

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) \ll vitesses horizontales (cm/s à m/s)

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

Mesures directes in situ des vitesses verticales : défi océanographique

Ordre de grandeur

vitesses verticales (mm/s) \ll vitesses horizontales (cm/s à m/s)

Processus à l'origine de vitesses verticales plus importantes (~ 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 (~ 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^{er} objectif :** mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque
- **2^{ème} objectif :** isoler des anomalies de fortes vitesses verticales
- **3^{ème} objectif :** identifier la source de ces anomalies

Objectifs

- **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque
- **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales
- **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

→ 13 transects étudiés sur la campagne FUMSECK

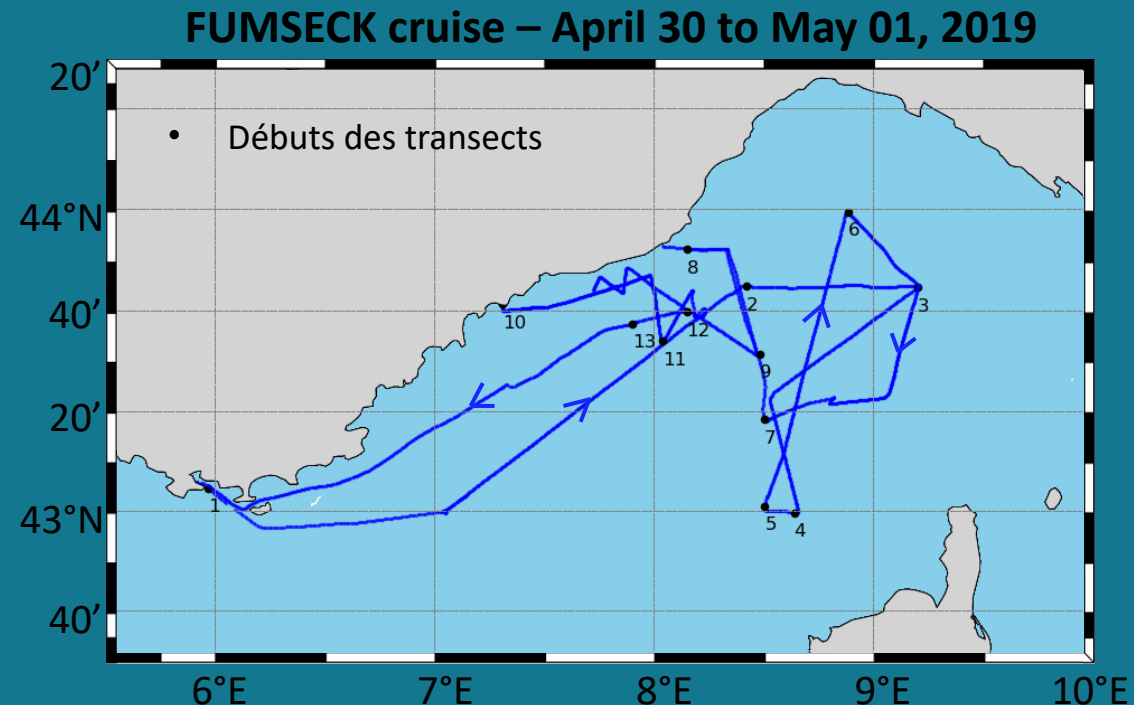


Fig.1 Carte de la trajectoire du bateau découpée en 13 transects

Objectifs

- **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque
- **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales
- **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

→ 13 transects étudiés sur la campagne FUMSECK

→ **transect 1** donné comme exemple

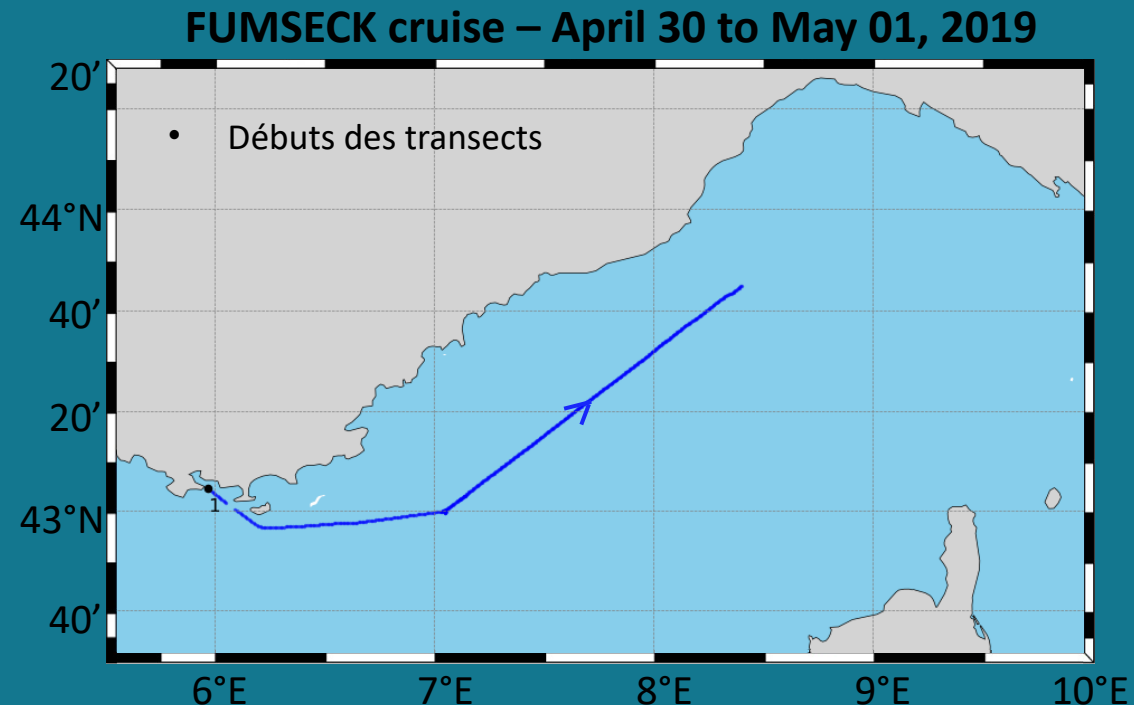
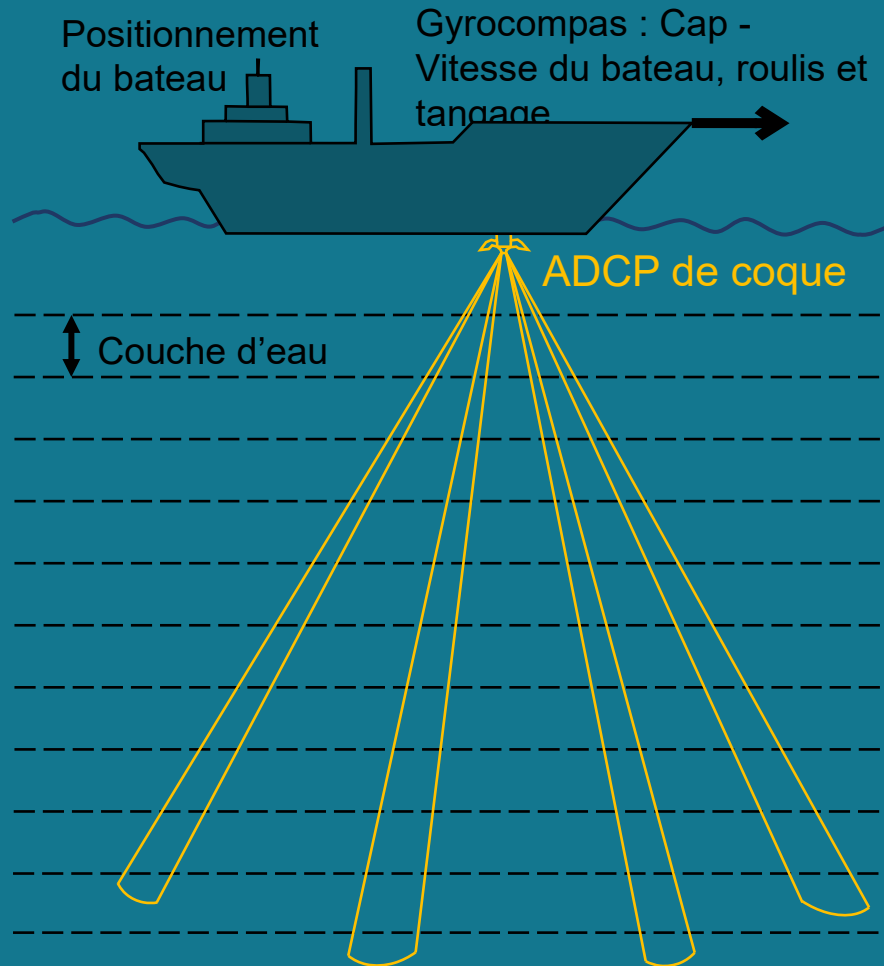


Fig.1 Carte de la trajectoire du bateau découpée en 13 transects

Mesures prises par ADCP de coque

Mesures prises par ADCP de coque



Garcin et al, 2018

Fig.2 Schéma du fonctionnement d'un ADCP de coque
(**Acoustic Doppler Current Profiler**)

Mesures prises par ADCP de coque

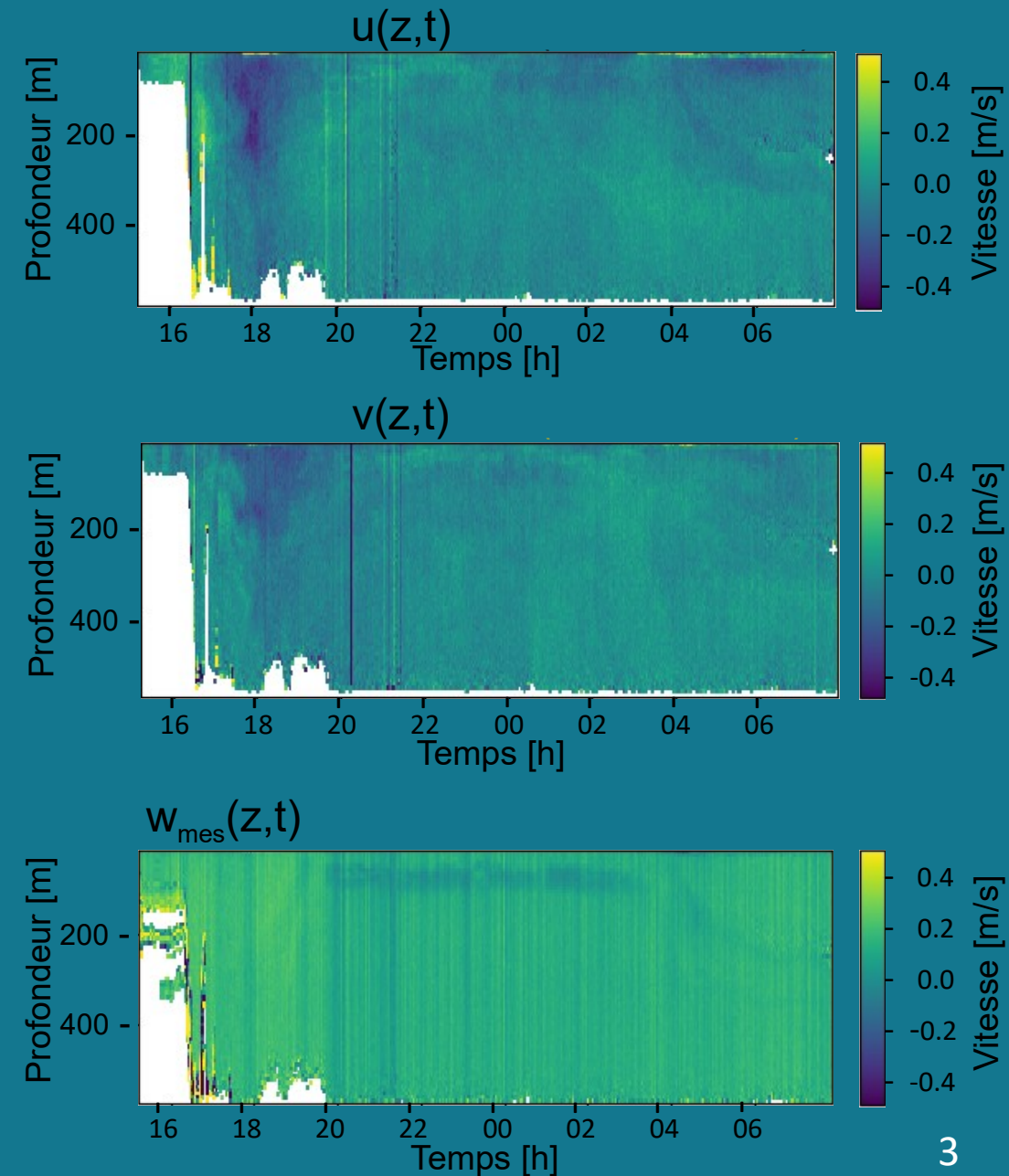
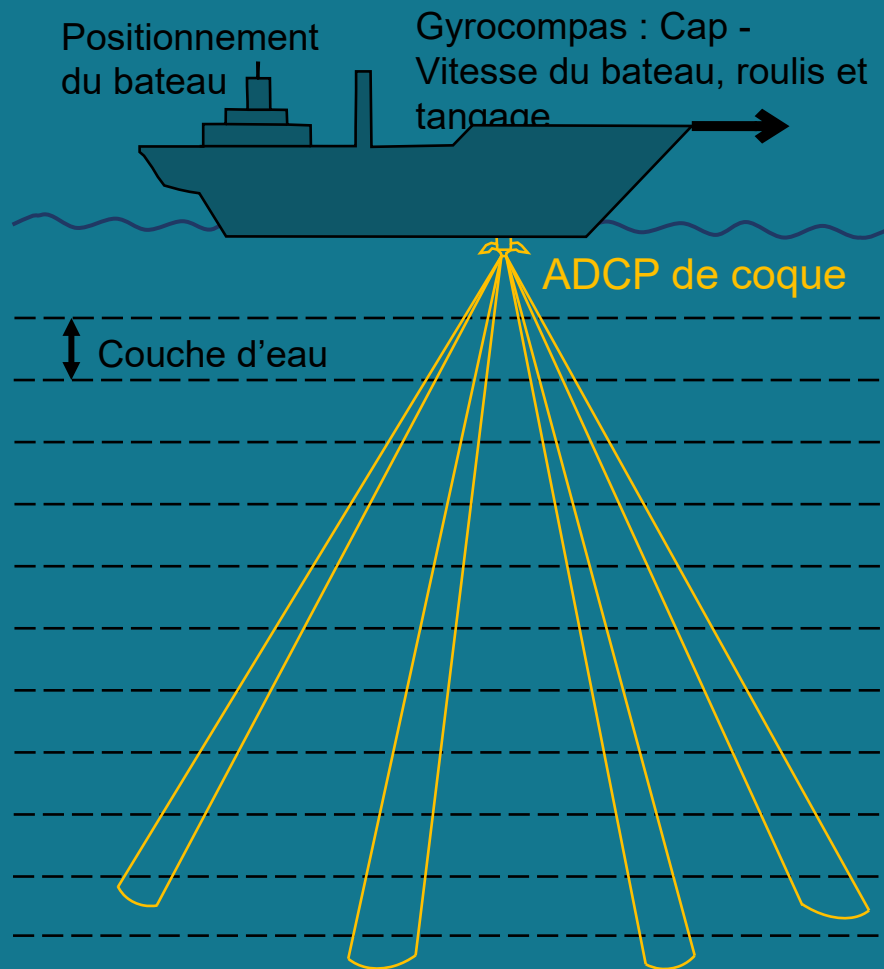
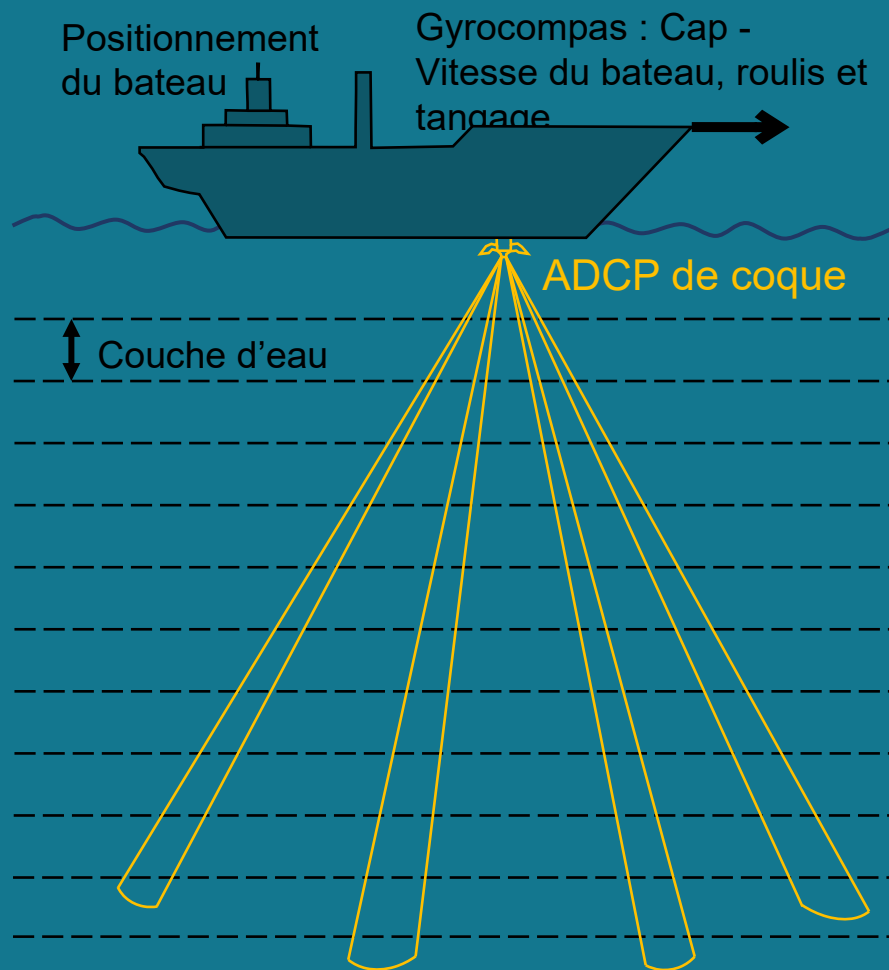


Fig.2 Schéma du fonctionnement d'un ADCP de coque
(**A**coustic **D**oppler **C**urrent **P**rofiler) et composantes de la vitesse

Mesures prises par ADCP de coque



Changement de référentiel

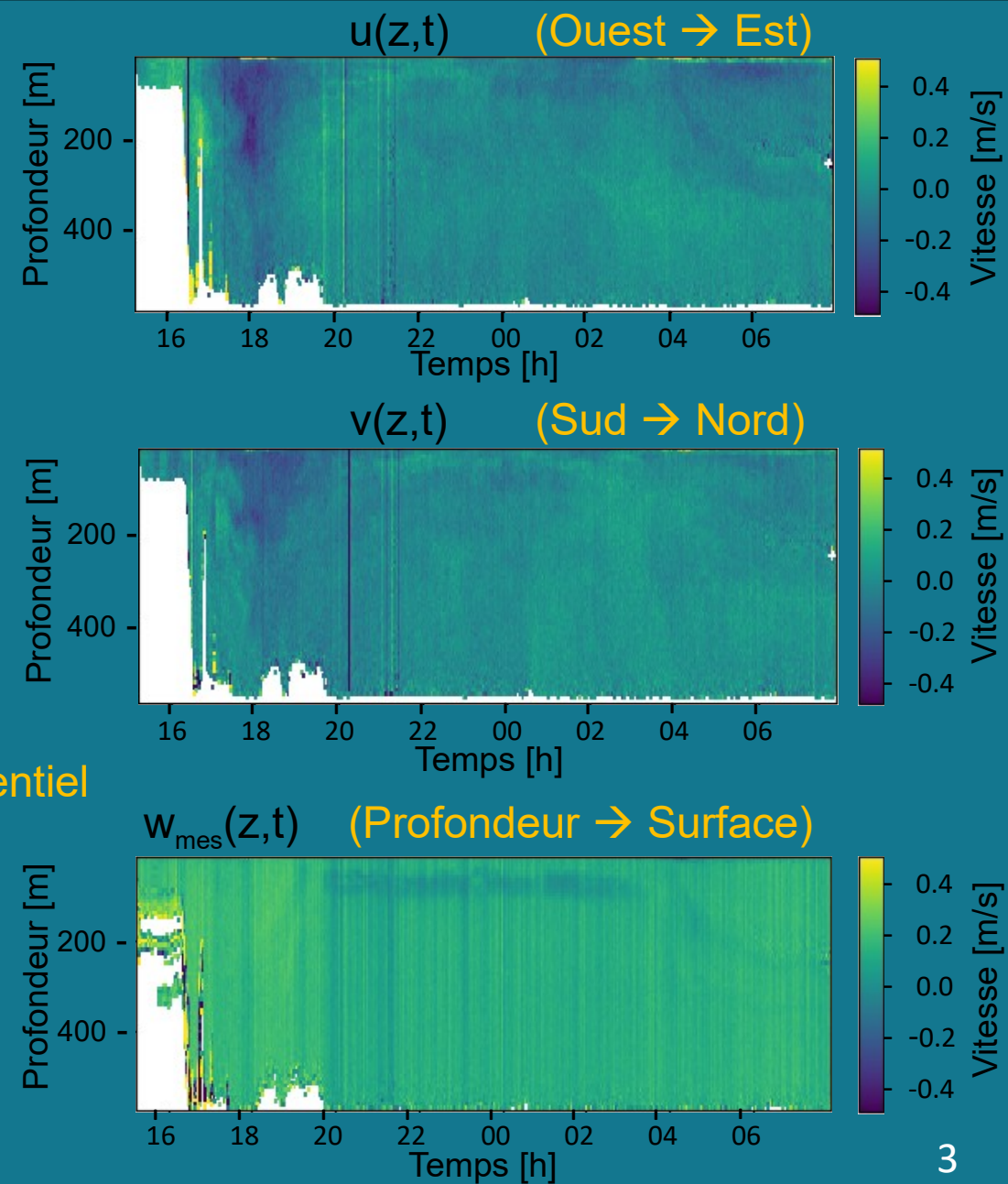
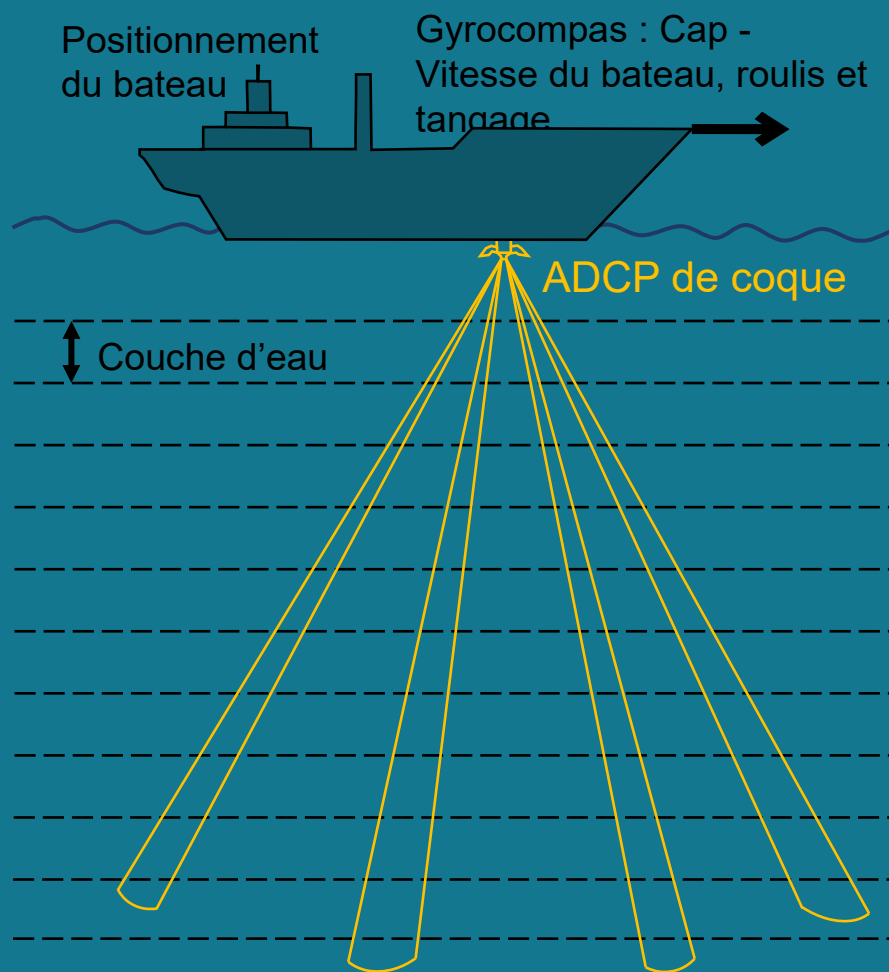


Fig.2 Schéma du fonctionnement d'un ADCP de coque (**A**coustic **D**oppler **C**urrent **P**rofiler) et composantes de la vitesse

Mesures prises par ADCP de coque



Correction de la vitesse du bateau

Changement de référentiel

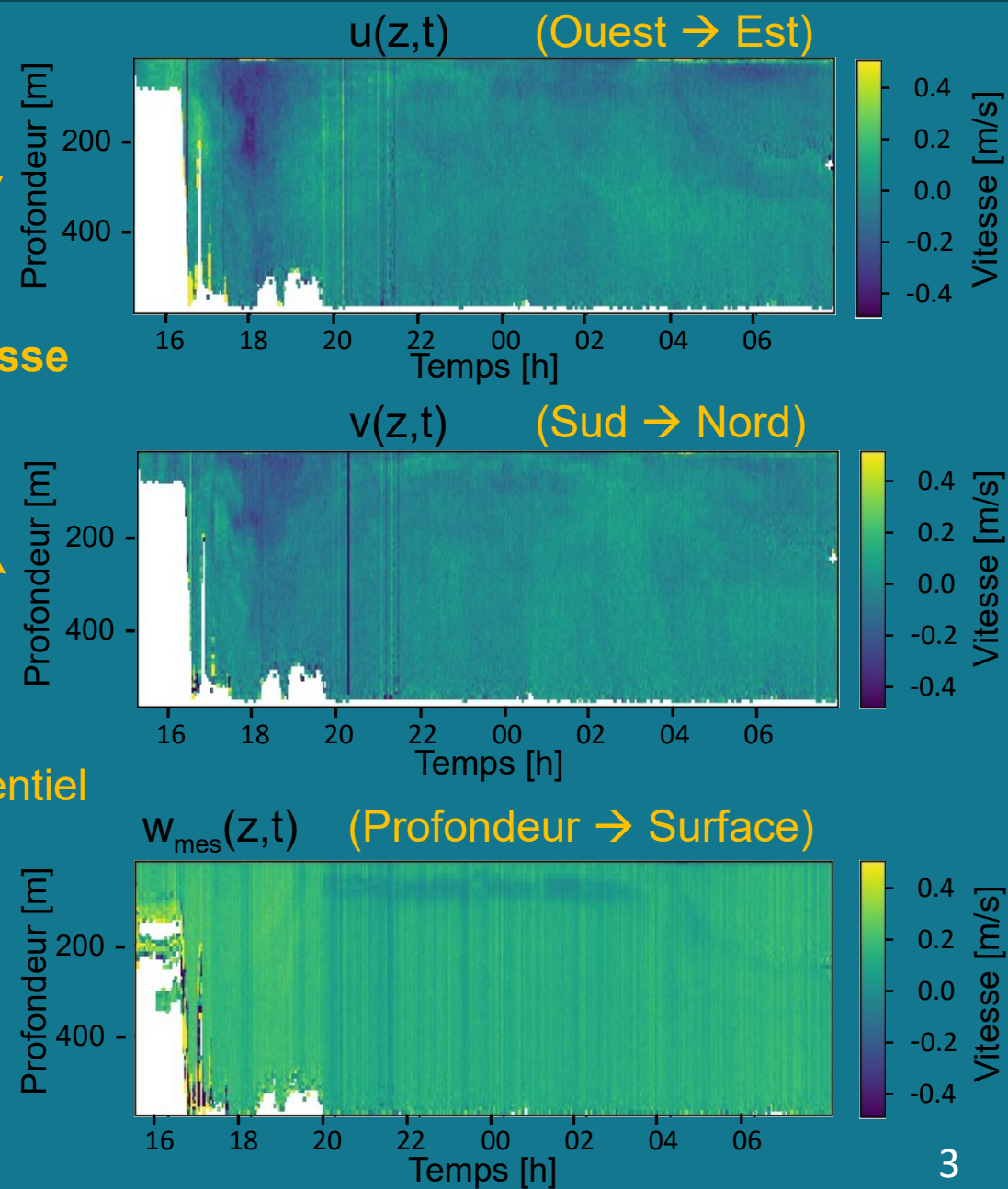
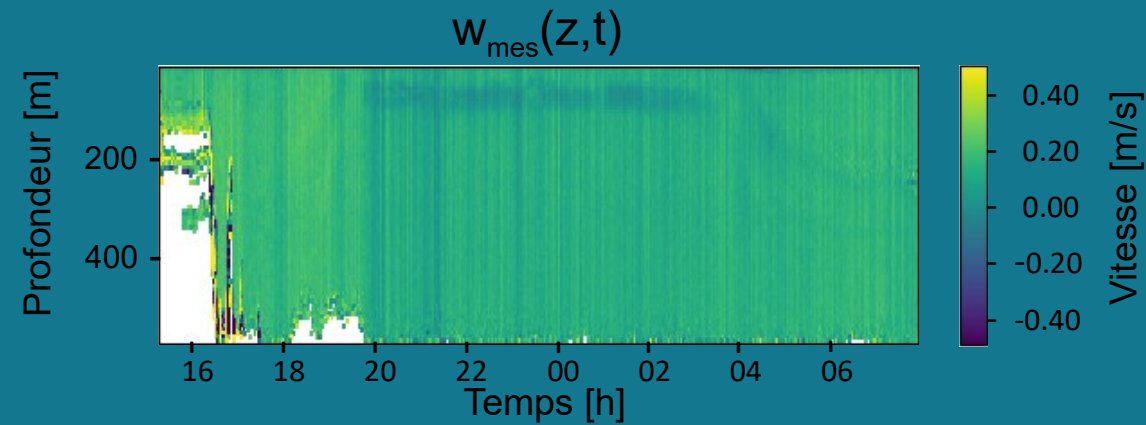


Fig.2 Schéma du fonctionnement d'un ADCP de coque (Acoustic Doppler Current Profiler) et composantes de la vitesse

➤ **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

➤ **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

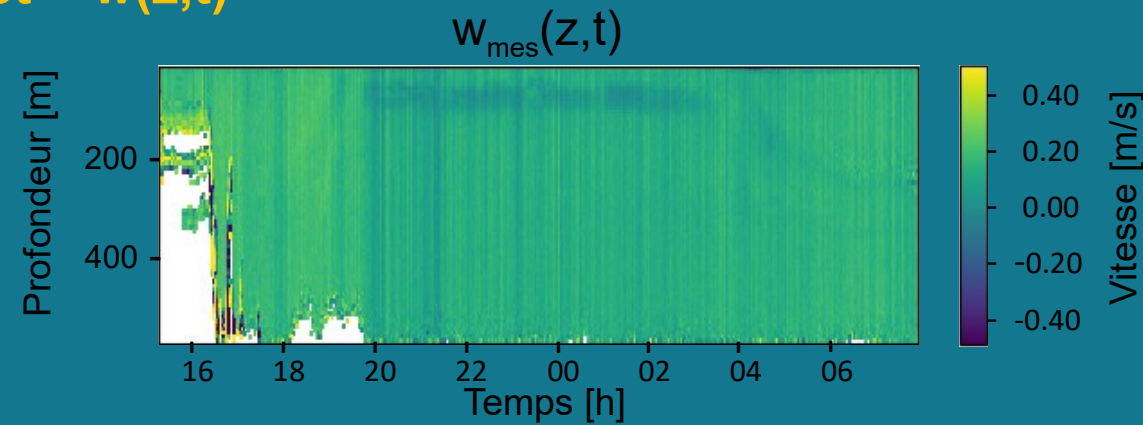
Correction de la vitesse du bateau



➤ **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

Correction de la vitesse du bateau

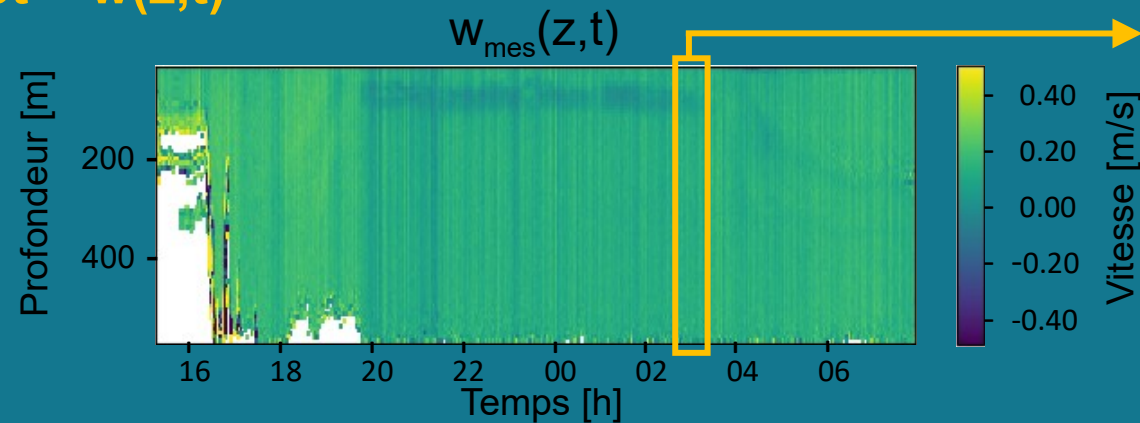
Hypothèse : $w_{\text{bateau}}(t) = \text{cste et } > w(z,t)$



➤ **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

Correction de la vitesse du bateau

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

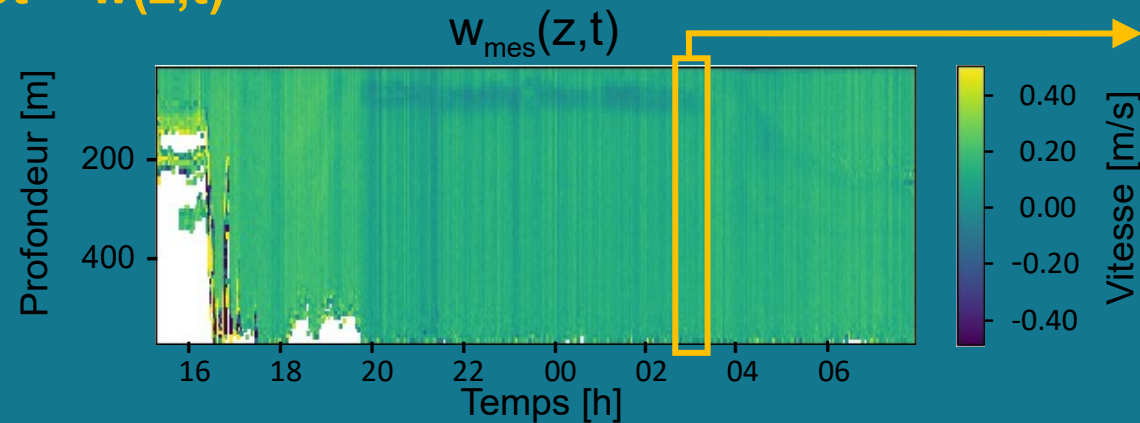


Moyenne sur la verticale
des $w_{\text{mes}}(z,t)$
à chaque instant t
 $= w_{\text{bateau}}(t)$

➤ **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

Correction de la vitesse du bateau

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



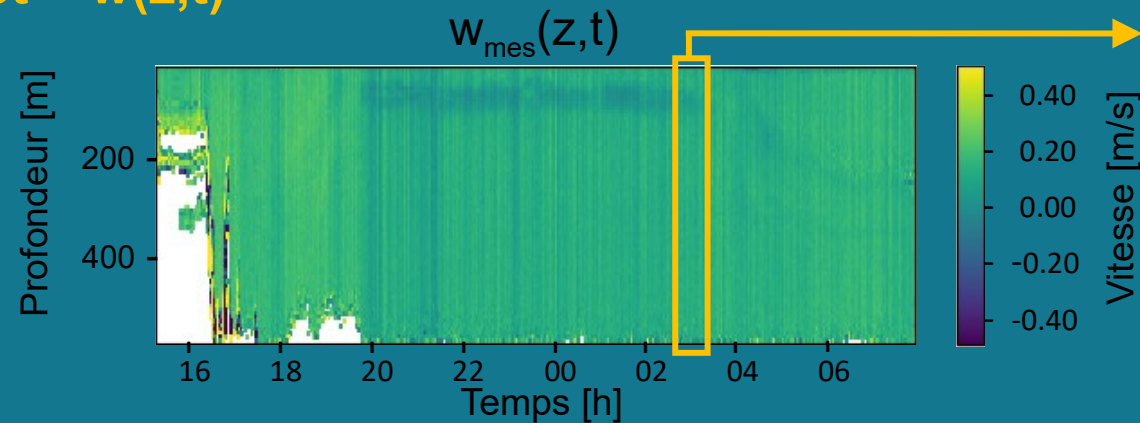
Moyenne sur la verticale
des $w_{\text{mes}}(z,t)$
à chaque instant t
 $= w_{\text{bateau}}(t)$

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

➤ **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

Correction de la vitesse du bateau

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



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

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

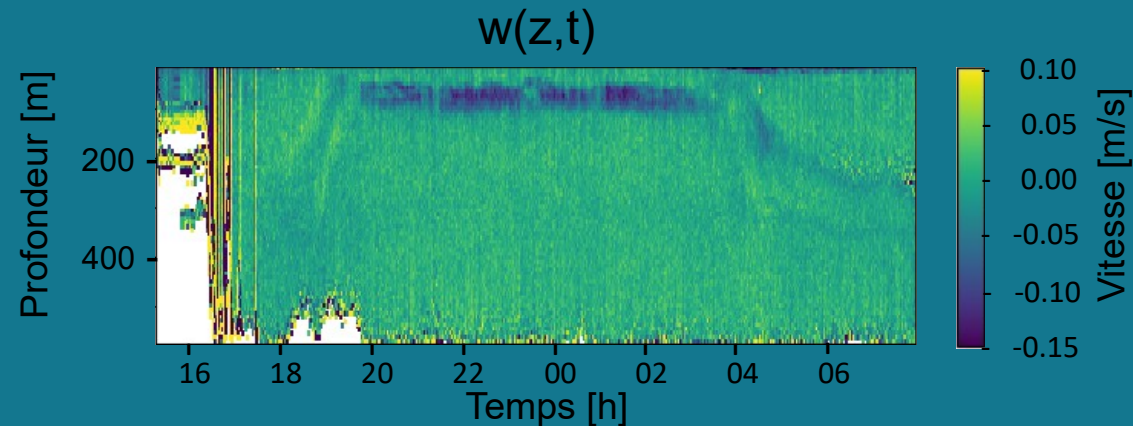
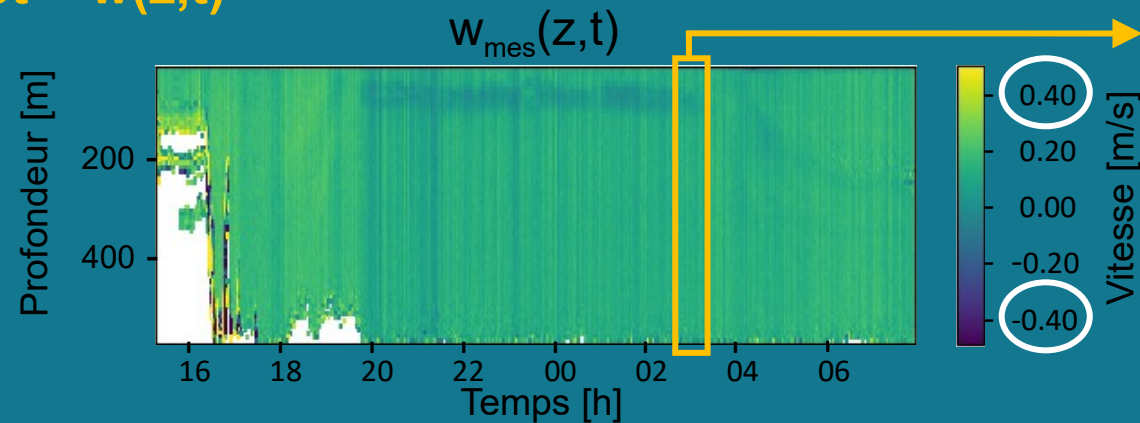


Fig.4 Composante verticale w avant et après correction de la vitesse du bateau

➤ **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

Correction de la vitesse du bateau

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



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

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

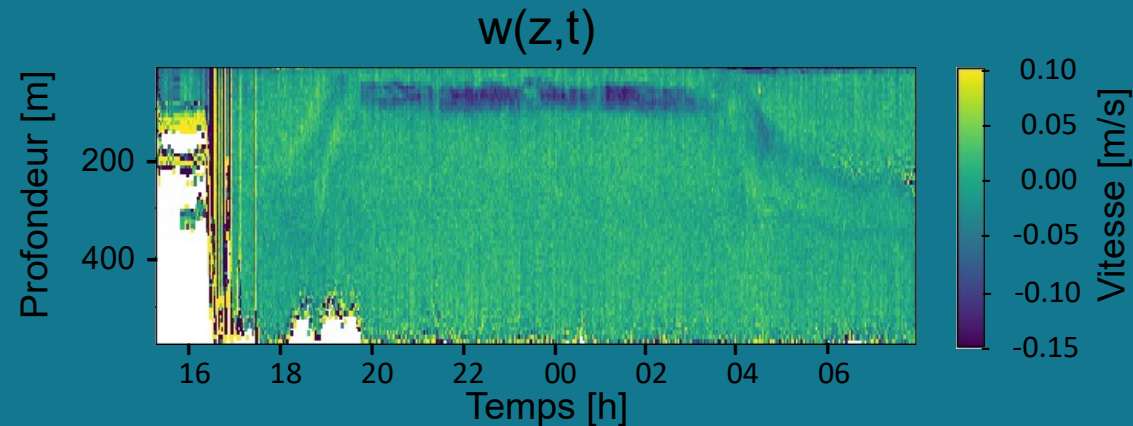
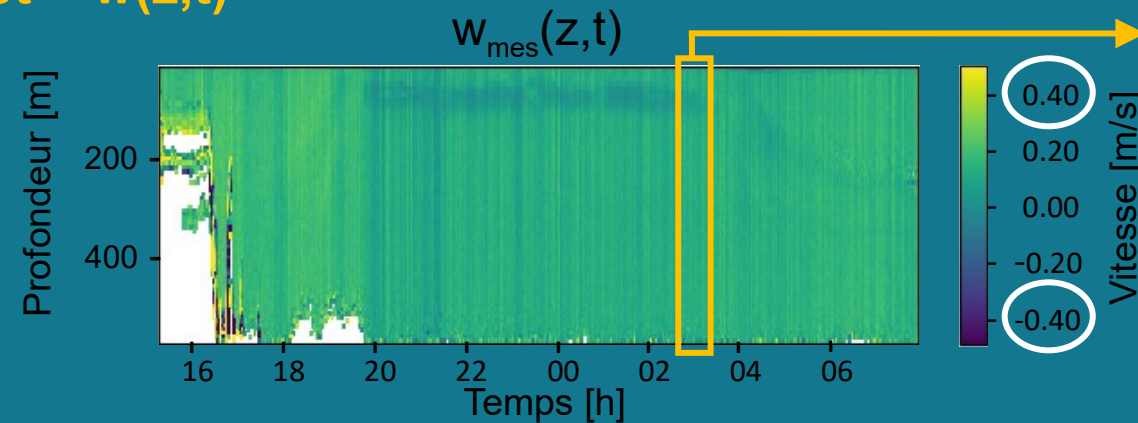


Fig.4 Composante verticale w avant et après correction de la vitesse du bateau

➤ **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

Correction de la vitesse du bateau

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



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

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

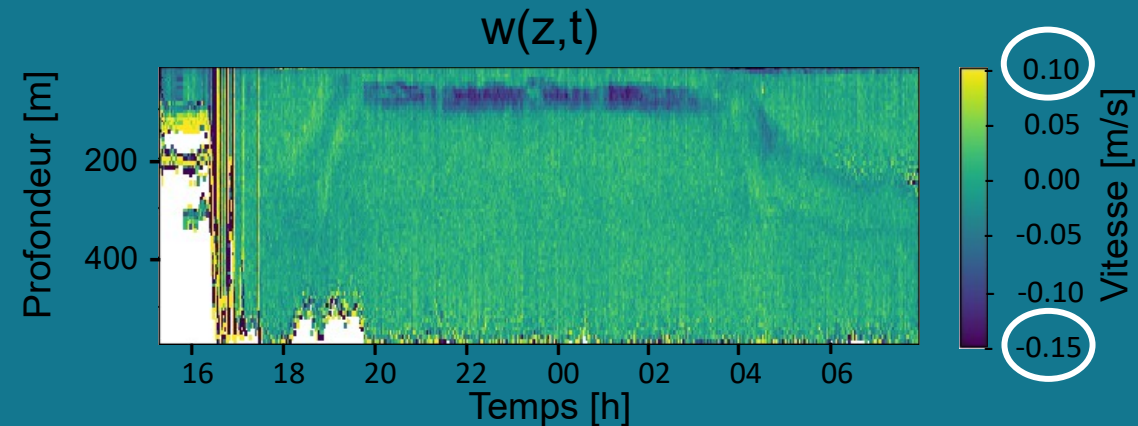
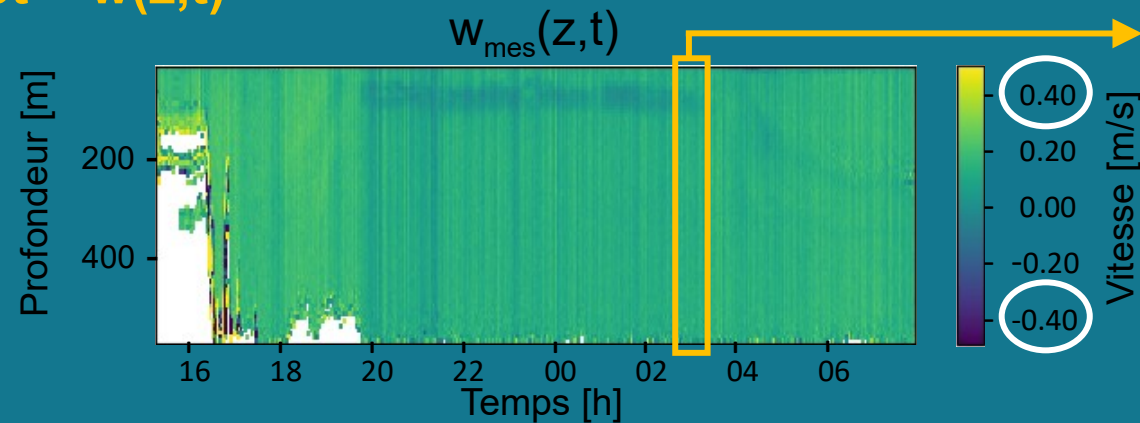


Fig.4 Composante verticale w avant et après correction de la vitesse du bateau

➤ **1^{er} objectif** : mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

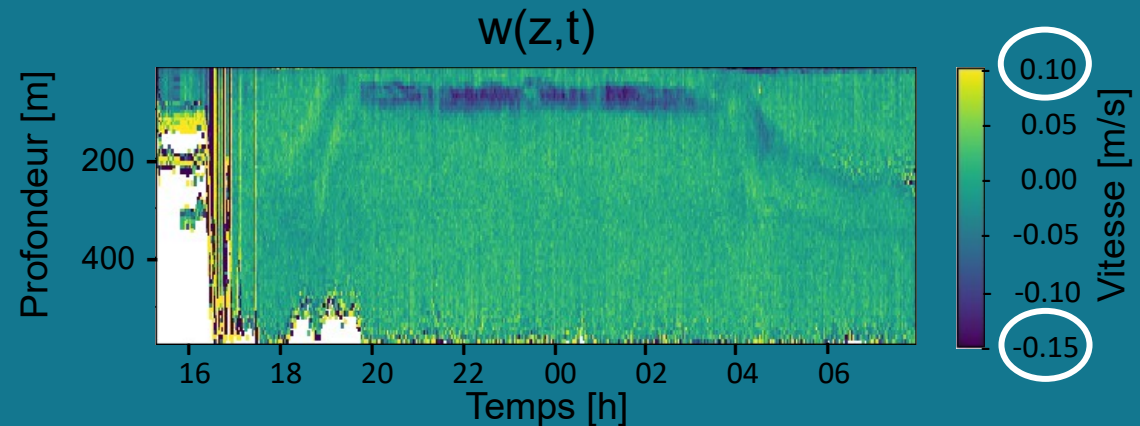
Correction de la vitesse du bateau

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



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

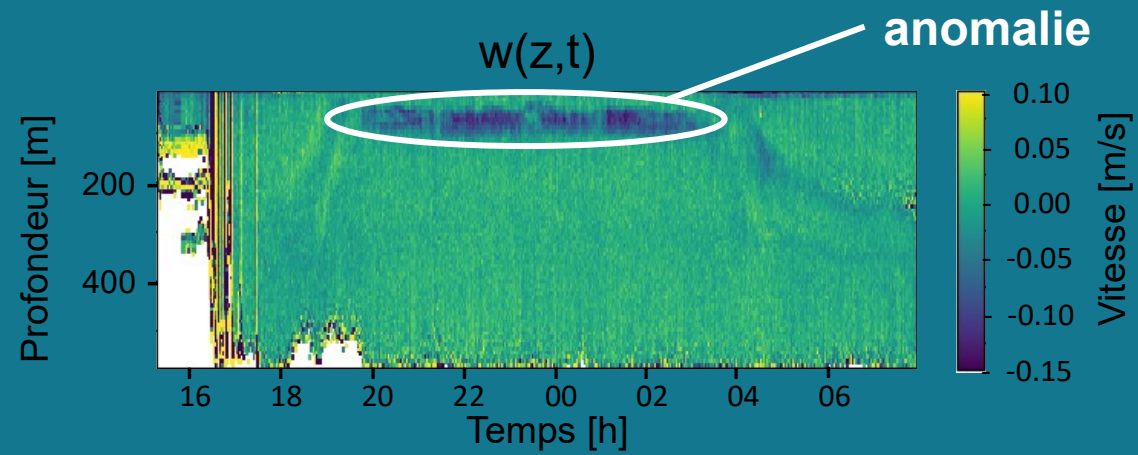
$$w(z,t) = w_{\text{mes}}(z,t) - w_{\text{bateau}}(t)$$



➤ **1^{er} 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^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales



➤ **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

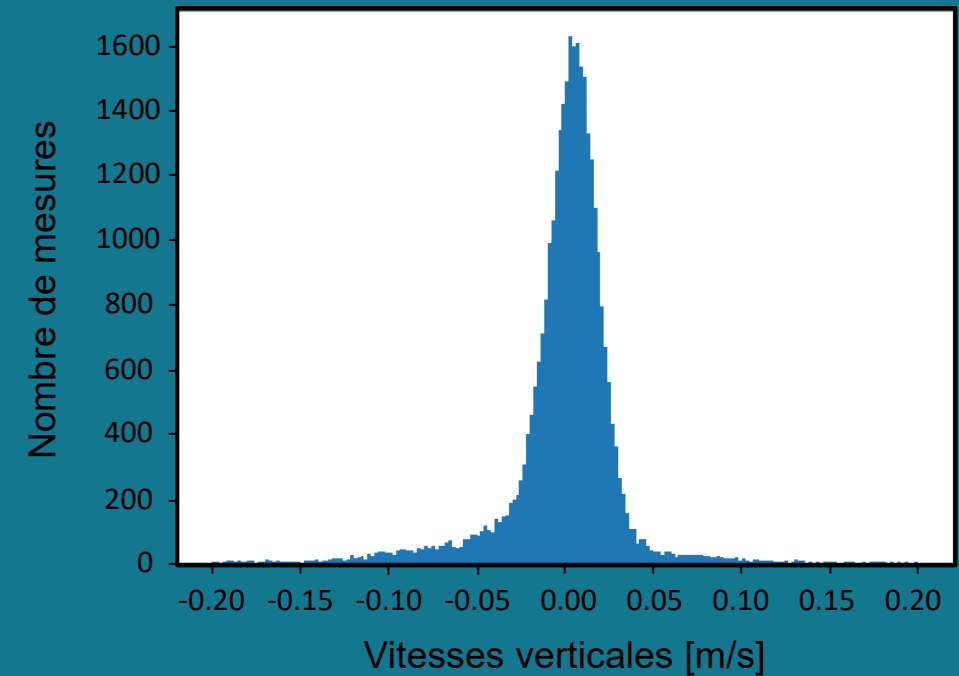
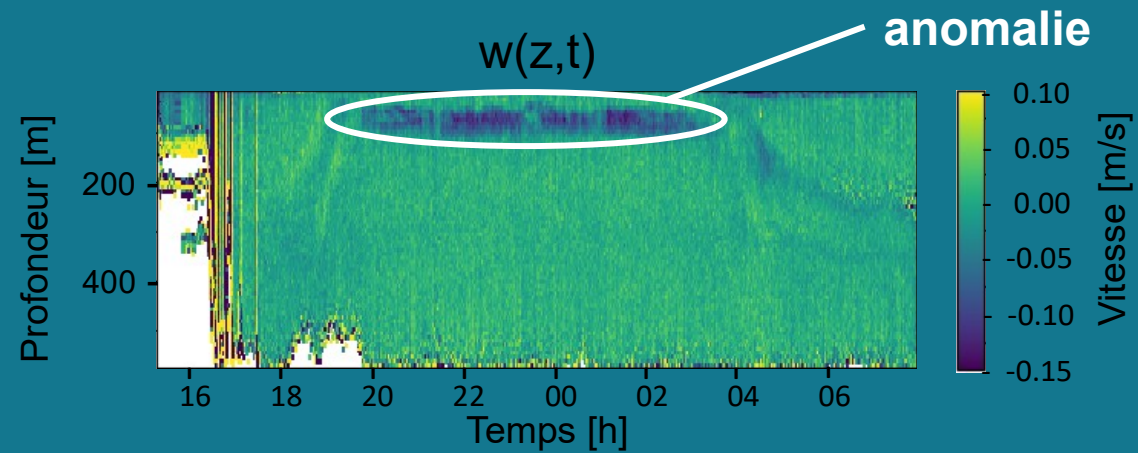


Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

➤ **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

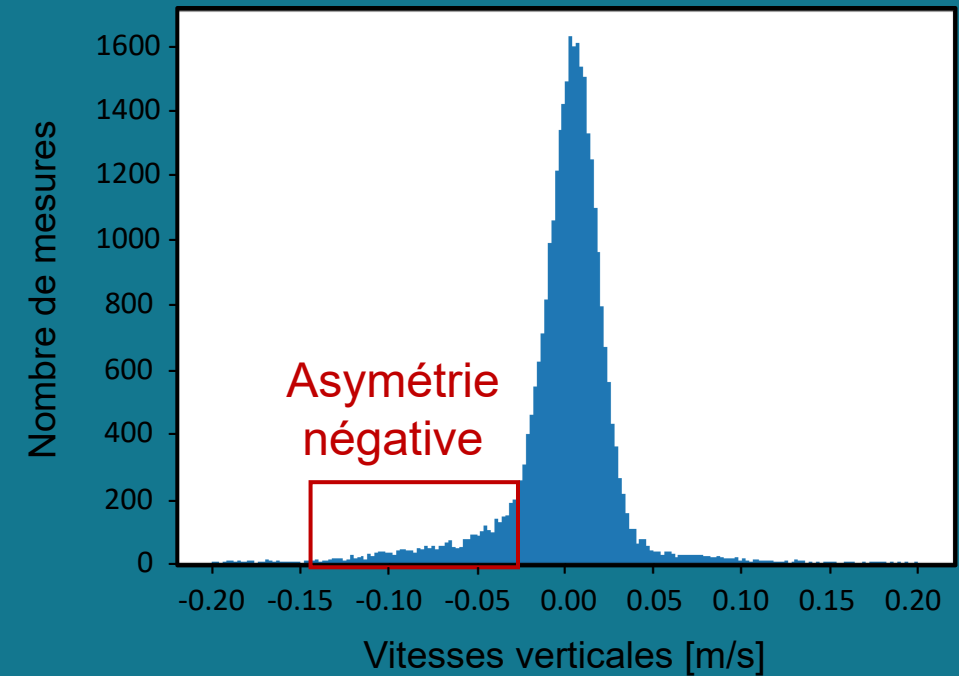
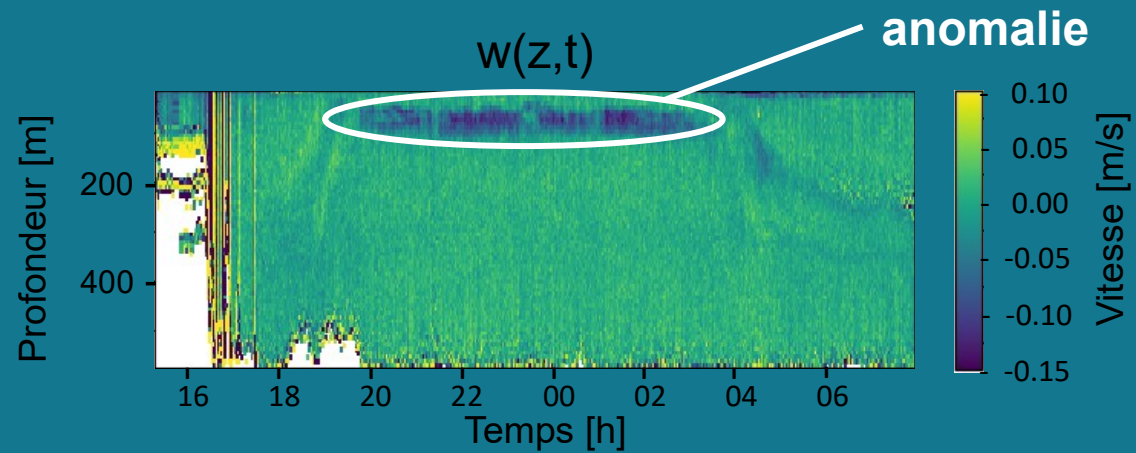


Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

➤ **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

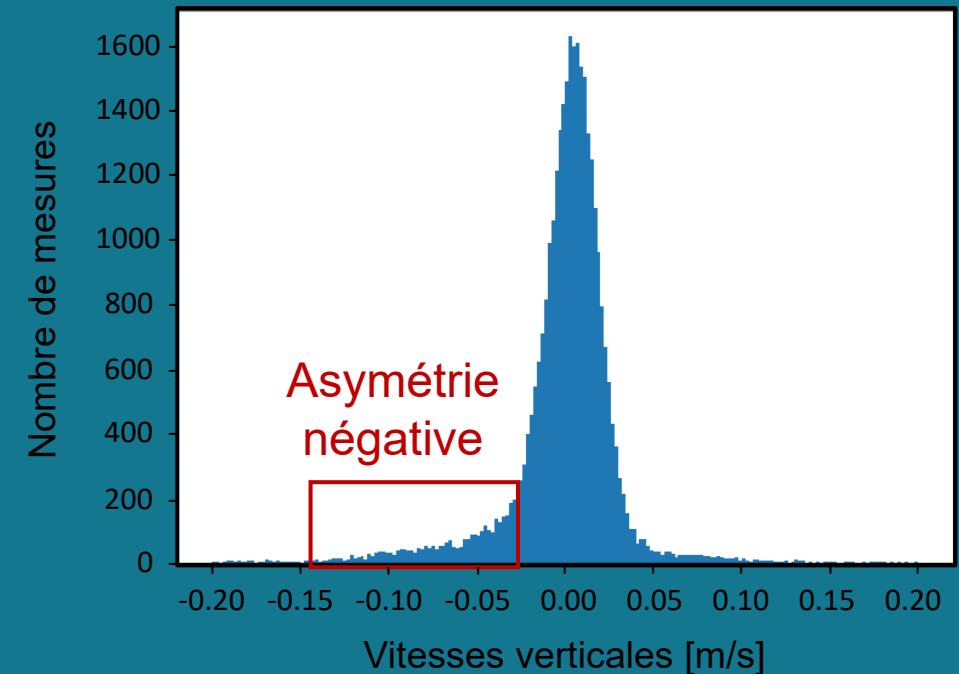
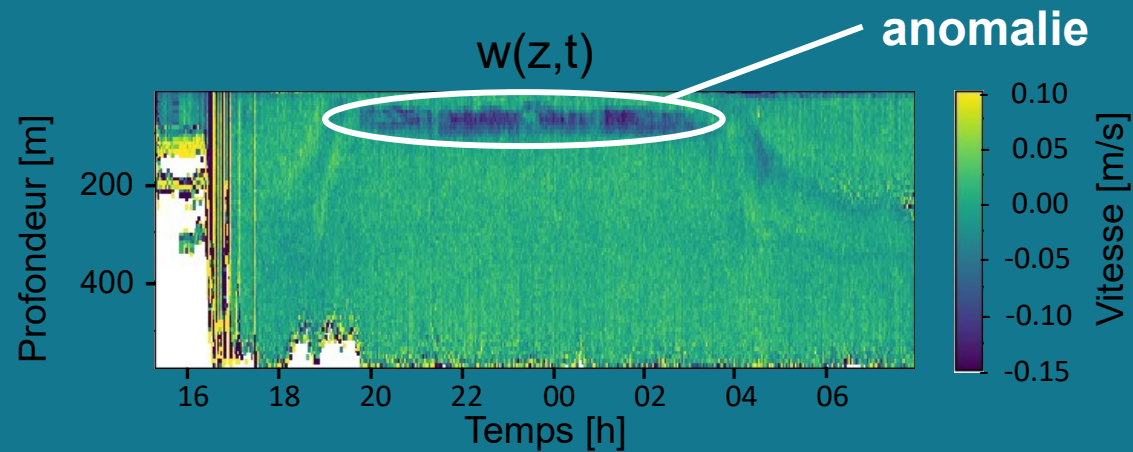


Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

➔ Seuil de - 3 cm/s

➤ **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

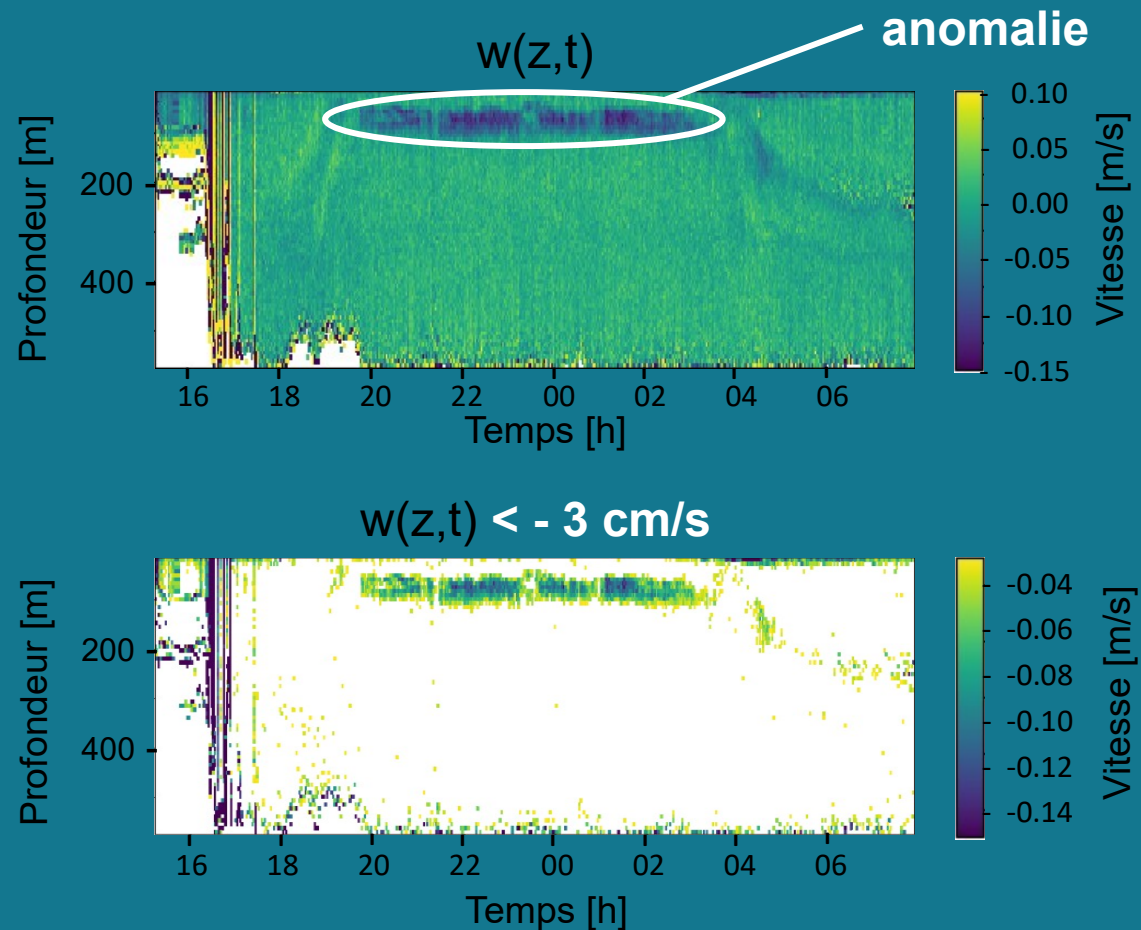


Fig.6 Vitesses verticales en-dessous de -3 cm/s

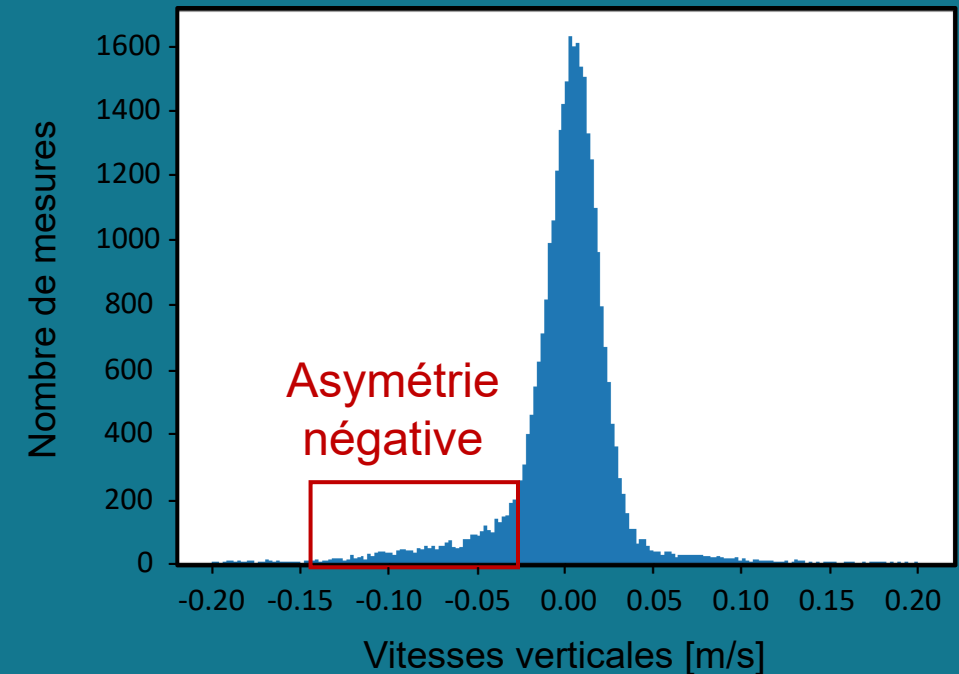


Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

➔ Seuil de - 3 cm/s

➤ **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

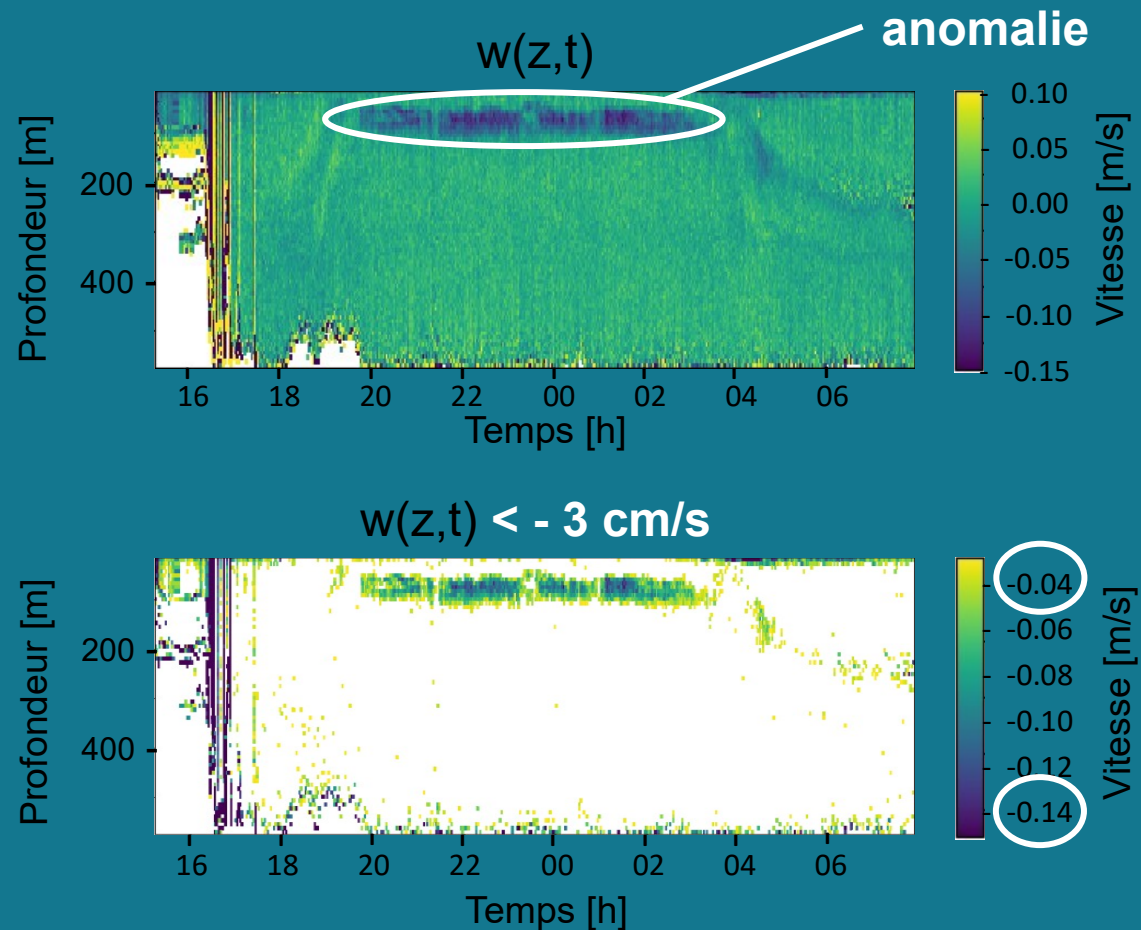


Fig.6 Vitesses verticales en-dessous de -3 cm/s

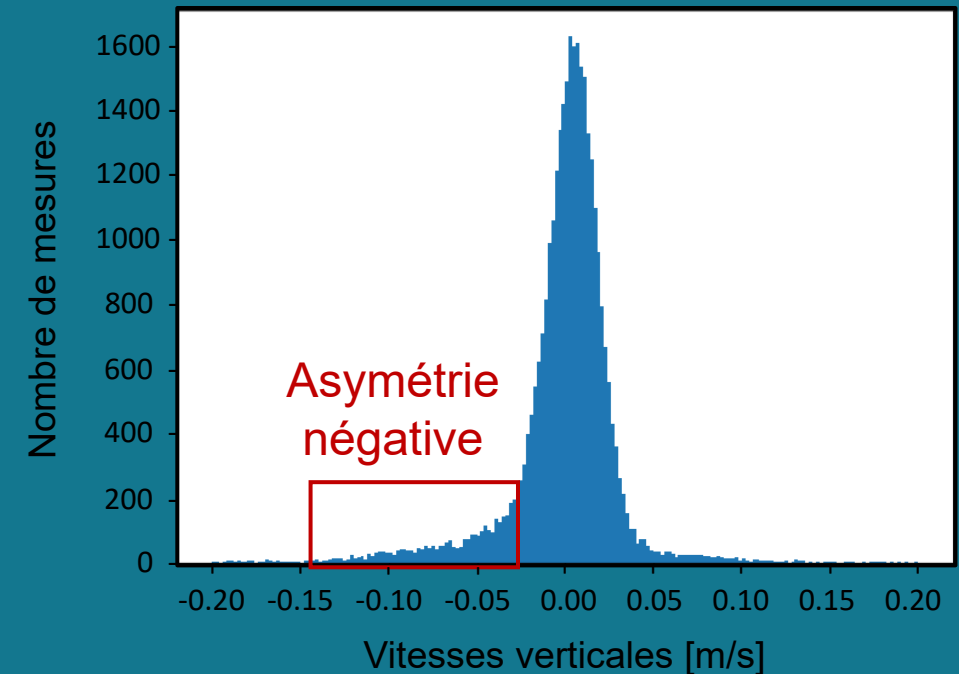


Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

➔ Seuil de - 3 cm/s

➤ **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

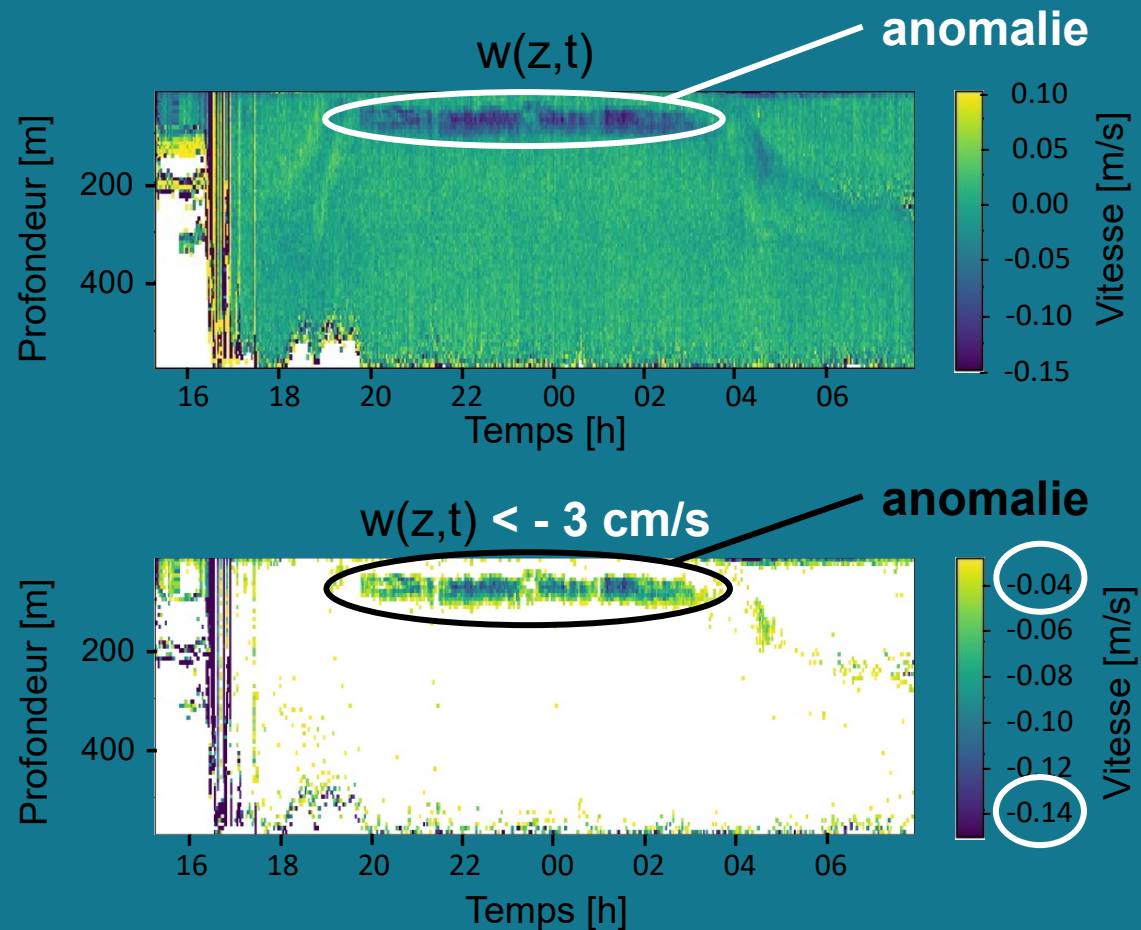


Fig.6 Vitesses verticales en-dessous de -3 cm/s

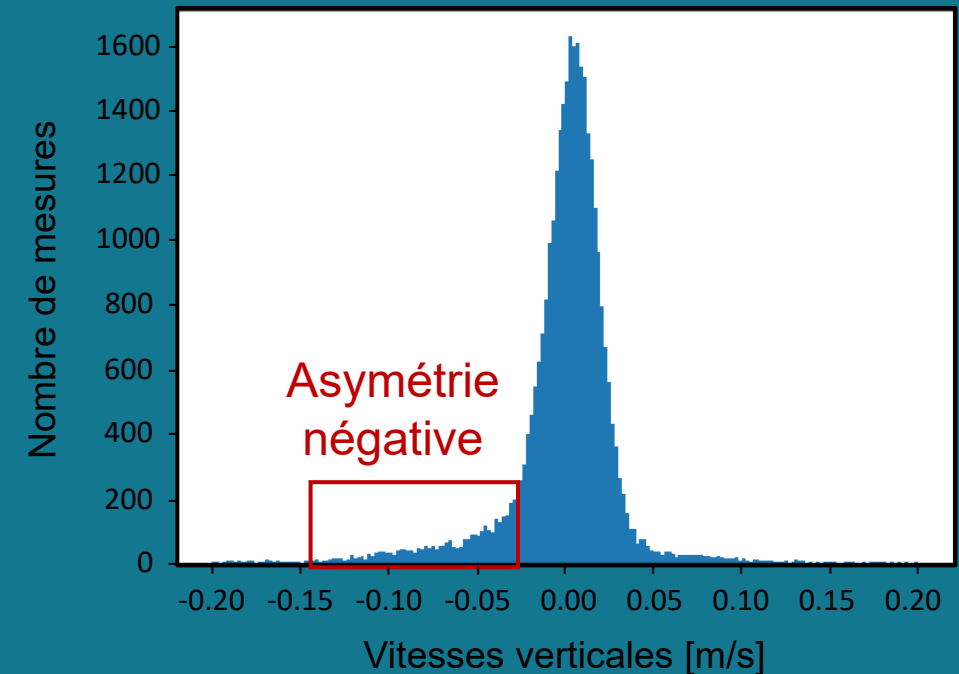
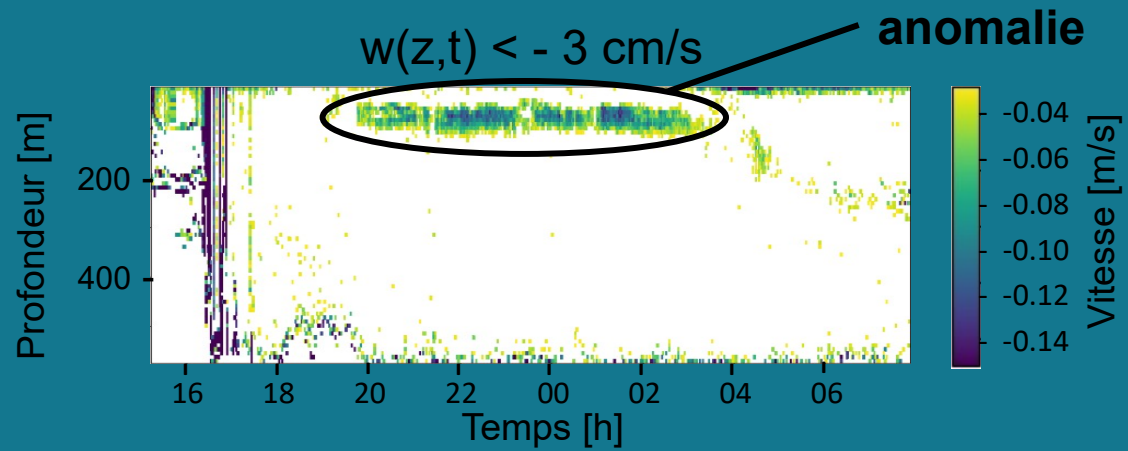


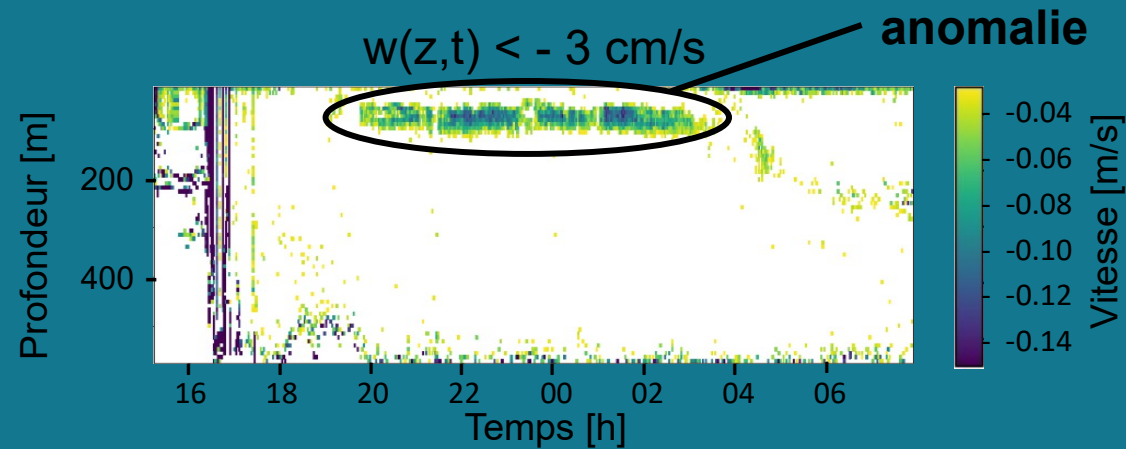
Fig.5 Histogramme des vitesses verticales

➔ Seuil de - 3 cm/s

➤ **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales



➤ **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales



Méthode de test de regroupement

2 critères :

- fenêtre coulissante
- + 70% $< -3 \text{ cm/s}$

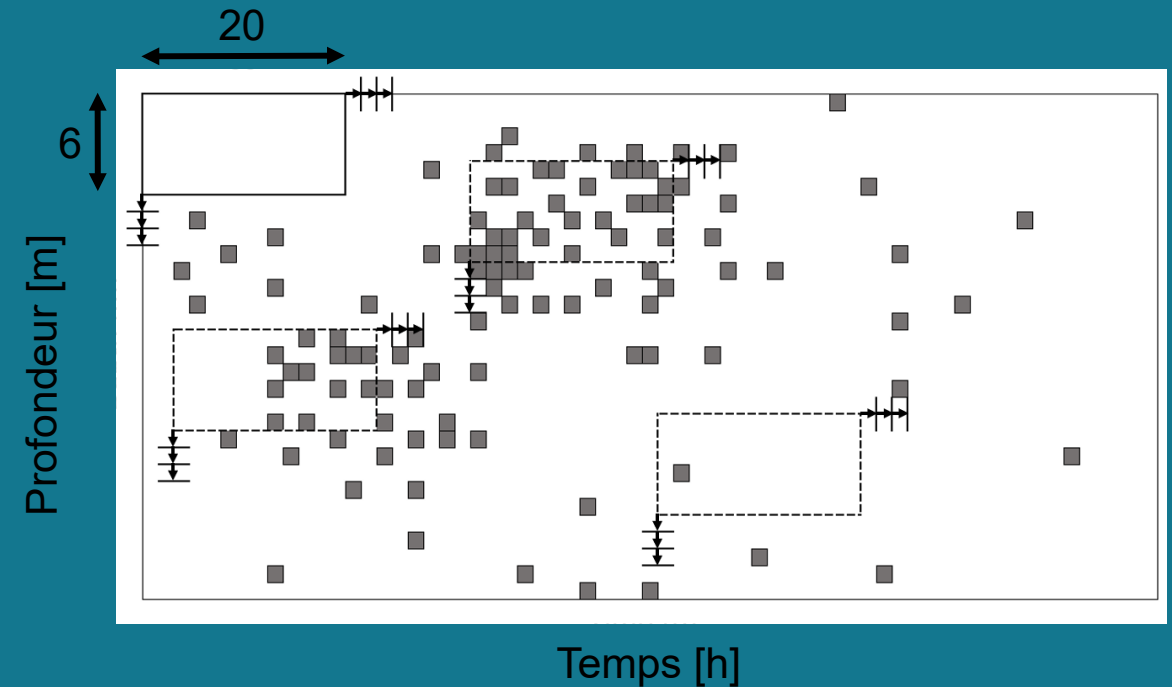


Fig.7 Schéma de la méthode de test de regroupement

➤ **2^{ème} objectif** : isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

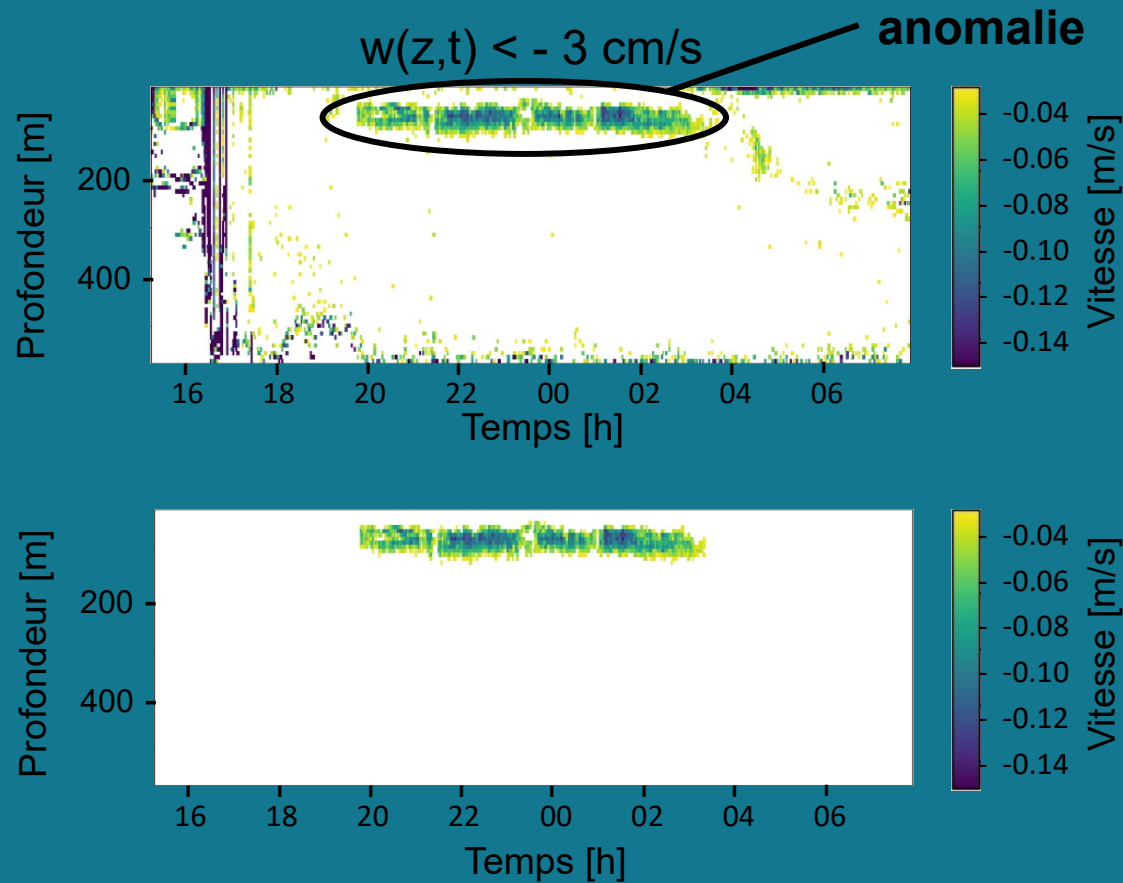


Fig.8 Anomalie obtenue après application de la méthode de test de regroupement

Méthode de test de regroupement

2 critères :

- fenêtre coulissante
- + 70% $< -3 \text{ cm/s}$

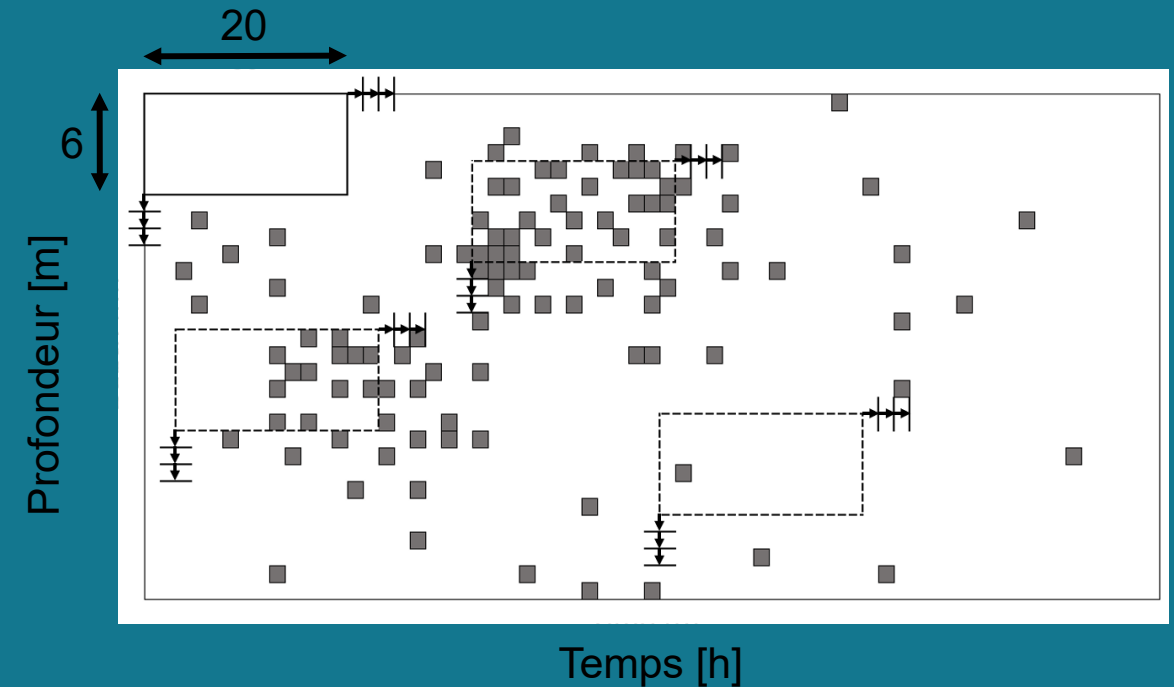


Fig.7 Schéma de la méthode de test de regroupement

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

Histogrammes avec et sans anomalie

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

Histogrammes avec et sans anomalie

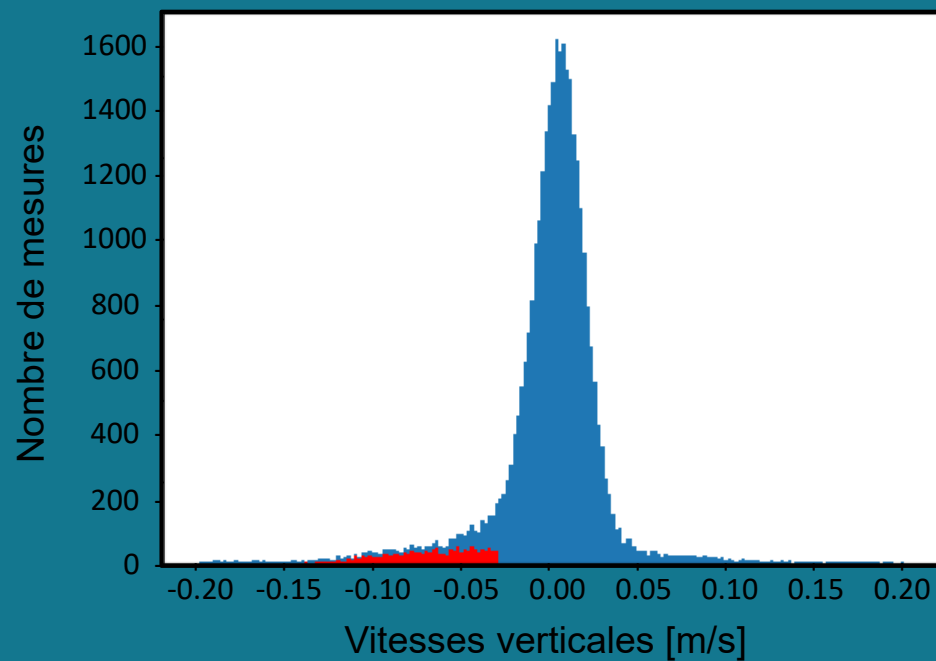


Fig.9 Histogramme asymétrique du fait de l'anomalie

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

Histogrammes avec et sans anomalie

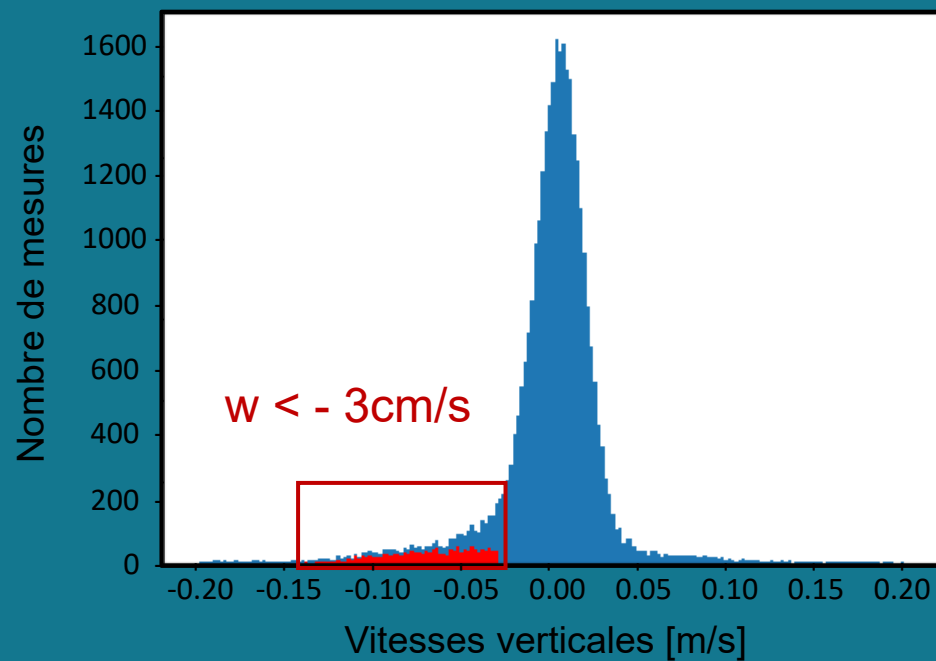


Fig.9 Histogramme asymétrique du fait de l'anomalie

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

Histogrammes avec et sans anomalie

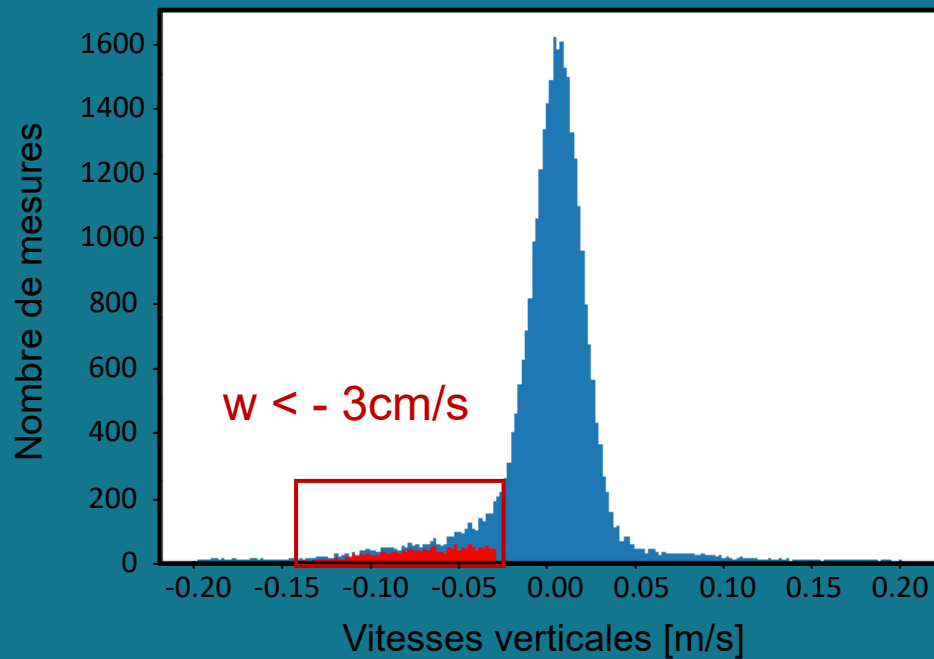


Fig.9 Histogramme asymétrique du fait de l'anomalie

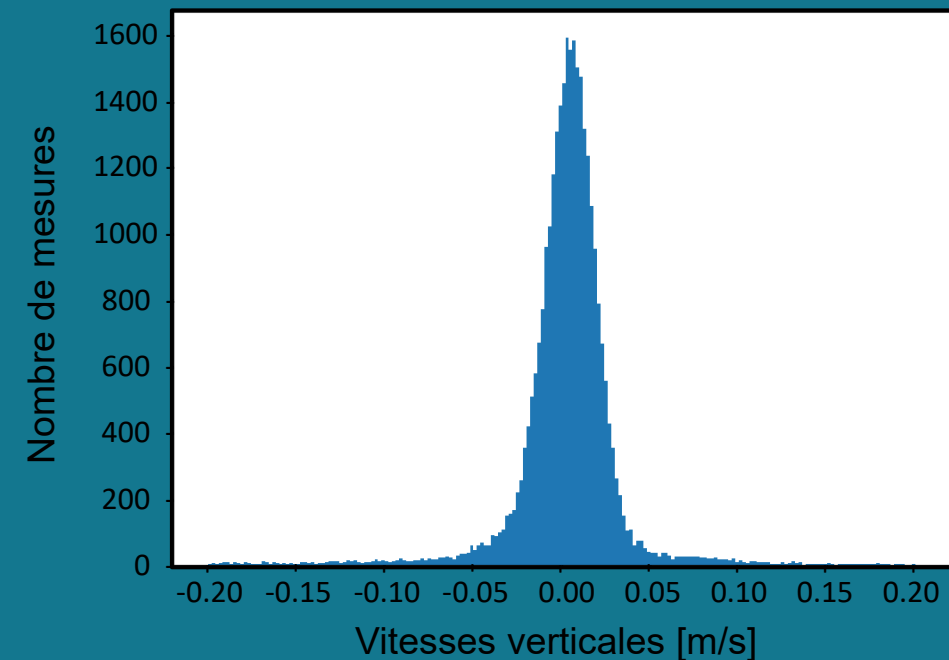


Fig.10 Histogramme sans l'anomalie, mieux centré sur 0

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

Caractéristiques de l'anomalie du transect 1

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

Caractéristiques de l'anomalie du transect 1

Spatiales

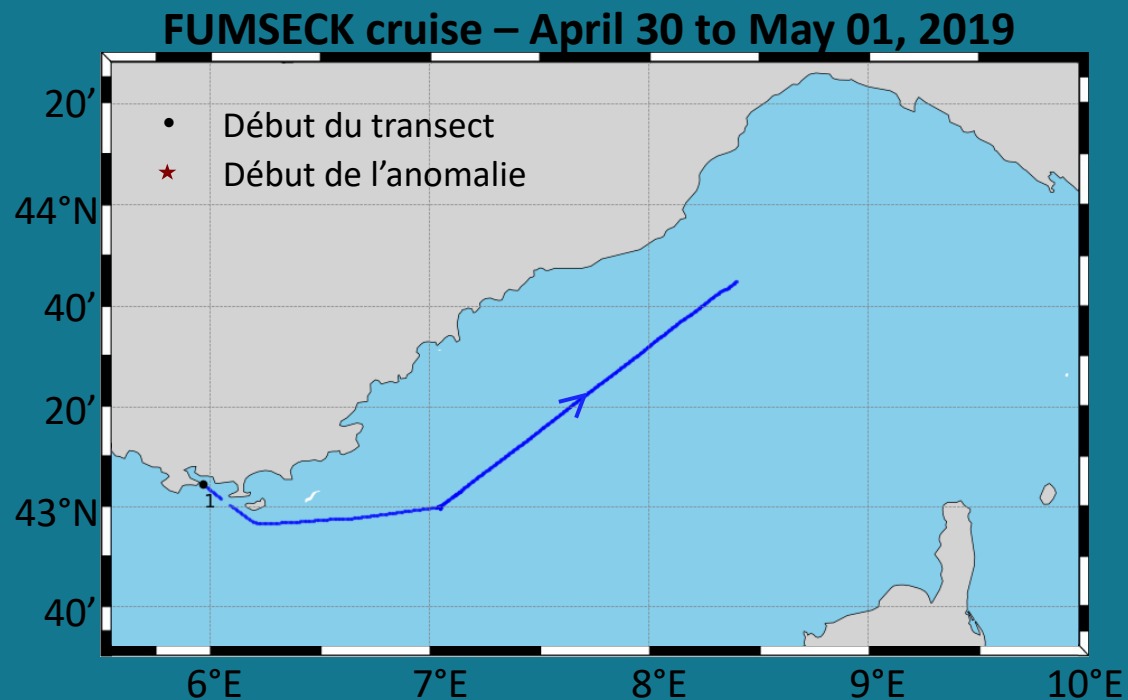


Fig.11 Carte du 1^{er} transect

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

Caractéristiques de l'anomalie du transect 1

Spatiales

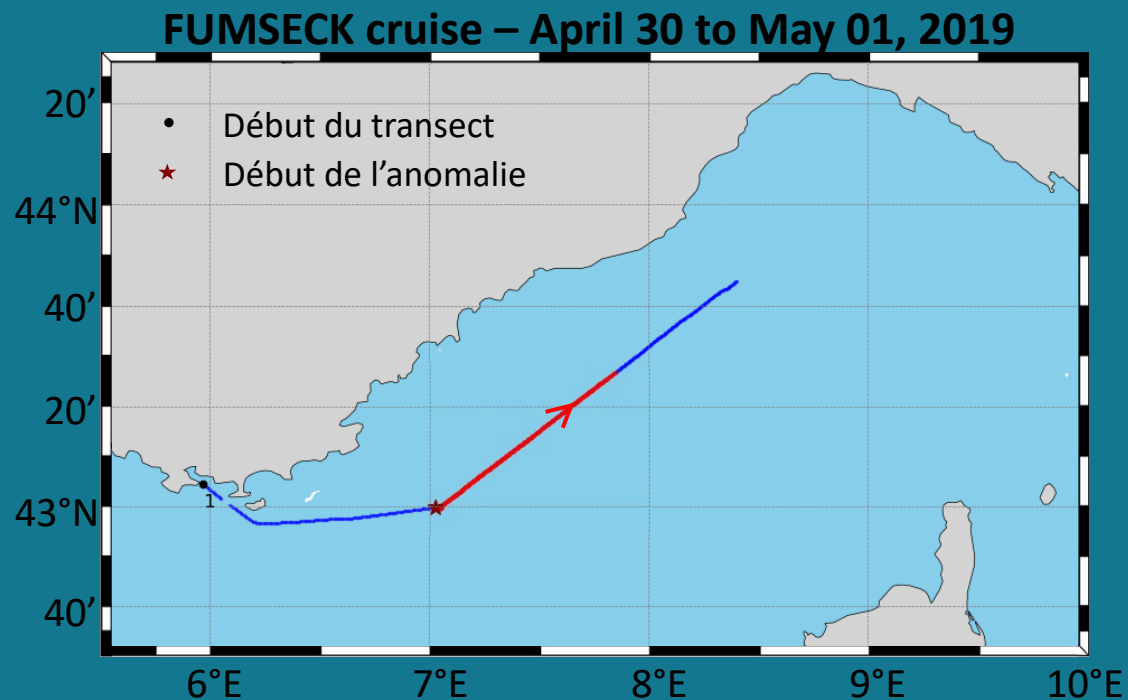


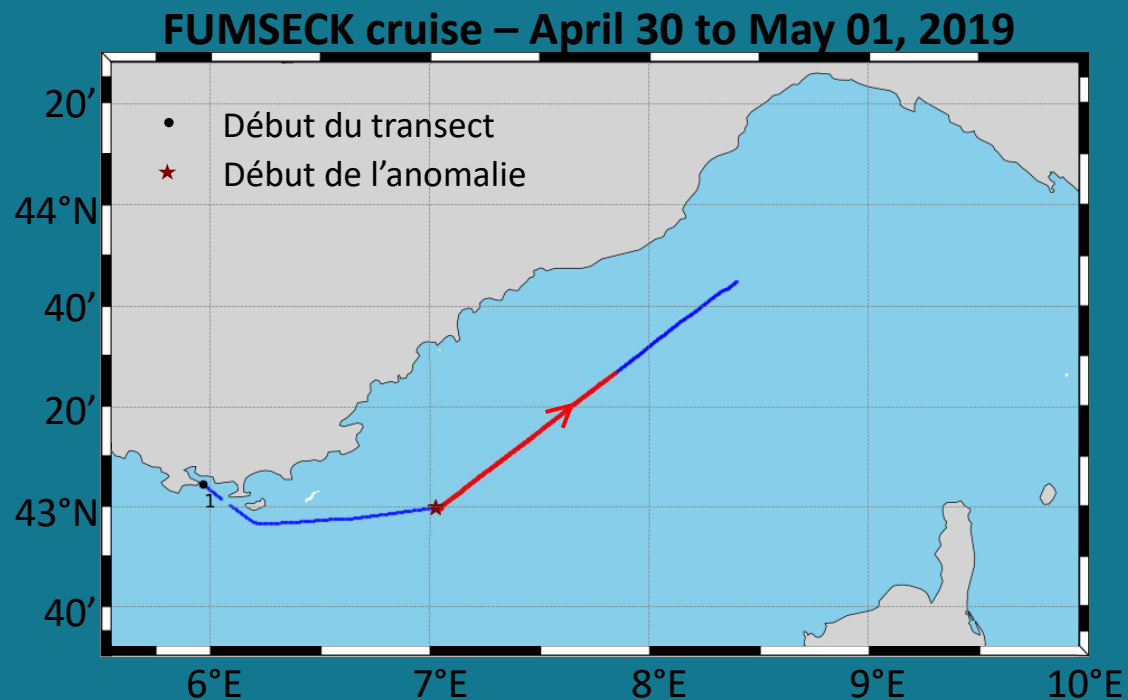
Fig.11 Carte du 1^{er} transect et position de l'anomalie en rouge

➤ **3^{ème} 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^{er} transect et position de l'anomalie en rouge

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

Caractéristiques des anomalies sur toute la campagne

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

Caractéristiques des anomalies sur toute la campagne

Spatiales

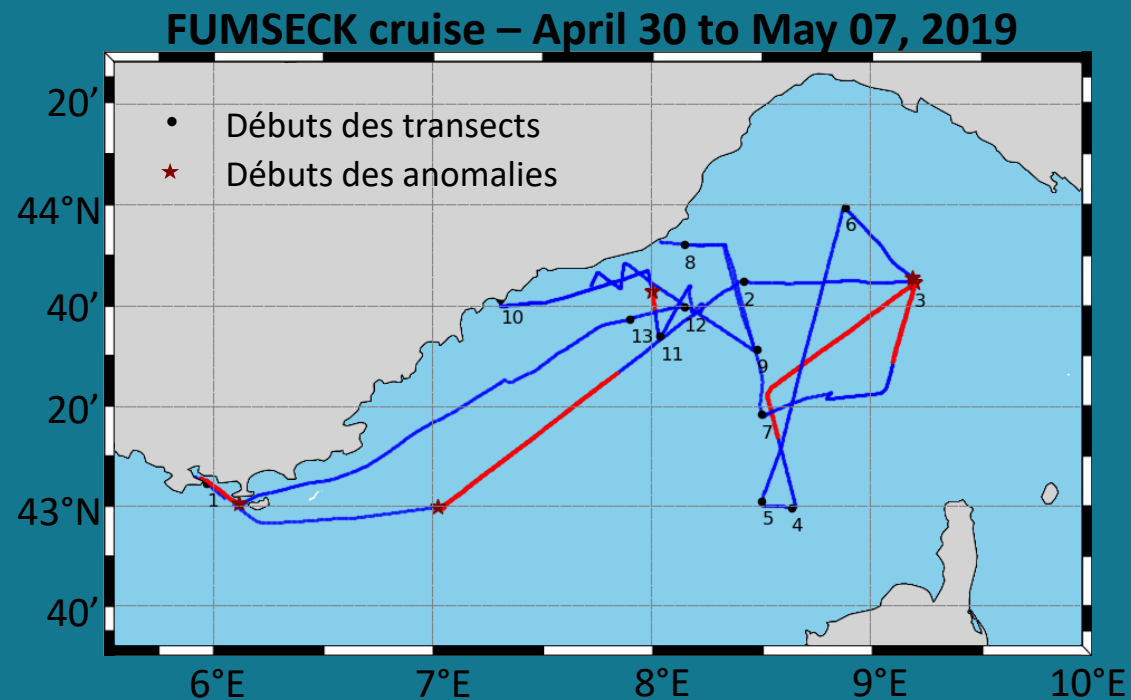


Fig.12 Carte de tous les transects et anomalies

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

Caractéristiques des anomalies sur toute la campagne

Spatiales

Temporelles

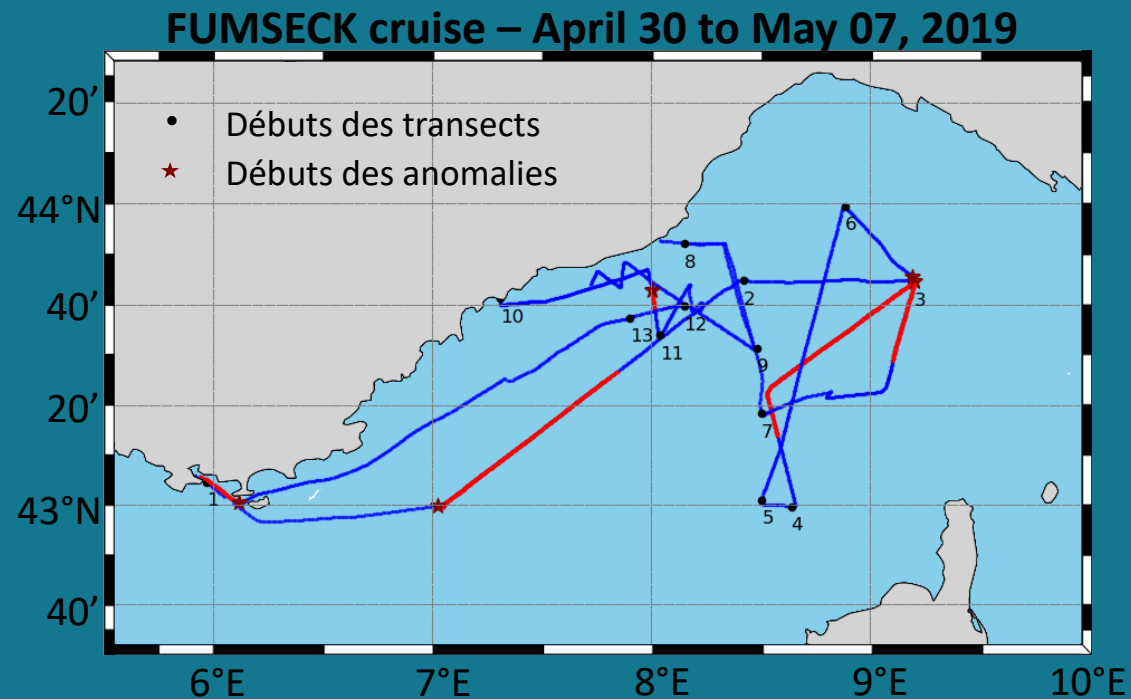


Fig.12 Carte de tous les transects et anomalies

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**

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

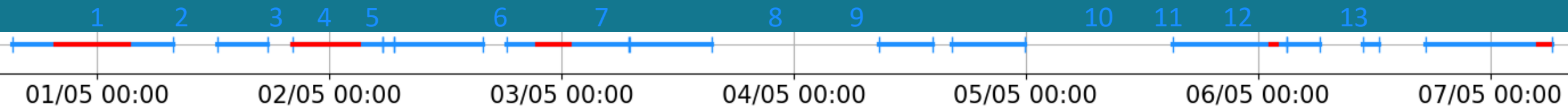


Fig.13 Frise chronologique de la campagne avec les anomalies en rouge

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

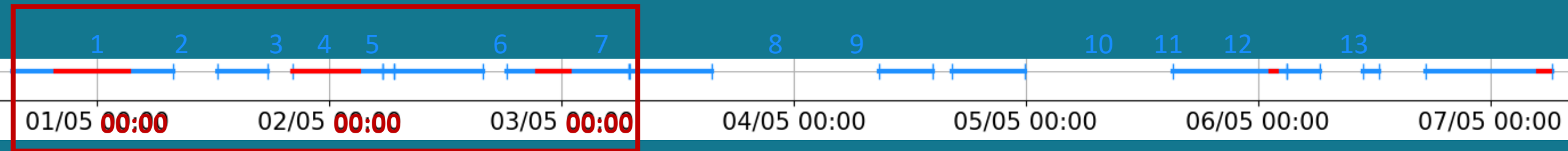


Fig.13 Frise chronologique de la campagne avec les anomalies en rouge

Autour des levers et couchers du soleil

➤ **3^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

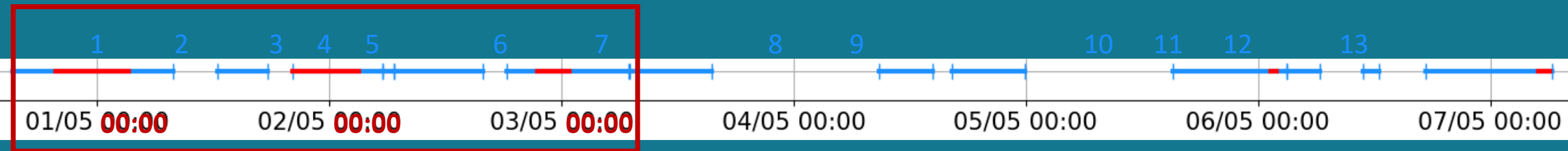


Fig.13 Frise chronologique de la campagne avec les anomalies en rouge

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^{ème} objectif** : identifier la source de ces anomalies

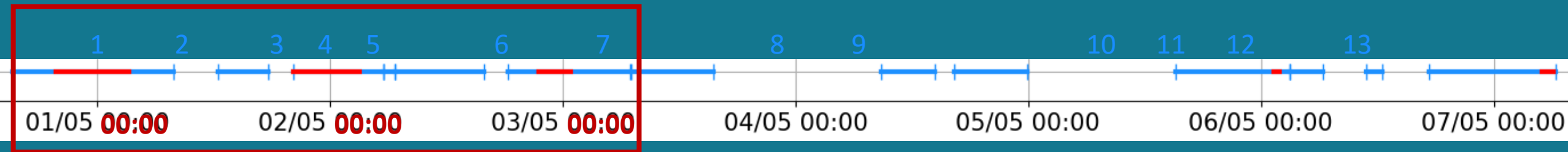


Fig.13 Frise chronologique de la campagne avec les anomalies en rouge

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^{er} 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^{er} objectif

mesurer les vitesses
verticales des courants
par ADCP de coque

2^{ème} 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^{er} objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

2^{ème} objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

3^{ème} objectif

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

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

1^{er} objectif

mesurer les vitesses
verticales des courants
par ADCP de coque

2^{ème} objectif

isoler des anomalies de
fortes vitesses
verticales

3^{ème} objectif

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

Perspectives

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

1^{er} objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

2^{ème} objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

3^{ème} objectif

identifier la source des anomalies :
Migrations nyctémérales
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^{er} objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

2^{ème} objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

3^{ème} objectif

identifier la source des anomalies :
Migrations nyctémérales
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^{er} objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

2^{ème} objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

3^{ème} 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^{er} objectif

mesurer les vitesses verticales des courants par ADCP de coque

2^{ème} objectif

isoler des anomalies de fortes vitesses verticales

3^{ème} objectif

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

Perspectives



Méthode simple et généralisable, applicable à toute donnée ADCP classique



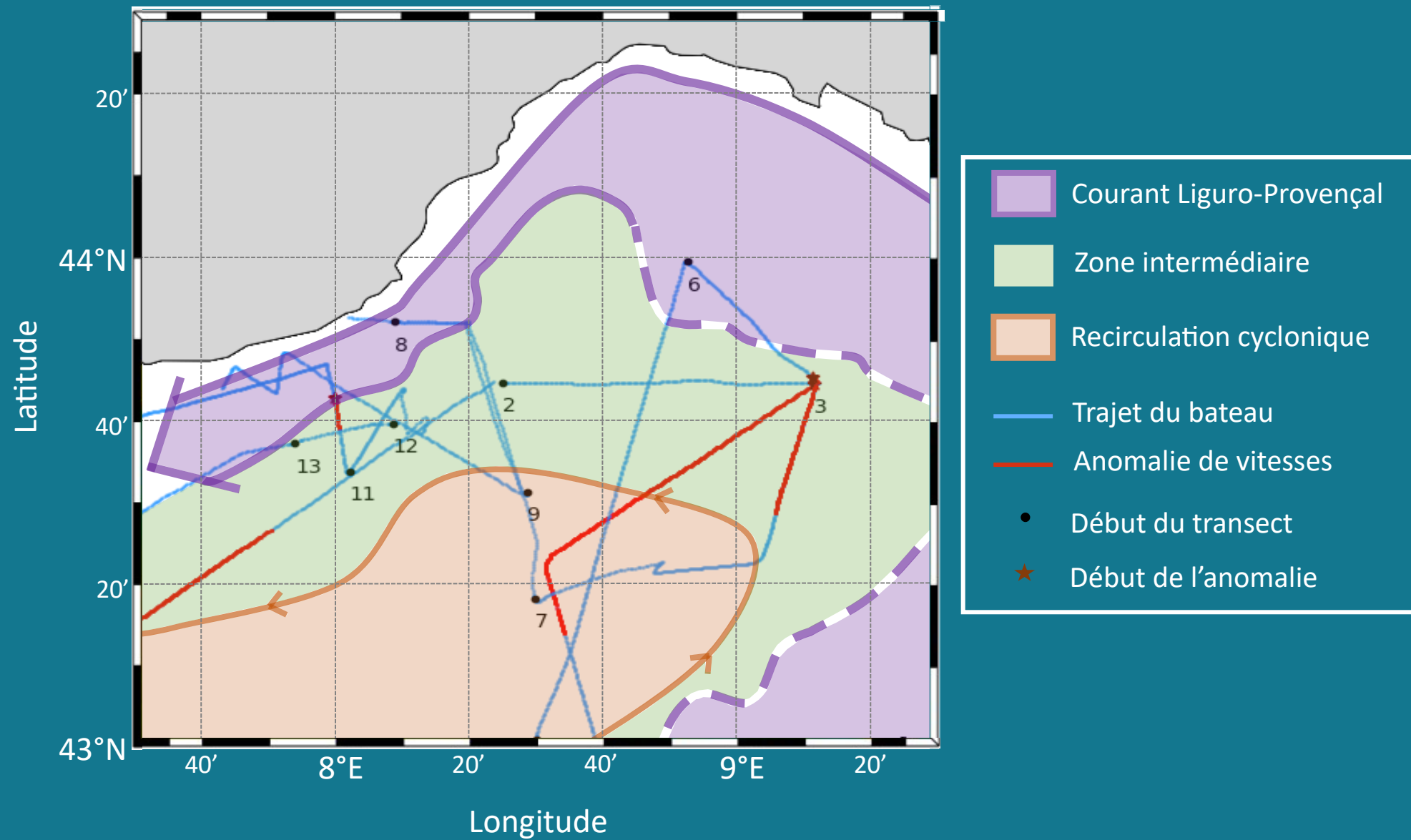
Transect 1 : couche de surface

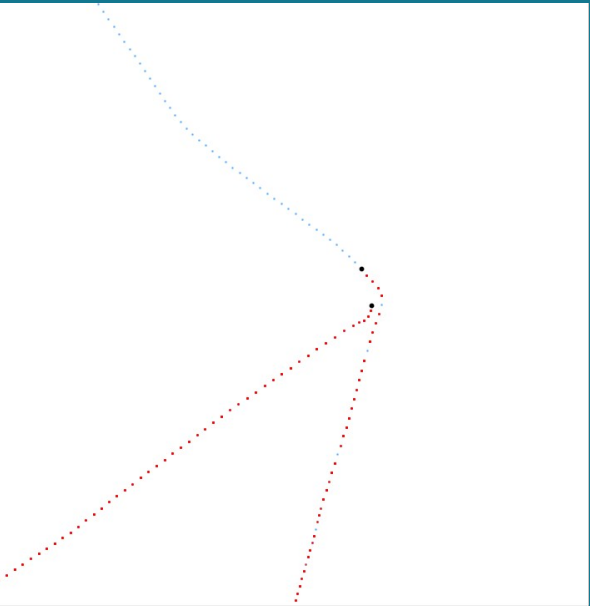
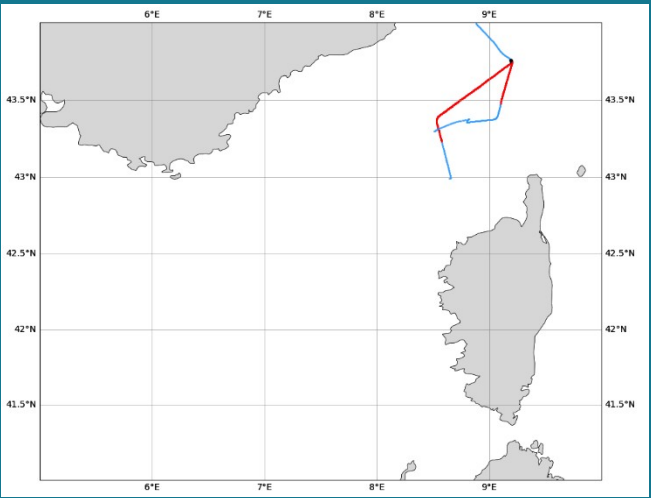
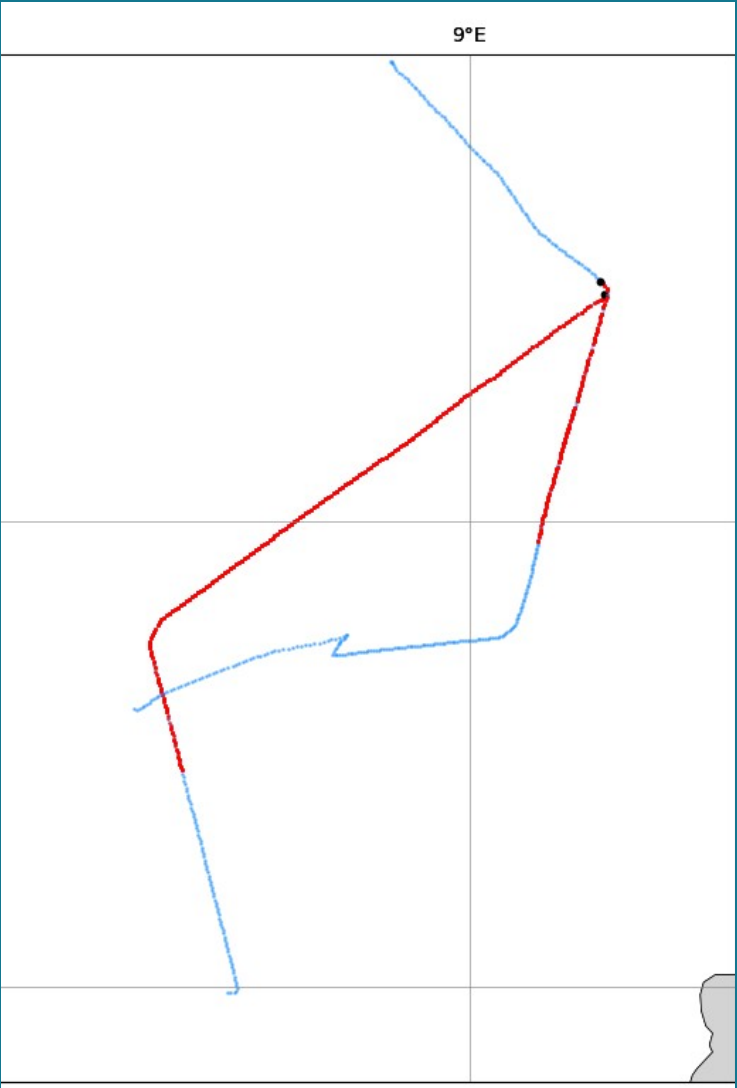


Autres anomalies (montées et descentes du krill) : + compliqué



Quantifier le nombre de krills en utilisant l'intensité de la rétrodiffusion de l'ADCP





1

2

3

4

5

6

7

8

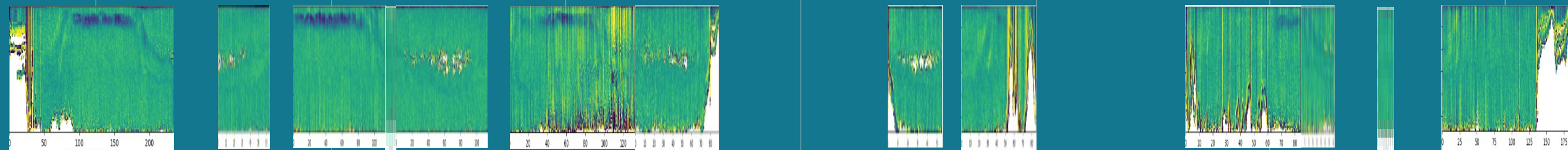
9

10

11

12

13



2019-05-01

2019-05-02

2019-05-03

2019-05-04

2019-05-05

2019-05-06

2019-05-07

Seuil = -0.03 m/s



