

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire : US191 PROTOCOLE
Implantation : Brest Version 1
Page 1/47

Sommaire

1.	Principe.....	2
2.	Traitement	2
2.1.	Installation	6
2.2.	Paramètres	7
2.3.	Utilisation	10
2.4.	Problèmes courants.....	41
2.4.1	LADCP upward et downward inversés	41
2.4.2	LADCP défaillant.....	41
2.4.3	Navigation défaillante	41
3.	Format des fichiers NetCDF.....	42
4.	Procédure de prétraitement schématisée	43
5.	Procédure de traitement schématisée.....	44
6.	Références	46
7.	Suivi des versions de ce document	47

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 2/47

1. Principe

Au cours des campagnes PIRATA, des données courantométriques L-ADCP (Lowered ADCP monté sur une bathysonde) sont acquises lors de chaque station (profil CTD-O2 effectué avec une bathysonde). 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, dépendante du mouvement des particules réfléchissant le signal. Les particules sont supposées sans mouvement propre ; leur vitesse représente alors la vitesse de la masse d'eau dans laquelle elles se trouvent. L'ADCP utilise le décalage Doppler du signal rétrodiffusé (déphasage proportionnel à la vitesse des réflecteurs) pour mesurer la vitesse du courant dans des cellules (couches d'eau d'épaisseur fixe) définies temporellement (*bins*). De manière à mesurer les trois composantes du courant, quatre faisceaux sont générés simultanément à partir du transducteur avec un certain angle (ici 20°) et orienté différemment, permettant la mesure du signal rétrodiffusé dans différentes directions. Lors de la descente et la montée de la bathysonde, les L-ADCP, l'un tête vers le haut (*upward*) et l'autre tête vers le bas (*downward*), réalisent des profils individuels successifs qui ont des zones de recouvrement, c'est à dire que pour une même profondeur plusieurs mesures de vitesse sont acquises. La construction d'un profil de vitesses horizontales absolues se fait en associant tous ces profils individuels. Les L-ADCP sont synchronisés, avec un appareil « maître » (*master*) et l'autre « esclave » (*slave*), ainsi les émissions sont effectuées à un même instant *t*. La précision, la portée et la résolution verticale de la mesure sont dépendantes de la configuration des appareils. Les compas des appareils doivent impérativement être étalonnés avant leur déploiement selon les méthodes décrites dans le manuel technique Teledyne RDI (2007).

2. Traitement

Dans un premier temps, une *toolbox* (*pre-processing*) développée par Frédéric MARIN au LEGOS est utilisée pour contrôler chacun des profils (voir la partie 4 de ce document). Cette *toolbox* permet d'établir un certain nombre de diagnostiques sur les données brutes, pour s'assurer du bon

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 3/47

fonctionnement des L-ADCP pendant la station (*i.e.*: comparaison des données acquises par chacun des faisceaux, comparaison des fréquences d'acquisitions des *pings* des deux L-ADCP,...), et sur l'environnement d'étude, pour s'assurer de la validité des hypothèses utilisées (*i.e.*: contrôle de la variabilité temporelle des courants pendant la station via les données des ADCP de coque du navire -S-ADCP-, contrôle des courants de marées,...).

Ensuite est utilisé le logiciel de traitement L-ADCP de l'IFM-GEOMAR/LDEO. L'ensemble du processus de traitement est présenté dans la partie 5 de ce document. Le principe du logiciel repose sur le fait que pour chaque profil individuel, le L-ADCP effectue une mesure de vitesse tel que :

$$U_{ADCP} = U_{OCEAN} + U_{CTD} + U_{NOISE} \quad (\text{eq.1})$$

Ainsi à un temps t , pour chacun des profils, la vitesse mesurée est une combinaison du courant absolu U_{OCEAN} , du mouvement propre de la bathysonde U_{CTD} et du bruit U_{NOISE} . Le principe du traitement repose alors sur deux hypothèses : la vitesse du courant absolu U_{OCEAN} ne dépend pas du temps mais seulement de la profondeur et, la vitesse induite par le mouvement de la bathysonde U_{CTD} est la même pour tous les *bins* (cellules) d'un même *ping* (profil individuel). La méthode inverse vise à estimer U_{OCEAN} et U_{CTD} à partir des données L-ADCP et des autres contraintes externes auxquelles un poids est affecté en fonction du bruit attendu. Un système d'équations linéaires est ainsi défini pour faciliter cette estimation. Le système d'équations peut se mettre sous la forme matricielle :

$$d = G(U_{OCEAN}, U_{CTD}) + \text{bruit} \quad (\text{eq.2})$$

La solution qui minimise la différence carrée entre les données d et la prédiction s'obtient alors directement par :

$$(U_{OCEAN}^{est}, U_{CTD}^{est}) = [G^T G]^{-1} G^T d \quad (\text{eq.3})$$

Dans un premier temps, il est nécessaire d'initialiser toutes les données disponibles pour le traitement. Dans le cadre de cette campagne, les données des ADCP de coque (S-ADCP), de navigation (via GPS) et de sonde CTD étaient disponibles. Pour chacun des profils, les données correspondantes

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 4/47

sont extraites temporellement, permettant d'optimiser le traitement et de forcer la solution de la méthode inverse. Les données de la sonde CTD apportent, via la série temporelle des mesures depression, une information fiable sur la profondeur de la bathysonde à chaque *ping*. En outre, l'utilisation des données ajustées de la sonde permet de corriger et de calculer précisément les variations de la vitesse du son dans l'eau. Parallèlement les données S-ADCP permettent de contraindre les données mesurées en surface, tel que :

$$U_{OCEAN}(z) = U_{SADCP}(z) + \text{bruit} \quad (\text{eq.4})$$

Les données de navigation apportent, elles, une contrainte barotrope en séparant la vitesse propre de l'instrument de la vitesse du courant. En effet, lorsque le profil est continu tout au long de la station, et si une position précise est disponible en début et fin de profil, l'intégration du mouvement de la bathysonde sur la durée de déploiement correspond au déplacement du navire pendant le déploiement, soit :

$$\int_0^T U_{CTD} dt = \text{position}_{(finstationL-ADCP)} - \text{position}_{(débutstationL-ADCP)} = DX_{SHIP} + \text{bruit} \quad (\text{eq.5})$$

Le système d'équations se compose donc de l'adéquation aux données L-ADCP (eq. 6), de la contrainte barotrope (eq. 5), de l'adéquation aux données S-ADCP (eq. 4), mais également d'une contrainte de lissage vertical du profil et d'une adéquation aux données de *bottom-track*, mesures de courants référencées sur le fond (eq. 7).

$$U_{OCEAN}(z_i) + U_{CTD}(t) = U_{ADCP}(t, i) + \text{bruit} \quad (\text{eq.6})$$

Les données de *bottom-track* sont les mesures effectuées par le L-ADCP lorsqu'il est proche du fond, apportant une information de vitesse par rapport au fond en mesurant le déplacement de la bathysonde par rapport à celui-ci ($-U_{CTD}$). Ces mesures sont réalisées soit par une mesure directe, via un paramétrage de l'appareil permettant l'utilisation d'une impulsion plus puissante et plus longue entre chaque *ping* (mode *bottom-track*), soit par une estimation, via l'utilisation de l'amplitude d'écho réfléchi des *pings*. Dans ce cas, le *bin* de maximum d'intensité est défini comme le dernier *bin* au-dessus du fond et la mesure de *bottom-track* est estimée à partir de la médiane des vitesses des 3 *bins* centrés sur ce maximum. Cette estimation peut être effectuée soit avec le logiciel de traitement, soit directement en

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 5/47

temps-réel au sein du L-ADCP pour les ADCP Workhorse (estimation a priori meilleure). Le mode *bottom-track* reste toutefois la méthode la plus précise. Ces mesures permettent de contraindre les données L-ADCP mesurées au fond tel que :

$$U_{CTD}(t) = BT + \text{bruit} \quad (\text{eq.7})$$

Tous ces jeux de données externes sont synchronisés avec les données L-ADCP. Les données L-ADCP sont les fichiers binaires ‘.000’ récupérés en sortie des appareils. Ces fichiers comportent (en partie) les enregistrements pour chaque *ping* : de vitesse, d’amplitude de corrélation, d’intensité d’écho, de pourcentage de valeurs correctes, d’attitude de l’appareil et de *bottom-track*. Les mesures de vitesse sont ici récupérées directement en coordonnées terrestres, calculées en prenant en compte les mesures d’attitude (roulis, tangage) de l’appareil. Les profils des deux L-ADCP sont fusionnés sur la même base temporelle.

Ensuite le traitement suit les grandes étapes suivantes :

- Nettoyage des données en supprimant les pics via un test d’écart à la médiane,
- Application de la déviation magnétique,
- Correction des problèmes d’attitude des appareils,
- Application de seuils de vitesses limites,
- Calcul de la profondeur des profils individuels à partir de l’intégration verticale des vitesses verticales mesurées par les L-ADCP ou, si disponible, à partir des profondeurs déduites de la sonde CTD,
- Calcul de la vitesse du son corrigée et correction des vitesses L-ADCP,
- Nettoyage des données brutes (*bins*) avec application de masques, prise en compte de la géométrie des lobes d’émission, filtrage temporelle, correction des interférences, lissage du seuil de corrélation, rotation des vitesses sur un cap commun, application de poids éventuels (*i.e.*: selon la confiance accordée aux L-ADCPs ou si des tilts importants sont rencontrés),
- Moyennage des *pings* en ‘super-ensemble’ de manière à diminuer le bruit et accélérer l’algorithme,

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 6/47

- Suppression des *outliers* des ‘super-ensemble’ (1 % des données les plus incohérentes).
- Résolution du système par méthode inverse.

Une fois l’inversion résolue, chacune des contraintes utilisées est évaluée. Le logiciel génère des figures à chaque étape, permettant de réaliser un contrôle du traitement effectué à chacune d’elle. Les résultats des différentes étapes de traitement sont retranscrits dans un fichier log.

Le logiciel de traitement permet également de résoudre U_{OCEAN} via l’ancienne méthode de cisaillement : le profil moyen de cisaillement mesuré par le L-ADCP est intégré verticalement pour obtenir le profil des vitesses baroclines. Cette méthode est toutefois plus sensible au bruit et ne permet pas d’utiliser les informations externes telles que le S-ADCP ou le *bottom-track*. Elle est utile dans certains cas où la méthode inverse est douteuse ou ne peut être appliquée.

L’ensemble des données traitées est rassemblé dans un même fichier NetCDF au format OceanSites dont la convention est présentée dans le paragraphe 3 de ce document.

Les profils corrigés de la marée ont été ajoutés au fichier NetCDF. Le modèle de marée TPXO7.2 [Egbert et Erofeeva, 2002]) est utilisé. Ces données ont pu être contrôlées et validées soit par comparaison avec les profils S-ADCP, soit par intercomparaison entre profils lorsque plusieurs stations ont été effectuées à la même position géographique. Les traitements détaillés sont présentés dans les rapports de calibration des données L-ADCP pour chaque campagne.

2.1. Installation

L’ensemble des codes pour effectuer le traitement se trouve sous:

<https://bitbucket.org/us191/ladcp/src/master/>

Si vous avez déjà Linux ou Git installé sur votre PC, vous pouvez cloner (ou fork) directement le dépôt en ligne de commande, et basculer sur la branche désirée avec :

```
git clone https://bitbucket.org/us191/ladcp/src/master/
```

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 7/47

```
cd ladcp
git checkout master
```

Si non vous pouvez télécharger l'archive en format ZIP.

Les bibliothèques *m_map*, *TMD* ainsi que plusieurs scripts du logiciel *CASCADE* sont nécessaires pour la bonne exécution de l'ensemble du processus.

2.2. Paramètres

Pour le traitement IFM-GEOMAR/LDEO, un certain nombre de paramètres sont proposés. Ceux-ci doivent être, en partie, initialisés avant traitement. Ces paramètres sont organisés en deux structures principales Matlab :

- p → contient les paramètres pour lire et préparer les fichiers de données
- ps → contient les paramètres propre à la résolution de l'équation (calculer les vitesses absolues)

Tous les paramètres sont documentés sous `/m/default_params.m`, ainsi que leurs valeurs par défaut.

Ici sont présentés uniquement les paramètres couramment utilisés :

Tableau 1: Paramètres primordiaux de la structure MATLAB p

<code>p.cruise_id</code>	Nom de la campagne
<code>p.name</code>	Nom des fichiers en sortie
<code>p.correct_year</code>	Année de la campagne
<code>p.down_sn</code>	Numéro de série du <i>downward</i> LADCP
<code>p.up_sn</code>	Numéro de série du <i>upward</i> LADCP
<code>p.dist_up_down</code>	Distance entre les deux LADCP [m]
<code>p.print_formats</code>	Format des figures en sortie
<code>p.dz</code>	Résolution verticale des profils finaux [m]
<code>p.avens</code>	Nombre d'ensembles à moyenner pour les super-ensembles
<code>P.magdev</code>	Valeur de la déviation magnétique à appliquer [°]

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 8/47

p.outlier	Nombre d'écart type admis pour le test d'écart à la médiane
p.outlier_n	Nombre de profils (fenêtre) pour le test d'écart à la médiane
p.elim	Valeur maximale des erreurs de vitesses admise
p.vlim	Valeur maximale du courant horizontal admis [m/s]
p.pglim	Valeur maximale du pourcentage de bonnes données admise [%]
p.wlim	Valeur maximale de la différence des vitesses verticales avec la vitesse verticale moyenne [m/s]
p.tiltmax	[Valeur maximale du tilt admis _ Différence de tilt maximale entre deux pings]
p.trusted_i	Numéros de bins pour le calcul de la vitesse verticale moyenne (bins les moins bruités)
p.nav_error	Erreur GPS + distance entre l'antenne GPS et la position de la CTD [m]
p.cut	Restriction de temps permettant de ne pas prendre en considération les données trop proches de la surface (généralement problème de compas lié à la masse du navire)
p.zpar	Restriction de profondeur pour la résolution du profil [m]
p.ctdmaxlag	Délai maximale admis pour le recalage des données LADCP sur les données de pression CTD [en pings]
p.timeoff	Offset temporel à appliquer aux données LADCP [jours]
p.offsetup2down	Permet de supprimer l'offset de vitesse entre les deux LADCP
p.up2down	Permet de ré-échantillonner les LADCP s'ils ne sont pas bien synchronisés [1 : pas de ré-échantillonnage ; 2 ; <i>upward</i> ré-échantillonné sur <i>downward</i> ; 3 : <i>downward</i> ré-échantillonné sur <i>upward</i>]
p.rotup2down	Choix de la stratégie d'ajustement des compas [1 : cap moyen ; 3 : référence <i>downward</i> LADCP ; référence <i>upward</i> LADCP]
p.use_sadcp	Option pour l'utilisation des données SADCP
p.use_dvl	Option pour l'utilisation des données DVL (Doppler Velocity Log)

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 9/47

p.use_buc	Option pour l'utilisation des données BUC (système de positionnement sous-marin)
p.btrk_used	Option pour l'utilisation des données <i>bottom track</i>
p.btrk_mode	Option pour le mode de calcul du <i>bottom track</i> [1 : RDI <i>bottom track</i> ; 2 : <i>bottom track</i> calculé ; 3 : Utiliser RDI et si non existant calculer <i>bottom track</i>]
p.btrk_ts	Seuil pour la détection du <i>bottom track</i> pour le calcul du <i>bottom track</i> [en dB]
p.pose	Position en début de profil si les informations de navigation sont manquantes
p.poss	Position en fin de profil si les informations de navigation sont manquantes
p.time_start	Temps en début de profil si les informations de temps sont manquantes
p.time_end	Temps en fin de profil si les informations de temps sont manquantes
p.edit_mask_up_bins	Permet d'appliquer un <i>mask</i> sur les <i>bins</i> mauvais du LADCP <i>upward</i>
p.edit_mask_dn_bins	Permet d'appliquer un <i>mask</i> sur les <i>bins</i> mauvais du LADCP <i>downward</i>

Tableau 2: Paramètres primordiaux de la structure MATLAB ps

ps.up_dn_looker	Permet de résoudre l'équation en utilisant un seul LADCP [1 : 2 LADCP utilisés ; 2 : <i>downward</i> seulement ; 3 : <i>upward</i> seulement]
ps.bucfac	Coefficient de pondération pour les données BUC
ps.sadcpfac	Coefficient de pondération pour les données SADCP
ps.dvlfac	Coefficient de pondération pour les données DVL
ps.smoofac	Coefficient de pondération pour le lissage des données
ps.barofac	Coefficient de pondération pour les données de navigation (composante barotrope)
ps.botfac	Coefficient de pondération pour les données de <i>bottom track</i>

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 10/47

2.3. Utilisation

La première étape consiste à créer le répertoire de traitement de la campagne. Lancer Matlab et exécuter la commande :

```
> create_cruise
```

Puis indiquer votre nom de campagne (ie. PIRATA-FR29).

Copier ensuite les données brutes dans les répertoires appropriés sous /data :

```
/data/raw_buc      -> Un fichier par profil avec les données BUC au format NetCDF (si disponibles),  
/data/raw_ctdprof -> Un fichier par profil avec les données CTD ajustées au format NetCDF (si  
                     disponibles),  
/data/raw_ctdtime -> Un fichier par profil avec les données CTD réduites à 1 seconde et sans suppression  
                     de données; les fichiers doivent comporter les séries temporelles du temps, de la pression, de la température  
                     et de la salinité,  
/data/raw_ladcp    -> Un fichier par profil et par LADCP (up et down),  
/data/raw_nav      -> Fichier des données GPS au format NetCDF ou cnv, ces fichiers doivent comporter  
                     le temps, la latitude et la longitude (généralement fichier TSG, ou fichier CTD ; ces données GPS apportent  
                     une contrainte pour les vitesses barotropes).  
/data/raw_sadcpc   -> Fichier des données S-ADCP ajustées au format NetCDF (si disponibles ; ces  
                     données S-ADCP apportent une contrainte importante des vitesses dans les couches de surface).
```

Se placer sous le répertoire de campagne puis lancer le script d'initialisation des *paths* en ayant pris bien soin de pointer vers chacune des bibliothèques:

```
> startup
```

Vous pouvez ensuite lancer le processus de vérification des données sous /pre-processing pour l'ensemble des profils. Dans un premier temps il est nécessaire de remplir le fichier de configuration *ladcp.ini* puis lancer avec :

```
> startup  
> for ii = [first_station] : [last_station]  
>     check_ladcp(ii)  
> end
```

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 11/47

Cette fonction permet d'établir un certain nombre de diagnostiques sur les données brutes. Différentes figures sont affichées :

Figure 1 : Situation spatio-temporelle du profil et conditions CTD rencontrées, comparaison des différentes sources de navigation → Les données des différentes sources doivent correspondre entre elles

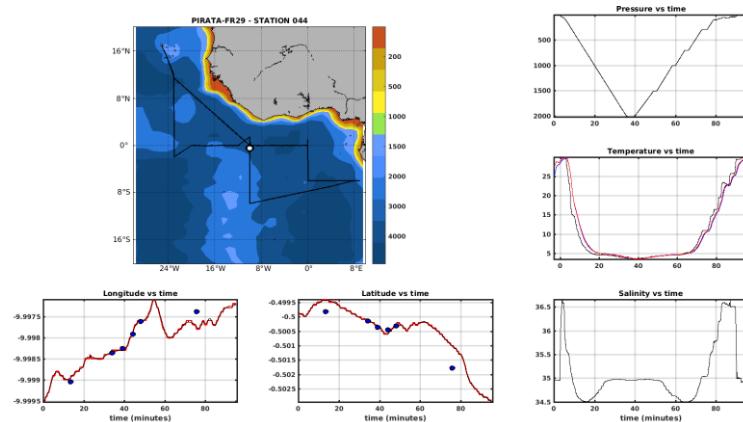
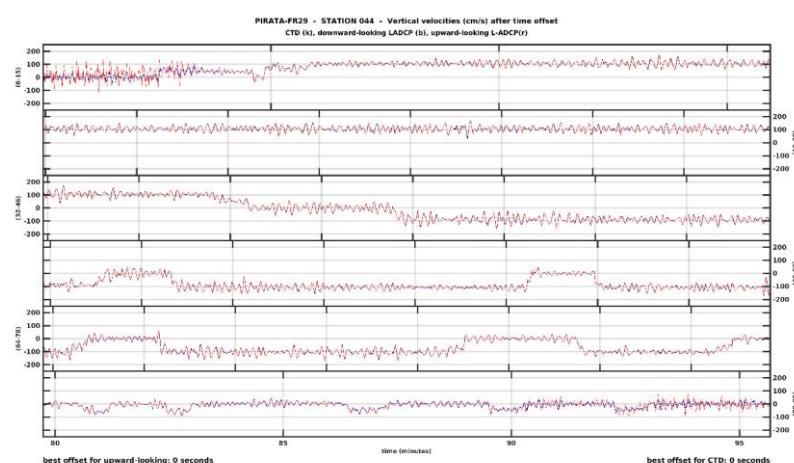


Figure 2 : Affichage des vitesses verticales calculées à partir de la CTD et des différents LADCP
→ Les profils des différentes vitesses verticales doivent correspondre entre eux



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 12/47

Figure 3 : Affichage des profils d'anomalies de vitesses verticales des LADCP (calculées à partir de la différence des vitesses verticales mesurées avec les vitesses verticales médianes calculées dans les cellules supposées moins bruitées [généralement 2 à 5]) → Les valeurs doivent être proches de 0, et le signal doit être proche d'un bruit blanc

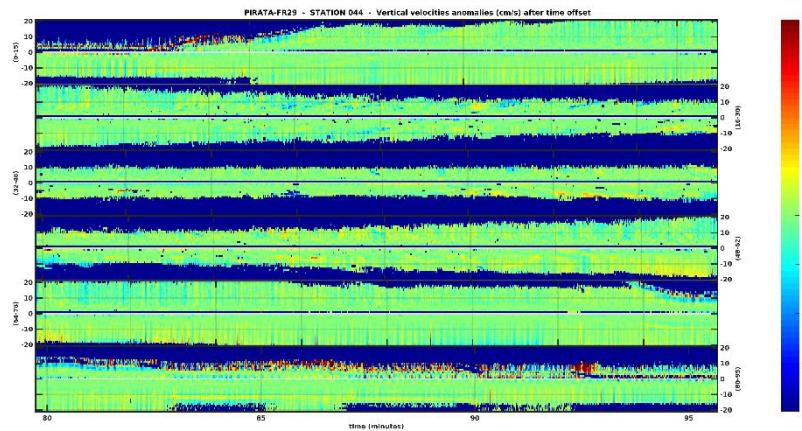
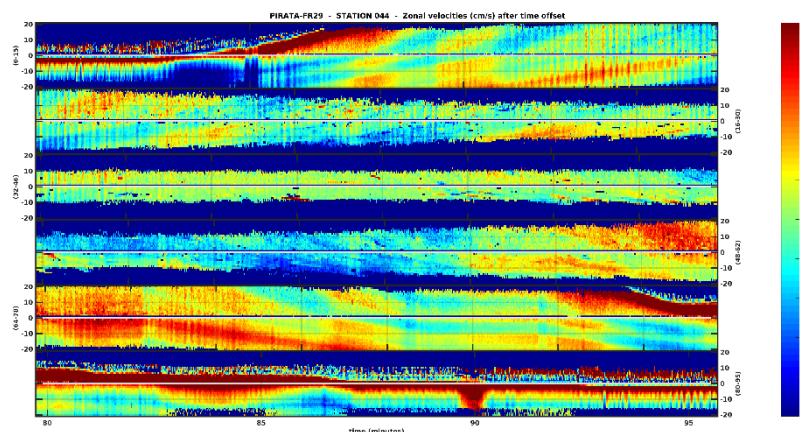


Figure 4 : Affichage des profils de mesures zonales → Les profils *upward* et *downward* doivent concorder, s'assurer que les LADCP ne sont pas inversés et que les données ne sont pas trop bruitées



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire : US191 PROTOCOLE
Implantation : Brest Version 1
Page 13/47

Figure 5 : Affichage des profils de mesures méridionales → Les profils *upward* et *downward* doivent concorder, s'assurer que les LADCP ne sont pas inversés et que les données ne sont pas trop bruitées

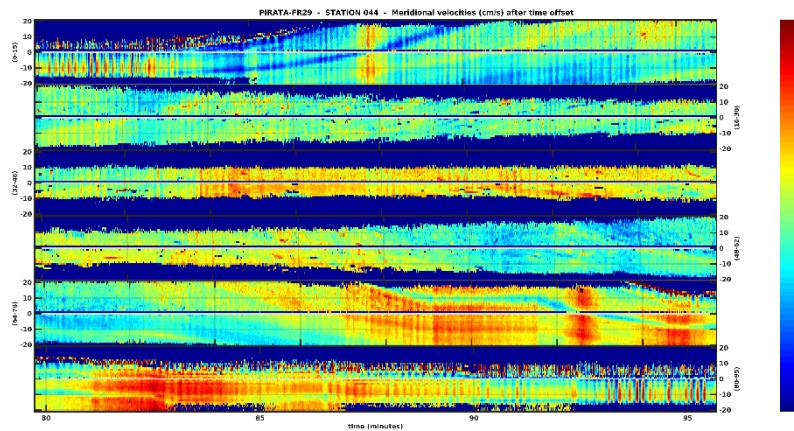
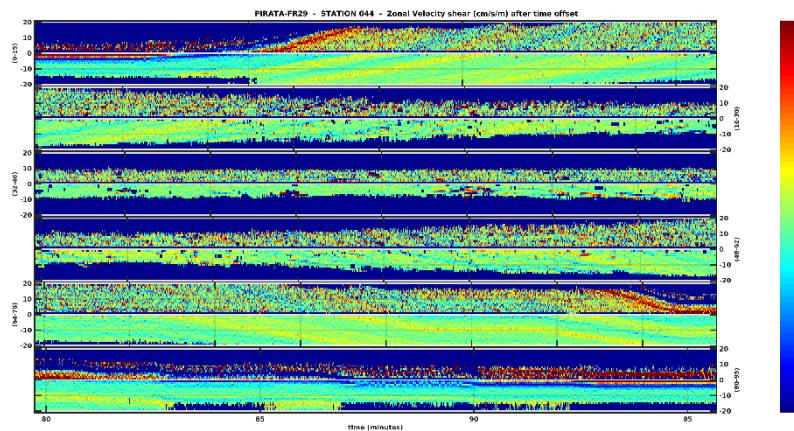


Figure 6 : Affichage des profils de mesures de cisaillements zonaux → le bruit doit être blanc et si des structures sont identifiables, elles doivent l'être pour les deux LADCP



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 14/47

Figure 7 : Affichage des profils de mesures de cisaillements méridionaux → le bruit doit être blanc et si des structures sont identifiables, elles doivent l'être pour les deux LADCP

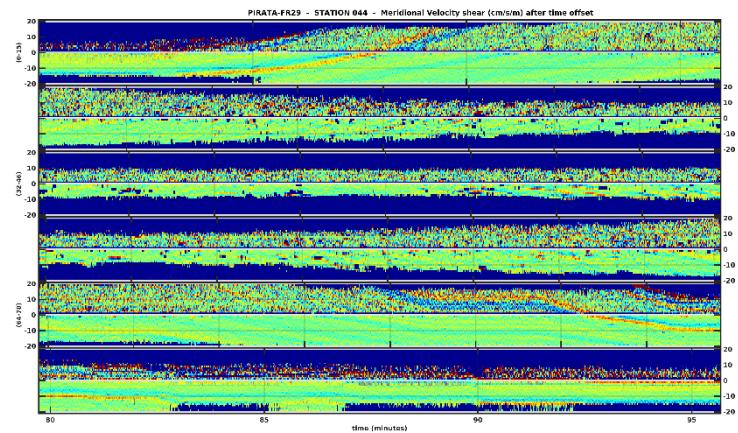
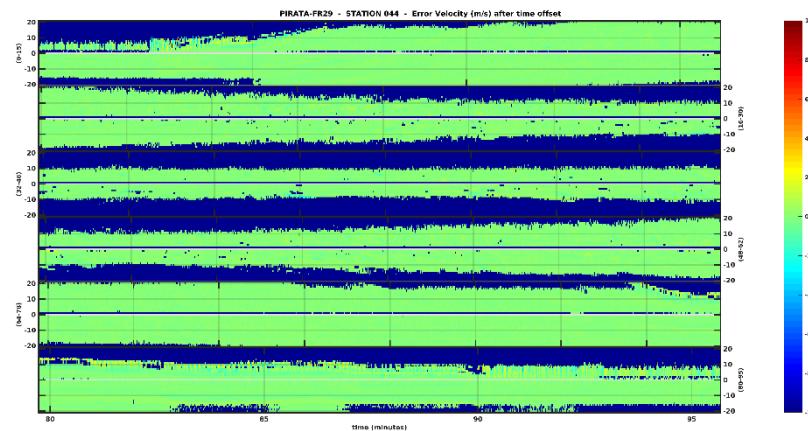


Figure 8 : Affichage des profils des erreurs de vitesses → les valeurs doivent être proches de 0



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 15/47

Figure 9 : Affichage des profils d'amplitude de corrélation des faisceaux 1 → les amplitudes doivent être décroissantes depuis la tête des LADCP jusqu'à la fin de portée des LADCP et plus fortes en début en fin de profil plutôt qu'au fond

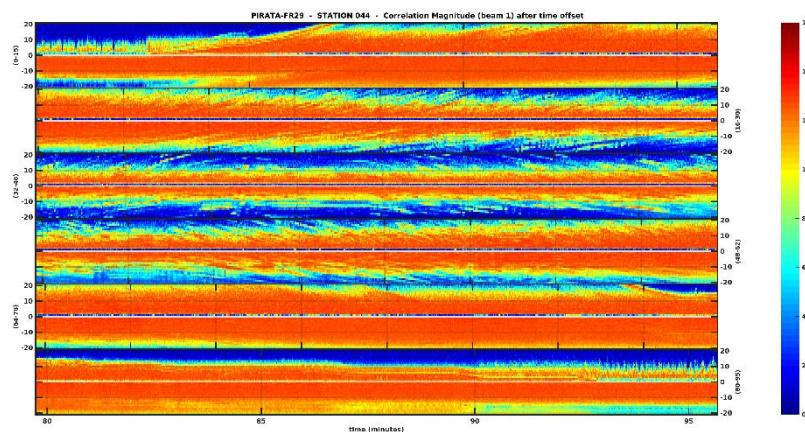
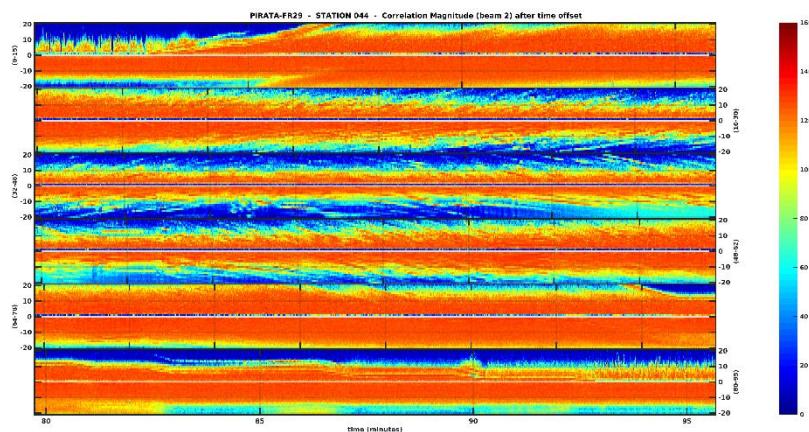


Figure 10 : Affichage des profils d'amplitude de corrélation des faisceaux 2 → les amplitudes doivent être décroissantes depuis la tête des LADCP jusqu'à la fin de portée des LADCP et plus fortes en début en fin de profil plutôt qu'au fond



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 16/47

Figure 11 : Affichage des profils d'amplitude de corrélation des faisceaux 3 → les amplitudes doivent être décroissantes depuis la tête des LADCP jusqu'à la fin de portée des LADCP et plus fortes en début en fin de profil plutôt qu'au fond

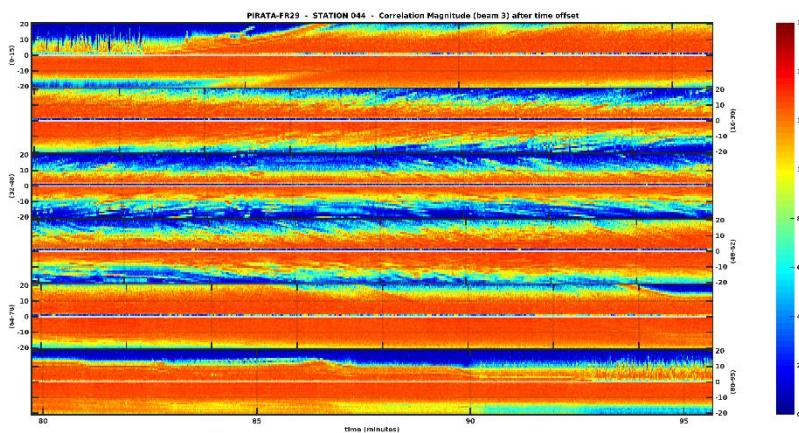
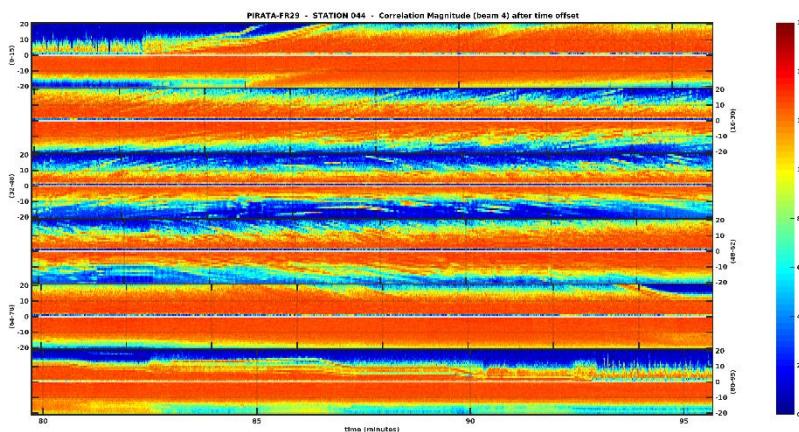


Figure 12 : Affichage des profils d'amplitude de corrélation des faisceaux 4 → les amplitudes doivent être décroissantes depuis la tête des LADCP jusqu'à la fin de portée des LADCP et plus fortes en début en fin de profil plutôt qu'au fond, les amplitudes de corrélation de chaque faisceaux doivent correspondre



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 17/47

Figure 13 : Affichage des profils d'intensité des échos des faisceaux 1 → l'intensité des échos doit être décroissante depuis la tête des LADCP jusqu'à la fin de portée des LADCP et plus forte en début en fin de profil plutôt qu'au fond, si une structure est identifiée sur l'un des LADCP, elle doit l'être également sur l'autre

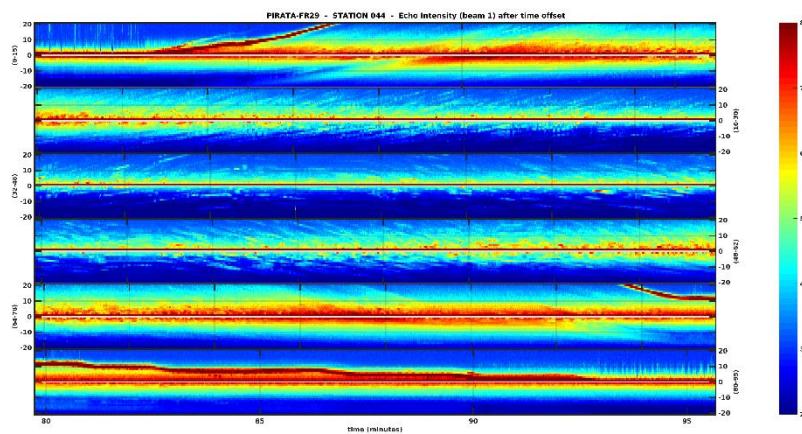
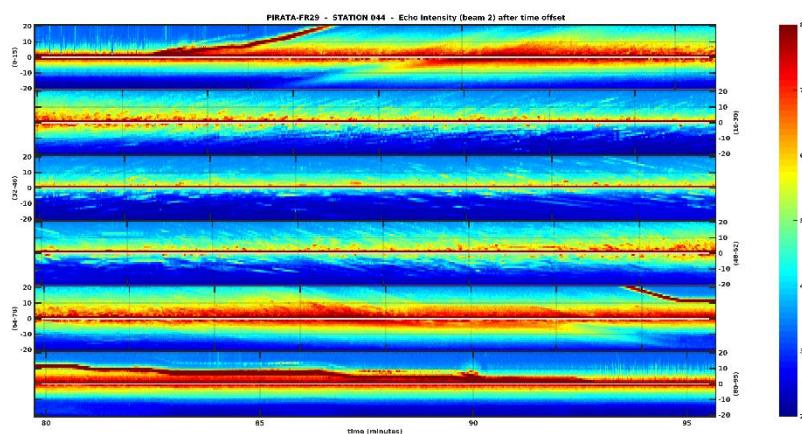


Figure 14 : Affichage des profils d'intensité des échos des faisceaux 2 → l'intensité des échos doit être décroissante depuis la tête des LADCP jusqu'à la fin de portée des LADCP et plus forte en début en fin de profil plutôt qu'au fond, si une structure est identifiée sur l'un des LADCP, elle doit l'être également sur l'autre



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 18/47

Figure 15 : Affichage des profils d'intensité des échos des faisceaux 3 → l'intensité des échos doit être décroissante depuis la tête des LADCP jusqu'à la fin de portée des LADCP et plus forte en début en fin de profil plutôt qu'au fond, si une structure est identifiée sur l'un des LADCP, elle doit l'être également sur l'autre

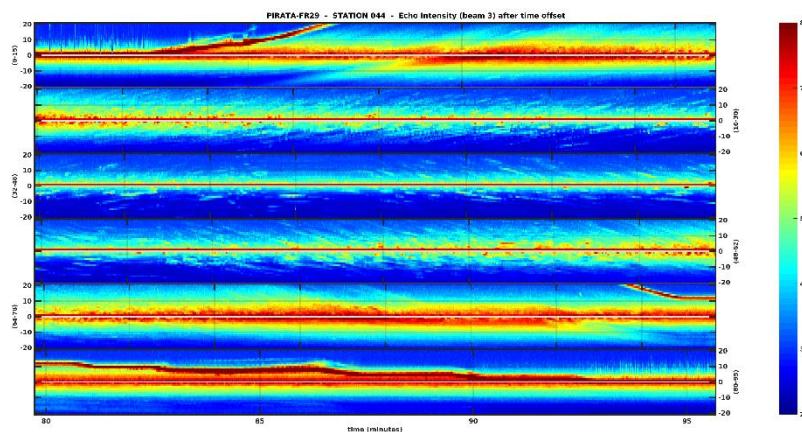
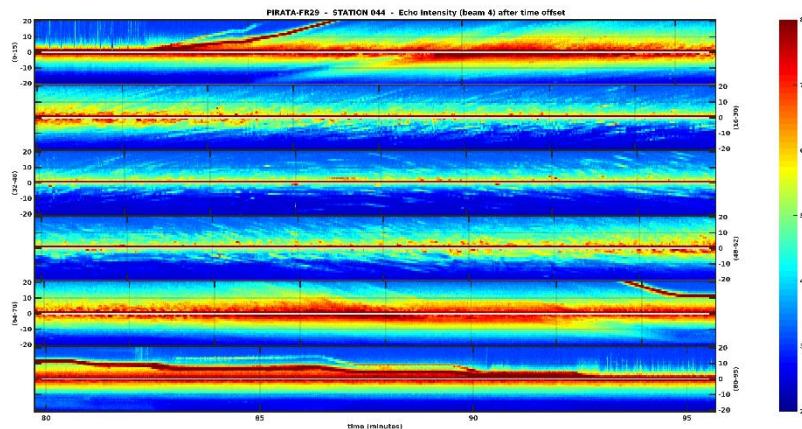


Figure 16 : Affichage des profils d'intensité des échos des faisceaux 4 → l'intensité des échos doit être décroissante depuis la tête des LADCP jusqu'à la fin de portée des LADCP et plus forte en début en fin de profil plutôt qu'au fond, si une structure est identifiée sur l'un des LADCP, elle doit l'être également sur l'autre ; les intensités des échos de chaque faisceaux doivent correspondre



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 19/47

Figure 17 : Affichage des différentes vitesses d'échantillonnage des LADCP → contrôle de la concordance entre les deux vitesses d'échantillonnage et si la différence n'est pas trop importante, ou si une dérive existe, entre les deux LADCP (les vitesses d'échantillonnage doivent être constantes)

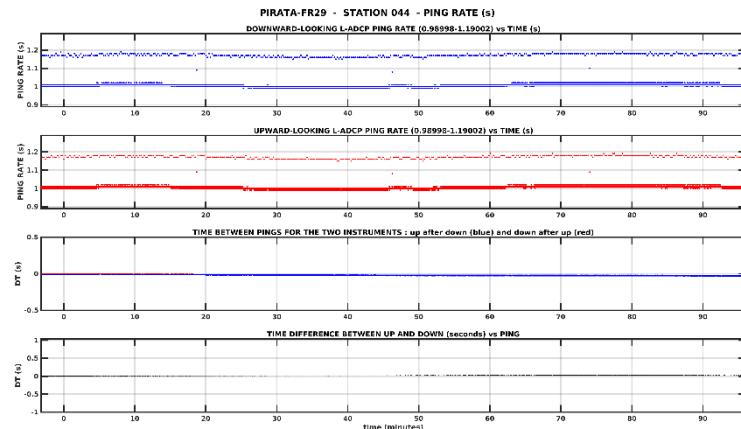
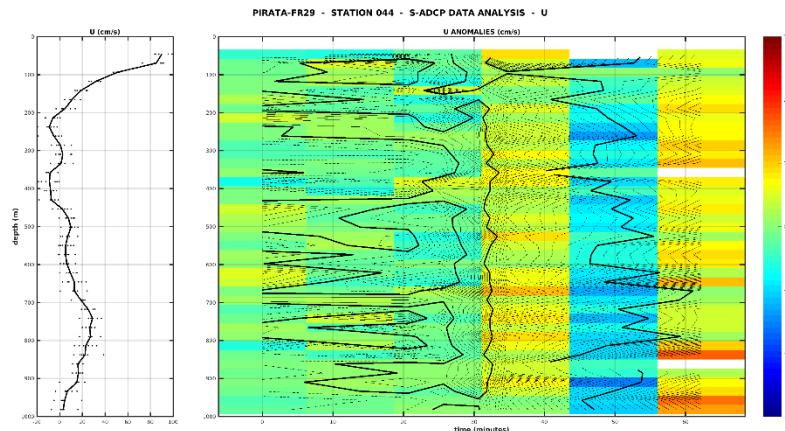


Figure 18 : Affichage des vitesses zonales mesurées avec le SADCP → contrôle de la variabilité temporelle des courants pendant la station pour s'assurer de la validité de l'hypothèse de stationnarité



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 20/47

Figure 19 : Affichage des vitesses méridionales mesurées avec le SADCP → contrôle de la variabilité temporelle des courants pendant la station pour s'assurer de la validité de l'hypothèse de stationnarité

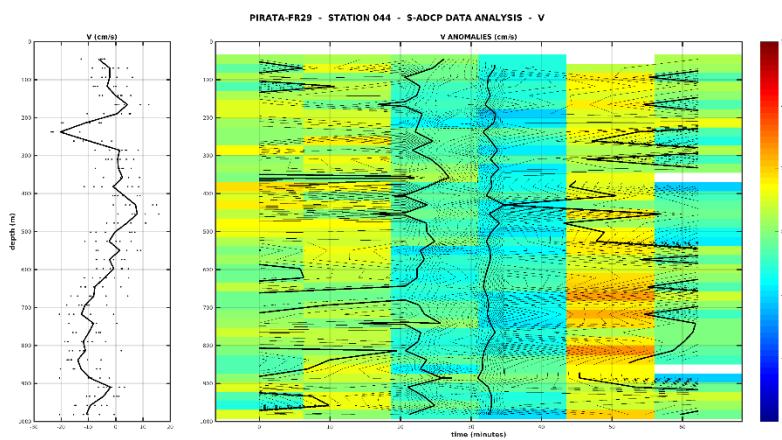
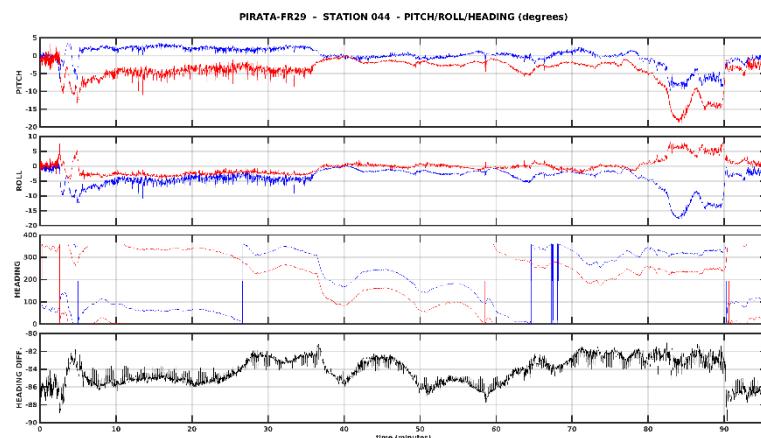


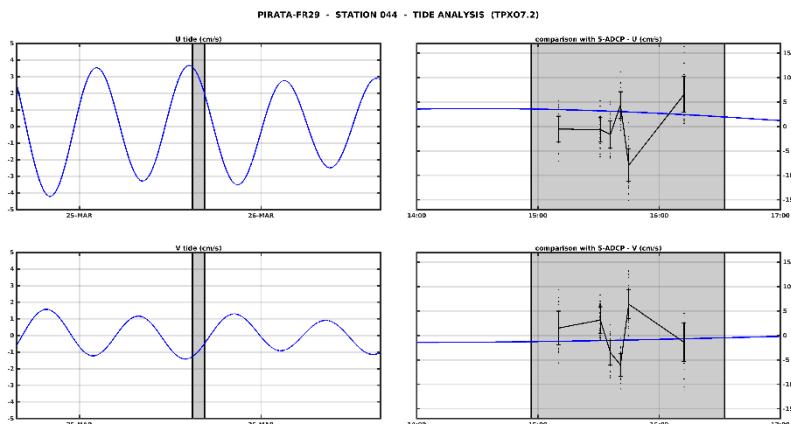
Figure 20 : Affichage des différentes informations de cap et d'attitude enregistrées par les LADCP → s'assurer que le *pitch* et *roll* sont inférieurs à 20° et correspondent entre les deux LADCP, s'assurer que les compas concordent et que la variabilité de la différence est inférieure à 10°



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

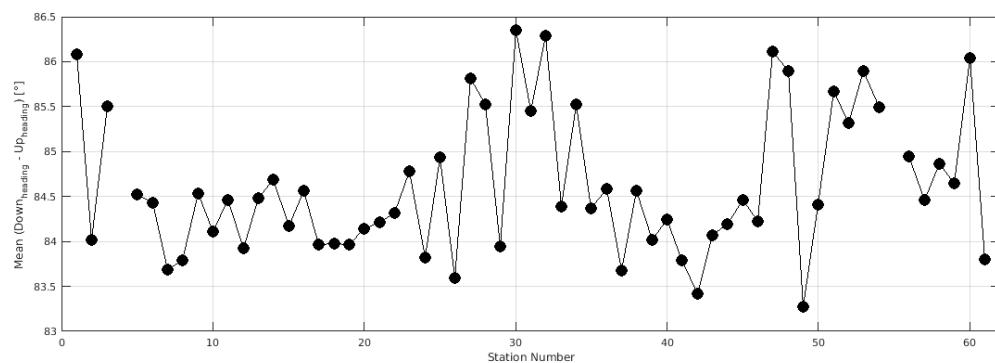
Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 21/47

Figure 21 : Affichage des composantes U et V des courants de marée SADCP → contrôle de la variabilité temporelle des courants pendant la station pour s'assurer de la validité de l'hypothèse de stationnarité



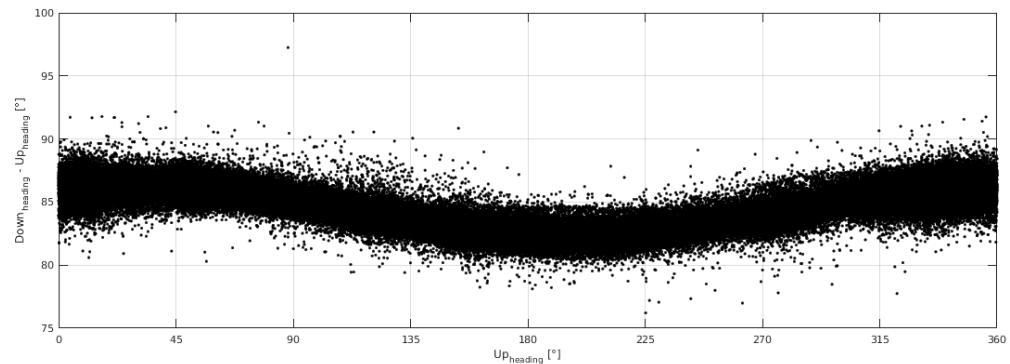
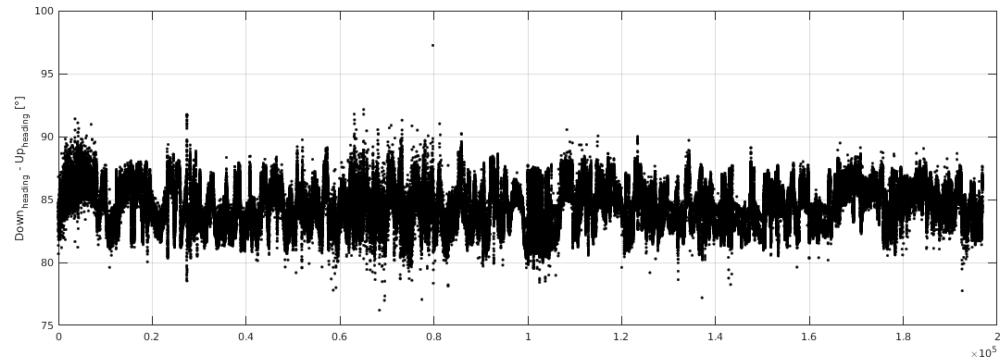
Il est possible ensuite de vérifier les différences de compas des L-ADCP avec les commandes :

```
> save_compass_timeseries (Pour extraire les différentes informations d'attitude des L-ADCP)
> compass_analysis([first_station]:[last_station]) (Pour afficher les différences des
  compas, la figure 1 représente la différence moyenne obtenue à chaque station entre le compas downward
  et le compas upward, la figure 2 représente les différences de mesure entre les compas downward et
  upward pour toutes les mesures effectuées à plus de 100m de profondeur, la figure 3 représente les
  différences de mesure entre les compas downward et upward en fonction des mesures du compas upward)
```

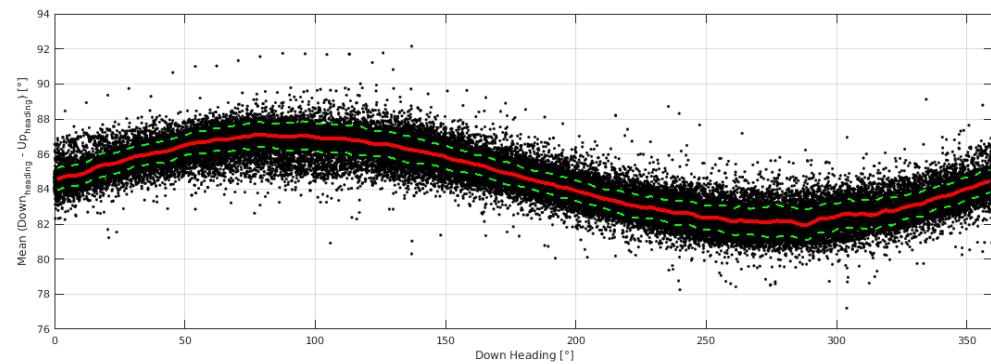


Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 22/47

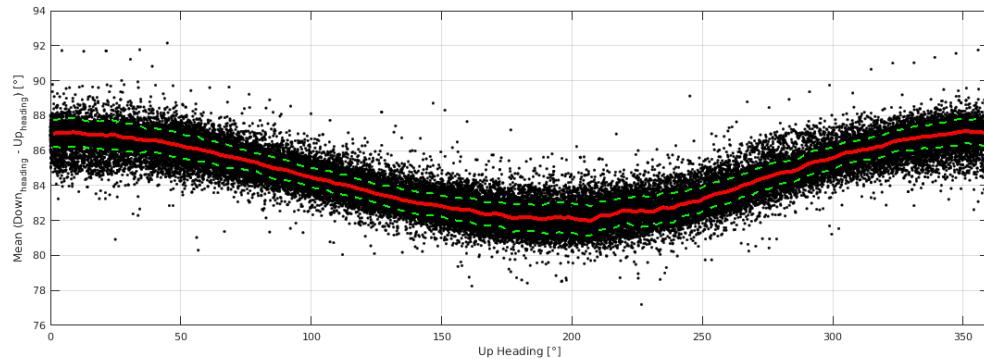


> prepare_inversion_heading (Pour afficher les différences des compas pour des valeurs d'attitudes faibles, la figure 1 représente les différences de mesure entre les compas *downward* et *upward* pour toutes les mesures effectuées à plus de 100m de profondeur en fonction des mesures du compas *downward*, la figure 2 représente les différences de mesure entre les compas *downward* et *upward* pour toutes les mesures effectuées à plus de 100m de profondeur en fonction des mesures du compas *upward*)

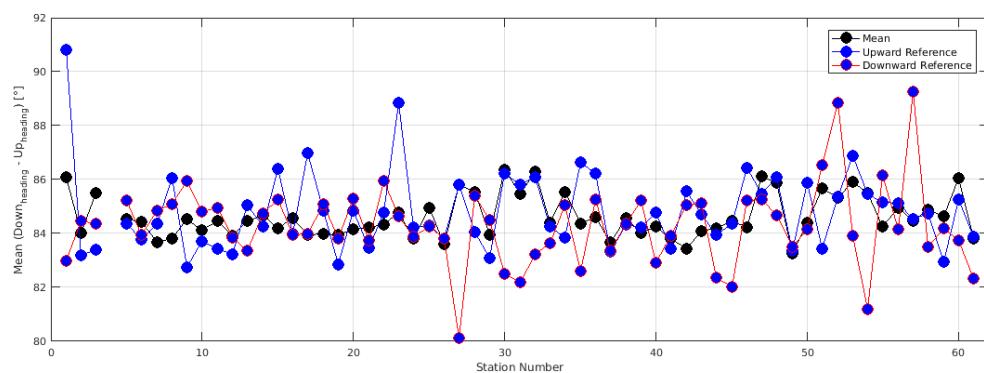


Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 23/47



```
> test_inversion_heading([first_station]:[last_station]) (A utiliser lorsque l'un des
LADCP a été pivoté pendant la campagne, cela permet de regrouper par groupe les stations et ainsi
d'afficher les différences et résidus obtenus pour chacun de ces groupes de manière à définir si un compas
doit être défini comme référence – en développement – )
> test_mean_heading([first_station]:[last_station]) (Pour afficher les différentes
stratégies de cap moyen des compas, avec le cap moyen, le cap référencé sur le LADCP upward, et le cap
référence sur le LADCP downward)
```



Après vérification de chacun des profils, le traitement à proprement dit est possible. Pour ce faire il faut dans un premier temps configurer les scripts spécifiques à la campagne relatifs au chargement des données :

/cruise_id/m/prepladcp.m	-> Script permettant de charger les données brutes LADCP
/cruise_id/m/prepsadcp.m	-> Script permettant de charger et d'extraire des données SADCP
/cruise_id/m/prepsadcp_codas.m	-> Script permettant de charger et d'extraire des données SADCP traitées avec le logiciel CODAS
/cruise_id/m/prepnav.m	-> Script permettant de charger et d'extraire les données de navigation

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire : US191 PROTOCOLE
Implantation : Brest Version 1
Page 24/47

- /cruise_id/m/prepctdtime.m -> Script permettant de charger les données CTD réduites en temps (généralement .cnv)
- /cruise_id/m/prepctdprof.m -> Script permettant de charger les données CTD ajustées (généralement fichier NetCDF)
- /cruise_id/m/prepdrv.m -> Script permettant de charger et d'extraire des données DVL
- /cruise_id/m/prepbuc.m -> Script permettant de charger des données BUC

Ainsi que les scripts relatifs au traitement (voir paragraphe 2.2 pour les paramètres) :

/cruise_id/cruise_params.m -> Script regroupant les paramètres du traitement
/cruise_id/cast_params.m -> Script regroupant les paramètres de traitement pour des profils particuliers (ie. Position début et fin de profil si l'information est manquante)

Ensuite, au sein du répertoire de campagne, vous pouvez lancer le traitement (présenté en paragraphe 5, part 2) avec :

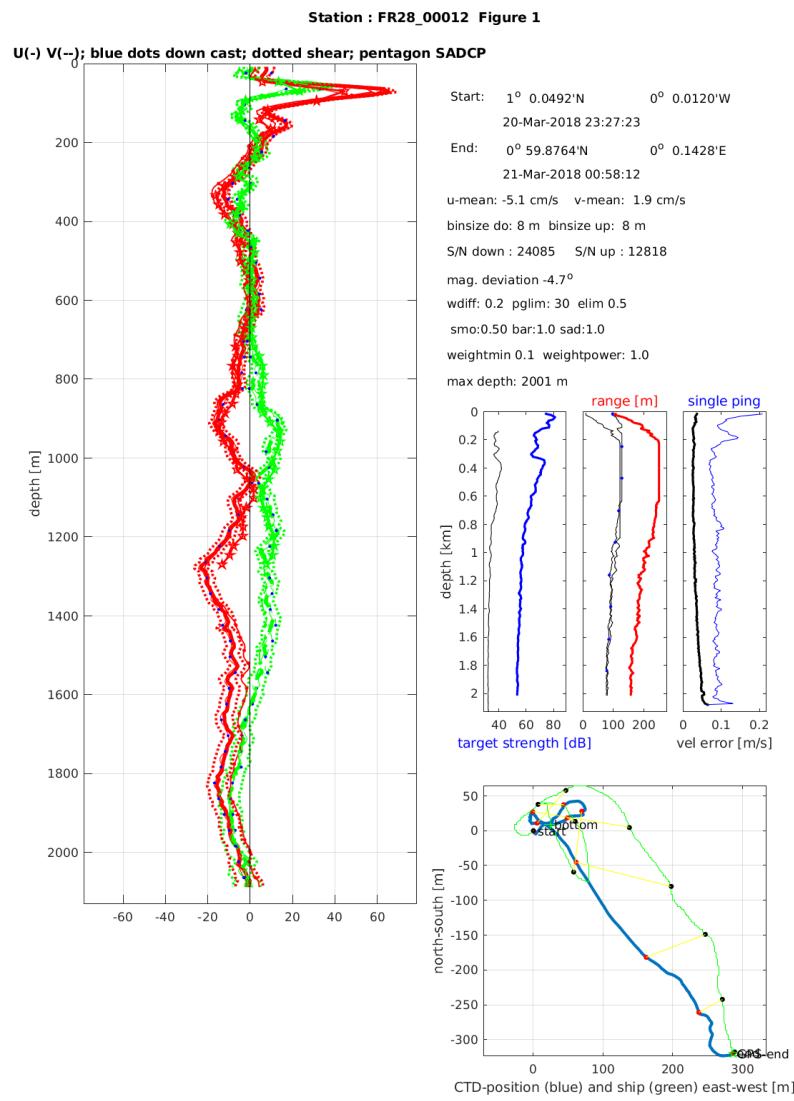
```
> process_cast([station_number])
```

En lançant ce programme, 16 figures sont affichées par défaut, elles permettront d'analyser le bon fonctionnement du traitement et la justesse des paramètres utilisés:

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 25/47

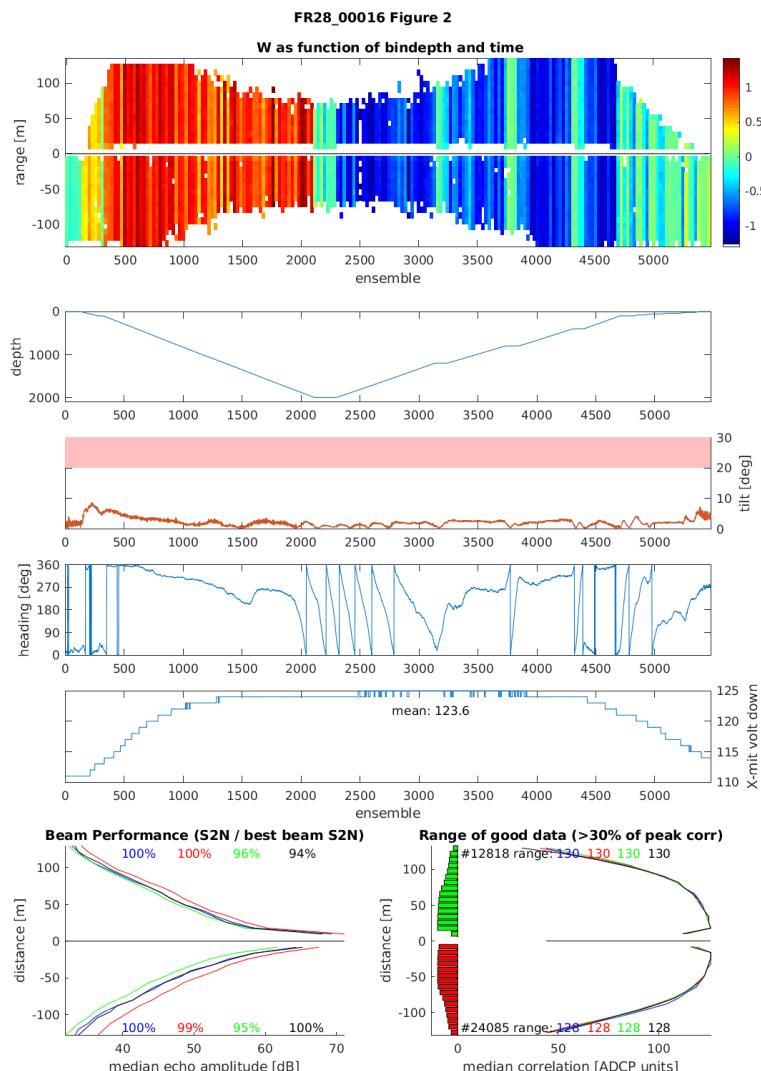
Figure 1 : Profils de vitesses finales et les différentes solutions associées (up, down, cisaillement) ainsi que les données externes (*bottom-track*, SADCP, DVL) + positionnement du bateau et de la CTD pendant le profil + profils des erreurs, de la portée et de l'intensité du signal + metadonnées utilisées pour le traitement.



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 26/47

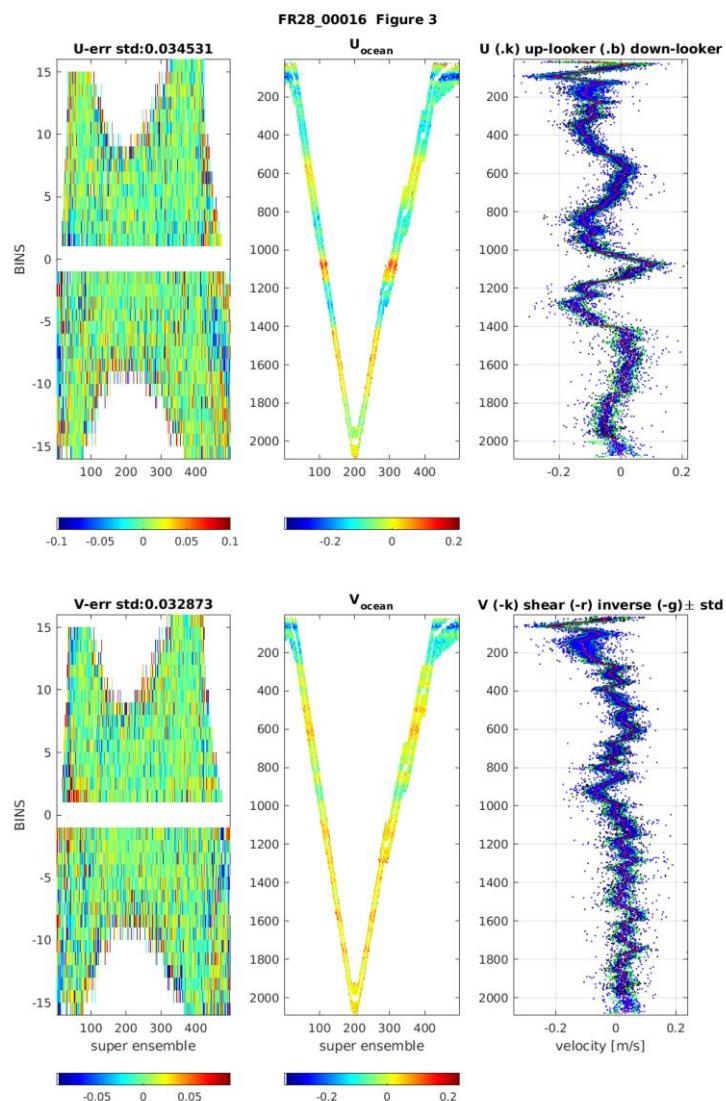
Figure 2 : Données techniques : Série temporelle des vitesses verticales (pour chacun des *bins*), de la profondeur, de l'attitude et de l'état des batteries + amplitude médiane et corrélation des échos en fonction de la distance par rapport aux instruments. → Permettent de contrôler le bon fonctionnement des LADCP en mer (*i.e.* Portée et S2B [ratio signal sur bruit] cohérent pour chacun des faisceaux d'un même LADCP, vitesses verticales égales entre les deux LADCP,...)



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 27/47

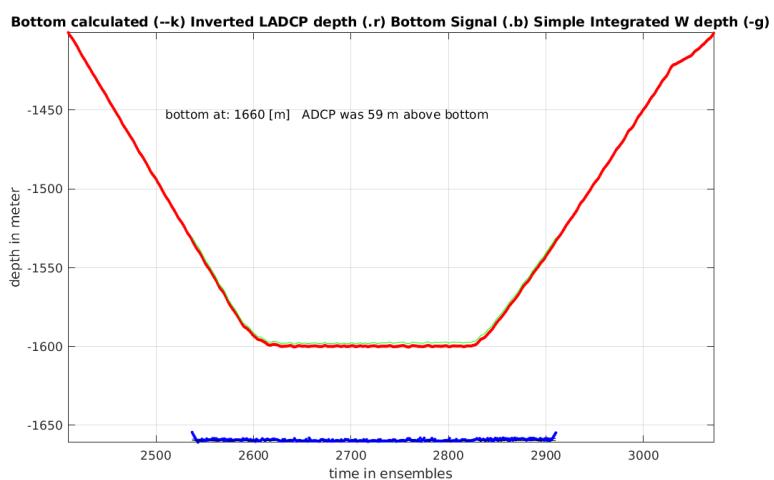
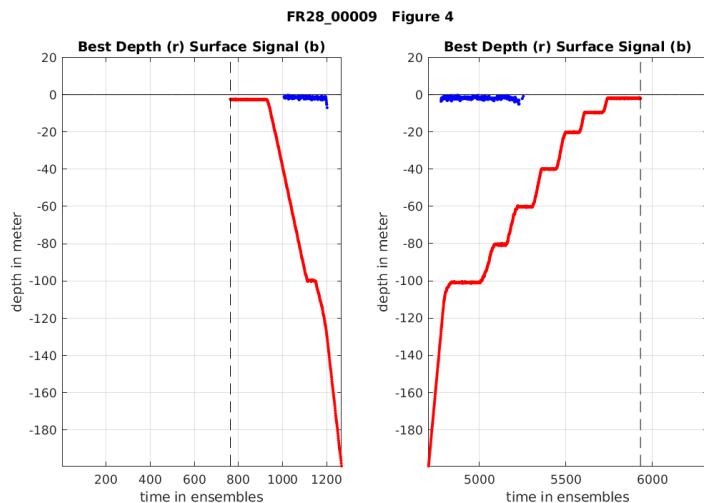
Figure 3 : Résultats détaillés de l'inversion : Série temporelle pour chacun des super-ensembles et chacun des bins des erreurs de vitesse et des vitesses du courant absolu + profil des vitesses du courant absolu et incertitude associée → Les erreurs de vitesse doivent correspondre à un bruit blanc (toutes structures indiquent des erreurs dans l'inversion), les composantes du courant absolu doivent présenter des bandes horizontales homogènes (les structures verticales indiquent une mauvaise performance de l'inversion).



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 28/47

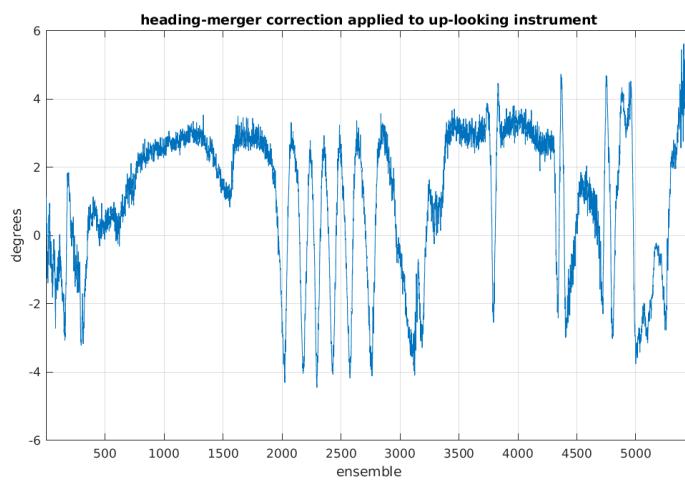
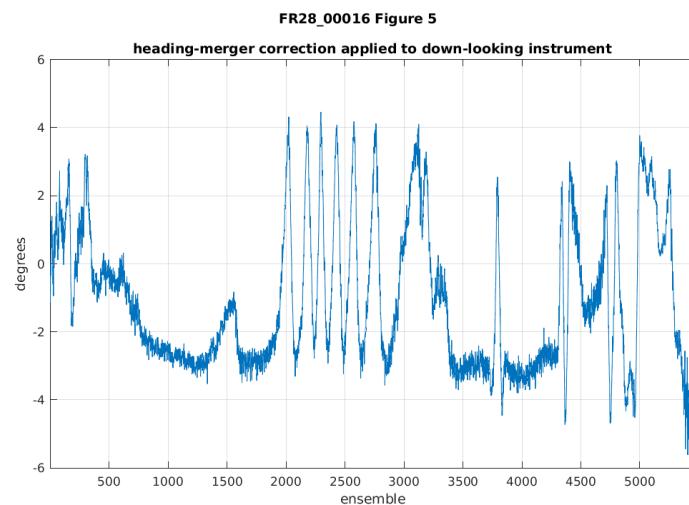
Figure 4 : Détection de la surface et du fond → S'assurer que les informations calculées via l'algorithme sont cohérentes + un offset vertical entre les profondeurs CTD et LADCP indique un biais dans les mesures verticales LADCP.



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire : US191 PROTOCOLE
Implantation : Brest Version 1
Page 29/47

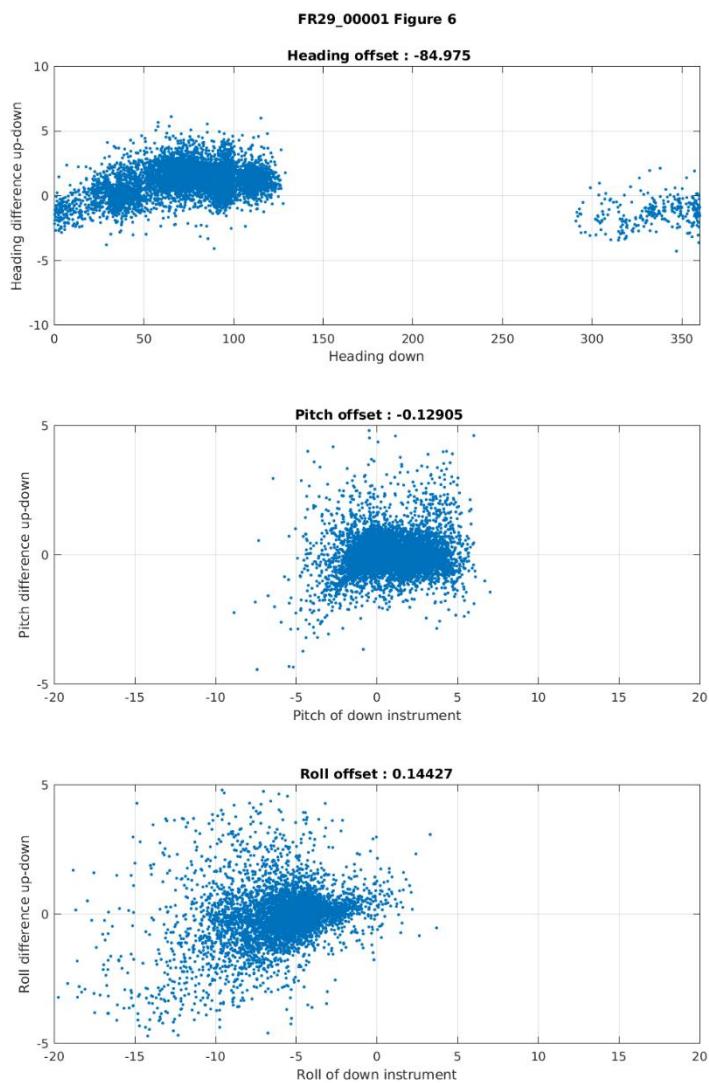
Figure 5 : Correction associée à chacun des compas.



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 30/47

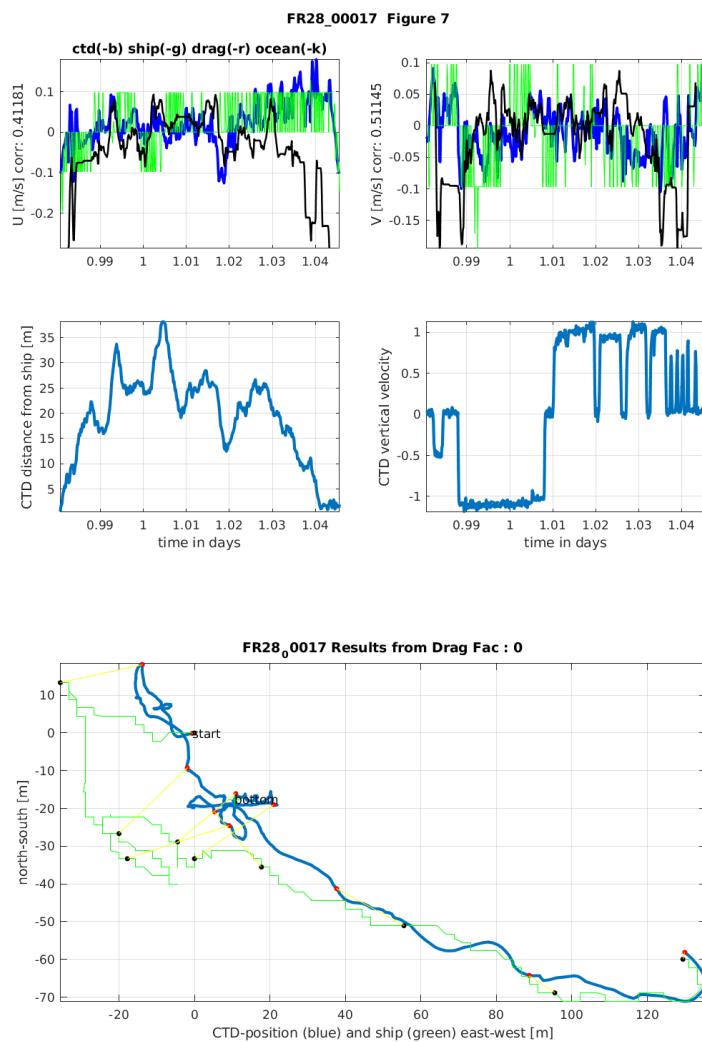
Figure 6 : Différence d'attitude entre les deux instruments → S'assurer que les différences ne sont pas excessives.



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 31/47

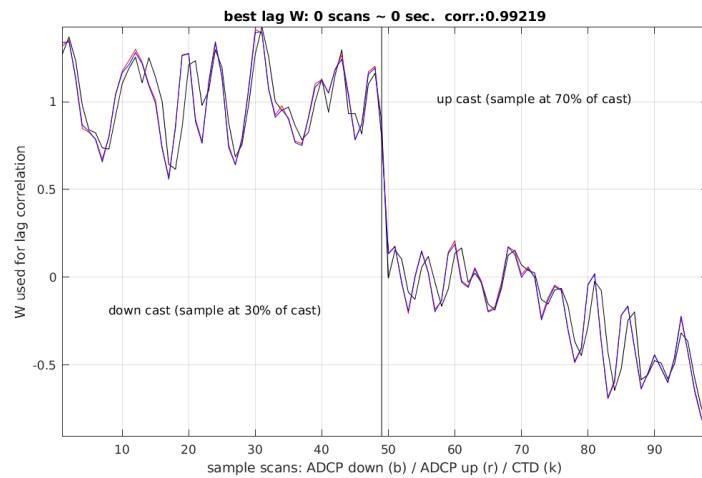
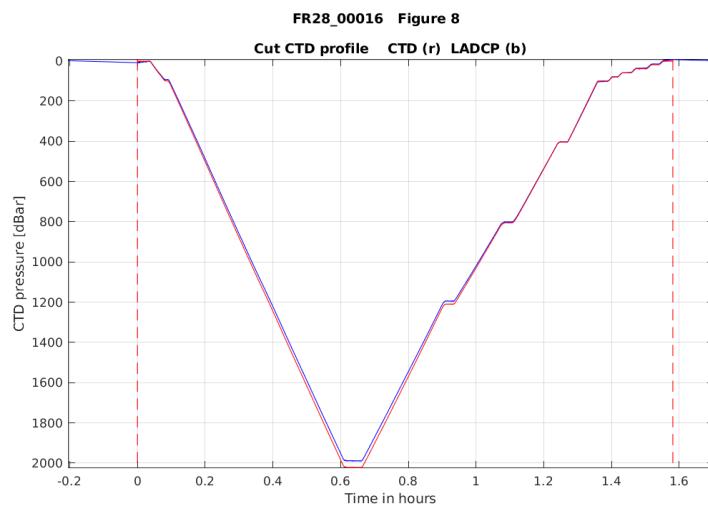
Figure 7 : Comportement de la CTD sous l'eau : Série temporelle des composantes de vitesse de la CTD, du courant absolu à la profondeur de la CTD et du navire + distance de la CTD par rapport au navire + vitesse verticale de la CTD + position de la CTD et du navire relativement au début du profil.



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 32/47

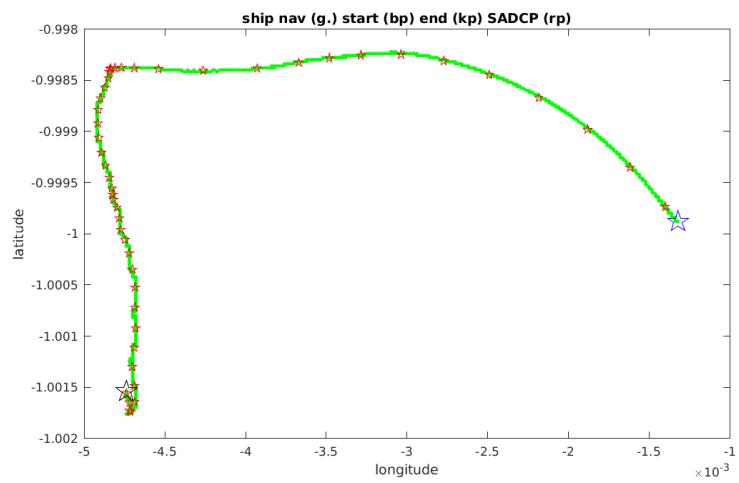
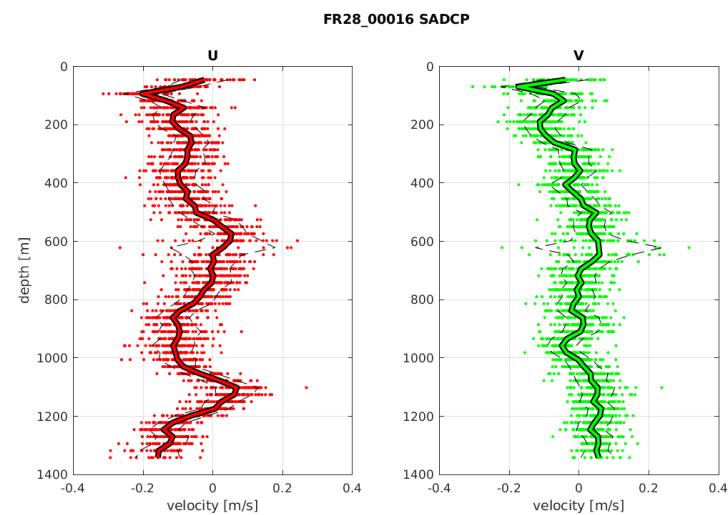
Figure 8 : Comparaison des profondeurs CTD et LADCP + Quelques valeurs de la vitesse verticale W pour présenter l'ajustement temporel entre les temps CTD et LADCP



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 33/47

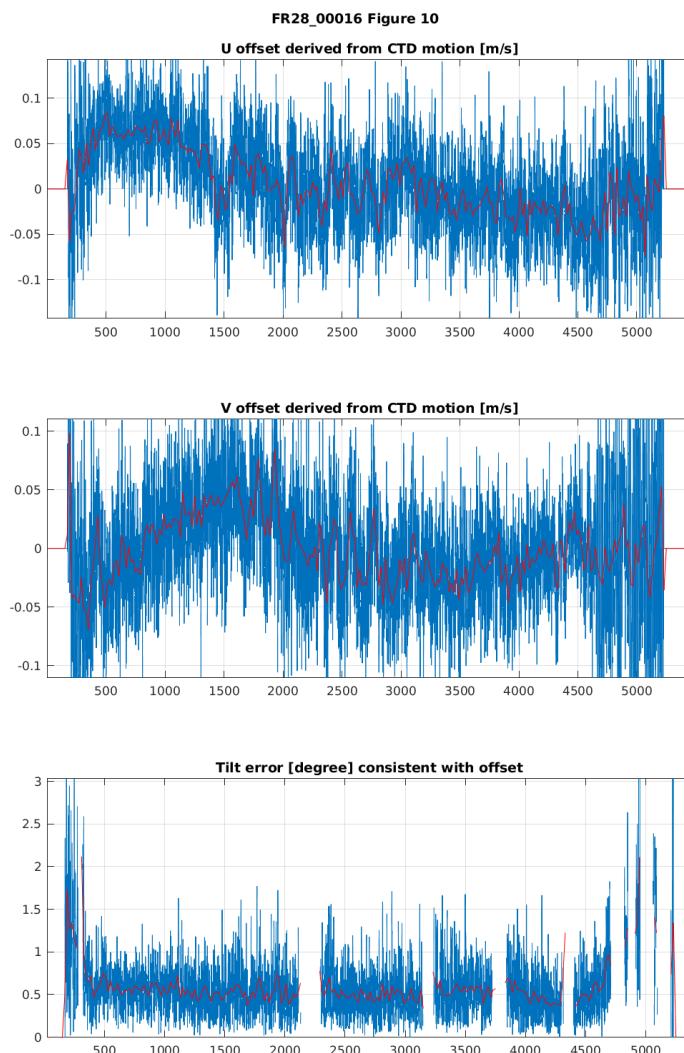
Figure 9 : Profil des composantes du courant mesurées avec le SADCP et le DVL (si présent) + position des profils SADCP



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 34/47

Figure 10 : Offsets moyens appliqués aux données de courant de manière à réduire les différences *upward/downward* + erreurs d'inclinaisons induites par ces projections (si différences dues à une mauvaise projection de W) → Les offsets ne doivent pas être démesurés.



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire : US191 PROTOCOLE
Implantation : Brest Version 1
Page 35/47

Figure 11 : Résumé des erreurs majeures (présentes dans les fichiers .log) rencontrées pendant le traitement de manière à guider l'utilisateur → Ces erreurs doivent généralement être prises en compte.

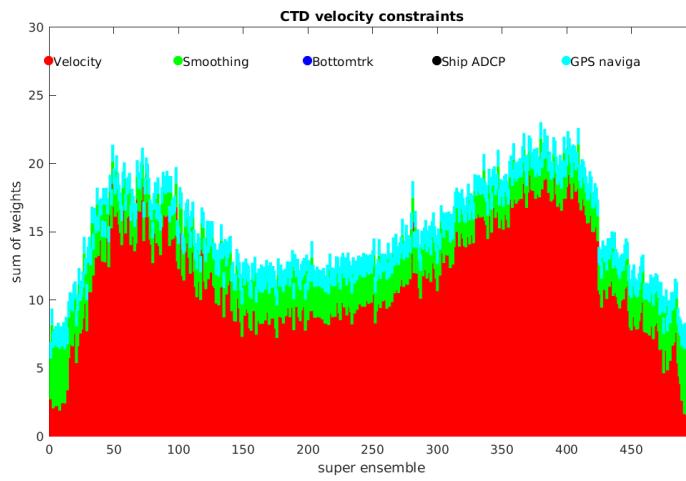
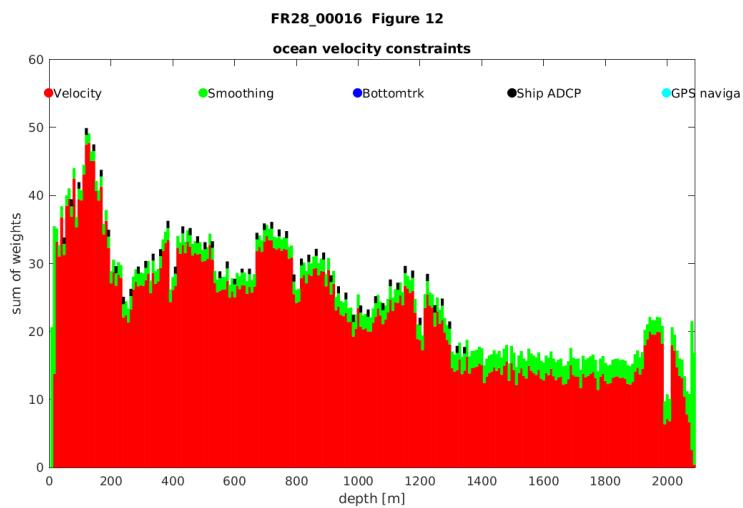
FR28_00016 Figure 11

LADCP profile OK

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 36/47

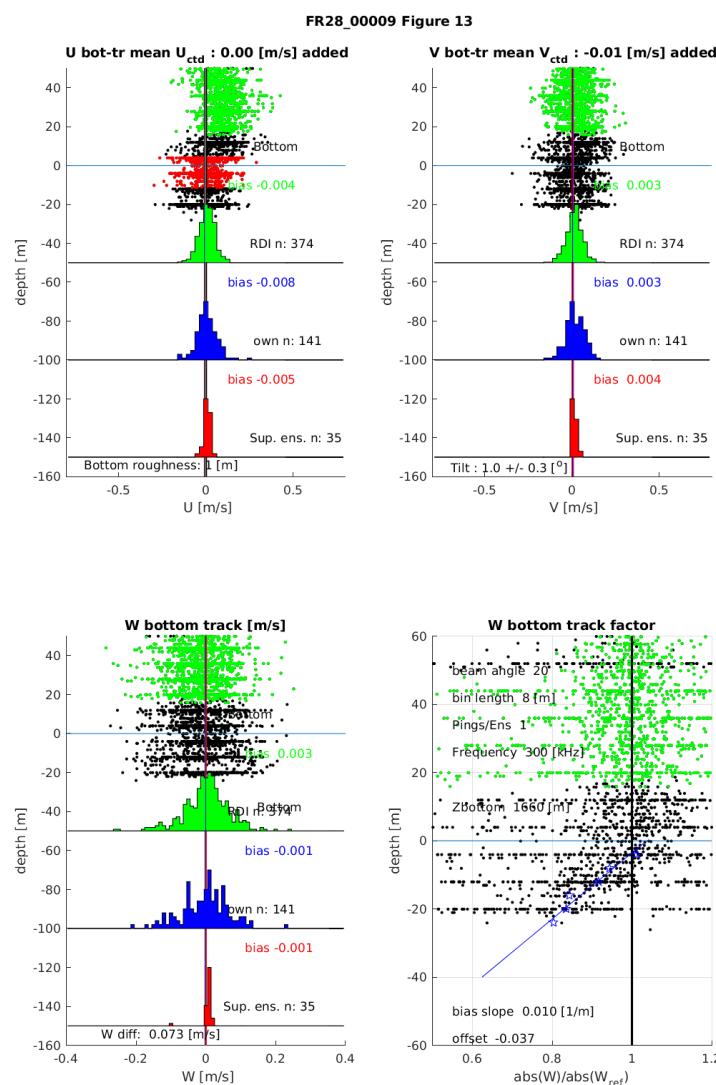
Figure 12 : Poids appliqués sur les données externes utilisés pour l'inversion → Les données de vitesse doivent être majoritaires



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire : US191 PROTOCOLE
 Implantation : Brest Version 1
 Page 37/47

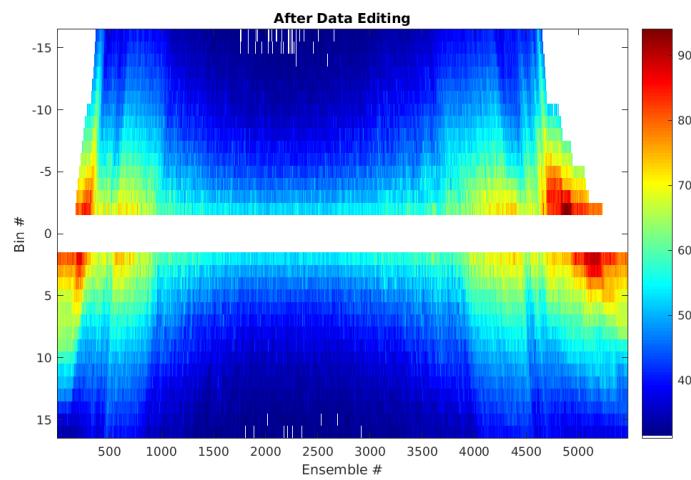
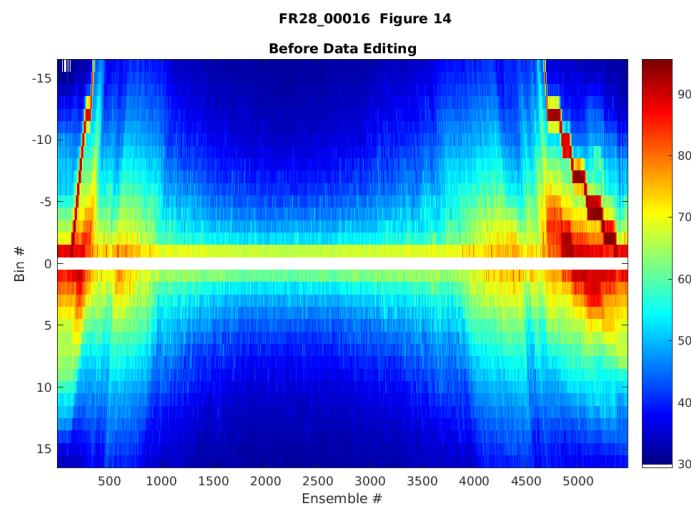
Figure 13 : Diagnostique des données de *bottom-track* → Permet d'identifier un biais éventuel des données *bottom-track* (généralement dû aux lobes secondaires).



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 38/47

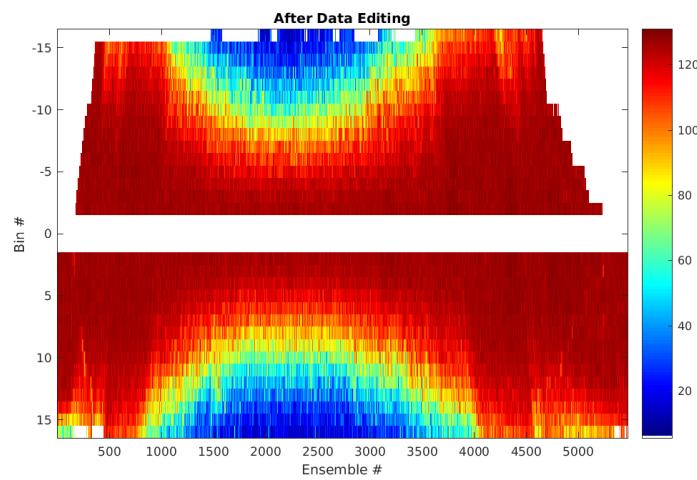
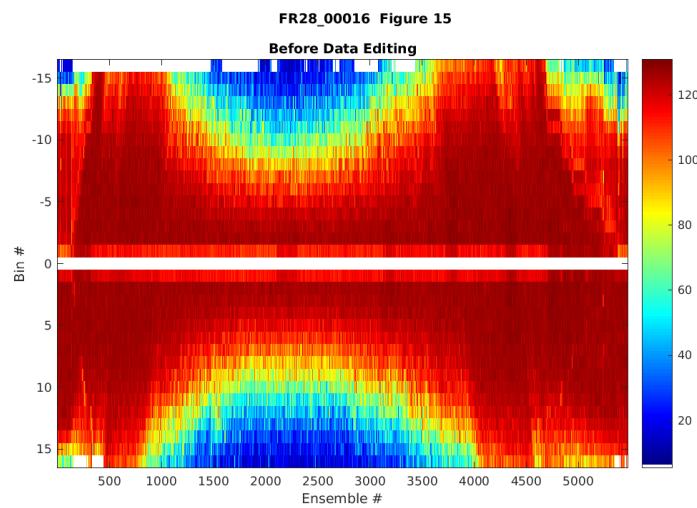
Figure 14 : Diagnostique du nettoyage des données sur l'intensité du signal → S'assurer que les *masks* ont bien été appliqués aux bins défaillant et que les données aberrantes ont été supprimées.



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 39/47

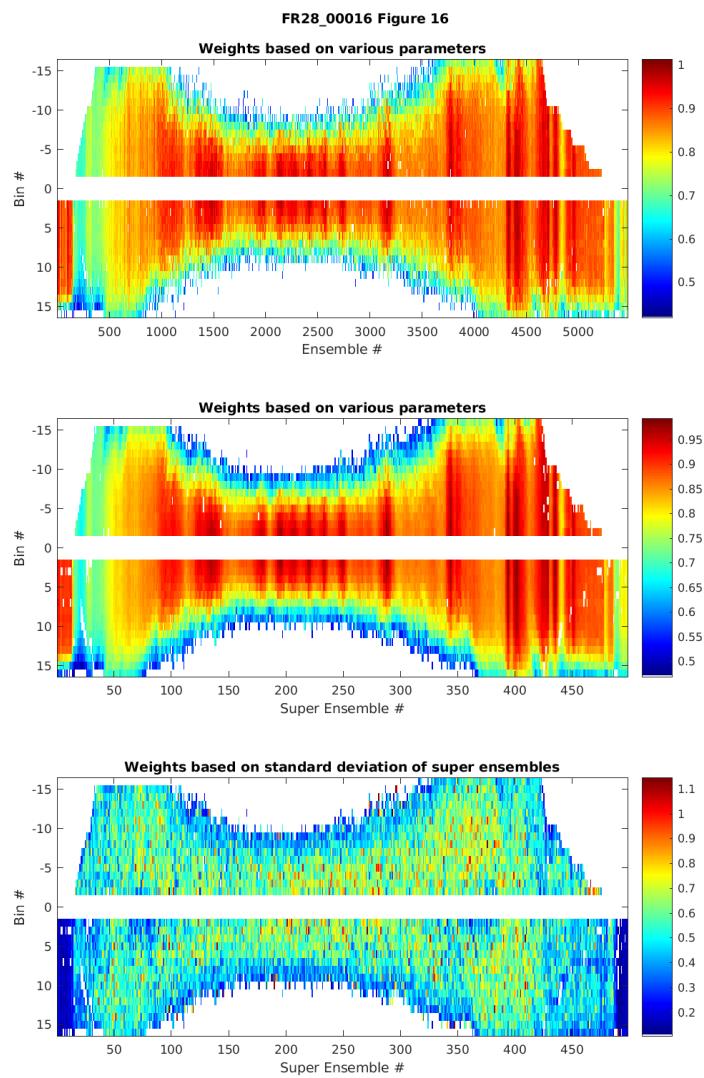
Figure 15 : Diagnostique du nettoyage des données sur la corrélation → S'assurer que les *masks* ont bien été appliqués aux bins défaillant et que les données aberrantes ont été supprimées.



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 40/47

Figure 16 : Séries temporelles en fonction des ensembles et des super-ensembles des poids appliqués.



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 41/47

Ensuite, Vous pouvez supprimer l'ensemble des fichiers chargés avec la commande:

```
> clear_prep([station_number])
```

Celle-ci vous permettra de recharger à nouveau les fichiers si vous relancez le traitement.

Lorsque tous les profils ont été traités, vous pouvez générer un fichier NetCDF final contenant les données de chacun des profils avec la fonction ncOS_final, pour ce faire, veuillez dans un premier temps initialiser les différentes variables du script puis le lancer avec:

```
> ncOS_final
```

De manière à valider les données, il est judicieux de comparer les données des profils proches.

2.4. Problèmes courants

[2.4.1 LADCP upward et downward inversés](#)

[2.4.2 LADCP défaillant](#)

[2.4.3 Navigation défaillante](#)

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire : US191 PROTOCOLE
Implantation : Brest Version 1
Page 42/47

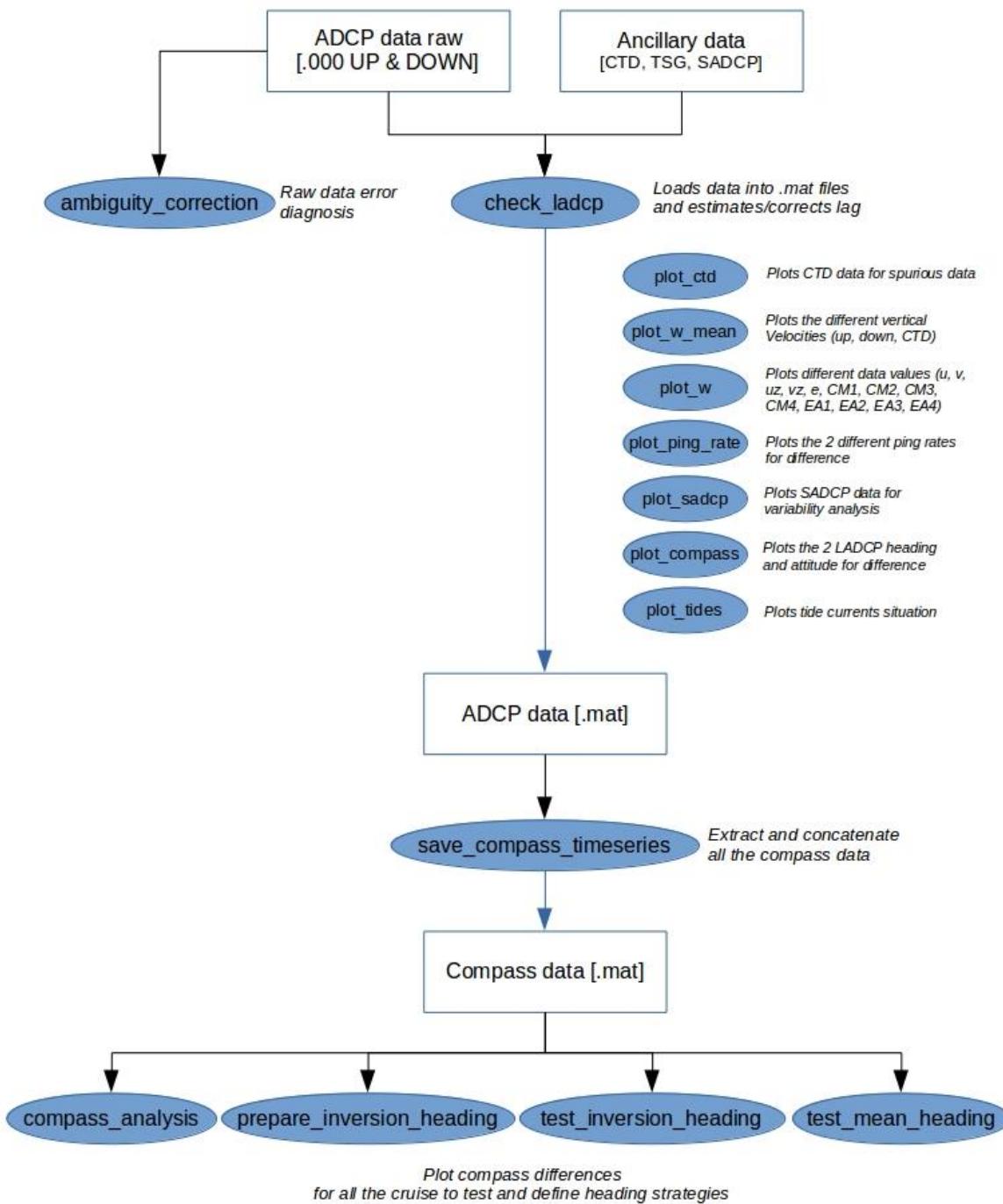
3. Format des fichiers NetCDF

PROFILE :	Profiles list number
TIME :	Time of measurement (days since 1950-01-01 00:00:00 UTC)
JULD :	Time of measurement (days since January 01, 4713 BCE)
LATITUDE :	Latitude of measurement
LONGITUDE :	Longitude of measurement
BATH :	Bathymetric depth
DEPTH :	Depth of measurement
UCUR :	Eastward sea water velocity
VCUR :	Northward sea water velocity
UTID :	Eastward velocity associated with the tide
VTID :	Northward velocity associated with the tide
UCUR_CORTID :	Eastward sea water absolute velocity corrected from tide
VCUR_CORTID :	Northward sea water absolute velocity corrected from tide
UERR :	Uncertainty estimates of LADCP velocity profile
RANG :	ADCP range estimates of LADCP velocity profile

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire : US191 PROTOCOLE
 Implantation : Brest Version 1
 Page 43/47

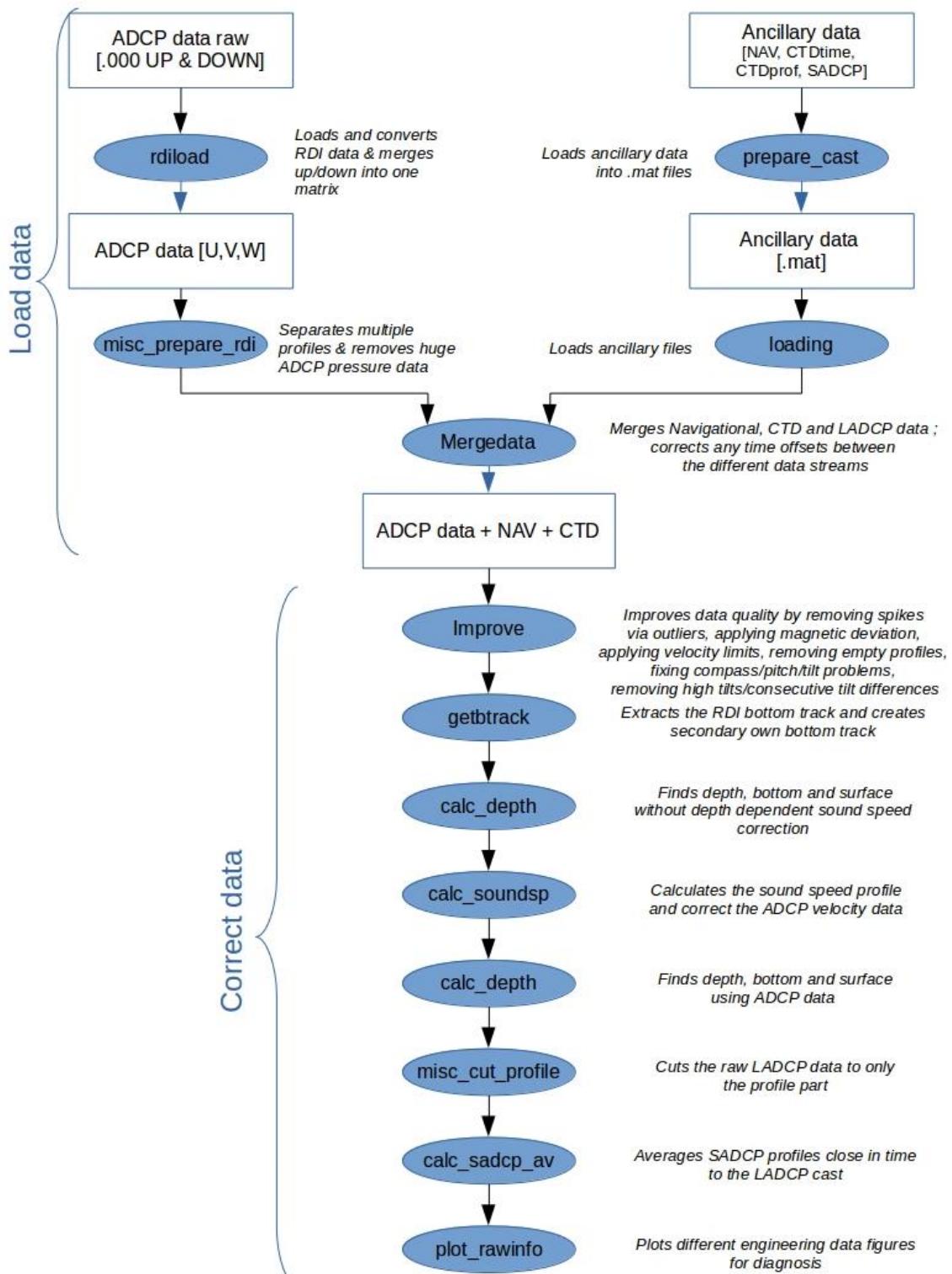
4. Procédure de prétraitement schématisée



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

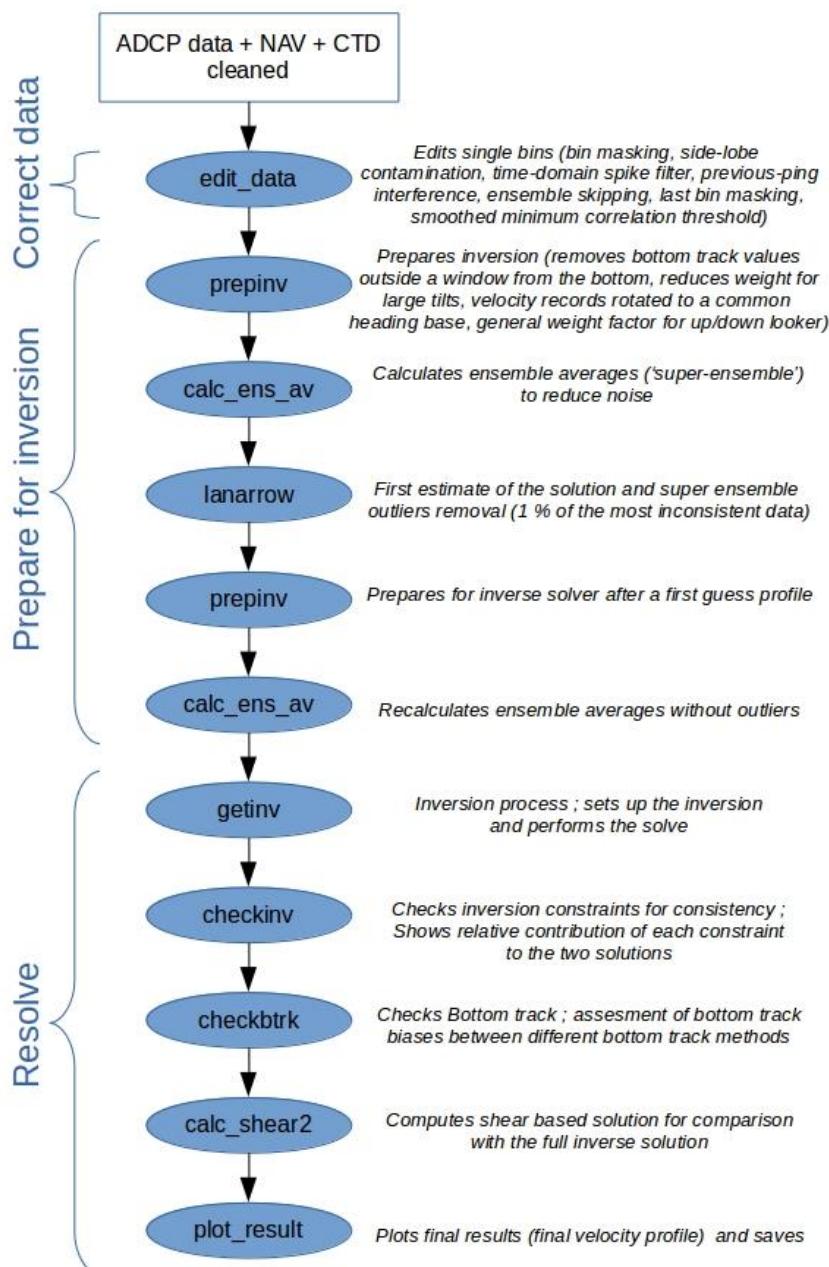
Laboratoire : US191 PROTOCOLE
 Implantation : Brest Version 1
 Page 44/47

5. Procédure de traitement schématisée



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire : US191 PROTOCOLE
 Implantation : Brest Version 1
 Page 45/47



Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire :	US191	PROTOCOLE
Implantation :	Brest	Version 1
		Page 46/47

6. Références

- Egbert G. D. et Erofeeva S. Y. (2002). *Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides*. J. Atmos. Ocean. Tech., 19, 183-204.
- Fischer J. et Visbeck M. (1993). *Deep Velocity Profiling with Self-contained ADCPs*. J.A.O.T., Volume 10, 764-773.
- Gouriou Y. et Hémon C. (1997). *Traitemet des données L-ADCP*. Centre ORSTOM de Cayenne: Documents Scientifiques N° 0.P.21
- Marin F. (2017). *Acquisition et traitement des données L-ADCP*. Document en interne.
- OceanSites (2015) *OceanSITES Data Format Reference Manual. NetCDF Conventions and Reference Tables*.
- Teledyne RD Instruments (2007). *WorkHorse Monitor, Sentinel, Mariner, Technical Manual*.
- Thurnherr A.M., Visbeck M. et Huber B. (2004). *Lowered Acoustic Doppler Current Profiler during AnSlope Cruise NBP04-02*. Lamont-Doherty Earth Observatory.
- Thurnherr A.M., Visbeck M., Firing E. et al. (2010). *A manual for acquiring lowered doppler current profiler data*. IOCCP Report No. 14, ICPO Publication Series No. 134, Version 1.
- Thurnherr A.M. (2014). *How to process LADCP data with the LDEO Software (Versions IX.7 – IX.10)*.
- Visbeck M. (2001). *Deep Velocity Profiling Using Lowered Acoustic Doppler Current Profilers: Bottom-track and Inverse Solutions*. J.A.O.T., Volume 19, 794-807.

Protocole de traitement des mesures L-ADCP

Laboratoire : US191 PROTOCOLE
Implantation : Brest Version 1
Page 47/47

7. Suivi des versions de ce document

Rédacteur		Approbateur	
	P. Rousselot	Nom :	
Fonction :	Ingénieur traitement et acquisition de données	Fonction :	

Date	Version	Commentaires et modifications
04/07/2019	1	Création
07/11/2019	1	Mise au format US IMAGO
29/11/2019	1	Ajout des parties ‘Paramètres’, ‘Utilisation’ et ‘Problèmes courants’

Relecteur	Date
Bourles B.	11/12/2019