



# Analyse de la marche

Projet fil rouge  
Présentation finale projet

Mme Abir Rezgui

Mathéo Gourdon  
Arthur Mariano  
Ianis Trigui



# 01

## Définition de la marche

- Qu'est-ce que la marche?
- Pourquoi analyser la marche?
- Cahier des charges

# 02

## Présentation de la solution technique

- Solution adoptée
- Développement réalisé

# 03

## Conclusion

- Organisation
- Conclusion technique
- Conclusion personnelle

# 01 - Introduction

- a) Qu'est-ce que la marche?
- b) Pourquoi analyser la marche?
- c) Cahier des charges

# Définition de la marche



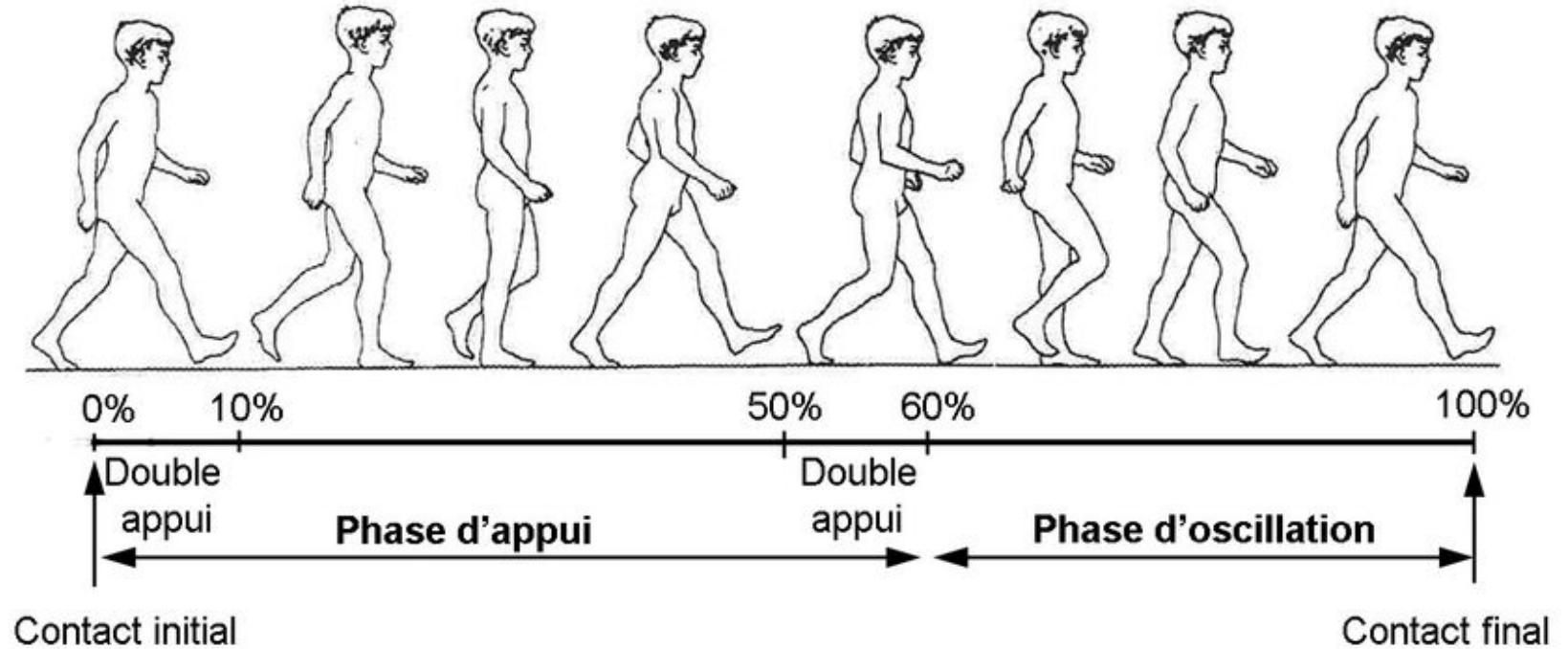
La marche peut être définie comme un déplacement consistant en une **translation** de l'**ensemble du corps**, consécutive à des **mouvements de rotations articulaires**.

*Bouisset et Maton, 1995*

Elle utilise une répétition de séquences des **segments** corporels pour déplacer le corps vers l'avant en maintenant l'équilibre.

*Perry, 1992*

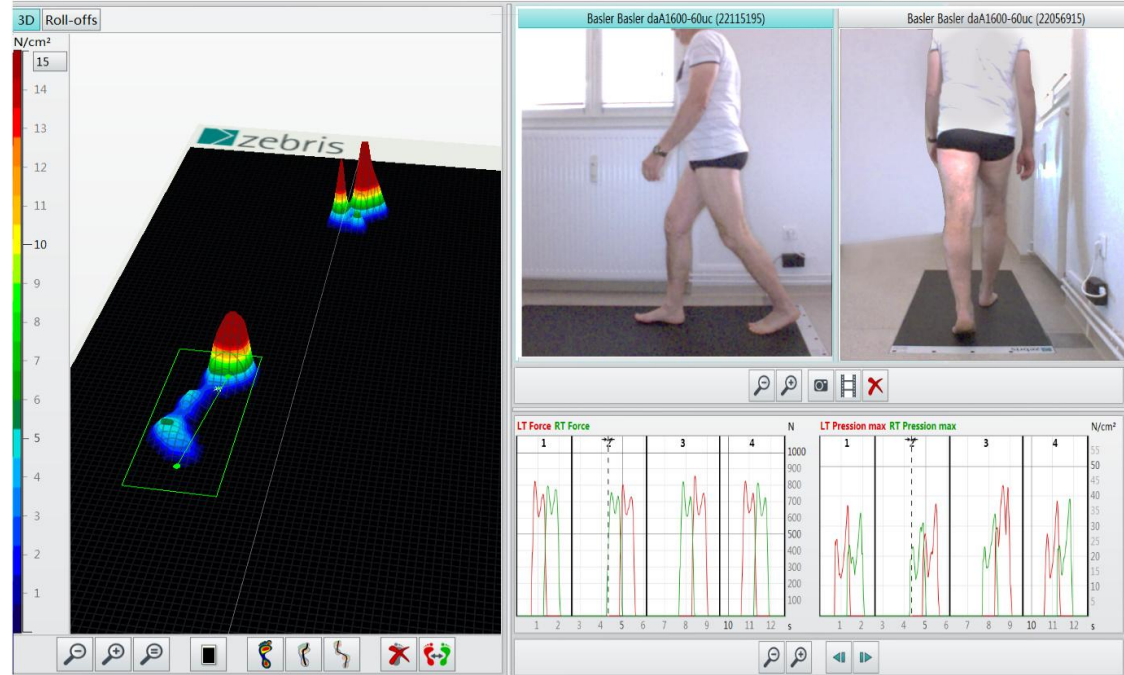
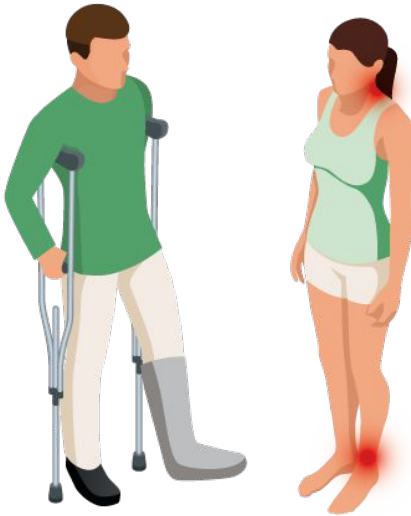
# Définition de la marche



# 01 - Introduction

- a) Qu'est-ce que la marche?
- b) Pourquoi analyser la marche?**
- c) Cahier des charges

# Pourquoi analyser la marche ?



# 01 - Introduction

- a) Qu'est-ce que la marche?
- b) Pourquoi analyser la marche?
- c) Cahier des charges**



# Cahier des charges

---

**Objectif du projet :** Proposer une solution d'analyse de la marche sans fil à moindre coût

**Besoins :**

- Interconnexion de capteurs en Bluetooth et lire les données avec une fréquence d'acquisition de 100 Hz
- Réaliser une interface graphique permettant de lire les données reçues des différents capteurs
- Réaliser des PCB + un boîtier en modèle 3D pour rendre le dispositif utilisable

# 02 - Présentation de la solution technique

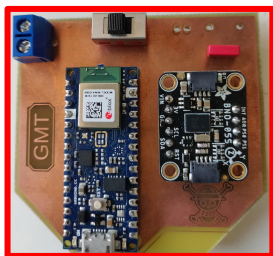
a) Solution adoptée

b) Développement réalisé

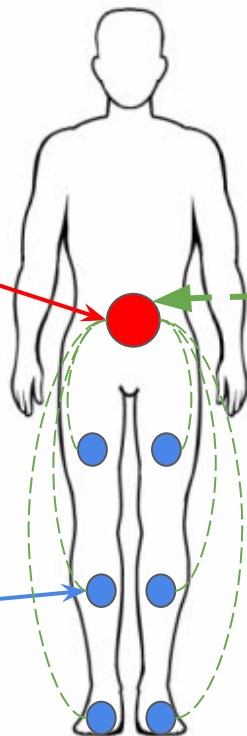
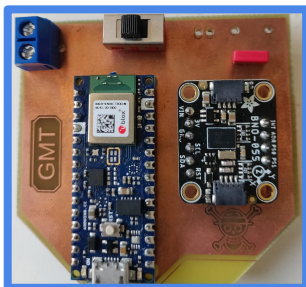
- 1) PCB + Impression 3D
- 2) Arduino
- 3) Interface Python

# Schéma de connectivité de notre système

Capteur central



Capteurs des articulations



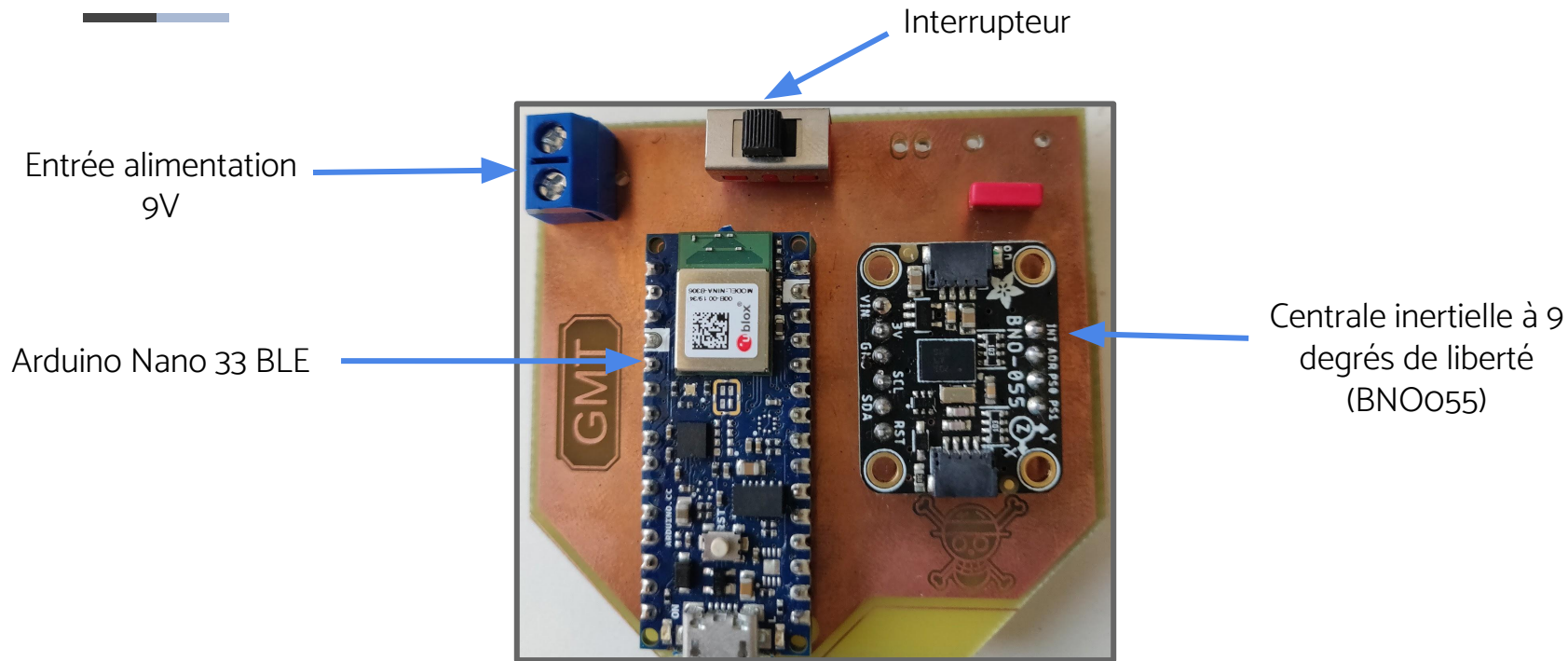
Liaison USB



Applicatif + interface graphique

Liaison BLE

# Disposition des composants



# 02 - Présentation de la solution technique

a) Solution proposée

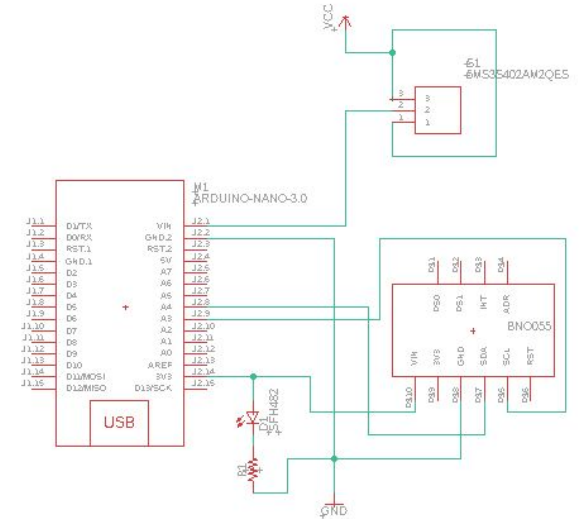
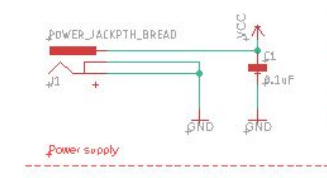
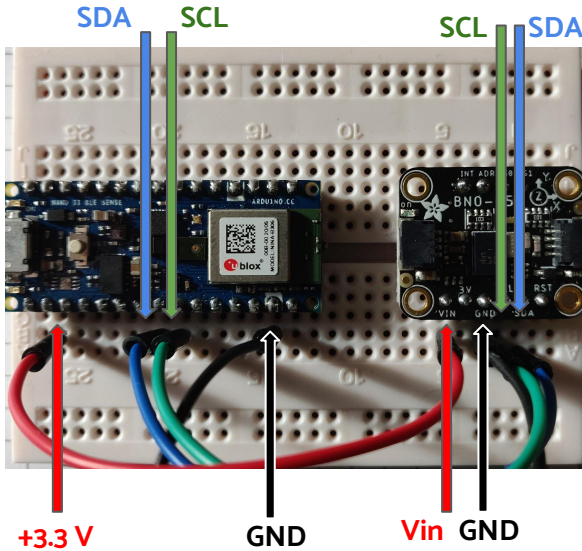
b) Développement réalisé

1) PCB + Impression 3D

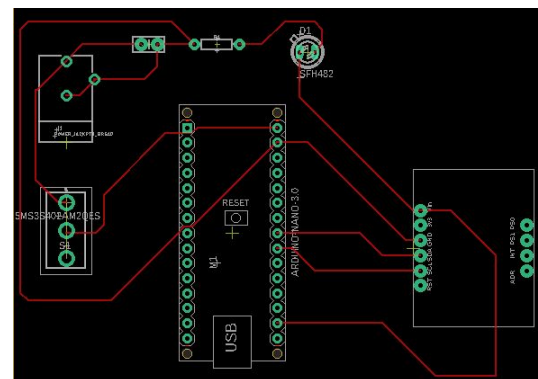
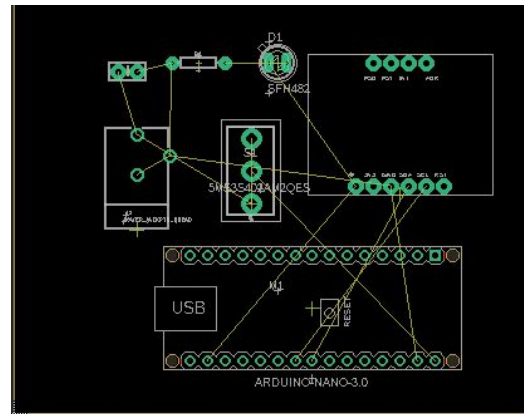
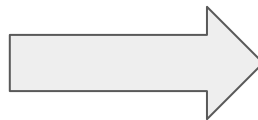
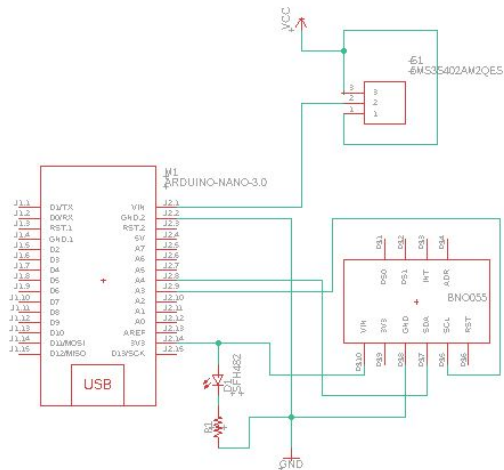
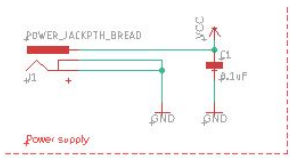
2) Arduino

3) Interface Python

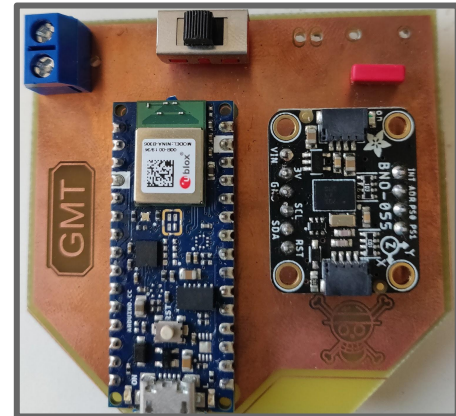
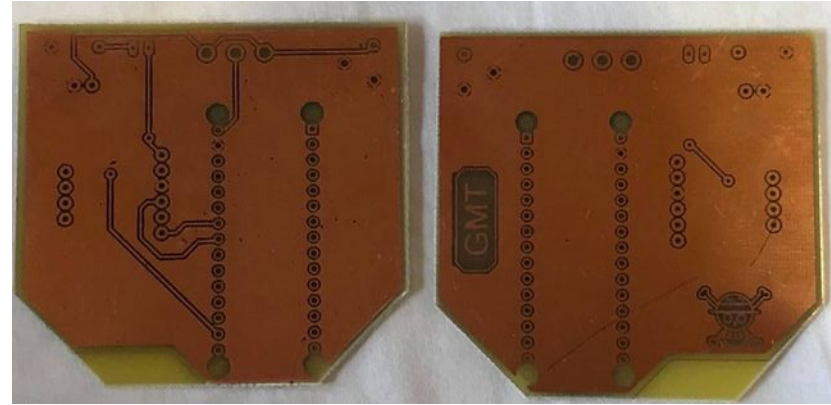
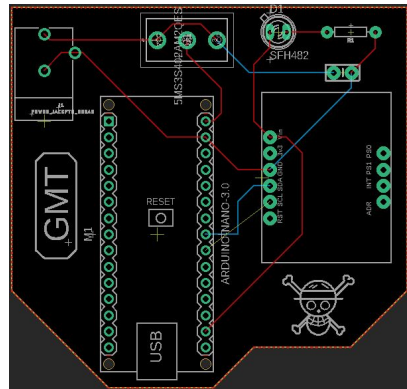
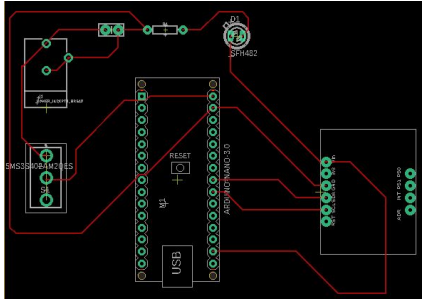
# Réalisation du PCB



# Réalisation du PCB



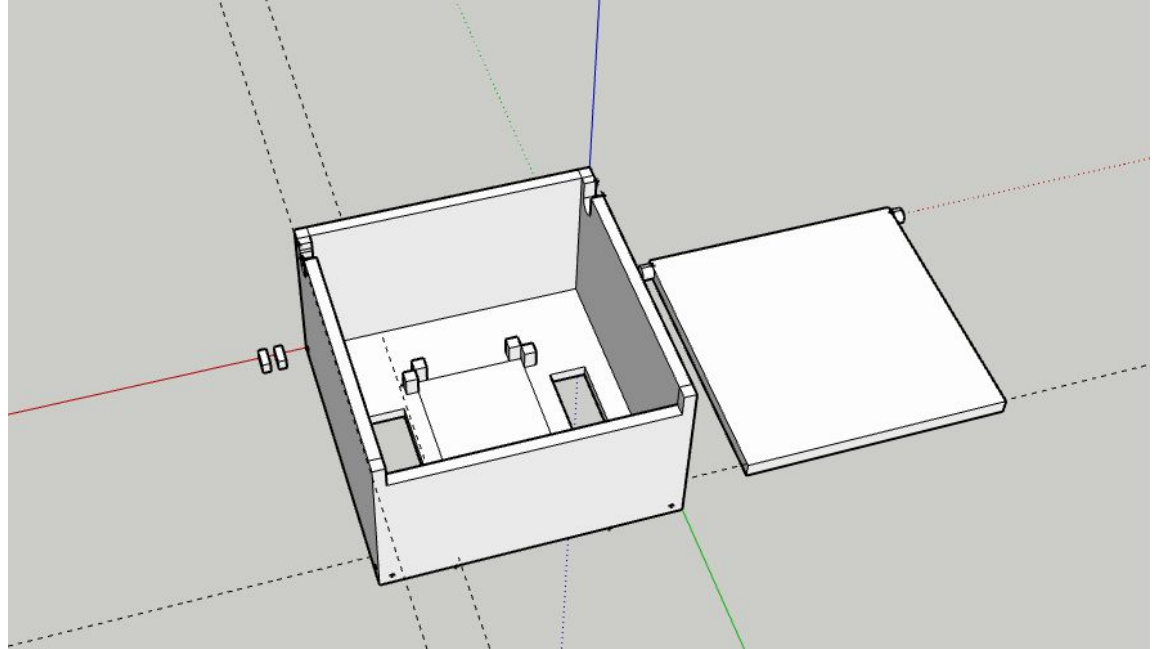
# Réalisation du PCB





# Conception du boîtier

- Mesure des dimensions des différents composants
- Croquis du boîtier
- Création du modèle sur SketchUp



# Conception du boîtier



# 02 - Présentation de la solution technique

a) Solution adoptée

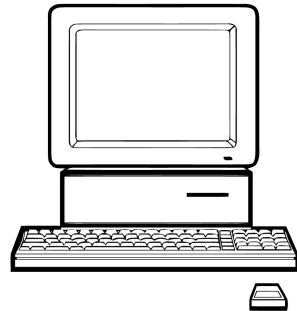
b) Développement réalisé

1) PCB + Impression 3D

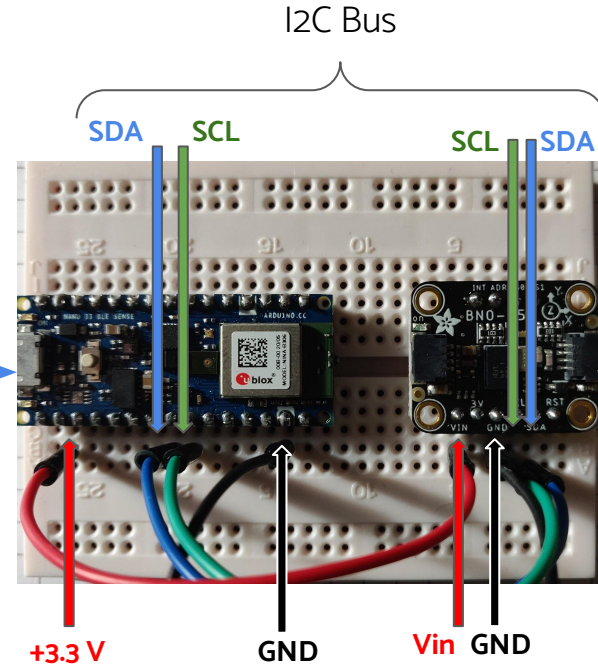
2) Arduino

3) Interface Python

# Travail réalisé sur les segments



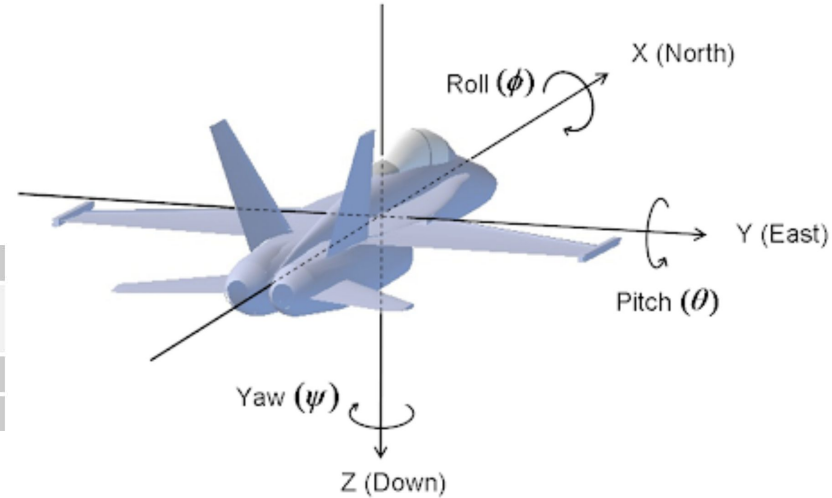
Liaison USB



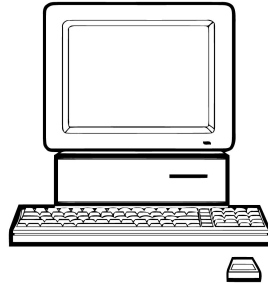
# Choix des angles d'Euler



Rotation angle	Range (Android format)	Range (Windows format)
Pitch	+180° to -180° (turning clockwise decreases values)	-180° to +180° (turning clockwise increases values)
Roll	-90° to +90° (increasing with increasing inclination)	
Heading / Yaw	0° to 360° (turning clockwise increases values)	



# Visualiser les données de l'Arduino

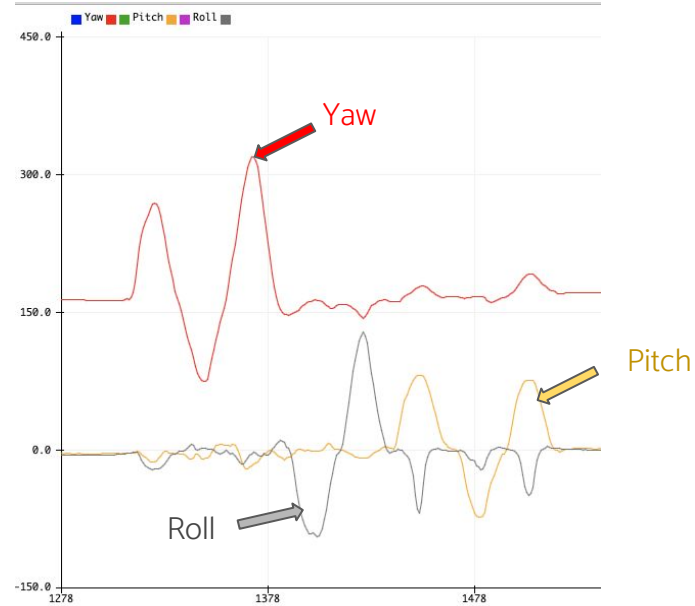


Visualisation  
série Arduino



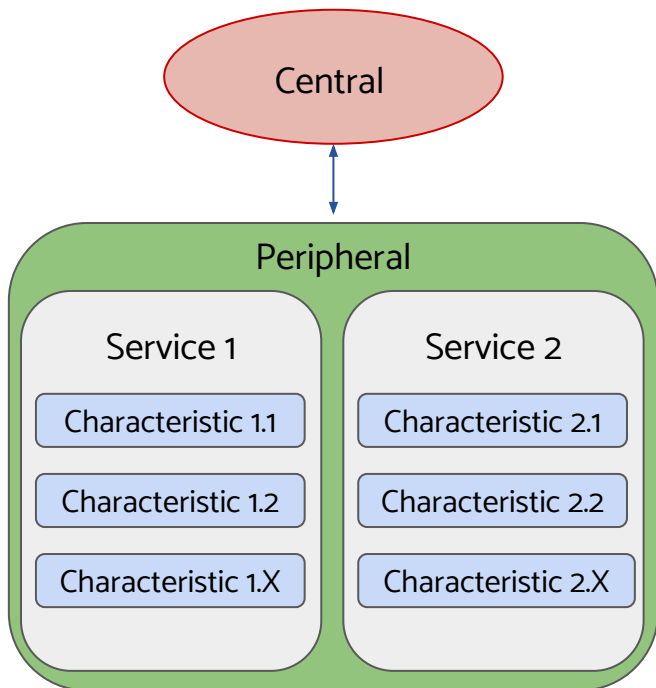
```

Yaw: 166.44 Pitch: -2.00 Roll: -24.25
Yaw: 163.00 Pitch: 3.31 Roll: -48.69
Yaw: 162.12 Pitch: 4.50 Roll: -68.69
Yaw: 163.19 Pitch: 4.62 Roll: -84.94
Yaw: 164.00 Pitch: 3.69 Roll: -93.69
Yaw: 165.56 Pitch: 3.25 Roll: -95.50
Yaw: 165.31 Pitch: 3.44 Roll: -94.31
    
```



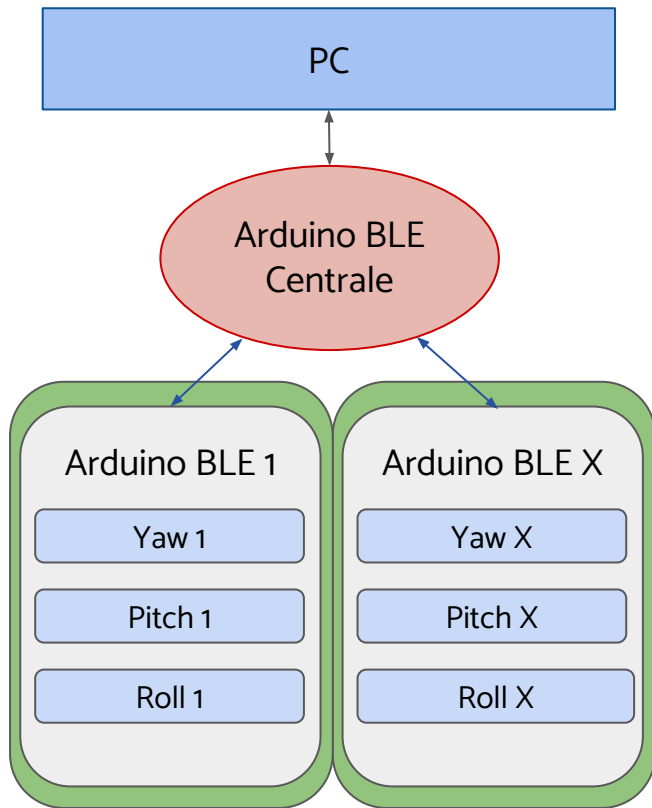
# Fonctionnement du BLE (Bluetooth Low Energy)

Protocole GATT (Generic ATTribute)



- Adapté aux applications IoT
- 2x plus économe en énergie que le Bluetooth classique
- Connexion via un UUID (Universally Unique Identifier) 128 bits

# Envoyer les données par BLE



Trame d'envoi :

Temps en seconde (float)	Numéro de carte (int)	Yaw (float)	Pitch (float)	Roll (float)
-----------------------------	--------------------------	----------------	------------------	-----------------



# Contraintes de l'Arduino avec la multi connexion BLE

- Hardware capacitaire jusqu'à une connexion simultanée de 8 périphériques

**Problème :** Bibliothèques Arduino non-adaptées à la multi connexion

**Solution :** Etablir des connexions puis des déconnexions séquentielles avec chaque périphériques

	Multi connexion	Connexion séquentielle
Avantages	Fréquence d'acquisition élevée	Gestion/Connexion plus simple aux périphériques
Inconvénients	Difficile à mettre en place sur Arduino	Fréquence d'acquisition trop faible Connexions aléatoires

# 02 - Présentation de la solution technique

a) Solution proposée

b) Développement réalisé

1) PCB + Impression 3D

2) Arduino

3) Interface Python

# Interface python



Enregistrer données

- Création des fenêtres
- boutons
- Organisation de l'interface

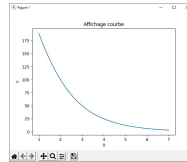
Réalisation interface

Recupérer données

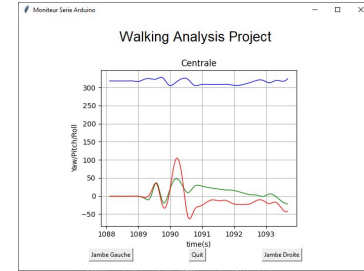
Lecture du port série pour :

- identifiant arduino
- temps
- Yaw/Pitch/Roll

Affichage courbes



matplotlib



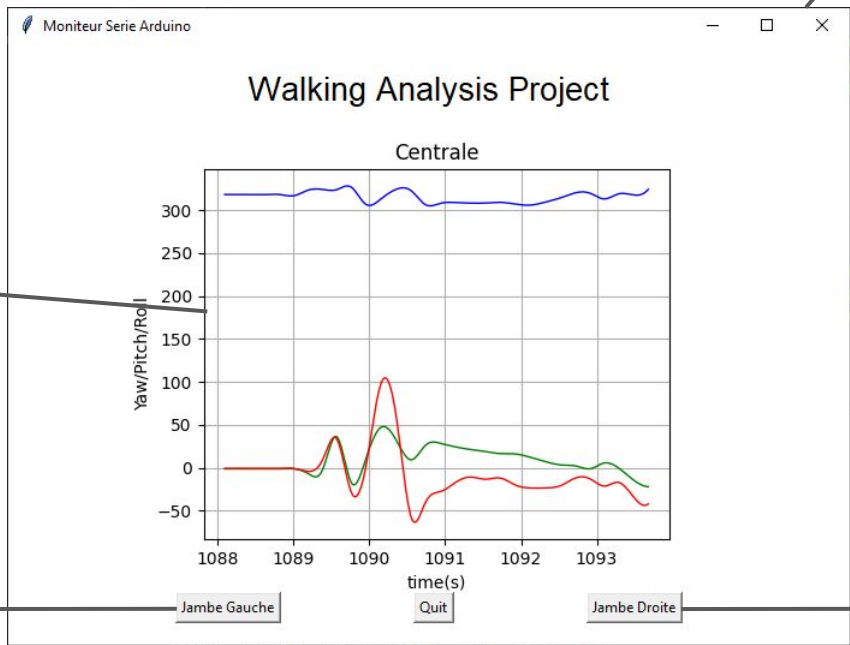
# Interface python



Interface réalisée avec **Tkinter**

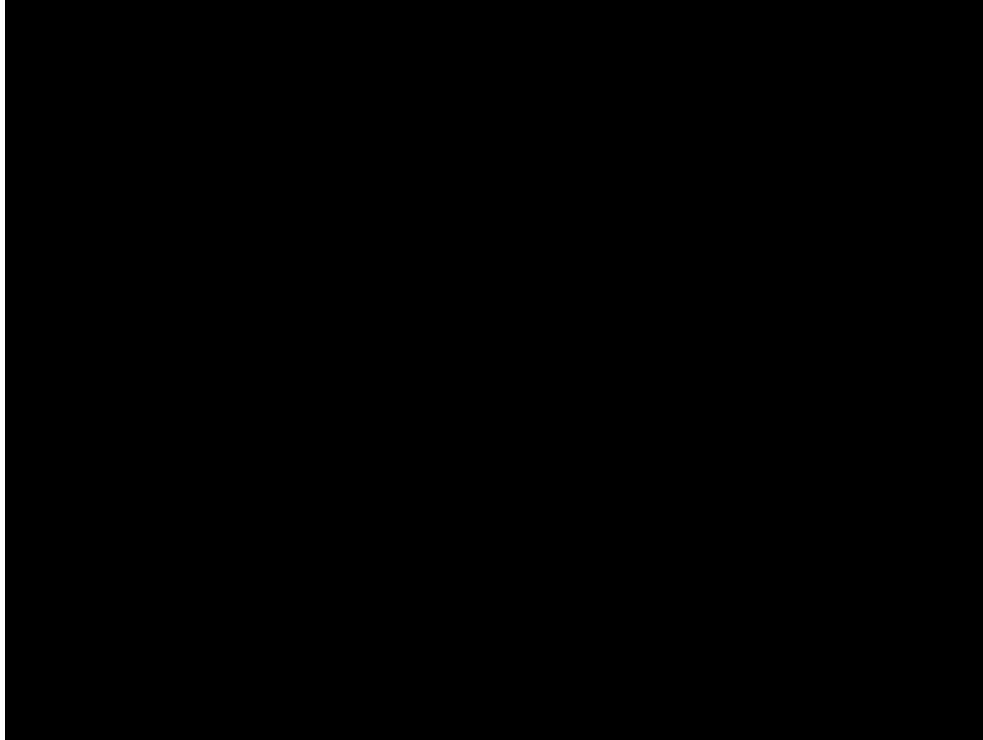
Insertion graphe réalisé avec  
matplotlib

Affichage segments  
jambe gauche



Affichage segments  
jambe droite

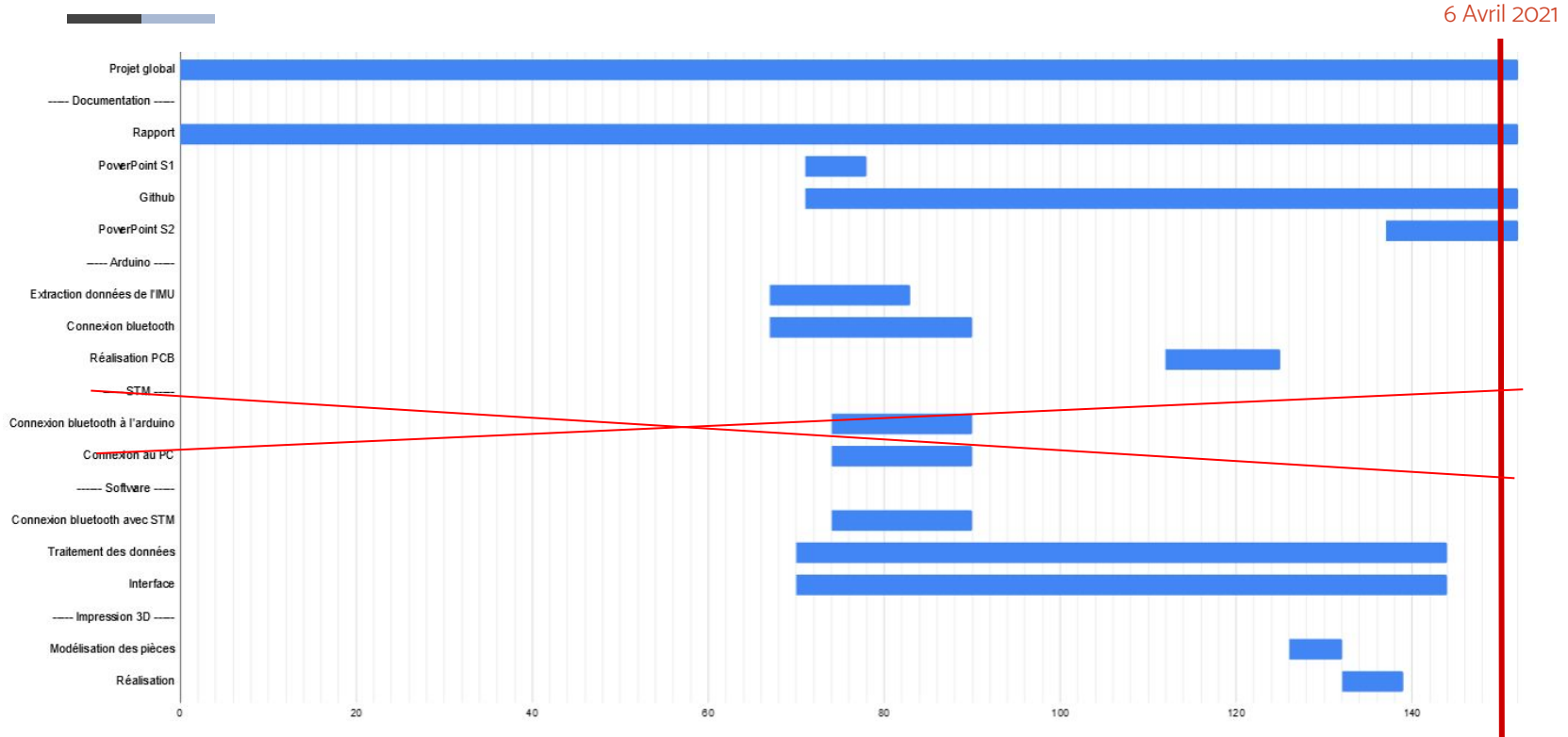
# Interface python



# Conclusion

- a) Organisation
- b) Conclusion technique
- c) Conclusion personnelle

# Diagramme de Gantt



# Conclusion

- a) Organisation
- b) Conclusion technique**
- c) Conclusion personnelle



# Réponse au cahier des charges

**Objectif du projet :** Proposer une solution d'analyse de la marche sans fil

**Solution apportée :**

- Connexion BLE avec cartes Arduino
- Lecture des segments sur une interface Python
- Réalisation des PCB + boîtier en modèle 3D



# Problèmes rencontrés

---

## Problèmes software:

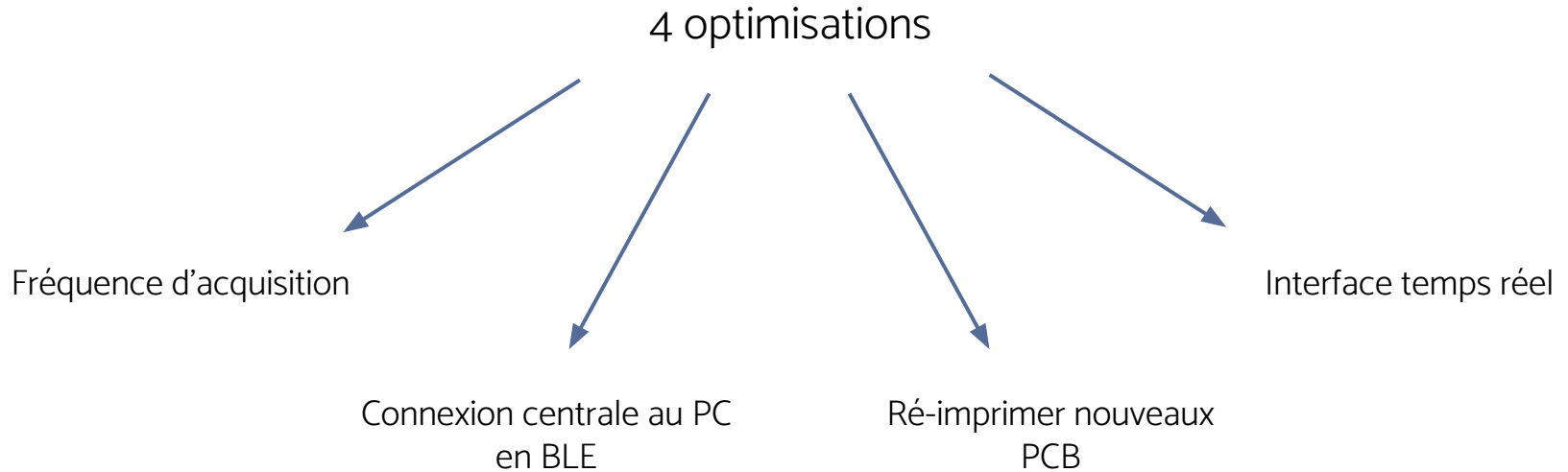
- Connexion carte STM
- Multi-connexion Bluetooth Arduino
- Environnement développement Python

## Problèmes hardware:

- Déconnexion intempestive des cartes Arduino
- Erreur de PCB



# Optimisations possibles



# Conclusion

- a) Organisation
- b) Conclusion technique
- c) Conclusion personnelle

# Conclusion personnelle



- Développement de connaissances techniques (protocole sans fil, IMH python, PCB, Github...)
- Organisation d'un projet
- Communications en équipe
- Prise de conscience de la complexité d'un projet

# Merci de votre attention !

---

