



# Projet Intégratif ITIneraire

Arrigoni Ambroise, Fougeray Paul, Sanson Dylan, Sourdille Nathan,  
Zouaghi Rayan

ITI3 groupe 1



**Titre :**

Projet Intégratif ITIneraire

**Matières :**

Capteurs et Statistiques

**Période du projet :**

Mars-Mai 2025

**Groupe de projet :**

Groupe 9

**Participant(s) :**

Arrigoni Ambroise

Fougeray Paul

Sanson Dylan

Sourdrille Nathan

Zouaghi Rayan

**Superviseur(s) :**

Condat Robin

Rogozan Alexandrina

**Nombre de pages :** 19

**Date de réalisation :**

22 avril 2025

**Résumé:**

L'objectif de ce projet d'intégration est de concurrencer l'application mobile Strava, dédiée pour l'enregistrement des activités sportives par GPS. Pour cela, vous devrez concevoir et développer un système d'acquisition permettant l'estimation de trajectoire d'un parcours fait à pied.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Présentation des capteurs à notre disposition</b>	<b>3</b>
2.1	Description et fonctionnement . . . . .	3
2.1.1	GPS . . . . .	3
2.1.2	Accéléromètre . . . . .	3
2.1.3	Gyroscope . . . . .	3
2.1.4	Magnétomètre . . . . .	3
2.2	Avantages et inconvénients . . . . .	3
2.3	Sources de bruitages et/ou défauts techniques . . . . .	4
2.4	Calibration effectuée . . . . .	4
2.4.1	Démarche . . . . .	4
2.4.2	Expérimentations . . . . .	4
2.4.3	Résultats . . . . .	4
2.5	Choix des paramètres d'acquisition . . . . .	4
2.6	Filtrage des signaux bruts . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Présentation du système d'acquisition complet</b>	<b>6</b>
3.1	Montage électrique . . . . .	6
3.2	Description du produit . . . . .	6
3.2.1	Fonctionnalités . . . . .	6
3.2.2	Mode d'utilisation . . . . .	6
3.3	Synchronisation des capteurs . . . . .	6
3.4	Fusion des données détaillée . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Analyse des performances du système d'acquisition</b>	<b>7</b>
4.1	Méthodologie pour la détermination du paramétrage du système d'acquisition	8
4.2	Description et analyse du choix des méthodes statistiques avec les résultats obtenus . . . . .	8
4.3	Analyse des résultats de tracking obtenus . . . . .	8
4.3.1	Mouvement extérieur 1 . . . . .	8
4.4	Analyse des résultats obtenus en cas de défaillance capteur . . . . .	11
4.4.1	Acquisition immobile extérieur 1 . . . . .	11
4.4.2	Acquisition immobile extérieur 2 . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>17</b>
5.1	Citations et références . . . . .	17
	<b>Bibliographie</b>	<b>18</b>
	<b>Table des figures</b>	<b>19</b>

# Chapitre 1

## Introduction

Ce document présente un exemple d'utilisation de plusieurs fonctionnalités en LaTeX.

# Chapitre 2

## Présentation des capteurs à notre disposition

Cette partie a pour but de présenter les capteurs que nous avons utilisés lors des travaux pratiques.

### 2.1 Description et fonctionnement

#### 2.1.1 GPS

Le capteur GPS (Global Positioning System) permet d'obtenir la position géographique d'un objet en temps réel à l'aide de signaux satellites. Il fournit typiquement des données de latitude, longitude, altitude, vitesse et temps. Ce capteur est essentiel pour le suivi de trajectoire.

#### 2.1.2 Accéléromètre

L'accéléromètre mesure les accélérations linéaires suivant les trois axes X, Y et Z. Il permet de détecter les mouvements, les chocs, et d'estimer l'orientation d'un objet (par exemple, inclinaison) lorsqu'il est combiné avec d'autres capteurs.

#### 2.1.3 Gyroscope

Le gyroscope mesure la vitesse angulaire de rotation autour des trois axes. Il est souvent utilisé pour suivre l'orientation d'un objet en mouvement, en particulier dans les systèmes d'asservissement ou de navigation inertie.

#### 2.1.4 Magnétomètre

Le magnétomètre détecte le champ magnétique terrestre et fonctionne comme une boussole numérique. Il permet de déterminer l'orientation absolue par rapport au nord magnétique. Il est souvent combiné au gyroscope pour améliorer la précision de l'orientation.

### 2.2 Avantages et inconvénients

Chaque capteur présente des avantages et des limites :

- **GPS** : Bonne précision sur la position à grande échelle, mais latence élevée et faible fréquence d'échantillonnage. Inefficace en intérieur.
- **Accéléromètre** : Précis pour les mouvements rapides, mais sensible au bruit et aux erreurs d'intégration.

- **Gyroscope** : Très réactif pour détecter les rotations, mais dérive dans le temps sans recalibrage.
- **Magnétomètre** : Utile pour connaître l'orientation absolue, mais perturbé par les champs magnétiques ambients.

## 2.3 Sources de bruitages et/ou défauts techniques

Les capteurs sont sujets à différents types de bruits :

- **GPS** : erreurs dues à la météo, aux obstacles (bâtiments), et aux multipaths.
- **Accéléromètre et gyroscope** : bruit thermique, erreurs de biais, et dérive.
- **Magnétomètre** : perturbations électromagnétiques, présence de métaux ferromagnétiques proches.

## 2.4 Calibration effectuée

### 2.4.1 Démarche

La calibration vise à réduire les erreurs systématiques. Pour l'accéléromètre et le gyroscope, nous avons mesuré les valeurs à l'arrêt pour corriger les biais. Pour le magnétomètre, une procédure de calibration en huit (figure en 8) a été utilisée pour ajuster les axes.

### 2.4.2 Expérimentations

Nous avons relevé les valeurs brutes dans différentes orientations et positions. Les écarts ont permis d'ajuster les offsets et les gains.

### 2.4.3 Résultats

Les données corrigées présentent une réduction notable du biais et une meilleure cohérence des mesures, notamment lors des déplacements rectilignes ou rotations contrôlées.

## 2.5 Choix des paramètres d'acquisition

Les paramètres ont été choisis pour équilibrer précision et consommation :

- GPS : 1 Hz, suffisant pour les déplacements lents.
- Accéléromètre et gyroscope : 50 Hz pour bien suivre les mouvements.
- Magnétomètre : 10 Hz, suffisant pour détecter l'orientation.

## 2.6 Filtrage des signaux bruts

Pour améliorer la qualité des données :

- **Filtrage passe-bas** sur les données d'accéléromètre et gyroscope pour réduire le bruit haute fréquence.
- **Filtre de Kalman** (ou complémentaire) pour fusionner les données de plusieurs capteurs (IMU).
- **Moyennes glissantes** pour lisser les données GPS.

# **Chapitre 3**

## **Présentation du système d'acquisition complet**

### **3.1 Montage électrique**

### **3.2 Description du produit**

#### **3.2.1 Fonctionnalités**

#### **3.2.2 Mode d'utilisation**

### **3.3 Synchronisation des capteurs**

### **3.4 Fusion des données détaillée**



# Chapitre 4

## Analyse des performances du système d'acquisition

### 4.1 Méthodologie pour la détermination du paramétrage du système d'acquisition

### 4.2 Description et analyse du choix des méthodes statistiques avec les résultats obtenus

### 4.3 Analyse des résultats de tracking obtenus

#### 4.3.1 Mouvement extérieur 1

Comparaison des trajets

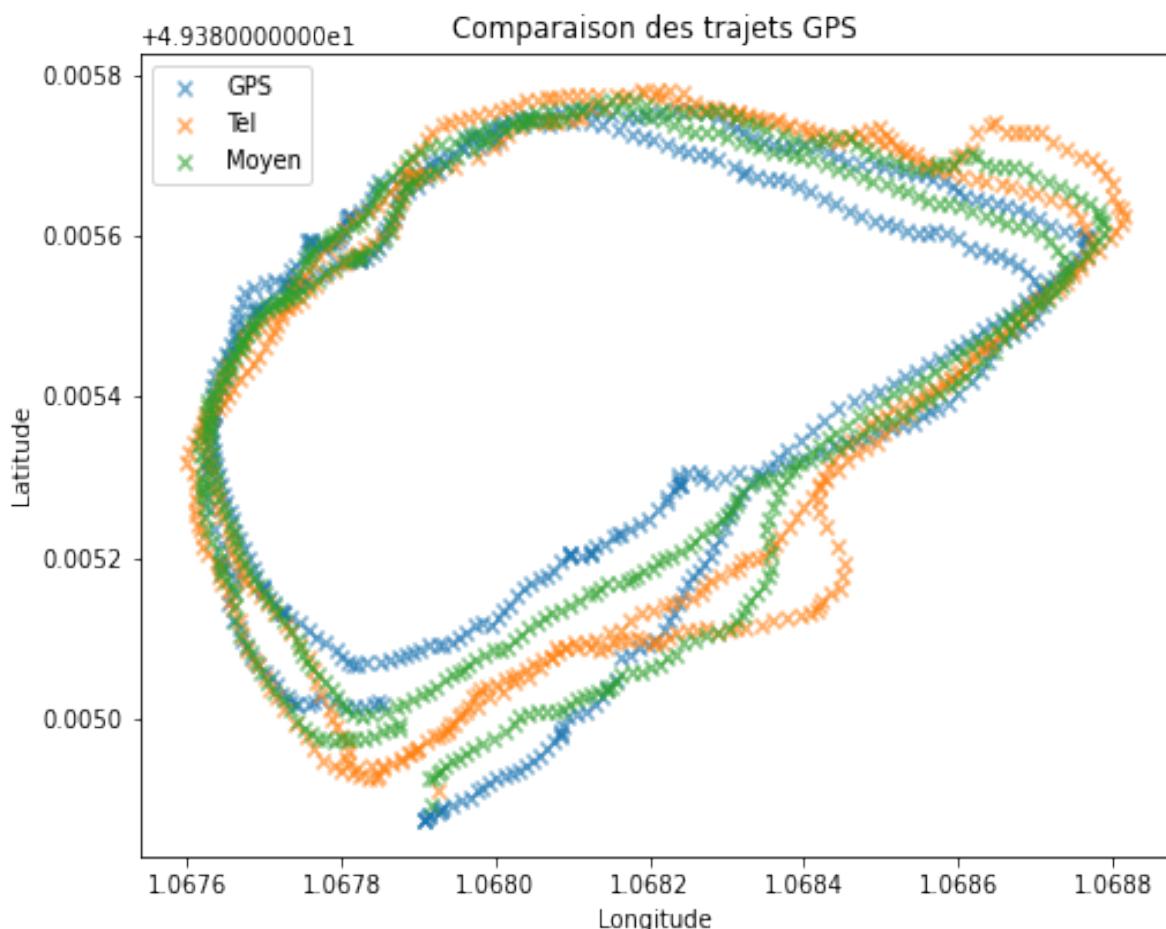
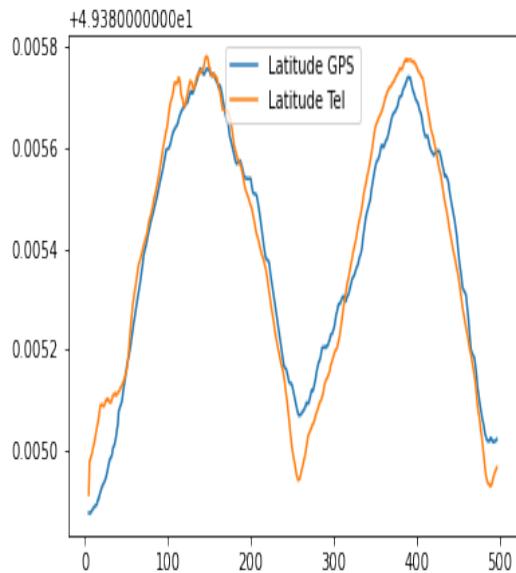


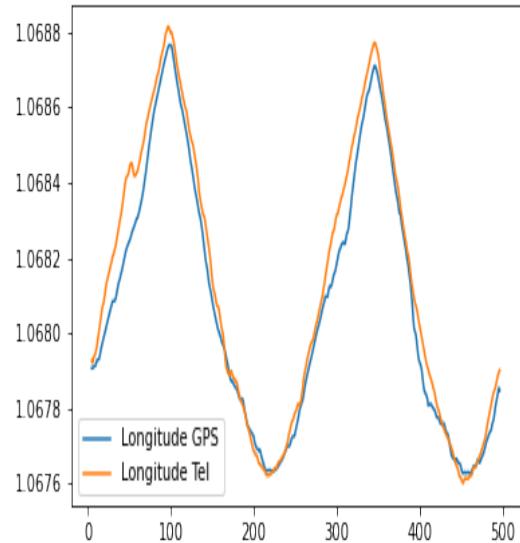
Figure 1 : Comparaison trajet mouvement extérieur 1 (Gps vs Téléphone)

Dans cette exemple, on a fait deux tours à l'extérieur et on remarque qu'en prenant les données du téléphone comme repère. Le GPS qu'on utilise n'est pas trop mauvais (FIXEZ çA JE DIS DE LA MERDE).

### Comparaison latitude et longitude

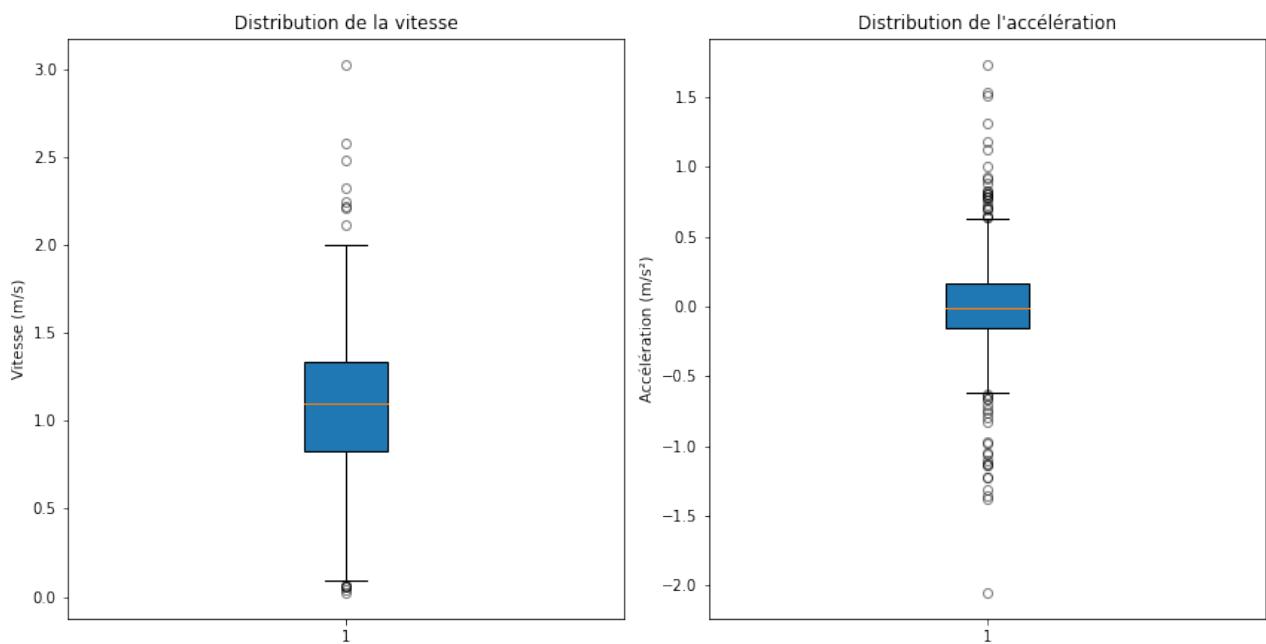


**Figure 2 :** Comparaison latitude (Gps vs Téléphone)



**Figure 3 :** Comparaison longitude (Gps vs Téléphone) mouvement extérieur1

### Boite à moustache vitesse / accélération



**Figure 4 :** Boite à moustache

## Evolution de l'erreur mouvement extérieur1

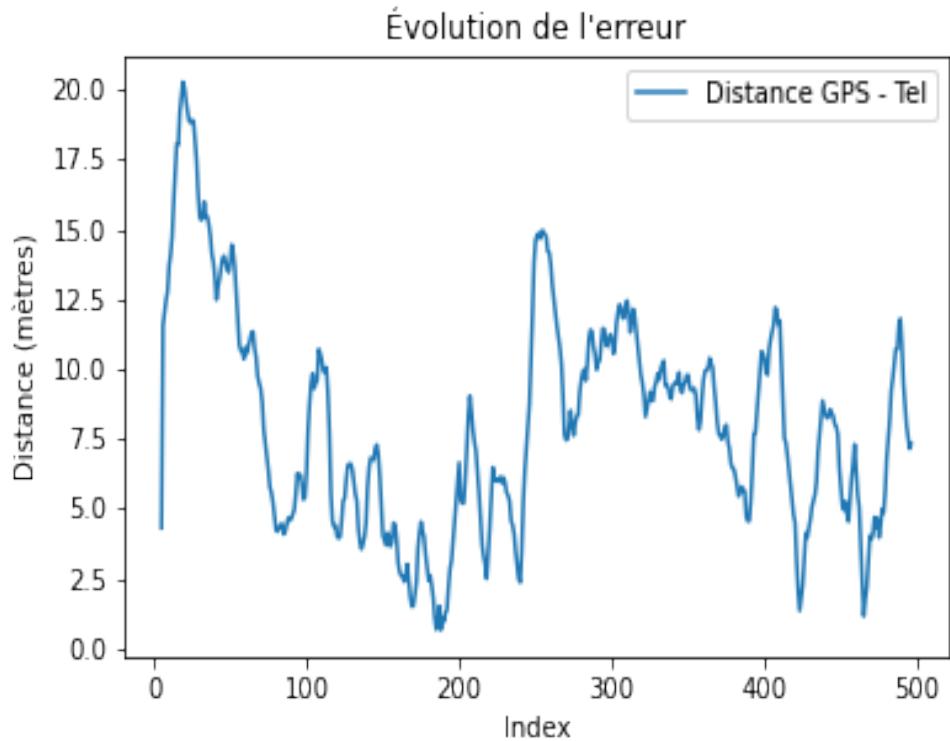


Figure 5 : Evolution de l'erreur en cours du temps

## Valeurs aberrantes

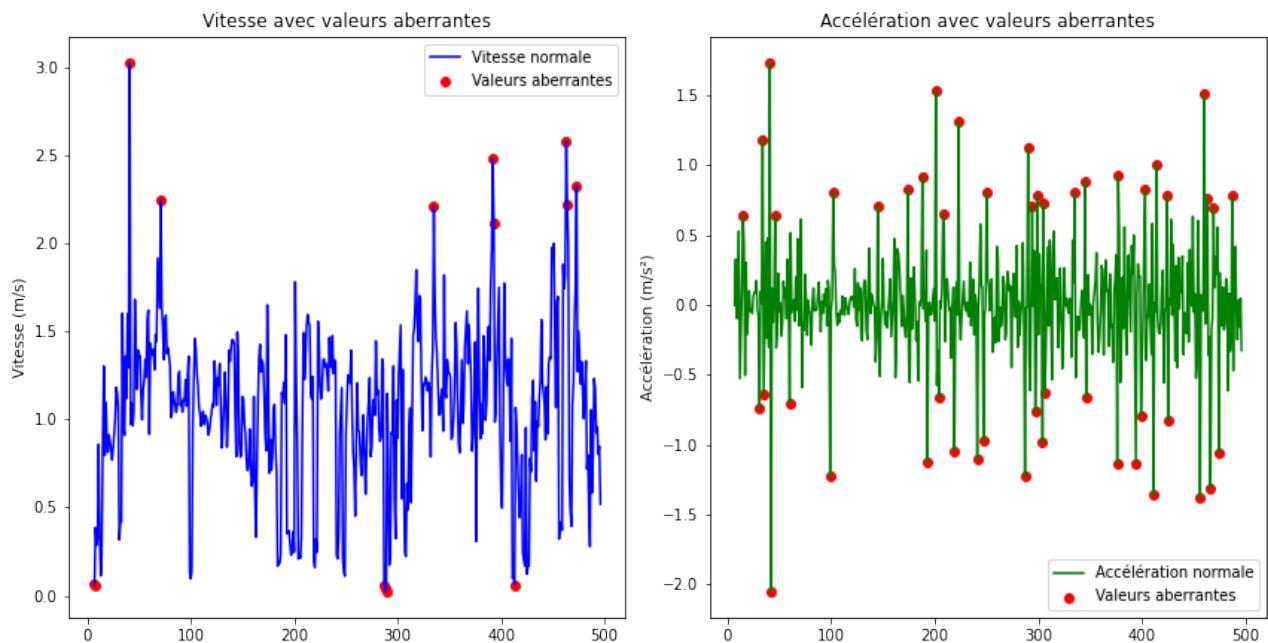


Figure 6 : Valeurs aberrantes

## 4.4 Analyse des résultats obtenus en cas de défaillance capteur

### 4.4.1 Acquisition immobile extérieur 1

Comparaison trajet Gps vs Téléphone

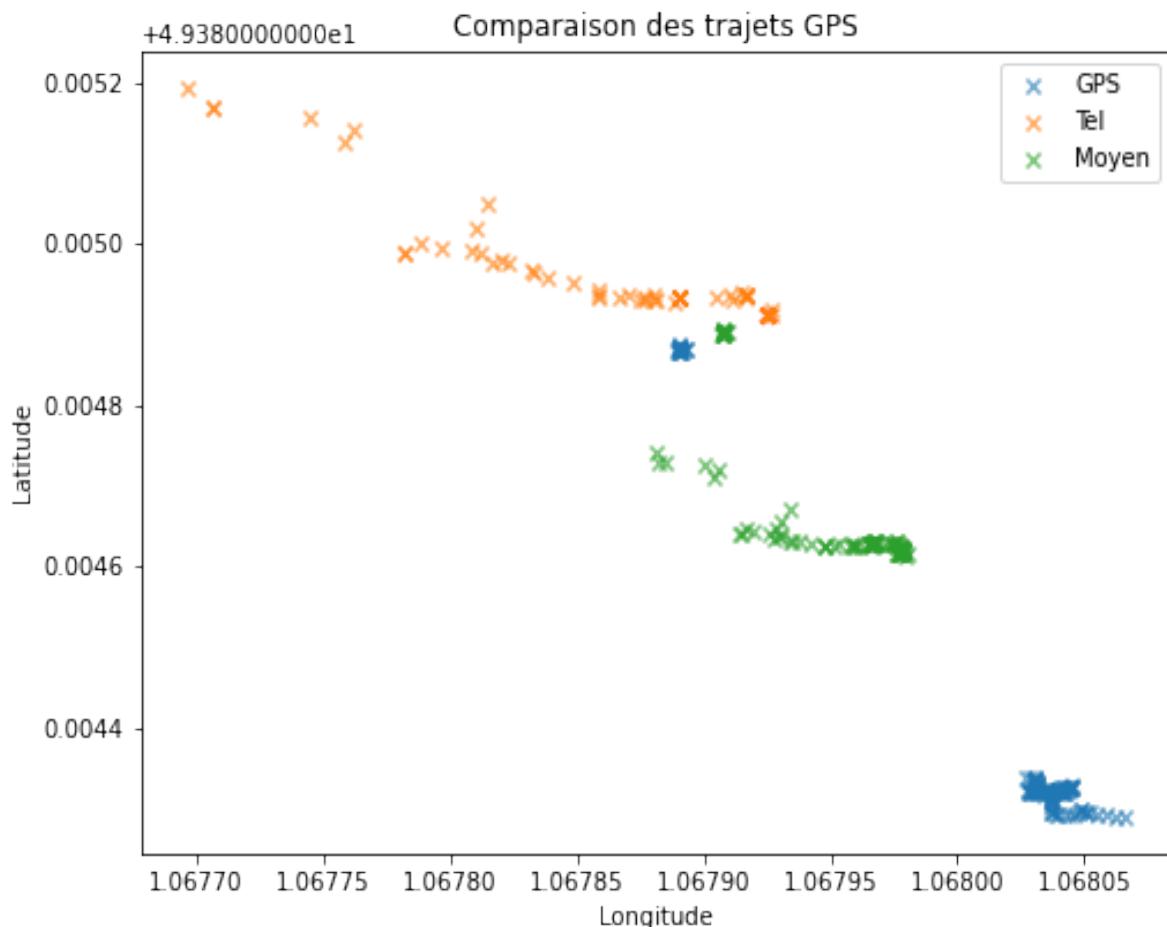
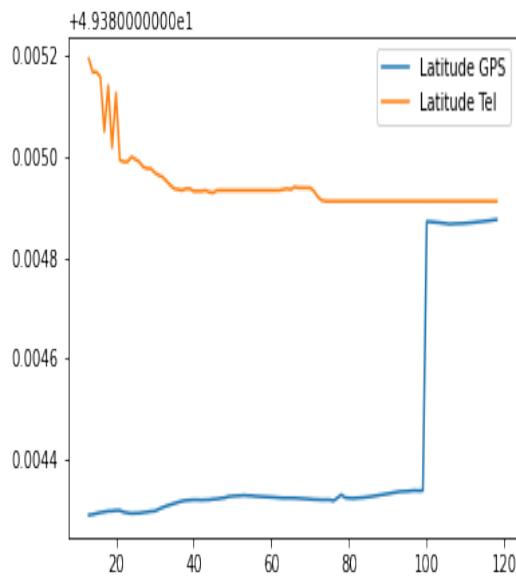
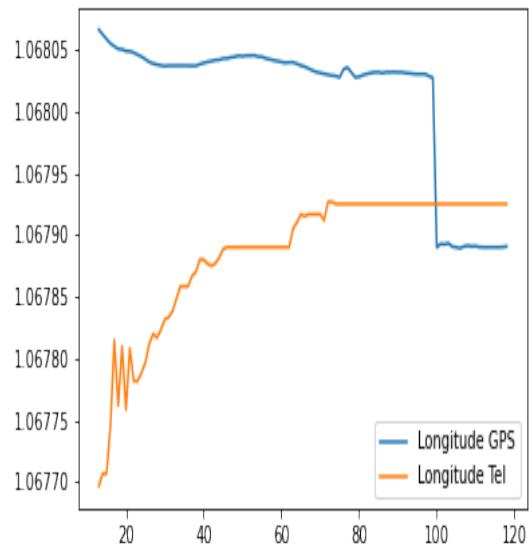


Figure 7 : Comparaison trajet immobile extérieur 1 (Gps vs Téléphone)

On remarque que même à l'extérieur, les acquisitions du gps et du téléphone ne sont pas assez précises. Le trajet nous indique qu'on était en mouvement même si on était immobile.



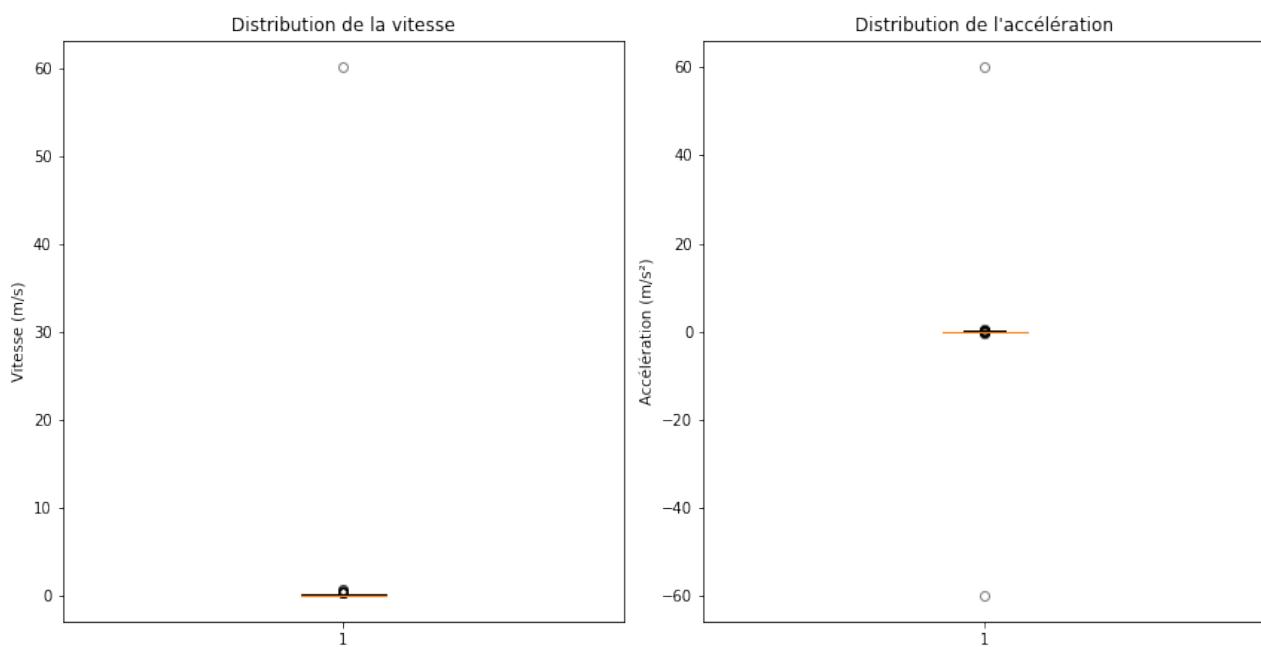
**Figure 8 :** Comparaison latitude (Gps vs Téléphone)



**Figure 9 :** Comparaison longitude (Gps vs Téléphone)

### Comparaison latitude et longitude

#### Boite à moustache vitesse / accélération



**Figure 10 :** Boite à moustache

## Evolution de l'erreur

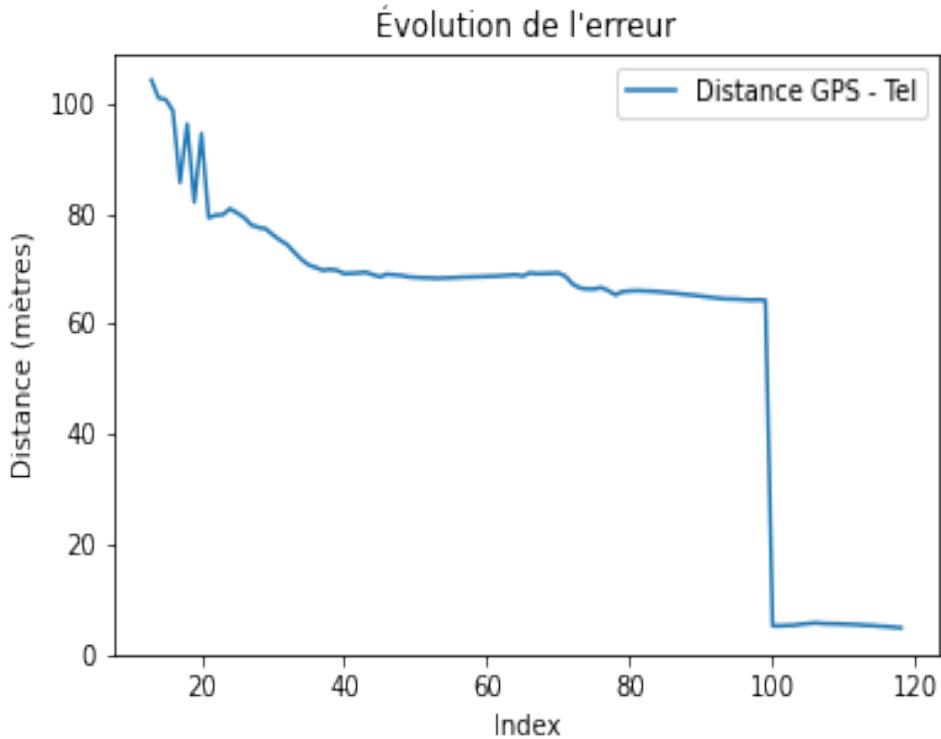


Figure 11 : Evolution de l'erreur en cours du temps

## Valeurs aberrantes

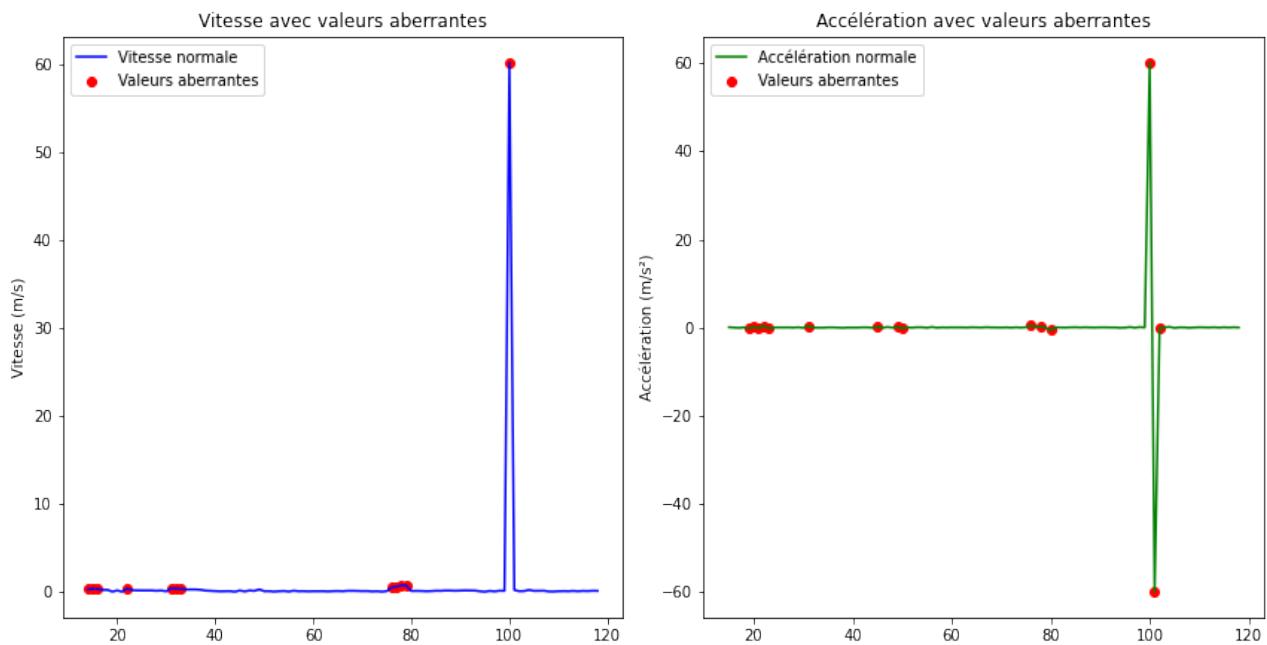
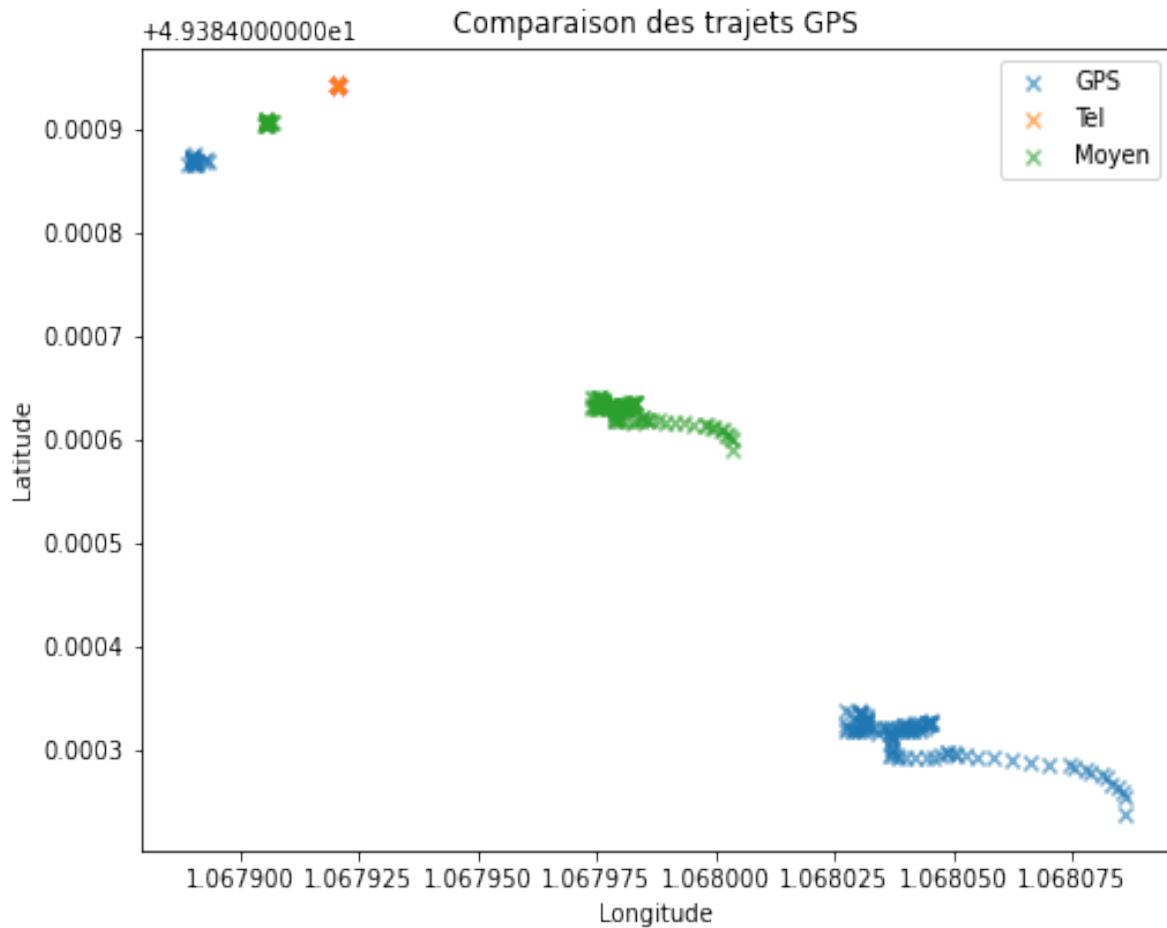


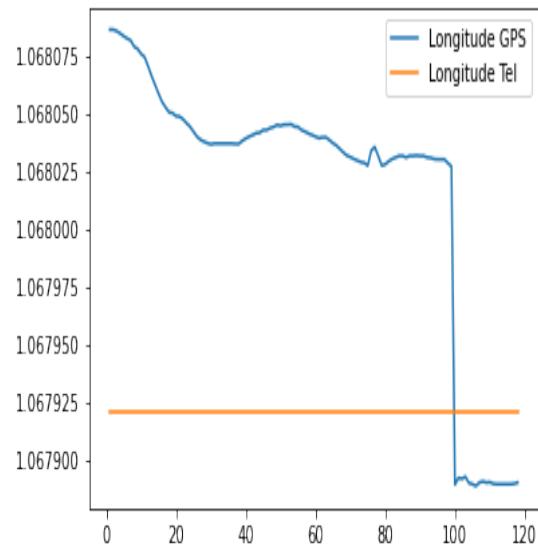
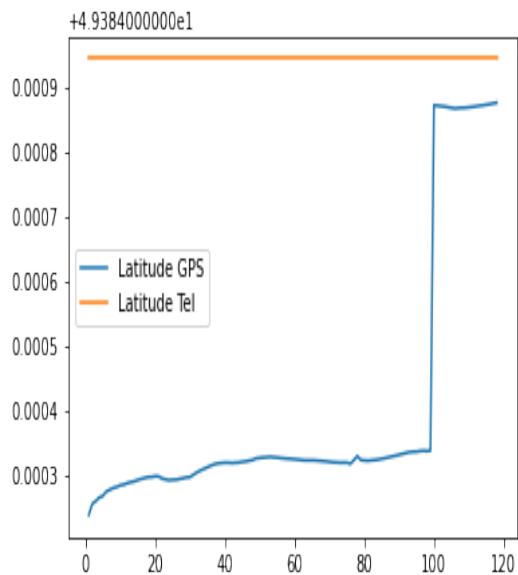
Figure 12 : Valeurs aberrantes

#### 4.4.2 Acquisition immobile exterieur 2



**Figure 13 :** Comparaison trajet immobile exterieur 2 (Gps vs Téléphone)

Ici, on peut remarquer que les données fournies par le téléphone sont beaucoup plus précises que les données fournies. En effet, on ne peut pas se fier aux données du GPS. (à conclure après je sais pas voir avec la démarche etc)



**Boite à moustache vitesse / accélération**

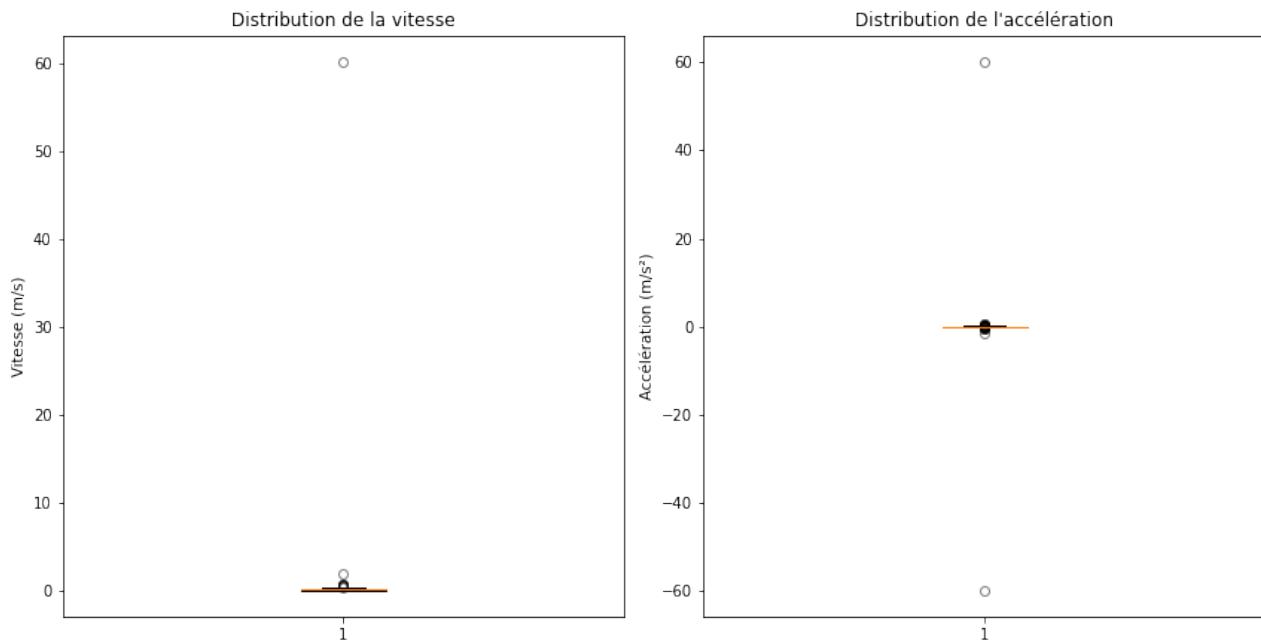


Figure 16 : Boite à moustache

## Evolution de l'erreur

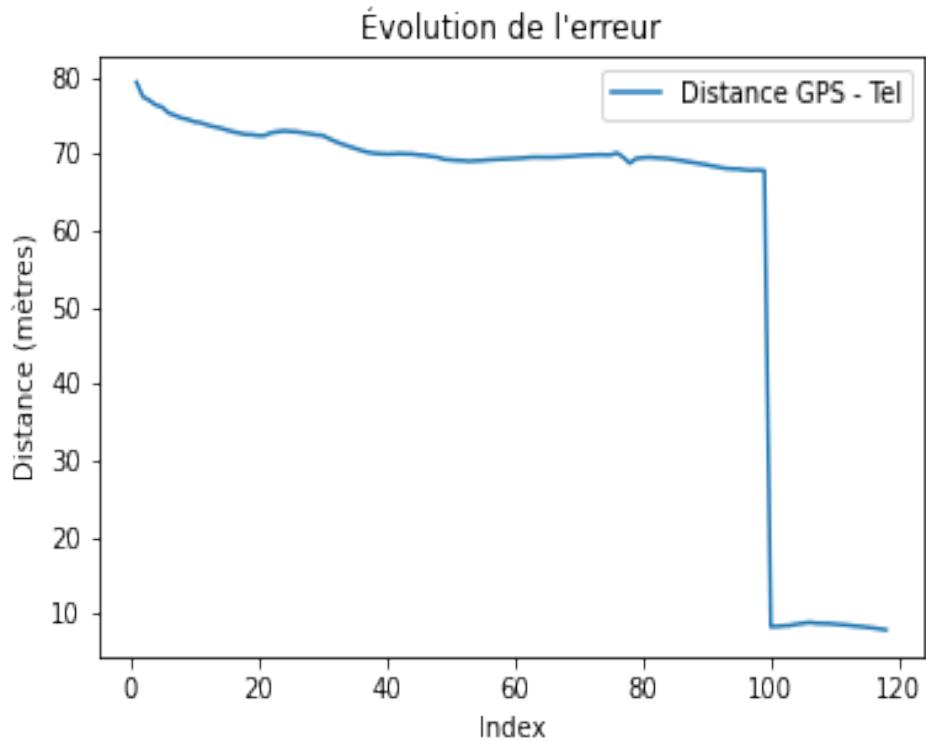


Figure 17 : Evolution de l'erreur en cours du temps

## Valeurs aberrantes

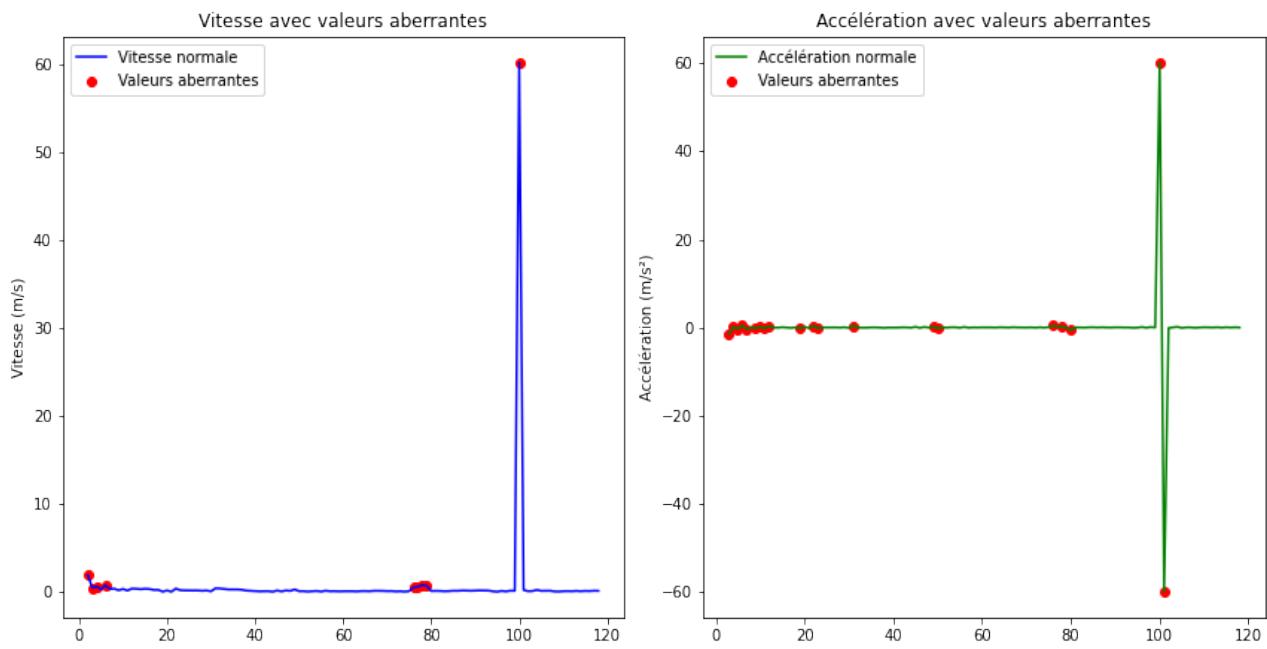


Figure 18 : Valeurs aberrantes

# **Chapitre 5**

## **Conclusion**

### **5.1 Citations et références**

# Bibliographie

- [1] Einstein, A. *Does the Inertia of a Body Depend Upon Its Energy Content?*, Annalen der Physik, 1905.

Contenu de l'annexe A .

# Table des figures

1	Comparaison trajet mouvement extérieur 1 (Gps vs Téléphone) . . . . .	8
2	Comparaison latitude (Gps vs Téléphone) . . . . .	9
3	Comparaison longitude (Gps vs Téléphone) mouvement extérieur1 . . . . .	9
4	Boite à moustache . . . . .	9
5	Evolution de l'erreur en cours du temps . . . . .	10
6	Valeurs aberrantes . . . . .	10
7	Comparaison trajet immobile extérieur 1 (Gps vs Téléphone) . . . . .	11
8	Comparaison latitude (Gps vs Téléphone) . . . . .	12
9	Comparaison longitude (Gps vs Téléphone) . . . . .	12
10	Boite à moustache . . . . .	12
11	Evolution de l'erreur en cours du temps . . . . .	13
12	Valeurs aberrantes . . . . .	13
13	Comparaison trajet immobile extérieur 2 (Gps vs Téléphone) . . . . .	14
14	Comparaison latitude (Gps vs Téléphone) immobile extérieur 2 . . . . .	15
15	Comparaison longitude (Gps vs Téléphone) immobile extérieur 2 . . . . .	15
16	Boite à moustache . . . . .	15
17	Evolution de l'erreur en cours du temps . . . . .	16
18	Valeurs aberrantes . . . . .	16