



**CAMPAGNE DE MESURES PROJET CARIB-COAST
GUADELOUPE - MARTINIQUE**

**MESURES COURANT ET HOULE
*AOÛT – DÉCEMBRE 2020***

Document référence : EON1711_Rapport_CARIB_BRGM_00A

SUIVI DES MODIFICATIONS

<i>Version n°</i>	<i>Date</i>	<i>Description du document</i>	<i>Auteur(s)</i>	<i>Relecteur(s)</i>
00A	01/02/2021	Version n°1	Justine Mustel	André Dolle Estelle Richard

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	6
2. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	7
2.1. EMBLEMES DES POINTS DE MESURE	7
2.2. PÉRIODE D'ACQUISITION.....	9
2.3. CARACTÉRISTIQUES DES POINTS DE MESURE	10
2.3.1. Instrumentation des sites de mesures – Signature 500.....	10
2.3.2. Dispositif de mouillage	13
2.3.3. Programmation des instruments.....	14
3. CONTRÔLE QUALITÉ ET MÉTHODE DE TRAITEMENT DES DONNÉES.....	15
3.1. CONTRÔLE QUALITÉ	15
3.1.1. Principe du contrôle de la qualité des données	15
3.1.2. Vérifications générales	15
3.1.3. Vérification des données de pression	16
3.1.4. Vérification de l'inclinaison des instruments.....	16
3.1.5. Vérification des niveaux acoustiques	16
3.1.6. Contrôle des valeurs de corrélation.....	17
3.1.7. Limites et interférences des lobes latéraux	17
3.1.8. Vérifications spécifiques aux mesures de houle	18
3.2. POST-TRAITEMENT DES MESURES	19
3.2.1. Application du contrôle qualité des mesures.....	19
3.2.2. Conversion des mesures de pression en hauteur d'eau.....	19
3.2.3. Calcul des paramètres de houle	19
4. FORMAT DES FICHIERS DE DONNÉES RENDUS.....	21
5. POURCENTAGE DE DONNÉES VALIDES SUR LA PÉRIODE DE MESURE	23
6. RÉSULTATS – GUADELOUPE	24
6.1. GUADELOUPE – GRANDE VIGIE	24
6.1.1. Grande Vigie – Caractéristiques générales.....	24
6.1.2. Grande Vigie – Hauteur d'eau	26
6.1.3. Grande Vigie – Température	27
6.1.4. Grande Vigie – Courant	28
6.1.5. Grande Vigie – Houle.....	39
6.2. GUADELOUPE – GRANDE COULÉE	44
6.2.1. Grande Coulée – Caractéristiques générales.....	44
6.2.2. Grande Coulée – Hauteur d'eau	46
6.2.3. Grande Coulée – Température	47
6.2.4. Grande Coulée – Courant	48
6.2.5. Grande Coulée – Houle.....	59
6.3. GUADELOUPE – POINTE NOIRE	64
6.3.1. Pointe Noire – Caractéristiques générales	64
6.3.2. Pointe Noire – Hauteur d'eau.....	66
6.3.3. Pointe Noire – Température	67
6.3.4. Pointe Noire – Courant	68
6.3.5. Pointe Noire – Houle.....	79

6.4.	GUADELOUPE – SAINTES	84
6.4.1.	<i>Saintes – Caractéristiques générales</i>	84
6.4.2.	<i>Saintes – Hauteur d’eau</i>	86
6.4.3.	<i>Saintes – Température</i>	87
6.4.4.	<i>Saintes – Courant</i>	88
6.4.5.	<i>Saintes – Houle</i>	99
6.5.	GUADELOUPE – DÉSIRADE	104
6.5.1.	<i>Désirade – Caractéristiques générales</i>	104
6.5.2.	<i>Désirade – Hauteur d’eau</i>	106
6.5.3.	<i>Désirade – Température</i>	107
6.5.4.	<i>Désirade – Courant</i>	108
6.5.5.	<i>Désirade – Houle</i>	119
6.6.	GUADELOUPE – BANC DE FLANDRE	124
6.6.1.	<i>Banc De Flandre – Caractéristiques générales</i>	124
6.6.2.	<i>Banc De Flandre – Hauteur d’eau</i>	126
6.6.3.	<i>Banc De Flandre – Température</i>	127
6.6.4.	<i>Banc De Flandre – Courant</i>	128
6.6.5.	<i>Banc De Flandre – Houle</i>	139
7.	RÉSULTATS – MARTINIQUE	144
7.1.	MARTINIQUE – PARIADIS	144
7.1.1.	<i>Pariadis – Caractéristiques générales</i>	144
7.1.2.	<i>Pariadis – Hauteur d’eau</i>	146
7.1.3.	<i>Pariadis – Température</i>	147
7.1.4.	<i>Pariadis – Courant</i>	148
7.1.5.	<i>Pariadis – Houle</i>	159
7.2.	MARTINIQUE – CARAVELLE	164
7.2.1.	<i>Caravelle – Caractéristiques générales</i>	164
7.2.2.	<i>Caravelle – Hauteur d’eau</i>	166
7.2.3.	<i>Caravelle – Température</i>	167
7.2.4.	<i>Caravelle – Courant</i>	168
7.2.5.	<i>Caravelle – Houle</i>	179
7.3.	MARTINIQUE – BASSE-POINTE	184
7.3.1.	<i>Basse-Pointe – Caractéristiques générales</i>	184
7.3.2.	<i>Basse-Pointe – Hauteur d’eau</i>	186
7.3.3.	<i>Basse-Pointe – Température</i>	187
7.3.4.	<i>Basse-Pointe – Courant</i>	188
7.3.5.	<i>Basse-Pointe – Houle</i>	199
7.4.	MARTINIQUE – CÉRON	204
7.4.1.	<i>Céron – Caractéristiques générales</i>	204
7.4.2.	<i>Céron – Hauteur d’eau</i>	206
7.4.3.	<i>Céron – Température</i>	207
7.4.4.	<i>Céron – Courant</i>	208
7.4.5.	<i>Céron – Houle</i>	219
7.5.	MARTINIQUE – ENFER	224
7.5.1.	<i>Enfer – Caractéristiques générales</i>	224
7.5.2.	<i>Enfer – Hauteur d’eau</i>	226
7.5.3.	<i>Enfer – Température</i>	227
7.5.4.	<i>Enfer – Courant</i>	228

7.5.5.	Enfer – Houle	239
7.6.	MARTINIQUE – FORT DE FRANCE.....	244
7.6.1.	Fort De France – Caractéristiques générales.....	244
7.6.2.	Fort De France – Hauteur d’eau	246
7.6.3.	Fort De France – Température	247
7.6.4.	Fort De France – Courant	248
7.6.5.	Fort De France – Houle.....	260
8.	COMPARAISON DES MESURES SUR LE SITE D’ETUDE.....	265
8.1.	GUADELOUPE.....	265
8.1.1.	Guadeloupe : Comparaison des données de courant.....	265
8.1.2.	Guadeloupe : Comparaison des données de houle.....	267
8.2.	MARTINIQUE.....	269
8.2.1.	Martinique : Comparaison des données de courant.....	269
8.2.2.	Martinique : Comparaison des données de houle	271
8.3.	COMPARAISON GUADELOUPE – MARTINIQUE	273
8.3.1.	Guadeloupe – Martinique : Courant.....	273
8.3.2.	Guadeloupe – Martinique : Houle	276
9.	CONCLUSION.....	279
9.1.	GUADELOUPE.....	279
9.2.	MARTINIQUE.....	281
10.	ANNEXES.....	283
10.1.	ANNEXE 1 : NUMÉROS DE SÉRIE DES INSTRUMENTS	283
10.2.	ANNEXE 2 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN102261	284
10.3.	ANNEXE 3 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN102260	287
10.4.	ANNEXE 4 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN102262	290
10.5.	ANNEXE 5 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN102258.....	293
10.6.	ANNEXE 6 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN102259	296
10.7.	ANNEXE 7 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN 102257	299
10.8.	ANNEXE 8 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN102240.....	302
10.9.	ANNEXE 9 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN102248.....	305
10.10.	ANNEXE 10 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN100189	308
10.11.	ANNEXE 11 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN100112	309
10.12.	ANNEXE 12 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN100119	311
10.13.	ANNEXE 13 : CERTIFICAT DE CALIBRATION, SIG500 SN101436	313
11.	TABLE DES FIGURES / TABLE DES TABLEAUX	316

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet CARIB-COAST, NortekMed a été mandaté par le BRGM pour réaliser une campagne de mesures de courant et de houle autour de la Guadeloupe et de la Martinique. Ces données ont pour but de mieux caractériser le fonctionnement hydrodynamique autour des îles.

Pour cela, 12 instruments Nortek de type Signature 500 ont été déployés durant 100 jours, avec 6 Signatures 500 autour de chaque île. Les capteurs ont été posés entre le 19 et le 29 août 2020, puis récupérés entre le 6 et le 14 décembre 2020.

Ce rapport présente les données collectées durant la période de mesure.

2. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

2.1. EMBLEMES DES POINTS DE MESURE

La zone d'étude se situe dans les Caraïbes. Les 12 tripodes instrumentés chacun d'un Signature 500 ont été répartis entre la Guadeloupe et la Martinique.

La localisation précise des points de mesure est indiquée ci-après. Les coordonnées géographiques sont exprimées en WGS84. La précision de la localisation est de ± 1 m.

Tableau 1 : Localisation des points de mesure en WGS84

<i>Zone de mesure</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Latitude WGS84</i>	<i>Longitude WGS84</i>	<i>Profondeur</i>
Guadeloupe	Grande Vigie	16°31'10.35''N	61°26'01.17''W	46 m
	Grande Coulée	16°24'50.48''N	61°46'31.57''W	45 m
	Pointe Noire	16°14'21.80''N	61°49'10.39''W	50 m
	Saintes	15°55'25.30''N	61°36'22.24''W	41 m
	Désirade	16°11'54.67''N	61°10'54.59''W	32 m
	Banc De Flandre	16°23'15.03''N	60°52'32.11''W	51 m
Martinique	Pariadis	14°32'38.25''N	60°45'20.15''W	48 m
	Caravelle	14°47'10.06''N	60°48'57.21''W	49 m
	Basse-Pointe	14°53'23.57''N	61°06'50.18''W	51 m
	Céron	14°49'49.43''N	61°14'00.91''W	58 m
	Enfer	14°23'11.27''N	60°50'38.41''W	32 m
	Fort De France	14°34'47.40''N	61°04'38.40''W	54 m

Figure 1 : Emplacement des points de mesure

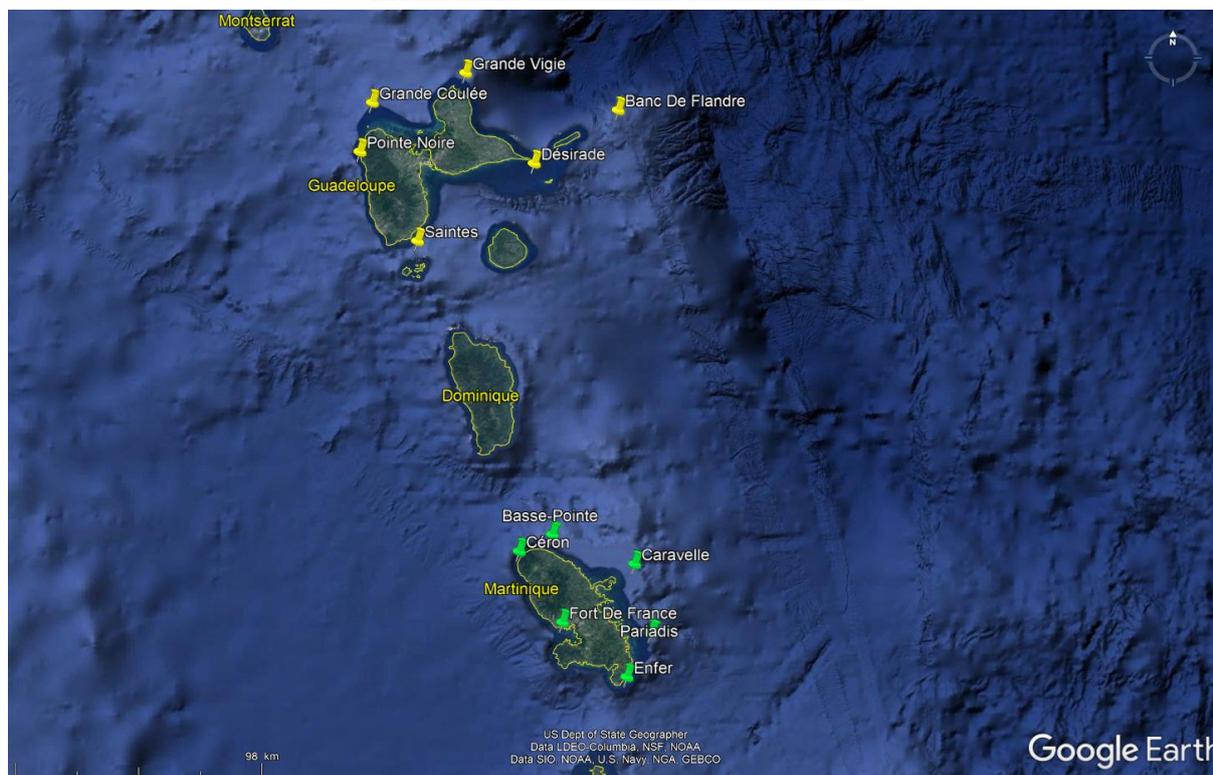


Figure 2 : Emplacement des points de mesure - Guadeloupe



Figure 3 : Emplacement des points de mesure - Martinique



2.2. PÉRIODE D'ACQUISITION

Le déploiement des 6 instruments en Guadeloupe a été effectué entre le 19 et le 21 août 2020. En Martinique, le déploiement des 6 instruments a été effectué entre le 25 et le 29 août 2020.

La récupération des instruments en Guadeloupe a été effectuée entre le 6 et le 7 décembre 2020. En Martinique, la récupération des 6 instruments s'est déroulée entre le 12 et le 14 décembre 2020. Les instruments ont tous été retrouvés en bon état et en état de fonctionnement.

Le tableau ci-après détaille la période de mesure effective pour chacun des systèmes de mesures.

Tableau 2 : Période de mesure sur chaque capteur

<i>Site</i>	<i>Nom du site</i>	<i>Date et heure (UT) de début des données valides</i>	<i>Date et heure (UT) de fin des données valides</i>	<i>Nombre de jours de mesures</i>
Guadeloupe	Grande Vigie	19/08/2020 14h40	07/12/2020 11h20	110
	Grande Coulée	19/08/2020 17h00	07/12/2020 15h20	110
	Pointe Noire	19/08/2020 18h50	07/12/2020 17h00	110
	Saintes	20/08/2020 13h10	07/12/2020 19h50	109
	Désirade	20/08/2020 20h40	06/12/2020 15h20	108
	Banc De Flandre	21/08/2020 12h40	06/12/2020 12h50	107
Martinique	Pariadis	25/08/2020 14h00	12/12/2020 12h20	109
	Caravelle	25/08/2020 16h40	12/12/2020 14h50	109
	Basse-Pointe	26/08/2020 14h40	13/12/2020 14h10	109
	Céron	26/08/2020 16h00	13/12/2020 15h00	109
	Enfer	27/08/2020 13h40	14/12/2020 11h40	109
	Fort De France	29/08/2020 11h40	14/12/2020 15h10	107

2.3. CARACTÉRISTIQUES DES POINTS DE MESURE

2.3.1. Instrumentation des sites de mesures – Signature 500

Chaque site est instrumenté d'un Signature 500. Il s'agit d'un courantomètre profileur de courant et houlographe doté de 5 faisceaux. Il est également équipé d'un altimètre qui permet une mesure haute résolution de la distance entre le fond et la surface. Il fonctionne dans les eaux côtières, entre 10 et 70 m de profondeur. Les données fournies sont de très haute qualité avec un bruit de fond significativement réduit.

Principe de la mesure du courant

Une courte impulsion acoustique d'une fréquence connue est envoyée par chacun des 4 faisceaux acoustiques du Signature 500. Cette impulsion est réfléchiée par les microparticules (se déplaçant à la vitesse du courant) présentes dans l'eau. L'impulsion réfléchiée revient avec une fréquence légèrement différente, la différence de fréquence étant directement liée à la vitesse des particules. Disposant de 4 transducteurs acoustiques et connaissant la vitesse de propagation d'une impulsion acoustique dans l'eau, le Signature 500 peut alors calculer les vitesses et directions du courant sur différentes couches de la colonne d'eau. La vitesse de propagation du son dans l'eau de mer est d'ailleurs recalculée à chaque pas de temps grâce à la mesure de température effectuée simultanément par l'instrument (un capteur de température est implanté au niveau de la tête de l'instrument).

Les paramètres mesurés sont :

- Vitesse du courant pour chaque couche du capteur à la surface ;
- Direction du courant pour chaque couche du capteur à la surface ;
- Niveau d'eau au-dessus du capteur (présence d'un capteur de pression) ;
- Température de l'eau au niveau du capteur (présence d'un capteur de température).

À noter qu'il existe une zone blanche près de la tête du capteur (de 50 cm minimum) où la mesure de courant ne peut être faite. Cette distance correspond au temps nécessaire pour que les faisceaux acoustiques qui émettent les impulsions soient prêts à écouter leurs échos.

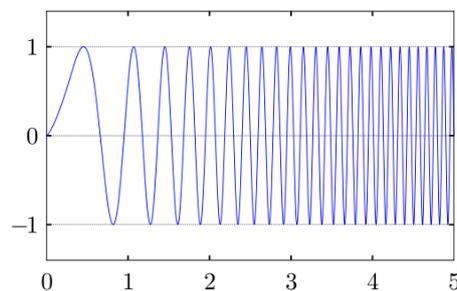
Par ailleurs, le capteur ne peut pas mesurer les courants près des zones limites (fond ou surface selon son orientation) en raison d'un phénomène d'interférence lié à la réflexion des lobes secondaires sur la frontière. Ce phénomène touche une zone plus ou moins étendue qui est fonction de la nature de la frontière, de la quantité de matières en suspension dans l'eau ou encore des propriétés acoustiques des transducteurs. Dans de bonnes conditions de mesure (eau chargée en sédiments), on observe typiquement une perte de 10 % des mesures près de la surface sur la colonne d'eau pour un courantomètre orienté vers la surface.

Les Signatures 500 utilisent la technologie large bande (voir ci-après) qui permet d'obtenir des données de haute qualité et une diminution significative du bruit de fond dans le jeu de données.

Principe de la technologie large bande (broadband)

La gamme Signature de Nortek appartient à la nouvelle plate-forme de capteurs : les AD2CP dont la principale nouveauté est le traitement large bande (broadband) des signaux.

Les AD2CP fonctionnent toujours sur l'effet Doppler comme leurs prédécesseurs mais le traitement broadband des signaux acoustiques permet de réduire significativement le niveau de bruit des mesures et augmente la résolution des vitesses. En effet, la technologie broadband signifie que l'impulsion acoustique n'est pas émise à une fréquence fixe mais est un chirp d'excursion de $\pm 12.5\%$ autour d'une fréquence centrale. Un exemple de chirp est présenté ci-dessous, il s'agit d'un signal pseudo-périodique modulé autour d'une fréquence porteuse et d'amplitude constante.



Cela signifie que le Signature 500 n'émet pas des signaux à sa fréquence pure de 500 kHz mais sur une plage de $\pm 12.5\%$ autour de 500 kHz.

Plus la bande du signal est large, meilleurs et précis sont les résultats puisqu'il y a de la répétabilité. Plus de largeur de bande signifie plus d'échantillons et donc plus d'informations. Ainsi les mesures des réflexions acoustiques sur les micro-organismes marins et le zoo-plancton pour une large bande de fréquence réduisent significativement les ambiguïtés (comparativement à l'interprétation de réflexions acoustiques avec une fréquence unique).

Ceci permet d'améliorer fortement la précision des mesures car la bande de fréquence étant plus large, il y a plus d'échantillons et le rapport signal/bruit est plus grand (en effet, l'erreur évolue en $\frac{1}{\sqrt{BT}}$ avec B la largeur de bande et T le temps de mesure). Ceci permet de réduire le bruit de fond et d'augmenter la précision.

Principe de la mesure de houle

Le design du Signature a été spécifiquement étudié pour la mesure de la houle. Le Signature 500 mesure les paramètres suivants : pression, vitesses orbitales et position de la surface. Ces trois mesures permettent de calculer les paramètres de la houle directionnelle. La pression est mesurée avec un composant piézo-résistif haute résolution. Les vitesses orbitales sont mesurées avec le décalage Doppler sur chacun des faisceaux acoustiques et sur toute la colonne d'eau. Enfin la position de la surface est mesurée grâce à un dispositif unique au Signature : l'altimètre. L'altimètre (faisceau vertical) permet au Signature de fonctionner comme un échosondeur inversé. Le fait que la houle soit un phénomène à caractère aléatoire nécessite que les mesures

soient effectuées sur une certaine durée. Typiquement, les séries de mesures sont effectuées sur 512, 1024 ou 2048 points avec des fréquences d'échantillonnage pouvant aller de 1 Hz à 8 Hz. Avec le Signature, les mesures de houle peuvent également être effectuées en continu.

Les paramètres mesurés sont :

- Vitesse et direction du courant HF (vitesses orbitales) pour chaque couche du capteur à la surface ;
- Niveau d'eau au-dessus du capteur ;
- Paramètres de houle directionnelle (Hs, Hmax, Tp, DirTp, ...).

Les spécifications techniques principales du Signature 500 sont précisées ci-après. Les fiches de calibration de chaque Signature utilisé lors de la campagne de mesure sont disponibles en **annexe**.

Tableau 3 : Spécifications techniques du Signature 500

		Signature 500
Mesures de vitesse	Portée maximale	70 m (mode average)
	Taille des couches	0.5 – 4 m
	Zone blanche minimale	0.5 m
	Nombre max de cellules	256 (burst) / 200 (average)
	Velocity range (sur chaque beam, configurable)	2.5 à 5 m/s
	Précision minimum	0.3 % de la valeur mesurée (± 0.3 cm/s)
	Précision de la vitesse	Fonction de la programmation choisie
	Résolution de la vitesse	0.1 cm/s
	Taux d'échantillonnage max	8 Hz
	Taux d'échantillonnage max avec 5 beams	4 Hz
Mesures de la houle	Fréquence Altimètre	500 kHz
	Immersion maximale pour la mesure de houle	75 m
	Gamme de hauteur	-15 m à +15 m
	Précision Hs	<1 % de la valeur mesurée
	Résolution Hs	2 cm
	Précision Dir	2°
	Résolution Dir	0.1°
	Gamme de période	0.5 à 50 secondes
	Période de coupure Hs	0.6 s à 5 m d'immersion 1.1 s à 20 m d'immersion
	Période de coupure Dir	1.5 s à 5 m d'immersion 3.1 s à 20 m d'immersion

2.3.2. Dispositif de mouillage

Pour chacun des 12 points de mesure, les capteurs sont installés sur une structure tripode en aluminium afin de ne pas perturber les compas magnétiques. Le tripode est ainsi équipé d'un Signature 500 avec son pack de piles. Un inclinomètre acoustique de type Thelma Biotel est fixé sur le tripode afin de contrôler la planéité de l'instrument au moment de la pose. Un kit rope canister est aussi fixé sur l'un des pieds du tripode avec un largueur acoustique permettant de récupérer la structure à la fin de la campagne de mesure.

La photographie ci-dessous illustre une structure tripode instrumentée d'un Signature 500.

Figure 4 : Photographie d'un système de mesure



2.3.3. Programmation des instruments

Les configurations appliquées aux Signatures 500 pour l'acquisition des mesures lors de la campagne sont les suivantes :

Zone d'étude	Sites	Configuration	
Guadeloupe	Signature 102261 : Grande Vigie	Zone Blanche : 0.5 m ; Nombre de cellules : 28 ; Taille des cellules : 2 m ; Courant : 1 mesure moyennée sur 1 minute toutes les 10 minutes ; Coordonnées ENU ; Température : 1 mesure moyennée sur 1 minute toutes les 10 minutes ;	
	Signature 102260 : Grande Coulée		
	Signature 102262 : Pointe Noire		
	Signature 102258 : Saintes		
	Signature 102259 : Désirade		
	Signature 102257 : Banc de Flandre		
Martinique	Signature 102240 : Pariadis	Niveau d'eau : 1 mesure moyennée sur 1 minute toutes les 10 minutes ; Houle : 2048 points à 2 Hz toutes les 30 minutes (17 minutes d'acquisition)	
	Signature 102248 : Caravelle		
	Signature 100189 : Basse-Pointe		
	Signature 100112 : Céron		
	Signature 100119 : Enfer	Zone Blanche : 0.5 m ; Nombre de cellules : 30 ; Taille des cellules : 1 m ; Courant : 1 mesure moyennée sur 1 minute toutes les 10 minutes ; Coordonnées ENU ; Température : 1 mesure moyennée sur 1 minute toutes les 10 minutes ; Niveau d'eau : 1 mesure moyennée sur 1 minute toutes les 10 minutes ; Houle : 2048 points à 2 Hz toutes les 30 minutes (17 minutes d'acquisition)	
	Signature 101436 : Fort De France		Zone Blanche : 0.5 m ; Nombre de cellules : 56 ; Taille des cellules : 1 m ; Courant : 1 mesure moyennée sur 1 minute toutes les 10 minutes ; Coordonnées ENU ; Température : 1 mesure moyennée sur 1 minute toutes les 10 minutes ; Niveau d'eau : 1 mesure moyennée sur 1 minute toutes les 10 minutes ; Houle : 2048 points à 2 Hz toutes les 30 minutes (17 minutes d'acquisition)

3. CONTRÔLE QUALITÉ ET MÉTHODE DE TRAITEMENT DES DONNÉES

3.1. CONTRÔLE QUALITÉ

3.1.1. Principe du contrôle de la qualité des données

NortekMed est conscient de l'importance d'assurer la cohérence et la fiabilité des mesures océanographiques. Le milieu marin est un milieu particulièrement complexe où de nombreux événements imprévisibles et imprévus peuvent se produire. De plus, tous les paramètres métocéan interagissent à chaque niveau (local et plus général). Étant donné qu'il existe de nombreuses possibilités de problèmes lors d'un déploiement, nous devons utiliser toutes les informations nécessaires pour qualifier les données, qu'elles soient bonnes ou non. Les données incorrectes doivent être supprimées et marquées. Le but de ce chapitre est de détailler toutes les étapes de notre traitement afin de garantir la qualité et la fiabilité des données fournies.

Tout d'abord, le contrôle de la qualité des données appliqué est conforme aux principes détaillés dans le document du BODC intitulé *SIMORC Data Quality Control Procedures, version 3.0, September 2007, BODC*

(http://www.simorc.org/documents/simorc/html_page/simorc_quality_control_of_data_document_version3.pdf).

Un contrôle de qualité dédié est appliqué aux données mesurées par tous les instruments Nortek. Nous avons une très bonne connaissance de nos instruments et nous les analysons avec le recul.

La signification physique des mesures est un point clé pour contrôler les données océanographiques.

3.1.2. Vérifications générales

Des contrôles généraux sont réalisés sur chaque série de données avant tout autre chose. Ces contrôles permettent d'avoir un premier aperçu des mesures et de mettre en évidence tout problème majeur.

Vérification du nombre de mesure : contrôle des dates de début et de fin d'acquisition, vérifier que le nombre effectif de données corresponde au nombre de données attendu.

Visualisation globale de toutes les séries temporelles des paramètres océanographiques pouvant mettre en évidence :

- Les valeurs aberrantes
- Les spikes
- Le respect de la plage de mesure pour tous les paramètres
- La stationnarité
- La présence de toutes les plages directionnelles (pour les mesures de direction)
- La bonne corrélation physique entre tous les paramètres

3.1.3. Vérification des données de pression

Tracer la série temporelle de la pression mesurée permet de vérifier le bon déroulement de la campagne. En particulier, le contrôle du signal de pression permet d'identifier si le capteur est dans l'eau ou hors de l'eau. C'est un élément fondamental du traitement des données.

Toutes les mesures effectuées lorsque le capteur est hors de l'eau ou en mouvement dans la colonne d'eau sont considérées comme incohérentes et ne sont pas conservées dans les données traitées. La plupart du temps, les mesures effectuées hors de l'eau sont observées avant et après le déploiement (lors du transport en bateau par exemple).

3.1.4. Vérification de l'inclinaison des instruments

Le contrôle des paramètres d'inclinaison (pitch et roll) et d'orientation (heading) est fondamental. Les séries temporelles de ces paramètres sont tracées pour voir si le capteur est resté stable ou s'il a bougé durant la campagne. C'est un moyen efficace de voir le comportement de l'instrument lors du déploiement et surtout d'indiquer si les données sont fiables ou non.

Différents cas sont possibles :

- Si l'inclinaison est excessive (supérieure à 30 °), cela peut indiquer que les profils de courant sont suspectés d'erreur. Les données acquises pendant des inclinaisons du capteur supérieures à 30 ° ne sont pas fiables et doivent être supprimées.
- Si l'inclinaison est grande (entre 10 ° et 30 °), la précision des données AST est affectée et ne correspond pas aux spécifications.
- Si l'inclinaison est inférieure à 10 °, les données sont fiables et respectent totalement les spécifications.

Toutes les données acquises avec une inclinaison supérieure à 10 ° sont considérées comme incohérentes et sont rejetées.

3.1.5. Vérification des niveaux acoustiques

L'amplitude des niveaux acoustiques est une mesure de l'amplitude du signal rétrodiffusé par les particules en suspension dans l'eau (exprimée en unité sans dimension dénommée « counts »). Cette valeur est directement liée à la quantité de particules présentes dans l'eau.

Il est important de vérifier le niveau du signal le long de chaque beam sur l'ensemble du profil de mesure. Typiquement, des valeurs fortes des niveaux acoustiques sont observées à proximité immédiate du capteur qui diminuent de façon exponentielle avec la distance à l'instrument. Lorsque le signal rencontre une frontière (surface ou fond), une augmentation significative des niveaux acoustiques est observée puis le signal diminue et devient constant. Les cellules où le signal commence à augmenter sont susceptibles d'être corrompues par l'interférence avec la

frontière et sont retirées du profil. Lorsque le niveau du signal est au-dessus du bruit de fond, la mesure dans la cellule associée est valide. Dès que le niveau acoustique s'approche de la valeur du bruit de fond, les mesures ne sont pas valides et sont supprimées. Le bruit de fond est généralement de l'ordre de 20-30 counts.

3.1.6. Contrôle des valeurs de corrélation

La corrélation est un excellent indicateur de la qualité des données pour les mesures du Signature. La corrélation est une mesure de la cohérence ou de la « similarité » des échos des deux impulsions. Si les signaux ne proviennent pas de la même particule, la corrélation sera faible. Pour supprimer les spikes dans les données de vélocité, nous définissons un seuil sur la valeur du paramètre de corrélation. La valeur seuil appropriée dépend des circonstances, mais une valeur de corrélation >50 % est un bon critère. La corrélation est fonction de nombreux paramètres qui peuvent affecter sa valeur et éventuellement créer une décorrélation entre les deux impulsions acoustiques : turbulence, cisaillement, direction de la vitesse (le faisceau pointant dans la direction de la vitesse principale a généralement la plus faible corrélation), ...

La meilleure solution pour améliorer la corrélation consiste à choisir avec soin la plage de vitesses en fonction des conditions environnementales. Une plage de vitesses trop grande entraînera des données bruitées car le déphasage détecté est très faible par rapport à la vitesse d'ambiguïté. Une plage de vitesses trop basse entraînera une décorrélation des signaux de retour ou un retour à la phase.

Toutes les mesures montrant une valeur de corrélation inférieure à 50 % sont considérées comme incohérentes et sont rejetées.

3.1.7. Limites et interférences des lobes latéraux

Un profileur de courant ne peut pas mesurer les vitesses proches de la surface en raison d'un phénomène d'interférence connu sous le nom d'interférence de lobes latéraux. Typiquement, les profileurs en « up-looking » perdent des données en proche surface. Cette perte est due à la contamination des données proches de la surface par les échos des lobes latéraux. Les faisceaux acoustiques concentrent la majeure partie de l'énergie au centre des faisceaux, mais une petite quantité s'échappe dans d'autres directions. Les lobes secondaires des transducteurs sont des rayons d'énergie acoustique qui vont dans des directions autres que le lobe principal. Comme le son est plus réfléchi par la surface de l'eau que par l'eau, les petits signaux qui arrivent directement à la surface peuvent produire un écho suffisant pour affecter le signal de l'eau. Notez que, comme les faisceaux des instruments sont étroits, les lobes latéraux ne jouent pas toujours un rôle dans les mesures. En général, les lobes latéraux peuvent être sans importance dans l'eau avec une forte rétrodiffusion, mais ils peuvent affecter les données lorsque la

rétrodiffusion est faible. L'interférence des lobes latéraux se traduira généralement par un biais dépendant de l'état de la mer ou des conditions de vent de surface.

L'équation suivante est une équation approximative illustrant la contrainte de contamination proche de la surface : $R_{\max} = A \cos(\theta) - C$ (A est la distance à la surface, R_{\max} est la plage de données valides, θ est l'angle du faisceau relatif à la verticale et C, est la taille de cellule configurée).

Les mesures effectuées dans la plage proche de la surface sont analysées avec soin en tenant compte de cette plage de contamination.

La détermination de la dernière cellule de mesures valides (surface) est réalisée en tenant compte des mesures de pression, des profils d'amplitude sur chaque faisceau et des interférences de lobes latéraux.

3.1.8. Vérifications spécifiques aux mesures de houle

Le signal brut de pression donne une indication sur les conditions de houle. Les houles longues (période >10 s) influencent fortement le signal de pression au fond et une variation d'un mètre relevée dans le signal de pression signifie que la hauteur de la houle est au moins la même. D'autre part, des fluctuations très faibles du signal de pression de quelques centimètres traduisent de faibles houles en surface. Le signal AST (Acoustic Surface Tracking) doit présenter une apparence similaire aux mesures de pression. Il faut vérifier la cohérence des mesures et l'absence de perte de données.

3.2. POST-TRAITEMENT DES MESURES

3.2.1. Application du contrôle qualité des mesures

Lors du post-traitement, la première opération est d'appliquer toutes les étapes du contrôle de la qualité des données décrites dans la partie 3.1. Le pourcentage des données valides pour chaque capteur est disponible dans la partie 5.

3.2.2. Conversion des mesures de pression en hauteur d'eau

Les mesures de pression (effectuées en dbar) ne correspondent pas exactement à la hauteur d'eau (en m). Pour convertir les mesures de pression en hauteur d'eau, on utilise la formule de l'UNESCO paru dans le « Technical Papers in Marine Science n°44 ». Il s'agit d'une formule empirique qui prend en compte la compressibilité (i.e. la densité).

La variation de la gravité (en m/s^2) avec la latitude et la pression est estimée par :

$$g = 9.780318 \times (1.0 + (5.2788 \times 10^{-3} + 2.36 \times 10^{-5} \times x) \times x + 1.092 \times 10^{-6} \times p$$

Avec :

$$x = \left(\sin \frac{\text{latitude}}{57.29578} \right)^2 \text{ (latitude en radians)}$$

p = pressure (en décibars)

Ensuite, la hauteur totale de la colonne d'eau (en mètres) est calculée à partir de la pression comme suit :

$$\text{depth} = \frac{\left(\left((-1.82 \times 10^{-15} \times p + 2.279 \times 10^{-10}) \times p - 2.2512 \times 10^{-5} \right) \times p + 9.72659 \right) \times p}{g}$$

Avec :

p = pression (en décibars)

g = gravité (en m/s^2)

3.2.3. Calcul des paramètres de houle

Les paramètres de houle sont calculés à partir des mesures de l'AST et des vitesses orbitales. Il y a deux méthodes qui permettent de déterminer les principaux paramètres de houle :

- ✓ **L'analyse statistique** tout d'abord consiste à analyser le signal de surface burst par burst (ici sur 2048 points). Sur chaque burst, on applique la méthode du zero-crossing qui permet de déterminer la position et la valeur de l'ensemble des crêtes et des creux du signal. On détermine ainsi la hauteur des vagues (entre un creux et une crête, consécutifs) et la période des vagues (intervalle de temps entre l'arrivée de deux crêtes

consécutives en un même point). Les hauteurs et périodes des vagues sont alors classées par ordre décroissant et tous les paramètres statistiques de la houle peuvent être calculés (H_{max} , $H_{1/3}$, $H_{1/10}$, T_z , $T_{1/3}$, $T_{1/10}$, T_{max} , ...).

- ✓ **L'analyse spectrale** consiste quant à elle à appliquer une transformée de Fourier au signal de surface. La transformée de Fourier décompose le signal initial temporel dans le domaine fréquentiel comme une somme de sinusoides de fréquence et d'amplitude connues. Le calcul est effectué à temps discret sur les bursts de 2048 points (toutes les 30 minutes) :

$$TF(k) = \sum_{n=0}^{N-1} s(n)e^{-2i\pi\frac{kn}{N}} \quad 0 \leq k \leq N$$

Avec s , le signal de surface

La bande de fréquence considérée pour le calcul est limitée (du moins pour sa partie supérieure) à la fréquence d'échantillonnage divisée par 2 d'après le théorème de Shannon-Nyquist. La limite inférieure est fixée à 0.02 Hz car en pratique les périodes des vagues sont inférieures à 50 secondes (au-delà de ces périodes, il s'agit des ondes stationnaires, des seiches, de la marée, ...). Le résultat du calcul est un spectre énergétique dans la bande de fréquence considérée. À partir du spectre, on peut calculer les moments m_0 , m_1 , m_2 , ... et déterminer les paramètres de houles comme H_{m0} , T_{01} , T_{02} ... L'analyse du spectre permet aussi de déterminer la fréquence pic et par conséquent T_p .

L'état de mer se définit à partir de trois paramètres essentiels : l'amplitude (hauteur crête à creux), la direction et la période des houles. La définition déterministe de ces paramètres est rendue très difficile du fait de l'aspect souvent trop chaotique de l'état de mer. L'approche largement admise par les scientifiques pour évaluer ces paramètres relève de l'analyse statistique et de l'exploitation du spectre de la houle (analyse spectrale) :

- **Hauteur significative (H_s ou H_{m0})** : Parmi les différentes hauteurs caractéristiques, c'est le paramètre le plus communément utilisé. En effet, elle tend à représenter la hauteur des vagues qu'un marin expérimenté estimerait visuellement pour une mer donnée. Elle correspond à la moyenne du tiers des plus grandes hauteurs mesurées. C'est pourquoi on la note aussi $H_{1/3}$. Une estimation plus commode de la hauteur significative repose sur la méthode des moments : $H_{m0} = 4\sqrt{m_0}$, avec m_0 le moment d'ordre 0. Elle est exprimée en mètres.
- **Période pic (T_p)** : C'est la période associée au pic maximal du spectre d'énergie. Elle est exprimée en secondes.
- **Direction pic ($DirTp$)** : C'est la direction associée à la fréquence pic du spectre d'énergie. C'est la direction de provenance, exprimée en degrés.
- **Direction moyenne ($DirMean$)** : C'est la moyenne pondérée de toutes les directions du spectre d'énergie. Elle est pondérée par l'énergie propre à chaque fréquence. C'est la direction de provenance, exprimée en degrés.

4. FORMAT DES FICHIERS DE DONNÉES RENDUS

Les fichiers rendus sont en format Excel. La dénomination des fichiers et leur contenu sont détaillés ci-après.

➤ **Mesures de courant moyen (toutes les 10 min)**

Guadeloupe

CourantMoyen_BancDeFlandre_AoutDecembre2020.xlsx

CourantMoyen_Desirade_AoutDecembre2020.xlsx

CourantMoyen_GrandeCoulee_AoutDecembre2020.xlsx

CourantMoyen_GrandeVigie_AoutDecembre2020.xlsx

CourantMoyen_PointeNoire_AoutDecembre2020.xlsx

CourantMoyen_Saintes_AoutDecembre2020.xlsx

Martinique

CourantMoyen_BassePointe_AoutDecembre2020.xlsx

CourantMoyen_Caravelle_AoutDecembre2020.xlsx

CourantMoyen_Ceron_AoutDecembre2020.xlsx

CourantMoyen_Enfer_AoutDecembre2020.xlsx

CourantMoyen_FortDeFrance_AoutDecembre2020.xlsx

CourantMoyen_Pariadis_AoutDecembre2020.xlsx

Le fichier contient les mesures de courant dans les feuilles suivantes

✓ Feuille Vitesse :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Vitesse couche n°1 m/s
- Colonne C : Vitesse couche n°2 m/s
-
- Colonne N : Vitesse couche n°n m/s

✓ Feuille Direction :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Direction couche n°1 °
- Colonne C : Direction couche n°2 °
-
- Colonne N : Direction couche n°n °

✓ Feuille Surface :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Vitesse couche de surface m/s
- Colonne C : Direction couche de surface °

✓ Feuille Sensor :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Température de l'eau °C
- Colonne C : Hauteur d'eau m

***NB :** Pour les directions de courant, la convention est : « la direction du courant est la direction où le courant va ». Les directions sont rendues en Nord Magnétique.*

➤ **Mesures de la houle (toutes les 30 min)**

Guadeloupe

Houle_BancDeFlandre_AoutDecembre2020.xlsx

Houle_Desirade_AoutDecembre2020.xlsx

Houle_GrandeCoulee_AoutDecembre2020.xlsx

Houle_GrandeVigie_AoutDecembre2020.xlsx

Houle_PointeNoire_AoutDecembre2020.xlsx

Houle_Saintes_AoutDecembre2020.xlsx

Martinique

Houle_BassePointe_AoutDecembre2020.xlsx

Houle_Caravelle_AoutDecembre2020.xlsx

Houle_Ceron_AoutDecembre2020.xlsx

Houle_Enfer_AoutDecembre2020.xlsx

Houle_FortDeFrance_AoutDecembre2020.xlsx

Houle_Pariadis_AoutDecembre2020.xlsx

Le fichier contient les mesures de houle dans la feuille suivante

✓ Feuille Houle :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Hauteur significative Hm0 m
- Colonne C : Hauteur maximale Hmax m
- Colonne D : Période pic Tp s
- Colonne E : Période moyenne zero-up Tz s
- Colonne F : Période moyenne m₂ Tm02 s
- Colonne G : Période Hmax THmax s
- Colonne H : Direction à Tp DirTp °
- Colonne I : Direction moyenne MeanDir °
- Colonne J : Spread SprTp °

***NB :** Pour les directions de la houle, la convention est : « la direction de la houle est celle d'où la houle vient », la direction de provenance. Les directions sont rendues en Nord Magnétique.*

5. POURCENTAGE DE DONNÉES VALIDES SUR LA PÉRIODE DE MESURE

Les capteurs ont bien fonctionné durant toute la campagne. Toutes les données récupérées sont complètes.

Seules les données validées sont présentées dans le rapport. La validation des données est réalisée avec l'application des procédures de contrôle et de post-traitement décrites dans la partie 3.

Le tableau ci-dessous présente le pourcentage de retour de données valides.

Tableau 4 : Pourcentage de données valides sur chaque site de mesure

Zone d'étude	Sites	Date d'acquisition	% des paramètres mesurés valides			
			Courant	Houle	Niveau d'eau	Température
Guadeloupe	Sig102261 Grande Vigie	Du 19/08/2020 au 07/12/2020	99.95 %	99.94 %	100 %	100 %
	Sig102260 Grande Coulée	Du 19/08/2020 au 07/12/2020	99.88 %	99.98 %	100 %	100 %
	Sig102262 Pointe Noire	Du 19/08/2020 au 07/12/2020	99.84 %	100 %	100 %	100 %
	Sig102258 Saintes	Du 20/08/2020 au 07/12/2020	99.89 %	99.98 %	100 %	100 %
	Sig102259 Désirade	Du 20/08/2020 au 06/12/2020	99.92 %	99.98 %	100 %	100 %
	Sig102257 Banc De Flandre	Du 21/08/2020 au 06/12/2020	99.75 %	99.98 %	100 %	100 %
Martinique	Sig102240 Pariadis	Du 25/08/2020 au 12/12/2020	99.87 %	99.98 %	100 %	100 %
	Sig102248 Caravelle	Du 25/08/2020 au 12/12/2020	99.83 %	99.98 %	100 %	100 %
	Sig100189 Basse-Pointe	Du 26/08/2020 au 13/12/2020	99.87 %	99.98 %	100 %	100 %
	Sig100112 Céron	Du 26/08/2020 au 13/12/2020	99.53 %	99.29 %	100 %	100 %
	Sig100119 Enfer	Du 27/08/2020 au 14/12/2020	98.76 %	99.96 %	100 %	100 %
	Sig101436 Fort De France	Du 29/08/2020 au 14/12/2020	99.64 %	99.86 %	100 %	100 %

6. RÉSULTATS – GUADELOUPE

6.1. Guadeloupe – GRANDE VIGIE

6.1.1. Grande Vigie – Caractéristiques générales

Coordonnées géographiques : 16°31'10.35''N / 61°26'01.17''W

Hauteur d'eau moyenne pendant la période de mesure : 47.55 m

Instrumentation : Signature 500 SN 102261

Date et heure UT de début et de fin de l'acquisition : du 19/08/2020 14h40 au 07/12/2020 11h20

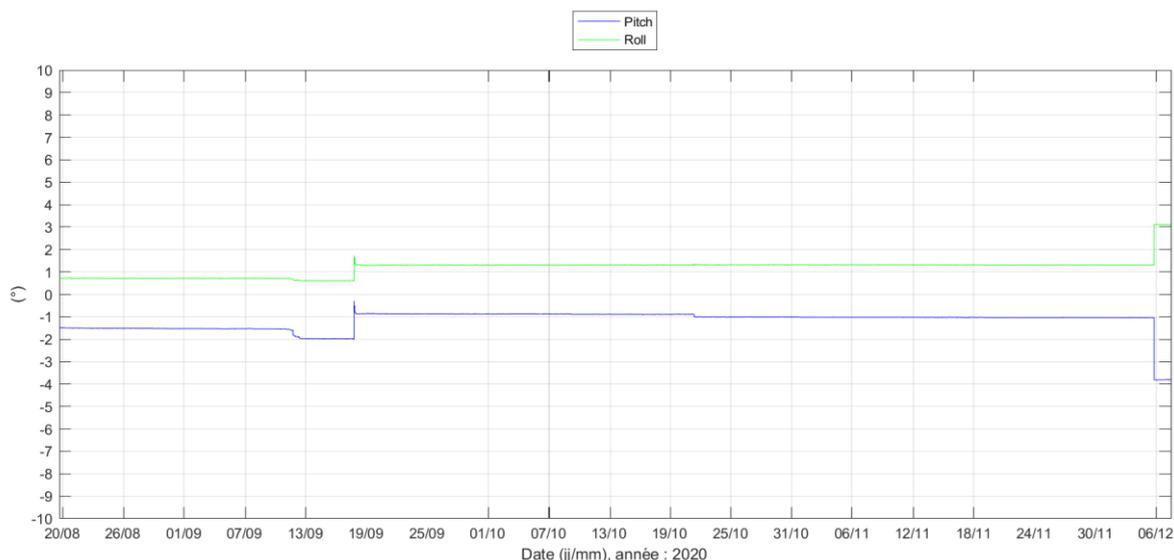
Orientation et inclinaison moyennes de l'instrument durant la période de mesure :

Heading : 246.83 °

Pitch : -1.18 °

Roll : 1.17 °

Figure 5 : Grande Vigie – Série temporelle de l'inclinaison de l'instrument durant la période de mesure



Emplacement des cellules de mesure :

Les instruments, fixés sur la structure tripode, sont localisés à 0.5 m au-dessus du fond.

Compte tenu de la zone blanche de 0.5 m et de la taille des couches de mesure de 2 m, la répartition des cellules de mesure le long de la colonne d'eau est la suivante :

Tableau 5 : Grande Vigie – Localisation des cellules de mesure sur la colonne d'eau

<i>Numéro de la couche</i>	<i>Position au-dessus du fond</i>
Surf	/
19	39 m
18	37 m
17	35 m
16	33 m
15	31 m
14	29 m
13	27 m
12	25 m
11	23 m
10	21 m
9	19 m
8	17 m
7	15 m
6	13 m
5	11 m
4	9 m
3	7 m
2	5 m
1 (près du fond)	3 m

***NB :** Dans l'analyse des courants à suivre, les mesures de la couche « Surf » sont présentées. La couche « Surf » représente la proche surface car elle est constituée par la dernière couche détectée en chaque point de mesure. Ainsi, la couche « Surf » n'est pas fixe dans la colonne d'eau mais se déplace avec les fluctuations du niveau d'eau dues au marnage (lorsqu'il y a plus d'eau la couverture du capteur est par conséquent plus grande et inversement lorsque le niveau d'eau diminue). Le fait de concaténer toutes les dernières couches détectées en une seule permet de visualiser le courant proche de la surface sur toute la période.*

6.1.2. Grande Vigie – Hauteur d'eau

La série temporelle de la hauteur d'eau mesurée par le Signature 500 à la « Grande Vigie » est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

NB : Les mesures de pression sont converties en hauteur d'eau et corrigées de l'élévation du capteur au-dessus du fond (+0.5 m).

Figure 6 : Grande Vigie – Série temporelle de la hauteur d'eau

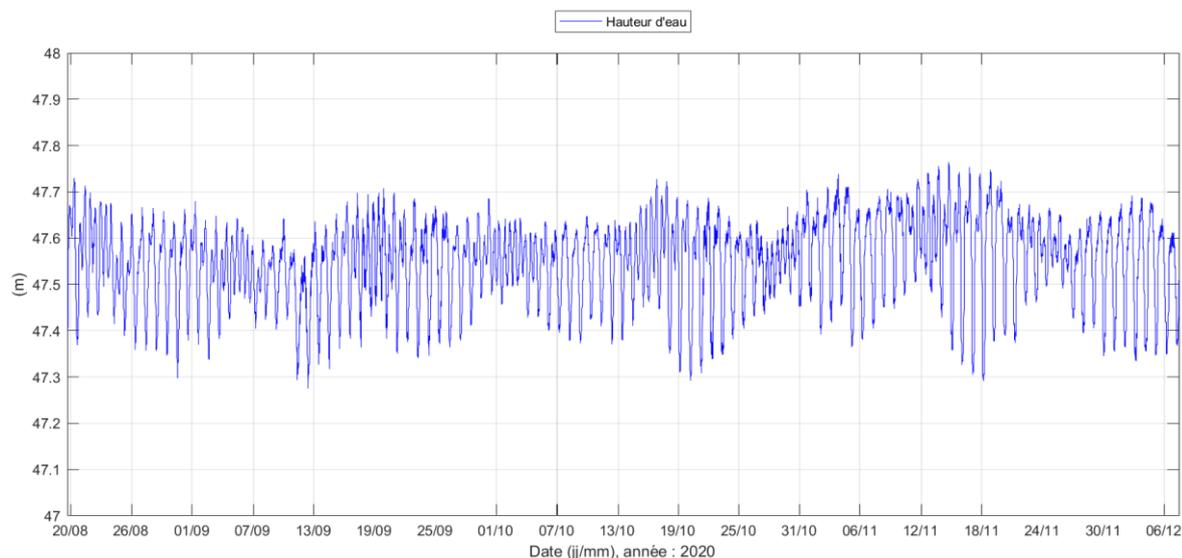


Tableau 6 : Grande Vigie – Principales statistiques relatives à la hauteur d'eau sur la période d'étude

Grande Vigie	Minimum	Moyen	Maximum
	47.28 m	47.55 m	47.76 m

La marée locale est de type mixte à prédominance diurne présentant parfois des phénomènes semi-diurnes.

Sur la zone d'étude, les marnages observés vont de 0.06 m en période de mortes-eaux à 0.45 m au maximum en période de vives-eaux.

Le niveau moyen sur le site d'étude durant la campagne est de 47.55 m. Le niveau d'eau maximal relevé est de 47.76 m et le niveau d'eau minimal de 47.28 m.

6.1.3. Grande Vigie – Température

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par le Signature 500 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 7 : Grande Vigie - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

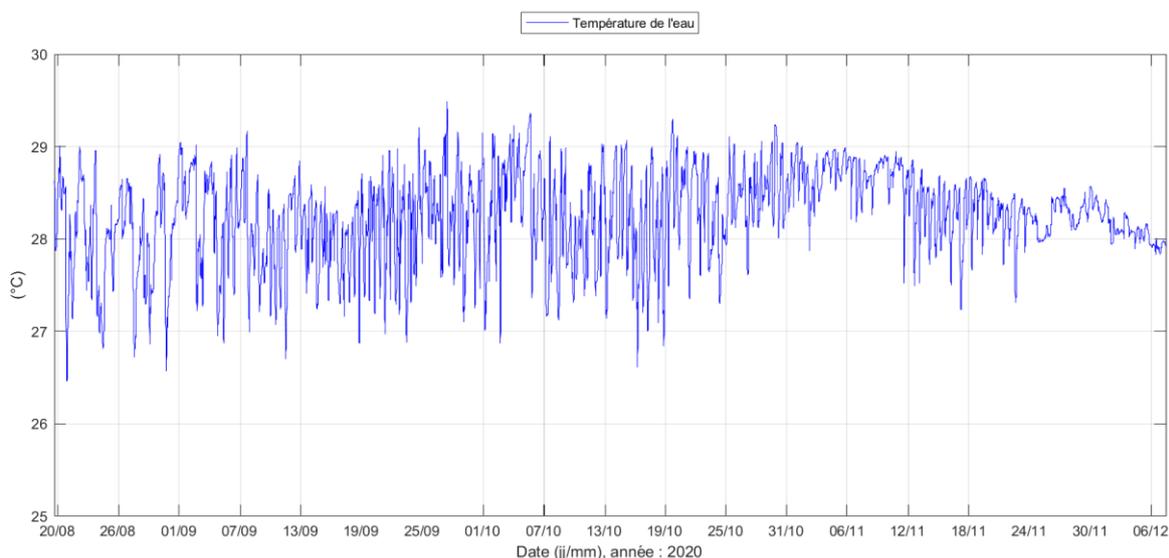


Tableau 7 : Grande Vigie – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

Grande Vigie	Minimum	Moyen	Maximum
	26.46 °C	28.24 °C	29.49 °C

La température de l'eau mesurée au fond présente des variations souvent liées à la marée. Ces fluctuations quotidiennes sont de l'ordre de 0.1 °C à plus de 2.1 °C.

En considérant un cycle de marée, la température de l'eau au fond augmente lors de la marée descendante jusqu'à marée basse, puis diminue durant la marée montante. Ces fluctuations sont observées la majorité du temps sur la période d'étude.

Si on observe la tendance générale, la température moyenne sur la période d'étude est de 28 °C. Cependant, les variations de température sont plus grandes entre fin août et fin octobre 2020. À partir de novembre 2020, les variations de température sont moins intenses et deviennent faibles (<0.5 °C) de fin novembre à début décembre 2020.

6.1.4. Grande Vigie – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes à la « Grande Vigie » sont présentées dans ce paragraphe. Par convention, la direction du courant indique la direction où il se dirige. Les directions de propagation du courant sont données en Nord Magnétique.

Les représentations suivantes permettent de visualiser les variations de la vitesse et de la direction du courant sur toute la colonne d'eau et pendant toute la durée de la campagne de mesures. L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées correspond à la hauteur d'eau et la couleur traduit la valeur de la vitesse ou de la direction (selon l'échelle de couleur à droite).

Figure 8 : Grande Vigie – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

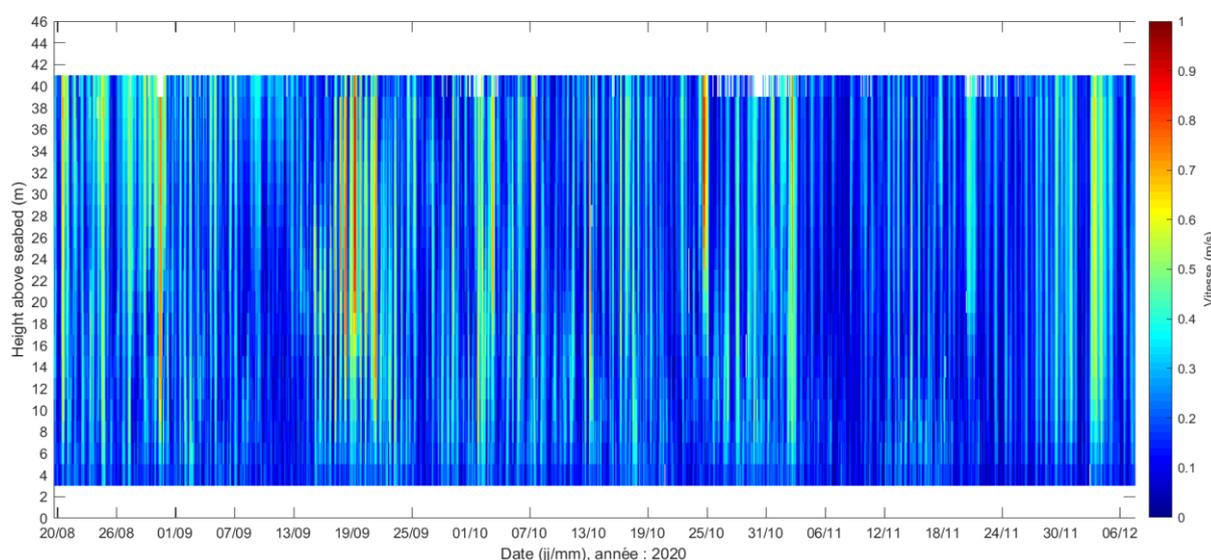


Figure 9 : Grande Vigie – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

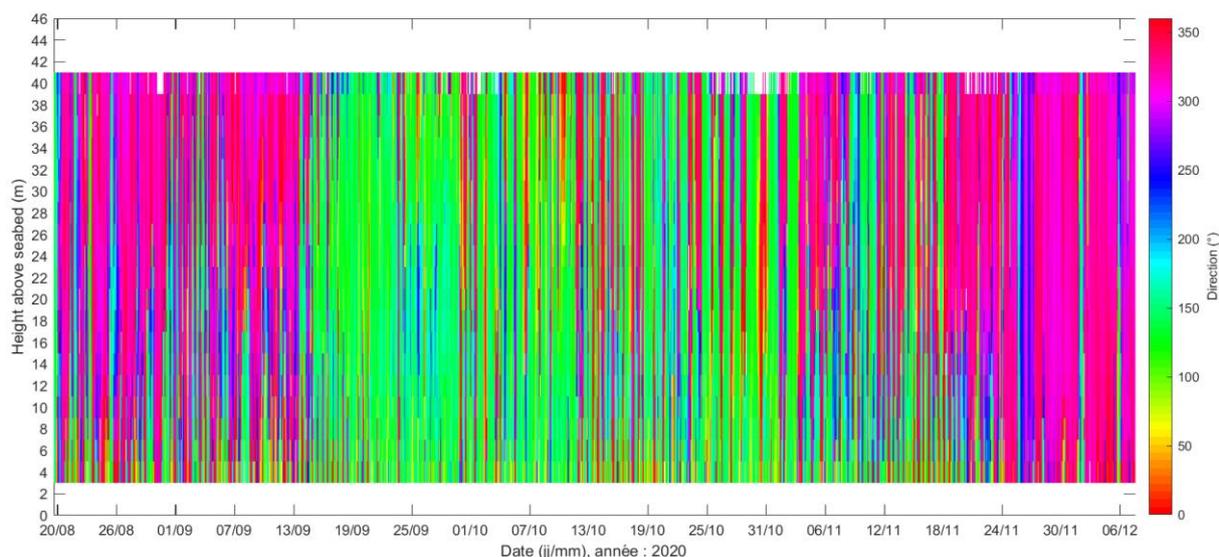
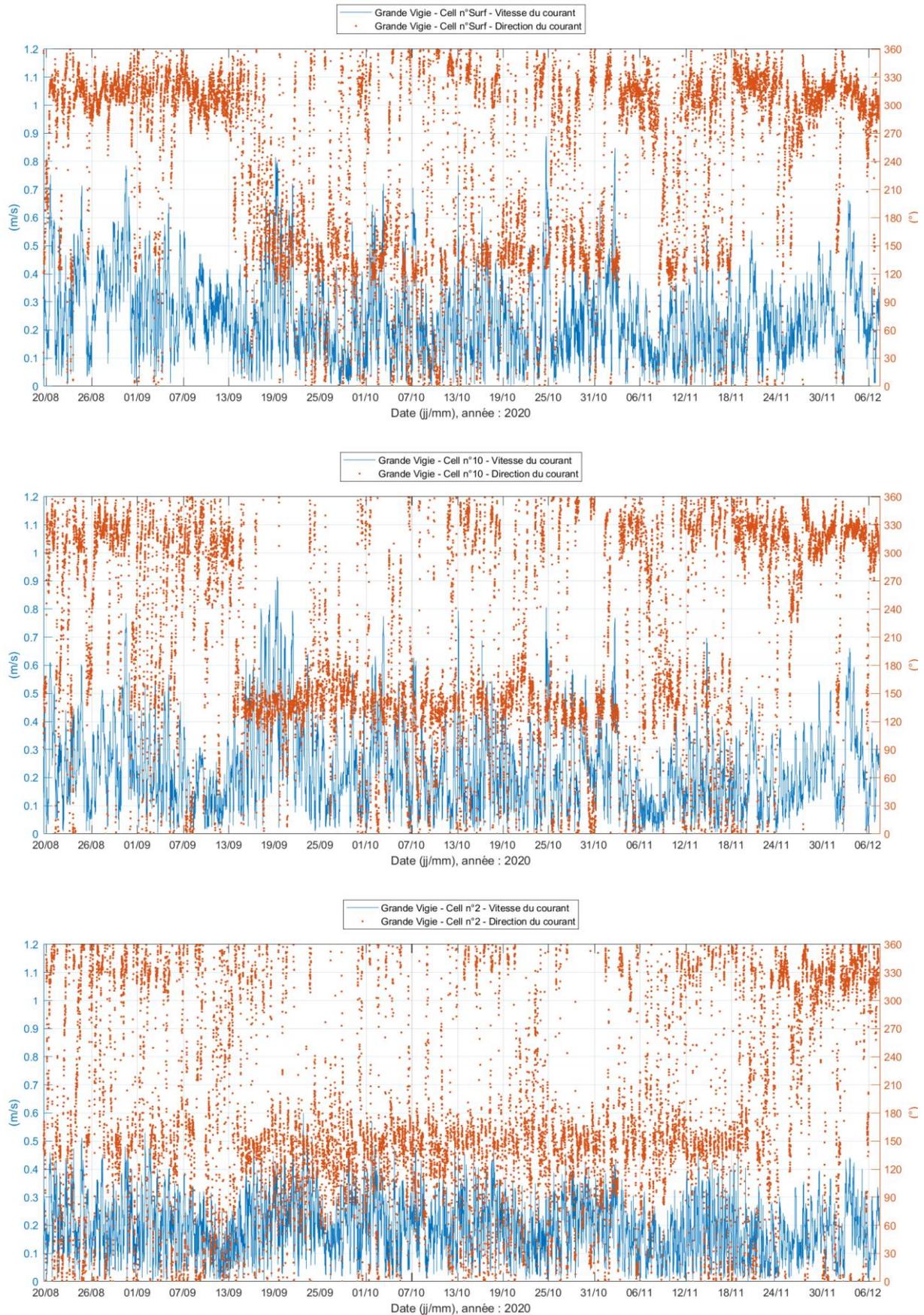


Figure 12 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



De manière générale, les vitesses du courant sont faibles à modérées sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.25 m/s en proche surface et de 0.19 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 94 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant varient légèrement sur la colonne d'eau. En proche surface, le courant se propage principalement vers le NW et secondairement vers le SE. Au centre de la colonne d'eau, la direction de propagation du courant est relevée principalement vers le NW-NNW et secondairement vers le SE. Près du fond, la direction principale du courant est observée vers le SE-SSE et la direction secondaire vers le NNW. Sur toute la colonne d'eau les vitesses maximales sont relevées vers le SE.

Sur le site d'étude, on relève des périodes de plusieurs jours où le courant se propage majoritairement vers un secteur. Entre le 20 août 2020 et le 15 septembre 2020, dans la partie supérieure de la colonne d'eau, le courant se propage essentiellement vers le secteur NW. Puis, entre le 15 septembre et le 3 novembre 2020, une direction vers le SSE principalement est observée sur toute la colonne d'eau. À partir du 19 novembre 2020, le courant se propage majoritairement vers le secteur NW jusqu'à la fin de la campagne de mesure. Lors de ces périodes, les changements de direction de propagation du courant sont moins présents.

Cependant, la marée semble légèrement influencer la courantologie locale, notamment lors des périodes de vives-eaux. Une alternance de la direction du courant secteur SE et secteur NW est observée suivant les étapes du cycle de marée.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

Figure 25 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
(coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)

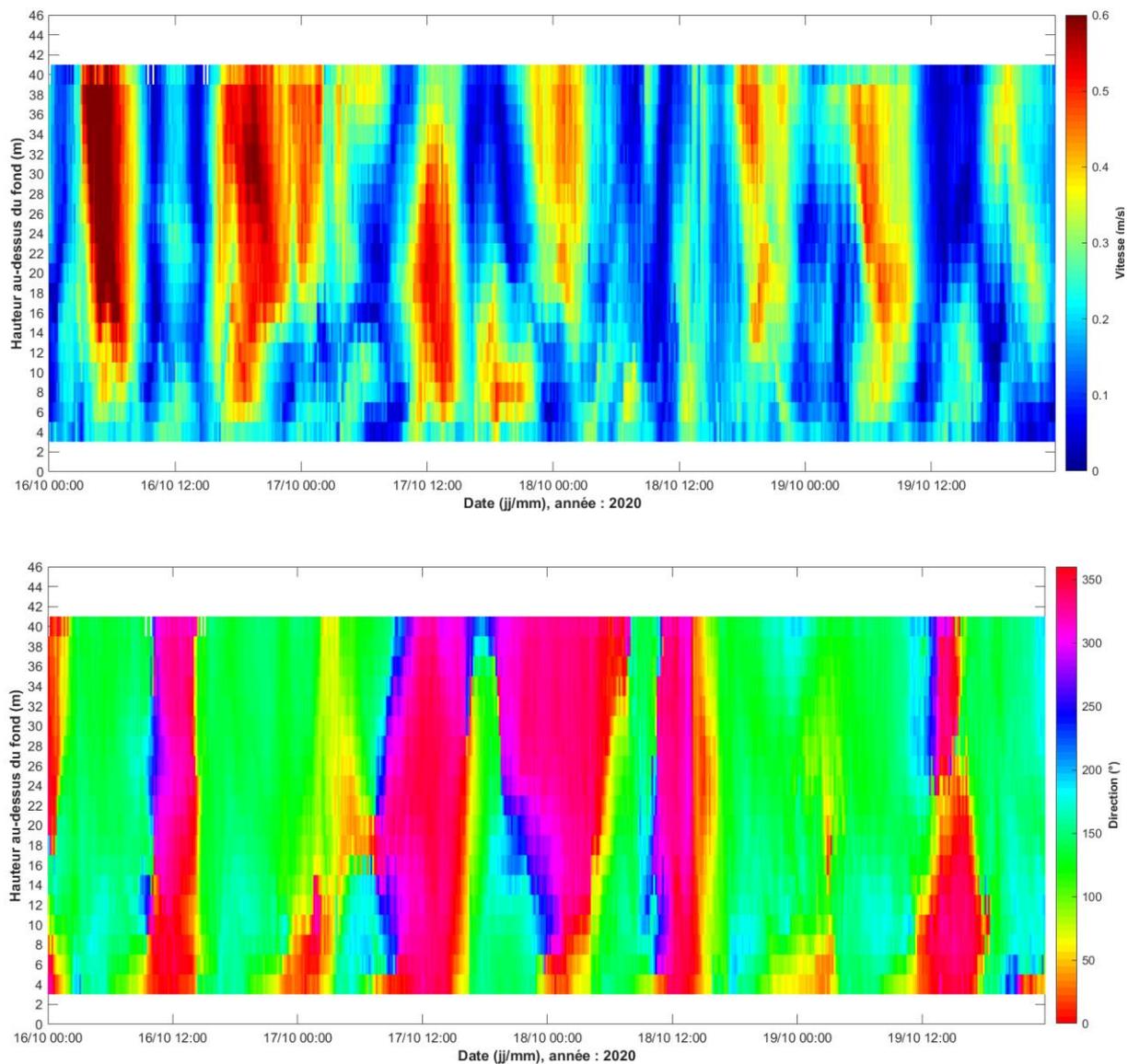


Figure 26 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 16 au 19 octobre 2020 (coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107) – Couche de surface, Couche n°10 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)

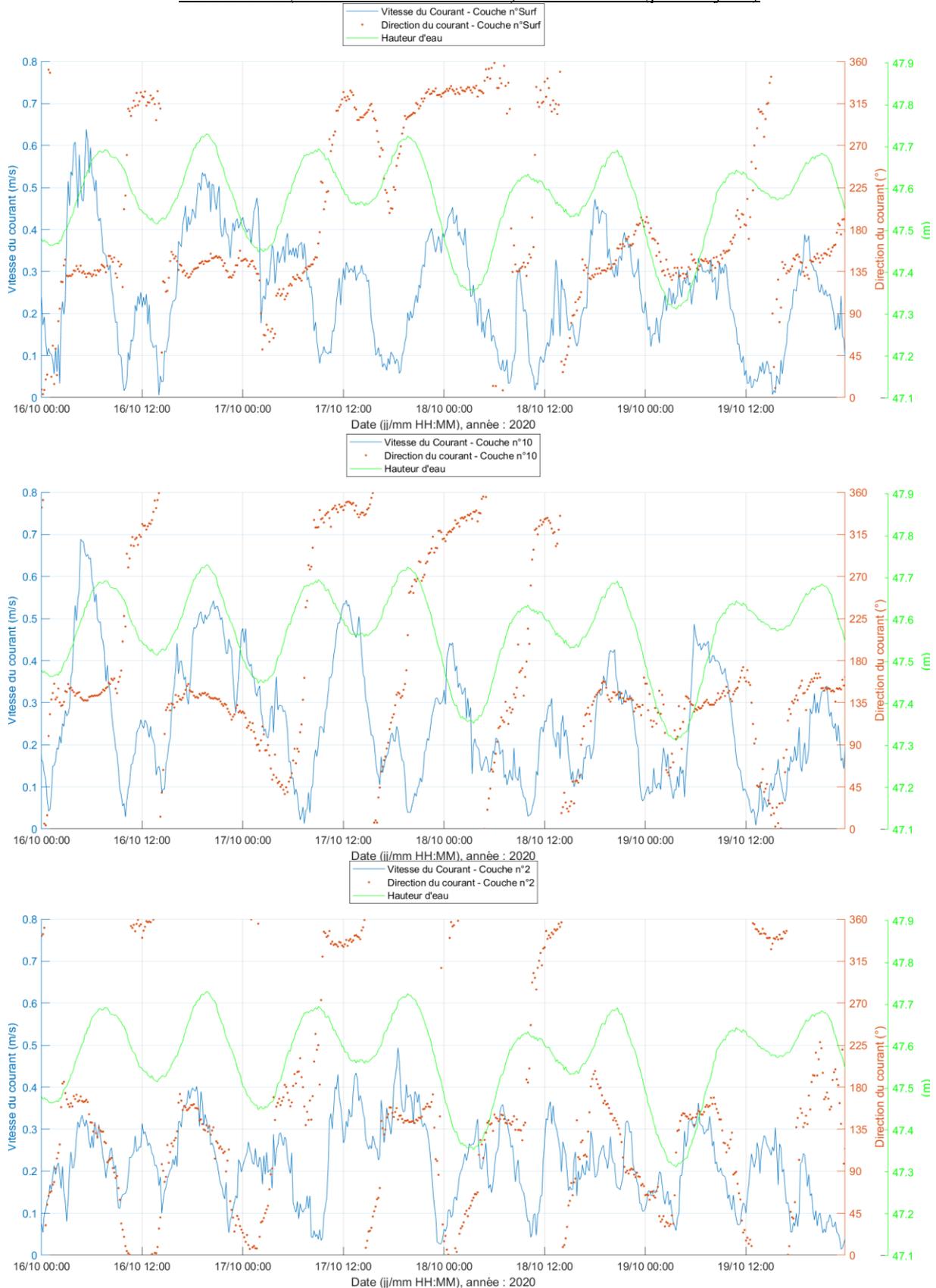


Figure 27 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

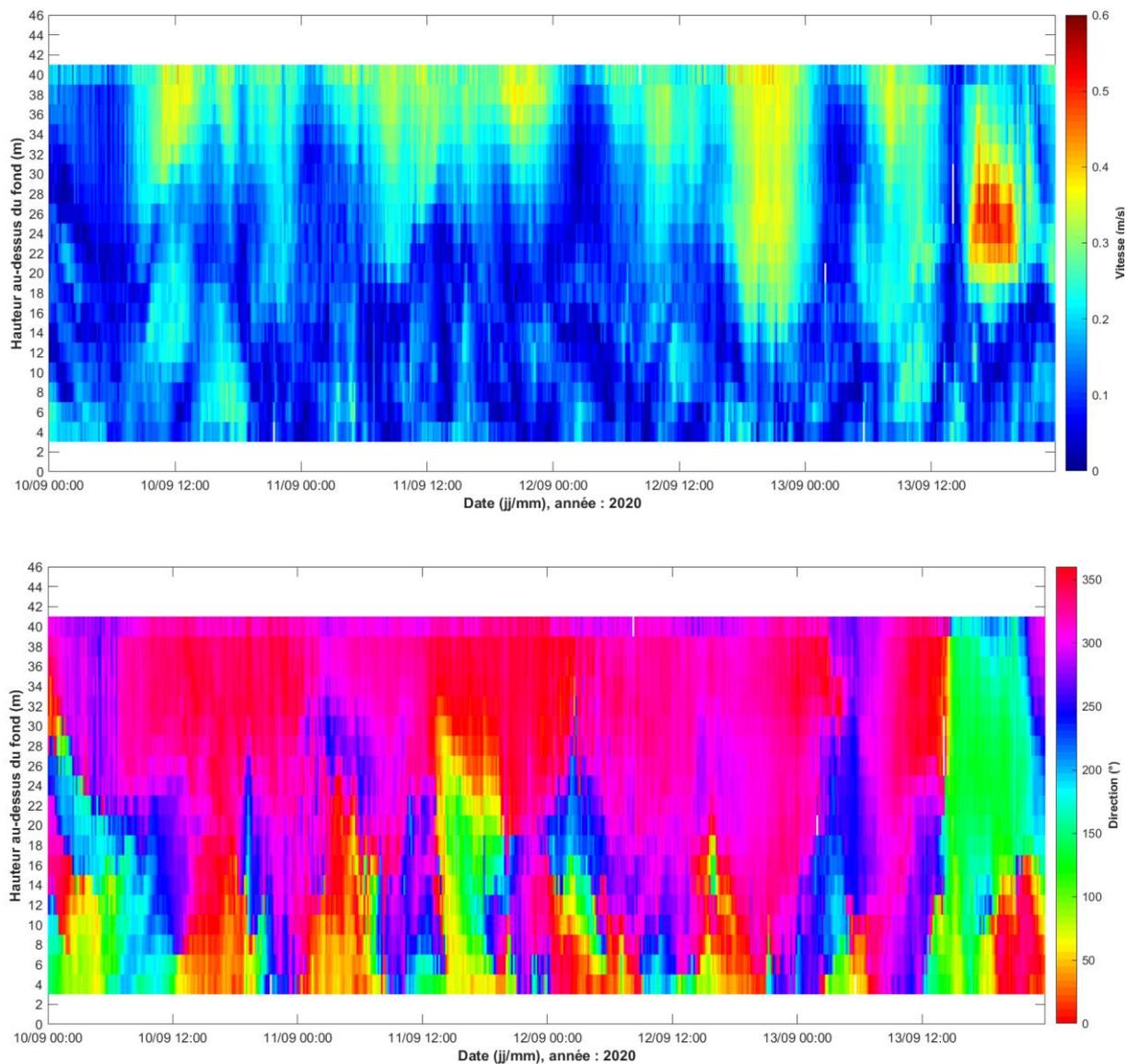
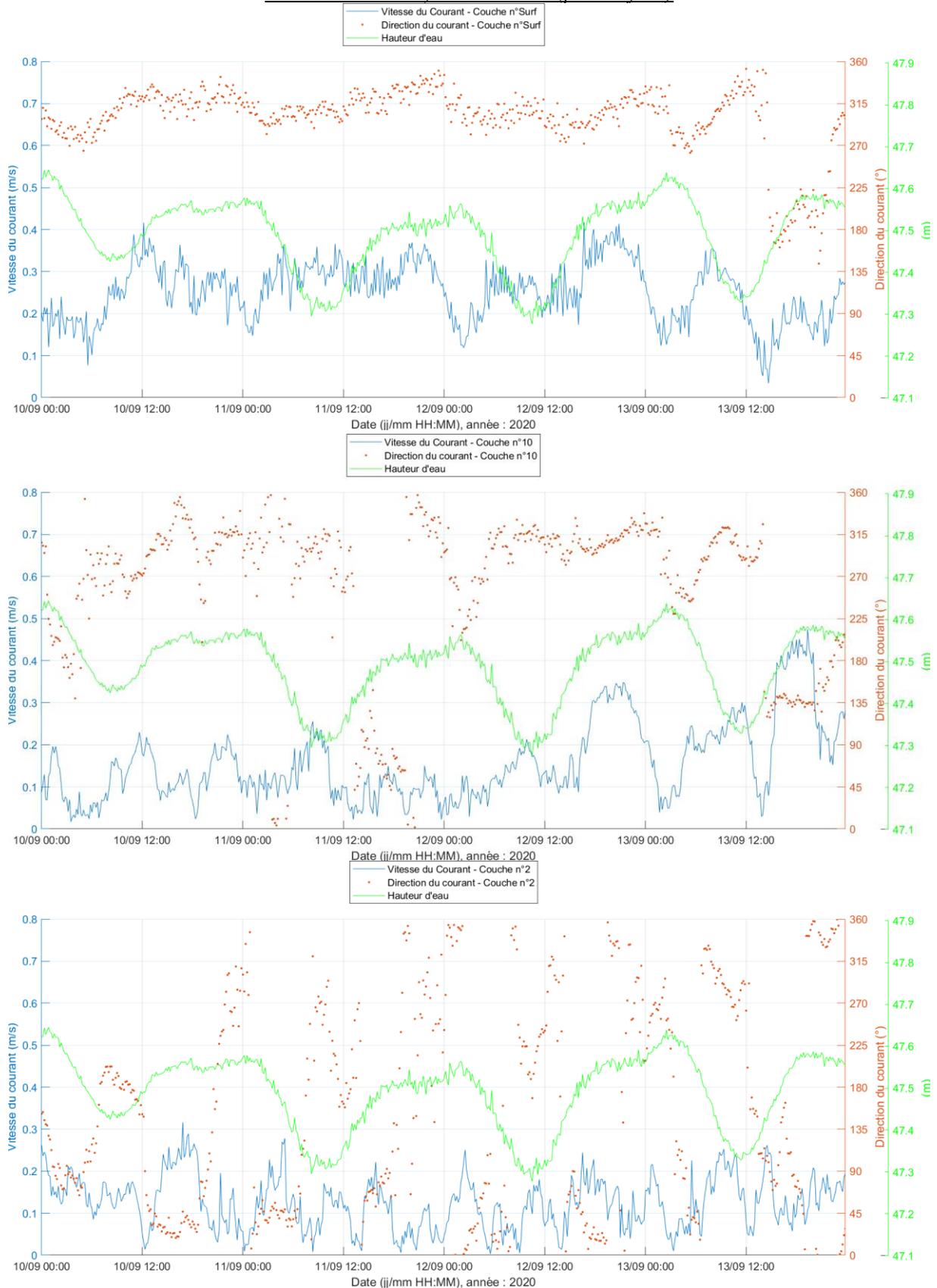


Figure 28 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42) – Couche de surface, Couche n°10 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



6.1.5. Grande Vigie – Houle

L'état de mer est caractérisé par la hauteur, la période et la direction des vagues. Par convention, « la direction de la houle est la direction d'où la houle vient, c'est-à-dire la direction de provenance ». Les directions de provenance de la houle présentées dans cette section sont en Nord Magnétique.

Les pages suivantes présentent les séries temporelles et les statistiques des principaux paramètres de la houle.

Figure 29 : Grande Vigie – Séries temporelles des hauteurs de la houle

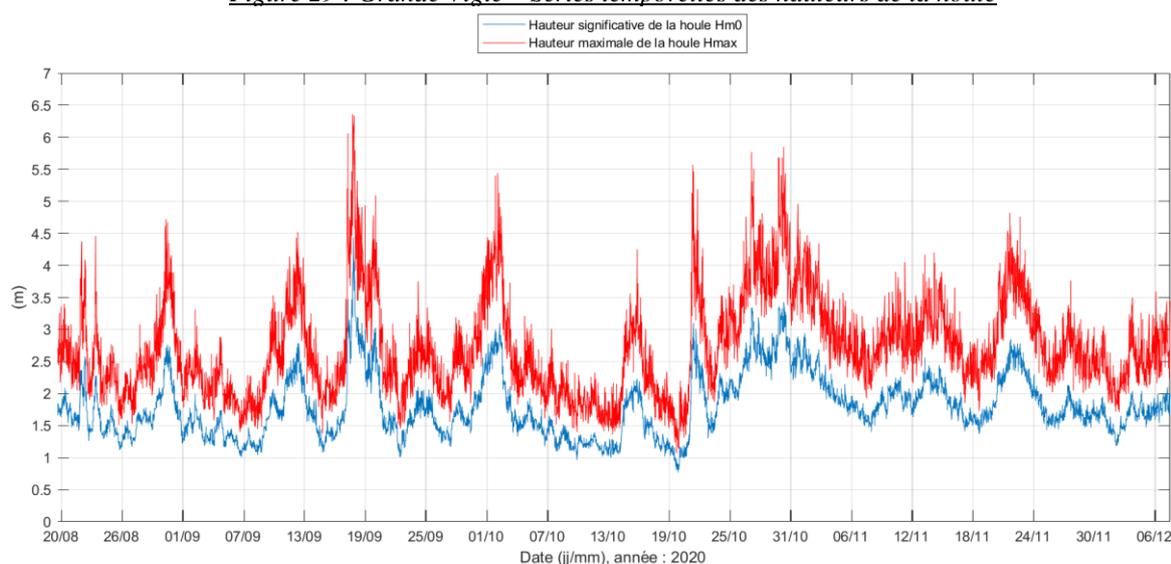


Figure 30 : Grande Vigie – Séries temporelles des périodes de la houle

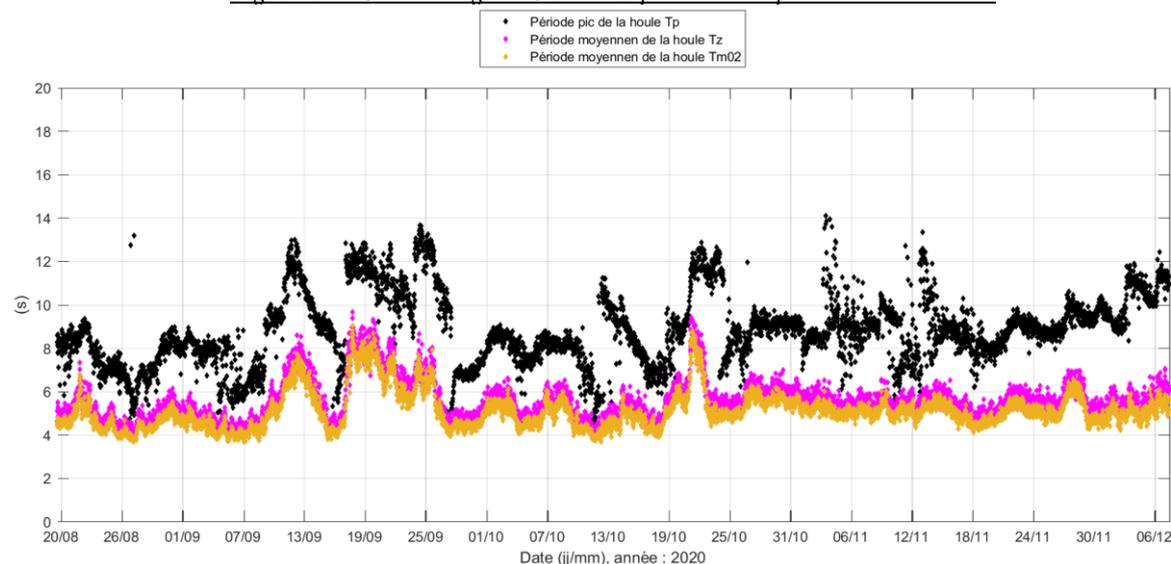
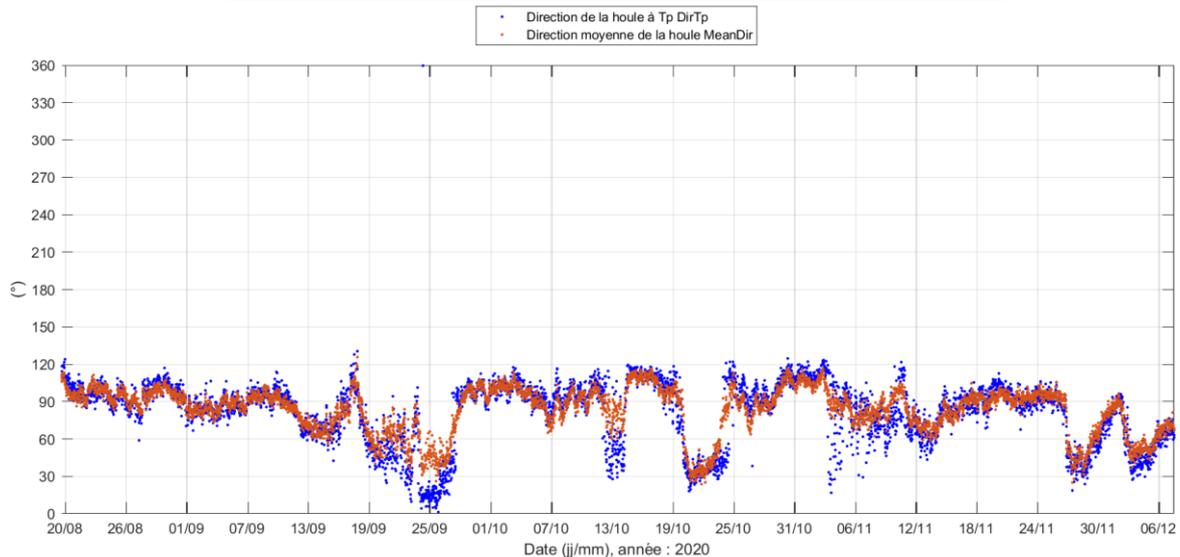


Figure 31 : Grande Vigie – Séries temporelles des directions de la houle



Durant la campagne de mesure, la mer mesurée à la « Grande Vigie » est peu agitée ($0.5 \text{ m} < Hm0 < 1.25 \text{ m}$) à forte ($2.5 \text{ m} < Hm0 < 4 \text{ m}$). Durant la période de mesure, l'état de mer sur site n'est jamais calme puisque le minimum relevé de la hauteur significative de la houle est supérieur à 0.5 m. La hauteur significative de la houle est supérieure à 1.5 m durant plus de 71 % du temps de mesure.

Les augmentations significatives de l'état de mer ($Hm0 > 3 \text{ m}$) sont détaillées ci-après :

- Entre le 17/09/2020 et le 20/09/2020 : hauteur significative de 1.66 m à 4.44 m, provenance des houles ESE au maximum de l'état de mer puis ENE, hauteur maximale atteinte H_{max} 6.36 m et période pic T_p supérieure à 10 s.
- Entre le 29/09/2020 et le 02/10/2020 : hauteur significative de 1.40 m à 3.10 m, provenance des houles E-ESE, hauteur maximale atteinte H_{max} 5.44 m et période pic inférieure à 10 s.
- Entre le 20/10/2020 et le 05/11/2020 : 2 augmentations successives de l'état de mer, hauteur significative de 1.19 m à 3.10 m, provenance des houles NE, hauteur maximale atteinte H_{max} 5.57 m et période pic supérieure à 10 s. Puis, hauteur significative de la houle de 1.56 m à 3.43 m, provenance des houles ESE, hauteur maximale atteinte H_{max} 5.85 m et période pic inférieure à 10 s.

La série temporelle des périodes pic souligne la présence de houles courtes (de périodes allant de 4 à 10 secondes) et de houles plus longues (de périodes allant de 10 à plus de 14 secondes).

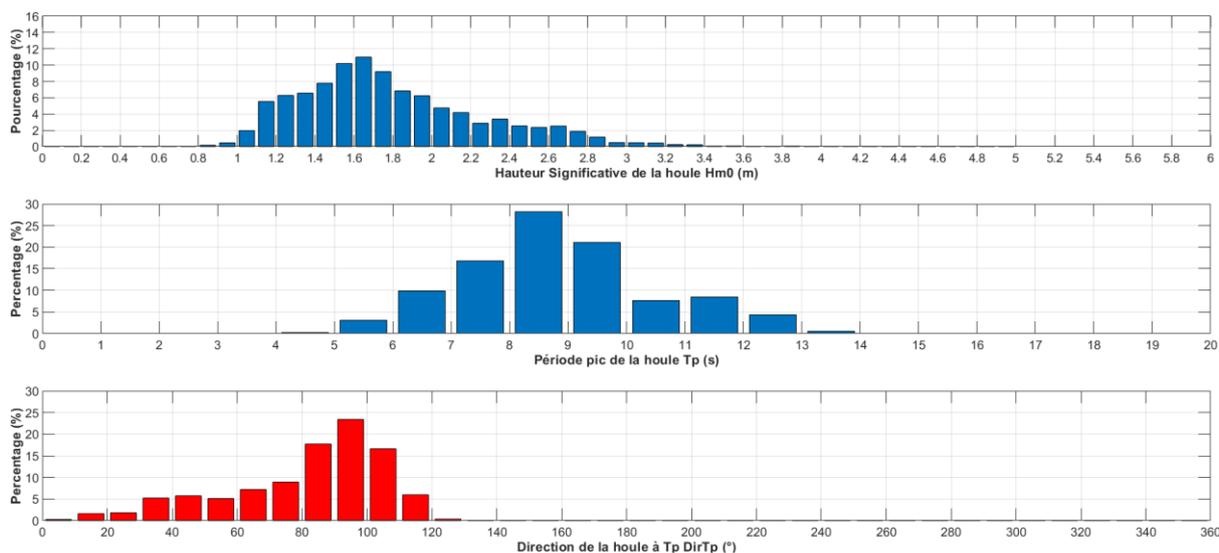
Durant la période de mesure, les houles proviennent principalement du secteur E et secondairement du secteur NE.

L'analyse statistique des mesures de houle permet de mettre en évidence les principales caractéristiques de l'état de mer sur la période de mesure ainsi que les éventuelles tendances et d'illustrer les observations précédentes.

Tableau 8 : Grande Vigie – Principales statistiques des paramètres de houle

Hm0	
Hm0 min	0.77 m
Hm0 moyen	1.80 m
Hm0 max	4.44 m
% Hm0 > 1 m	99.34 %
% Hm0 > 1.5 m	71.21 %
% Hm0 > 2 m	27.76 %
% Hm0 > 2.5 m	10.06 %
% Hm0 > 3 m	1.65 %
Hmax	
Hmax min	1.07 m
Hmax moyen	2.71 m
Hmax max	6.36 m
% Hmax > 1 m	100 %
% Hmax > 1.5 m	98.75 %
% Hmax > 2 m	83.21 %
% Hmax > 2.5 m	54.02 %
% Hmax > 3 m	29.45 %
Tp	
Tp min	4.33 s
Tp moyen	8.84 s
Tp max	14.09 s
DirTp	
Direction principale	Secteur E

Figure 32 : Grande Vigie – Histogrammes des paramètres de houle Hm0, Tp et DirTp



Les spectres d'énergie et de direction (résultats de l'analyse spectrale) sont présentés ci-dessous. Le spectre d'énergie présente l'énergie véhiculée par la houle en fonction de sa fréquence.

L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées représente la fréquence et la couleur correspond à la valeur énergétique de la houle (selon l'échelle de couleur à droite). Il en est de même pour le spectre directionnel avec la couleur correspondant à la direction. Ce spectre permet de visualiser la direction de la houle en fonction de sa fréquence.

Figure 36 : Grande Vigie - Spectre d'énergie de la houle

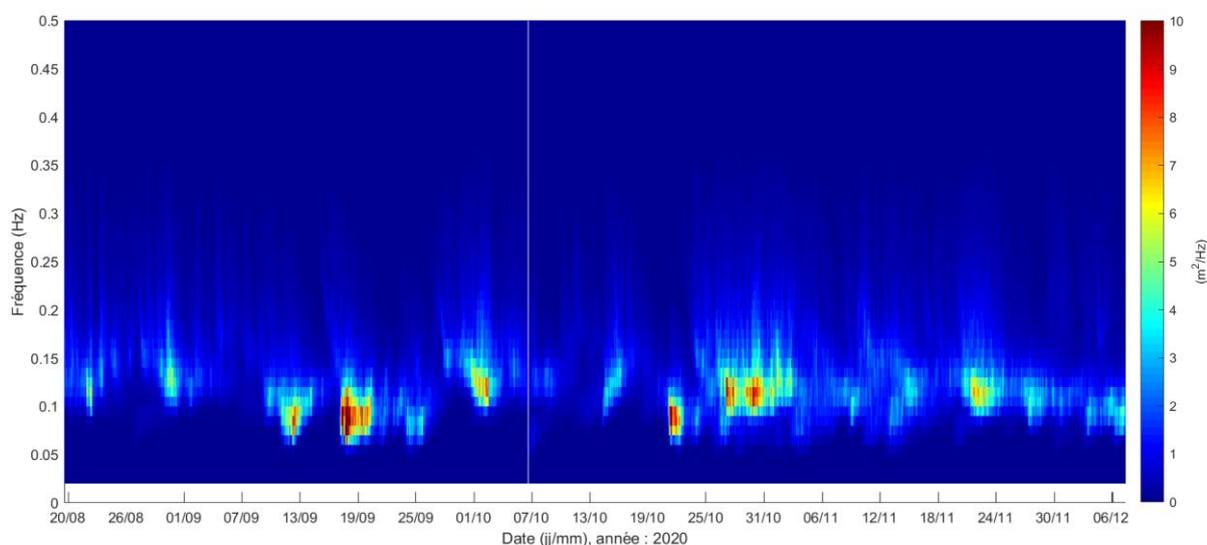
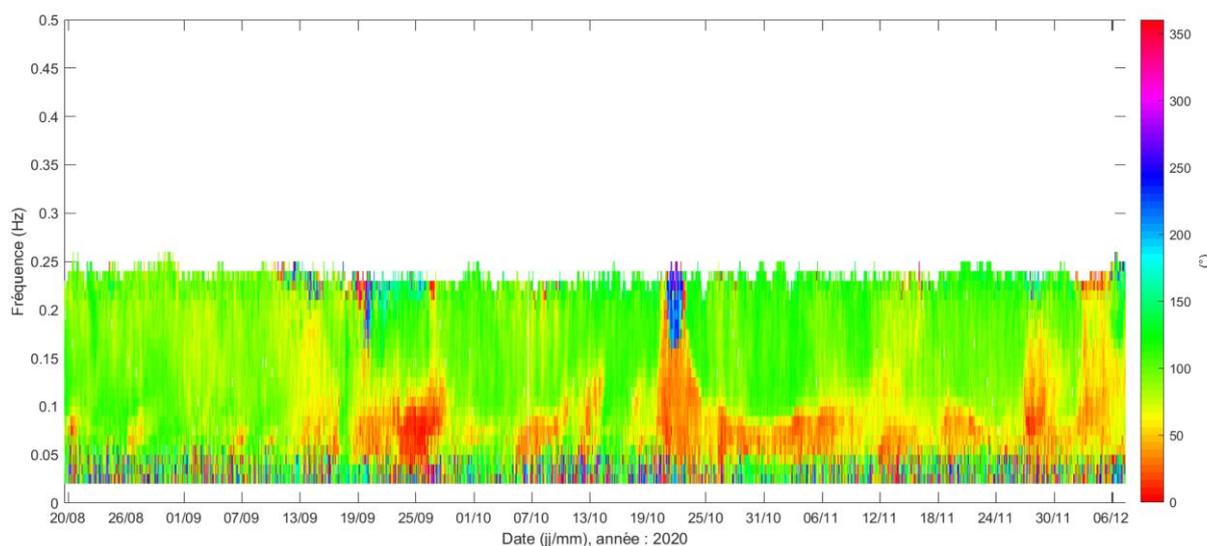


Figure 37 : Grande Vigie – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, l'énergie de la houle se partage entre les hautes et les basses fréquences avec une dominance de la houle autour de 8 s de période. La provenance de la houle est principalement NE dans les basses fréquences et secteur E-ESE dans les hautes fréquences.

6.2. Guadeloupe – GRANDE COULÉE

6.2.1. Grande Coulée – Caractéristiques générales

Coordonnées géographiques : 16°24'50.48''N / 61°46'31.57''W

Hauteur d'eau moyenne pendant la période de mesure : 46.42 m

Instrumentation : Signature 500 SN 102260

Date et heure UT de début et de fin de l'acquisition : du 19/08/2020 17h00 au 07/12/2020 15h20

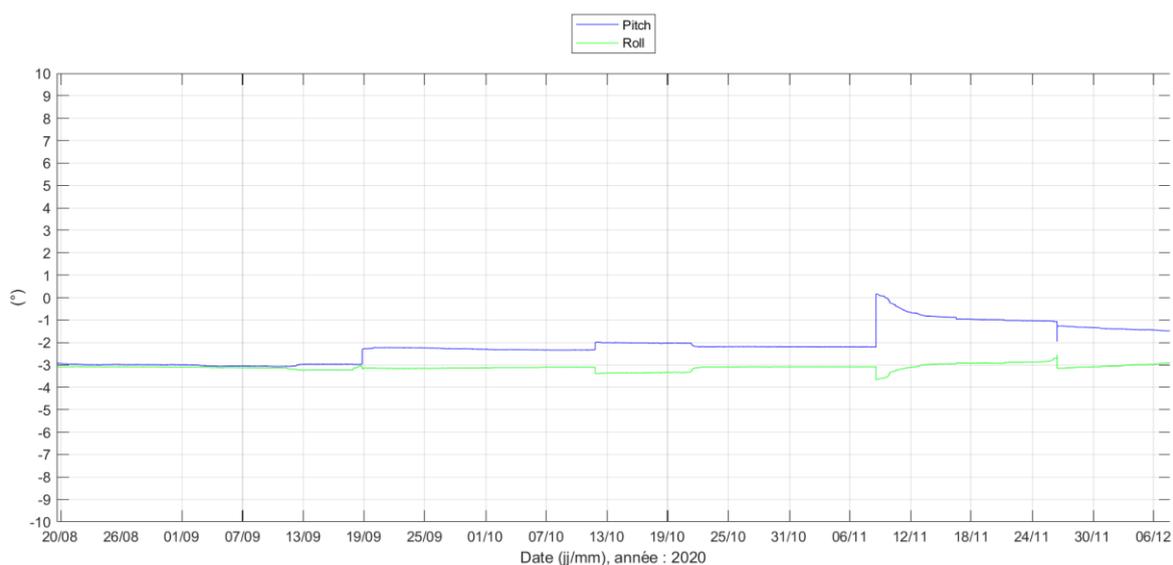
Orientation et inclinaison moyennes de l'instrument durant la période de mesure :

Heading : 345.48 °

Pitch : -2.11 °

Roll : -3.12 °

Figure 38 : Grande Coulée – Série temporelle de l'inclinaison de l'instrument durant la période de mesure



Emplacement des cellules de mesure :

Les instruments, fixés sur la structure tripode, sont localisés à 0.5 m au-dessus du fond.

Compte tenu de la zone blanche de 0.5 m et de la taille des couches de mesure de 2 m, la répartition des cellules de mesure le long de la colonne d'eau est la suivante :

Tableau 9 : Grande Coulée – Localisation des cellules de mesure sur la colonne d'eau

Numéro de la couche	Position au-dessus du fond
Surf	/
19	39 m
18	37 m
17	35 m
16	33 m
15	31 m
14	29 m
13	27 m
12	25 m
11	23 m
10	21 m
9	19 m
8	17 m
7	15 m
6	13 m
5	11 m
4	9 m
3	7 m
2	5 m
1 (près du fond)	3 m

NB : Dans l'analyse des courants à suivre, les mesures de la couche « Surf » sont présentées. La couche « Surf » représente la proche surface car elle est constituée par la dernière couche détectée en chaque point de mesure. Ainsi, la couche « Surf » n'est pas fixe dans la colonne d'eau mais se déplace avec les fluctuations du niveau d'eau dues au marnage (lorsqu'il y a plus d'eau la couverture du capteur est par conséquent plus grande et inversement lorsque le niveau d'eau diminue). Le fait de concaténer toutes les dernières couches détectées en une seule permet de visualiser le courant proche de la surface sur toute la période.

6.2.2. Grande Coulée – Hauteur d'eau

La série temporelle de la hauteur d'eau mesurée par le Signature 500 à la « Grande Coulée » est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

NB : Les mesures de pression sont converties en hauteur d'eau et corrigées de l'élévation du capteur au-dessus du fond (+0.5 m).

Figure 39 : Grande Coulée – Série temporelle de la hauteur d'eau

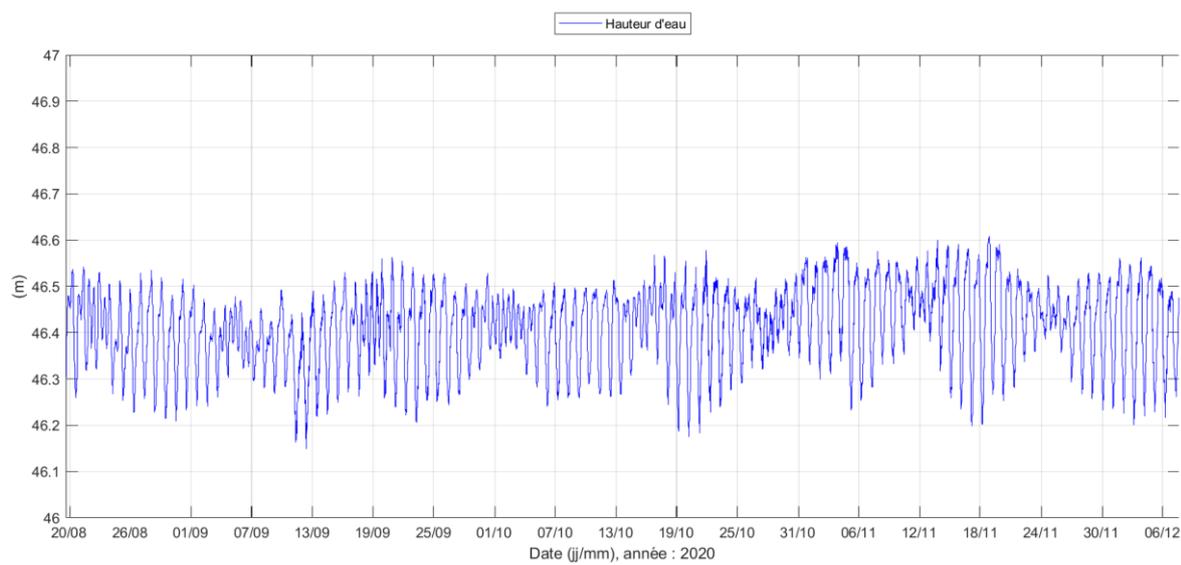


Tableau 10 : Grande Coulée – Principales statistiques relatives à la hauteur d'eau sur la période d'étude

Grande Coulée	Minimum	Moyen	Maximum
	46.15 m	46.42 m	46.61 m

La marée locale est de type mixte à prédominance diurne présentant parfois des phénomènes semi-diurnes.

Sur la zone d'étude, les marnages observés vont de 0.05 m en période de mortes-eaux à 0.39 m au maximum en période de vives-eaux.

Le niveau moyen sur le site d'étude durant la campagne est de 46.42 m. Le niveau d'eau maximal relevé est de 46.61 m et le niveau d'eau minimal de 46.15 m.

6.2.3. Grande Coulée – Température

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par le Signature 500 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 40 : Grande Coulée - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

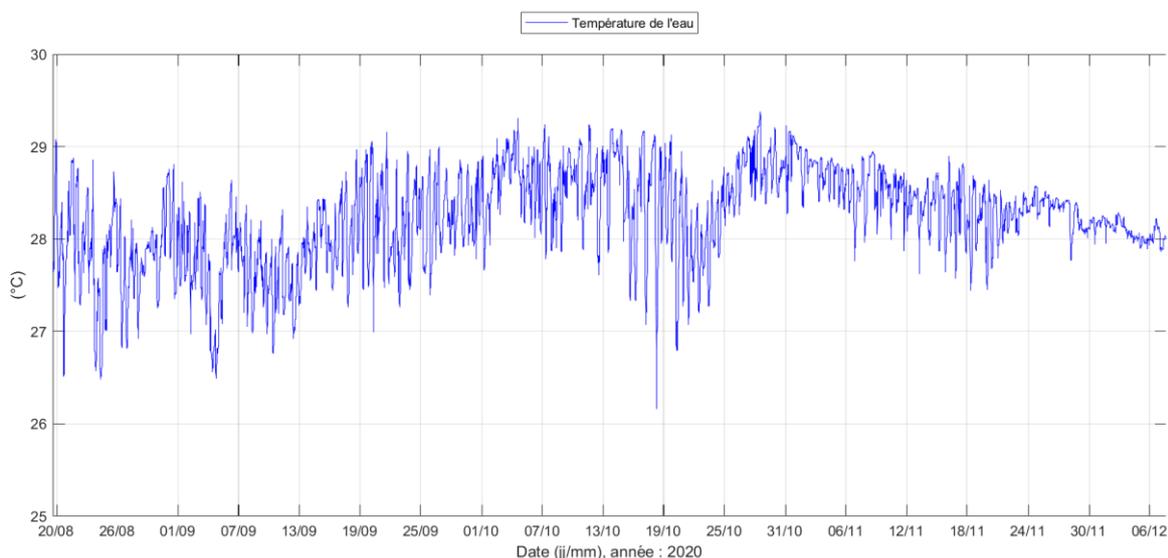


Tableau 11 : Grande Coulée – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

Grande Coulée	Minimum	Moyen	Maximum
	26.16 °C	28.23 °C	29.38 °C

La température de l'eau mesurée au fond présente des variations souvent liées à la marée. Ces fluctuations quotidiennes sont de l'ordre de 0.1 °C à près de 3 °C.

En considérant un cycle de marée, la température de l'eau au fond augmente lors de la marée descendante jusqu'à marée basse, puis diminue durant la marée montante. Ces fluctuations sont observées la majorité du temps sur la période d'étude.

Si on observe la tendance générale, les variations de température sont conséquentes du début de la campagne de mesure à la fin du mois d'octobre 2020, avec une température de l'eau au fond fluctuant entre 27 °C et 29 °C en moyenne. À partir de novembre 2020, la température de l'eau au fond diminue progressivement passant de 28.7 °C en moyenne à 28 °C à la fin de la campagne. Durant cette période, les variations diminuent aussi progressivement et sont inférieures à 0.5 °C début décembre 2020.

6.2.4. Grande Coulée – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes à la « Grande Coulée » sont présentées dans ce paragraphe. Par convention, la direction du courant indique la direction où il se dirige. Les directions de propagation du courant sont données en Nord Magnétique.

Les représentations suivantes permettent de visualiser les variations de la vitesse et de la direction du courant sur toute la colonne d'eau et pendant toute la durée de la campagne de mesures. L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées correspond à la hauteur d'eau et la couleur traduit la valeur de la vitesse ou de la direction (selon l'échelle de couleur à droite).

Figure 41 : Grande Coulée – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

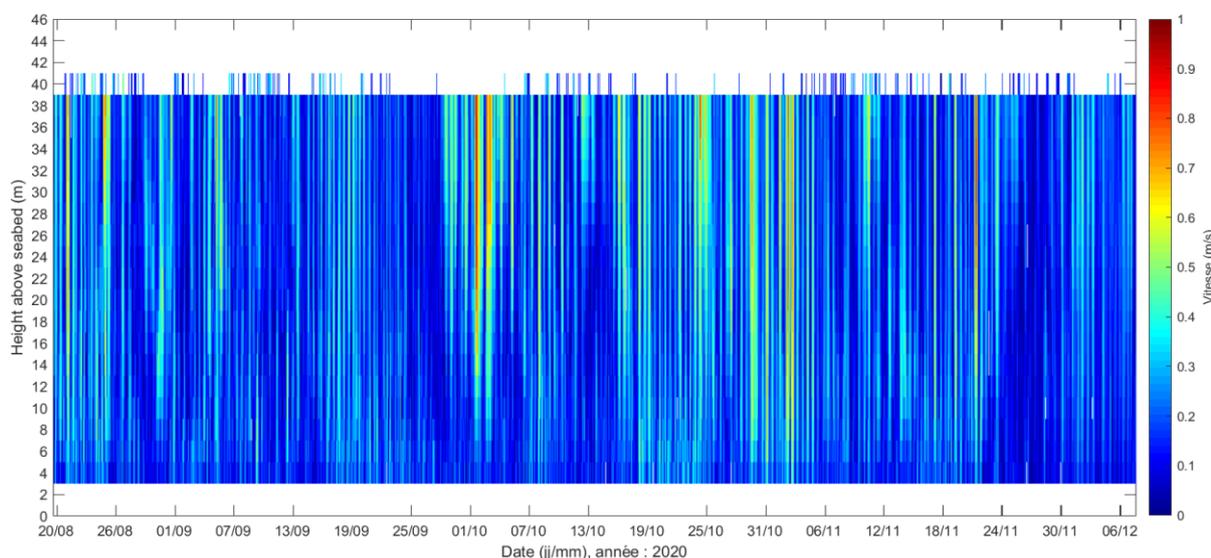


Figure 42 : Grande Coulée – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

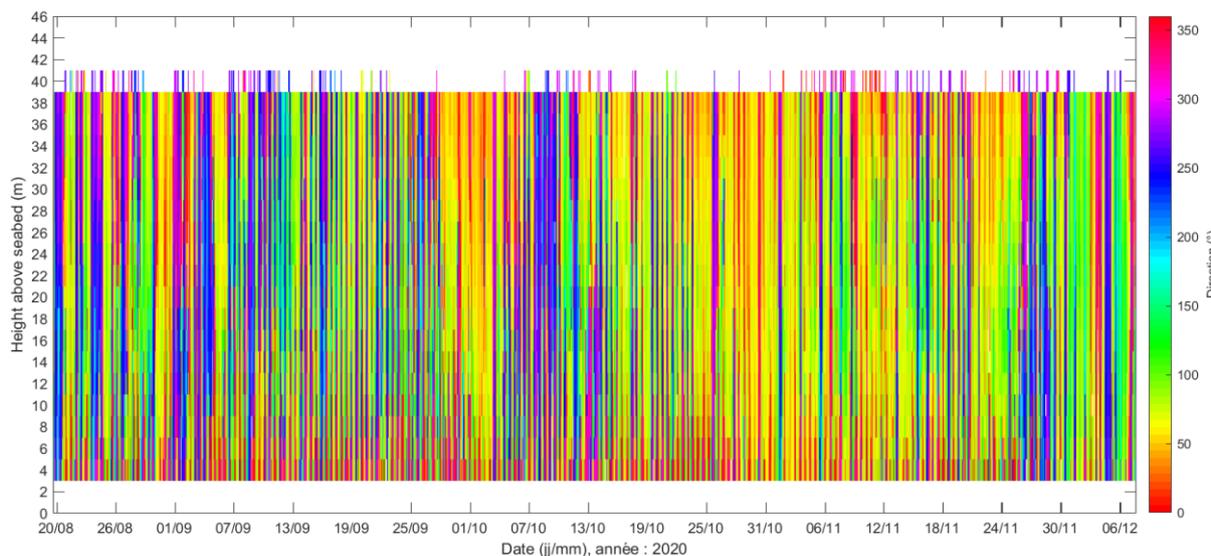
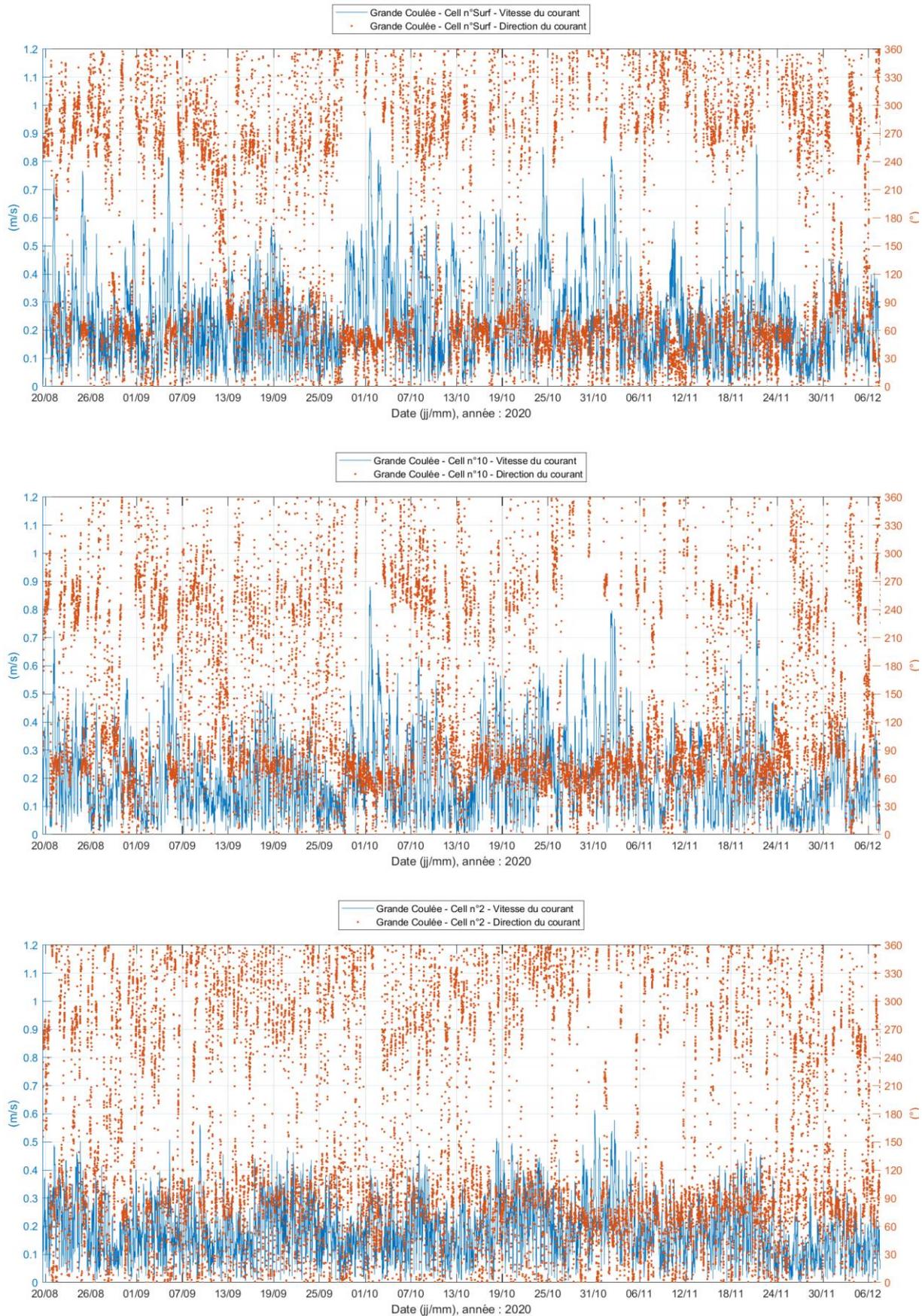


Figure 45 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



De manière générale, les vitesses du courant sont faibles à modérées sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.24 m/s en proche surface et de 0.18 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 93 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant varient légèrement sur la colonne d'eau. En proche surface, le courant se propage principalement vers le NE-ENE et secondairement vers le secteur W. Au centre de la colonne d'eau, la direction de propagation du courant est relevée principalement vers l'ENE et secondairement vers l'WSW. Près du fond, la direction principale du courant est observée vers l'ENE-E et la direction secondaire est relativement éparse entre l'W et le NE. Sur toute la colonne d'eau les vitesses maximales sont relevées vers les directions principales de propagation du courant.

La propagation vers le secteur ENE reste dominante sur toute la colonne d'eau durant la période d'étude. Au centre la colonne d'eau, cette direction du courant est observée pendant près de 40 % du temps de mesure.

La marée semble influencer la courantologie locale, notamment dans les couches près du fond. Dans ces couches, une alternance de la direction du courant secteur E et secteur WNW suivant les étapes du cycle de marée est observée.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

Figure 58 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
(coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)

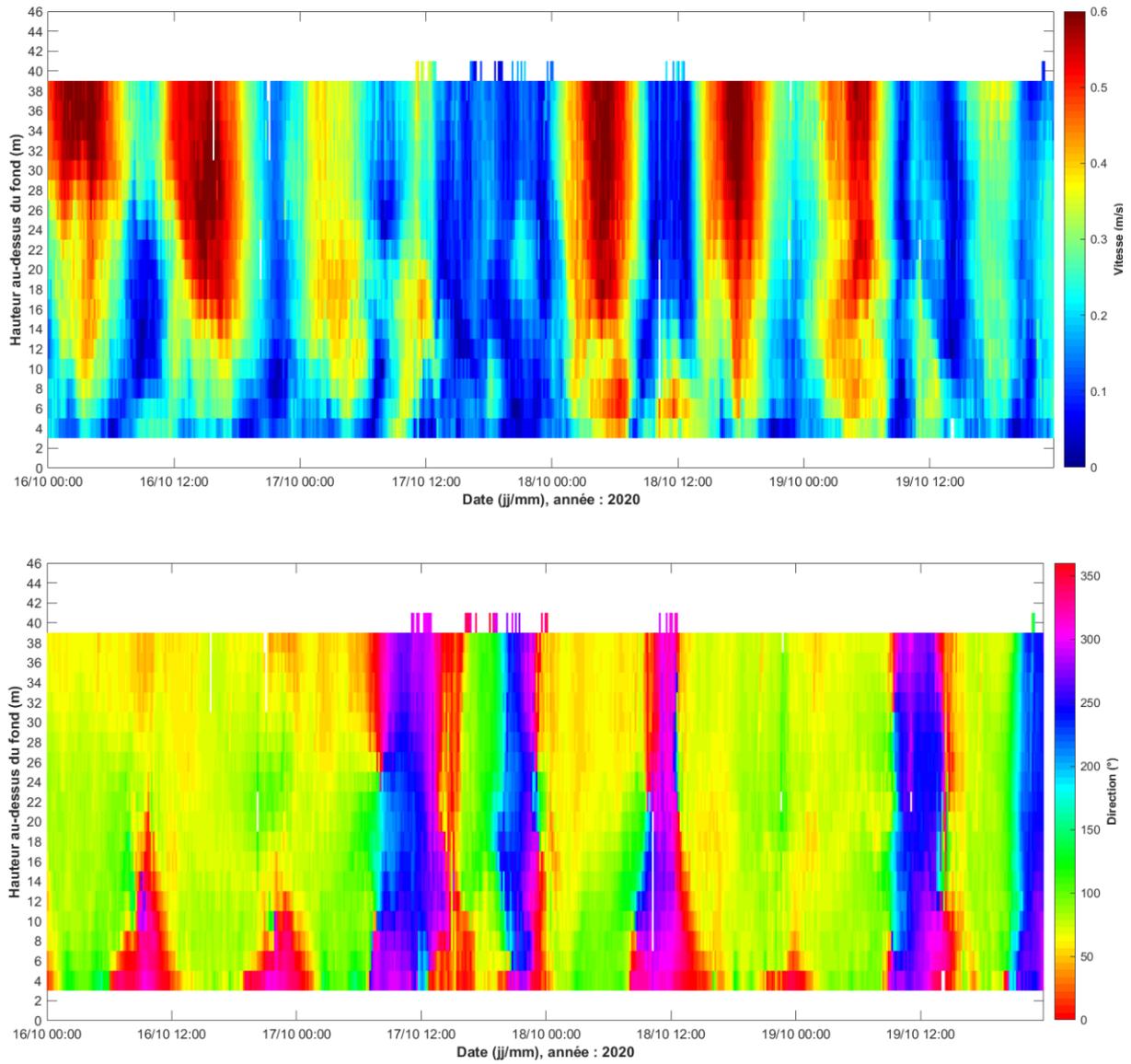


Figure 59 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 16 au 19 octobre 2020 (coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107) – Couche de surface, Couche n°10 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)

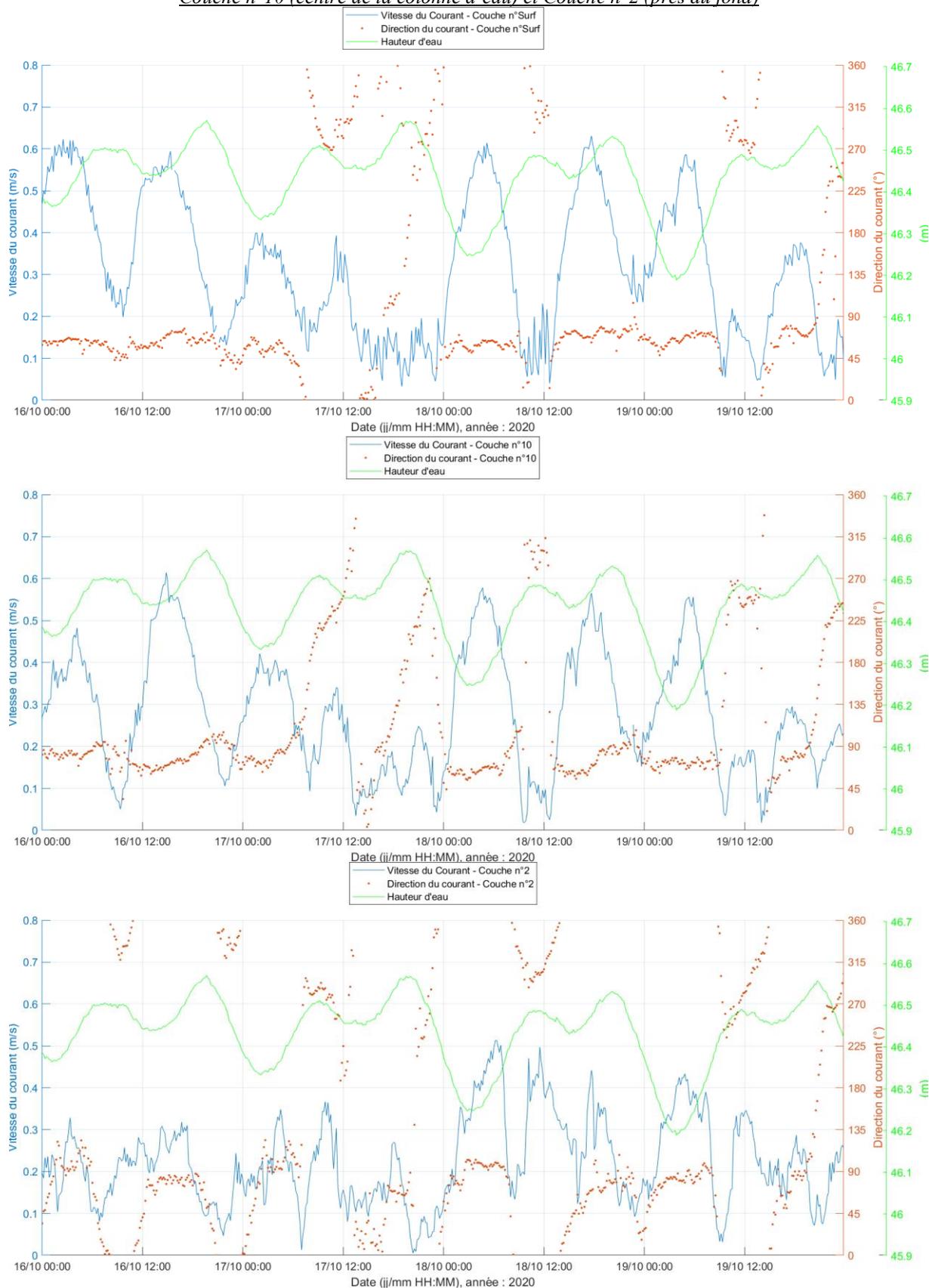


Figure 60 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

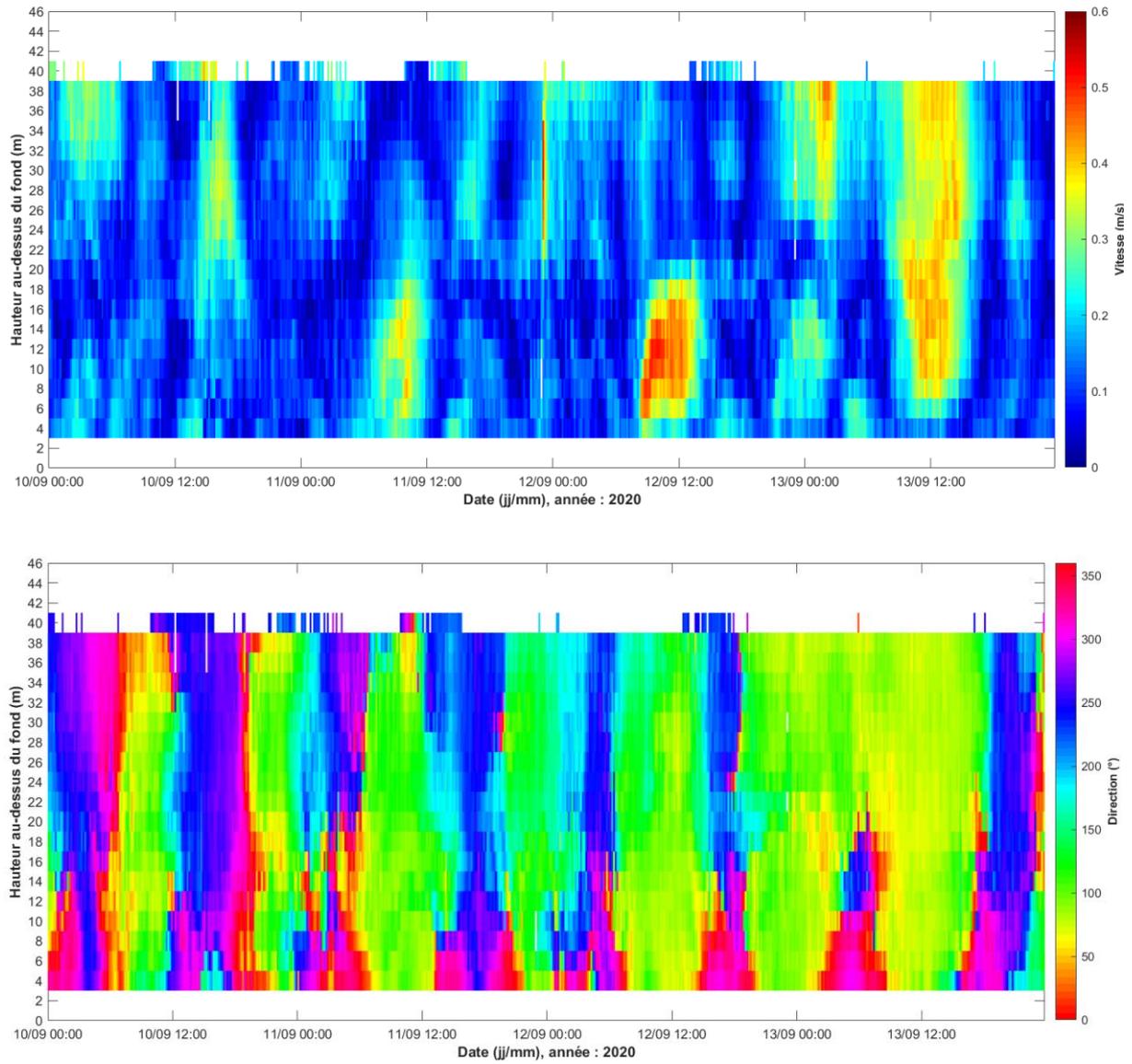
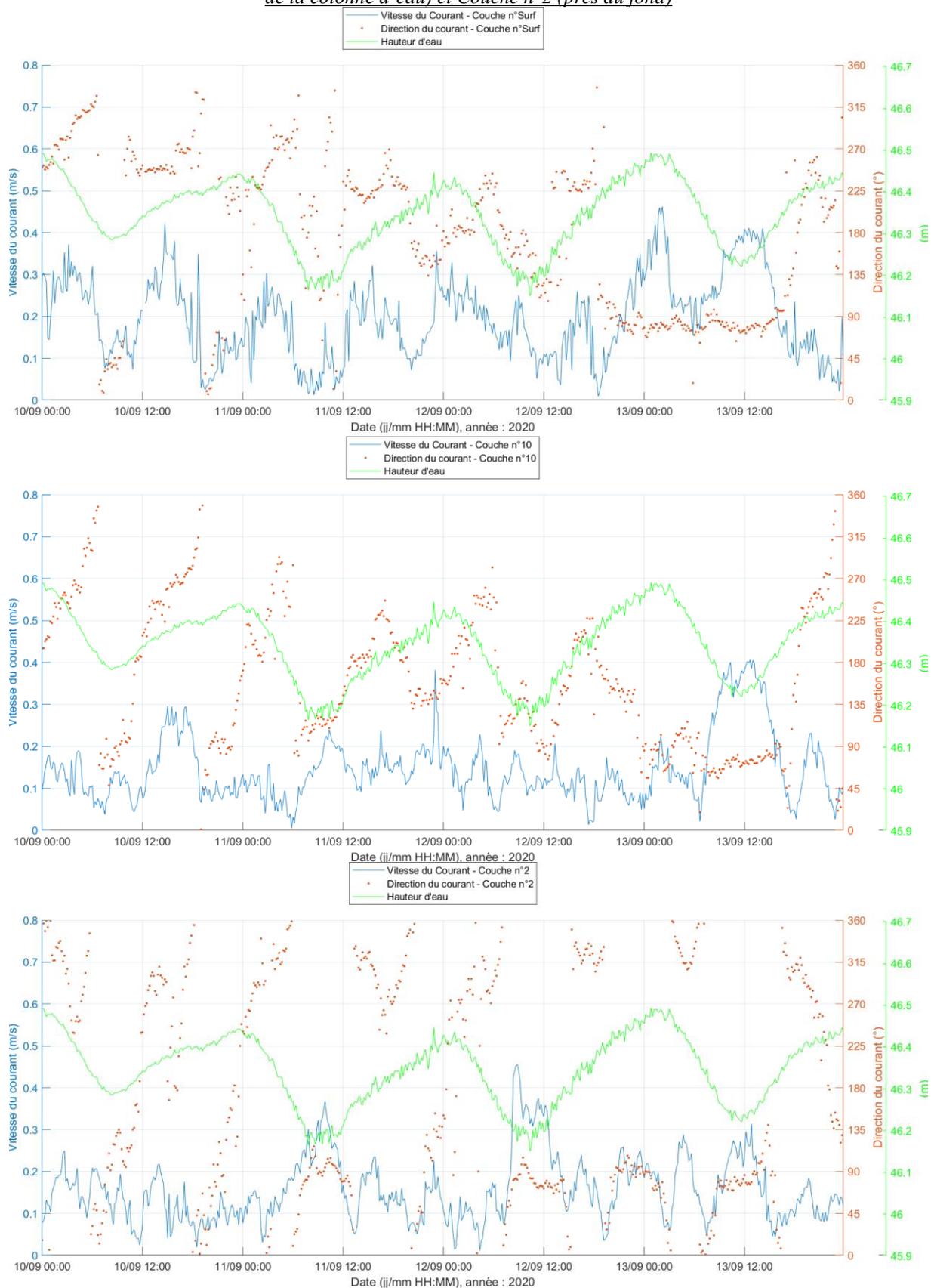


Figure 61 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42) – Couche de surface, Couche n°10 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



6.2.5. Grande Coulée – Houle

L'état de mer est caractérisé par la hauteur, la période et la direction des vagues. Par convention, « la direction de la houle est la direction d'où la houle vient, c'est-à-dire la direction de provenance ». Les directions de provenance de la houle présentées dans cette section sont en Nord Magnétique.

Les pages suivantes présentent les séries temporelles et les statistiques des principaux paramètres de la houle.

Figure 62 : Grande Coulée – Séries temporelles des hauteurs de la houle

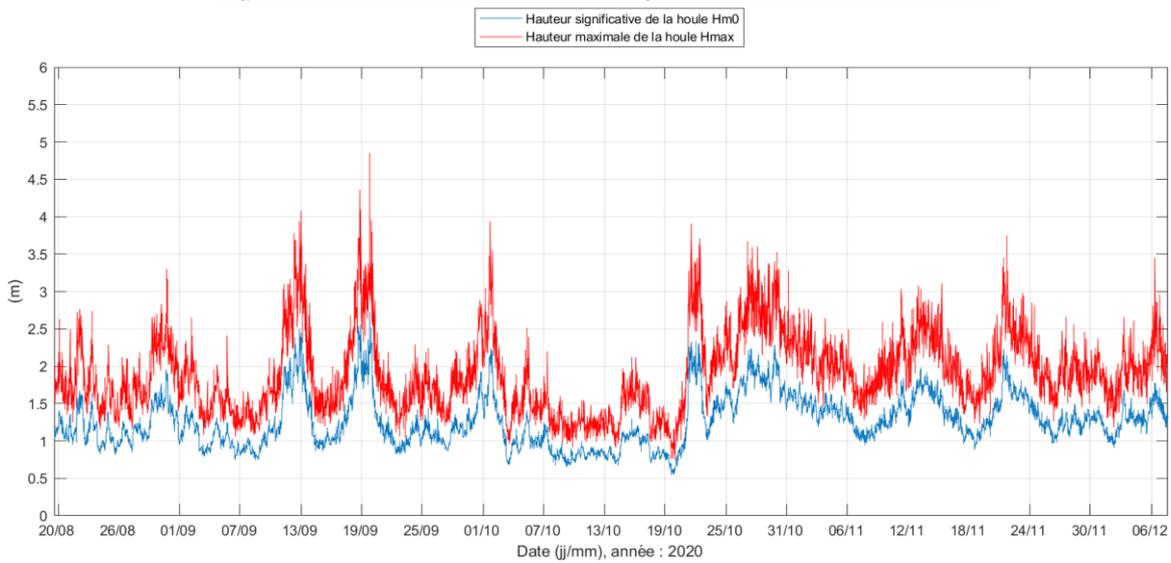


Figure 63 : Grande Coulée – Séries temporelles des périodes de la houle

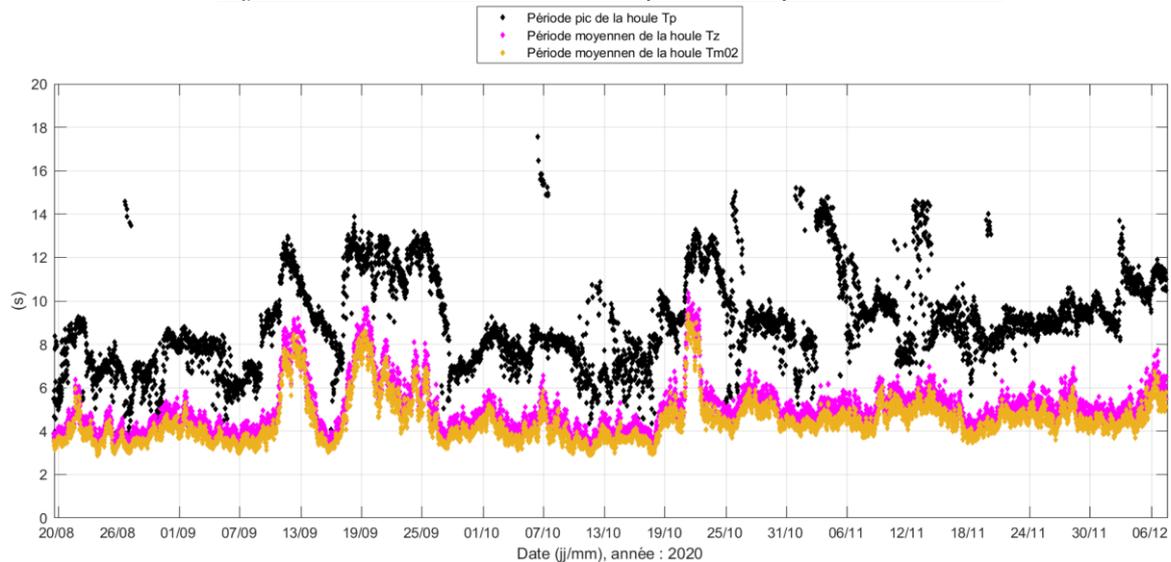
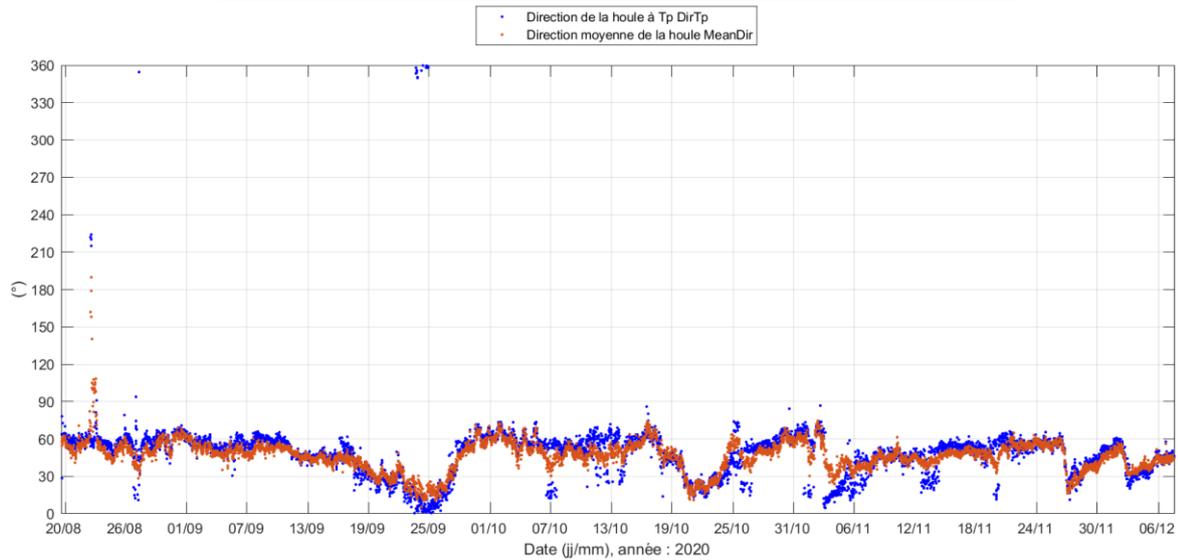


Figure 64 : Grande Coulée – Séries temporelles des directions de la houle



Durant la campagne de mesure, la mer mesurée à la « Grande Vigie » est peu agitée ($0.5\text{ m} < H_{m0} < 1.25\text{ m}$) à agitée ($1.25\text{ m} < H_{m0} < 2.5\text{ m}$). Durant la période de mesure, l'état de mer sur site n'est jamais calme puisque le minimum relevé de la hauteur significative de la houle est supérieur à 0.5 m . La hauteur significative de la houle est supérieure à 1.5 m durant près de 23 % du temps de mesure.

Les augmentations significatives de l'état de mer ($H_{m0} > 2.5\text{ m}$) sont détaillées ci-après :

- Entre le 11/09/2020 et le 14/09/2020 : hauteur significative de 1.16 m à 2.50 m , provenance des houles NE, hauteur maximale atteinte $H_{max} 4.08\text{ m}$ et période pic T_p supérieure à 10 s .
- Entre le 18/09/2020 et le 20/09/2020 : hauteur significative de 1.40 m à 2.73 m , provenance des houles NNE, hauteur maximale atteinte $H_{max} 4.85\text{ m}$ et période pic T_p supérieure à 10 s .

La série temporelle des périodes pic souligne la présence de houles courtes (de périodes allant de 3 à 10 secondes) et de houles plus longues (de périodes allant de 10 à près de 18 secondes). Les augmentations de l'état de mer sont associées à des houles longues.

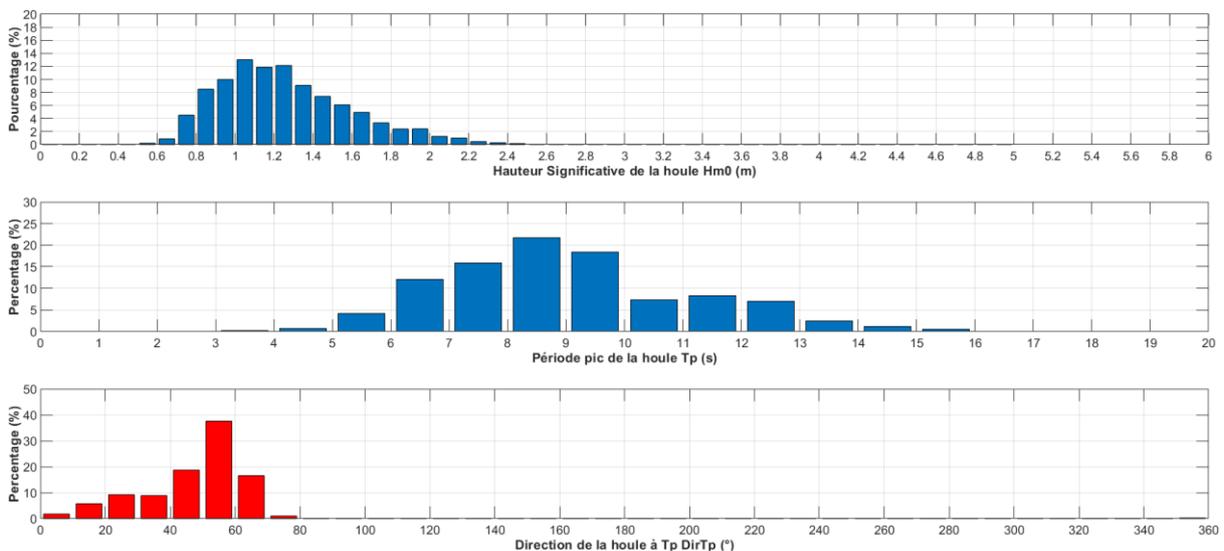
Durant la période de mesure, les houles proviennent principalement du secteur NE-ENE.

L'analyse statistique des mesures de houle permet de mettre en évidence les principales caractéristiques de l'état de mer sur la période de mesure ainsi que les éventuelles tendances et d'illustrer les observations précédentes.

Tableau 12 : Grande Coulée – Principales statistiques des paramètres de houle

Hm0	
Hm0 min	0.54 m
Hm0 moyen	1.26 m
Hm0 max	2.73 m
% Hm0 > 1 m	75.91 %
% Hm0 > 1.5 m	22.42 %
% Hm0 > 2 m	3.22 %
% Hm0 > 2.5 m	0.08 %
% Hm0 > 3 m	0 %
Hmax	
Hmax min	0.74 m
Hmax moyen	1.89 m
Hmax max	4.85 m
% Hmax > 1 m	99.26 %
% Hmax > 1.5 m	73.81 %
% Hmax > 2 m	36.16 %
% Hmax > 2.5 m	13.34 %
% Hmax > 3 m	3.85 %
Tp	
Tp min	3.52 s
Tp moyen	9.02 s
Tp max	17.56 s
DirTp	
Direction principale	NE-ENE

Figure 65 : Grande Coulée – Histogrammes des paramètres de houle Hm0, Tp et DirTp



Les spectres d'énergie et de direction (résultats de l'analyse spectrale) sont présentés ci-dessous. Le spectre d'énergie présente l'énergie véhiculée par la houle en fonction de sa fréquence.

L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées représente la fréquence et la couleur correspond à la valeur énergétique de la houle (selon l'échelle de couleur à droite). Il en est de même pour le spectre directionnel avec la couleur correspondant à la direction. Ce spectre permet de visualiser la direction de la houle en fonction de sa fréquence.

Figure 69 : Grande Coulée - Spectre d'énergie de la houle

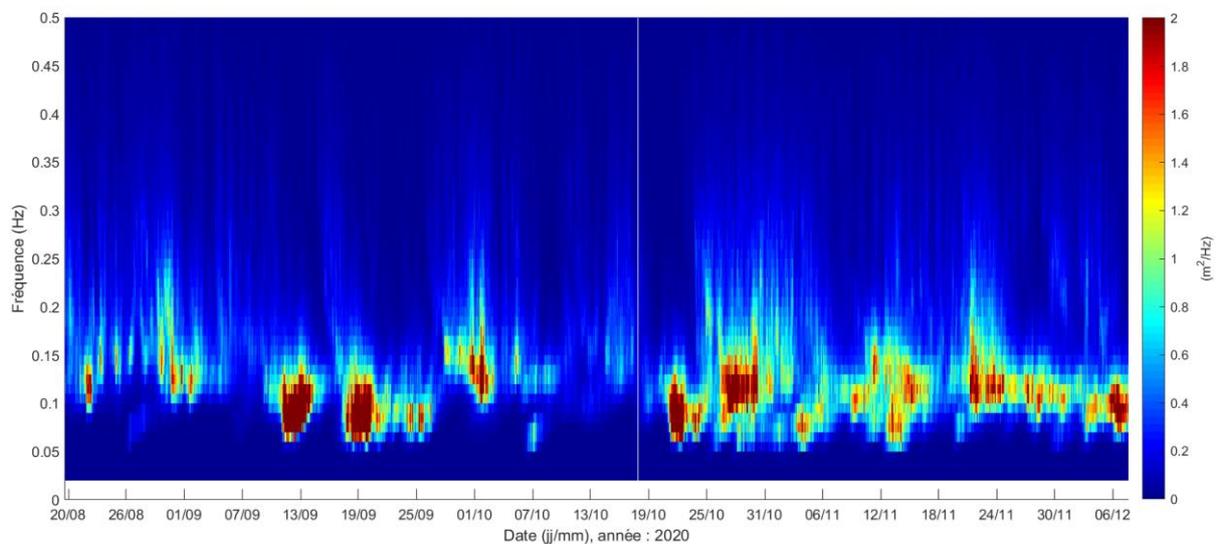
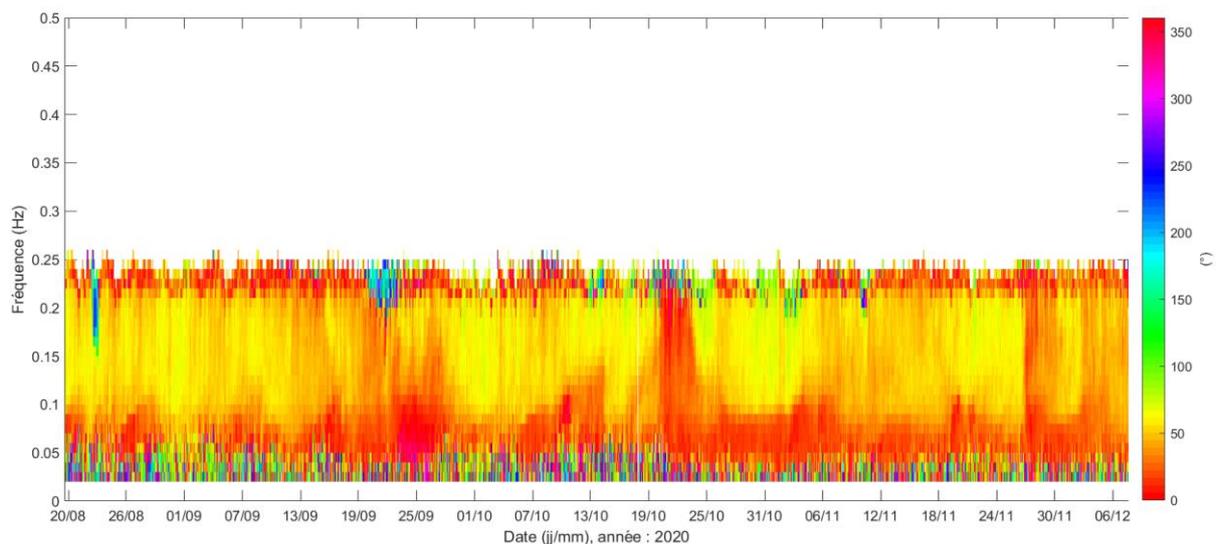


Figure 70 : Grande Coulée – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, l'énergie de la houle se partage entre les hautes et les basses fréquences avec une dominance de la houle autour de 9 s. La provenance de la houle est principalement NNE dans les basses fréquences et secteur NE-ENE dans les hautes fréquences.

6.3.4. Pointe Noire – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes à « Pointe Noire » sont présentées dans ce paragraphe. Par convention, la direction du courant indique la direction où il se dirige. Les directions de propagation du courant sont données en Nord Magnétique.

Les représentations suivantes permettent de visualiser les variations de la vitesse et de la direction du courant sur toute la colonne d'eau et pendant toute la durée de la campagne de mesures. L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées correspond à la hauteur d'eau et la couleur traduit la valeur de la vitesse ou de la direction (selon l'échelle de couleur à droite).

Figure 74 : Pointe Noire – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

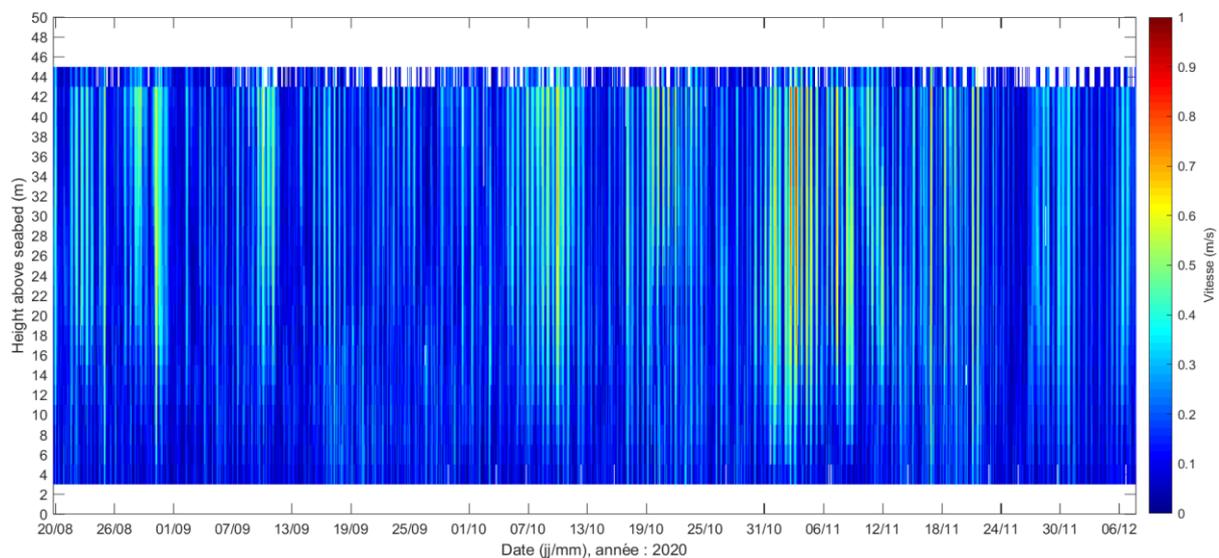


Figure 75 : Pointe Noire – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

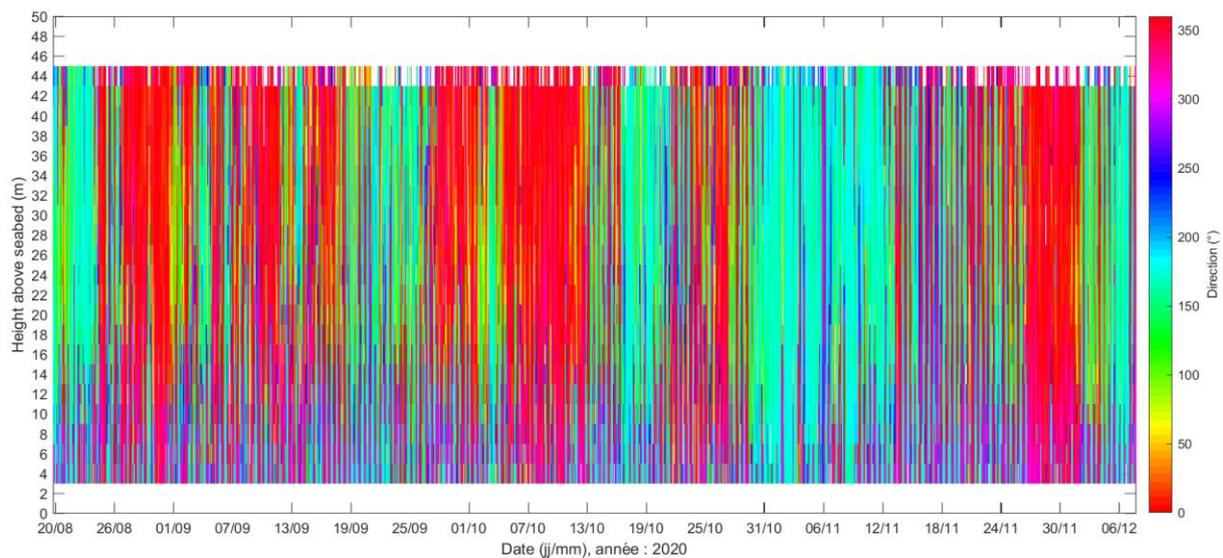
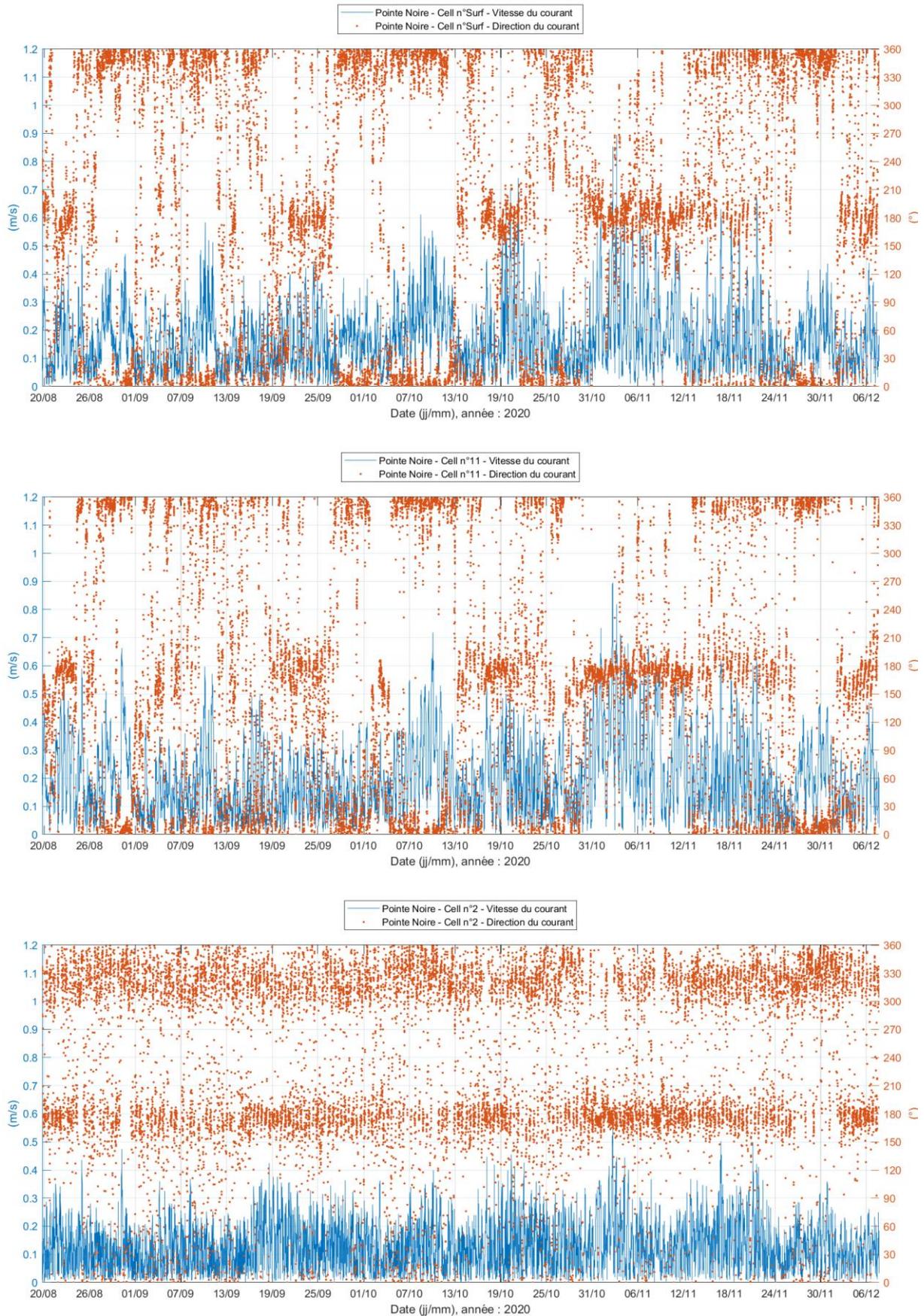


Figure 78 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



De manière générale, les vitesses du courant sont faibles à modérées sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.17 m/s en proche surface et de 0.13 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 98 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant varient légèrement sur la colonne d'eau. En proche surface, le courant se propage principalement vers le N et secondairement vers le S. Les valeurs maximales sont observées vers le N. Au centre de la colonne d'eau, la direction de propagation du courant est relevée principalement vers le N et secondairement vers le SSE-S. Les vitesses maximales sont observées vers le SSE-S. Près du fond, la direction principale du courant est observée vers le S et la direction secondaire vers le NW-NNW.

Durant la campagne de mesure, on observe des périodes de plusieurs jours avec une propagation unidirectionnelle du courant vers les secteurs N ou S. Ce phénomène est surtout observé sur la partie supérieure de la colonne d'eau.

La marée influence la courantologie locale, notamment dans les couches près du fond, avec une alternance secteur S et secteur NW relevée.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

Figure 91 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
 (coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)

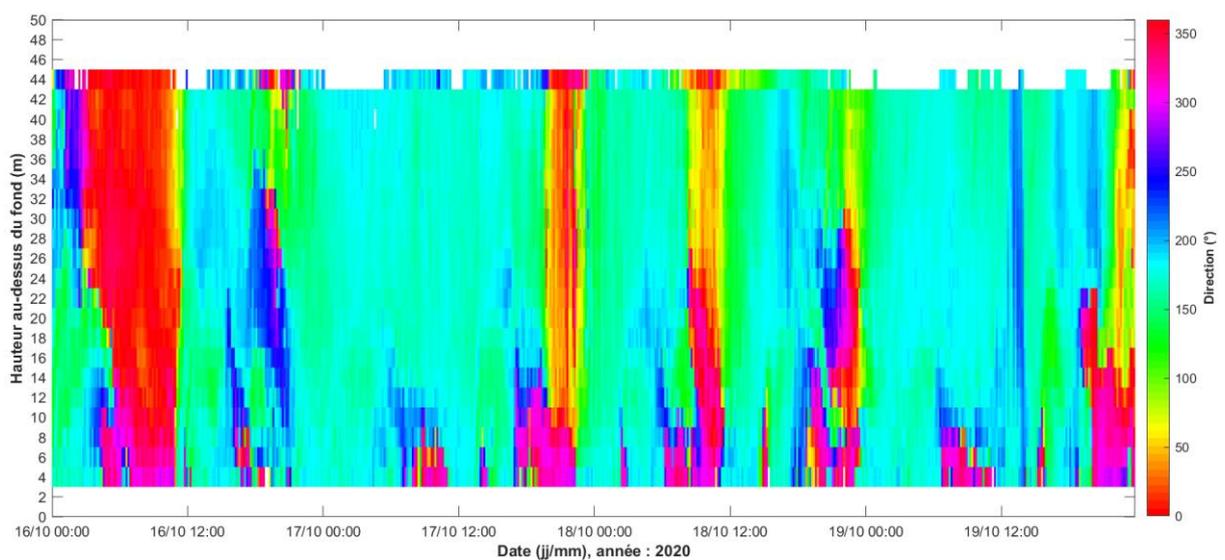
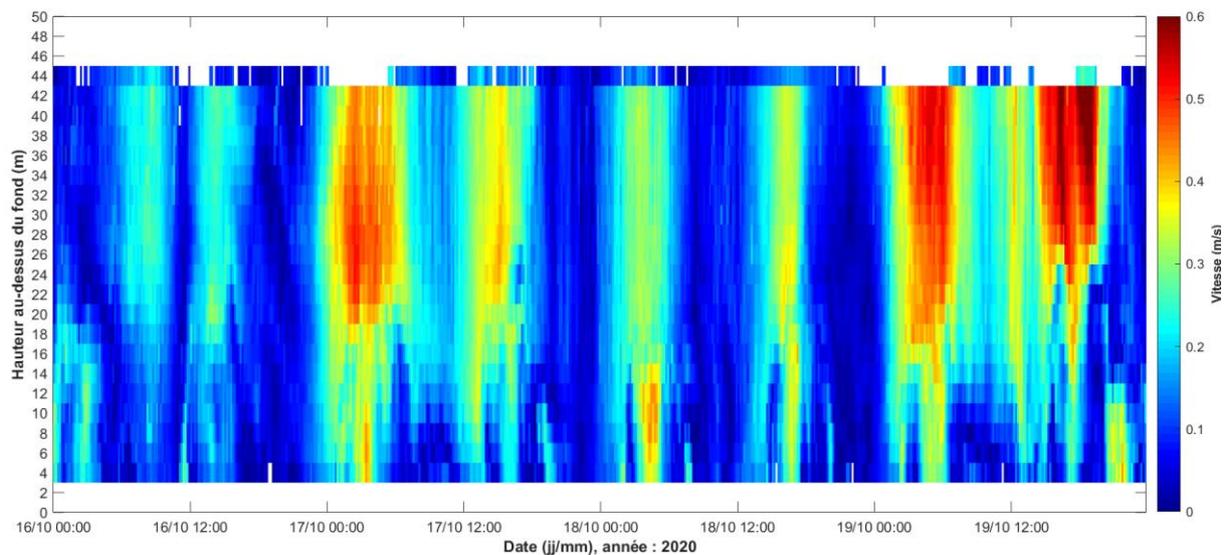


Figure 92 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 16 au 19 octobre 2020 (coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107) – Couche de surface, Couche n°11 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)

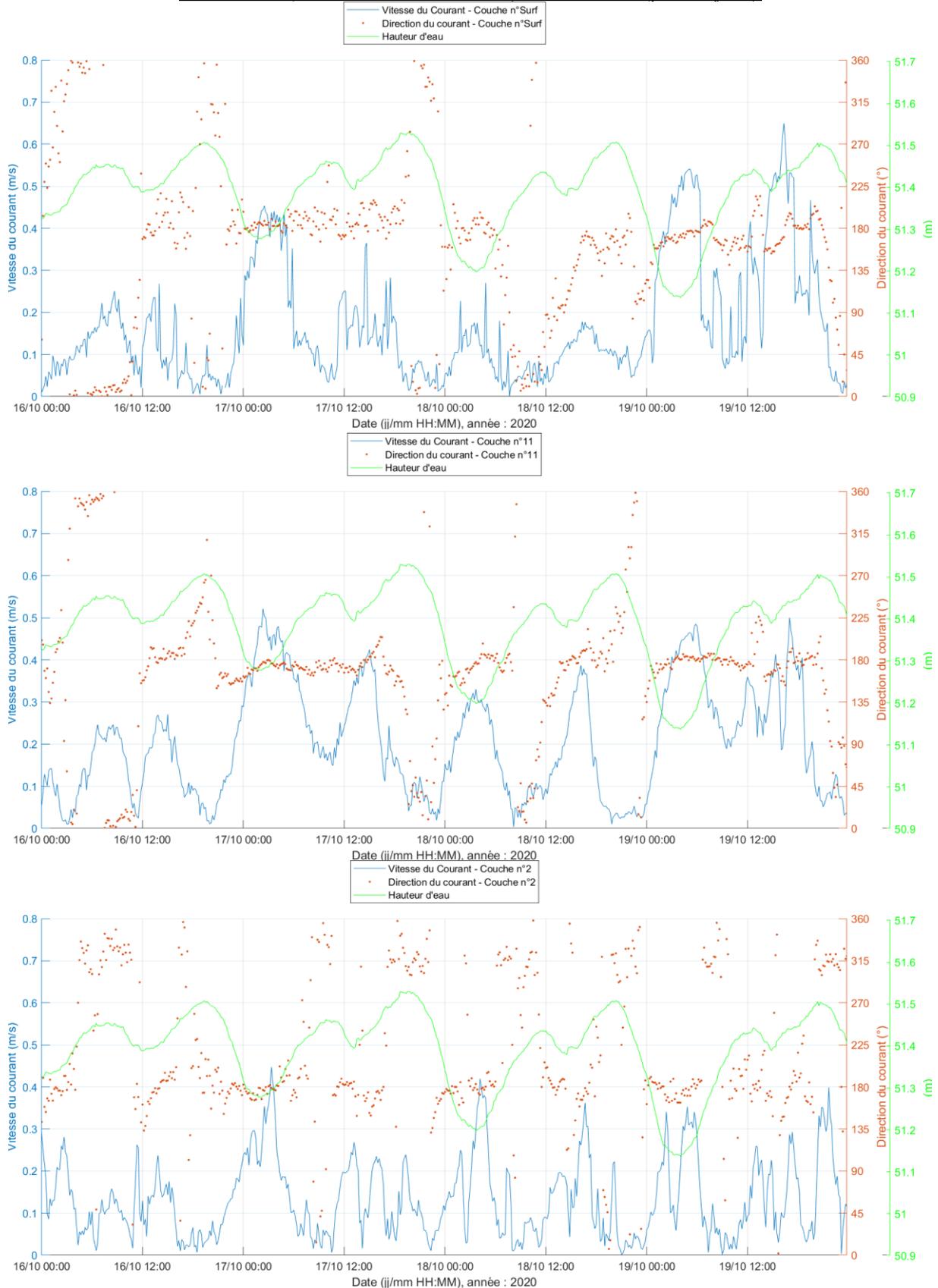


Figure 93 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

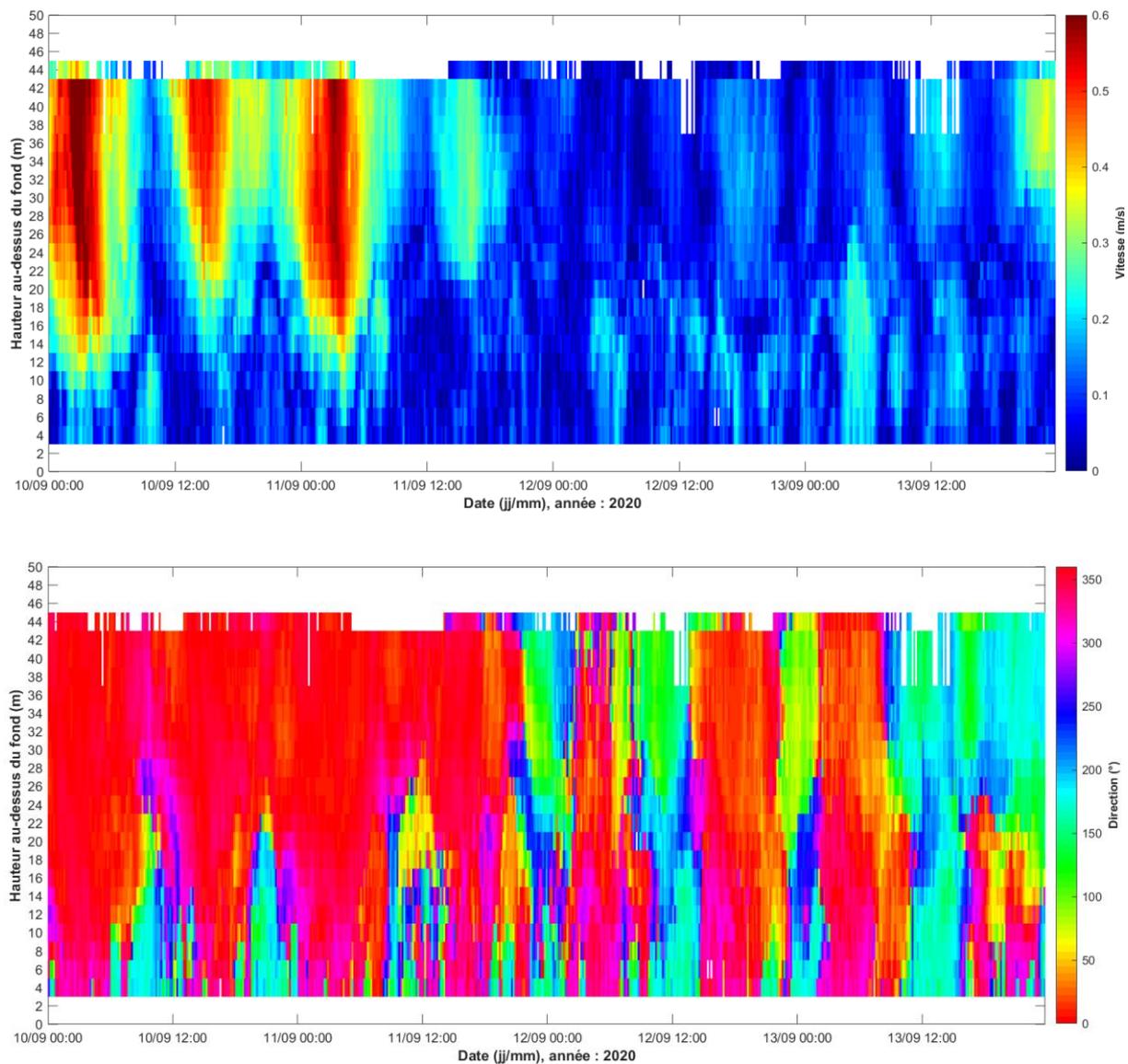
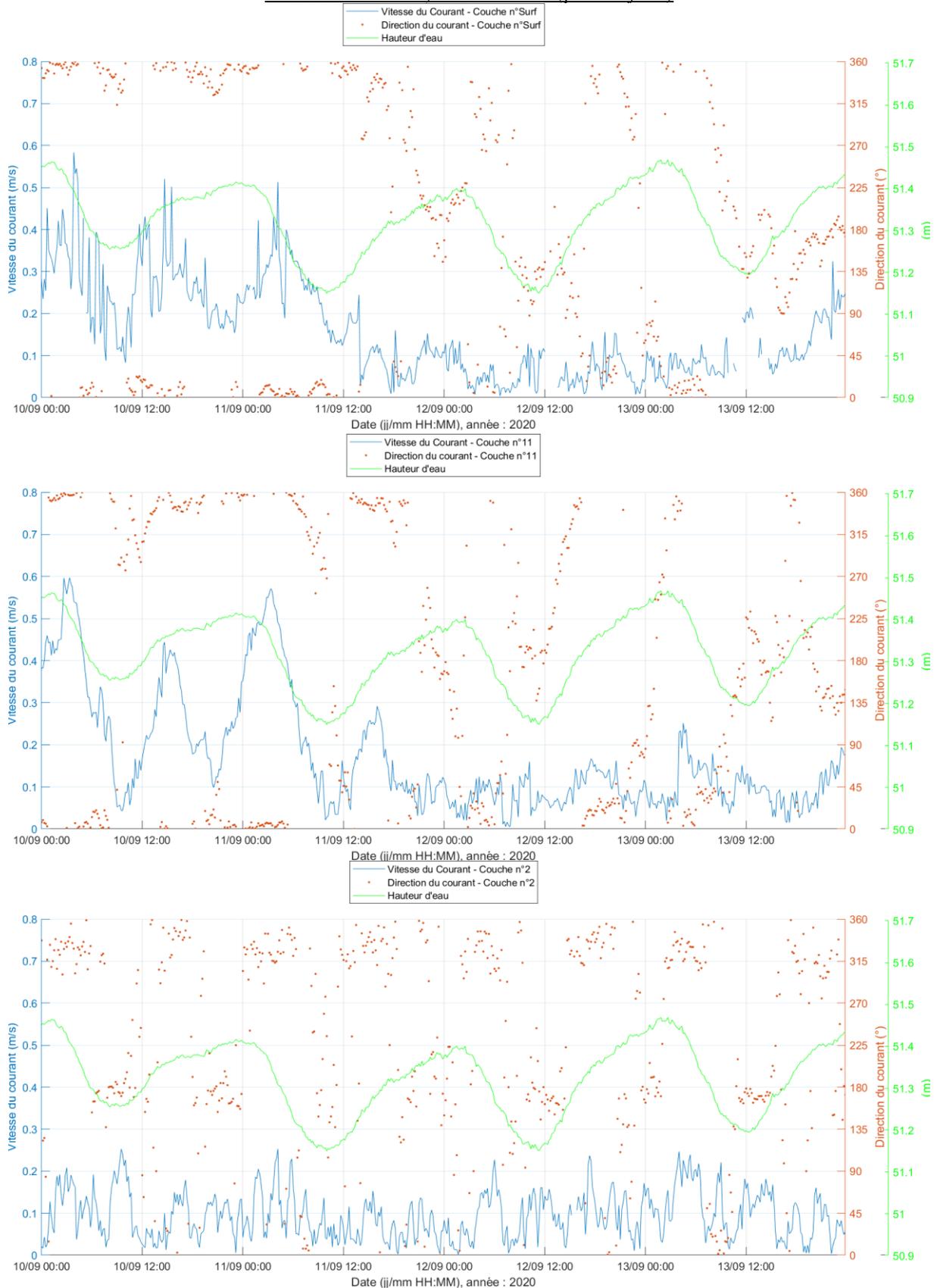


Figure 94 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42) – Couche de surface, Couche n°11 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



6.3.5. Pointe Noire – Houle

L'état de mer est caractérisé par la hauteur, la période et la direction des vagues. Par convention, « la direction de la houle est la direction d'où la houle vient, c'est-à-dire la direction de provenance ». Les directions de provenance de la houle présentées dans cette section sont en Nord Magnétique.

Les pages suivantes présentent les séries temporelles et les statistiques des principaux paramètres de la houle.

Figure 95 : Pointe Noire – Séries temporelles des hauteurs de la houle

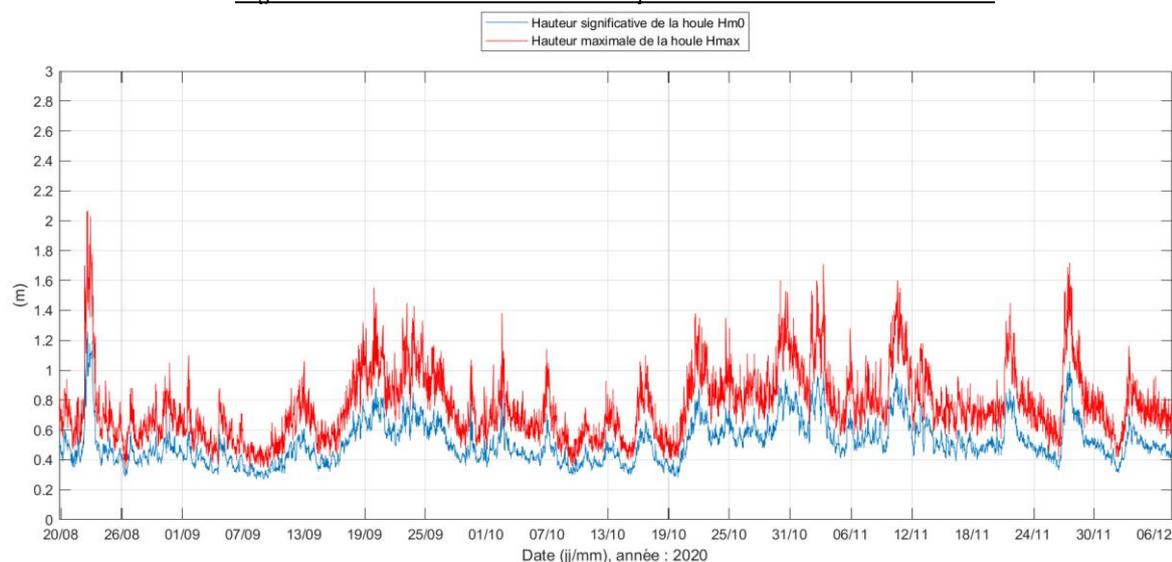


Figure 96 : Pointe Noire – Séries temporelles des périodes de la houle

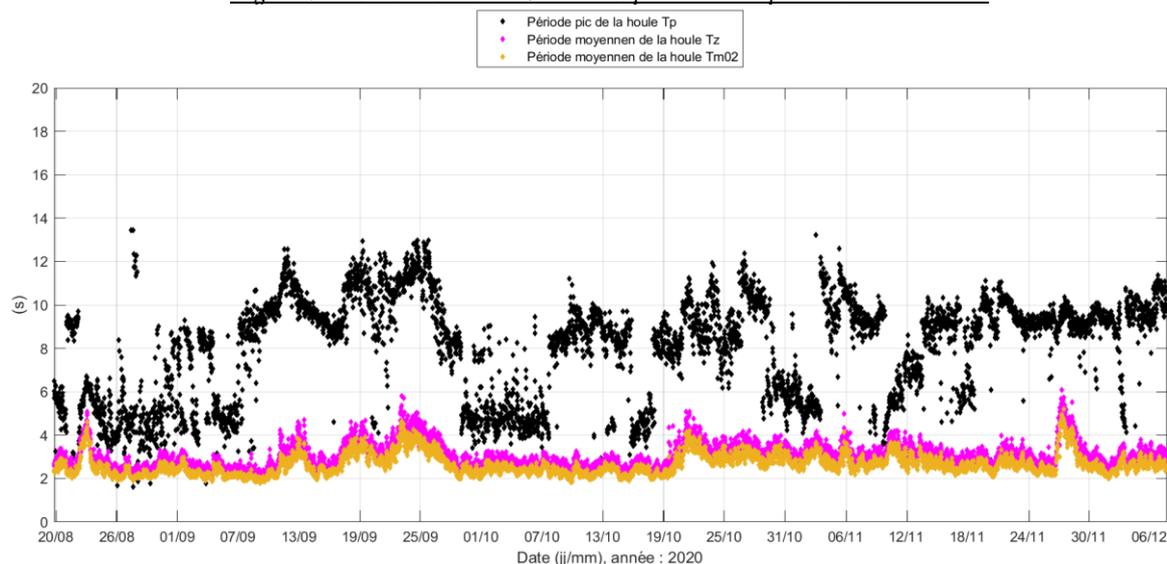
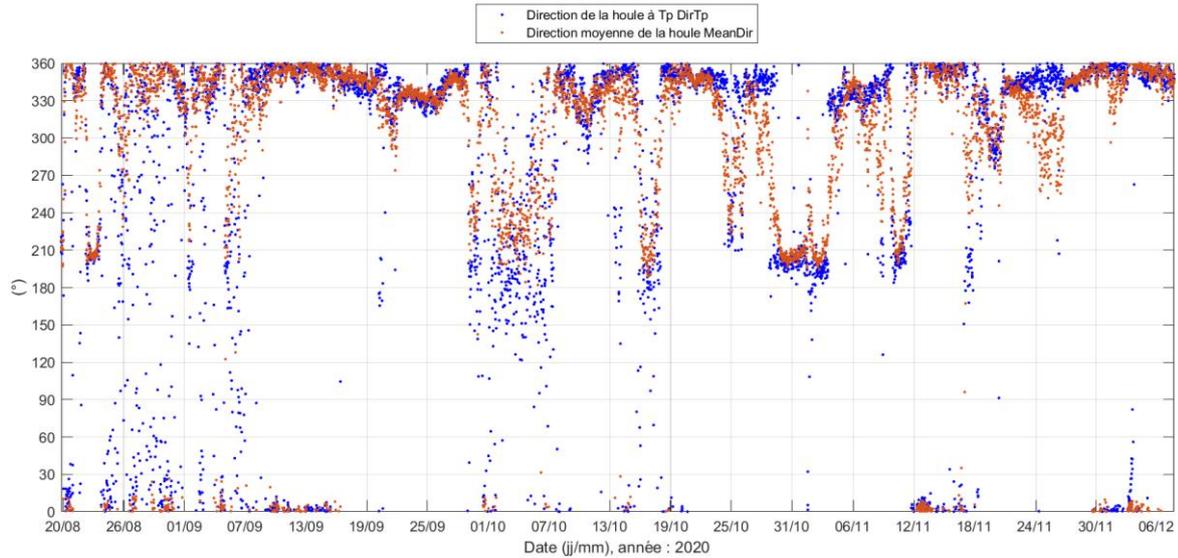


Figure 97 : Pointe Noire – Séries temporelles des directions de la houle



Durant la campagne de mesure, la mer mesurée à « Pointe Noire » est belle ($0.1 \text{ m} < H_{m0} < 0.5 \text{ m}$) à peu agitée ($0.5 \text{ m} < H_{m0} < 1.25 \text{ m}$). La hauteur significative de la houle est toujours inférieure à 1.5 m sur la campagne de mesure.

Seul un événement significatif est relevé et détaillé ci-après :

- Entre le 22/08/2020 et le 23/08/2020 : hauteur significative de 0.51 m à 1.26 m, provenance des houles SSW, hauteur maximale atteinte H_{max} 2.07 m et période pic inférieure à 10 s.

La série temporelle des périodes pic souligne la présence de houles courtes (de périodes allant de 2 à 10 secondes) et de houles plus longues (de périodes allant de 10 à près de 14 secondes). L'augmentation de l'état de mer est associée à des houles courtes.

Durant la période de mesure, les houles proviennent principalement du NNW-N et secondairement du SSW.

Les spectres d'énergie et de direction (résultats de l'analyse spectrale) sont présentés ci-dessous. Le spectre d'énergie présente l'énergie véhiculée par la houle en fonction de sa fréquence.

L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées représente la fréquence et la couleur correspond à la valeur énergétique de la houle (selon l'échelle de couleur à droite). Il en est de même pour le spectre directionnel avec la couleur correspondant à la direction. Ce spectre permet de visualiser la direction de la houle en fonction de sa fréquence.

Figure 102 : Pointe Noire - Spectre d'énergie de la houle

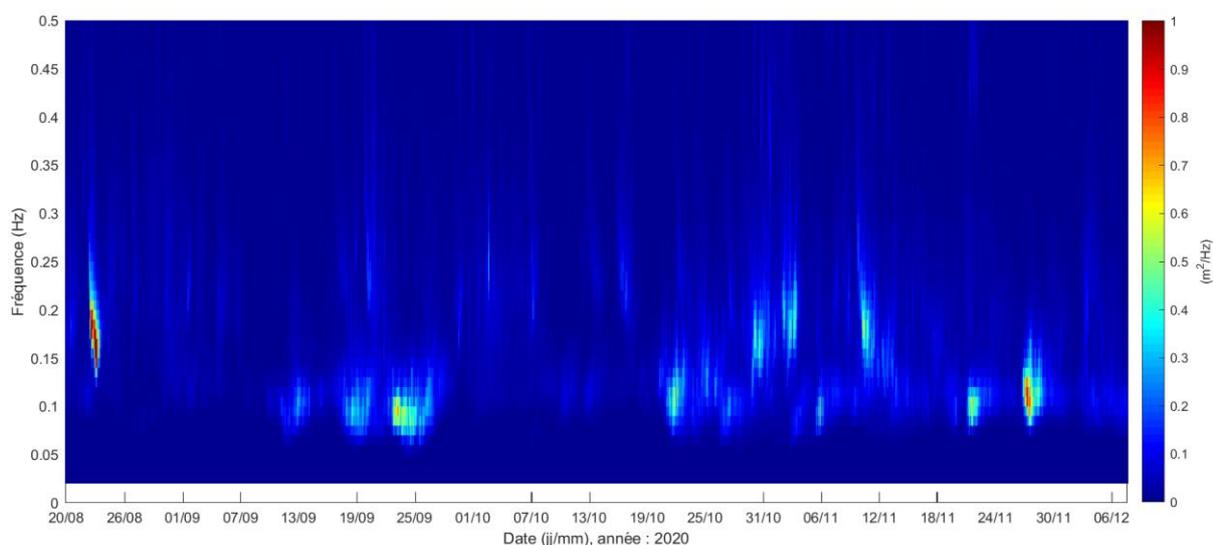
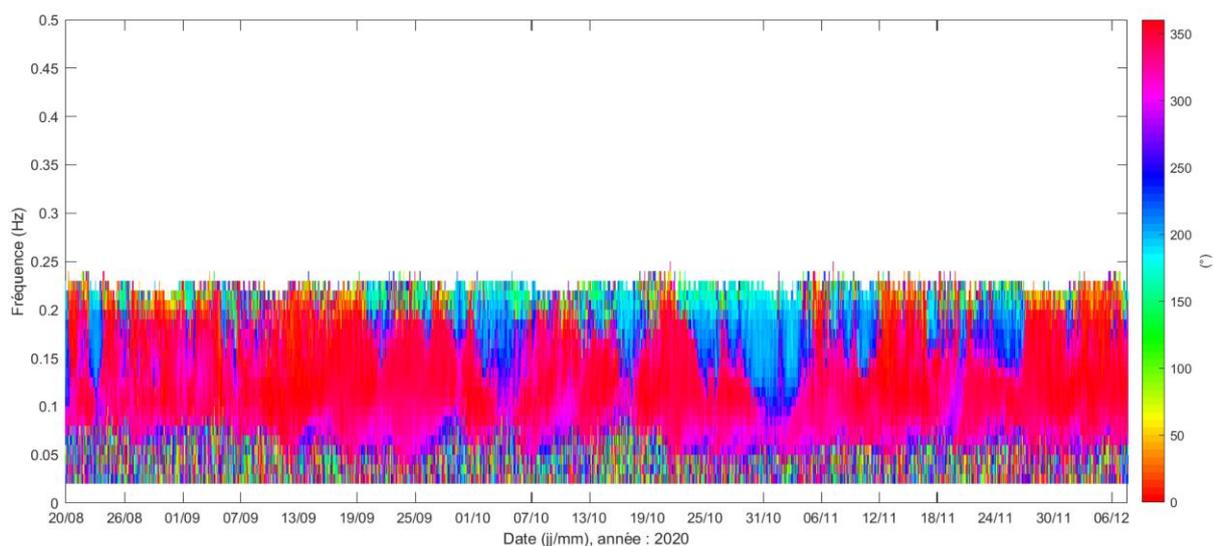


Figure 103 : Pointe Noire – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, l'énergie de la houle se concentre essentiellement dans les basses fréquences. La provenance de la houle est relativement homogène (NNW-N) mais tourne parfois légèrement vers le secteur SSW dans les hautes fréquences.

6.4. Guadeloupe – SAINTES

6.4.1. Saintes – Caractéristiques générales

Coordonnées géographiques : 15°55'25.30''N / 61°36'22.24''W

Hauteur d'eau moyenne pendant la période de mesure : 41.75 m

Instrumentation : Signature 500 SN 102258

Date et heure UT de début et de fin de l'acquisition : du 20/08/2020 13h10 au 07/12/2020 19h50

Orientation et inclinaison moyennes de l'instrument durant la période de mesure :

Heading : 264.59 °

Pitch : -0.21 °

Roll : -1.61 °

Figure 104 : Saintes – Série temporelle de l'inclinaison de l'instrument durant la période de mesure



Emplacement des cellules de mesure :

Les instruments, fixés sur la structure tripode, sont localisés à 0.5 m au-dessus du fond.

Compte tenu de la zone blanche de 0.5 m et de la taille des couches de mesure de 2 m, la répartition des cellules de mesure le long de la colonne d'eau est la suivante :

Tableau 17 : Saintes – Localisation des cellules de mesure sur la colonne d'eau

<i>Numéro de la couche</i>	<i>Position au-dessus du fond</i>
Surf	/
17	35 m
16	33 m
15	31 m
14	29 m
13	27 m
12	25 m
11	23 m
10	21 m
9	19 m
8	17 m
7	15 m
6	13 m
5	11 m
4	9 m
3	7 m
2	5 m
1 (près du fond)	3 m

***NB :** Dans l'analyse des courants à suivre, les mesures de la couche « Surf » sont présentées. La couche « Surf » représente la proche surface car elle est constituée par la dernière couche détectée en chaque point de mesure. Ainsi, la couche « Surf » n'est pas fixe dans la colonne d'eau mais se déplace avec les fluctuations du niveau d'eau dues au marnage (lorsqu'il y a plus d'eau la couverture du capteur est par conséquent plus grande et inversement lorsque le niveau d'eau diminue). Le fait de concaténer toutes les dernières couches détectées en une seule permet de visualiser le courant proche de la surface sur toute la période.*

6.4.2. Saintes – Hauteur d'eau

La série temporelle de la hauteur d'eau mesurée par le Signature 500 aux « Saintes » est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

NB : Les mesures de pression sont converties en hauteur d'eau et corrigées de l'élévation du capteur au-dessus du fond (+0.5 m).

Figure 105 : Saintes – Série temporelle de la hauteur d'eau

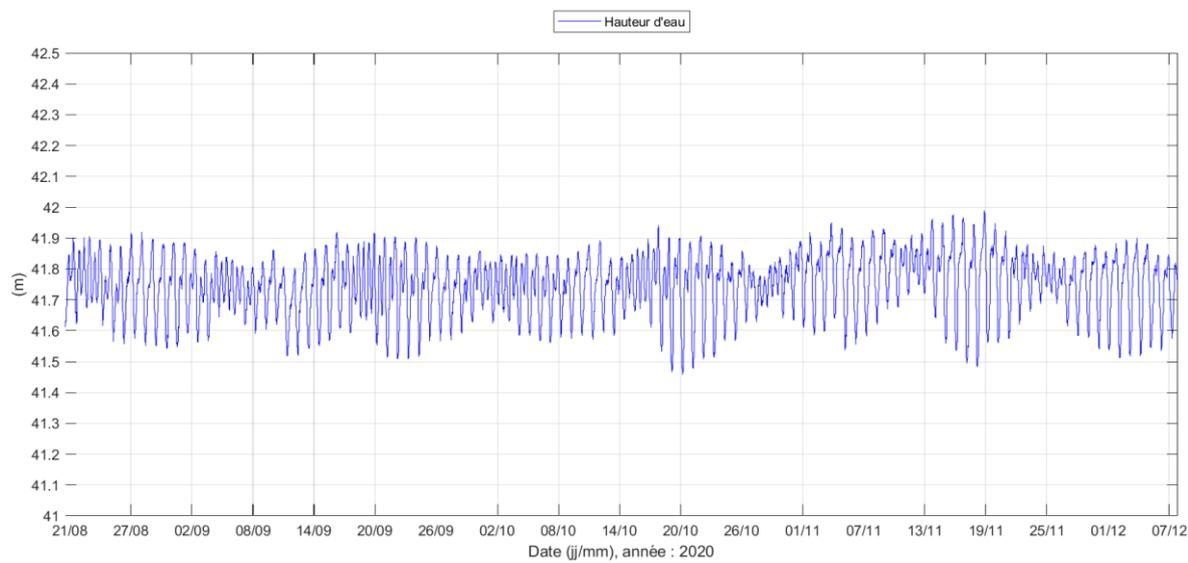


Tableau 18 : Saintes – Principales statistiques relatives à la hauteur d'eau sur la période d'étude

Saintes	Minimum	Moyen	Maximum
	41.46 m	41.75 m	41.99 m

La marée locale est de type mixte à prédominance diurne présentant parfois des phénomènes semi-diurnes.

Sur la zone d'étude, les marnages observés vont de 0.05 m en période de mortes-eaux à 0.48 m au maximum en période de vives-eaux.

Le niveau moyen sur le site d'étude durant la campagne est de 41.75 m. Le niveau d'eau maximal relevé est de 41.99 m et le niveau d'eau minimal de 41.46 m.

6.4.3. Saintes - Température

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par le Signature 500 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 106 : Saintes - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

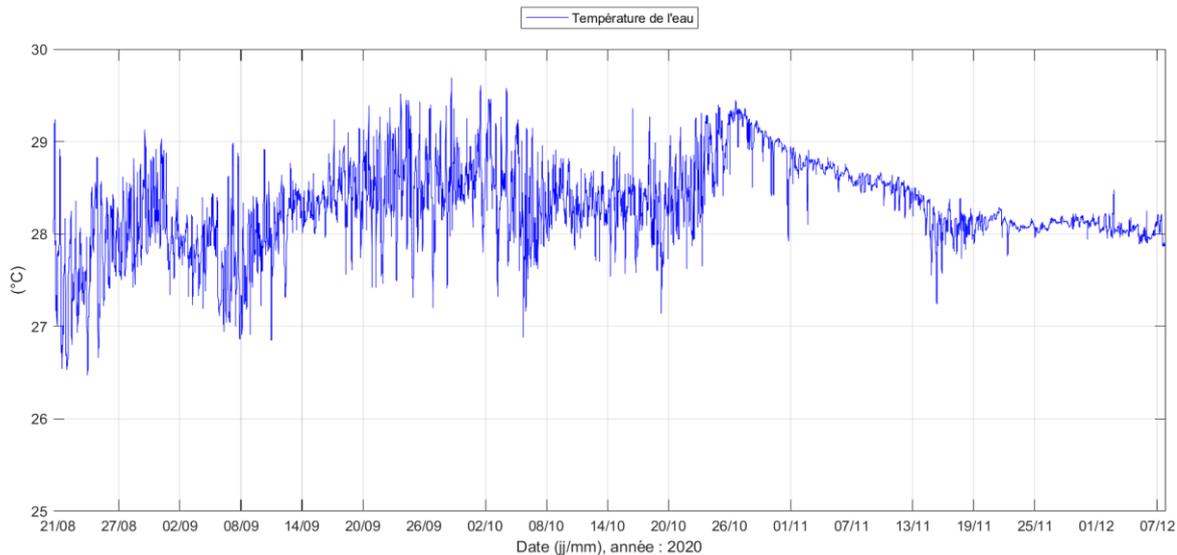


Tableau 19 : Saintes – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

Saintes	Minimum	Moyen	Maximum
	26.47 °C	28.29 °C	29.69 °C

La température de l'eau mesurée au fond présente des variations souvent liées à la marée. Ces fluctuations quotidiennes sont de l'ordre de 0.1 °C à plus de 2 °C.

Si on considère un cycle de marée, la température augmente fin de marée descendante, marée basse puis diminue à marée montante. Ces fluctuations sont observées la majorité du temps sur la période d'étude.

Si on observe la tendance générale, la température moyenne est de 27.5 °C du début de la campagne de mesure à début septembre 2020. Puis elle tend à augmenter jusqu'à atteindre une température moyenne de 29 °C fin octobre 2020. À partir de fin octobre 2020, la température moyenne de l'eau au fond diminue progressivement passant de 29 °C en moyenne à 28 °C en moyenne à la fin de la campagne. Les variations de température liées à la marée sont notables du début de la campagne à début novembre, puis tendent à diminuer jusqu'à la fin de la campagne.

6.4.4. Saintes – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes aux « Saintes » sont présentées dans ce paragraphe. Par convention, la direction du courant indique la direction où il se dirige. Les directions de propagation du courant sont données en Nord Magnétique.

Les représentations suivantes permettent de visualiser les variations de la vitesse et de la direction du courant sur toute la colonne d'eau et pendant toute la durée de la campagne de mesures. L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées correspond à la hauteur d'eau et la couleur traduit la valeur de la vitesse ou de la direction (selon l'échelle de couleur à droite).

Figure 107 : Saintes – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

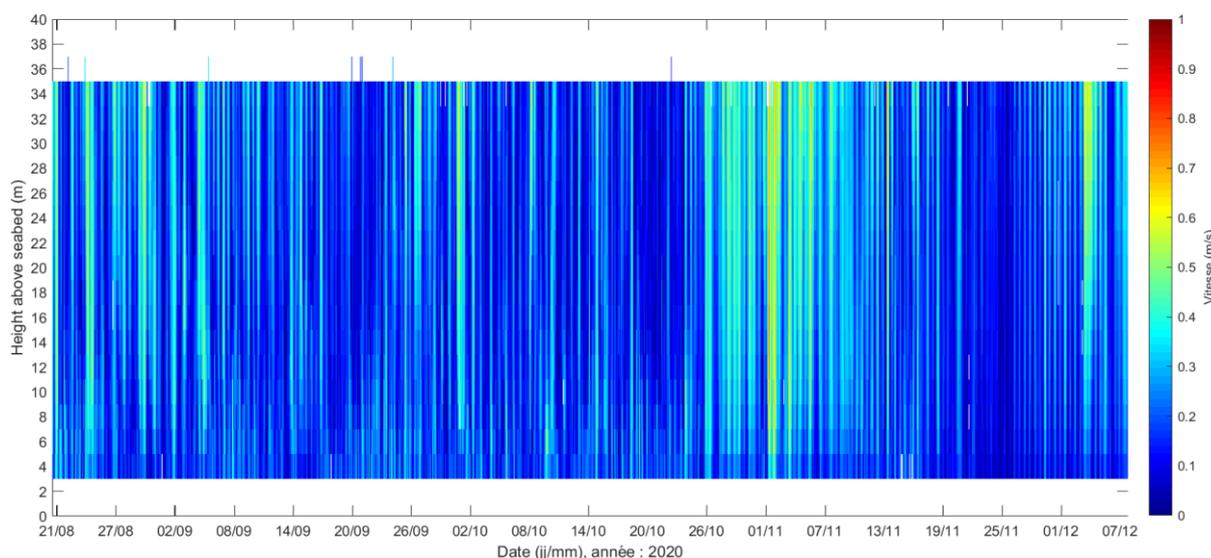


Figure 108 : Saintes – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

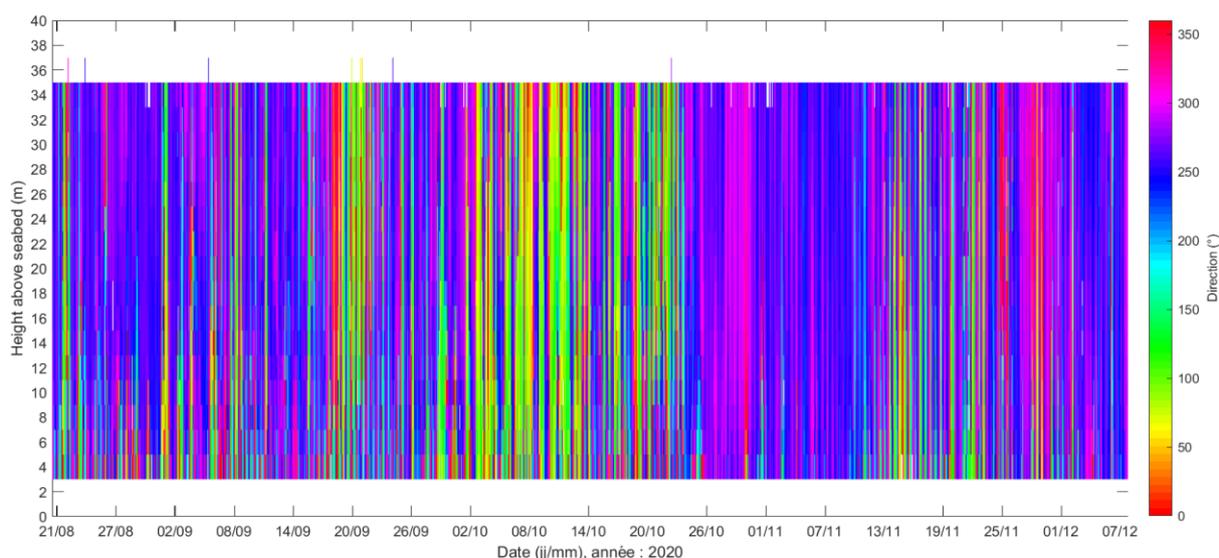
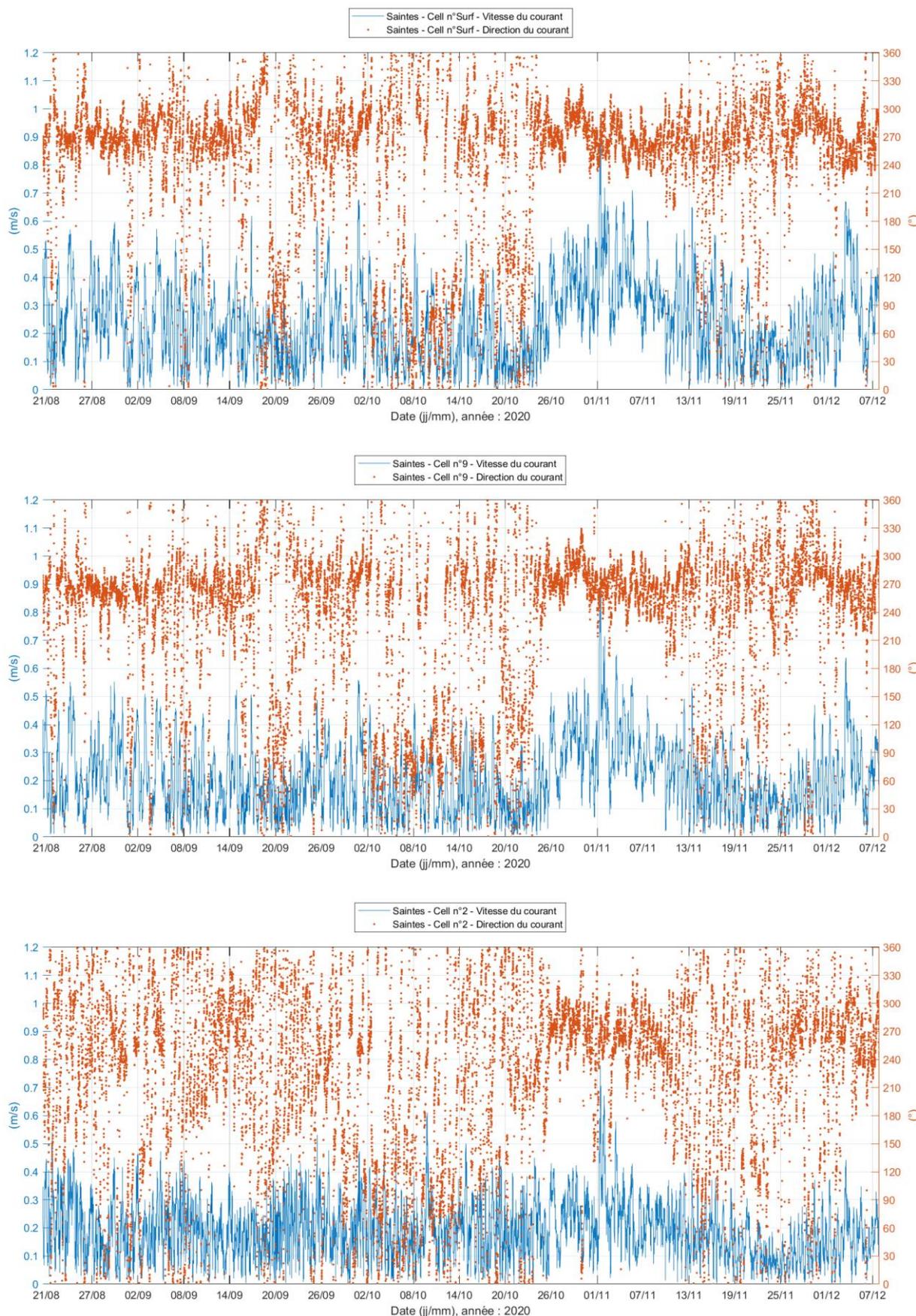


Figure 111 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



De manière générale, les vitesses du courant sont faibles à modérées sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.24 m/s en proche surface et de 0.19 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 95 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant sont homogènes sur la colonne d'eau. Le courant se propage principalement vers le secteur W sur toute la colonne d'eau. Les vitesses maximales sont observées vers ce secteur. La direction secondaire tourne légèrement sur la colonne d'eau, elle est observée vers le secteur E en proche surface et vers le secteur E-ESE au centre de la colonne d'eau.

Une augmentation significative de la vitesse moyenne du courant sur toute la colonne d'eau est relevée entre le 25 octobre et le 12 novembre 2021. Durant cette période, le courant se propage seulement vers le secteur W, il n'y a pas d'autres secteurs de propagation relevés sur la colonne d'eau.

La marée semble peu influencer la courantologie locale, les directions du courant varient suivant le cycle de la marée mais aucune alternance marquée de la direction n'est relevée.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

Figure 124 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
(coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)

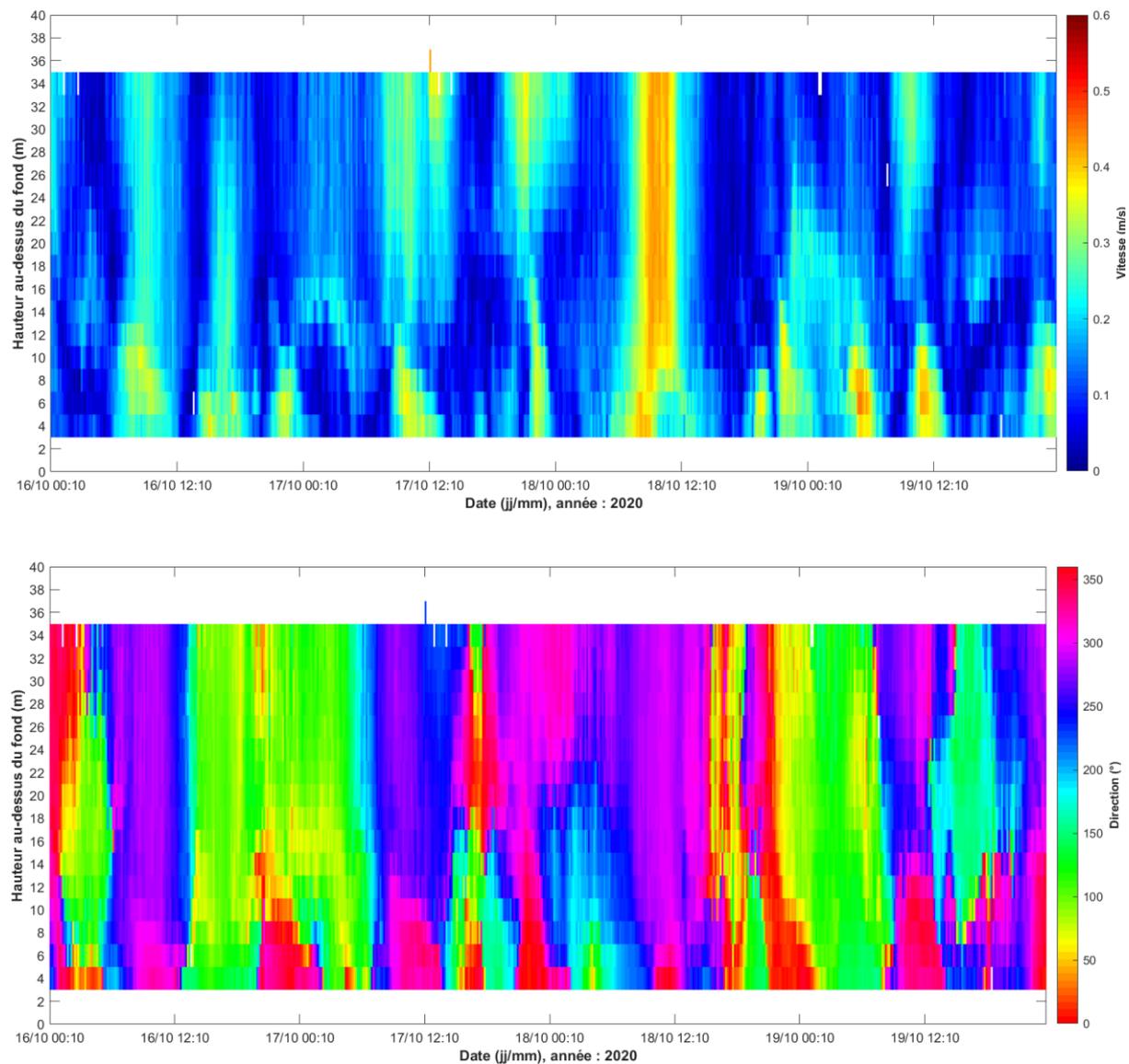


Figure 125 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 16 au 19 octobre 2020 (coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107) – Couche de surface, Couche n°9 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)

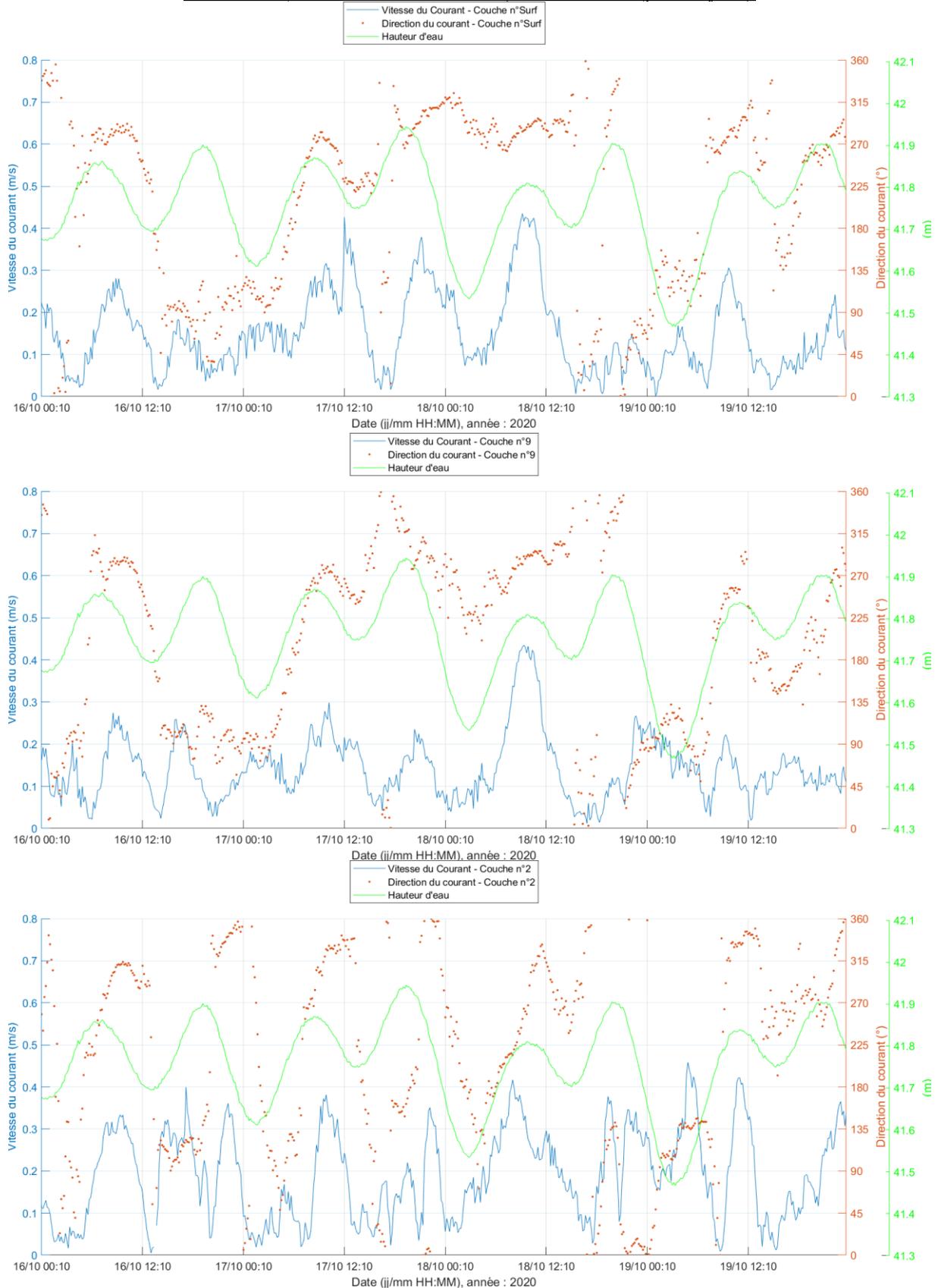


Figure 126 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

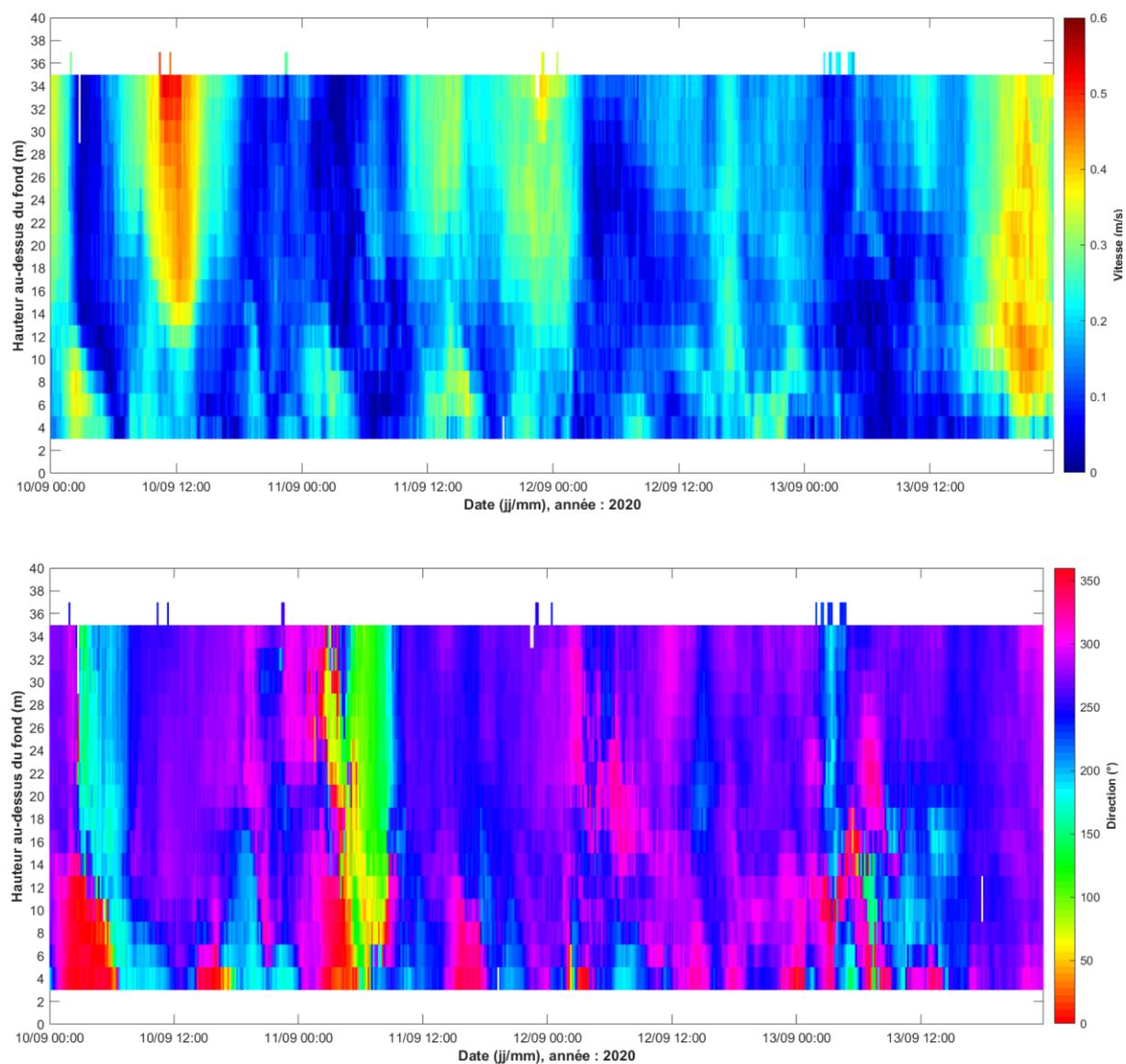


Figure 127 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42) – Couche de surface, Couche n°9 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)

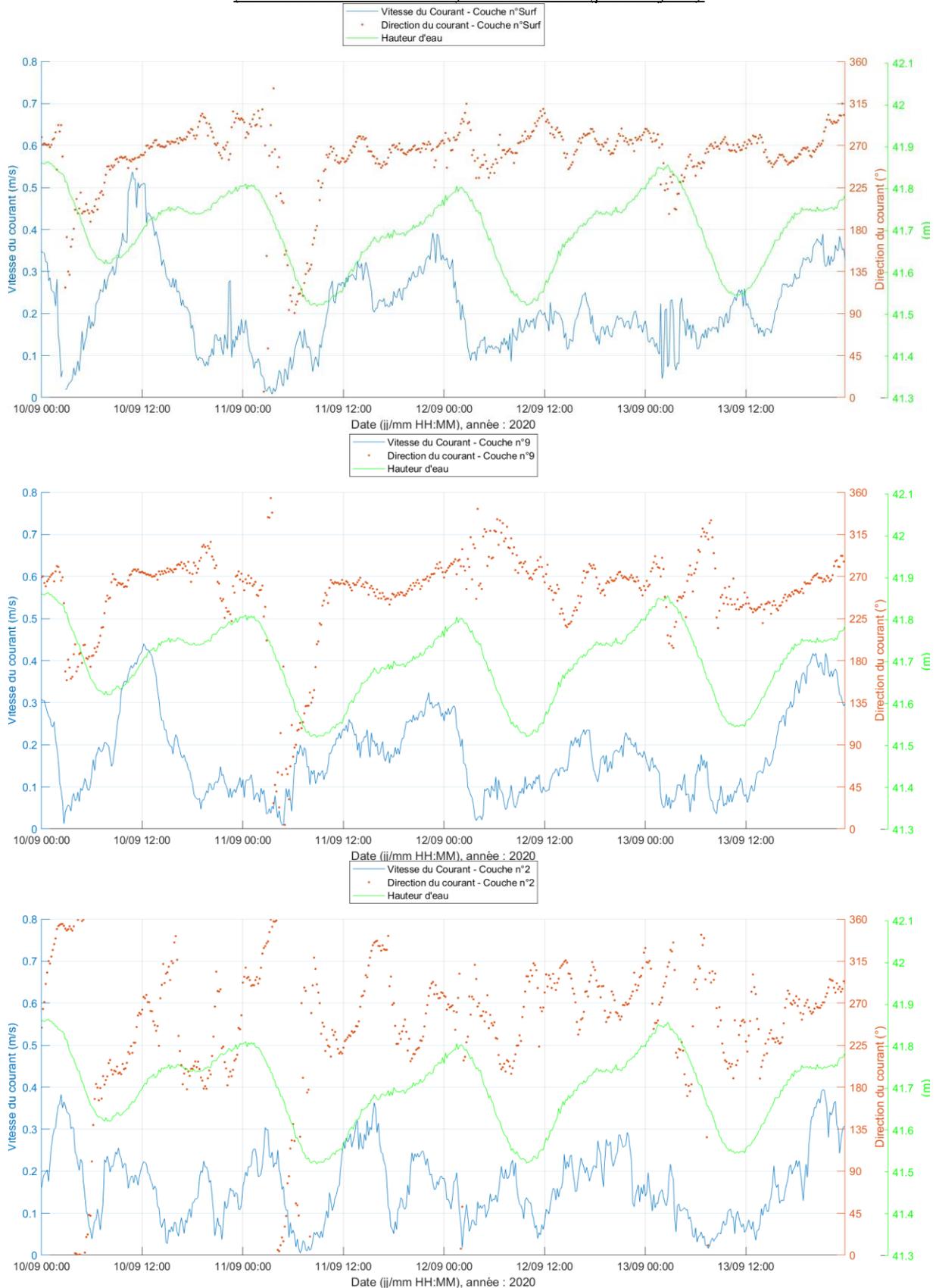
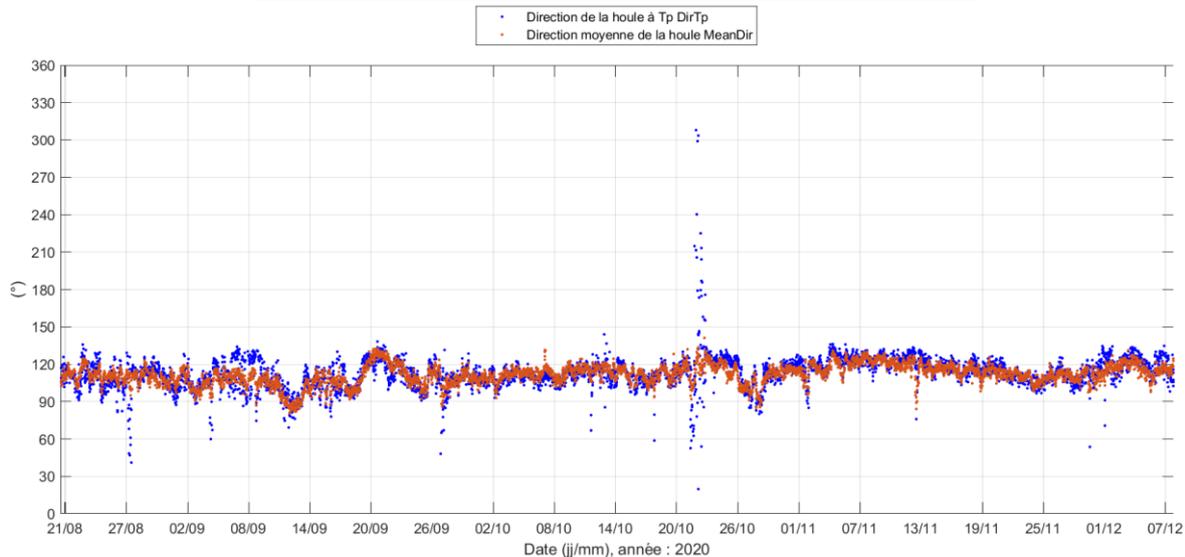


Figure 130 : Saintes – Séries temporelles des directions de la houle



Durant la campagne de mesure, la mer mesurée aux « Saintes » est majoritairement peu agitée. La hauteur significative de la houle est inférieure à 1.5 m durant plus de 92 % du temps de mesure.

Seuls les événements avec une hauteur significative supérieure à 2 m sont relevés et détaillés ci-après :

- Entre le 29/10/2020 et le 01/11/2020 : hauteur significative de 1.29 m à 2.16 m, provenance des houles ESE, hauteur maximale atteinte H_{max} 3.28 m et période pic entre 8 s et 10 s.
- Entre le 20/11/2020 et le 24/11/2020 : hauteur significative de 1.23 m à 2.03 m, provenance des houles E-ESE, hauteur maximale atteinte H_{max} 3.42 m et période pic entre 8 s et 10 s.

La série temporelle des périodes pic souligne la présence de houles courtes (de périodes allant de 3 à 9 secondes) et de houles plus longues (de périodes allant de 9 à plus de 12 secondes). Les augmentations de l'état de mer sont associées à des houles courtes.

Durant la période de mesure, les houles proviennent principalement de l'ESE.

Les spectres d'énergie et de direction (résultats de l'analyse spectrale) sont présentés ci-dessous. Le spectre d'énergie présente l'énergie véhiculée par la houle en fonction de sa fréquence.

L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées représente la fréquence et la couleur correspond à la valeur énergétique de la houle (selon l'échelle de couleur à droite). Il en est de même pour le spectre directionnel avec la couleur correspondant à la direction. Ce spectre permet de visualiser la direction de la houle en fonction de sa fréquence.

Figure 135 : Saintes - Spectre d'énergie de la houle

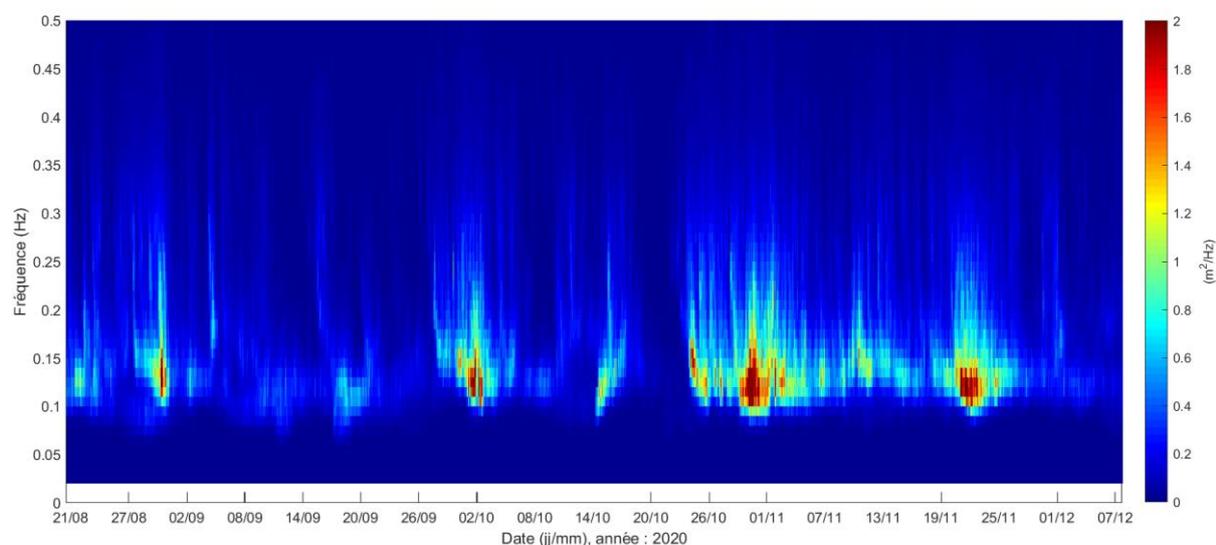
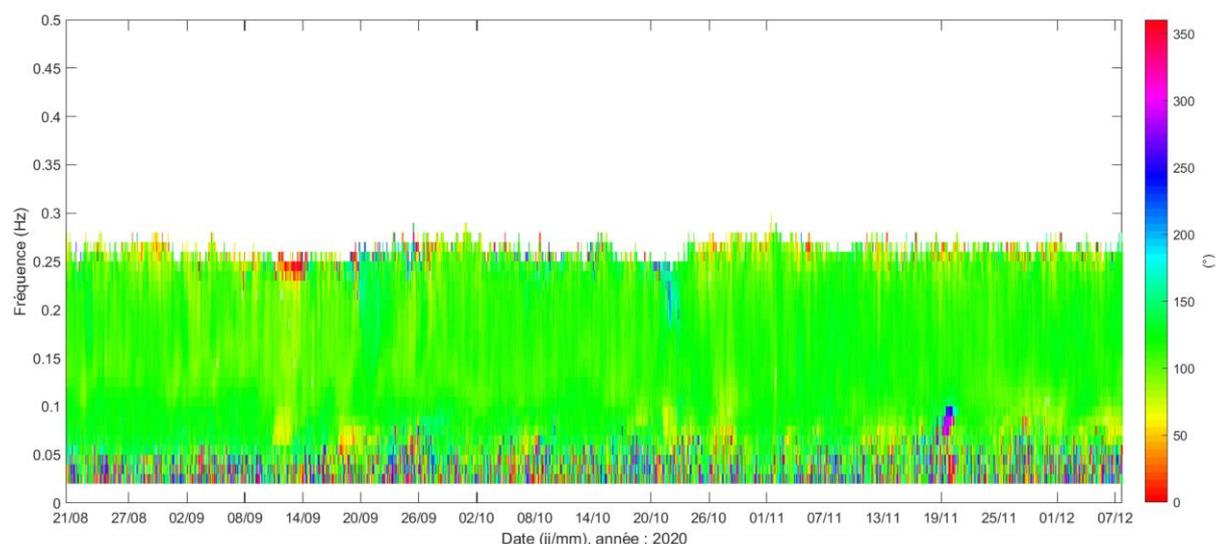


Figure 136 : Saintes – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, l'énergie de la houle se concentre essentiellement dans les hautes fréquences. La provenance de la houle est relativement homogène (ESE) sur toute la gamme de fréquence.

Emplacement des cellules de mesure :

Les instruments, fixés sur la structure tripode, sont localisés à 0.5 m au-dessus du fond.

Compte tenu de la zone blanche de 0.5 m et de la taille des couches de mesure de 2 m, la répartition des cellules de mesure le long de la colonne d'eau est la suivante :

Tableau 21 : Désirade – Localisation des cellules de mesure sur la colonne d'eau

<i>Numéro de la couche</i>	<i>Position au-dessus du fond</i>
Surf	/
13	27 m
12	25 m
11	23 m
10	21 m
9	19 m
8	17 m
7	15 m
6	13 m
5	11 m
4	9 m
3	7 m
2	5 m
1 (près du fond)	3 m

NB : Dans l'analyse des courants à suivre, les mesures de la couche « Surf » sont présentées. La couche « Surf » représente la proche surface car elle est constituée par la dernière couche détectée en chaque point de mesure. Ainsi, la couche « Surf » n'est pas fixe dans la colonne d'eau mais se déplace avec les fluctuations du niveau d'eau dues au marnage (lorsqu'il y a plus d'eau la couverture du capteur est par conséquent plus grande et inversement lorsque le niveau d'eau diminue). Le fait de concaténer toutes les dernières couches détectées en une seule permet de visualiser le courant proche de la surface sur toute la période.

6.5.2. Désirade – Hauteur d'eau

La série temporelle de la hauteur d'eau mesurée par le Signature 500 à la « Désirade » est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

NB : Les mesures de pression sont converties en hauteur d'eau et corrigées de l'élévation du capteur au-dessus du fond (+0.5 m).

Figure 138 : Désirade – Série temporelle de la hauteur d'eau

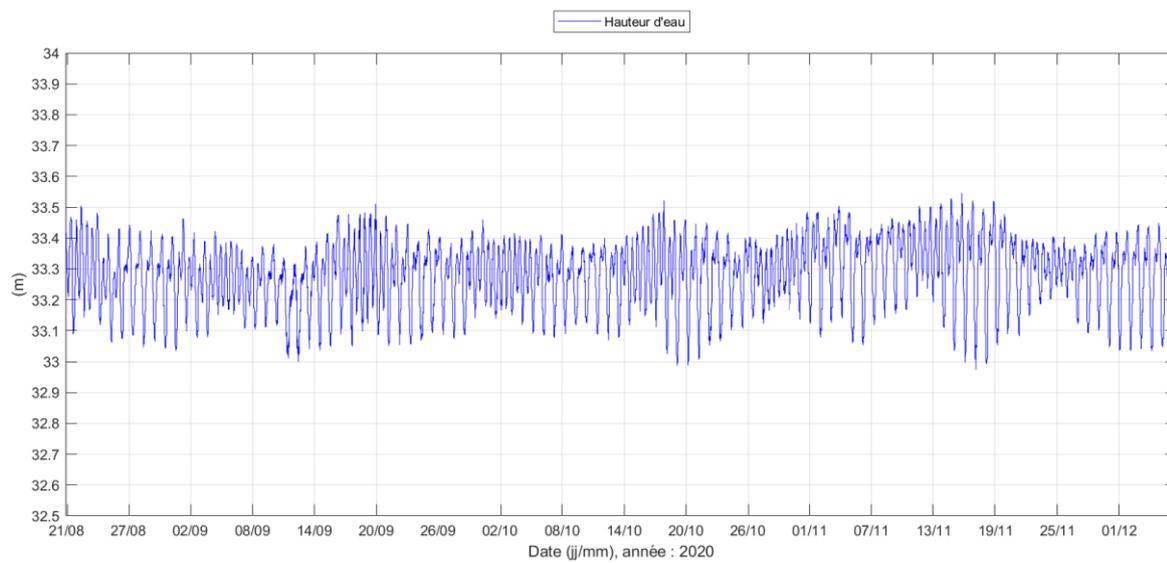


Tableau 22 : Désirade – Principales statistiques relatives à la hauteur d'eau sur la période d'étude

Désirade	Minimum	Moyen	Maximum
	32.97 m	33.29 m	33.55 m

La marée locale est de type mixte à prédominance diurne présentant parfois des phénomènes semi-diurnes.

Sur la zone d'étude, les marnages observés vont de 0.07 m en période de mortes-eaux à 0.55 m au maximum en période de vives-eaux.

Le niveau moyen sur le site d'étude durant la campagne est de 33.29 m. Le niveau d'eau maximal relevé est de 33.55 m et le niveau d'eau minimal de 32.97 m.

6.5.3. Désirade - Température

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par le Signature 500 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 139 : Désirade - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

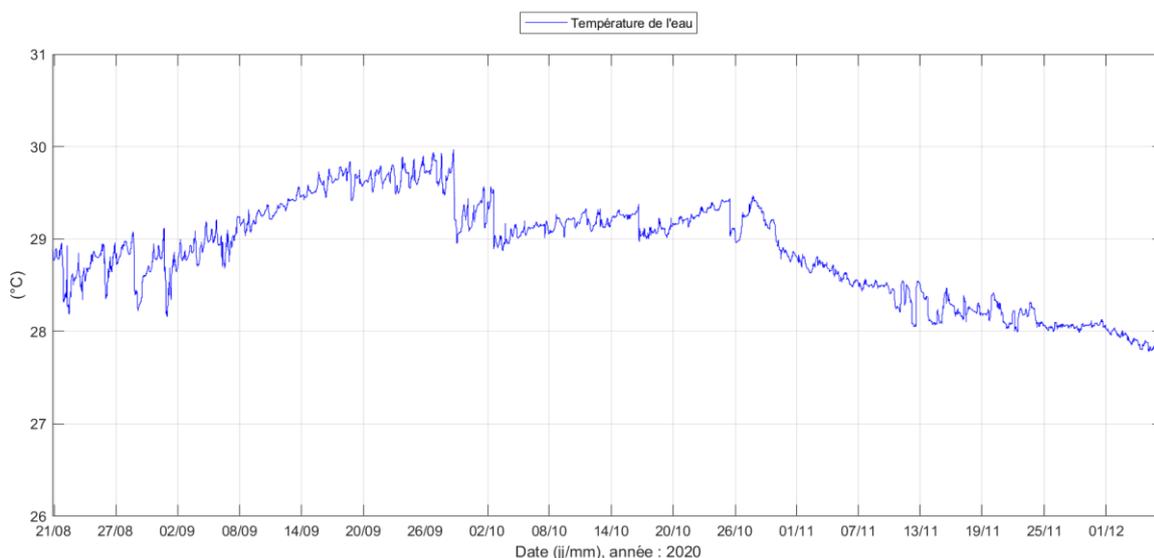


Tableau 23 : Désirade – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

Désirade	Minimum	Moyen	Maximum
	27.77 °C	28.87 °C	29.97 °C

La température de l'eau mesurée au fond présente des variations souvent liées à la marée. Ces fluctuations quotidiennes sont faibles et restent inférieures à 1 °C. Ces fluctuations sont observées la majorité du temps sur la période d'étude mais sont de plus en plus faibles à partir de fin novembre 2020.

Si on observe la tendance générale, la température tend à augmenter de fin août 2020 à fin septembre 2020 (température passant d'en moyenne 28.5 °C à 29.7 °C). À partir d'octobre 2020, la température de l'eau mesurée au fond diminue progressivement jusqu'à début décembre 2020, fin de la campagne de mesure.

6.5.4. Désirade – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes à la « Désirade » sont présentées dans ce paragraphe. Par convention, la direction du courant indique la direction où il se dirige.

Les représentations suivantes permettent de visualiser les variations de la vitesse et de la direction du courant sur toute la colonne d'eau et pendant toute la durée de la campagne de mesures. L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées correspond à la hauteur d'eau et la couleur traduit la valeur de la vitesse ou de la direction (selon l'échelle de couleur à droite).

Figure 140 : Désirade – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

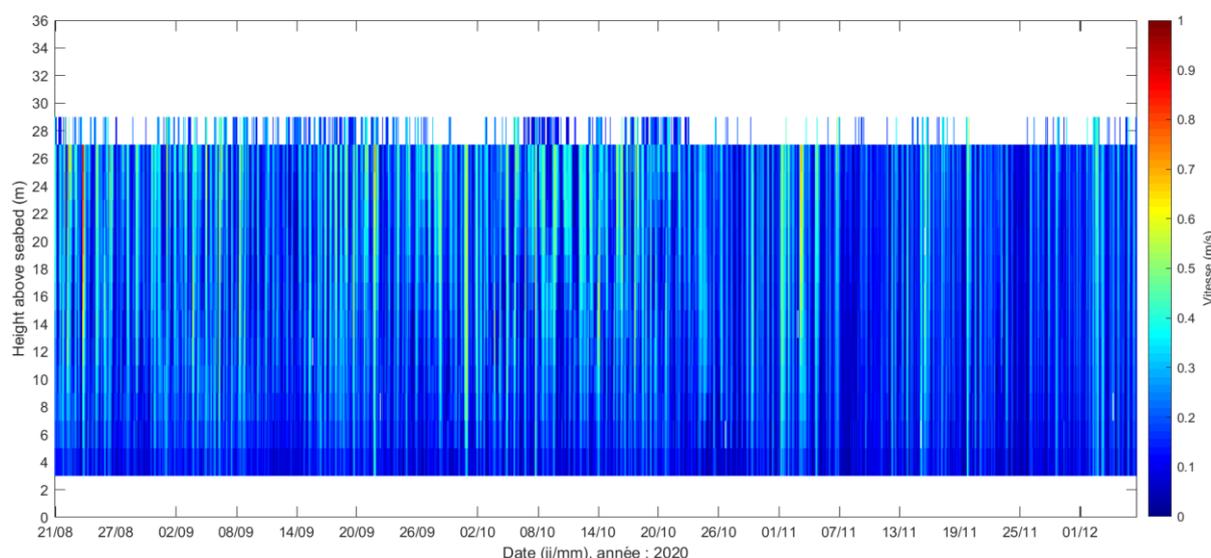


Figure 141 : Désirade – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

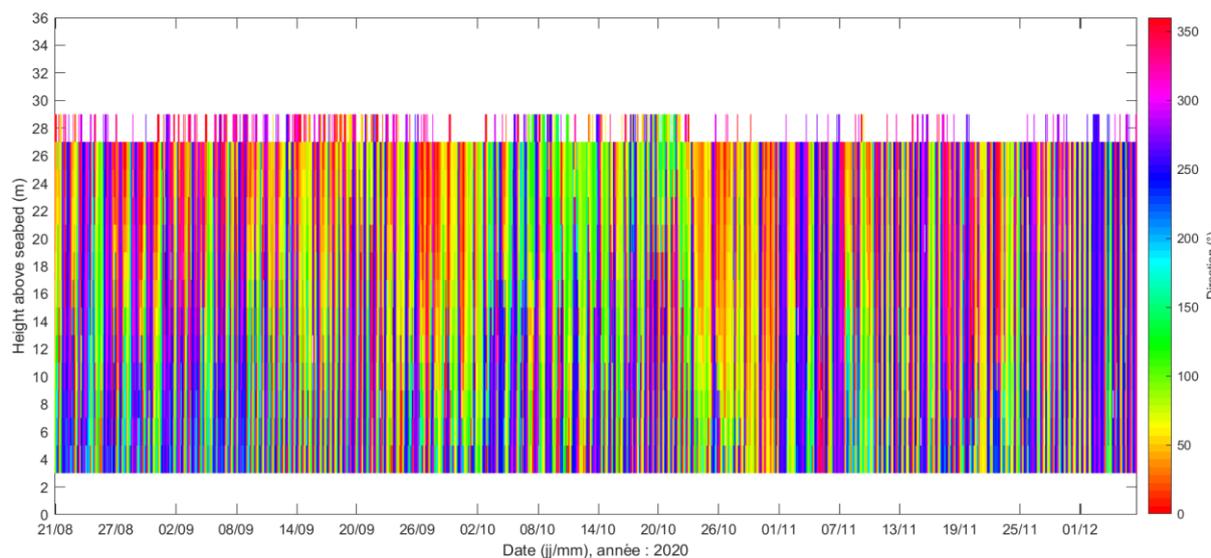
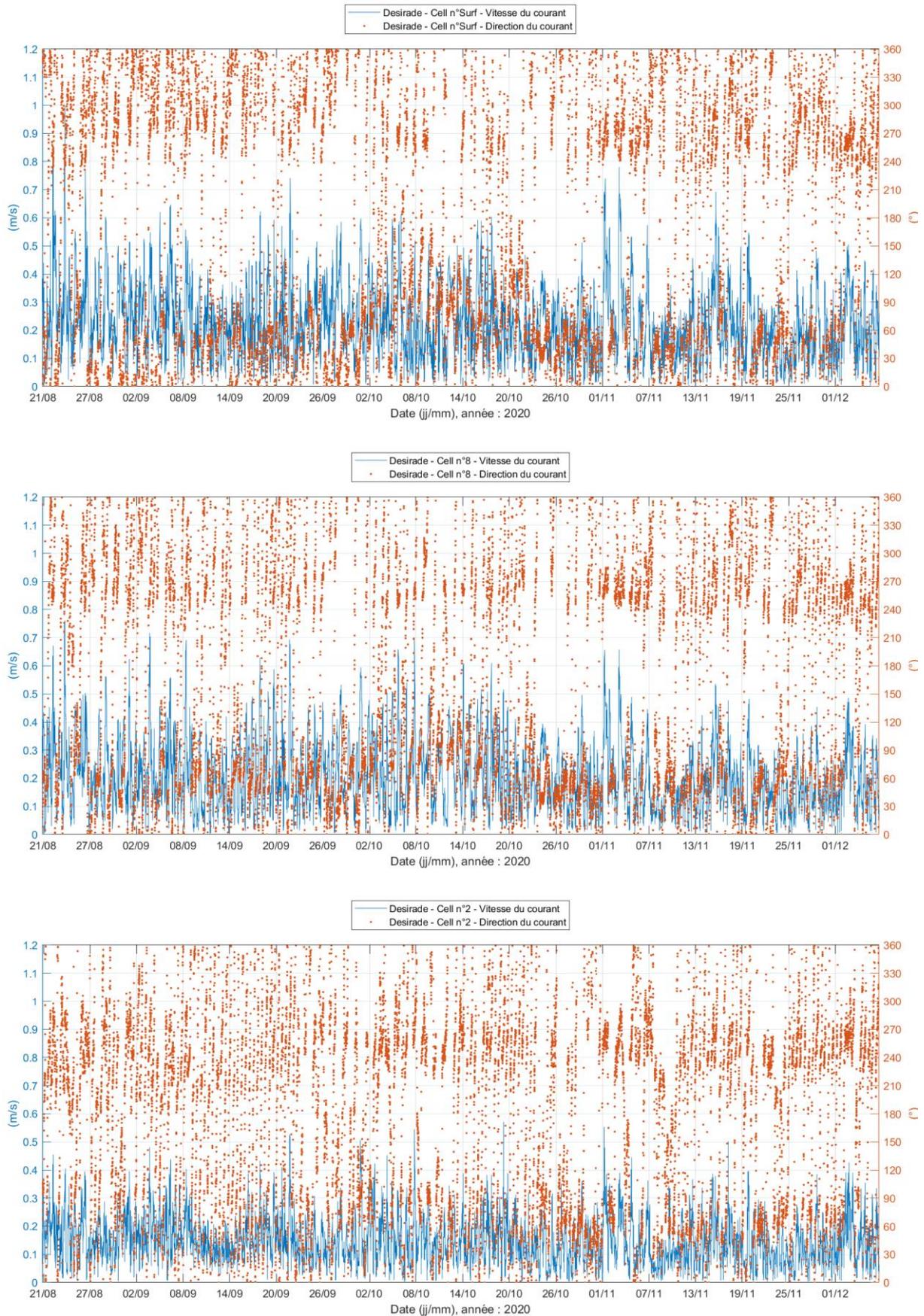


Figure 144 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



De manière générale, les vitesses du courant sont faibles à modérées sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.22 m/s en proche surface et de 0.15 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 97 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant tournent légèrement sur la colonne d'eau. En proche surface, le courant se propage principalement vers le secteur NE et secondairement vers le secteur W où les vitesses maximales sont aussi relevées. Au centre de la colonne d'eau, la direction de propagation principale du courant est observée vers le NE-ENE et la direction secondaire vers le WSW-W. Les vitesses maximales sont relevées vers le secteur W. Près du fond, le courant se propage principalement vers le secteur WSW, où les valeurs maximales du courant sont observées. La direction secondaire du courant est observée vers l'ENE.

La marée semble influencer la courantologie locale, notamment dans les couches proches de la surface où une alternance de la direction entre le NE et l'W est plus marquée que sur le reste de la colonne d'eau.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

Les spectres d'énergie et de direction (résultats de l'analyse spectrale) sont présentés ci-dessous. Le spectre d'énergie présente l'énergie véhiculée par la houle en fonction de sa fréquence.

L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées représente la fréquence et la couleur correspond à la valeur énergétique de la houle (selon l'échelle de couleur à droite). Il en est de même pour le spectre directionnel avec la couleur correspondant à la direction. Ce spectre permet de visualiser la direction de la houle en fonction de sa fréquence.

Figure 168 : Désirade - Spectre d'énergie de la houle

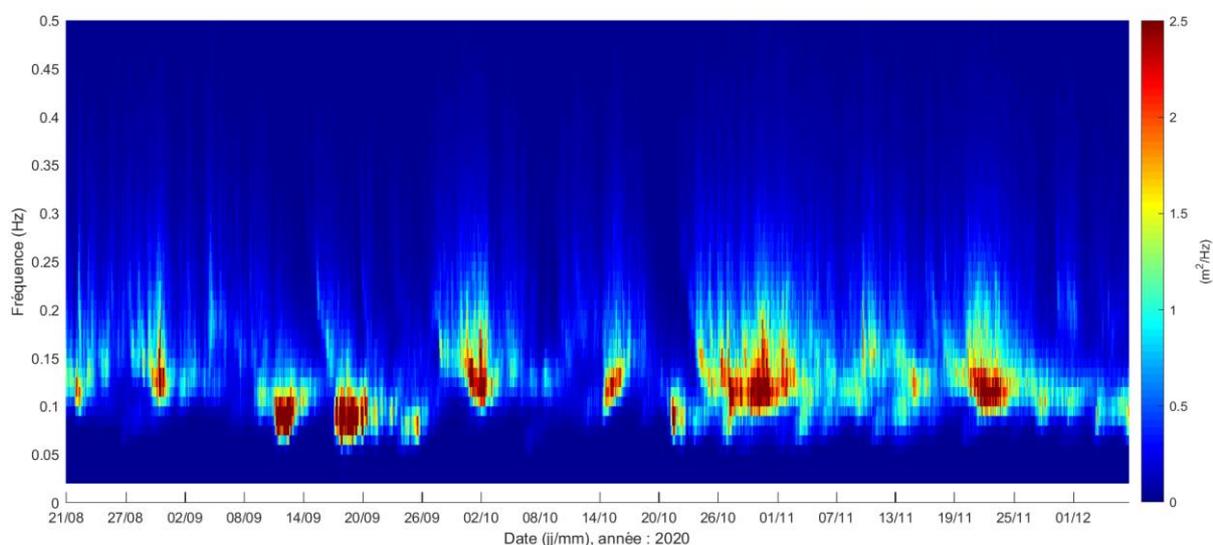
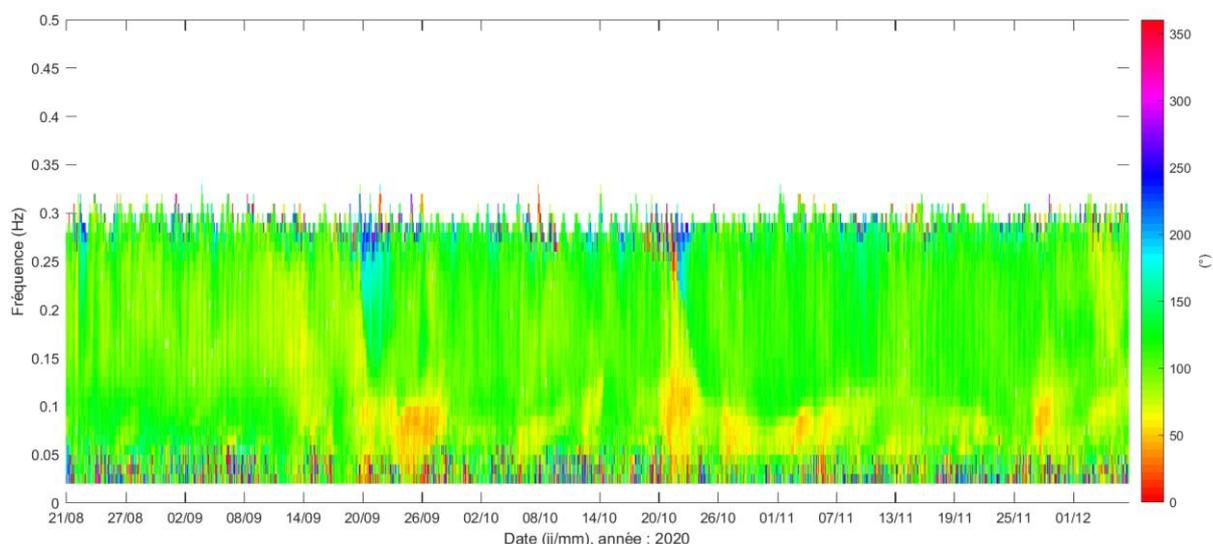


Figure 169 : Désirade – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, l'énergie de la houle se concentre essentiellement dans les hautes fréquences. La provenance de la houle est relativement homogène (ESE) mais tourne parfois légèrement vers le secteur E, notamment dans les basses fréquences.

6.6.3. Banc De Flandre – Température

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par le Signature 500 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 172 : Banc De Flandre - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

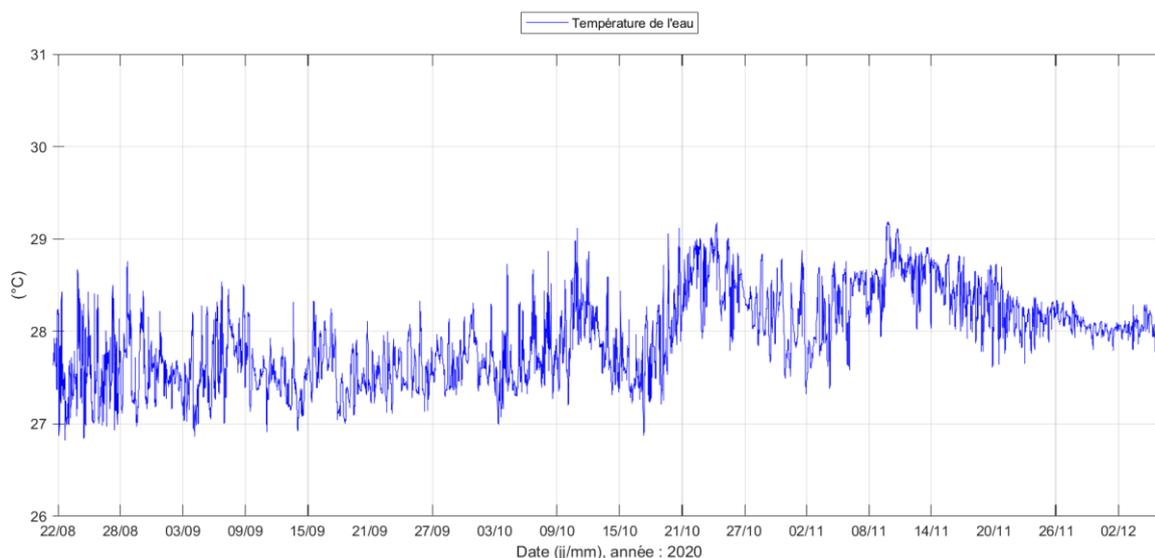


Tableau 27 : Banc De Flandre – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

Banc De Flandre	Minimum	Moyen	Maximum
	26.82 °C	27.93 °C	29.19 °C

La température de l'eau mesurée au fond présente des variations souvent liées à la marée. Ces fluctuations quotidiennes sont de l'ordre de 0.1 °C à près de 2 °C. Les augmentations les plus significatives de la température de l'eau sont observées à marée basse et marée montante. Ces fluctuations sont relevées la majorité du temps sur la période de mesure et sont plus importantes du début de la campagne jusqu'à fin novembre 2020, puis deviennent faibles jusqu'à la fin de la campagne de mesure.

Si on observe la tendance générale, la température moyenne est de 27.5 °C du début de la campagne de mesure à début octobre 2020. Puis elle tend à augmenter jusqu'à atteindre une température moyenne de 28.8 °C fin octobre 2020. À partir de fin octobre 2020, la température moyenne de l'eau au fond diminue progressivement pour atteindre une température moyenne de 28 °C en fin de campagne.

6.6.4. Banc De Flandre – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes à « Banc De Flandre » sont présentées dans ce paragraphe. Par convention, la direction du courant indique la direction où il se dirige. Les directions de propagation du courant sont données en Nord Magnétique.

Les représentations suivantes permettent de visualiser les variations de la vitesse et de la direction du courant sur toute la colonne d'eau et pendant toute la durée de la campagne de mesures. L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées correspond à la hauteur d'eau et la couleur traduit la valeur de la vitesse ou de la direction (selon l'échelle de couleur à droite).

Figure 173 : Banc De Flandre – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

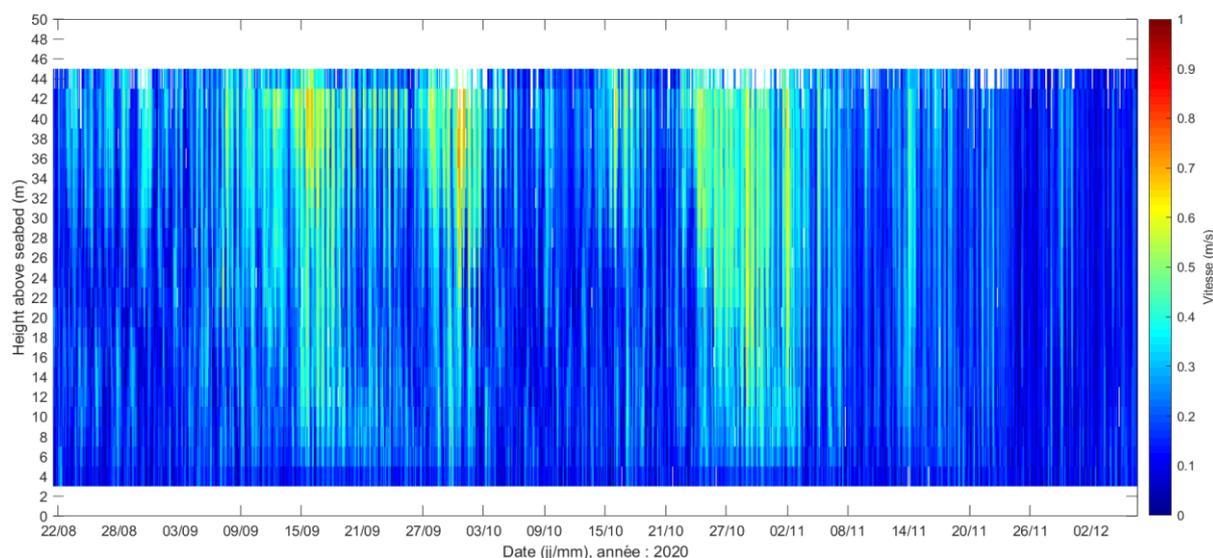


Figure 174 : Banc De Flandre – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

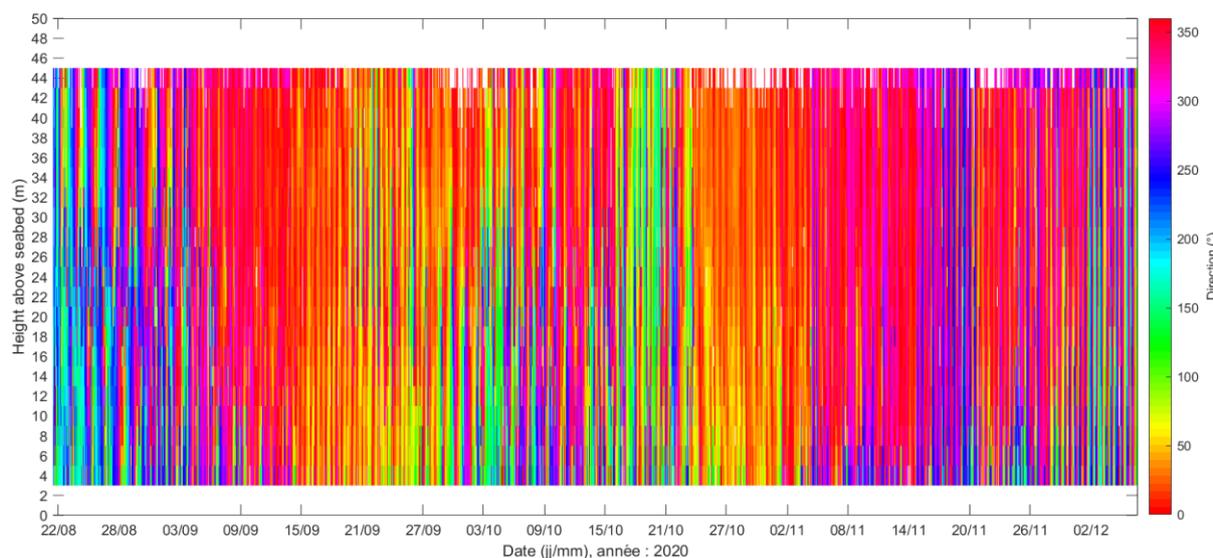
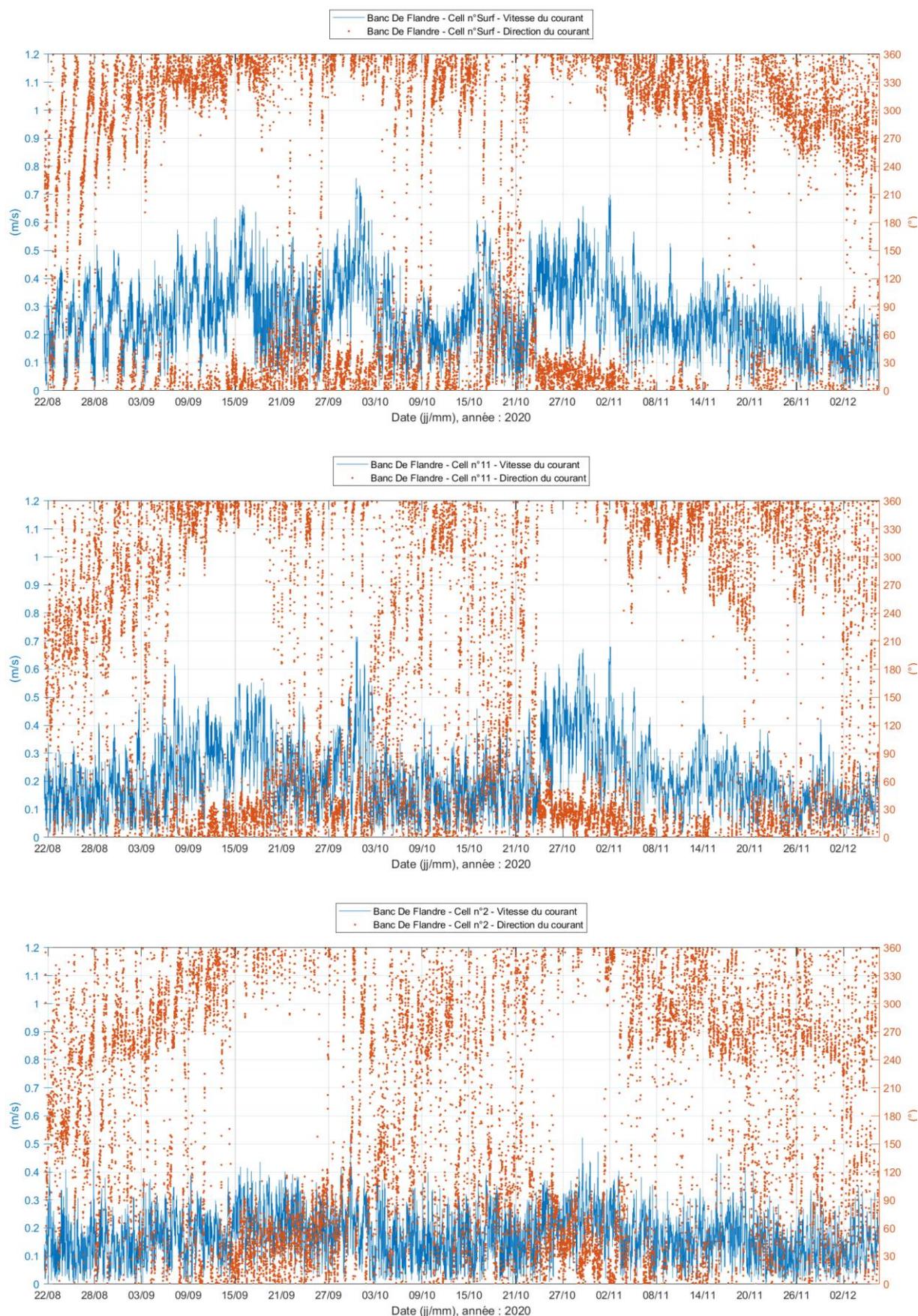


Figure 177 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



De manière générale, les vitesses du courant sont faibles à modérées sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.26 m/s en proche surface et de 0.17 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 96 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant tournent légèrement sur la colonne d'eau. En proche surface, le courant se propage principalement vers le secteur N. Au centre de la colonne d'eau, la direction de propagation principale du courant est observée vers le N-NNE. Près du fond, le courant se propage principalement vers le NE et secondairement vers l'W. Les vitesses maximales sont relevées vers le NNE sur toute la colonne d'eau.

La marée semble peu influencer la courantologie locale, les directions du courant varient suivant le cycle de la marée mais aucune alternance marquée de la direction n'est relevée.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

Figure 190 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
(coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)

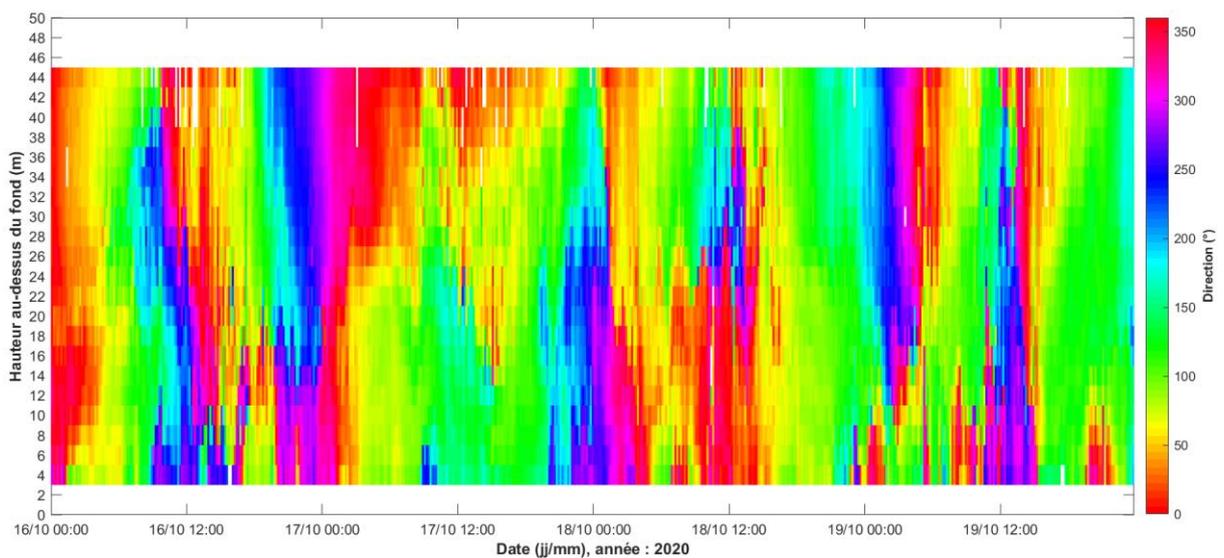
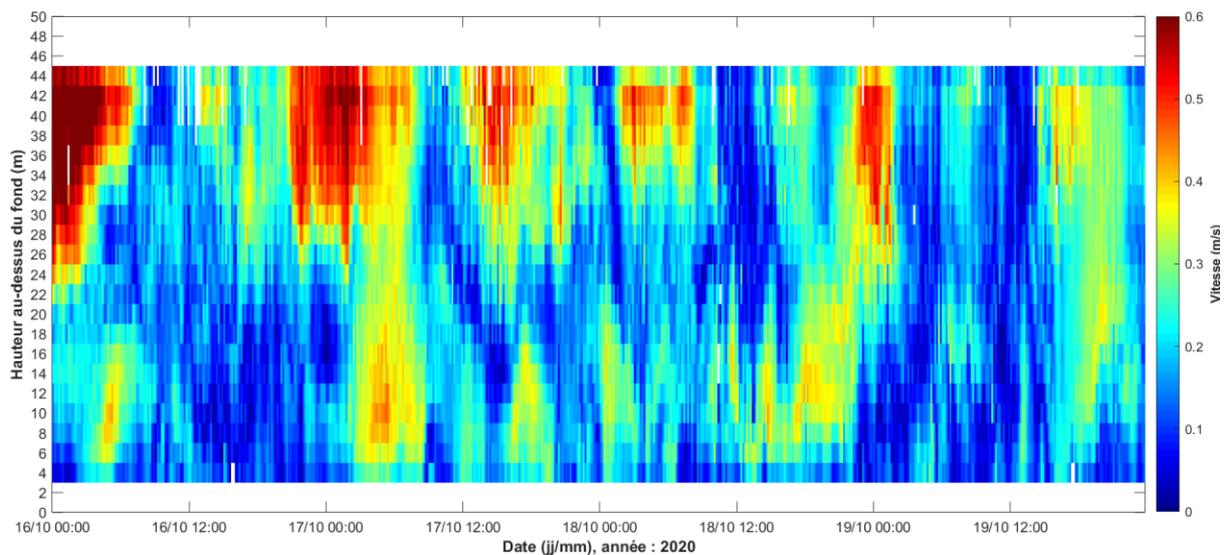


Figure 191 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 16 au 19 octobre 2020 (coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107) – Couche de surface, Couche n°11 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)

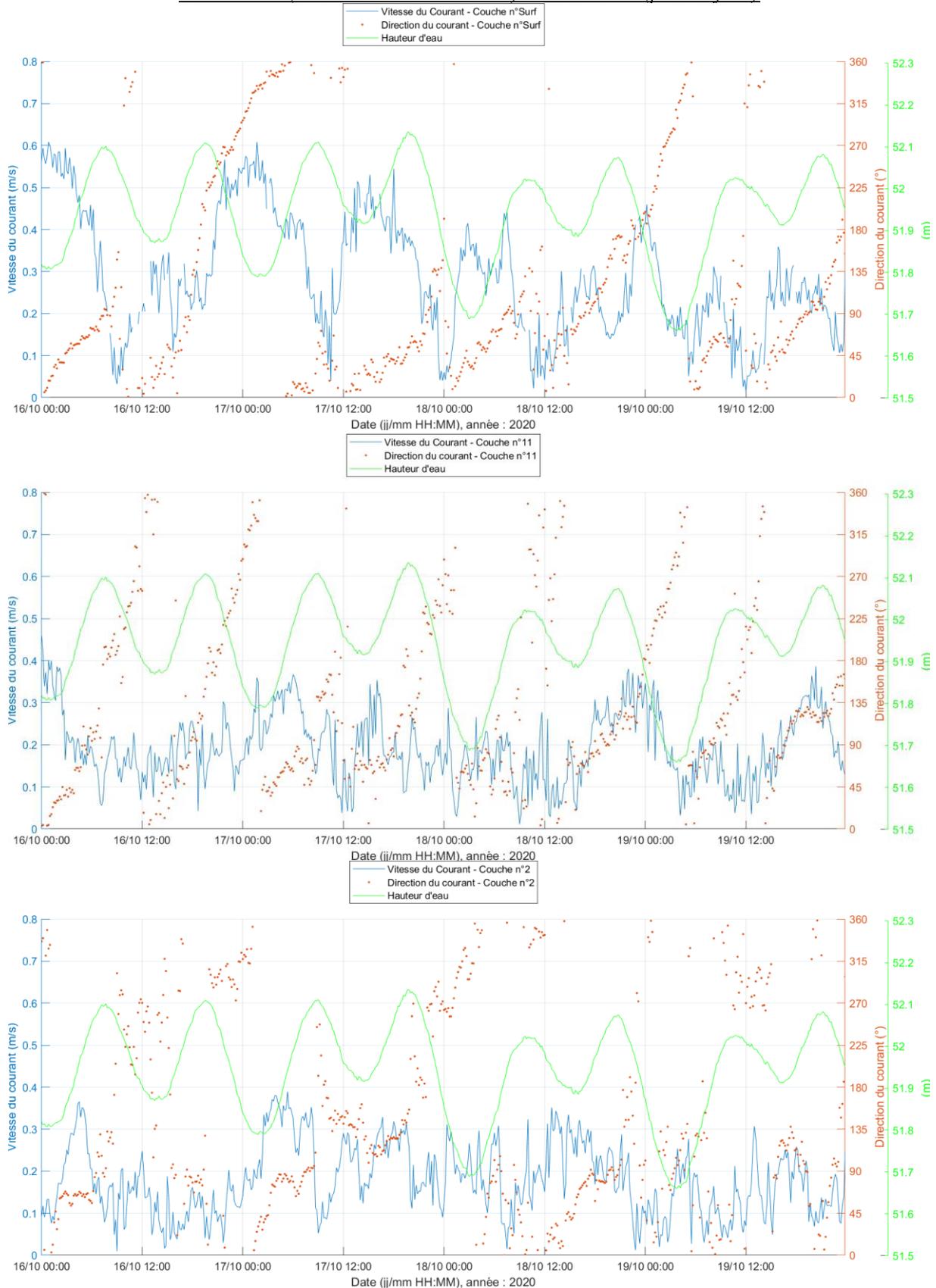


Figure 192 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

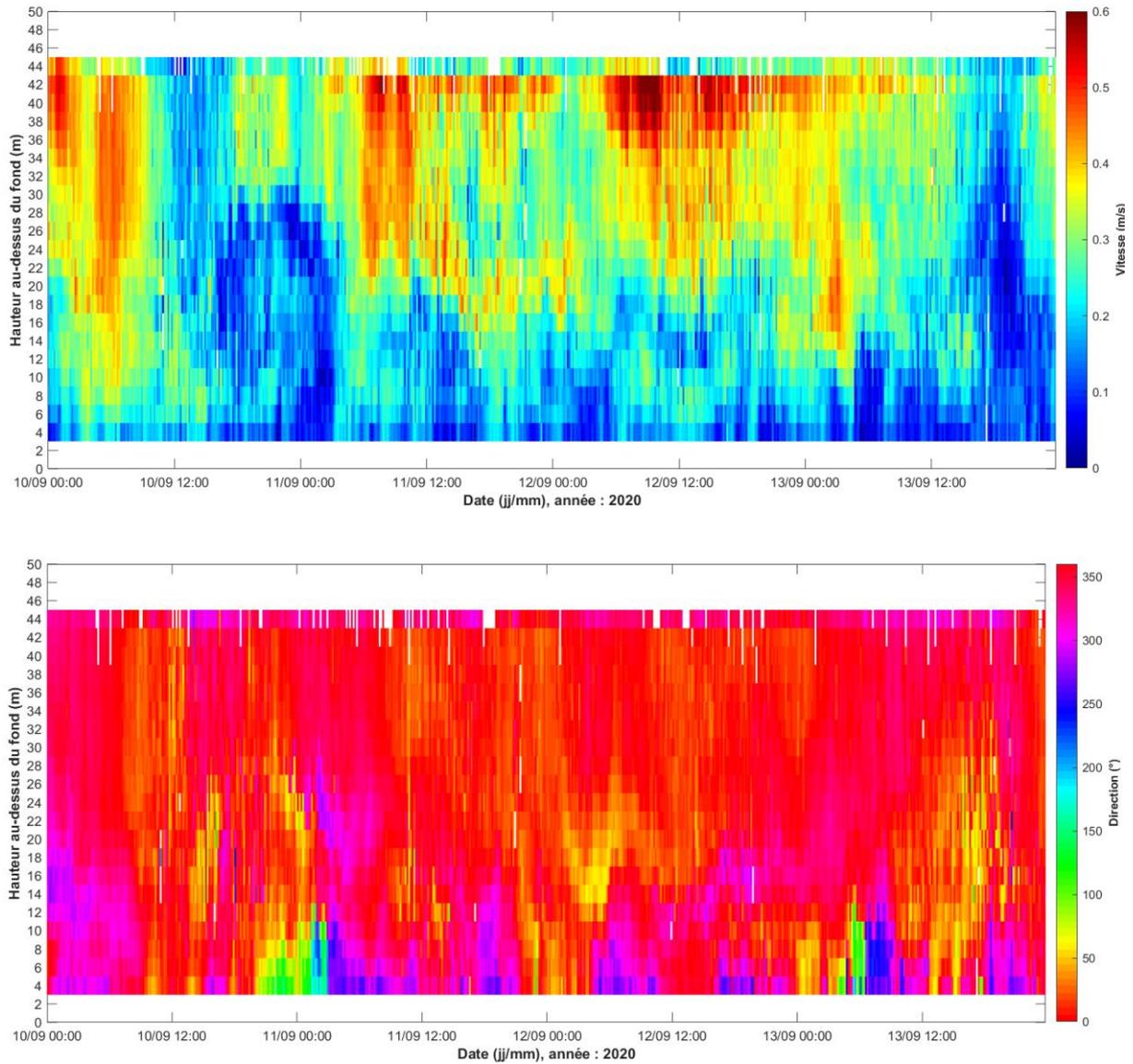
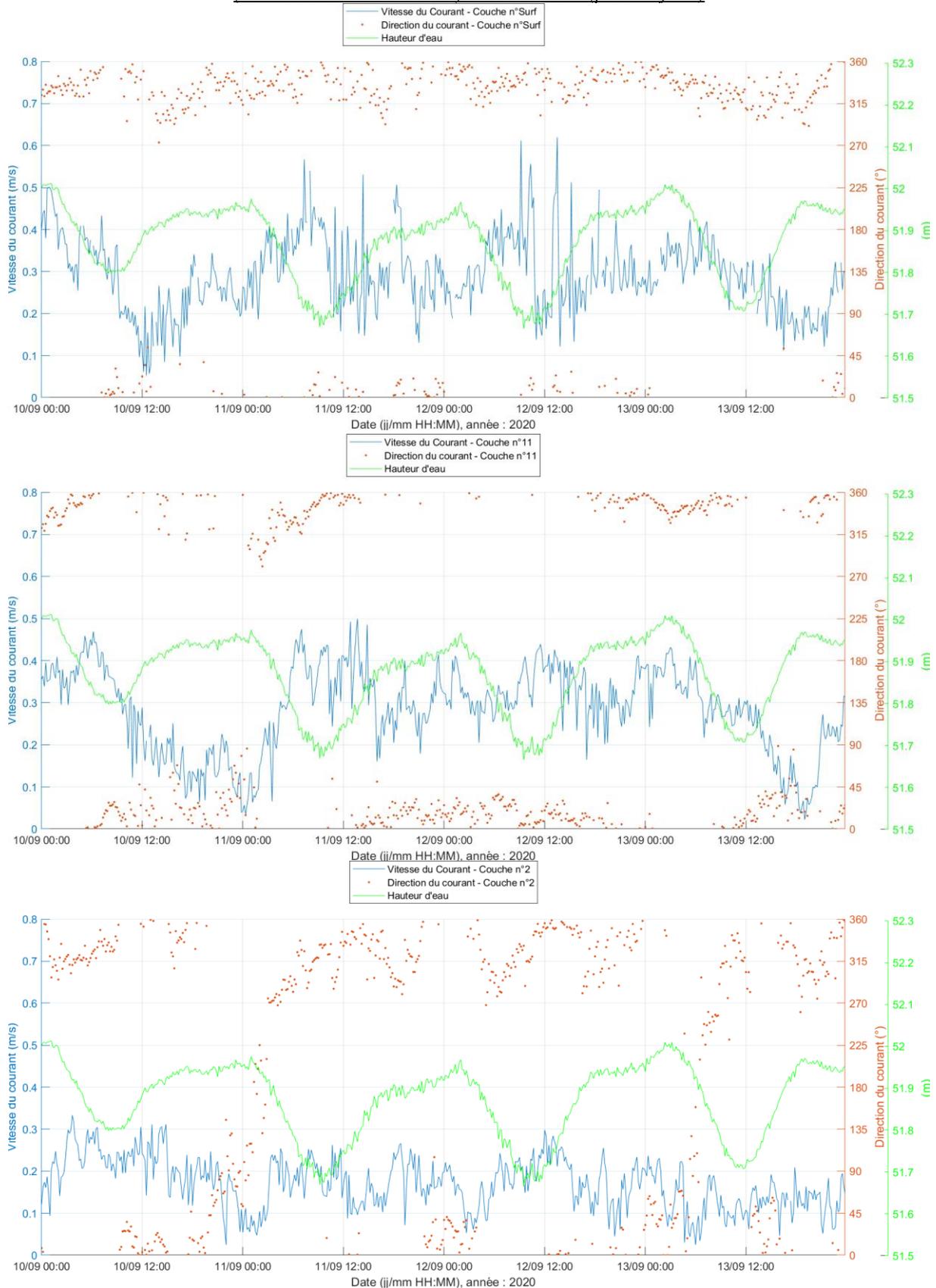


Figure 193 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42) – Couche de surface, Couche n°11 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



Les spectres d'énergie et de direction (résultats de l'analyse spectrale) sont présentés ci-dessous. Le spectre d'énergie présente l'énergie véhiculée par la houle en fonction de sa fréquence.

L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées représente la fréquence et la couleur correspond à la valeur énergétique de la houle (selon l'échelle de couleur à droite). Il en est de même pour le spectre directionnel avec la couleur correspondant à la direction. Ce spectre permet de visualiser la direction de la houle en fonction de sa fréquence.

Figure 201 : Banc De Flandre - Spectre d'énergie de la houle

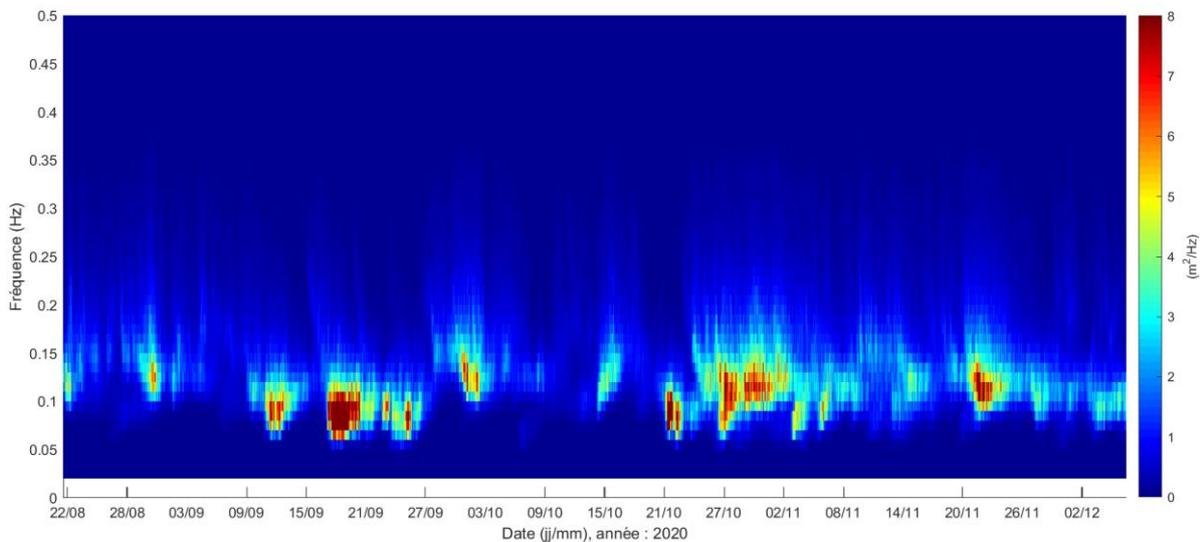
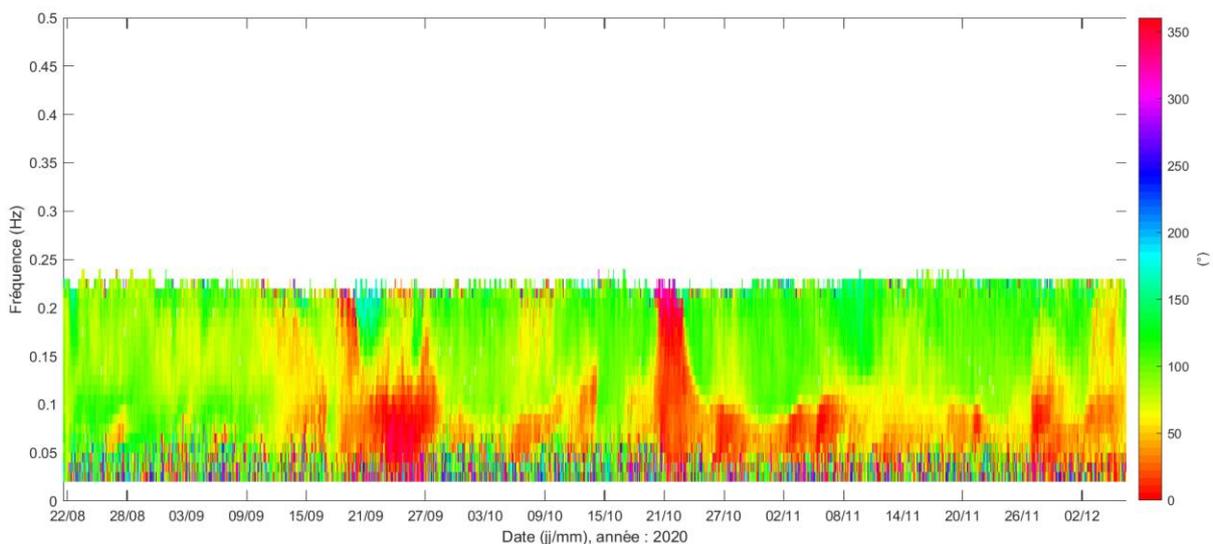


Figure 202 : Banc De Flandre – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, l'énergie de la houle se partage entre les hautes et les basses fréquences.

7.1.2. Pariadis – Hauteur d'eau

La série temporelle de la hauteur d'eau mesurée par le Signature 500 à « Pariadis » est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

NB : Les mesures de pression sont converties en hauteur d'eau et corrigées de l'élévation du capteur au-dessus du fond (+0.5 m).

Figure 204 : Pariadis – Série temporelle de la hauteur d'eau

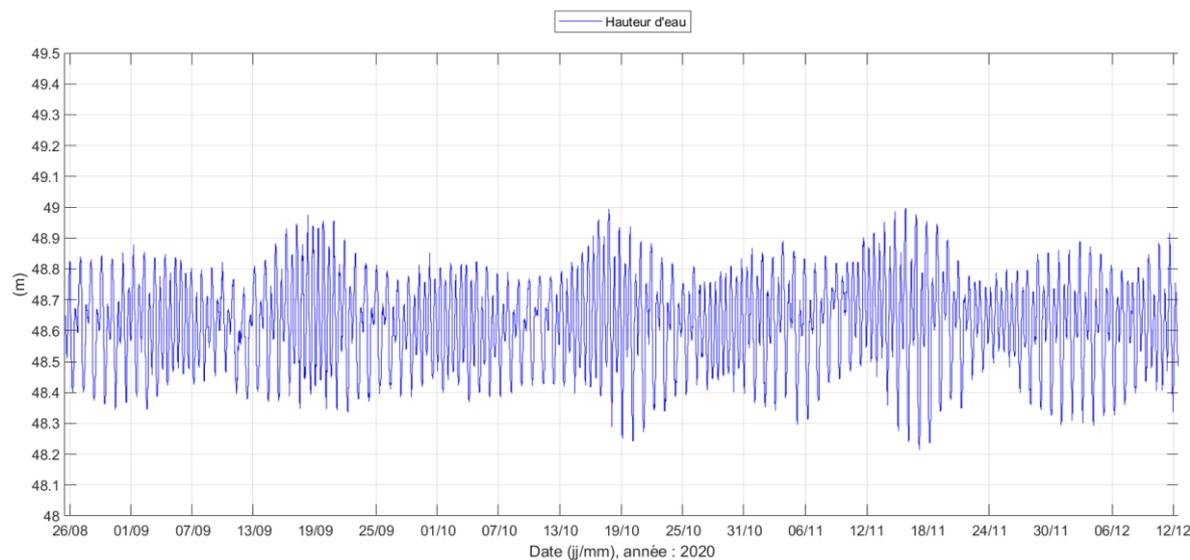


Tableau 30 : Pariadis – Principales statistiques relatives à la hauteur d'eau sur la période d'étude

Pariadis	Minimum	Moyen	Maximum
	48.21 m	48.63 m	49.00 m

La marée locale est mixte, variant entre un type diurne, semi-diurne à inégalité diurne et semi-diurne comportant deux basses mers et deux pleines mers marquées par jour.

Sur la zone d'étude, les marnages observés vont de 0.05 m en période de mortes-eaux à 0.77 m au maximum en période de vives-eaux.

Le niveau moyen sur le site d'étude durant la campagne est de 48.63 m. Le niveau d'eau maximal relevé est de 49 m et le niveau d'eau minimal de 48.21 m.

7.1.3. Pariadis – Température

La série temporelle de la température de l’eau mesurée au fond par le Signature 500 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 205 : Pariadis - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

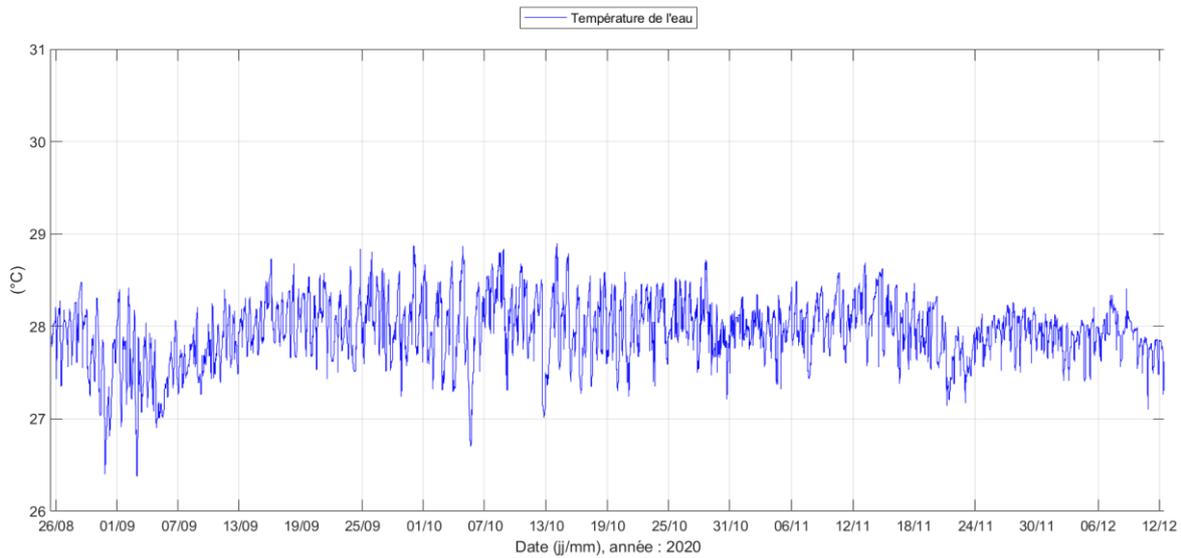


Tableau 31 : Pariadis – Principales statistiques relatives à la température de l’eau au fond sur la période d’étude

Pariadis	Minimum	Moyen	Maximum
	26.38 °C	27.94 °C	28.90 °C

La température de l’eau mesurée au fond présente des variations souvent liées à la marée. Ces fluctuations quotidiennes liées à la marée sont de l’ordre de 0.2 °C à près de 2 °C. Les augmentations les plus significatives de la température de l’eau sont observées de fin de marée descendante à marée haute. Ces fluctuations sont relevées la majorité du temps sur la période de mesure.

Si on observe la tendance générale, la température de l’eau au fond est relativement stable autour de 28 °C en moyenne.

7.1.4. Pariadis – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes à « Pariadis » sont présentées dans ce paragraphe. Par convention, la direction du courant indique la direction où il se dirige. Les directions de propagation du courant sont données en Nord Magnétique.

Les représentations suivantes permettent de visualiser les variations de la vitesse et de la direction du courant sur toute la colonne d'eau et pendant toute la durée de la campagne de mesures. L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées correspond à la hauteur d'eau et la couleur traduit la valeur de la vitesse ou de la direction (selon l'échelle de couleur à droite).

Figure 206 : Pariadis – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

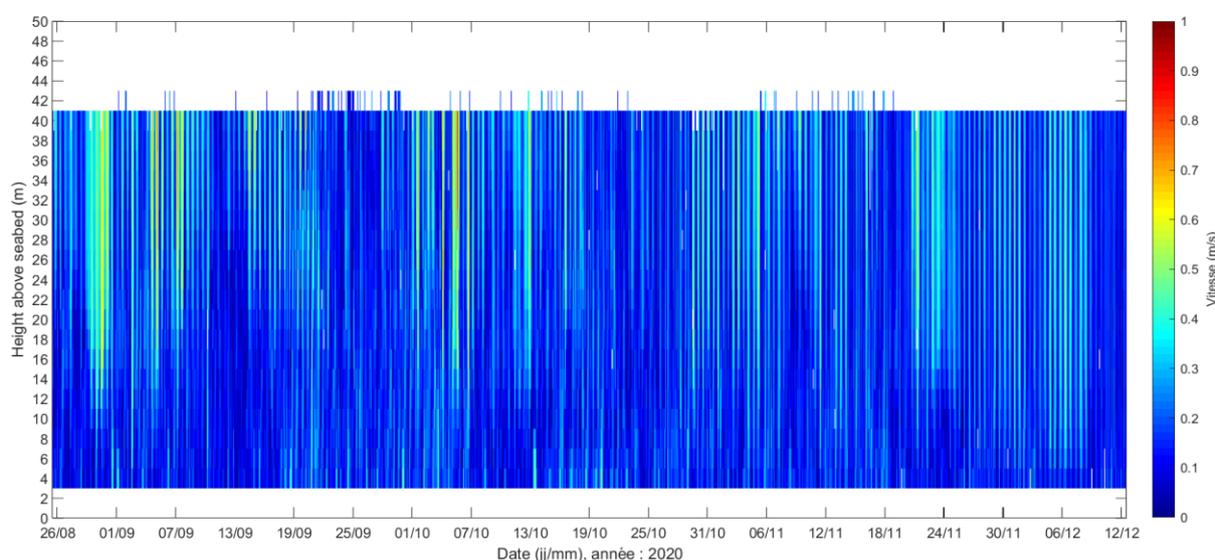


Figure 207 : Pariadis – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

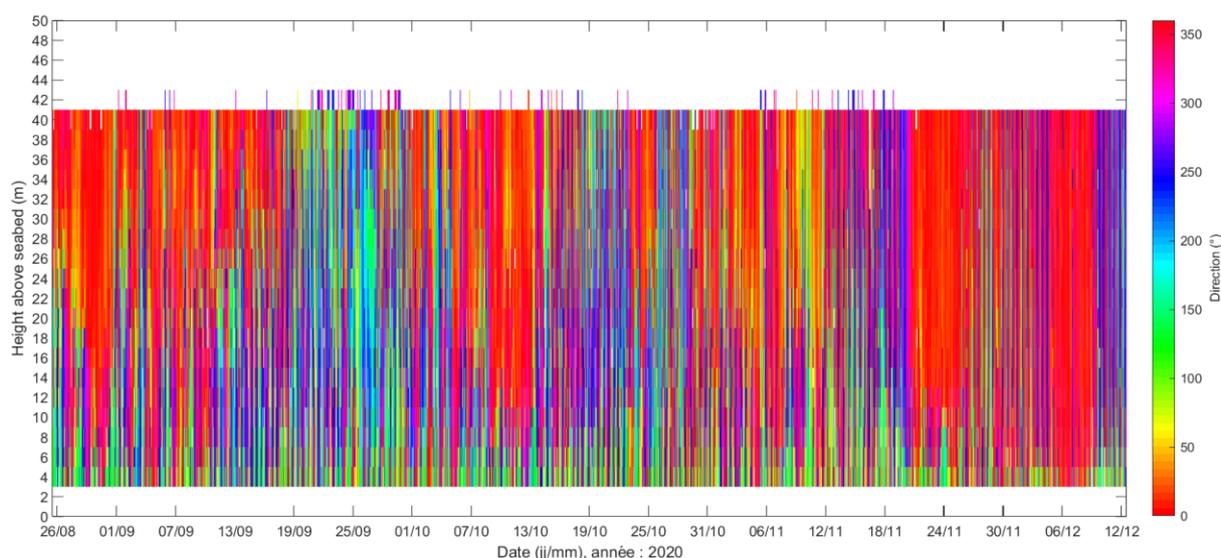
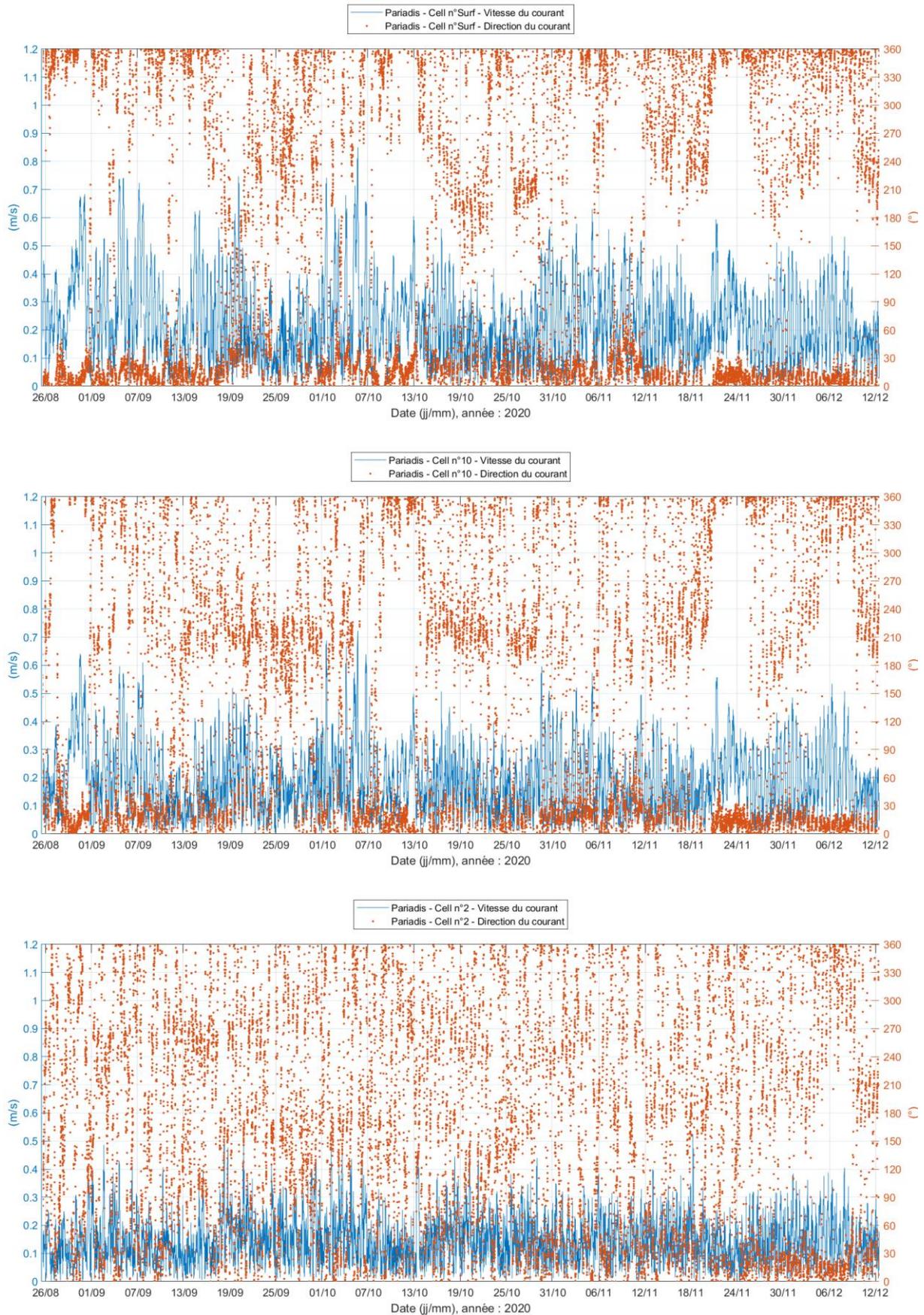


Figure 210 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



De manière générale, les vitesses du courant sont faibles à modérées sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.23 m/s en proche surface et de 0.15 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 95 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant tournent légèrement sur la colonne d'eau. En proche surface, le courant se propage principalement vers le N-NNE et secondairement vers le secteur SW-WSW. Au centre de la colonne d'eau, la direction de propagation principale du courant est observée vers le N-NNE et la direction de propagation secondaire vers le secteur SW. Près du fond, le courant se propage principalement vers le NNE. Les vitesses maximales sont relevées vers le NNE sur toute la colonne d'eau.

La propagation vers le secteur N-NNE reste dominante sur la partie supérieure de la colonne d'eau durant la période d'étude. En proche surface, cette direction du courant est observée pendant plus de 50 % du temps de mesure.

La marée influence la courantologie locale, notamment en période de vives-eaux et dans la partie supérieure de la colonne d'eau. Une alternance de la direction de propagation du courant entre le N-NNE et le secteur SW est relevée durant ces périodes.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

Figure 223 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
(coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)

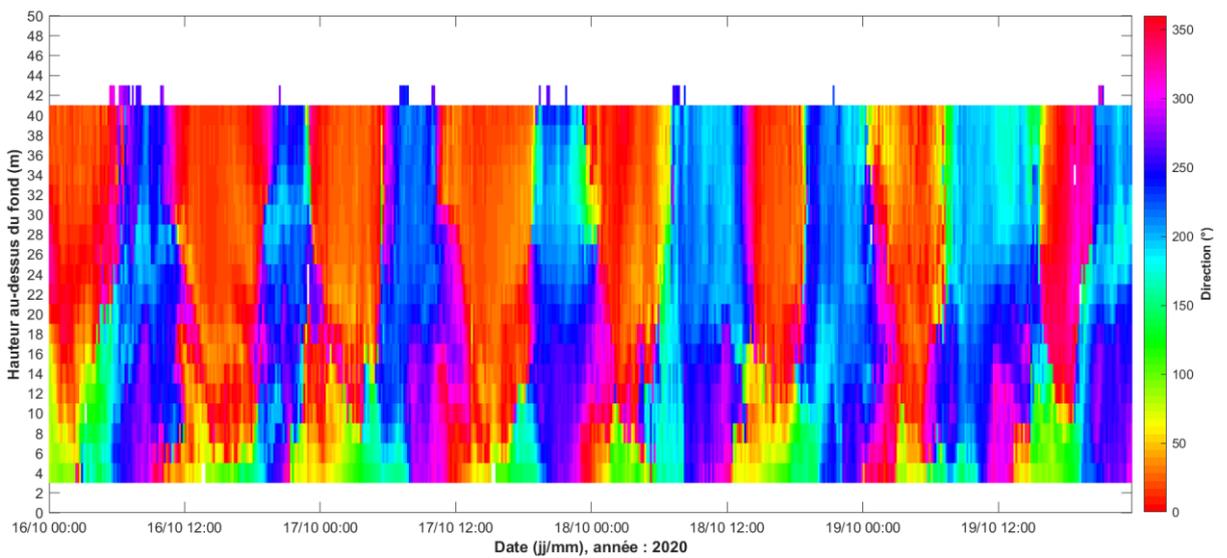
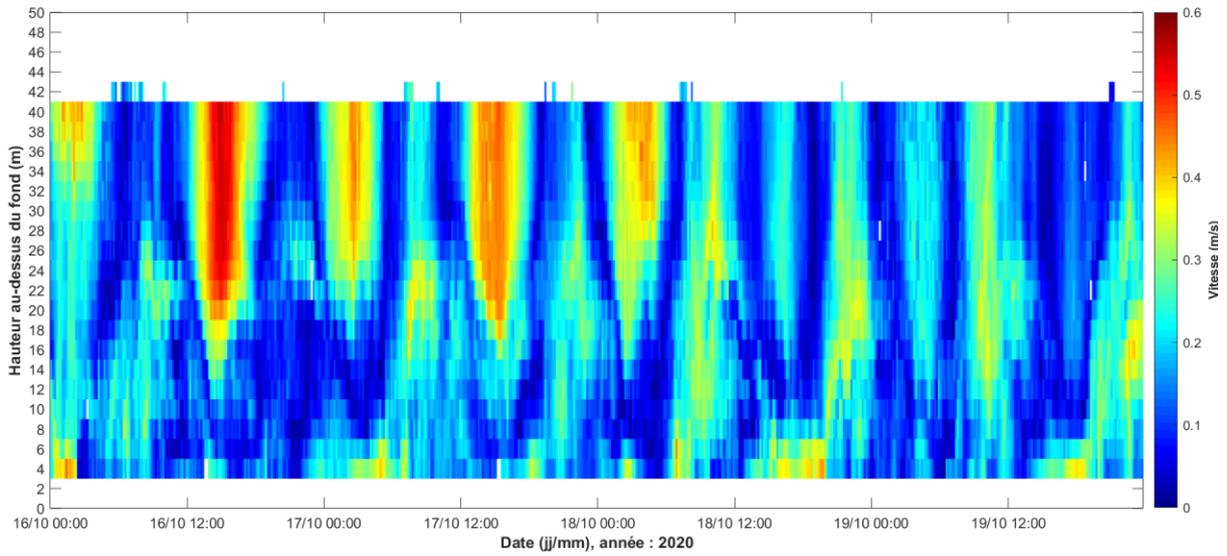


Figure 224 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 16 au 19 octobre 2020 (coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107) – Couche de surface, Couche n°10 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)

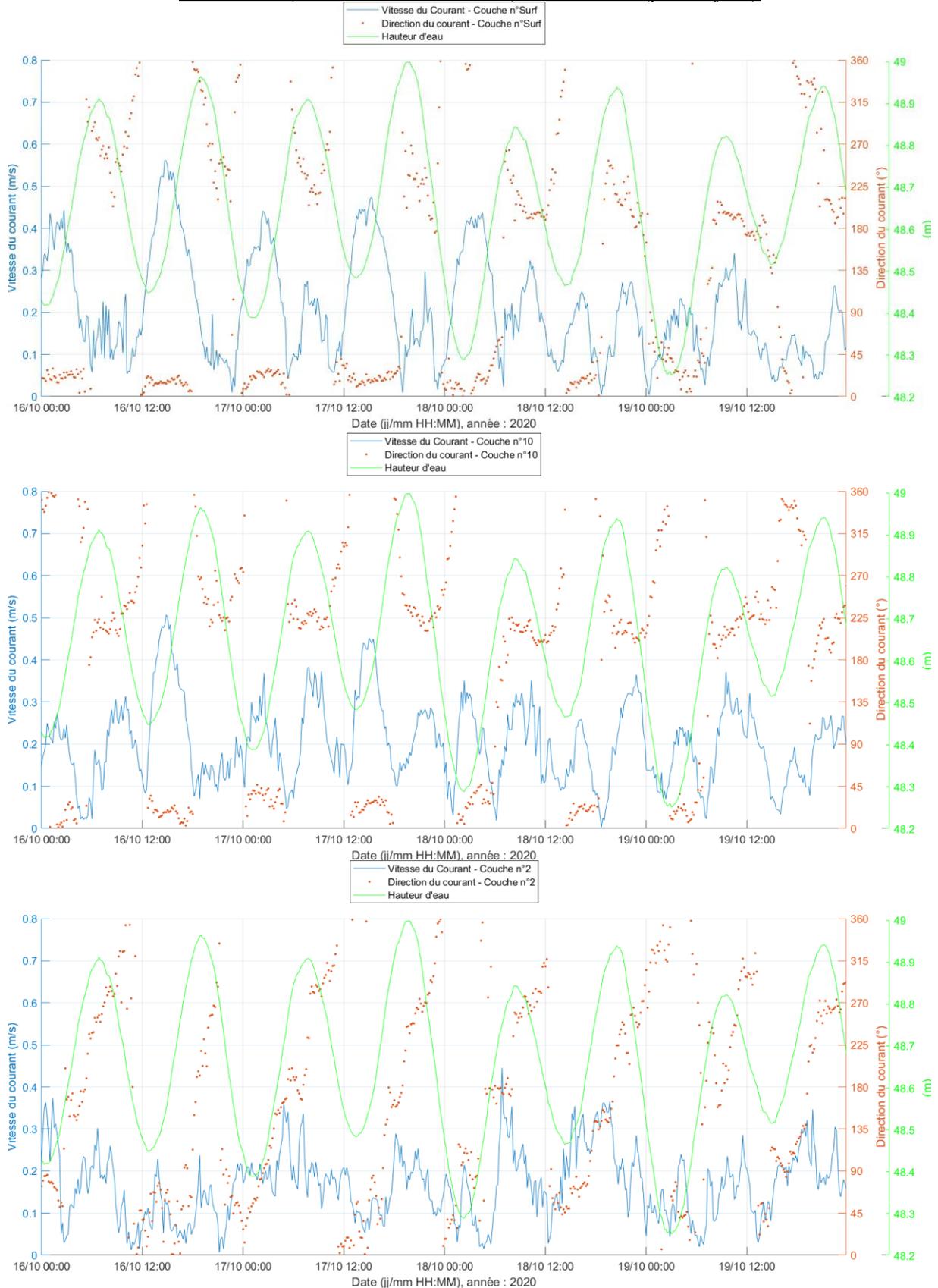


Figure 225 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

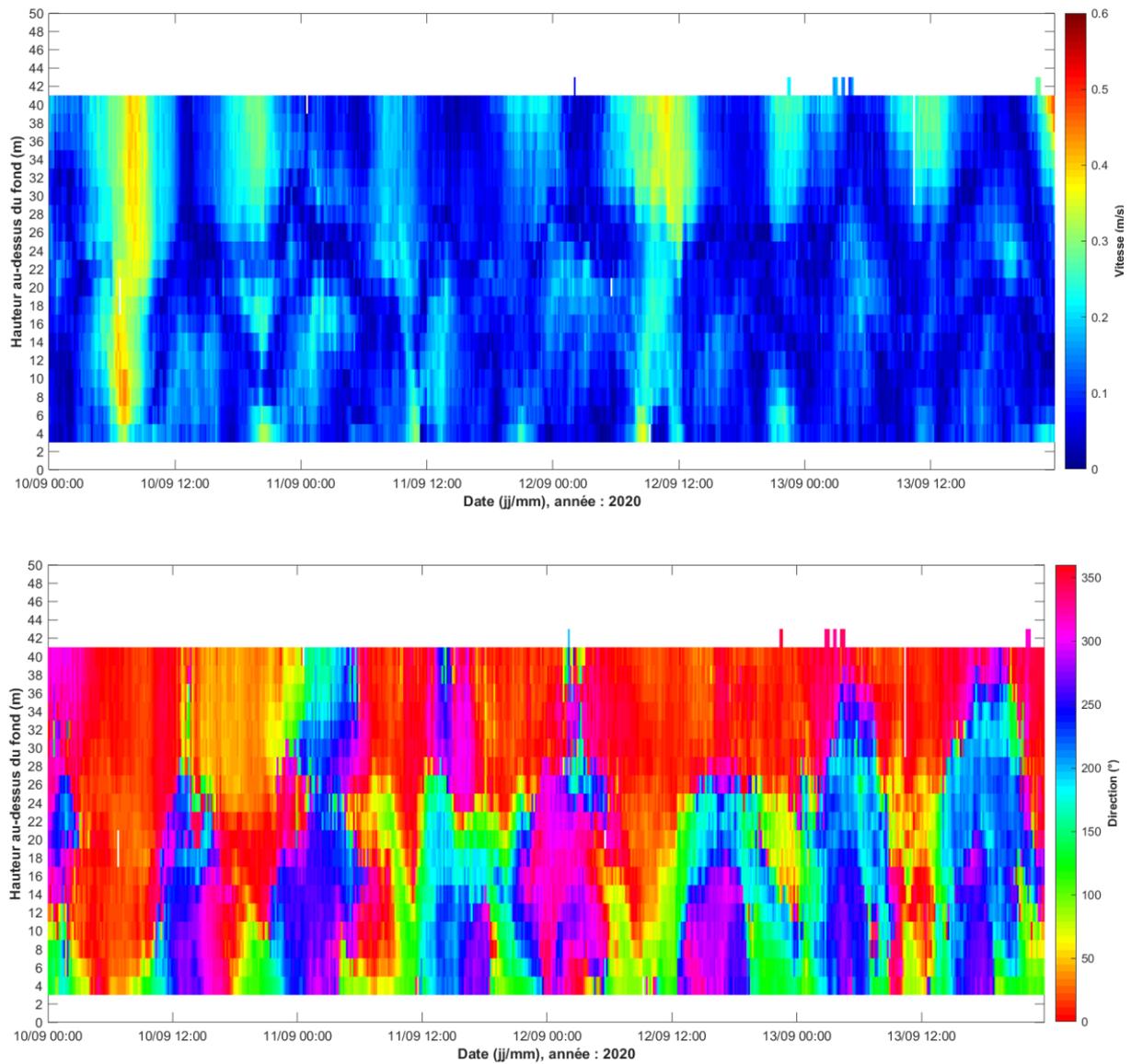
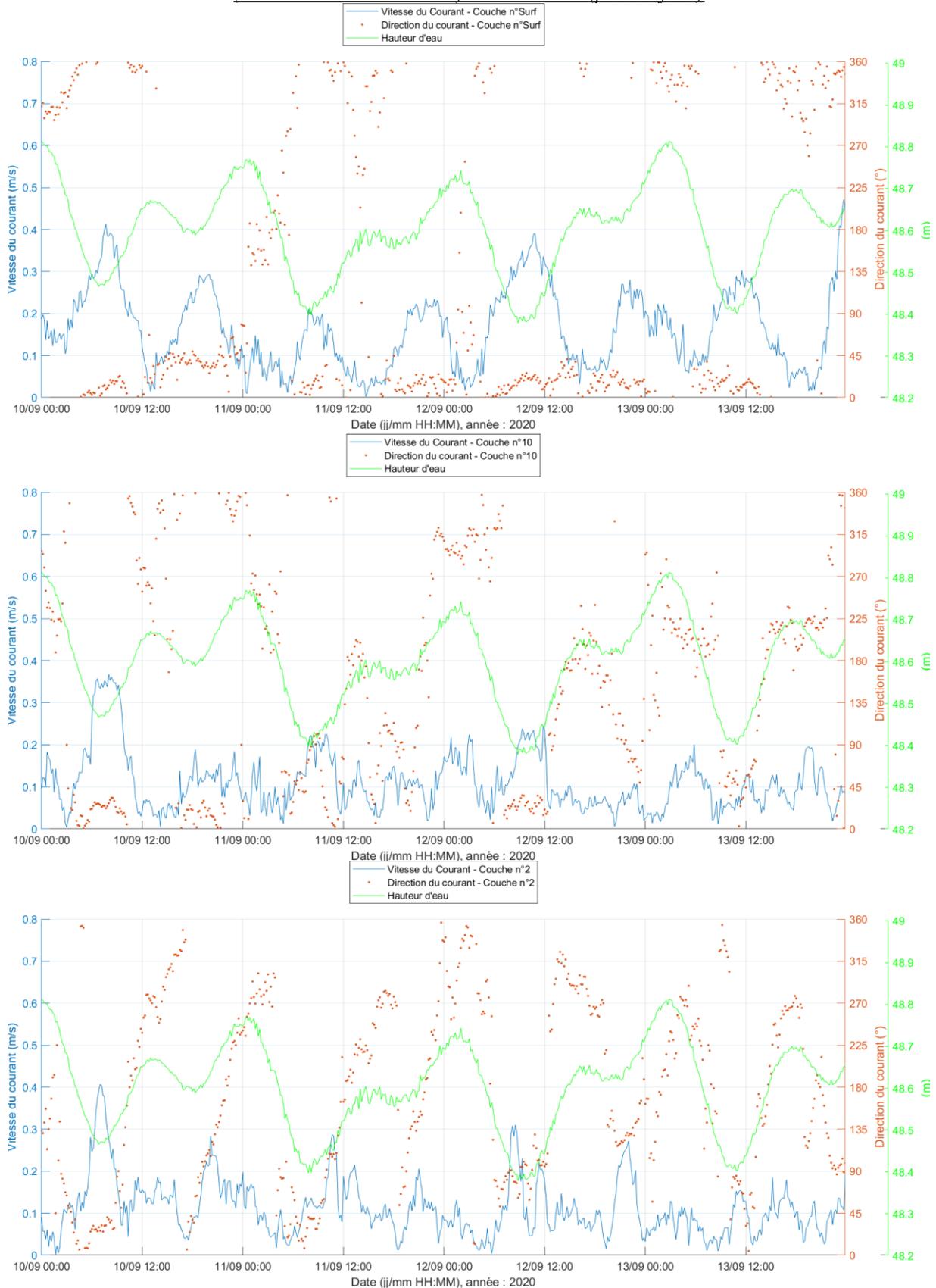


Figure 226 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42) – Couche de surface, Couche n°10 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



7.1.5. Pariadis – Houle

L'état de mer est caractérisé par la hauteur, la période et la direction des vagues. Par convention, « la direction de la houle est la direction d'où la houle vient, c'est-à-dire la direction de provenance ». Les directions de provenance de la houle présentées dans cette section sont en Nord Magnétique.

Les pages suivantes présentent les séries temporelles et les statistiques des principaux paramètres de la houle.

Figure 227 : Pariadis – Séries temporelles des hauteurs de la houle

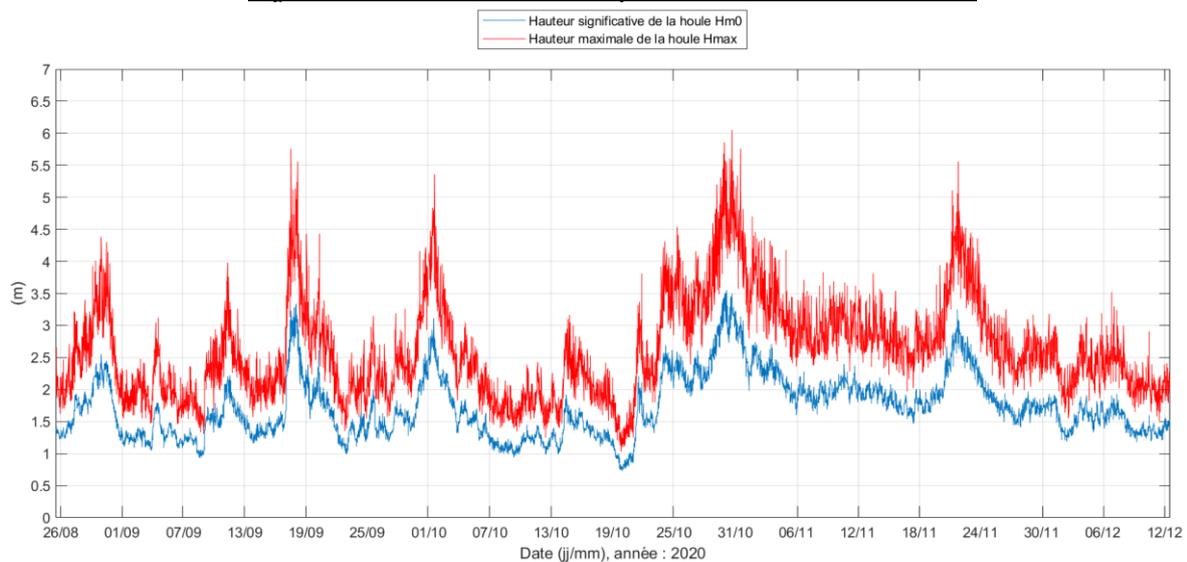
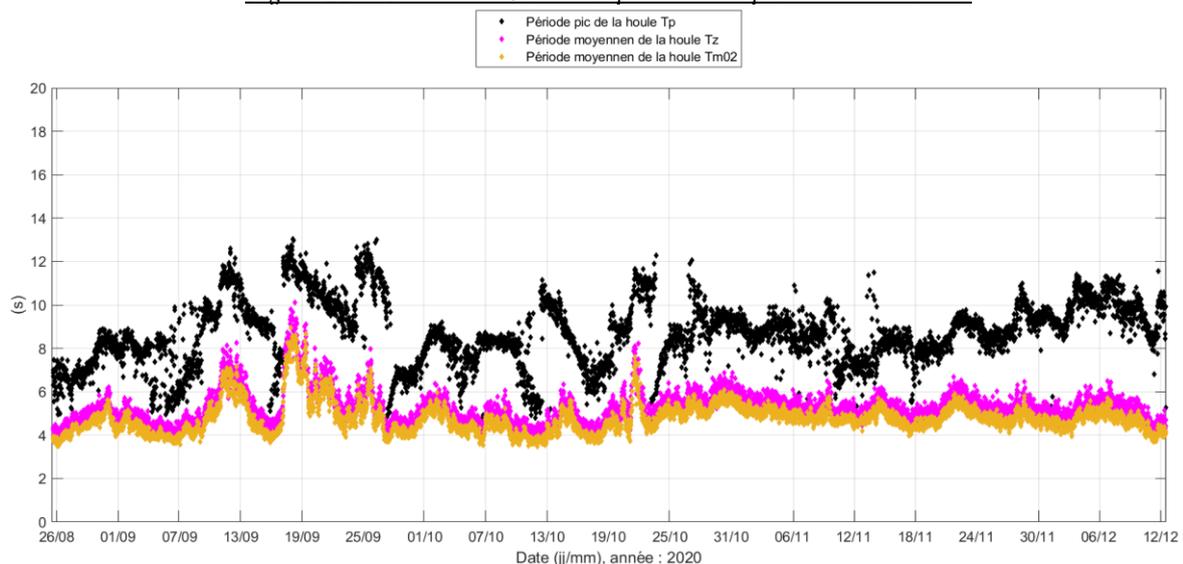


Figure 228 : Pariadis – Séries temporelles des périodes de la houle



Les spectres d'énergie et de direction (résultats de l'analyse spectrale) sont présentés ci-dessous. Le spectre d'énergie présente l'énergie véhiculée par la houle en fonction de sa fréquence.

L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées représente la fréquence et la couleur correspond à la valeur énergétique de la houle (selon l'échelle de couleur à droite). Il en est de même pour le spectre directionnel avec la couleur correspondant à la direction. Ce spectre permet de visualiser la direction de la houle en fonction de sa fréquence.

Figure 234 : Pariadis - Spectre d'énergie de la houle

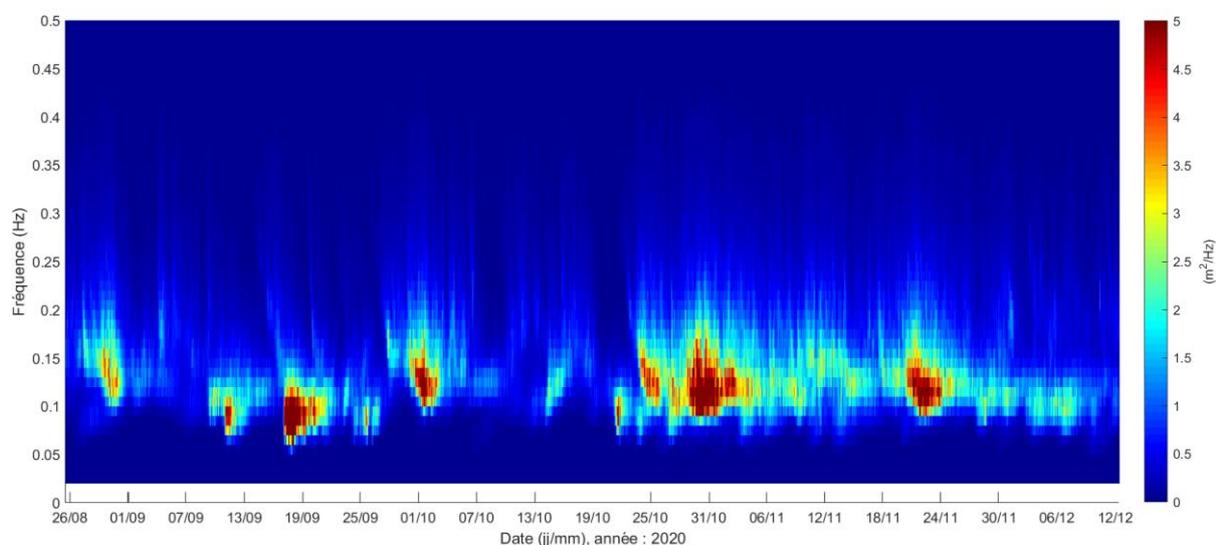
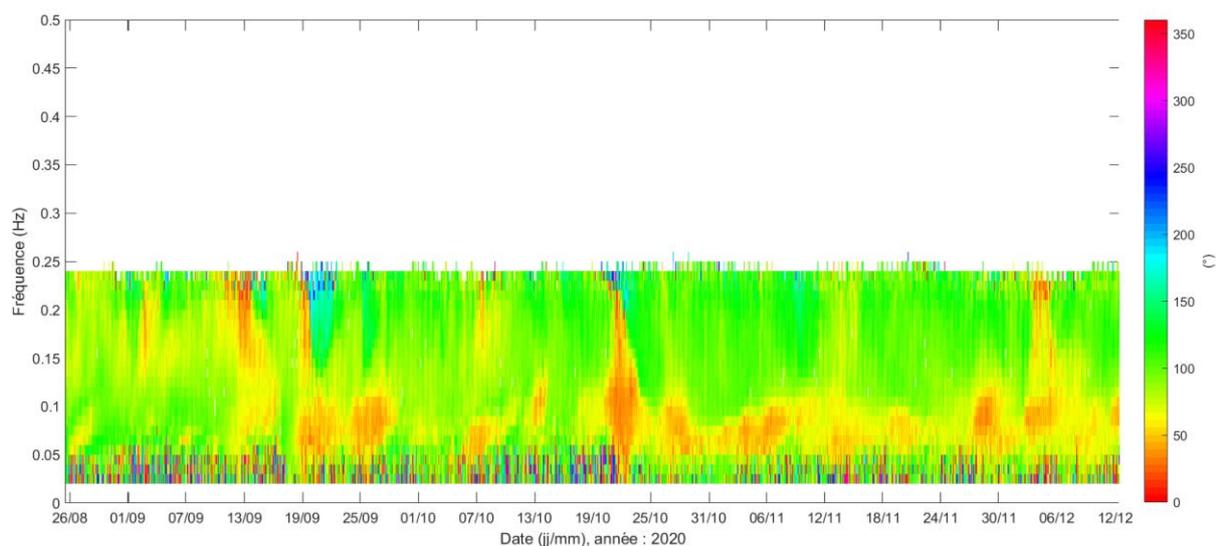


Figure 235 : Pariadis – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, l'énergie de la houle se partage entre les hautes et les basses fréquences. La provenance de la houle est essentiellement secteur ENE dans les basses fréquences et E-ESE dans les hautes fréquences.

Emplacement des cellules de mesure :

Les instruments, fixés sur la structure tripode, sont localisés à 0.5 m au-dessus du fond.

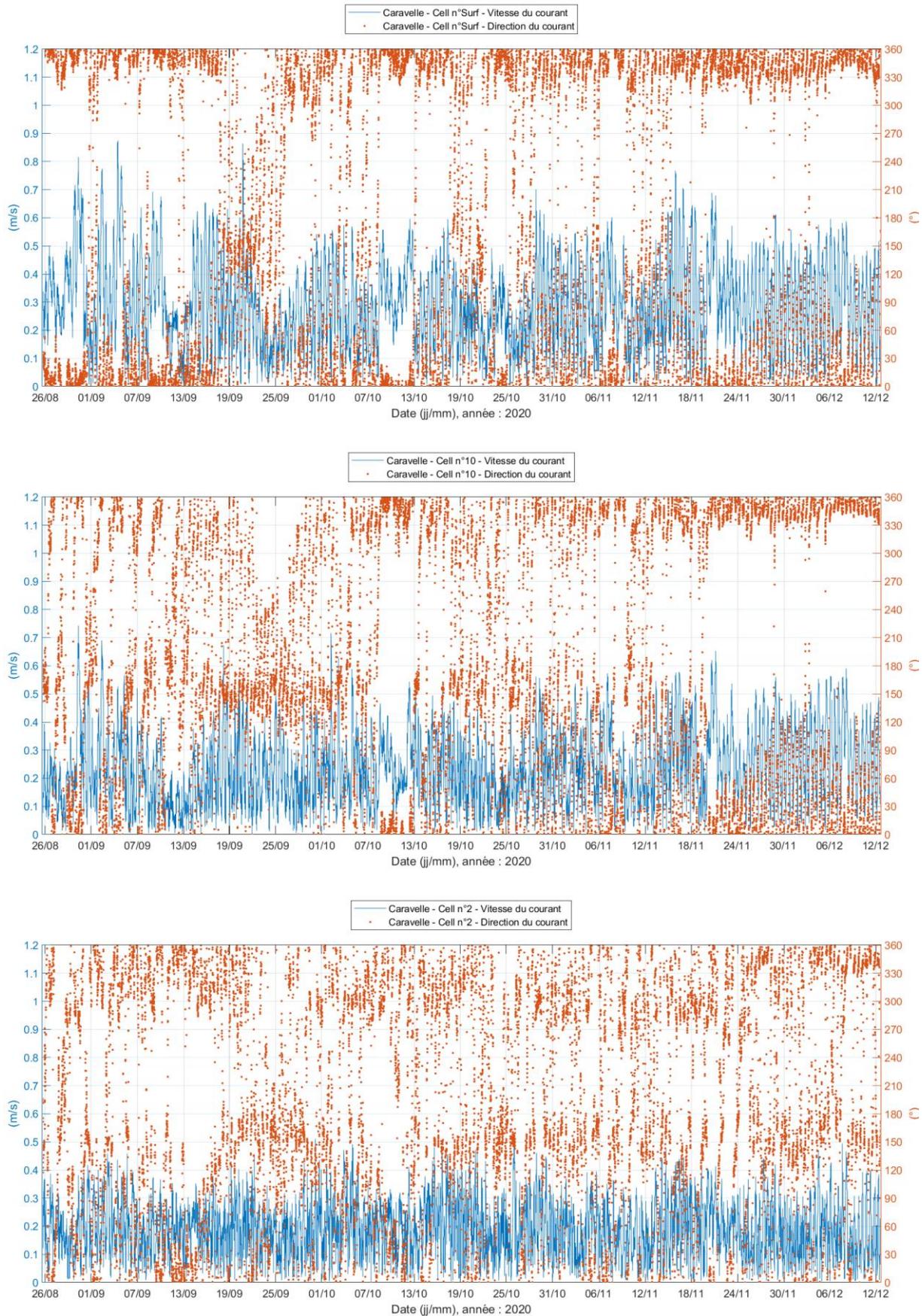
Compte tenu de la zone blanche de 0.5 m et de la taille des couches de mesure de 2 m, la répartition des cellules de mesure le long de la colonne d'eau est la suivante :

Tableau 33 : Caravelle – Localisation des cellules de mesure sur la colonne d'eau

<i>Numéro de la couche</i>	<i>Position au-dessus du fond</i>
Surf	/
20	41 m
19	39 m
18	37 m
17	35 m
16	33 m
15	31 m
14	29 m
13	27 m
12	25 m
11	23 m
10	21 m
9	19 m
8	17 m
7	15 m
6	13 m
5	11 m
4	9 m
3	7 m
2	5 m
1 (près du fond)	3 m

***NB :** Dans l'analyse des courants à suivre, les mesures de la couche « Surf » sont présentées. La couche « Surf » représente la proche surface car elle est constituée par la dernière couche détectée en chaque point de mesure. Ainsi, la couche « Surf » n'est pas fixe dans la colonne d'eau mais se déplace avec les fluctuations du niveau d'eau dues au marnage (lorsqu'il y a plus d'eau la couverture du capteur est par conséquent plus grande et inversement lorsque le niveau d'eau diminue). Le fait de concaténer toutes les dernières couches détectées en une seule permet de visualiser le courant proche de la surface sur toute la période.*

Figure 243 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



De manière générale, les vitesses du courant sont faibles à modérées sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.28 m/s en proche surface et de 0.19 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 91 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant sont homogènes sur la colonne d'eau. La direction principale du courant est observée vers le NNW-N et la direction secondaire vers le secteur SSE. Près du fond, le courant se propage principalement vers le secteur NW et secondairement vers le SSE.

La marée influence la courantologie locale, notamment en période de vives-eaux. Une alternance de la direction de propagation du courant entre le secteur NW-N et le secteur SSE est relevée durant ces périodes. En période de mortes-eaux, un changement de direction de propagation du courant est relevé sans qu'une alternance entre deux secteurs soit marquée.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

Figure 256 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
(coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)

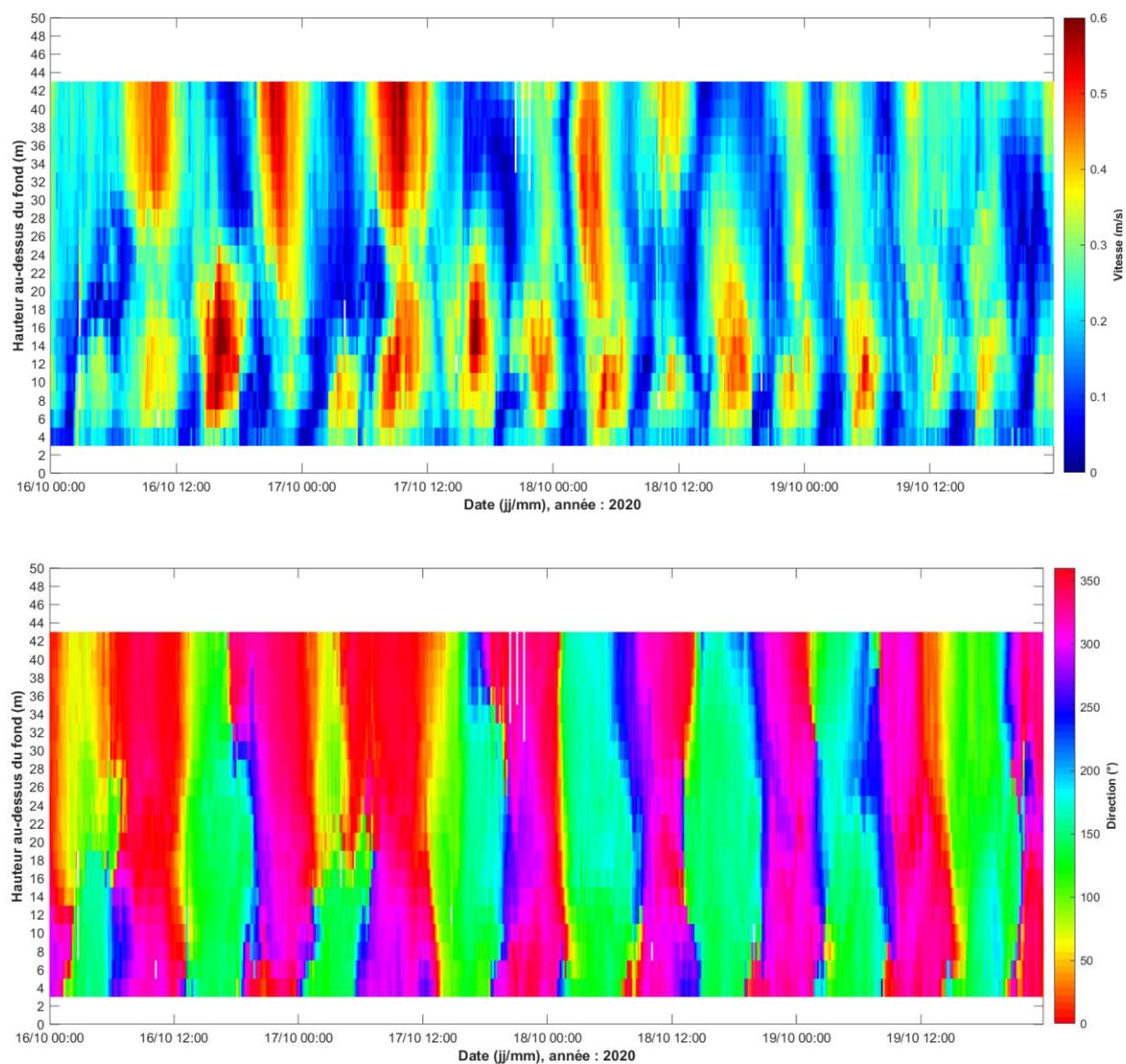


Figure 257 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 16 au 19 octobre 2020 (coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107) – Couche de surface, Couche n°10 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)

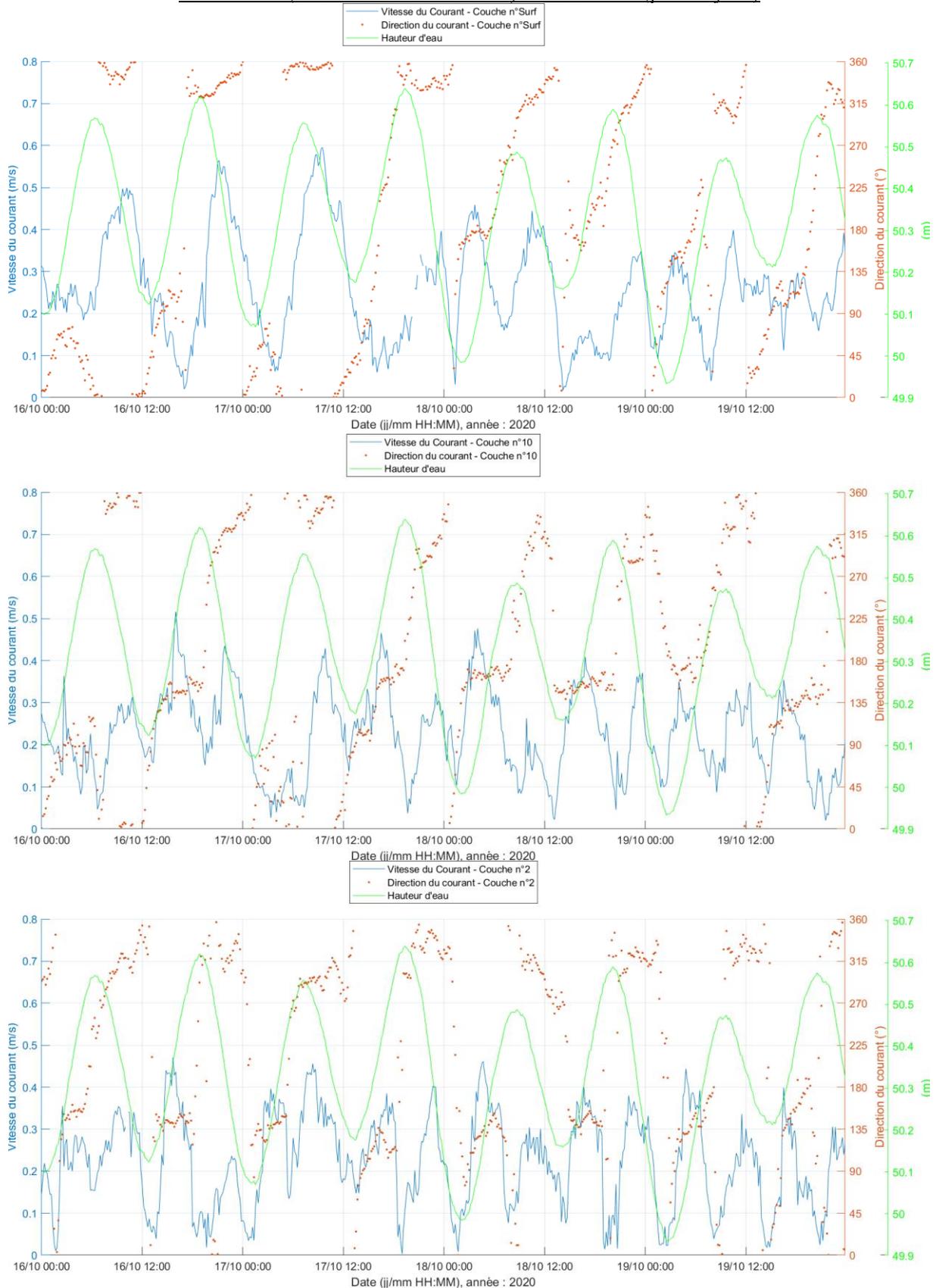


Figure 258 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

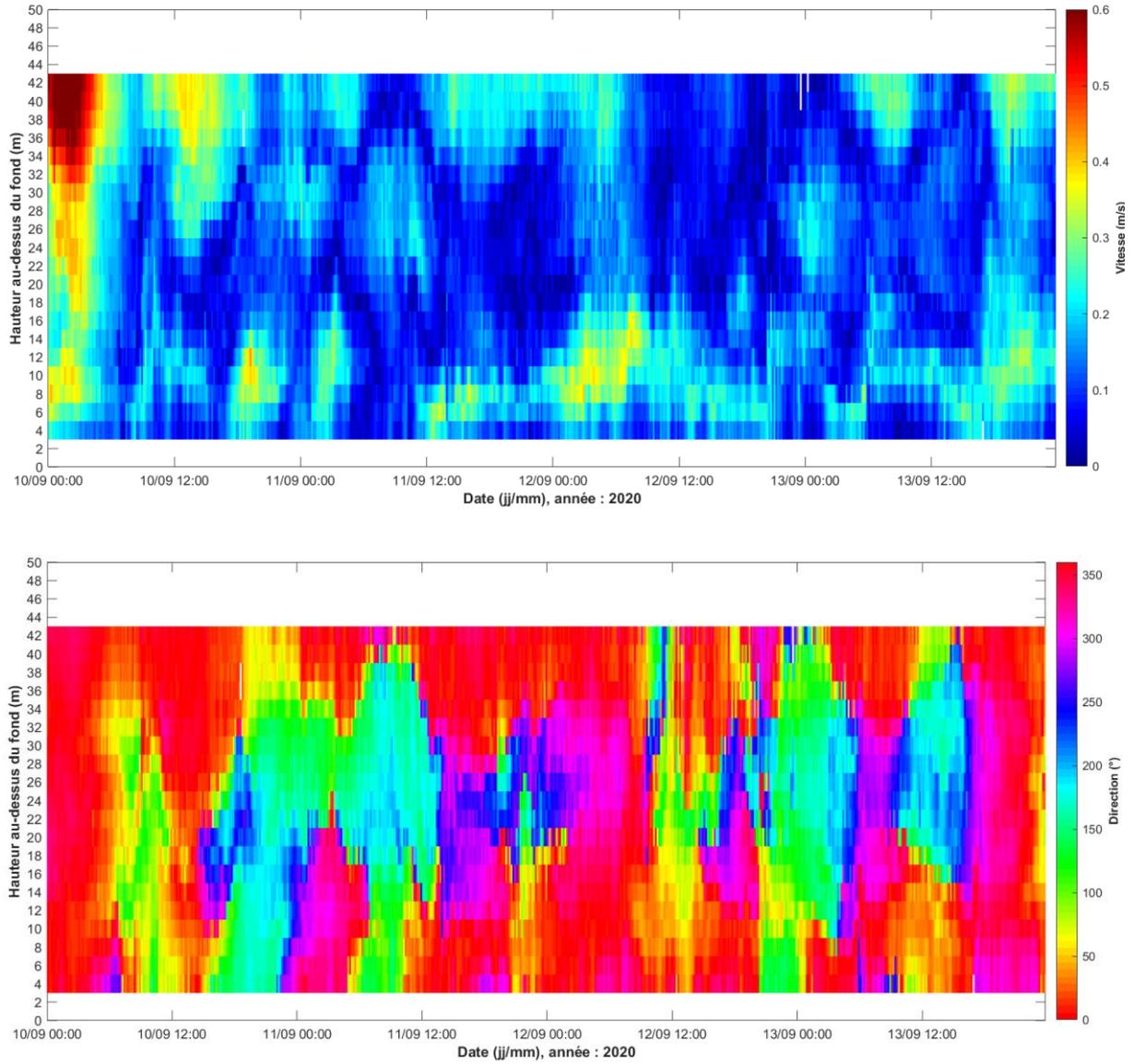
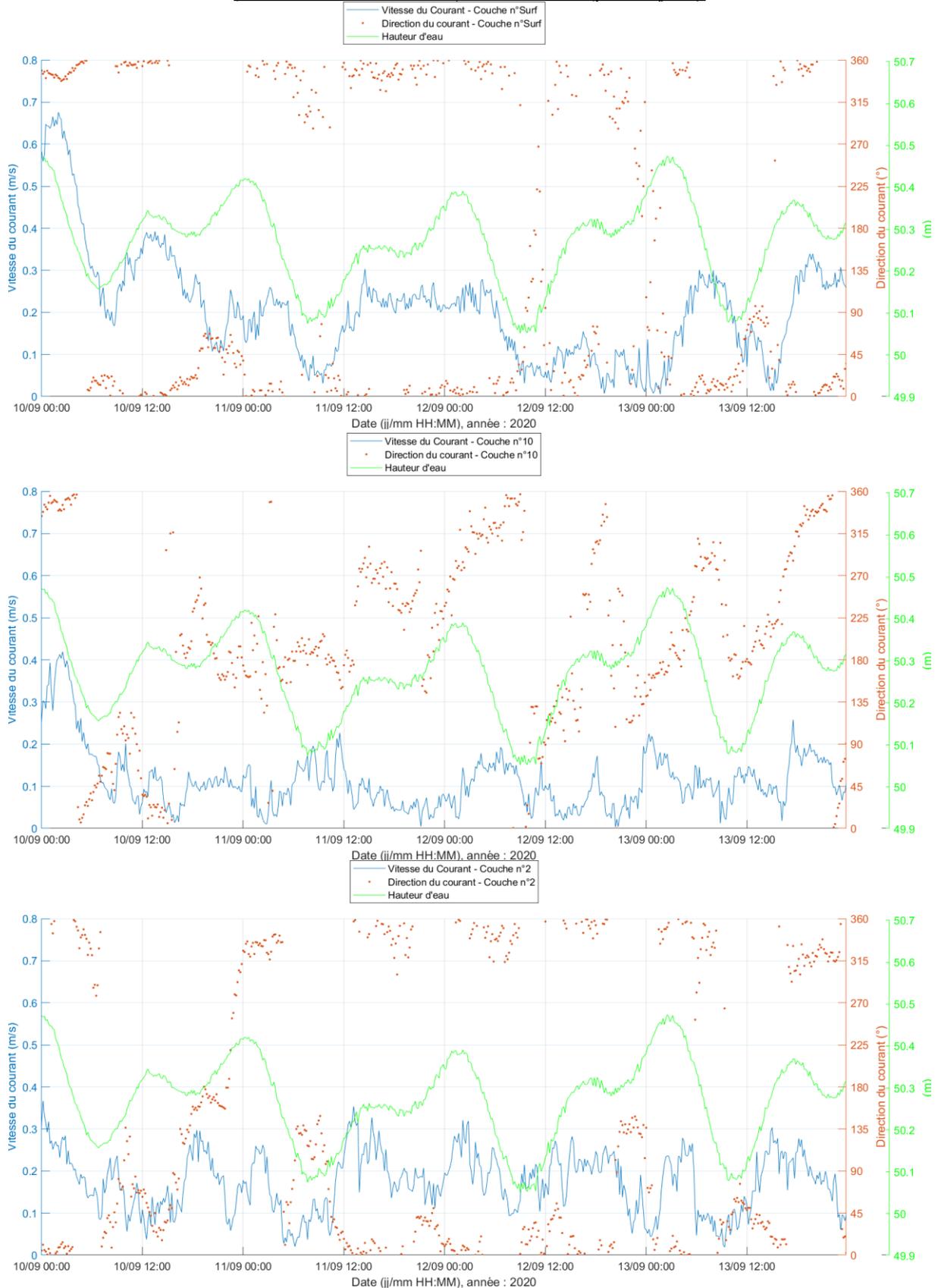


Figure 259 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42) – Couche de surface, Couche n°10 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



7.2.5. Caravelle – Houle

L'état de mer est caractérisé par la hauteur, la période et la direction des vagues. Par convention, « la direction de la houle est la direction d'où la houle vient, c'est-à-dire la direction de provenance ». Les directions de provenance de la houle présentées dans cette section sont en Nord Magnétique.

Les pages suivantes présentent les séries temporelles et les statistiques des principaux paramètres de la houle.

Figure 260 : Caravelle – Séries temporelles des hauteurs de la houle

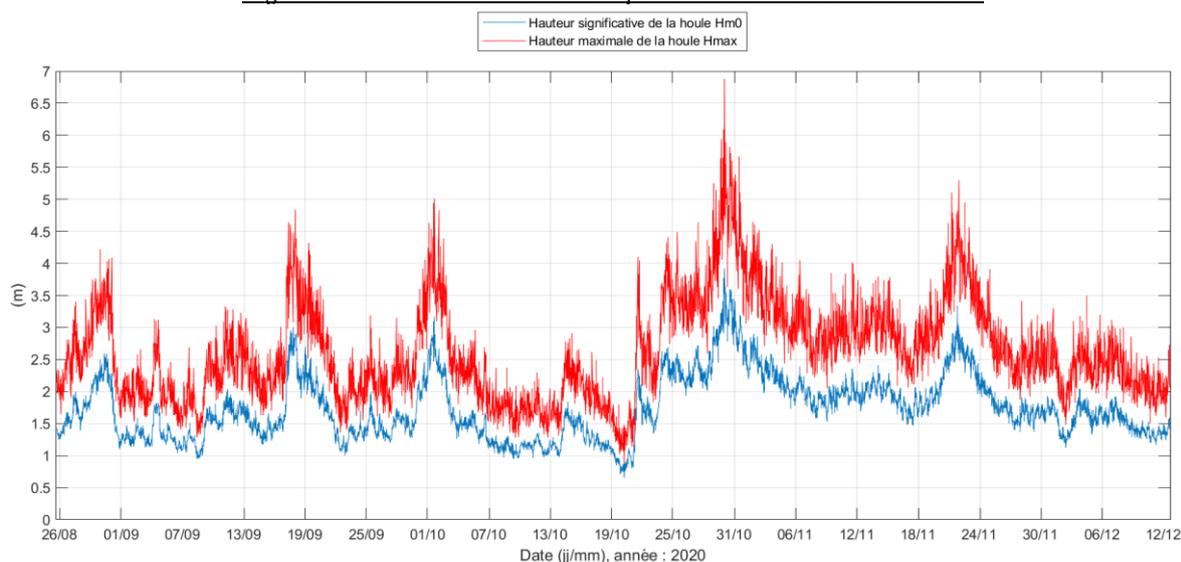
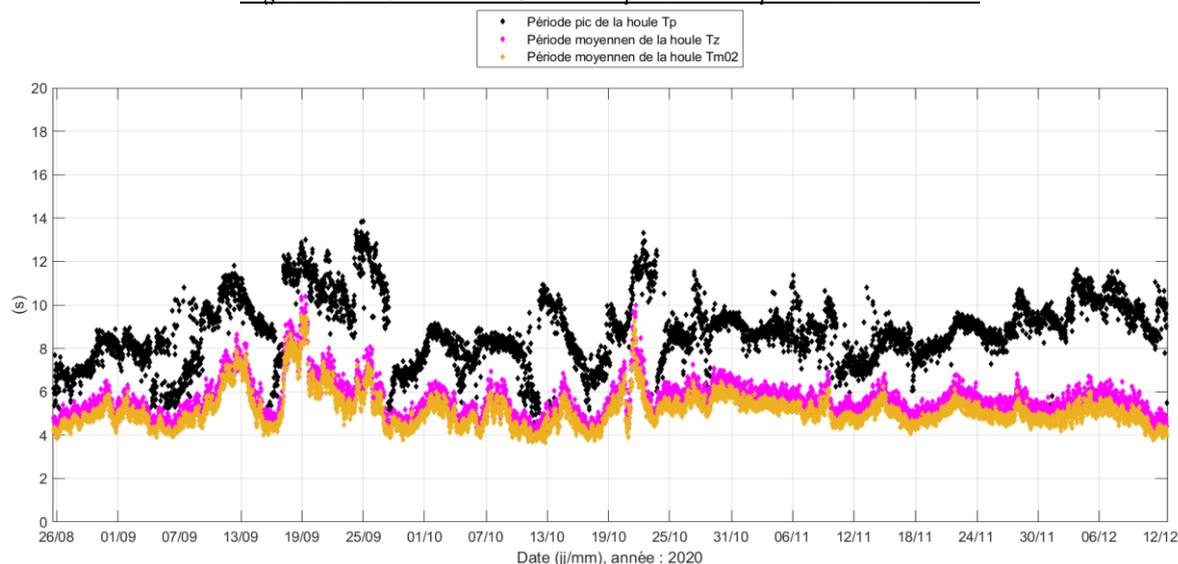


Figure 261 : Caravelle – Séries temporelles des périodes de la houle



Les spectres d'énergie et de direction (résultats de l'analyse spectrale) sont présentés ci-dessous. Le spectre d'énergie présente l'énergie véhiculée par la houle en fonction de sa fréquence.

L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées représente la fréquence et la couleur correspond à la valeur énergétique de la houle (selon l'échelle de couleur à droite). Il en est de même pour le spectre directionnel avec la couleur correspondant à la direction. Ce spectre permet de visualiser la direction de la houle en fonction de sa fréquence.

Figure 267 : Caravelle - Spectre d'énergie de la houle

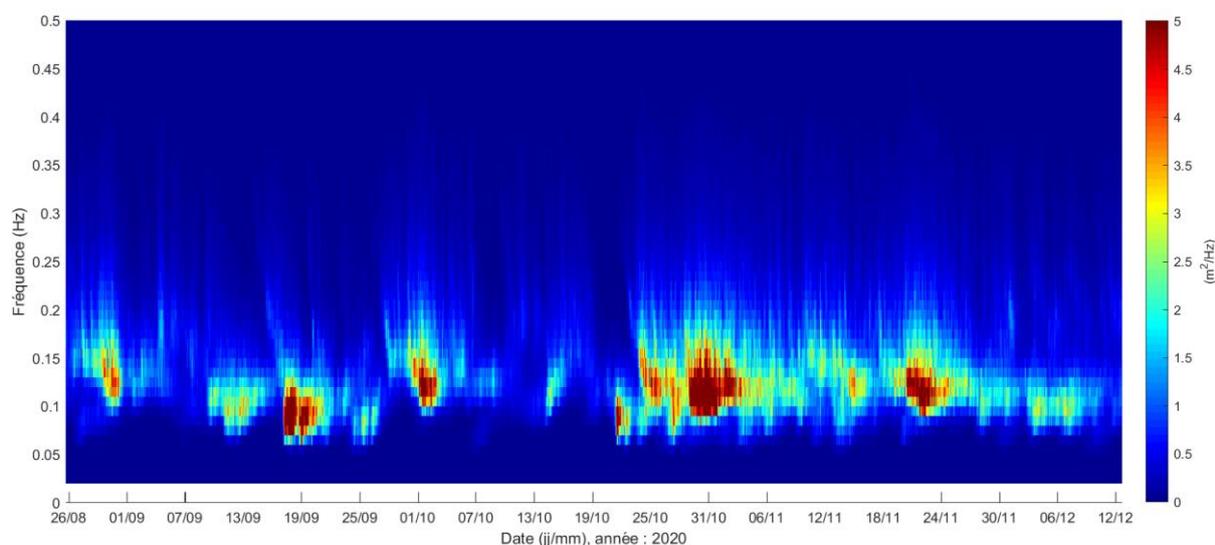
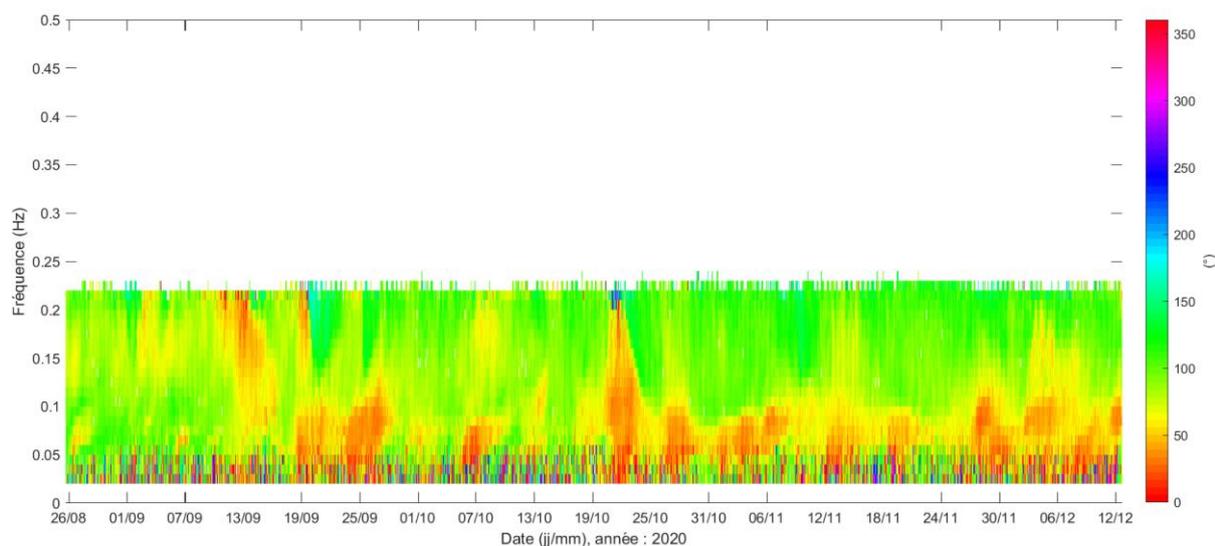


Figure 268 : Caravelle – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, l'énergie de la houle se concentre essentiellement dans les hautes fréquences. La provenance de la houle est essentiellement secteur ENE dans les basses fréquences et secteur E dans les hautes fréquences.

7.3.3. Basse-Pointe – Température

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par le Signature 500 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 271 : Basse-Pointe - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

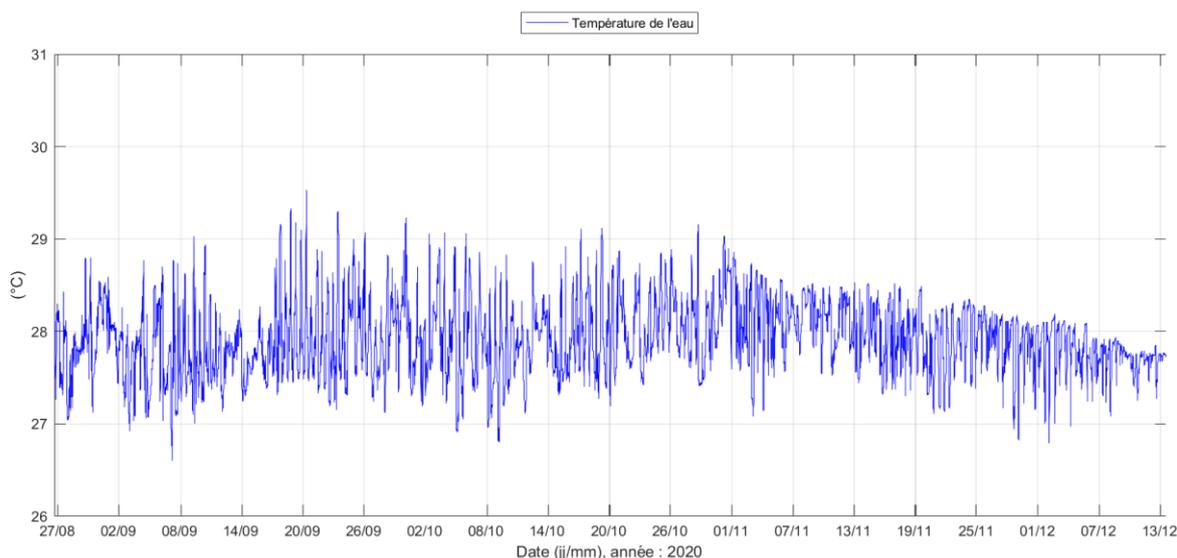


Tableau 39 : Basse-Pointe – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

Basse-Pointe	Minimum	Moyen	Maximum
	26.60 °C	27.91 °C	29.53 °C

La température de l'eau mesurée au fond présente des variations souvent liées à la marée. Ces fluctuations quotidiennes liées à la marée sont de l'ordre de 0.2 °C à plus de 2 °C. Les augmentations les plus significatives de la température de l'eau sont généralement observées lors de la marée montante. Ces fluctuations sont relevées la majorité du temps sur la période de mesure.

Si on observe la tendance générale, la température de l'eau au fond est relativement stable autour de 27.9 °C en moyenne.

7.3.4. Basse-Pointe – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes à « Basse-Pointe » sont présentées dans ce paragraphe. Par convention, la direction du courant indique la direction où il se dirige. Les directions de propagation du courant sont données en Nord Magnétique.

Les représentations suivantes permettent de visualiser les variations de la vitesse et de la direction du courant sur toute la colonne d'eau et pendant toute la durée de la campagne de mesures. L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées correspond à la hauteur d'eau et la couleur traduit la valeur de la vitesse ou de la direction (selon l'échelle de couleur à droite).

Figure 272 : Basse-Pointe – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

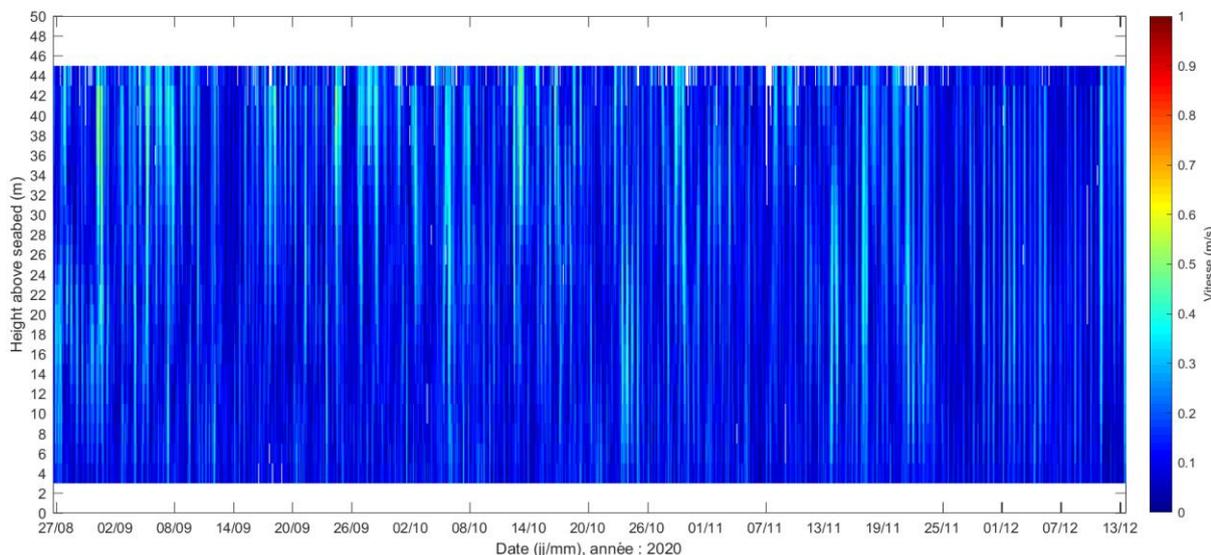


Figure 273 : Basse-Pointe – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

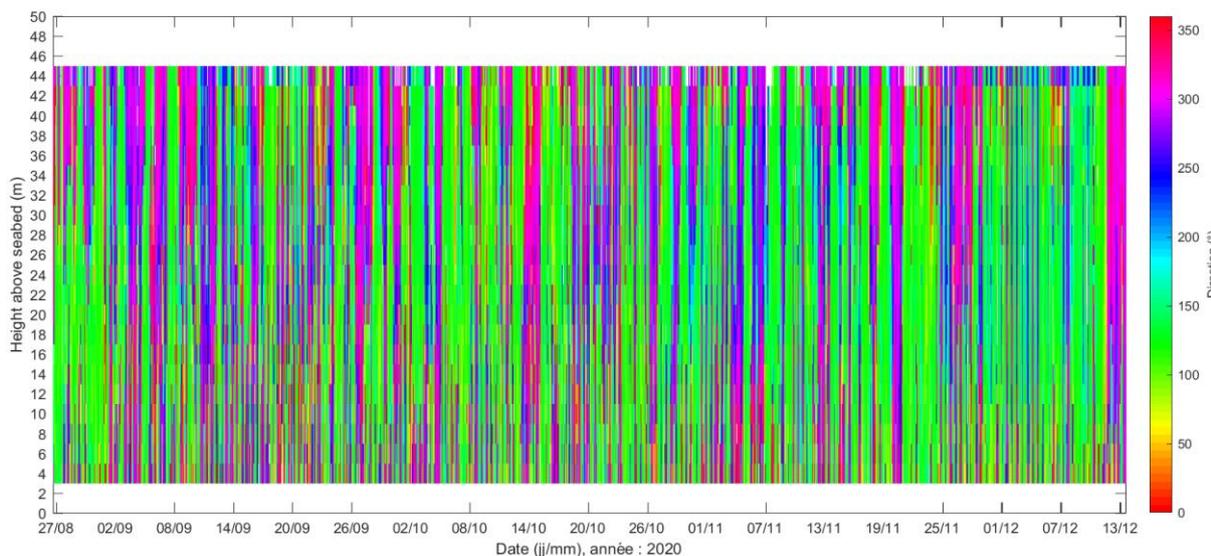
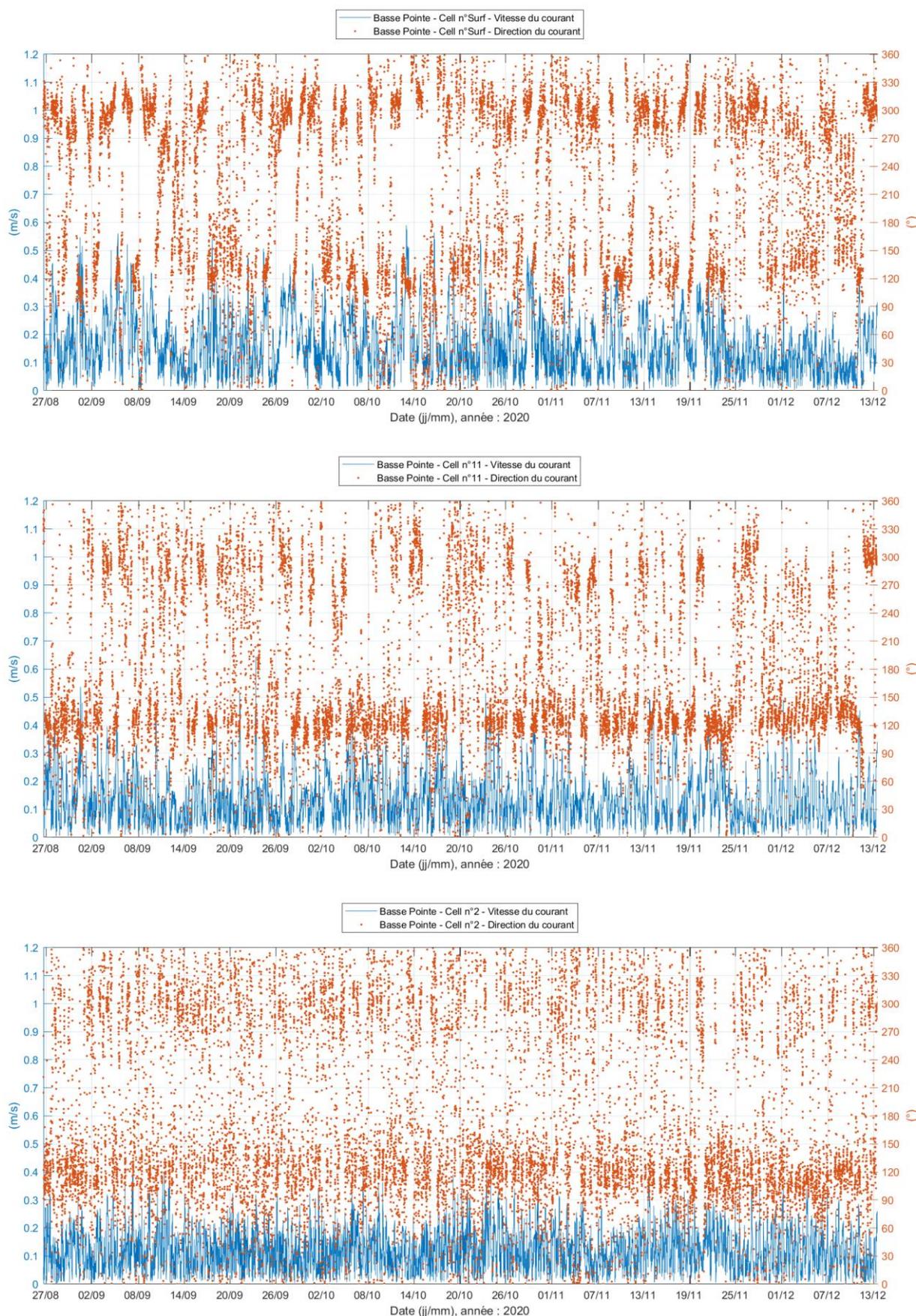


Figure 276 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



De manière générale, les vitesses du courant sont faibles sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.16 m/s en proche surface et de 0.12 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 99 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant varient légèrement sur la colonne d'eau. En proche surface, le courant se propage principalement vers l'WNW-NW et secondairement vers l'ESE-SE. Au centre de la colonne d'eau, la direction principale du courant est observée vers l'ESE-SE et la direction secondaire vers l'WNW. Près du fond, la propagation du courant se fait principalement vers l'ESE-SE et secondairement vers l'WNW-NW.

La marée semble peu influencer la courantologie locale, des changements de direction sont notés mais non concomitants avec la marée.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

Figure 289 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
(coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)

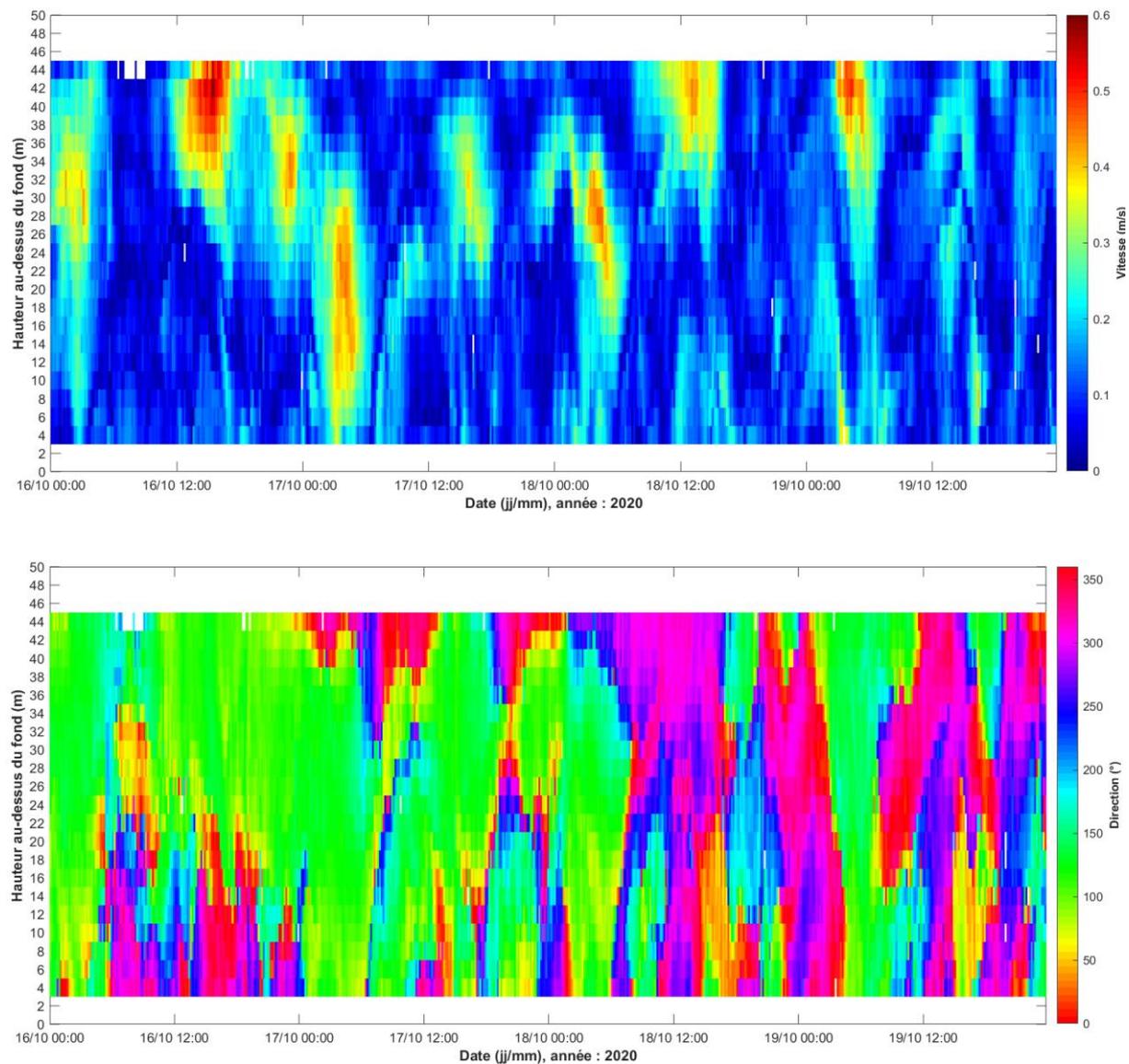


Figure 291 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

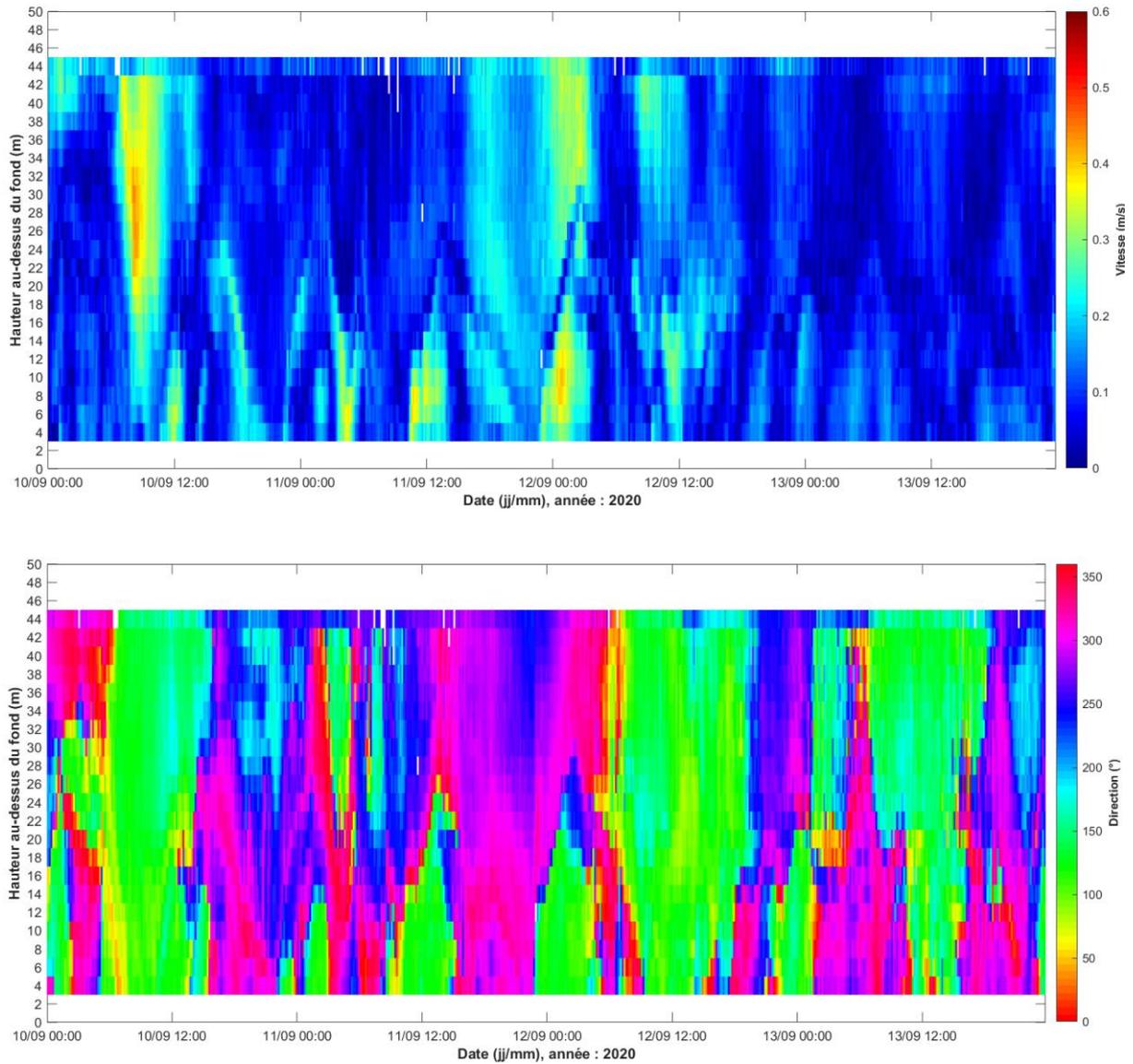


Figure 292 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42) – Couche de surface, Couche n°11 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)

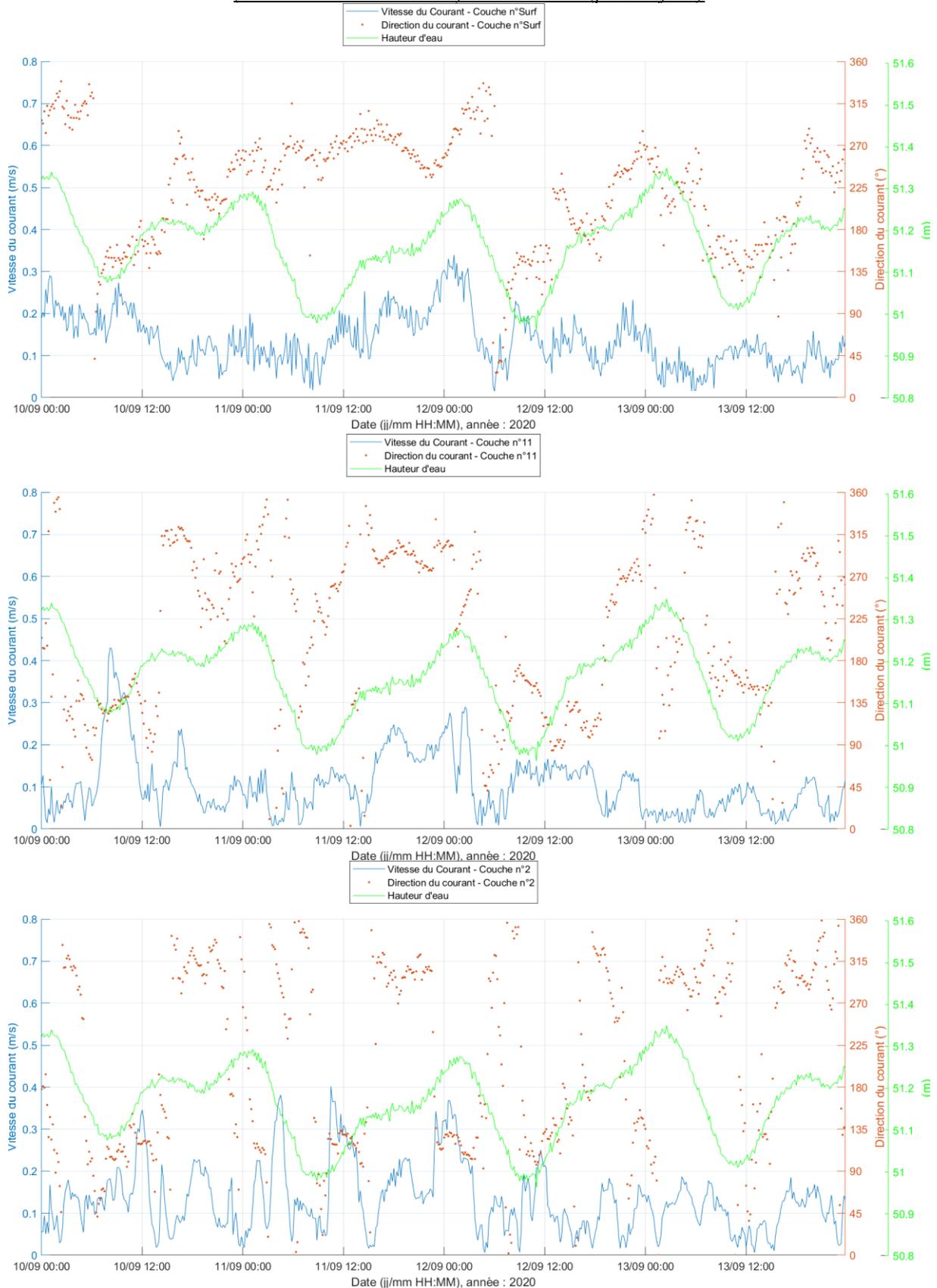
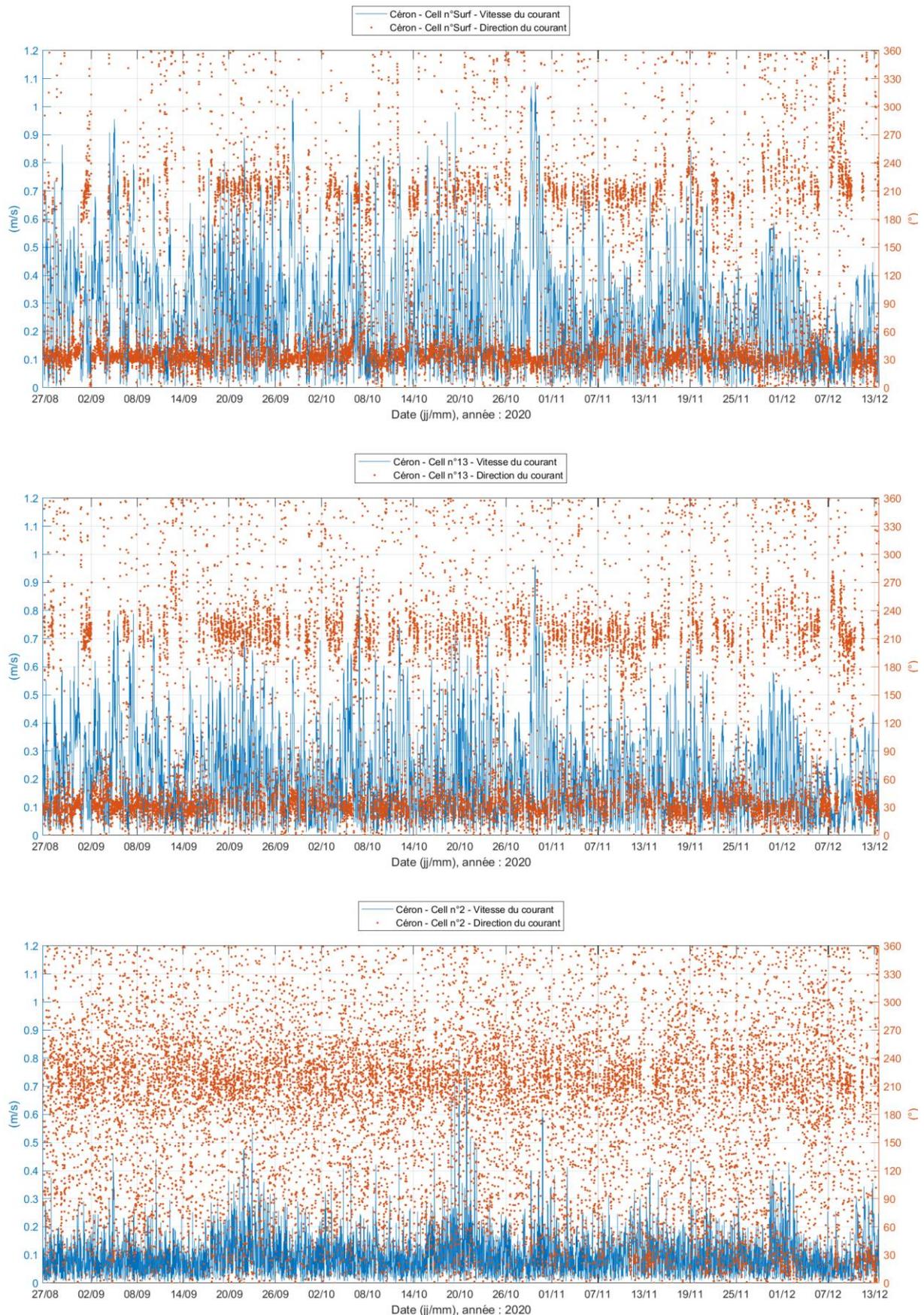


Figure 309 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



De manière générale, les vitesses du courant sont faibles à modérées sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.26 m/s en proche surface et de 0.10 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 88 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant varient légèrement sur la colonne d'eau. Dans la partie supérieure de la colonne d'eau, la propagation principale du courant est relevée vers le NNE-NE, la direction secondaire est observée vers le SSW-SW. Près du fond, le courant se propage principalement vers le secteur SW et secondairement vers le NNE. Les vitesses maximales du courant sont observées vers le NNE sur toute la colonne d'eau.

La propagation vers le NNE-NE reste dominante sur la partie supérieure de la colonne d'eau durant la période d'étude. En proche surface, cette direction du courant est observée pendant 58 % du temps de mesure.

La marée influence la courantologie locale, notamment en période de vives-eaux dans la partie supérieure de la colonne d'eau. Une alternance de la direction de propagation du courant entre le NNE-NE et le SSW-SW est relevée durant ces périodes. En période de mortes-eaux, un changement de direction de propagation du courant est relevé sans qu'une alternance entre deux secteurs soit marquée.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

*Figure 322 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
 (coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)*

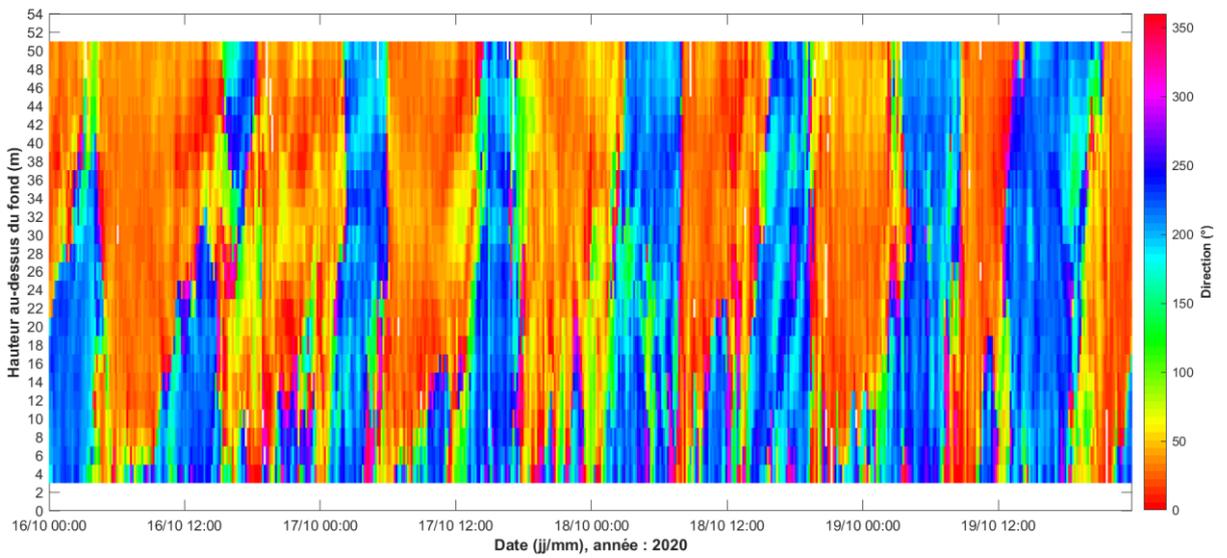
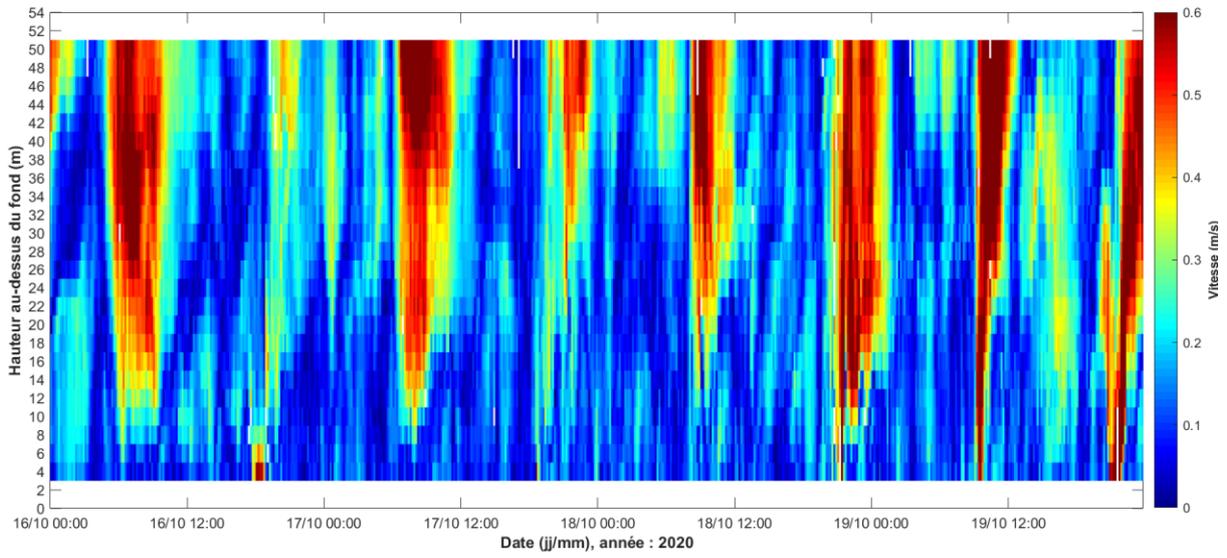


Figure 324 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

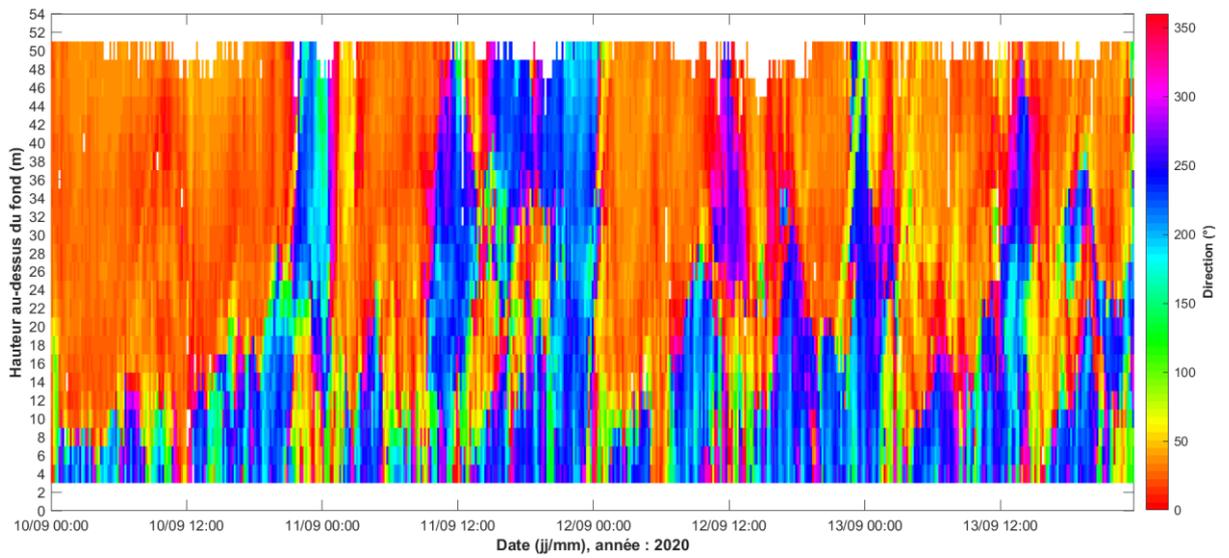
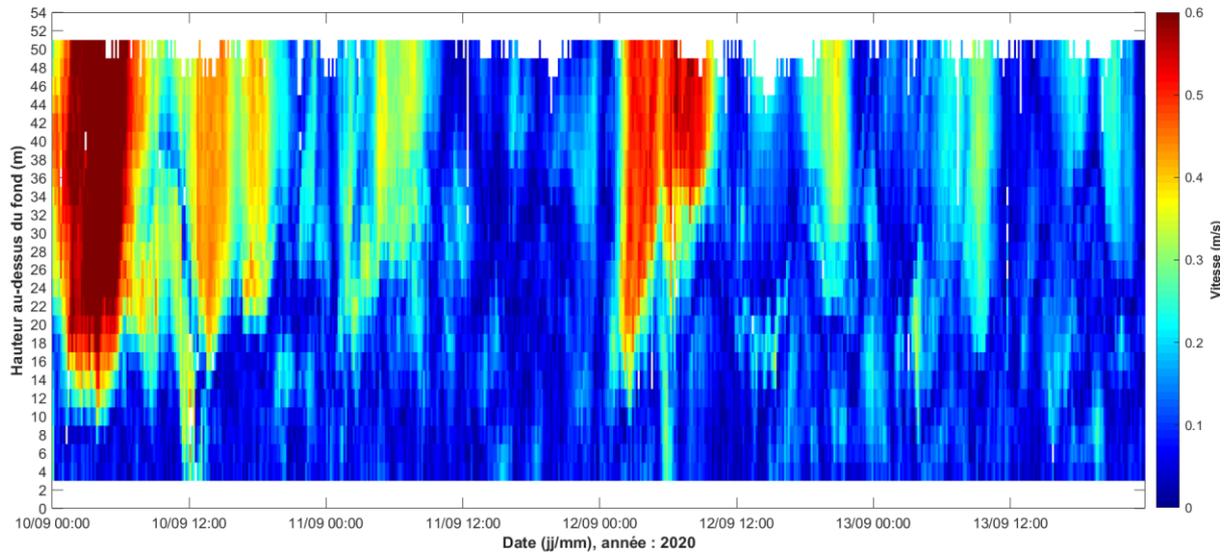
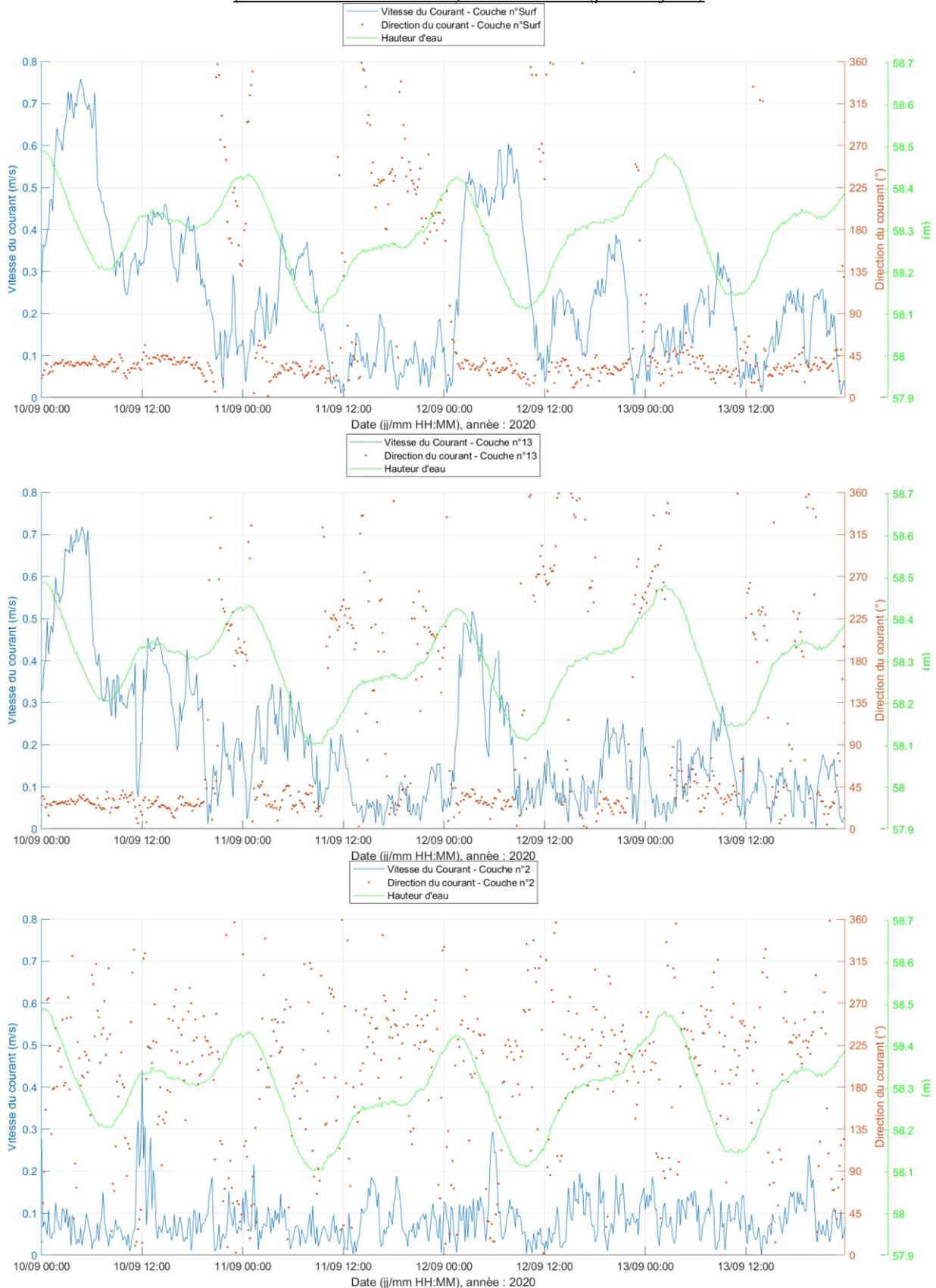


Figure 325 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42) – Couche de surface, Couche n°13 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



Les spectres d'énergie et de direction (résultats de l'analyse spectrale) sont présentés ci-dessous. Le spectre d'énergie présente l'énergie véhiculée par la houle en fonction de sa fréquence.

L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées représente la fréquence et la couleur correspond à la valeur énergétique de la houle (selon l'échelle de couleur à droite). Il en est de même pour le spectre directionnel avec la couleur correspondant à la direction. Ce spectre permet de visualiser la direction de la houle en fonction de sa fréquence.

Figure 333 : Céron - Spectre d'énergie de la houle

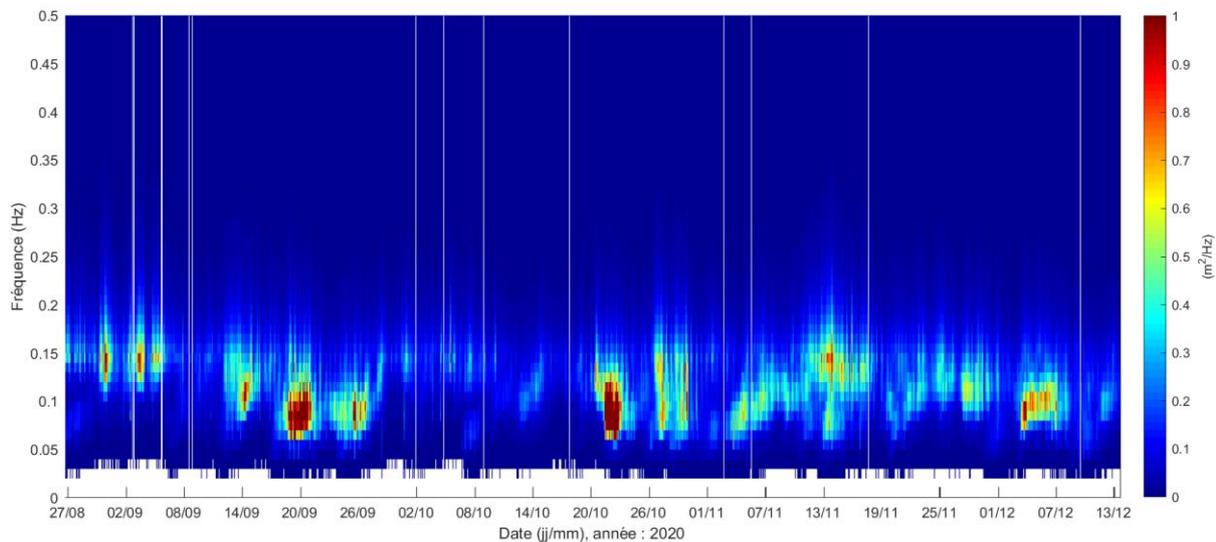
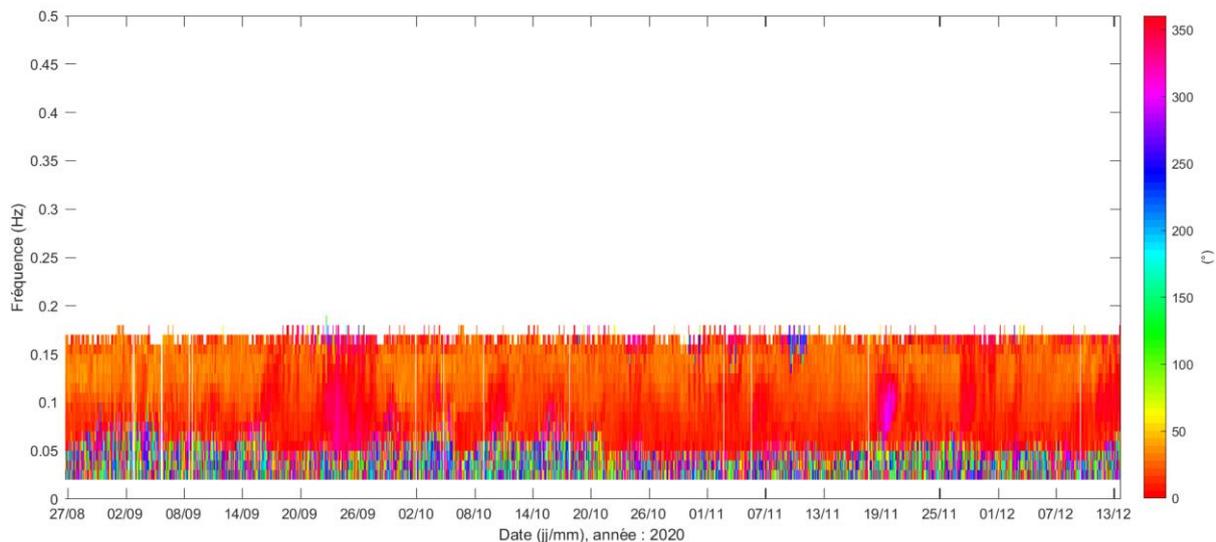


Figure 334 : Céron – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, l'énergie de la houle se partage entre les hautes et les basses fréquences. La provenance de la houle est homogène (NNE) sur toute la gamme de fréquence.

De manière générale, les vitesses du courant sont faibles à modérées sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.23 m/s en proche surface et de 0.14 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.50 m/s durant plus de 94 % du temps de mesure en proche surface.

Les directions du courant sont homogènes sur la colonne d'eau. Dans la partie supérieure de la colonne d'eau, la propagation principale du courant est relevée vers l'WSW-W, la direction secondaire est observée vers l'ENE. Près du fond, le courant se propage principalement vers l'WSW-W et secondairement vers l'ENE-E. Les vitesses maximales du courant sont observées vers le secteur W sur toute la colonne d'eau.

La marée influence la courantologie locale, notamment en période de vives-eaux. Une alternance de la direction de propagation du courant entre les secteurs ENE et W est relevée durant ces périodes. En période de mortes-eaux, un changement de direction de propagation du courant est relevé avec une alternance dans la direction nettement moins marquée.

Plusieurs corrélations des mesures de vitesse et de direction du courant avec les variations du niveau d'eau sont proposées ci-dessous lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 103 à 115) et lors de période de mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 42).

Figure 355 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
(coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)

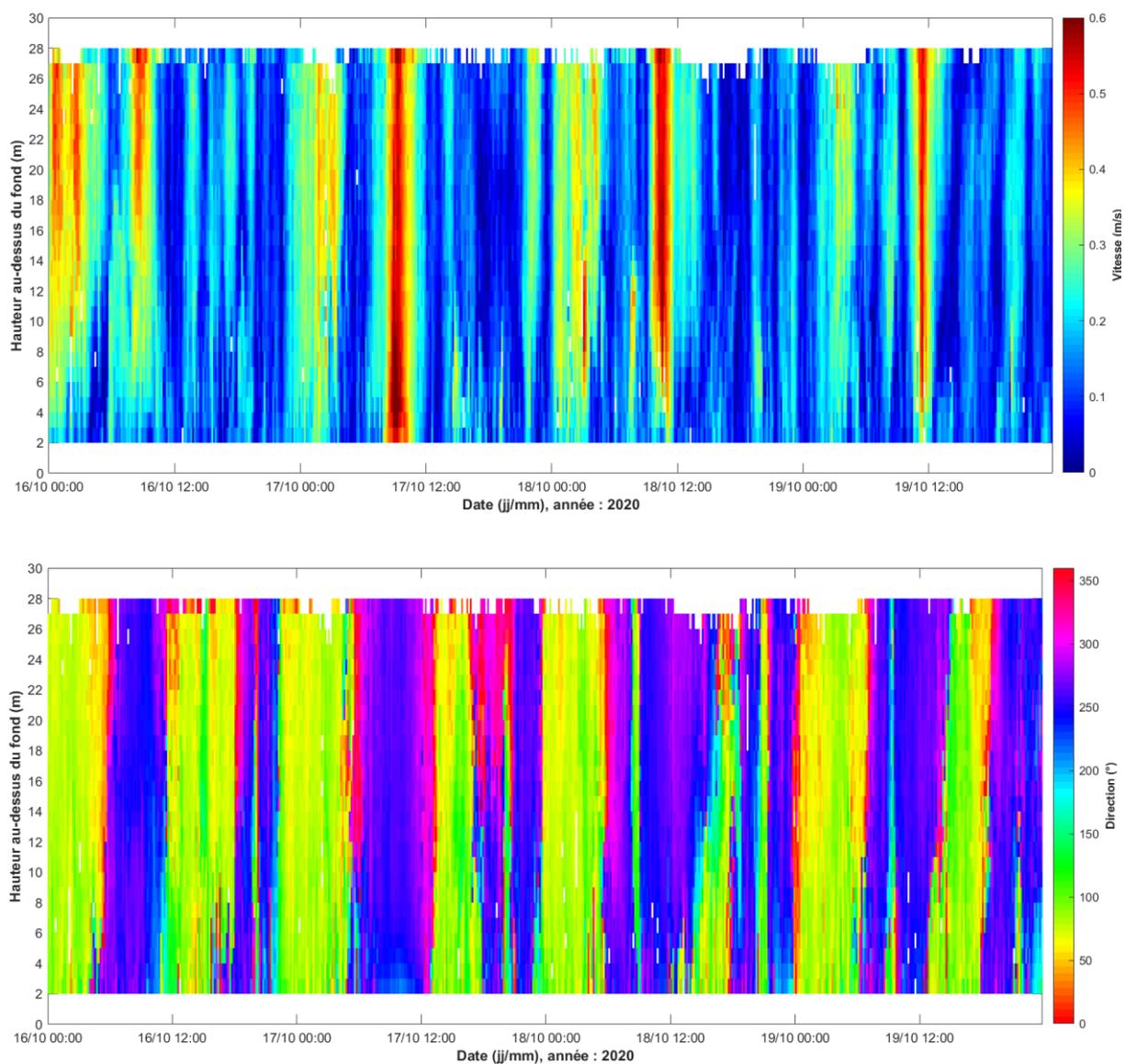


Figure 357 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

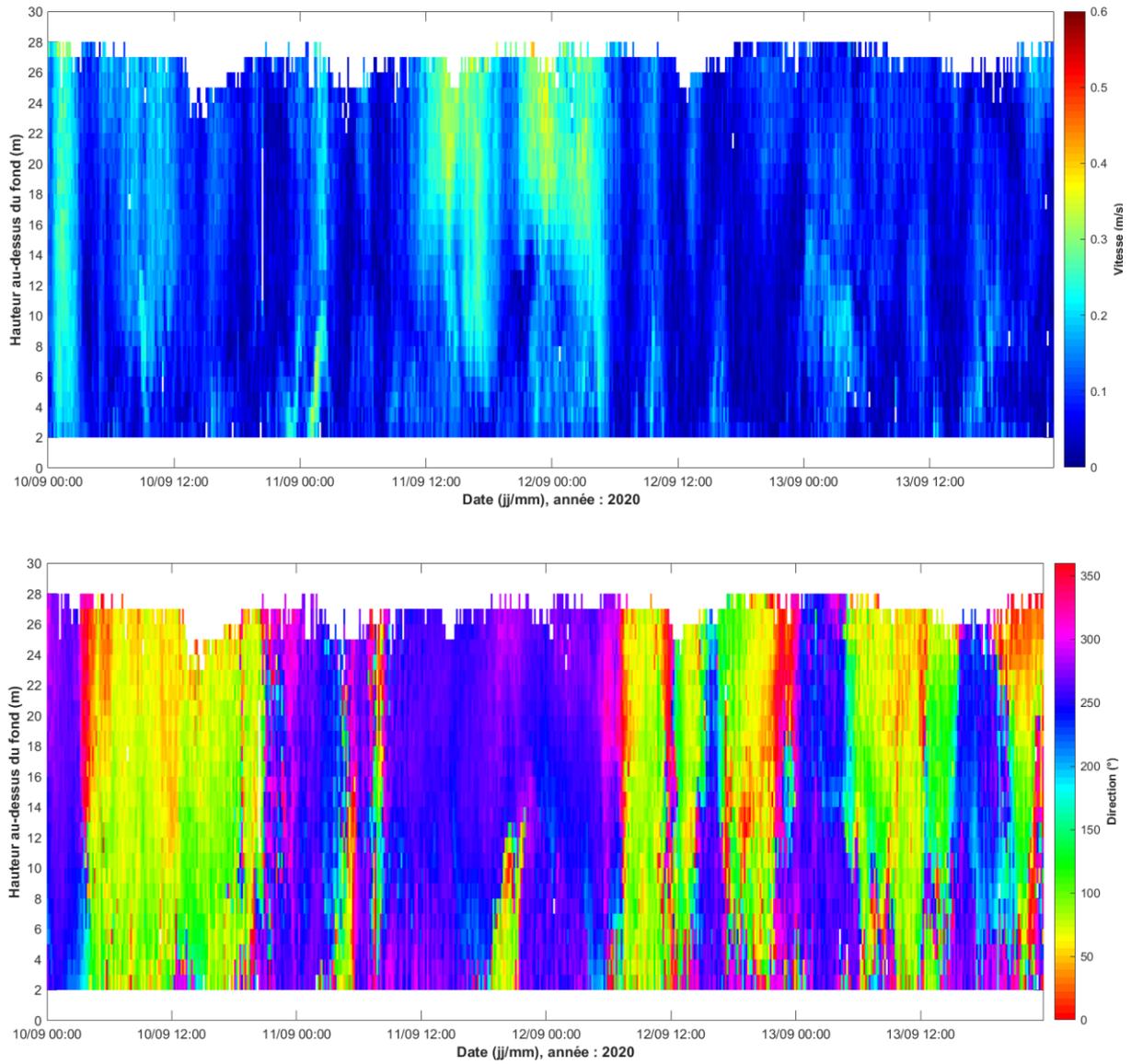
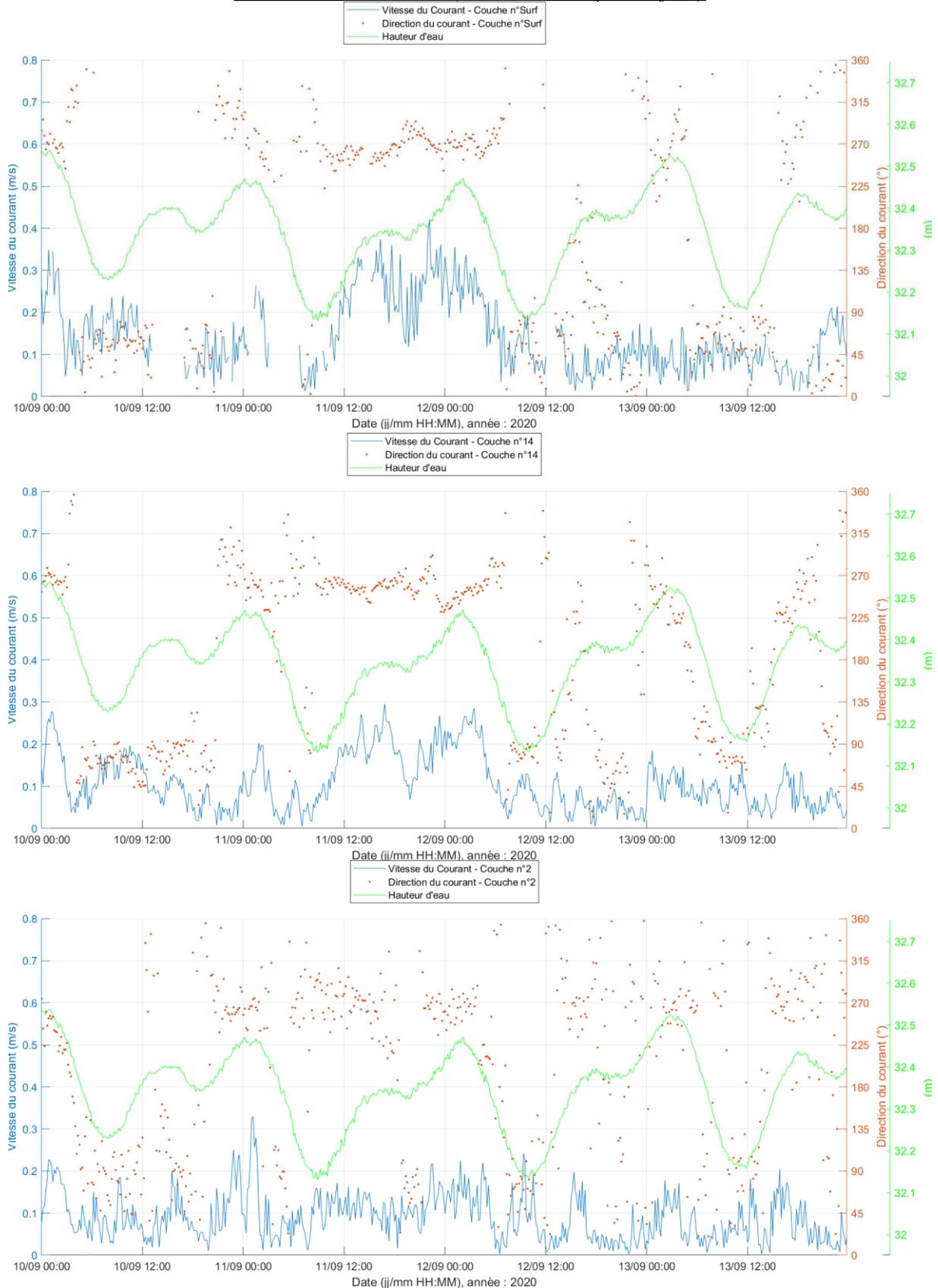


Figure 358 : Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42) – Couche de surface, Couche n°14 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



7.6.2. Fort De France – Hauteur d'eau

La série temporelle de la hauteur d'eau mesurée par le Signature 500 à « Fort De France » est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

***NB** : Les mesures de pression sont converties en hauteur d'eau et corrigées de l'élévation du capteur au-dessus du fond (+0.5 m).*

Figure 369 : Fort De France – Série temporelle de la hauteur d'eau

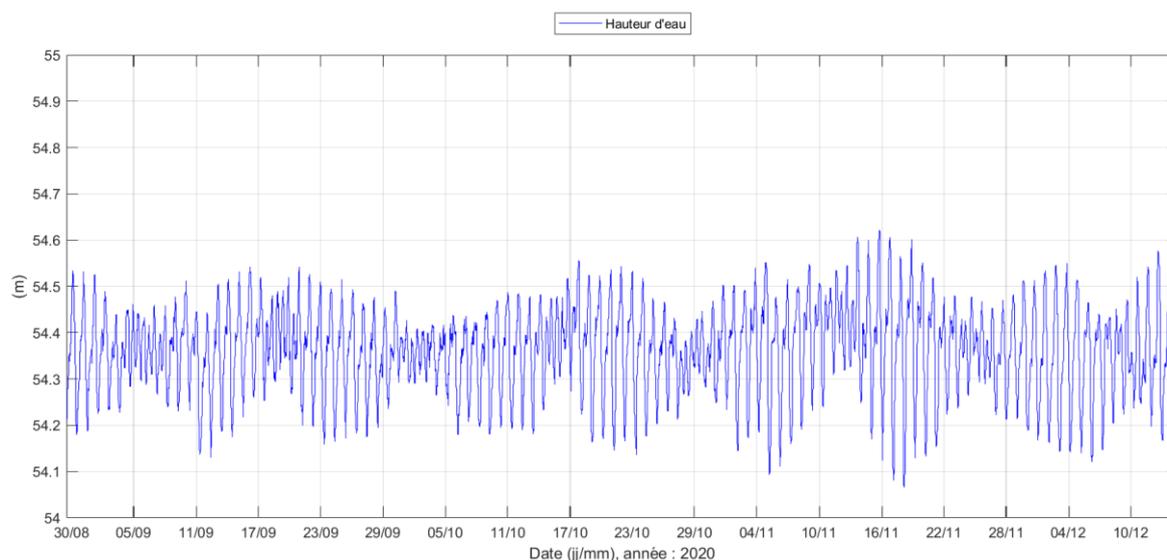


Tableau 50 : Fort De France – Principales statistiques relatives à la hauteur d'eau sur la période d'étude

Fort De France	Minimum	Moyen	Maximum
	54.07 m	54.36 m	54.62 m

La marée locale est de type mixte à prédominance diurne présentant parfois des phénomènes semi-diurnes.

Sur la zone d'étude, les marnages observés vont de 0.04 m en période de mortes-eaux à 0.53 m au maximum en période de vives-eaux.

Le niveau moyen sur le site d'étude durant la campagne est de 54.36 m. Le niveau d'eau maximal relevé est de 54.62 m et le niveau d'eau minimal de 54.07 m.

7.6.3. Fort De France – Température

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par le Signature 500 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 370 : Fort De France - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

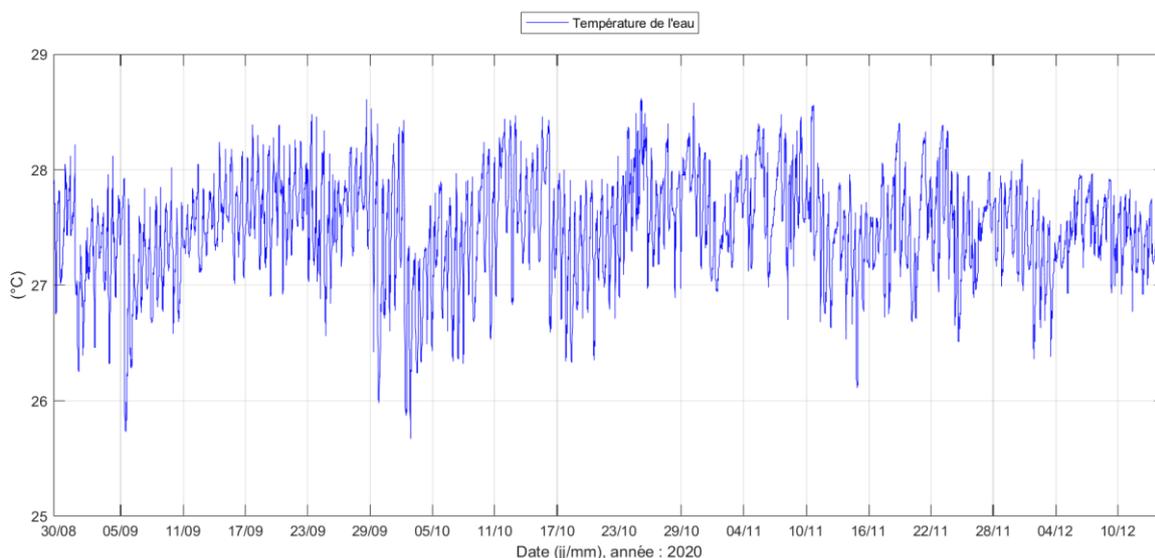


Tableau 51 : Fort De France – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

Fort De France	Minimum	Moyen	Maximum
	25.67 °C	27.49 °C	28.62 °C

La température de l'eau mesurée au fond présente des variations souvent liées à la marée. Ces fluctuations quotidiennes sont de l'ordre de 0.3 °C à près de 2.5 °C. Les augmentations les plus significatives de la température de l'eau sont généralement observées de marée descendante à marée montante. Ces fluctuations sont relevées la majorité du temps sur la période de mesure.

Si on observe la tendance générale, la température de l'eau au fond est relativement stable autour de 27.5 °C en moyenne.

7.6.4. Fort De France – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes à « Fort De France » sont présentées dans ce paragraphe. Par convention, la direction du courant indique la direction où il se dirige. Les directions de propagation du courant sont données en Nord Magnétique.

Les représentations suivantes permettent de visualiser les variations de la vitesse et de la direction du courant sur toute la colonne d'eau et pendant toute la durée de la campagne de mesures. L'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées correspond à la hauteur d'eau et la couleur traduit la valeur de la vitesse ou de la direction (selon l'échelle de couleur à droite).

Figure 371 : Fort De France – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

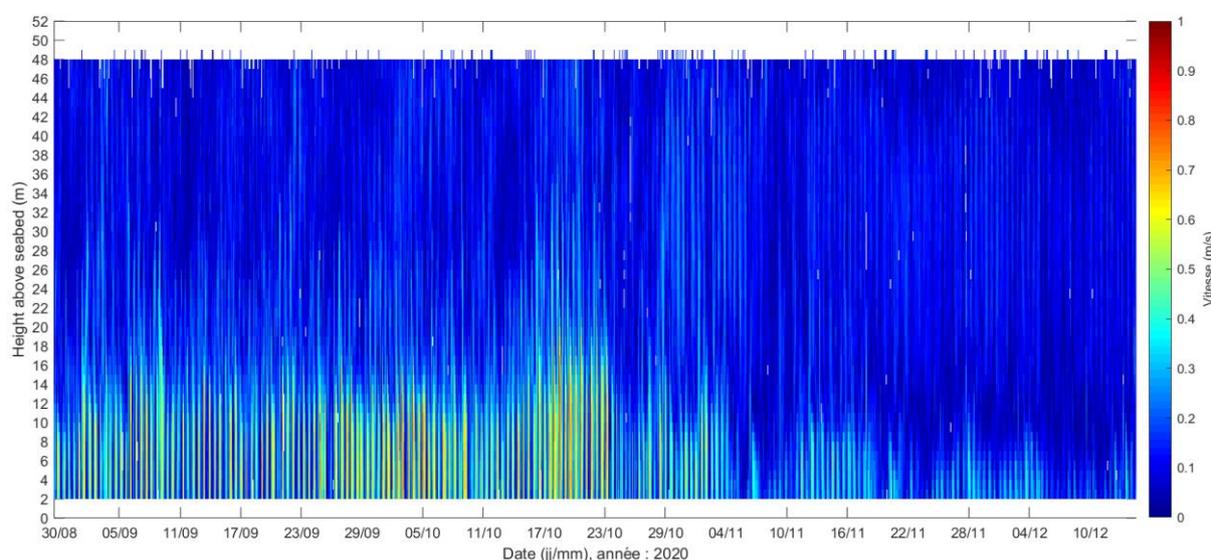


Figure 372 : Fort De France – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

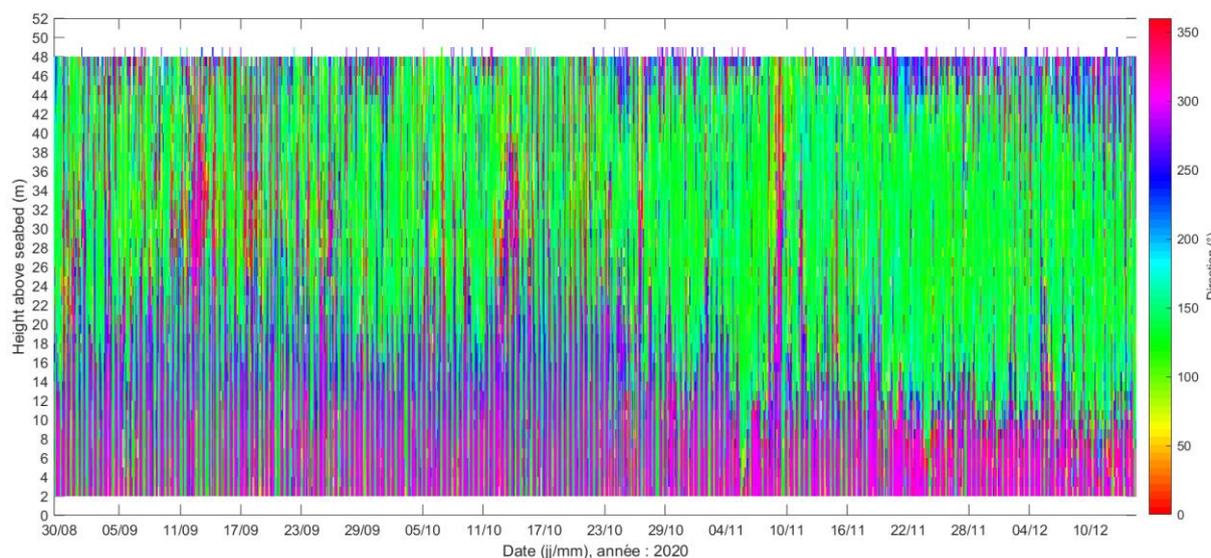


Figure 388 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 16 au 19 octobre 2020
(coefficients de marée : 103/108, 112/115, 115/114 et 111/107)

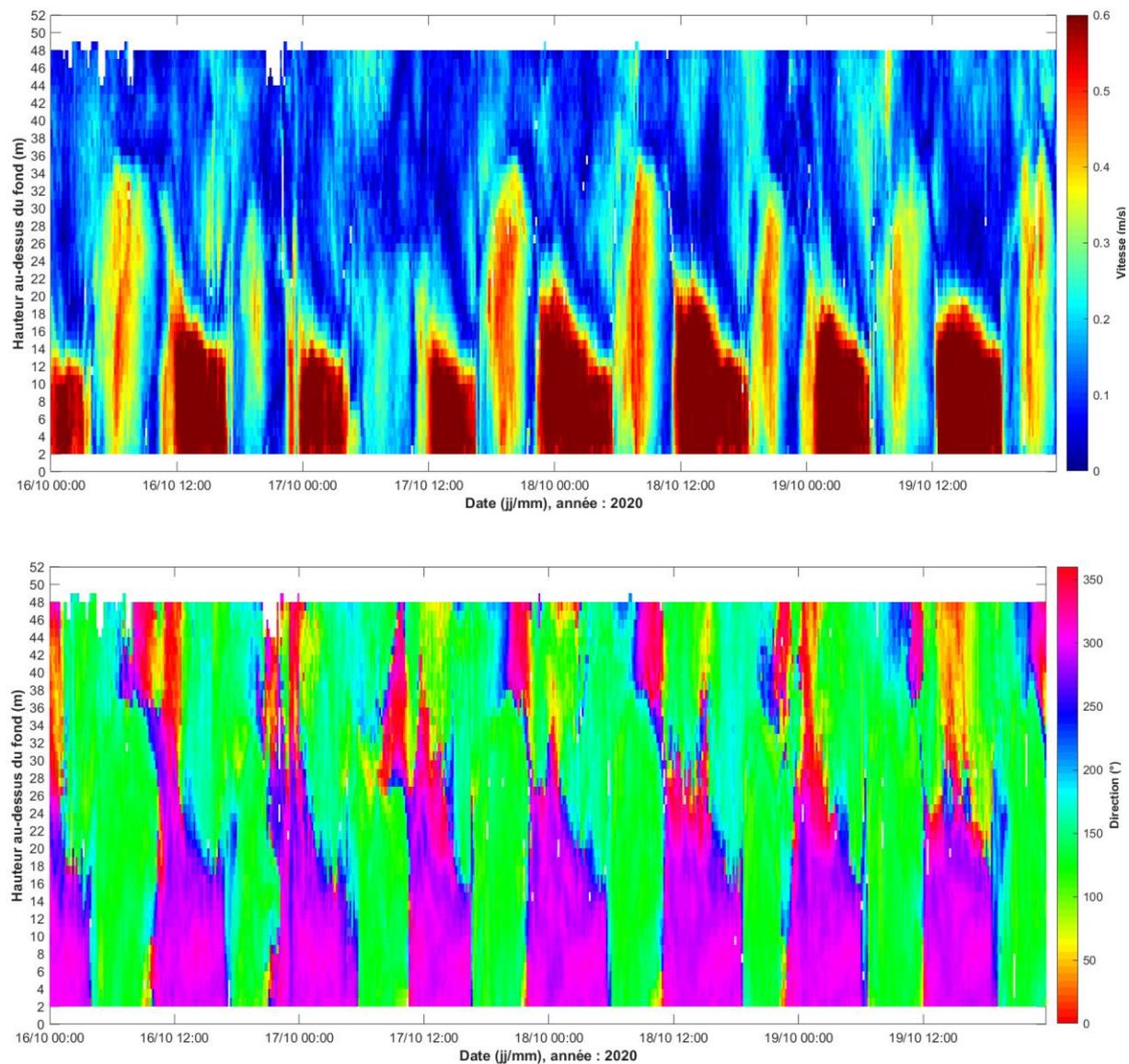


Figure 390 : Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 10 au 13 septembre 2020 (coefficients de marée : 40/35, 32, 30/31 et 35/42)

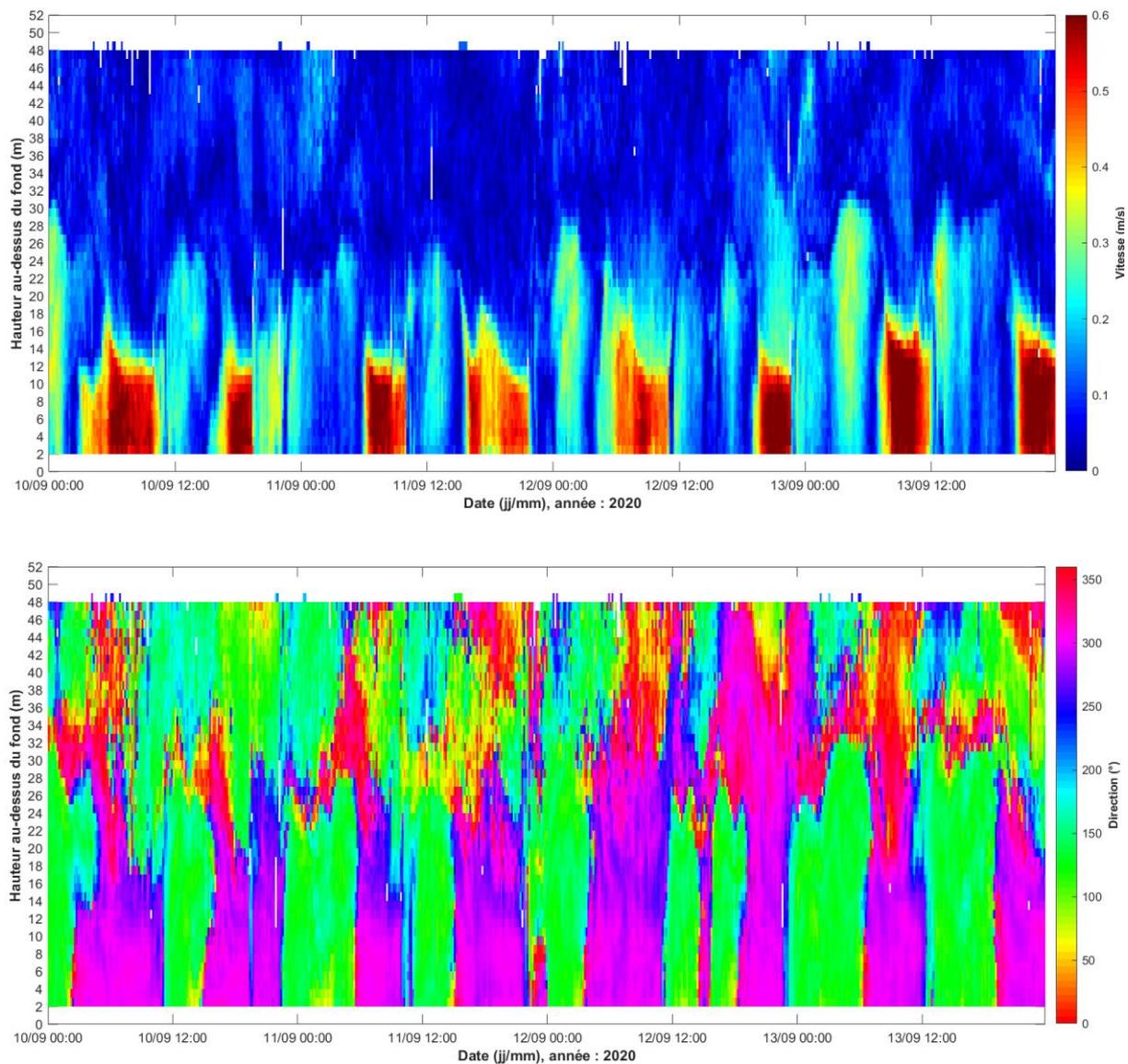


Figure 412 : Guadeloupe – Martinique : Roses directionnelles du courant en proche surface

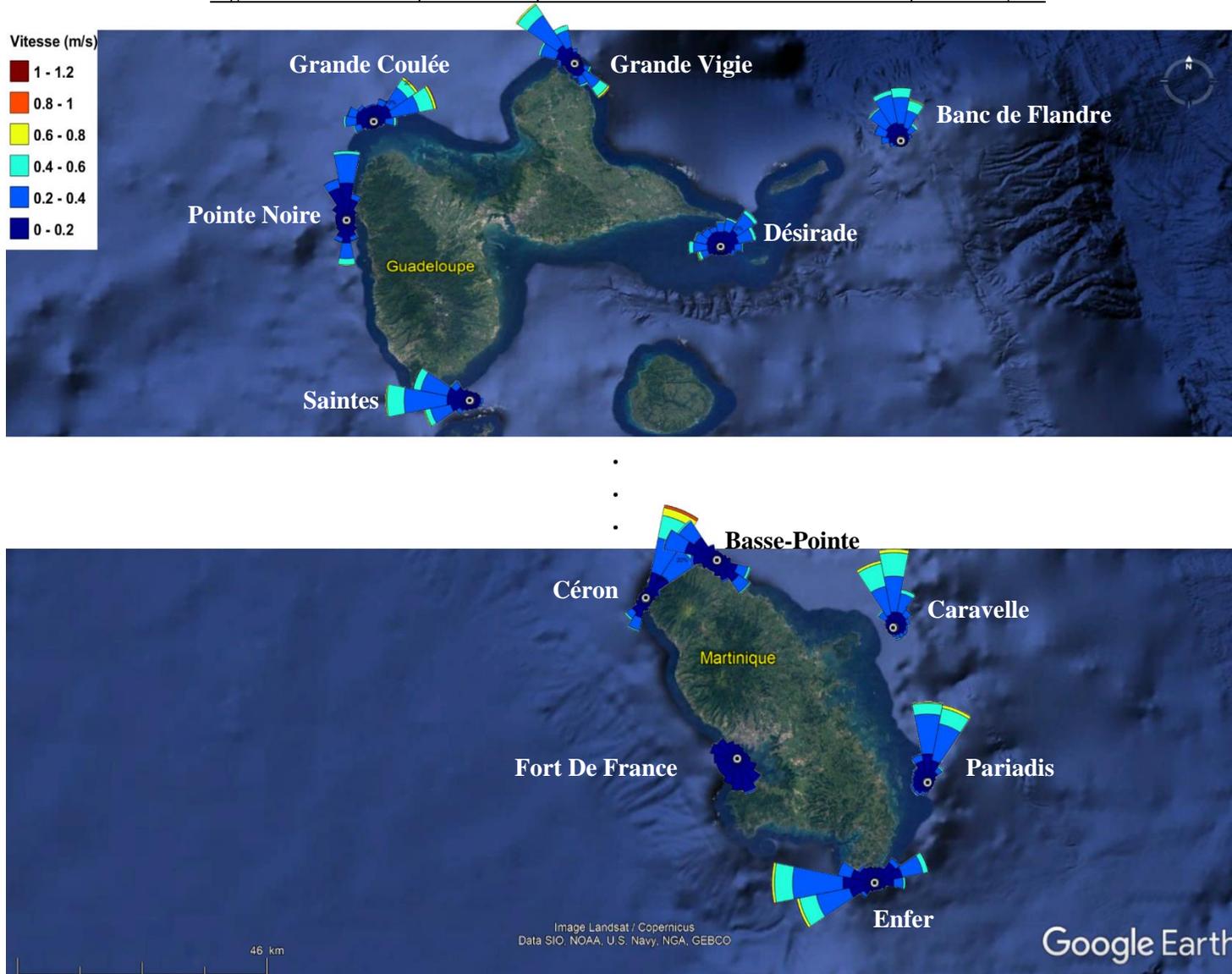


Figure 413 : Guadeloupe – Martinique : Roses directionnelles du courant près du fond

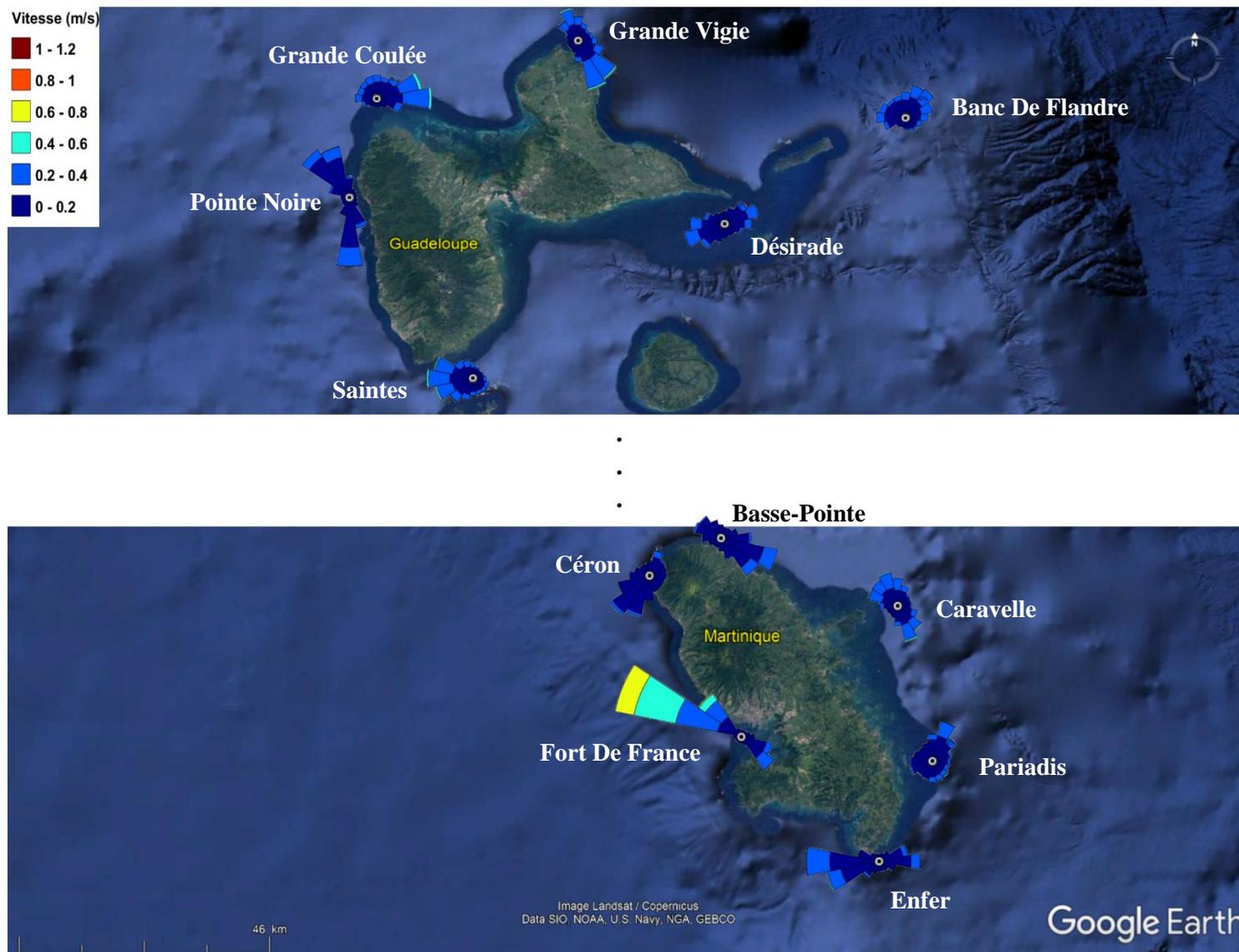
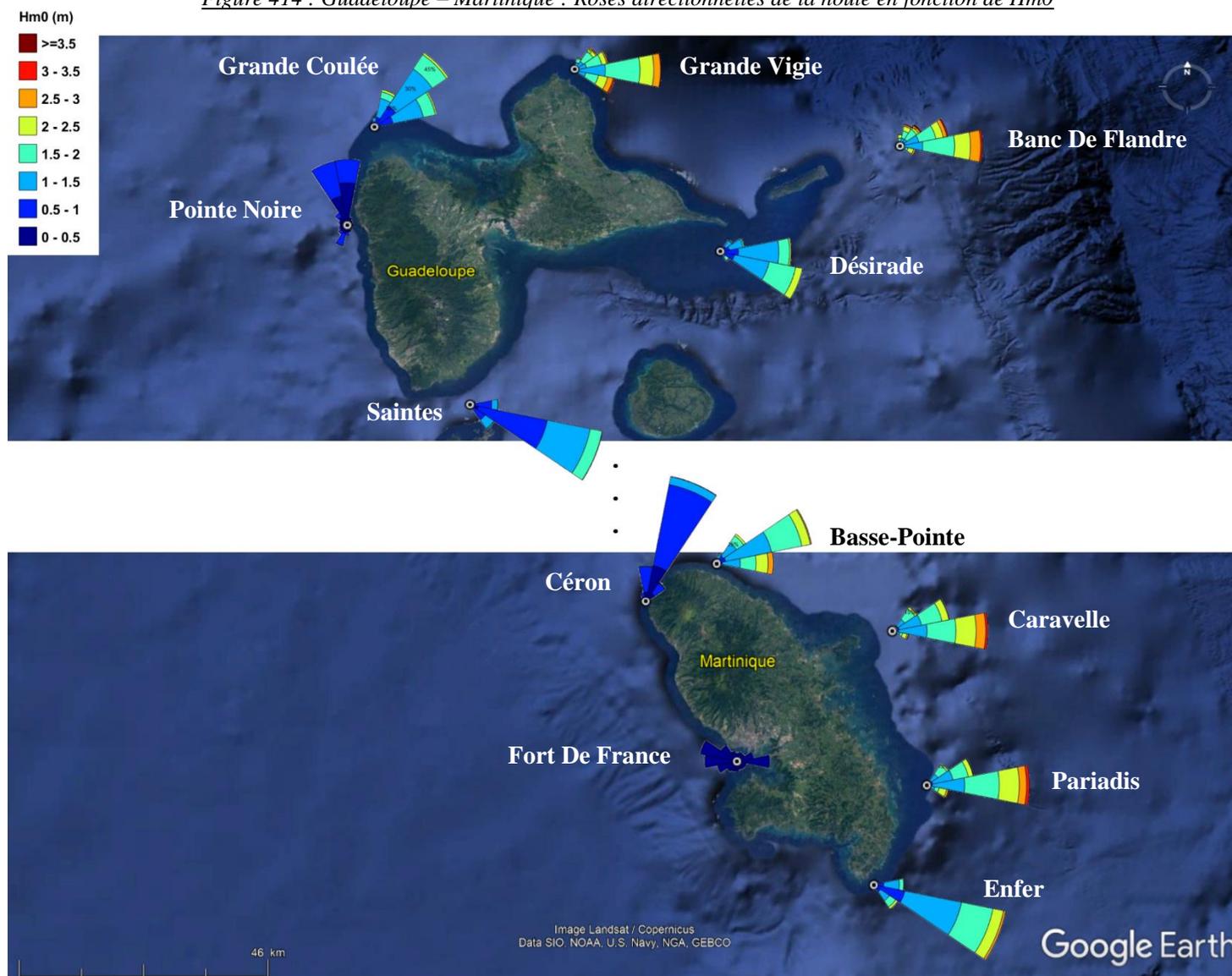


Figure 414 : Guadeloupe – Martinique : Roses directionnelles de la houle en fonction de Hm0



10.7. Annexe 7 : Certificat de calibration, Sig500 SN 102257

NORTEK **Certificate of Calibrations and Tests** Page 1 of 3

Instrument Information

Customer Reference No.	44143-1-488
Instrument Type	Signature500
Instrument Frequency	500 kHz
Instrument S/N	102257
Head S/N	D-2257
Interface Board S/N	2217
Interface Board Mfr. S/N	4MO0643890069
Digital Board Mfr. S/N	4MO0697150072
Analog Board Mfr. S/N	4MO0717500036
Sensor Board Mfr. S/N	4MO0659220031
Interface Board Rev.	H-4
Digital Board Rev.	I-3
Analog Board Rev.	G-1
Sensor Board Rev.	I-0

Calibrations and tests performed

Pressure	Passed
Tilt and Compass	Passed

All the tested values are within Nortek AS specifications

April 16, 2020
Date


Reviewed and approved (sign.)

10.8. Annexe 8 : Certificat de calibration, Sig500 SN102240

NORTEK **Certificate of Calibrations and Tests**
Page 1 of 3

Instrument Information

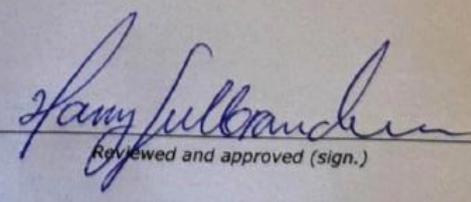
Customer Reference No.	
Instrument Type	Signature500
Instrument Frequency	500 kHz
Instrument S/N	102240
Head S/N	D-2240
Interface Board S/N	2294
Interface Board Mfr. S/N	4M00703320048
Digital Board Mfr. S/N	4M00679220065
Analog Board Mfr. S/N	4M00717500003
Sensor Board Mfr. S/N	4M00659220037
Interface Board Rev.	H-4
Digital Board Rev.	I-3
Analog Board Rev.	G-1
Sensor Board Rev.	I-0

Calibrations and tests performed

Pressure	Passed
Tilt and Compass	Passed

All the tested values are within Nortek AS specifications

April 16, 2020
Date


Reviewed and approved (sign.)

10.12. Annexe 12 : Certificat de calibration, Sig500 SN100119



Certificate of Calibrations and Tests

Page 1 of 2

Instrument Information

Customer Reference No.	P27996-1
Instrument Type	Signature500
Instrument Frequency	500 kHz
Instrument S/N	100119
Head S/N	D-0119
Interface Board S/N	291
Interface Board Mfr. S/N	4MO-000038/0000031
Digital Board Mfr. S/N	4MO-000045/0000031
Analog Board Mfr. S/N	4MO-000040/0000031
Sensor Board Mfr. S/N	4MO-012878/0000043
Interface Board Rev.	F-2
Digital Board Rev.	I-2
Analog Board Rev.	E-0
Sensor Board Rev.	G-0

Calibrations and tests performed

Tilt and Compass	Passed
-------------------------	--------

All the tested values are within Nortek AS specifications

November 25, 2020

Date

Reviewed and approved (sign.)

Details

Instrument Type	Signature500
Instrument S/N	101436
Pressure Range	300 dBar
Date	June 17, 2019
Operator	Faramarz Torkzad
Location	Nortek Factory Norway
Result	Passed

Description

Verification is performed in an automated pressure chamber. Fixed-point measurements are collected to verify the sensor. Criteria of acceptance is $\pm 0.1\%$ of full scale.

Reference: Paroscientific, Inc. - Digiquartz 9000-1K-242. Accuracy 0.01% of 689dBar.

Verification Results

Reference (dBar)	Pressure Diff. (dBar)	Pressure Diff. (% of FS)
2.35	0.28	0.09
30.92	0.27	0.09
60.19	0.27	0.09
92.00	0.24	0.08
119.90	0.26	0.09
150.15	0.23	0.08
181.16	0.24	0.08
209.65	0.15	0.05
240.94	0.08	0.03
268.03	-0.14	-0.05
299.94	-0.28	-0.09

Details

Instrument Type	Signature500
Instrument S/N	101436
Date	June 17, 2019
Operator	Asle Martinsen
Location	Nortek Factory Norway
Result	Passed

Description

Calibration and verification is performed in a two axis automated jig. Continuous and fixed-point measurements are collected to calibrate and verify the sensor.

Criteria of acceptance for tilt sensor is $\pm 0.2^\circ$.

Criteria of acceptance for compass sensor is $\pm 2^\circ$.

Reference: Digital Protractor Series 950 Pro 3600. Accuracy $\pm 0.05^\circ$.

Tilt Verification Results

Reference (°)	Diff. Up		Diff. Down	
	Pitch (°)	Roll (°)	Pitch (°)	Roll (°)
-30.00	-0.14	-0.14	0.16	-0.15
-15.00	0.19	0.17	0.18	0.05
0.00	-0.06	0.01	-0.15	0.10
15.00	0.04	0.12	-0.06	-0.11
30.00	0.18	0.16	0.18	-0.15

Compass Verification Results

Reference (°)	Heading Diff. Up (°)	Heading Diff. Down (°)
0.00	-0.96	-0.10
45.00	-0.68	-0.38
90.00	-0.28	-0.64
135.00	-0.05	-0.86
180.00	0.15	-0.94
225.00	-0.18	-0.89
270.00	-0.67	-0.46
315.00	-0.78	-0.25

11. TABLE DES FIGURES / TABLE DES TABLEAUX

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : EMPLACEMENT DES POINTS DE MESURE.....	7
FIGURE 2 : EMPLACEMENT DES POINTS DE MESURE - GUADELOUPE	8
FIGURE 3 : EMPLACEMENT DES POINTS DE MESURE - MARTINIQUE.....	8
FIGURE 4 : PHOTOGRAPHIE D'UN SYSTÈME DE MESURE	13
FIGURE 5 : GRANDE VIGIE – SÉRIE TEMPORELLE DE L'INCLINAISON DE L'INSTRUMENT DURANT LA PÉRIODE DE MESURE	24
FIGURE 6 : GRANDE VIGIE – SÉRIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR D'EAU	26
FIGURE 7 : GRANDE VIGIE - SÉRIE TEMPORELLE DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU MESURÉE AU FOND.....	27
FIGURE 8 : GRANDE VIGIE – PROFIL 3D DE LA VITESSE DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PÉRIODE DE MESURE	28
FIGURE 9 : GRANDE VIGIE – PROFIL 3D DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PÉRIODE DE MESURE	28
FIGURE 10 : GRANDE VIGIE – TABLE D'OCCURRENCE DES VITESSES DE COURANT SUR LA COLONNE D'EAU	29
FIGURE 11 : GRANDE VIGIE – TABLE D'OCCURRENCE DES DIRECTIONS DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU	29
FIGURE 12 : SÉRIES TEMPORELLES VITESSE/DIRECTION DU COURANT SUR 3 COUCHES REPRÉSENTATIVES DE LA COLONNE D'EAU	30
FIGURE 13 : COUCHE N°SURF - CORRÉLOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	31
FIGURE 14 : COUCHE N°SURF - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	31
FIGURE 15 : COUCHE N°SURF - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	31
FIGURE 16 : COUCHE N°SURF - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT	31
FIGURE 17 : COUCHE N°10 - CORRÉLOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	32
FIGURE 18 : COUCHE N°10 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	32
FIGURE 19 : COUCHE N°10 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	32
FIGURE 20 : COUCHE N°10 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT	32
FIGURE 21 : COUCHE N°2 - CORRÉLOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	33
FIGURE 22 : COUCHE N°2 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	33
FIGURE 23 : COUCHE N°2 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	33
FIGURE 24 : COUCHE N°2 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT.....	33
FIGURE 25 : PROFIL 3D DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU DU 16 AU 19 OCTOBRE 2020 (COEFFICIENTS DE MARÉE : 103/108, 112/115, 115/114 ET 111/107).....	35
FIGURE 26 : CORRÉLATION DES MESURES DE VITESSE ET DIRECTION DU COURANT AVEC LES VARIATIONS DU NIVEAU D'EAU DU 16 AU 19 OCTOBRE 2020 (COEFFICIENTS DE MARÉE : 103/108, 112/115, 115/114 ET 111/107) – COUCHE DE SURFACE, COUCHE N°10 (CENTRE DE LA COLONNE D'EAU) ET COUCHE N°2 (PRÈS DU FOND).....	36
FIGURE 27 : PROFIL 3D DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU DU 10 AU 13 SEPTEMBRE 2020 (COEFFICIENTS DE MARÉE : 40/35, 32, 30/31 ET 35/42).....	37
FIGURE 28 : CORRÉLATION DES MESURES DE VITESSE ET DIRECTION DU COURANT AVEC LES VARIATIONS DU NIVEAU D'EAU 10 AU 13 SEPTEMBRE 2020 (COEFFICIENTS DE MARÉE : 40/35, 32, 30/31 ET 35/42) – COUCHE DE SURFACE, COUCHE N°10 (CENTRE DE LA COLONNE D'EAU) ET COUCHE N°2 (PRÈS DU FOND).....	38
FIGURE 29 : GRANDE VIGIE – SÉRIES TEMPORELLES DES HAUTEURS DE LA HOULE.....	39
FIGURE 30 : GRANDE VIGIE – SÉRIES TEMPORELLES DES PÉRIODES DE LA HOULE	39
FIGURE 31 : GRANDE VIGIE – SÉRIES TEMPORELLES DES DIRECTIONS DE LA HOULE.....	40
FIGURE 32 : GRANDE VIGIE – HISTOGRAMMES DES PARAMÈTRES DE HOULE HM0, Tp ET DIRTp	41
FIGURE 33 : GRANDE VIGIE – ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE	42
FIGURE 34 : GRANDE VIGIE – CORRÉLOGRAMME HM0/DIRTp	42
FIGURE 35 : GRANDE VIGIE – CORRÉLOGRAMME HM0/Tp	42
FIGURE 36 : GRANDE VIGIE - SPECTRE D'ÉNERGIE DE LA HOULE.....	43
FIGURE 37 : GRANDE VIGIE – SPECTRE DIRECTIONNEL DE LA HOULE.....	43
FIGURE 38 : GRANDE COULÉE – SÉRIE TEMPORELLE DE L'INCLINAISON DE L'INSTRUMENT DURANT LA PÉRIODE DE MESURE	44
FIGURE 39 : GRANDE COULÉE – SÉRIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR D'EAU	46

FIGURE 40 : GRANDE COULÉE - SÉRIE TEMPORELLE DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU MESURÉE AU FOND	47
FIGURE 41 : GRANDE COULÉE – PROFIL 3D DE LA VITESSE DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PÉRIODE DE MESURE	48
FIGURE 42 : GRANDE COULÉE – PROFIL 3D DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PÉRIODE DE MESURE	48
FIGURE 43 : GRANDE COULÉE – TABLE D'OCCURRENCE DES VITESSES DE COURANT SUR LA COLONNE D'EAU	49
FIGURE 44 : GRANDE COULÉE – TABLE D'OCCURRENCE DES DIRECTIONS DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU	49
FIGURE 45 : SÉRIES TEMPORELLES VITESSE/DIRECTION DU COURANT SUR 3 COUCHES REPRÉSENTATIVES DE LA COLONNE D'EAU	50
FIGURE 46 : COUCHE N°SURF - CORRÉLOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	51
FIGURE 47 : COUCHE N°SURF - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	51
FIGURE 48 : COUCHE N°SURF - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	51
FIGURE 49 : COUCHE N°SURF - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT	51
FIGURE 50 : COUCHE N°10 - CORRÉLOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	52
FIGURE 51 : COUCHE N°10 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	52
FIGURE 52 : COUCHE N°10 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	52
FIGURE 53 : COUCHE N°10 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT	52
FIGURE 54 : COUCHE N°2 - CORRÉLOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	53
FIGURE 55 : COUCHE N°2 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	53
FIGURE 56 : COUCHE N°2 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	53
FIGURE 57 : COUCHE N°2 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT.....	53
FIGURE 58 : PROFIL 3D DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU DU 16 AU 19 OCTOBRE 2020 (COEFFICIENTS DE MARÉE : 103/108, 112/115, 115/114 ET 111/107)	55
FIGURE 59 : CORRÉLATION DES MESURES DE VITESSE ET DIRECTION DU COURANT AVEC LES VARIATIONS DU NIVEAU D'EAU DU 16 AU 19 OCTOBRE 2020 (COEFFICIENTS DE MARÉE : 103/108, 112/115, 115/114 ET 111/107) – COUCHE DE SURFACE, COUCHE N°10 (CENTRE DE LA COLONNE D'EAU) ET COUCHE N°2 (PRÈS DU FOND).....	56
FIGURE 60 : PROFIL 3D DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU DU 10 AU 13 SEPTEMBRE 2020 (COEFFICIENTS DE MARÉE : 40/35, 32, 30/31 ET 35/42).....	57
FIGURE 61 : CORRÉLATION DES MESURES DE VITESSE ET DIRECTION DU COURANT AVEC LES VARIATIONS DU NIVEAU D'EAU 10 AU 13 SEPTEMBRE 2020 (COEFFICIENTS DE MARÉE : 40/35, 32, 30/31 ET 35/42) – COUCHE DE SURFACE, COUCHE N°10 (CENTRE DE LA COLONNE D'EAU) ET COUCHE N°2 (PRÈS DU FOND)	58
FIGURE 62 : GRANDE COULÉE – SÉRIES TEMPORELLES DES HAUTEURS DE LA HOULE	59
FIGURE 63 : GRANDE COULÉE – SÉRIES TEMPORELLES DES PÉRIODES DE LA HOULE.....	59
FIGURE 64 : GRANDE COULÉE – SÉRIES TEMPORELLES DES DIRECTIONS DE LA HOULE.....	60
FIGURE 65 : GRANDE COULÉE – HISTOGRAMMES DES PARAMÈTRES DE HOULE Hm0, Tp ET DIRTp	61
FIGURE 66 : GRANDE COULÉE – ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE	62
FIGURE 67 : GRANDE COULÉE – CORRÉLOGRAMME Hm0/DIRTp.....	62
FIGURE 68 : GRANDE COULÉE – CORRÉLOGRAMME Hm0/Tp.....	62
FIGURE 69 : GRANDE COULÉE - SPECTRE D'ÉNERGIE DE LA HOULE	63
FIGURE 70 : GRANDE COULÉE – SPECTRE DIRECTIONNEL DE LA HOULE.....	63
FIGURE 71 : POINTE NOIRE – SÉRIE TEMPORELLE DE L'INCLINAISON DE L'INSTRUMENT DURANT LA PÉRIODE DE MESURE.....	64
FIGURE 72 : POINTE NOIRE – SÉRIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR D'EAU.....	66
FIGURE 73 : POINTE NOIRE - SÉRIE TEMPORELLE DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU MESURÉE AU FOND.....	67
FIGURE 74 : POINTE NOIRE – PROFIL 3D DE LA VITESSE DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PÉRIODE DE MESURE ..	68
FIGURE 75 : POINTE NOIRE – PROFIL 3D DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PÉRIODE DE MESURE	68
FIGURE 76 : POINTE NOIRE – TABLE D'OCCURRENCE DES VITESSES DE COURANT SUR LA COLONNE D'EAU	69
FIGURE 77 : POINTE NOIRE – TABLE D'OCCURRENCE DES DIRECTIONS DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU.....	69
FIGURE 78 : SÉRIES TEMPORELLES VITESSE/DIRECTION DU COURANT SUR 3 COUCHES REPRÉSENTATIVES DE LA COLONNE D'EAU	70
FIGURE 79 : COUCHE N°SURF - CORRÉLOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	71
FIGURE 80 : COUCHE N°SURF - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	71

FIGURE 407 : MARTINIQUE – ROSES DIRECTIONNELLES DU COURANT EN PROCHE SURFACE	270
FIGURE 408 : MARTINIQUE – ROSES DIRECTIONNELLES DU COURANT AU CENTRE DE LA COLONNE D'EAU	270
FIGURE 409 : MARTINIQUE – ROSES DIRECTIONNELLES DU COURANT PRÈS DU FOND	271
FIGURE 410 : MARTINIQUE – ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE EN FONCTION HMO SUR LES 6 SITES DE MESURE	272
FIGURE 411 : MARTINIQUE – ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE EN FONCTION DE TP SUR LES 6 SITES DE MESURE	272
FIGURE 412 : GUADELOUPE – MARTINIQUE : ROSES DIRECTIONNELLES DU COURANT EN PROCHE SURFACE	274
FIGURE 413 : GUADELOUPE – MARTINIQUE : ROSES DIRECTIONNELLES DU COURANT PRÈS DU FOND	275
FIGURE 414 : GUADELOUPE – MARTINIQUE : ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE EN FONCTION DE HMO	277
FIGURE 415 : GUADELOUPE – MARTINIQUE : ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE EN FONCTION DE TP	278

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURE EN WGS84.....	7
TABLEAU 2 : PÉRIODE DE MESURE SUR CHAQUE CAPTEUR	9
TABLEAU 3 : SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DU SIGNATURE 500	12
TABLEAU 4 : POURCENTAGE DE DONNÉES VALIDES SUR CHAQUE SITE DE MESURE.....	23
TABLEAU 5 : GRANDE VIGIE – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	25
TABLEAU 6 : GRANDE VIGIE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE.....	26
TABLEAU 7 : GRANDE VIGIE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	27
TABLEAU 8 : GRANDE VIGIE – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE	41
TABLEAU 9 : GRANDE COULÉE – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	45
TABLEAU 10 : GRANDE COULÉE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	46
TABLEAU 11 : GRANDE COULÉE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	47
TABLEAU 12 : GRANDE COULÉE – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE.....	61
TABLEAU 13 : POINTE NOIRE – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU.....	65
TABLEAU 14 : POINTE NOIRE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE.....	66
TABLEAU 15 : POINTE NOIRE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	67
TABLEAU 16 : POINTE NOIRE – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE	81
TABLEAU 17 : SAINTES – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	85
TABLEAU 18 : SAINTES – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	86
TABLEAU 19 : SAINTES – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	87
TABLEAU 20 : SAINTES – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE.....	101
TABLEAU 21 : DÉsirADE – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	105
TABLEAU 22 : DÉsirADE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	106
TABLEAU 23 : DÉsirADE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	107
TABLEAU 24 : DÉsirADE – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE	121
TABLEAU 25 : BANC DE FLANDRE – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU.....	125
TABLEAU 26 : BANC DE FLANDRE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE.....	126
TABLEAU 27 : BANC DE FLANDRE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	127
TABLEAU 28 : BANC DE FLANDRE – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE	141
TABLEAU 29 : PARIADIS – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU.....	145
TABLEAU 30 : PARIADIS – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE.....	146
TABLEAU 31 : PARIADIS – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE. 147	

TABLEAU 32 : PARIADIS – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE	161
TABLEAU 33 : CARAVELLE – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	165
TABLEAU 34 : CARAVELLE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	166
TABLEAU 35 : CARAVELLE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	167
TABLEAU 36 : CARAVELLE – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE.....	181
TABLEAU 37 : BASSE-POINTE – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	185
TABLEAU 38 : BASSE-POINTE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE.....	186
TABLEAU 39 : BASSE-POINTE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	187
TABLEAU 40 : BASSE-POINTE – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE	201
TABLEAU 41 : CÉRON – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU.....	205
TABLEAU 42 : CÉRON – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE.....	206
TABLEAU 43 : CÉRON – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE ...	207
TABLEAU 44 : CÉRON – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE	221
TABLEAU 45 : ENFER – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	225
TABLEAU 46 : ENFER – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	226
TABLEAU 47 : ENFER – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	227
TABLEAU 48 : ENFER – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE	241
TABLEAU 49 : FORT DE FRANCE – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	245
TABLEAU 50 : FORT DE FRANCE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE.....	246
TABLEAU 51 : FORT DE FRANCE – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PÉRIODE D'ÉTUDE	247
TABLEAU 52 : FORT DE FRANCE – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMÈTRES DE HOULE	262
TABLEAU 53 : GUADELOUPE – COMPARAISON VITESSE/DIRECTION SUR 3 COUCHES REPRÉSENTATIVES DE LA COLONNE D'EAU SUR LES 6 SITES DE MESURE	265
TABLEAU 54 : GUADELOUPE – COMPARAISON PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE LA HOULE SUR LES 6 SITES DE MESURE	267
TABLEAU 55 : MARTINIQUE – COMPARAISON VITESSE/DIRECTION SUR 3 COUCHES REPRÉSENTATIVES DE LA COLONNE D'EAU SUR LES 6 SITES DE MESURE	269
TABLEAU 56 : MARTINIQUE – COMPARAISON PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE LA HOULE SUR LES 6 SITES DE MESURE.....	271
TABLEAU 57 : GUADELOUPE – MARTINIQUE : COMPARAISON STATISTIQUE DE LA VITESSE DU COURANT	273
TABLEAU 58 : GUADELOUPE – MARTINIQUE : COMPARAISON STATISTIQUE DE LA HAUTEUR SIGNIFICATIVE ET DE LA PÉRIODE PIC DE LA HOULE.....	276