

# Étude par ADCP de coque : vitesses verticales et anomalies négatives obtenues durant la campagne FUMSECK

Charlotte CUNCI  
L3 SVT MER 2020/2021

Anne Petrenko, Stéphanie Barrillon,  
Caroline Comby



# Mesures directes *in situ* des vitesses verticales : défi océanographique

# Mesures directes *in situ* des vitesses verticales : défi océanographique

## Ordre de grandeur

vitesses verticales (mm/s)

<<

vitesses horizontales (cm/s à m/s)

# Mesures directes in situ des vitesses verticales : défi océanographique

## Ordre de grandeur

vitesses verticales (mm/s)      <<      vitesses horizontales (cm/s à m/s)

Processus à l'origine de vitesses verticales plus importantes ( $\sim 10$  cm/s)

# Mesures directes in situ des vitesses verticales : défi océanographique

## Ordre de grandeur

vitesses verticales (mm/s) << vitesses horizontales (cm/s à m/s)

Processus à l'origine de vitesses verticales plus importantes ( $\sim 10$  cm/s)

→ Processus de fines échelles

Filaments de courants, petits tourbillons, fronts, upwellings

Durée de vie courte

# Mesures directes in situ des vitesses verticales : défi océanographique

## Ordre de grandeur

vitesses verticales (mm/s) << vitesses horizontales (cm/s à m/s)

## Processus à l'origine de vitesses verticales plus importantes ( $\sim 10$ cm/s)

### → Processus de fines échelles

Filaments de courants, petits tourbillons, fronts, upwellings

Durée de vie courte

### → Processus biologiques

Migrations d'organismes

# Objectifs

## Objectifs

- **1<sup>er</sup> objectif :** mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque
- **2<sup>ème</sup> objectif :** isoler des anomalies de fortes vitesses verticales
- **3<sup>ème</sup> objectif :** identifier la source de ces anomalies

## Objectifs

- **1<sup>er</sup> objectif :** mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque
- **2<sup>ème</sup> objectif :** isoler des anomalies de fortes vitesses verticales
- **3<sup>ème</sup> objectif :** identifier la source de ces anomalies

→ 13 transects étudiés sur la campagne FUMSECK

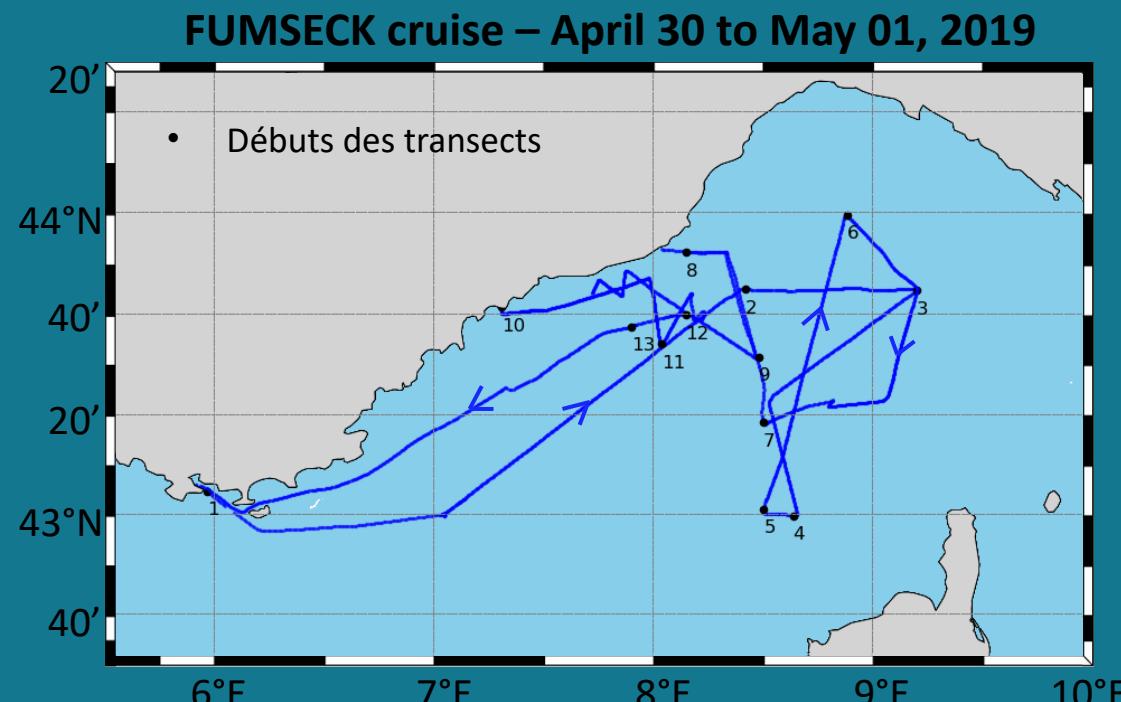


Fig.1 Carte de la trajectoire du bateau découpée en 13 transects

## Objectifs

- **1<sup>er</sup> objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque
- **2<sup>ème</sup> objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales
- **3<sup>ème</sup> objectif** : identifier la source de ces anomalies

→ 13 transects étudiés sur la campagne FUMSECK

→ **transect 1** donné comme exemple

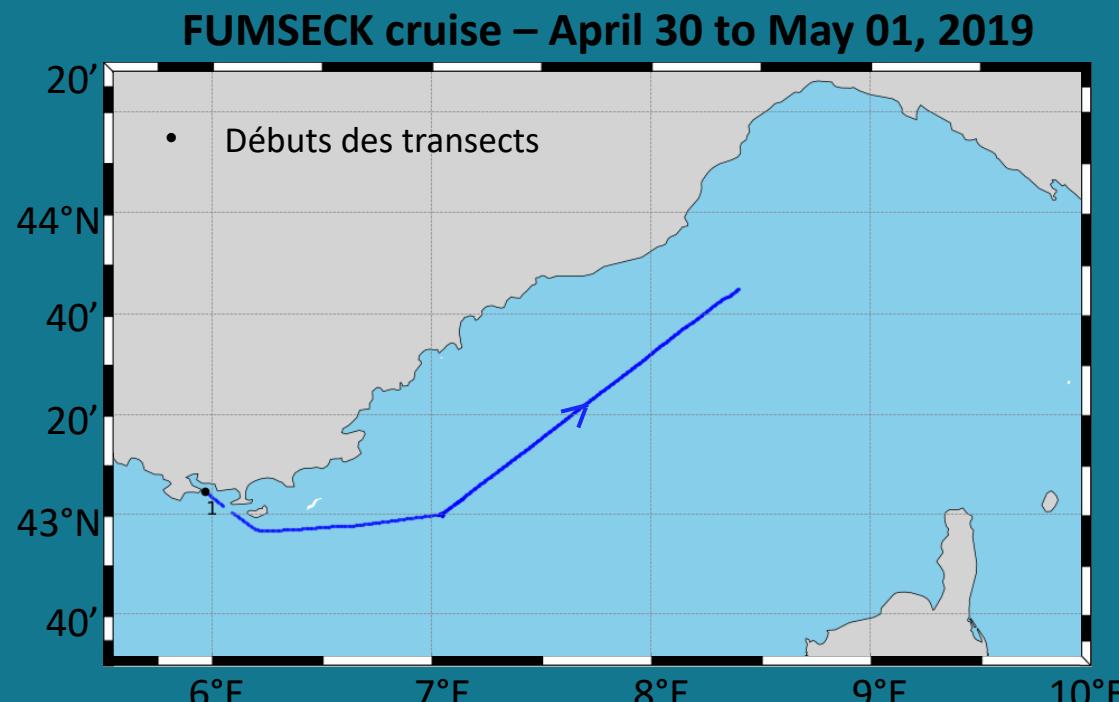
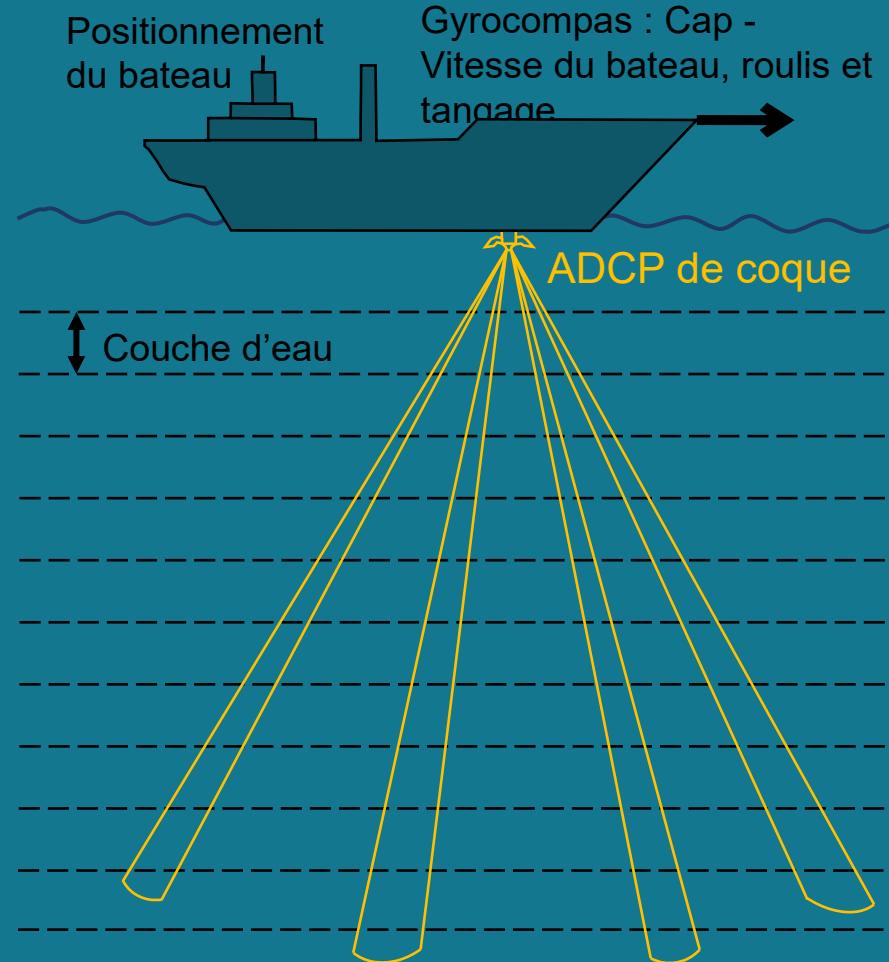


Fig.1 Carte de la trajectoire du bateau découpée en 13 transects

## Mesures prises par ADCP de coque

## Mesures prises par ADCP de coque



## Mesures prises par ADCP de coque

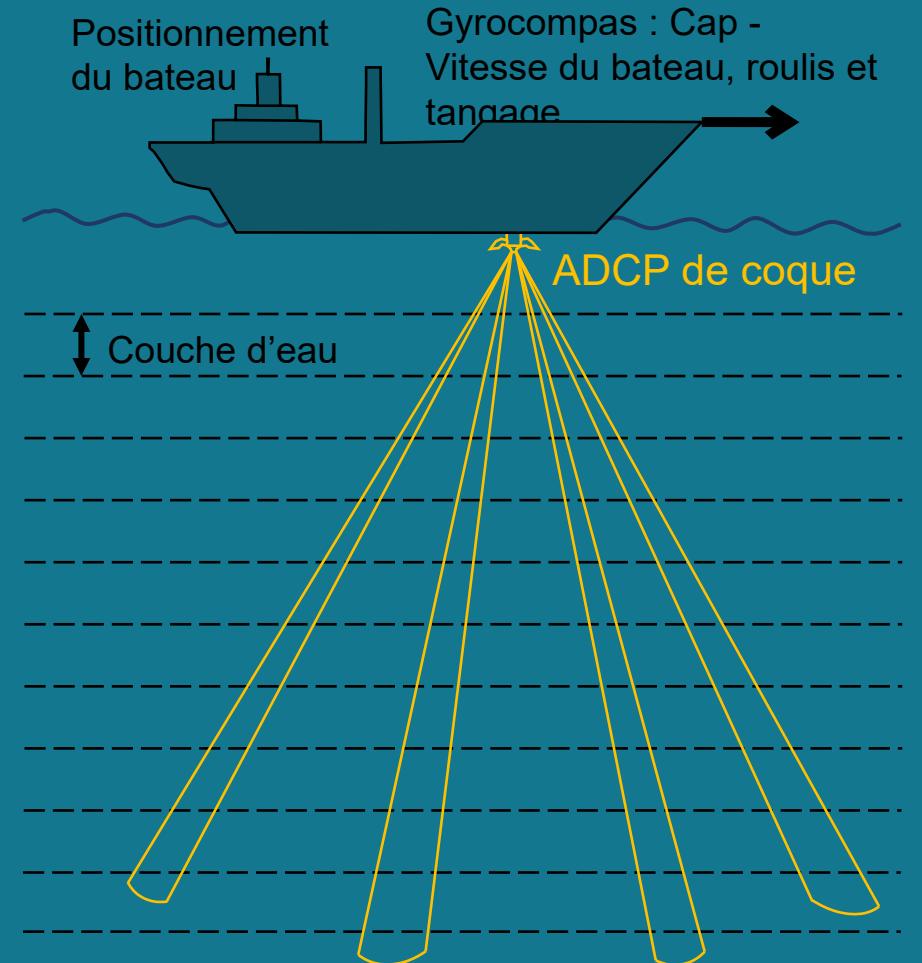
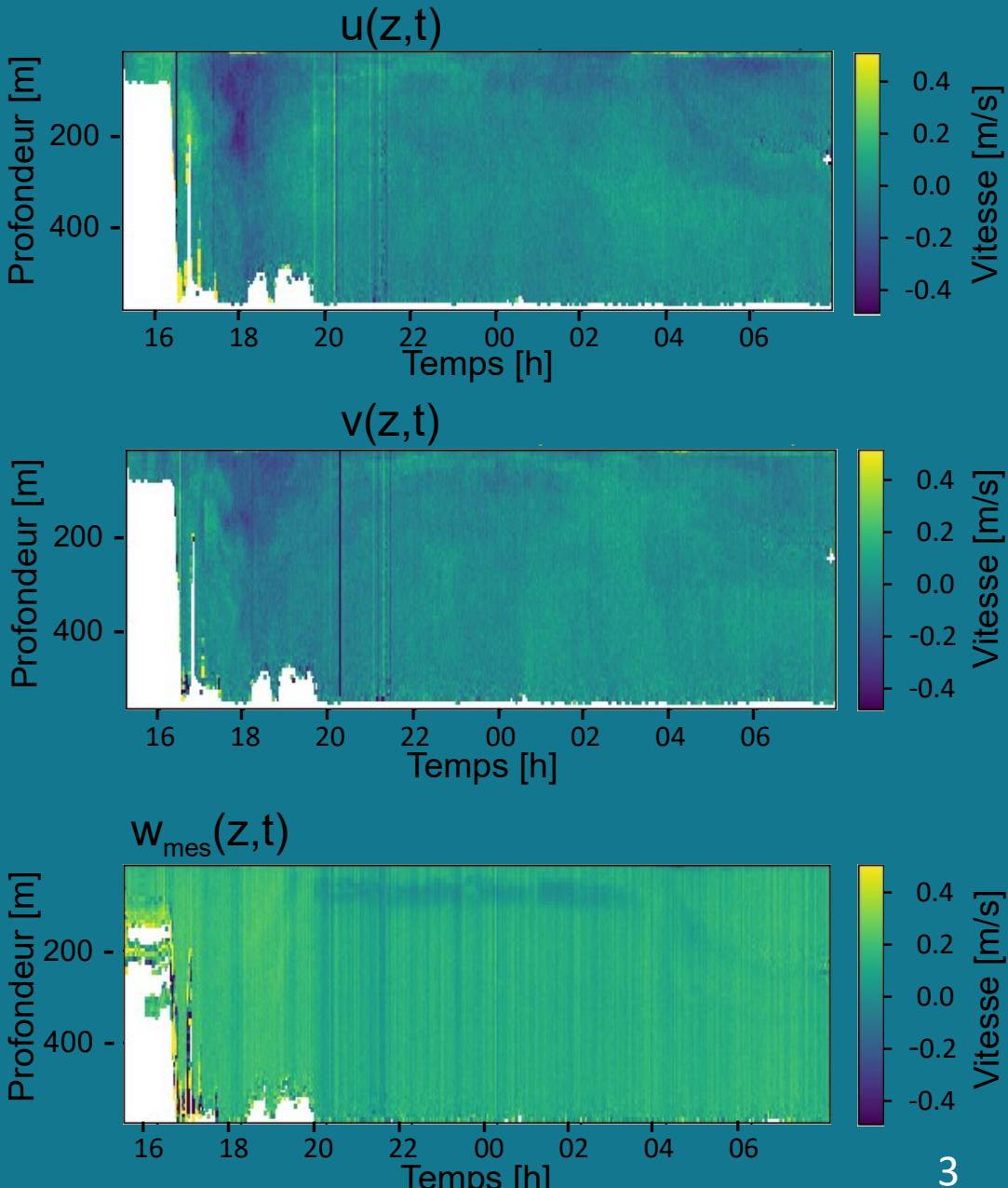
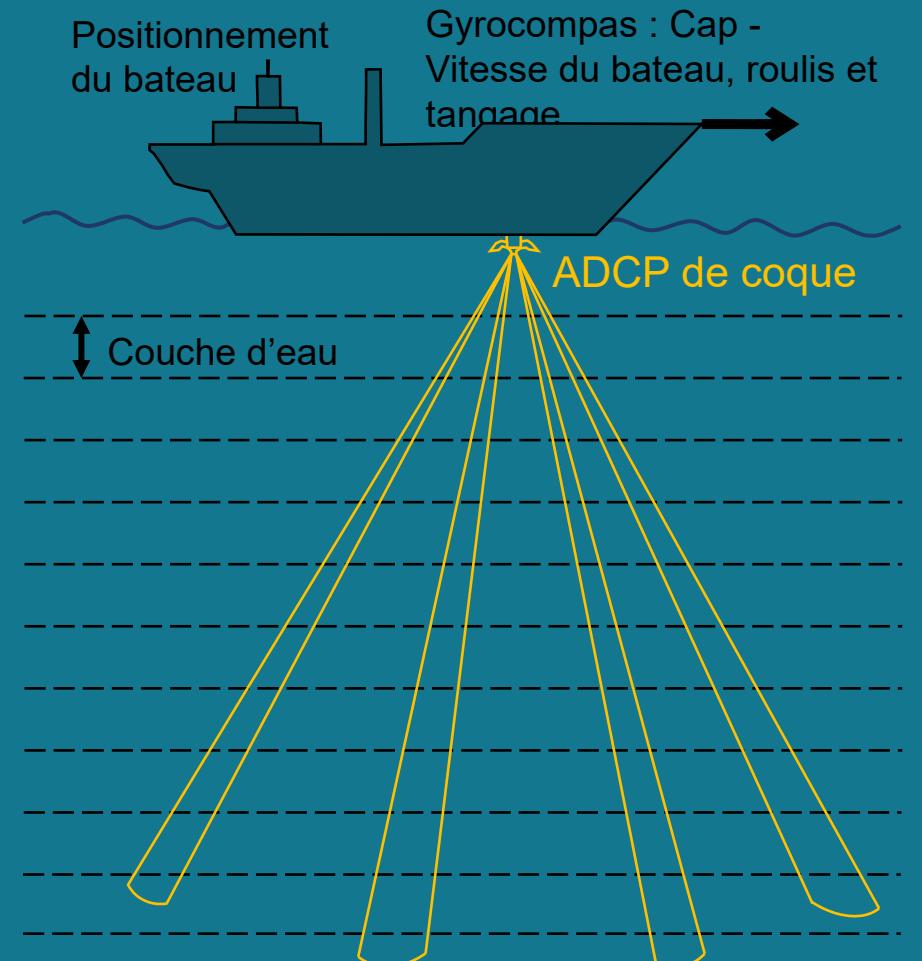


Fig.2 Schéma du fonctionnement d'un ADCP de coque  
(Acoustic Doppler Current Profiler) et composantes de la vitesse



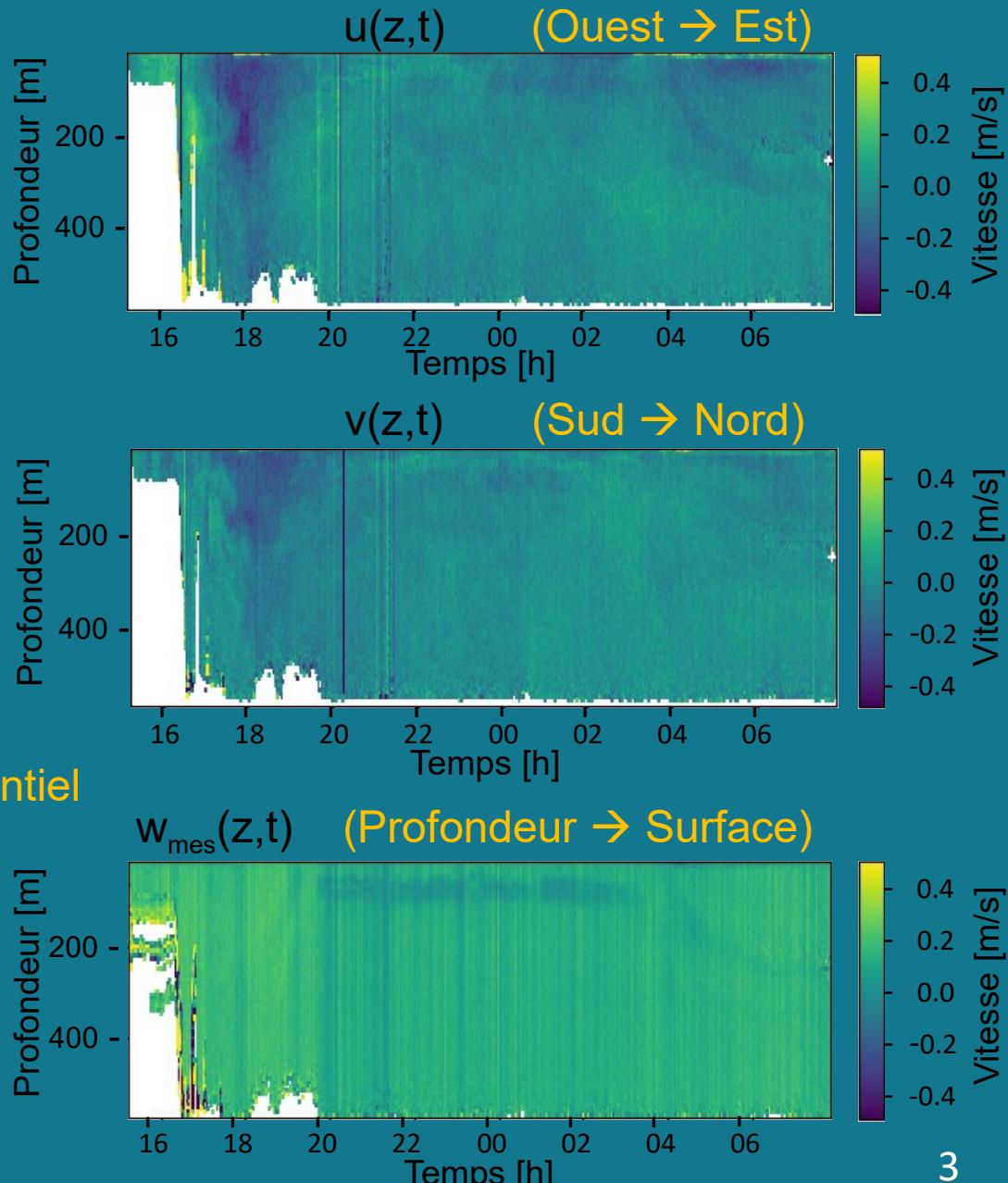
## Mesures prises par ADCP de coque



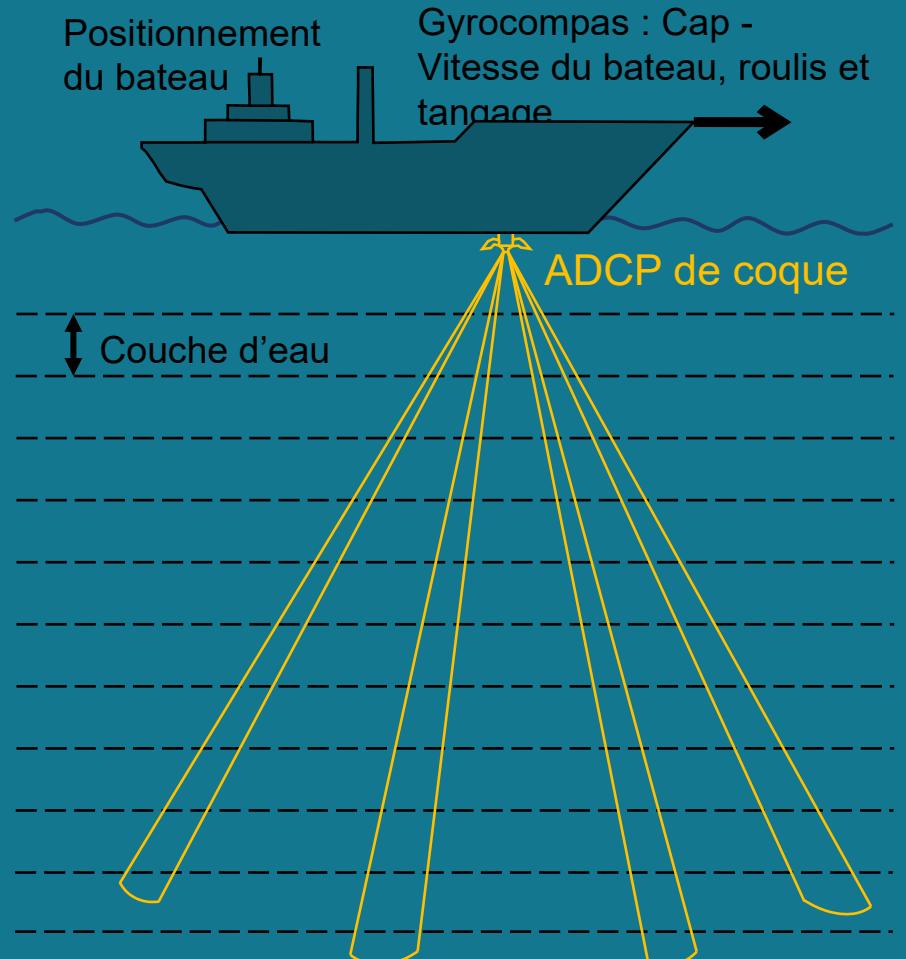
Changement de référentiel

Garcin et al, 2018

Fig.2 Schéma du fonctionnement d'un ADCP de coque  
(Acoustic Doppler Current Profiler) et composantes de la vitesse

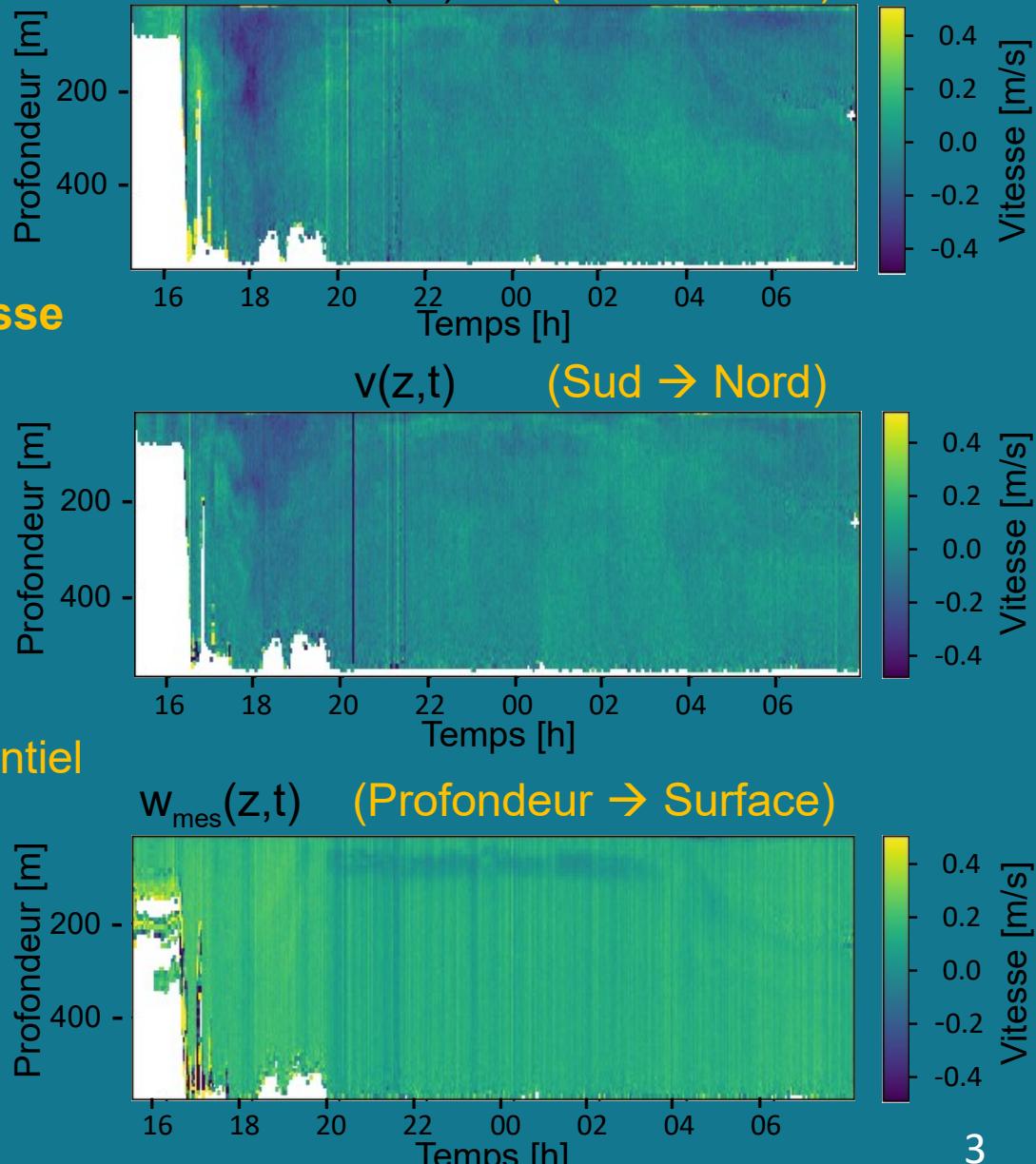


## Mesures prises par ADCP de coque



Correction de la vitesse  
du bateau

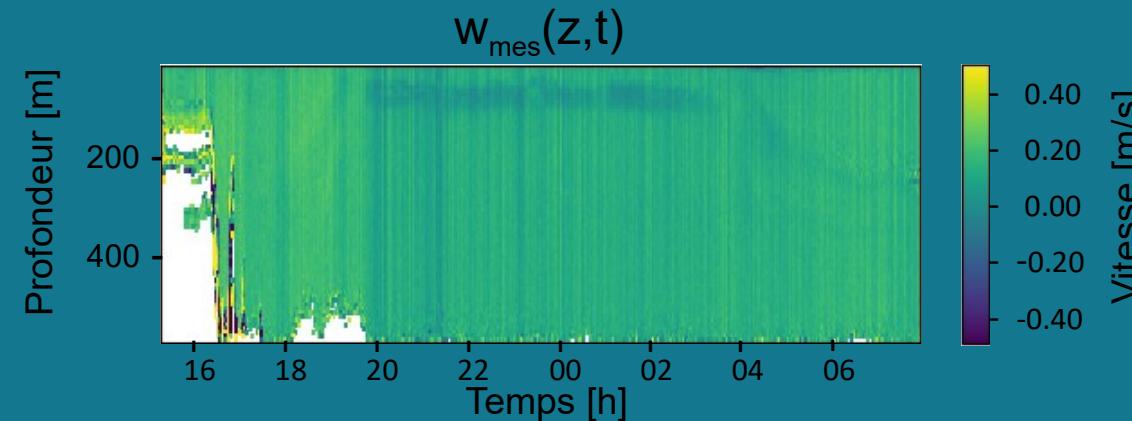
Changement de référentiel



➤ **1<sup>er</sup> objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

➤ 1<sup>er</sup> objectif : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

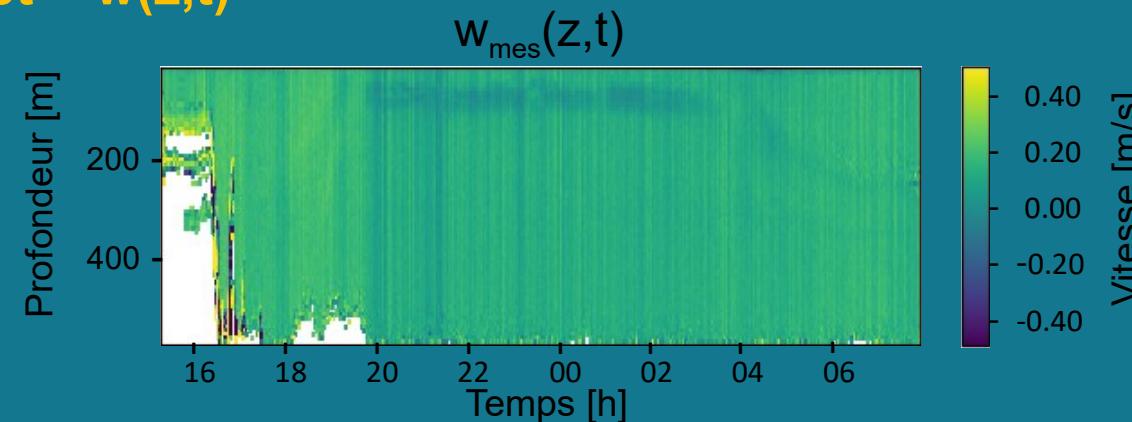
### Correction de la vitesse du bateau



➤ 1<sup>er</sup> objectif : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

### Correction de la vitesse du bateau

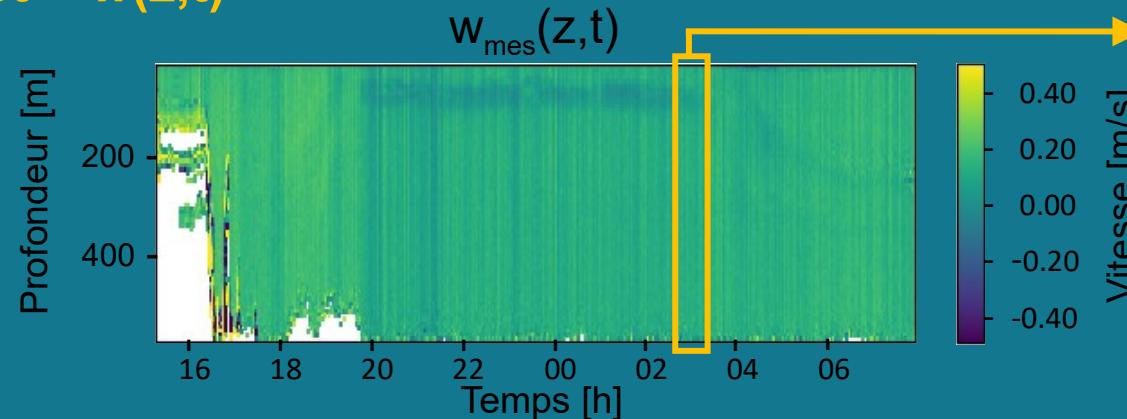
Hypothèse :  $w_{bateau}(t) = \text{cste}$  et  $w(z,t) > w_{bateau}(t)$



➤ 1<sup>er</sup> objectif : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

### Correction de la vitesse du bateau

Hypothèse :  $w_{bateau}(t) = \text{cste}$  et  $> w(z,t)$

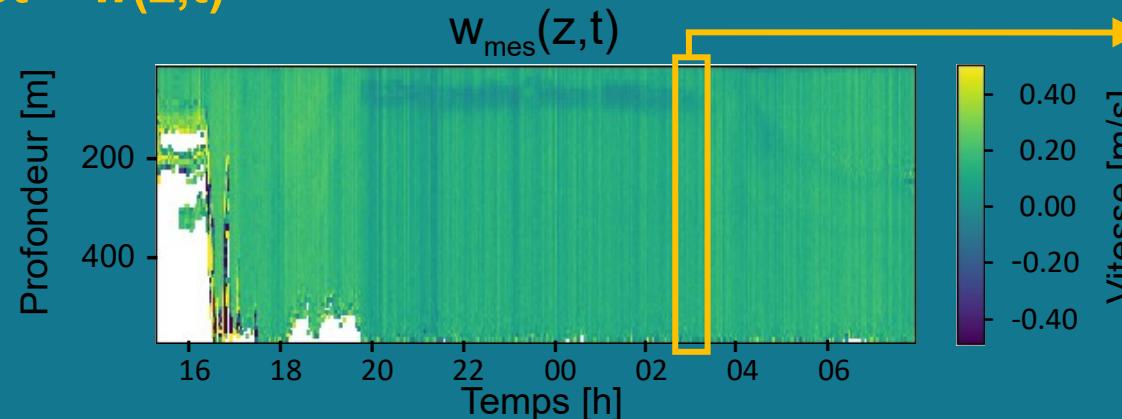


Moyenne sur la verticale  
des  $w_{mes}(z,t)$   
à chaque instant t  
 $= w_{bateau}(t)$

➤ 1<sup>er</sup> objectif : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

### Correction de la vitesse du bateau

Hypothèse :  $w_{bateau}(t) = \text{cste}$  et  $> w(z,t)$



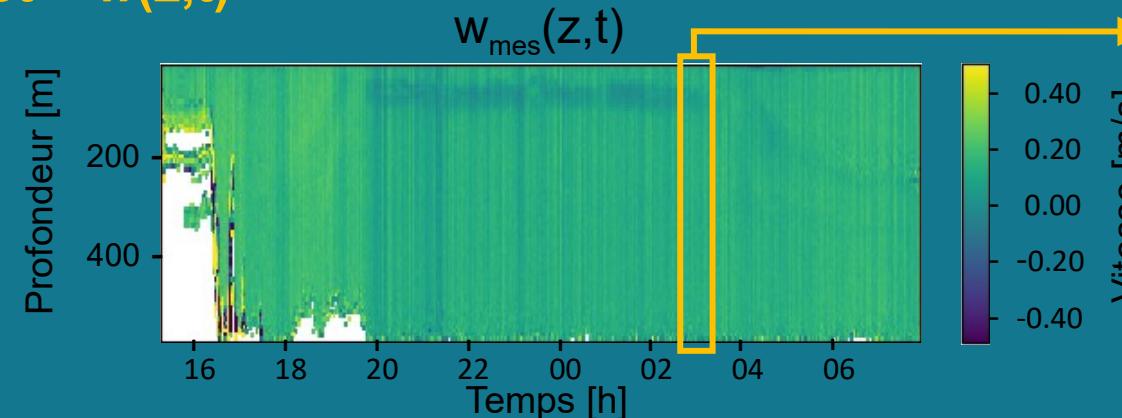
$$w(z,t) = w_{mes}(z,t) - w_{bateau}(t)$$

Moyenne sur la verticale  
des  $w_{mes}(z,t)$   
à chaque instant t  
=  $w_{bateau}(t)$

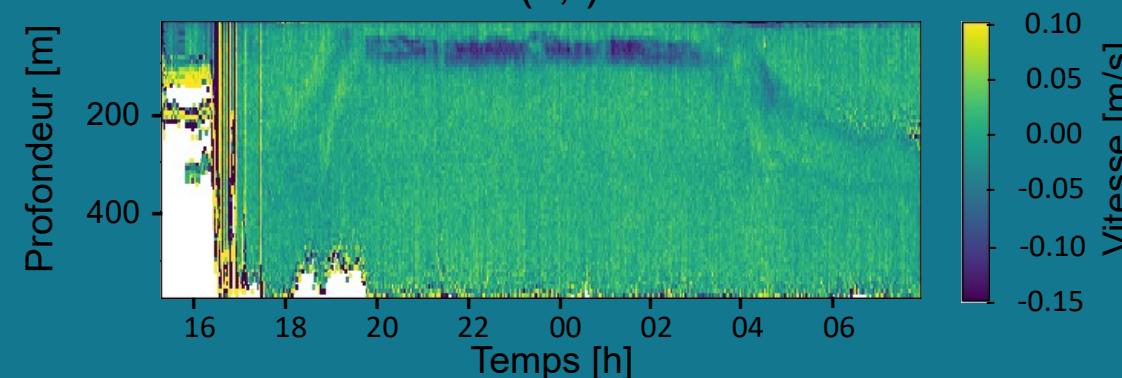
➤ 1<sup>er</sup> objectif : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

Correction de la vitesse du bateau

Hypothèse :  $w_{bateau}(t) = \text{cste}$  et  $> w(z,t)$



$$w(z,t) = w_{mes}(z,t) - w_{bateau}(t)$$



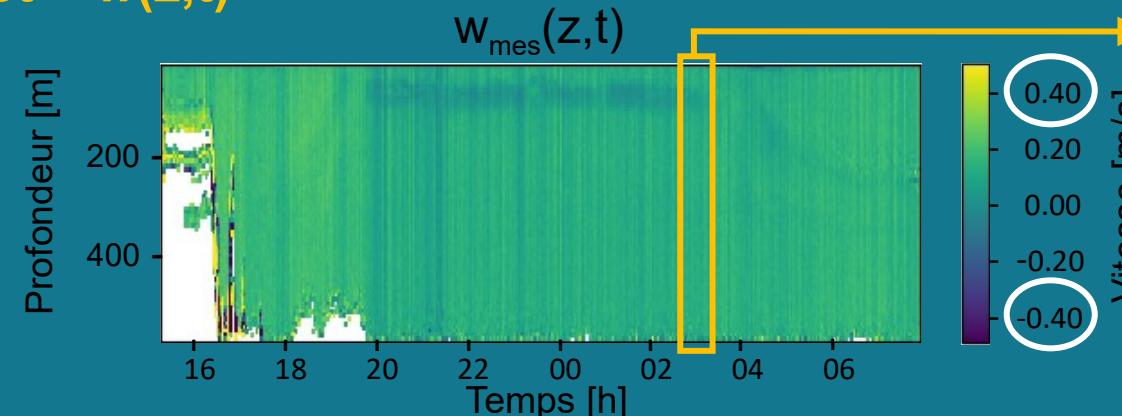
Moyenne sur la verticale  
des  $w_{mes}(z,t)$   
à chaque instant  $t$   
=  $w_{bateau}(t)$

Fig.4 Composante verticale  $w$  avant et après correction de la vitesse du bateau

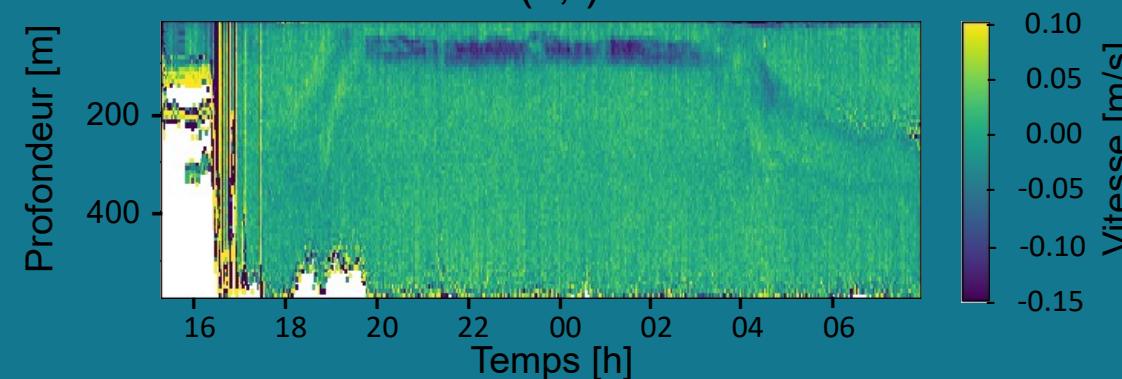
➤ 1<sup>er</sup> objectif : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

Correction de la vitesse du bateau

Hypothèse :  $w_{bateau}(t) = \text{cste}$  et  $> w(z,t)$



$$w(z,t) = w_{mes}(z,t) - w_{bateau}(t)$$



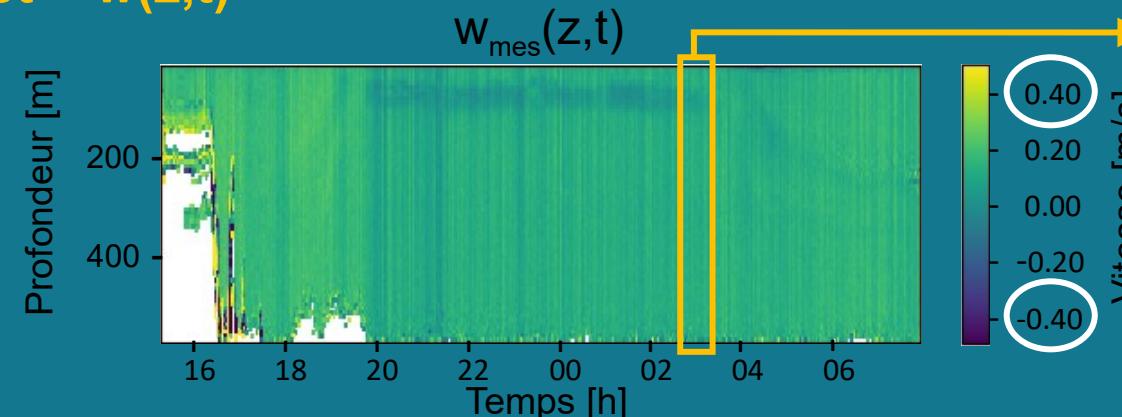
Moyenne sur la verticale  
des  $w_{mes}(z,t)$   
à chaque instant  $t$   
=  $w_{bateau}(t)$

Fig.4 Composante verticale  $w$  avant et après correction de la vitesse du bateau

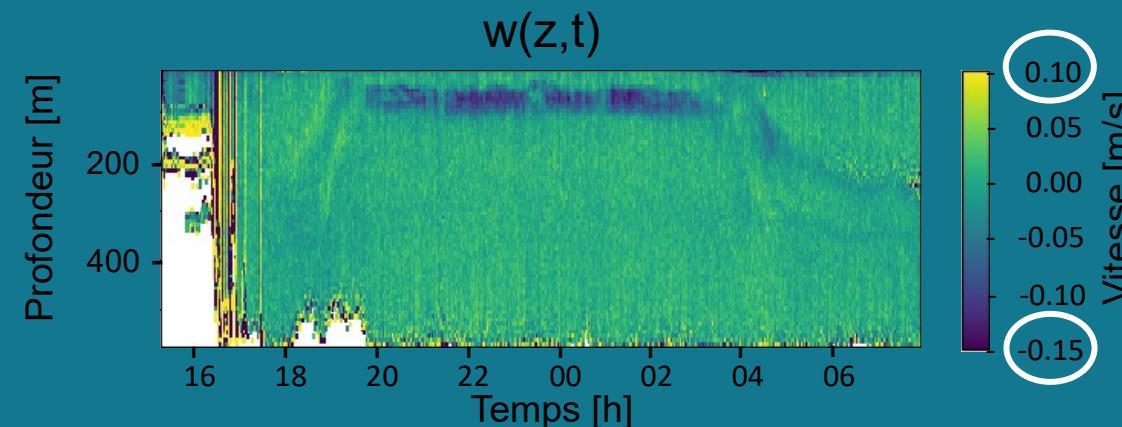
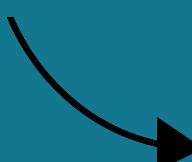
➤ 1<sup>er</sup> objectif : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

Correction de la vitesse du bateau

Hypothèse :  $w_{bateau}(t) = \text{cste}$  et  $> w(z,t)$



$$w(z,t) = w_{mes}(z,t) - w_{bateau}(t)$$



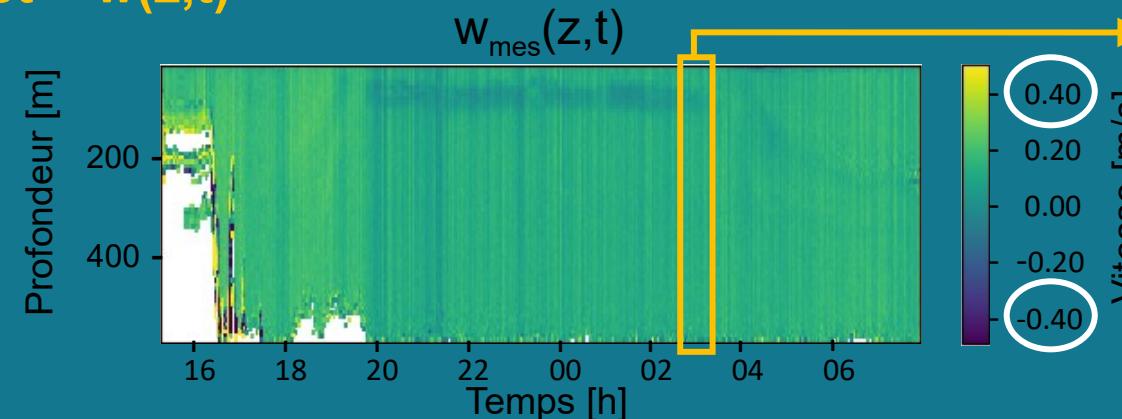
Moyenne sur la verticale  
des  $w_{mes}(z,t)$   
à chaque instant  $t$   
=  $w_{bateau}(t)$

Fig.4 Composante verticale  $w$  avant et après correction de la vitesse du bateau

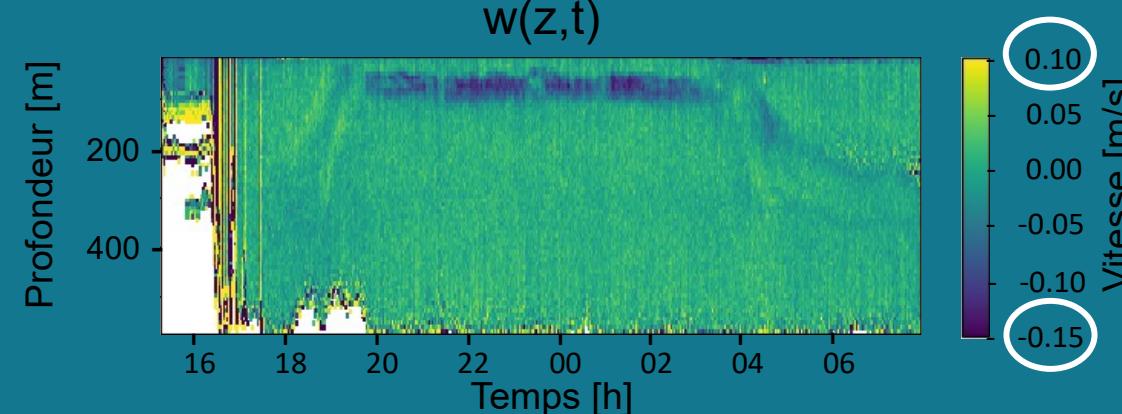
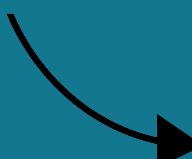
➤ 1<sup>er</sup> objectif : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

Correction de la vitesse du bateau

Hypothèse :  $w_{bateau}(t) = \text{cste}$  et  $> w(z,t)$



$$w(z,t) = w_{mes}(z,t) - w_{bateau}(t)$$

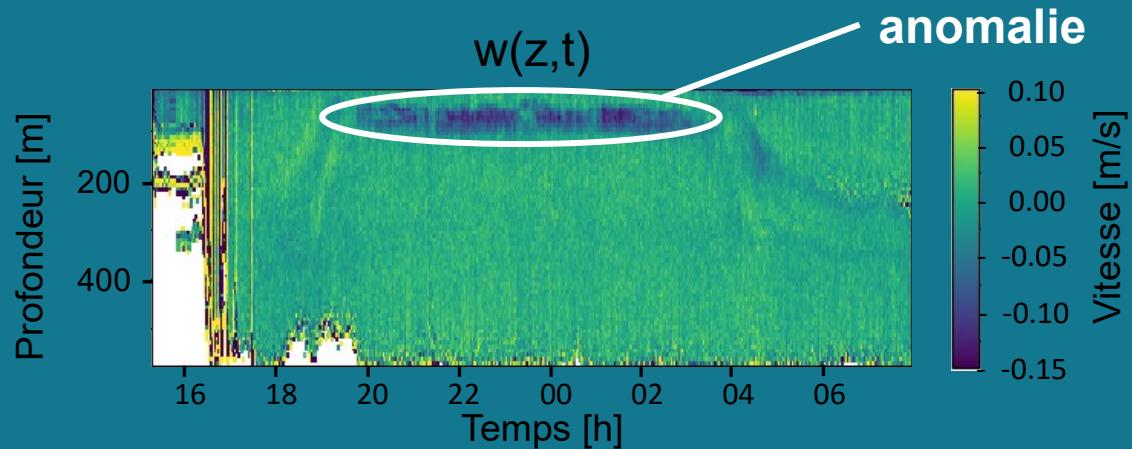


Moyenne sur la verticale  
des  $w_{mes}(z,t)$   
à chaque instant  $t$   
=  $w_{bateau}(t)$

➤ 1<sup>er</sup> objectif accompli  
Obtention de la vitesse  
verticale du courant  $w(z,t)$

Fig.4 Composante verticale  $w$  avant et après correction de la vitesse du bateau

➤ 2<sup>ème</sup> objectif : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales



➤ 2<sup>ème</sup> objectif : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

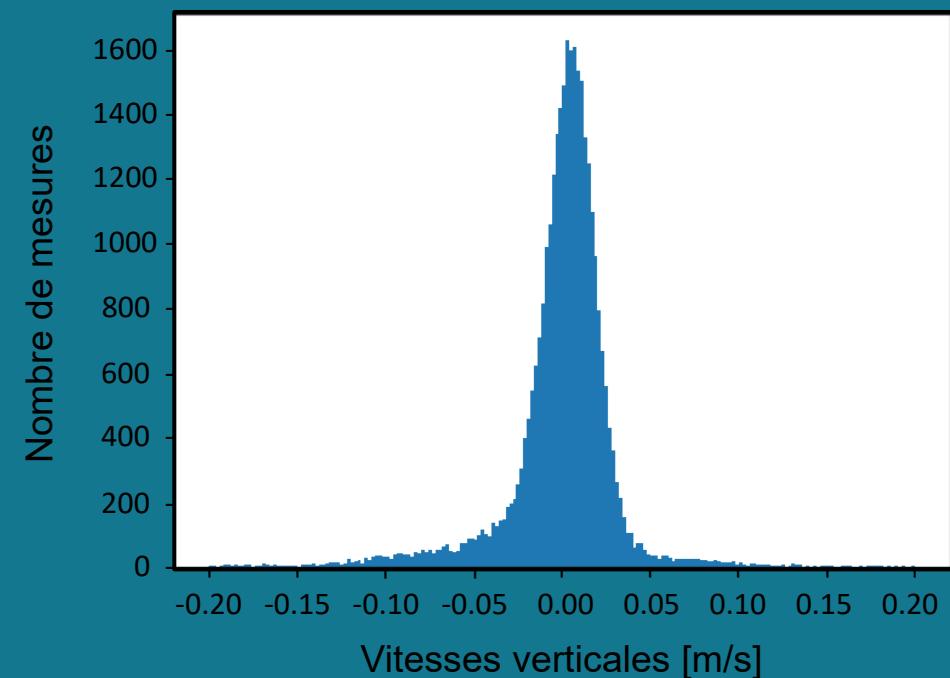
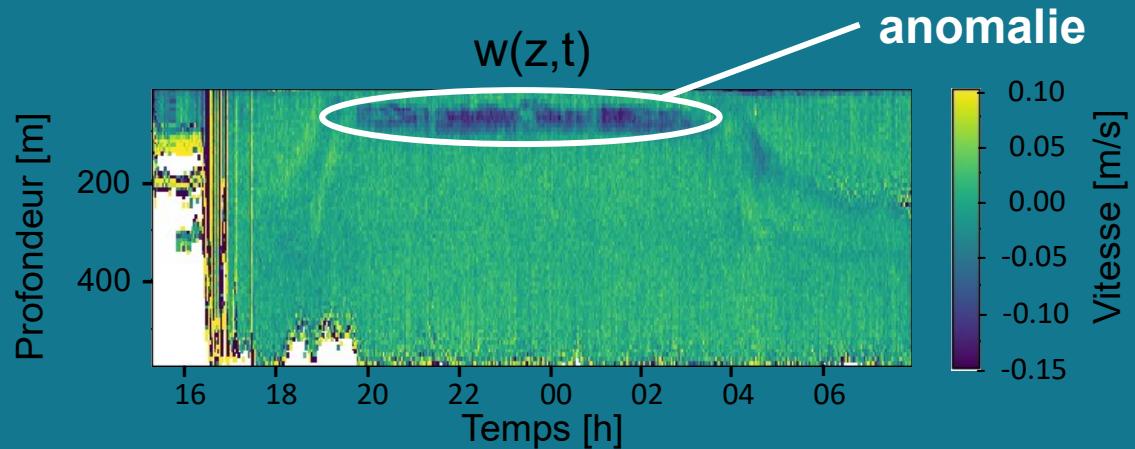


Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

➤ 2<sup>ème</sup> objectif : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

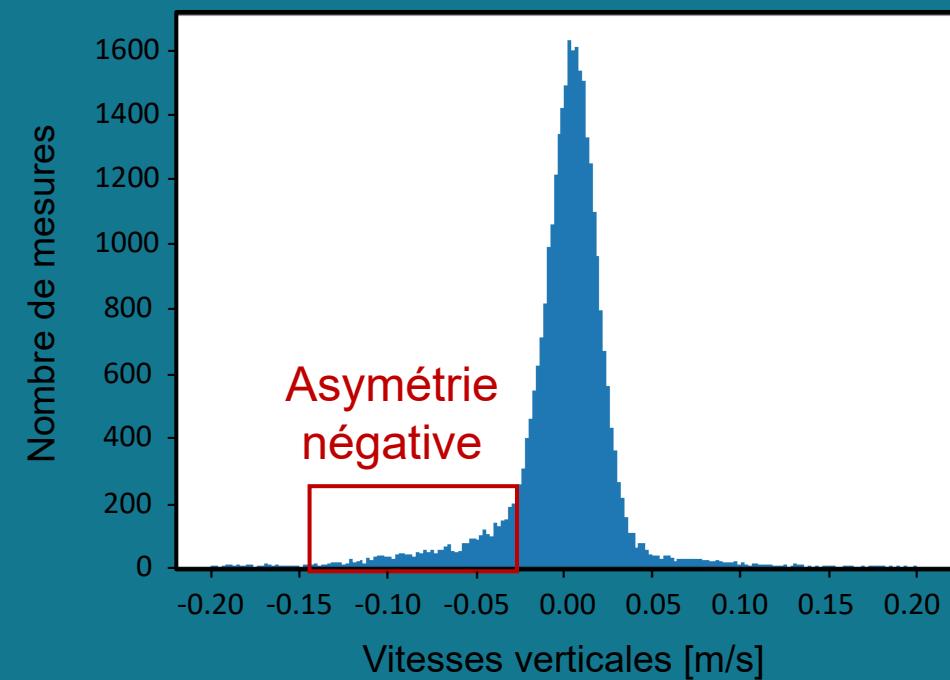
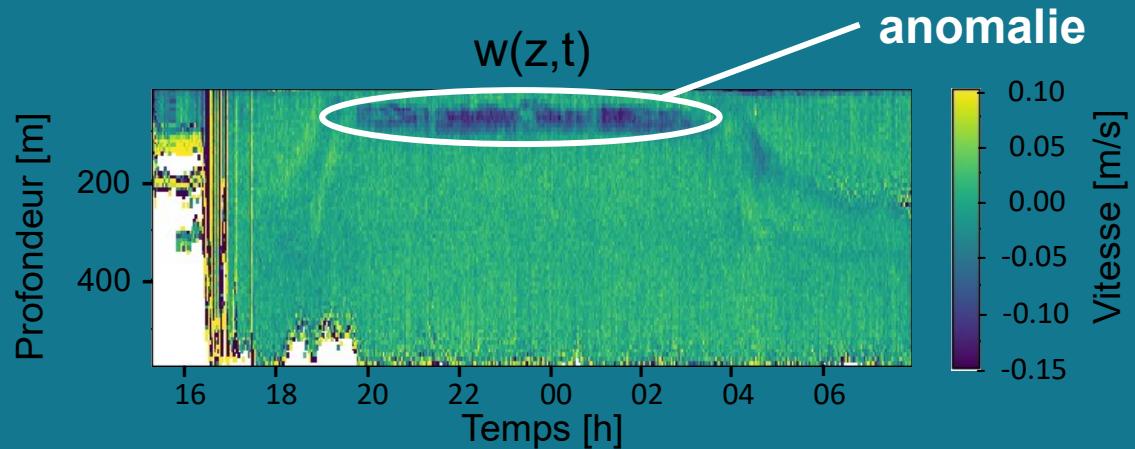


Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

➤ 2<sup>ème</sup> objectif : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

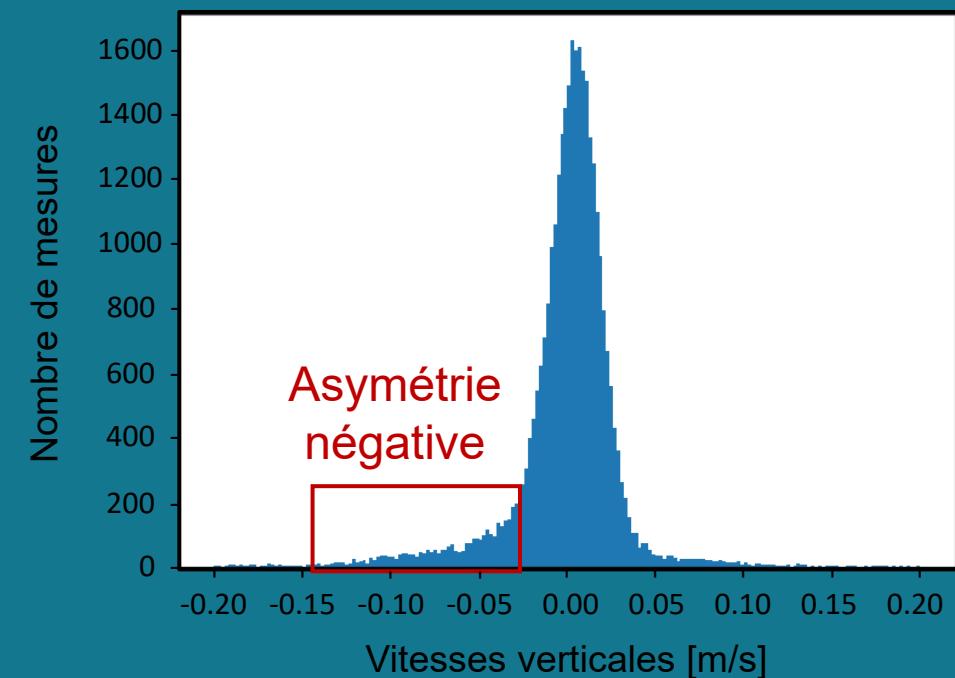
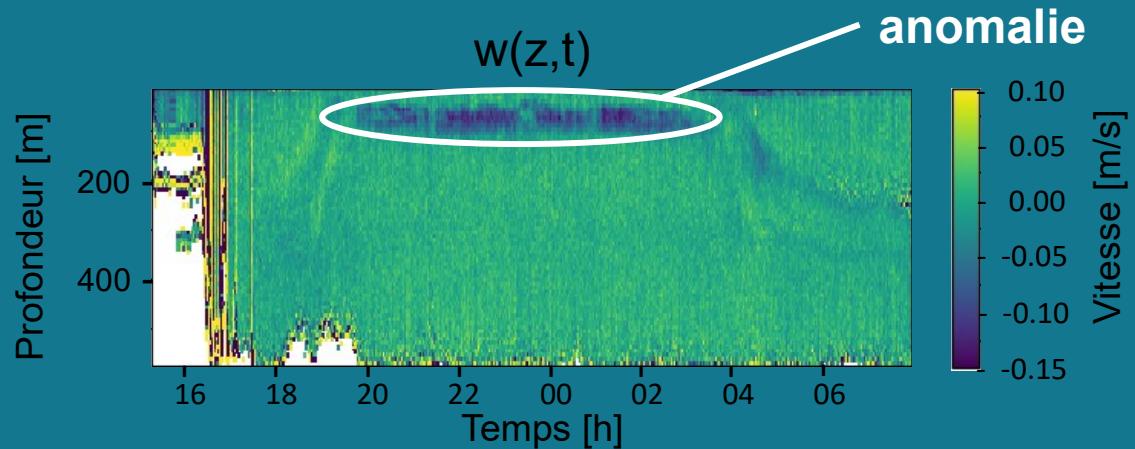


Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

→ Seuil de - 3 cm/s

➤ 2<sup>ème</sup> objectif : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

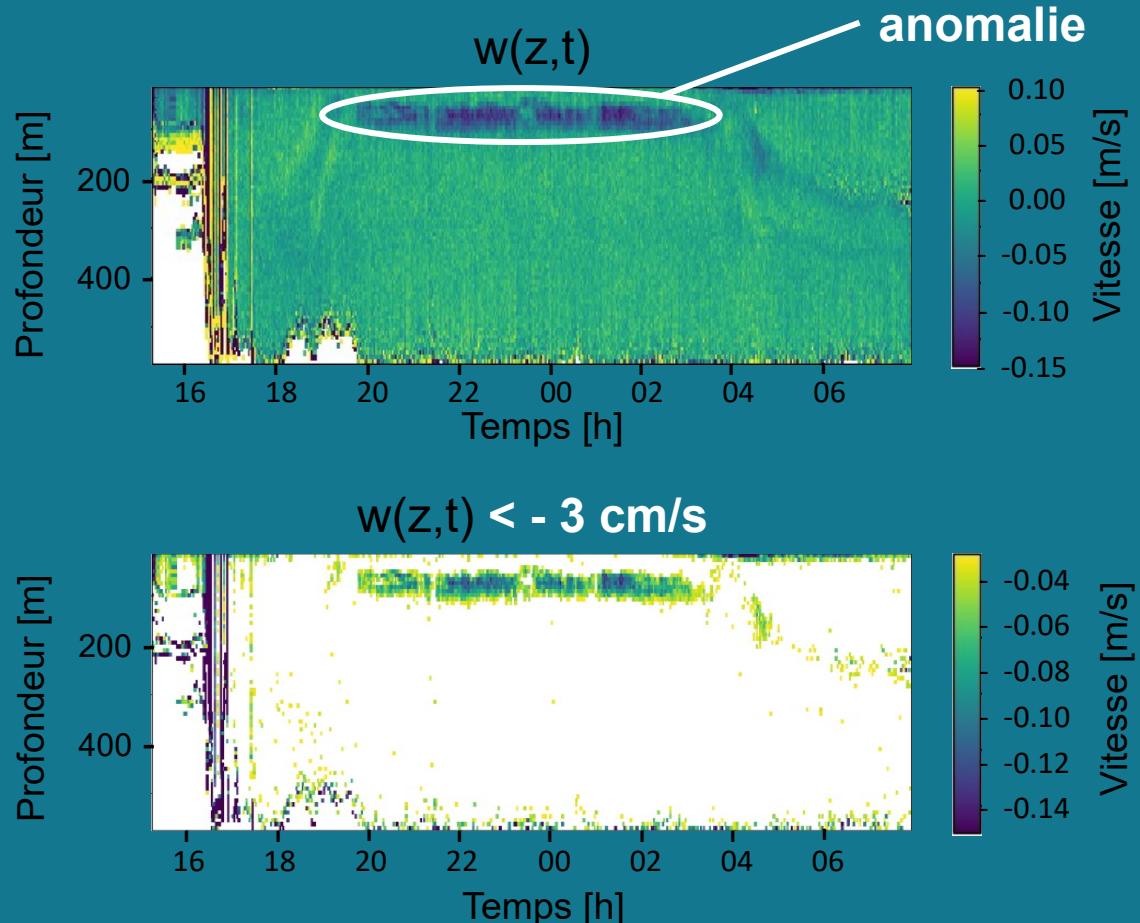


Fig.6 Vitesses verticales en-dessous de -3 cm/s

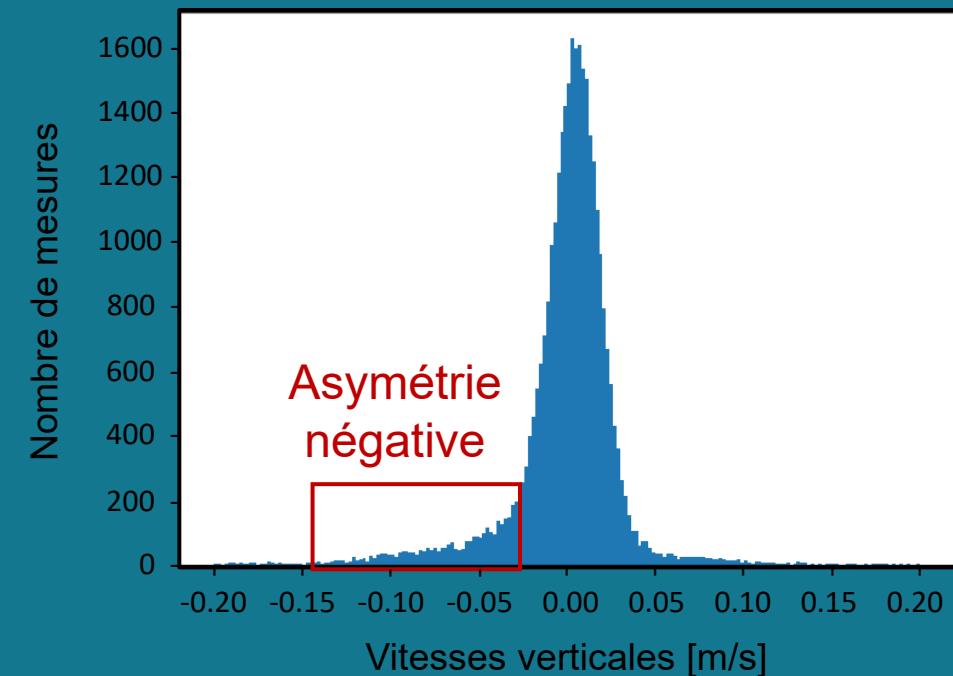


Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

→ Seuil de - 3 cm/s

➤ 2<sup>ème</sup> objectif : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

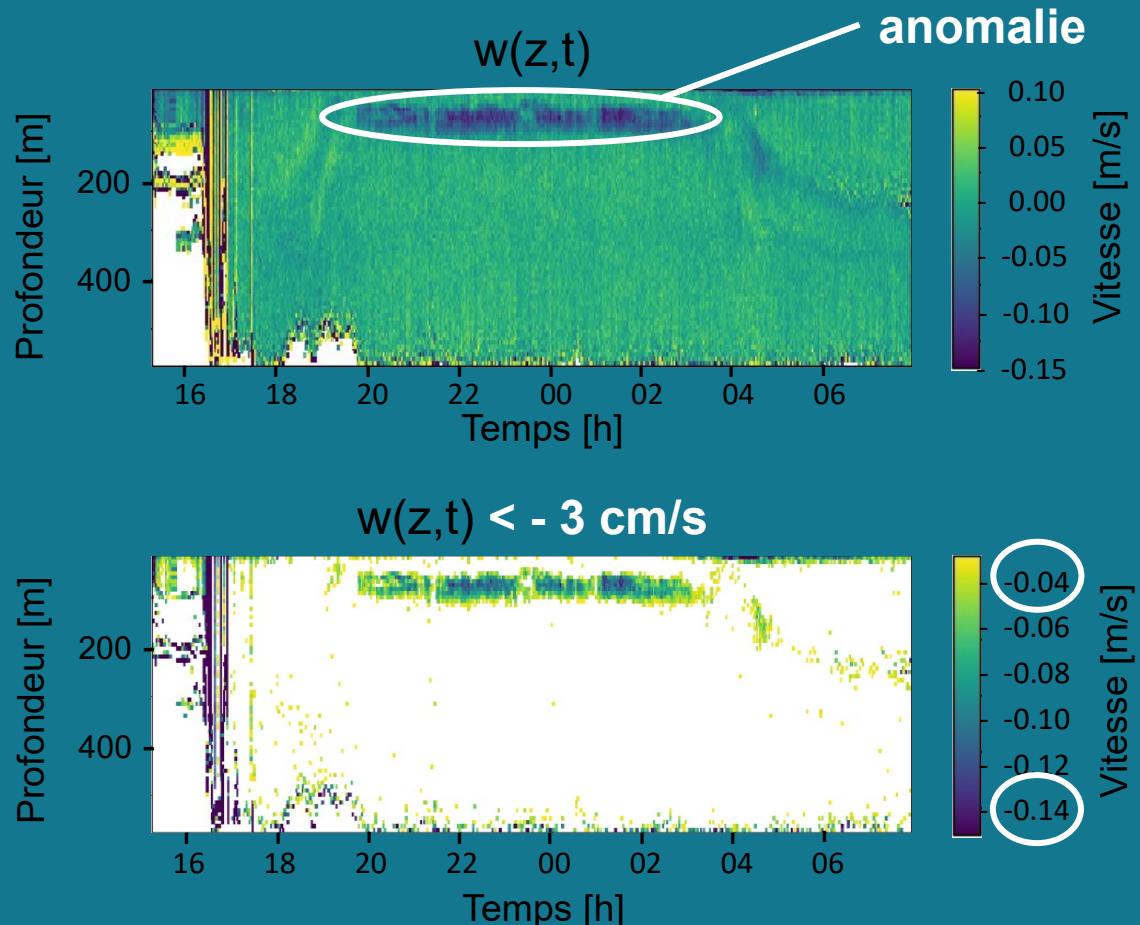


Fig.6 Vitesses verticales en-dessous de -3 cm/s

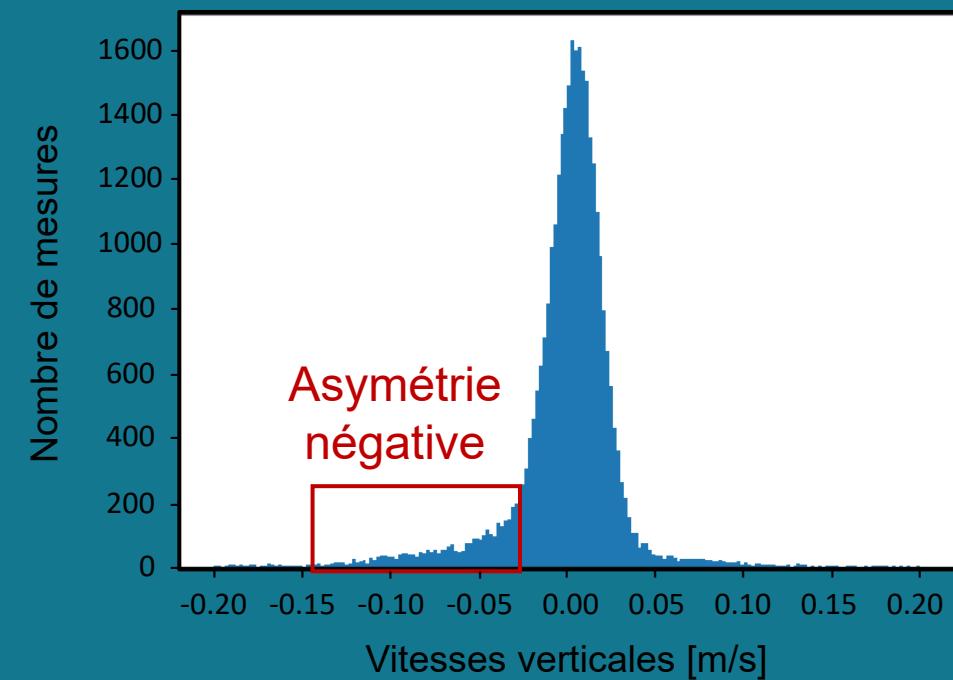


Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

→ Seuil de - 3 cm/s

➤ 2<sup>ème</sup> objectif : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

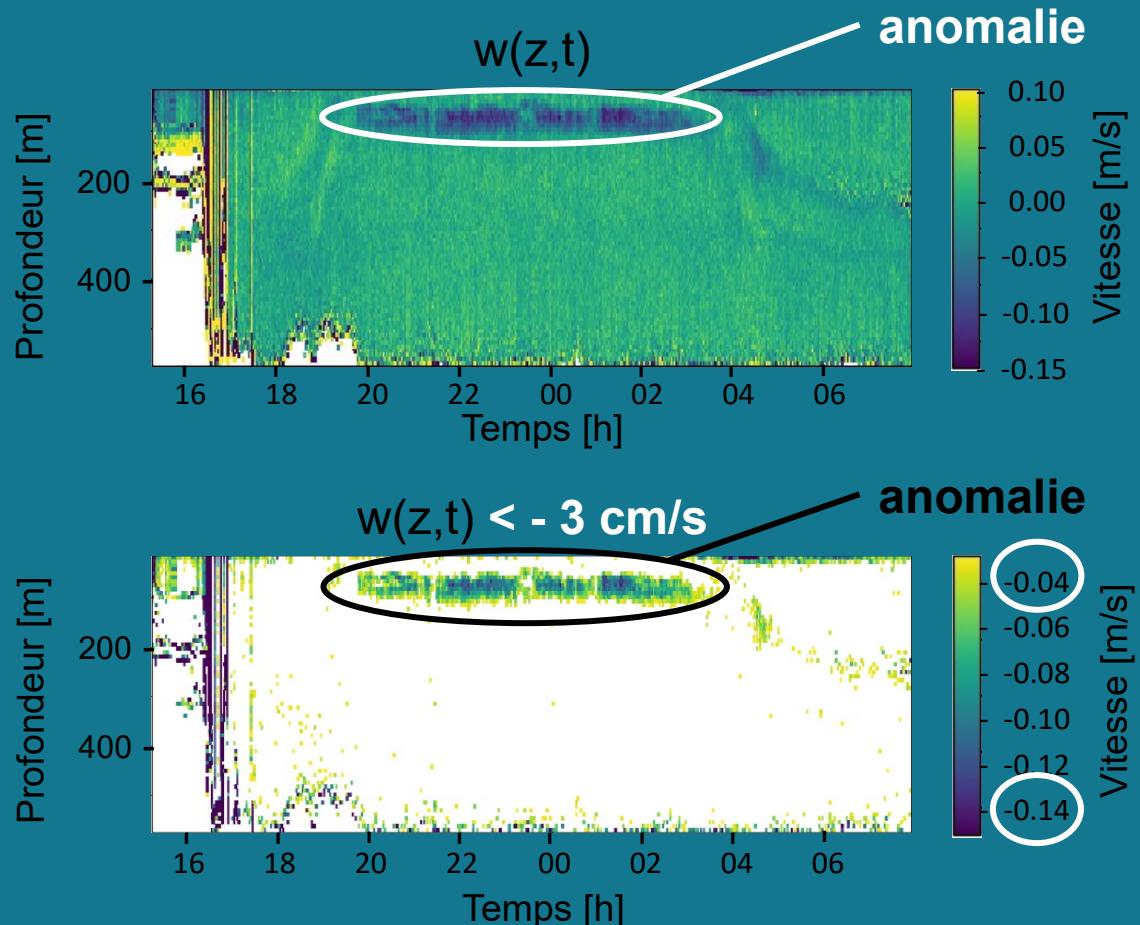


Fig.6 Vitesses verticales en-dessous de -3 cm/s

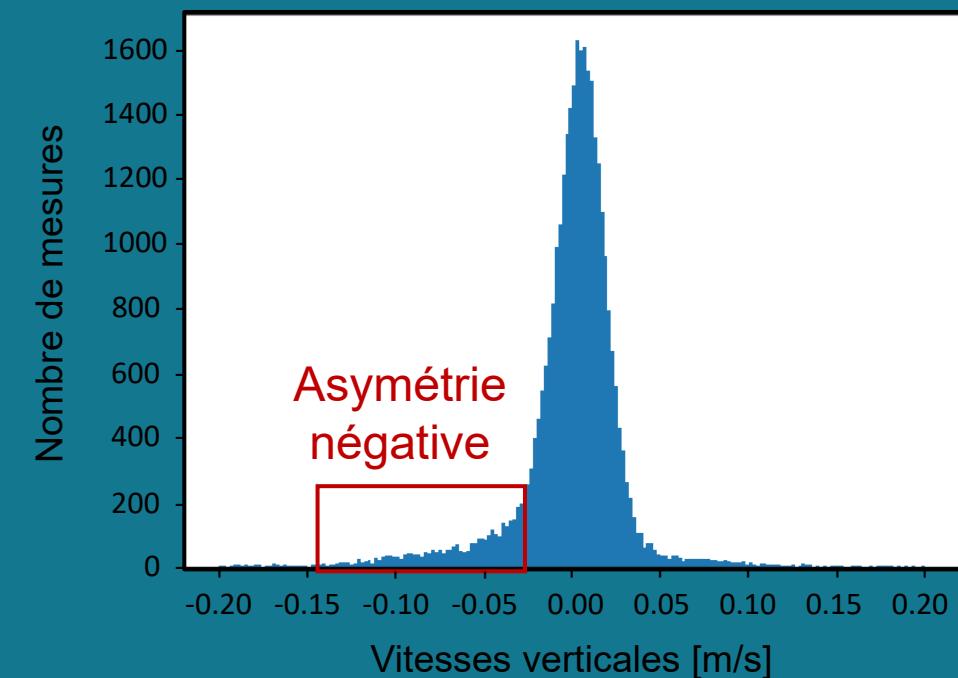
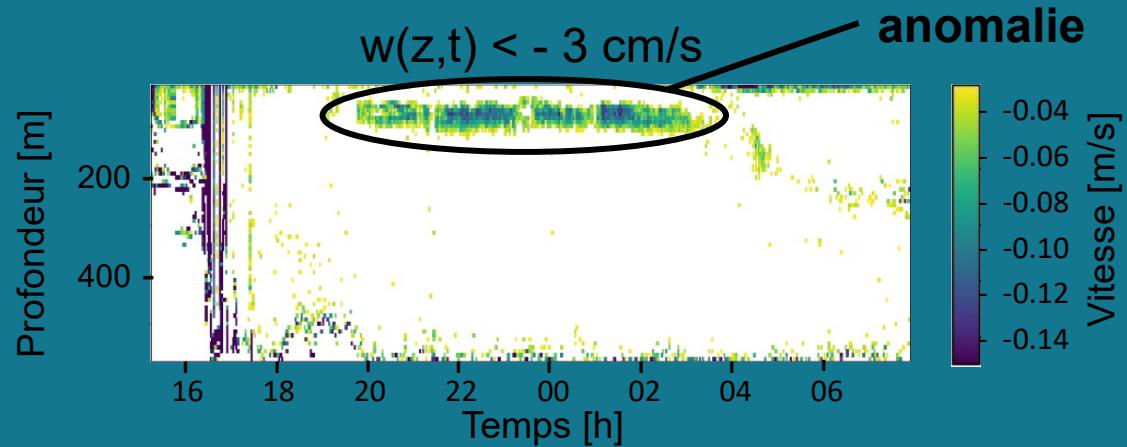


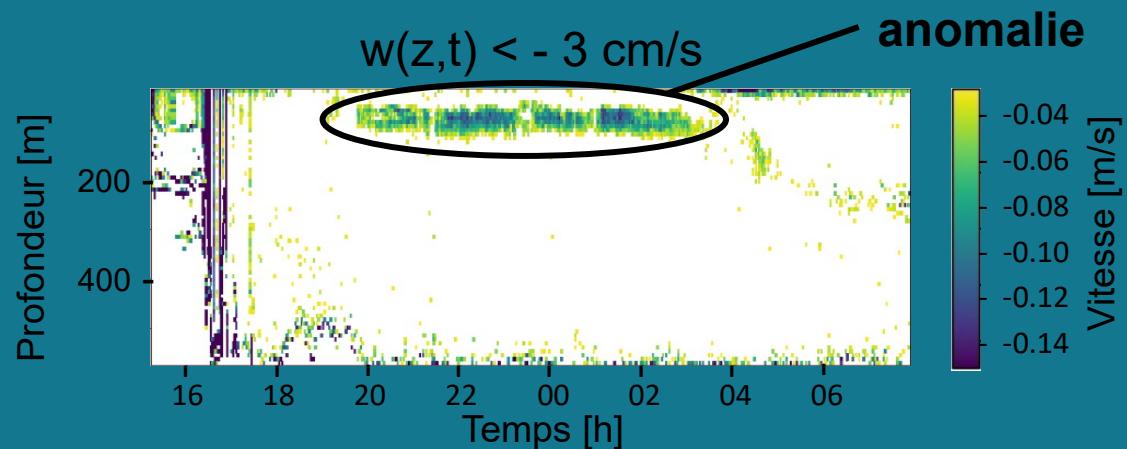
Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

→ Seuil de - 3 cm/s

➤ 2<sup>ème</sup> objectif : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales



➤ 2<sup>ème</sup> objectif : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales



Méthode de test de regroupement

2 critères :

- fenêtre coulissante
- + 70% < -3 cm/s

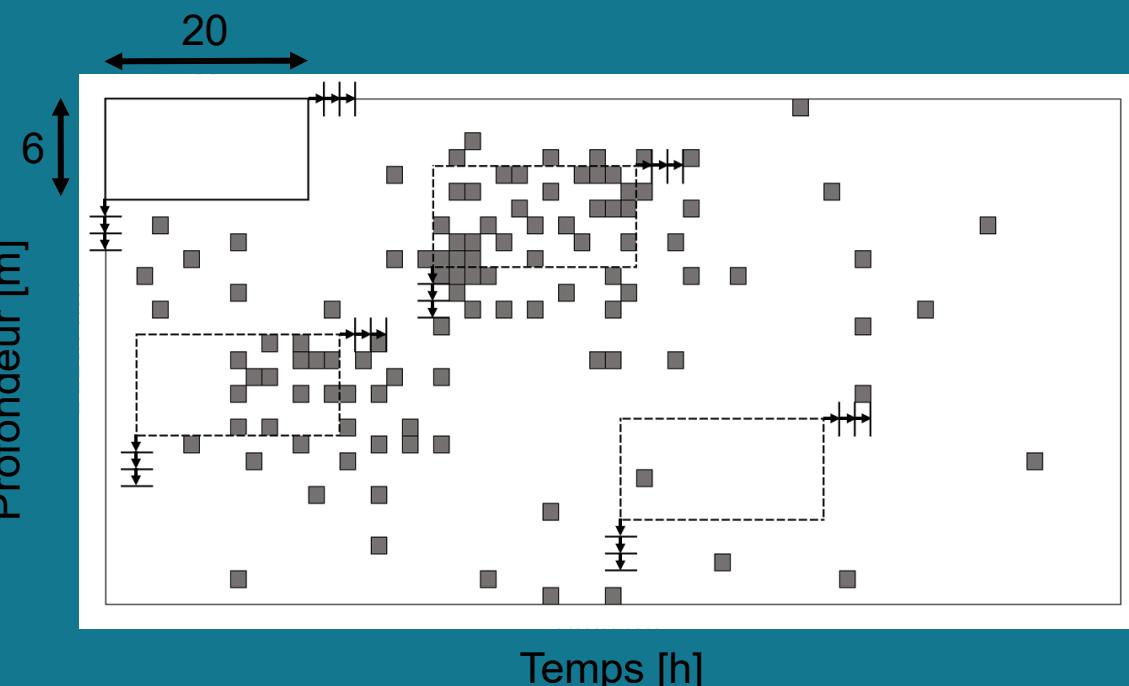


Fig.7 Schéma de la méthode de test de regroupement

➤ 2<sup>ème</sup> objectif : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

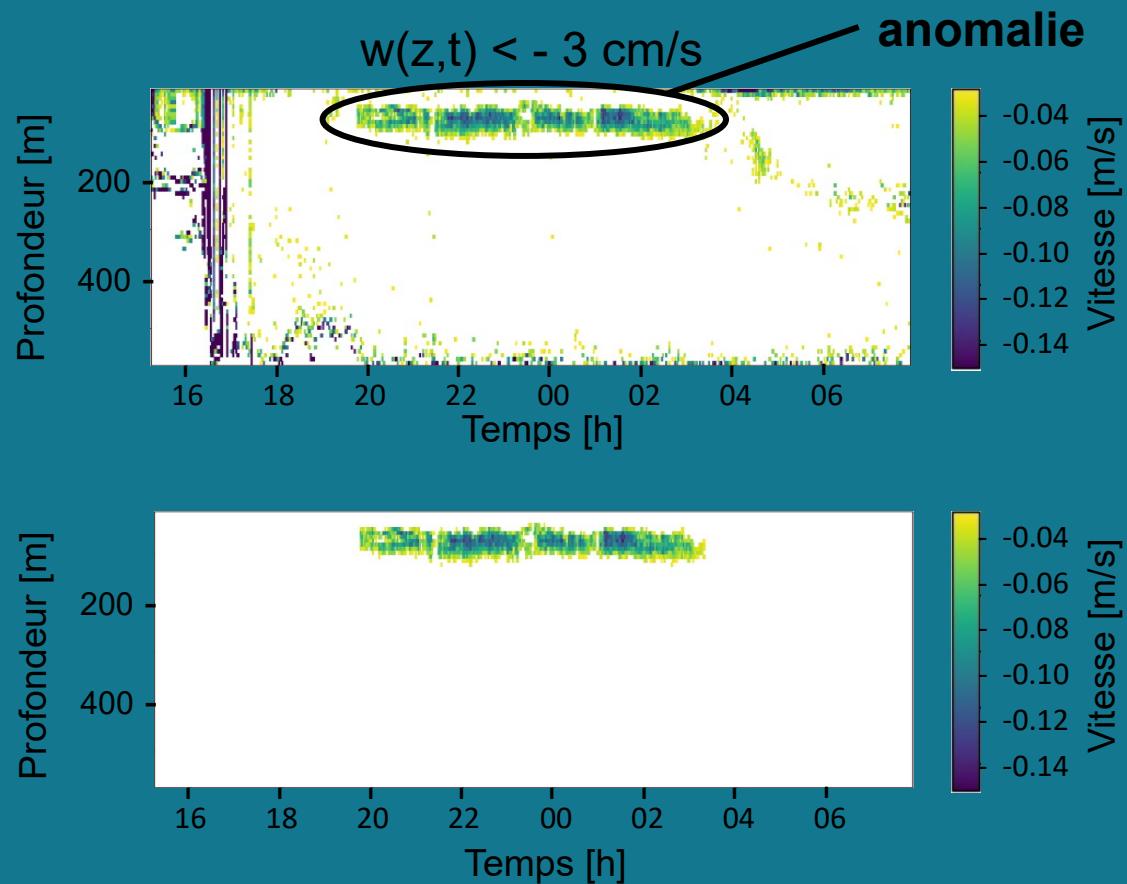


Fig.8 Anomalie obtenue après application de la méthode de test de regroupement

Méthode de test de regroupement

2 critères :

- fenêtre coulissante
- + 70% < -3 cm/s

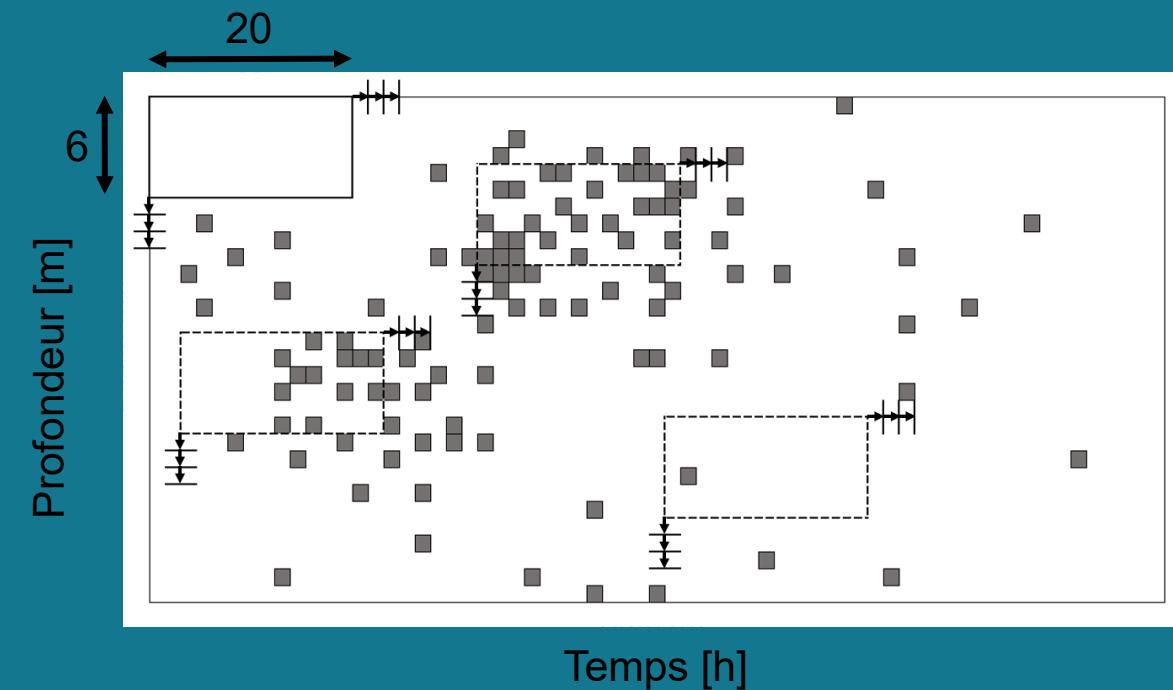


Fig.7 Schéma de la méthode de test de regroupement

➤ **3<sup>ème</sup> objectif** : identifier la source de ces anomalies

Histogrammes avec et sans anomalie

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies

Histogrammes avec et sans anomalie

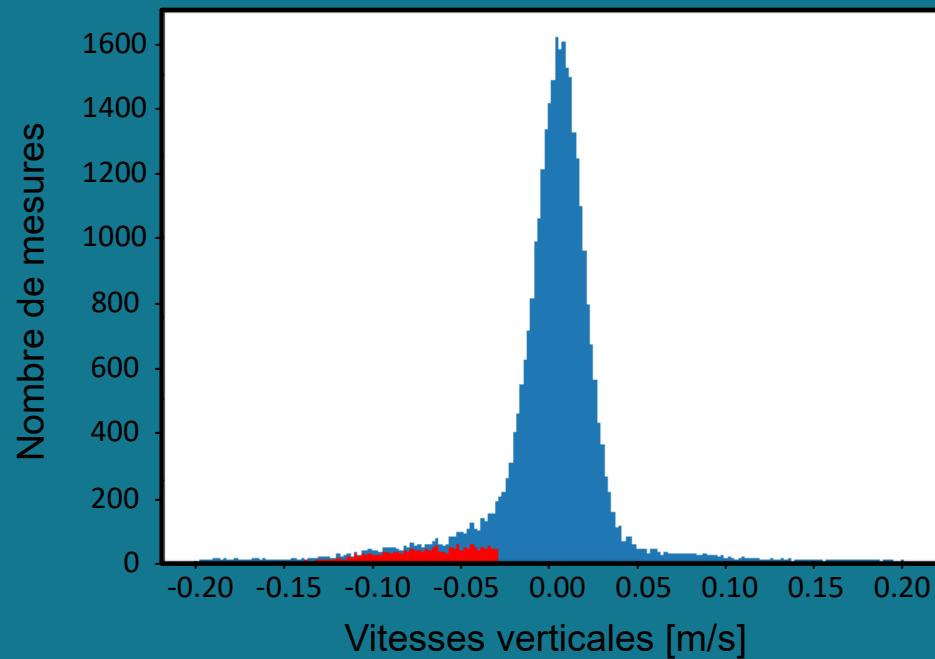


Fig.9 Histogramme asymétrique du fait de l'anomalie

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies

### Histogrammes avec et sans anomalie

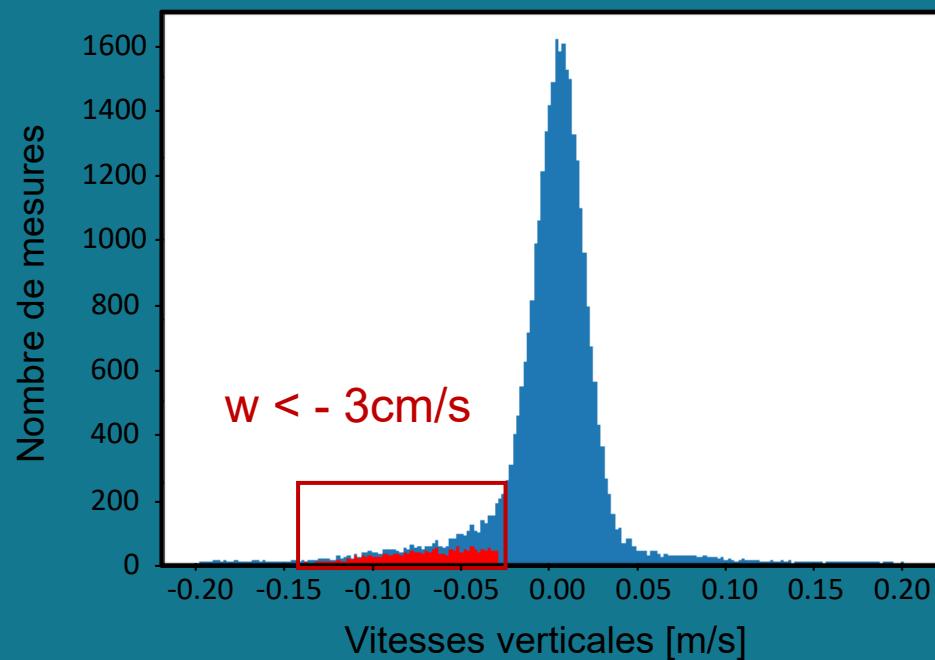


Fig.9 Histogramme asymétrique du fait de l'anomalie

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies

### Histogrammes avec et sans anomalie

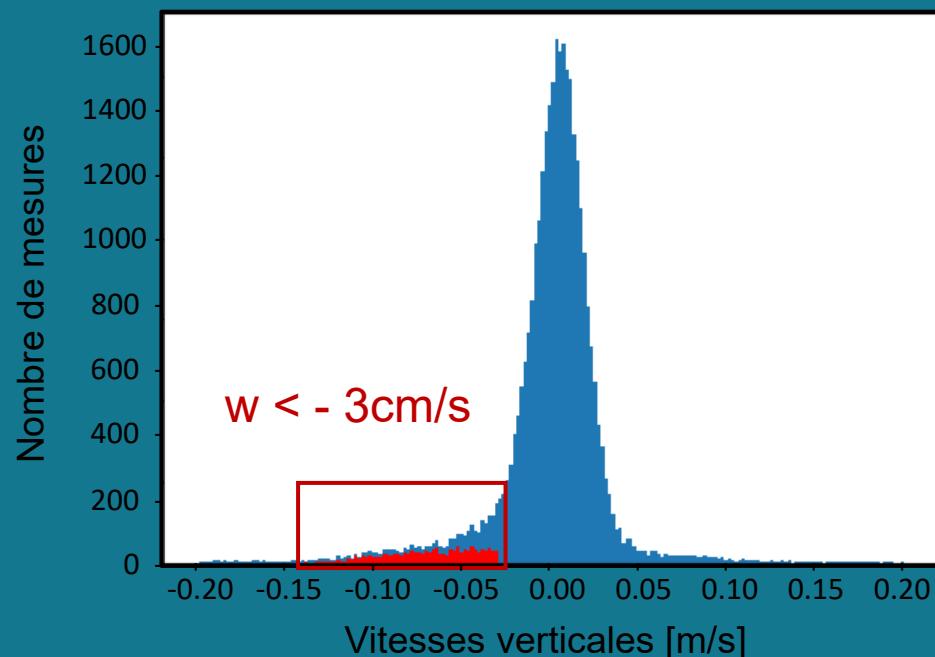


Fig.9 Histogramme asymétrique du fait de l'anomalie

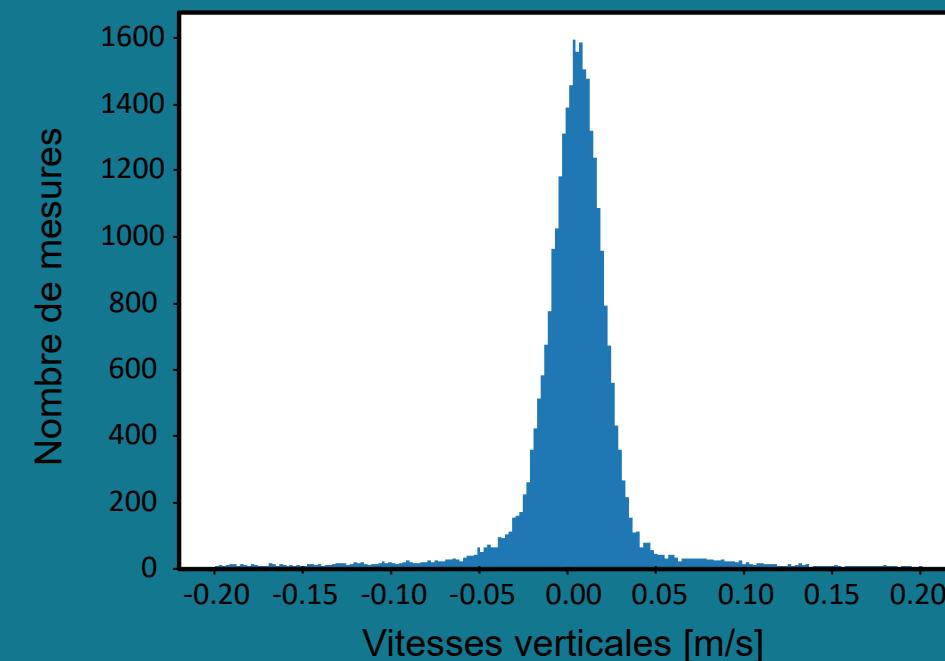


Fig.10 Histogramme sans l'anomalie, mieux centré sur 0

➤ **3<sup>ème</sup> objectif** : identifier la source de ces anomalies

Caractéristiques de l'anomalie du transect 1

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies

### Caractéristiques de l'anomalie du transect 1

#### Spatiales

FUMSECK cruise – April 30 to May 01, 2019

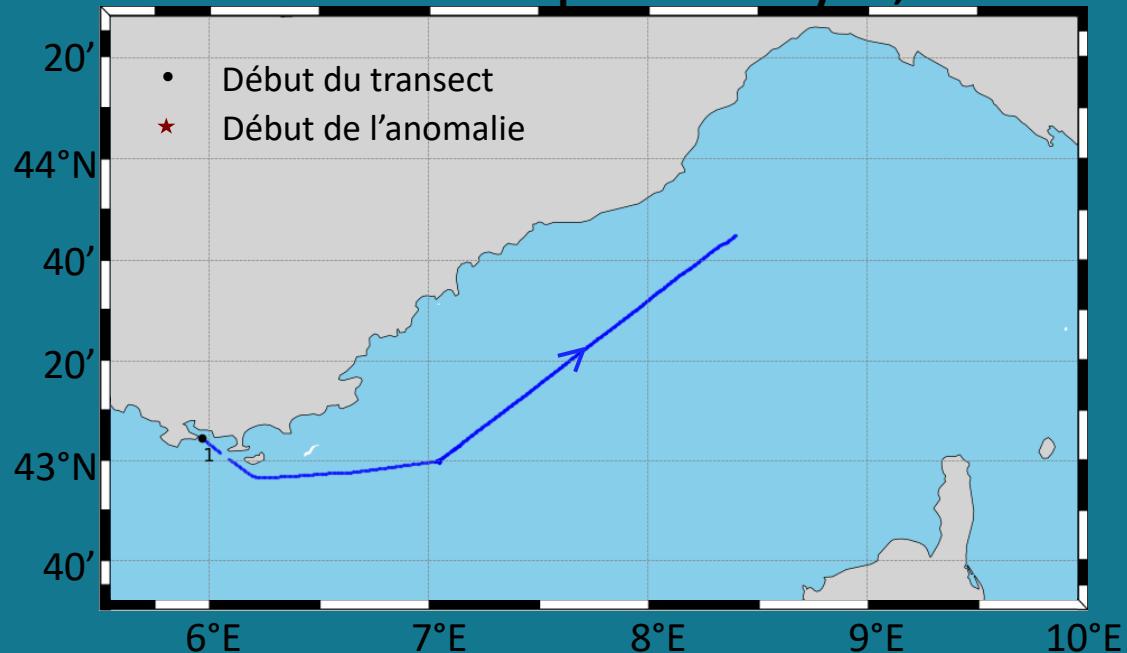


Fig.11 Carte du 1<sup>er</sup> transect

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies

### Caractéristiques de l'anomalie du transect 1

#### Spatiales

FUMSECK cruise – April 30 to May 01, 2019

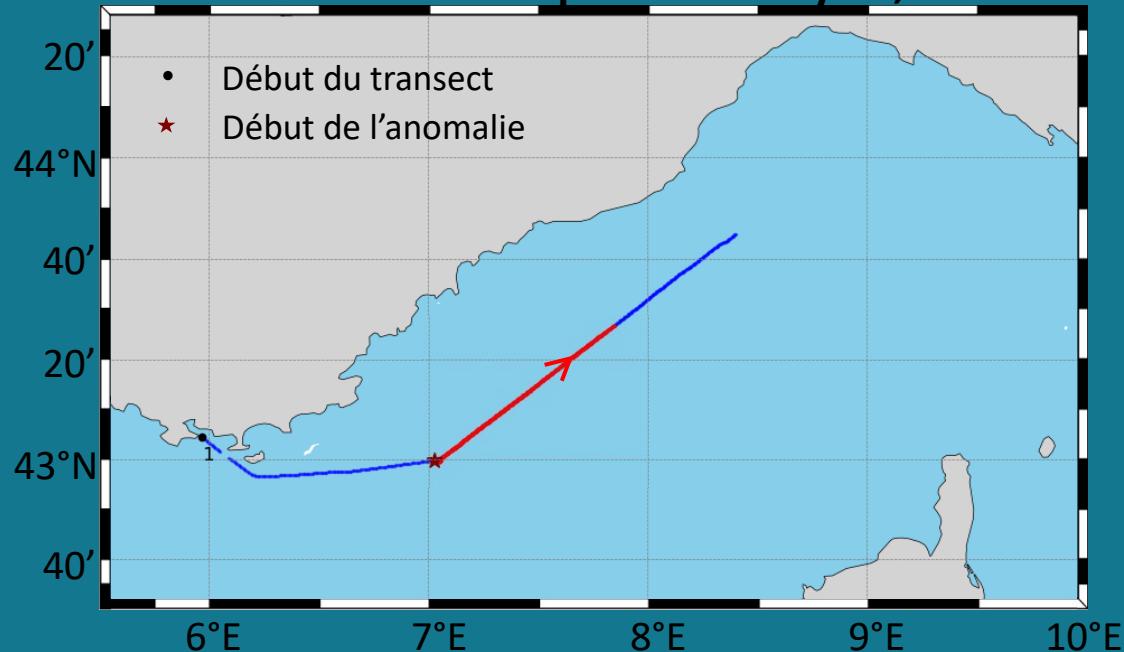
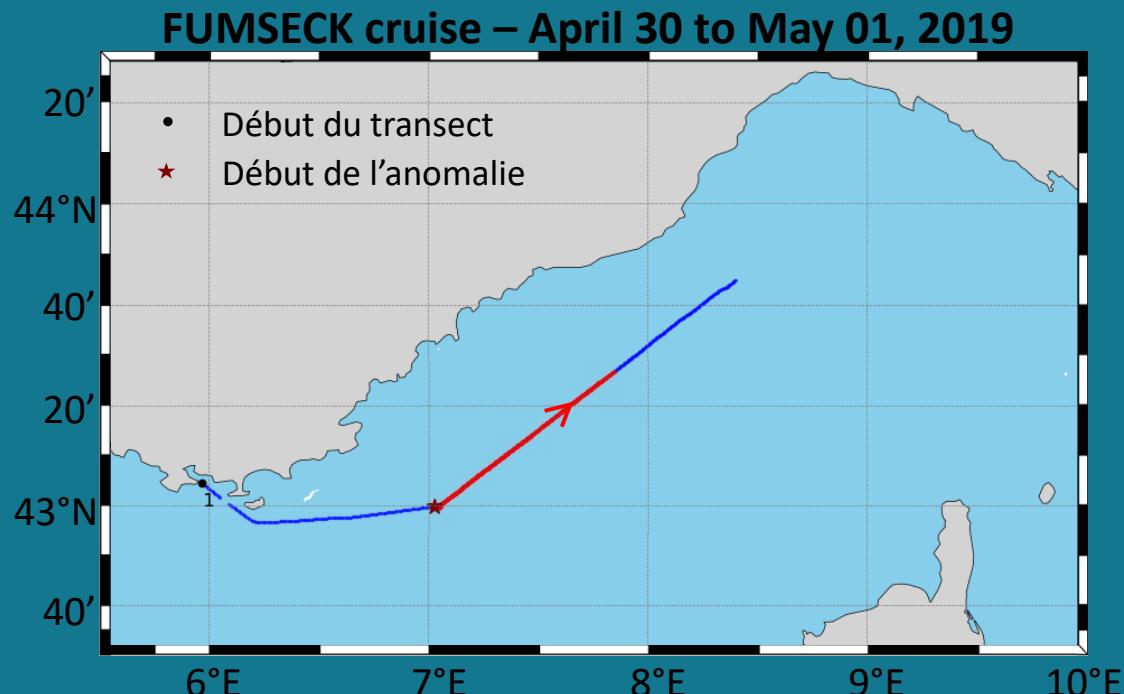


Fig.11 Carte du 1<sup>er</sup> transect et position de l'anomalie en rouge

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies

### Caractéristiques de l'anomalie du transect 1

#### Spatiales



#### Temporelles

Durée de l'anomalie : 07h32'

Début : 19:46

Fin : 03:18

Profondeur moyenne : 80 m

Vitesse moyenne : - 7 cm/s

Fig.11 Carte du 1<sup>er</sup> transect et position de l'anomalie en rouge

➤ **3<sup>ème</sup> objectif** : identifier la source de ces anomalies

Caractéristiques des anomalies sur toute la campagne

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies

Caractéristiques des anomalies sur toute la campagne

Spatiales

FUMSECK cruise – April 30 to May 07, 2019

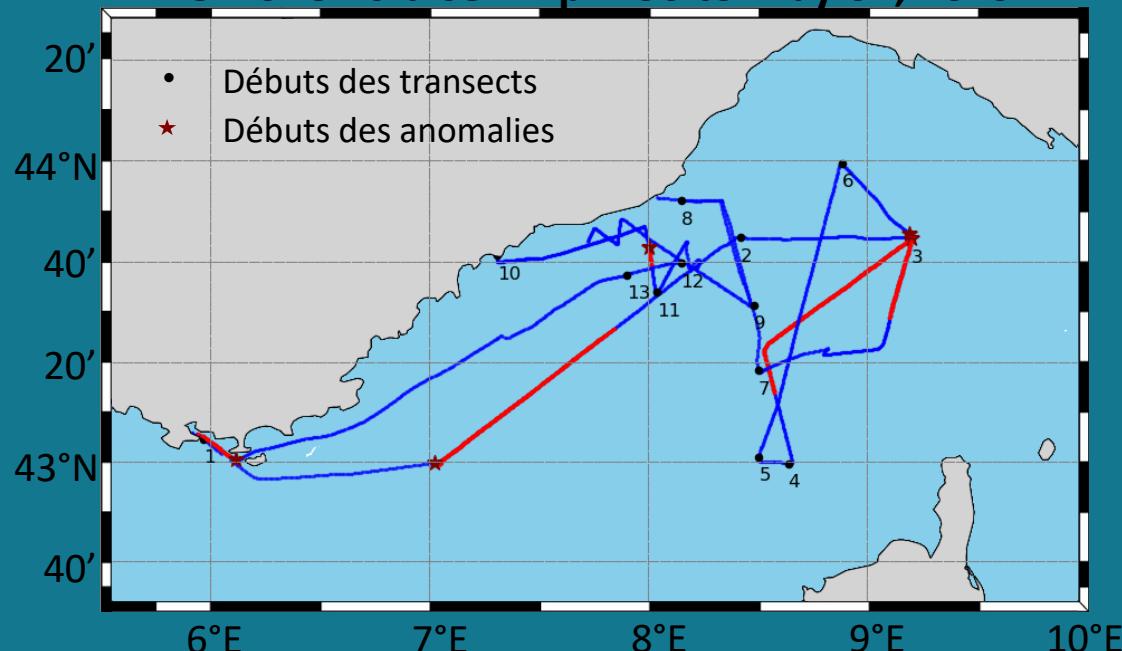
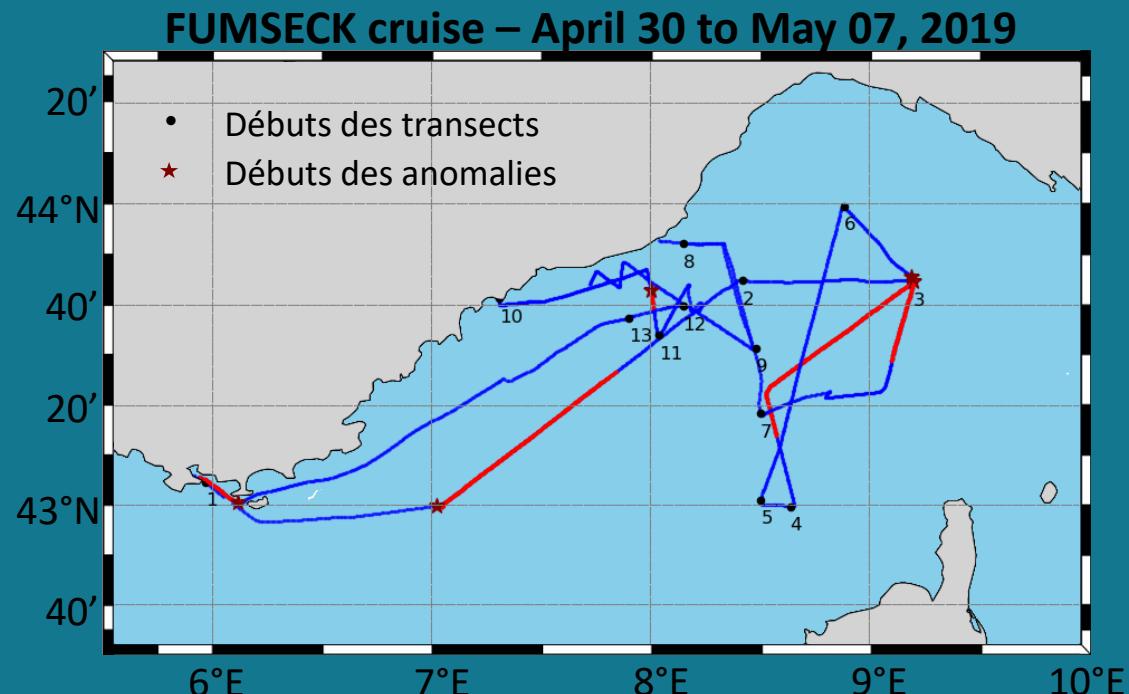


Fig.12 Carte de tous les transects et anomalies

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies

Caractéristiques des anomalies sur toute la campagne

Spatiales



Temporelles

Temps variables :

Durées de 38' à 07h32'  
Début de 19:46 à 01:17  
Fin de 00:52 à 03:18

Profondeur moyenne : 80 m

Vitesse moyenne : - 6,5 cm/s

Fig.12 Carte de tous les transects et anomalies

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies

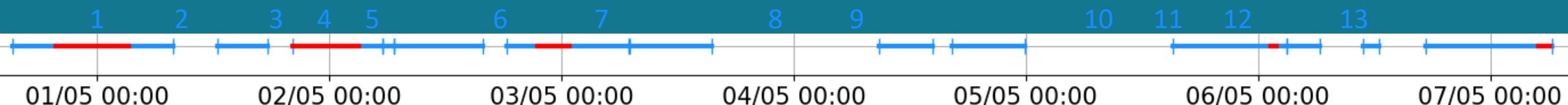


Fig.13 Frise chronologique de la campagne avec les anomalies en rouge

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies



Fig.13 Frise chronologique de la campagne avec les anomalies en rouge

Autour des levers et couchers du soleil

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies



Fig.13 Frise chronologique de la campagne avec les anomalies en rouge

Autour des levers et couchers du soleil

Ordre de grandeur des vitesses verticales cohérent avec  
celui du krill se nourrissant dans la couche de surface

~ 3 cm/s à 10 cm/s vers le bas

➤ 3<sup>ème</sup> objectif : identifier la source de ces anomalies



Fig.13 Frise chronologique de la campagne avec les anomalies en rouge

Autour des levers et couchers du soleil

Ordre de grandeur des vitesses verticales cohérent avec celui du krill se nourrissant dans la couche de surface

~ 3 cm/s à 10 cm/s vers le bas

➤ Conclusion : détection de migrations nycthémérales d'essaims de krill



Fig.14 Meganyctiphanes norvegica

## Étude des vitesses verticales et anomalies négatives obtenues par ADCP de coque durant la campagne FUMSECK

## Étude des vitesses verticales et anomalies négatives obtenues par ADCP de coque durant la campagne FUMSECK

### 1<sup>er</sup> objectif

mesurer les vitesses  
verticales des courants  
par ADCP de coque

## Étude des vitesses verticales et anomalies négatives obtenues par ADCP de coque durant la campagne FUMSECK

### 1<sup>er</sup> objectif

mesurer les vitesses  
verticales des courants  
par ADCP de coque

### 2<sup>ème</sup> objectif

isoler des anomalies de  
fortes vitesses  
verticales

## Étude des vitesses verticales et anomalies négatives obtenues par ADCP de coque durant la campagne FUMSECK

### 1<sup>er</sup> objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

### 2<sup>ème</sup> objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

### 3<sup>ème</sup> objectif

identifier la source des anomalies : Migrations nycthémérales d'essaims de krill

## Étude des vitesses verticales et anomalies négatives obtenues par ADCP de coque durant la campagne FUMSECK

### 1<sup>er</sup> objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

### 2<sup>ème</sup> objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

### 3<sup>ème</sup> objectif

identifier la source des anomalies : Migrations nycthémérales d'essaims de krill

## Perspectives

## Étude des vitesses verticales et anomalies négatives obtenues par ADCP de coque durant la campagne FUMSECK

### 1<sup>er</sup> objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

### 2<sup>ème</sup> objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

### 3<sup>ème</sup> objectif

identifier la source des anomalies : Migrations nycthémérales d'essaims de krill

### Perspectives



Méthode simple et généralisable, applicable à toute donnée ADCP classique

## Étude des vitesses verticales et anomalies négatives obtenues par ADCP de coque durant la campagne FUMSECK

### 1<sup>er</sup> objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

### 2<sup>ème</sup> objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

### 3<sup>ème</sup> objectif

identifier la source des anomalies : Migrations nycthémérales d'essaims de krill

## Perspectives



Méthode simple et généralisable, applicable à toute donnée ADCP classique



Transect 1 : couche de surface

## Étude des vitesses verticales et anomalies négatives obtenues par ADCP de coque durant la campagne FUMSECK

### 1<sup>er</sup> objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

### 2<sup>ème</sup> objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

### 3<sup>ème</sup> objectif

identifier la source des anomalies : Migrations nycthémérales d'essaims de krill

## Perspectives

- Méthode simple et généralisable, applicable à toute donnée ADCP classique
- Transect 1 : couche de surface
- Autres anomalies (montées et descentes du krill) : + compliqué

## Étude des vitesses verticales et anomalies négatives obtenues par ADCP de coque durant la campagne FUMSECK

### 1<sup>er</sup> objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

### 2<sup>ème</sup> objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

### 3<sup>ème</sup> objectif

identifier la source des anomalies : Migrations nycthémérales d'essaims de krill

## Perspectives

- Méthode simple et généralisable, applicable à toute donnée ADCP classique
- Transect 1 : couche de surface
- Autres anomalies (montées et descentes du krill) : + compliqué
- Quantifier le nombre de krills en utilisant l'intensité de la rétrodiffusion de l'ADCP

