



# 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 :**

7

**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>1</b>
1.1	Équations mathématiques . . . . .	1
1.2	Insertion de figures . . . . .	1
<b>Table des figures</b>		<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Tâches et Références</b>	<b>3</b>
2.1	Liste de tâches . . . . .	4
2.2	Citations et références . . . . .	5
<b>Bibliographie</b>		<b>6</b>
<b>A</b>	<b>Annexe A</b>	<b>7</b>

# Chapitre 1

## Introduction

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

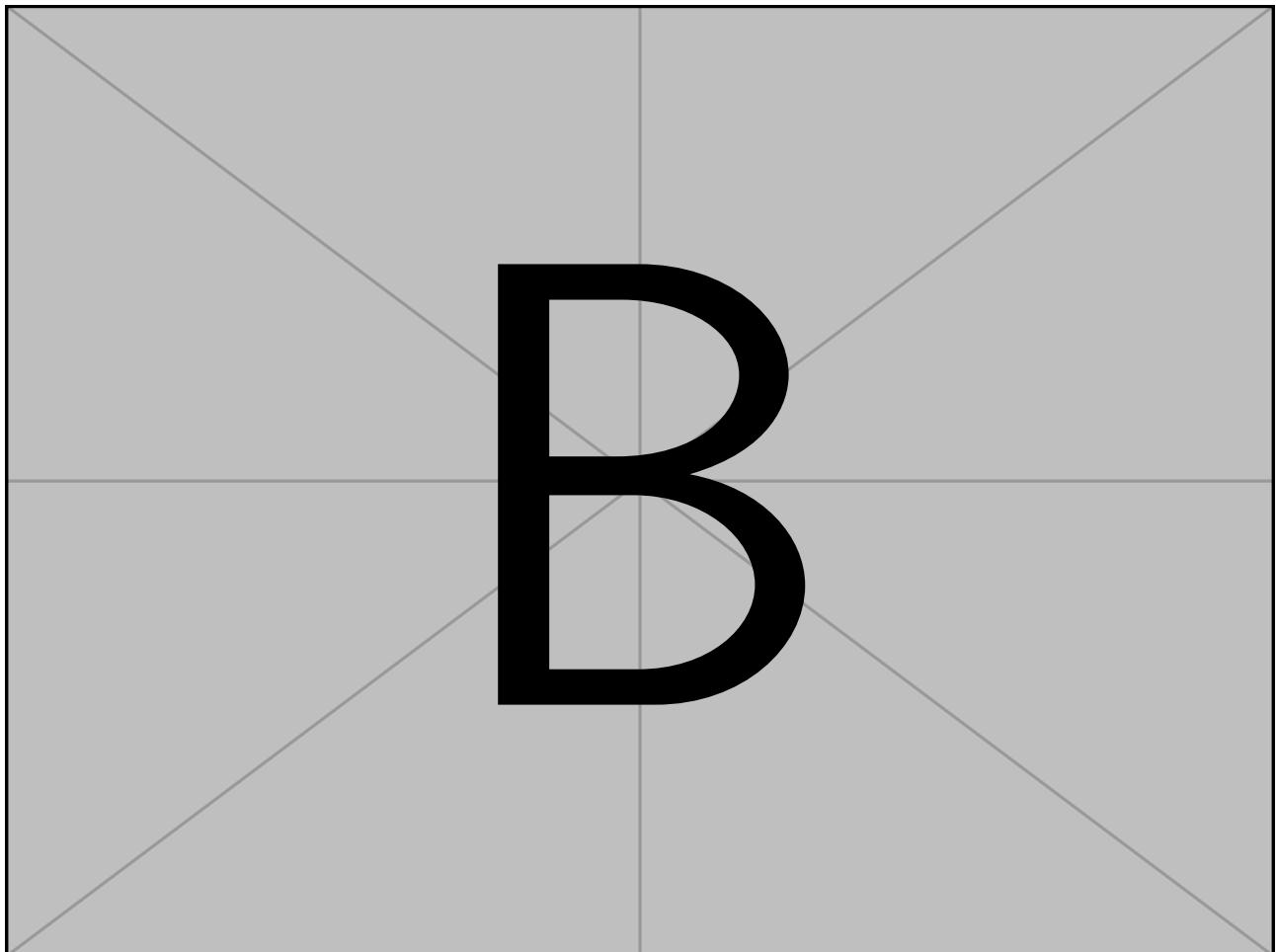
### 1.1 Équations mathématiques

Voici une équation mathématique simple :

$$E = mc^2 \times \sum_{n=1}^N k^n \quad (1.1)$$

### 1.2 Insertion de figures

Voici une figure insérée dans le texte (Figure 1).



**Figure 1 :** Exemple de figure

# Table des figures

1	Exemple de figure . . . . .	1
2	Exemple de figure . . . . .	4

# Chapitre 2

## Tâches et Références

$$\omega_{x,k+1} = \omega_{x,k} + \dot{\omega}_{x,k} \Delta t \quad (2.1)$$

$$\omega_{y,k+1} = \omega_{y,k} + \dot{\omega}_{y,k} \Delta t \quad (2.2)$$

$$\omega_{z,k+1} = \omega_{z,k} + \dot{\omega}_{z,k} \Delta t \quad (2.3)$$

Conditions initiales :

$$\omega_{x,0}, \quad \omega_{y,0}, \quad \omega_{z,0} \quad \text{calculés à } t = 0 \quad (2.4)$$

Ces valeurs sont obtenues grâce au magnétomètre.

## Données disponibles

Dans le cadre de ce projet, les données accessibles sont les suivantes :

- **Position GPS :**
  - $\theta$  : longitude ( coordonnée est-ouest)
  - $\lambda$  : latitude ( coordonnée nord-sud)
- **Données de l'IMU (Inertial Measurement Unit) :**
  - **Accéléromètre** : Mesures d'accélération linéaire
    - \*  $\mathbf{a}_x$  : accélération selon l'axe  $x$
    - \*  $\mathbf{a}_y$  : accélération selon l'axe  $y$
    - \*  $\mathbf{a}_z$  : accélération selon l'axe  $z$
  - **Gyroscope** : Mesures de vitesse angulaire
    - \*  $\dot{\omega}_x$  : vitesse angulaire autour de l'axe  $x$  (roulis)
    - \*  $\dot{\omega}_y$  : vitesse angulaire autour de l'axe  $y$  (tangage)
    - \*  $\dot{\omega}_z$  : vitesse angulaire autour de l'axe  $z$  (lacet)
  - **Magnétomètre** : Mesures du champ magnétique terrestre
    - \*  $\mathbf{m}_x$  : composante selon l'axe  $x$
    - \*  $\mathbf{m}_y$  : composante selon l'axe  $y$
    - \*  $\mathbf{m}_z$  : composante selon l'axe  $z$

## Remarques

- Les données GPS ( $\theta, \lambda$ ) donnent la position absolue, mais avec une précision limitée (erreur de quelques mètres).
- Les données de l'IMU fournissent des mesures inertielles précises à court terme, mais sujettes à une dérive temporelle (erreur qui s'accumule), de plus l'accélération s'exprime dans le repère de l'IMU lui-même et pas dans un repère terrestre.

- Le magnétomètre permet de s'orienter par rapport au nord magnétique, mais peut être perturbé par des interférences locales.

## Premier modèle basique

En raison de la nature instable de certains de nos composants nous serions tentés de créer des modèles de filtre de Kalman compliqués afin de pouvoir corriger les différentes erreurs qui s'accumulent. Mais pour débuter nous souhaitons faire un modèle simple, linéaire qui ne nécessite pas l'utilisation d'un filtre de Kalman étendu.

### Rappel filtre de Kalman

En statistique et en théorie du contrôle, le filtre de Kalman est un filtre à réponse impulsionnelle infinie qui estime les états d'un système dynamique à partir d'une série de mesures incomplètes ou bruitées [4].

Le filtre de Kalman en contexte discret est un estimateur récursif : l'état courant est estimé à partir de l'estimation de l'état précédent et des mesures actuelles. Le filtre de Kalman suppose que le processus discret réel  $\mathbf{x}_k$  (où  $k$  dénote l'indice de temps), suit la loi d'évolution linéaire suivante :

$$\mathbf{x}_k = \mathbf{F}_k \mathbf{x}_{k-1} + \mathbf{G}_k \mathbf{u}_k + \mathbf{w}_k$$

On a :

- $\mathbf{F}_k$  : la matrice de transition entre l'état  $k - 1$  et l'état  $k$
- $\mathbf{u}_k$  : la commande d'entrée
- $\mathbf{G}_k$  : la matrice de contrôle reliant  $\mathbf{u}_k$  et  $\mathbf{x}_k$
- $\mathbf{w}_k$  : est le bruit d'évolution, gaussien centré et de matrice de covariance  $\mathbf{Q}_k$ .

À partir de cet état on obtient  $\mathbf{y}_k$  notre vecteur d'observation à l'instant  $k$ .

## 2.1 Liste de tâches

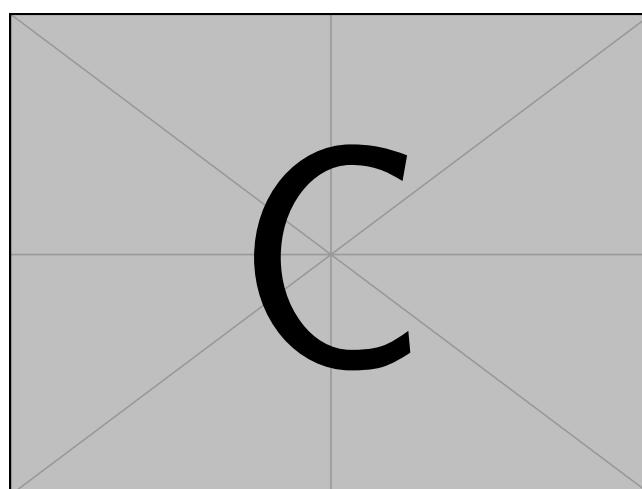


Figure 2 : Exemple de figure

Voici quelques tâches à accomplir :

- Réviser la section sur les équations mathématiques.
- Ajouter des références bibliographiques.
- Finaliser la mise en page des figures.

## 2.2 Citations et références

Selon Einstein [1], l'équation  $E = mc^2$  est fondamentale. Ce document présente un exemple d'utilisation de plusieurs fonctionnalités en LaTeX.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Une note de bas de page ajoutée pour illustrer l'utilisation des notes de bas de page.

# Bibliographie

- [1] Albert Einstein. *Zur Elektrodynamik bewegter Körper.* Annalen der Physik, 1905.
- [2] Stéphane Calderon, Floris Chabert. *Filtrage de Kalman appliqué à une centrale inertielle multi-capteurs,* École Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris. Disponible à : <https://igns.wdfiles.com/local--files/filtre-de-kalman/Kalman.pdf>, (Consulté le 01/04/2025).
- [3] *Matrice jacobienne,* Wikipédia, l'encyclopédie libre. Disponible à : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Matrice\\_jacobienne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Matrice_jacobienne), (Consulté le 01/04/2025).
- [4] *Filtre de Kalman,* Wikipédia, l'encyclopédie libre. Disponible à : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre\\_de\\_Kalman](https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre_de_Kalman), (Consulté le 01/04/2025).

# Annexe A

## Annexe A

Contenu de l'annexe A.