

---

# Docking autonome pour USV

Théo Massa, Kevin Ren, Guillaume Garde, Hugo Hofmann

ENSTA Bretagne-Lab STICC-Université Bretagne Sud

8 Mars 2024



## 1 Introduction

## 2 Conception du dock

---

- Base RTK
- Mise en place du dock
- Communication

## 3 Stratégie d'approche de docking

- Filtre de Kalman
- Guidage par champ de potentiel artificiel
- Algorithme

## 4 Architecture logicielle

- ROS
- Architecture du projet

## 5 Résultats

# Plan

---

- 1 Introduction
- 2 Conception du dock
  - Base RTK
  - Mise en place du dock
  - Communication
- 3 Stratégie d'approche de docking
  - Filtre de Kalman
  - Guidage par champ de potentiel artificiel
  - Algorithme
- 4 Architecture logicielle
  - ROS
  - Architecture du projet
- 5 Résultats

# Introduction

---



- Créer une solution de docking autonome
- Véhicule de surface
- Utilisation de capteurs basiques
- Crédit d'un système physique pour le dock

# Plan

---

1 Introduction

2 Conception du dock

- Base RTK
- Mise en place du dock
- Communication

3 Stratégie d'approche de docking

- Filtre de Kalman
- Guidage par champ de potentiel artificiel
- Algorithme

4 Architecture logicielle

- ROS
- Architecture du projet

5 Résultats

# Base RTK

Mise en place avec un module U-blox ZED-F9P

- RTK : Real Time Kinematic
- Précision centimétrique
- Une base fixe : envoie des corrections
- Une base mobile : ici le dock

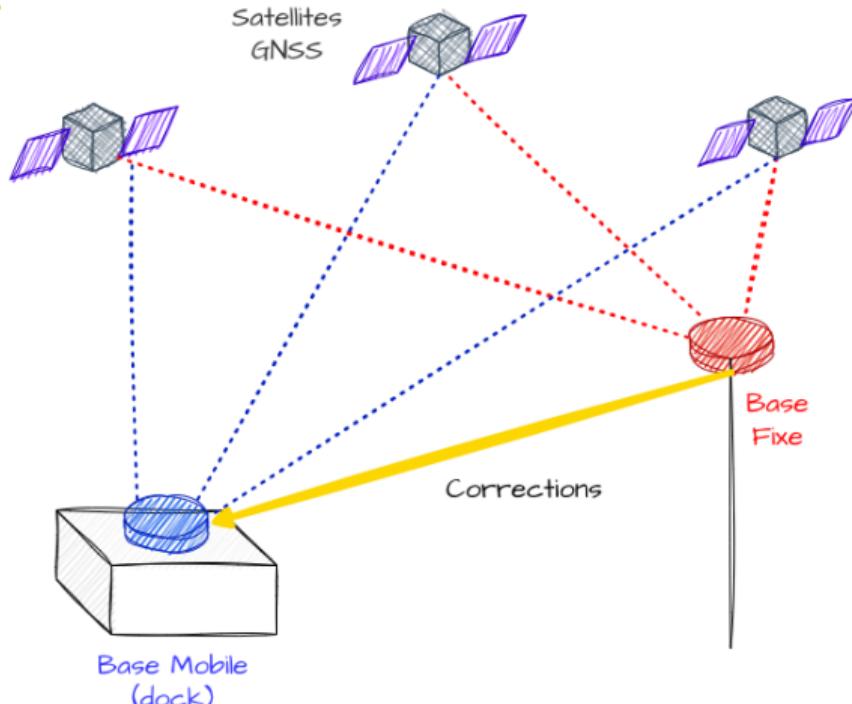


Figure – Principe du RTK

# Mise en place du dock

- Boîte étanche
- IMU en dehors (perturbations électromagnétiques)



Figure – Mise en place du dock

# Dock entier

---



# Communication avec le reste du système

`${latitude}, {longitude}; {roll}, {pitch}, {yaw}`

## Avantages

- Format léger
- Compatible peu importe les versions de ROS

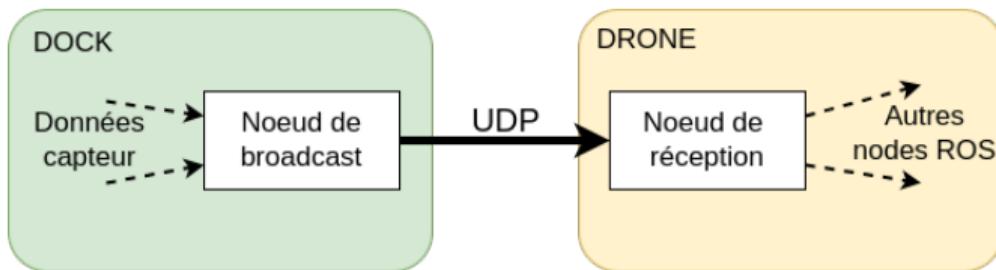


Figure – La communication dock → drone

# Plan

---

1 Introduction

2 Conception du dock

- Base RTK
- Mise en place du dock
- Communication

3 Stratégie d'approche de docking

- Filtre de Kalman
- Guidage par champ de potentiel artificiel
- Algorithme

4 Architecture logicielle

- ROS
- Architecture du projet

5 Résultats

# Filtre de Kalman

Modèle de Dubins :

- Vecteur d'état  $\mathbf{x} = (x, y, z, \psi)^T$
- Mesure  $\mathbf{y} = (x_{GPS}, y_{GPS}, \psi_{GPS/IMU})^T$



Figure – Rover

# Filtre de Kalman

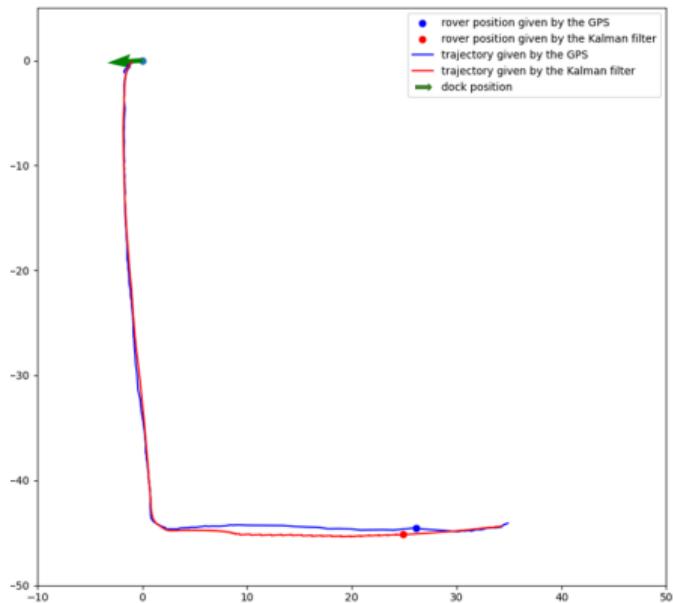


Figure – Comparatif les données du filtre de Kalman et les données brutes

# Guidage par champ de potentiel artificiel

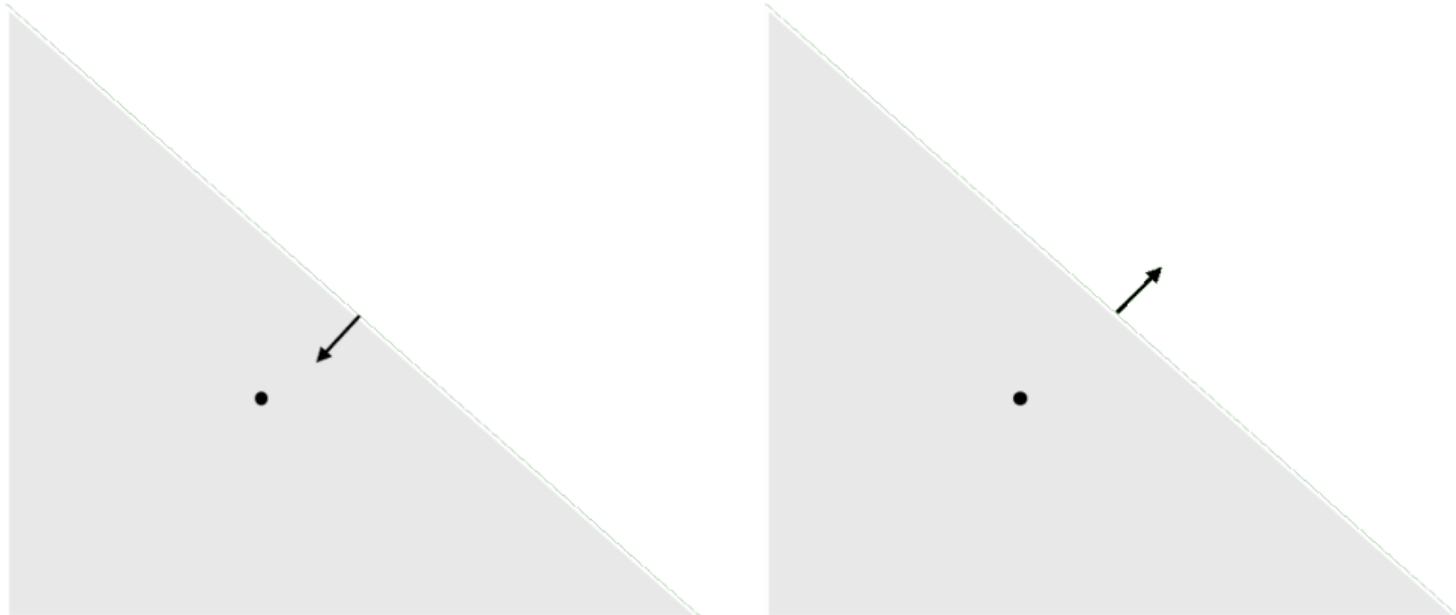


Figure – (a) À gauche le robot se trouve dans le demi-plan en face du robot (b) À droite le robot se trouve dans le demi-plan derrière le dock

# Guidage par champ de potentiel artificiel

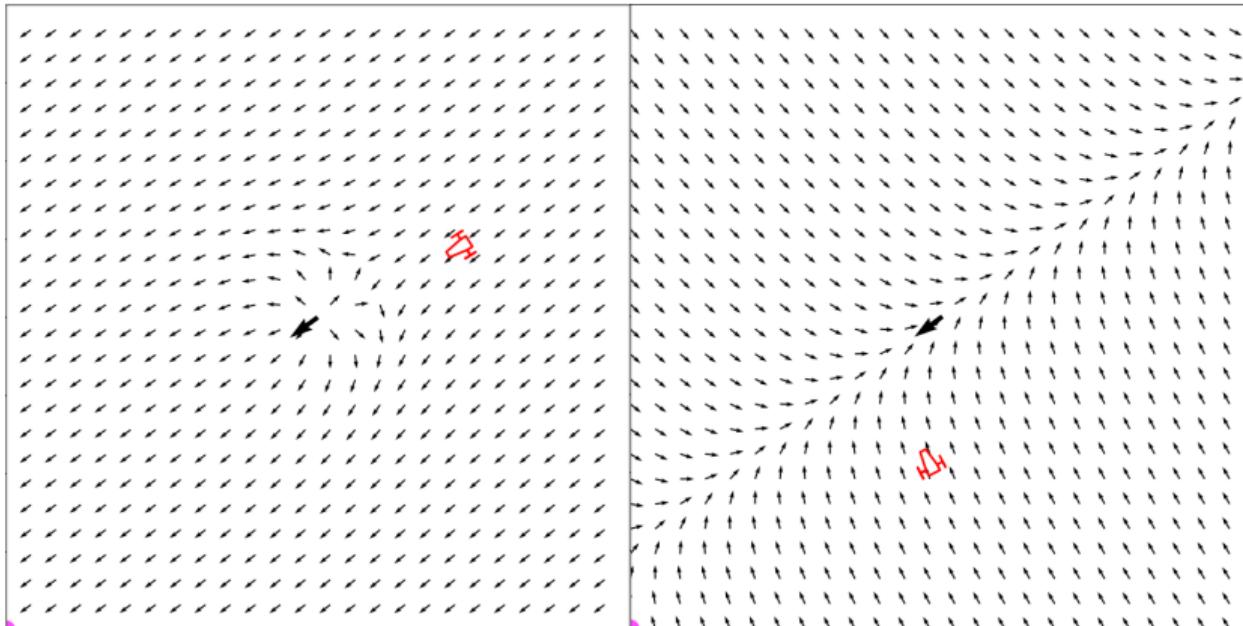


Figure – (a) Champ de vecteurs dans le premier cas. (b) Champ de vecteurs dans le second cas.

# Algorithme

Commande en vitesse linéaire et angulaire.

Régulation en cap via un PI.

Instabilité au niveau de la ligne séparatrice, les conditions de transition ont été adaptées :

$$\text{if } \overrightarrow{M'M} \cdot \vec{t} < -L \text{ and cas1} \Rightarrow \text{cas2} \quad (1)$$

$$\text{if } \overrightarrow{M'M} \cdot \vec{t} > L \text{ and cas2} \Rightarrow \text{cas1} \quad (2)$$

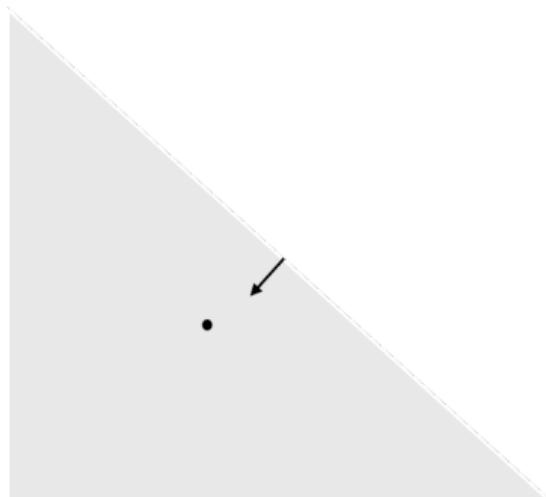


Figure – Ligne séparatrice

# Plan

---

- 1 Introduction
- 2 Conception du dock
  - Base RTK
  - Mise en place du dock
  - Communication
- 3 Stratégie d'approche de docking
  - Filtre de Kalman
  - Guidage par champ de potentiel artificiel
  - Algorithme
- 4 Architecture logicielle
  - ROS
  - Architecture du projet
- 5 Résultats



Figure – ROS Melodic

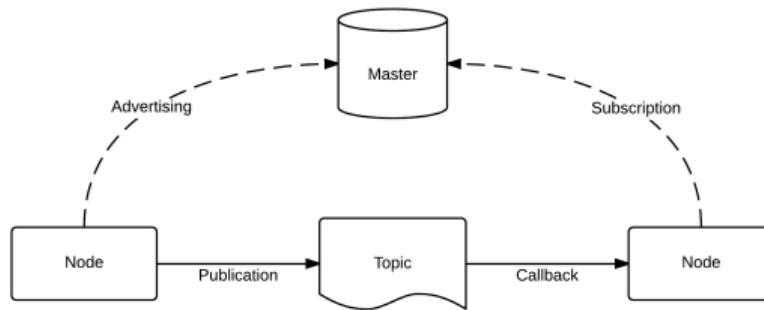


Figure – Schéma de fonctionnement

## Principe de ROS

- Middleware commun en robotique
- Principe de nodes/topics

# Architecture du projet

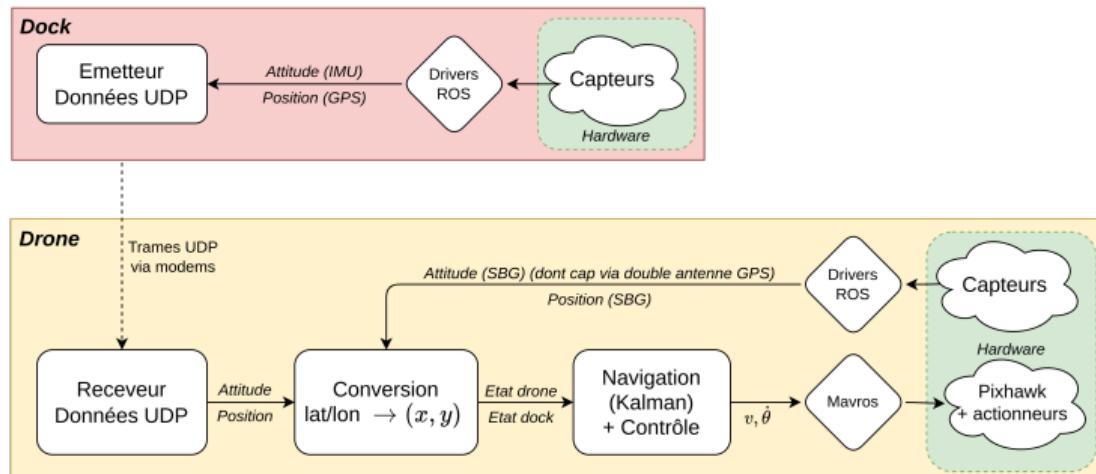


Figure – Schéma général de l'architecture du projet

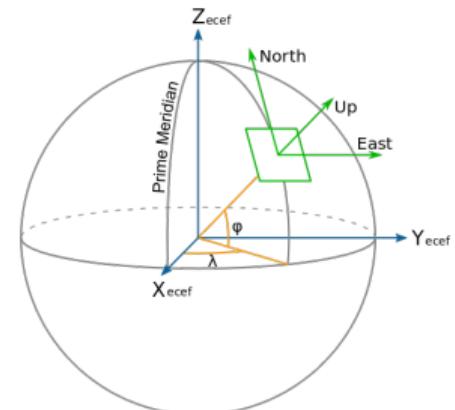


Figure – Repère ENU

# Plan

---

1 Introduction

2 Conception du dock

- Base RTK
- Mise en place du dock
- Communication

3 Stratégie d'approche de docking

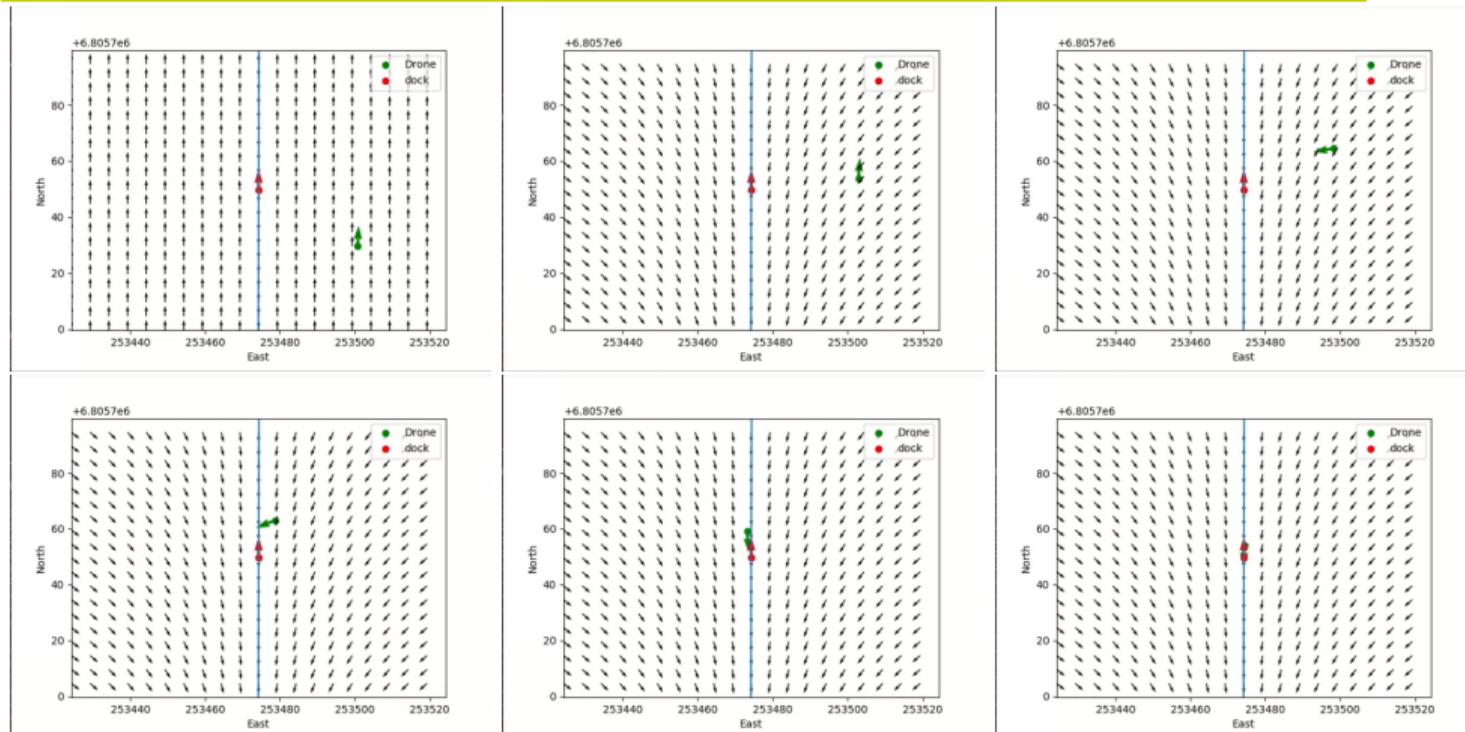
- Filtre de Kalman
- Guidage par champ de potentiel artificiel
- Algorithme

4 Architecture logicielle

- ROS
- Architecture du projet

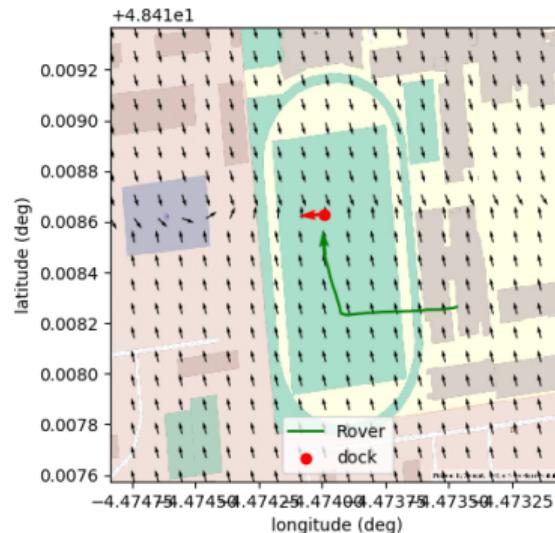
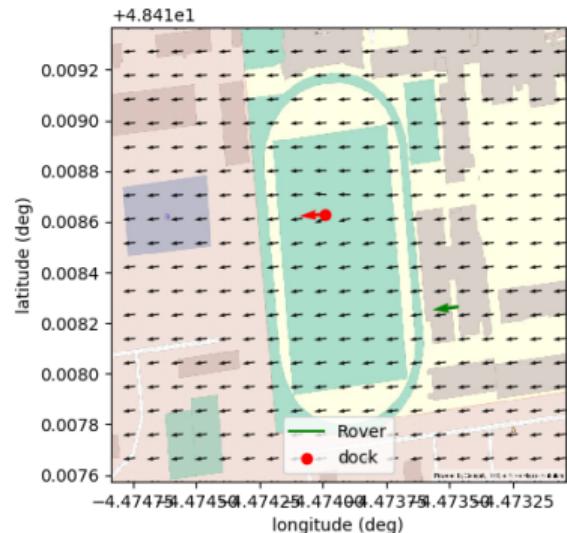
5 Résultats

# Résultats



Algorithme mis en place sur le lac

# Résultats



Algorithme mis en place sur le stade avec le rover

# Conclusion

---

## Différents points de validation

- Objectif globalement accompli
- Navigation et guidage très efficaces
- Architecture efficace

## Futur du projet

- Calibration correcte du dock
- Plus d'essais en lac avec vrai dock
- Mise en place de la correction RTK