

# Étude de la circulation océanique dans le détroit de Gibraltar et en mer d'Alboran pendant la campagne PROTEVS-GIB 2020

Pierre AGIUS

Encadrants : Andrea DOGLIOLI (MIO), Lucie BORDOIS (SHOM)

Responsable de la formation : Yann OURMIÈRES

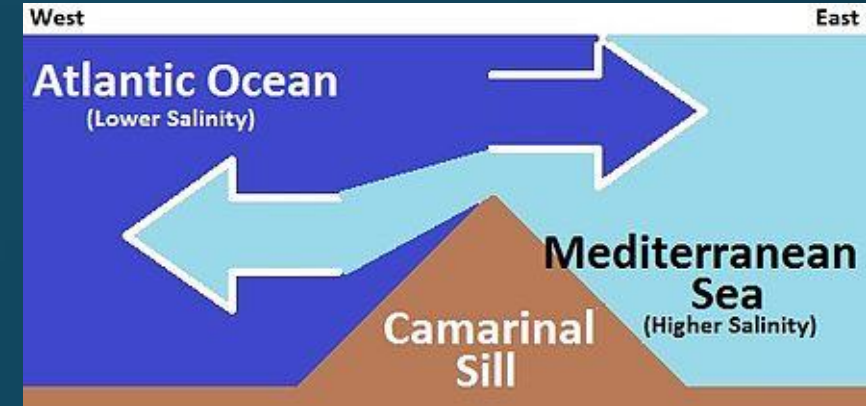
# Introduction à la zone d'étude

## Détroit de Gibraltar :

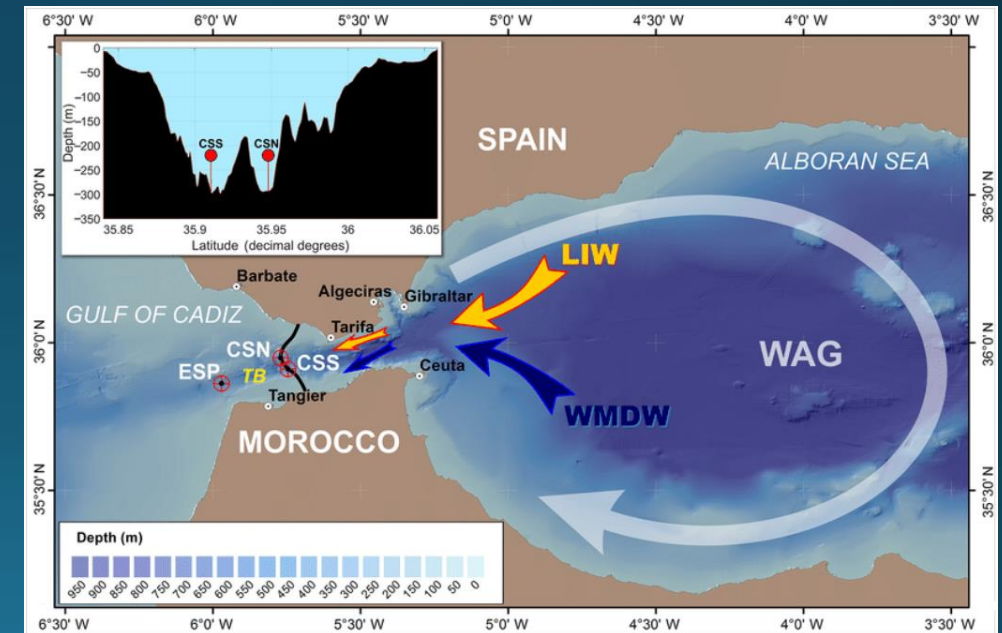
- Région de transition entre deux bassins aux caractéristiques contrastées
- Circulation à 2 couches :
  - En surface → eaux atlantiques (AWs)
  - En profondeur → eaux méditerranéennes (MWs)
- Présence de seuils (Camarinal, Espartel)
  - Topographie abrupte induisant des processus ondulatoires internes (*Macias et al. 2006*)

## Mer d'Alboran :

- Caractérisée par une circulation anticyclonique → Gyre d'Alboran (WAG)
- WAG actionné par le flux atlantique entrant → Atlantic Jet (AJ)



Natural flow over the Camarinal Sill (*wikipedia.org*)



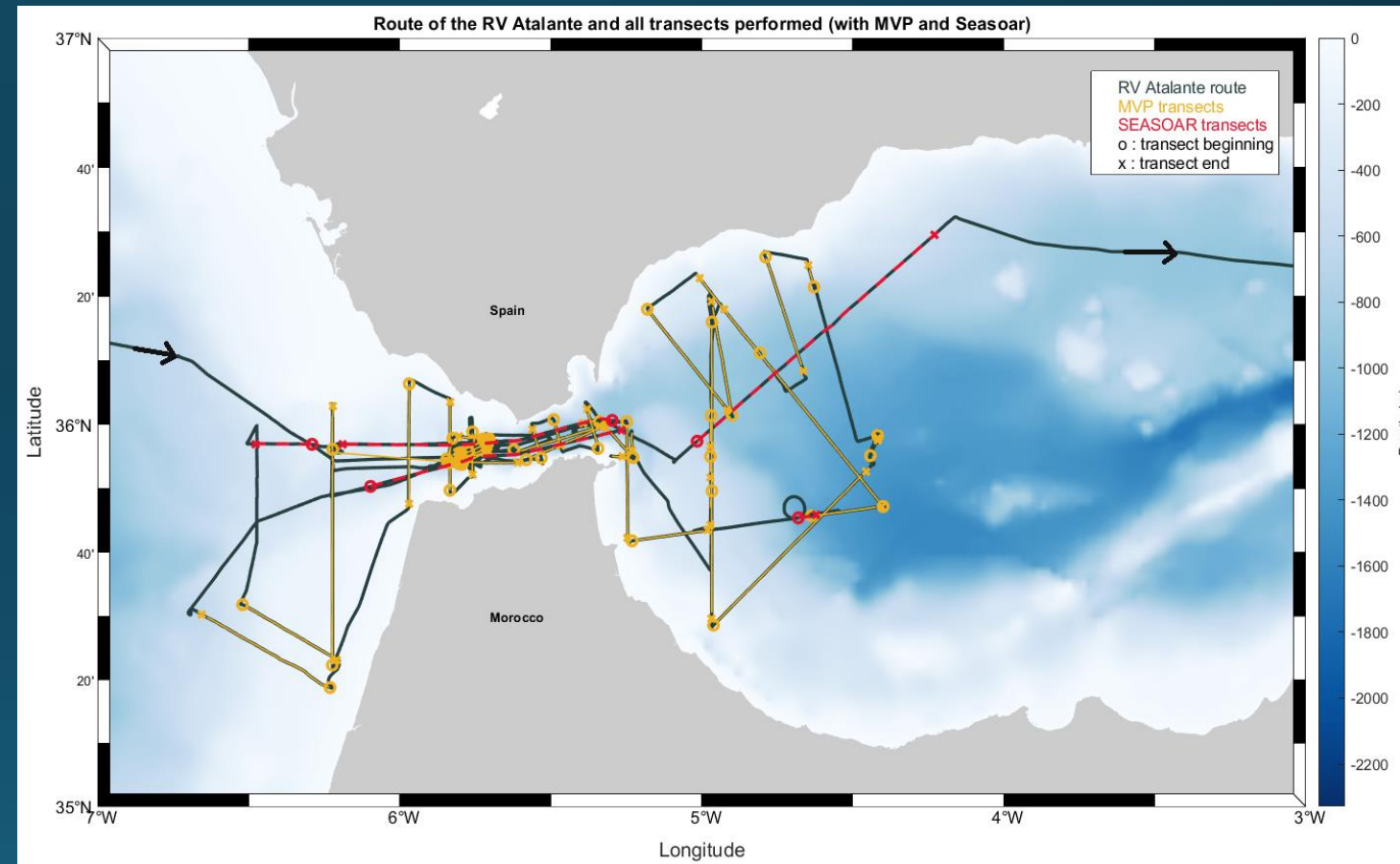
Map of the Strait of Gibraltar (*Garcia-Lafuente, 2017*)

# Campagne PROTEVS-GIB 2020

- Du 3 au 23 octobre 2020
- RV L'Atalante
- Objectifs :
  - Observation des processus de fine échelle générés par la marée
  - Étude de la circulation dans le détroit
- Moyens d'observation in situ :
  - Mouillages
  - Sondeurs acoustiques
  - Bouées dérivantes
  - Engins oscillants (MVP et Seasoar)



RV L'Atalante (ifremer.fr)



Route du RV L'Atalante avec toutes les radiales MVP et Seasoar effectuées

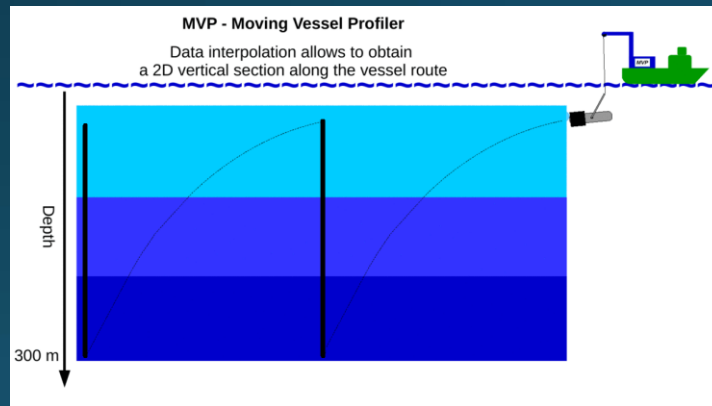
# Présentation et fonctionnement des engins remorqués oscillants

## MVP (Moving Vessel Profiler)

- 2 phases : chute libre puis remontée à l'aide d'un treuil
- Trajectoire en dents de scie
- Utilisation de 0 à 350m
- Équipé de capteurs CTD



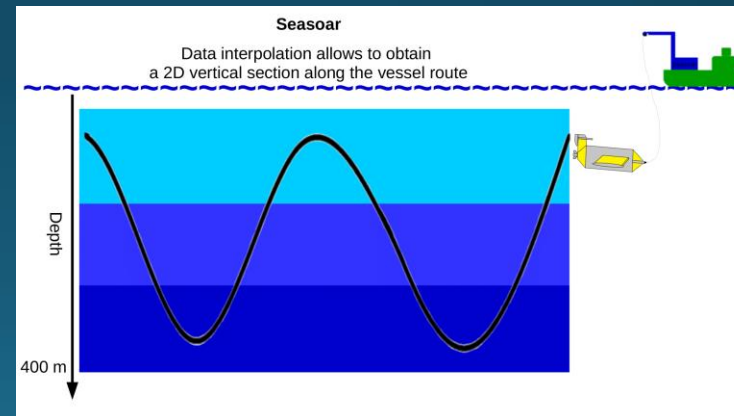
*Photo du MVP prise pendant la campagne (MIO)*



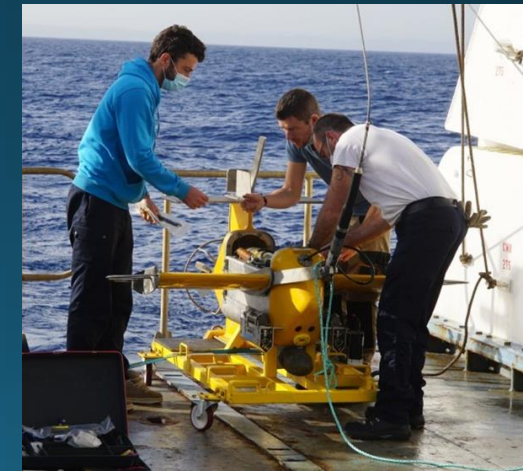
*Schéma de fonctionnement du MVP*

## Seasoar

- Véhicule équipé d'ailes pivotantes
- Oscillation sinusoidale entre 0 et 350m
- Équipé de capteurs CTD
- Ainsi que de capteurs biologiques et chimiques (turbidité, concentration en oxygène dissous,..)



*Schéma de fonctionnement du Seasoar*



*Photo du Seasoar prise pendant la campagne (SHOM)*



# Visualisation de la totalité des données de la campagne

Utilisation de l'ensemble des données de la campagne

MVP et Seasoar (jusqu'à 350m)

Bathysonde (ou sonde CTD) et ARGO (jusqu'à 800 et 1000m)

Identification des 6 masses d'eau impliquées dans les échanges au niveau du détroit de Gibraltar

- Les 2 masses d'eau constituant le flux atlantique :
  - SAW (*Surface Atlantic Water*)
  - NACW (*North Atlantic Central Water*)
- Les 4 masses d'eau formant le flux méditerranéen :
  - LIW (*Levantine Intermediate Water*)
  - WIW (*Winter Intermediate Water*)
  - TDW (*Tyrrhenian Dense Water*)
  - WMDW (*Western Mediterranean Deep Water*)

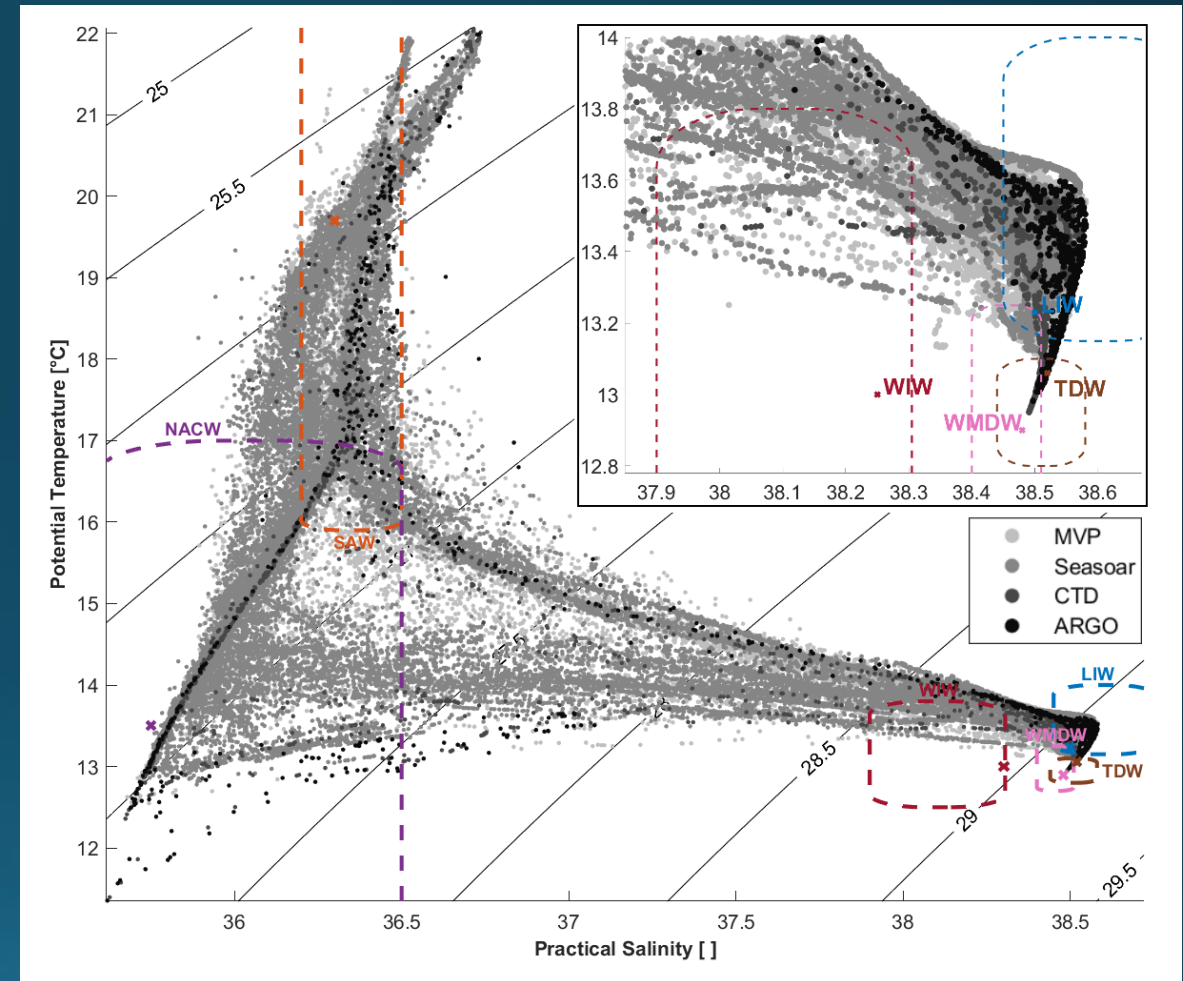


Diagramme TS de la totalité des données (sous-échantillonnage de 10 %) et zoom sur les valeurs théoriques des masses d'eau méditerranéennes

# Caractérisation de masses d'eau à l'aide de différents types de données

Disposition des masses d'eau traversant le détroit

→ 2 schémas différents

-Naranjo et al. (2015) :

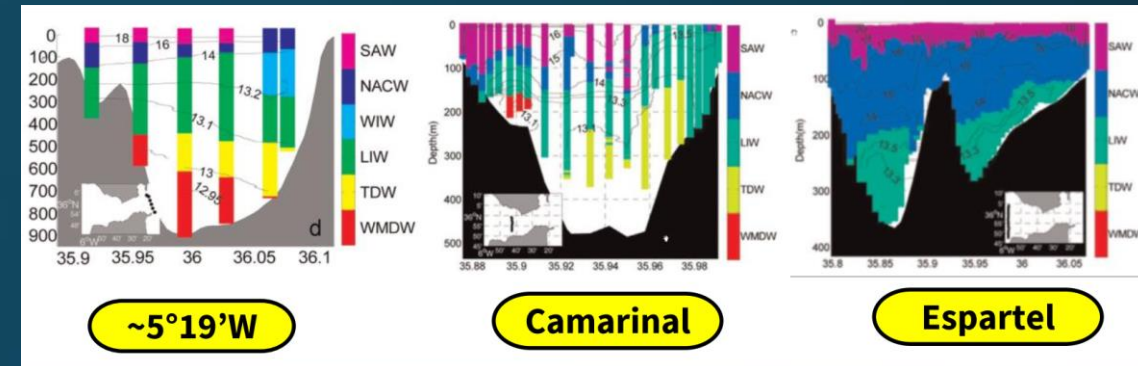
- Empilement sur la verticale jusqu'au seuil de Camarinal
- Flux méditerranéen : panache mélangé et non-différenciable

- Millot et al. (2014) :

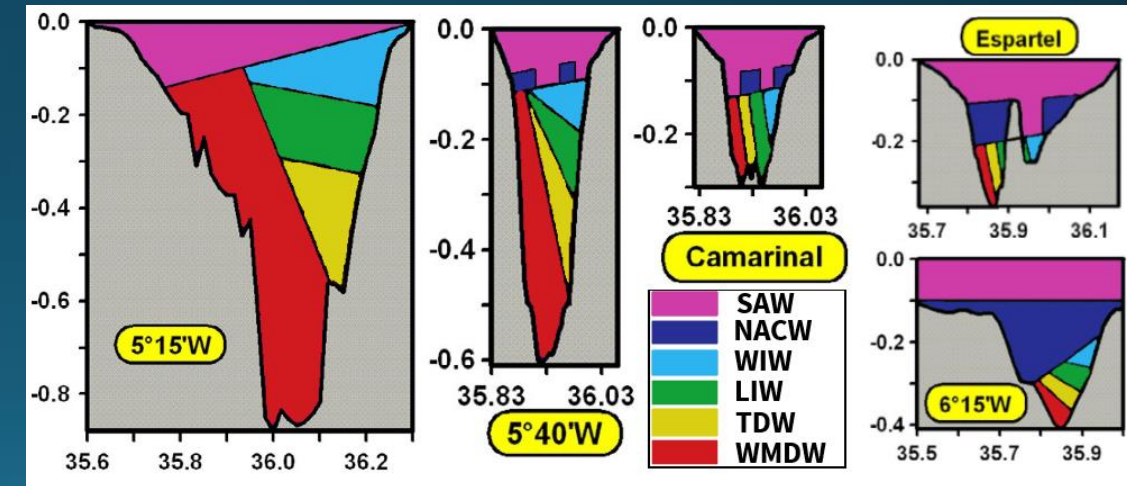
- Empilement sur la verticale jusqu'à la moitié du détroit
- Puis écoulement des MWs côtes à côtes
- Identification des MWs même après les seuils de Camarinal et d'Espartel

Notre objectif :

- Déterminer si nos données se rapprochent plus de l'un ou l'autre de ces schémas



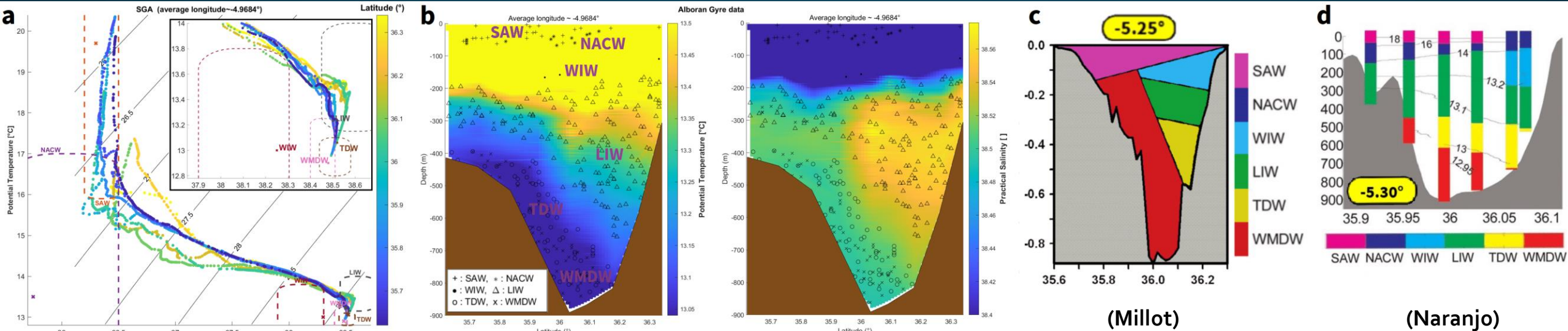
*Répartition des masses d'eau méditerranéennes et atlantiques (Naranjo et al., 2015)*



*Schematisation of the structure of the Atlantic inflow and of the Mediterranean outflow (Millot et al., 2014)*

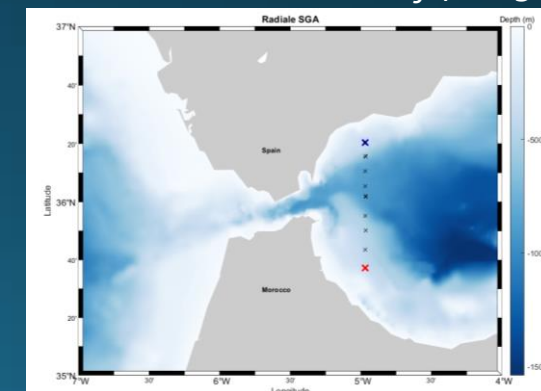
# Etude des radiales transverses au détroit

## 1 Radiale Bathysonde ( -4,97° E) - Mer d'Alboran



*a* - Diagramme TS tracé en fonction de la latitude (et zoom sur les valeurs théoriques des masses d'eau méditerranéennes), *b* & *c* - Profils de température et de salinité, avec échelle centrée sur les eaux méditerranéennes, *c* - Schéma de répartition des masses d'eau (Millot, 2014), *d* - Schéma de distribution des masses d'eau (Naranjo, 2015)

- Identification des 6 masses d'eau dans des proportions très différentes (prédominance de la LIW)
  - WIW faiblement identifiée
  - MWs plutôt empilées
- Très bonne concordance générale

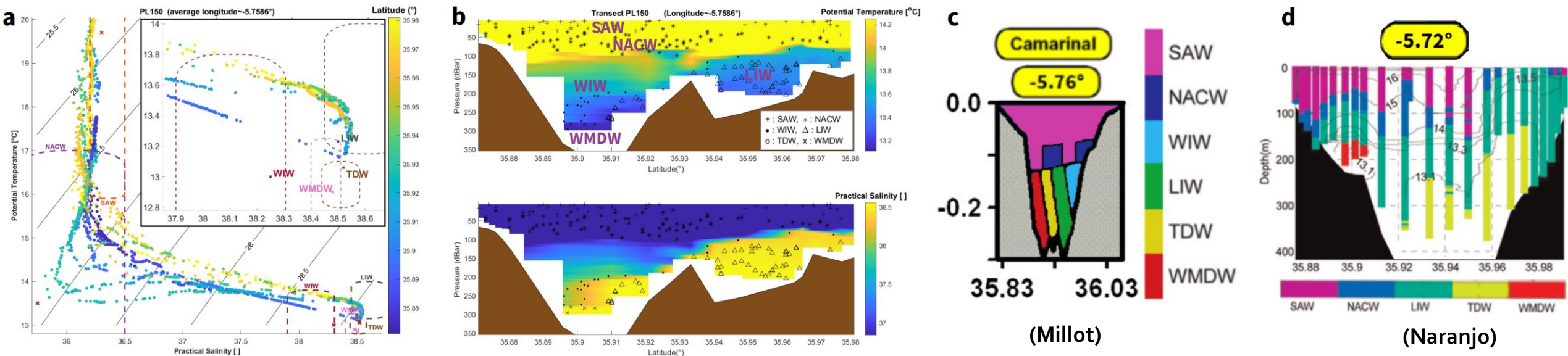


Carte de la radiale

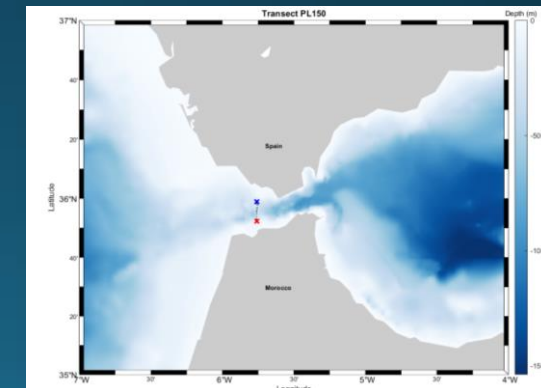


# Etude des radiales MVP et Bathysonde transverses au détroit

## ② Radiale MVP (-5,76° E) - Seuil de Camarinal



- LIW en abondance au nord
  - WMDW au sud
  - Signal de WIW ou de mélange entre AWs et MWs
- Similitudes avec certains points de l'un et l'autre des schémas

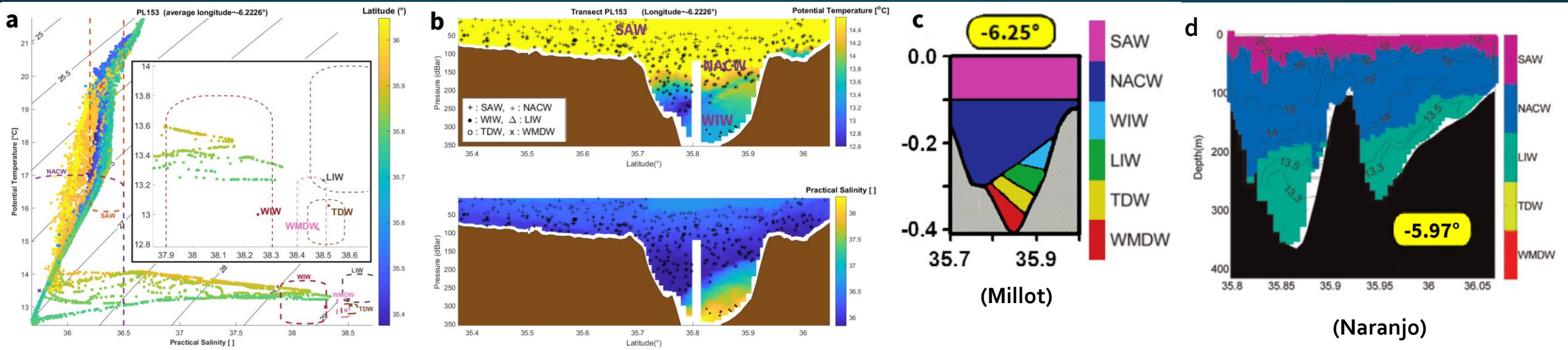


Carte de la radiale



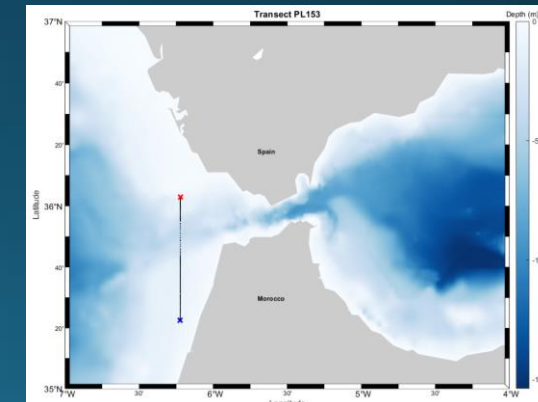
# Etude des radiales MVP et Bathysonde transverses au détroit

## ③ Radiale MVP (-6,22° E) - Golfe de Cadix



a - Diagramme TS tracé en fonction de la latitude (et zoom sur les valeurs théoriques des masses d'eau méditerranéennes), b & c - Profils de température et de salinité, avec échelle centrée sur les eaux méditerranéennes, c - Schéma de répartition des masses d'eau (Millot, 2014), d - Schéma de distribution des masses d'eau (Naranjo, 2015)

- Flux méditerranéen au delà de 200-250m de profondeur
- Plus de différenciation des différentes MWs
- Hétérogénéité du flux : veines d'eaux aux caractéristiques hydrologiques distinctes  
→ Flux méditerranéen non-différenciable avec notre méthode d'identification (mais non-homogène)

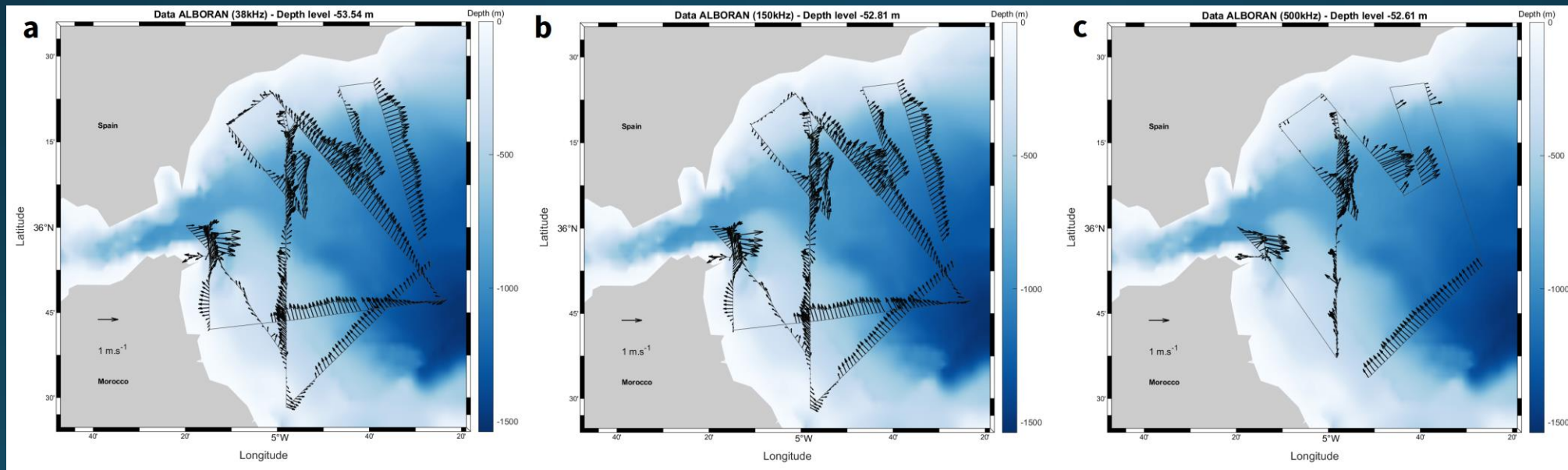


Carte de la radiale

# Partie hydrodynamique - Traitement des données ADCP (courantologie)

## Objectifs de cette partie :

- Nettoyage des données (à l'aide du logiciel Cascade)
- Comparaison des différents modèles d'ADCP (OceanSurveyor à 38 et 150kHz, Sentinel V50 à 500kHz)
- Reconstruction des champs de vitesses en mer d'Alboran par objective mapping (Rudnick, 1996)
- Confrontation de nos données avec d'autres données d'observations (satellites et bouées dérivantes)



*Cartes des vitesses horizontales mesurées en mer d'Alboran par les ADCP OceanSurveyor 38kHz (a), 150kHz (b) et Sentinel V50 à 500kHz (c)*

## Exploitation des données ADCP

- Nettoyage des données à l'aide du logiciel Cascade**

Traite les données VMADCP grâce à des processus de nettoyage, filtrage, et correction

- Reconstruction des champs de vitesses par objective mapping**

Permet l'obtention d'une grille d'erreur à chaque niveau de profondeur

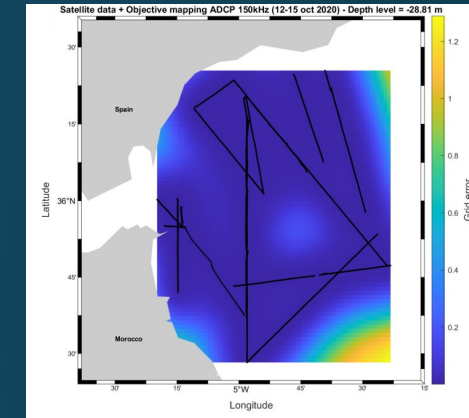
→ permet d'éliminer les zones avec un seuil d'erreur trop important

- Comparaison des deux premiers niveaux de profondeur**

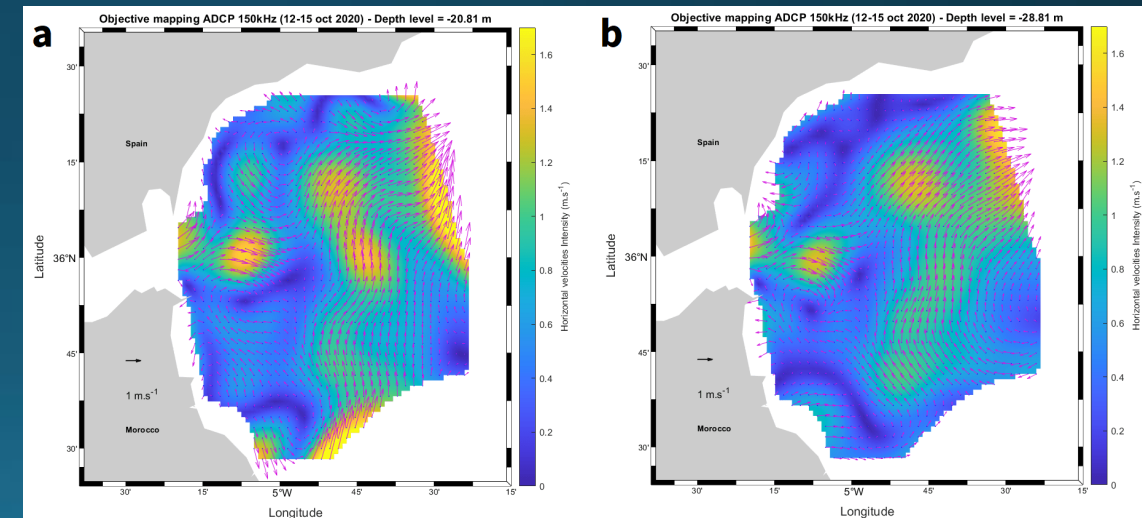
Circulation du gyre d'Alboran plus claire sur la deuxième cellule

Première cellule polluée par le phénomène de bullage

→ choix du 2<sup>ème</sup> niveau pour les comparaisons aux autres données d'observation



*Carte représentant la matrice de grille d'erreur sur les données de l'objective mapping*



*Cartes des données de l'objective mapping des courants horizontaux à 20,81m (a) et 28,81m (b) du 12 au 15 octobre 2020*

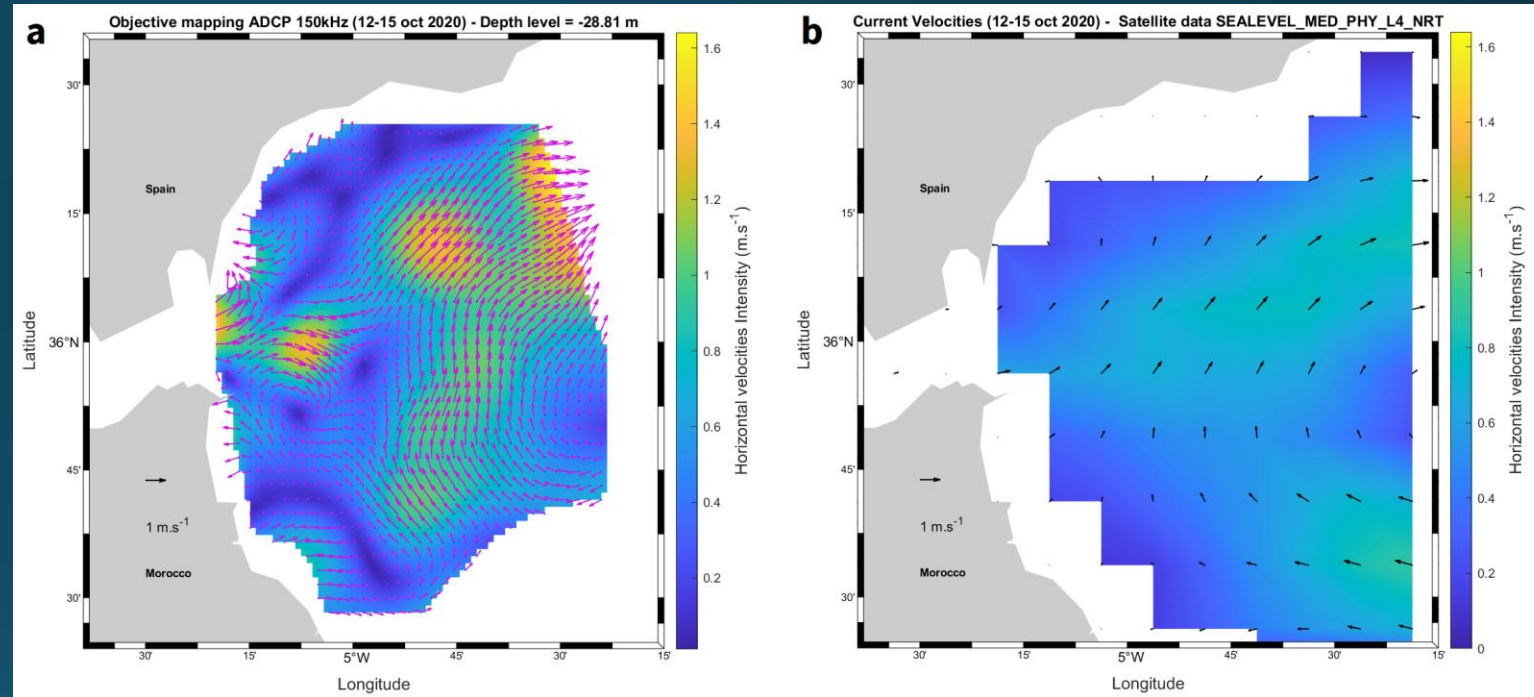


# Comparaison aux données satellites

Données satellites de niveau L<sub>4</sub> issues du site du CMEMS (Copernicus Marine Environment Monitoring Service)

Résultats (données d'altimétrie au 1/8°) :

- Différences importantes d'intensité : Données satellites mesurent seulement la composante géostrophique du courant
- Visualisation de la circulation de l'Atlantic Jet à la sortie du détroit de Gibraltar
- Résolution limitée des données satellite



(a) Carte des données de l'objective mapping à 28,81m - (b) Carte des vitesses horizontales de surface issues des données satellites

→ Circulation à sous méso-échelle non-visible avec les données satellites

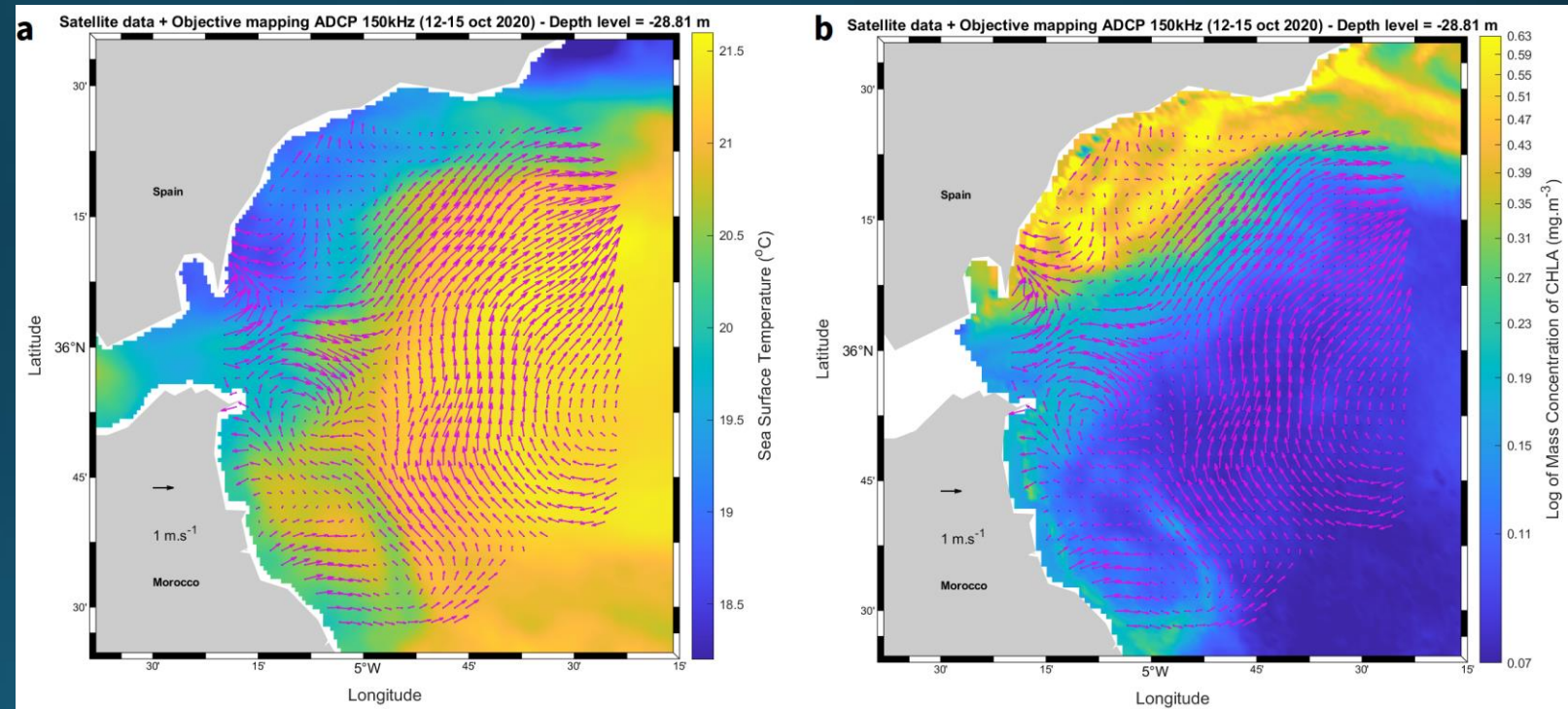
# Comparaison aux données satellites

Données satellites de résolution  $0,01^\circ$  pour la SST et 1 km pour la CHLA

## Résultats :

- Bonne cohérence avec les zones de fronts de SST et de CHLA
- Données les plus incohérentes au niveau des côtes ou dans les zones à forte variabilité temporelle

→ Globalement très bonne cohérence entre les données interpolées de l'ADCP et les données satellites



*Cartes des champs de vitesses horizontales à 28,81 m de profondeur superposés aux données satellites de SST (a) et CHLA (b)*

# Comparaison aux données des flotteurs dérivants

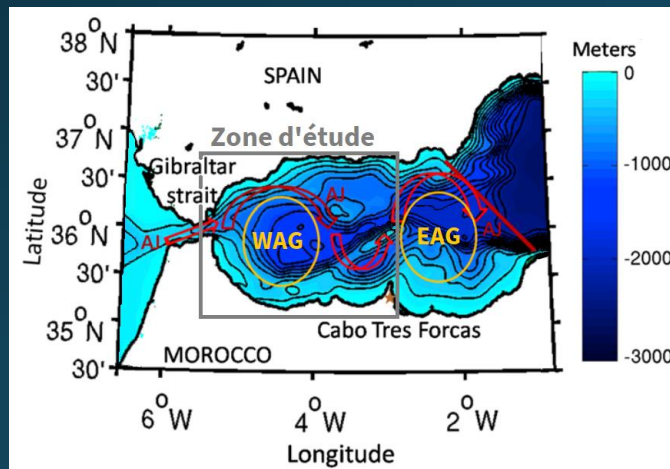
Vingtaine de flotteurs déployés pendant la campagne à des positions, dates et profondeurs différentes

Ajout d'une vision temporelle aux données ADCP

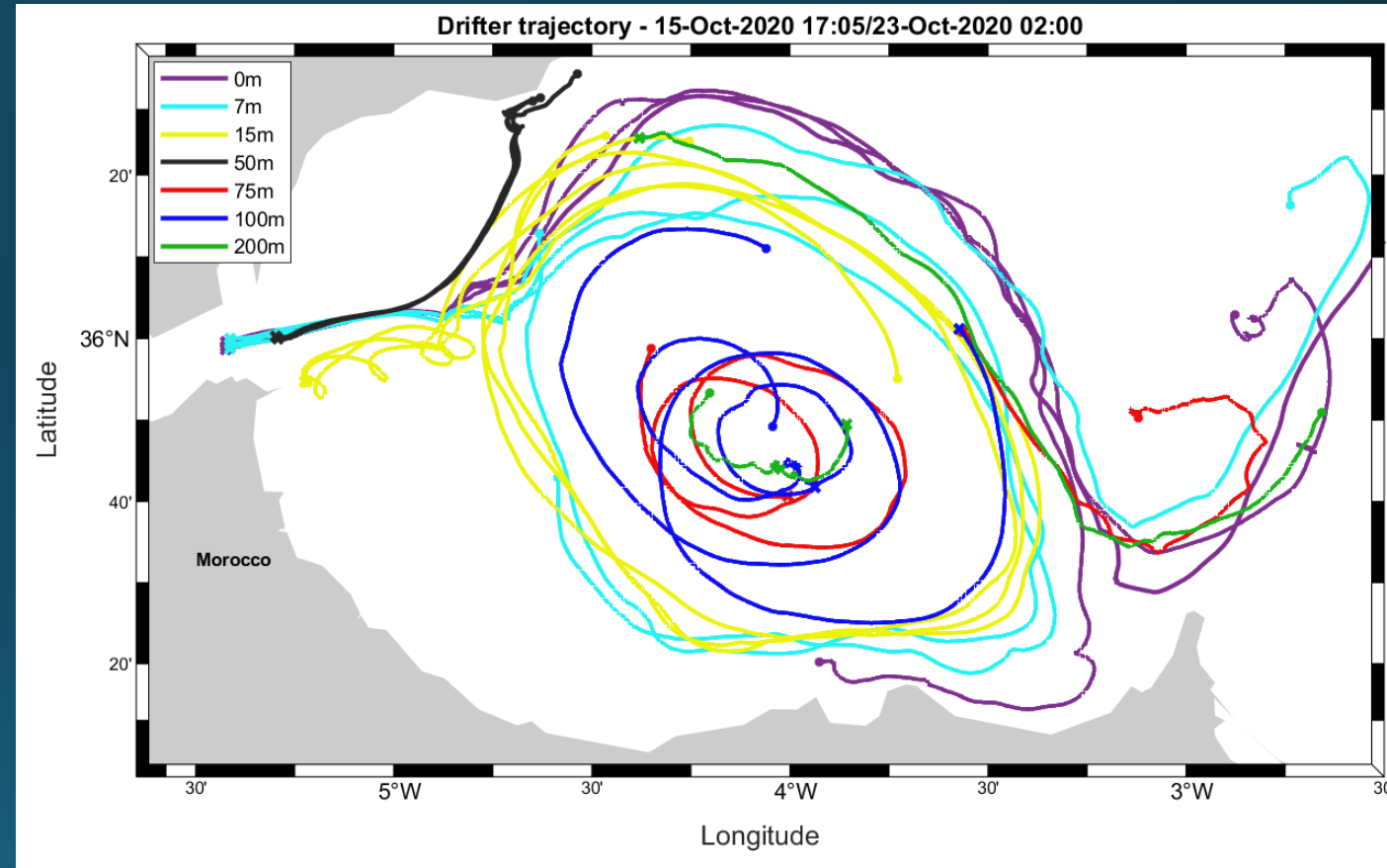
→ quadrillage 3D du bassin Ouest de la mer d'Alboran permettant d'obtenir une bonne idée de sa dynamique

Visualisation des deux structures principales régissant la circulation en mer d'Alboran :

- l'Atlantic Jet
- le Western Alboran Gyre



Carte représentant la circulation en mer d'Alboran (Renault, 2012)



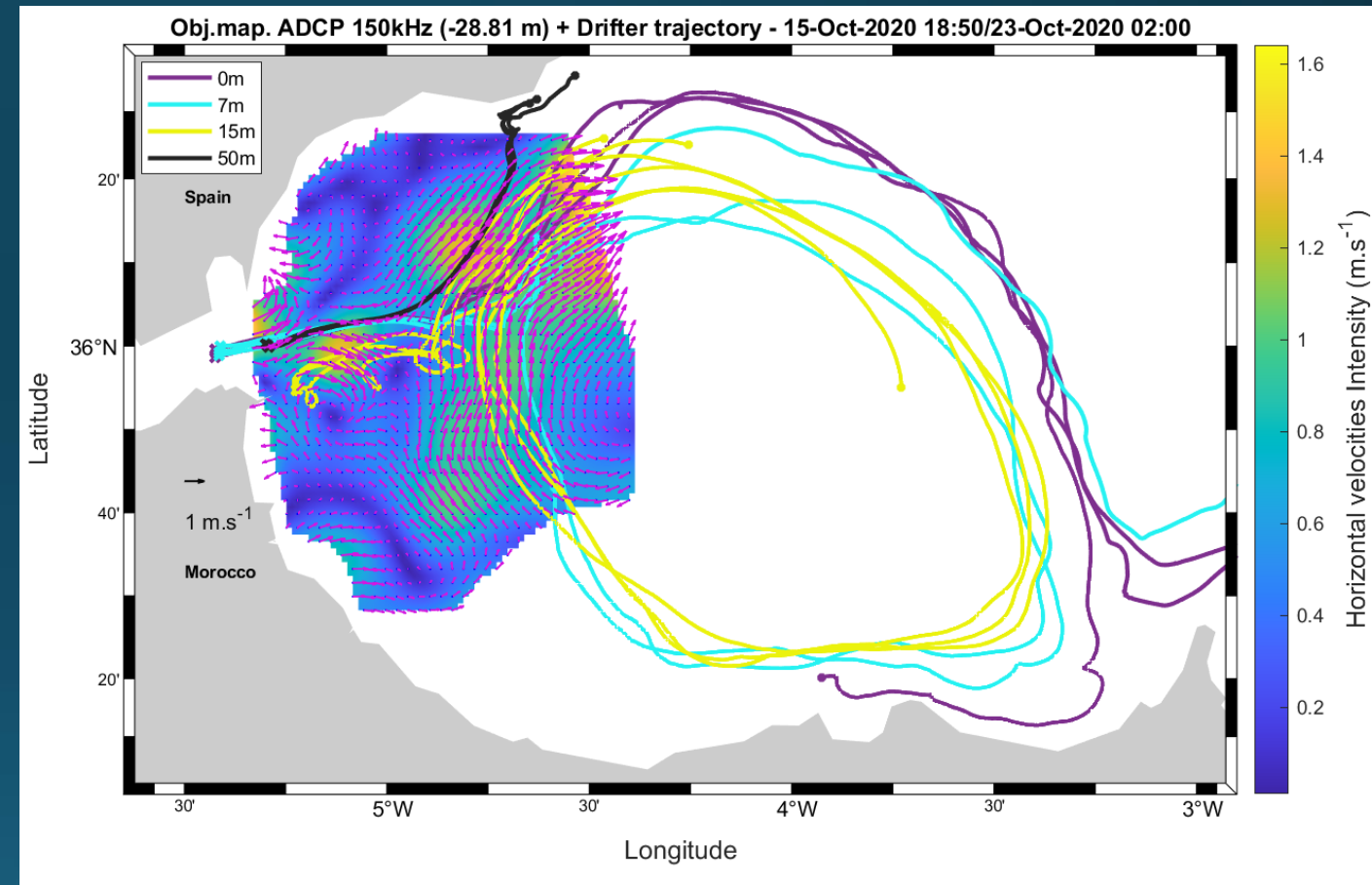
Carte représentant les trajectoires des bouées dérivantes du 15 au 23 octobre 2020 à des profondeurs de 0.5 à 200m en mer d'Alboran



# Comparaison aux données des flotteurs dérivants

Comparaison entre 0,5 et 50m de profondeur :

- Données des flotteurs dérivants à **7m** et **15m** :  
Très cohérents avec les champs de courants de l'ADCP
  - Données à **50m** :  
Flotteurs déployés le 19 octobre  
→ variation très probable durant ce laps de temps
  - Données à **0,5m** (mise à l'eau le 16 octobre) :  
Modèle le plus sensible aux forçages météorologiques
- Bonne concordance générale entre les deux types de données



*Carte représentant les trajectoires des bouées dérivantes de 0.5 à 50m superposées aux champs de vitesses horizontales de l'objective mapping à une profondeur de 28.81m du 15 au 23 octobre 2020 .*

# Conclusion et perspectives

- Jeu de données de la campagne très intéressant et diversifié  
→ vaste champ de possibilité pour l'exploitation des données
- **Données hydrologiques :**
  - Après les seuils de Camarinal et Espartel : MWs non différenciable avec notre méthode
  - Mais différenciation nord-sud des caractéristiques hydrologiques du flux observé
- **Données hydrodynamiques :** visualisation des 2 structures régissant la dynamique en mer d'Alboran (WAG & AJ)
  - Bonne cohérence et complémentarité entre les 3 types de données utilisées (ADCP, satellites, bouées dérivantes)
- Perspectives pour la campagne PROTEVS-GIB 2022 :
  - Approfondissement de la caractérisation de masses d'eau : utilisation de traceurs géochimiques (oxygène, nitrates, ...)
  - ADCP V50 à 500kHz apportant plus de données en surface → meilleure reconstruction des champs de vitesses (en particulier pour l'étude des vitesses verticales)

# Bibliographie

- Armi, Farmer, 1988. The flow of Atlantic Water through the strait of Gibraltar. Progress in Oceanography 21, 1-105.
- Bruno et al., 2002. The boiling-water phenomena at Camarinal Sill, the strait of Gibraltar. Deep-Sea Research II 49, 4097-4113.
- Bruno et al., 2013. The importance of sub-mesoscale processes for the exchange of properties through the Strait of Gibraltar. Progress in Oceanography 116, 66-79.
- Garcia-Lafuente et al., 2017. The Mediterranean Outflow in the Strait of Gibraltar and its connection with upstream conditions in the Alboran Sea. Ocean Science 13, 195-207.
- Macias et al., 2006. Tidal induced variability of mixing processes on Camarinal Sill (Strait of Gibraltar) : a pulsating event. Journal of Marine Systems 60, 177-192.
- Millot et al., 2006. Large warming and salinification of the Mediterranean outflow due to changes in its composition. Deep-Sea Research I 53, 656-666.
- Naranjo et al., 2015. Mediterranean waters along and across the Strait of Gibraltar, characterization and zonal modification. Deep-Sea Research I 105, 41-52.
- Renault et al., 2012. Surface circulation in the Alboran Sea (western Mediterranean) inferred from remotely sensed data. Journal of Geophysical Research 117.
- Romero-Cozar et al., 2021. Tidally induced submesoscale features in the Atlantic Jet and Western Alboran Gyre. A study based on HF radar and satellite images. Estuarine, Coastal and Shelf Science 250, 107-122.
- Stanichny et al., 2005. Wind driven upwelling along the African coast of the Strait of Gibraltar. Geophysical Research Letters 32.
- Vazquez et al., 2008. Meteorologically forced subinertial flows and internal wave generation at the main sill of the Strait of Gibraltar. Deep-Sea Research I 55, 1277-1283.



# Merci de votre attention!

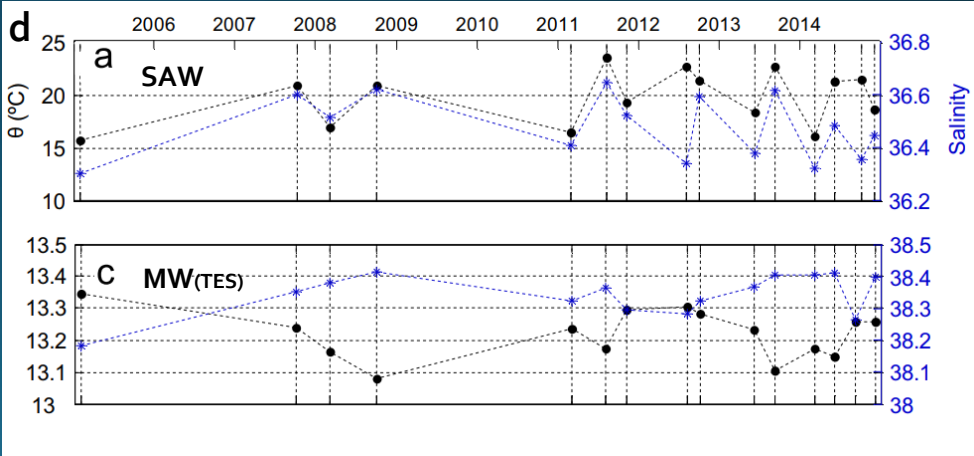
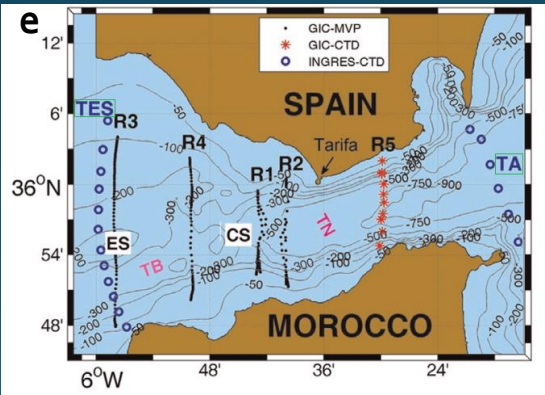
# Etude des variations annuelles des valeurs caractéristiques des masses d'eau

Figures tirées de l'étude de Naranjo et al. (2015) :

| Water mass | Author                           | $\theta$ (°C) | Salinity (PSU) |
|------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| SAW        | Bray et al. (1995)               | 15.9–22.7     | 36.2–36.5      |
|            | Criado-Aldeanueva et al. (2006)  | 16            | 36.4           |
|            | GIC&INGRES March to June         | 17            | 36.3           |
|            | GIC&INGRES July to November      | 19.7          | 36.3           |
| NACW       | Bray et al. (1995)               | 12.7–13.3     | 35.7–35.8      |
|            | Criado-Aldeanueva et al. (2006)  | 11–17         | 35.6–36.5      |
|            | GIC&INGRES                       | 13.5          | 35.75          |
| LIW        | Smith et al. (2008)              | > 13.2        | 38.45–38.75    |
|            | Font (1987)                      | 13.3          | 38.5           |
|            | Parrilla and Kinder (1987)       | 13.15–13.25   | 38.47–38.51    |
|            | Millot (1999)                    | 13.2–14.0     | 38.5–38.7      |
|            | J. García Lafuente et al. (2007) | 13.22         | 38.56          |
|            | GIC&INGRES                       | 13.23         | 38.50          |
|            |                                  |               |                |
| WMDW       | Bray et al. (1995)               | 12.8–12.9     | 38.4–38.5      |
|            | Salat and Font (1987)            | 12.75–12.9    | 38.4–38.48     |
|            | Parrilla et al. (1986)           | 13.15–13.25   | 38.47–38.51    |
|            | Fuda et al. (2000)               | 12.70–13.03   | 38.40–38.50    |
|            | J. García Lafuente et al. (2007) | 12.80         | 38.45          |
|            | GIC&INGRES                       | 12.90         | 38.48          |
| WIW        | Vargas-Yáñez et al. (2002)       | 12.5 – 13.0   | 38.1–38.3      |
|            | Smith et al. (2008)              | 12.821        | 37.9–38.1      |
|            | Salat and Font (1987)            | 12.5–13.0     | 38.1–38.3      |
|            | Ben Ismail et al. (2014)         | < 13.8        | 39.9–38.2      |
|            | Ribó et al. (2015)               | 12.7          | 38.1           |
|            | GIC&INGRES                       | 13            | 38.3           |
| TDW        | Millot (2009)                    | 13.0–13.1     | 38.48–38.51    |
|            | Santinelli et al. (2008)         | 12.8–13.1     | 38.44–38.58    |
|            | GIC&INGRES                       | 13.06         | 38.52          |

b

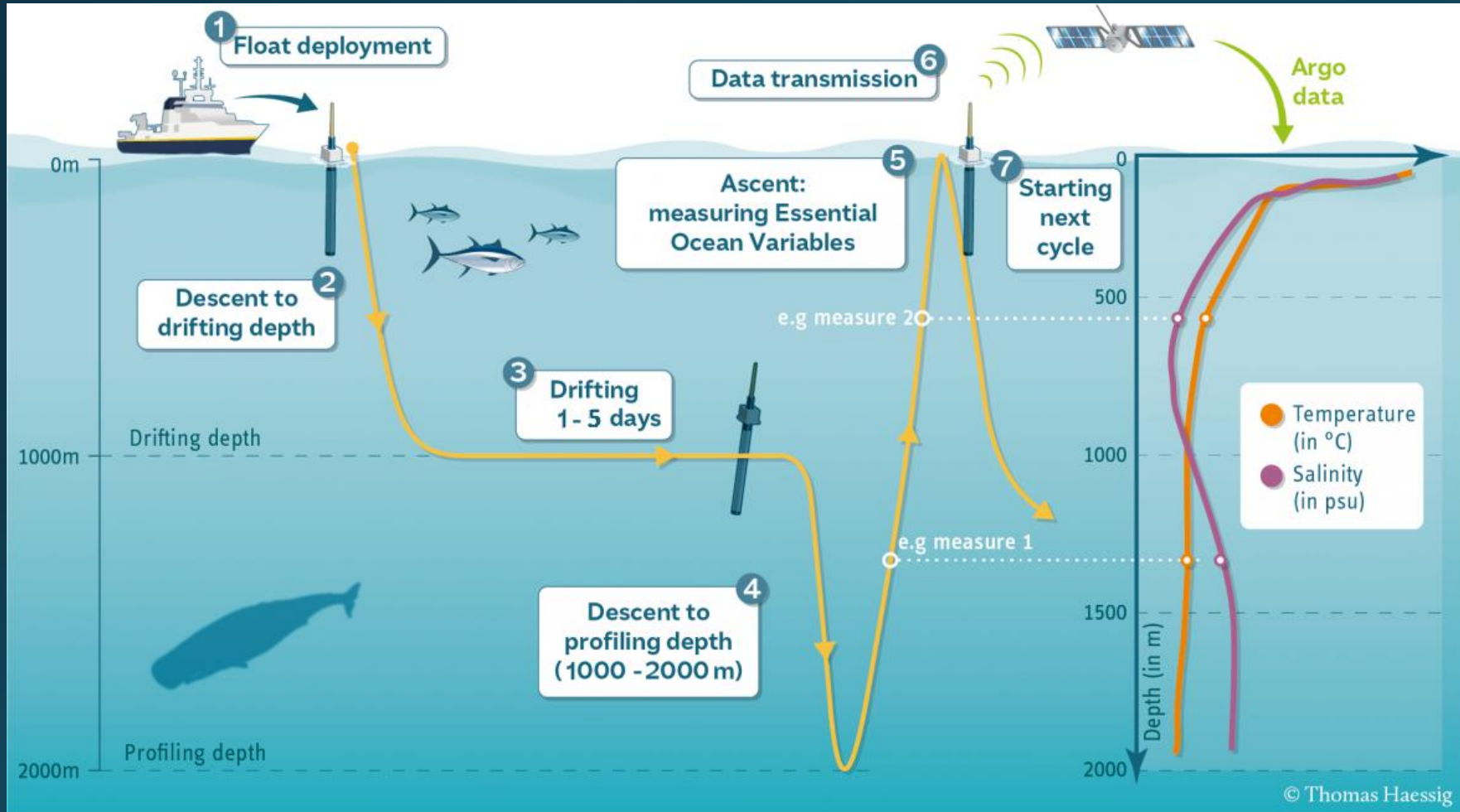
<



a – Valeurs historiques des caractéristiques hydrologiques des masses d'eau étudiées, b – Tableau des données INGRES utilisées pour l'étude, c & d- Tendances d'évolution des caractéristiques hydrologiques des masses d'eau , e - Carte des données utilisées

# Flotteurs ARGO – Présentation

- Flotteur dérivant alternant mesure en surface et en profondeur
- Obtention de profils verticaux de multiples paramètres



Principe de fonctionnement d'un flotteur ARGO ([argo.ucsd.edu](http://argo.ucsd.edu))

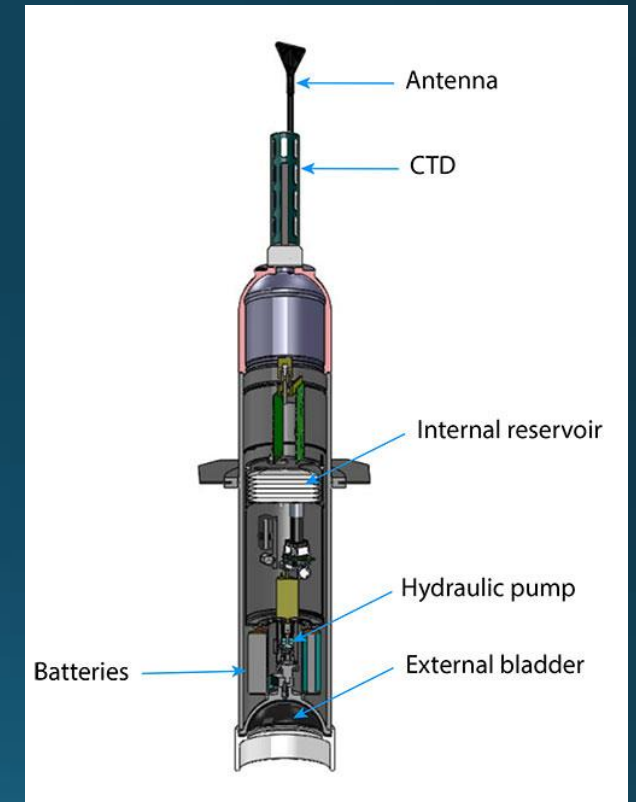


Schéma d'un flotteur ARGO  
([argo.ucsd.edu](http://argo.ucsd.edu))



# Bathysonde (ou sonde CTD) – Présentation

- Instrument réalisant des profils verticaux
- Déployable à d'importantes profondeurs

## - Partie inférieure (CTD) :

Mesure de multiples paramètres (capteur CTD associé à d'autres capteurs chimiques et/ou biologiques )

## - Partie supérieure (Rosette) :

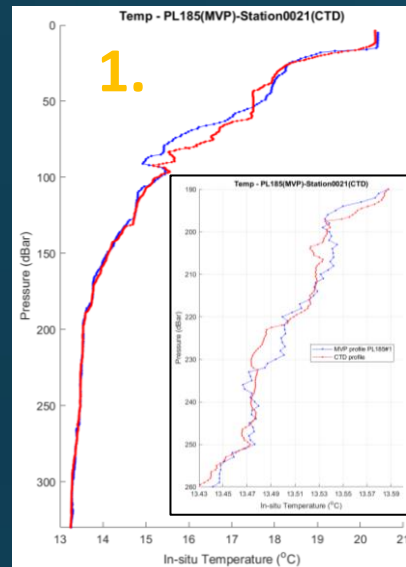
Prélèvement d'eau à différentes profondeurs grâce aux bouteilles Niskin



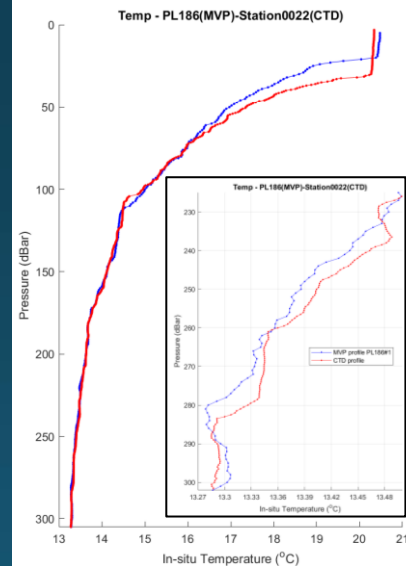
*Illustration du déploiement d'une bathysonde ou CTD-Rosette  
(mission PHYOCE 2020)*

# Étalonnage des données MVP à partir des données Bathysonde

1<sup>ère</sup> comparaison :  
MVP PL185#1 /  
Bathysonde station 21

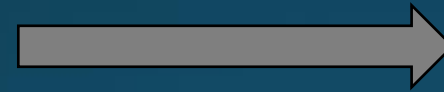


2<sup>ème</sup> comparaison :  
MVP PL186#1 /  
Bathysonde station 22

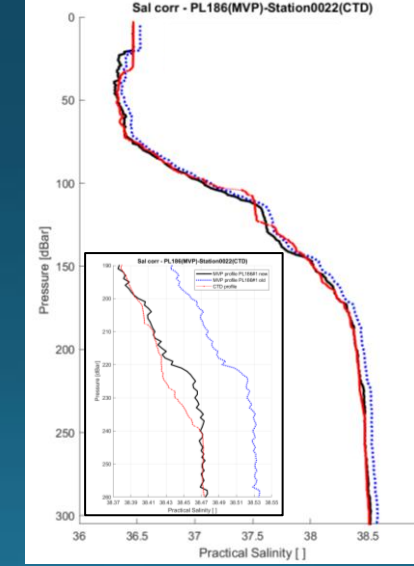
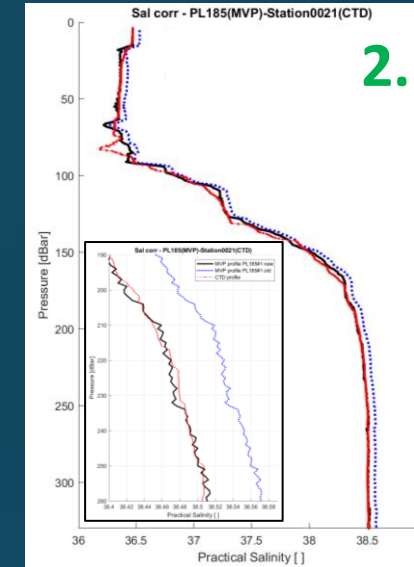


Profils de température in-situ

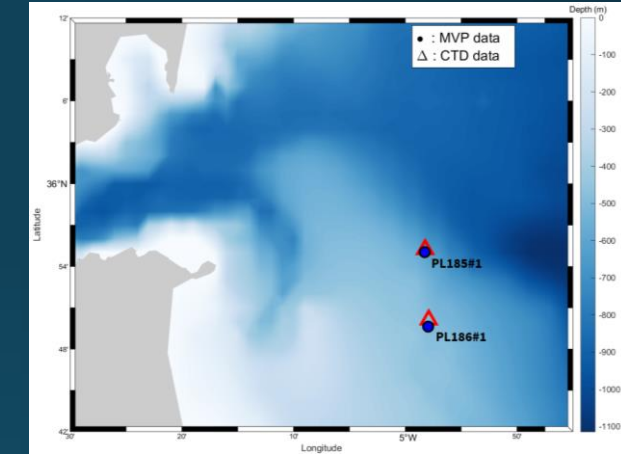
1. Pas de correction de la température in-situ du MVP nécessaire



2. Correction de la salinité pratique du MVP de -0,06



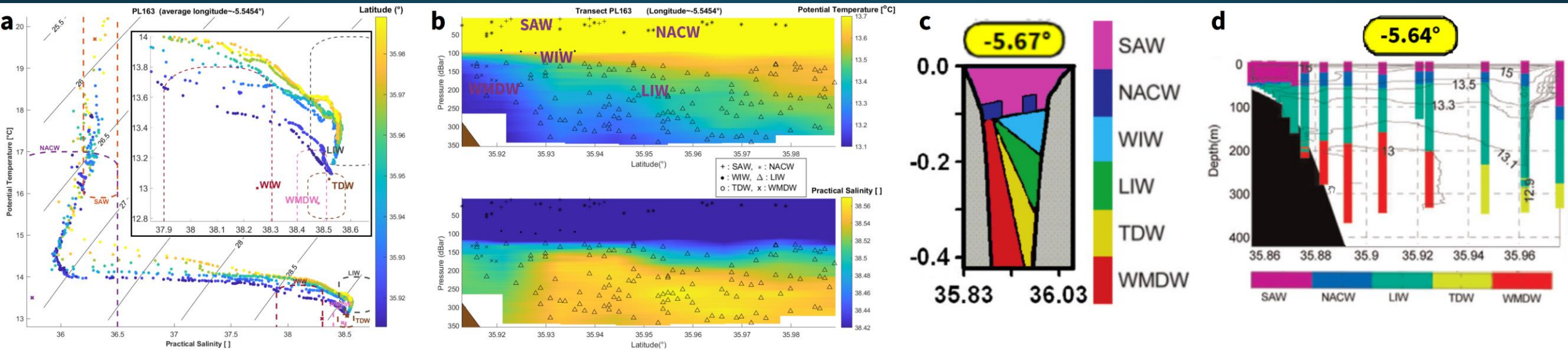
Profils de salinité pratique



Carte des données MVP et Bathysonde utilisées

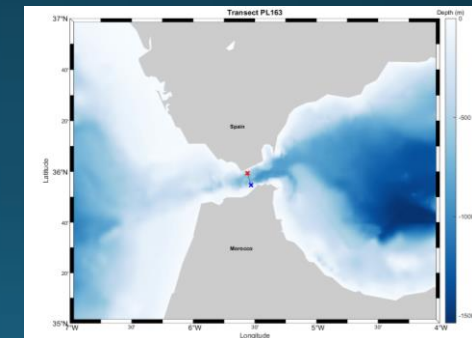
# Etude des radiales MVP et Bathysonde transverses au détroit

## 1 Radiale MVP (-5,55° E) - Canal de Tarifa



*a* - Diagramme TS tracé en fonction de la latitude (et zoom sur les valeurs théoriques des masses d'eau méditerranéennes), *b* & *c* - Profils de température et de salinité, avec échelle centrée sur les eaux méditerranéennes, *c* - Schéma de répartition des masses d'eau (Milot, 2014), *d* - Schéma de distribution des masses d'eau (Naranjo, 2015)

- Début de la divergence entre les deux schémas
  - Flux atlantique ~50m de profondeur, concordant avec Naranjo (2015)
  - LIW toujours prédominante, cohérent avec Naranjo (2015)
  - Pas de TDW identifiée; WIW et WMDW en très faible quantité
- Résultats proches du schéma de Naranjo (2015)

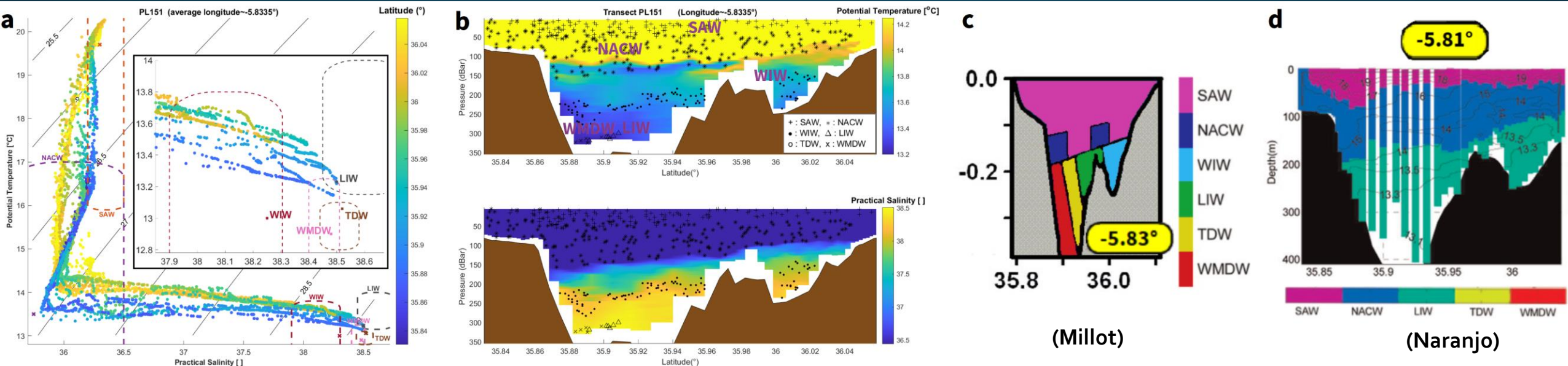


Carte de la radiale



# Etude des radiales MVP et Bathysonde transverses au détroit

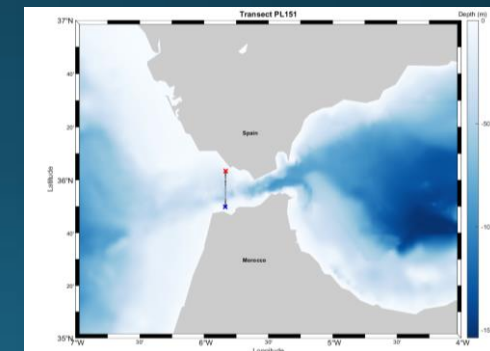
## ② Radiale MVP (-5,83° E) - Bassin de Tanger



*a - Diagramme TS tracé en fonction de la latitude (et zoom sur les valeurs théoriques des masses d'eau méditerranéennes), b & c - Profils de température et de salinité, avec échelle centrée sur les eaux méditerranéennes, c - Schéma de répartition des masses d'eau (Milot, 2014), d - Schéma de distribution des masses d'eau (Naranjo, 2015)*

- Schéma de Naranjo (2015) : flux méditerranéen non différenciable renvoyant la signature de la LIW
- Flux atlantique : SAW jusqu'à 50m de profondeur et NACW jusqu'à 150m, en accord avec Naranjo (2015)
- WMDW et LIW au sud, en accord avec Milot (2014)
- Flux méditerranéen renvoyant la signature de la WIW
- Veines d'eaux méditerranéennes ayant des caractéristiques distinctes (non-homogénéité du flux)

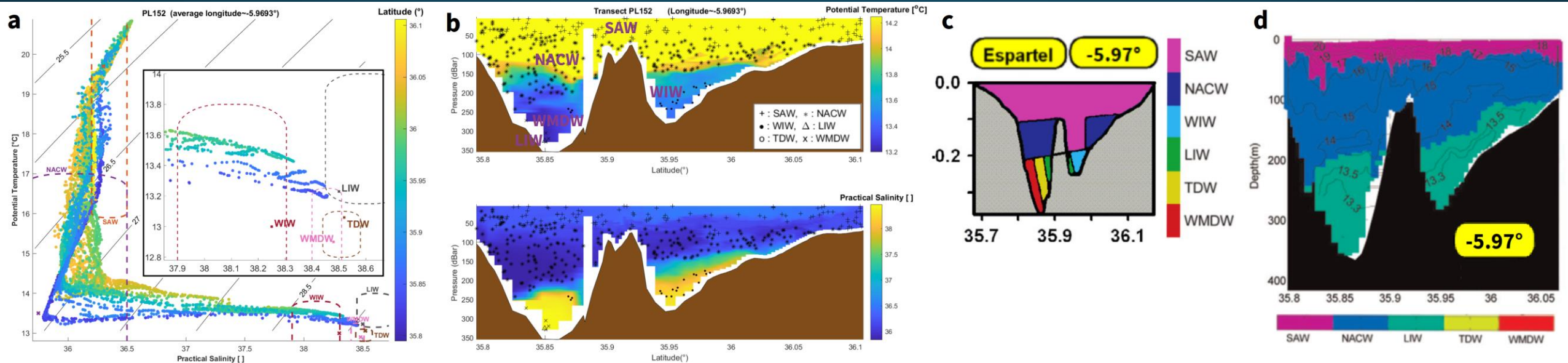
→ Nos résultats sont à mi-chemin entre les deux schémas



Carte de la radiale

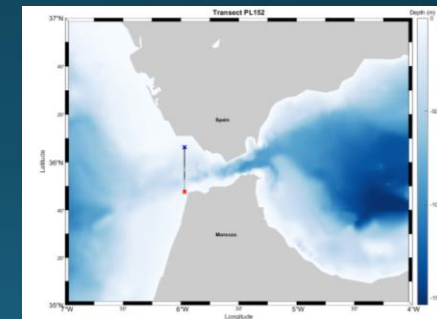
# Etude des radiales MVP et Bathysonde transverses au détroit

## ③ Radiale MVP (-5,97° E) - Seuil d'Espartel



*a* - Diagramme TS tracé en fonction de la latitude (et zoom sur les valeurs théoriques des masses d'eau méditerranéennes), *b* & *c* - Profils de température et de salinité, avec échelle centrée sur les eaux méditerranéennes, *c* - Schéma de répartition des masses d'eau (Millot, 2014), *d* - Schéma de distribution des masses d'eau (Naranjo, 2015)

- Schéma de Naranjo (2015) : toujours flux méditerranéen non différenciable
  - Epaisseur du flux atlantique : SAW~ 0-50m et NACW~ 50-200m, en accord avec Naranjo (2015)
  - Flux méditerranéen mélangé et identifié majoritairement comme de la WIW
  - Veines d'eaux méditerranéennes ayant des caractéristiques distinctes (non-homogénéité du flux)
- Résultats plutôt en accord avec le schéma de Naranjo (2015)

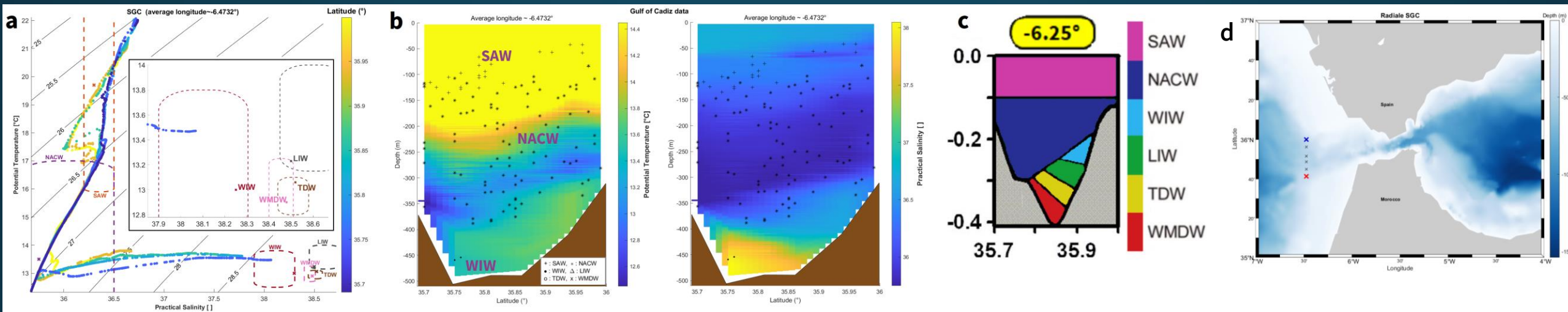


Carte de la radiale



# Etude des radiales MVP et Bathysonde transverses au détroit

## 4 Radiale Bathysonde (-6,47 ° E) - Golfe de Cadix



- SAW jusqu'à 100m et NACW jusqu'à 400m
- Plus d'identification des différentes masses d'eau méditerranéennes,
- Flux méditerranéen mélangé renvoyant la signature de la WIW

→ Flux méditerranéen non différenciable à cette longitude



## Résumé de la caractérisation de masses d'eau

- **En mer d'Alboran :**

Analyse de nos données cohérente avec les schémas de Millot et Naranjo

- **Dans le détroit, jusqu'à Camarinal :**

Bonne concordance avec le schéma de Naranjo (2015) pour le flux atlantique (SAW, NACW)

WMDW au sud et LIW au nord , en accord avec la littérature (Millot 2014, Garcia-Lafuente 2017)

- **Après les seuils de Camarinal et Espartel :**

Flux méditerranéen totalement non-différenciable, identifié comme de la WIW

Flux non différenciable mais non-homogène, veines d'eaux méditerranéennes aux caractéristiques différentes

## Partie hydrodynamique - Traitement des données ADCP (courantologie)

### Présentation et fonctionnement de l'ADCP :

- ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) -> permettant la mesure de courants
- Émission d'un signal acoustique à une fréquence donnée, qui va être rétrodiffusé par les particules et le plancton. Les signaux rétrodiffusés sont reçus au niveau du capteur puis traités.
- VM-ADCP : ADCP positionné sur la coque du navire
- 3 modèles d'ADCP de coque utilisés pendant la campagne :
  - OceanSurveyor 38kHz (4 faisceaux)
  - OceanSurveyor 150kHz (4 faisceaux)
  - Sentinel V50 à 500kHz (5 faisceaux)
- La profondeur atteinte par les signaux diminue lorsque la fréquence augmente.



*Illustration d'un ADCP  
([www.teledynemarine.com](http://www.teledynemarine.com))*

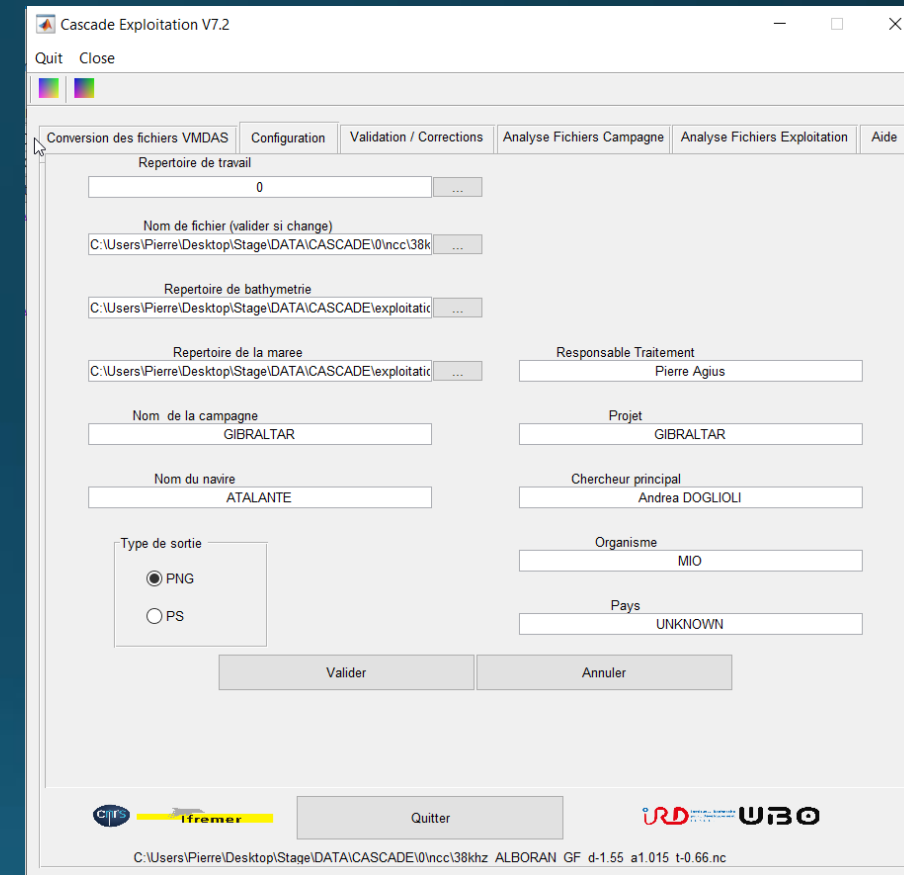
# Traitement des données ADCP avec le logiciel Cascade Exploitation

Logiciel développé par le LOPS et fonctionnant sous Matlab

Traite des données de VM-ADCP afin d'obtenir des données validées et qualifiées (à travers diverses phases d'optimisation, nettoyage, filtrage et correction)

Utilisé dans notre cas pour traiter les données OS38 et OS150

Et tester si le logiciel est fonctionnel avec les données du Sentinel V50 (ADCP installé sur l'Atalante spécialement pour la campagne, et qui n'a jamais été traité avec Cascade auparavant)



*Illustration de l'interface du logiciel Cascade Exploitation version 7.2*



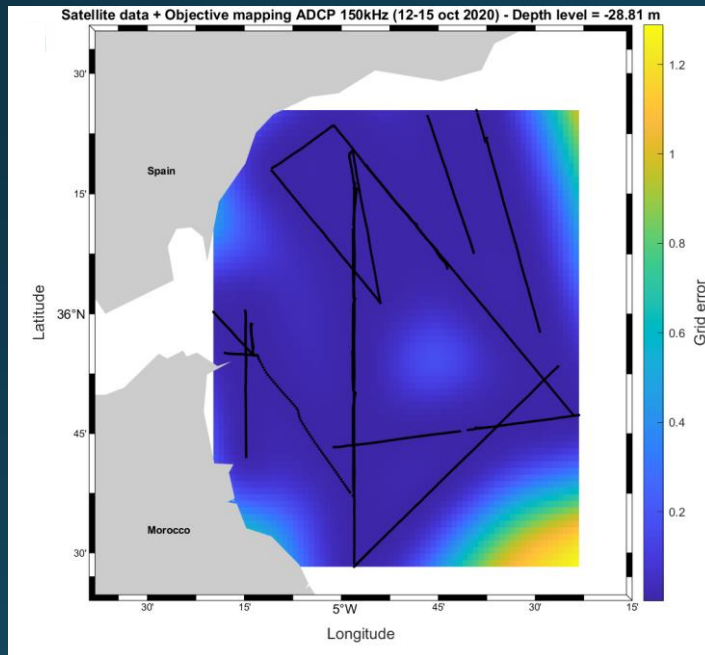
# Prise en main des programmes d'objective mapping

Méthode pour reconstruire les champs de vitesses horizontales

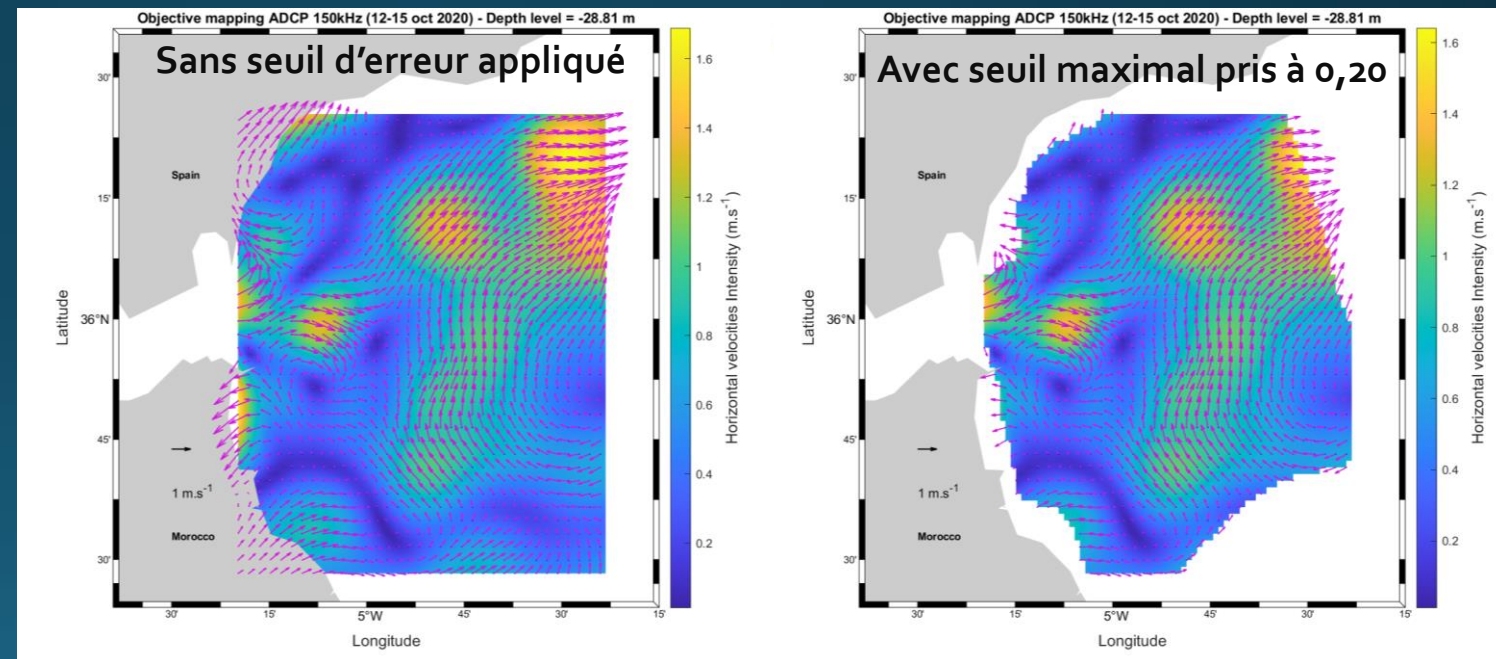
Avantage comparé à une interpolation classique :

→ Permet d'obtenir une grille d'erreur des données interpolées pour chaque niveau de profondeur

On peut ainsi éliminer les zones avec un seuil d'erreur trop important



*Carte représentant la matrice de grille d'erreur sur les données de l'objective mapping*



*Cartes des courants horizontaux en Alboran obtenues avec les données de l'objective mapping à 28,81m de profondeur*

# Comparaison des deux premiers niveaux de profondeur (20,81 et 28,81m)

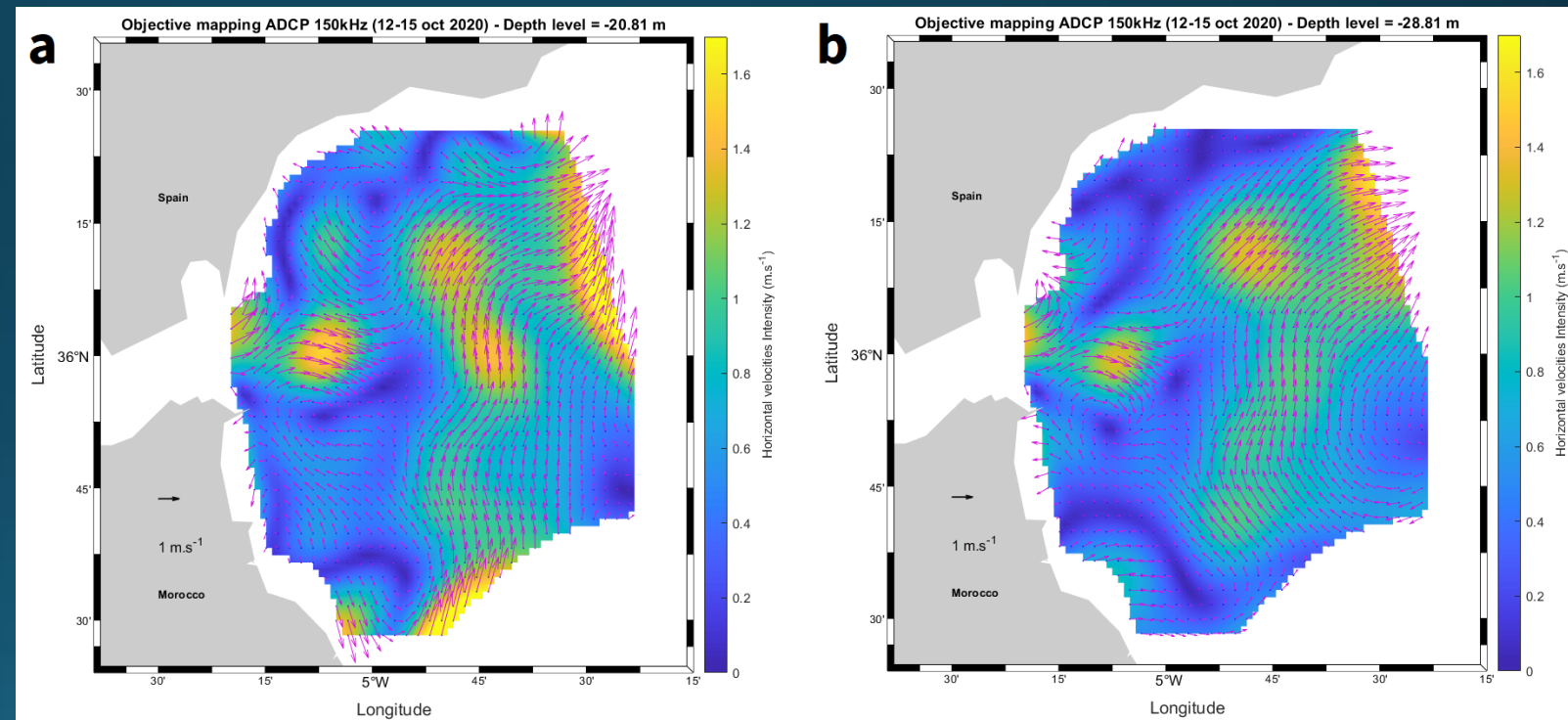
But : déterminer quel niveau utiliser pour la comparaison avec les autres données d'observation

Données aberrantes près des frontières sur les données à 20,81m

Circulation du gyre d'Alboran plus claire sur la deuxième cellule

La première cellule est fréquemment impactée par des phénomènes de bullage  
→ pollution des données

Choix du 2<sup>ème</sup> niveau de profondeur pour la suite, données plus pertinentes



*Cartes des données de l'objective mapping des courants horizontaux à 20,81m (a) et 28,81m (b) en Alboran du 12 au 15 octobre 2020*