
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

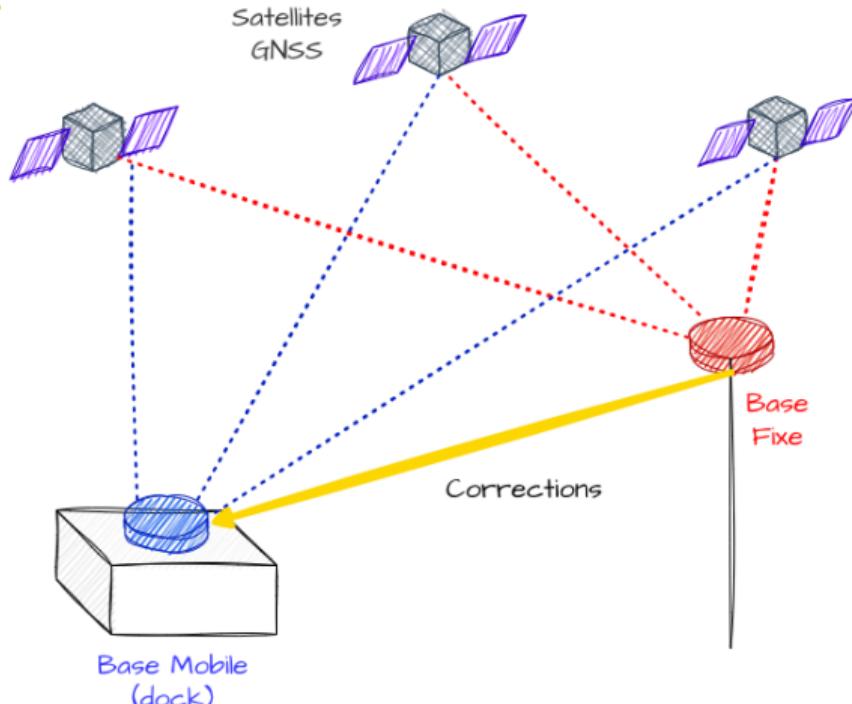


Figure – Principe du RTK

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

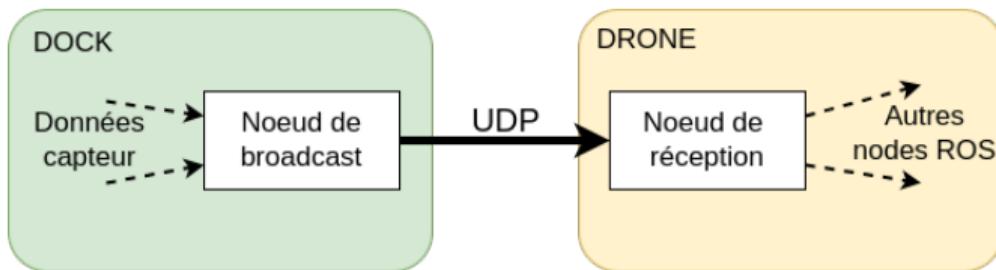


Figure – La communication dock → drone

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

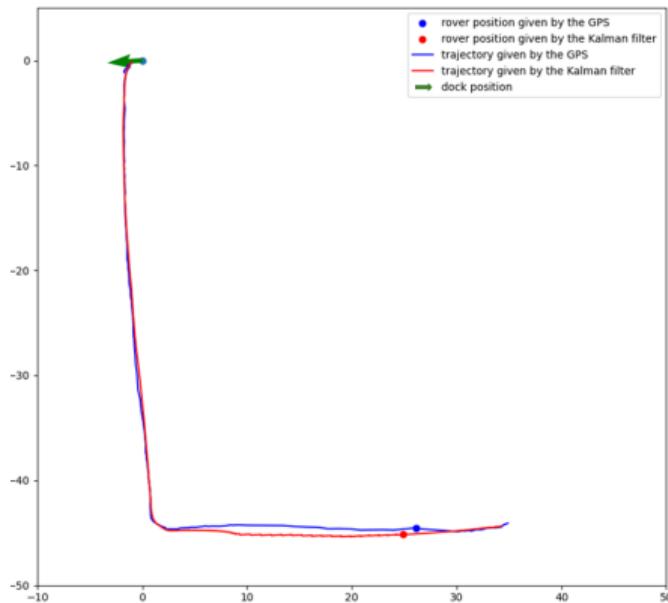


Figure – Comparatif entre les données du filtre de Kalman et les données brutes

Guidage par champ de potentiel artificiel

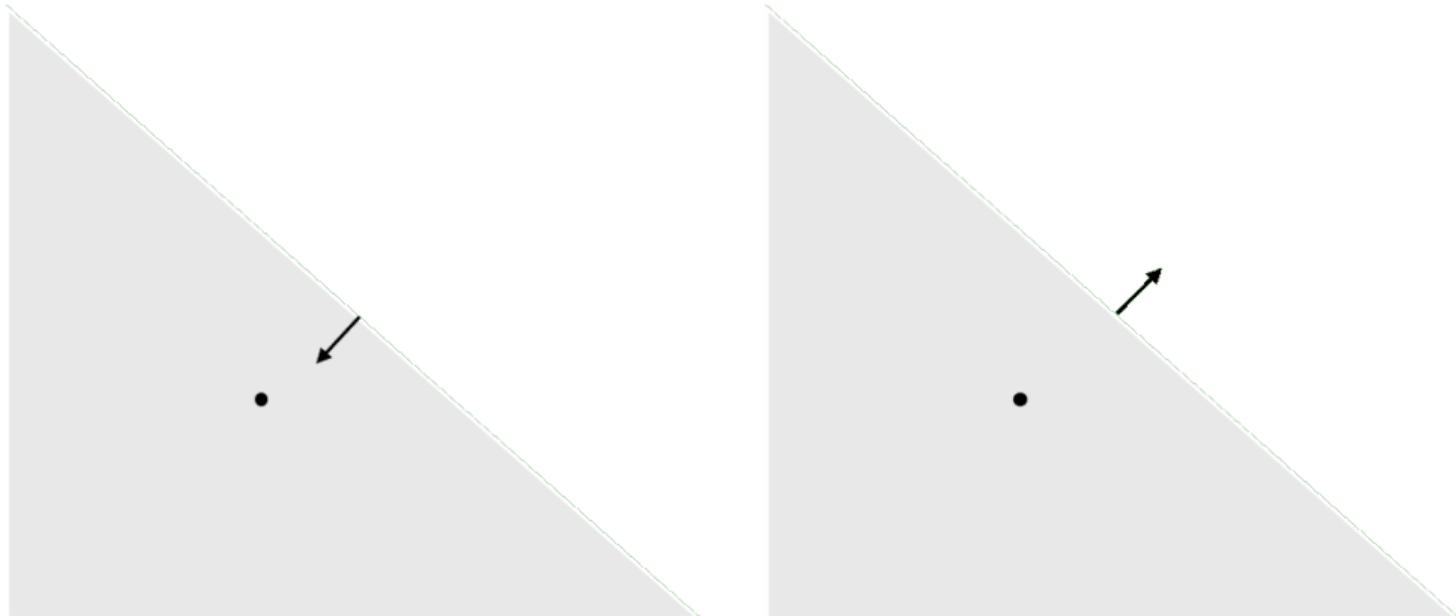


Figure – (a) À gauche le robot se trouve dans le demi-plan en face du dock (b) À droite le robot se trouve dans le demi-plan derrière le dock

Guidage par champ de potentiel artificiel

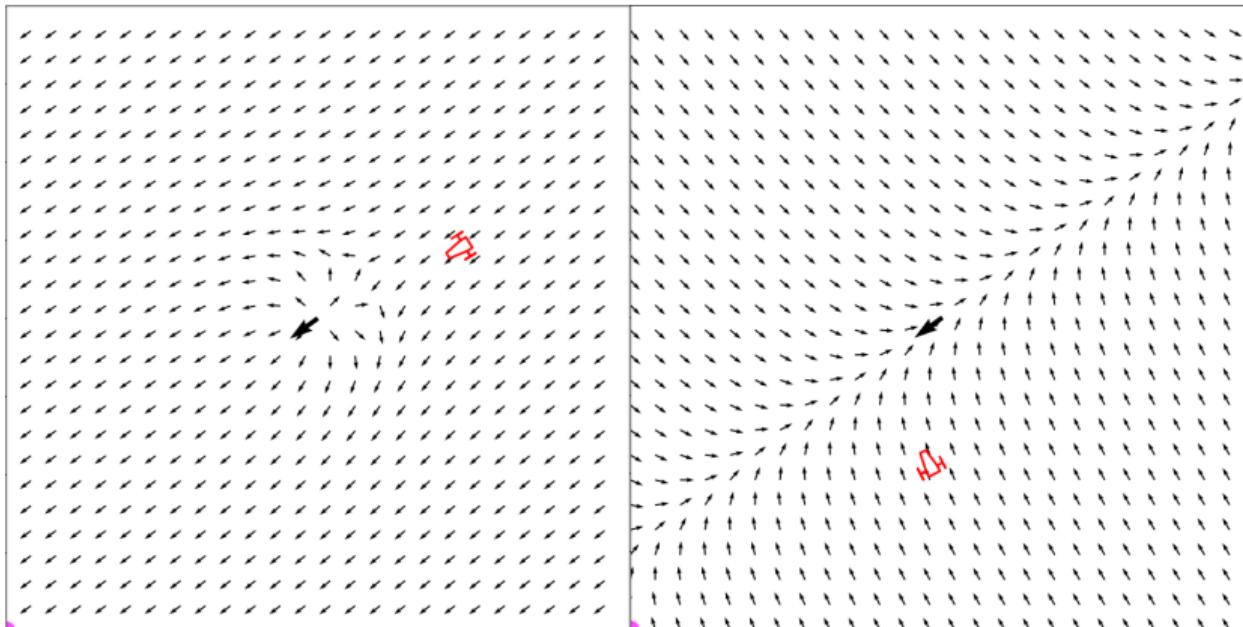


Figure – (a) Champ de vecteurs dans le premier cas. (b) Champ de vecteurs dans le second cas.

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 :

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

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

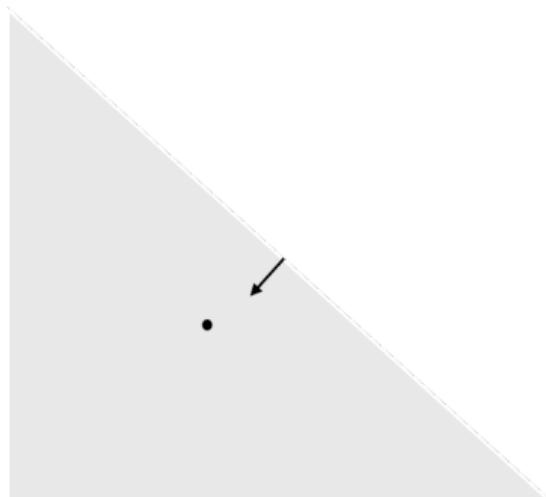


Figure – Ligne séparatrice

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

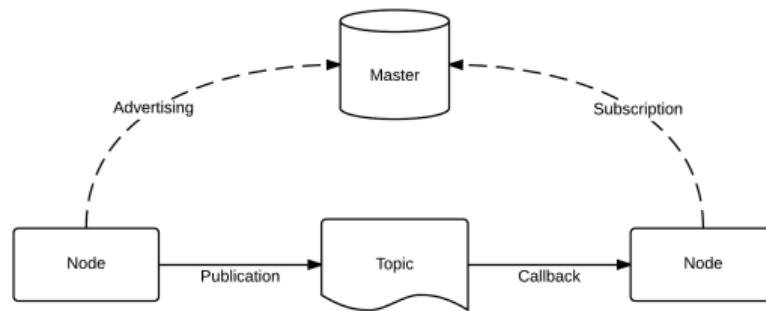


Figure – Schéma de fonctionnement

Principe de ROS

- Middleware commun en robotique
- Principe de nodes/topics

Architecture du projet

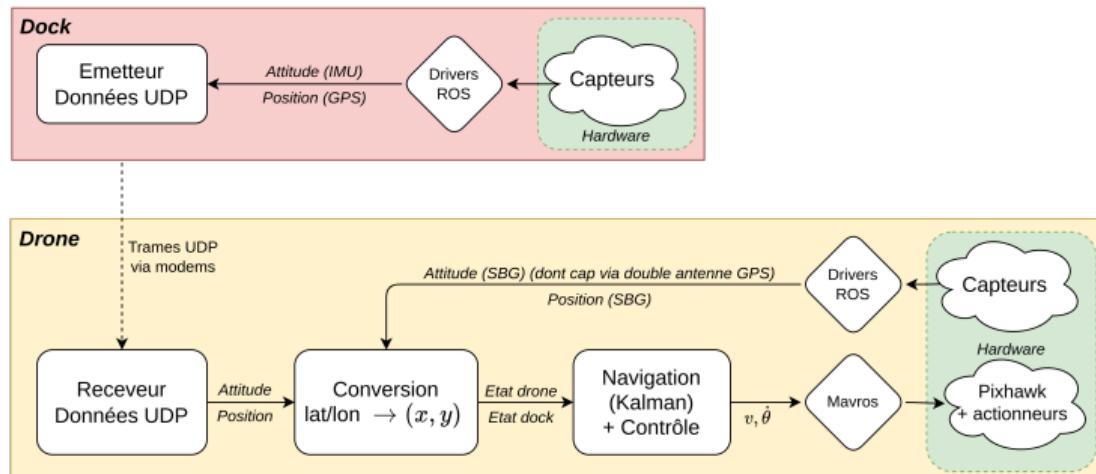


Figure – Schéma général de l'architecture du projet

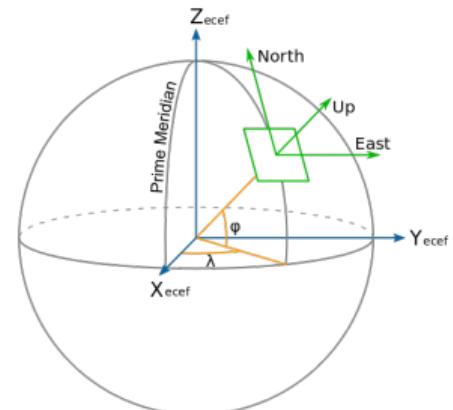


Figure – Repère ENU

Plan

1 Introduction

2 Conception du dock

- Base RTK
- Mise en place du dock
- Communication

3 Stratégie d'approche de docking

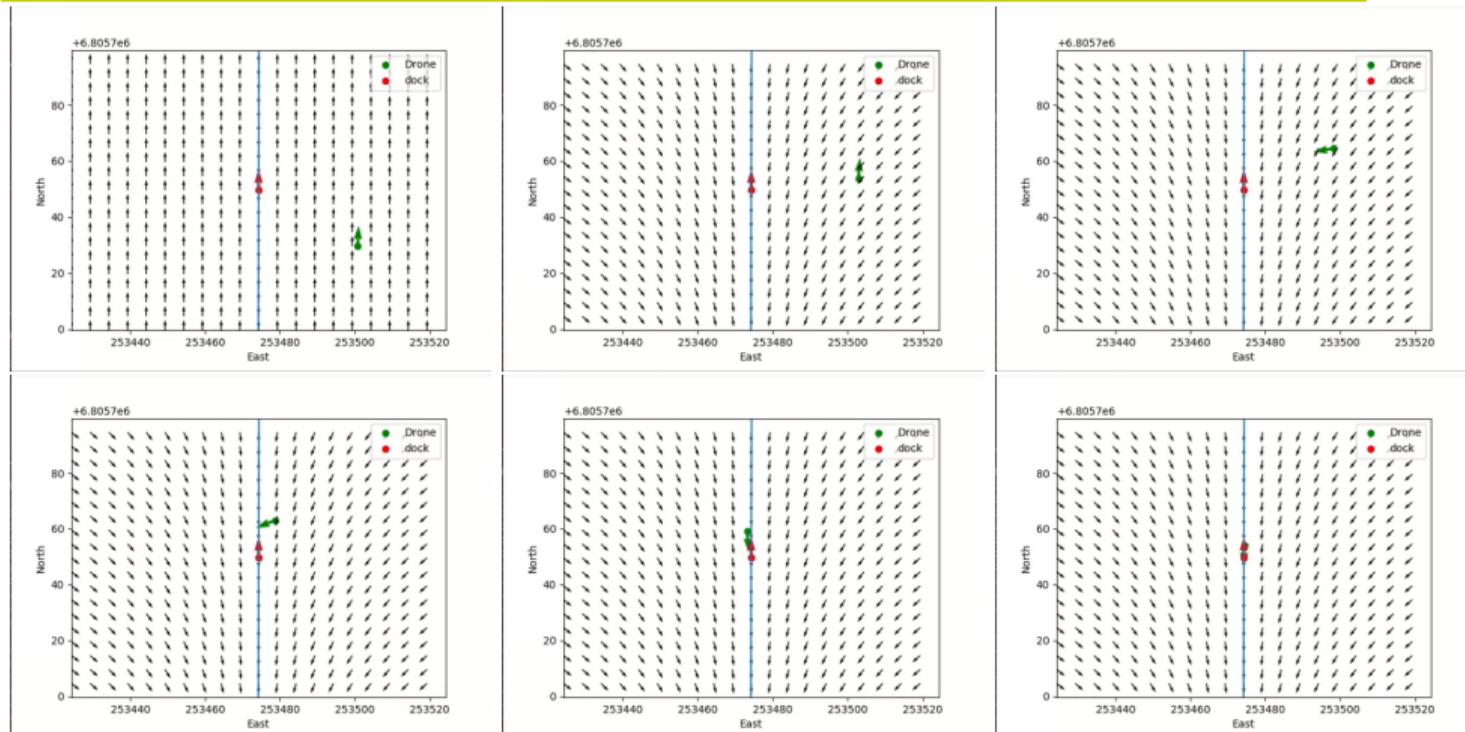
- Filtre de Kalman
- Guidage par champ de potentiel artificiel
- Algorithme

4 Architecture logicielle

- ROS
- Architecture du projet

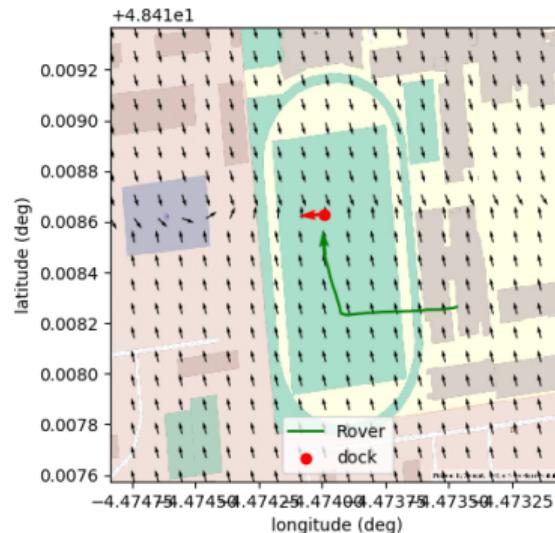
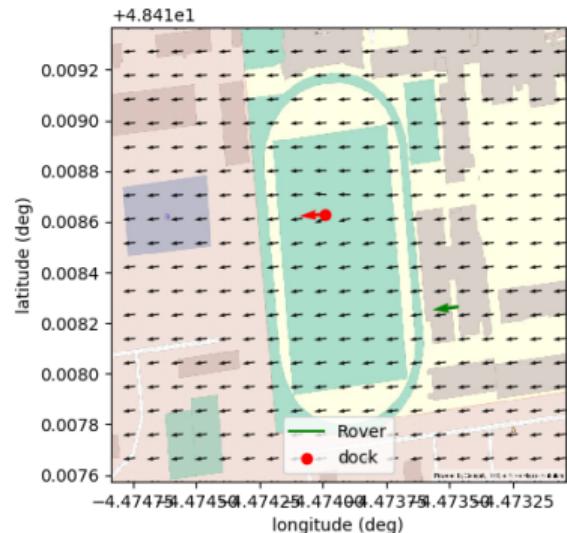
5 Résultats

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