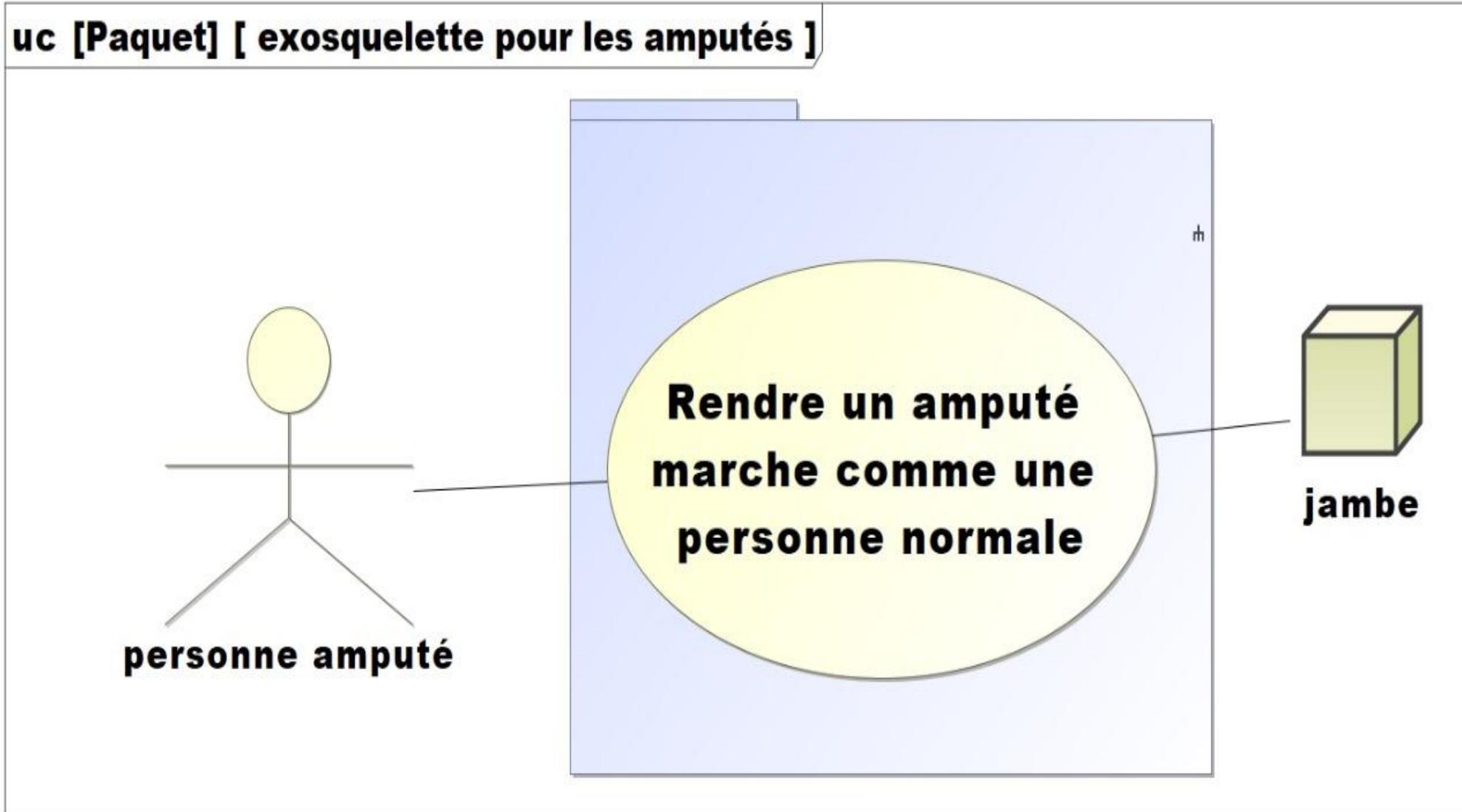
Comment pouvons-nous détecter, traiter et convertir les commandes émises par le cerveau à travers les contraction des muscles pour contrôler la marche de la jambe en mouvements effectifs de l'exosquelette, afin de permettre un mouvement spontané en accord avec la volonté de la personne ?

- ❖ **Découverte le système de commande des muscles,**
- ❖ **Applique cette type de commande pour assurer le mouvement de notre exosquelette**
- ❖ Etude les amplitudes de mouvement humain d'une jambe
- ❖ Etude de système mécanique de l'exosquelette ( choix de moteur ...)



# Présentation fonctionnelle : Sys ML

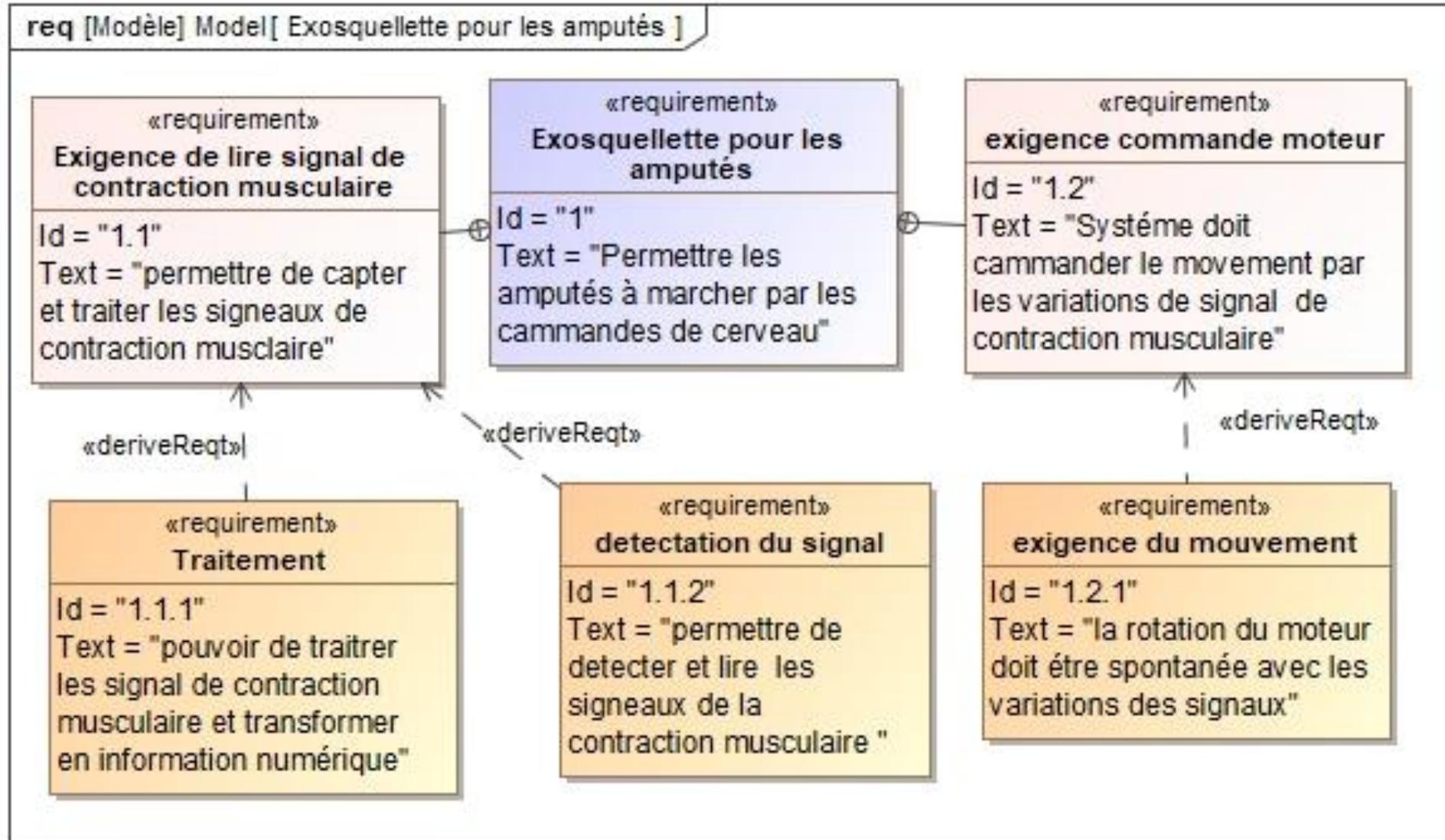
## □ Diagramme de cas d'utilisation uc





# Présentation fonctionnelle : Sys ML

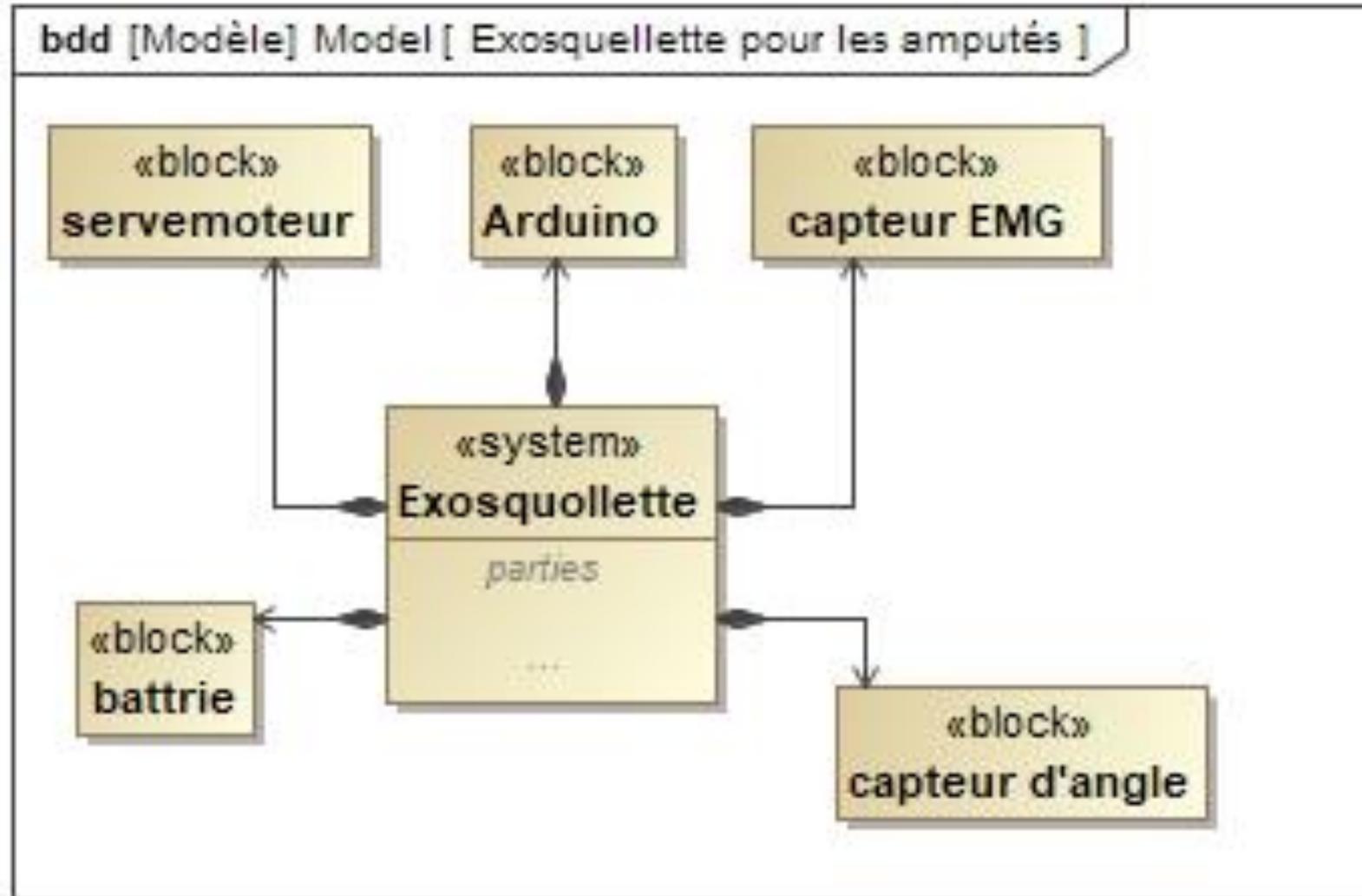
## □ Diagramme d'exigence Req





# Présentation fonctionnelle : Sys ML

## □ Diagramme de définition de bloc bdd



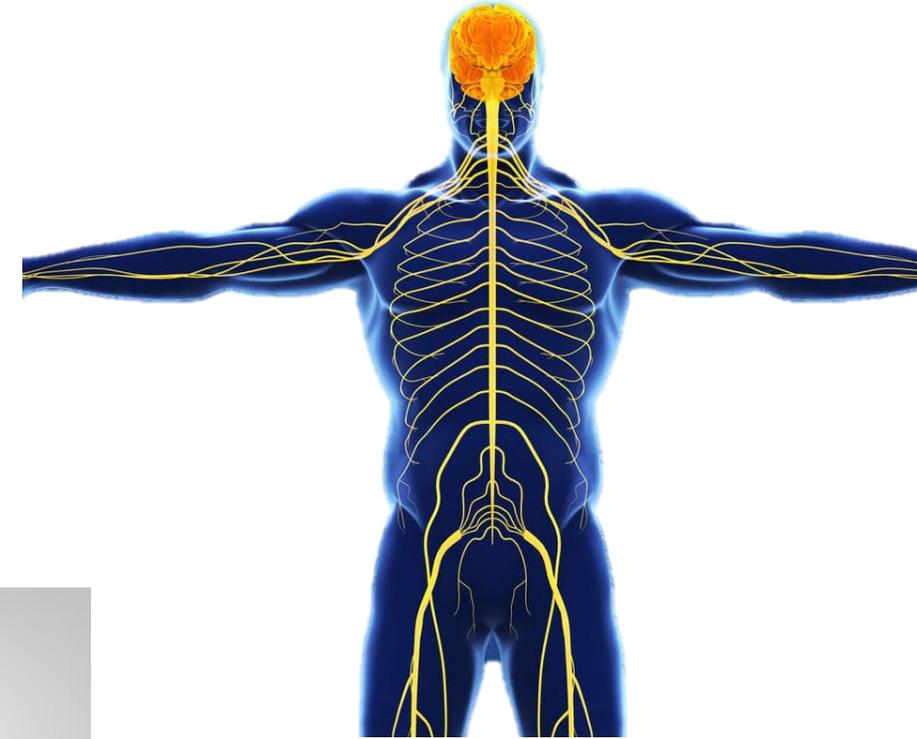


# Analyse des solutions

1. La contraction musculaire et signal EMG
2. Le choix de capteur EMG
3. Les caractéristiques de capteur
4. Les étapes de traitement de signal EMG
5. Acquisition d'un échantillon de signal EMG
6. Expérience et Résultats

## Contraction musculaire

La contraction musculaire est le processus contrôlé par le système nerveux, où un muscle se contracte en réponse à des signaux électriques, permettant des mouvements volontaires du corps comme marcher, sauter ou saisir des objets.



Le système nerveux génère  
les signaux électriques

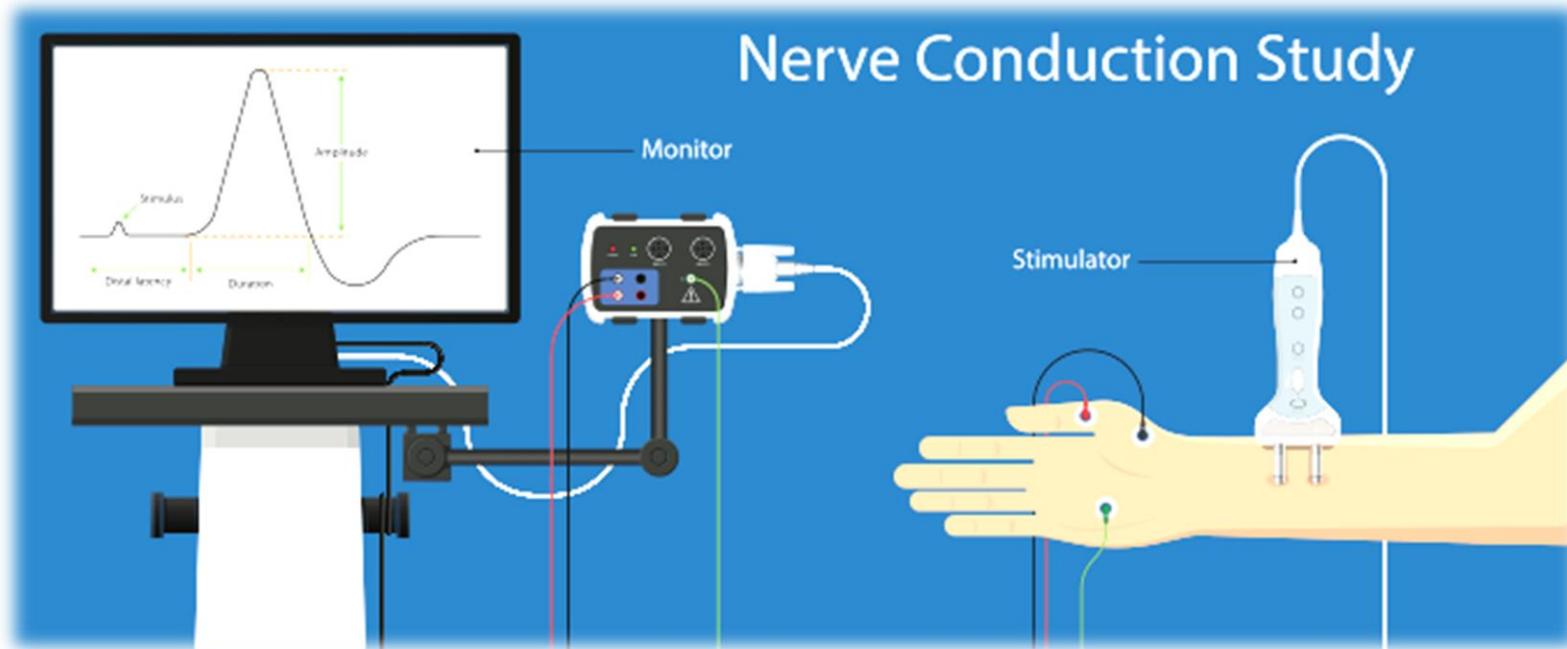


Contraction musculaire

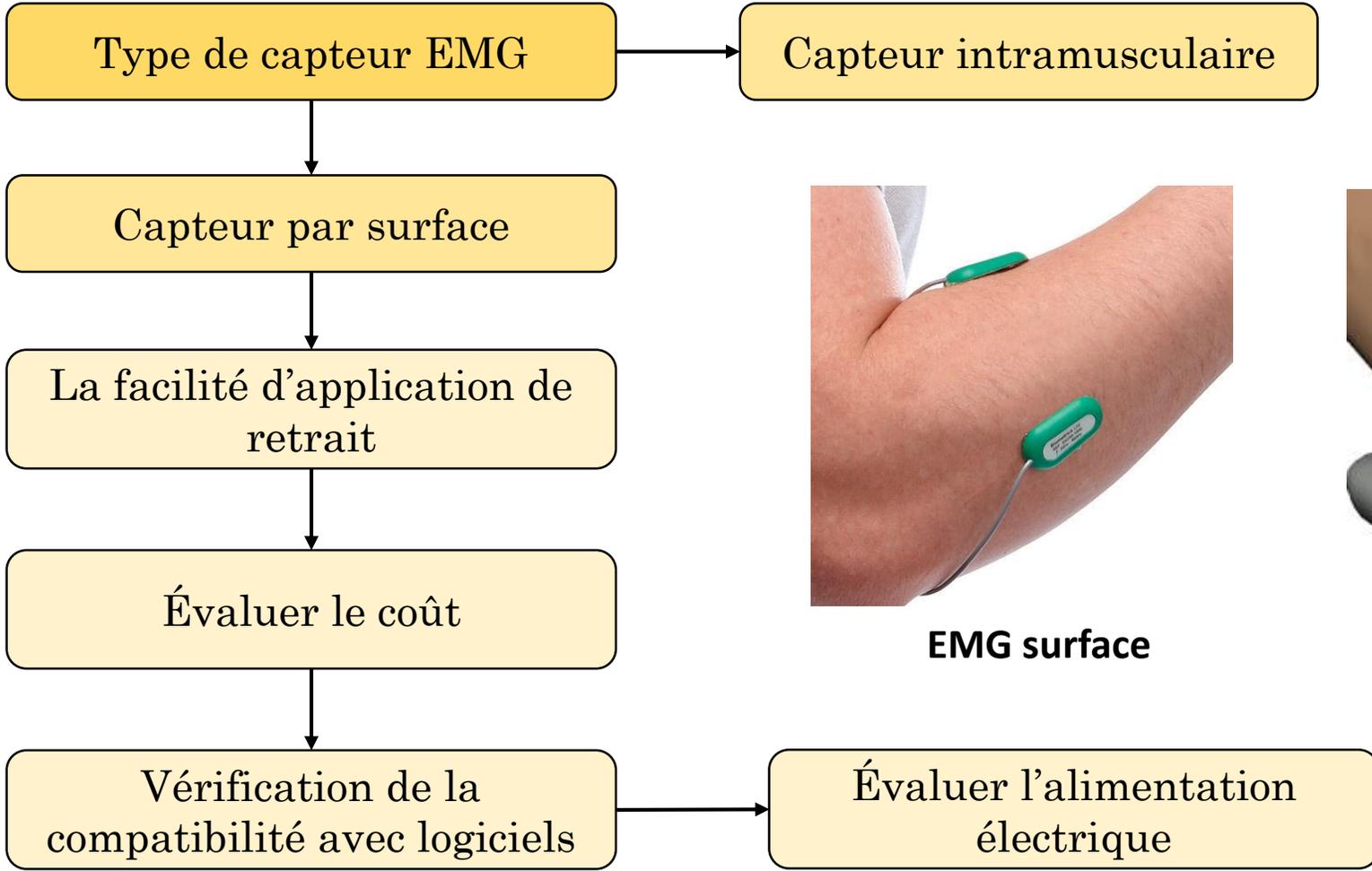
# » Analyse des solutions

## 📄 Extraction du signal EMG

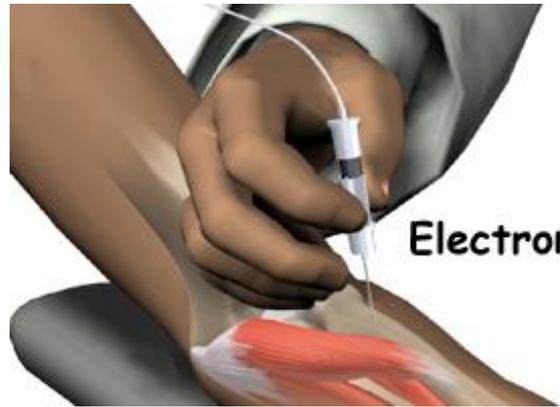
L'électromyographie (EMG) est une technique qui enregistre l'activité électrique des muscles. Elle mesure les signaux électriques produits pendant la contraction musculaire, offrant ainsi des informations sur l'intensité et la synchronisation de l'activité musculaire.



## Procédures de choix de capteur



EMG surface



EMG intramusculaire

## Procédures de choix de capteur

Les types de capteurs de surface couramment utilisés dans le domaine de la détection des signaux musculaires :

### Électromyographie (EMG)

Les capteurs EMG mesurent l'activité électrique des muscles pendant la contraction

### Capteurs de force

Ces capteurs mesurent la force générée par une contraction musculaire.

### Capteurs de pression

Ces capteurs peuvent être utilisés pour détecter la pression exercée par les muscles sur une surface.

## Procédures de choix de capteur

Les types de capteurs de surface couramment utilisés dans le domaine de la détection des signaux musculaires :

(Moins précis)

### Électromyographie (EMG)

Les capteurs EMG mesurent l'activité électrique des muscles pendant la contraction

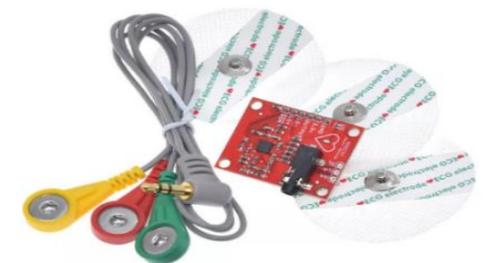
### Capteurs de force

Ces capteurs mesurent la force générée par une contraction musculaire.

### Capteurs de pression

Ces capteurs peuvent être utilisés pour détecter la pression exercée par les muscles sur une surface.

IL permet une évaluation précise de l'activité électrique des muscles pendant le mouvement, fournissant des informations détaillées sur la contraction musculaire.





# Caractéristique de capteur EMG choisi

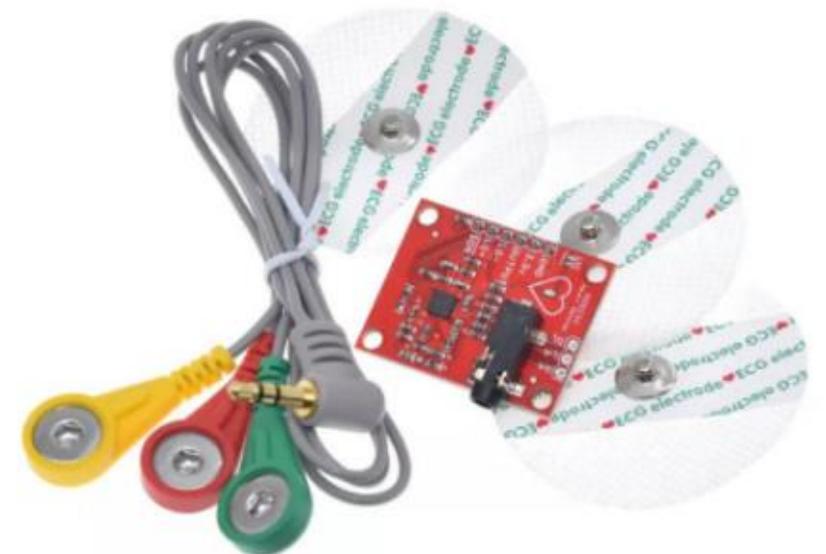


Les capteurs d'électromyographie traduisent les signaux électriques en valeurs numériques.

Ils sont conçus pour l'EMG de surface et fonctionnent avec des électrodes pré-gélifiées ou sèches.

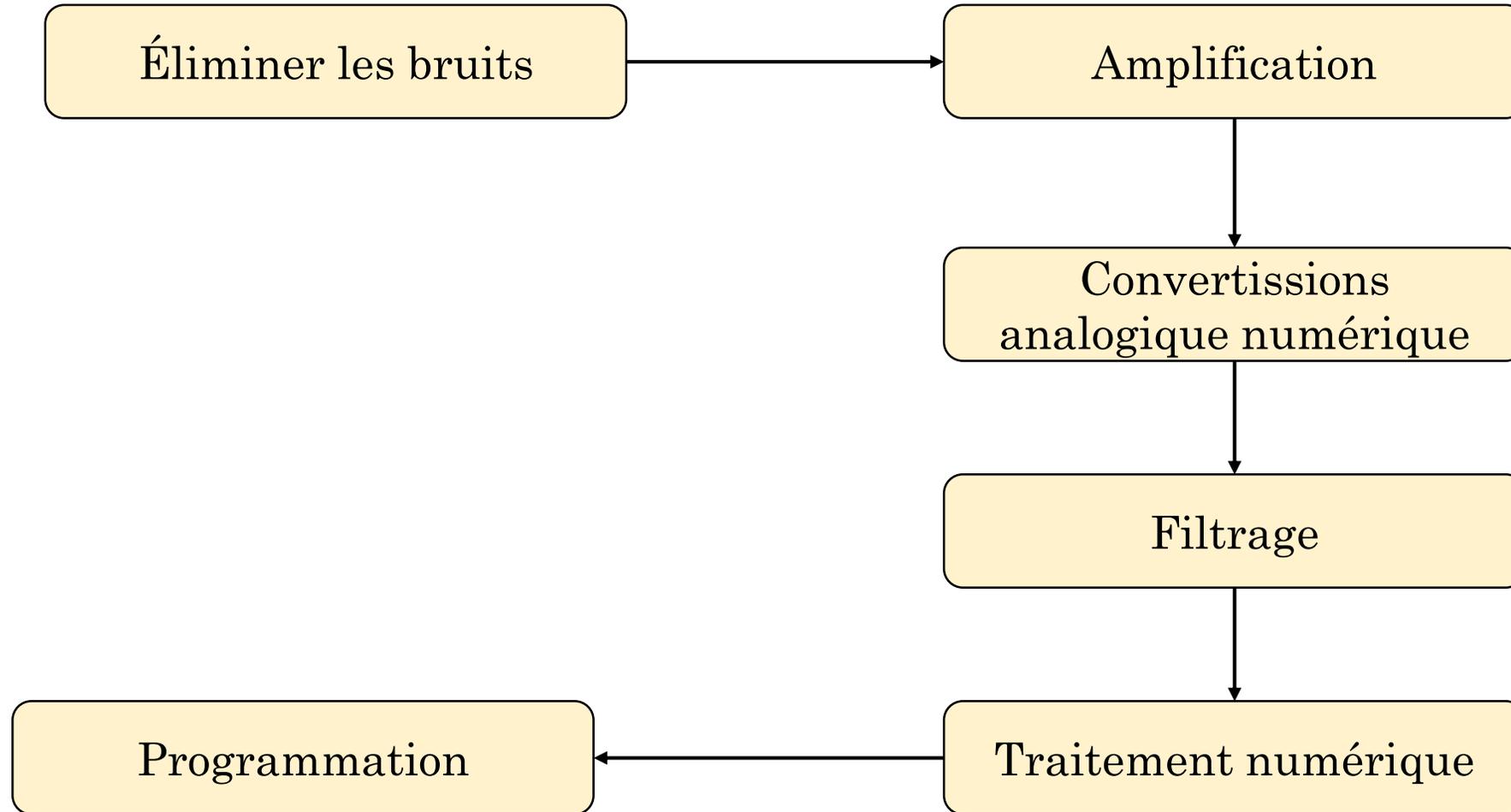
Exemple de spécifications d'un capteur EMG :

- Alimentation : 3,3 à 5,5 Vcc
- Plage de détection : +/- 1,5 mV
- Tension de sortie : 0 à 3 Vcc
- Température de fonctionnement : 0 à 50 °C
- Dimensions (amplificateur) : 22 x 35 mm
- Poids du capteur : 36 g





# Les étapes de traitement du signal EMG:

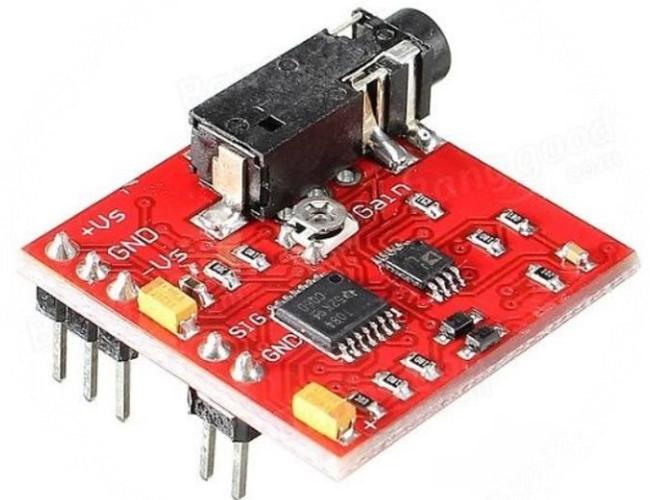
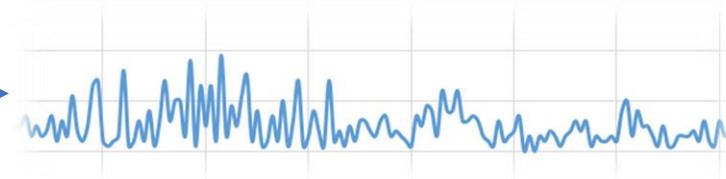
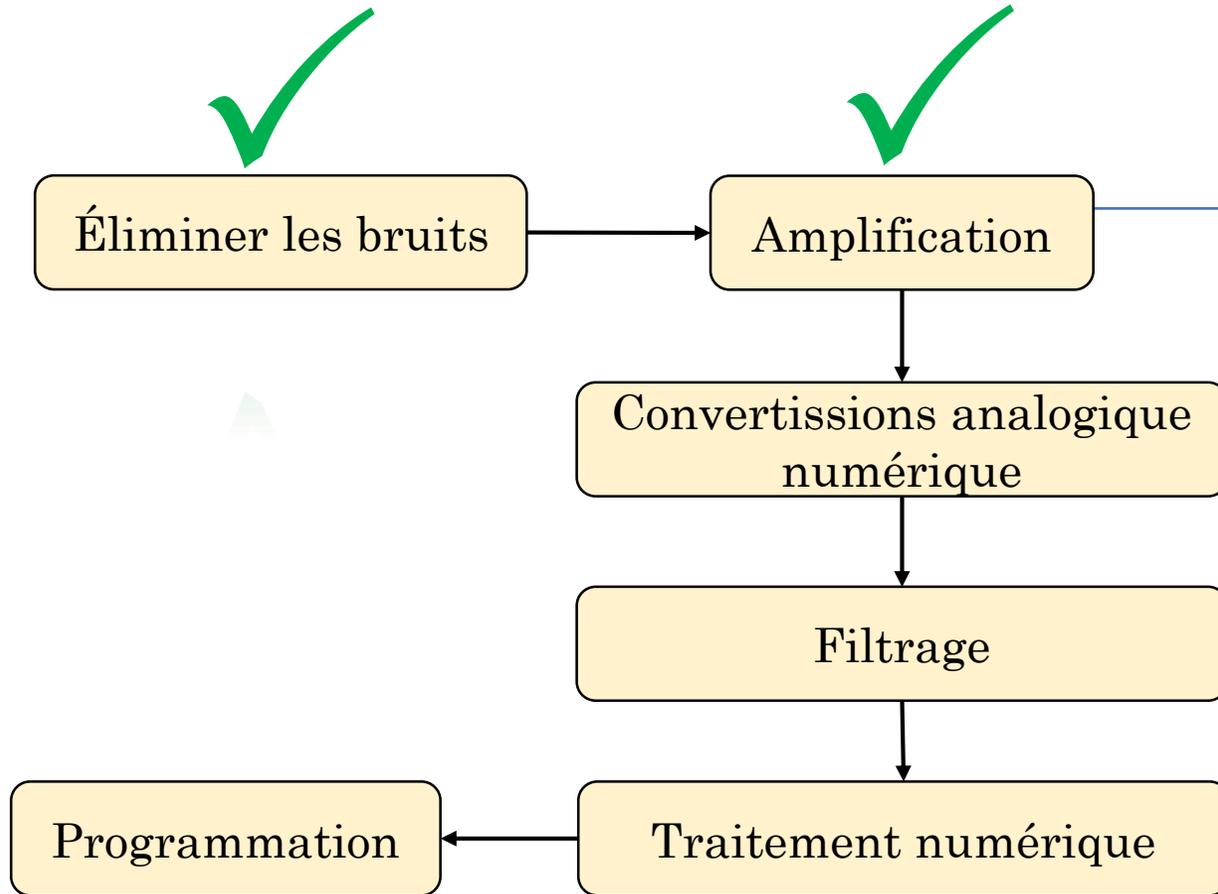




# Les étapes de traitement du signal EMG:



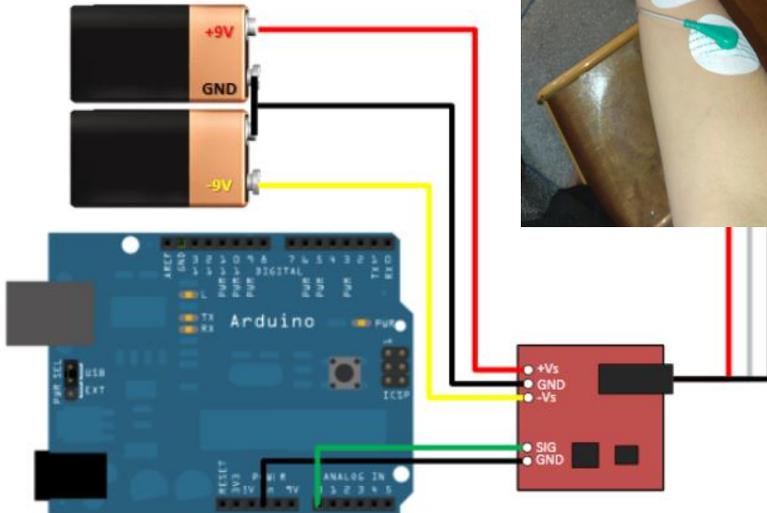
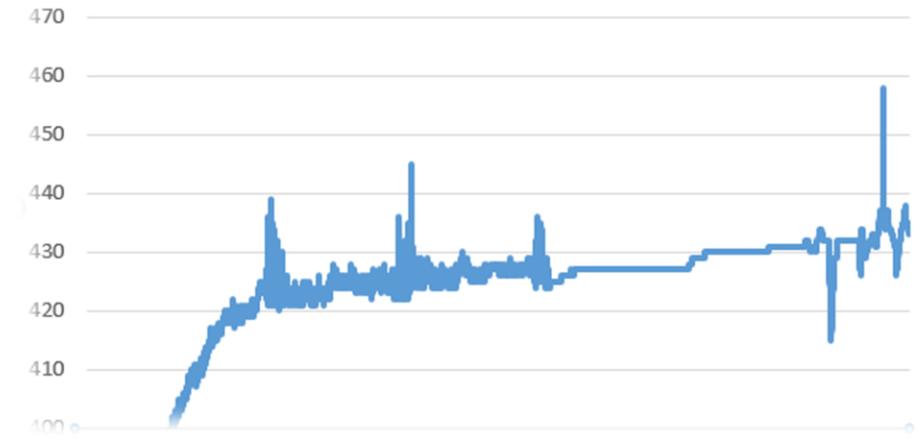
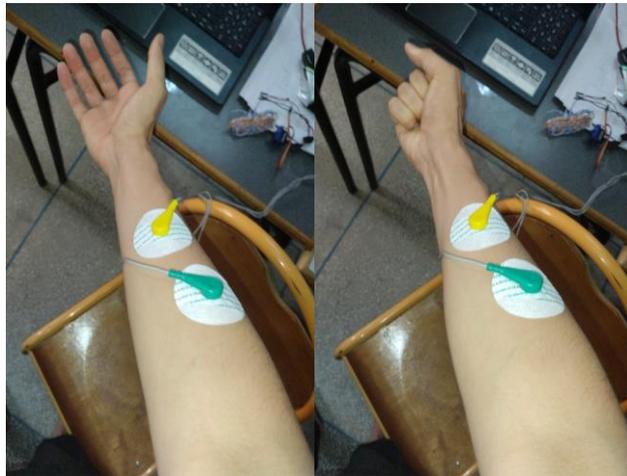
Par l'utilisation de carte openEMG on va simplifier le traitement car il peut Amplifier et éliminer les bruits de signal EMG;





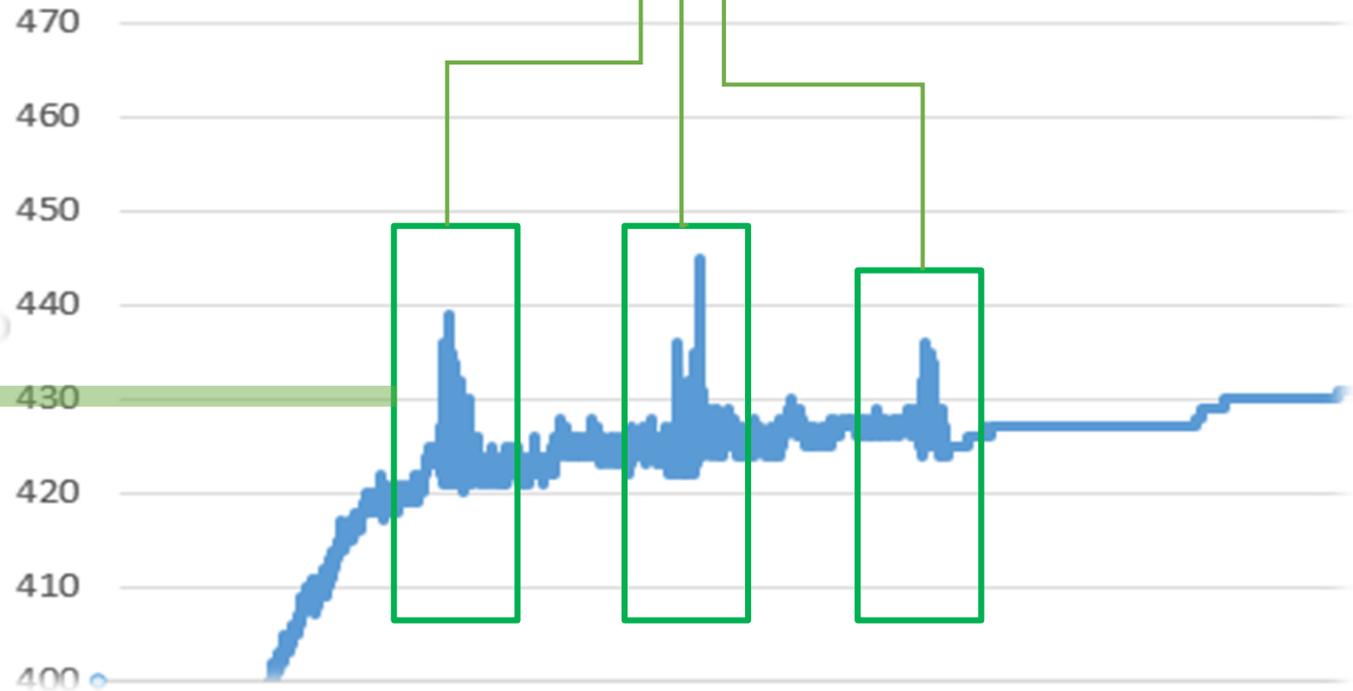
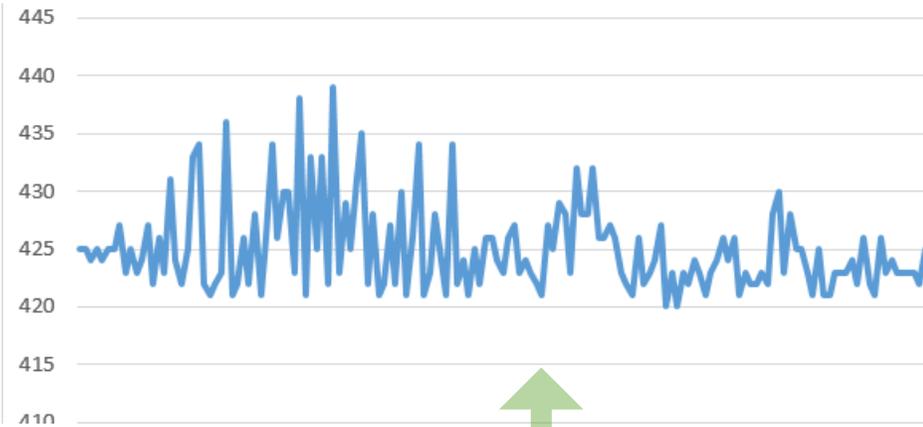
# Définir un exemple de signal EMG:

- On fait une étude sur un signal EMG réel de la contraction musculaire de la main;
- Je croise ma main et je la ramène;
- Finalement on obtient la courbe c'est dessous:





# Définir un exemple de signal EMG:



On s'intéresse a ces instants car c'est le moment qui informe que la muscle est contractée



# Définir un exemple de signal EMG:



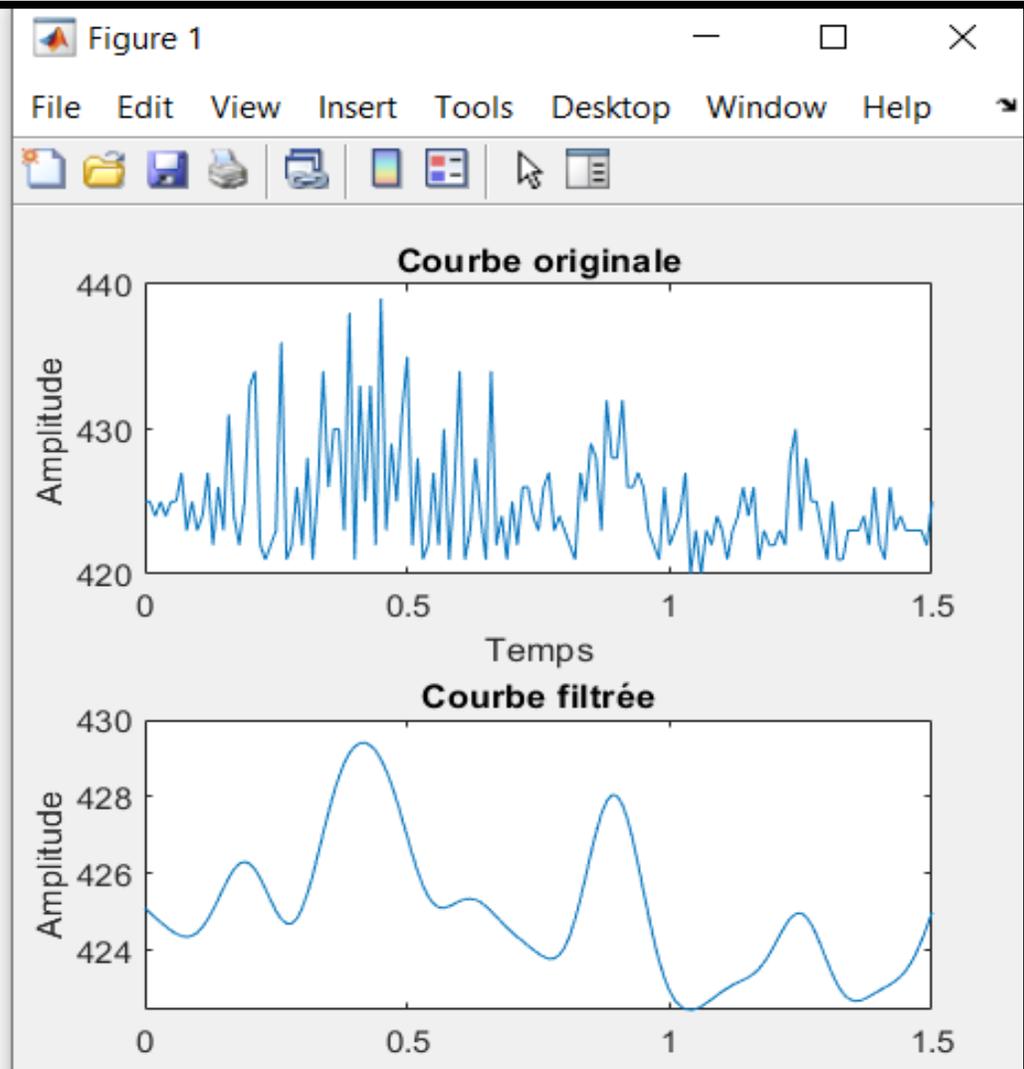
**Filtrage numérique :** On a préféré de faire cette étape en MATLAB:

```
chemin_du_fichier_excel = 'C:\Users\ACER QSPIRE\Desktop\TIPE
donnees_excel = readtable(chemin_du_fichier_excel);
disp(head(donnees_excel)); %juste pour verifier les donnees

subplot(2, 1, 1);
plot(donnees_excel.temps, donnees_excel.amplitude);
title('Courbe originale');
xlabel('Temps');
ylabel('Amplitude');

fs = 100;
cutoff_frequency = 6;
order = 4;
[b, a] = butter(order, cutoff_frequency / (fs / 2), 'low');
filtered_signal = filtfilt(b, a, donnees_excel.amplitude);

subplot(2, 1, 2);
plot(donnees_excel.temps, filtered_signal);
title('Courbe filtrée');
xlabel('Temps');
ylabel('Amplitude');
```

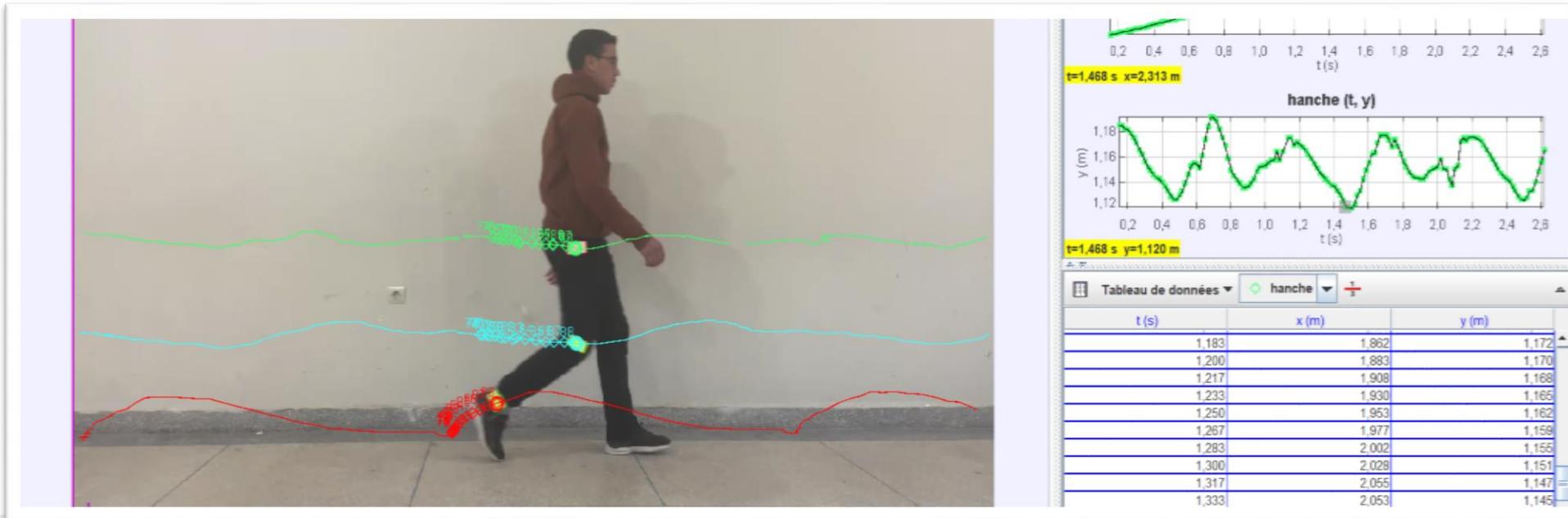
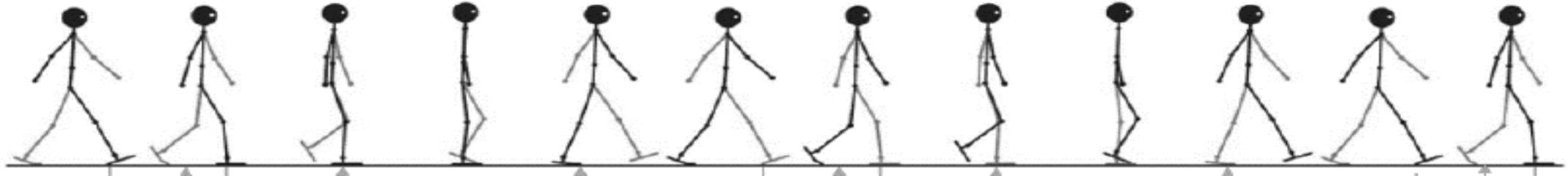




# Les positions de mouvement de la pied:



**Filtrage numérique :** D'après une étude qui j'ai fait avec mon binôme





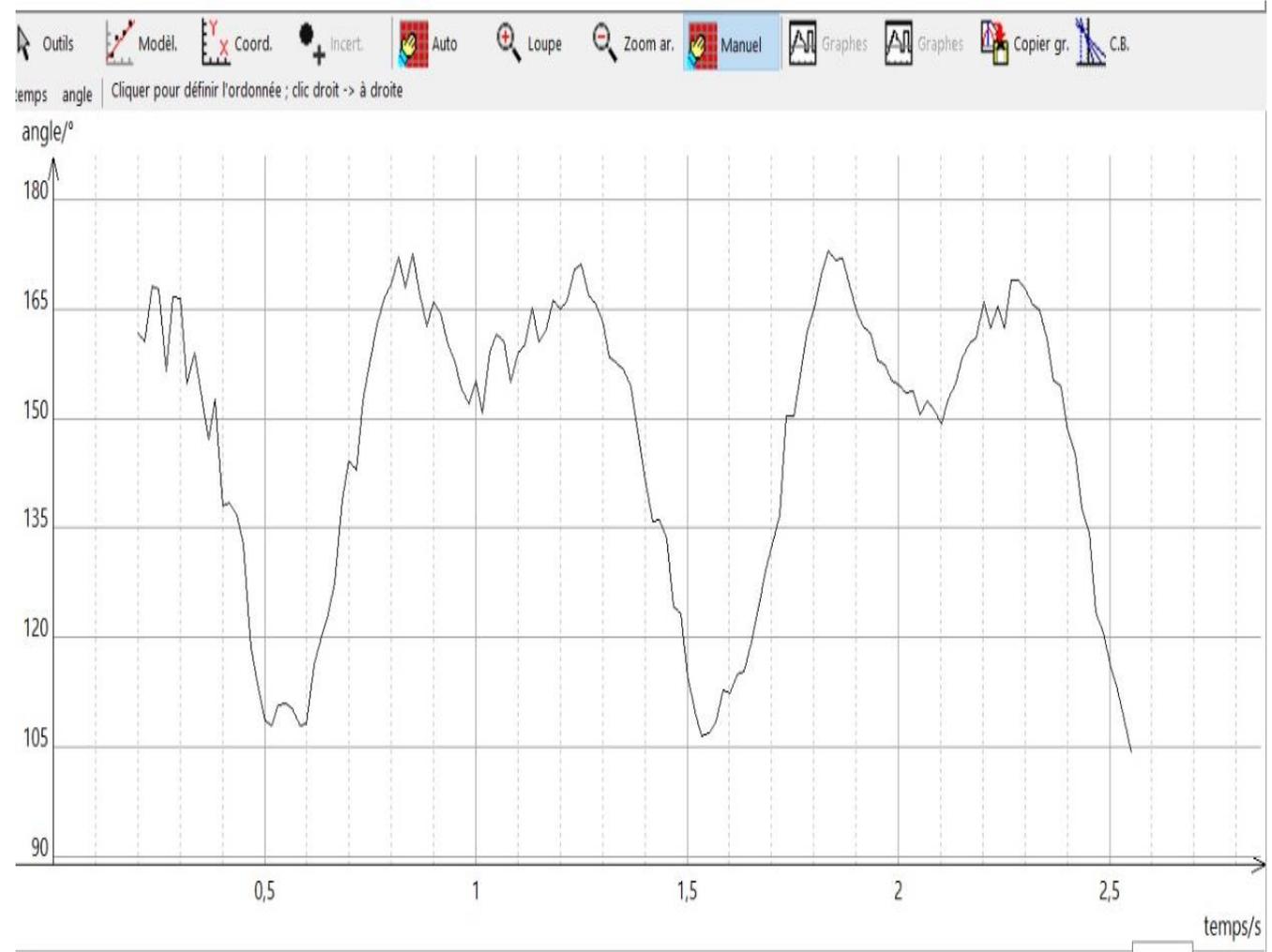
# Les positions de mouvement de la pied:



**Filtrage numérique :** D'après une étude qui j'ai fait avec mon binôme

- D'après cette expérience on obtient les résultats suivants:

- $\Theta_{\max} = 172^\circ$
- $\Theta_{\min} = 107^\circ$





# Commande de servomoteur

- Le servomoteur est un moteur qui faire un rotation précis par une angle de rotation qui lui est donner :

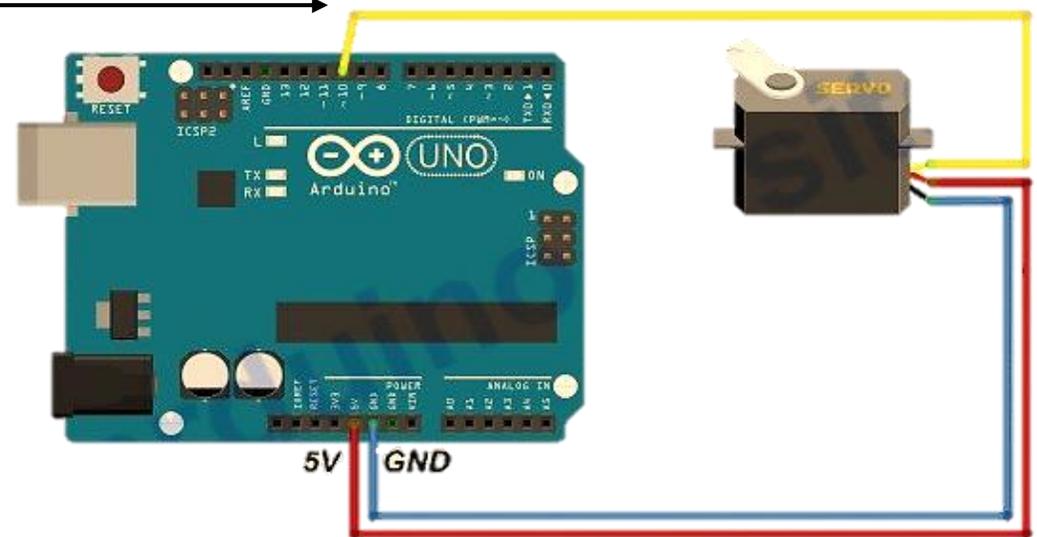
```
ArduinoTutorial
#include "Servo.h"

Servo myServo;

void setup() {
  // put your setup code here,
  myServo.attach(3);
  myServo.write(160);
}

void loop() {
}
Done uploading.
```

Le servomoteur faire une rotation de 160 degré



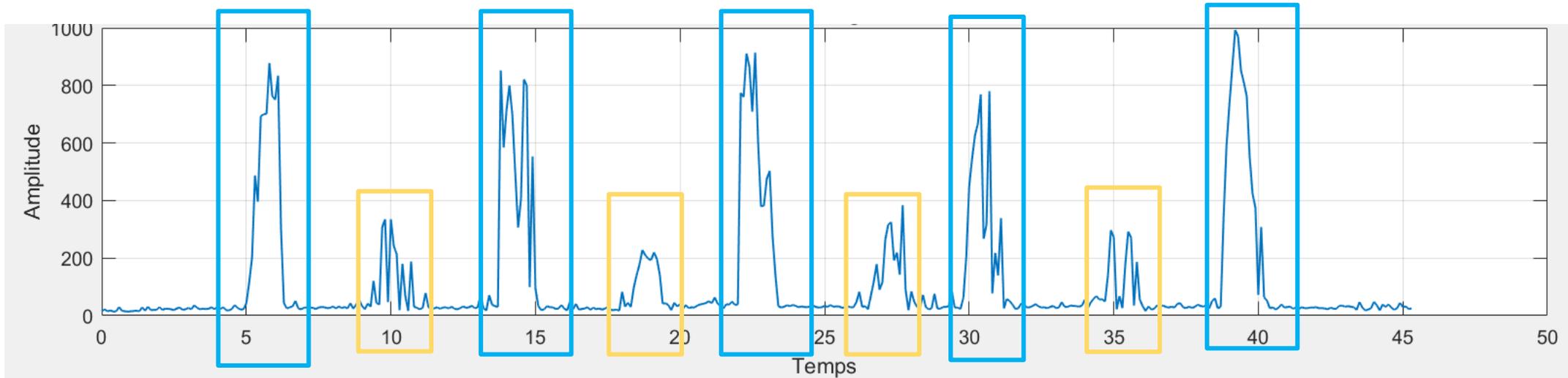
# Étude expérimental:

Étude de signal en chaque position:



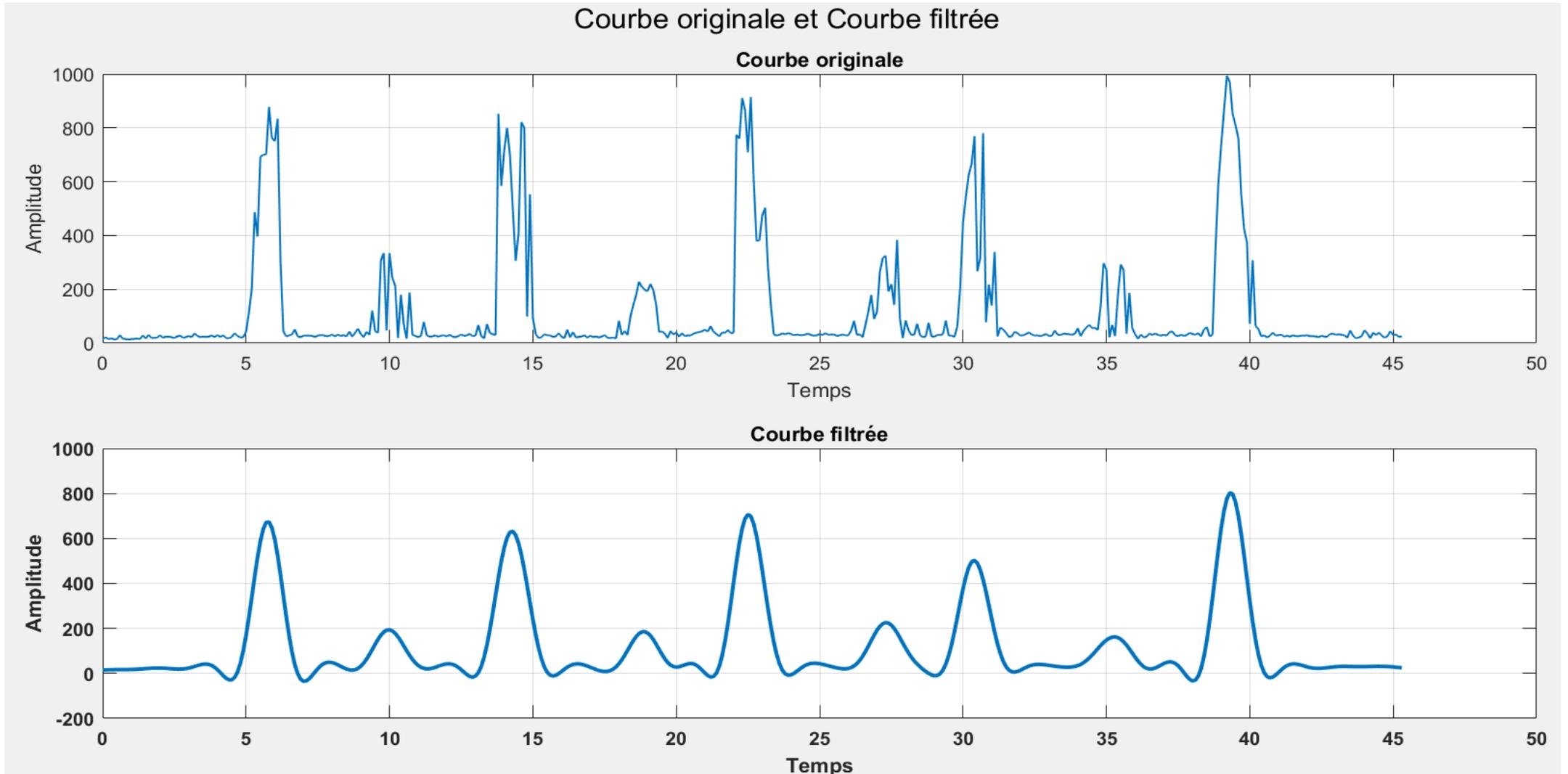
Contraction musculaire

Extension musculaire



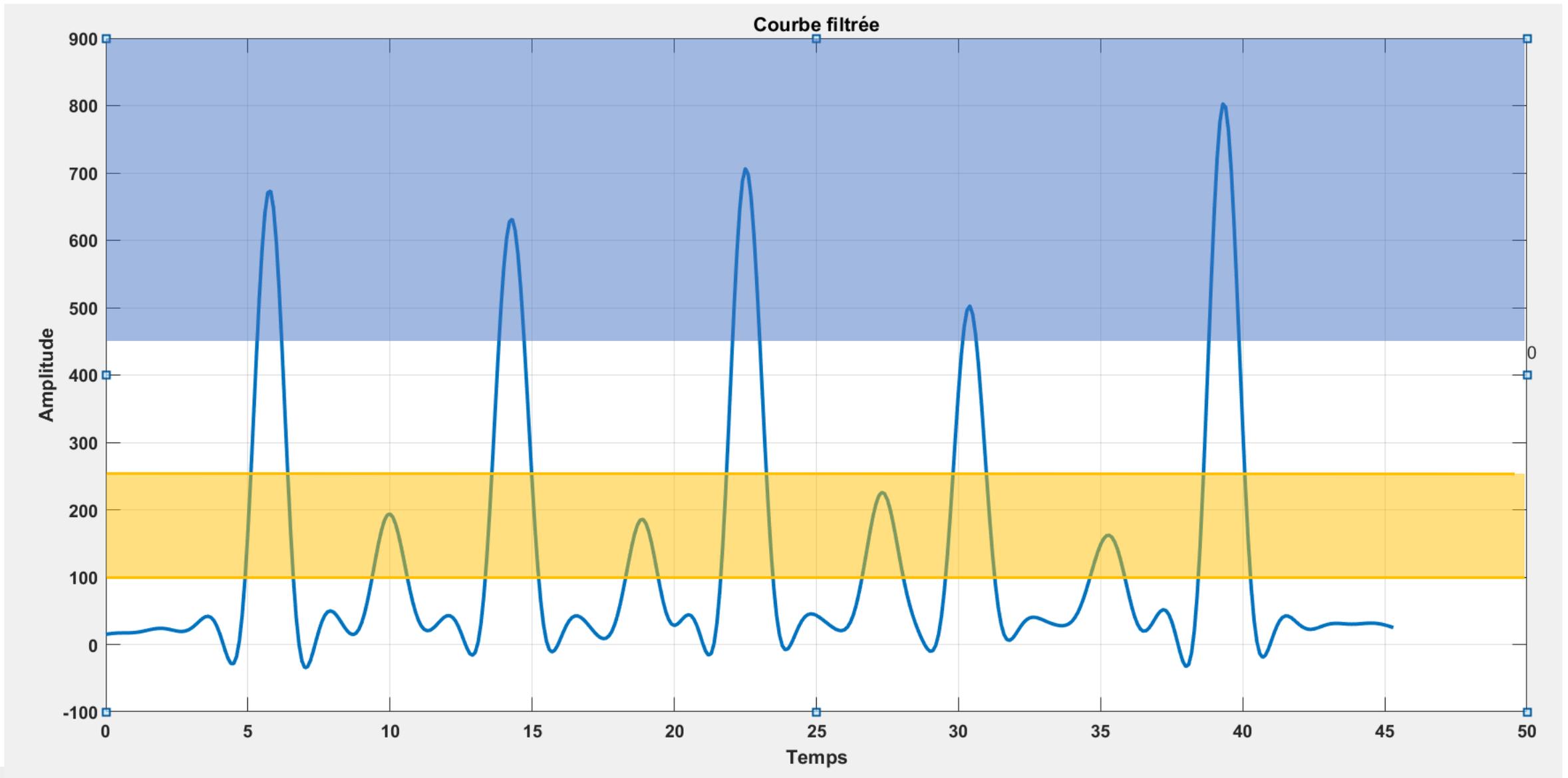
# Étude expérimental:

 Filtré le signal : On applique le filtrage précédent





# Étude expérimental:



# Étude expérimental:

## Algorithme:

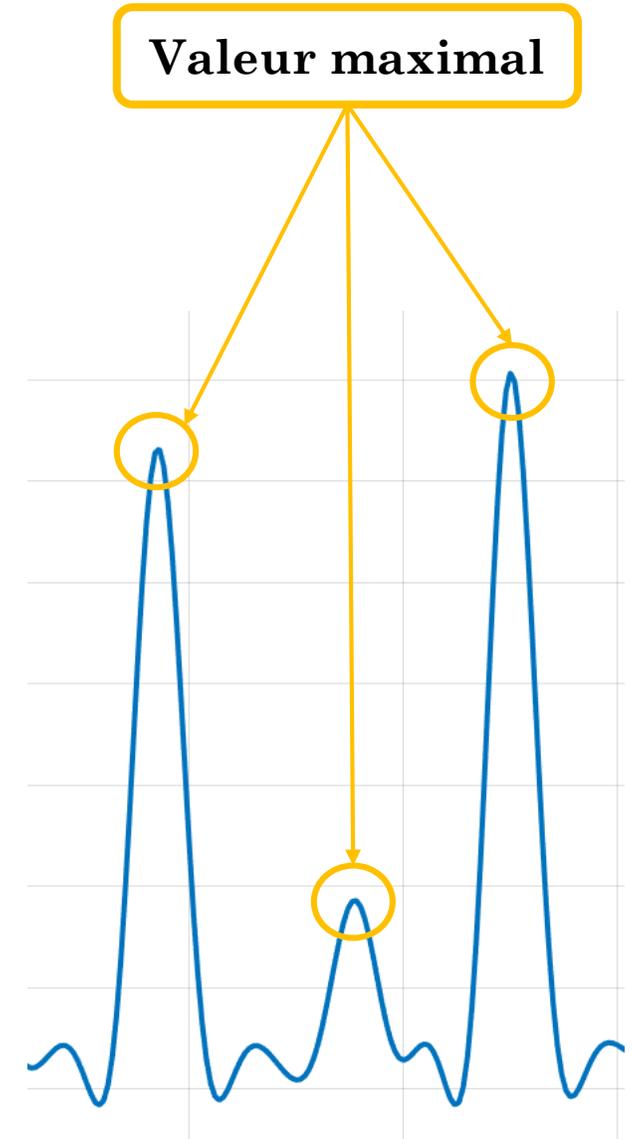
On doit calculer les valeurs maximales de chaque concavité et on suivi l'algorithme suivante:

Si  $100 < \text{Val\_max} < 250$  :

angle  $\longleftarrow$   $172^\circ$

Si  $\text{Val\_max} > 450$  :

angle  $\longleftarrow$   $107^\circ$



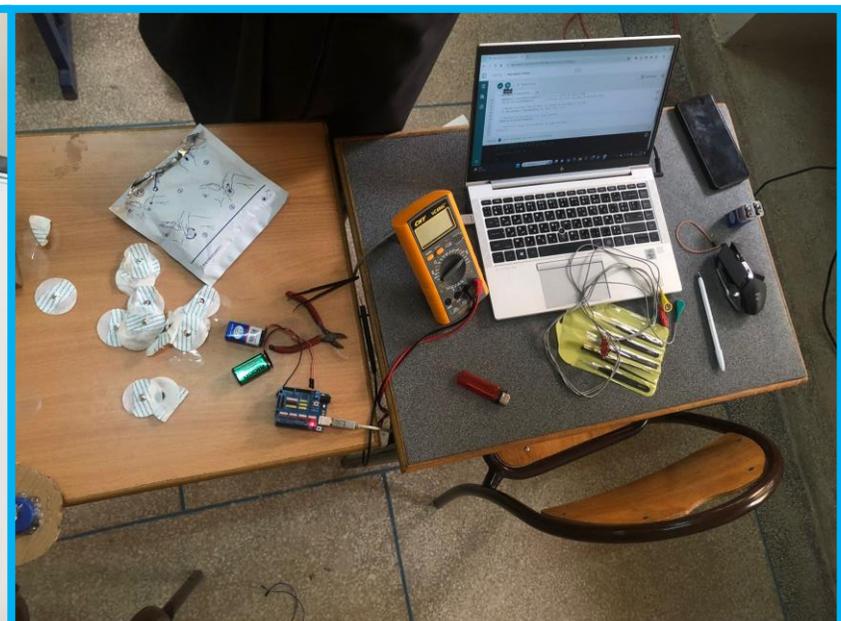
# Étude expérimental:

 Programme python qui calcul Val\_max et donner l'angle de la pied:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
donne=pd.read_excel('C:\\Users\\ACER QSPIRE\\Desktop\\TIPE SIMULATION\\projet\\sigfiltre.xlsx')
sigfiltre=list(donne.sigfiltre)
print(sigfiltre)
for k in range(1,len(sigfiltre)-1):
    if sigfiltre[k-1] < sigfiltre[k] and sigfiltre[k] < sigfiltre[k+1]:
        if 150<sigfiltre[k]<300:
            angle=172
            print(angle)
        elif sigfiltre[k]>450:
            angle=107
            print(angle)
```

# Expérience:

On rassemblons les résultats:





# Définir un exemple de signal EMG:



# Conclusion:

 Analyse les résultat de l'expérience :

Les résultat de l'expérience n'ont pas été aussi simples que prévu, mais après plusieurs tentatives nous avons pu atteindre l'objectif principal,



# Perspective:

## Analyse de plusieurs cas :

Si nous avons plus de temps et plus de matériel, nous pourrions étudier le mouvement de plus des points comme la rotation de la pied et l'hauteur de talon pour assurer une précision de la marche presque



# Merci pour votre attention

EL MEKNASSIA AYOUB

2 0 2 4

