

The background is a vibrant blue gradient representing an underwater scene. Sunlight rays stream down from the top center. The bottom of the image features dark blue silhouettes of various marine life, including coral, seaweed, and several fish. Small white bubbles are scattered throughout the water.

# Helios Challenge

EQUIPE: LES BLOUP

## Objectifs



Estimer les courants à partir de la trajectoire du robot de surface Helios



Comparaison avec des données in-situ



Bouées déployées depuis un bateau



ADCP installé sur la Mélitée



*Schématisation du problème*



# 1. Cas d'étude

Les données

## Où est-on ?



MOULIN MER

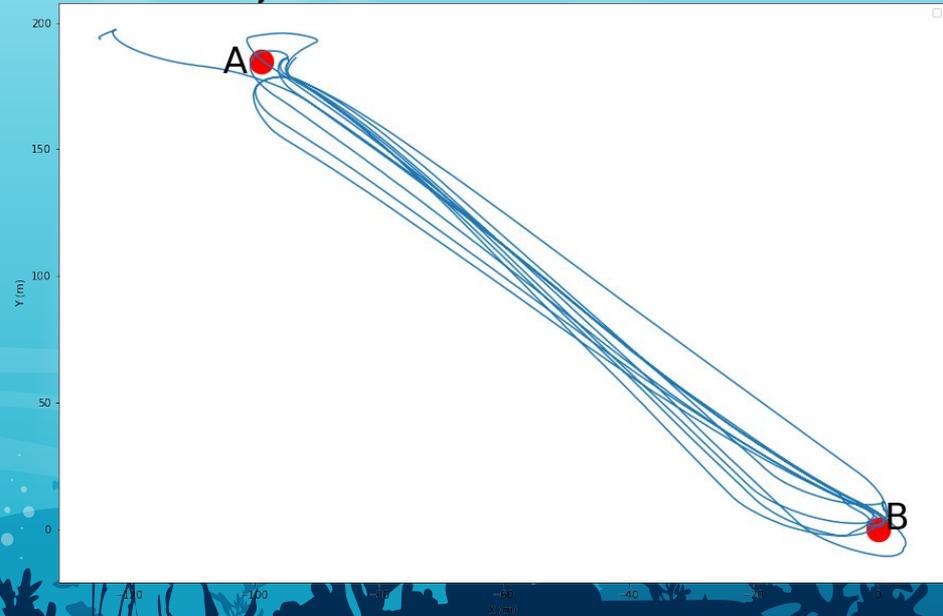
A world map with a red location marker over the Atlantic Ocean. The marker is a red circle with a white dot in the center, and a red line connects it to a red rectangular box containing the text 'MOULIN MER'. The map is set against a background of blue wavy lines representing water.

## Le Robot

Positions en fonction du temps  
lat, lon, altitude, heading



Trajectoire de Helios entre A et B



## Les bouées dérivantes (aucun animal n'a été maltraité lors de cette expérience)

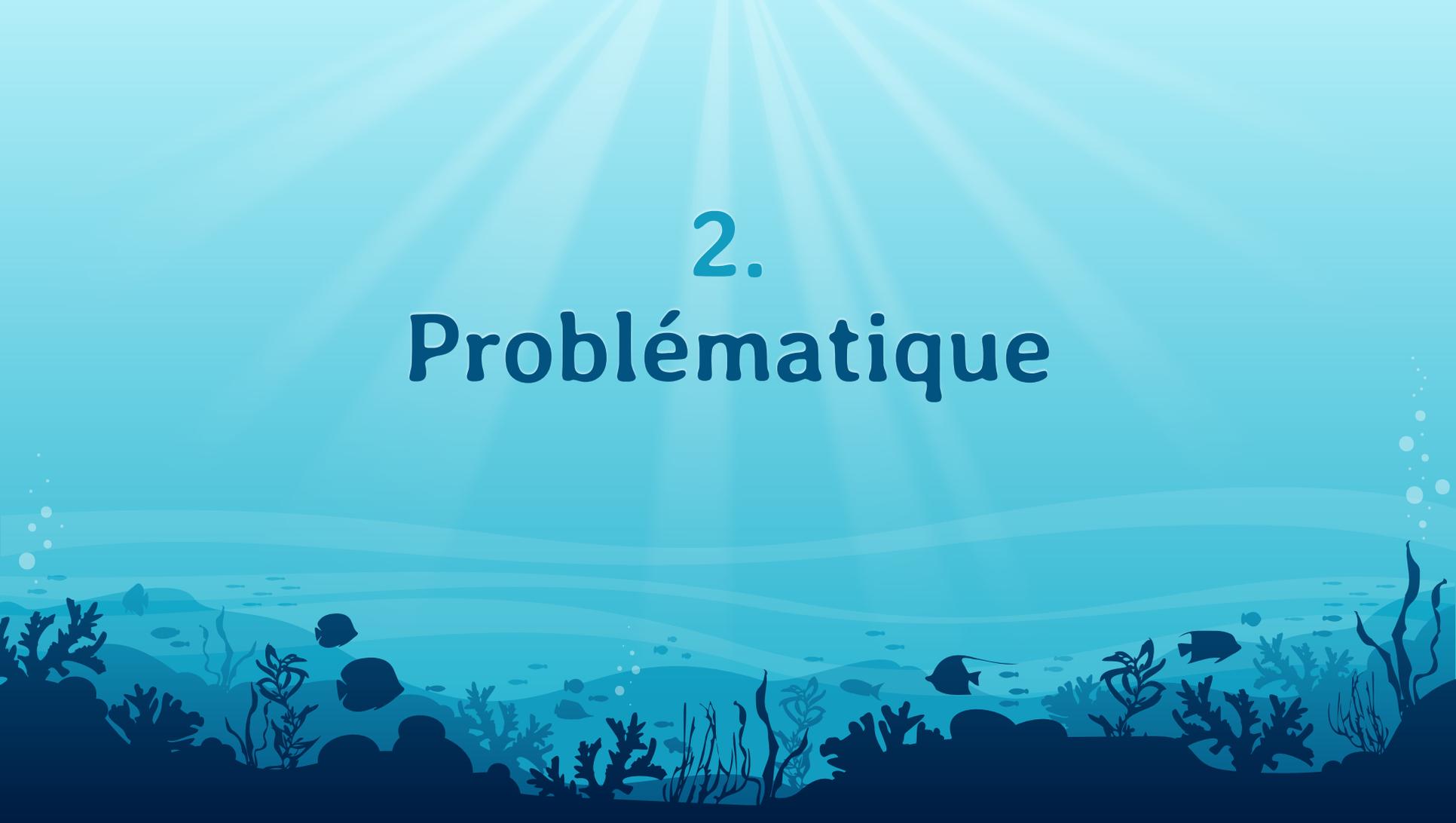


Richard, Enstan, Bloub et les autres ont été déployés depuis La Méritée dans la mer et surveillés avec

- Un drone - camera ( 📷 )
- Une caméra statique



**Objectif : avoir une vérité terrain**

The background is a light blue gradient with sunbeams radiating from the top center. The bottom of the image features a dark blue silhouette of an underwater scene with various coral reefs, seaweed, and several fish swimming. The text is centered in the upper half of the image.

# 2. Problématique

## Problématique

1. Comment estimer les courants à partir des données robot ?
2. Comment estimer les courants à partir des données bouées ?
3. Comment ESTIMER LES COURANTS ?!!!!

The background is a light blue gradient with sun rays emanating from the top center. At the bottom, there are dark blue silhouettes of coral, seaweed, and several fish swimming. The overall theme is an underwater environment.

3.

# Méthode proposée #1

Filtre de Kalman

## Méthode proposée: Filtre de Kalman

### Hypothèses : vitesse Helios & courants constants

Lien entre la vitesse, le cap et le courant :

$$\begin{cases} \dot{x} = v.\cos(\psi) + c_x \\ \dot{y} = v.\sin(\psi) + c_y \end{cases} \quad A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & dt.\cos(\psi) & dt & 0 \\ 0 & 1 & dt.\sin(\psi) & 0 & dt \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Modèle dynamique :

$$\begin{cases} x(t+1) = x(t) + dt(\cos(\psi).v(t) + c_x) + \alpha_1 \\ y(t+1) = y(t) + dt(\sin(\psi).v(t) + c_y) + \alpha_2 \\ v(t+1) = v(t) + \alpha_3 \\ c_x(t+1) = c_x(t) + \alpha_4 \\ c_y(t+1) = c_y(t) + \alpha_5 \end{cases}$$

Bruit  
gaussien

$$\Gamma_\alpha = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

## Méthode proposée: Filtre de Kalman

### Hypothèses : vitesse Helios & courants constants

Processus discret optimisé :

$$X(t) = (x(t) \quad y(t) \quad v(t) \quad c_x(t) \quad c_y(t))^T$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & dt.\cos(\psi) & dt & 0 \\ 0 & 1 & dt.\sin(\psi) & 0 & dt \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Modèle dynamique :

$$X(t+1) = AX(t) + \mathcal{N}(0, \Gamma_\alpha)$$

$$\Gamma_\alpha = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

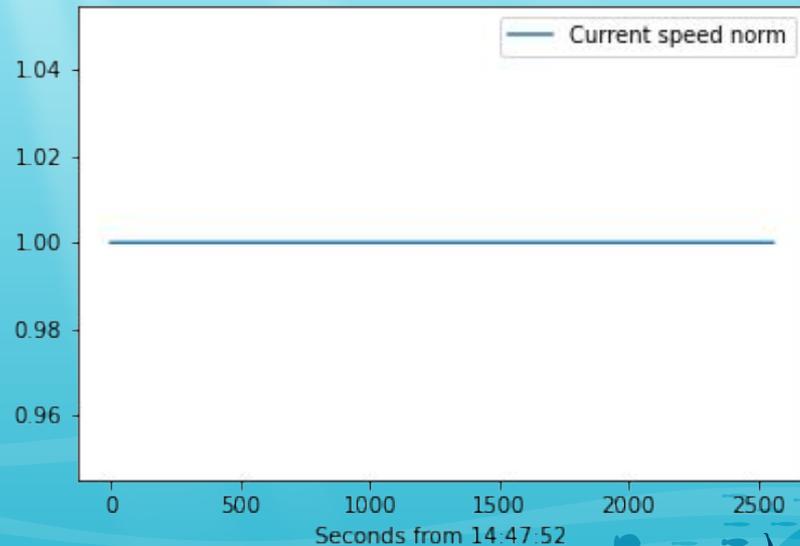
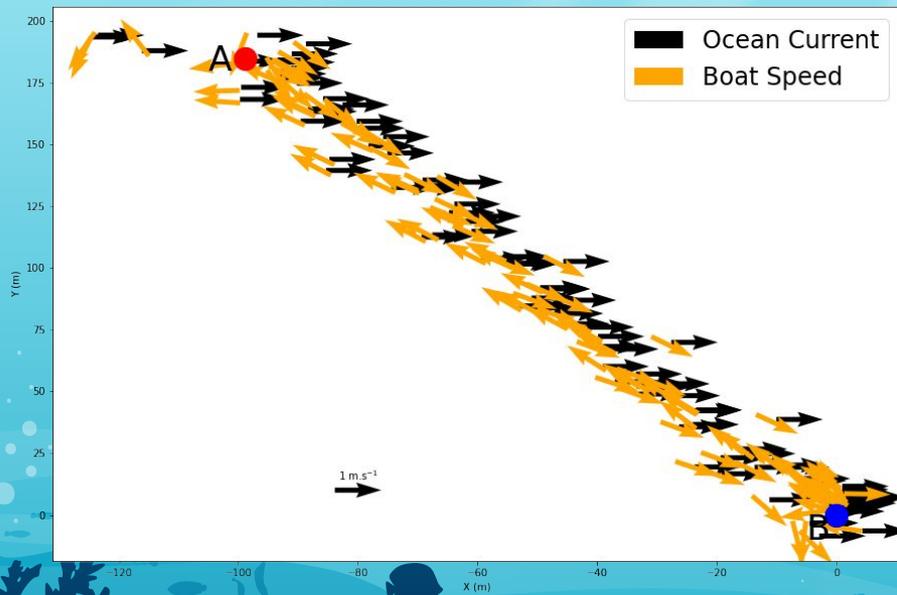
The background is a light blue gradient with sun rays emanating from the top center. The bottom of the image features a dark blue silhouette of an underwater reef with various coral and sea anemone shapes. Several dark blue fish are scattered throughout the scene, swimming in different directions. Small white bubbles are visible on the left and right sides of the image.

# 3.1

## Résultats #1

# Résultats #1

## Vitesses de Helios et de courant



The background is a light blue gradient with sun rays emanating from the top center. At the bottom, there are dark blue silhouettes of coral, seaweed, and several fish swimming. The overall theme is an underwater environment.

4.

# Méthode proposée #2

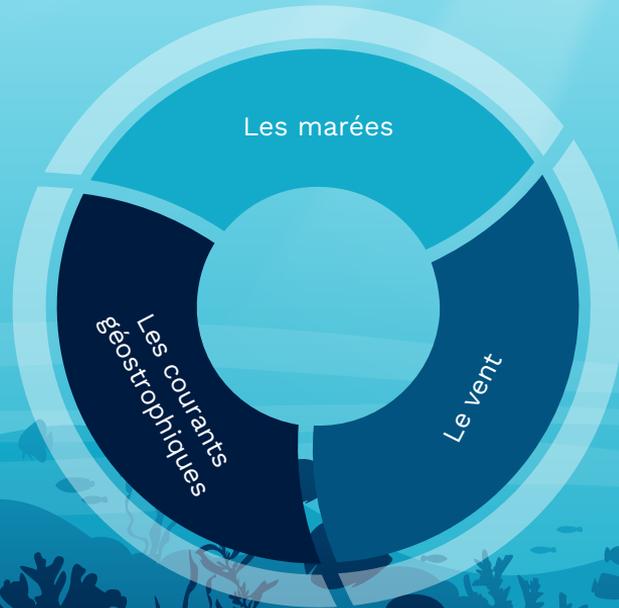
Filtre de Kalman amélioré

## Amélioration : Variabilité des courants

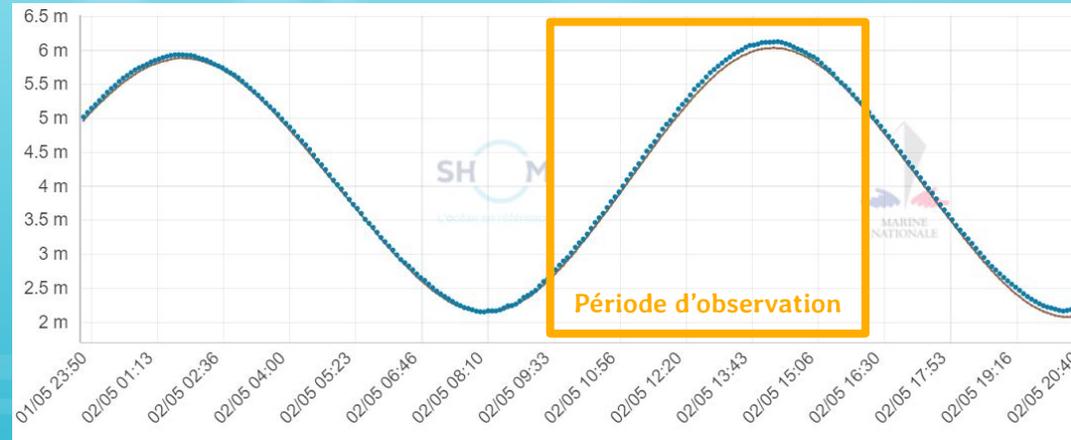


Hypothèses : vitesse Helios constante / courant variables

Les courants contiennent les informations sur:



Hauteurs d'eau au marégraphe de BREST



**courant = f(hauteur d'eau)**

## Amélioration : Variabilité des courants

### 📌 Hypothèses : vitesse Helios constante / courant variables

Lien entre la vitesse, le cap et le courant :

$$\begin{cases} \dot{x} = v \cdot \cos(\psi) + c_x \\ \dot{y} = v \cdot \sin(\psi) + c_y \end{cases}$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & dt \cdot \cos(\psi) & dt & 0 \\ 0 & 1 & dt \cdot \sin(\psi) & 0 & dt \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Modèle dynamique :

$$\begin{cases} x(t+1) = x(t) + dt(\cos(\psi) \cdot v(t) + c_x) + \alpha_1 \\ y(t+1) = y(t) + dt(\sin(\psi) \cdot v(t) + c_y) + \alpha_2 \\ v(t+1) = v(t) + \alpha_3 \\ c_x(t+1) = c_x(t) + \alpha_4 \\ c_y(t+1) = c_y(t) + \alpha_5 \end{cases}$$

$$\Gamma_\alpha = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

En cours d'implémentation

$$\begin{pmatrix} c_x \\ c_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_1 & 0 \\ 0 & a_2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos\left(\frac{2\pi t}{T} + \phi\right) \\ \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \phi\right) \end{pmatrix}$$

The background is a light blue gradient with sun rays emanating from the top center. The bottom of the image features a dark blue silhouette of an underwater reef with various coral and sea anemone shapes. Several dark blue fish are scattered throughout the scene, swimming in different directions. Small white bubbles are visible on the left and right sides of the image.

# 4.1

## Résultats #2

## Amélioration - Résultats #2

**Quiver avec les  
courants**

**Plot C1/C2 en  
foncition du temps**

The background is a light blue gradient with sun rays emanating from the top center. The bottom of the image features a dark blue silhouette of an underwater reef with various coral and fish. The text "5. Perspectives" is centered in a dark blue font.

# 5. Perspectives

## Perspectives

- Un autre modèle (Filtre particulaire)
- Intégrer la force de propulsion de chaque moteur
- Validation des résultats avec une vérité terrain (??)
- Intégrer la dépendance des courants entre les trajets de robot
- Prise en compte du vent

**Bonus:** Deep Learning pour l'inversion des courants à partir d'une dérive Lagrangienne

- En entrée : courants estimés à partir de la méthode Kalman;
- Une trajectoire simulée par advection [couplé aux courants estimés dans la zone d'étude] :
  - – modèle classique type Parcels / modèle différentiable type DriftNet;
- Target: La trajectoire d'une bouée dérivante déployée dans la zone de l'étude (par triangulation/GPS);
- En sortie: les courants corrigés pour approximer la trajectoire dérivée par la simulation (type DriftNet) vers la trajectoire "ground truth" de la bouée.

**1\$**

That's a lot of money

**6 membres**

And a lot of banana split & flans

**100%**

Total success!





# Merci de votre attention !

