
Laboratoire :	US191	RAPPORT DE CALIBRATION
Implantation :	Brest	Version 01
		Page 0/80

Rapport de Calibration des données SADCP De la campagne PIRATA-FR29

DOI : 10.17600/18000404

Mai 2019

Version papier non gérée

Sommaire

Sommaire	1
1. Procédure de calibration	4
1.1. Acquisitions des mesures SADCP	4
1.2. Méthode de calibration	6
2. Traitement des données	9
2.1. Nettoyage et correction des données	9
2.1.1. OS 38kHz	9
2.1.1.1 Fichiers STA.....	9
2.1.1.2 Fichiers LTA	16
2.1.2. OS 150kHz	21
2.1.2.1 Fichiers STA.....	21
2.1.2.2 Fichiers LTA	26
2.1.3. DVL 600kHz	31
2.1.3.1 Fichiers STA.....	31
2.1.3.2 Fichiers LTA	36
2.2. Etalonnage et correction des données.....	41
2.2.1. OS 38kHz	41
2.2.2. OS 150kHz	43
2.2.3. DVL 600kHz	45
3. Contrôle et Validation des données.....	46
3.1. OS 38kHz	48
3.2. OS 150kHz	54
3.3. DVL 600kHz.....	59
4. Références	64
5. Annexe 1 – Convention du fichier NetCDF généré par CASCADE.....	65
6. Annexe 2 – Date, positions et carte des stations effectuées pendant PIRATA-FR29	69
7. Annexe 3 – Profils de vitesses absolues du courant moyen pour chaque point de station	71
8. Annexe 4 – Sections principales effectuées pendant PIRATA-FR29	75
9. Suivi des versions de ce document.....	79

Abstract

Continuous current measurement have been performed during the PIRATA-FR29 cruise using S-ADCP current meter. S-ADCP data are generally contaminated by many artefacts. Data issued from this report have been cleaned and qualified using the software CASCADE, developed by the LOPS. Data are eventually calibrated, using ‘bottom track’ or ‘water track’ mode, from the amplitude, alignment and attitude. The N/O Thalassa is equipped with two S-ADCP (150kHz and 38kHz) and one DVL (600kHz). The S-ADCPs are Ocean Surveyor ADCP developed by TRDI and the DVL is a Pioneer DVL developed by TRDI. The software allows to identify the different phases of the campaign by defining sections and stations. For the sections, data are spatially averaged, whereas for the stations, data are temporally averaged.

Résumé

La campagne PIRATA-FR29 est la 29^{ème} de la série des campagnes annuelles organisées par la France au sein du programme international PIRATA (*Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic*). Elle a été menée par l'IRD à bord du N/O Thalassa du 28/02/2019 au 05/04/2019 dans l'Atlantique tropical. Le N/O Thalassa dispose de deux ADCP de coque (Acoustic Doppler Current Profiler) Ocean Surveyor (OS) de type Phase Array (*Teledyne RD Instruments*), fonctionnant l'un à 38 kHz (longue portée, basse résolution), l'autre à 150 kHz (courte portée, haute résolution), permettant la mesure de courant de façon continu tout au long de la campagne. Cette année un DVL (Doppler Velocity Log) Pioneer 600kHz de type Phase Array (*Teledyne RD Instruments*) était également à disposition qui, outre sa fonction première d'outils de navigation, a permis la mesure de courant sur les couches de surface tout au long de la campagne. L'acquisition des données se déroule généralement sans interruption pendant toute la durée de la campagne, cependant la nouvelle procédure pour l'acquisition de données acoustiques n'a pas permis d'effectuer de mesures pendant les stations CTD où des mesures L-ADCP (Lowered ADCP) étaient effectuées. Ainsi, de manière à éviter de bruyé les données L-ADCP, le logiciel de synchronisation des appareils acoustiques du bord (OSEA) a été coupé à chaque profil CTD (lorsque la sonde était au-dessus de 1500m).

La technologie ADCP impose d'effectuer un nettoyage des données, et si nécessaire un étalonnage du capteur (assiette, alignement, amplitude). Le traitement et la qualification des données a été effectué à l'aide de CASCADE (Chaîne Automatisée de Suivi des Courantomètres Acoustiques Doppler Embarqués), logiciel MATLAB développé au LOPS (Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale).

Ce rapport synthétise le traitement et la qualification des données des deux S-ADCP et du DVL. La procédure de calibration suivie pour traiter les données de cette campagne est présentée dans une première partie. Ensuite sont exposés les résultats du nettoyage des données et des éventuels étalonnages. Enfin, dans une dernière partie sont présentés les produits issus de la validation et du contrôle qualité des données. Les différentes sections parcourues sont ainsi présentées, offrant un moyennage spatial des données.

1. Procédure de calibration

1.1. Acquisitions des mesures SADCP

Au cours de la campagne PIRATA-FR29, des données S-ADCP et DVL ont été acquises de manière quasi continue (hors stations) à bord du N/O Thalassa (figure 1). Les ADCPs permettent une estimation de la vitesse horizontale et verticale du courant à l'aide du son, en utilisant le principe de l'effet doppler. Un signal acoustique est émis à une fréquence connue, et est réfléchi par les particules en suspension dans l'eau jusqu'au capteur avec une fréquence légèrement modifiée. L'ADCP utilise le décalage doppler du signal rétrodiffusé (déphasage proportionnel à la vitesse des réflecteurs) pour mesurer la vitesse du courant, sur toute la colonne d'eau jusqu'à des profondeurs pouvant atteindre 1500m, dans des cellules définies temporellement. De manière à mesurer les trois composantes du courant, quatre faisceaux sont générés simultanément à partir du transducteur de type Phase Array avec un certain angle (30°), permettant la mesure du signal rétrodiffusé dans différentes directions. Ce courantomètre est fixé sous la coque du navire. Grâce à la connaissance de l'orientation du navire par rapport à un repère terrestre (utilisation de PHINS [PHotonic Inertial Navigation System] sur le N/O Thalassa permettant la mesure de la position et de l'attitude du navire) et la connaissance de la vitesse du navire, un courant absolu peut être calculé.

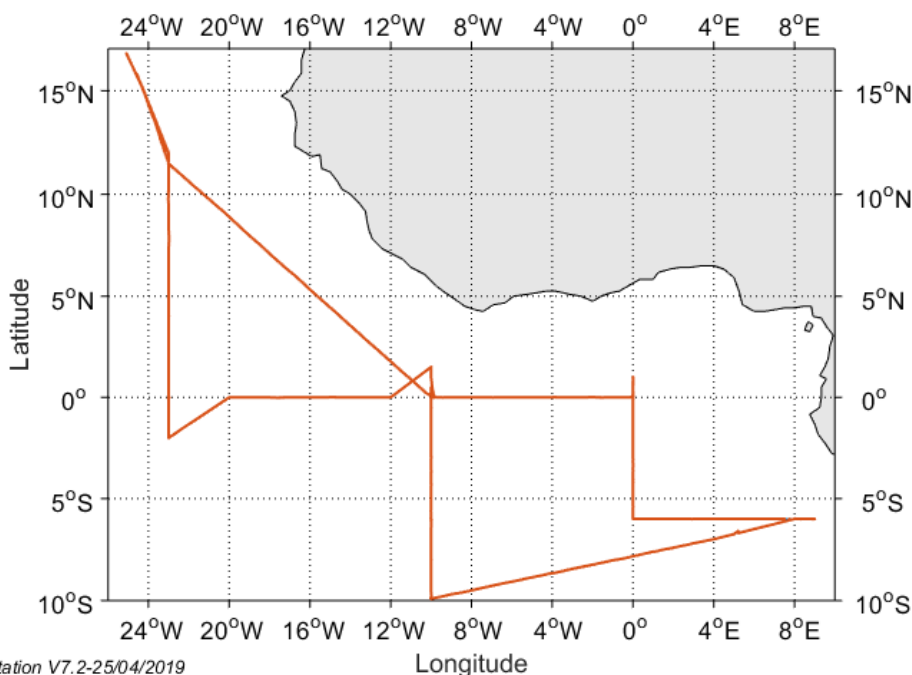


Figure 1 : Tracé de la trajectoire du N/O Thalassa pendant PIRATA-FR29 permettant l'acquisition de mesure S-ADCP/DVL

Pendant cette campagne, les S-ADCP 38kHz et 150kHz, ainsi que le DVL 600kHz, étaient commandés par OSEA (Outil de Synchronisation des Equipements Acoustiques), système développé par l’Ifremer permettant de piloter les différents équipements acoustiques d’un navire de façon à éviter les interférences. Il génère les ordres d’émission de chaque équipement. Les équipements acoustiques du bord entraînant des interférences sur les mesures L-ADCP pendant les stations, il a été préféré de couper OSEA pendant les stations tant que les L-ADCP se trouvaient au-dessus de 1500m (sous 1500m, les L-ADCP n’étaient plus perturbés). Pendant les premières stations plusieurs tests ont été effectués (arrêt OS150kHz seul, arrêt DVL seul, arrêt OS150kHz et DVL, OSEA coupé toute la station), c’est à partir de la station 7 (10/03/2019), pour des raisons de simplicité de mise en œuvre, que OSEA était coupé systématiquement à chaque début et fin de stations. Lors de l’interrogation des largeurs des bouées PIRATA, OSEA était stoppé également, de manière à ne pas perturber l’écoute des largeurs.

Les configurations des ADCPs et du DVL sont restées les mêmes tout au long de la campagne. En fin de campagne, à l’approche du Cap-Vert, les deux ADCPs ont toutefois été configurés pour une paramétrisation ‘Bottom Track’ permettant une mesure de vitesse relative par rapport au fond. Ce mode de mesure permet des mesures très fiables utilisées par la suite pour la calibration. Les paramètres choisis sont présentés dans les tableaux 1, 2 et 3. La précision, la portée et la résolution de la mesure sont dépendantes de cette configuration.

Tableau 1 : Configuration de l’ADCP OS38 utilisé pendant PIRATA-FR29

Mode	Narrow Band (Broad Band en mode Bottom Track)
Ping par ensemble	1
Nombres de cellules	66 (55 en mode Bottom Track)
Longueur d’une cellule [m]	24
Longueur du blanc après transmission [m]	16
Bottom Track	Non (sauf derniers profils : l’ADCP OS38 était alors désynchronisé avec OSEA)
Temps entre ping [s]	4.5 (2 en mode Bottom Track)
Angle de l’ADCP avec axe navire [°]	44.73
Précision de la mesure [cm/s]	20 (10 en mode Bottom Track)
Portée maximale [m]	1600

Tableau 2 : Configuration de l'ADCP OS150 utilisé pendant PIRATA-FR29

Mode	Broad Band
Ping par ensemble	1
Nombres de cellules	70
Longueur d'une cellule [m]	4
Longueur du blanc après transmission [m]	6
Bottom Track	Non (sauf derniers profils : l'ADCP OS150 était alors désynchronisé avec OSEA)
Temps entre ping [s]	4.5 (1 en mode Bottom Track)
Angle de l'ADCP avec axe navire [°]	46,09
Précision de la mesure [cm/s]	15
Portée maximale [m]	300

Tableau 3 : Configuration du DVL 600kHz utilisé pendant PIRATA-FR29

Mode	Broad Band
Ping par ensemble	1
Nombres de cellules	30
Longueur d'une cellule [m]	2
Longueur du blanc après transmission [m]	0
Bottom Track	Oui (et Water Track)
Temps entre ping [s]	1
Angle de l'ADCP avec axe navire [°]	45,55
Précision de la mesure [cm/s]	7,7
Portée maximale [m]	70

1.2. Méthode de calibration

Le traitement de la campagne a été réalisé à partir des fichiers '.STA' et '.LTA' générés par le logiciel VmDAS (*Teledyne RD Instruments*). Ces fichiers contiennent les données de navigation et les vitesses du courant relatives au navire. Le logiciel VmDAS permet de calculer les données ADCP en coordonnées géographiques moyennées sur un intervalle de temps défini par l'utilisateur lors de

l'acquisition (ici, 2min et 5min pour les S-ADCP et 2sec et 10sec pour le DVL). De manière à simplifier le traitement, les fichiers DVL ont été remoyennés sur la même base de temps que les deux ADCPs. La configuration ayant été resté la même tout au long de la campagne, il a été possible de concaténer en un seul fichier les '.STA' et '.LTA', permettant d'augmenter le nombre de données pour l'estimation des éventuelles erreurs d'alignement, d'amplitude et d'atitude. Les données effectuées en mode Bottom Track ont été traitées à part.

Le traitement a été effectué avec le logiciel CASCADE v7.2. Dans un premier temps, les fichiers sont convertis au format NetCDF. Ce fichier contient toutes les informations relatives au traitement. Le nom des variables suit la convention présentée en annexe 1. Ensuite, le traitement suit ces différentes étapes :

- Vérification, et éventuellement correction, des différences d'horloges PC-GPS.
- Définition d'une couche de référence, définie par des numéros de cellules min et max entre lesquelles les données sont considérées comme bonnes et cohérentes entre elles. Cette couche sert de référence pour le nettoyage des données et les comparaisons route-station.
- Ajout de la bathymétrie (à partir des mesures sondeur du navire ou d'une interpolation en latitude et longitude d'une bathymétrie mondiale) permettant de détecter les données sous le fond.
- Nettoyage des données permettant d'associer un flag de qualité aux données de vitesse absolue du courant en fonction de certains critères. Le code qualité utilisé est présenté dans le tableau 4.
- Correction du désalignement de l'ADCP par rapport à l'axe du navire, elle est nécessaire lorsque la vitesse du courant est corrélée à la vitesse du navire (et/ou la direction du courant corrélée à la direction du navire). Cette corrélation est généralement marquée avec les vitesses de courant perpendiculaire à la route. En effet un désalignement de l'ADCP implique une projection de la vitesse du navire sur la vitesse du courant. L'angle corrigé est calculé en comparant les vitesses issues du bottom ping (dans des fonds peu profonds) avec celles du navire (bottom track), ou en comparant les vitesses du courant moyennées sur la couche de référence en route avec celles en station (water track). Cette correction est appliquée si le désalignement est supérieur à $0,5^\circ$.
- Correction du facteur d'amplitude de l'ADCP, elle est nécessaire lorsque la vitesse du courant est corrélée à la vitesse du navire (et/ou la direction du courant corrélée à la direction du navire). Cette corrélation est généralement marquée avec les vitesses de courant parallèle à la route. Le facteur d'amplitude est calculé en comparant les vitesses issues du bottom ping (dans des fonds peu profonds) avec celles du navire (bottom track), ou en comparant les vitesses du courant

moyennées sur la couche de référence en route avec celles en station (water track). Cette correction est appliquée si le facteur d'amplitude diffère de 0,05.

- Correction de l'assiette du navire (tangage) lorsque la moyenne de la vitesse verticale, calculée sur toutes les bonnes données dans la couche de moindre variabilité du courant horizontal, est trop élevée (>1cm/s). Dès lors, une moyenne de plus de 1cm/s en valeur absolue peut correspondre à la projection de la vitesse du navire sur la verticale en raison d'une inclinaison de l'ADCP vers l'avant ou l'arrière par rapport à l'assiette du navire. Pour ce faire, la vitesse verticale W est comparée par rapport au module de la vitesse navire $\langle |Us| \rangle$.
- Ajout de la marée (à partir du modèle TPXO8), permettant de calculer les composantes de la vitesse absolue du courant corrigée de la marée barotrope.
- Invalidation manuelle éventuelle de données entre deux dates ou ensembles.

Les données sont ensuite filtrées (horizontalement, verticalement ou les deux) de manière à réduire le bruit et combler les trous isolés. Le filtrage est effectué sur les vitesses absolues du courant et les flags associés sont modifiés (code 8 pour les données sous le fond et code 7 aux données absentes ou mauvaises non comblées par le filtrage). Le filtrage est une moyenne glissante sur 3 points, excepté sur les bords où la valeur filtrée est calculée sur 2 points. Ainsi, la longueur de trou maximale comblée par le filtrage est de 2. Les données créées par le filtrage sont flaguées à 2.

Tableau 4 : Signification des codes de qualité attribuée selon l'ordre de l'algorithme

Code	Signification
8	Données sous le fond
7	Cellules pour lesquelles il n'y a pas de mesure ADCP
6	Données dont : - Les vitesses absolues de courant sont supérieures à une valeur fixée par l'utilisateur V_{max} [cm/s] - La corrélation est inférieure à une valeur fixée par l'utilisateur <i>Seuil de Corrélation</i> - La différence des différences verticales de l'écho d'intensité est supérieure au produit de la moyenne des différences verticales d'écho d'intensité et d'un <i>seuil d'interférence</i> fixé par l'utilisateur (interférence avec un autre appareil acoustique)
5	Données dont : - Le % de bonnes données est inférieur à un seuil utilisateur - L'erreur de vitesse verticale est supérieure à une valeur fixée par l'utilisateur
4	Données dont la différence de deux cisaillements consécutifs dépasse une valeur seuil fournie par l'utilisateur
3	- Données qui ne passent pas le test d'écart à la médiane, soit : la vitesse s'écarte de la médiane des vitesses absolues du courant (niveau par niveau), comprises entre la

	donnée en cours et les Nb (fixé par l'utilisateur) ensembles voisins de part et d'autre, de plus de $Nb2$ (fixé par l'utilisateur) fois l'écart médian sur ces mêmes valeurs [abs(vitesse(i)-Med) > Nb2*(median(abs((vitesse(i-Nb:i+Nb)-Med)))] - Données dont la médiane a été calculée avec moins de 20% des vitesses sur l'intervalle (i-Nb : i+Nb)
2	Données douteuses si : <ul style="list-style-type: none"> - Les vitesses absolues du courant s'écartent de plus de V du profil moyen de vitesses absolues sur les profils (i-5:i+5) et lissé verticalement sur 5 cellules (V est soit un écart maximum au profil moyen défini en cm/s [$V_{difflim}$], soit un facteur de tolérance de cisaillement [$fact_{cis}$] qui permet d'assouplir la valeur seuil définie par le cisaillement maximal des profils moyens lissés ; soit $V = \max([fact_{cis} * cisaillement_{maximum} V_{difflim}])$) - Une, voire deux données, sont correctes mais isolées sur la verticale (toutes les données au-dessus et en-dessous sont flaguées entre 2 et 8). - Plus de 50% des données de la couche de référence ont un flag supérieur à 1 (alors toutes les données du profil flaguées à 1 sous le 1^{er} point douteux ou mauvais sont flaguées à 2).
1	Données supposées valides
9	Données invalidées manuellement

2. Traitement des données

2.1. Nettoyage et correction des données

2.1.1. OS 38kHz

2.1.1.1 Fichiers STA

Les fichiers '.STA' contiennent les données ADCP en coordonnées géographiques moyennées sur 2 minutes. La figure 2 présente le nombre de pings moyennés pour chaque ensemble. Aucun problème ne semble apparaître car le nombre de pings est resté le même tout au long de la campagne (environ 26 pings).

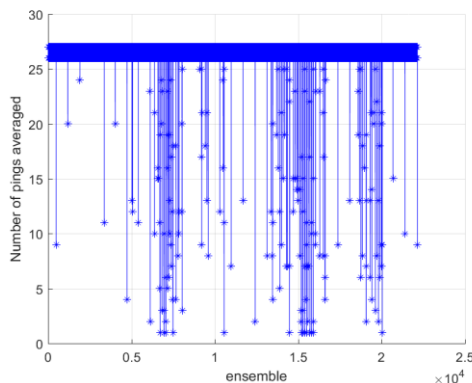
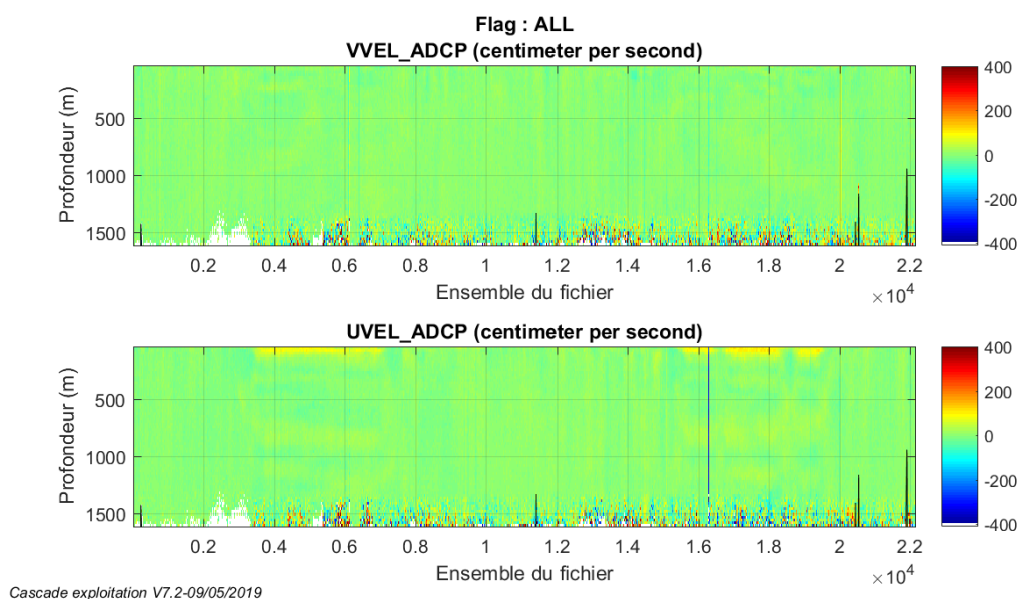


Figure 2: Nombre de pings par ensemble pour les fichiers OS38 STA

Sans nettoyage, les données brutes sont parasitées par des valeurs de courant aberrantes (figure 3). La figure 4 présente la corrélation des données, le pourcentage de bonnes données, et l'intensité de l'écho rétrodiffusé. L'analyse de cette figure permet de dresser un diagnostic de la qualité des données. Il apparaît ici qu'en début de campagne (jusqu'au 11/03/2019 [ensemble 6585]) des interférences existent avec les autres appareils acoustiques. La procédure concernant la synchronisation des appareils acoustiques pendant les stations ayant été mis en place à partir de la station 7 (10/03/2019), il semblerait que les interférences soient liées à la rosette. A partir de la station 7, on ne rencontre plus d'artefacts autant marqués. Hormis ces cas particuliers, il apparaît que les données sont plutôt de très bonne qualité jusqu'à environ 1400m. La couche de référence utilisée pour le nettoyage est définie entre les bins 3 et 5 (soit entre 88 et 136m).



Cascade exploitation V7.2-09/05/2019

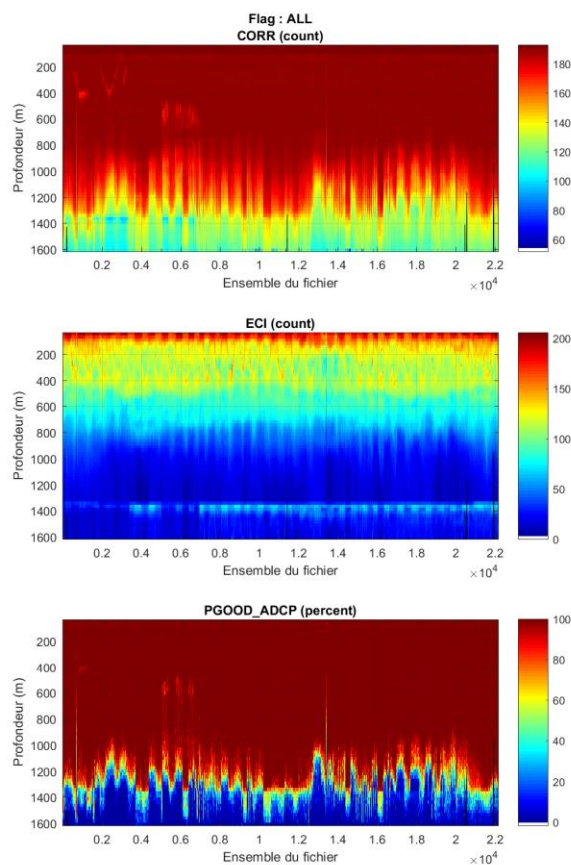
Figure 3: Vitesses absolues du courant (cm/s), des fichiers OS38 STA, mesurées pendant PIRATA-FR29

Dans un premier temps, la dérive de l'horloge a été analysée. Ici, aucune correction de l'horloge n'est appliquée car le décalage d'horloge entre le PC et le GPS n'est jamais supérieur à 1s. (Figure 5), toutefois il apparaît qu'une dérive récurrente existe avant recalage de l'horloge.

Ensuite, une bathymétrie est utilisée pour détecter les données sous le fond. Pendant PIRATA-FR29, les données sondeur du navire n'étaient pas accessibles les derniers jours de campagne, il a été

préférable d'utiliser l'interpolation d'une bathymétrie mondiale pour définir la bathymétrie rencontrée. La bathymétrie Etopo1 a ici été choisie (figure 6).

Enfin, les données ont pu être nettoyées en utilisant les paramètres présentés dans le tableau 5. Les statistiques relatives à ce nettoyage sont présentées dans le tableau 6. Etant donné la bonne qualité générale des données, il a été préféré d'utiliser des seuils sévères permettant, au mieux, d'éliminer toutes les données douteuses et garder les bonnes données.



Cascade exploitation V7.2-09/05/2019

Figure 4: Indicateur de corrélation (en haut), intensité de l'écho rétrodiffusé (au milieu), et pourcentage de bonnes données des fichiers OS38 STA (en bas)

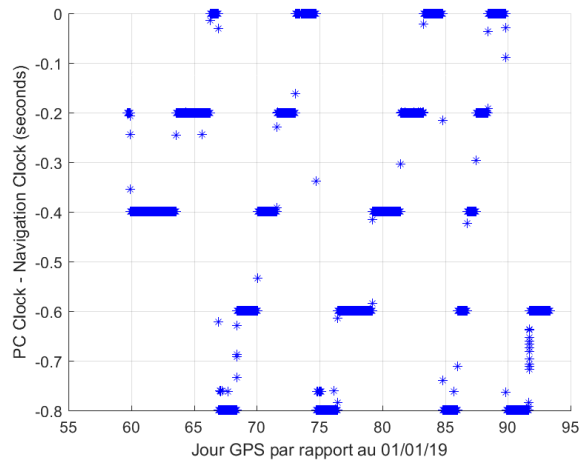


Figure 5: Différences d'horloges PC-GPS en fonction du temps

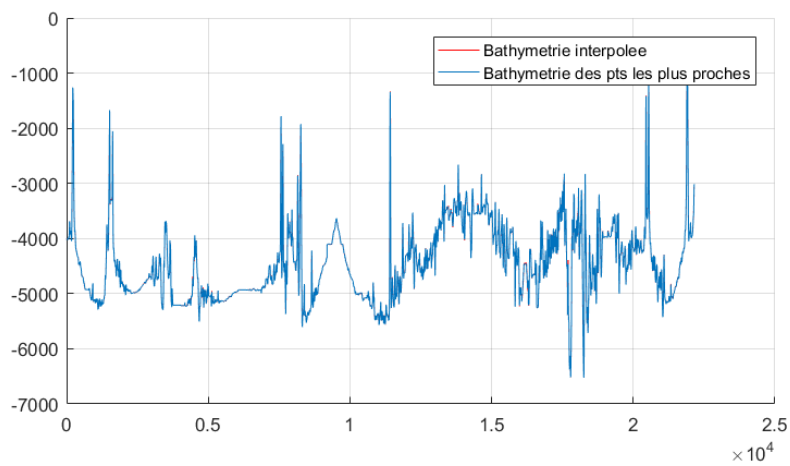


Figure 6: Bathymétrie associée à la trajectoire de la campagne (en rouge) et bathymétrie du point le plus proche (en bleu)

Tableau 5: Paramètres utilisés pour le nettoyage des données OS38 STA

Paramètre	Valeur
Seuil de l'erreur de la vitesse verticale [cm/s]	100
Cisaillement vertical maximum	0.2
Nombre de profils à considérer avant et après chaque profil	20
Nombre d'écart à la moyenne	3
Détection du fond	Bathymétrie
Vmax [cm/s]	400
Seuil de corrélation	120
% min. d'ensemble bon	80
Seuil d'interférence	10
Facteur de tolérance de cisaillement	4
Ecart maximal au profil moyen [cm/s]	30

Tableau 6: Statistiques sur le nettoyage des données OS38 STA

Flag	Signification	%
1	Données bonnes	73,9
2	Données douteuses	0,5
3	Test d'écart à la médiane	1
4	Différence de cisaillement > 0.2	0
5	% données bonnes < 80%, W > 1m/s	18,9
6	U ou V > 4m/s, Corrélation < 120, Différence des différences verticales de l'écho intensité > [10 ⁴ *moyenne des différences verticales d'écho d'intensité]	5
7	Données absentes	1
8	Données sous le fond	0,1

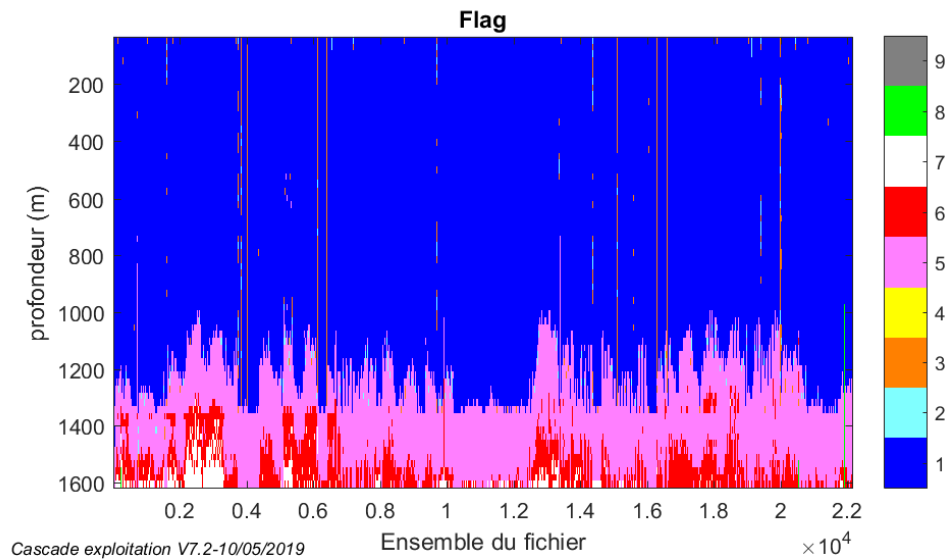
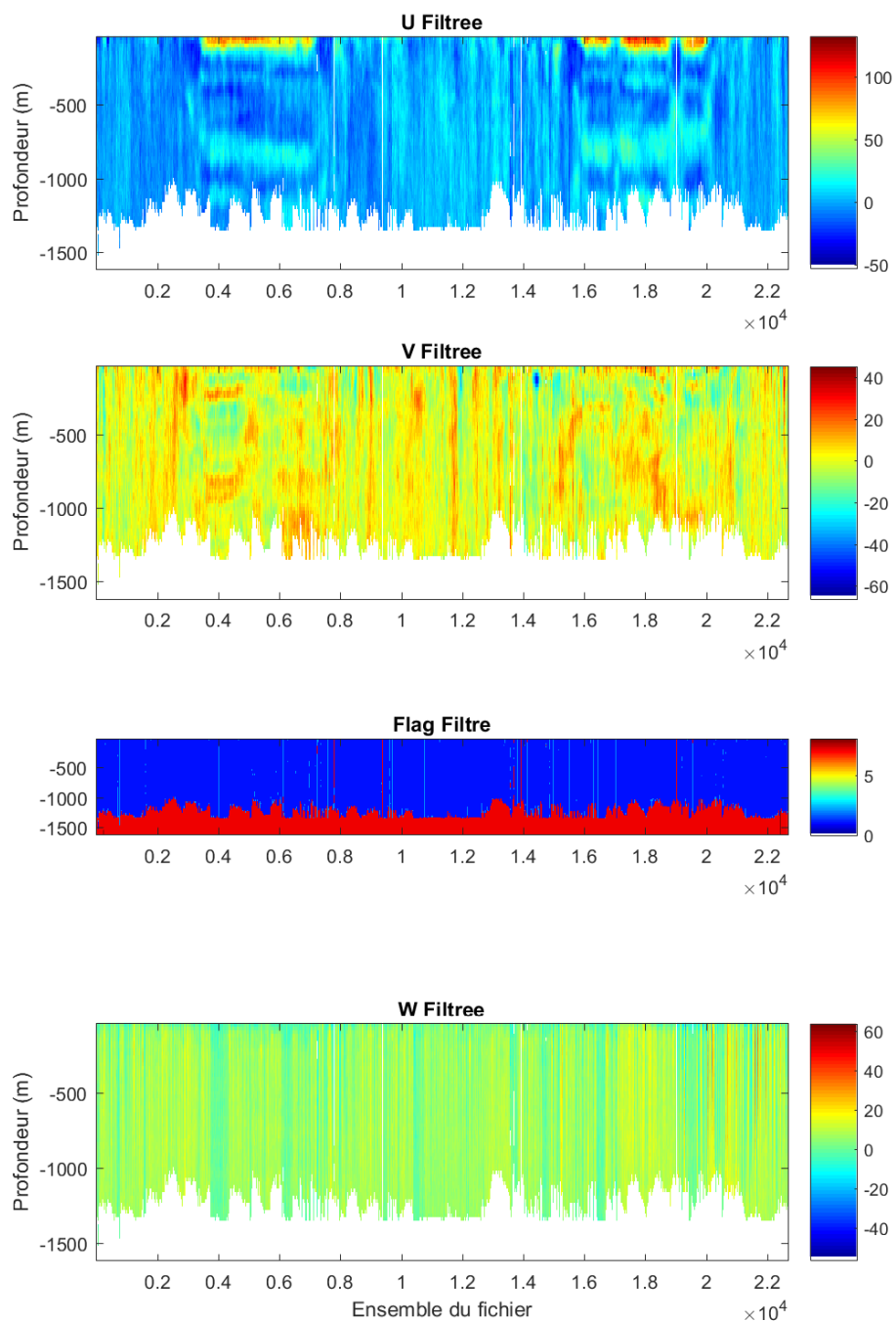


Figure 7: Code qualité attribué aux données des fichiers OS38 STA

La figure 7 présente les codes qualités attribués à chaque donnée. Aucune donnée n'a été invalidée manuellement. Les données de courant bonnes (code 1) filtrées horizontalement et verticalement sont présentées sur la figure 8.

FR29-OS38_osite_mat10



Cascade exploitation V7.2-10/05/2019

Figure 8: Vitesses du courant absolues [cm/s] bonnes (code 1) et flag filtrées horizontalement et verticalement des fichiers OS38 STA

2.1.1.2 Fichiers LTA

Les fichiers '.LTA' contiennent les données ADCP en coordonnées géographiques moyennées sur 5 minutes. La figure 9 présente le nombre de pings moyennés pour chaque ensemble. Aucun problème ne semble apparaître car le nombre de pings moyennés est resté le même tout au long de la campagne (environ 65 pings).

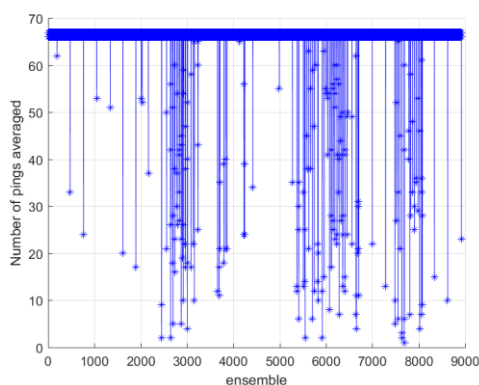


Figure 9: Nombre de pings par ensemble pour les fichiers OS38 LTA

Sans nettoyage, les données brutes sont parasitées par des valeurs de courant aberrantes (figure 10). La figure 11 présente la corrélation des données, le pourcentage de bonnes données, et l'intensité de l'écho rétrodiffusé. L'analyse de cette figure permet de dresser un diagnostic de la qualité des données. Il apparaît ici qu'en début de campagne (jusqu'au 11/03/2019 [ensemble 2639]) des interférences existent avec les autres appareils acoustiques. La procédure concernant les appareils acoustiques pendant les stations ayant été mis en place à partir de la station 7 (10/03/2019), il semblerait que les interférences soient liées à la rosette. A partir de la station 7, on ne rencontre plus d'artefacts autant marqués. Hormis ces cas particuliers, il apparaît que les données sont plutôt de très bonne qualité jusqu'à environ 1400m. La couche de référence utilisée pour le nettoyage est définie entre les bins 3 et 5 (soit entre 88 et 136m).

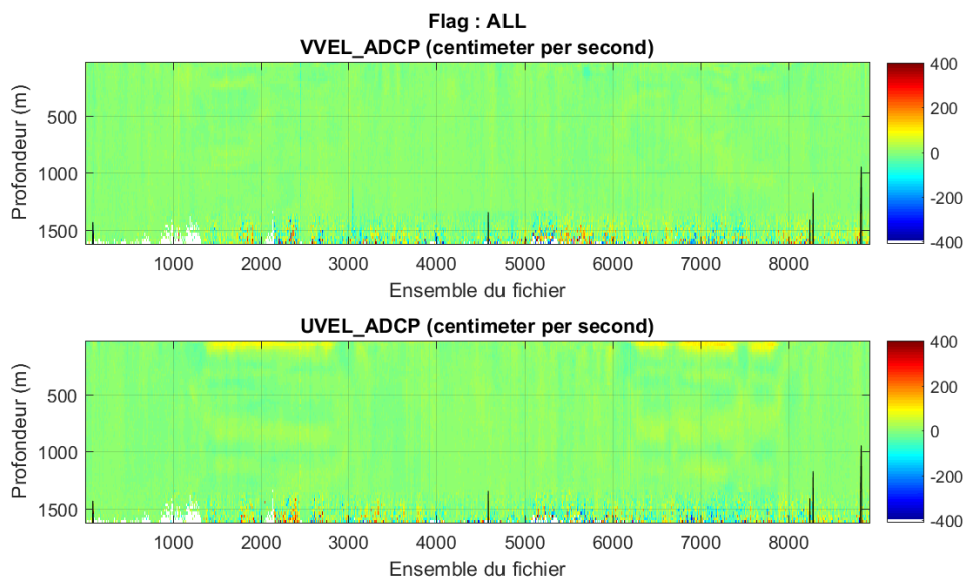


Figure 10: Vitesses absolues du courant (cm/s,) des fichiers OS38 LTA, mesurées pendant PIRATA-FR29

De la même manière que les données STA, aucune correction de l'horloge n'a été appliquée et la bathymétrie Etopo1 a été utilisée pour détecter les données sous le fond.

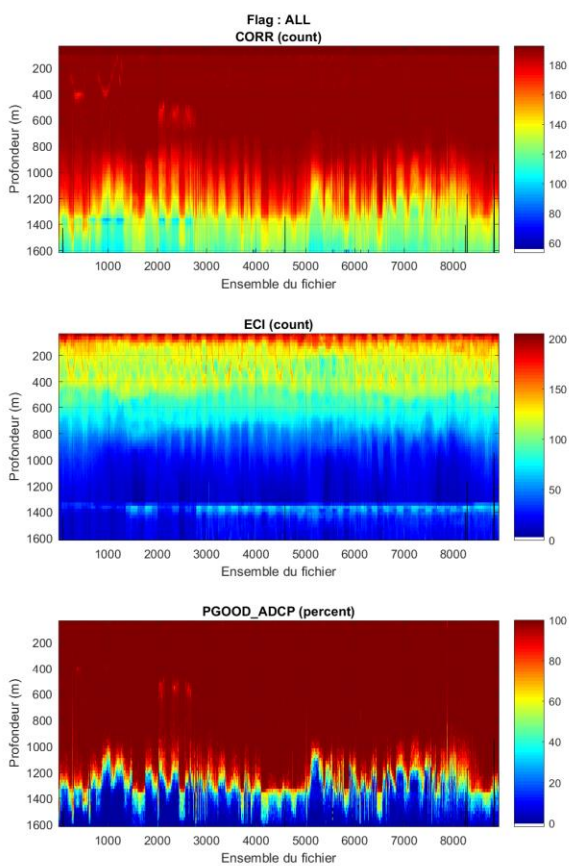
Les données ont ensuite pu être nettoyées en utilisant les paramètres présentés dans le tableau 7. Les statistiques relatives à ce nettoyage sont présentées dans le tableau 8. Etant donné la bonne qualité générale des données, il a été préféré d'utiliser des seuils sévères permettant, au mieux, d'éliminer toutes les données douteuses et garder les bonnes données.

Tableau 7: Paramètres utilisés pour le nettoyage des données OS38 LTA

Paramètre	Valeur
Seuil de l'erreur de la vitesse verticale [cm/s]	100
Cisaillement vertical maximum	0.2
Nombre de profils à considérer avant et après chaque profil	20
Nombre d'écart à la moyenne	3
Détection du fond	Bathymétrie
Vmax [cm/s]	400
Seuil de corrélation	120

Laboratoire : US191 **RAPPORT DE CALIBRATION**
 Implantation : Brest Version 01
 Page 18/80

% min. d'ensemble bon	80
Seuil d'interférence	10
Facteur de tolérance de cisaillement	4
Ecart maximal au profil moyen [cm/s]	30



Cascade exploitation V7.2-10/05/2019

Figure 11: Indicateur de corrélation (en haut), intensité de l'écho rétrodiffusé (au milieu), et pourcentage de bonnes données (en bas) des fichiers OS38 LTA

Tableau 8: Statistiques sur le nettoyage des données OS38 LTA

Flag	Signification	%
1	Données bonnes	74,4
2	Données douteuses	0,3
3	Test d'écart à la médiane	0,6
4	Différence de cisaillement > 0.2	0
5	% données bonnes < 80%, W > 1m/s	18,8
6	U ou V > 4m/s, Corrélation < 120, Différence des différences verticales de l'écho intensité > [10 ⁻⁴ *moyenne des différences verticales d'écho d'intensité]	5,3
7	Données absentes	0,6
8	Données sous le fond	0,1

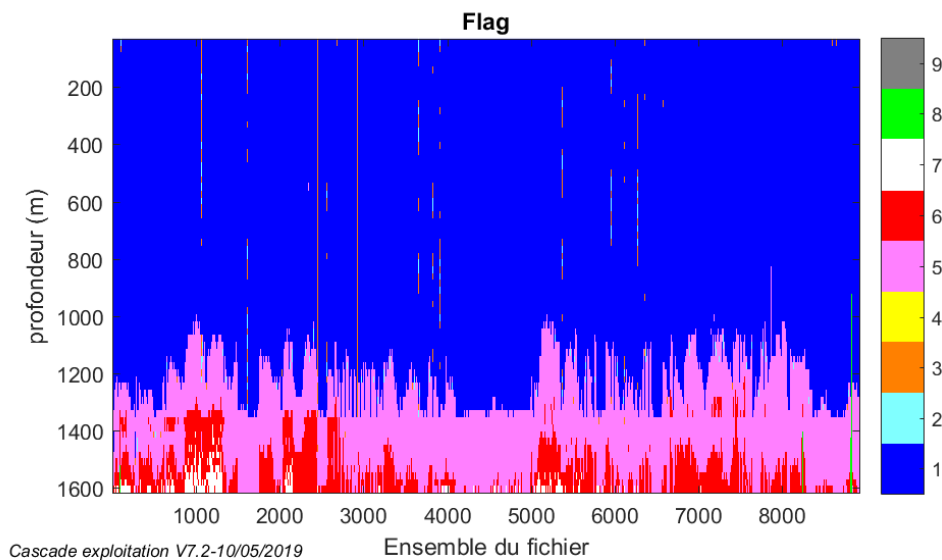
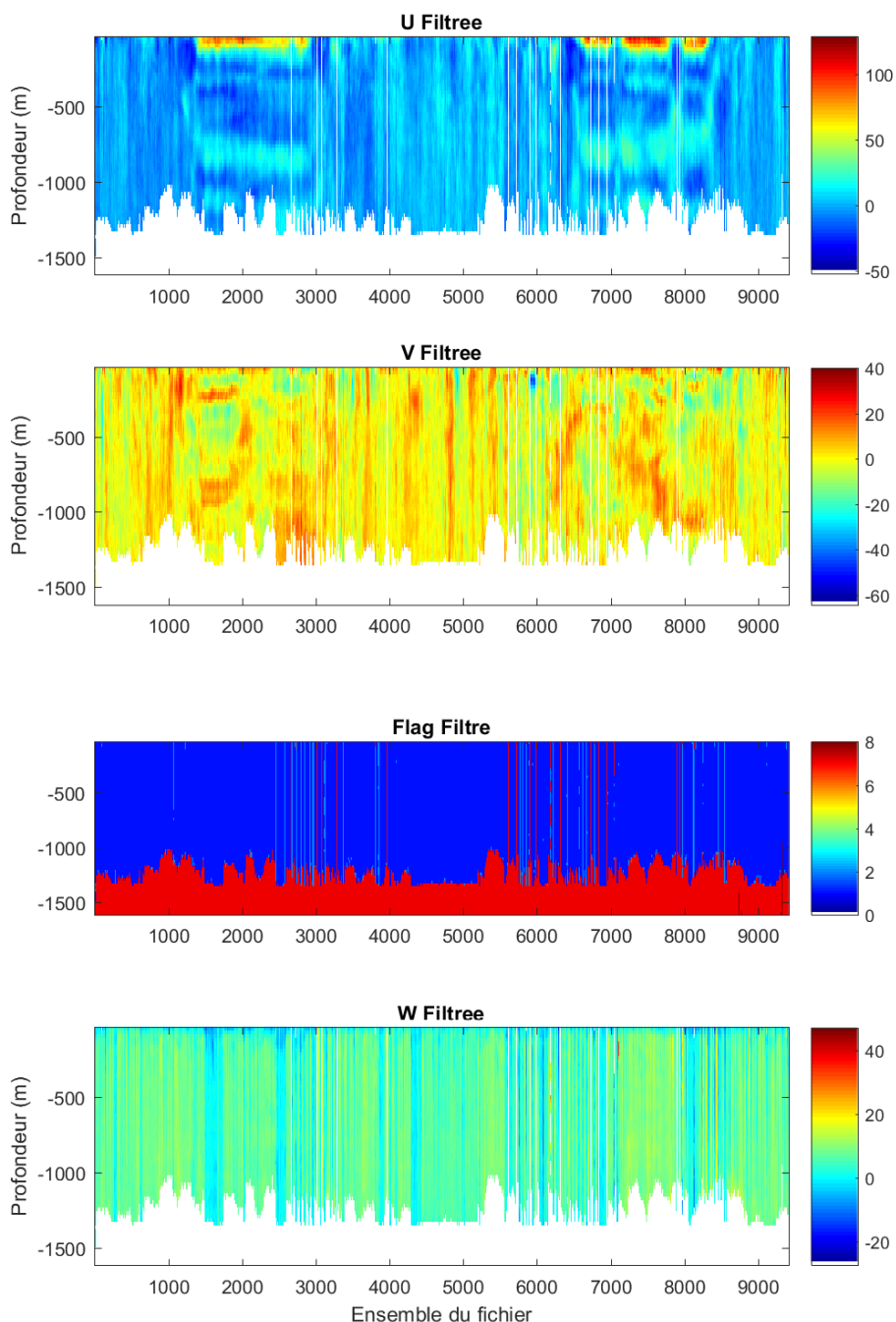


Figure 12: Code qualité attribué aux données des fichiers OS38 LTA

La figure 12 présente les codes qualités attribués à chaque donnée. Aucune donnée n'a été invalidée manuellement. Les données de courant bonnes (code 1) filtrées horizontalement et verticalement sont présentées sur la figure 13.

FR29-OS38_osite_mat20



Cascade exploitation V7.2-10/05/2019

Figure 13: Vitesses du courant absolues [cm/s] bonnes (code 1) et flag filtrées horizontalement et verticalement des fichiers OS38 LTA

2.1.2. OS 150kHz

2.1.2.1 Fichiers STA

Les fichiers '.STA' contiennent les données ADCP en coordonnées géographiques moyennées sur 2 minutes. La figure 14 présente le nombre de pings moyennés pour chaque ensemble. Aucun problème ne semble apparaître car le nombre de pings est resté le même tout au long de la campagne (environ 26 pings). Le nombre de pings moyennés augmente par contre fortement en fin de campagne (jusqu'à 54 pings) car le SADCPC 150kHz n'était plus synchronisé avec les autres appareils acoustiques de manière à réaliser des mesures *bottom track*.

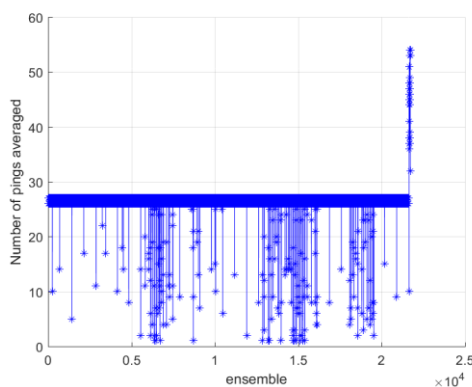


Figure 14: Nombre de pings par ensemble pour les fichiers OS150 STA

Sans nettoyage, les données brutes sont parasitées par des valeurs de courant aberrantes (figure 15). La figure 16 présente la corrélation des données, le pourcentage de bonnes données, et l'intensité de l'écho rétrodiffusé. L'analyse de cette figure permet de dresser un diagnostic de la qualité des données. Il apparaît que les données sont plutôt de très bonne qualité jusqu'à environ 200m. La couche de référence utilisée pour le nettoyage est définie entre les bins 9 et 13 (soit entre 88 et 136m).

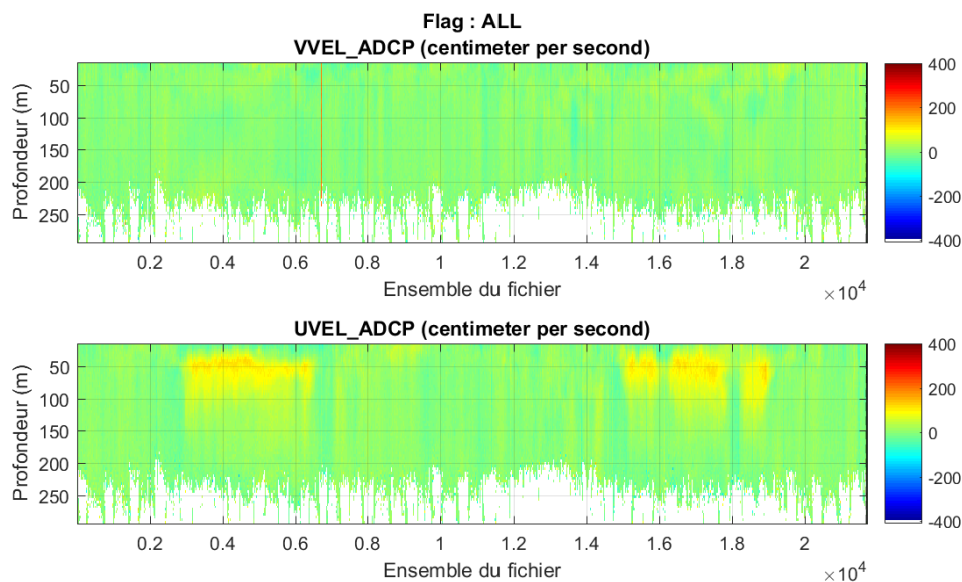


Figure 15: Vitesses absolues du courant (cm/s), des fichiers OS150 STA, mesurées pendant PIRATA-FR29

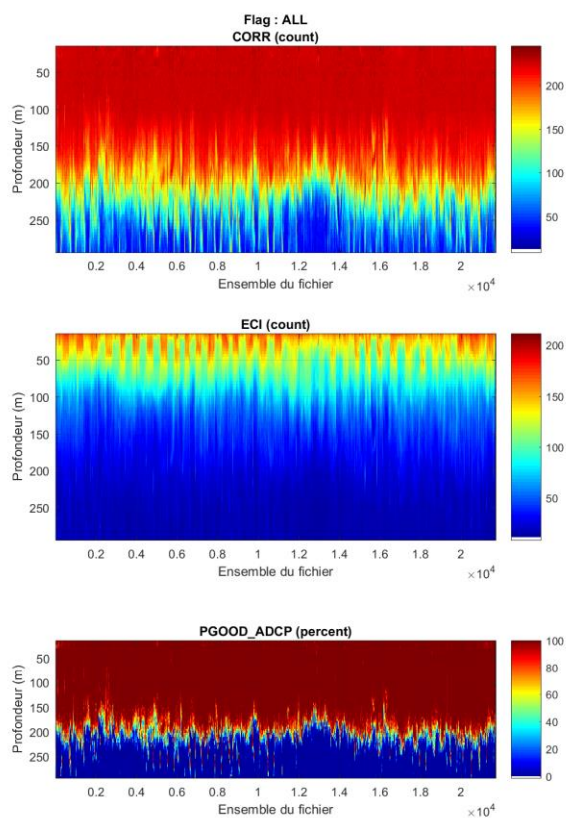
De la même manière que les données de l'ADCP OS38kHz, aucune correction de l'horloge n'a été appliquée et la bathymétrie Etop1 a été utilisée pour détecter les données sous le fond.

Les données ont ensuite pu être nettoyées en utilisant les paramètres présentés dans le tableau 9. Les statistiques relatives à ce nettoyage sont présentées dans le tableau 10. Etant donné la bonne qualité générale des données, il a été préféré d'utiliser des seuils sévères permettant, au mieux, d'éliminer toutes les données douteuses et garder les bonnes données.

Tableau 9: Paramètres utilisés pour le nettoyage des données OS150 STA

Paramètre	Valeur
Seuil de l'erreur de la vitesse verticale [cm/s]	100
Cisaillement vertical maximum	0.2
Nombre de profils à considérer avant et après chaque profil	20
Nombre d'écart à la moyenne	3
Détection du fond	Bathymétrie
Vmax [cm/s]	400
Seuil de corrélation	150

% min. d'ensemble bon	80
Seuil d'interférence	30
Facteur de tolérance de cisaillement	4
Ecart maximal au profil moyen [cm/s]	30



Cascade exploitation V7.2-10/05/2019

Figure 16: Indicateur de corrélation (en haut), intensité de l'écho rétrodiffusé (au milieu), et pourcentage de bonnes données des fichiers OS150 STA (en bas)

Tableau 10: Statistiques sur le nettoyage des données OS150 STA

Flag	Signification	%
1	Données bonnes	62,3
2	Données douteuses	0,5
3	Test d'écart à la médiane	0,9
4	Différence de cisaillement > 0.2	0
5	% données bonnes < 80%, W > 1m/s	5
6	U ou V > 4m/s, Corrélation < 150, Différence des différences verticales de l'écho intensité > [10 ⁻⁴ *moyenne des différences verticales d'écho d'intensité]	13,1
7	Données absentes	18
8	Données sous le fond	0,1

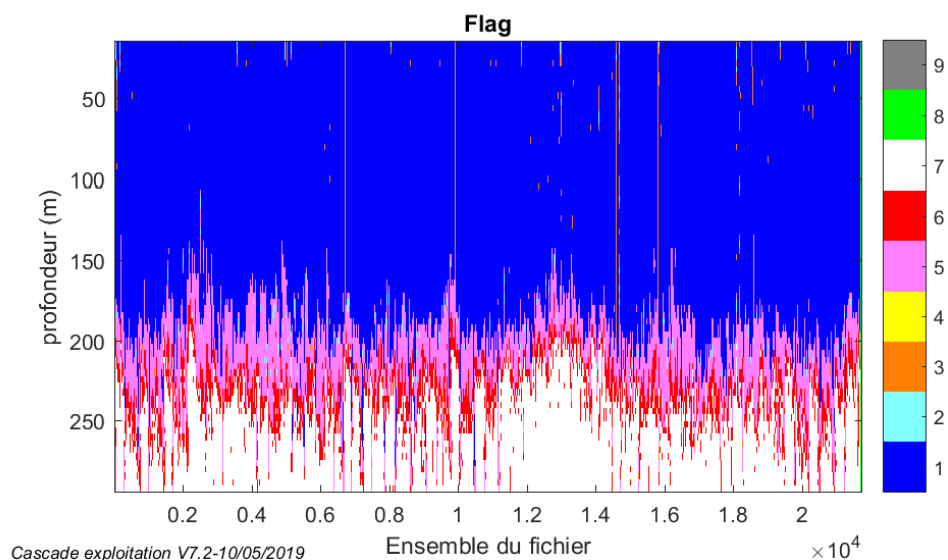
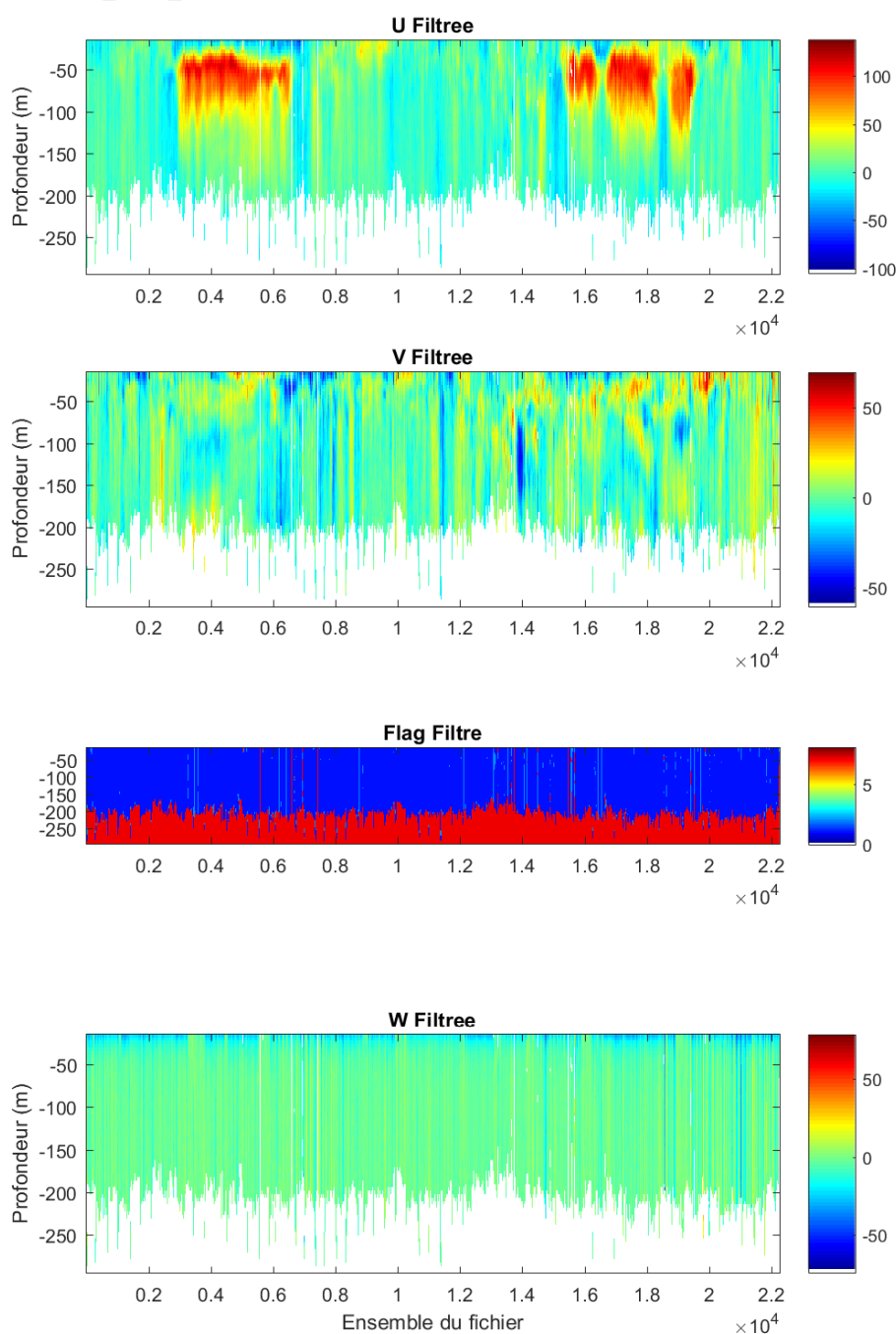


Figure 17: Code qualité attribué aux données des fichiers OS150 STA

La figure 17 présente les codes qualités attribués à chaque donnée. Aucune donnée n'a été invalidée manuellement. Les données de courant bonnes (code 1) filtrées horizontalement et verticalement sont présentées sur la figure 18.

FR29-OS150_osite_mat10



Cascade exploitation V7.2-10/05/2019

Figure 18: Vitesses du courant absolues [cm/s] bonnes (code 1) et flag filtrées horizontalement et verticalement des fichiers OS150 STA

2.1.2.2 Fichiers LTA

Les fichiers '.LTA' contiennent les données ADCP en coordonnées géographiques moyennées sur 5 minutes. La figure 19 présente le nombre de pings moyennés pour chaque ensemble. Aucun problème ne semble apparaître car le nombre de pings est resté le même tout au long de la campagne (environ 66 pings). Le nombre de pings moyennés augmente fortement en fin de campagne (jusqu'à 135 pings) car le SADCPC 150kHz n'était plus synchronisé avec les autres appareils acoustiques de manière à réaliser des mesures *bottom track*.

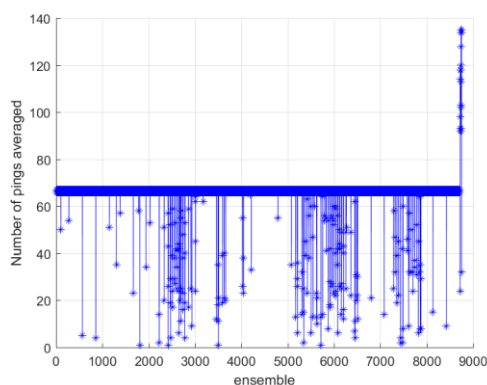
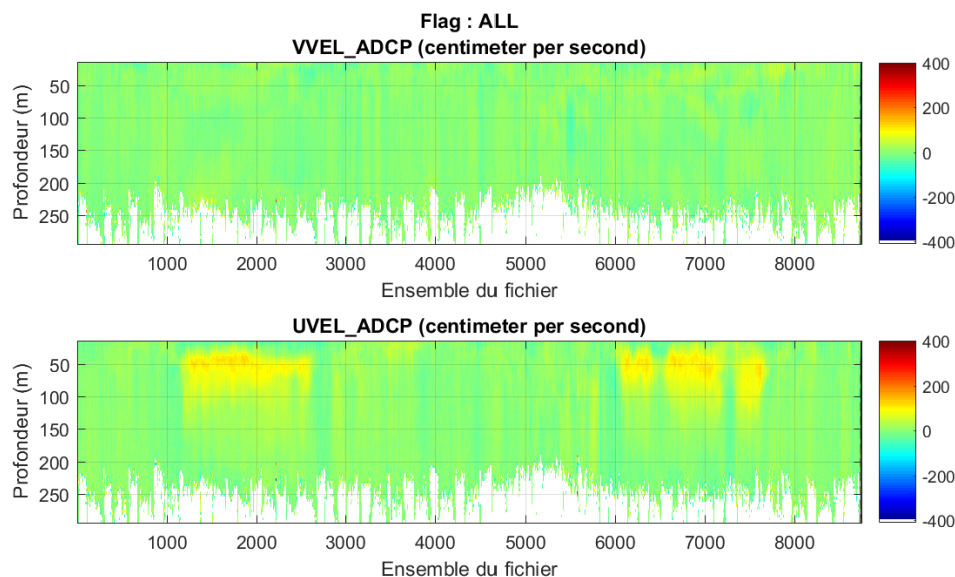


Figure 19: Nombre de pings par ensemble pour les fichiers OS150 LTA

Sans nettoyage, les données brutes sont parasitées par des valeurs de courant aberrantes (figure 20). La figure 21 présente la corrélation des données, le pourcentage de bonnes données, et l'intensité de l'écho rétrodiffusé. L'analyse de cette figure permet de dresser un diagnostic de la qualité des données. Il apparaît que les données sont plutôt de très bonne qualité jusqu'à environ 200m. La couche de référence utilisée pour le nettoyage est définie entre les bins 9 et 13 (soit entre 88 et 136m).



Cascade exploitation V7.2-10/05/2019

Figure 20: Vitesses absolues du courant (cm/s,) des fichiers OS150 LTA, mesurées pendant PIRATA-FR29

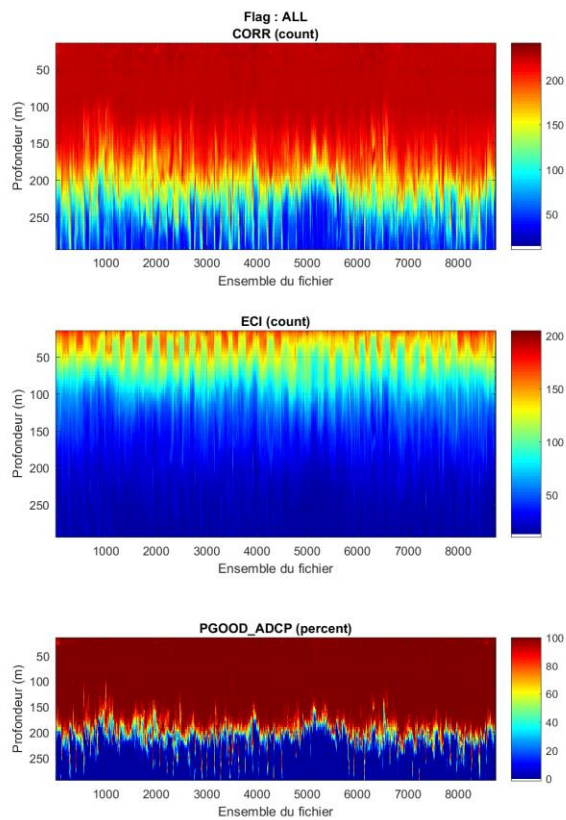
De la même manière que les données STA, aucune correction de l'horloge n'a été appliquée et la bathymétrie Etopo1 a été utilisée pour détecter les données sous le fond.

Les données ont ensuite pu être nettoyées en utilisant les paramètres présentés dans le tableau 11. Les statistiques relatives à ce nettoyage sont présentées dans le tableau 12. Etant donné la bonne qualité générale des données, il a été préféré d'utiliser des seuils sévères permettant, au mieux, d'éliminer toutes les données douteuses et garder les bonnes données.

Tableau 11: Paramètres utilisés pour le nettoyage des données OS150 LTA

Paramètre	Valeur
Seuil de l'erreur de la vitesse verticale [cm/s]	100
Cisaillement vertical maximum	0.2
Nombre de profils à considérer avant et après chaque profil	20
Nombre d'écart à la moyenne	3
Détection du fond	Bathymétrie
Vmax [cm/s]	400
Seuil de corrélation	150

% min. d'ensemble bon	80
Seuil d'interférence	10
Facteur de tolérance de cisaillement	4
Ecart maximal au profil moyen [cm/s]	30



Cascade exploitation V7.2-10/05/2019

Figure 21: Indicateur de corrélation (en haut), intensité de l'écho rétrodiffusé (au milieu), et pourcentage de bonnes données (en bas) des fichiers OS150 LTA

Tableau 12: Statistiques sur le nettoyage des données OS150 LTA

Flag	Signification	%
1	Données bonnes	62,4
2	Données douteuses	0,3
3	Test d'écart à la médiane	0,8
4	Différence de cisaillement > 0.2	0
5	% données bonnes < 80%, W > 1m/s	5,2
6	U ou V > 4m/s, Corrélation < 150, Différence des différences verticales de l'écho intensité > [10 ⁻⁴ *moyenne des différences verticales d'écho d'intensité]	15
7	Données absentes	16,2
8	Données sous le fond	0

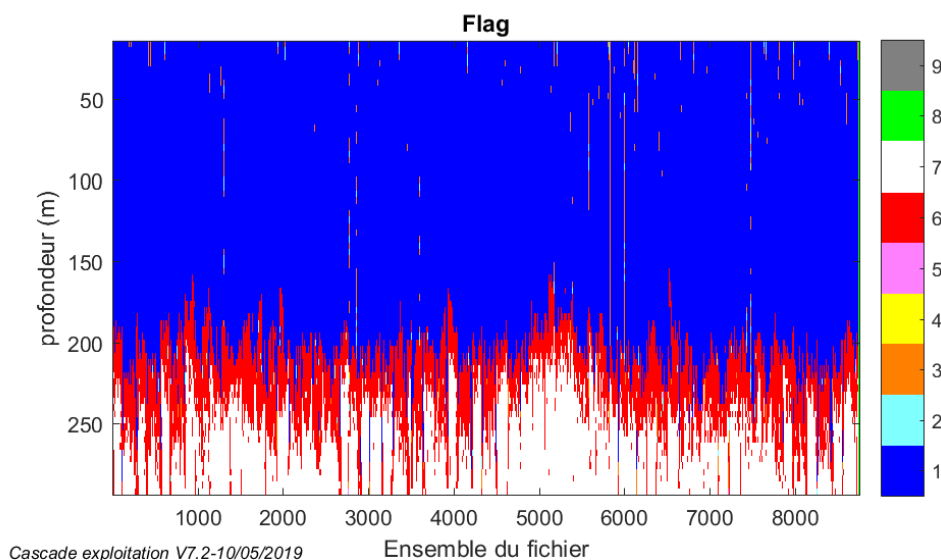
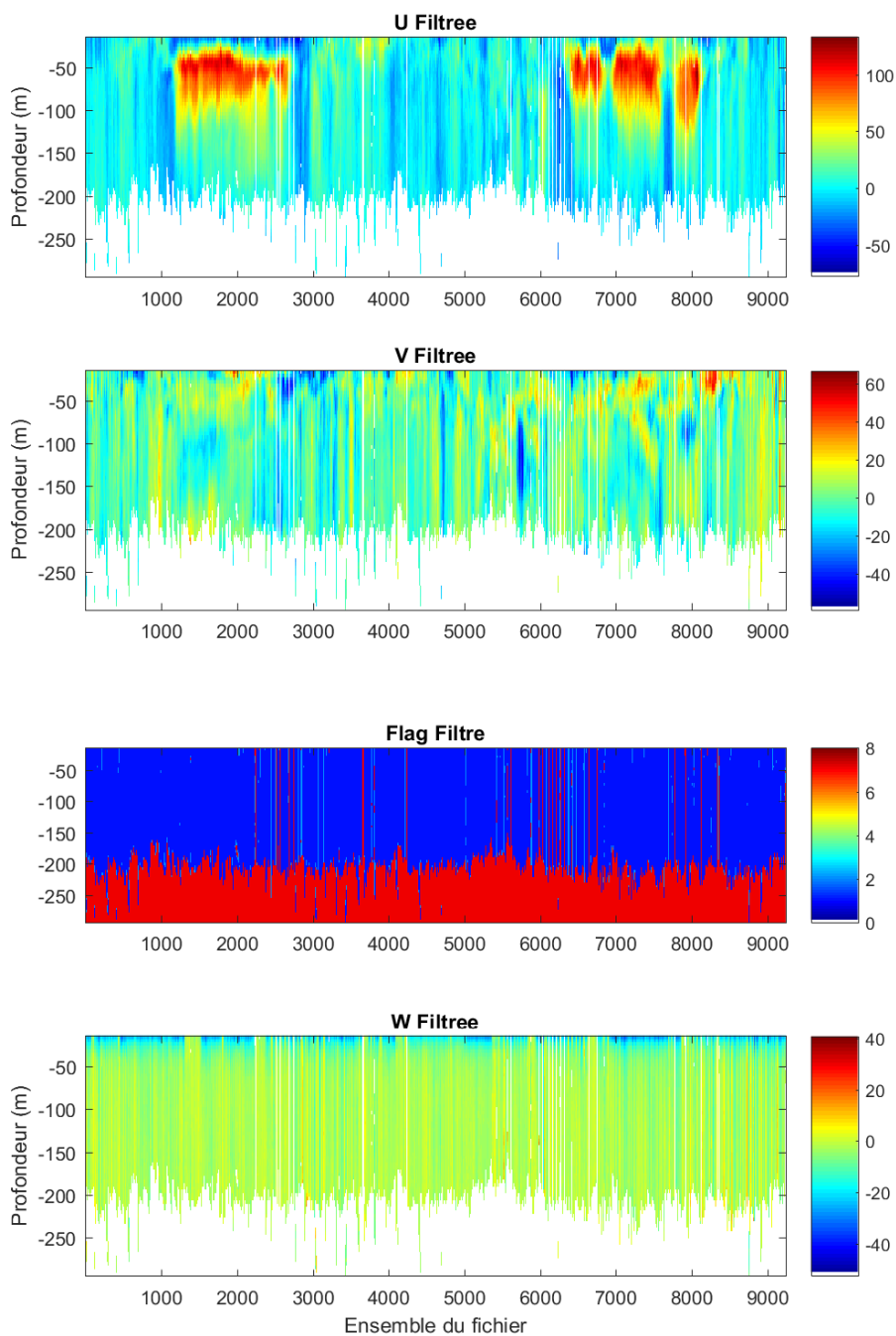


Figure 22: Code qualité attribué aux données des fichiers OS150 LTA

La figure 22 présente les codes qualités attribués à chaque donnée. Aucune donnée n'a été invalidée manuellement. Les données de courant bonnes (code 1) filtrées horizontalement et verticalement sont présentées sur la figure 23.

FR29-OS150_osite_mat20



Cascade exploitation V7.2-10/05/2019

Figure 23: Vitesses du courant absolues [cm/s] bonnes (code 1) et flag filtrées horizontalement et verticalement des fichiers OS150 LTA

2.1.3. DVL 600kHz

2.1.3.1 Fichiers STA

Les fichiers '.STA' contiennent les données du DVL en coordonnées géographiques moyennées sur 2 minutes. La figure 24 présente le nombre de pings moyennés pour chaque ensemble. Aucun problème ne semble apparaître car le nombre de pings moyennés est resté le même tout au long de la campagne (environ 18 pings).

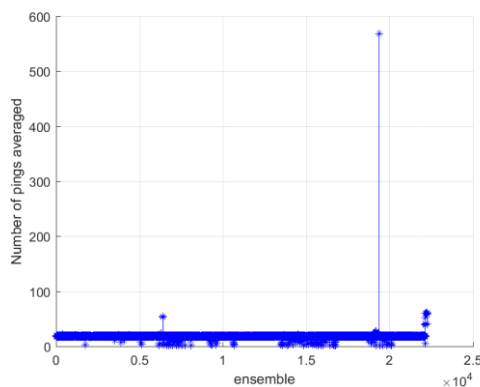


Figure 24: Nombre de pings par ensemble pour les fichiers DVL600 STA

Sans nettoyage, les données brutes sont parasitées par des valeurs de courant aberrantes (figure 25). La figure 26 présente la corrélation des données, le pourcentage de bonnes données, et l'intensité de l'écho rétrodiffusé. L'analyse de cette figure permet de dresser un diagnostic de la qualité des données. Il apparaît que les données sont plutôt de très bonne qualité jusqu'à environ 40m. La couche de référence utilisée pour le nettoyage est définie entre les bins 6 et 10 (soit entre 19 et 27m).

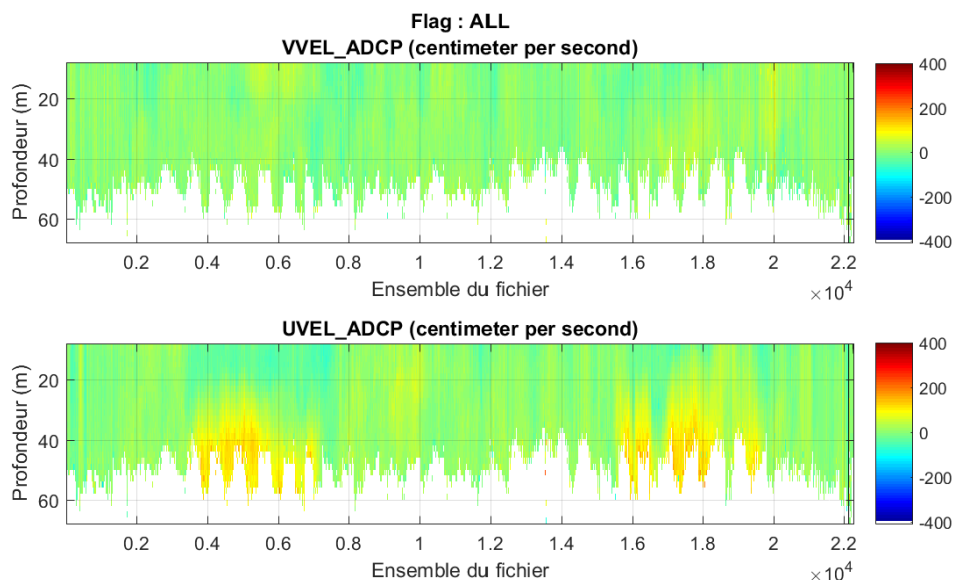


Figure 25: Vitesses absolues du courant (cm/s), des fichiers DVL600 STA, mesurées pendant PIRATA-FR29

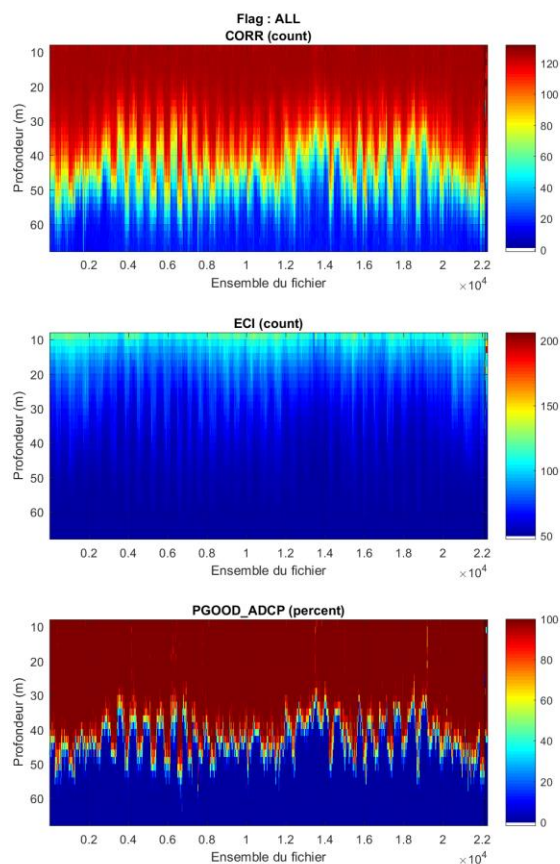
De la même manière que les données des ADCPs OS38kHz et 150kHz, aucune correction de l'horloge n'a été appliquée et la bathymétrie Etopo1 a été utilisée pour détecter les données sous le fond.

Les données ont ensuite pu être nettoyées en utilisant les paramètres présentés dans le tableau 13. Les statistiques relatives à ce nettoyage sont présentées dans le tableau 14. Etant donné la bonne qualité générale des données, il a été préféré d'utiliser des seuils sévères permettant, au mieux, d'éliminer toutes les données douteuses et garder les bonnes données.

Tableau 13: Paramètres utilisés pour le nettoyage des données DVL600 STA

Paramètre	Valeur
Seuil de l'erreur de la vitesse verticale [cm/s]	100
Cisaillement vertical maximum	0.4
Nombre de profils à considérer avant et après chaque profil	20
Nombre d'écart à la moyenne	3
Détection du fond	Bathymétrie
Vmax [cm/s]	400
Seuil de corrélation	60

% min. d'ensemble bon	50
Seuil d'interférence	10
Facteur de tolérance de cisaillement	4
Ecart maximal au profil moyen [cm/s]	30



Cascade exploitation V7.2-13/05/2019

Figure 26: Indicateur de corrélation (en haut), intensité de l'écho rétrodiffusé (au milieu), et pourcentage de bonnes données des fichiers DVL600 STA (en bas)

Tableau 14: Statistiques sur le nettoyage des données DVL600 STA

Flag	Signification	%
1	Données bonnes	56,4
2	Données douteuses	0,3
3	Test d'écart à la médiane	1,2
4	Différence de cisaillement > 0.2	0
5	% données bonnes < 50%, W > 1m/s	7,2
6	U ou V > 4m/s, Corrélation < 60, Différence des différences verticales de l'écho intensité > [10 ⁻⁴ *moyenne des différences verticales d'écho d'intensité]	4,2
7	Données absentes	30
8	Données sous le fond	0,6

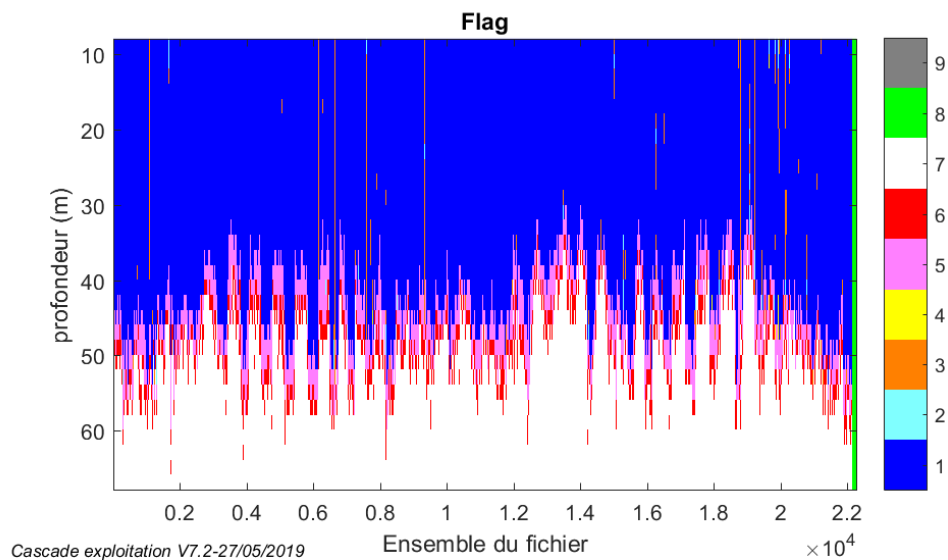
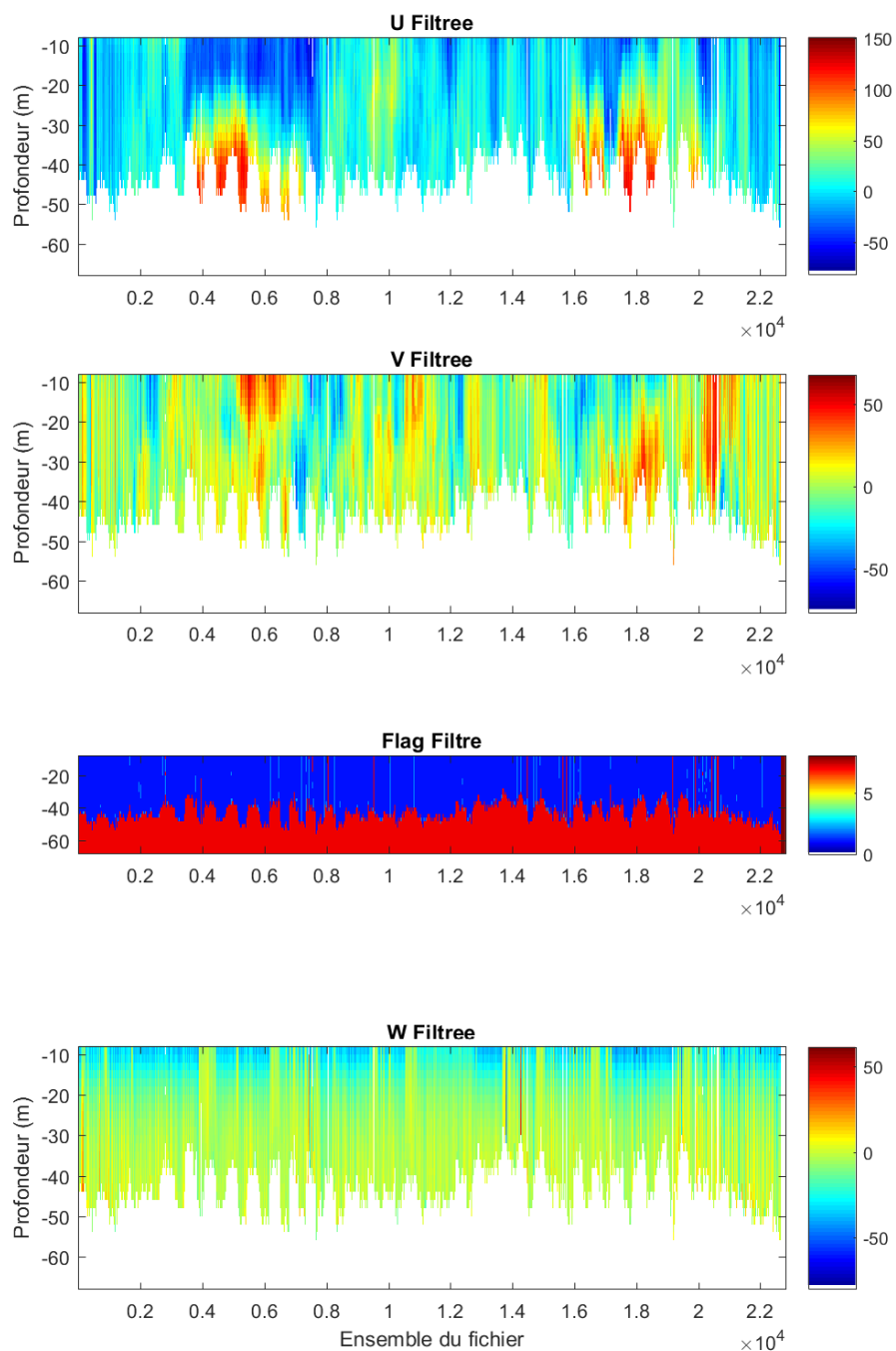


Figure 27: Code qualité attribué aux données des fichiers DVL600 STA

La figure 27 présente les codes qualités attribués à chaque donnée. Aucune donnée n'a été invalidée manuellement. Les données de courant bonnes (code 1) filtrées horizontalement et verticalement sont présentées sur la figure 28.

FR29-DVL600_osite_mat10



Cascade exploitation V7.2-27/05/2019

Figure 28: Vitesses du courant absolues [cm/s] bonnes (code 1) et flag filtrées horizontalement et verticalement des fichiers DVL600 STA

2.1.3.2 Fichiers LTA

Les fichiers '.LTA' contiennent les données du DVL en coordonnées géographiques moyennées sur 5 minutes. La figure 29 présente le nombre de pings moyennés pour chaque ensemble. Aucun problème ne semble apparaître car le nombre de pings moyennés est resté le même tout au long de la campagne (environ 45 pings).

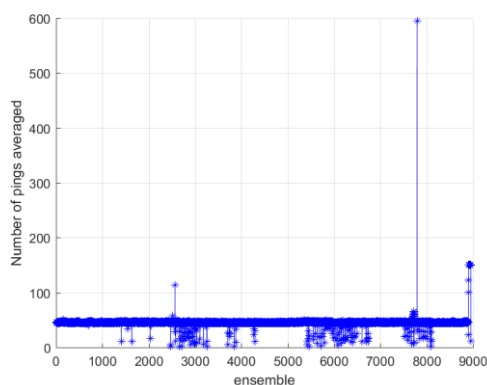


Figure 29: Nombre de pings par ensemble pour les fichiers DVL600 LTA

Sans nettoyage, les données brutes sont parasitées par des valeurs de courant aberrantes (figure 30). La figure 31 présente la corrélation des données, le pourcentage de bonnes données, et l'intensité de l'écho rétrodiffusé. L'analyse de cette figure permet de dresser un diagnostic de la qualité des données. Il apparaît que les données sont plutôt de très bonne qualité jusqu'à environ 40m. La couche de référence utilisée pour le nettoyage est définie entre les bins 6 et 10 (soit entre 19 et 27m).

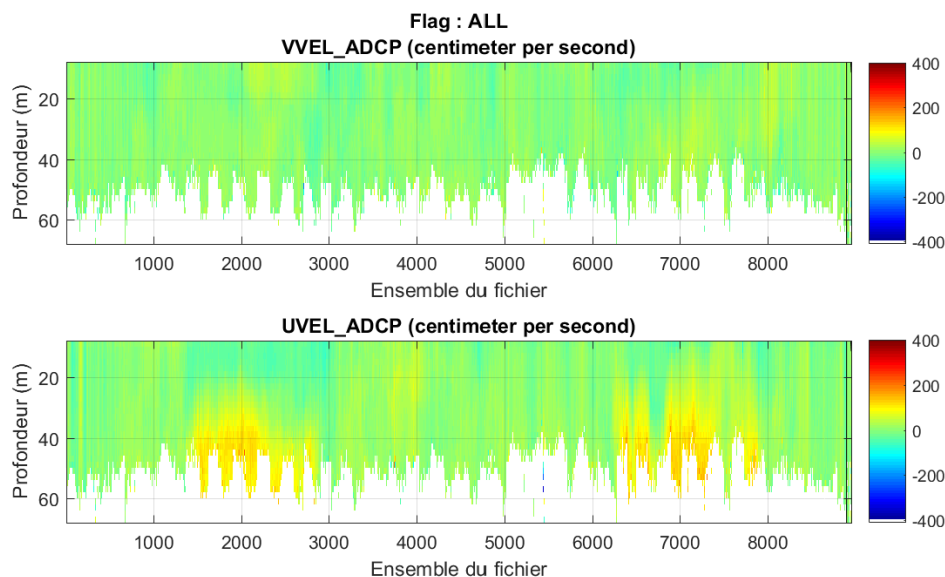


Figure 30: Vitesses absolues du courant (cm/s,) des fichiers DVL600 LTA, mesurées pendant PIRATA-FR29

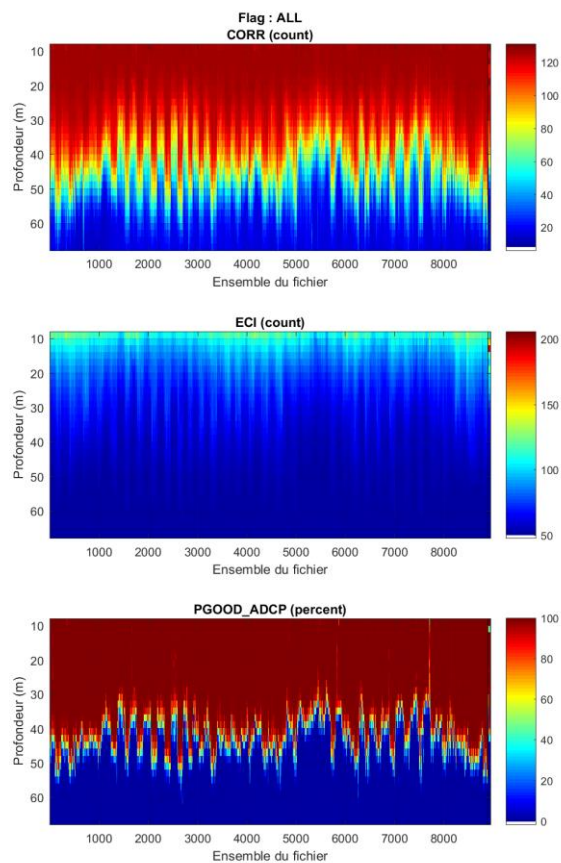
De la même manière que les données STA, aucune correction de l'horloge n'a été appliquée et la bathymétrie Etopo1 a été utilisée pour détecter les données sous le fond.

Les données ont ensuite pu être nettoyées en utilisant les paramètres présentés dans le tableau 15. Les statistiques relatives à ce nettoyage sont présentées dans le tableau 16. Etant donné la bonne qualité générale des données, il a été préféré d'utiliser des seuils sévères permettant, au mieux, d'éliminer toutes les données douteuses et garder les bonnes données.

Tableau 15: Paramètres utilisés pour le nettoyage des données DVL600 LTA

Paramètre	Valeur
Seuil de l'erreur de la vitesse verticale [cm/s]	100
Cisaillement vertical maximum	0.4
Nombre de profils à considérer avant et après chaque profil	20
Nombre d'écart à la moyenne	3
Détection du fond	Bathymétrie
Vmax [cm/s]	400
Seuil de corrélation	60

% min. d'ensemble bon	50
Seuil d'interférence	10
Facteur de tolérance de cisaillement	4
Ecart maximal au profil moyen [cm/s]	30



Cascade exploitation V7.2-27/05/2019

Figure 31: Indicateur de corrélation (en haut), intensité de l'écho rétrodiffusé (au milieu), et pourcentage de bonnes données (en bas) des fichiers DVL600 LTA

Tableau 16: Statistiques sur le nettoyage des données DVL600 LTA

Flag	Signification	%
1	Données bonnes	56,1
2	Données douteuses	0,3
3	Test d'écart à la médiane	1,3
4	Différence de cisaillement > 0.2	0
5	% données bonnes < 50%, W > 1m/s	7,4
6	U ou V > 4m/s, Corrélation < 60, Différence des différences verticales de l'écho intensité > [10 - 4*moyenne des différences verticales d'écho d'intensité]	6,1
7	Données absentes	28,1
8	Données sous le fond	0,6

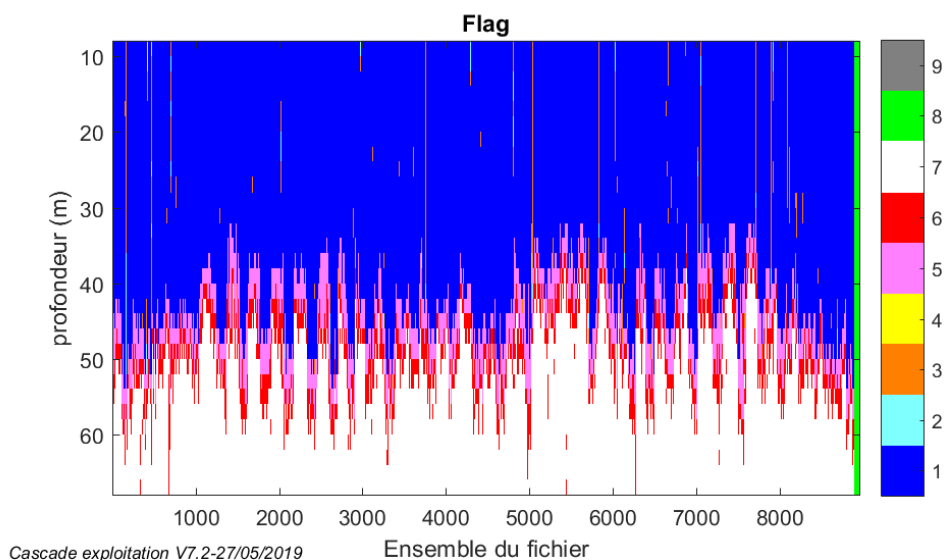
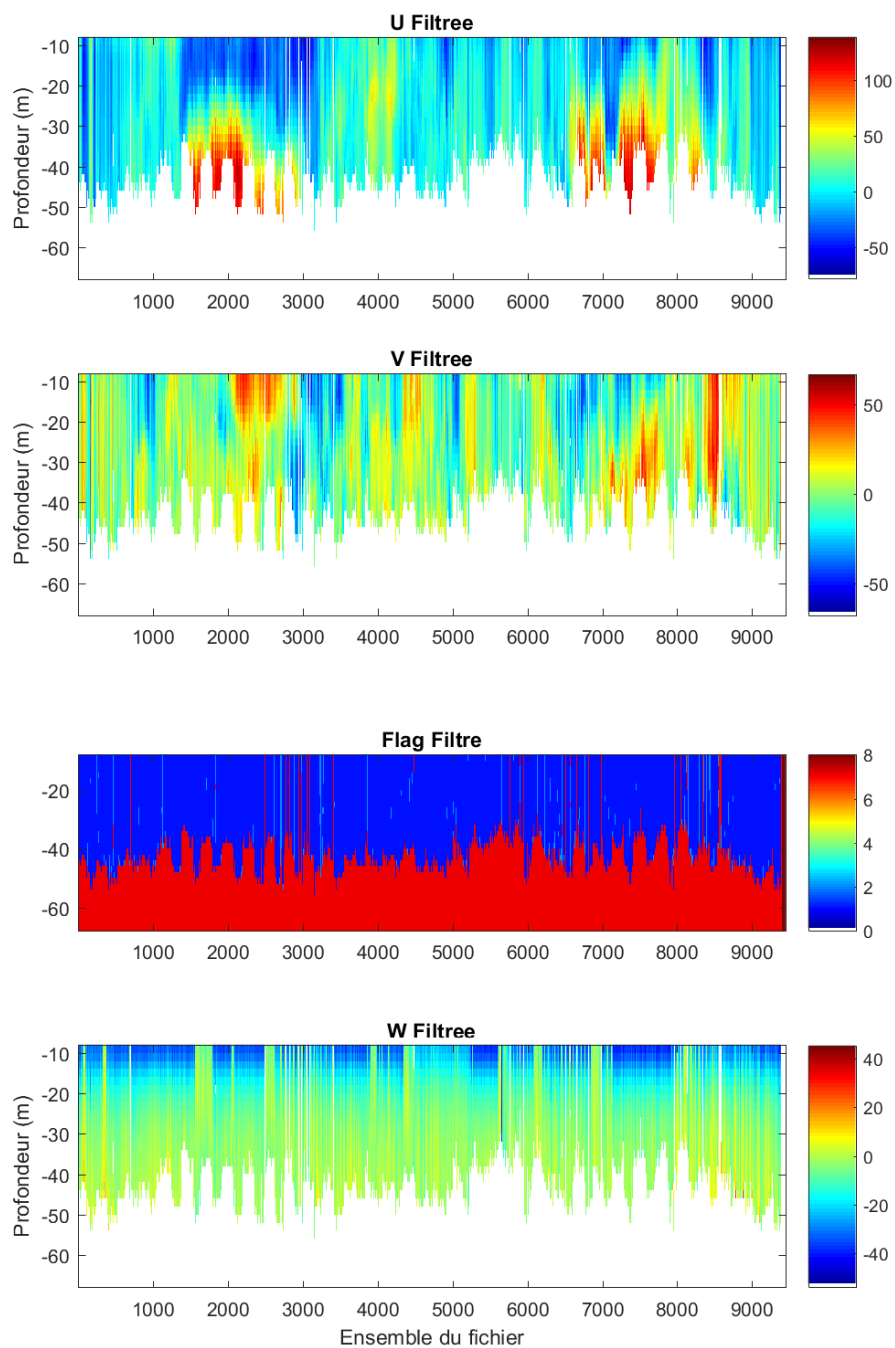


Figure 32: Code qualité attribué aux données des fichiers DVL600 LTA

La figure 32 présente les codes qualités attribués à chaque donnée. Aucune donnée n'a été invalidée manuellement. Les données de courant bonnes (code 1) filtrées horizontalement et verticalement sont présentées sur la figure 33.

FR29-DVL600_osite_mat20



Cascade exploitation V7.2-27/05/2019

Figure 33: Vitesses du courant absolues [cm/s] bonnes (code 1) et flag filtrées horizontalement et verticalement des fichiers DVL600 LTA

2.2. Etalonnage et correction des données

2.2.1. OS 38kHz

En ce qui concerne la correction du désalignement et du facteur d'amplitude, aucune donnée via bottom-track n'a été acquise pendant la campagne via l'ADCP OS38kHz. Les erreurs ont pu être estimées uniquement via water-track. Toutefois, les vitesses et directions du courant et celles du navire ne semblent pas corrélées (figure 34 et 35) ; les estimations via water-track proposent des corrections trop faibles (1,007 +/- 0,004 [LTA] et 0,998 +/- 0,003 [STA] pour le facteur d'amplitude, et 0,06 +/- 0,18 [LTA] et 0,04 +/- 0,25 [STA] pour le désalignement, au lieu de 1 et 0) pour qu'elles soient prises en compte (figure 36). Par contre, l'assiette du capteur a été corrigée. Une erreur de 0,8° a été constatée sur les fichiers LTA et STA, il a donc été préféré de corriger les vitesses de courant en prenant en compte cette valeur.

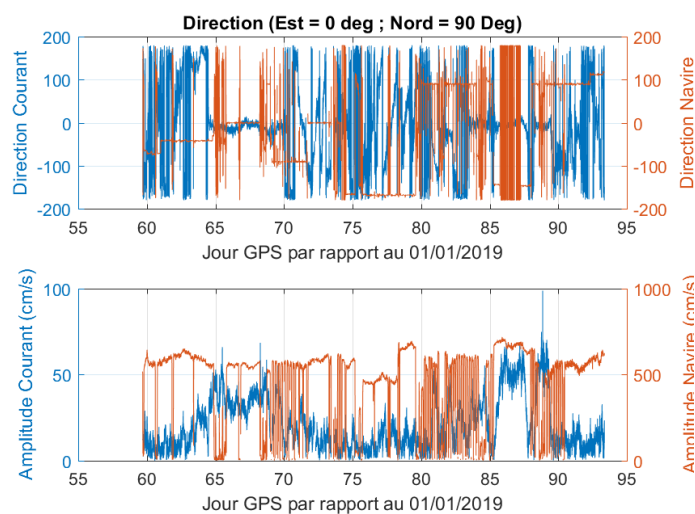


Figure 34: Comparaison, en direction et en modules, des vitesses navire et vitesses du courant mesurées via l'OS38

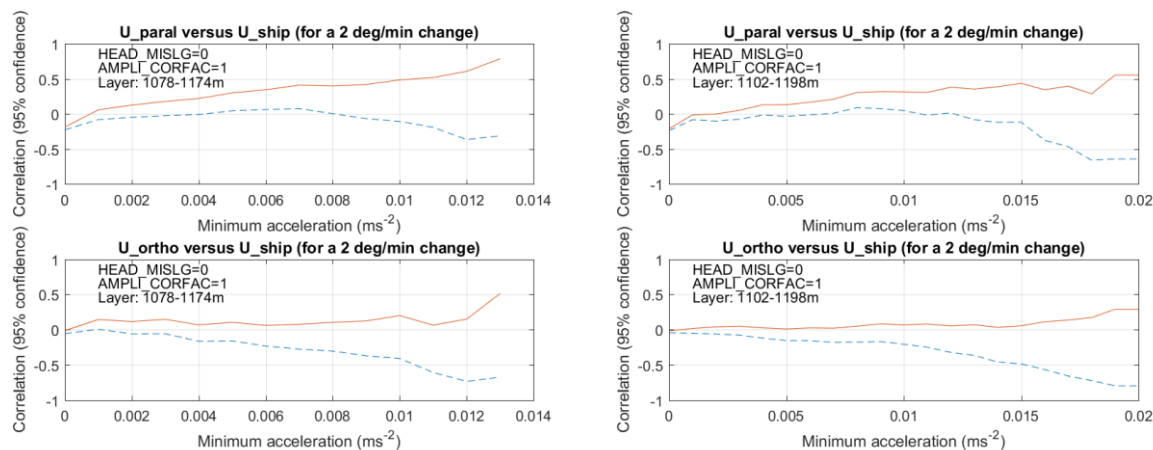


Figure 35: Tracés des corrélations entre vitesses navires et vitesses absolues du courant de l'OS38 des fichiers LTA (à gauche) et STA (à droite) dans la couche de moindre variabilité en fonction du seuil d'accélération du navire [en pointillé: minimum de l'intervalle de confiance; en trait plein: maximum de l'intervalle de confiance]

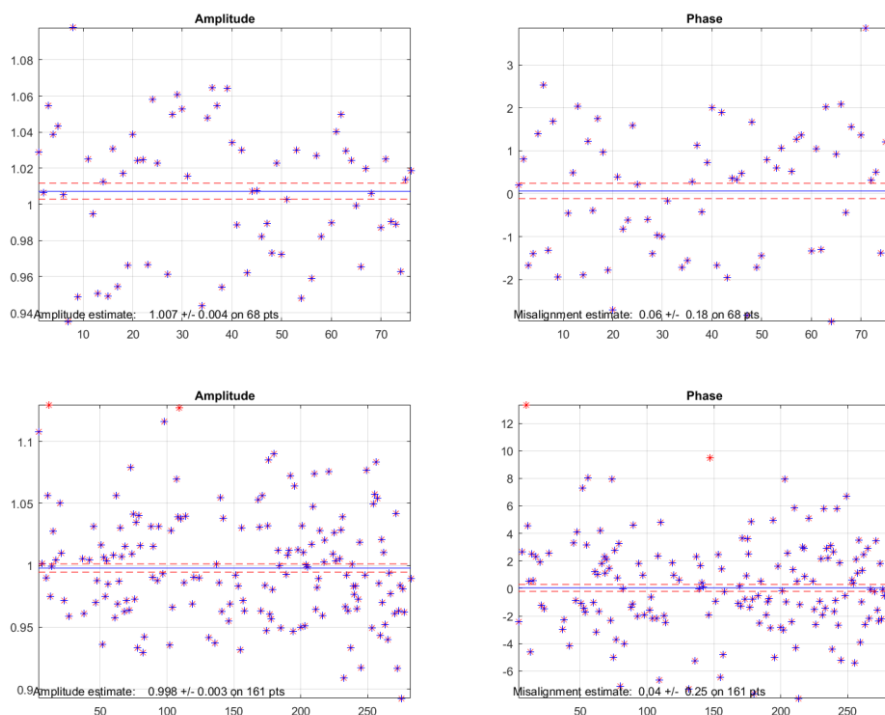


Figure 36: Tracé de l'estimation du facteur d'amplitude (à gauche) et du désalignement (à droite) de l'OS38 pour les fichiers LTA (en haut) et STA (en bas) [en bleu, accélérations prises en compte pour l'estimation ; en rouge: les accélérations éliminées par le test d'écart à la moyenne ; en trait plein bleu: l'amplitude et le désalignement estimés ; en trait plein rouge : l'erreur associée]

2.2.2. OS 150kHz

Les erreurs ont ici pu être estimées via water-track et bottom-track. Les vitesses et directions du courant et celles du navire ne semblent pas corrélées (figure 37 et 38) ; les estimations via water-track proposent des corrections trop faibles (0,995 +/- 0,004 [LTA] et 0,984 +/- 0,004 [STA] pour le facteur d'amplitude, et -0,02 +/- 0,19 [LTA] et -0,06 +/- 0,28 [STA] pour le désalignement, au lieu de 1 et 0) pour qu'elles soient prises en compte (figure 39). L'estimation de ces erreurs via bottom-track ne fait que consolider cette analyse. La correction d'amplitude proposée via bottom-track est de 0,995 +/- 0,006, et la correction de désalignement de -0,17 +/- 0,18.

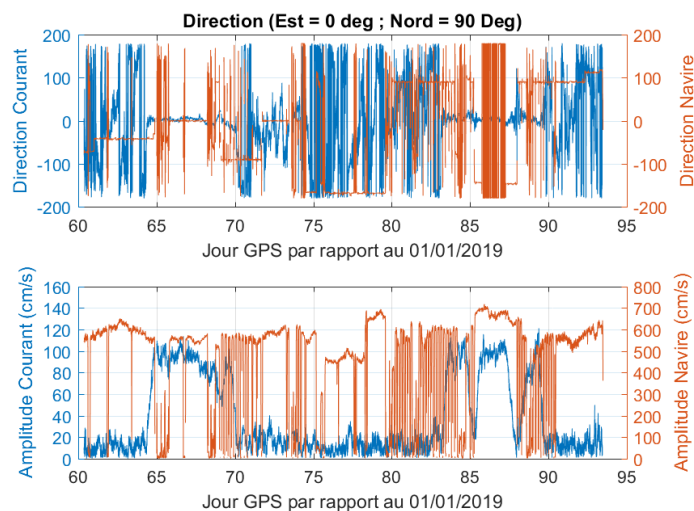


Figure 37: Comparaison, en direction et en modules, des vitesses navire et vitesses du courant via l'OS150

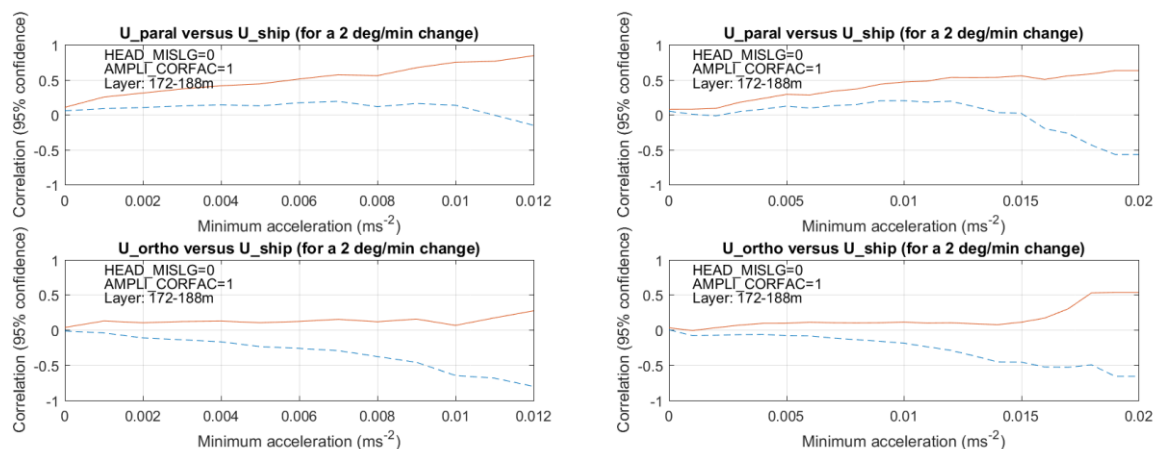


Figure 38: Tracés des corrélations entre vitesses navires et vitesses absolues du courant de l'OS150 des fichiers LTA (à gauche) et STA (à droite) dans la couche de moindre variabilité en fonction du seuil d'accélération du navire [en pointillé: minimum de l'intervalle de confiance; en trait plein: maximum de l'intervalle de confiance]

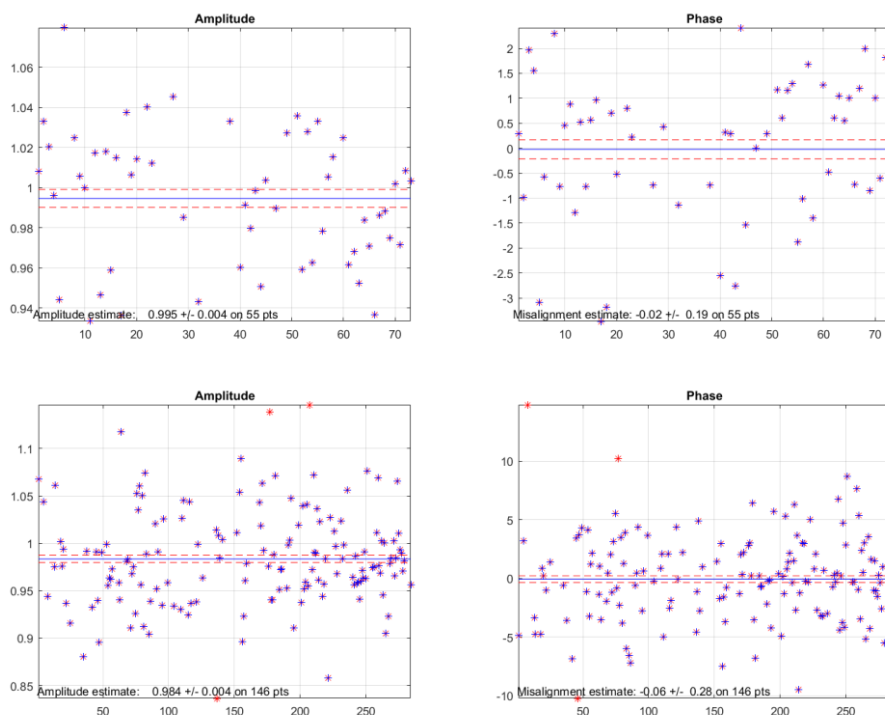


Figure 39: Tracé de l'estimation du facteur d'amplitude (à gauche) et du désalignement (à droite) de l'OS150 pour les fichiers LTA (en haut) et STA (en bas) [en bleu, accélérations prises en compte pour l'estimation ; en rouge: les accélérations éliminées par le test d'écart à la moyenne ; en trait plein bleu: l'amplitude et le désalignement estimés ; en trait plein rouge : l'erreur associée]

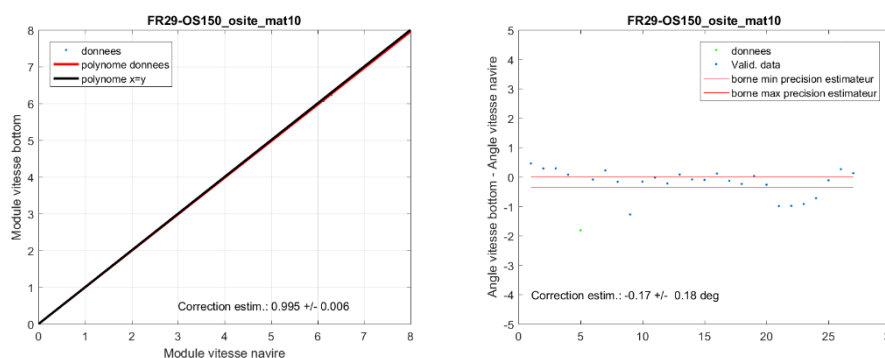


Figure 40: Tracé de l'estimation du facteur d'amplitude (à gauche) et du désalignement (à droite) via bottom-track de l'OS150

L'assiette du capteur a été corrigée. Une erreur de $-0,23^\circ$ a été constatée sur les fichiers LTA et STA, l'erreur est faible mais il a été préféré de corriger les vitesses de courant en prenant en compte cette valeur.

2.2.3. DVL 600kHz

En ce qui concerne la correction du désalignement et du facteur d'amplitude, aucune donnée via bottom-track n'a été acquise pendant la campagne. Les erreurs ont pu être estimées uniquement via water-track. Les vitesses et directions du courant et celles du navire ne sont pas corrélées (figure 41 et 42) ; les estimations via water-track proposent des corrections trop faibles (1,001 +/- 0,005 [LTA] et 0,999 +/- 0,005 [STA] pour le facteur d'amplitude, et 0,17 +/- 0,15 [LTA] et -0,11 +/- 0,30 [STA] pour le désalignement, au lieu de 1 et 0) pour qu'elles soient prises en compte (figure 43).

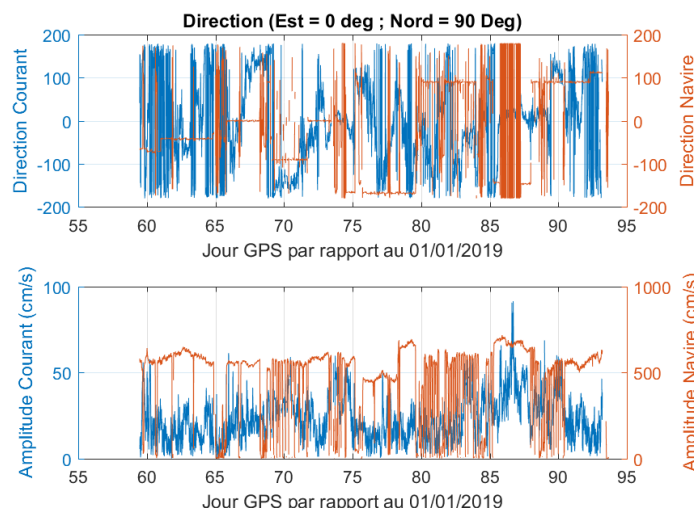


Figure 41: Comparaison, en direction et en modules, des vitesses navire et vitesses du courant via le DVL600

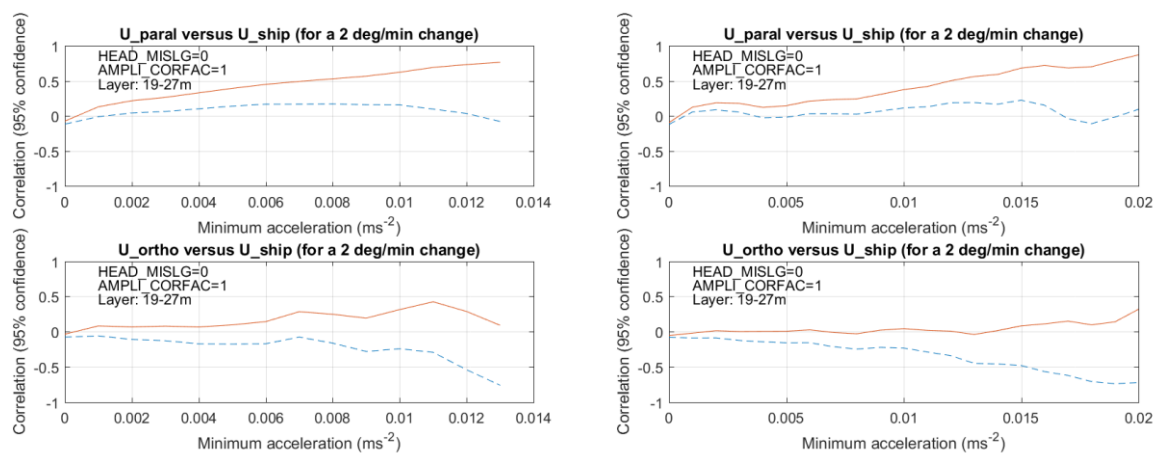


Figure 42: Tracés des corrélations entre vitesses navires et vitesses absolues du courant du DVL600 des fichiers LTA (à gauche) et STA (à droite) dans la couche de moindre variabilité en fonction du seuil d'accélération du navire [en pointillé: minimum de l'intervalle de confiance; en trait plein: maximum de l'intervalle de confiance]

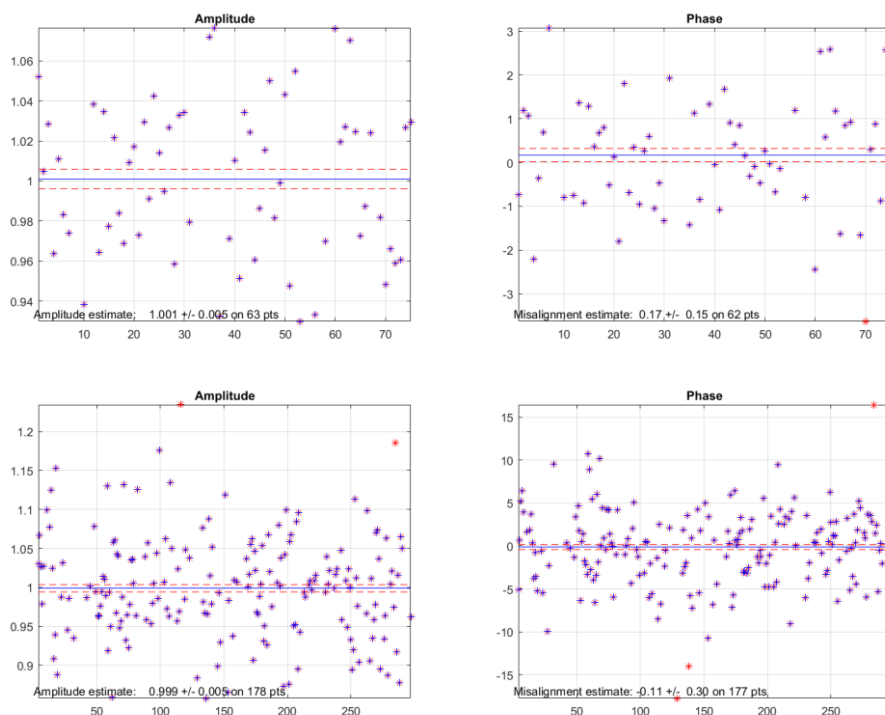


Figure 43: Tracé de l'estimation du facteur d'amplitude (à gauche) et du désalignement (à droite) du DVL600 pour les fichiers LTA (en haut) et STA (en bas) [en bleu, accélérations prises en compte pour l'estimation ; en rouge: les accélérations éliminées par le test d'écart à la moyenne ; en trait plein bleu: l'amplitude et le désalignement estimés ; en trait plein rouge : l'erreur associée]

Par contre, l'assiette du capteur a été corrigée. Une erreur de $-0,85^\circ$ a été constatée sur les fichiers LTA et STA, il a donc été préféré de corriger les vitesses de courant en prenant en compte cette valeur.

3. Contrôle et Validation des données

L'ensemble des contrôles et validations sont effectués sur les fichiers créés à partir des données LTA. Ces fichiers sont moins précis temporellement mais les données sont plus lissées que ceux créés à partir des données STA. Seules les données affectées du code qualité 1 sont utilisées, et les courants sont corrigés de la marée. Ces données ont pu être comparées avec les données acquises au cours des précédentes campagnes PIRATA au niveau des mêmes sections et stations. Pendant PIRATA-FR29, 15 sections sont identifiées (tableau 17 et figure 44) et 61 stations ont été effectuées (annexe 2). Les moyennes des courants acquises sur la durée de chaque station sont présentées en annexe 3 et les sections

présentant les mesures incrémentées des trois capteurs en annexe 4. Concernant les sections, il a été préféré de redécouper celles-ci en sous-sections (fichier *fr29_compa_sec.list*) permettant d’isoler et de distinguer les va-et-vient effectués par le navire sur une même section, et ainsi marquer des zones de recouvrements sur ces sections. Ces zones permettent de comparer et analyser la stabilité et la justesse des mesures.

Tableau 17 : Dates de début et fin de chaque section identifiées sur PIRATA-FR29

Numéro de Section	Date de début	Date de fin
1	01/03/2019 17:02:24	06/03/2019 21:21:27
2	07/03/2019 19:03:00	10/03/2019 05:53:53
3	10/03/2019 18:04:58	11/03/2019 00:10:00
4	11/03/2019 03:00:00	13/03/2019 15:54:07
5	13/03/2019 17:49:10	15/03/2019 10:44:55
6	15/03/2019 21:12:00	16/03/2019 03:56:58
7	16/03/2019 05:31:59	16/03/2019 10:59:01
8	16/03/2019 12:39:00	21/03/2019 14:30:21
9	22/03/2019 00:20:22	26/03/2019 00:04:56
10	26/03/2019 20:09:44	27/03/2019 05:33:59
11	27/03/2019 06:20:16	27/03/2019 18:06:30
12	27/03/2019 18:06:30	29/03/2019 06:28:32
13	29/03/2019 06:28:34	29/03/2019 23:53:23
14	30/03/2019 00:49:55	03/04/2019 07:41:52
15	03/04/2019 07:41:52	04/04/2019 11:21:18

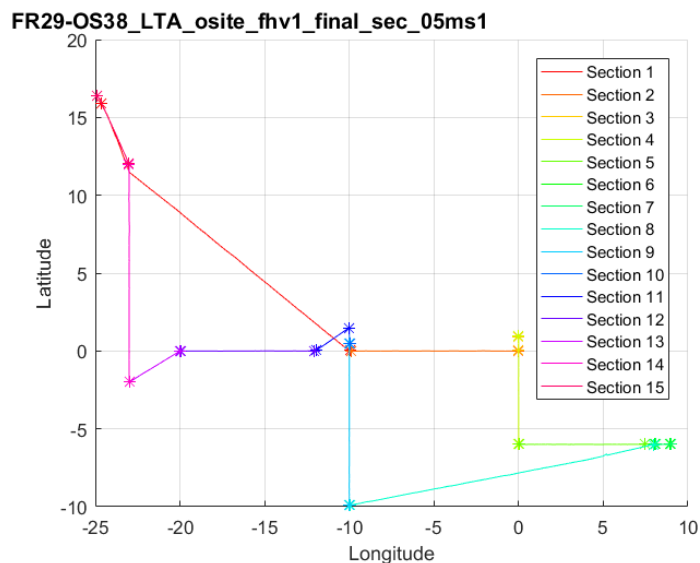


Figure 44 : Identification des différentes sections effectuées pendant PIRATA-FR29

3.1. OS 38kHz

Les stations 3 et 4 ayant été effectuées à la même position mais à des temps différents, il a été possible de contrôler la robustesse des données en comparant les profils de courant moyen obtenus à ces positions (figure 45). A 13 heures d'intervalle et à la même position (1 MN de distance), les signaux de courants sont cohérents entre eux. Ce même contrôle a pu être effectué aux stations 6 et 9 (figure 46). Les stations ont été effectuées à environ 1,6MN de distance et 1 jour d'intervalle. Les signaux sont assez cohérents sur la composante zonale mais varient sur la composante méridionale. La variabilité spatio-temporelle semble ici responsable de cette variabilité.

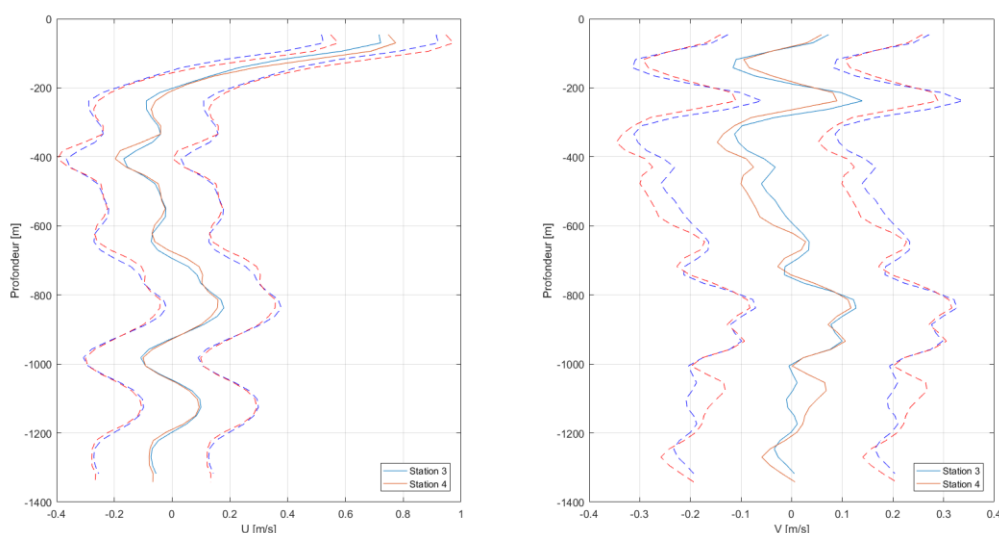


Figure 45: Comparaison des courants absolus de l'OS38 moyennés sur la durée des stations 3 (bleu) et 4 (rouge). Les écarts-types sont présentés en pointillés.

Ce contrôle de robustesse a également pu être effectué au niveau de différentes sections lorsque le navire est repassé sur sa trajectoire. Sur la radiale 0°, le navire est repassé sur sa trajectoire selon les directions Sud-Nord puis Nord-Sud (figure 47). La distribution des courants sur cette radiale est très cohérente entre les deux passages avec la présence du sous-courant équatorial (EUC, Equatorial Undercurrent), courant qui porte à l'Est entre 50m et 200m, et d'un même courant qui porte vers l'Est entre 800m et 1000m. Les ordres de grandeur de la composante zonale de l'EUC et du courant profond sont les mêmes pour les deux passages (respectivement >0,6 m/s et >0,2 m/s).

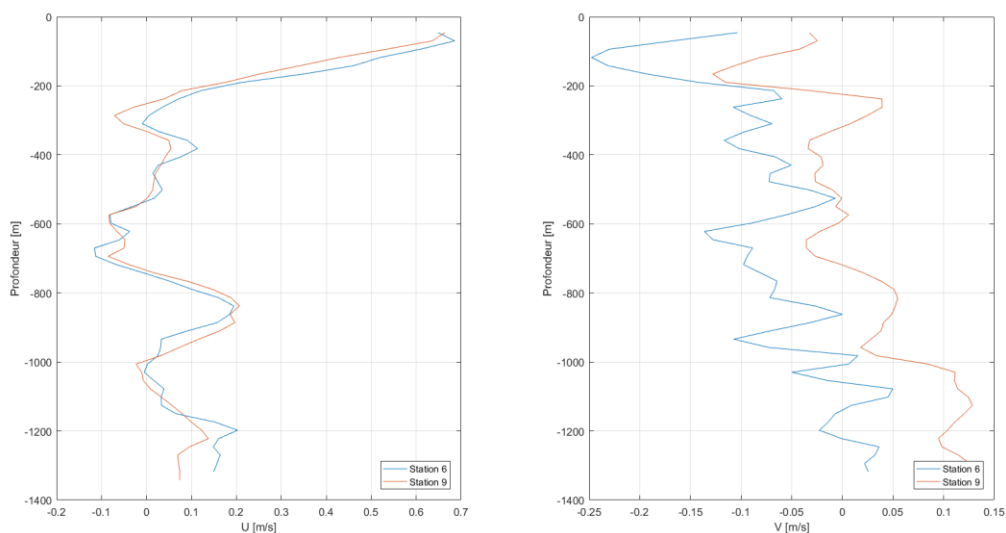


Figure 46: Comparaison des courants absolus de l'OS38 moyennés sur la durée des stations 6 (bleu) et 9 (rouge).

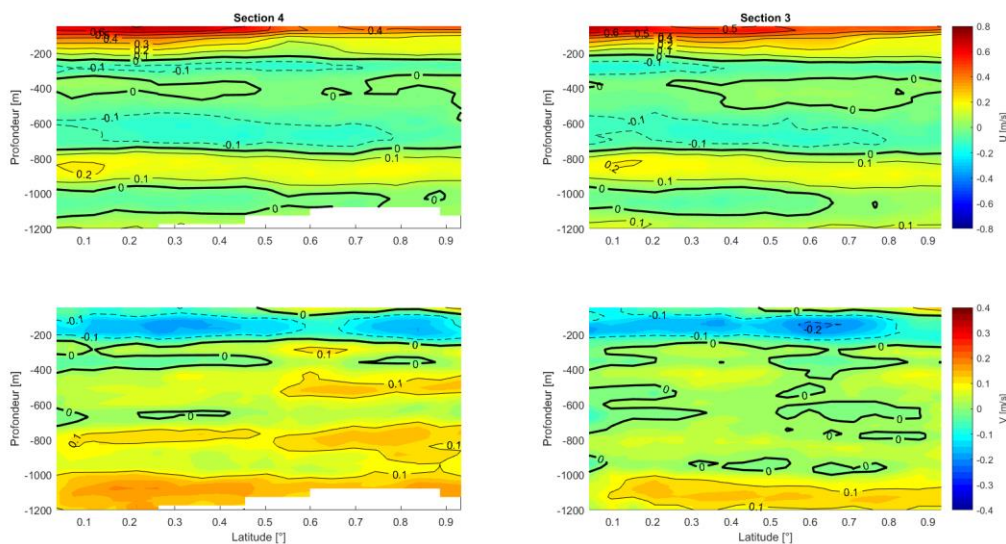


Figure 47: Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS38 sur la radiale 0° à différentes périodes pendant PIRATA-FR29 (section 4 à gauche, et section 3 à droite).

Cette même analyse a pu être faite au niveau de la radiale 10°W où le navire est repassé sur sa trajectoire selon les directions Sud-Nord, Nord-Sud puis Sud-Nord (figure 48 et 49). La distribution des courants entre les trois passages est très cohérente avec la présence de l'EUC et d'un même courant qui porte

vers l'Est entre 600m et 1000m. Les ordres de grandeur de la composante zonale de l'EUC et du courant profond sont les mêmes pour les trois passages (respectivement $>0,7$ m/s et $>0,2$ m/s), les données semblent donc robustes sur cette campagne.

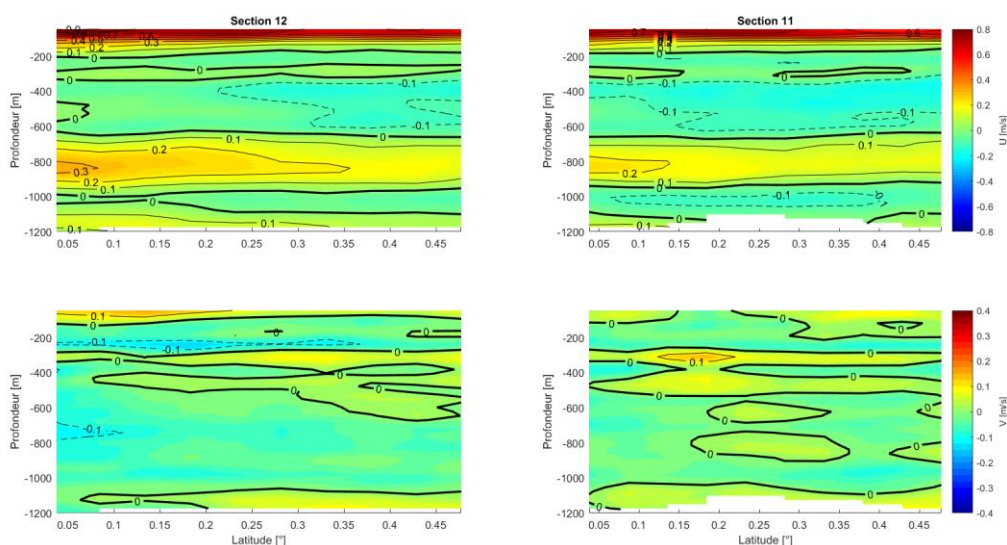


Figure 48: Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS38 sur la radiale 10°W à différentes périodes pendant PIRATA-FR29 (section 12 à gauche, et section 11 à droite).

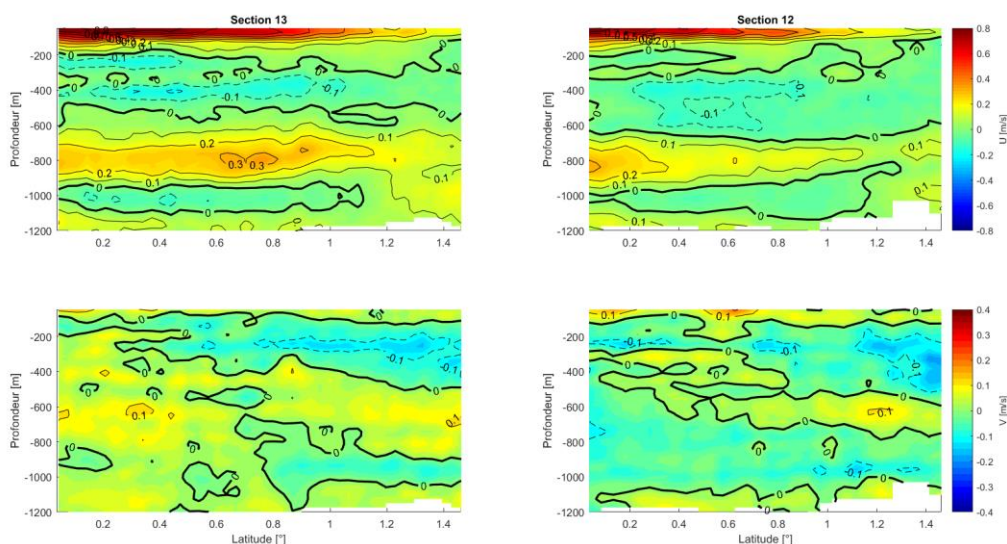


Figure 49: Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS38 sur la radiale 10°W à différentes périodes pendant PIRATA-FR29 (section 13 à gauche, et section 12 à droite).

Les données ont ensuite été comparées à celles acquises pendant les précédentes campagnes PIRATA, de manière à valider la justesse de celles-ci. Le tracé des vitesses absolues du courant sur la radiale 23°W entre 50 et 200m sous forme de vecteur (figure 50) met en évidence la même distribution méridionale des courants (présence de l'EUC entre 2°N et 2°S). La comparaison de la composante zonale de ces courants (figure 51) met en évidence un même noyau de vitesse maximale entre 50m et 200m. L'ordre de grandeur des vitesses est identique entre 2017 et 2019 (0,8 m/s).

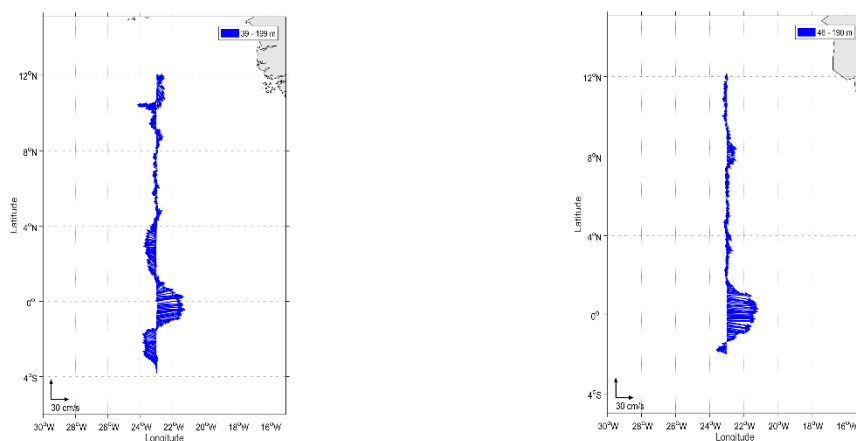


Figure 50 : Comparaison des tracés sous forme des vecteurs des vitesses absolues du courant moyennées de l'OS38 entre 50m et 200m sur la radiale 23°W pendant PIRATA-FR27 (à gauche) et PIRATA-FR29 (à droite).

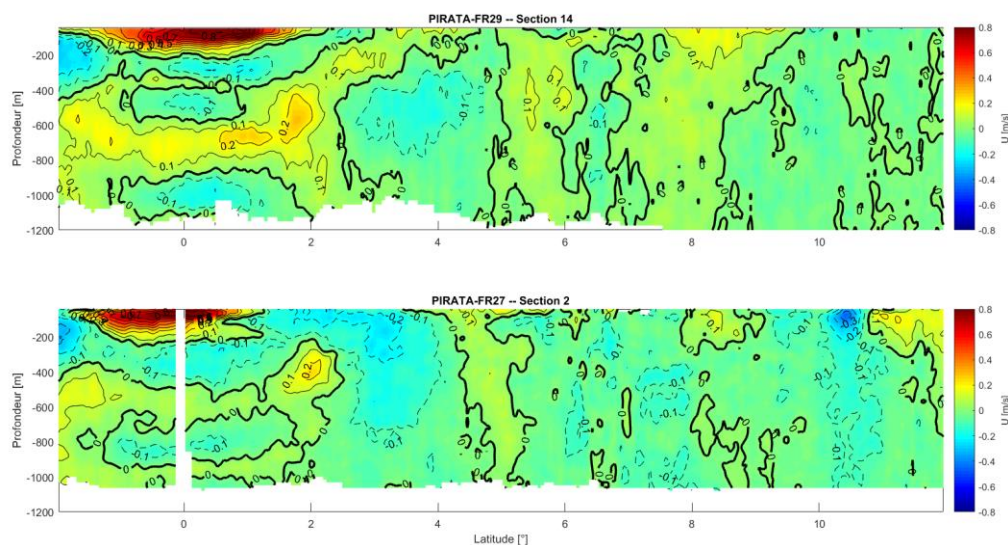


Figure 51 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS38 sur la radiale 23°W pendant PIRATA-FR27 (section 2, en bas) et PIRATA-FR29 (section 14, en haut).

Cette même comparaison a pu être effectuée sur les radiales 10°W et 0°. Sur ces radiales, la distribution méridionale des courants est très semblable entre 2017 et 2019 (figure 52 et 54). L'EUC, et le Sous-Courant Equatoriale Sud (SEUC) sur la radiale 10°W, sont bien identifiés entre les deux années. L'EUC varie quelque peu en profondeur et le SEUC en intensité mais ces différences peuvent être associées à la variabilité temporelle de ces courants. En effet, les variations interannuelles du vent ont une influence sur la variabilité de l'EUC (l'affaiblissement de l'EUC est en corrélation avec celui des Alizés). Parallèlement, sur ces deux années, on observe la même tendance de l'EUC à remonter lors de sa route vers l'Est (figure 53 et 55).



Figure 52 : Comparaison des tracés sous forme des vecteurs des vitesses absolues du courant moyennées de l'OS38 entre 50m et 200m sur la radiale 10°W pendant PIRATA-FR27 (à gauche) et PIRATA-FR29 (à droite).

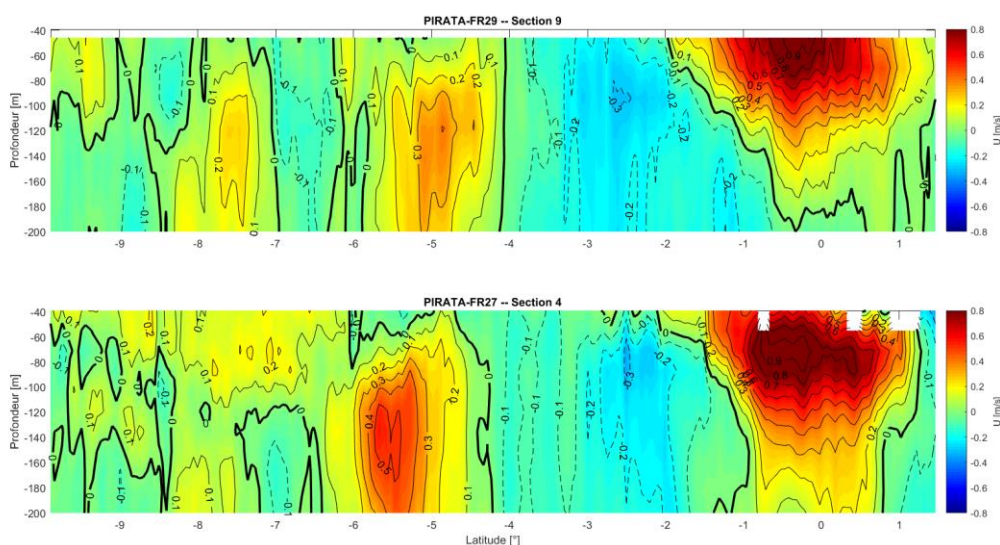


Figure 53 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS38 sur la radiale 10°W pendant PIRATA-FR27 (section 4, en bas) et PIRATA-FR29 (section 9, en haut).

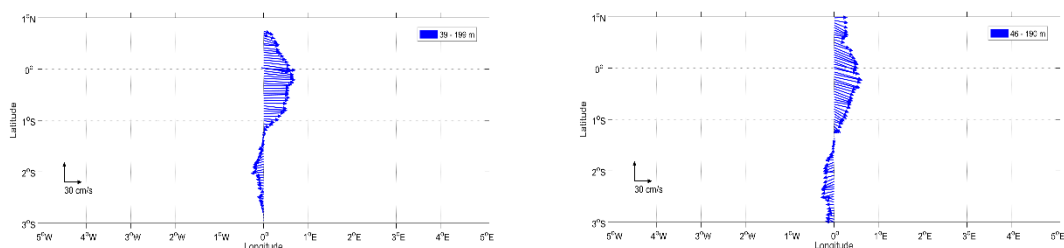


Figure 54 : Comparaison des tracés sous forme des vecteurs des vitesses absolues du courant moyennées de l'OS38 entre 50m et 200m sur la radiale 0° pendant PIRATA-FR27 (à gauche) et PIRATA-FR29 (à droite).

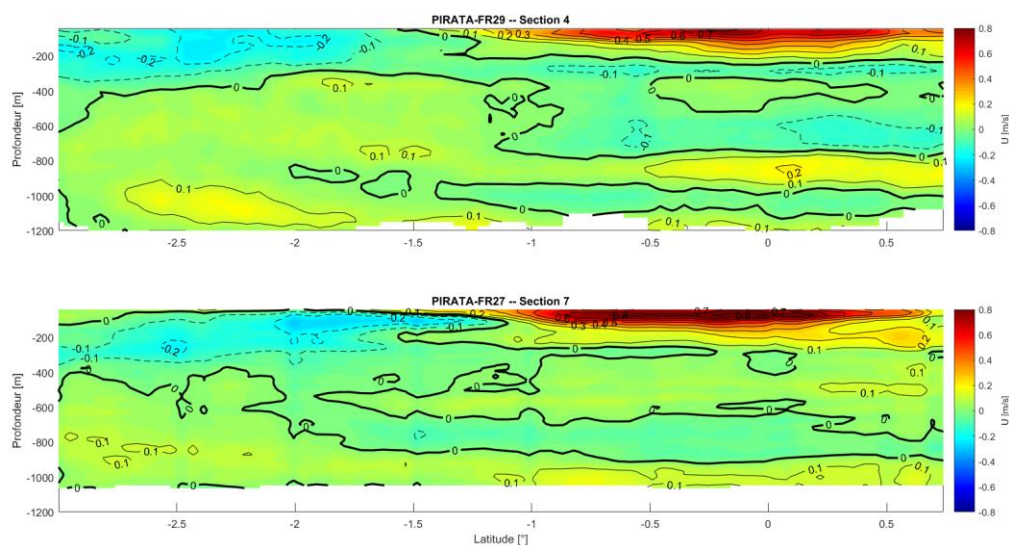


Figure 55 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS38 sur la radiale 0° pendant PIRATA-FR27 (section 7, en bas) et PIRATA-FR29 (section 4, en haut).

3.2. OS 150kHz

A la station 3, l'OS150kHz a été stoppé tout le long de la station pour essai, il n'est donc pas possible de comparer les mesures à ces deux stations. Il a par contre été possible d'effectuer un contrôle au niveau des stations 6 et 9 (figure 56). Les stations ont été effectuées à environ 1,6MN de distance et 1 jour d'intervalle. Les signaux sont cohérents sur la composante zonale mais varient fortement sur la composante méridionale. La variabilité spatio-temporelle semble ici responsable de cette variabilité méridionale.

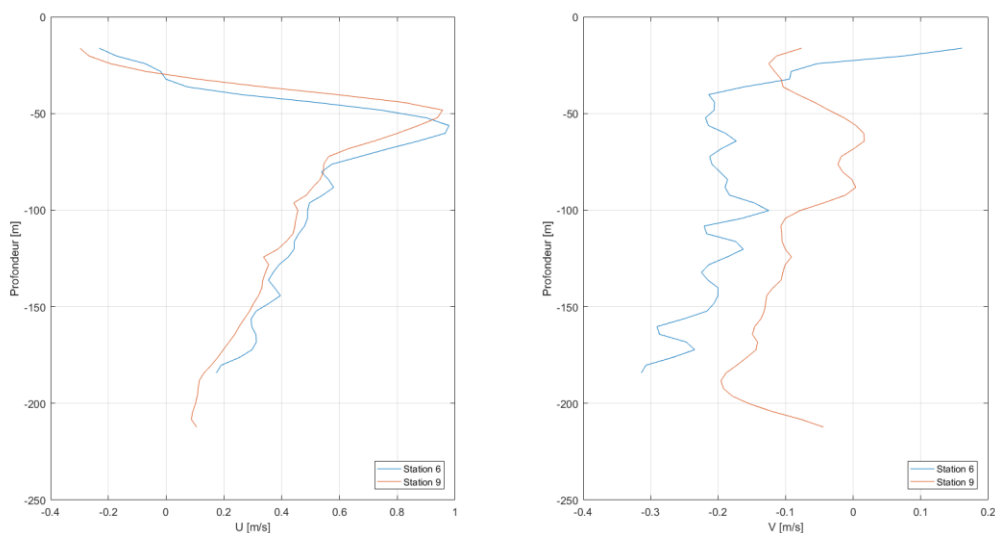


Figure 56: Comparaison des courants absolus de l'OS150 moyennés sur la durée des stations 6 (bleu) et 9 (rouge).

Ce contrôle de robustesse a également pu être effectué au niveau de différentes sections lorsque le navire est repassé sur sa trajectoire. Sur la radiale 0°, le navire est repassé sur sa trajectoire selon les directions Sud-Nord puis Nord-Sud (figure 57). La distribution des courants sur cette radiale est très cohérente entre les deux passages avec la présence de l'EUC. L'ordre de grandeur de la composante zonale de l'EUC est la même pour les deux passages (>0,9 m/s).

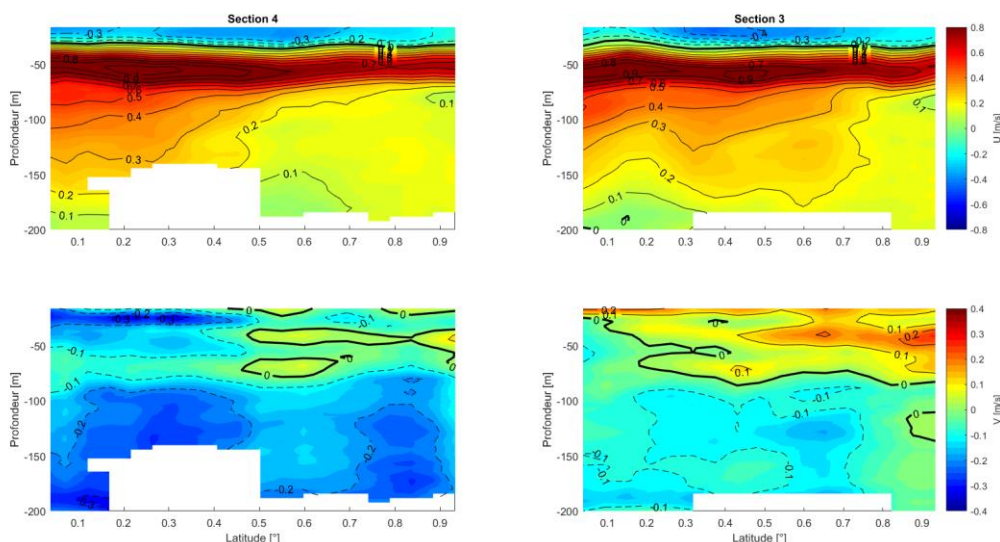


Figure 57: Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS150 sur la radiale 0° à différentes périodes pendant PIRATA-FR29 (section 4 à gauche, et section 3 à droite).

Cette même analyse a pu être faite au niveau de la radiale 10°W où le navire est repassé sur sa trajectoire selon les directions Sud-Nord, Nord-Sud puis Sud-Nord (figure 58 et 59). L'ordre de grandeur de la composante zonale de l'EUC est la même pour les trois passages (>0,9 m/s), par contre la composante méridionale des courants varie quelque peu entre les différents passages. Ces différences laissent envisager qu'une erreur de désalignement subsiste pourtant l'estimation des erreurs a été effectuée via water-track et bottom-track et ne présente aucune correction évidente.

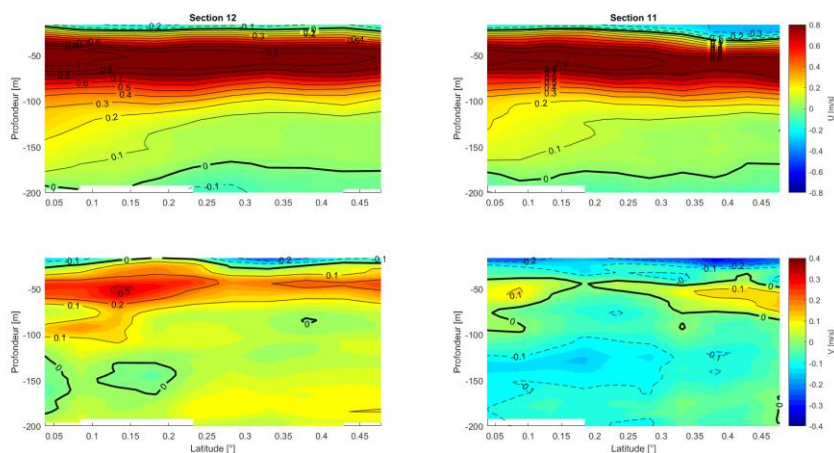


Figure 58: Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS150 sur la radiale 10°W à différentes périodes pendant PIRATA-FR29 (section 12 à gauche, et section 11 à droite).

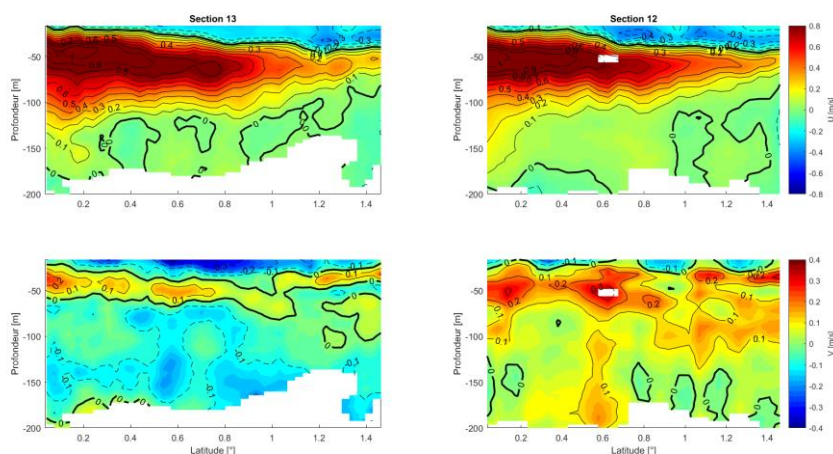


Figure 59: Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS150 sur la radiale 10°W à différentes périodes pendant PIRATA-FR29 (section 13 à gauche, et section 12 à droite).

Les données ont ensuite été comparées à celles acquises pendant les précédentes campagnes PIRATA, de manière à valider la justesse de celles-ci. La comparaison de la composante zonale de ces courants (figure 60) met en évidence un même noyau de vitesse maximale entre 2°N et 2°S et entre 50m et 200m. L'ordre de grandeur des vitesses est identique entre 2017 et 2019 (1 m/s).

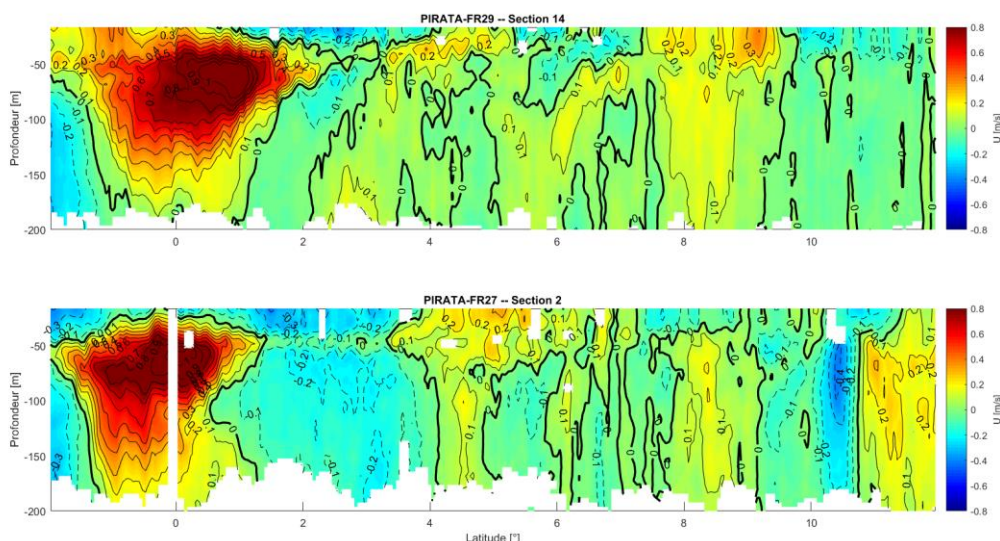


Figure 60 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS150 sur la radiale 23°W pendant PIRATA-FR27 (section 2, en bas) et PIRATA-FR29 (section 14, en haut).

Cette même comparaison a pu être effectuée sur les radiales 10°W et 0°. L'EUC, et le Sous-Courant Equatoriale Sud (SEUC) sur la radiale 10°W, sont bien identifiés entre les deux années (figure 61).

L'EUC varie quelque peu en profondeur et le SEUC en intensité mais ces différences peuvent être associées à la variabilité temporelle de ces courants. En effet, les variations interannuelles du vent ont une influence sur la variabilité de l'EUC (l'affaiblissement de l'EUC est en corrélation avec celui des Alizés). Parallèlement, sur ces deux années, on observe la même tendance de l'EUC à remonter lors de sa route vers l'Est (figure 61 et 62).

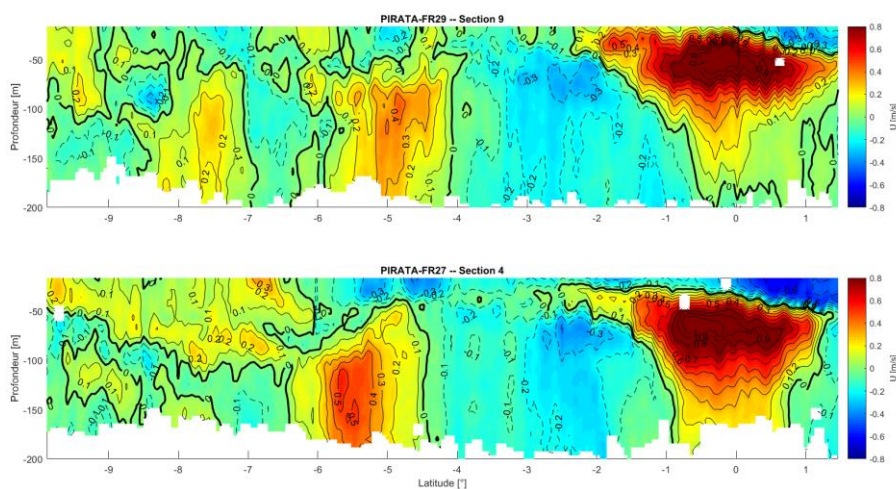


Figure 61 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS150 sur la radiale 10°W pendant PIRATA-FR27 (section 4, en bas) et PIRATA-FR29 (section 9, en haut).

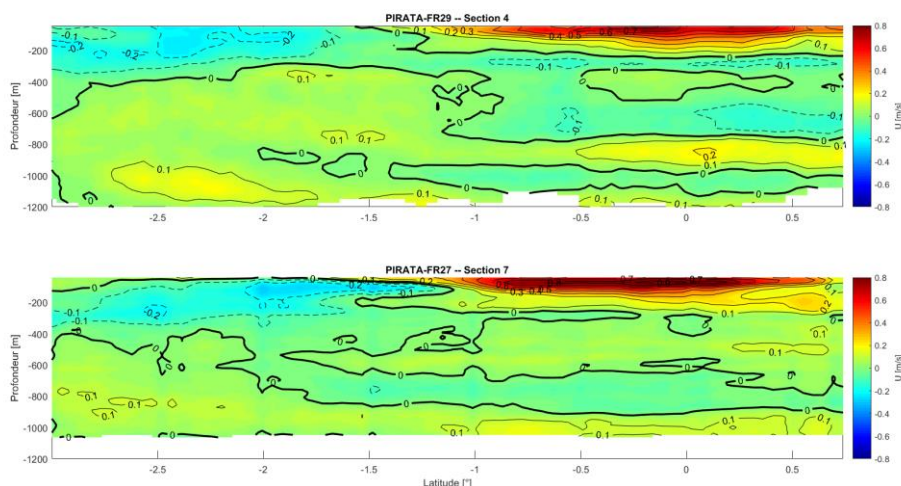


Figure 62 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS150 sur la radiale 0° pendant PIRATA-FR27 (section 7, en bas) et PIRATA-FR29 (section 4, en haut).

Une comparaison des mesures effectuées avec l'OS38kHz et l'OS150kHz a également été effectuée au niveau de chacune de ces radiales (figure 63, 64 et 65). Il apparaît que les mesures correspondent bien entre elles. La précision plus élevée de l'OS150kHz apporte des intensités de courant plus fortes.

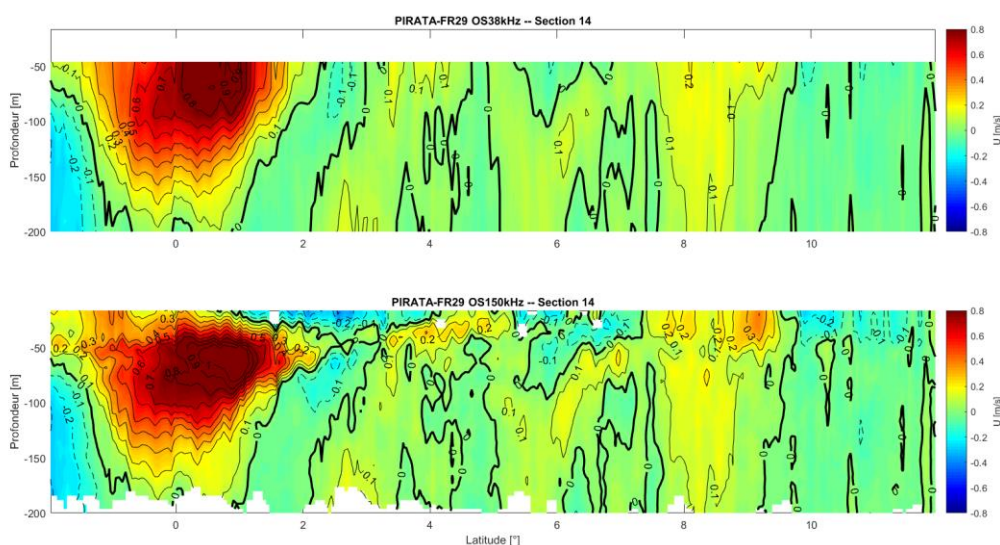


Figure 63 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée sur la radiale 23°W de l'OS150kHz (section 14, en bas) et de l'OS38kHz (section 14, en haut).

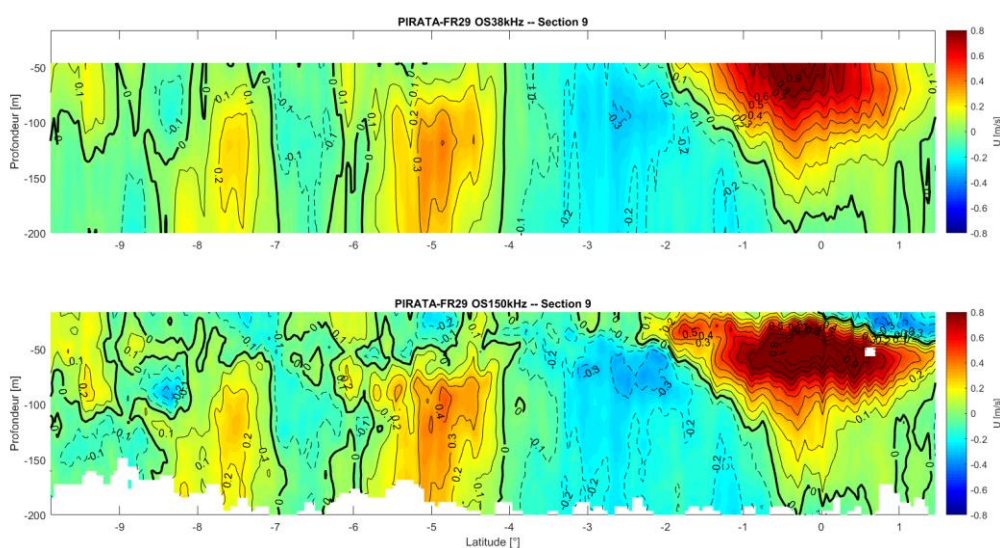


Figure 64 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée sur la radiale 10°W de l'OS150kHz (section 9, en bas) et de l'OS38kHz (section 9, en haut).

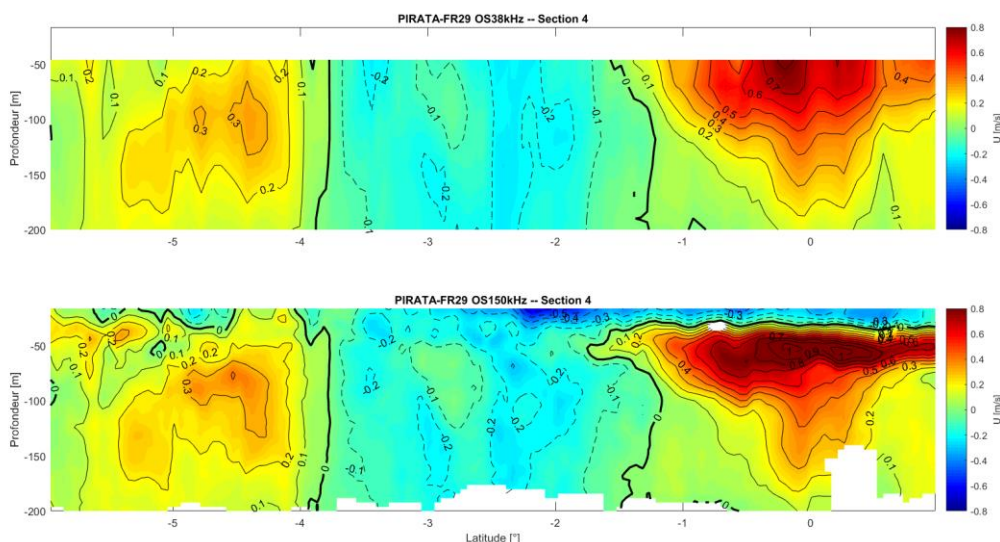


Figure 65 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée sur la radiale 23°W de l'OS150kHz (section 4, en bas) et de l'OS38kHz (section 4, en haut).

3.3. DVL 600kHz

A la station 3, le DVL600kHz a été stoppé tout le long de la station pour essai, il n'est donc pas possible de comparer les mesures à ces deux stations. Il a par contre été possible d'effectuer un contrôle au niveau des stations 6 et 9 (figure 56). Les stations ont été effectuées à environ 1,6MN de distance et 1 jour d'intervalle. Les signaux sont assez cohérents sur la composante zonale mais varient fortement sur la composante méridionale. La variabilité spatio-temporelle semble ici responsable de cette variabilité méridionale, d'autant plus que les courants de surface sont fort sujets à ces variations.

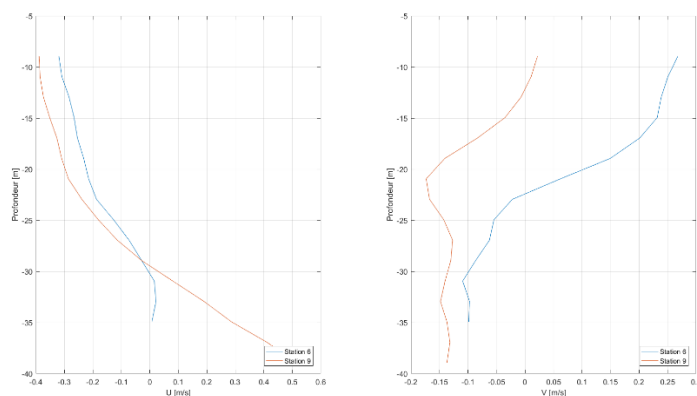


Figure 66: Comparaison des courants absolus du DVL600kHz moyennés sur la durée des stations 6 (bleu) et 9 (rouge).

Ce contrôle de robustesse a également pu être effectué au niveau de différentes sections lorsque le navire est repassé sur sa trajectoire. Sur la radiale 0°, le navire est repassé sur sa trajectoire selon les directions Sud-Nord puis Nord-Sud (figure 67). La distribution des courants sur cette radiale est cohérente entre les deux passages avec la présence de l'EUC. L'ordre de grandeur de la composante zonale de l'EUC est la même pour les deux passages (environ 0,6 m/s).

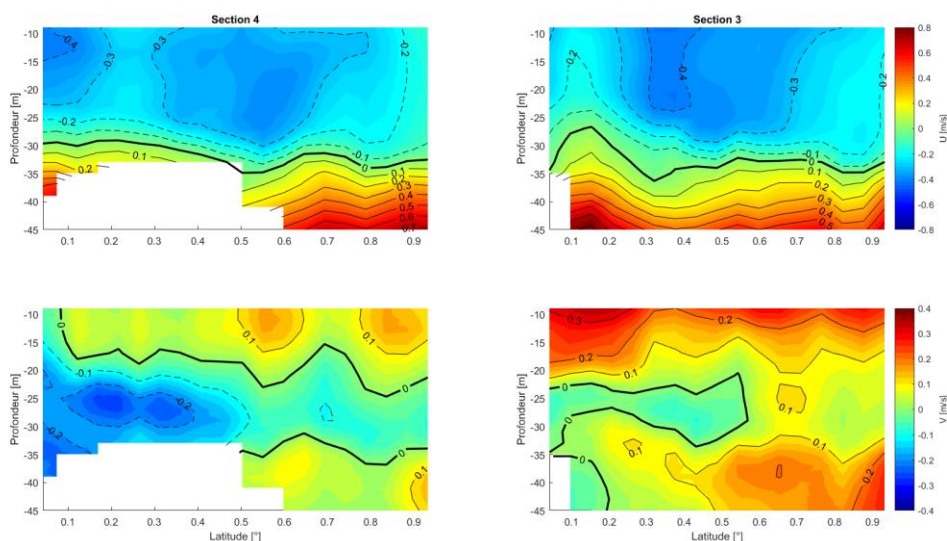


Figure 67: Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée de l'OS150 sur la radiale 0° à différentes périodes pendant PIRATA-FR29 (section 4 à gauche, et section 3 à droite).

Cette même analyse a pu être faite au niveau de la radiale 10°W où le navire est repassé sur sa trajectoire selon les directions Sud-Nord, Nord-Sud puis Sud-Nord (figure 68 et 69). L'ordre de grandeur de la composante zonale de l'EUC est la même pour les trois passages (environ 0,8 m/s), les données semblent donc robustes sur cette campagne.

Les données n'ont pas pu être comparées avec les mesures acquises pendant les précédentes campagnes PIRATA car aucune mesure DVL n'a été faite avant PIRATA-FR29. Une comparaison des mesures effectuées avec le DVL600kHz et l'OS150kHz a par contre été effectuée au niveau de chacune des radiales 23°W, 10°W et 0° (figure 70, 71 et 72). Il apparaît que les mesures correspondent bien entre elles. La précision plus élevée du DVL600kHz apporte toutefois des intensités de courant plus fortes.

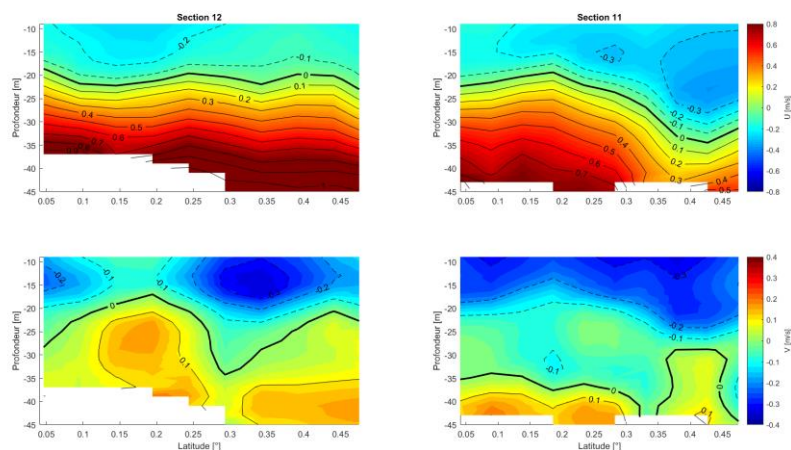


Figure 68: Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée du DVL600kHz sur la radiale 10°W à différentes périodes pendant PIRATA-FR29 (section 12 à gauche, et section 11 à droite).

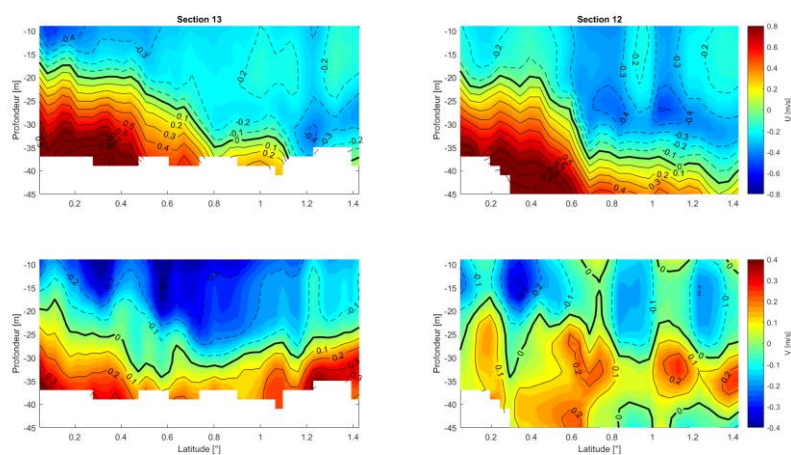


Figure 69: Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée du DVL600kHz sur la radiale 10°W à différentes périodes pendant PIRATA-FR29 (section 13 à gauche, et section 12 à droite).

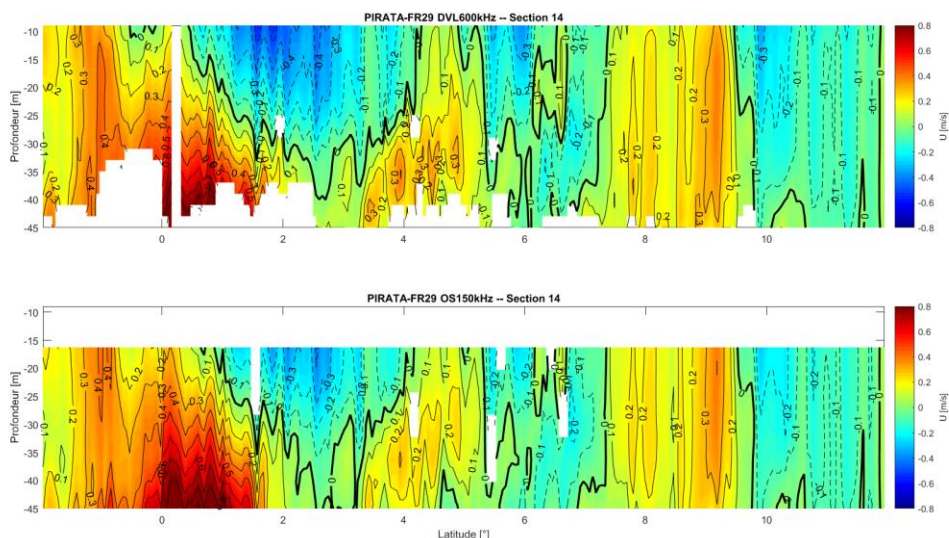


Figure 70 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée sur la radiale 23°W de l'OS150kHz (section 14, en bas) et du DVL600kHz (section 14, en haut).

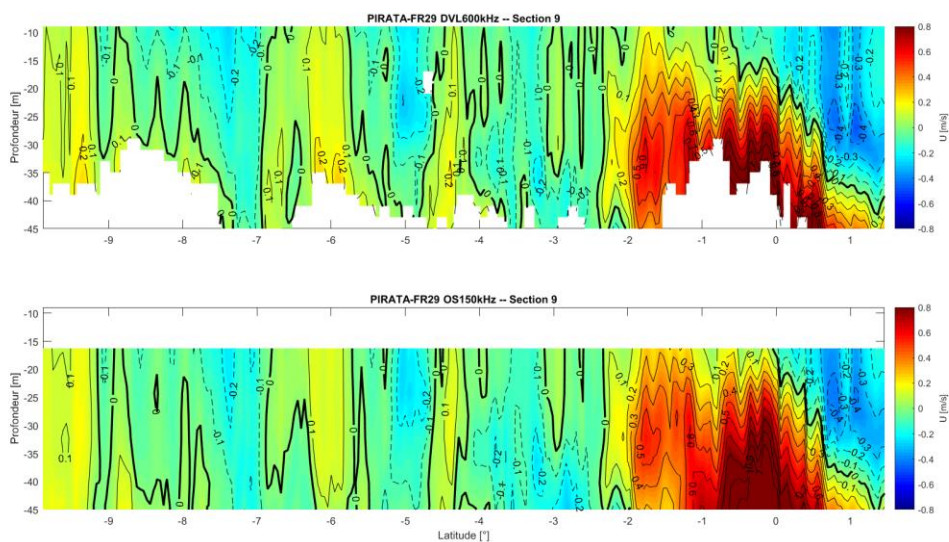


Figure 71 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée sur la radiale 10°W de l'OS150kHz (section 9, en bas) et du DVL600kHz (section 9, en haut).

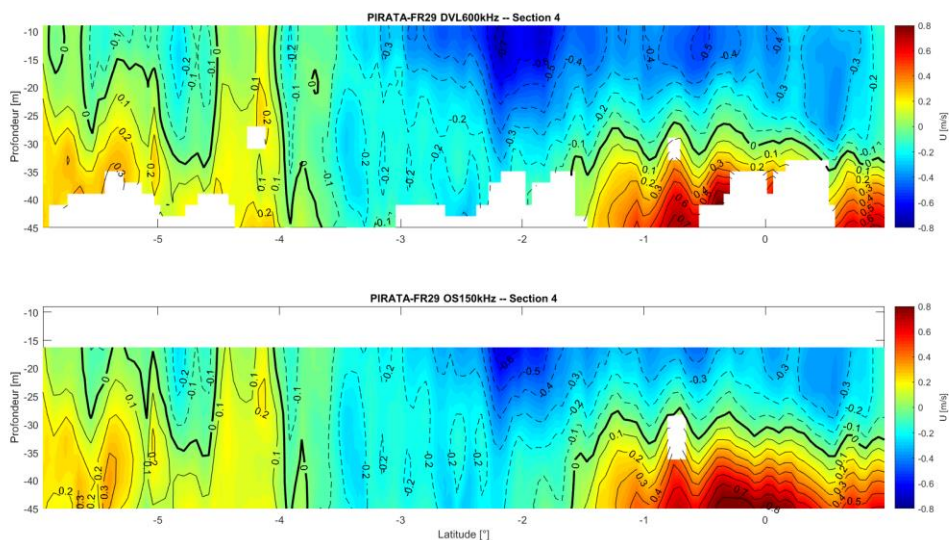


Figure 72 : Comparaison des sections de courants absolus corrigés de la marée sur la radiale 23°W de l'OS150kHz (section 4, en bas) et du DVL600kHz (section 4, en haut).

4. Références

- Firing E., Ranada J. et Caldwell P. (1995). *Processing ADCP Data with the CODAS Software System Version 3.1*. JIMAR, University of Hawaii; NOAA.
- Firing E. et Hummon J.M. (2010). *Shipboard ADCP Measurements*. IOCCP Report No.14, ICPO Publication Series No. 134, Version 1.
- Herbert G., Kermabon C., Grelet J. et Bourlès B. (2015). *French PIRATA Cruises S-ADCP Data processing*. Mercator Ocean – Coriolis Quaterly Newsletter – Special Issue, 22.
- Kermabon C., Lherminier P., Le Bot P. et Gaillard F. (2018). *CASCADE V7.2 : Logiciel de validation et de visualisation des mesures ADCP de coque. Documentation utilisateur et maintenance*. LOPS-IFREMER.
- Kolodziejczyk N., sous la direction de Bourlès B. et Marin F. (2008). *Analyse de la circulation de subsurface et de sa variabilité dans le Golfe de Guinée*. Thèse de Doctorat à l'Université de Bretagne Occidentale, IUEM.
- Kolodziejczyk N., Bourlès B., Marin F., Grelet J. et Chuchla R. (2014). *Seasonal variability of the Equatorial Undercurrent and the South Equatorial Undercurrent at 10°W as inferred from recent in situ observations*. J. Geophys. Res., 114, C06014, doi: 10.1029/2008JC004976.
- Pollard R. et Read J. (1989). *A method for Calibrating Shipmounted Acoustic Doppler Profilers and the Limitations of Gyro Compasses*. JAOT, Vol.6, No 6.

5. Annexe 1 – Convention du fichier NetCDF généré par CASCADE

TX_FREQUENCY :	Fréquence de l'ADCP
SCALE_FACTOR :	Facteur d'échelle, permet la conversion des données de coordonnées BEAM en coordonnées terrestres
BEAM_ANGLE :	Angle des faisceaux de l'ADCP
ADCP_ANGLE :	Angle de l'ADCP par rapport à l'axe du navire
BIN_LENGTH :	Taille des cellules
MIDDLE_BIN1_DEPTH :	Profondeur milieu de la 1 ^{ère} cellule
HEAD_MISLG :	Désalignement de l'ADCP pris en compte dans le calcul des vitesses de courant
PITCH_MISLG :	Assiette de l'ADCP pris en compte dans le calcul des vitesses de courant
AMPLI_CORFAC :	Amplitude prise en compte dans le calcul des vitesses de courant
XOFF :	Profondeur de l'ADCP par rapport à la coque du navire
CORR_PR :	Indique si les vitesses de courant sont corrigées du roulis/tangage
REFERENCE_DATE_TIME :	Jour julien de référence pour toutes les dates du fichier
JULD :	Jour julien GPS associé à chaque ensemble (la date affectée à un ensemble de données est la moyenne entre les deux dates associées au premier et dernier pings de l'ensemble)
JULD_ADCP :	Jour julien issu du PC ADCP associé à chaque ensemble
JULD_j1 :	Jour julien GPS de début de chaque ensemble
JULD_j2 :	Jour julien GPS de fin de chaque ensemble
DATE_TIME_UTC :	Date grégorienne de chaque ensemble
CAS_DATE_FLAG :	Flag associé à des dates (à -999999 par défaut, à 2 lorsque les données associées ont été invalidées par l'utilisateur)
LATITUDE :	Latitude de chaque ensemble
LONGITUDE :	Longitude de chaque ensemble
UVEL_SHIP :	Vitesse du navire zonale associée à chaque ensemble
VVEL_SHIP :	Vitesse du navire méridienne associée à chaque ensemble
MODE :	Précise si l'acquisition ADCP est en BroadBand (1) ou NarrowBand(10)

DEPH :	Profondeur du milieu de la cellule
TEMP_ADCP :	Température au niveau des transducteurs de l'ADCP
HDG :	Cap du navire associé à chaque ensemble
HDG_G1 :	Autre cap éventuellement disponible
HDG_G2 :	Autre cap éventuellement disponible
PTCH :	Tangage du navire associé à chaque ensemble
ROLL :	Roulis du navire associé à chaque ensemble
NB_ENS_AVE :	Nombre de pings moyennés pour chaque ensemble
U_BOTTOM :	Vitesse zonale du navire par rapport au fond
V_BOTTOM :	Vitesse méridienne du navire par rapport au fond
W_BOTTOM :	Vitesse verticale du navire par rapport au fond
RNG_BOTTOM :	Profondeur du fond déterminée par bottom-ping
UVEL_ADCP :	Vitesses absolues zonales du courant
VVEL_ADCP :	Vitesses absolues méridiennes du courant
WVEL_ADCP :	Vitesses verticales du courant
EVEL_ADCP :	Erreur sur les vitesses verticales du courant
UVEL_ADCP :	Vitesses zonales du courant relatives au navire
VVEL_ADCP :	Vitesses méridiennes du courant relatives au navire
PGOOD_ADCP :	% de données avec 4 faisceaux pris en compte pour le calcul des vitesses absolues de courant
PGOOD_ADCP_B2 :	% de données avec 3 faisceaux pris en compte pour le calcul des vitesses absolues de courant
PGOOD_ADCP_B3 :	% de données rejetées, lors de l'acquisition, sur un critère sur l'erreur sur la vitesse verticale. Il dépend donc de la configuration d'acquisition.
PGOOD_ADCP_B4 :	% de données avec au moins 2 faisceaux incorrects
ECI :	Moyenne de l'écho d'intensité sur les 4 faisceaux
ECI_B1 :	Moyenne, sur tous les pings de chaque ensemble, de l'écho d'intensité pour le faisceau 1
ECI_B2 :	Moyenne, sur tous les pings de chaque ensemble, de l'écho d'intensité pour le faisceau 2
ECI_B3 :	Moyenne, sur tous les pings de chaque ensemble, de l'écho d'intensité pour le faisceau 3

ECI_B4 :	Moyenne, sur tous les pings de chaque ensemble, de l'écho d'intensité pour le faisceau 4
CORR :	Moyenne de la corrélation sur les 4 faisceaux
CORR_B1 :	Moyenne, sur tous les pings de chaque ensemble, de la corrélation du faisceau 1
CORR_B2 :	Moyenne, sur tous les pings de chaque ensemble, de la corrélation du faisceau 2
CORR_B3 :	Moyenne, sur tous les pings de chaque ensemble, de la corrélation du faisceau 3
CORR_B4 :	Moyenne, sur tous les pings de chaque ensemble, de la corrélation du faisceau 4
CAS_CURRENT_FLAG :	Flag de qualité associé aux vitesses absolues de courant
FILT_TYPE :	Indique le filtrage des données (horizontal, vertical ou les 2)
VError :	Précision des vitesses absolues de courant horizontales (std/sqrt(nb_données))
VRMS_ADCP :	Ecart-type des vitesses absolues de courant sur un ping (donnée constructeur)
REF_LAYER_ILIM :	Couche de référence
FLAG3_HALF_WINDOW :	Taille de la demi-fenêtre pour le test d'écart à la médiane lors du nettoyage des données
FLAG3_SCF_MED_DEV :	Nombre d'écart-type pour le test d'écart à la médiane lors du nettoyage des données
FLAG3_MAX_WVEL :	Maximum de vitesses horizontales absolues de courant autorisé lors du nettoyage des données
FLAG5_PGOOD_MIN :	Minimum de % de données avec 4 faisceaux autorisé lors du nettoyage de données
FLAG4_MAX_VSHEAR :	Cisaillement de vitesses absolues de courant maximum autorisé lors du nettoyage de données
FLAG8_BOTTOM :	Critère de détection des données sous le fond utilisé lors du nettoyage de données
FLAG2_SCF_VSHEAR :	Facteur d'échelle du cisaillement vertical
FLAG2_MAX_DEV :	Déviations maximale relative au profil moyen (cm/s)

Laboratoire : US191 RAPPORT DE CALIBRATION
Implantation : Brest Version 01
Page 68/80

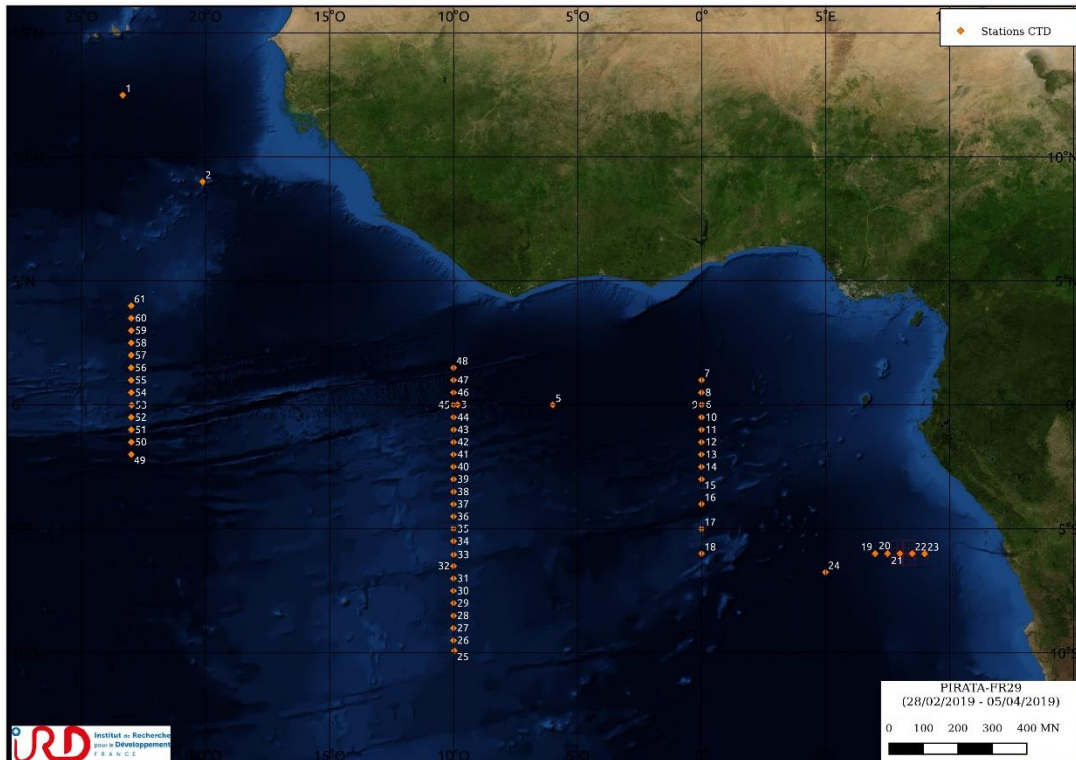
FLAG6_MAX_VVEL : Vitesse verticale maximale autorisée lors du nettoyage de données
FLAG6_INTERF : Maximum d'interférence autorisé lors du nettoyage de données
FLAG6_MIN_CORR : Minimum de corrélation autorisé lors du nettoyage de données
BATHY : Profondeur issue de la bathymétrie ajoutée par l'utilisateur
U_TIDE : Vitesses zonales associées à la marée
V_TIDE : Vitesses méridiennes associées à la marée
UVEL_ADCP_CORTIDE : Vitesses absolues du courant zonales corrigées de la vitesse de la marée
VVEL_ADCP_CORTIDE : Vitesses absolues du courant méridiennes corrigées de la vitesse de la marée
TU_TIDE : Transport zonal associé à la marée
TV_TIDE : Transport méridien associé à la marée

6. Annexe 2 – Date, positions et carte des stations effectuées pendant PIRATA-FR29

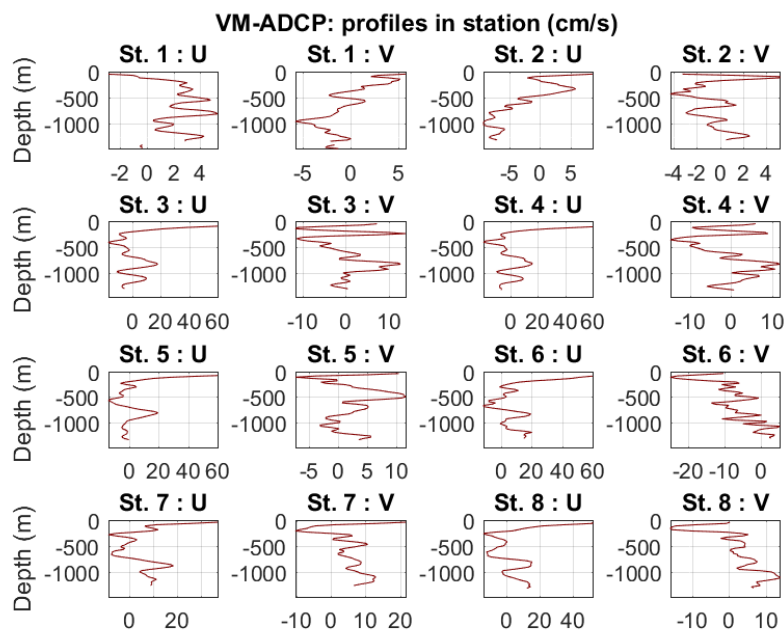
Station	Date Heure	Latitude	Longitude	Pres. max. [dbar]	Fond
1	02/03/2019 15:20:03	12°29.57 N	023°20.56 W	4075	4894
2	03/03/2019 20:26:30	08°59.92 N	020°07.05 W	2027	3603
3	06/03/2019 22:00:42	00°00.63 N	009°51.00 W	2022	5168
4	07/03/2019 11:31:31	00°00.28 N	009°50.01 W	43	5166
5	08/03/2019 17:09:40	00°00.04 N	006°00.04 W	4062	5012
6	10/03/2019 16:42:10	00°01.06 N	000°01.05 E	505	4905
7	11/03/2019 00:52:13	01°00.07 N	000°00.01 E	2026	4894
8	11/03/2019 06:19:27	00°29.95 N	000°00.04 E	2022	4902
9	11/03/2019 11:18:47	00°00.05 S	000°00.14 W	2024	4905
10	11/03/2019 16:54:51	00°29.91 S	000°00.09 W	2024	4879
11	11/03/2019 22:07:28	01°00.05 S	000°00.19 W	2026	4811
12	12/03/2019 03:21:34	01°30.14 S	000°00.11 W	2022	4715
13	12/03/2019 08:30:10	02°00.02 S	000°00.11 W	2024	4708
14	12/03/2019 13:25:00	02°30.06 S	000°00.17 W	2023	4554
15	12/03/2019 18:33:50	02°59.96 S	000°00.01 W	2025	4453
16	13/03/2019 02:23:18	03°59.98 S	000°00.09 E	501	4427
17	13/03/2019 09:19:17	04°59.93 S	000°00.05 W	505	3872
18	13/03/2019 16:03:49	05°59.96 S	000°00.02 W	2021	4350
19	15/03/2019 07:04:13	05°59.98 S	007°00.01 E	504	4460
20	15/03/2019 11:03:50	05°59.93 S	007°30.08 E	505	4272
21	15/03/2019 15:31:34	06°00.00 S	008°00.10 E	2024	4086
22	16/03/2019 00:26:31	05°59.88 S	008°29.93 E	504	3858
23	16/03/2019 04:43:14	06°00.20 S	009°00.07 E	505	3635
24	17/03/2019 14:18:18	06°44.96 S	005°00.07 E	4062	5029
25	21/03/2019 18:33:44	09°55.11 S	009°58.08 W	2022	3841
26	22/03/2019 04:06:30	09°29.99 S	010°00.01 W	506	3508
27	22/03/2019 08:00:11	09°00.07 S	010°00.29 W	505	3307
28	22/03/2019 12:12:51	08°30.02 S	010°00.08 W	504	3574
29	22/03/2019 16:04:16	07°59.94 S	010°00.05 W	505	3896
30	22/03/2019 20:09:46	07°30.05 S	010°00.26 W	505	3462
31	23/03/2019 00:06:26	07°00.01 S	010°00.01 W	505	3588
32	23/03/2019 04:06:19	06°29.98 S	010°00.03 W	506	4021
33	23/03/2019 11:12:49	06°02.71 S	009°59.59 W	2024	3558
34	23/03/2019 20:15:38	05°29.85 S	010°00.04 W	508	3385
35	24/03/2019 00:06:22	04°59.90 S	010°00.09 W	509	3321
36	24/03/2019 04:20:40	04°30.06 S	010°00.12 W	505	3687
37	24/03/2019 08:12:17	04°00.24 S	010°00.00 W	505	3581
38	24/03/2019 11:59:11	03°30.11 S	009°59.93 W	506	3811
39	24/03/2019 15:41:07	02°59.95 S	010°00.09 W	2022	3733

Laboratoire : US191 RAPPORT DE CALIBRATION
Implantation : Brest Version 01
Page 70/80

40	24/03/2019 20:19:05	02°29.87 S	010°00.00 W	2023	4297
41	25/03/2019 00:56:42	02°00.00 S	010°00.13 W	2022	4370
42	25/03/2019 05:25:46	01°29.98 S	010°00.00 W	2026	4769
43	25/03/2019 10:14:56	01°00.03 S	010°00.02 W	2025	5239
44	25/03/2019 14:56:45	00°29.99 S	009°59.97 W	2022	4200
45	25/03/2019 19:37:13	00°00.04 S	010°00.01 W	2023	4584
46	26/03/2019 00:11:59	00°29.94 N	009°59.97 W	2022	4566
47	27/03/2019 00:10:20	01°00.05 N	010°00.04 W	2022	4637
48	27/03/2019 04:41:35	01°29.99 N	010°00.05 W	2024	5202
49	30/03/2019 00:01:09	01°59.99 S	022°59.93 W	507	5191
50	30/03/2019 03:33:15	01°29.93 S	022°59.94 W	504	4833
51	30/03/2019 07:10:12	01°00.02 S	022°59.93 W	505	4102
52	30/03/2019 10:51:37	00°30.03 S	023°00.05 W	510	4608
53	30/03/2019 19:08:31	00°00.45 S	022°59.21 W	2022	3956
54	31/03/2019 04:11:35	00°29.87 N	023°00.08 W	507	3748
55	31/03/2019 08:21:15	00°59.98 N	023°00.12 W	510	3222
56	31/03/2019 12:35:10	01°30.01 N	023°00.09 W	504	4331
57	31/03/2019 16:32:27	02°00.12 N	023°00.16 W	506	4323
58	31/03/2019 20:24:29	02°29.96 N	023°00.09 W	507	4672
59	01/04/2019 00:15:29	03°00.02 N	023°00.04 W	505	4627
60	01/04/2019 04:04:10	03°29.98 N	023°00.02 W	505	4372
61	01/04/2019 07:49:25	04°00.06 N	022°59.99 W	2025	4207

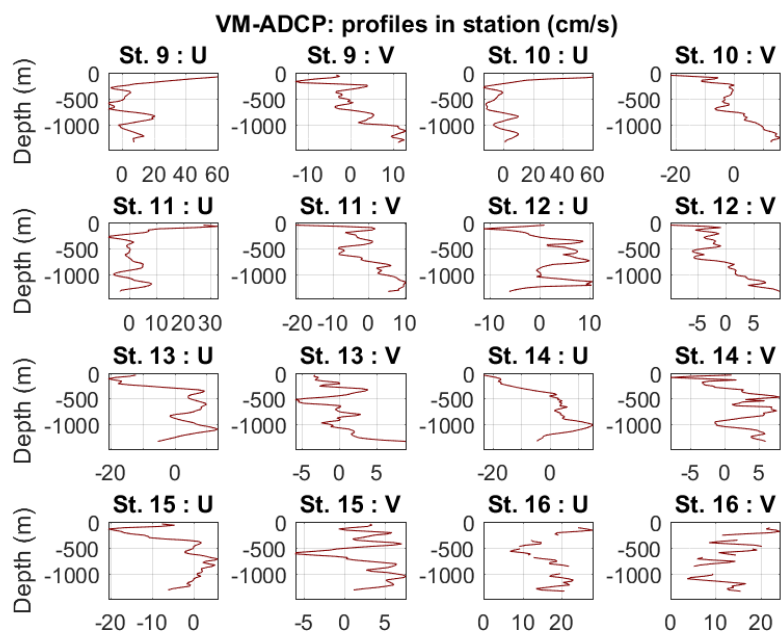


7. Annexe 3 – Profils de vitesses absolues du courant moyen pour chaque point de station



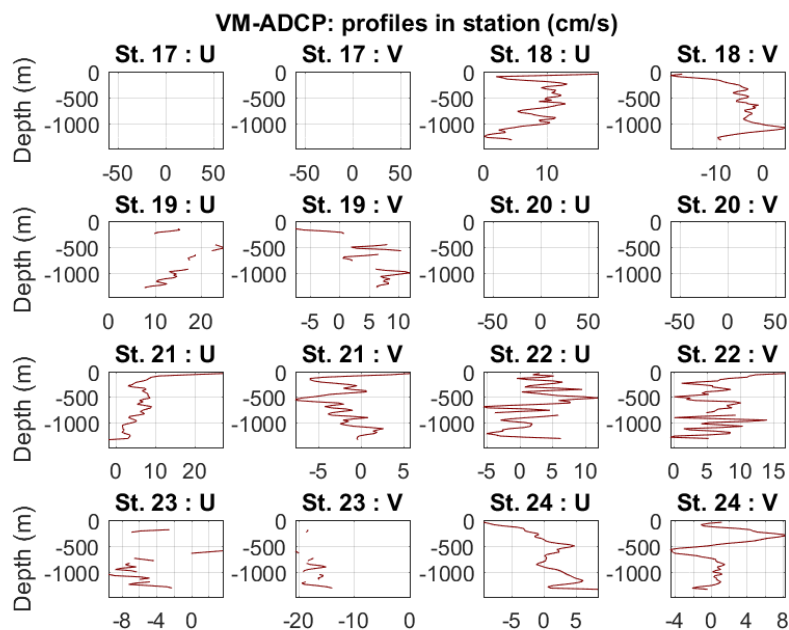
Cascade exploitation V7.2-29/05/2019

FR29-OS38_LTA_osite_fhv1_final_sta_99999m1



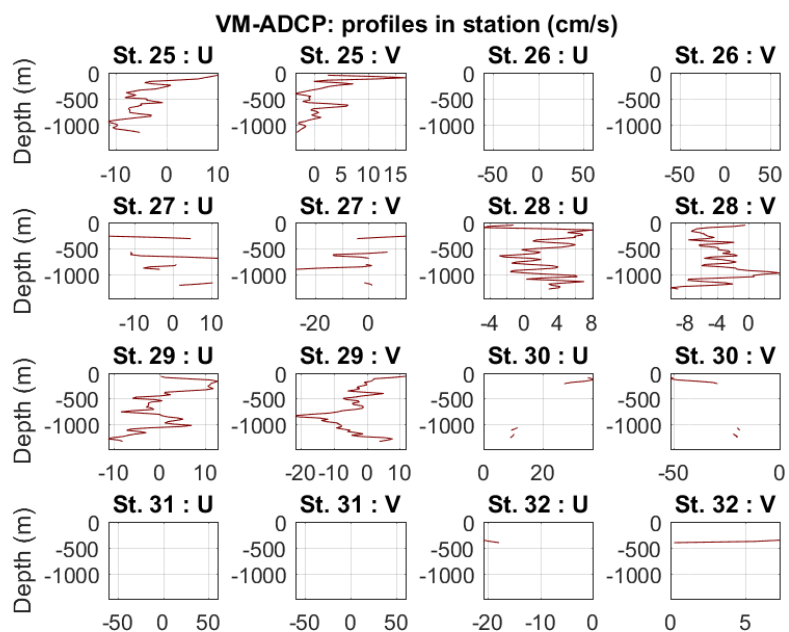
Cascade exploitation V7.2-29/05/2019

FR29-OS38_LTA_osite_fhv1_final_sta_99999m1



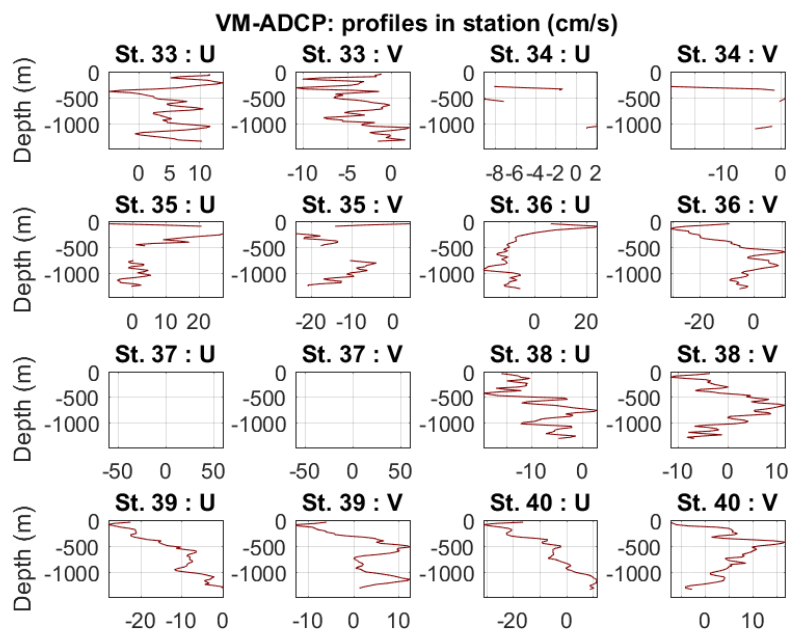
Cascade exploitation V7.2-29/05/2019

FR29-OS38_LTA_osite_fhv1_final_sta_99999m1



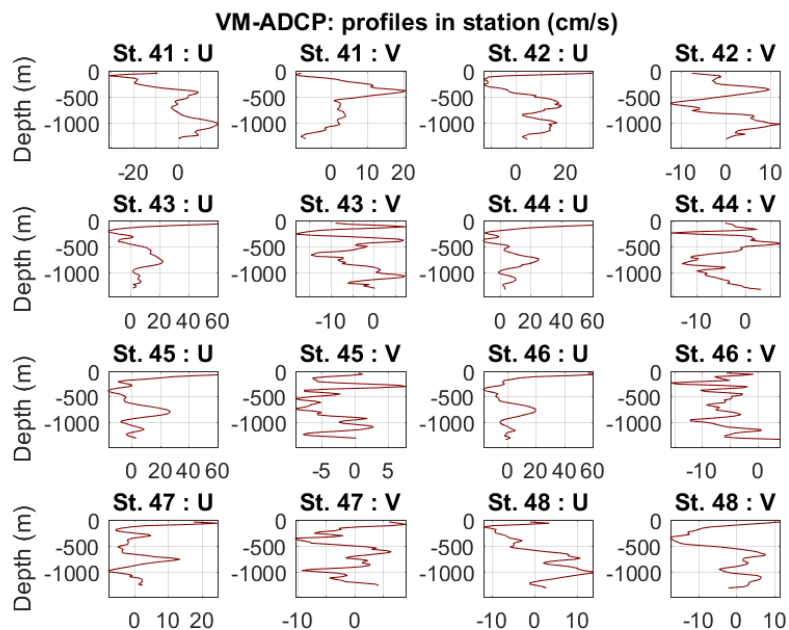
Cascade exploitation V7.2-29/05/2019

FR29-OS38_LTA_osite_fhv1_final_sta_99999m1



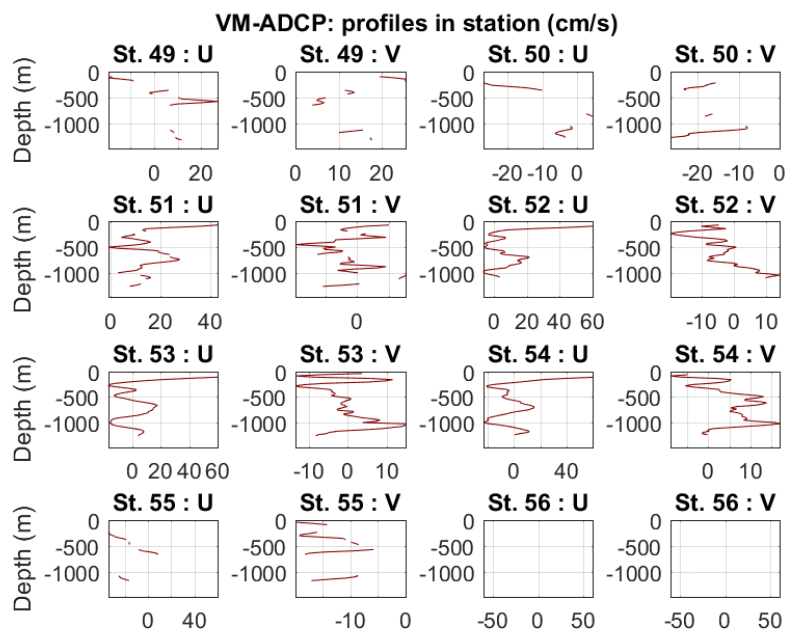
Cascade exploitation V7.2-29/05/2019

FR29-OS38_LTA_osite_fhv1_final_sta_99999m1



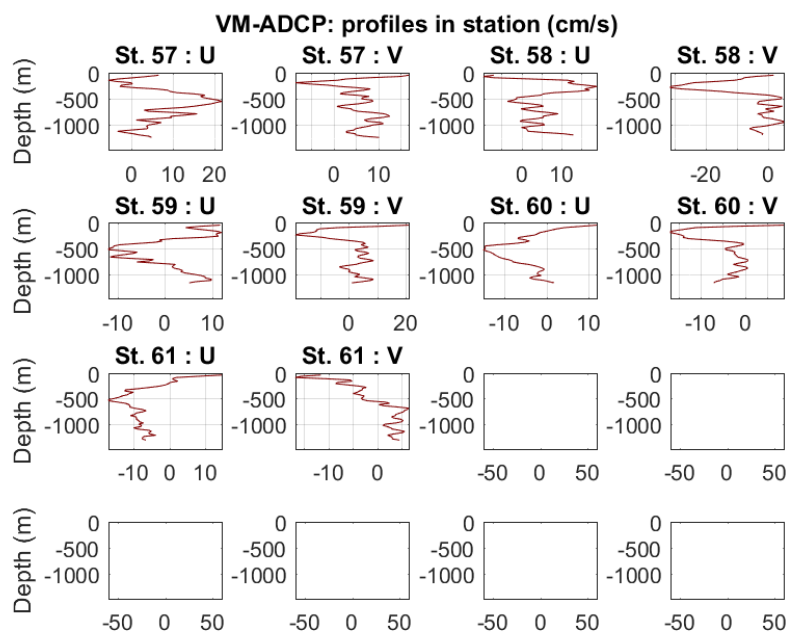
Cascade exploitation V7.2-29/05/2019

FR29-OS38_LTA_osite_fhv1_final_sta_99999m1



Cascade exploitation V7.2-29/05/2019

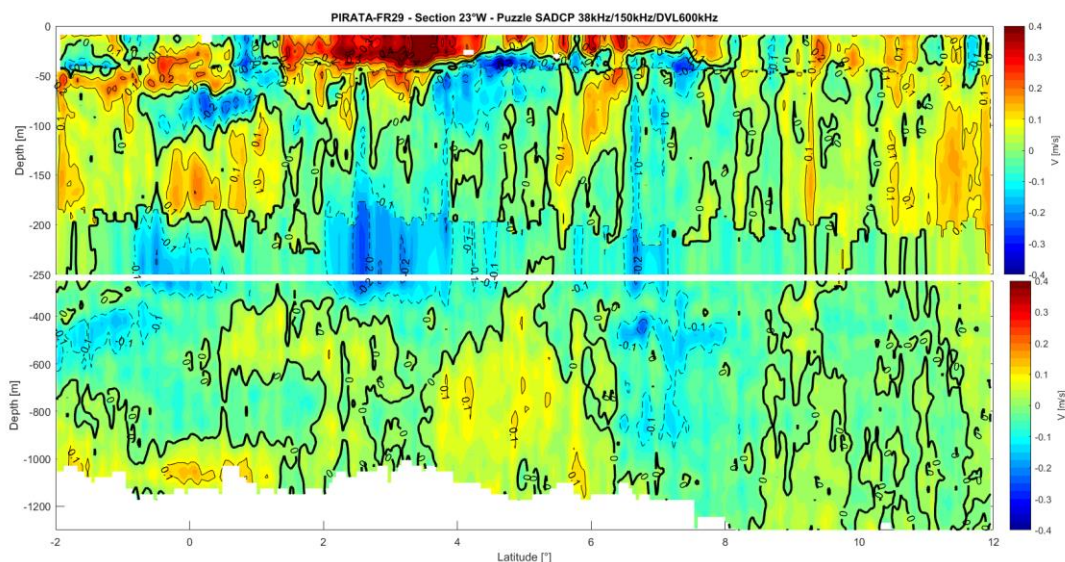
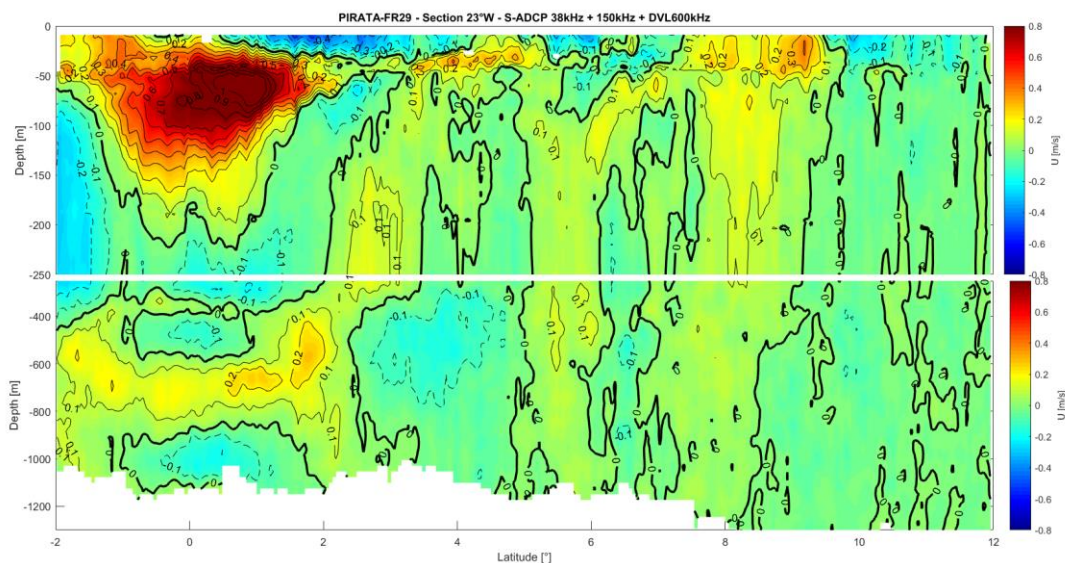
FR29-OS38_LTA_osite_fhv1_final_sta_99999m1

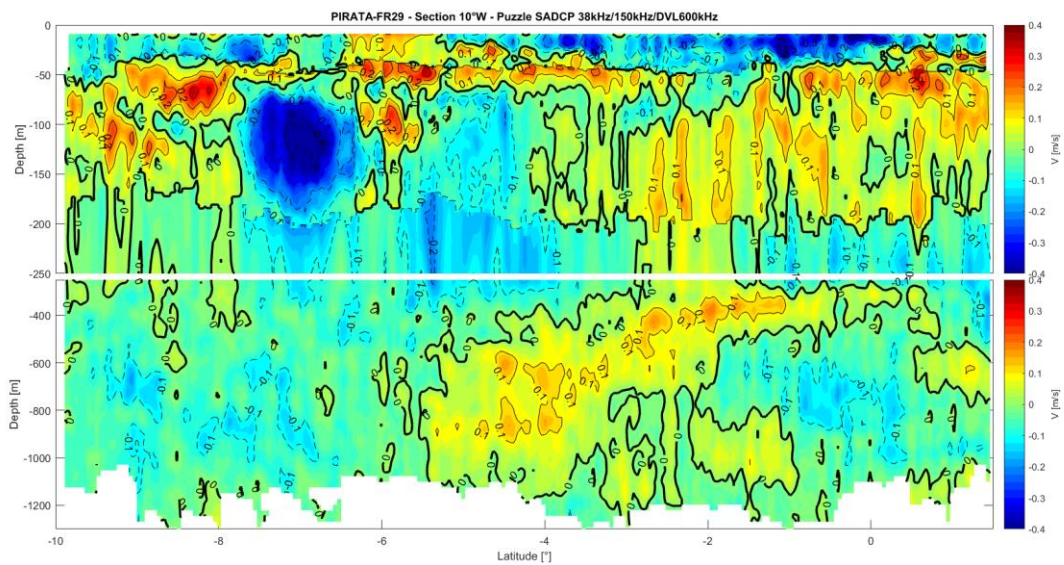
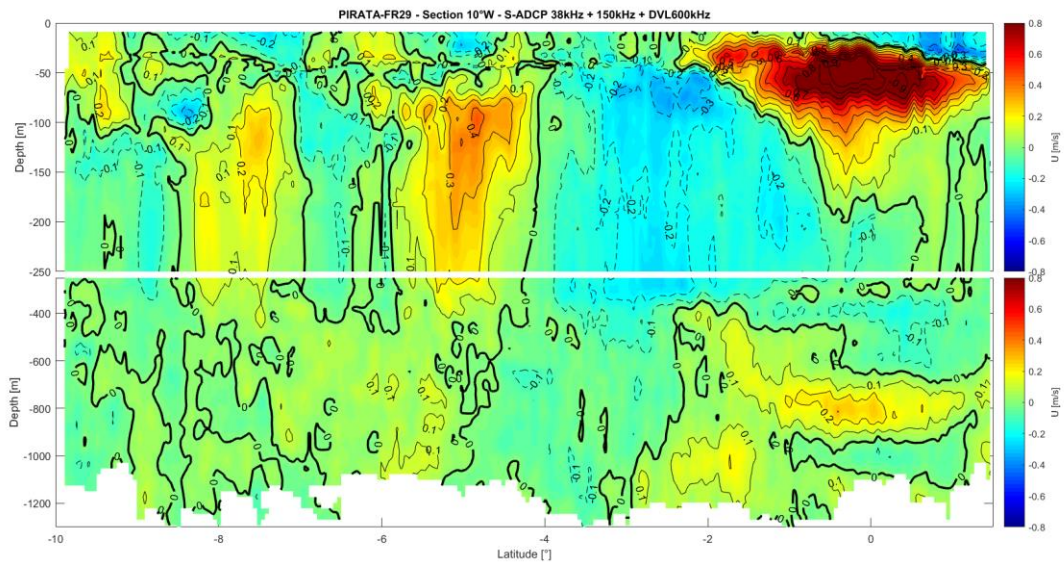


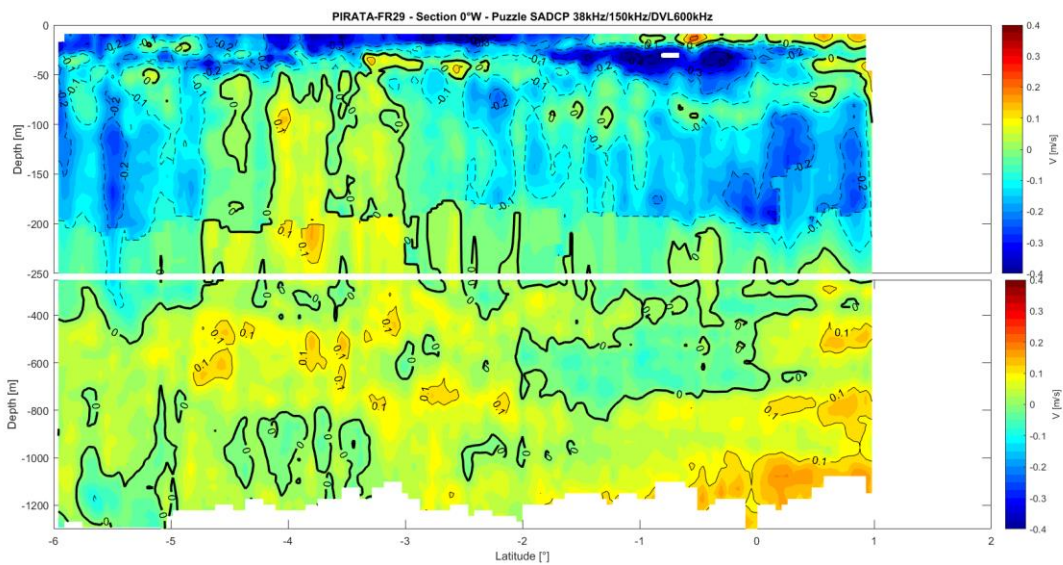
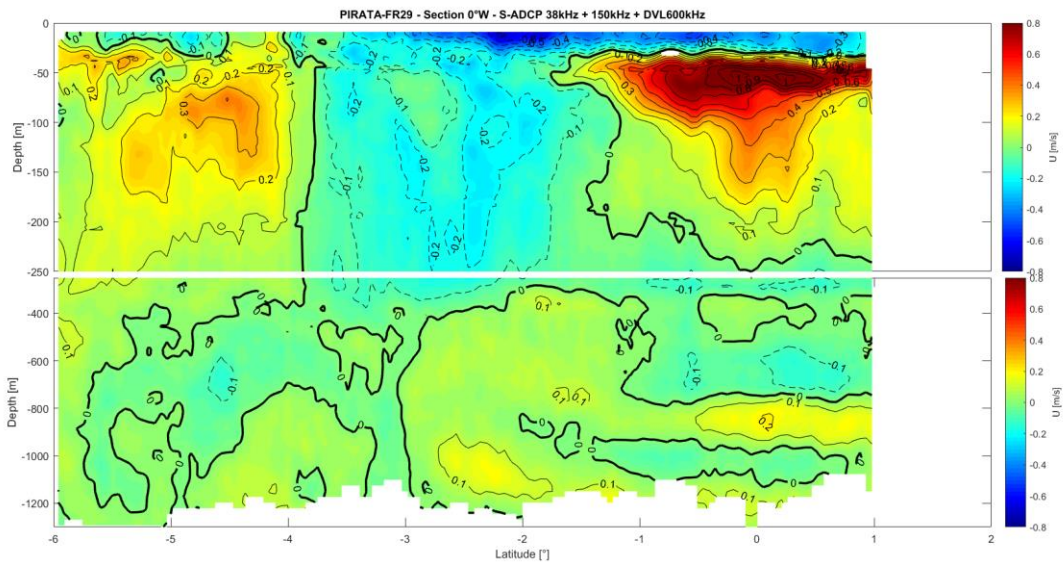
Cascade exploitation V7.2-29/05/2019

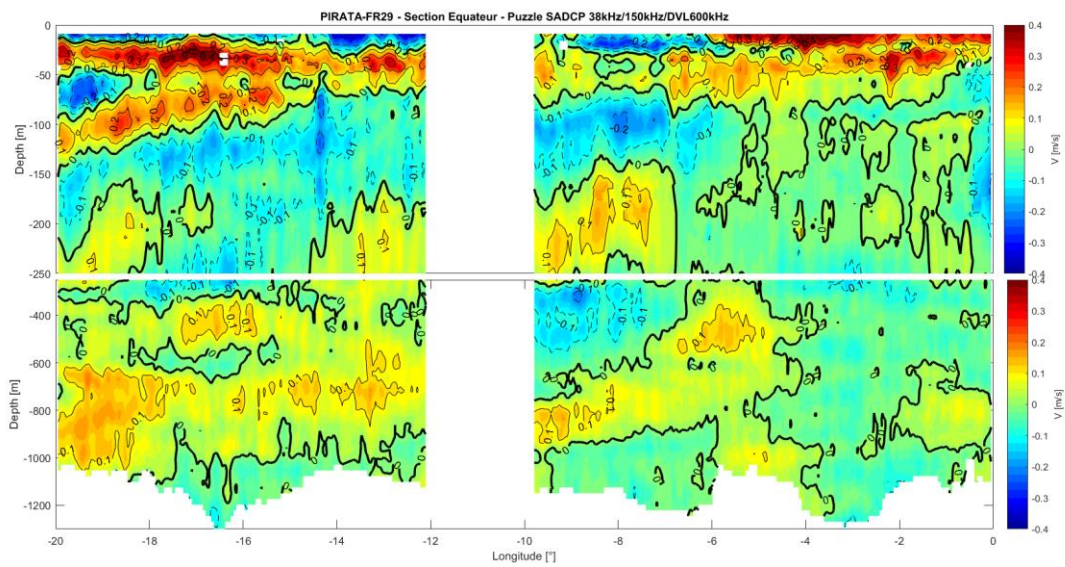
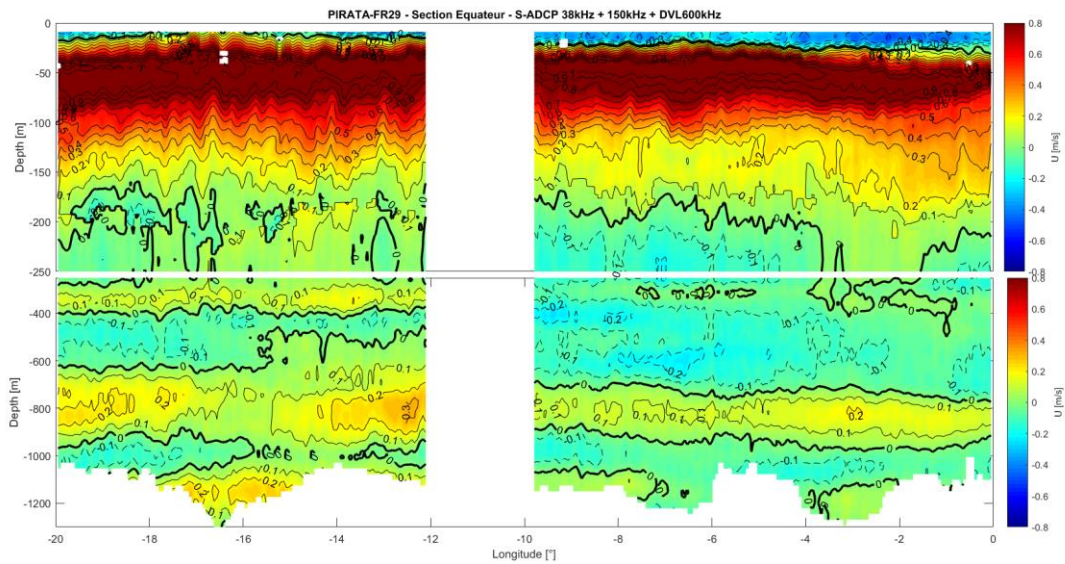
FR29-OS38_LTA_osite_fhv1_final_sta_99999m1

8. Annexe 4 – Sections principales effectuées pendant PIRATA-FR29









Laboratoire : US191 **RAPPORT DE CALIBRATION**
 Implantation : Brest Version 01
 Page 79/80

9. Suivi des versions de ce document

Rédacteur		Approbateur	
Nom :	Pierre Rousselot	Nom :	
Fonction :	Ingénieur d'étude en acquisition et traitement de données	Fonction :	

Date	Version	Commentaires et modifications
15/05/2019	01	Création

Relecteur	Date