



PROJET FINANCÉ
par le fonds européen
de développement régional

*Dans le cadre de REACT-EU :
dispositif de relance de l'Union en
réponse à la pandémie de COVID-19*



CAMPAGNE DE MESURES OCEANOGRAPHIQUES

AVRIL 2022 – SEPTEMBRE 2022

Document référence :

EON1868_Rapport_StMartin_MesuresOceanographiques2022_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	20/10/2022	Version n°1	Justine Mustel	Estelle Richard Elsa Defachelle André Dolle

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	8
2.3. CARACTÉRISTIQUES DES POINTS DE MESURE	9
2.3.1. Instrumentation des sites de mesures	9
2.3.2. Dispositifs de mouillage	17
2.3.3. Programmation des instruments.....	22
3. CONTRÔLE QUALITÉ ET MÉTHODE DE TRAITEMENT DES DONNÉES.....	24
3.1. CONTRÔLE QUALITÉ	24
3.1.1. Principe du contrôle de la qualité des données	24
3.1.2. Vérifications générales	24
3.1.3. Vérification des données de pression	24
3.1.4. Vérification de l'inclinaison des instruments	25
3.1.5. Vérification des niveaux acoustiques	25
3.1.6. Contrôle des valeurs de corrélation.....	25
3.1.7. Limites et interférences des lobes latéraux	26
3.1.8. Vérifications spécifiques aux mesures de houle	27
3.2. POST-TRAITEMENT DES MESURES	27
3.2.1. Application du contrôle qualité des mesures	27
3.2.2. Conversion des mesures de pression en hauteur d'eau.....	27
3.2.3. Calcul des paramètres de houle	28
3.2.4. Correction de la déclinaison magnétique	29
4. FORMAT DES FICHIERS DE DONNÉES RENDUS.....	30
5. POURCENTAGE DE DONNÉES VALIDES SUR LA PÉRIODE DE MESURE	37
6. RÉSULTATS – STATION A1	38
6.1. A1 – CARACTERISTIQUES GENERALES	38
6.2. A1 – HAUTEUR D'EAU	40
6.3. A1 – TEMPERATURE TRIPODE	41
6.4. A1 – COURANT	42
6.5. A1 – HOULE	53
6.5.1. A1 – Houle Globale	53
6.5.2. A1 – Mer du vent (Houle HF) / Houle longue (Houle BF)	58
6.6. A1 – TEMPERATURE / SALINITE CTD	61
6.6.1. A1 – Température de l'eau	61
6.6.2. A1 – Salinité de l'eau	62
6.6.3. A1 – Corrélation Température / Salinité.....	63
6.7. A1 – TURBIDITE.....	64
6.8. A1 – PROFILS CTD, TURBIDITE ET GRANULOMETRIE.....	65
6.8.1. A1 – Profils CTD	65
6.8.2. A1 – Profils Turbidité	66
6.8.3. A1 – Profils Granulométrie	67
7. RÉSULTATS – STATION A2	68

7.1.	A2 – CARACTERISTIQUES GENERALES	68
7.2.	A2 – HAUTEUR D'EAU	70
7.3.	A2 – TEMPERATURE TRIPODE	71
7.4.	A2 – COURANT	72
7.5.	A2 – HOULE	83
7.5.1.	A2 – Houle Globale	83
7.5.2.	A2 – Mer du vent (Houle HF) / Houle longue (Houle BF)	88
7.6.	A2 – TEMPERATURE / SALINITE CTD (POUR INFORMATION)	91
7.6.1.	A2 – Température de l'eau	91
7.6.2.	A2 – Salinité de l'eau (pour information)	92
7.7.	A2 – TURBIDITE.....	93
7.8.	A2 – PROFILS CTD, TURBIDITE ET GRANULOMETRIE.....	94
7.8.1.	A2 – Profils CTD	94
7.8.2.	A2 – Profils Turbidité	95
7.8.3.	A2 – Profils Granulométrie	96
8.	RÉSULTATS – A3	97
8.1.	A3 – CARACTERISTIQUES GENERALES	97
8.2.	A3 – TEMPERATURE / SALINITE (SONDE C4E).....	98
8.3.	A3 – OXYGENE DISSOUS (SONDE OPTOD)	100
8.4.	A3 – TURBIDITE.....	101
8.5.	A3 – POSITION GPS.....	102
8.6.	A3 – PROFILS CTD, TURBIDITE ET GRANULOMETRIE.....	103
8.6.1.	A3 – Profils CTD	103
8.6.2.	A3 – Profils Turbidité	104
8.6.3.	A3 – Profils Granulométrie	105
8.7.	A3 – PROFILS MENSUELS SONDE MULTI-PARAMETRES OTT HL7 ET PRELEVEMENTS D'EAU	106
8.7.1.	A3 – Profils HL7 – Avril 2022	106
8.7.2.	A3 – Profils HL7 – Mai 2022	109
8.7.3.	A3 – Profils HL7 – Juin 2022	112
8.7.4.	A3 – Profils HL7 – Juillet 2022	115
8.7.5.	A3 – Profils HL7 – Septembre 2022	118
8.7.6.	A3 – Profils HL7 – Octobre 2022.....	121
8.7.7.	A3 – Profils Mensuels – Principales statistiques.....	124
9.	RÉSULTATS – STATION GRAND FOND	126
9.1.	GRAND FOND – CARACTERISTIQUES GENERALES.....	126
9.2.	GRAND FOND – HAUTEUR D'EAU	128
9.3.	GRAND FOND – TEMPERATURE SIGNATURE 55.....	129
9.4.	GRAND FOND – COURANT	130
9.5.	GRAND FOND – HOULE.....	142
9.5.1.	Grand Fond – Houle Globale	142
9.5.2.	Grand Fond – Mer du vent (Houle HF) / Houle longue (Houle BF)	147
9.6.	GRAND FOND – LIGNE DE TEMPERATURE / SALINITE CTD	150
9.6.1.	Grand Fond – Immersion CTD.....	150
9.6.2.	Grand Fond – Température de l'eau CTD	151
9.6.3.	Grand Fond – Salinité de l'eau CTD	152
9.7.	GRAND FOND – TURBIDITE FOND ET SURFACE.....	153
9.8.	GRAND FOND – POSITION GPS	155
9.9.	GRAND FOND – PROFILS CTD ET TURBIDITE	156

9.9.1.	Grand Fond – Profils CTD.....	156
9.9.2.	Grand Fond – Profils Turbidité.....	157
10.	COMPARAISON DES MESURES SUR LE SITE D'ETUDE.....	158
10.1.	COMPARAISON DES DONNEES DE COURANT	158
10.2.	COMPARAISON DES DONNEES DE HOULE	160
10.2.1.	Comparaison Station A1 et Station A2	160
10.2.2.	Comparaison Station A1, Station A2, Station Grand Fond	161
11.	CONCLUSION.....	163
12.	NUMEROS DE SERIE DES INSTRUMENTS.....	165
13.	TABLE DES FIGURES / TABLE DES TABLEAUX	166

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de développement du Port de Galisbay, l'établissement portuaire de Saint-Martin souhaite réaliser des mesures courantologiques, houlographiques et hydrologiques sur différentes zones au large de Saint-Martin, dans le canal d'Anguille et dans la Baie de la Potence.

La société NortekMed a été mandatée afin de mener à bien l'acquisition de ces mesures. Pour cela, 4 stations de mesures autonomes ont été mises en place pendant 4 mois :

- Une station Grand Fond composée d'une Bouée Alizé et d'une bouée de subsurface au fond ;
- Deux stations composées de chacune un tripode et d'une bouée de surface biconique ;
- Une station composée d'une Bouée Zéphyr.

De plus, des profils de différents paramètres physiques ont été effectués lors de la pose et lors de la récupération de tous les instruments.

Enfin, des prélèvements d'eau en Baie de Marigot ont été réalisés chaque mois.

Ce rapport présente les résultats de la campagne de mesure sur chacune des stations durant 4 mois de mesures, d'Avril à Septembre 2022.

2. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

2.1. EMBLEMES DES POINTS DE MESURE

La zone d'étude se situe au large de Saint-Martin. 4 stations de mesures ont été déployées durant 4 mois, entre Avril et Septembre 2022.

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>Points de mesure</i>	<i>Composition station</i>	<i>Latitude WGS84</i>	<i>Longitude WGS84</i>
Station A1	Tripode + Bouée Biconique	18°6.713'N	63°5.102'W
Station A2	Tripode + Bouée Biconique	18°5.280'N	63°7.275'W
Station A3	Bouée Zéphyr	18°4.620'N	63°5.520'W
Station Grand Fond	Surface – Bouée Alizé	18°2.338'N	63°14.036'W
	Fond – Bouée Subsurface	18°2.245'N	63°14.123'W

Figure 1 : Emplacement des points de mesure



2.2. PÉRIODE D'ACQUISITION

Mobilisation

Le déploiement initial de tous les systèmes de mesure ainsi que les profils ont été effectués entre le **28/04/2022** et le **29/04/2022**.

Les conditions d'intervention en mer étaient bonnes et le coefficient de marée entre 76 et 86.

Démobilisation

La récupération des systèmes de mesure ainsi que les profils ont été effectués entre le **03/09/2022** et le **04/09/2022**.

Les conditions d'intervention étaient bonnes et le coefficient de marée entre 43 et 59.

Les systèmes ont été retrouvés en bon état. Sur la Station Grand Fond, l'acquisition du courant était à l'arrêt depuis le 24/08/2022 près du fond et depuis le 29/08/2022 en proche surface. Ce qui correspond à la durée de vie normale des batteries. Tous les autres instruments étaient en état de fonctionnement.

Durée d'acquisition

La période d'acquisition s'étend sur :

- 128 jours pour la Station A1 ;
- 128 jours pour la Station A2 ;
- 127 jours pour la Station A3 ;
- 128 jours pour la Station Grand Fond.

2.3. CARACTÉRISTIQUES DES POINTS DE MESURE

2.3.1. Instrumentation des sites de mesures

a. *Signature 1000, Signature 500 et Signature 55 – Station A1, A2 et Grand Fond*

Les Stations A1 et A2 sont équipées d'un Signature 1000. La Station Grand Fond est équipée en surface d'un Signature 500 et au fond d'un Signature 55.

Il s'agit de courantomètres profileurs de courant et houlographes doté de 5 faisceaux pour les Signatures 1000 et 500 et de 3 faisceaux pour le Signature 55.



Principe de la mesure du courant

Une courte impulsion acoustique d'une fréquence connue est envoyée par chacun des faisceaux acoustiques. 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 capteur 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).

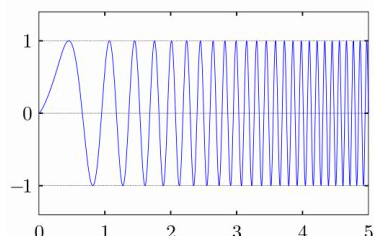
À noter qu'il existe une zone blanche près de la tête du capteur où la mesure de courant ne peut être faite. La zone blanche est de 10 cm minimum pour le Signature 1000, de 50 cm minimum pour le Signature 500 et de 2 m minimum pour le Signature 55. Cette distance correspond au temps nécessaire pour que 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.

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 pseudopériodique 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 zooplancton 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.

Le Signature 55 en mode « coarse » (= basse résolution / longue portée) émet autour de la fréquence centrale de 55 kHz avec une largeur de bande de 3.4 kHz (narrowband). La portée du capteur est à son maximum (1000 m) avec des cellules de mesure de taille plus large.

Principe de la mesure de houle – Signature 1000

Pour calculer les paramètres de houle directionnelle, les capteurs mesure les paramètres suivants : pression, vitesses orbitales et position de la surface. La pression est mesurée avec un composant piezo-resistif. Les vitesses orbitales sont mesurées avec le décalage Doppler sur chacun des faisceaux acoustiques et sur toute la colonne d'eau. Pour détecter la position de la surface, c'est le faisceau central qui est utilisé et qui permet aux instruments de fonctionner

comme un échosondeur inversé. Le principe de l'AST (Acoustic surface Tracking) repose dans l'utilisation d'un faisceau vertical dédié qui envoie une courte impulsion acoustique. Le retour de l'impulsion acoustique permet de déterminer la position de la surface avec une précision subcentimétrique. L'AST n'est pas soumis aux lois d'atténuation comme le signal de pression ou de vitesses, il produit donc une mesure directe de la position de la surface, ce qui signifie que l'instrument n'est pas seulement limité à la mesure des houles longues, il peut également mesurer les houles courtes. L'instrument grâce à l'AST fournit une reconstitution temporelle précise de l'aspect de la surface libre ce qui permet d'une part de mettre en évidence des phénomènes comme les houles générées par le passage de bateau et d'autre part de mesurer directement des paramètres comme Hmax, H1/10, Tmean, Tmax, etc., ...

Les paramètres mesurés sont :

- Paramètres de houle directionnelle (Hm0, H1/3, Hmax, Tp, Tz, Tm02, THmax, DirTp, MeanDir, SprTp).

Les spécifications techniques principales du Signature 1000, du Signature 500 et du Signature 55 sont précisées ci-après.

Tableau 2 : Spécifications techniques des Signatures

		Signature 1000	Signature 500	Signature 55
Mesures de vitesse	Portée maximale	30 m (mode average) 25 m (mode burst)	70 m (mode average) 60 m (mode burst)	1000 m
	Taille des couches	0.2 – 2 m	0.5 – 4 m	5 – 20 m
	Zone blanche minimale	0.1 m	0.5 m	2 m
	Nombre max de cellules	256 (burst) / 200 (av)		200
	Gamme de mesure de vitesse	2.5 à 5 m/s		
	Précision minimum	0.3 % de la valeur mesurée (± 0.3 cm/s)	0.3 % de la valeur mesurée (± 0.3 cm/s)	1 % de la valeur mesurée (± 0.5 cm/s)
	Résolution de la vitesse	0.1 cm/s	0.1 cm/s	0.1 cm/s
	Taux d'échantillonnage max	16 Hz	8 Hz	1 Hz
Houle directionnelle	Portée max	30 m	75 m	/
	Gamme Hs	-15 à +15 m	-15 à +15 m	/
	Précision / Résolution Hs	<1% de la valeur mesurée / 2 cm	<1% de la valeur mesurée / 2 cm	/
	Précision / Résolution Direction	2° / 0.1 °	2° / 0.1 °	/
	Gamme période	0.5 s – 50 s	1 s – 50 s	/

b. Centrale inertielle MicroStrain – Station Grand Fond

La mesure de la houle directionnelle se fait par une centrale inertielle interne couplée aux algorithmes NortekMed. Les accélérations et rotations mesurées permettent le calcul des déplacements de la bouée selon la surface libre.

- Gamme (Hs) : ± 20 m
- Précision (Hs) : 10 cm
- Résolution (Hs) : 1 cm
- Gamme (Tp) : 1.6 - 30 s
- Précision (Tp) : 0.1 s
- Résolution (Tp) : 0.1 s
- Gamme (Dir) : 0 - 360°
- Précision (Dir) : ± 3 °
- Résolution (Dir) : 0.1°

Tous les paramètres de houle calculés en interne sont stockés dans le datalogger de la bouée pour analyses après récupération. À noter que toutes les accélérations brutes en (x, y, z) sont également stockées dans la datalogger interne de la bouée, permettant de recalculer tous les paramètres nécessaires en post-traitement, notamment les spectres omnidirectionnels et directionnels. Il sera ainsi effectué une séparation des houles HF et BF (mer de vent / longue houle) à une fréquence de coupure via l’algorithme interne de NortekMed.

c. CTD Seabird SBE37 – Station A1, A2 et Grand Fond



Les sondes CTD Seabird SBE37 sont des sondes de haute précision qui mesurent la conductivité, la température et la pression. Elles présentent une très grande précision et une excellente stabilité : typiquement les dérives sont inférieures à 0.002 °C par an pour la température et inférieures à 0.003 S/m par an pour la conductivité.

Elles disposent d’une interface série, d’une batterie interne et d’une mémoire Flash. Elles sont conçues en titane ou en plastique et en matériaux anti-corrosion de façon à minimiser la maintenance.

Les paramètres mesurés et donnés en unités physiques sont :

- ✓ Température ITS-90 (standard T90)
- ✓ Salinité (calculée à partir de « practical salinity scale equation » - 1978, fonction de la conductivité, de la température et de la pression)
- ✓ Pression

Tableau 3 : Spécifications techniques de la sonde CTD Seabird SBE37

	Température (°C)	Conductivité (S/m)
Gamme de mesure	-5 à +45	0 à 7 (0 à 70 mS/cm)
Précision	± 0.002 (-5 à 35 °C) ± 0.01 (35 à 45 °C)	± 0.0003 (0.003 mS/cm)
Stabilité	0.0002 par mois	0.0003 (0.003 mS/cm) par mois
Résolution	0.0001	0.00001 (0.0001 mS/cm)
Taux d'échantillonnage	6 secondes à 6 heures	

d. Aqualabo C4E – Station A3



La salinité au niveau de la Station A3 est mesurée par le capteur numérique de conductivité/salinité C4E. Le capteur fonctionne avec une technologie à 4 électrodes. Un courant alternatif de tension constante s'établit entre un couple d'électrode primaires en graphite. Les électrodes secondaires en platine permettent de réguler la tension imposée aux électrodes primaires afin de tenir compte de l'encrassement. La tension mesurée entre les électrodes primaires est une fonction de la résistance du milieu, donc de la conductivité.

Tableau 4 : Spécifications techniques de l'Aqualabo C4E

Gamme de mesure – Conductivité	0 – 200 µS/cm 0 – 2000 µS/cm 0 – 20 mS/cm 0 – 200 mS/cm
Précision	± 1% de la valeur mesurée
Résolution	De 0.01 à 1 selon la gamme
Gamme de mesure – Salinité	5 – 60 g/kg
Température de fonctionnement	0 °C à 50 °C
Temps de réponse	< 5 s
Pression maximale	5 bars

e. Aqualabo OPTOD – Station A3



La mesure de l'oxygène dissous au niveau de la Station A3 est réalisée par un capteur de la gamme Aqualabo OPTOD. Ce capteur utilise la technologie optique pour des mesures optimisées, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de membranes ni d'électrolytes. Le capteur d'oxygène dissous OPTOD utilise une technologie de mesure par luminescence approuvée par la méthode internationale ASTM D888-05. Cette méthode innovante garantit des mesures fiables et précises.

Tableau 5 : Spécifications techniques de l'Aqualabo OPTOD

Gamme de mesure	0 – 20 mg/L 0 – 20 ppm 0 – 200 %
Précision	± 0.1 mg/L ± 0.1 ppm ± 1 %
Résolution	0.01
Mouvement de l'eau	Pas de circulation nécessaire
Température de fonctionnement	0 °C à 50 °C
Temps de réponse	90% de la valeur en moins de 60 s
Pression maximale	5 bars

f. Turbidimètre ECO NTU – Station A1, A2 et Grand Fond



La mesure de turbidité se fait via un turbidimètre ECO NTU. Il s'agit d'une sonde compacte et très robuste sur le terrain. La technologie de mesure est une technologie optique : l'optique de la sonde émet de la lumière qui est diffusée et réfléchiée par la matière en suspension dans l'eau. La mesure de l'intensité du signal lumineux rétrodiffusé permet la mesure de la turbidité de l'eau. La gamme de mesure du turbidimètre est 0-250 NTU avec une précision de 0.02 NTU. La qualité de la mesure de turbidité peut être compromise par le fouling qui se dépose sur le turbidimètre. Un système Bio-Wiper est mis en place ; l'obturateur s'ouvre uniquement lors de la mesure.

Tableau 6 : Spécifications techniques du turbidimètre ECO NTU

Longueur d'onde	700 nm
Gamme de mesure	0-250 NTU
Précision Low/High	0.02 NTU
Taux d'échantillonnage max	8 Hz

g. GPS Garmin – Station A3 et Grand Fond



La position des bouées au niveau de la Station A3 et Grand Fond est donnée par le GPS Garmin. Pour ces deux systèmes, la position est envoyée en temps réels toutes les 30 minutes.

h. LISST-100X – Profils

Lors de la pose et de la récupération des Stations A1, A2 et A3, un profil avec un granulomètre laser est effectué. Le LISST-100X est un système submersible multiparamétrique pour les observations in-situ de la distribution granulométrique et de la concentration volumique. Il enregistre également la transmission optique, la pression et la température. L'instrument est entièrement autonome avec batterie interne et datalogger.



Le LISST-100X permet de connaître la répartition des particules.

Tableau 7 : Spécifications techniques du LISST-100X

Plage de mesure de la concentration	0 -750 mg/L
Résolution de la concentration	< 1 mg/L
Plage de mesure de la taille des particules	2.5 – 500 µm sur 32 tranches

i. Sonde Multi-paramètres OTT HL7 – Profils Mensuels Station A3

Les profils mensuels de la station A3 sont réalisés avec une sonde multi-paramètres HL7 de chez OTT.

Les paramètres mesurés sont :

- La température ;
- La salinité ;
- La turbidité ;
- L'oxygène dissous ;
- Le pH.



Tableau 8 : Spécifications techniques de la sonde multi-paramètres OTT HL7

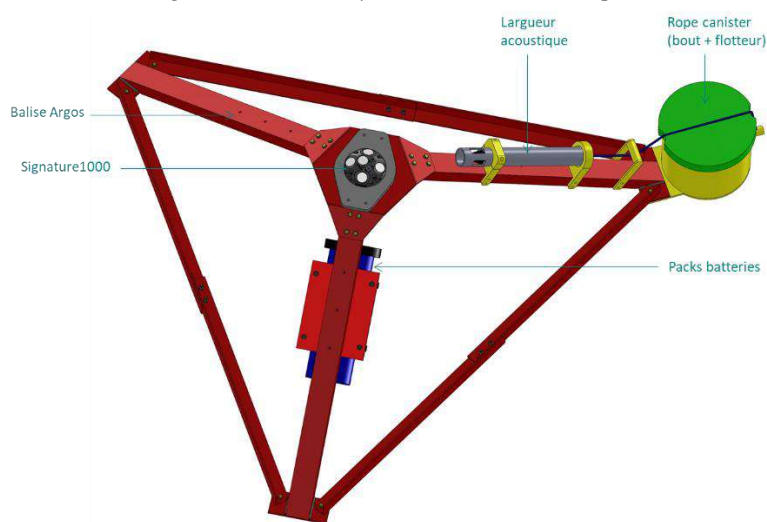
Capteur / Paramètre	Plage	Précision	Résolution
Température	-5 à 50 °C	±0,1 °C	0,01°C
Conductivité	0 à 100 mS/cm	±0,5 % de la valeur relevée + 0,001 mS/cm	0,001 mS/cm
Oxygène dissous - mg/L, % saturation	0 à 60 mg/L	±0,1 mg/L pour 0-8 mg/L ±0,2 mg/L pour > 8 mg/L ±10 % de la valeur relevée pour > 20mg/L	0,01 mg/L
pH	0 à 14 pH	±0,2 pH	0,01 pH
Turbidité	0 à 3000 NTU	0 à 100 NTU : ±1% 100 à 400 NTU : ±3 % 400 à 3000 NTU : ±5 % - Requiert un étalonnage en 4 points	0 à 400 NTU : 0,1 400 à 3000 NTU : 1,0
Profondeur	0 à 25 m 0 à 100 m 0 à 200 m	±0,05 mètre ±0,05 mètre ±0,1 mètre	±0,01 mètre ±0,01 mètre ±0,01 mètre
Chlorophylle a	0 à 500 µg/L	Linéarité : 0,998 F ² Dilution en série de rhod- amine WT	0,01 µg/L

2.3.2. Dispositifs de mouillage

a. Stations A1 et A2

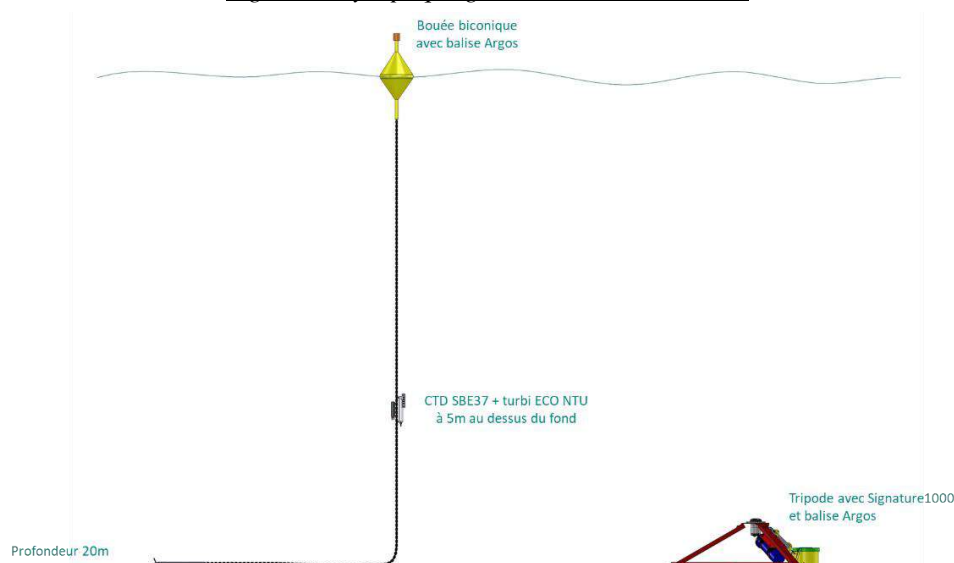
Pour chaque système de mesure positionné au point A1 et A2, le capteur (Signature 1000) est installé sur une structure tripode en aluminium afin de ne pas perturber le compas magnétique. Un inclinomètre acoustique de type Thelma Biotel est fixé sur le tripode afin de contrôler la planéité de l'instrument 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 dans son ensemble à la fin de la campagne de mesure. De plus, chaque tripode est équipé d'une balise Argos LINKIT afin de contrôler sa position GPS à intervalle régulier uniquement en cas de remontée en surface.

Figure 2 : Schéma système de mesure - Tripode



Proche du tripode, une bouée de surface type biconique est déployée avec une sonde CTD et une sonde ECO NTU à 5 m au-dessus du fond. La bouée biconique est équipée d'une balise Argos afin de contrôler sa position.

Figure 3 : Synoptique général – Station A1 et A2



b. Station A3

La Station A3 est composée d'une Bouée Zéphyr instrumentée d'une sonde C4E, d'une sonde OPTOD, d'un turbidimètre ECO NTU et d'un GPS Garmin.

Figure 4 : Synoptique général – Bouée Zéphyr

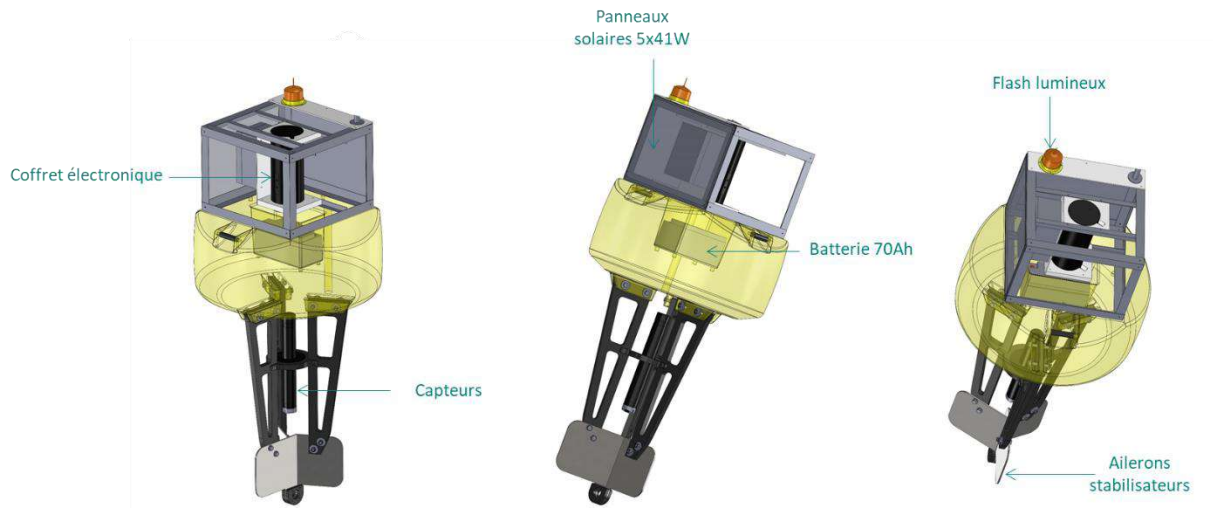
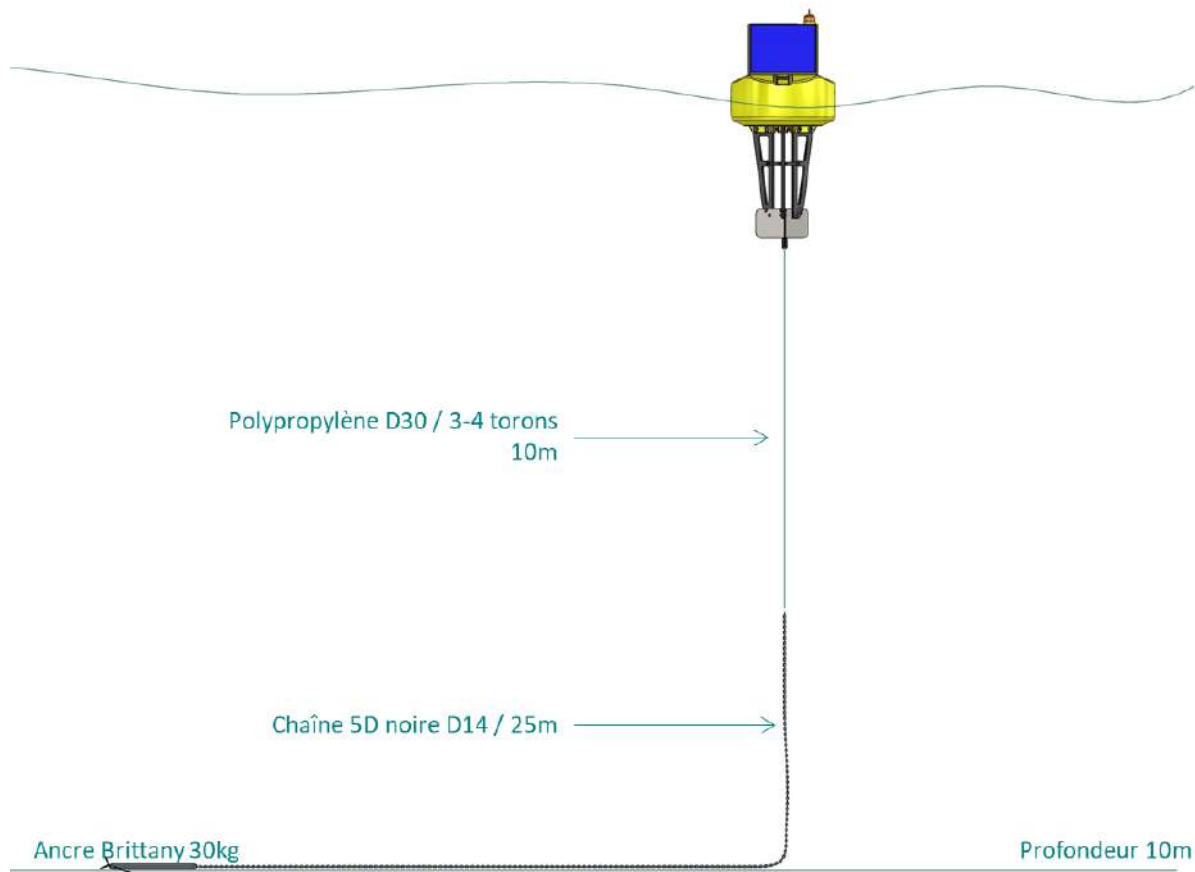


Figure 5 : Bouée Zéphyr – Mouillage 10 m de profondeur



c. Station Grand Fond

Afin de pouvoir faire les mesures sur toute la colonne d'eau, la Station Grand Fond est séparée en deux parties : une Bouée Alizé pour la surface et une Bouée de Subsurface près du fond.

Bouée Alizé

La bouée de surface permet d'obtenir la position GPS de la bouée, la mesure de la houle et la mesure courant sur les 60 premiers mètres de la colonne d'eau. De plus, le mouillage de la Bouée Alizé est instrumenté de 5 CTDs et de 2 ECO NTU permettant la mesure de salinité et turbidité sur la colonne d'eau. Un largueur grand fond est positionné au-dessus du lest permettant la récupération de la bouée et de la ligne de mouillage instrumentée à la fin de la campagne de mesure mais aussi permettant de contrôler la position de pose via des interrogations acoustiques depuis la surface.

Figure 6 : Synoptique général – Bouée Alizé

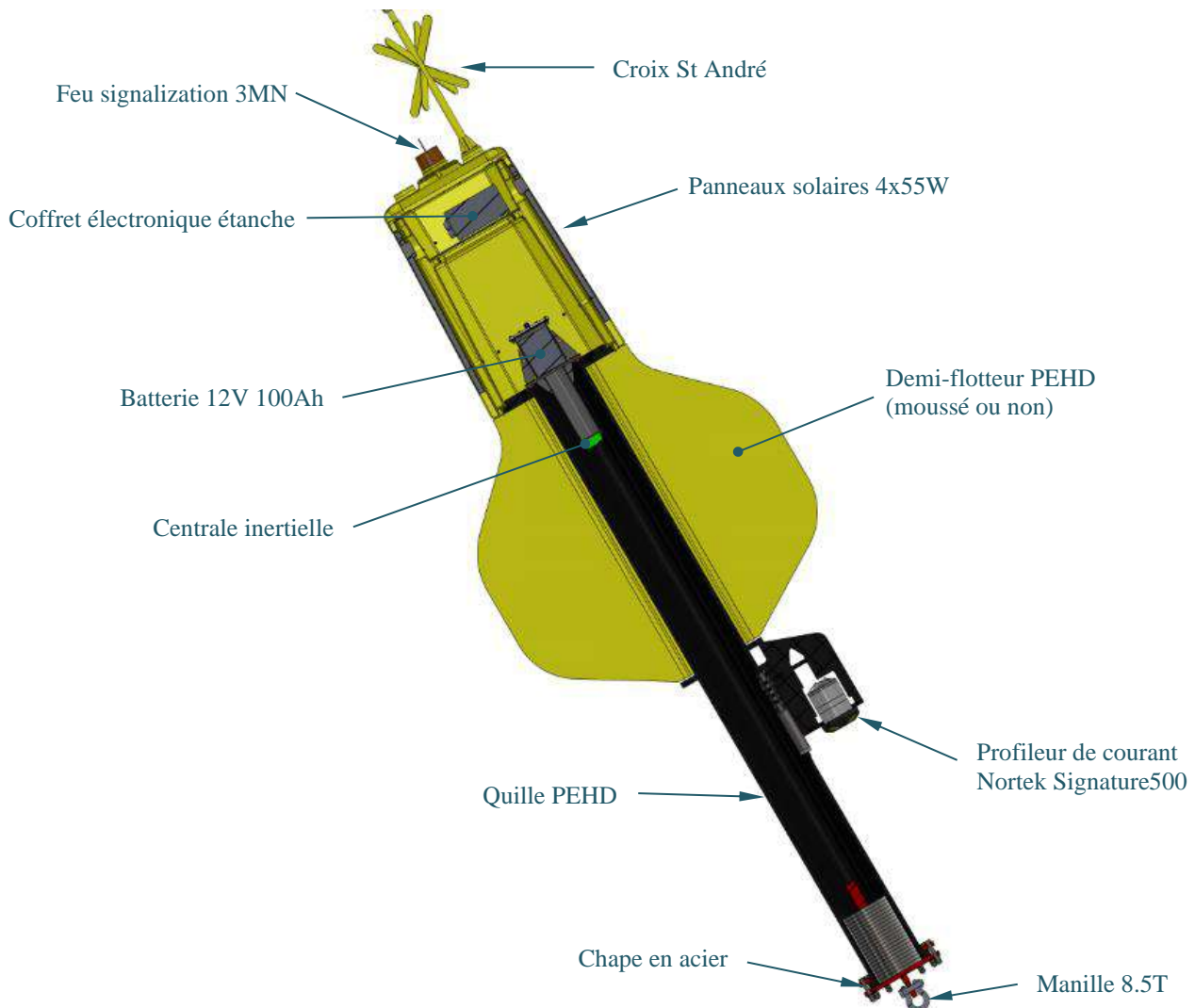
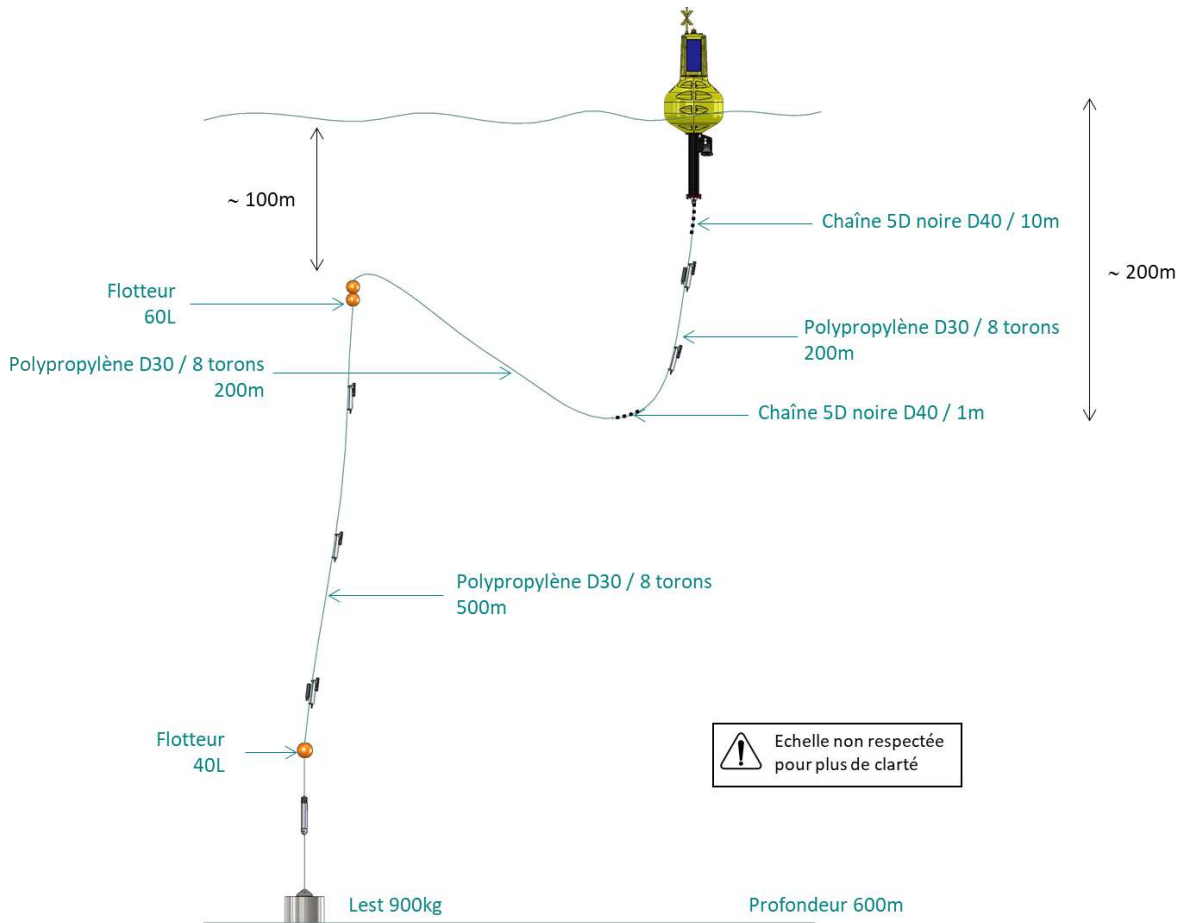


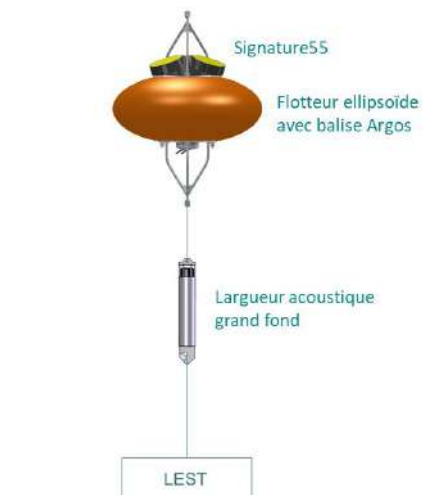
Figure 7 : Bouée Alizé – Mouillage pour 600 m de profondeur



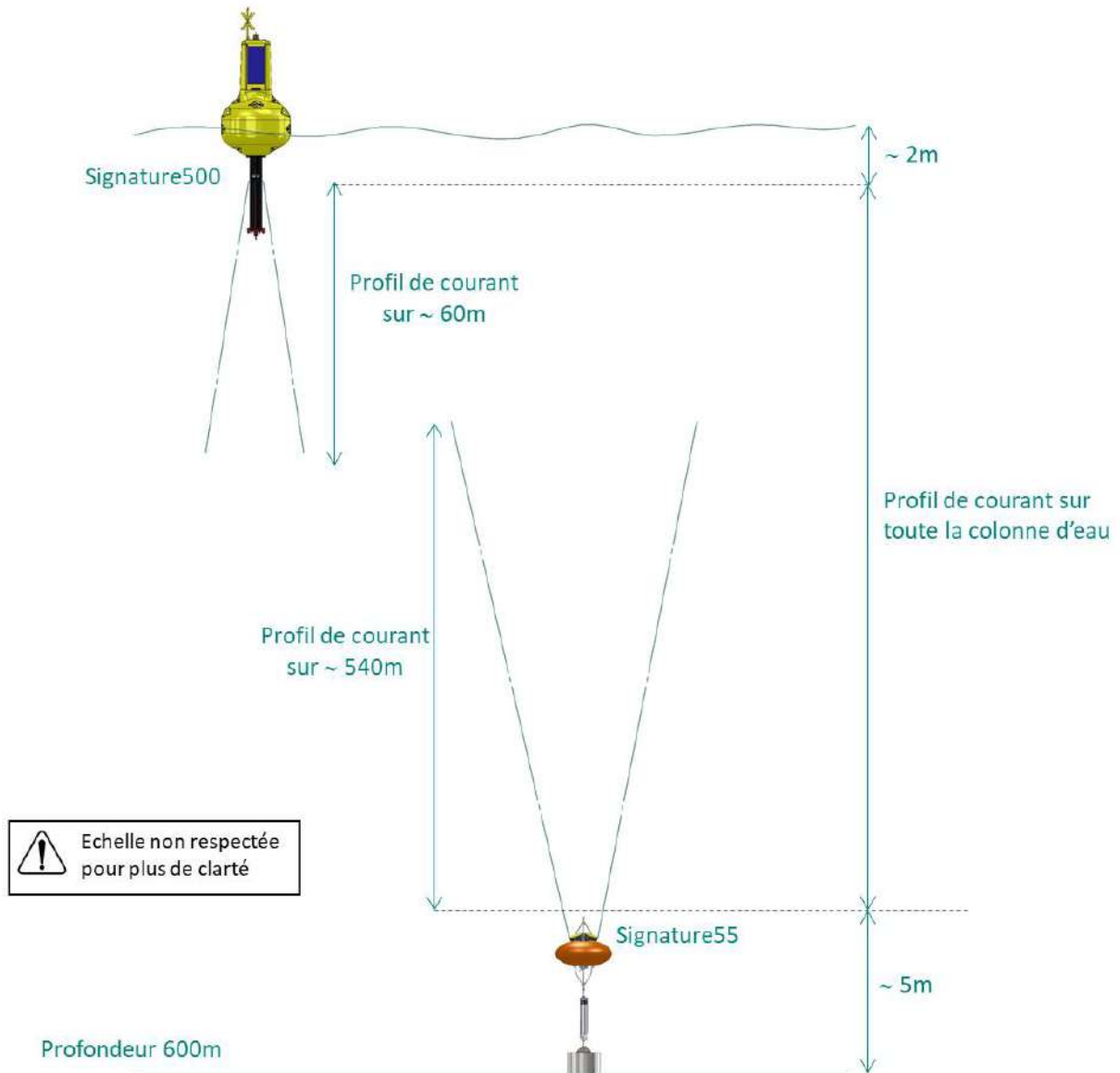
Bouée de Subsurface

La bouée de Subsurface proche du fond est équipée d'un Signature 55 permettant la mesure de courant sur la majeure partie de la colonne d'eau (manque la proche surface complétée par la bouée Alizé). Une balise Argos LINKIT est fixée sur la bouée de Subsurface permettant la localisation GPS de la bouée en cas de remontée en surface. De même que pour la Bouée Alizé, un largeur grand fond est positionné au-dessus de lest.

Figure 8 : Synoptique général – Bouée de Subsurface



Visualisation globale Station Grand Fond :



2.3.3. Programmation des instruments

Stations A1 et A2

La configuration appliquée aux instruments montés sur tripode et sur le mouillage des bouées biconiques pour l'acquisition des mesures au niveau des Stations A1 et A2 est la suivante :

- Mesure de profil de courant moyen : toutes les 10 minutes (moyenne sur 2 minutes) ;
- Taille des couches : 1 m ;
- Zone blanche proche capteur : 0.1 m ;
- Zone blanche en surface : environ 10 % de la hauteur d'eau ;
- Mesure du niveau d'eau moyen (Signature) : toutes les 10 minutes (moyenne sur 2 minutes) ;
- Mesure de la température de l'eau (Signature) : toutes les 10 minutes (moyenne sur 2 minutes) ;
- Mesure de la houle : 2048 points à 2 Hz toutes les 30 minutes (soient 17 minutes d'acquisition).
- Mesure de la température de l'eau (CTD) : mesure ponctuelle toutes les 10 minutes ;
- Mesure de la salinité de l'eau (CTD) : mesure ponctuelle toutes les 10 minutes ;
- Mesure de la turbidité de l'eau (ECO NTU) : mesure ponctuelle toutes les 10 minutes.

Station A3

Les instruments implémentés sur la Bouée Zéphyr sont configurés de la façon suivante :

- Mesure de la température de l'eau (C4E) : Mesure ponctuelle toutes les 10 minutes ;
- Mesure de la salinité de l'eau (C4E) : Mesure ponctuelle toutes les 10 minutes ;
- Mesure de l'oxygène dissous dans l'eau (OPTOD) : Mesure ponctuelle toutes les 10 minutes ;
- Mesure de la turbidité de l'eau (ECO NTU) : Mesure ponctuelle toutes les 10 minutes ;
- Mesure position GPS de la bouée : Position toutes les 30 minutes.

Station Grand Fond

Les instruments intégrés sur la Bouée Alizé ainsi que sur la bouée de Subsurface sont configurés de la façon suivante :

- Signature 500 (Bouée Alizé) – Mesure pour les premiers 60 m de la colonne d'eau :
 - Mesure de profil de courant moyen : toutes les 10 minutes (moyenne sur 4 minutes) ;
 - Taille des couches : 2 m ;
 - Zone blanche proche capteur : 0.5 m ;
 - Mesure de la température de l'eau (surface) : toutes les 10 minutes (moyenne sur 4 minutes) ;

- Mesure de la houle : 4096 points à 4 Hz toutes les 30 minutes (soient 17 minutes d'acquisition) ;
- Mesure position GPS de la bouée : Position toutes les 30 minutes ;
- Mesure de la salinité de l'eau sur la colonne d'eau (CTDs sur ligne de mouillage) : Mesure ponctuelle toutes les 10 minutes ;
- Mesure de la turbidité de l'eau en surface et au fond (ECO NTU sur ligne de mouillage) : Mesure ponctuelle toutes les 10 minutes ;
- Signature 55 (Bouée de Subsurface) – Mesure pour la majeure partie de la colonne d'eau :
 - Mesure du niveau d'eau moyen : toutes les 10 minutes (moyenne sur 2 minutes) ;
 - Mesure de profil de courant moyen : toutes les 10 minutes (moyenne sur 2 minutes) ;
 - Taille des couches : 10 m ;
 - Zone blanche proche capteur : 2 m ;
 - Mesure de la température de l'eau (fond) : toutes les 10 minutes (moyenne sur 2 minutes).

Profils

- Mesure de la température / salinité / pression (CTD) – Stations A1, A2, A3 et Grand Fond : Mesure ponctuelle toutes les 6 secondes ;
- Mesure de la turbidité (ECO NTU) – Station Grand Fond : Mesure ponctuelle toutes les 8 secondes ;
- Mesure de la turbidité (OBS3+ associé au LISST-100X) – Stations A1, A2 et A3 : Mesure ponctuelle toutes les 8 secondes ;
- Mesure de granulométrie (LISST-100X) – Stations A1, A2 et A3 : Mesure ponctuelle toutes les 8 secondes ;
- Mesure des paramètres physico-chimiques (OTT HL7) – Station A3 tous les mois : Mesure ponctuelle toutes les 2 secondes.

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.

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.

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 supérieures 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/s²) 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/s²)

3.2.3. Calcul des paramètres de houle

Les paramètres de houle sont calculés à partir des mesures de pression, de l'AST et des vitesses orbitales. Il y a deux méthodes permettant 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 pour les Stations A1 et A2, et 4096 points pour la Station Grand Fond). Sur chaque burst, on applique la méthode du zéro-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 ou de 4096 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 .

La séparation de l'état de mer ; la mer du vent (Houle Haute Fréquence) et la houle longue (Houle Basse Fréquence), est faite par analyse spectrale sur des bandes de fréquences différentes. La fréquence de coupure considérée est à 0.12 Hz. La houle longue (BF) est calculée sur la bande de fréquence inférieure à 0.12 Hz. La mer du vent (HF) est calculée sur la bande de fréquence supérieure à 0.12 Hz.

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 (Hs ou Hm0) : 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 : $Hm0 = 4\sqrt{m_0}$, avec m_0 le moment d'ordre 0. Elle est exprimée en mètres.
- Période pic (Tp) : 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 (MeanDir) : 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.

3.2.4. Correction de la déclinaison magnétique

L'angle entre le Nord Magnétique (direction des lignes de champ magnétique terrestre) et le Nord Géographique (vers le pôle Nord géographique) est vérifié.

La déclinaison sur le site de mesure durant la campagne de mesure est différentes suivant les stations de mesure :

- 14.50 °W sur la Station A1 ;
- 14.49 °W sur la Station A2 ;
- 14.45 °W sur la Station Grand Fond.

Les directions rendues (courant et houle) sont corrigées de la déclinaison magnétique et sont donc en Nord Géographique.

***NB** : La déclinaison magnétique au niveau de la Station A3 n'est pas donnée car les instruments intégrés sur la Bouée Zéphyr n'ont pas de compas interne et ne sont donc pas soumis à cette déclinaison.*

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

Station_A1_Courant_AvrSept2022.xlsx

Station_A2_Courant_AvrSept2022.xlsx

Station_GrandFond_Courant_AvrSept2022.xlsx (Courant sur toute la colonne d'eau)

Station_GrandFond_Sig55_Courant_AvrSept2022.xlsx (Courant Signature55 seulement)

Station_GrandFond_Sig500_Courant_AvrSept2022.xlsx (Courant Signature500 seulement)

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 (Seulement Stations A1 et A2) :

- 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 °

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

➤ **Mesures sensor**

Station_A1_Sensor_AvrSept2022.xlsx

Station_A2_Sensor_AvrSept2022.xlsx

Station_GrandFond_Sig55_Sensor_AvrSept2022.xlsx

Station_GrandFond_Sig500_Sensor_AvrSept2022.xlsx

Le fichier contient les mesures de température, de hauteur d'eau et d'inclinaison du capteur dans la feuille suivante

✓ Feuille Sensor :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Orientation capteur (Heading) °
- Colonne C : Inclinaison selon Y du capteur (Pitch) °
- Colonne D : Inclinaison selon X du capteur (Roll) °
- Colonne E : Température de l'eau °C
- Colonne F : Pression (Pas pour Sig500) dbar
- Colonne G : Hauteur d'eau (Pas pour Sig500) m

➤ **Mesures de la houle**

Station_A1_Houle_AvrSept2022.xlsx

Station_A2_Houle_AvrSept2022.xlsx

Station_GrandFond_Houle_AvrSept2022.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 moyenne H1/3 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 Géographique.*

➤ **Mesures de la houle HF/BF**

Station_A1_HouleHFBF_AvrSept2022.xlsx

Station_A2_HouleHFBF_AvrSept2022.xlsx

Station_GrandFond_HouleHFBF_AvrSept2022.xlsx

Le fichier contient les mesures de houle HF et BF dans les feuilles suivantes

✓ Feuille HouleHF :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Hauteur significative Hm0 HF m
- Colonne C : Période pic Tp HF s
- Colonne D : Période moyenne m₂ Tm02 HF s
- Colonne E : Direction à Tp DirTp HF °
- Colonne F : Direction moyenne MeanDir HF °

✓ Feuille HouleBF :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Hauteur significative Hm0 BF m
- Colonne C : Période pic Tp BF s
- Colonne D : Période moyenne m₂ Tm02 BF s
- Colonne E : Direction à Tp DirTp BF °
- Colonne F : Direction moyenne MeanDir BF °

***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 Géographique. La fréquence de coupure est à 0.12 Hz (HF > 0.12 Hz, BF < 0.12 Hz).*

➤ **Mesures de la Salinité**

Station_A1_CTD_AvrSept2022.xlsx

Le fichier contient les mesures de salinité dans la feuille suivante

✓ Feuille CTD :

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

Station_GrandFond_CTD_Ligne_AvrSept2022.xlsx

Le fichier contient les mesures de salinité dans la feuille suivante

✓ Feuille CTD Ligne :

- Colonne A : Date et Heure UT CTD1 JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Salinité de l'eau CTD1 PSU
- Colonne C : Température de l'eau CTD1 °C
- Colonne D : Profondeur CTD1 m
- ... Répétition pour les 4 CTDs suivantes
- Colonne T : Profondeur CTD5 m

➤ Mesures de Turbidité

Station_A1_Turbidite_AvrSept2022.xlsx

Station_A1_Turbidite_AvrSept2022.xlsx

Station_GrandFond_TurbiditeFond_AvrSept2022.xlsx

Station_GrandFond_TurbiditeSurface_AvrSept2022.xlsx

Le fichier contient les mesures de turbidité de l'eau dans la feuille suivante

✓ Feuille NTU :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Turbidité de l'eau NTU

➤ Mesures GPS

Station_A3_GPS_AvrSept2022.xlsx

Station_GrandFond_GPS_AvrSept2022.xlsx

Le fichier contient les mesures de la position GPS de la Bouée Zéphyr ou de la Bouée Alizé dans la feuille suivante

✓ Feuille GPS :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Latitude de la bouée °
- Colonne C : Longitude de la bouée °
- Colonne D : Indicateur qualité du GPS* 0-2
- Colonne E : Nombre de satellites utilisés 1-12

**Indicateur Qualité du GPS :*

- 0 pour 'GPS off' ;

- 1 pour le mode GPS ;

- 2 pour le mode DGPS.

➤ Mesures Bouée Zéphyr

Station_A3_AvrSept2022.xlsx

Le fichier contient les mesures de tous les paramètres de la Bouée Zéphyr dans la feuille suivante

✓ Feuille Salinité :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Température de l'eau °C
- Colonne C : Conductivité de l'eau µS/cm
- Colonne D : Salinité de l'eau g/kg
- Colonne E : Total des solides dissous pour KCl ppm

✓ Feuille Optod :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Température de l'eau °C
- Colonne C : Pourcentage oxygène saturé %Sat
- Colonne D : Concentration oxygène mg/L
- Colonne E : Concentration oxygène ppm

✓ Feuille Turbidimètre :

- Colonne A : Date et Heure UT JJ/MM/AAAA hh:mm
- Colonne B : Température de l'eau °C
- Colonne C : Turbidité de l'eau NTU
- Colonne D : Turbidité de l'eau FNU
- Colonne E : Turbidité de l'eau mg/L

➤ **Mesures Profils CTD**

Station_A1_CTD_Profils.xlsx

Station_A2_CTD_Profils.xlsx

Station_A3_CTD_Profils.xlsx

Station_GrandFond_CTD_Profils.xlsx

Le fichier contient les mesures des profils de la CTD dans les feuilles suivantes

✓ Feuille Pose :

- Ligne 1 : Date et heure de début et de fin du profil
- Colonne A : Profondeur m
- Colonne B : Température de l'eau °C
- Colonne C : Salinité de l'eau PSU

✓ Feuille Récupération :

- Ligne 1 : Date et heure de début et de fin du profil
- Colonne A : Profondeur m
- Colonne B : Température de l'eau °C
- Colonne C : Salinité de l'eau PSU

➤ **Mesures Profils Turbidité**

Station_A1_Turbidite_Profils.xlsx

Station_A2_Turbidite_Profils.xlsx

Station_A3_Turbidite_Profils.xlsx

Le fichier contient les mesures des profils de l'OBS3+ associé au LISST-100X dans les feuilles suivantes

✓ Feuille Pose 'Date' :

- Colonne A : Profondeur m
- Colonne B : Turbidité de l'eau NTU

✓ Feuille Récupération 'Date' :

- Colonne A : Profondeur m
- Colonne B : Turbidité de l'eau NTU

Station_GrandFond_Turbidite_Profils.xlsx

Le fichier contient les mesures des profils de l'ECO NTU dans les feuilles suivantes

✓ Feuille Pose :

- Ligne 1 : Date et heure de début et de fin du profil
- Colonne A : Profondeur m
- Colonne B : Turbidité de l'eau NTU

✓ Feuille Récupération 'Date' :

- Ligne 1 : Date et heure de début et de fin du profil
- Colonne A : Profondeur m
- Colonne B : Turbidité de l'eau NTU

➤ **Mesures Profils de Granulométrie**

Station_A1_Granulometrie_Profils.xlsx

Station_A2_Granulometrie_Profils.xlsx

Station_A3_Granulometrie_Profils.xlsx

Le fichier contient les mesures des profils de granulométrie dans les feuilles suivantes

✓ Feuille Pose 'Date' :

- Colonne A : Profondeur m
- Colonne B : Concentration volumique particules classe 1 $\mu\text{L/L}$
- Colonne C : Concentration volumique particules classe 2 $\mu\text{L/L}$
- ...
- Colonne AG : Concentration volumique particules classe 32 $\mu\text{L/L}$

✓ Feuille Récupération 'Date' :

- Colonne A : Profondeur m
- Colonne B : Concentration volumique particules classe 1 $\mu\text{L/L}$
- Colonne C : Concentration volumique particules classe 2 $\mu\text{L/L}$
- ...
- Colonne AG : Concentration volumique particules classe 32 $\mu\text{L/L}$

La correspondance des classes de particule allant de 1 à 32 avec les tailles est explicitée dans le tableau ci-après.

Tableau 9 : Descriptif des tailles de particule correspondant à chaque classe

Classe de particule	Limite inférieure de la classe de particule (μ)	Limite supérieure de la classe de particule (μ)	Taille médiane de la classe de particule (μ)
1	1.90	2.25	2.07
2	2.25	2.65	2.44
3	2.65	3.13	2.88
4	3.13	3.69	3.40
5	3.69	4.35	4.01
6	4.35	5.14	4.73
7	5.14	6.06	5.58
8	6.06	7.15	6.59
9	7.15	8.44	7.77
10	8.44	9.96	9.17
11	9.96	11.8	10.8
12	11.8	13.9	12.8
13	13.9	16.4	15.1
14	16.4	19.3	17.8
15	19.3	22.8	21.0
16	22.8	26.9	24.8
17	26.9	31.8	29.2
18	31.8	37.5	34.5
19	37.5	44.2	40.7
20	44.2	52.2	48.0
21	52.2	61.6	56.7
22	61.6	72.7	66.9
23	72.7	85.7	78.9
24	85.7	101	93.1
25	101	119	110
26	119	141	130
27	141	166	153
28	166	196	181
29	196	232	213
30	232	273	252
31	273	322	297
32	322	381	350

5. POURCENTAGE DE DONNÉES VALIDES SUR LA PÉRIODE DE MESURE

Les capteurs ont bien fonctionné durant toute la campagne. 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 10 : Pourcentage de données valides sur chaque site de mesure

Sites	Date d'acquisition	Paramètres mesurés	% des données valides
Station A1	Du 29/04/2022 au 04/09/2022	Niveau d'eau	100 %
		Température Signature	100 %
		Courant	99.62 %
		Houle	99.85 %
		Température CTD	100 %
		Salinité CTD	100 %
Station A2	Du 29/04/2022 au 04/09/2022	Turbidité	100 %
		Niveau d'eau	100 %
		Température Signature	100 %
		Courant	99.85 %
		Houle	99.95 %
		Température CTD	100 %
Station A3	Du 29/04/2022 au 03/09/2022	Salinité CTD	100 %
		Turbidité	100 %
		Température C4E	87.65 %
		Salinité C4E	87.65 %
		Oxygène dissous	88.61 %
Station Grand Fond	Du 28/04/2022 au 03/09/2022	Turbidité	88.50 %
		GPS	89.02 %
		Niveau d'eau	95.58 %
		Courant Signature500	98.88 %
		Courant Signature55	94.66 %
		Houle	99.22 %
		GPS	99.32 %
		Température CTD 1	100 %
		Salinité CTD 1	100 %
		Température CTD 2	100 %
		Salinité CTD 2	100 %
		Température CTD 3	100 %
		Salinité CTD 3	100 %
		Température CTD 4	100 %
Salinité CTD 4	100 %		
Température CTD 5	100 %		
Salinité CTD 5	100 %		
Turbidité Surface	100 %		
Turbidité Fond	100 %		

6. RÉSULTATS – Station A1

6.1. A1 – Caractéristiques générales

Coordonnées géographiques : 18°6.713'N / 63°5.102'W

Hauteur d'eau moyenne pendant la période de mesure : 16.8 m

Instrumentation : Signature 1000 SN 103101 sur Tripode
 CTD Seabird SBE 37 SN 20424 sur mouillage bouée biconique
 ECO NTU SN 409 sur mouillage bouée biconique

Date et heure UT de début et de fin de l'acquisition : du 29/04/2022 13h20 UT au 04/09/2022 16h UT

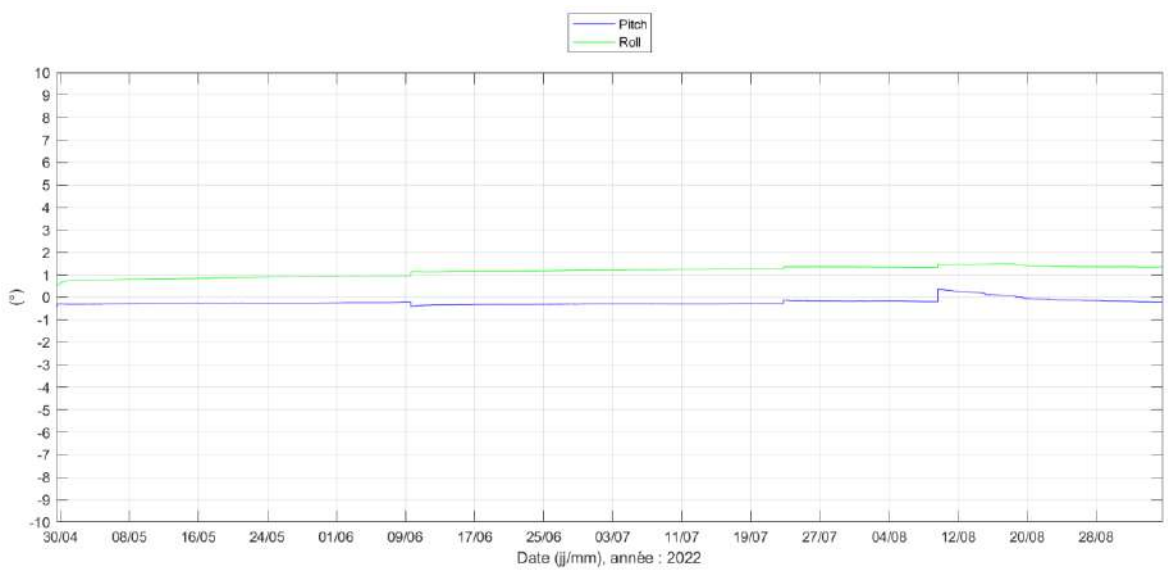
Orientation et inclinaison moyennes de l'instrument durant la période de mesure :

Heading : 186.58 °

Pitch : -0.21 °

Roll : 1.16 °

Figure 9 : A1 – Série temporelle de l'inclinaison de l'instrument durant la période de mesure



Emplacement des cellules de mesure :

Le Signature 1000, fixé sur la structure tripode, est localisé à 0.5 m au-dessus du fond.

Compte tenu de la zone blanche de 0.1 m et de la taille des couches de mesure de 1 m, la répartition des cellules de mesure le long de la colonne d'eau est la suivante :

Tableau 11 : A1 – 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	13.6 m
12	12.6 m
11	11.6 m
10	10.6 m
9	9.6 m
8	8.6 m
7	7.6 m
6	6.6 m
5	5.6 m
4	4.6 m
3	3.6 m
2	2.6 m
1 (près du fond)	1.6 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 hauteur de 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. A1 – Hauteur d'eau

La série temporelle de la hauteur d'eau mesurée par le Signature 1000 au niveau de la Station A1 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 10 : A1 – Série temporelle de la hauteur d'eau

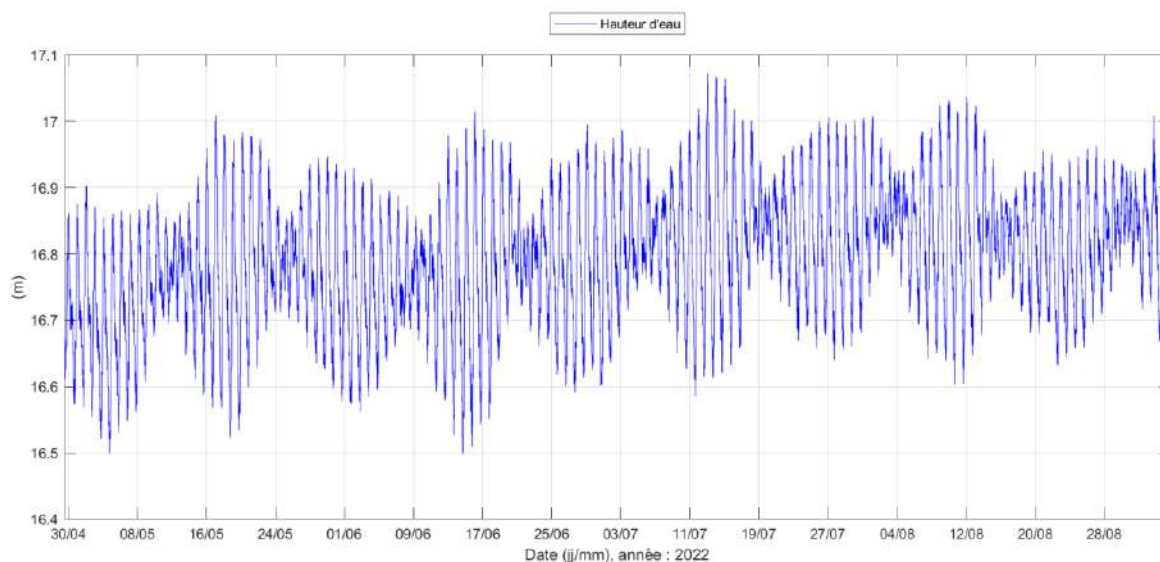


Tableau 12 : A1 – Principales statistiques relatives à la hauteur d'eau sur la période d'étude

A1	Minimum	Moyen	Maximum
	16.50 m	16.79 m	17.07 m

Le niveau moyen au niveau de la Station A1 durant la campagne de mesure est de 16.79 m. Le niveau d'eau minimal relevé est de 16.50 m et le niveau d'eau maximal de 17.07 m. Une légère augmentation du niveau d'eau entre le début et la fin de la campagne de mesure est observée (+ 0.10 m), ceci est dû à un léger enfoncement du tripode dans le fond sableux.

Les variations du niveau d'eau observées sont liées à la marée de type semi-diurne (2 marées hautes et 2 marées basses par jour) dont une est plus forte que l'autre, à diurne. Le marnage minimal au niveau de la Station A1 est de 0.03 m en période de mortes-eaux, marnage relevé le 9 mai 2022 avec des coefficients de marée 30/30. Le marnage maximal est de 0.51 m en période de vives-eaux le 15 juin 2022 avec des coefficients de marée 95/96.

6.3. A1 – Température Tripode

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par le Signature 1000 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 11 : A1 - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

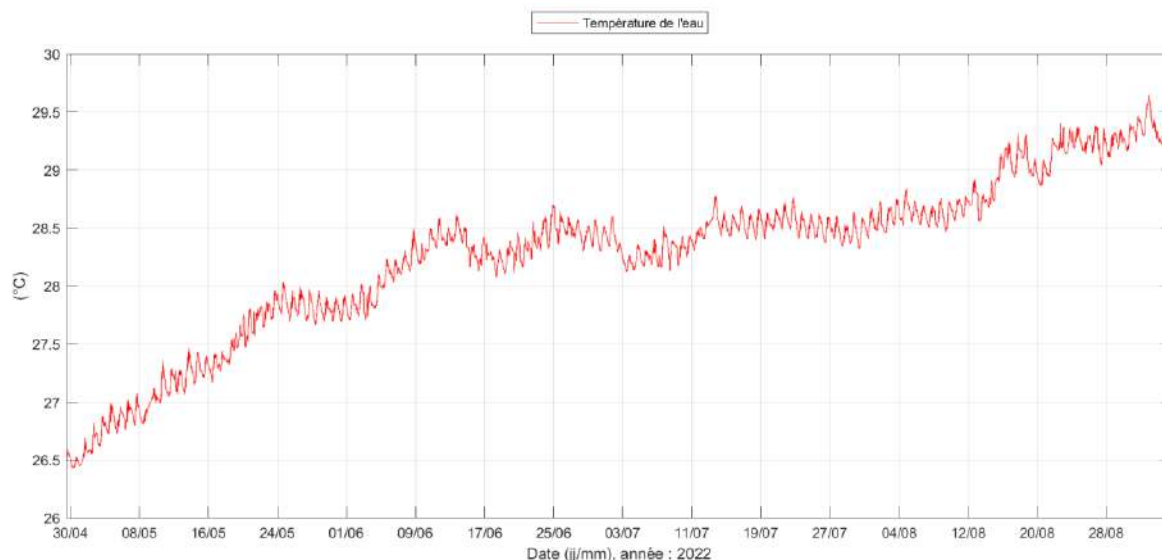


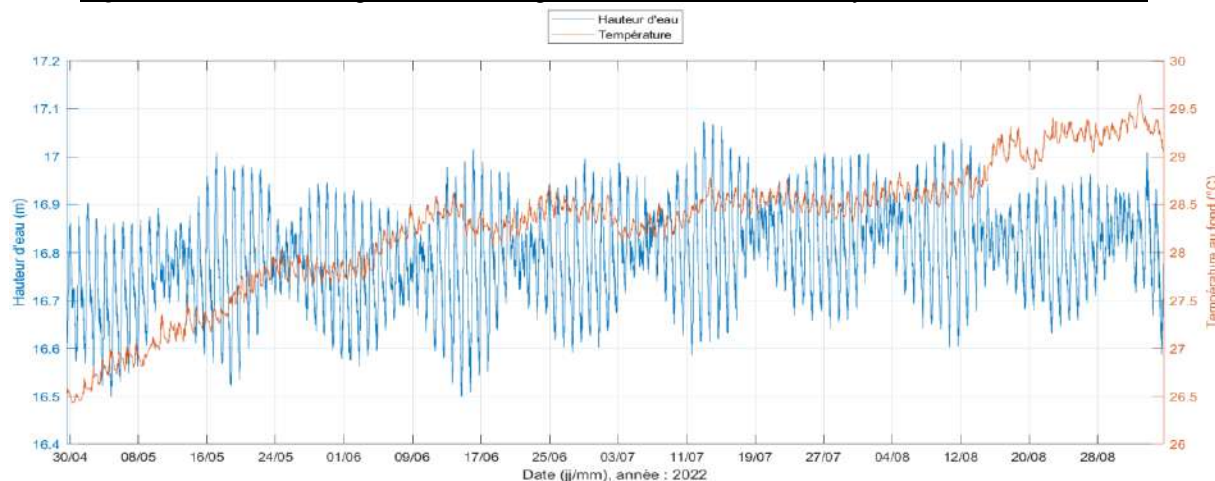
Tableau 13 : A1 – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

A1	Minimum	Moyen	Maximum
	26.43 °C	28.26 °C	29.65 °C

Au niveau de la Station A1, la température de l'eau (donnée par le Signature) a augmenté progressivement sur les 4 mois de mesure. La température minimale de 26.43 °C est observée le 30 avril 2022 et la température maximale de 29.65 °C le 1^{er} septembre 2022.

À noter que la température de l'eau au fond présente des variations quotidiennes de l'ordre de 0.02 °C au minimum à 0.40 °C au maximum. La température est généralement maximale à marée basse. La série temporelle de la température de l'eau au fond et de la hauteur d'eau est présentée ci-après sur toute la période de mesure.

Figure 12 : A1 - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond et de la hauteur d'eau



6.4. A1 – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes au niveau de la Station A1 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 Géographique.

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 13 : A1 – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

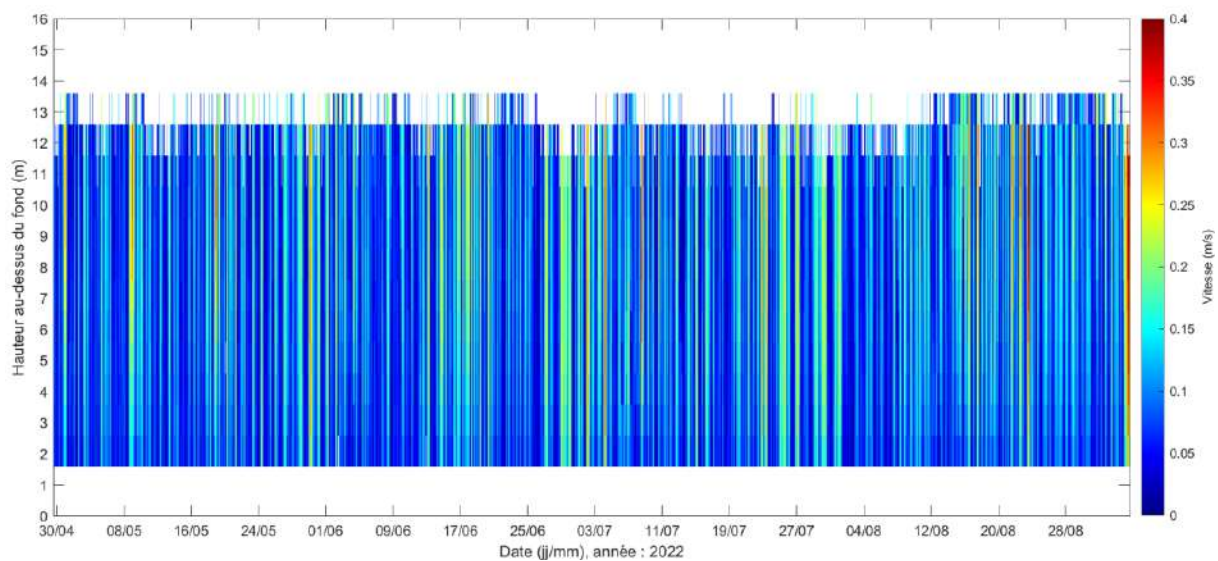
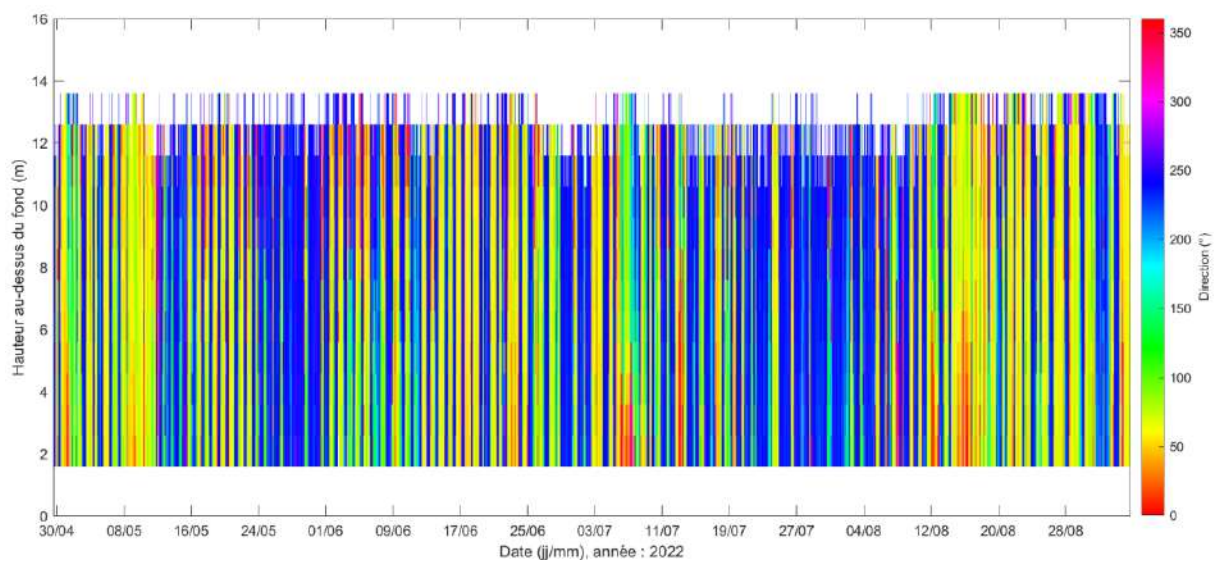


Figure 14 : A1 – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure



Statistiques générales sur la colonne d'eau

Tout d'abord, des tables d'occurrence des vitesses (resp. : des directions) ont été calculées sur toute la colonne d'eau. Elles présentent l'occurrence des vitesses par pas de 0.1 m/s (resp. : des directions par pas de 22.5°) pour chacune des couches disposées de la surface vers le fond. On peut ainsi suivre l'évolution statistique des vitesses (resp. : des directions) sur la verticale.

Figure 15 : A1 – Table d'occurrence des vitesses de courant sur la colonne d'eau

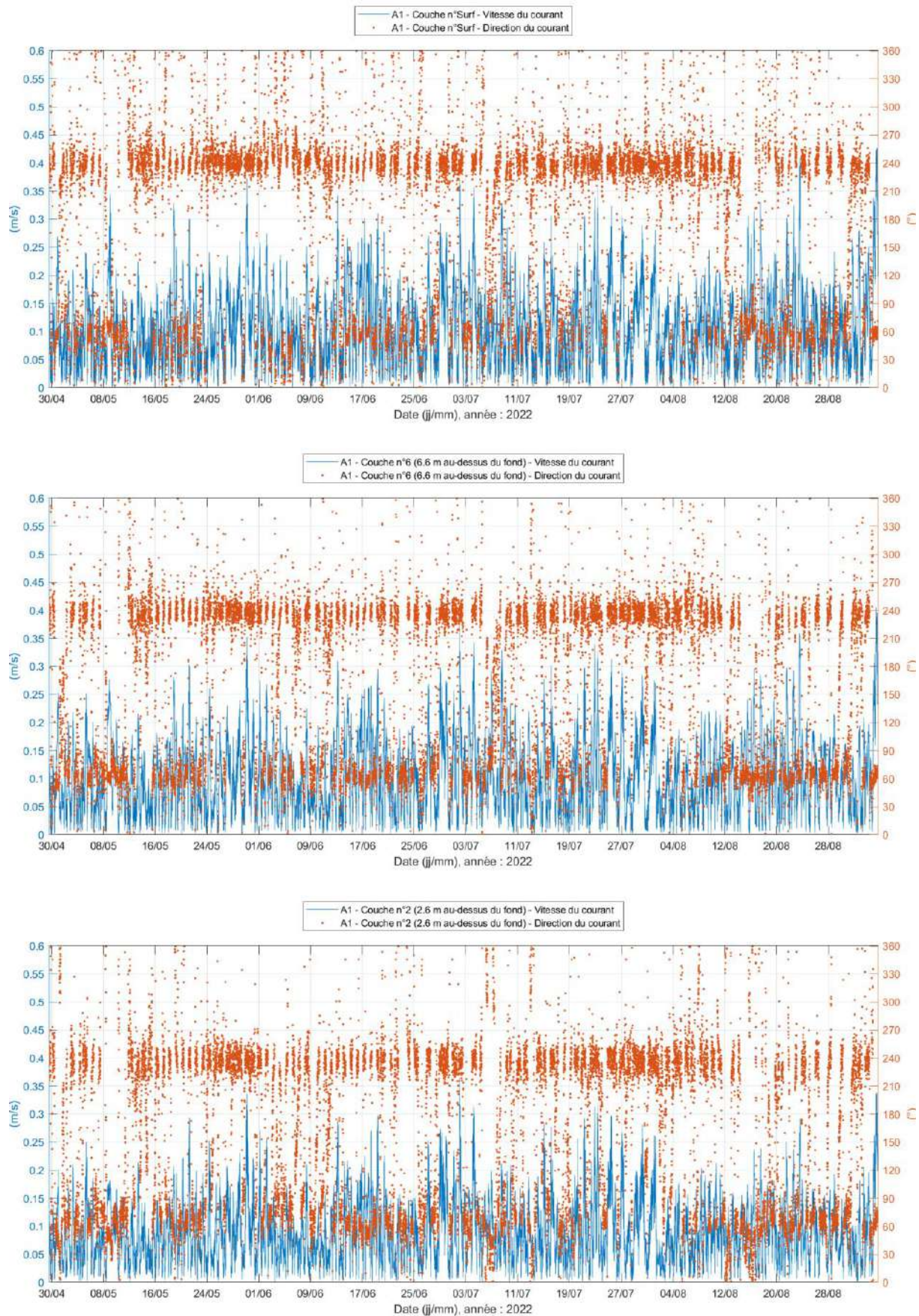
	0m/s	0.1m/s	0.2m/s	0.3m/s	0.4m/s	0.5m/s
	0.1m/s	0.2m/s	0.3m/s	0.4m/s	0.5m/s	0.6m/s
Couche n°12	49.41	39.1	10.93	0.58	0	0
Couche n°11	55.45	35.62	7.64	1.2	0.1	0
Couche n°10	55.54	35.5	7.71	1.15	0.1	0
Couche n°9	55.38	35.46	8.04	1.07	0.05	0
Couche n°8	55.9	35.23	8	0.83	0.04	0
Couche n°7	56.13	35.4	7.73	0.72	0.03	0
Couche n°6	56.62	35.4	7.35	0.62	0.01	0
Couche n°5	57.59	35.29	6.6	0.52	0	0
Couche n°4	58.82	35.12	5.64	0.41	0	0
Couche n°3	61.21	33.77	4.72	0.29	0	0
Couche n°2	64.88	31.33	3.6	0.19	0	0
Couche n°1	71.02	26.34	2.57	0.07	0	0

Figure 16 : A1 – Table d'occurrence des directions du courant sur la colonne d'eau

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°
	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	360°
Couche n°12	1.49	3.46	11.45	10.67	3.02	1.88	1.12	1.69	2.68	6.68	37.78	11.15	2.68	1.49	1.21	1.56
Couche n°11	2.64	7.39	22.32	8.14	2.06	1.49	1.1	1.23	1.96	5.05	30.75	10.26	2.11	1.18	0.98	1.3
Couche n°10	1.9	6.24	23.33	8.09	2.17	1.34	1.16	1.45	2.15	5.58	32.4	9.46	1.89	0.89	0.89	1.07
Couche n°9	1.39	4.93	24.85	8.72	2.17	1.51	1.29	1.41	2.17	6.16	33.17	8.21	1.55	0.91	0.63	0.81
Couche n°8	1.05	3.59	25.69	10.1	2.33	1.57	1.32	1.57	2.42	6.81	33.13	7.48	1.35	0.61	0.63	0.56
Couche n°7	0.89	2.61	25.26	12.05	2.78	1.56	1.5	1.7	2.64	6.81	32.86	6.58	1.2	0.53	0.36	0.55
Couche n°6	0.76	2.5	24.06	13.61	3.1	1.82	1.52	1.97	2.73	6.77	32.61	6.11	1.18	0.43	0.4	0.42
Couche n°5	0.74	2.42	22.42	15.27	3.61	1.99	1.6	1.95	2.78	7.27	31.35	6.17	1.05	0.5	0.47	0.4
Couche n°4	0.86	2.83	21.13	15.91	4.06	2.02	1.92	2.23	2.58	7.1	30.06	6.4	1.21	0.56	0.42	0.4
Couche n°3	1.13	3.13	20.53	16.01	4.24	2.22	1.97	2.1	2.67	7.42	28.80	6.70	1.15	0.7	0.47	0.57
Couche n°2	1.36	3.64	19.77	15.76	4.55	2.42	2.07	2.15	2.66	7.99	27.21	7.26	1.17	0.76	0.57	0.73
Couche n°1	1.59	4.51	18.47	15.66	4.68	2.57	2.23	2.12	2.87	8.24	25.58	7.71	1.28	0.77	0.79	0.93

Les représentations qui suivent sont les séries temporelles et les principales statistiques de 3 couches représentatives de la colonne d'eau : la couche de proche surface (Surf), une couche centrale de la colonne d'eau (n°6) et une couche se situant près du fond (n°2).

Figure 17 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



Couche n°Surf (proche surface) – A1

Figure 18 : Couche n°Surf - Corrélogramme Vitesses/Direction du courant

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
0 - 0.1 m/s	2.33	4.91	7.6	4.65	1.96	1.41	0.98	1.16	1.83	4.55	10.29	6.64	2.28	1.22	1.11	1.46	54.37
0.1 - 0.2 m/s	0.07	1.47	6.66	1.85	0.17	0.1	0.07	0.09	0.25	1.28	18.12	3.93	0.12	0	0	0	36.19
0.2 - 0.3 m/s	0	0.05	2.4	0.36	0	0	0	0	0	0.05	5.28	0.32	0	0	0	0	8.46
0.3 - 0.4 m/s	0	0	0.49	0.08	0	0	0	0	0	0	0.33	0.01	0	0	0	0	0.91
0.4 - 0.5 m/s	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08
0.5 - 0.6 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	2.4	6.43	19.22	6.93	2.14	1.52	1.04	1.25	2.08	5.88	34.02	10.89	2.41	1.22	1.11	1.46	100

Figure 19 : Couche n°Surf - Histogramme des vitesses de courant

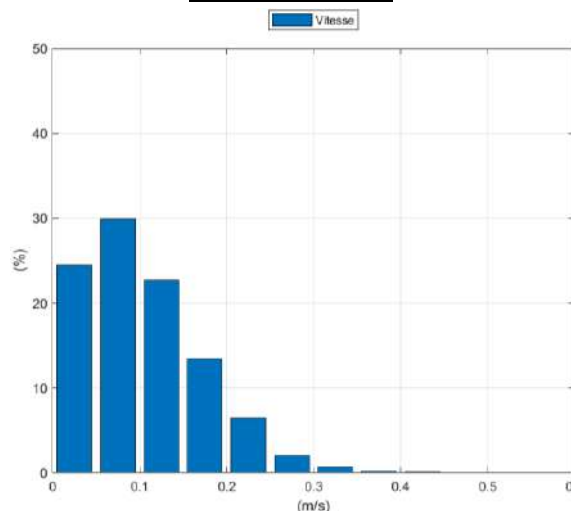


Figure 20 : Couche n°Surf - Histogramme des directions de courant

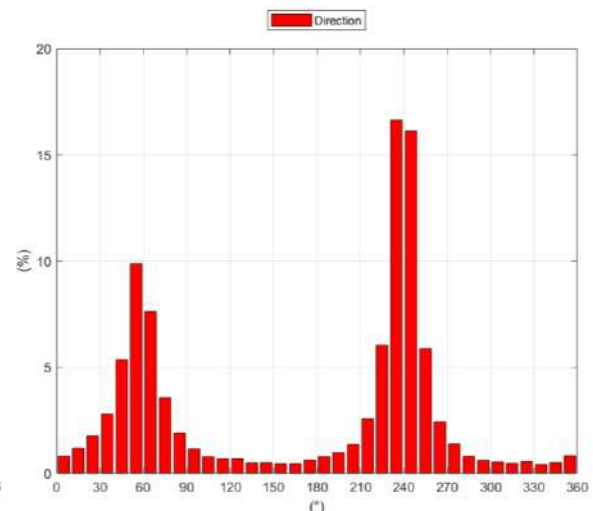
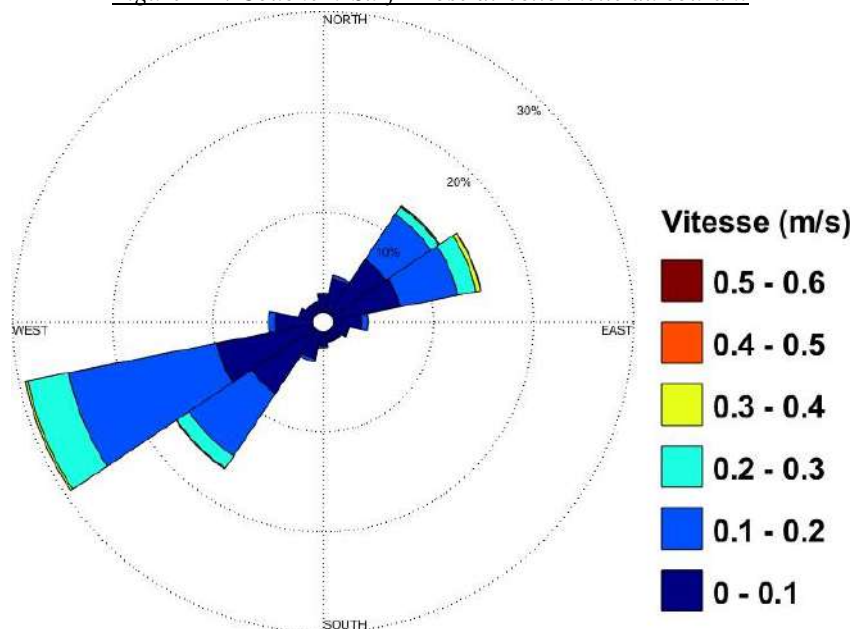


Figure 21 : Couche n°Surf - Rose directionnelle du courant



Statistiques principales – Couche n°Surf :

Vitesse moyenne : 0.104 m/s
 Vitesse maximale : 0.427 m/s
 % Vitesses < 0.10 m/s : 54.37 %
 % Vitesses < 0.25 m/s : 96.97 %
 % Vitesses ≥ 0.40 m/s : 0.08 %

Couche n°6 (milieu de la colonne d'eau, 6.6 m au-dessus du fond) – A1

Figure 22 : Couche n°6 - Corrélogramme Vitesses/Direction du courant

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
0 - 0.1 m/s	0.76	2.42	9.63	8.91	2.95	1.82	1.51	1.93	2.61	5.7	11.63	4.35	1.16	0.43	0.4	0.42	56.62
0.1 - 0.2 m/s	0	0.09	11.26	4.31	0.14	0.01	0.01	0.04	0.12	1.05	16.7	1.65	0.02	0	0	0	35.4
0.2 - 0.3 m/s	0	0	2.84	0.34	0.01	0	0	0	0	0.02	4.04	0.11	0	0	0	0	7.35
0.3 - 0.4 m/s	0	0	0.33	0.05	0	0	0	0	0	0	0.24	0.01	0	0	0	0	0.62
0.4 - 0.5 m/s	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
0.5 - 0.6 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	0.76	2.5	24.06	13.61	3.1	1.82	1.52	1.97	2.73	6.77	32.61	6.11	1.18	0.43	0.4	0.42	100

Figure 23 : Couche n°6 - Histogramme des vitesses de courant

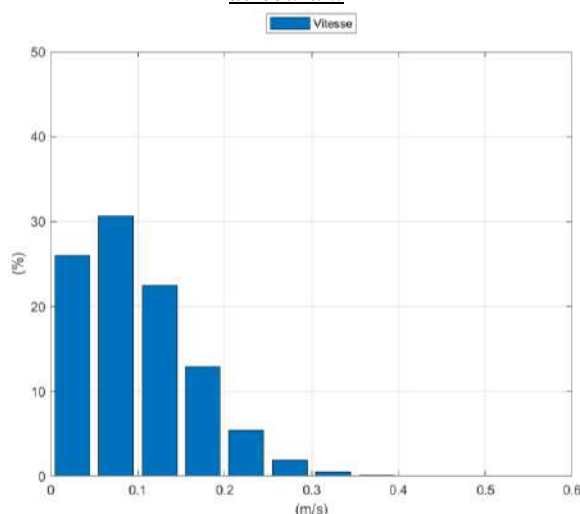


Figure 24 : Couche n°6 - Histogramme des directions de courant

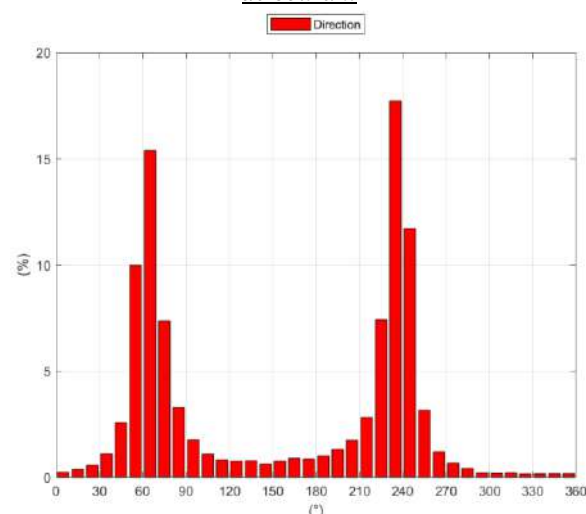
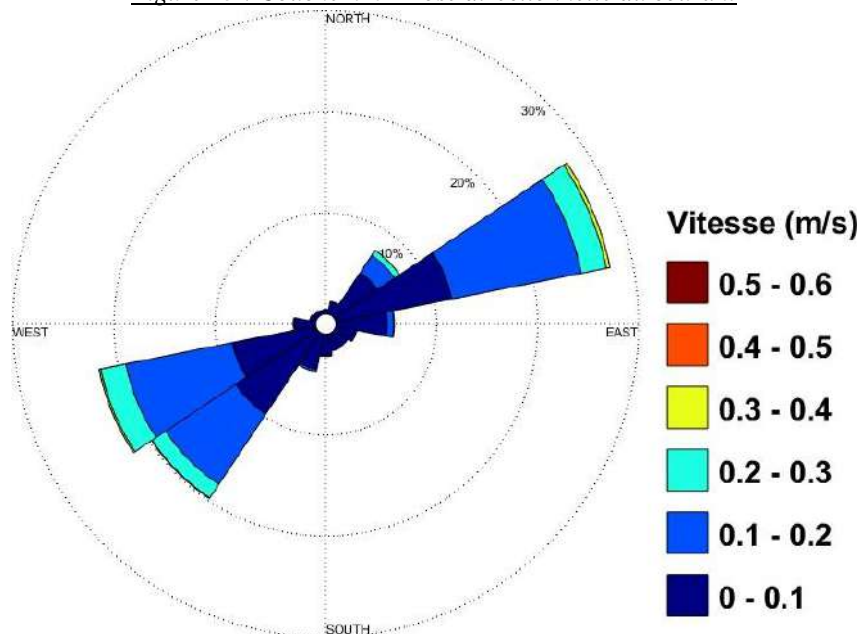


Figure 25 : Couche n°6 - Rose directionnelle du courant



Statistiques principales – Couche n°6 :

Vitesse moyenne : 0.100 m/s
 Vitesse maximale : 0.406 m/s
 % Vitesses < 0.10 m/s : 56.62 %
 % Vitesses < 0.25 m/s : 97.45 %
 % Vitesses ≥ 0.40 m/s : 0.01 %

Couche n°2 (près du fond, 2.6 m au-dessus du fond) – A1

Figure 26 : Couche n°2 - Corrélogramme Vitesses/Direction du courant

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
0 - 0.1 m/s	1.14	2.74	10.03	11.43	4.44	2.42	2.07	2.15	2.62	6.63	11.24	4.8	1.17	0.71	0.57	0.72	64.88
0.1 - 0.2 m/s	0.22	0.89	9.06	4.19	0.11	0	0	0	0.03	1.24	19.3	2.22	0	0.05	0	0.01	31.33
0.2 - 0.3 m/s	0	0.01	0.65	0.1	0	0	0	0	0	0.03	2.66	0.25	0	0	0	0	3.6
0.3 - 0.4 m/s	0	0	0.03	0.03	0	0	0	0	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0.19
0.4 - 0.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5 - 0.6 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	1.36	3.64	19.77	15.76	4.55	2.42	2.07	2.15	2.66	7.89	27.24	7.26	1.17	0.76	0.57	0.73	100

Figure 27 : Couche n°2 - Histogramme des vitesses de courant

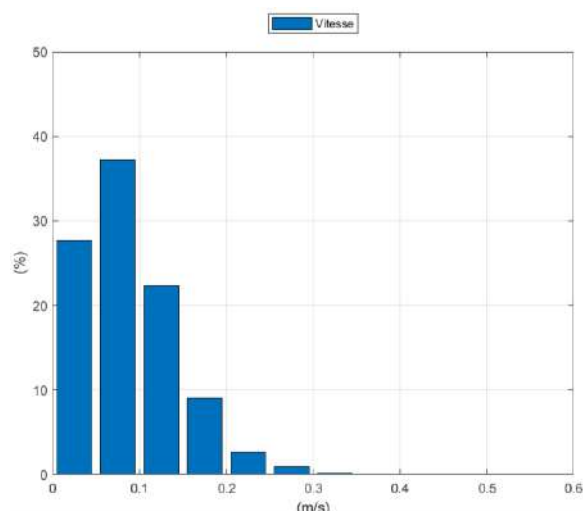


Figure 28 : Couche n°2 - Histogramme des directions de courant

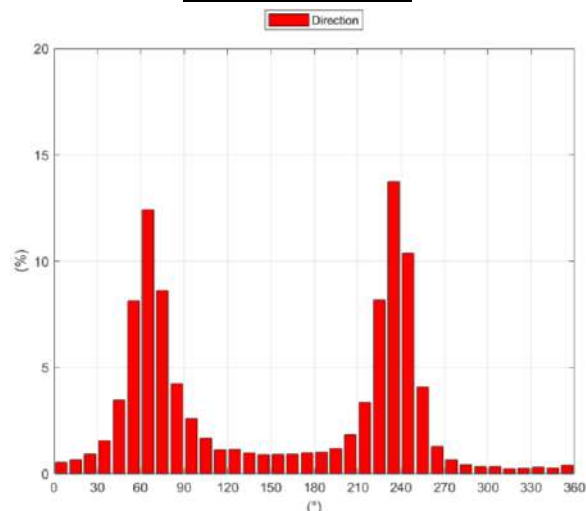
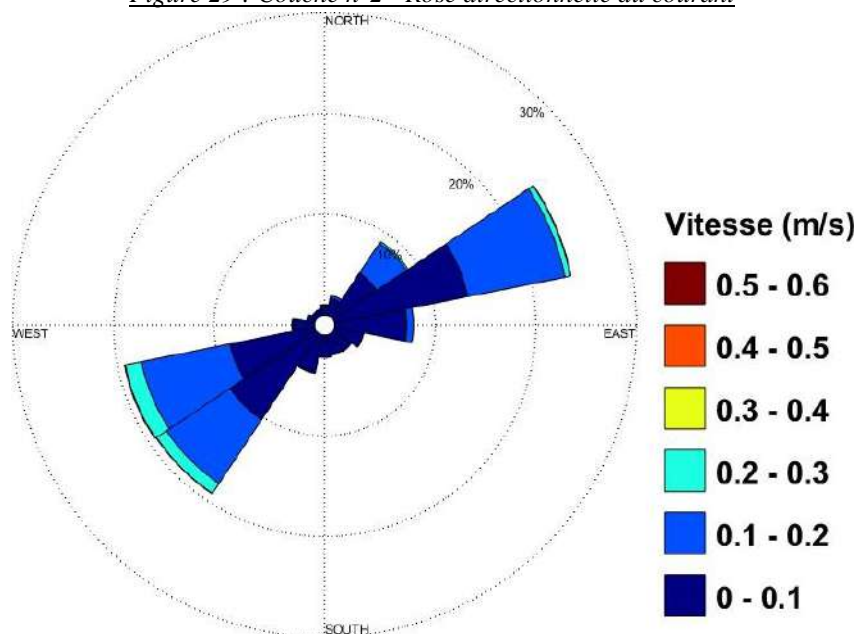


Figure 29 : Couche n°2 - Rose directionnelle du courant



Statistiques principales – Couche n°2 :

Vitesse moyenne : 0.088 m/s
 Vitesse maximale : 0.365 m/s
 % Vitesses < 0.10 m/s : 64.88 %
 % Vitesses < 0.25 m/s : 98.84 %
 % Vitesses ≥ 0.40 m/s : 0 %

De manière générale, les vitesses du courant sont faibles sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.104 m/s en proche surface et de 0.088 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.25 m/s durant près de 97 % du temps de mesure en proche surface. En proche surface, la vitesse maximale du courant relevée est de 0.427 m/s.

Les directions du courant sont similaires sur toute la colonne d'eau. La propagation principale du courant est observée vers le SW-WSW sur toute la colonne d'eau. La direction secondaire du courant est observée vers le NE-ENE en proche surface et près du fond. Au centre de la colonne d'eau, la direction secondaire du courant est relevée vers l'ENE. Les vitesses maximales sont relevées vers la direction de propagation secondaire du courant (Secteur ENE).

Durant la campagne de mesure, régulièrement, des accentuations du courant sont observées sur toute la colonne d'eau. Ces accentuations sont de l'ordre de 0.15 m/s à 0.35 m/s au maximum.

L'influence de la marée au niveau de la Station A1 est visible notamment en période de vives-eaux. En périodes de mortes-eaux, il n'y a pas de changement marqué de la direction du courant. En période de vives-eaux, une alternance entre le SW-WSW et le NE-ENE est observée dans la direction de propagation du courant sur toute la colonne d'eau. Ce changement de direction est observé lors du changement de phase de marée (montante ou descendante). 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 mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 45) et lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 89 à 96).

Figure 30 : A1 – Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 8 au 11 mai 2022
 (coefficients de marée : 34/31, 30/30, 31/34 et 39/45)

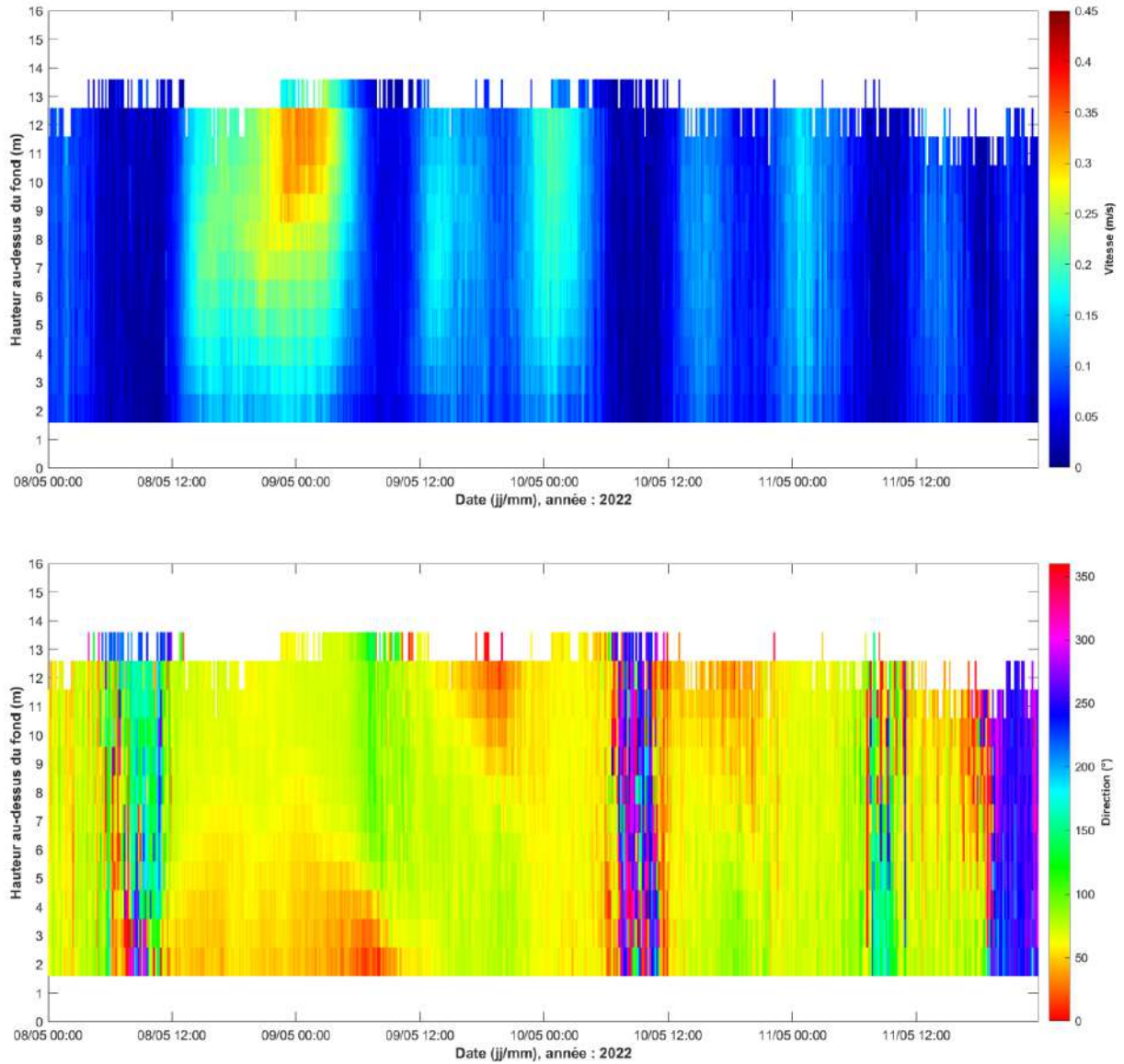
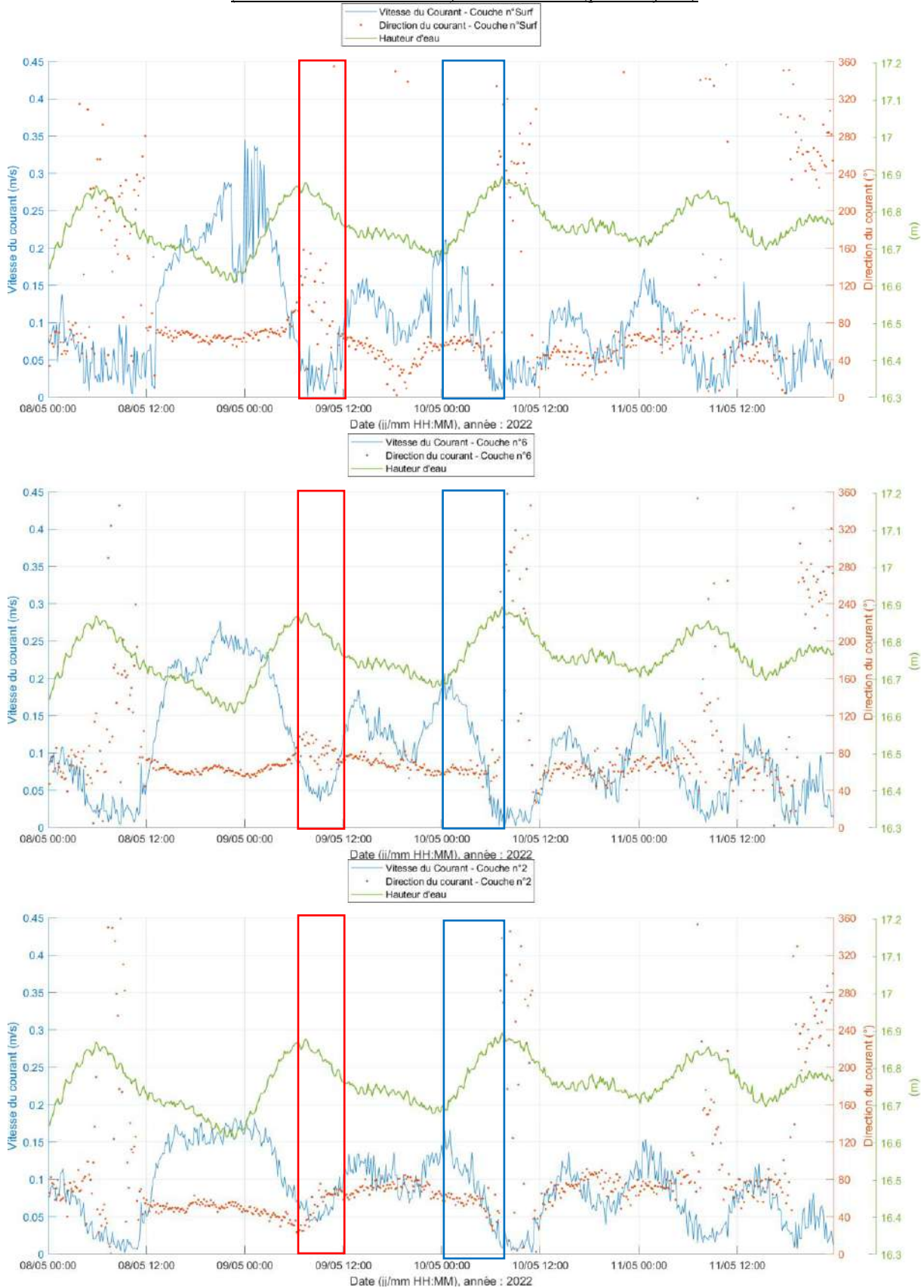


Figure 31 : A1 – Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 8 au 11 mai 2022 (coefficients de marée : 34/31, 30/30, 31/34 et 39/45) – Couche de surface, Couche n°6 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



Légende : Marée descendante ; Marée montante

Figure 32 : A1 – Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 14 au 17 juin 2022
(coefficients de marée : 91/93, 95/96, 96/94 et 92/89)

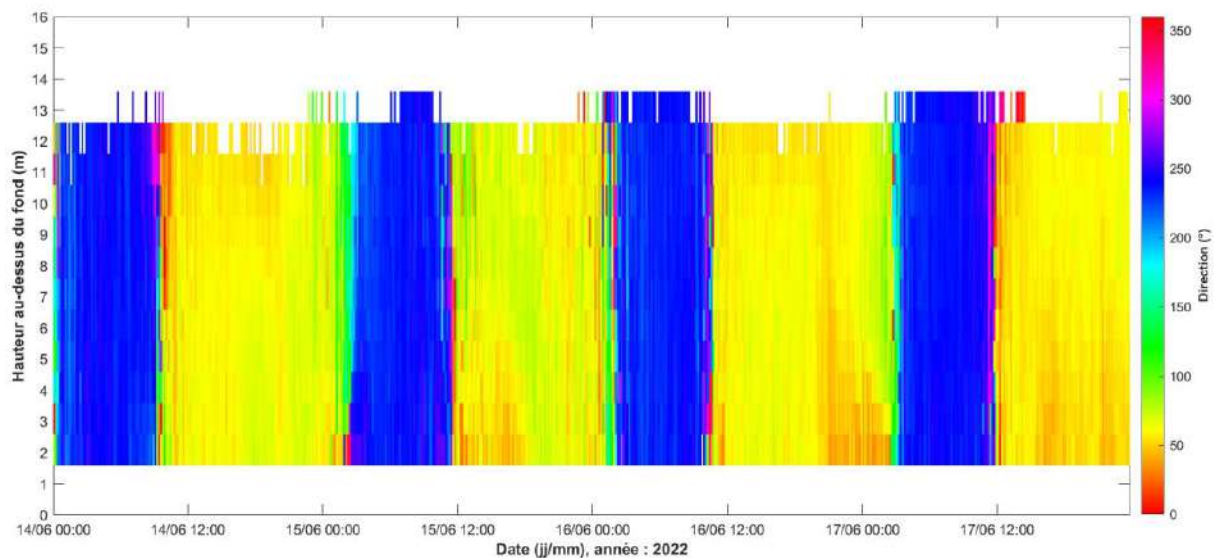
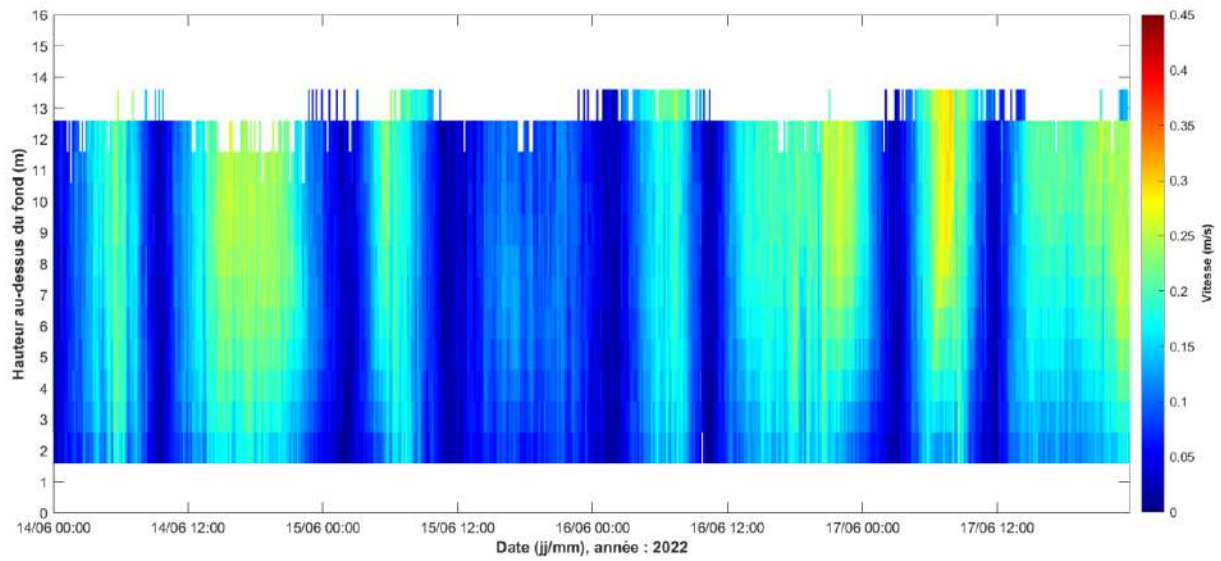
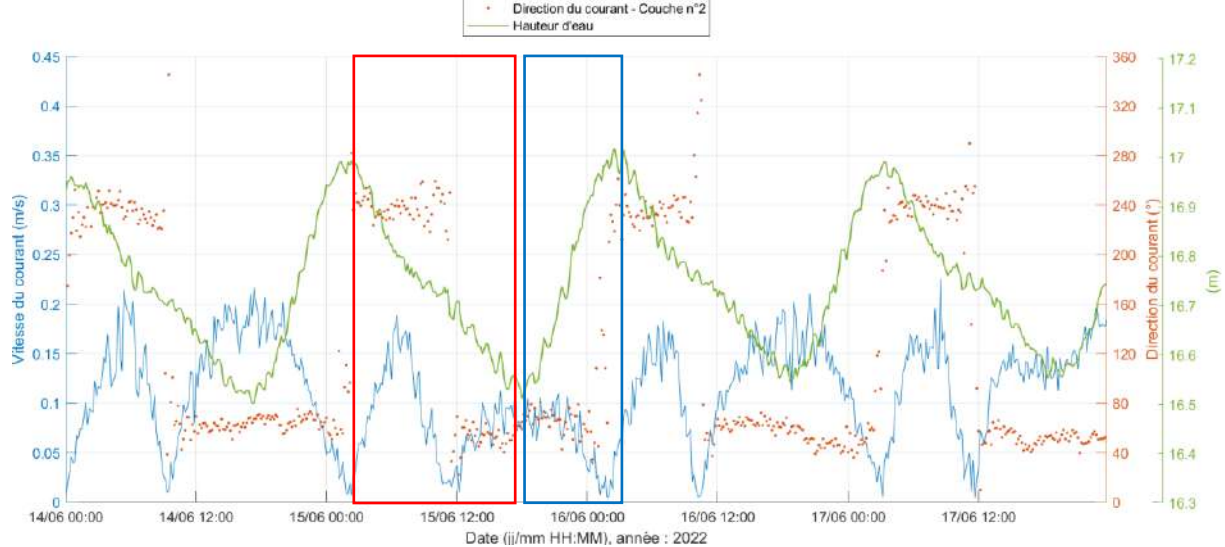
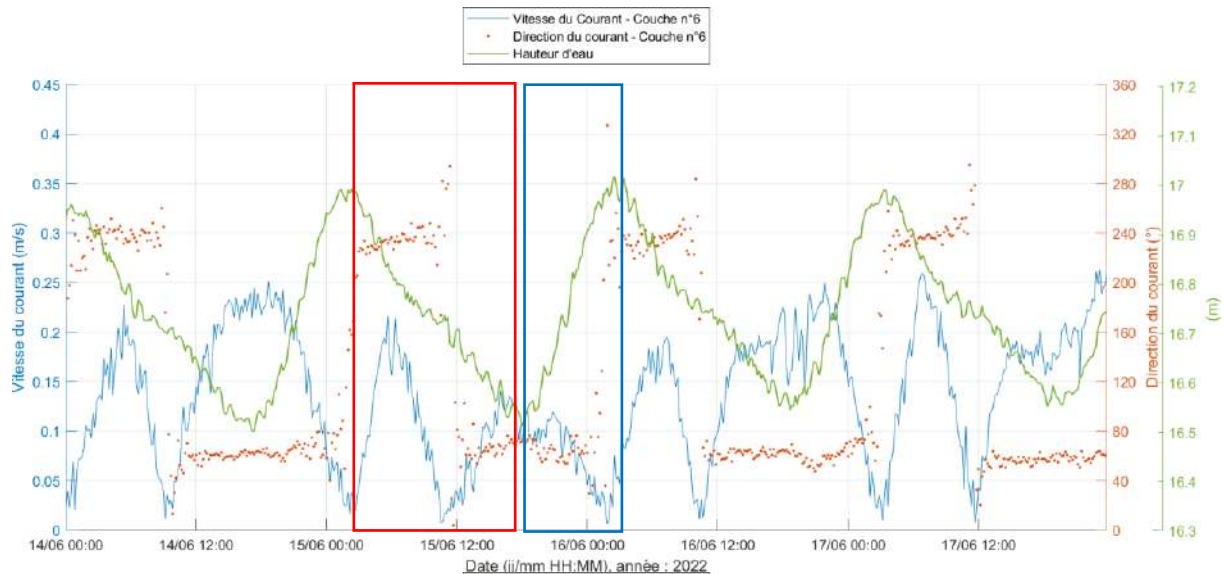
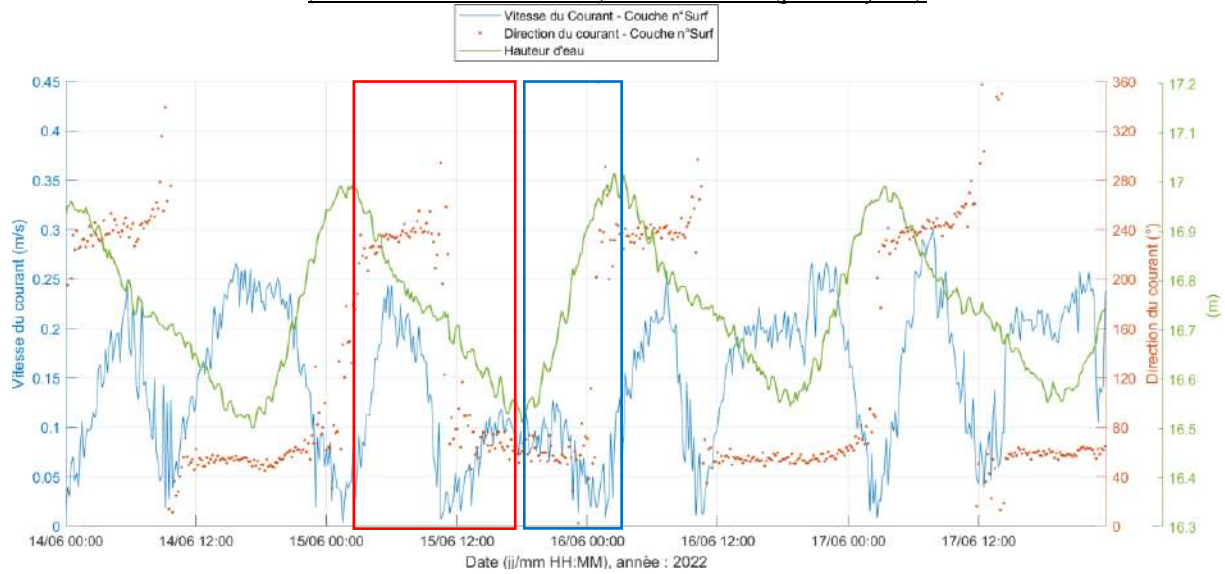


Figure 33 : A1 – Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 14 au 17 juin 2022 (coefficients de marée : 91/93, 95/96, 96/94 et 92/89) – Couche de surface, Couche n°6 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



Légende : Marée descendante ; Marée montante

6.5. A1 – 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 Géographique.

6.5.1. A1 – Houle Globale

Les pages suivantes présentent les séries temporelles et les statistiques des principaux paramètres de la houle globale, c'est-à-dire les paramètres de houle calculés sur toute la bande de fréquence.

Figure 34 : A1 – Séries temporelles des hauteurs de la houle

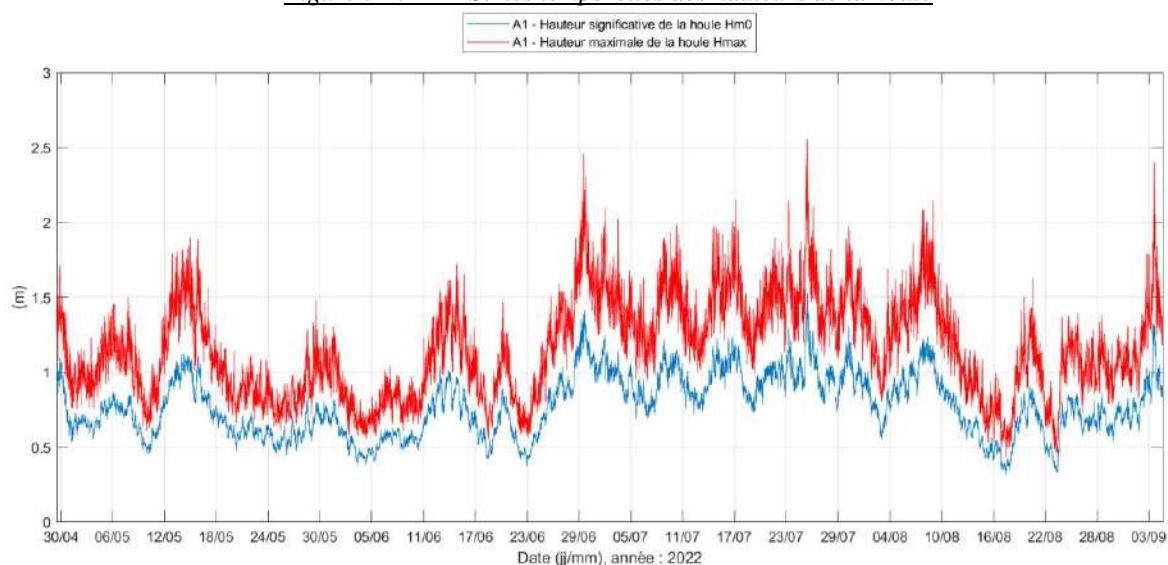


Figure 35 : A1 – Séries temporelles des périodes de la houle

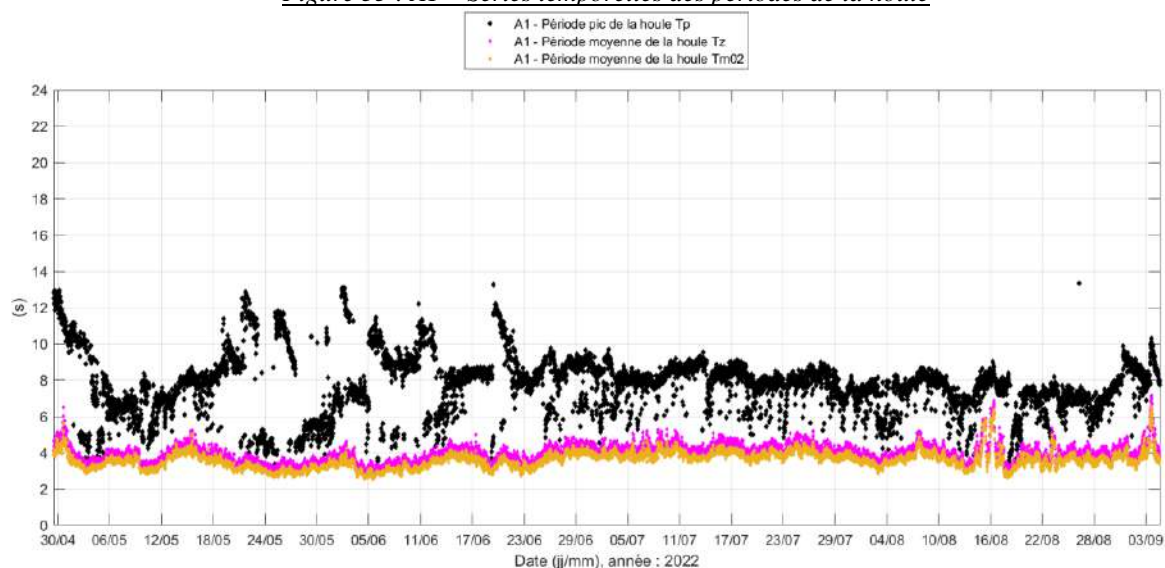
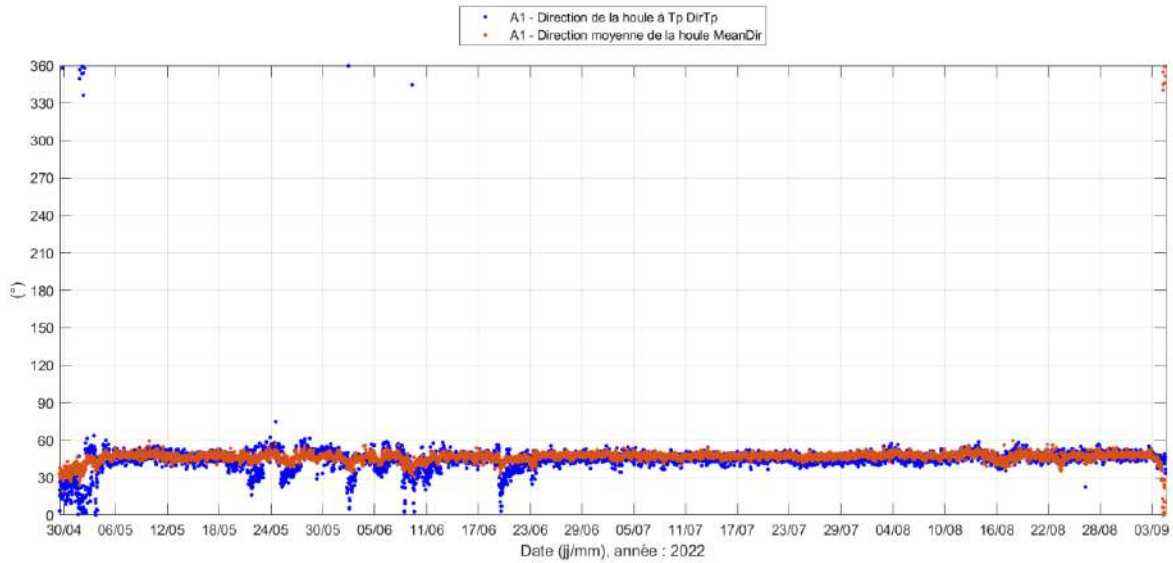


Figure 36 : A1 – Séries temporelles des directions de la houle



Durant la campagne de mesure, la mer mesurée au niveau de la Station A1 n'est jamais calme puisque la hauteur significative de la houle est toujours supérieure à 0.1 m. L'état de mer est principalement peu agité ($0.5 \text{ m} < H_{m0} < 1.25 \text{ m}$).

Entre le 29 avril 2022 et le 4 septembre 2022, il n'y a pas eu d'événements significatifs. La hauteur significative moyenne est de 0.78 m. La hauteur significative de la houle a atteint une hauteur maximale de 1.53 m et un H_{max} de 2.56 m au maximum, observée le 25 juillet 2022.

La série temporelle des périodes pics souligne la présence de houles courtes (de périodes allant de 3 s à 8 s) et de houles plus longues (de périodes allant de 8 à 13 secondes).

Durant la période de mesure, les houles proviennent principalement 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 14 : A1 – Principales statistiques des paramètres de houle

Hm0	
Hm0 min	0.31 m
Hm0 moyen	0.78 m
Hm0 max	1.53 m
% Hm0 > 0.1 m	100 %
% Hm0 > 0.5 m	91.81 %
% Hm0 > 1 m	15.68 %
% Hm0 > 1.25 m	0.86 %
% Hm0 > 2.5 m	0 %
Hmax	
Hmax min	0.43 m
Hmax moyen	1.16 m
Hmax max	2.56 m
% Hmax > 0.1 m	100 %
% Hmax > 0.5 m	99.82 %
% Hmax > 1 m	63.68 %
% Hmax > 1.25 m	38.06 %
% Hmax > 2.5 m	0.02 %
Tp	
Tp min	3.15 s
Tp moyen	7.72 s
Tp max	13.36 s
DirTp	
Direction principale	NE

Figure 37 : A1 – Histogrammes des paramètres de houle Hm0, Tp et DirTp

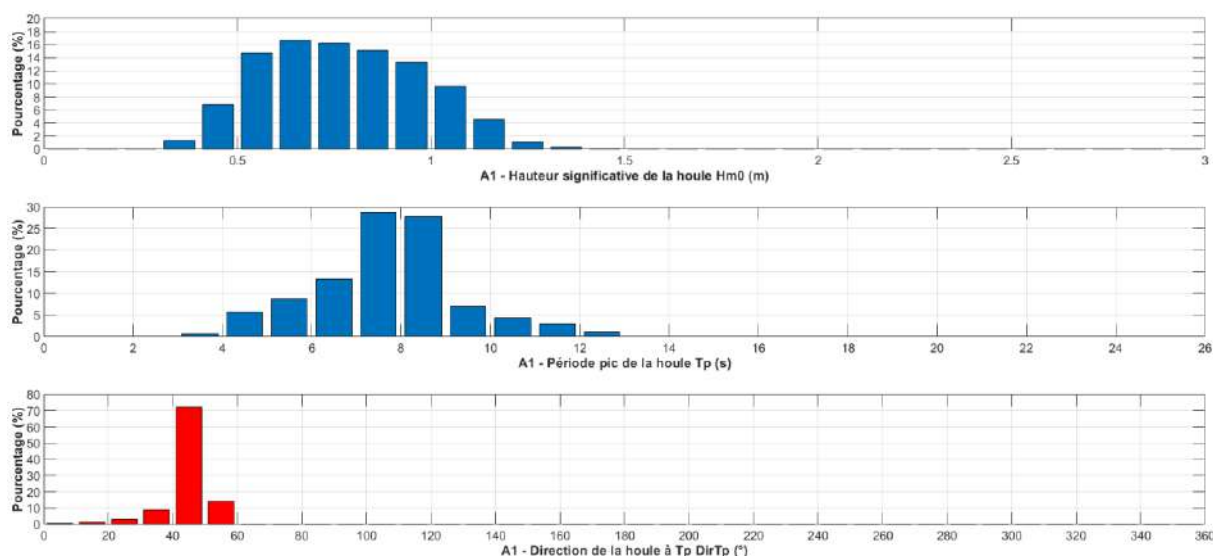


Figure 38 : A1 – Roses directionnelles de la houle

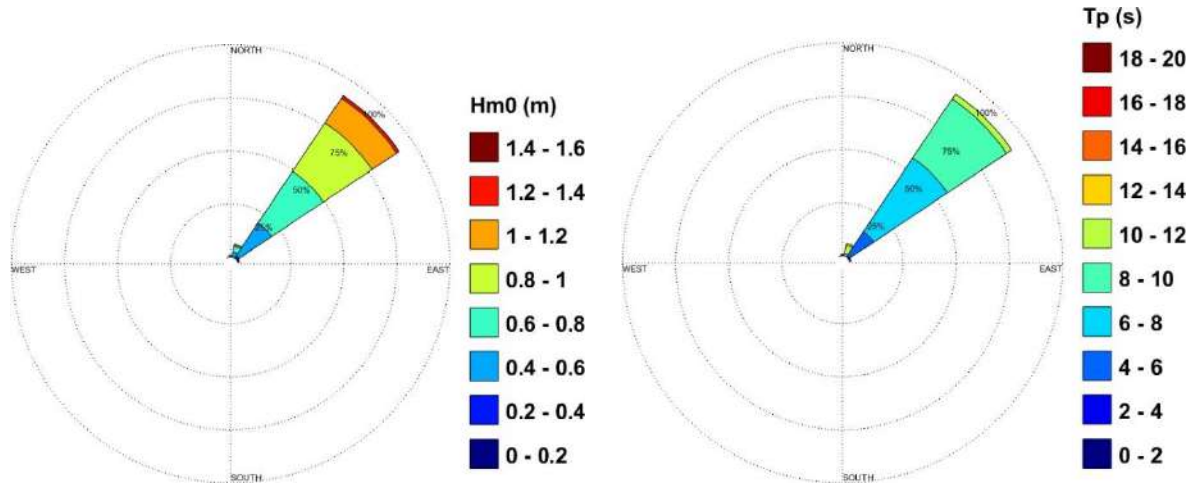


Figure 39 : A1 – Corrélogramme Hm0/DirTp

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	360°	TT	
	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	360°			
0 - 0.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2 - 0.4 m	0	0.59	0.77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35
0.4 - 0.6 m	0.42	9.85	11.22	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	21.56
0.6 - 0.8 m	1.27	10.41	21.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.1	32.96
0.8 - 1 m	0.29	9.14	19.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28.45
1 - 1.2 m	0.15	5.77	8.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	14.2
1.2 - 1.4 m	0	0.41	0.96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.37
1.4 - 1.6 m	0	0.03	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11
1.6 - 1.8 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8 - 2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 - 2.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	2.13	36.19	61.5	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.15	100	

Figure 40 : A1 – Corrélogramme Hm0/Tp

	0s	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	24s	TT	
	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	24s			
0 - 0.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2 - 0.4 m	0	0	0	0	0	0.02	0.03	1.19	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35
0.4 - 0.6 m	0	0	0	0.28	2.28	1.32	1.53	5.26	5.36	2.31	1.81	1.09	0.26	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.55
0.6 - 0.8 m	0	0	0	0.37	2.83	4.46	6.3	7.08	5.77	2.05	2.36	1.42	0.26	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.96
0.8 - 1 m	0	0	0	0.02	0.42	2.36	3.66	10.67	9.23	1.32	0.13	0.42	0.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28.45
1 - 1.2 m	0	0	0	0	0.03	0.57	1.43	4.1	6.78	1.06	0	0.07	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.2
1.2 - 1.4 m	0	0	0	0	0	0.1	0.28	0.33	0.41	0.21	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.37
1.4 - 1.6 m	0	0	0	0	0	0	0.02	0.05	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11
1.6 - 1.8 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8 - 2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 - 2.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	0	0	0	0.67	5.57	8.83	13.27	26.58	27.69	6.95	4.35	3	0.99	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Figure 41 : A1 – Corrélogramme Hmax/THmax

	0s	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	TT		
	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	24s			
0 - 0.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.2 - 0.4 m	0	0	0	0.02	0.05	0.15	0.33	0.46	0.33	0.1	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45
0.4 - 0.6 m	0	0	0	0.11	1.14	2.3	2.59	2.93	2.39	1.16	0.47	0.11	0.05	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.27
0.6 - 0.8 m	0	0	0	0.15	2	4.4	5.57	4.33	2.79	1.42	0.7	0.21	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.6
0.8 - 1 m	0	0	0	0.05	0.86	3.6	6.32	6.47	3.09	0.77	0.42	0.05	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.67
1 - 1.2 m	0	0	0	0	0.29	2.36	5.37	6.32	3.31	0.9	0.1	0.07	0.1	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.88
1.4 - 1.6 m	0	0	0	0	0.1	1.21	3.99	4.89	3.21	0.64	0.05	0.05	0.1	0.02	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.28
1.6 - 1.8 m	0	0	0	0	0.03	0.5	1.63	2.82	1.63	0.46	0.08	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.99
1.8 - 2 m	0	0	0	0	0.02	0.18	0.52	0.8	0.49	0.21	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.25
2 - 2.2 m	0	0	0	0	0	0.11	0.18	0.13	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46
2.2 - 2.4 m	0	0	0	0	0	0.07	0.02	0.03	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13
2.4 - 2.6 m	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
2.6 - 2.8 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.8 - 3 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	0	0	0.33	4.5	14.69	26.5	28.05	17.39	5.67	1.89	0.5	0.34	0.1	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

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 42 : A1 – Spectre d'énergie de la houle

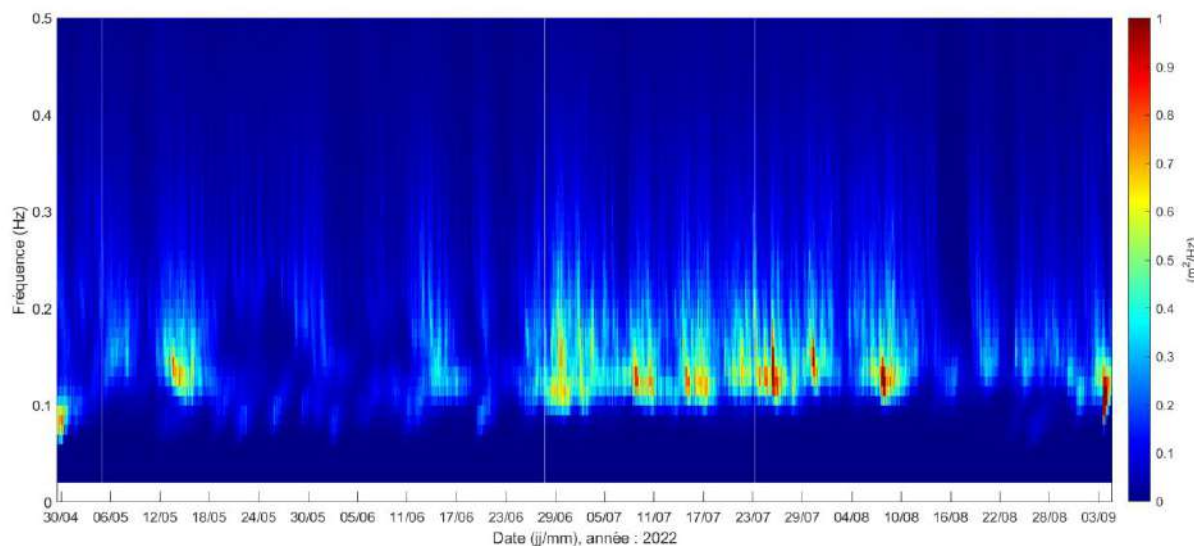
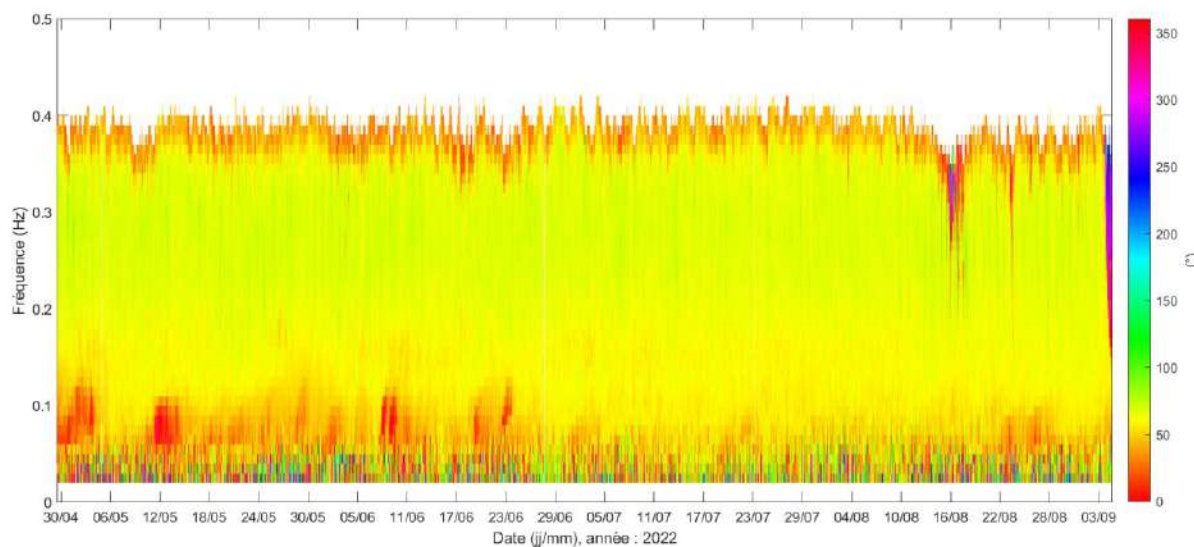


Figure 43 : A1 – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, la houle la plus énergétique est généralement relevée dans les hautes fréquences (> 0.12 Hz) avec une dominance de la houle autour de 8 s de période. La provenance de la houle la plus énergétique est observé vers le Secteur NE. Dans les basses fréquences, une provenance de la houle peu énergétique est relevée vers le N.

6.5.2. ***A1 – Mer du vent (Houle HF) / Houle longue (Houle BF)***

Selon les résultats de l'analyse spectrale, la dissociation entre la mer du vent (HF) et la houle longue (BF) est réalisée à la fréquence limite de 0.12 Hz soit à une période de houle de 8.33 s. Les résultats sont présentés ci-après.

Figure 44 : A1 – Houle longue – Série temporelle de la hauteur significative Hm0 BF

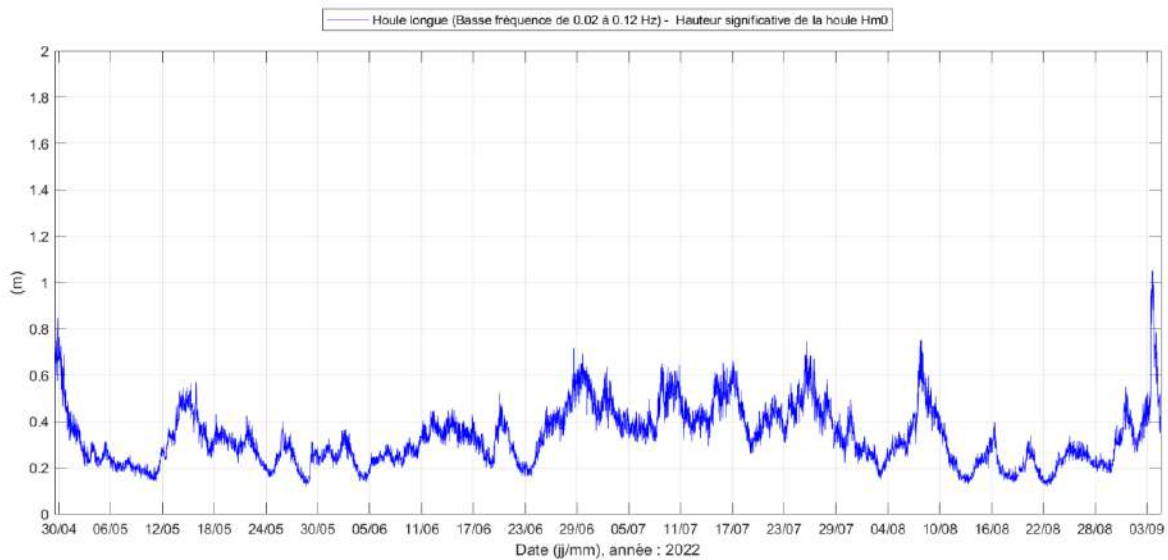


Figure 45 : A1 – Mer du vent – Série temporelle de la hauteur significative Hm0 HF

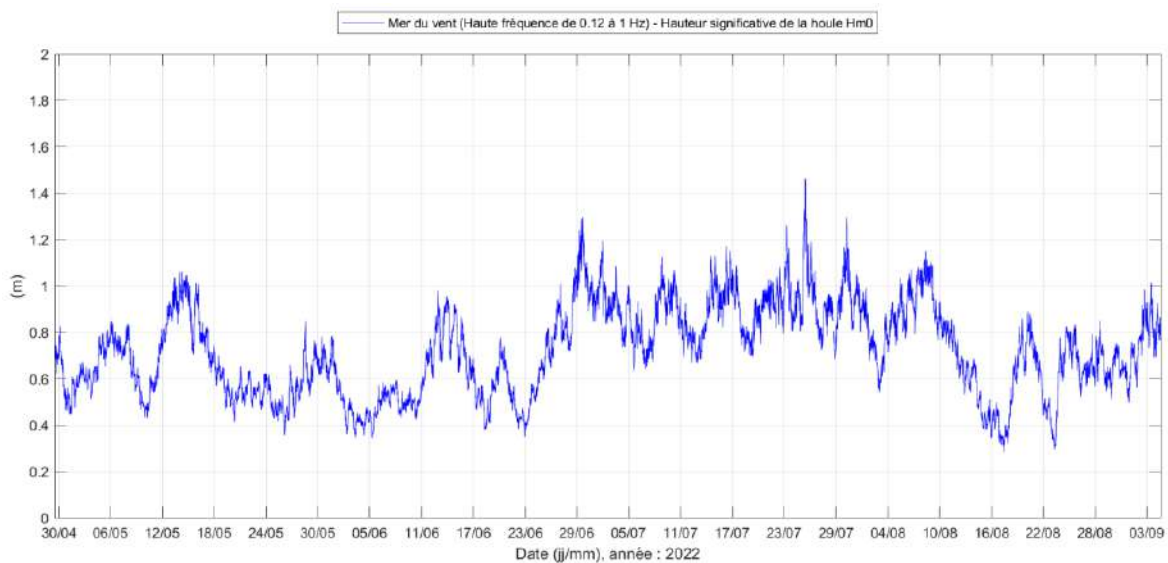
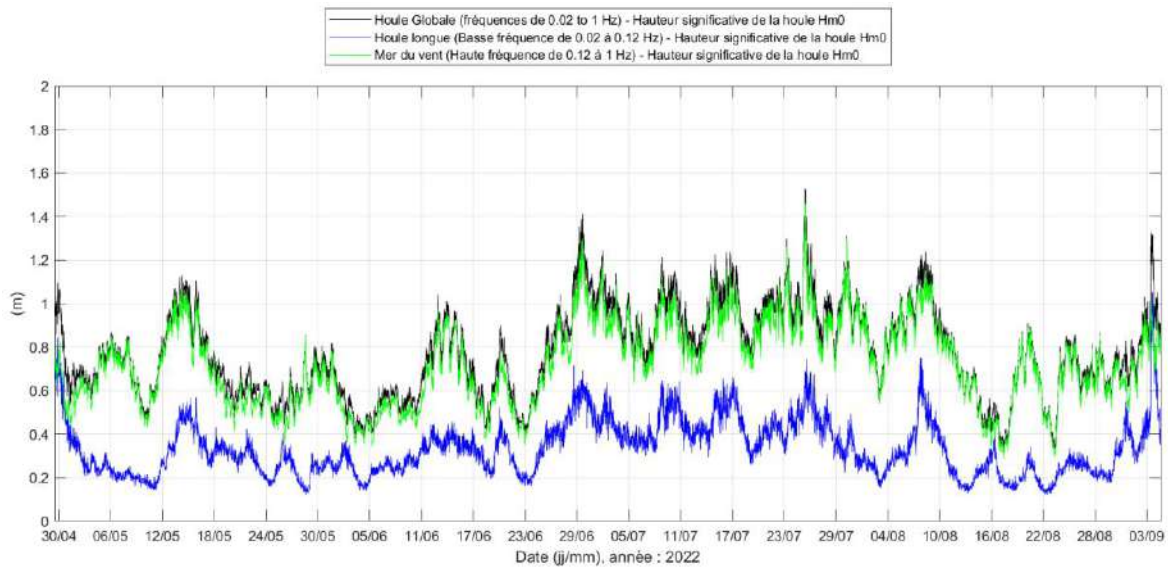


Figure 46 : A1 – Série temporelle H_{m0} , H_{m0} BF et H_{m0} HF



De manière générale, la mer du vent est plus importante que la houle longue au niveau de la Station A1.

Cependant, pour plusieurs périodes, entre le 29 et le 30 avril 2022 et le 3 septembre, l'augmentation de l'état de mer est principalement due à la mer du vent et est renforcée par la houle longue.

D'après les roses directionnelles, la mer du vent et la houle longue proviennent principalement de la même direction (NE). La série temporelle de la direction $DirTp$ de la houle. La provenance et les périodes de la mer du vent et de la houle longue sont présentées à la page suivante.

Figure 47 : A1 – Houle longue – Série temporelle de la direction DirTp

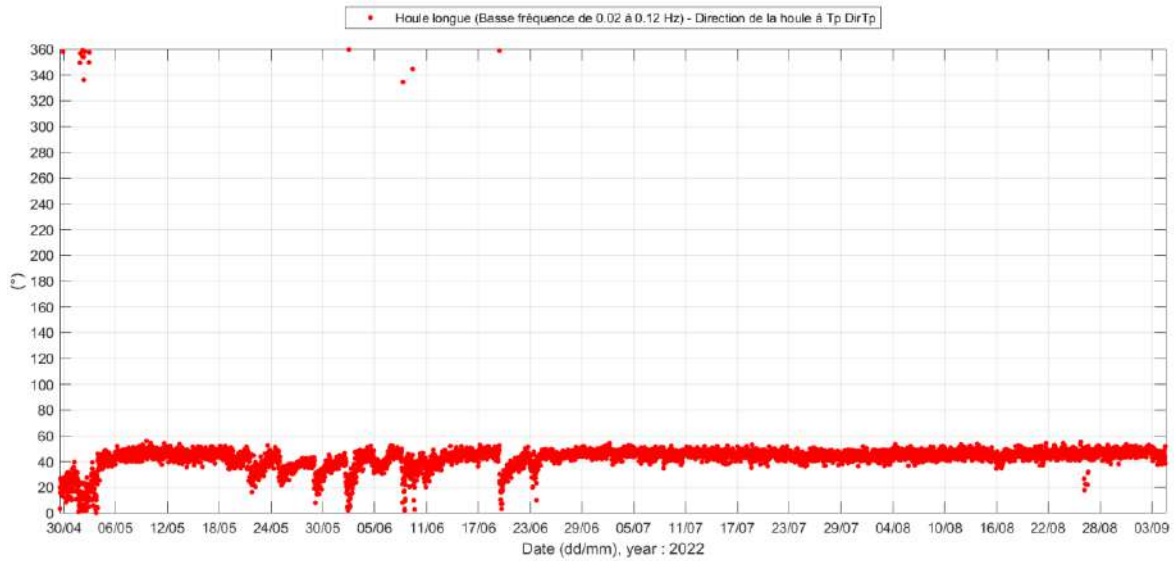


Figure 48 : A1 – Mer du vent – Série temporelle de la direction DirTp

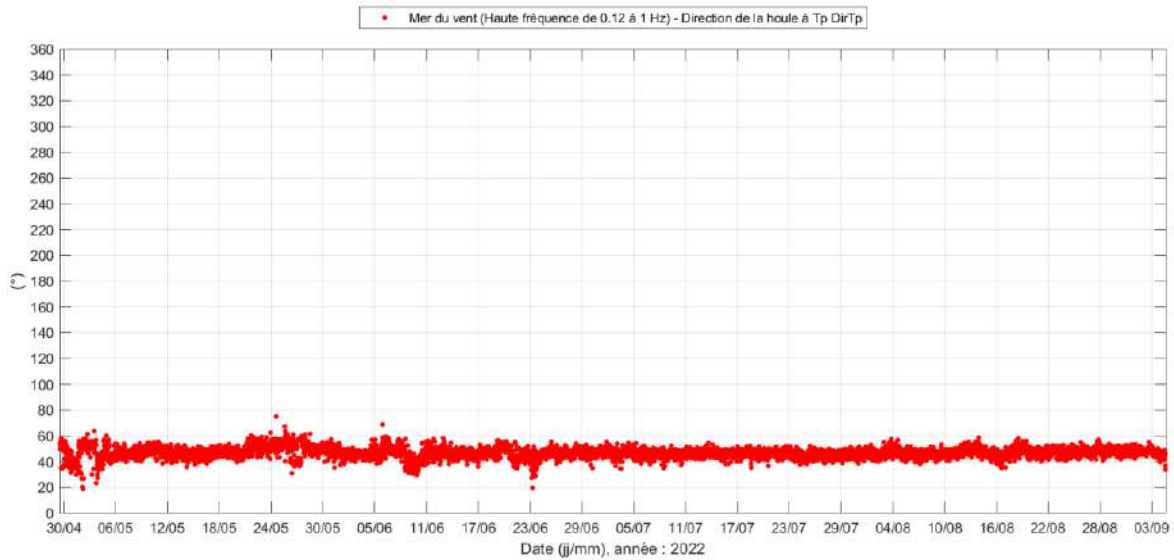


Figure 49 : A1 – Rose Tp BF

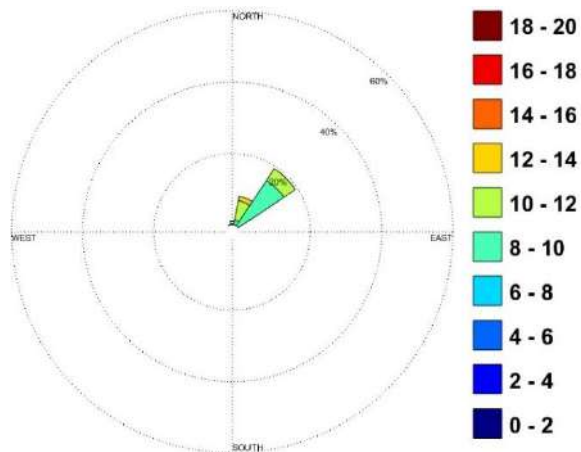
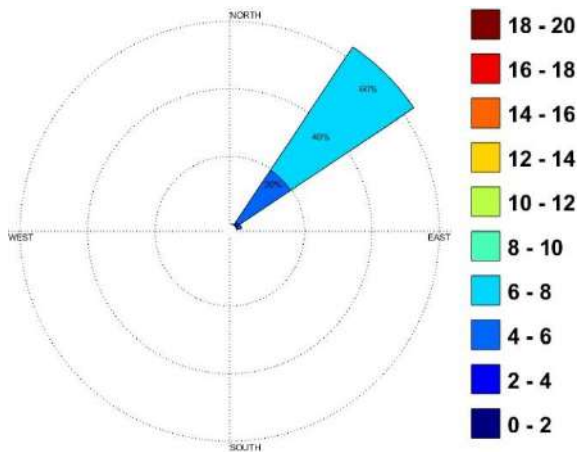


Figure 50 : A1 – Rose Tp HF



6.6. A1 – Température / Salinité CTD

6.6.1. A1 – Température de l'eau

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par la CTD Seabird SBE37 au niveau de la Station A1 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 51 : A1 - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

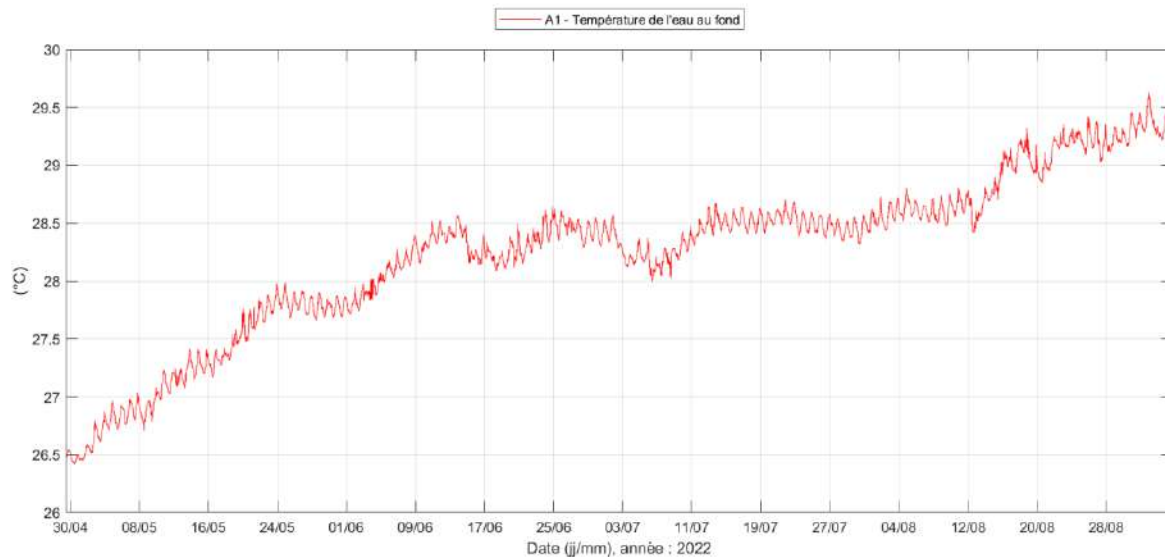


Tableau 15 : A1 – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

Minimum	Moyen	Maximum
26.42 °C	28.24 °C	29.63 °C

Au niveau de la Station A1, la température de l'eau (donnée par la CTD) a augmenté progressivement sur les 4 mois de mesure. La température minimale de 26.42 °C est observée le 30 avril 2022 et la température maximale de 29.63 °C le 1^{er} septembre 2022.

À noter que la température de l'eau au fond présente des variations quotidiennes de l'ordre de 0.02 °C au minimum à 0.40 °C au maximum.

6.6.2. A1 – Salinité de l'eau

La série temporelle de la salinité de l'eau mesurée au fond par la CTD Seabird SBE37 au niveau de la Station A1 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 52 : A1 - Série temporelle de la salinité de l'eau au fond

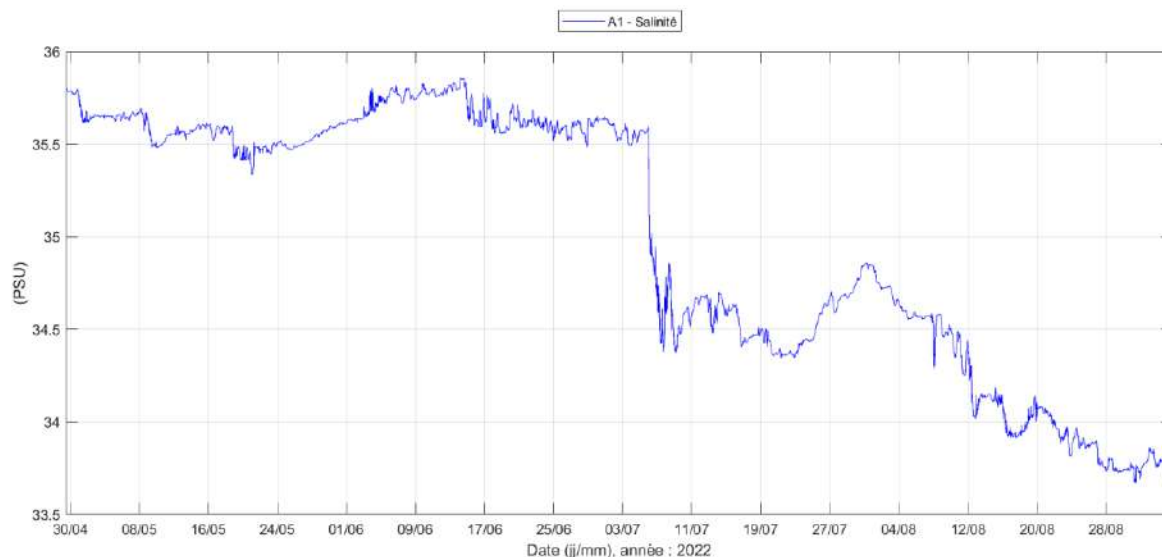


Tableau 16 : A1 – Principales statistiques relatives à la salinité au fond sur la période d'étude

Minimum	Moyen	Maximum
33.67 PSU	35.00 PSU	35.86 PSU

La salinité de l'eau mesurée au fond présente de fortes variations au cours de la campagne de mesure. Du début de la campagne de mesure le 29 avril 2022 au 5 juillet 2022, la salinité de l'eau au fond est relativement stable autour de 35.6 PSU. Le 6 juillet 2022, en 5 heures, la salinité de l'eau diminue passant de 35.58 PSU à 34.91 PSU. Entre le 6 juillet et le 12 août 2022, la salinité varie autour de 34.6 PSU puis elle tend à diminuer jusqu'à la fin de la campagne de mesure pour atteindre une valeur moyenne de 33.8 PSU.

6.6.3. A1 – Corrélation Température / Salinité

Une superposition de la température et de la salinité de l'eau au niveau de la Station A1 est proposée ci-après, ainsi qu'un corrélogramme.

Figure 53 : A1 – Séries temporelles de la température et de la salinité au fond

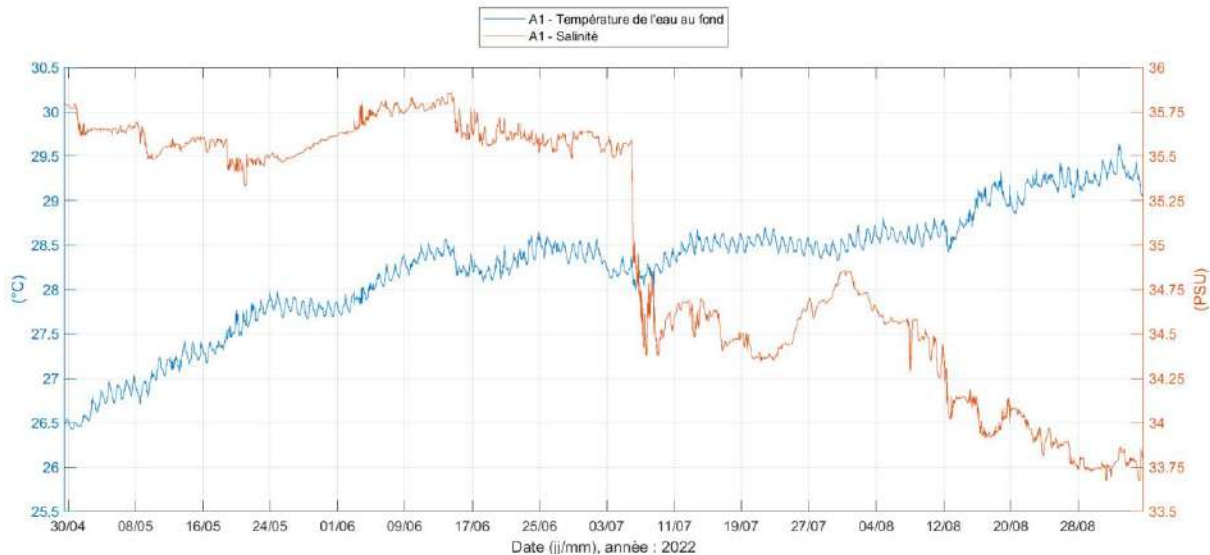


Figure 54 : A1 – Corrélogramme Température / Salinité

	25.5°C	26°C	26.5°C	27°C	27.5°C	28°C	28.5°C	29°C	29.5°C	30°C	TT
	26°C	26.5°C	27°C	27.5°C	28°C	28.5°C	29°C	29.5°C	30°C	30.5°C	
33 - 33.2 PSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33.2 - 33.4 PSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33.4 - 33.6 PSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33.6 - 33.8 PSU	0	0	0	0	0	0	0	5.83	0.04	0	5.87
33.8 - 34 PSU	0	0	0	0	0	0	0.43	6.2	0.25	0	6.88
34 - 34.2 PSU	0	0	0	0	0	0.31	3.99	1.12	0	0	5.42
34.2 - 34.4 PSU	0	0	0	0	0	0.71	3.24	0	0	0	3.95
34.4 - 34.6 PSU	0	0	0	0	0	4.92	8.32	0	0	0	13.24
34.6 - 34.8 PSU	0	0	0	0	0	5.72	4.18	0	0	0	9.9
34.8 - 35 PSU	0	0	0	0	0.02	1.2	0.77	0	0	0	1.99
35 - 35.2 PSU	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0.05
35.2 - 35.4 PSU	0	0	0	0	0.28	0.04	0	0	0	0	0.31
35.4 - 35.6 PSU	0	0	0.79	6.76	8.67	7	1.05	0	0	0	24.26
35.6 - 35.8 PSU	0	1.32	6.03	0.67	3.75	13.11	1.33	0	0	0	26.21
35.8 - 36 PSU	0	0	0	0	0.01	1.8	0.11	0	0	0	1.91
36 - 36.2 PSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36.2 - 36.4 PSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36.4 - 36.6 PSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36.6 - 36.8 PSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36.8 - 37 PSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	0	1.32	6.82	7.43	12.72	34.85	23.42	13.16	0.29	0	100

Le corrélogramme Température / Salinité permet d'observer que de manière générale, plus la température de l'eau au niveau de la Station A1 est chaude plus la salinité de l'eau est basse, et inversement.

Principalement, la température de l'eau est comprise entre 28 °C et 28.5 °C avec une salinité entre 35.6 et 35.8 PSU.

Lors de la forte diminution de la salinité, il n'y a pas de changement notable de la température de l'eau au fond.

6.7. A1 – Turbidité

La série temporelle de la turbidité de l'eau mesurée par le turbidimètre ECO NTU au niveau de la Station A1 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 55 : A1 - Série temporelle de la turbidité de l'eau

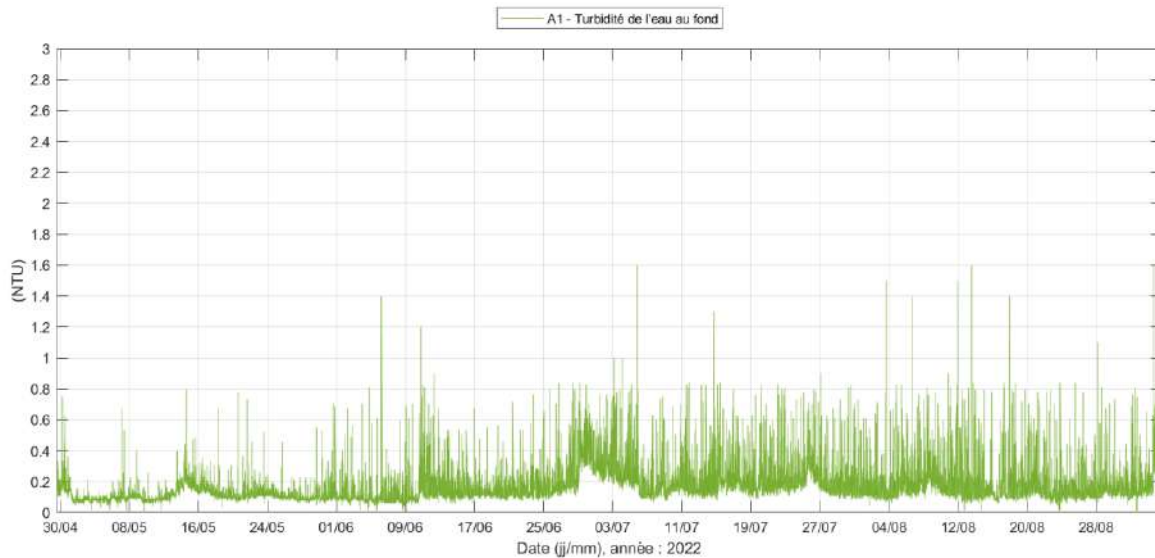


Tableau 17 : A1 – Principales statistiques relatives à la turbidité sur la période d'étude

Minimum	Moyen	Maximum
0 NTU	0.17 NTU	1.60 NTU

Sur la campagne de mesure de 4 mois au niveau de la Station A1, la turbidité de l'eau est très faible, avec un valeur moyenne inférieure à 0.5 NTU. Quelques accentuations de la turbidité sont observées tout au long de la campagne de mesure pour atteindre un maximum de 1.6 NTU.

6.8. A1 – Profils CTD, Turbidité et Granulométrie

Lors de la pose et de la récupération du système de mesure au niveau de la Station A1, des profils CTD, turbidité et granulométrie ont été effectués.

6.8.1. A1 – Profils CTD

Figure 56 : A1 – Profils de température / salinité sur la colonne d'eau au moment de la pose

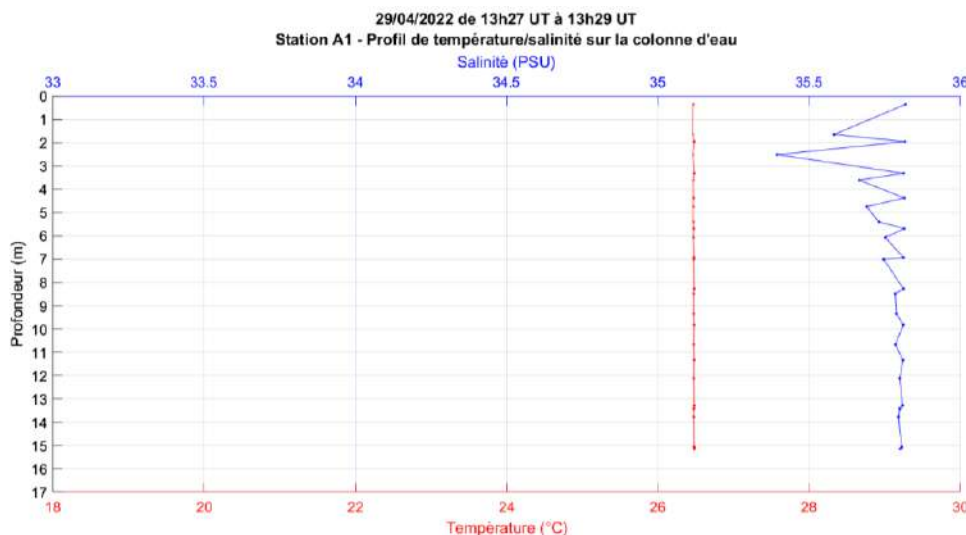
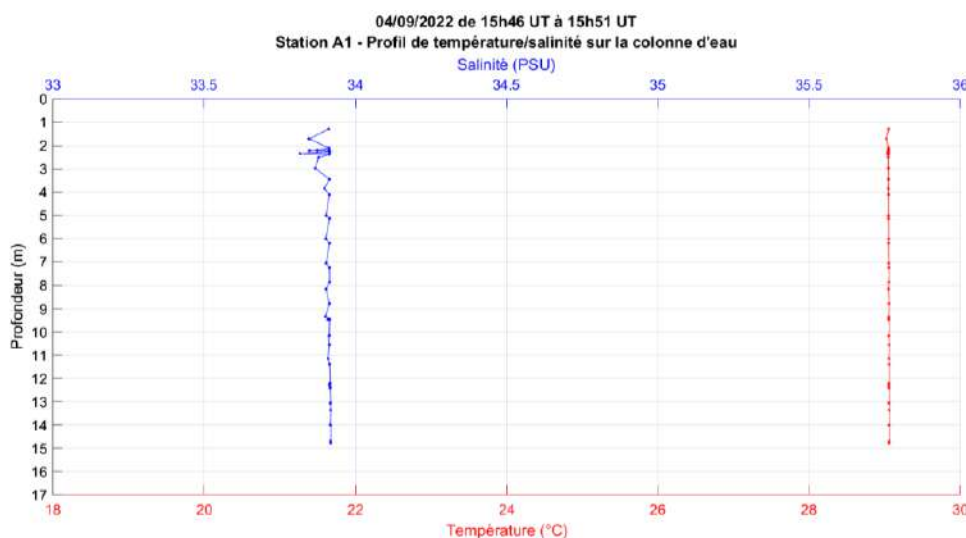


Figure 57 : A1 – Profils température / salinité sur la colonne d'eau au moment de la récupération



Les profils de température et de salinité montrent une homogénéité de ces deux paramètres sur la colonne d'eau, à la pose et à la démobilitation. Lors de la pose, la température moyenne sur la colonne d'eau est de 26.47 °C et la salinité moyenne de 35.76 PSU. À la dépose, la température moyenne de l'eau est de 29.05 °C et la salinité moyenne de 33.90 PSU.

À noter que la salinité moyenne mesurée lors des profils coïncide avec la mesure de la CTD restée en eau durant la campagne de mesure de 4 mois.

6.8.2. A1 – Profils Turbidité

Le profil de la turbidité est effectué grâce à un OBS3+ numérisé sur le LISST-100X. Les données de turbidité et de granulométrie sont ainsi totalement synchrones.

Figure 58 : A1 – Profil de la turbidité sur la colonne d'eau au moment de la pose

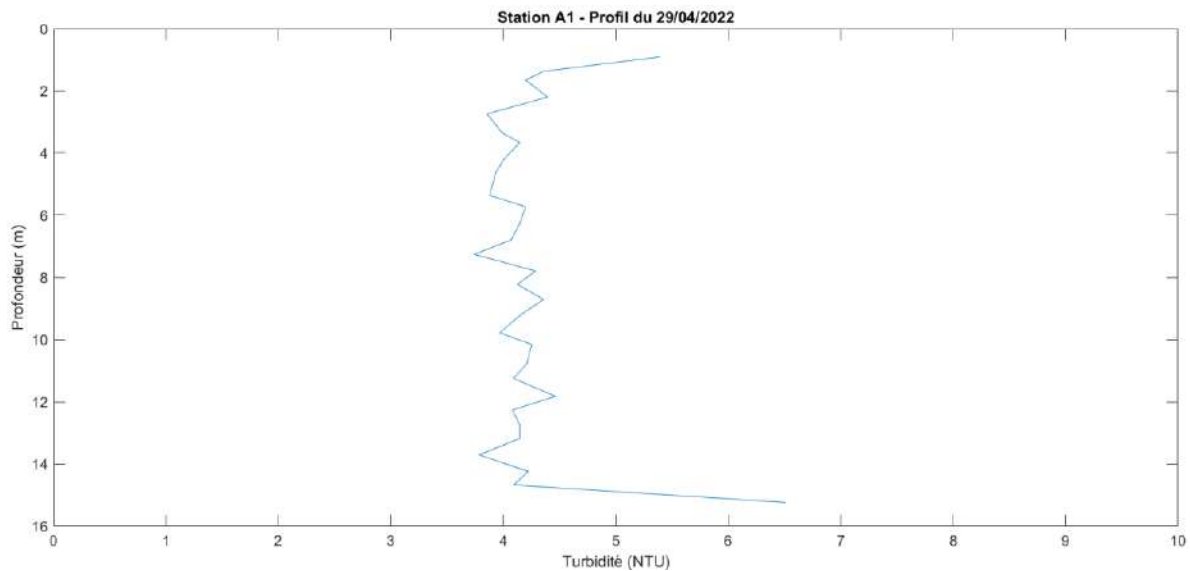
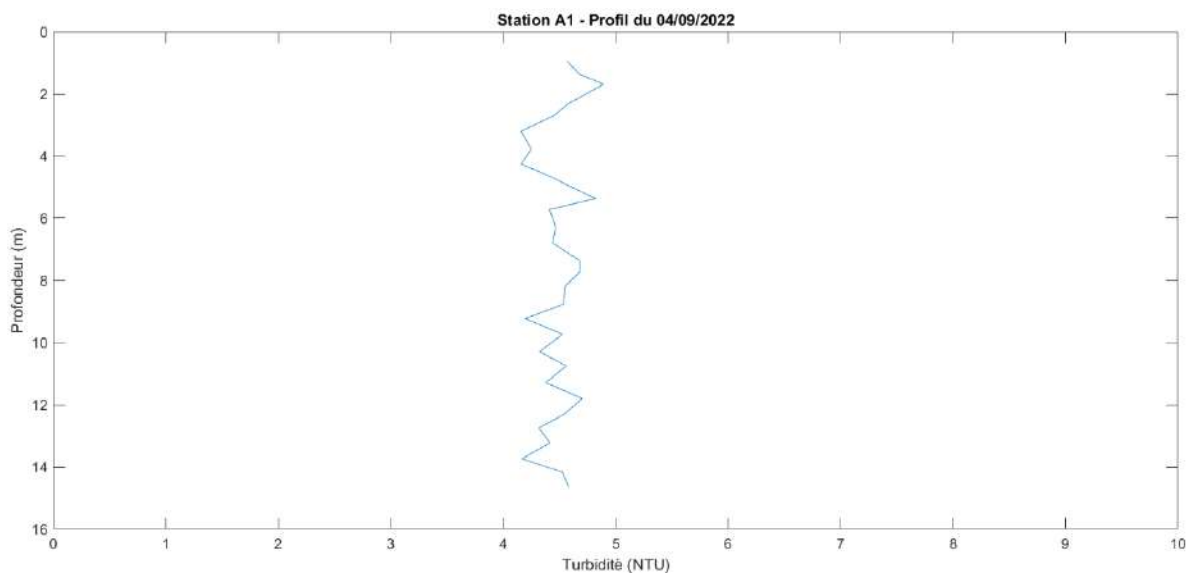


Figure 59 : A1 – Profil de la turbidité sur la colonne d'eau au moment de la récupération



Le profil de turbidité est relativement homogène sur la colonne avec une moyenne de 4.24 NTU sur la colonne d'eau lors de la pose et une moyenne de 4.48 NTU sur la colonne d'eau lors de la récupération.

6.8.3. A1 – Profils Granulométrie

Les profils de granulométrie effectués avec un LISST-100X sont présentés ci-après. La profondeur est représentée par l'axe des ordonnées, le numéro de classe des particules est sur l'axe des abscisses et la couleur représente la concentration volumique ($\mu\text{L/L}$) selon l'échelle de couleur à droite.

Figure 60 : A1 – Concentration volumique des particules réparties sur 32 classes et sur la colonne d'eau lors de la pose

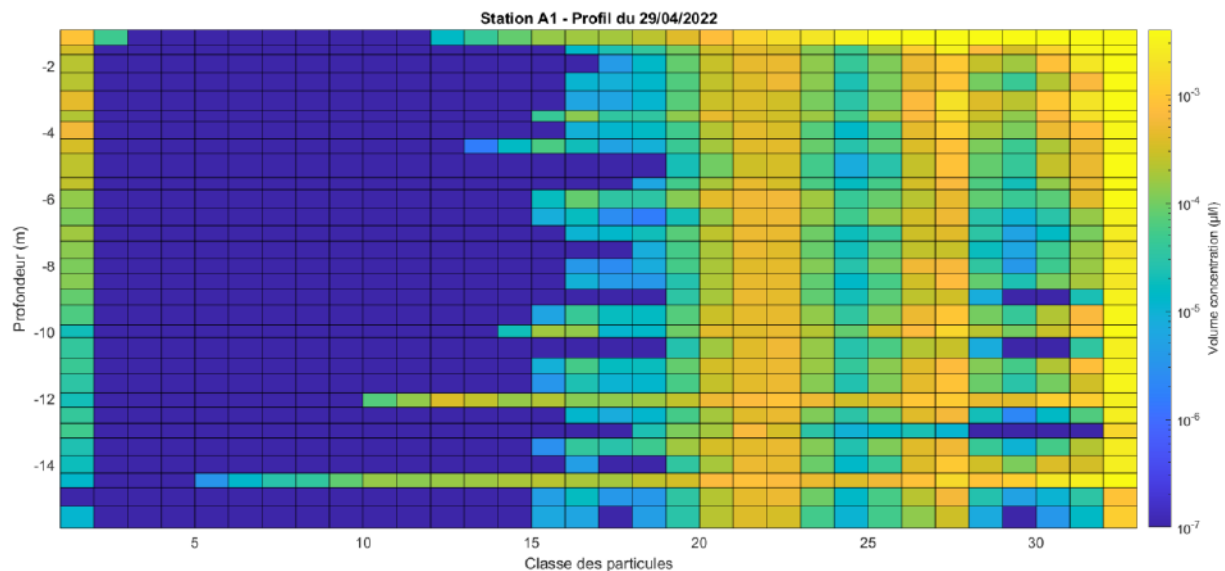
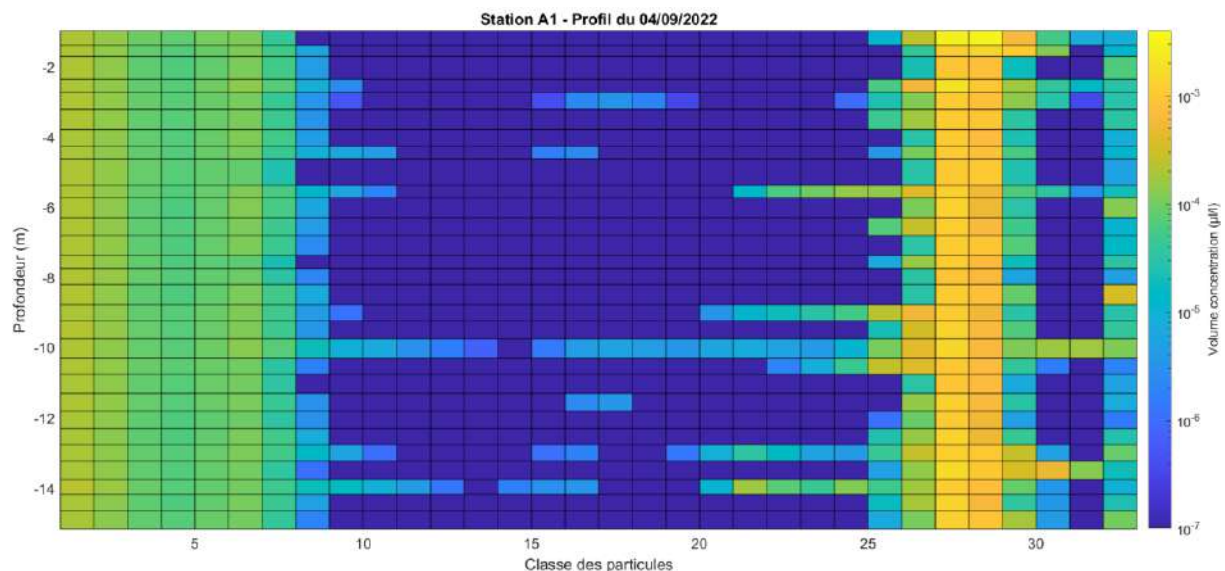


Figure 61 : A1 – Concentration volumique des particules réparties sur 32 classes et sur la colonne d'eau lors de la récupération



Les particules présentes dans l'eau sont rangées dans 32 classes suivant leur taille. Les tailles des particules de chaque classe sont précisées dans la section 4. La présence des particules les plus petites et des particules les plus grandes est marquée lors des profils effectués en avril 2022 et en septembre 2022. Lors de la pose, les particules de la classe 2 à 14 sont peu présentes. La taille de ces particules est comprise entre 2.25 μm et 19.3 μm . Lors de la récupération, les particules des classes 9 à 24 sont aussi peu présentes (taille des particules de 7.15 μm à 101 μm).

7. RÉSULTATS – Station A2

7.1. A2 – Caractéristiques générales

Coordonnées géographiques : 18°5.280'N / 63°7.275'W

Hauteur d'eau moyenne pendant la période de mesure : 14.1 m

Instrumentation : Signature 1000 SN 103100 sur Tripode
 CTD Seabird SBE 37 SN 7177 sur mouillage bouée biconique
 ECO NTU SN 541 sur mouillage bouée biconique

Date et heure UT de début et de fin de l'acquisition : du 29/04/2022 14h10 UT au 04/09/2022 15h10 UT

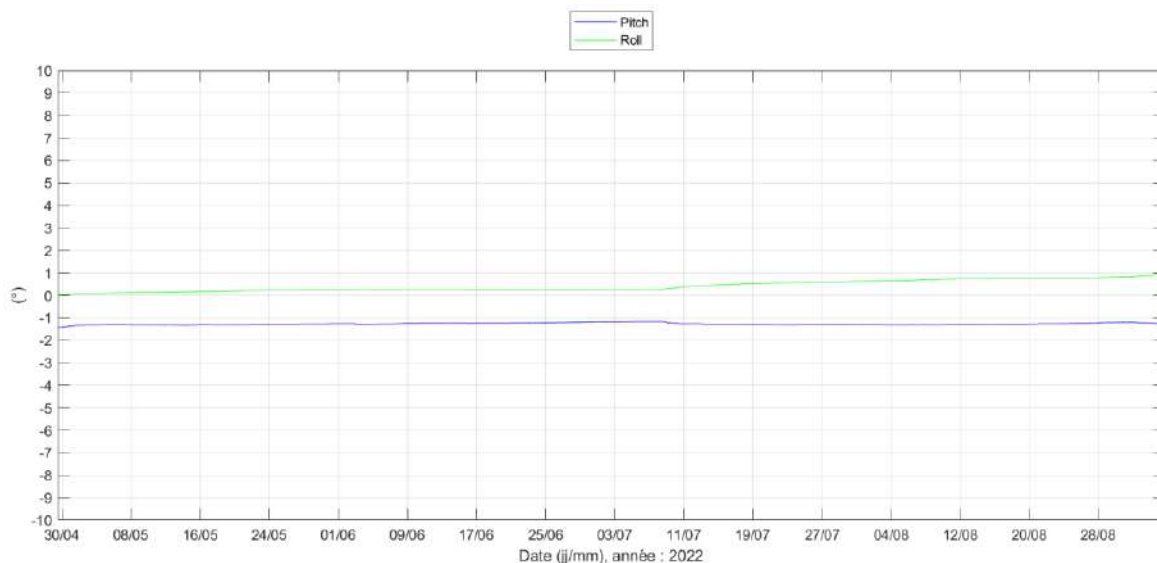
Orientation et inclinaison moyennes de l'instrument durant la période de mesure :

Heading : 46.81 °

Pitch : -1.27 °

Roll : 0.41 °

Figure 62 : A2 – Série temporelle de l'inclinaison de l'instrument durant la période de mesure



Emplacement des cellules de mesure :

Le Signature 1000, fixé sur la structure tripode, est localisé à 0.5 m au-dessus du fond.

Compte tenu de la zone blanche de 0.1 m et de la taille des couches de mesure de 1 m, la répartition des cellules de mesure le long de la colonne d'eau est la suivante :

Tableau 18 : A2 – Localisation des cellules de mesure sur la colonne d'eau

<i>Numéro de la couche</i>	<i>Position au-dessus du fond</i>
Surf	/
10	10.6 m
9	9.6 m
8	8.6 m
7	7.6 m
6	6.6 m
5	5.6 m
4	4.6 m
3	3.6 m
2	2.6 m
1 (près du fond)	1.6 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 hauteur de 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.*

7.2. A2 – Hauteur d'eau

La série temporelle de la hauteur d'eau mesurée par le Signature 1000 au niveau de la Station A2 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 63 : A2 – Série temporelle de la hauteur d'eau

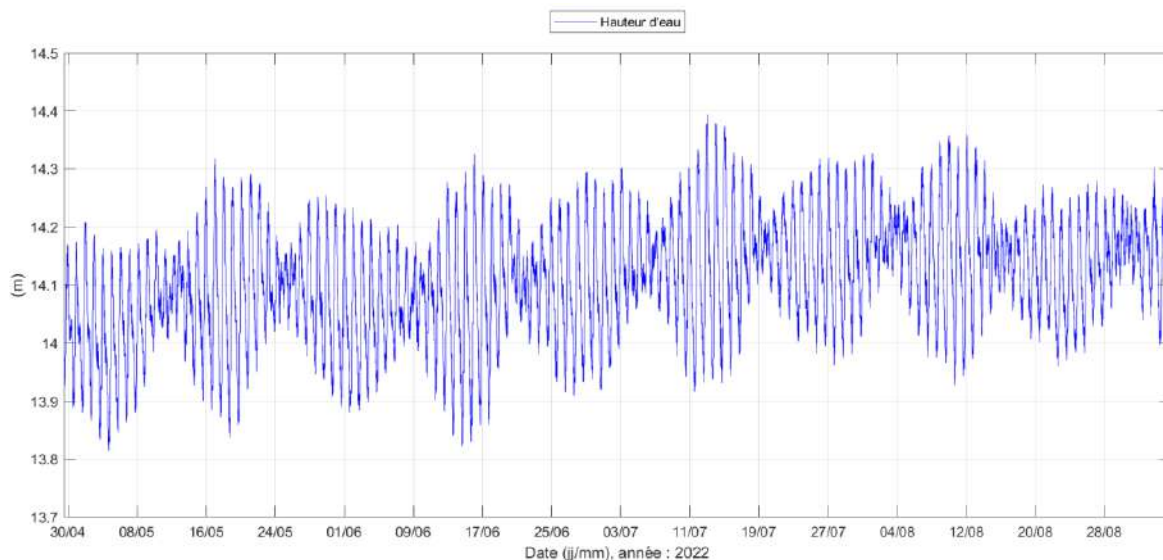


Tableau 19 : A2 – Principales statistiques relatives à la hauteur d'eau sur la période d'étude

A2	Minimum	Moyen	Maximum
	13.82 m	14.11 m	14.39 m

Le niveau moyen au niveau de la Station A2 durant la campagne de mesure est de 14.11 m. Le niveau d'eau minimal relevé est de 13.82 m et le niveau d'eau maximal de 14.39 m. Une légère augmentation du niveau d'eau entre le début et la fin de la campagne de mesure est observée (+ 0.10 m), ceci est dû à un léger enfoncement du tripode dans le fond sableux.

Les variations du niveau d'eau observées sont liées à la marée de type semi-diurne (2 marées hautes et 2 marées basses par jour) dont une est plus forte que l'autre, à diurne. Le marnage minimal au niveau de la Station A2 est de 0.03 m en période de mortes-eaux, marnage relevé le 9 mai 2022 avec des coefficients de marée 30/30. Le marnage maximal est de 0.50 m en période de vives-eaux le 15 juin 2022 avec des coefficients de marée 95/96.

7.3. A2 – Température Tripode

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par le Signature 1000 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 64 : A2 - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

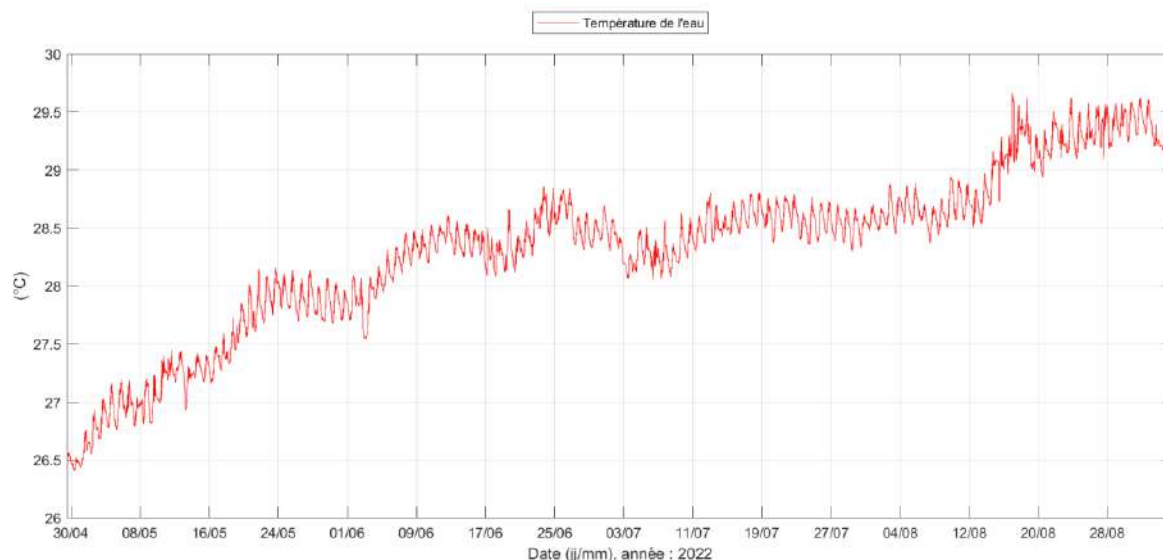


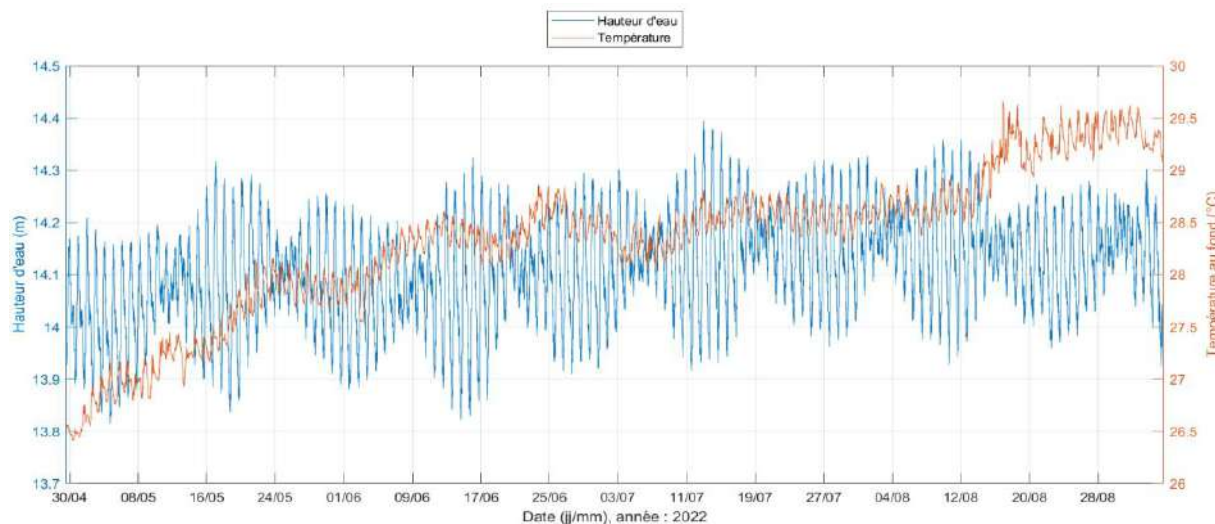
Tableau 20 : A2 – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

A2	Minimum	Moyen	Maximum
	26.41 °C	28.32 °C	29.66 °C

Au niveau de la Station A2, la température de l'eau (donnée par le Signature) a augmenté progressivement sur les 4 mois de mesure. La température minimale de 26.41 °C est observée le 30 avril 2022 et la température maximale de 29.66 °C le 16 août 2022.

À noter que la température de l'eau au fond présente des variations quotidiennes de l'ordre de 0.02 °C au minimum à 0.50 °C au maximum. La température est généralement maximale à marée basse. La série temporelle de la température de l'eau au fond et de la hauteur d'eau est présentée ci-après sur toute la période de mesure.

Figure 65 : A2 - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond et de la hauteur d'eau



7.4. A2 – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes au niveau de la Station A2 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 Géographique.

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 66 : A2 – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

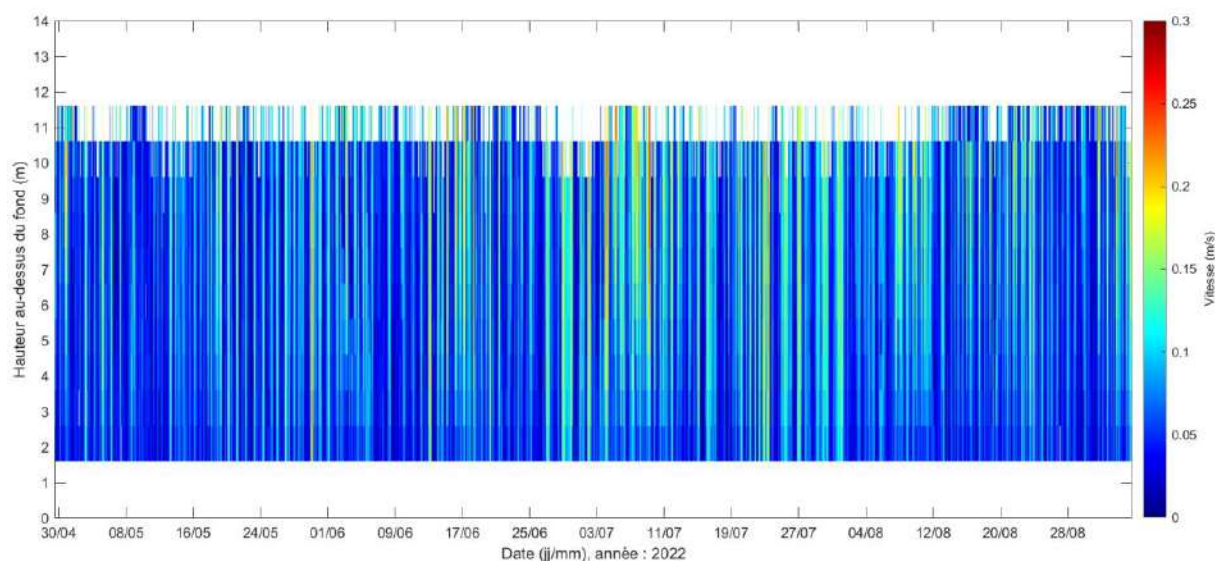
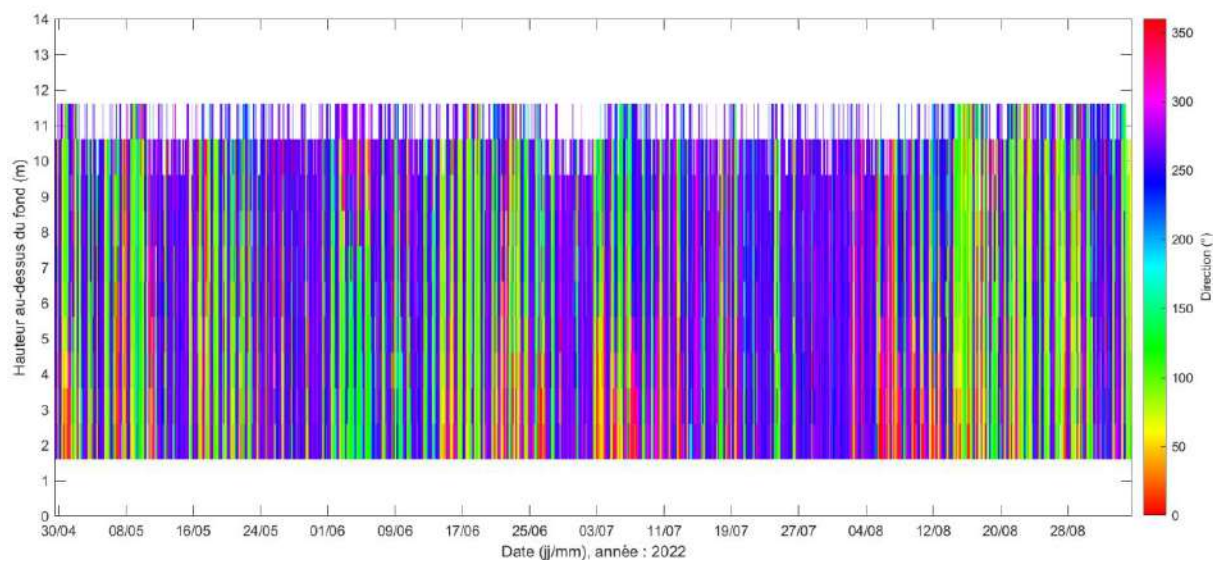


Figure 67 : A2 – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure



Statistiques générales sur la colonne d'eau

Tout d'abord, des tables d'occurrence des vitesses (resp. : des directions) ont été calculées sur toute la colonne d'eau. Elles présentent l'occurrence des vitesses par pas de 0.1 m/s (resp. : des directions par pas de 22.5°) pour chacune des couches disposées de la surface vers le fond. On peut ainsi suivre l'évolution statistique des vitesses (resp. : des directions) sur la verticale.

Figure 68 : A2 – Table d'occurrence des vitesses de courant sur la colonne d'eau

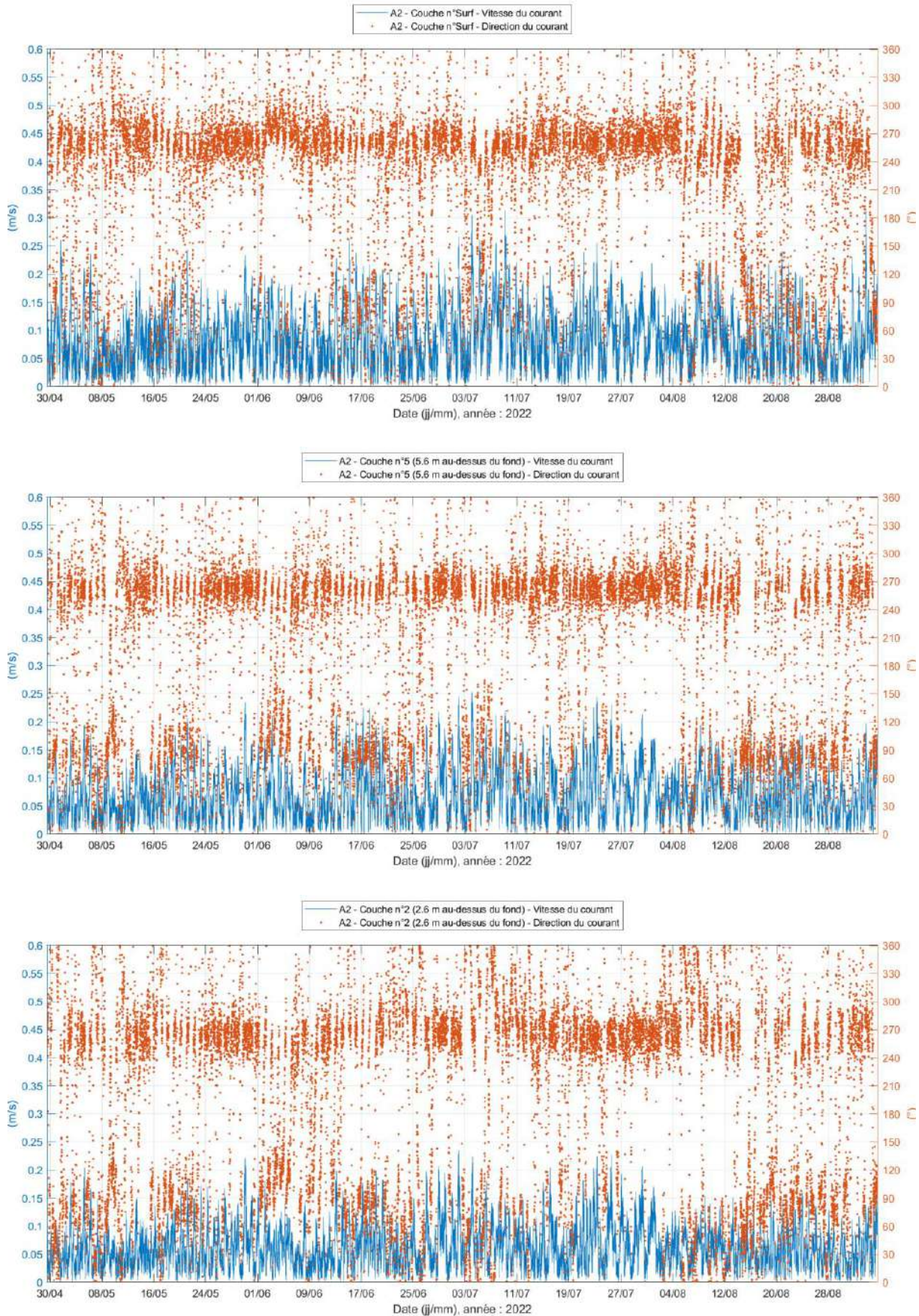
	0m/s	0.1m/s	0.2m/s	0.3m/s	0.4m/s	0.5m/s
	0.1m/s	0.2m/s	0.3m/s	0.4m/s	0.5m/s	0.6m/s
Couche n°10	60.98	35.88	3.11	0.03	0	0
Couche n°9	71.94	26.22	1.83	0.01	0	0
Couche n°8	72.84	25.72	1.44	0	0	0
Couche n°7	73.88	25.03	1.08	0	0	0
Couche n°6	75.17	23.97	0.86	0	0	0
Couche n°5	77.07	22.27	0.66	0	0	0
Couche n°4	79.23	20.29	0.47	0	0	0
Couche n°3	82.06	17.04	0.31	0	0	0
Couche n°2	86.62	13.14	0.24	0	0	0
Couche n°1	91.36	8.58	0.06	0	0	0

Figure 69 : A2 – Table d'occurrence des directions du courant sur la colonne d'eau

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°
	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	360°
Couche n°10	1.2	1.39	1.98	2.87	3.34	3.01	2.79	2.24	3.07	5.51	15.74	37.23	14.06	2.93	1.5	1.15
Couche n°9	1.78	2.14	4.05	7.75	7.12	4	2.42	2.09	2.4	4.12	9.37	29.47	15.41	4.22	1.99	1.69
Couche n°8	1.6	2.05	4	8.53	8.21	3.89	2.26	1.87	2.4	3.77	8.95	30.73	14.58	3.82	1.85	1.48
Couche n°7	1.58	2.02	4.12	9.39	9.08	3.73	2.39	1.83	2.12	3.57	8.93	30.84	14.01	3.49	1.83	1.27
Couche n°6	1.41	1.96	3.94	10.74	9.78	3.73	2.22	1.68	1.92	3.2	8.6	31	13.68	3.33	1.57	1.25
Couche n°5	1.46	2.19	4.39	12.01	9.36	3.88	2.14	1.48	1.76	2.8	8.11	29.78	14.47	3.45	1.54	1.17
Couche n°4	1.49	2.4	5.49	12.32	9.03	3.69	1.91	1.36	1.72	2.35	7.18	27.88	15.81	4.06	1.78	1.53
Couche n°3	2.1	3	6.12	11.47	8.96	3.87	1.78	1.34	1.55	2.27	7.05	24.52	16.84	4.79	2.33	2
Couche n°2	3.06	3.54	6.68	10.39	8.56	4.05	1.73	1.49	1.4	2.33	6.95	21.62	17.18	5.14	2.96	2.9
Couche n°1	3.82	4.48	6.54	9.52	7.96	4.49	2.07	1.5	1.5	2.46	7.47	20.01	15.51	5.51	3.63	3.51

Les représentations qui suivent sont les séries temporelles et les principales statistiques de 3 couches représentatives de la colonne d'eau : la couche de proche surface (Surf), une couche centrale de la colonne d'eau (n°5) et une couche se situant près du fond (n°2).

Figure 70 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



Couche n°Surf (proche surface) – A2

Figure 71 : Couche n°Surf - Corrélogramme Vitesses/Direction du courant

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	360°	
0 - 0.1 m/s	1.53	1.88	2.94	3.72	3.61	3.03	2.13	1.98	2.45	4.11	8.47	14.42	10.58	3.88	1.94	1.53	68.2
0.1 - 0.2 m/s	0.03	0.03	0.49	1.31	1.11	0.45	0.22	0.12	0.12	0.5	3.49	16.46	5.12	0.2	0.03	0	29.69
0.2 - 0.3 m/s	0	0	0.01	0.01	0.07	0.03	0	0	0	0	0.3	1.53	0.15	0	0	0	2.09
0.3 - 0.4 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0.02
0.4 - 0.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5 - 0.6 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	1.56	1.91	3.43	5.04	4.79	3.52	2.35	2.1	2.57	4.62	12.26	32.43	15.85	4.08	1.97	1.53	100

Figure 72 : Couche n°Surf - Histogramme des vitesses de courant

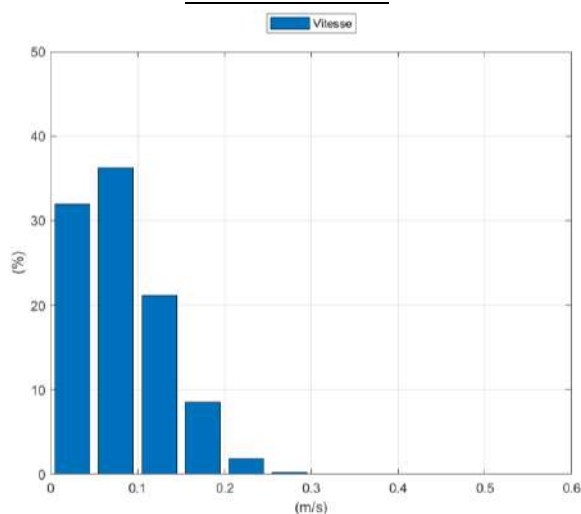


Figure 73 : Couche n°Surf - Histogramme des directions de courant

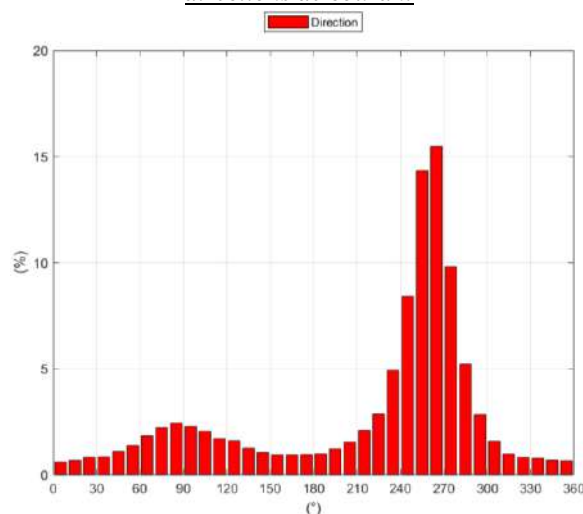
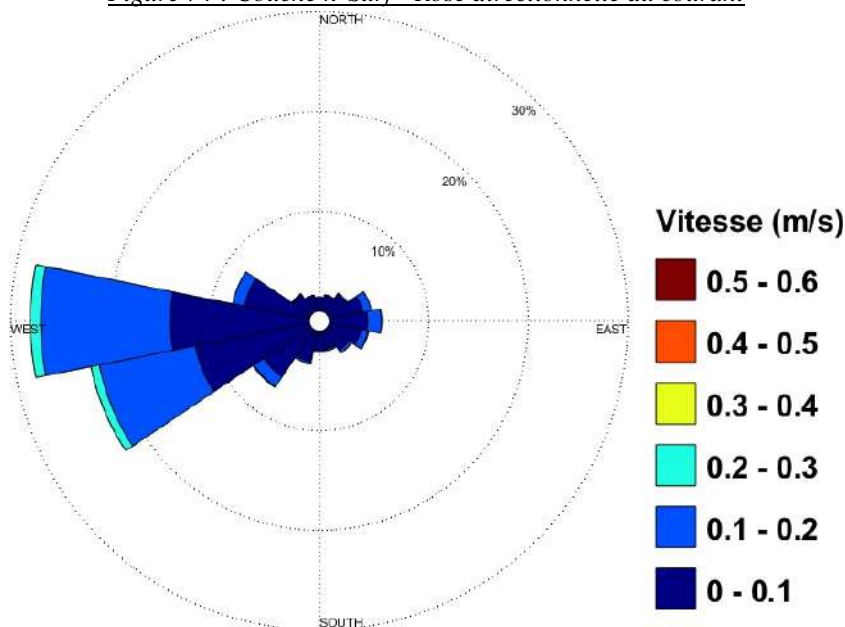


Figure 74 : Couche n°Surf - Rose directionnelle du courant



Statistiques principales – Couche n°Surf :

- Vitesse moyenne : 0.081 m/s
- Vitesse maximale : 0.315 m/s
- % Vitesses < 0.10 m/s : 68.20 %
- % Vitesses < 0.25 m/s : 99.72 %
- % Vitesses ≥ 0.40 m/s : 0 %

Couche n°5 (milieu de la colonne d'eau, 5.6 m au-dessus du fond) – A2

Figure 75 : Couche n°5 - Corrélogramme Vitesses/Direction du courant

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
0 - 0.1 m/s	1.46	2.19	4.16	9.34	7.75	3.76	2.11	1.46	1.75	2.77	7.05	16.35	10.81	3.4	1.54	1.17	77.07
0.1 - 0.2 m/s	0	0	0.23	2.65	1.61	0.12	0.03	0.02	0.01	0.03	1.06	12.86	3.59	0.05	0	0	22.27
0.2 - 0.3 m/s	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0.57	0.07	0	0	0	0.66
0.3 - 0.4 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4 - 0.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5 - 0.6 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	1.46	2.19	4.39	12.01	9.36	3.88	2.14	1.48	1.76	2.8	8.11	29.78	14.47	3.45	1.54	1.17	100

Figure 76 : Couche n°5 - Histogramme des vitesses de courant

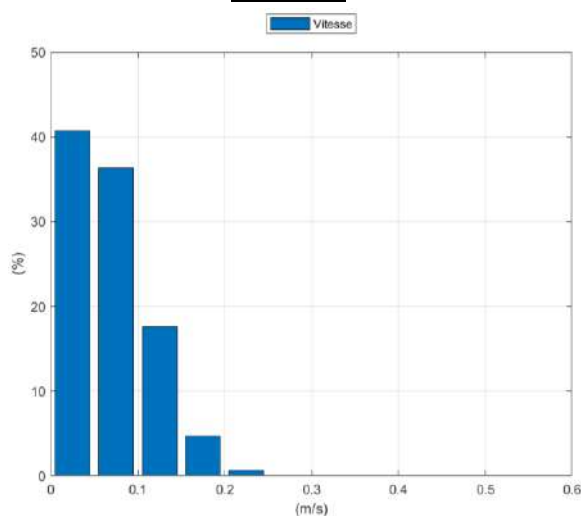


Figure 77 : Couche n°5 - Histogramme des directions de courant

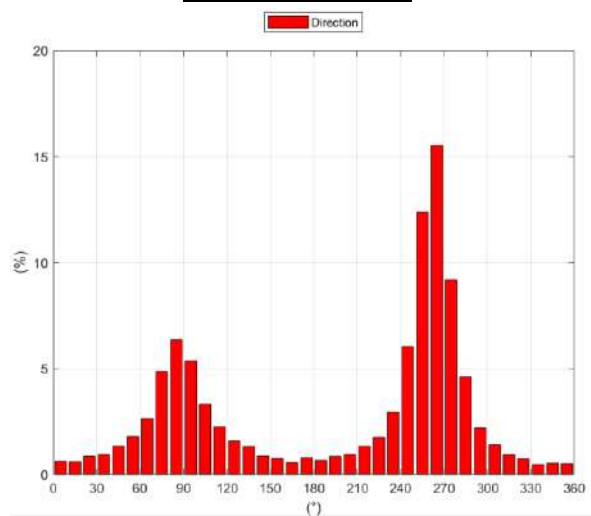
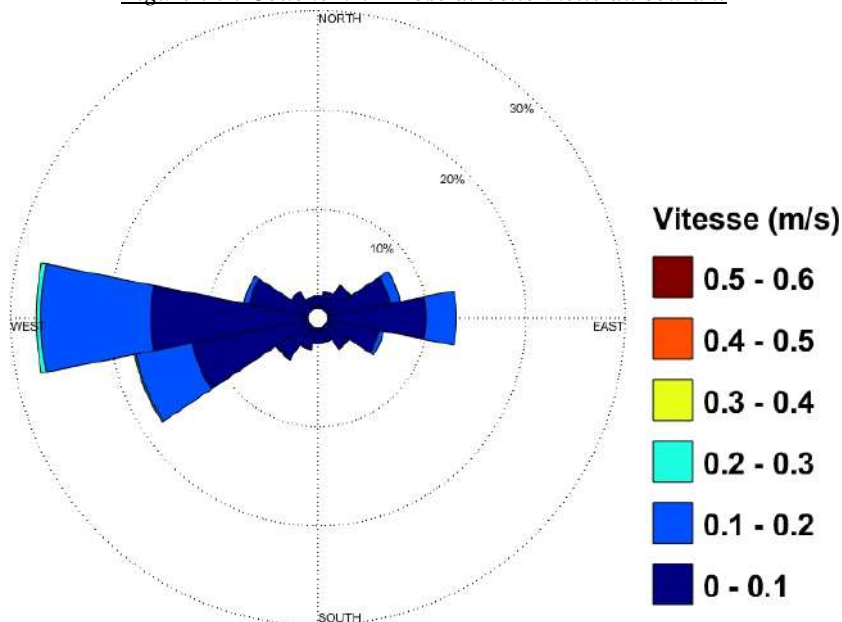


Figure 78 : Couche n°5 - Rose directionnelle du courant



Statistiques principales – Couche n°5 :

Vitesse moyenne : 0.069 m/s
 Vitesse maximale : 0.253 m/s
 % Vitesses < 0.10 m/s : 77.07 %
 % Vitesses < 0.25 m/s : 99.99 %
 % Vitesses ≥ 0.40 m/s : 0 %

Couche n°2 (près du fond, 2.6 m au-dessus du fond) – A2

Figure 79 : Couche n°2 - Corrélogramme Vitesses/Direction du courant

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
0 - 0.1 m/s	2.96	3.48	6.35	9.65	7.98	3.91	1.73	1.49	1.4	2.33	6.42	15.03	13.37	5	2.8	2.73	86.62
0.1 - 0.2 m/s	0.1	0.07	0.33	0.74	0.57	0.14	0	0	0	0.01	0.54	6.39	3.78	0.14	0.16	0.17	13.14
0.2 - 0.3 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.04	0	0	0	0.24
0.3 - 0.4 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4 - 0.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5 - 0.6 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	3.06	3.54	6.68	10.39	8.56	4.05	1.73	1.49	1.4	2.33	6.95	21.62	17.18	5.14	2.96	2.9	100

Figure 80 : Couche n°2 - Histogramme des vitesses de courant

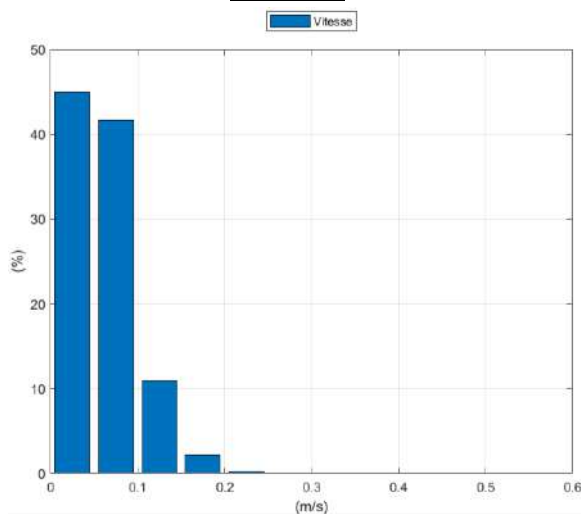


Figure 81 : Couche n°2 - Histogramme des directions de courant

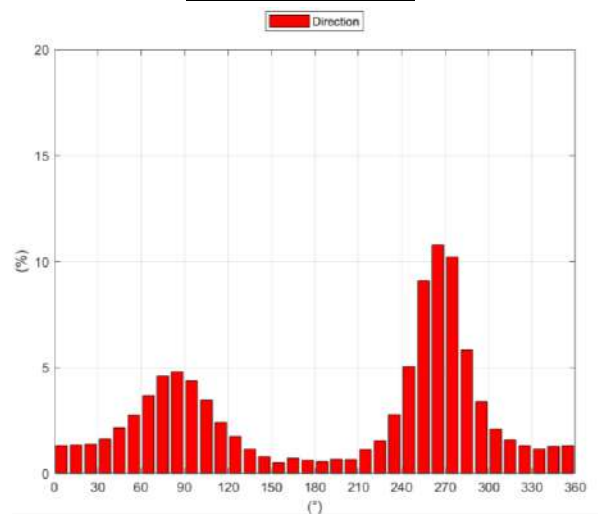
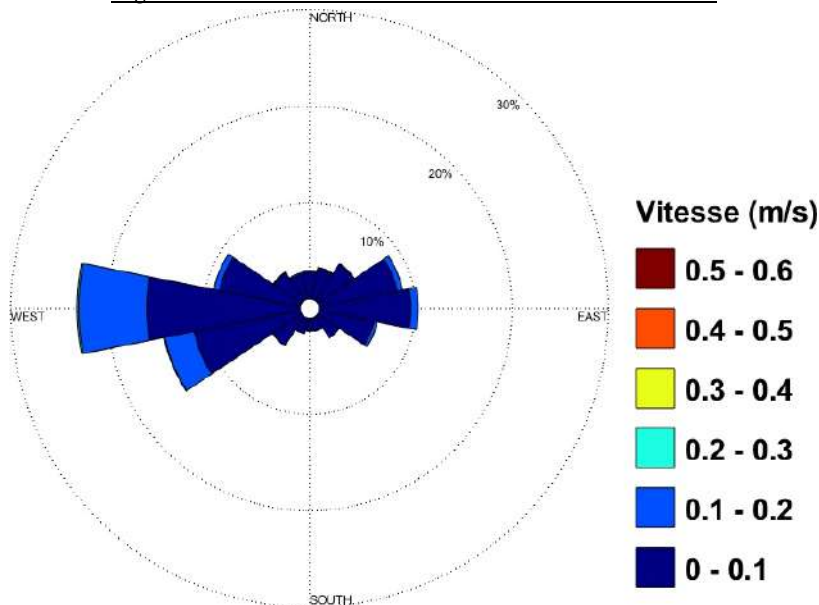


Figure 82 : Couche n°2 - Rose directionnelle du courant



Statistiques principales – Couche n°2 :

- Vitesse moyenne : 0.060 m/s
- Vitesse maximale : 0.235 m/s
- % Vitesses < 0.10 m/s : 86.62 %
- % Vitesses < 0.25 m/s : 100 %
- % Vitesses ≥ 0.40 m/s : 0 %

De manière générale, les vitesses du courant sont faibles sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.081 m/s en proche surface et de 0.060 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.25 m/s durant près de 100 % du temps de mesure sur toute la colonne d'eau. En proche surface, la vitesse maximale du courant relevée est de 0.315 m/s.

Dans la partie supérieure de la colonne d'eau, le courant se propage principalement vers le WSW-W et secondairement vers le secteur E. Près du fond, la direction principale du courant est observée vers l'W et la direction secondaire vers l'ENE-E.

Sur toute la colonne d'eau, les vitesses maximales sont relevées vers le secteur W.

Durant la campagne de mesure, régulièrement, des accentuations du courant sont observées sur toute la colonne d'eau. Ces accentuations sont de l'ordre de 0.10 m/s à 0.25 m/s au maximum.

L'influence de la marée au niveau de la Station A2 est visible en période de vives-eaux. En périodes de mortes-eaux, il n'y a pas de changement marqué de la direction du courant. En période de vives-eaux, une alternance entre le secteur W et le secteur E est observée dans la direction de propagation du courant sur toute la colonne d'eau. Ce changement de direction est observé lors du changement de phase de marée (montante ou descendante). 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 mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 45) et lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 89 à 96).

Figure 83 : A2 – Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 8 au 11 mai 2022
(coefficients de marée : 34/31, 30/30, 31/34 et 39/45)

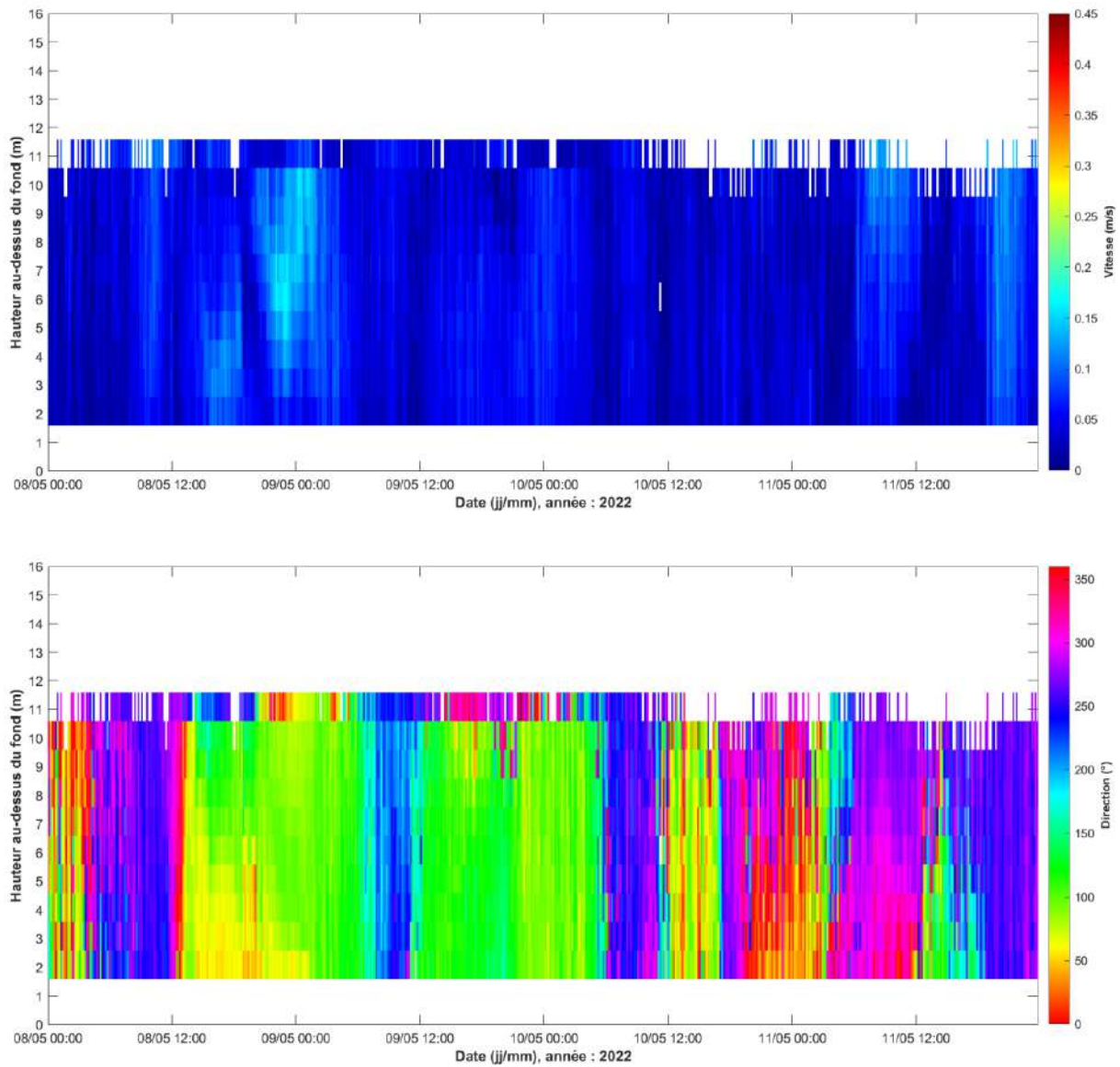
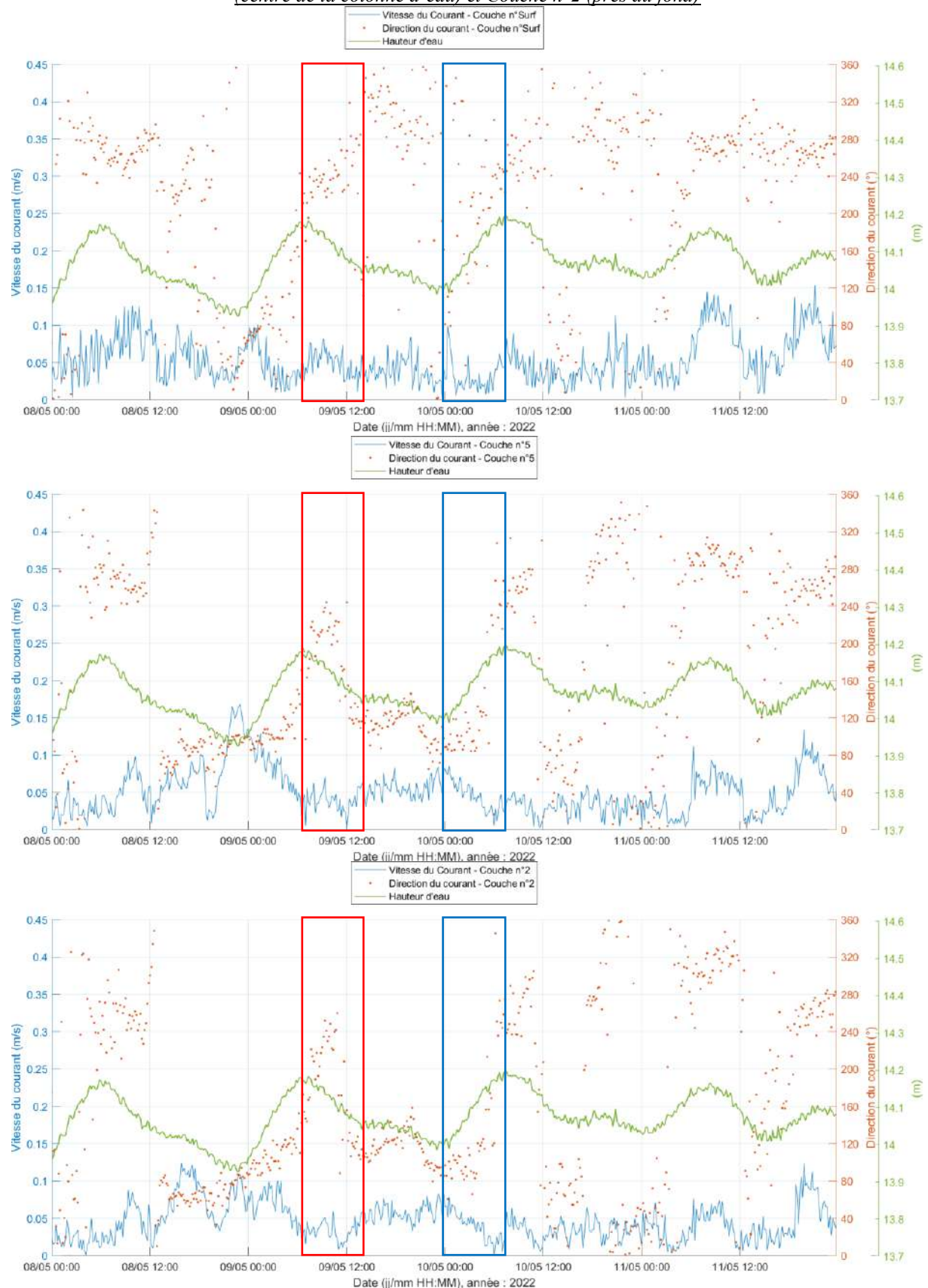


Figure 84 : A2 – Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 8 au 11 mai 2022 (coefficients de marée : 34/31, 30/30, 31/34 et 39/45) – Couche de surface, Couche n°5 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



Légende : Marée descendante ; Marée montante

Figure 85 : A2 – Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 14 au 17 juin 2022
(coefficients de marée : 91/93, 95/96, 96/94 et 92/89)

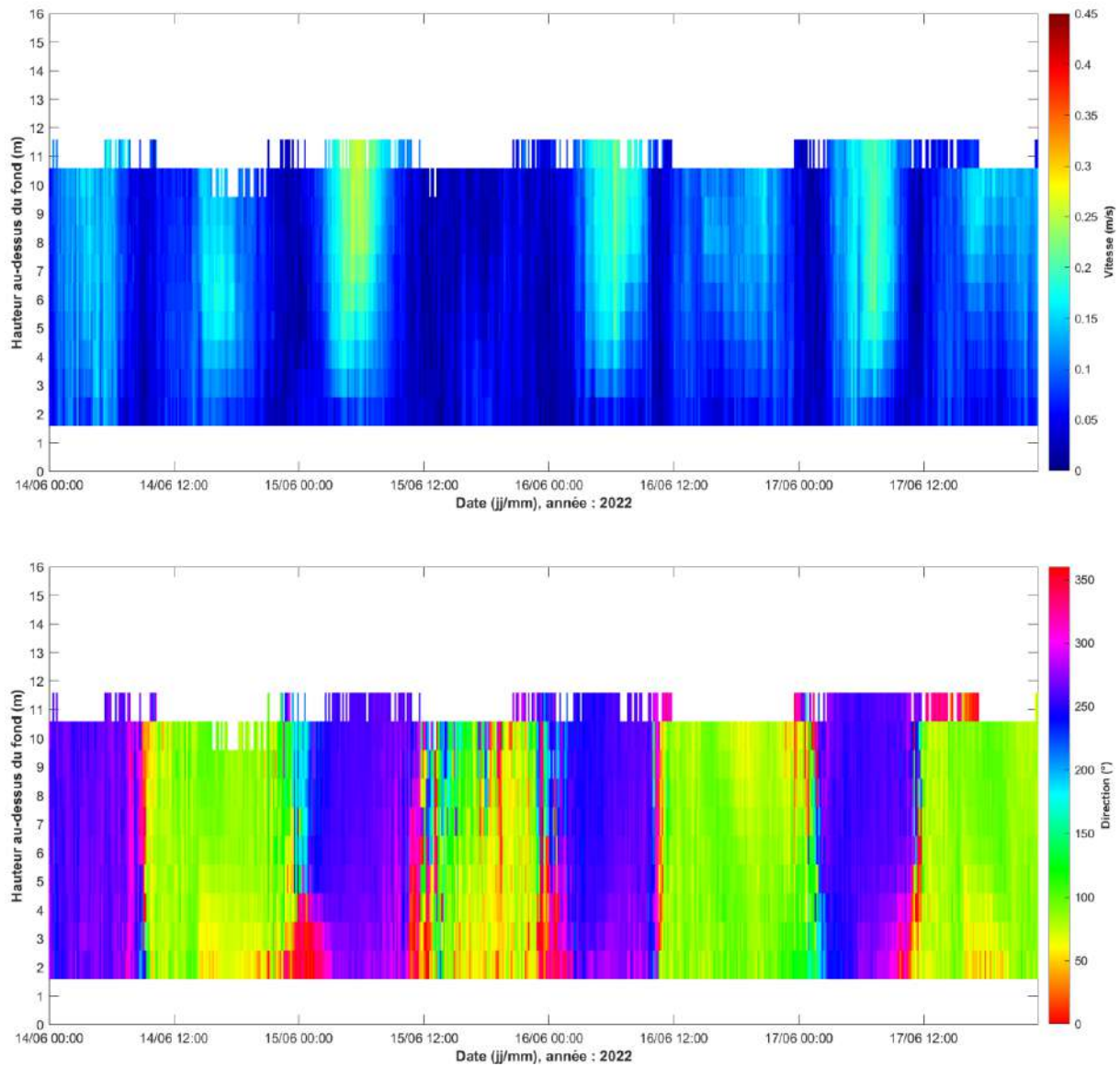
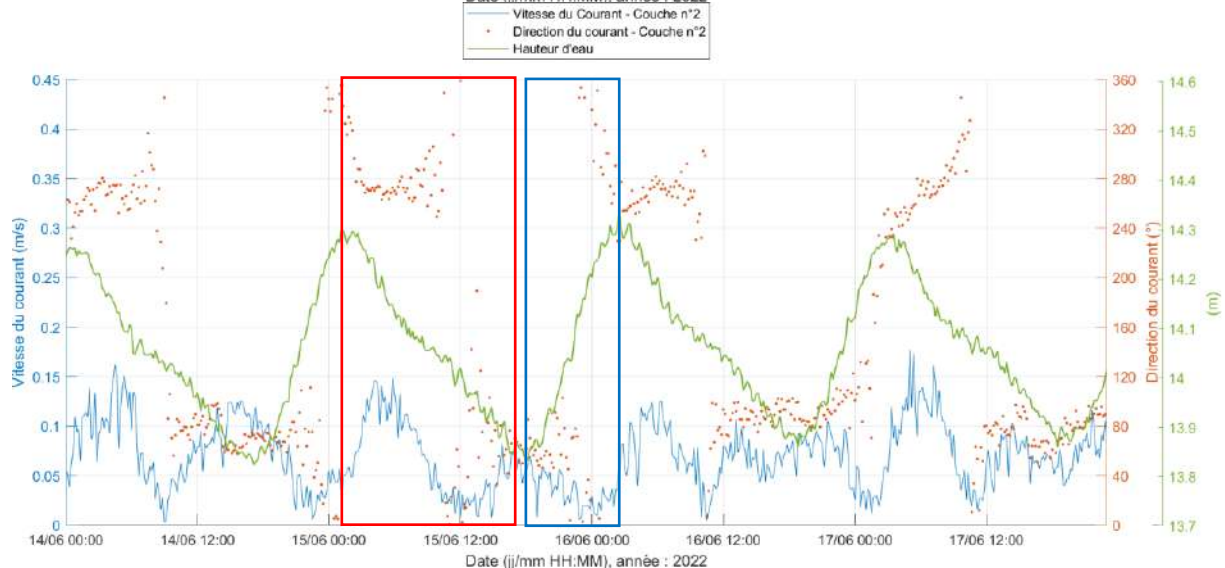
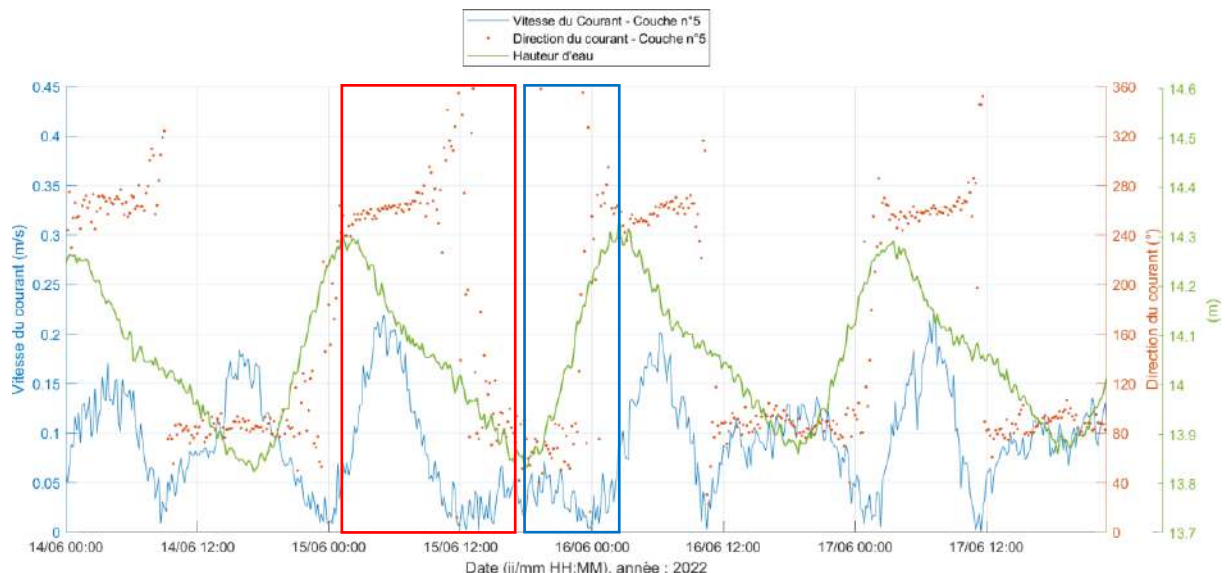
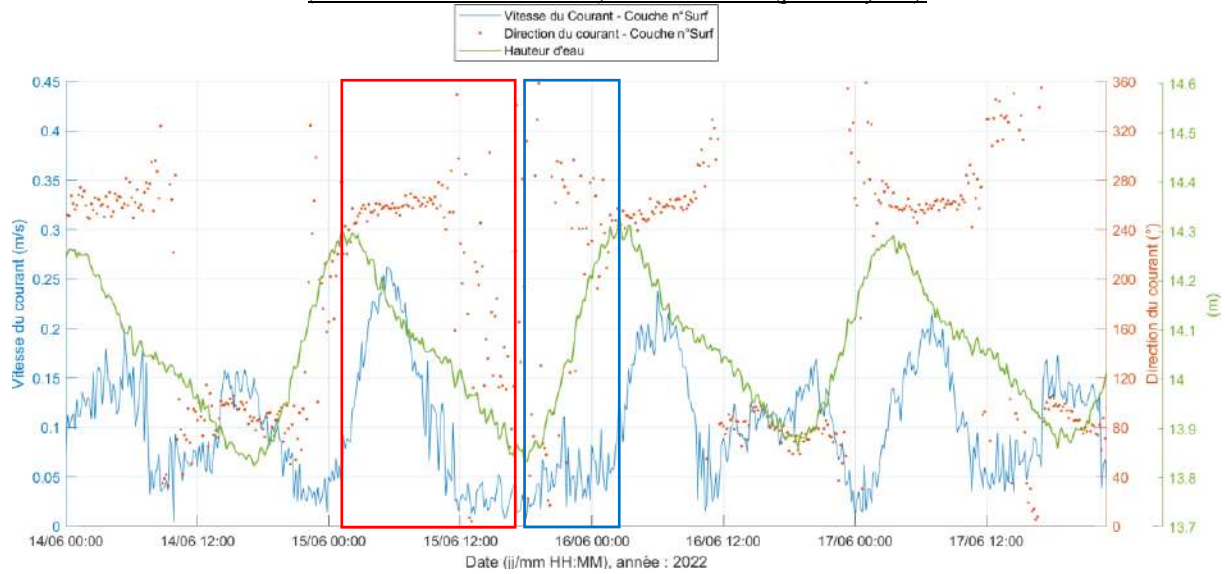


Figure 86 : A2 – Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 14 au 17 juin 2022 (coefficients de marée : 91/93, 95/96, 96/94 et 92/89) – Couche de surface, Couche n°5 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°2 (près du fond)



Légende : Marée descendante ; Marée montante

7.5. A2 – 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 Géographique.

7.5.1. A2 – Houle Globale

Les pages suivantes présentent les séries temporelles et les statistiques des principaux paramètres de la houle globale, c'est-à-dire les paramètres de houle calculés sur toute la bande de fréquence.

Figure 87 : A2 – Séries temporelles des hauteurs de la houle

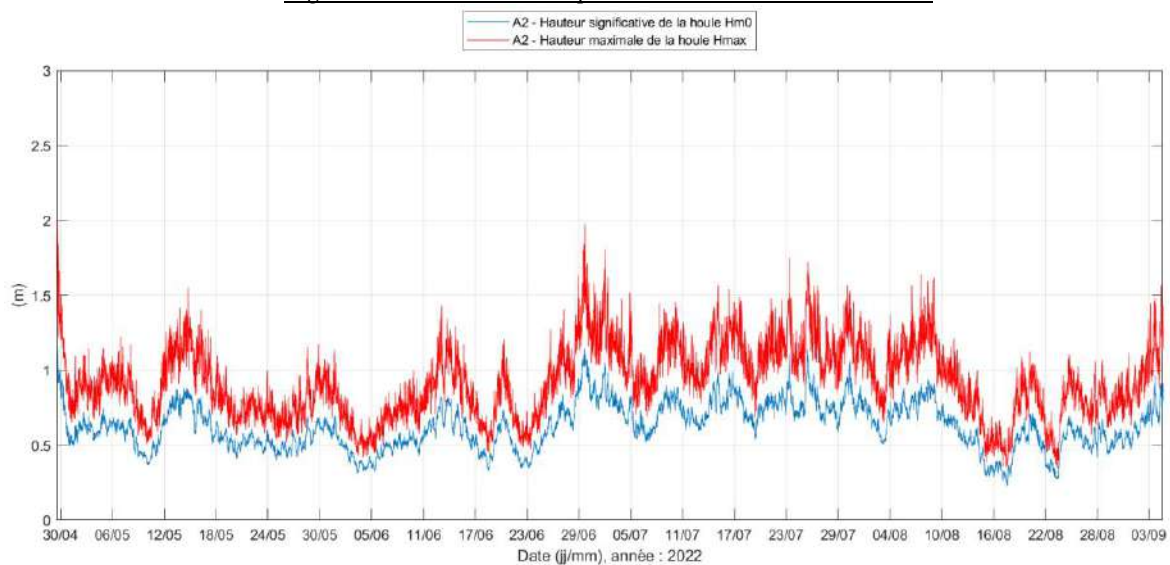


Figure 88 : A2 – Séries temporelles des périodes de la houle

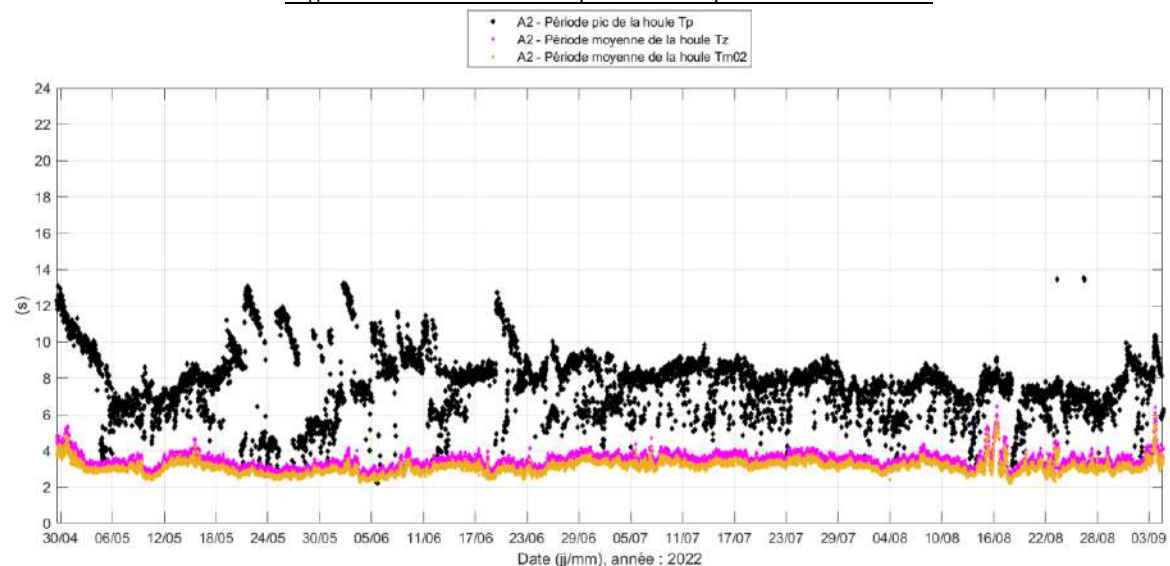
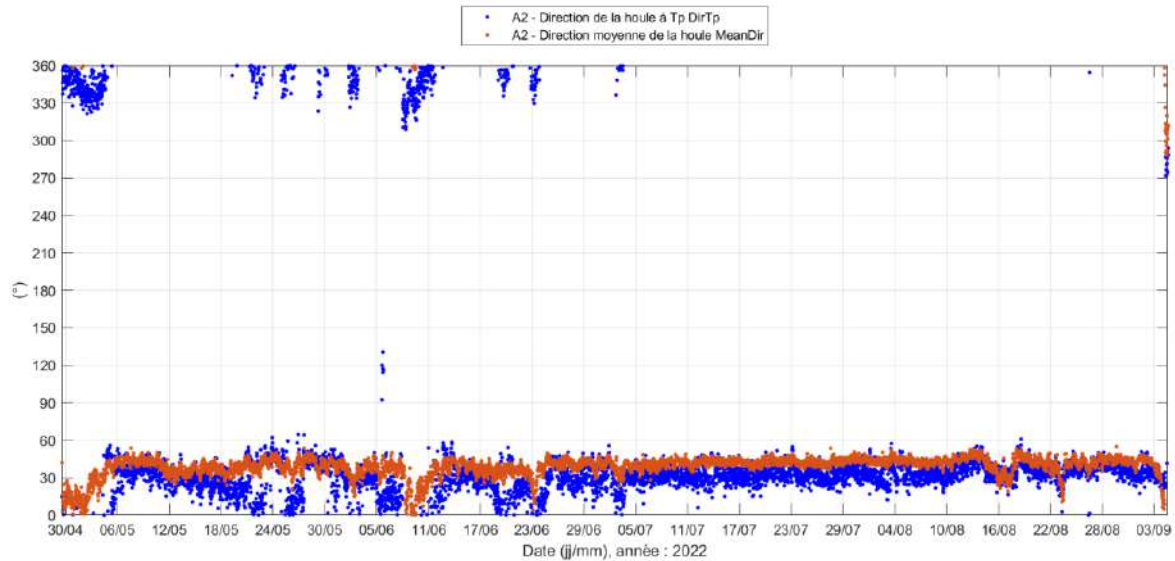


Figure 89 : A2 – Séries temporelles des directions de la houle



Durant la campagne de mesure, la mer mesurée au niveau de la Station A2 n'est jamais calme puisque la hauteur significative de la houle est toujours supérieure à 0.1 m. L'état de mer est principalement peu agité ($0.5 \text{ m} < H_{m0} < 1.25 \text{ m}$).

Entre le 29 avril 2022 et le 4 septembre 2022, il n'y a pas eu d'événements significatifs. La hauteur significative moyenne est de 0.63 m. La hauteur significative de la houle a atteint une hauteur maximale de 1.16 m (observée le 29 avril 2022) et un Hmax de 2.00 m au maximum (relevé le 25 juillet 2022).

La série temporelle des périodes pics souligne la présence de houles courtes (de périodes allant de 2 s à 8 s) et de houles plus longues (de périodes allant de 8 à 13 secondes).

Durant la période de mesure, les houles proviennent principalement du secteur NNE-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 21 : A2 – Principales statistiques des paramètres de houle

Hm0	
Hm0 min	0.23 m
Hm0 moyen	0.63 m
Hm0 max	1.16 m
% Hm0 > 0.1 m	100 %
% Hm0 > 0.5 m	78.91 %
% Hm0 > 1 m	0.88 %
% Hm0 > 1.25 m	0 %
% Hm0 > 2.5 m	0 %
Hmax	
Hmax min	0.35 m
Hmax moyen	0.92 m
Hmax max	2.00 m
% Hmax > 0.1 m	100 %
% Hmax > 0.5 m	97.17 %
% Hmax > 1 m	35.97 %
% Hmax > 1.25 m	9.33 %
% Hmax > 2.5 m	0 %
Tp	
Tp min	2.19 s
Tp moyen	7.61 s
Tp max	13.54 s
DirTp	
Direction principale	NNE-NE

Figure 90 : A2 – Histogrammes des paramètres de houle Hm0, Tp et DirTp

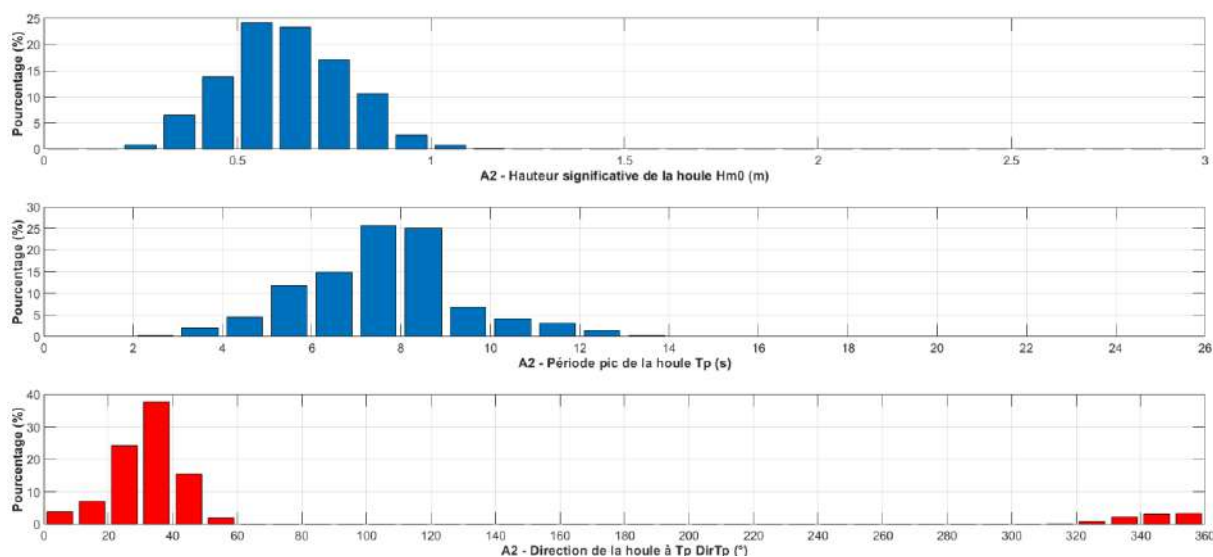


Figure 91 : A2 – Roses directionnelles de la houle

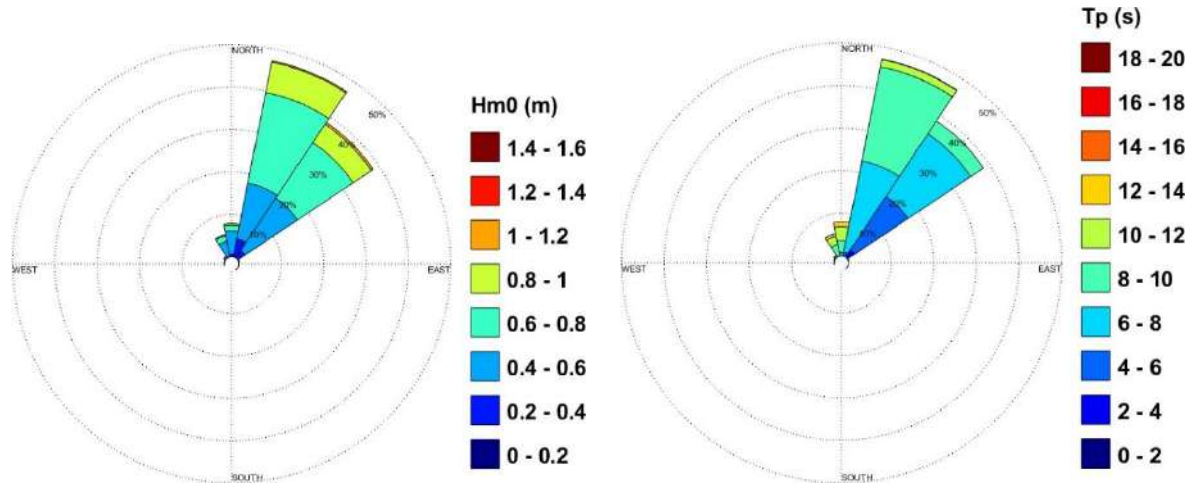


Figure 92 : A2 – Corrélogramme Hm0/DirTp

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	360°	
0 - 0.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2 - 0.4 m	1.19	5.65	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.33	7.26
0.4 - 0.6 m	8.3	19.48	3.82	0	0.02	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0.08	1.51	4.72	38.02
0.6 - 0.8 m	3.68	32.03	2.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0.85	1.33	40.51
0.8 - 1 m	0.88	10.99	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0.03	0.03	0.52	13.33
1 - 1.2 m	0.05	0.68	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.88
1.2 - 1.4 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.4 - 1.6 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.6 - 1.8 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8 - 2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 - 2.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	14.1	68.83	7.28	0	0.02	0.08	0	0	0	0	0	0	0.21	0.11	2.44	6.93	100

Figure 93 : A2 – Corrélogramme Hm0/Tp

	0s	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	24s	TT	
	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	24s			
0 - 0.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2 - 0.4 m	0	0	0	0.02	0.07	0.29	0.57	4	1.69	0.15	0.34	0.07	0.05	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.26
0.4 - 0.6 m	0	0.29	1.04	2.98	3.6	5.22	6.8	8.02	3.86	2.86	2.1	0.98	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.02
0.6 - 0.8 m	0	0	0.02	0.8	1.19	6.02	6.62	11.15	10.87	2.07	0.93	0.8	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40.51
0.8 - 1 m	0	0	0	0.1	0.28	1.55	2.23	3.48	4.36	0.75	0.08	0.11	0.37	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.33
1 - 1.2 m	0	0	0	0	0.02	0.24	0.24	0.16	0.08	0.08	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.88
1.2 - 1.4 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.4 - 1.6 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.6 - 1.8 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.8 - 2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 - 2.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	0	0	0.31	1.95	4.52	11.7	14.89	25.6	25.03	6.9	4.22	3.08	1.5	0.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Figure 94 : A2 – Corrélogramme Hmax/THmax

	0s	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	24s	TT	
	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	24s			
0 - 0.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2 - 0.4 m	0	0	0	0	0.02	0.03	0.07	0.05	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18
0.4 - 0.6 m	0	0	0.34	0.55	1.11	1.5	2.1	1.76	0.86	0.08	0.1	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.41
0.6 - 0.8 m	0	0	1.19	3.5	4.74	6.07	4.18	2.57	1.17	0.63	0.24	0.05	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.4
0.8 - 1 m	0	0	0.6	3.56	6.2	7.91	6.58	3.94	1.14	0.65	0.34	0.18	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31.04
1 - 1.2 m	0	0	0.07	2.03	4.02	6.62	6.38	2.44	0.59	0.24	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.59
1.2 - 1.4 m	0	0	0.02	0.55	2.08	2.66	2.85	1.51	0.33	0.15	0.15	0.02	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.56
1.4 - 1.6 m	0	0	0	0.11	0.65	0.63	0.49	0.23	0.15	0.02	0.02	0.02	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.38
1.6 - 1.8 m	0	0	0	0	0.1	0.07	0.1	0.05	0	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.34
1.8 - 2 m	0	0	0	0.02	0.03	0.03	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
2 - 2.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2 - 2.4 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.4 - 2.6 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.6 - 2.8 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.8 - 3 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	0	0	2.21	10.34	18.95	25.73	22.74	12.45	4.25	1.77	0.96	0.39	0.18	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

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 95 : A2 – Spectre d'énergie de la houle

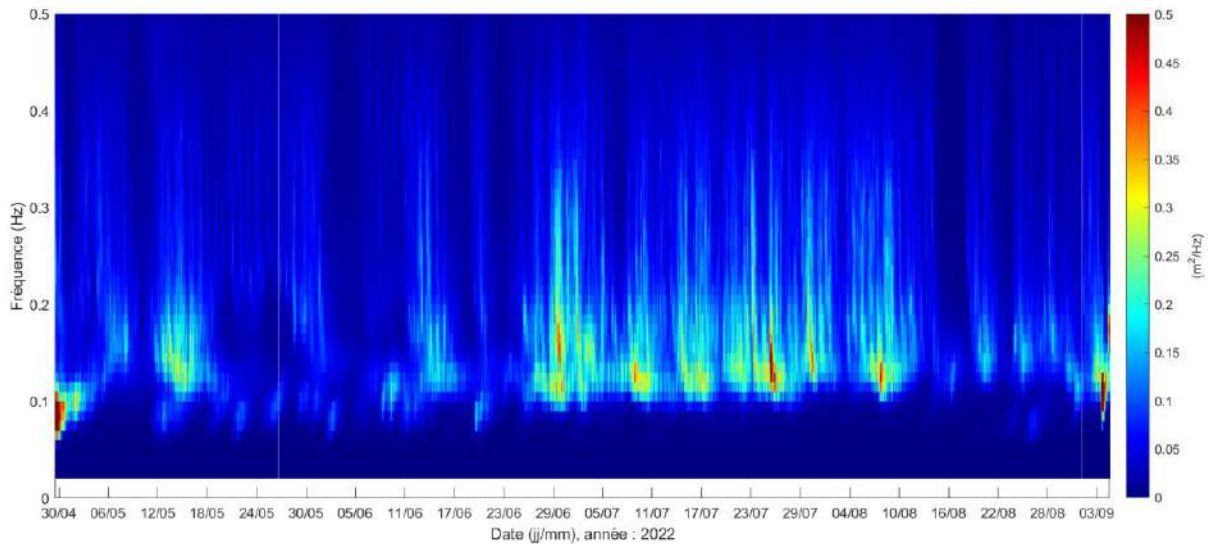
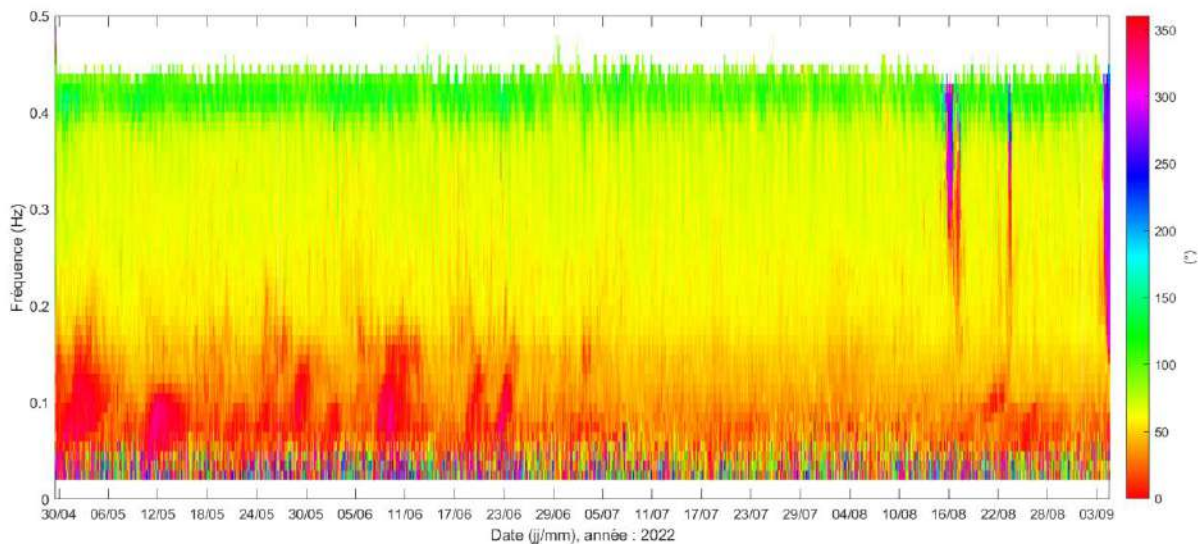


Figure 96 : A2 – Spectre directionnel de la houle



D'après l'analyse spectrale, la houle la plus énergétique est généralement relevée dans les hautes fréquences (> 0.12 Hz) avec une dominance de la houle autour de 8 s de période. La provenance de la houle la plus énergétique est observé vers le Secteur NE. Dans les basses fréquences (< 0.12 Hz), une provenance de la houle est relevée vers le N et NNW.

7.5.2. A2 – Mer du vent (Houle HF) / Houle longue (Houle BF)

Selon les résultats de l'analyse spectrale, la dissociation entre la mer du vent (HF) et la houle longue (BF) est réalisée à la fréquence limite de 0.12 Hz soit à une période de houle de 8.33 s. Les résultats sont présentés ci-après.

Figure 97 : A2 – Houle longue – Série temporelle de la hauteur significative Hm0 BF

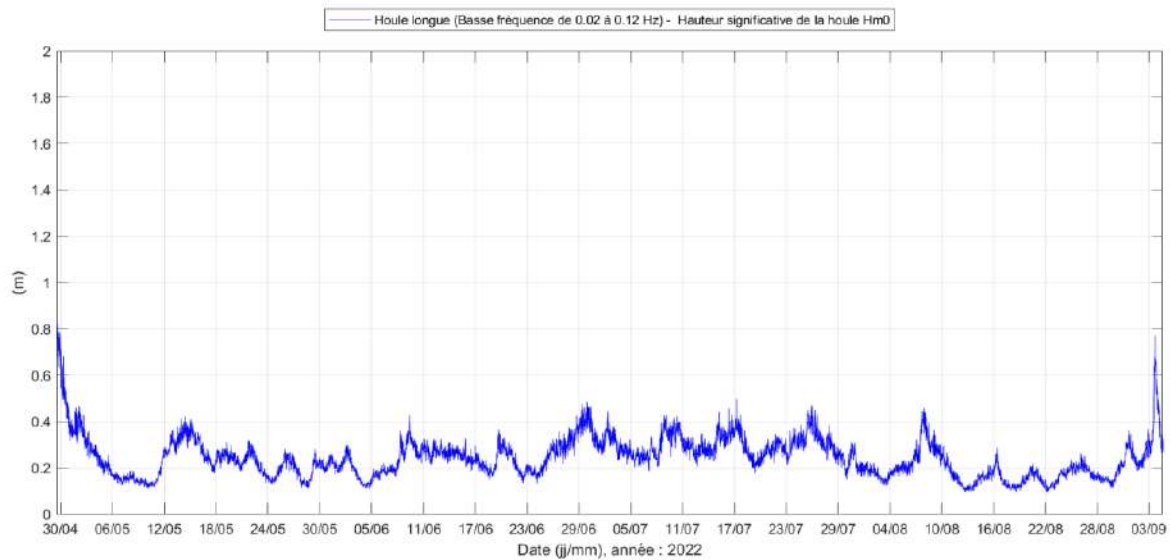


Figure 98 : A2 – Mer du vent – Série temporelle de la hauteur significative Hm0 HF

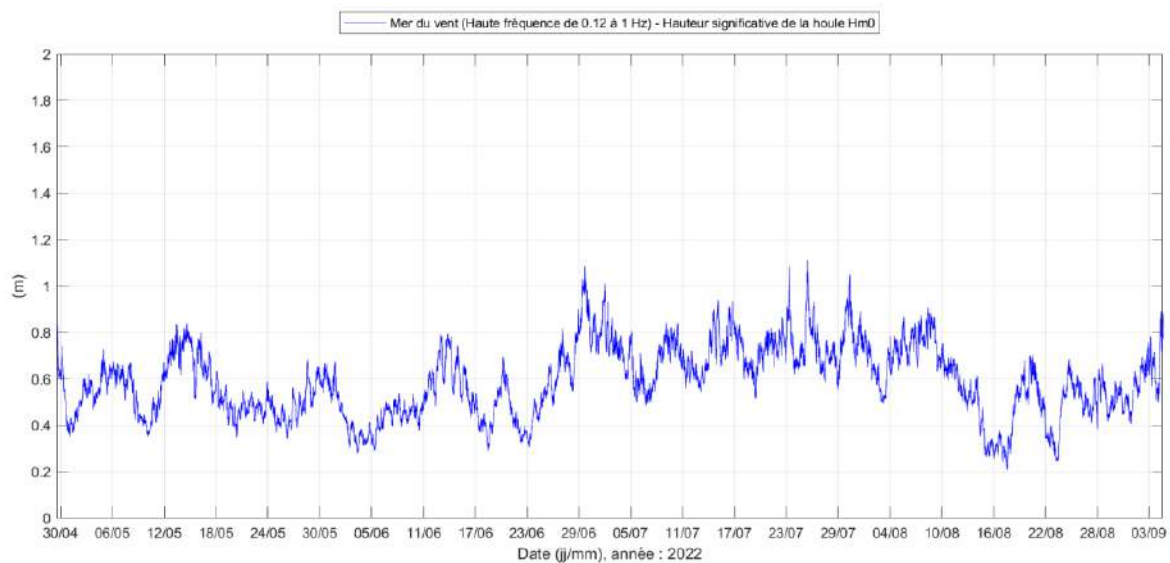
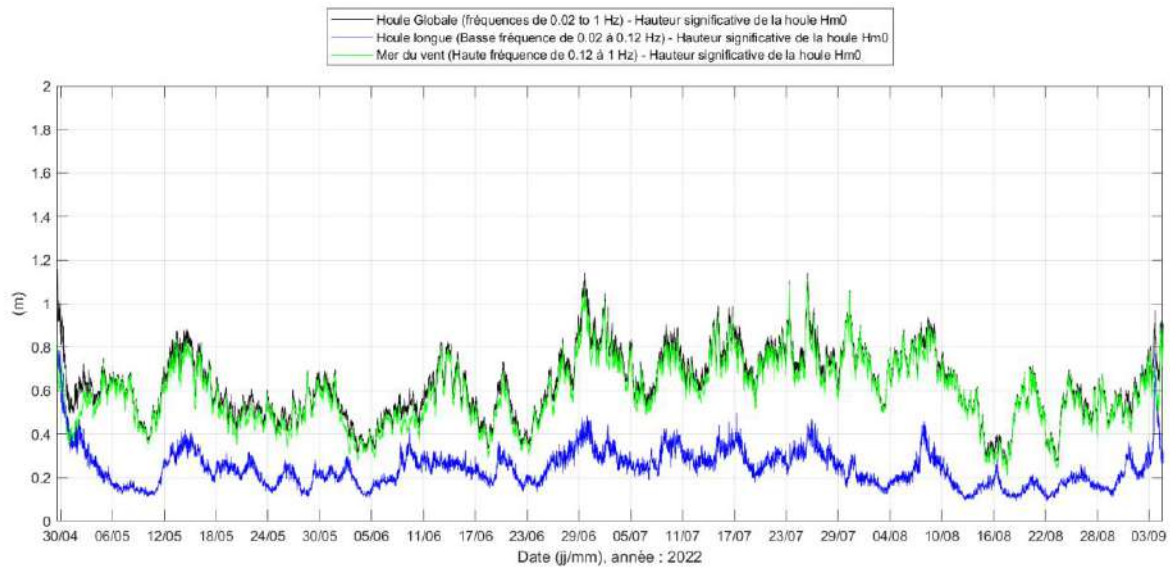


Figure 99 : A2 – Série temporelle H_{m0} , H_{m0} BF et H_{m0} HF



De manière générale, la mer du vent est plus importante que la houle longue au niveau de la Station A2.

Cependant, pour plusieurs périodes, entre le 29 et le 30 avril 2022 et le 3 septembre, l'augmentation de l'état de mer est principalement due à la mer du vent et est renforcée par la houle longue.

D'après les roses directionnelles, la provenance de la mer du vent est principalement observée vers le NNE-NE. Tandis que la houle longue provient principalement du secteur NNE mais une provenance du NNW-N est relevée. La provenance et les périodes de la mer du vent et de la houle longue sont présentées à la page suivante.

Figure 100 : A2 – Houle longue – Série temporelle de la direction DirTp

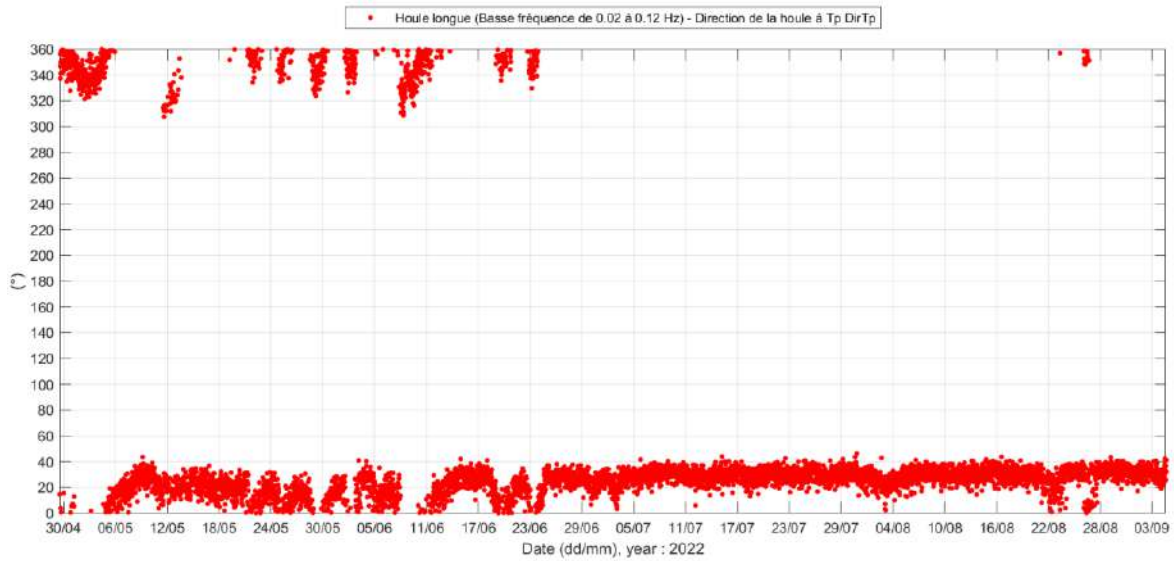


Figure 101 : A2 – Mer du vent – Série temporelle de la direction DirTp

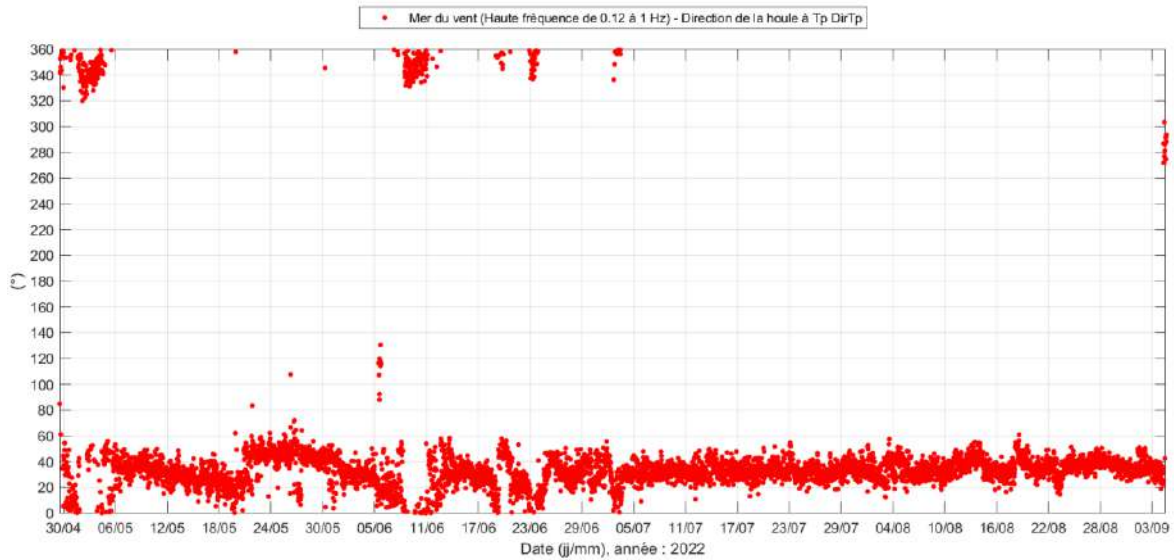


Figure 102 : A2 – Rose Tp BF

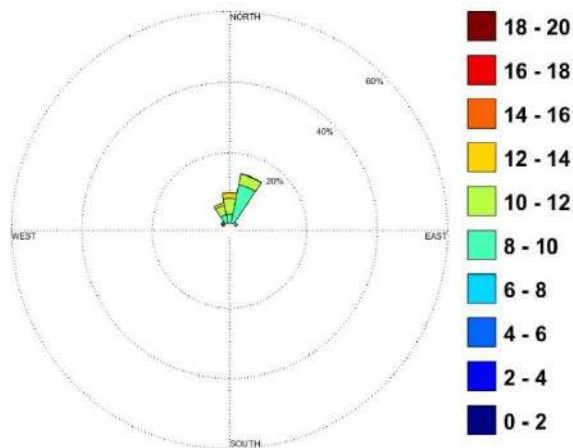
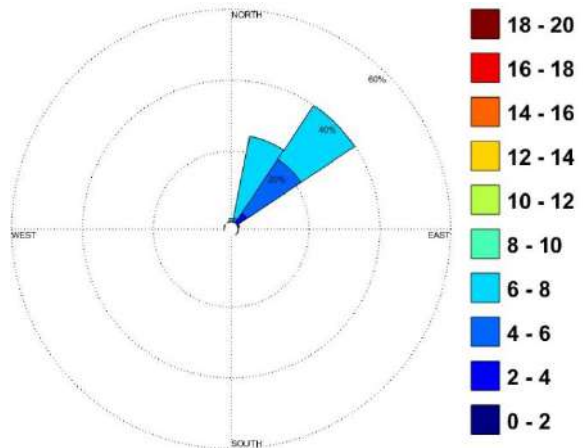


Figure 103 : A2 – Rose Tp HF



7.6. A2 – Température / Salinité CTD (Pour information)

La sonde CTD SBE37 SN 7177, revenant de calibration, montre des mesures de salinité erronées dès le début de la campagne de mesures. Les mesures de température sont cohérentes par rapport aux mesures de température prises par le Signature 1000.

7.6.1. A2 – Température de l'eau

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par la CTD Seabird SBE37 au niveau de la Station A2 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 104 : A2 - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

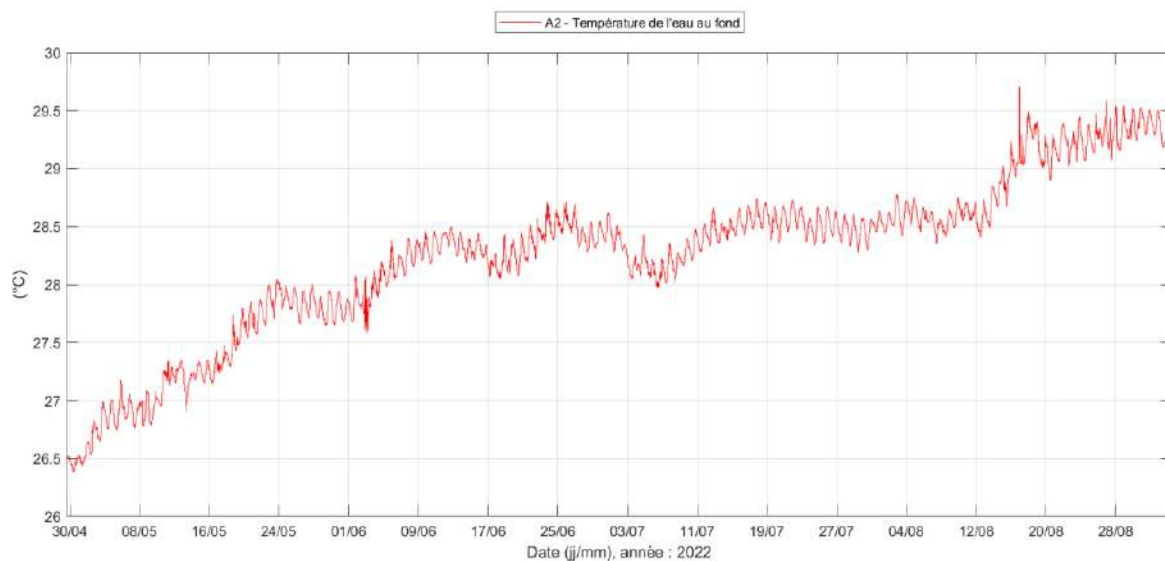


Tableau 22 : A2 – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

Minimum	Moyen	Maximum
26.39 °C	28.25 °C	29.71 °C

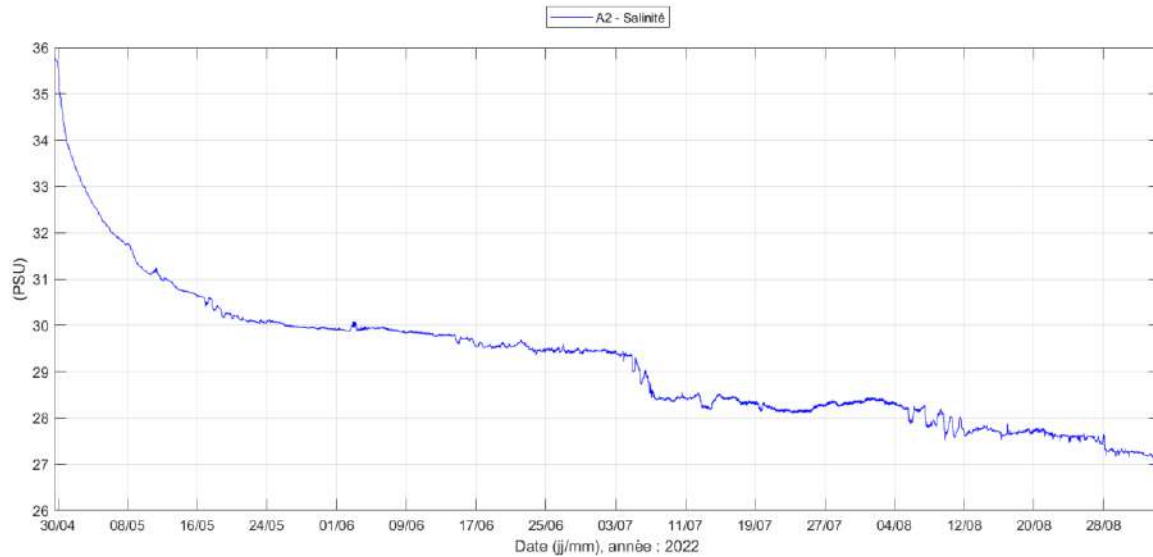
Au niveau de la Station A2, la température de l'eau (donnée par la CTD) a augmenté progressivement sur les 4 mois de mesure. La température minimale de 26.39 °C est observée le 30 avril 2022 et la température maximale de 29.71 °C le 16 août 2022.

À noter que la température de l'eau au fond présente des variations quotidiennes de l'ordre de 0.02 °C au minimum à 0.50 °C au maximum.

7.6.2. ***A2 – Salinité de l'eau (pour information)***

Les mesures de salinité erronée effectuées par la CTD Seabird SBE37 sont présentées dans ce paragraphe à titre informatif.

Figure 105 : A2 – Données de la salinité données par la CTD Seabird



En effet, malgré une forte dérive de la salinité dès le début de la campagne, il a été remarqué que la tendance générale (sans parler de valeur) est sensiblement la même que celle observée sur la salinité au niveau de la Station A1. Le 6 juillet 2022, une nette diminution de la salinité est observée, ainsi qu'une diminution progressive entre le 12 août 2022 et la fin de la campagne de mesure.

7.7. A2 – Turbidité

La série temporelle de la turbidité de l'eau mesurée par le turbidimètre ECO NTU au niveau de la Station A2 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 106 : A2 - Série temporelle de la turbidité de l'eau

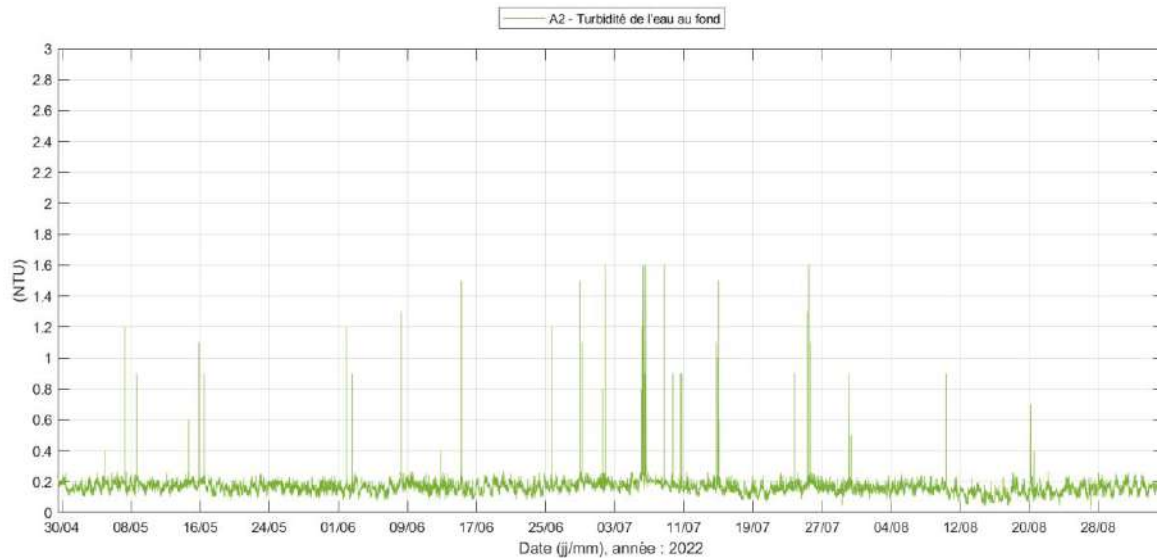


Tableau 23 : A2 – Principales statistiques relatives à la turbidité sur la période d'étude

Minimum	Moyen	Maximum
0.02 NTU	0.17 NTU	1.60 NTU

Sur la campagne de mesure de 4 mois au niveau de la Station A2, la turbidité de l'eau est très faible, avec un valeur moyenne inférieure à 0.2 NTU. Quelques accentuations de la turbidité sont observées tout au long de la campagne de mesure pour atteindre un maximum de 1.6 NTU.

7.8. A2 – Profils CTD, Turbidité et Granulométrie

Lors de la pose et de la récupération du système de mesure au niveau de la Station A2, des profils CTD, turbidité et granulométrie ont été effectués.

7.8.1. A2 – Profils CTD

Figure 107 : A2 – Profils de température / salinité sur la colonne d'eau au moment de la pose

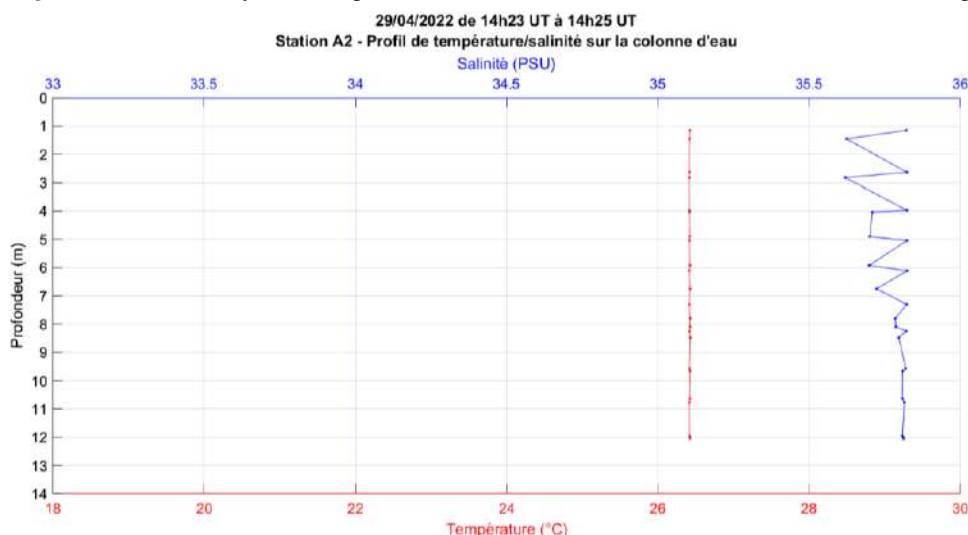
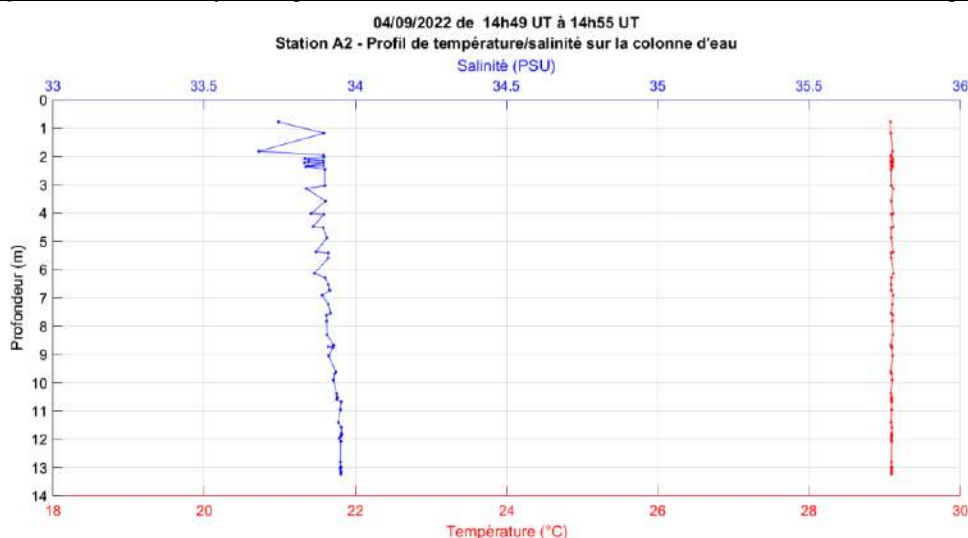


Figure 108 : A2 – Profils température / salinité sur la colonne d'eau au moment de la récupération



Les profils de température et de salinité montrent une homogénéité de ces deux paramètres sur la colonne d'eau, à la pose et à la démobilitation. Lors de la pose, la température moyenne sur la colonne d'eau est de 26.42 °C et la salinité moyenne de 35.78 PSU. À la dépose, la température moyenne de l'eau est de 29.09 °C et la salinité moyenne de 33.90 PSU.

Grâce à ces profils, il a été constaté que la CTD restée en eau durant 4 mois à la Station A2 a fortement dérivé puisque la salinité relevée au fond sur les deux CTDs est totalement différente.

7.8.2. A2 – Profils Turbidité

Figure 109 : A2 – Profil de la turbidité sur la colonne d'eau au moment de la pose

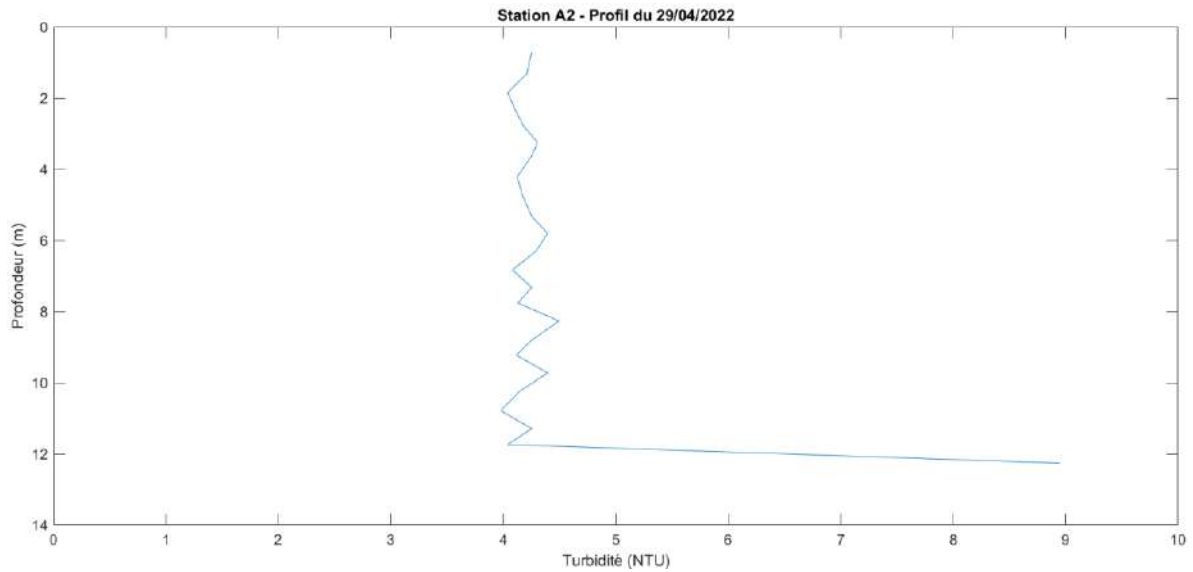
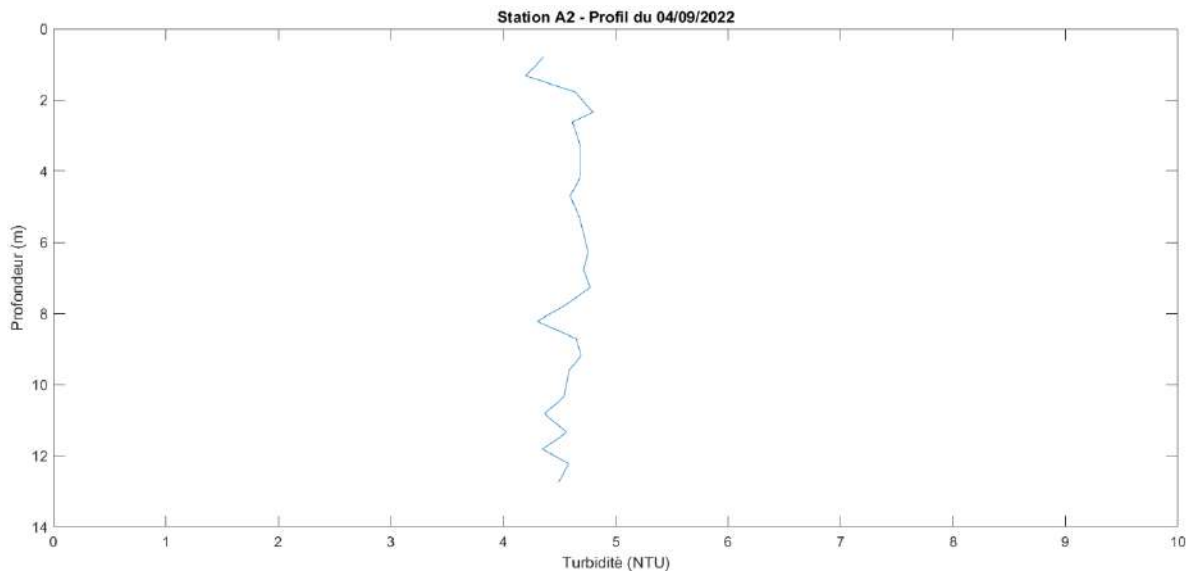


Figure 110 : A2 – Profil de la turbidité sur la colonne d'eau au moment de la récupération



Le profil de turbidité est relativement homogène sur la colonne avec une moyenne de 4.40 NTU sur la colonne d'eau lors de la pose et une moyenne de 4.58 NTU sur la colonne d'eau lors de la récupération.

Lors de la pose, la mesure de turbidité proche du fond est proche de 9 NTU. Cette valeur a pu être obtenue suite à un soulèvement de sédiment au fond durant la réalisation du profil.

7.8.3. A2 – Profils Granulométrie

Figure 111 : A2 – Concentration volumique des particules réparties sur 32 classes et sur la colonne d'eau lors de la pose

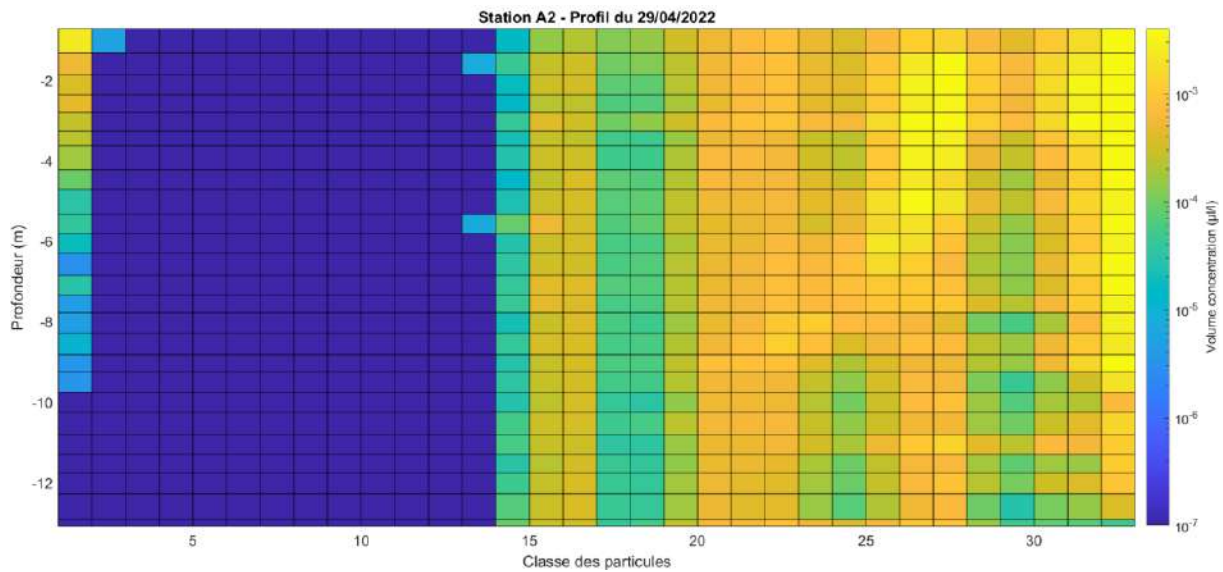
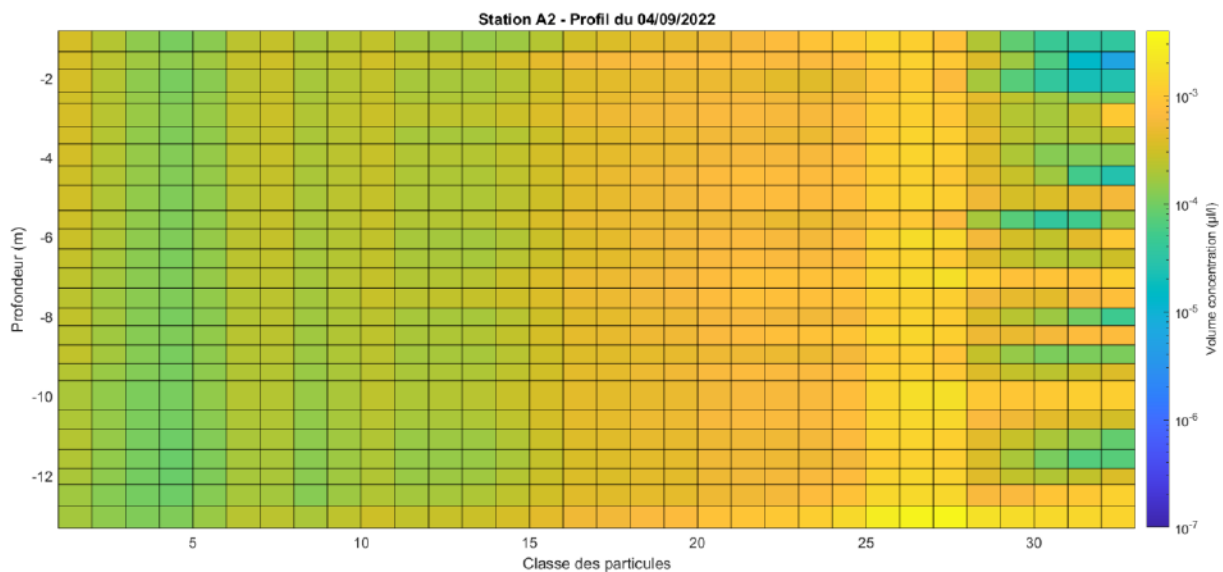


Figure 112 : A2 – Concentration volumique des particules réparties sur 32 classes et sur la colonne d'eau lors de la récupération



Les particules présentes dans l'eau sont rangées dans 32 classes suivant leur taille. Les tailles des particules de chaque classe sont précisées dans la section 4. La présence des particules les plus petites et des particules les plus grandes est marquée lors des profils effectués en avril 2022 et en septembre 2022. Lors de la pose, les particules de la classe 2 à 14 sont peu présentes. La taille de ces particules est comprise entre 2.25 µm et 19.3 µm. Lors de la récupération, la concentration en particules sur les différentes classes est relativement homogène sur la colonne d'eau.

8. RÉSULTATS – A3

8.1. A3 – Caractéristiques générales

Coordonnées géographiques : 18°4.620'N / 63°5.520'W

Hauteur d'eau moyenne pendant la période de mesure : 7.4 m

Instrumentation : Aqualabo C4E (Température / Salinité)
Aqualabo OPTOD (Oxygène dissous)
ECO NTU (Turbidité)
GPS Garmin (Position GPS)

Date et heure UT de début et de fin de l'acquisition : du 29/04/2022 12h21 UT au 30/09/2022 23h59 UT avec une maintenance de la Bouée Zéphyr (hors de l'eau) entre le 03/09/2022 15h30 UT et le 04/09/2022 14h13 UT.

La Bouée Zéphyr devant rester une année en eau, elle a été remise à l'eau après la maintenance, le 04/09/2022 14h13 UT.

Les données de la Bouée Zéphyr sont disponibles en temps réel sur le site internet suivant :

<http://nortekmed.dyndns.org/st-martin-zephir>

Identifiant : galisbay

Mot de passe : g@2022

8.2. A3 – Température / Salinité (Sonde C4E)

La bouée Zéphyr positionnée sur la Station A3 est équipée d'une sonde C4E permettant de mesurer la température et la salinité de l'eau en proche surface.

Figure 113 : A3 – Série temporelle de la température de l'eau en proche surface

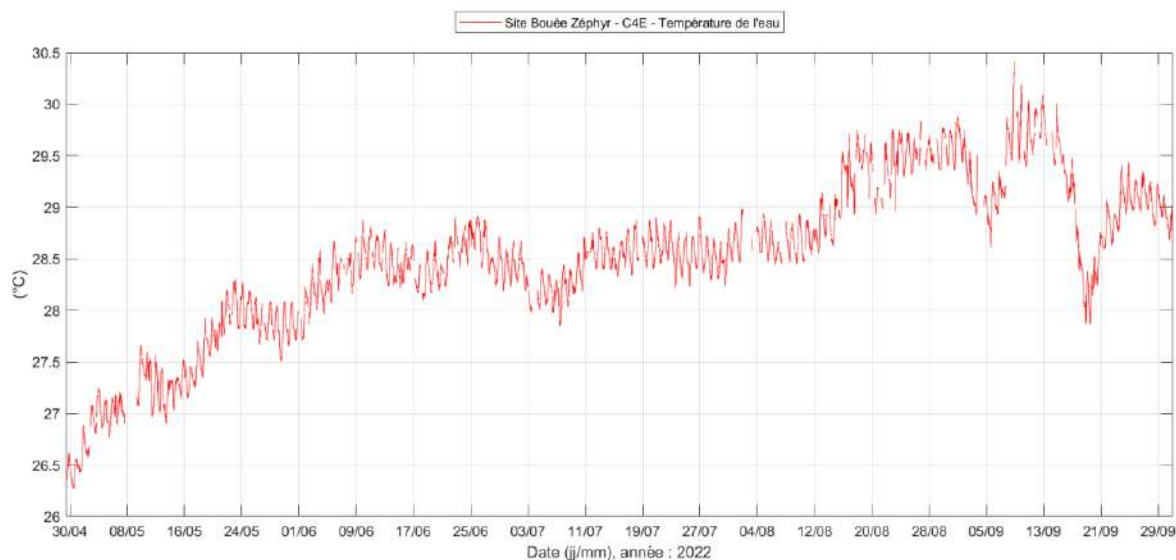


Figure 114 : A3 – Série temporelle de la salinité de l'eau en proche surface

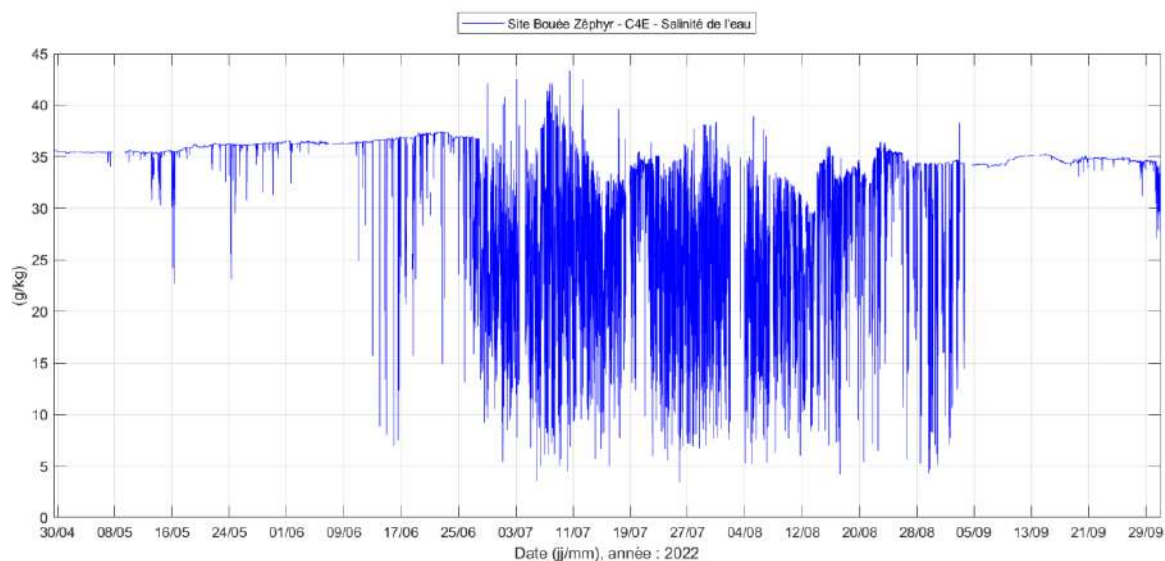


Tableau 24 : A3 – Principales statistiques relatives à la température et à la salinité de l'eau en proche surface sur la période d'étude

Paramètres	Minimum	Moyen	Maximum
Température	26.27 °C	28.48 °C	30.42 °C
Salinité	3.40 g/kg	31.60 g/kg	43.36 g/kg

Durant les 4 mois de mesure, la température de l'eau en proche surface au niveau de la Station A3 augmente progressivement passant de 26.5 °C en moyenne en avril 2022 à 29 °C en moyenne en fin septembre 2022. Des variations journalières de la température de l'eau sont observées tout au long de la campagne de mesure. Ces variations sont de l'ordre de 0.2 °C à 0.6 °C au maximum.

La salinité de l'eau en proche surface au niveau de la Station A3 subit de fortes variations notamment entre fin juin et début septembre 2022. Ces variations sont de l'ordre de quelques dixièmes de g/kg à des dizaines de g/kg. En dehors de ces fortes variations, la salinité de l'eau est en moyenne de 35 g/kg.

Figure 115 : A3 – Corrélogramme Température / Salinité

	25.5°C	26°C	26.5°C	27°C	27.5°C	28°C	28.5°C	29°C	29.5°C	30°C	30.5°C	TT
	26°C	26.5°C	27°C	27.5°C	28°C	28.5°C	29°C	29.5°C	30°C	30.5°C	31°C	
0 - 5 g/kg	0	0	0	0	0	0.03	0.01	0.01	0.02	0	0	0.06
5 - 10 g/kg	0	0	0	0	0.01	0.31	0.38	0.09	0.1	0	0	0.89
10 - 15 g/kg	0	0	0	0	0.02	0.78	1.34	0.16	0.13	0	0	2.43
15 - 20 g/kg	0	0	0	0	0.03	2.06	2.55	0.23	0.24	0	0	5.1
20 - 25 g/kg	0	0	0	0.01	0.01	3.36	3.89	0.52	0.4	0	0	8.18
25 - 30 g/kg	0	0	0	0.03	0.03	3.67	5.17	0.97	0.61	0	0	10.48
30 - 35 g/kg	0	0	0.15	0.6	0.47	4.62	10.02	10.14	4.16	0.31	0	30.47
35 - 40 g/kg	0	1.2	2.95	6.7	8.12	12.87	6.29	1.37	2.86	0.06	0	42.23
40 - 45 g/kg	0	0	0	0	0.02	0.12	0.01	0	0	0	0	0.15
45 - 50 g/kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	0	1.2	3.1	7.34	8.7	27.63	29.65	13.6	8.51	0.37	0	100

8.3. A3 – Oxygène dissous (sonde OPTOD)

La sonde Aqualabo OPTOD donne les mesures d’oxygène dissous (concentration et pourcentage d’oxygène saturé).

Figure 116 : A3 - Série temporelle de la concentration d’oxygène dans l’eau en proche surface

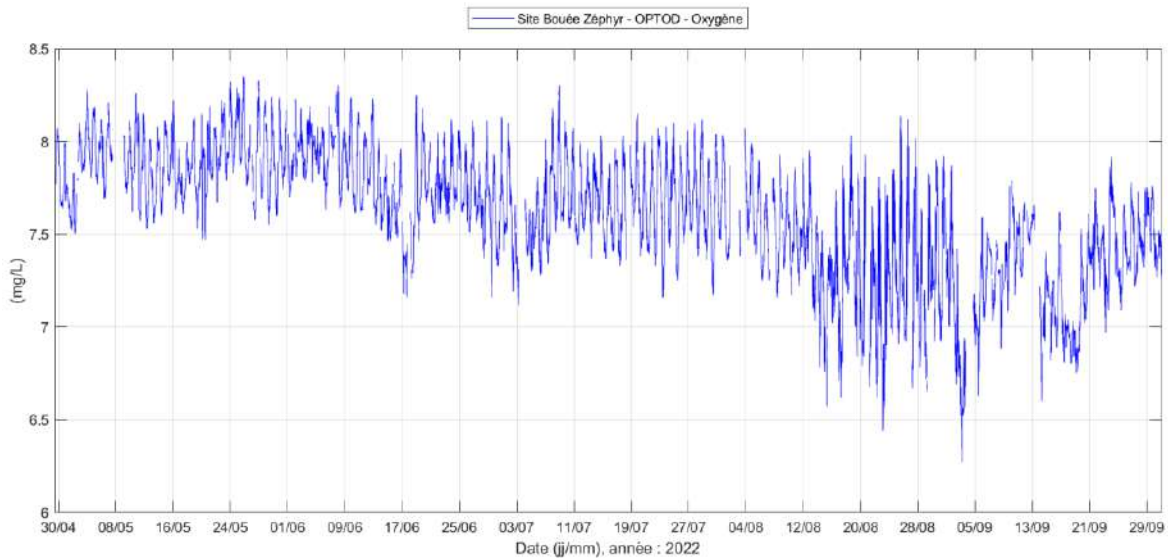


Figure 117 : A3 – Série temporelle du pourcentage d’oxygène

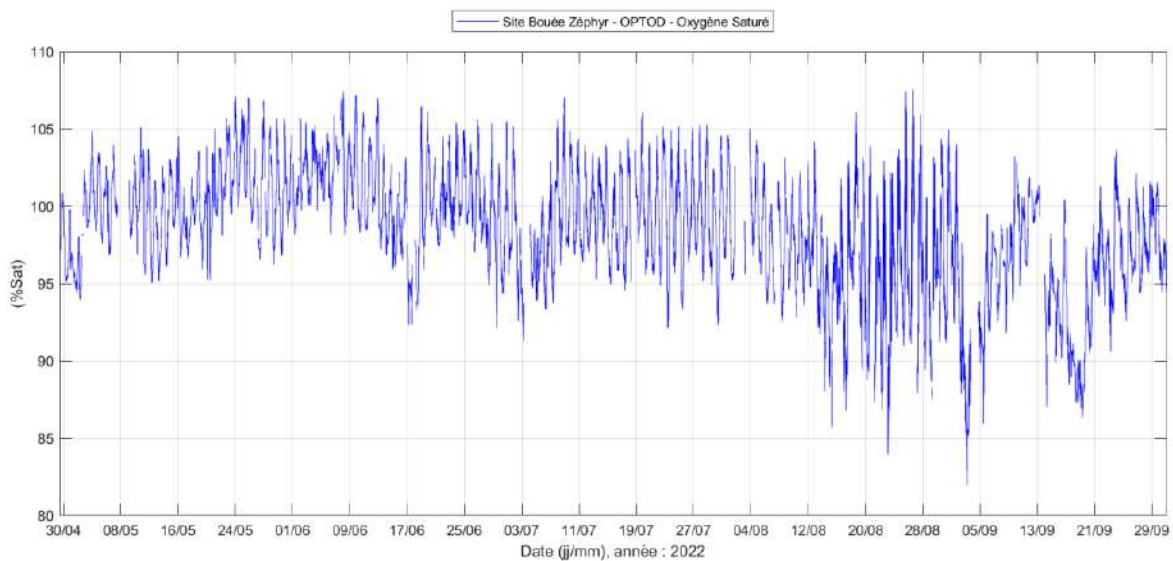


Tableau 25 : A3 – Principales statistiques relatives à l’oxygène dissous en proche surface sur la période d’étude

Paramètres	Minimum	Moyen	Maximum
Concentration Oxygène	6.27 mg/L	7.61 mg/L	8.35 mg/L
% Oxygène	81.97 %	98.50 %	107.58 %

La concentration en Oxygène Dissous en proche surface au niveau de la Station A3 est relativement stable autour de 7.6 mg/L sur toute la période de mesure. La concentration maximale de 8.35 mg/L est relevée le 25 mai 2022 et la concentration minimale de 6.27 mg/L le 3 septembre 2022.

8.4. A3 – Turbidité

La série temporelle de la turbidité de l'eau mesurée par le turbidimètre ECO NTU au niveau de la Station A3 sur la Bouée Zéphyr est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 118 : A3 - Série temporelle de la turbidité de l'eau en proche surface

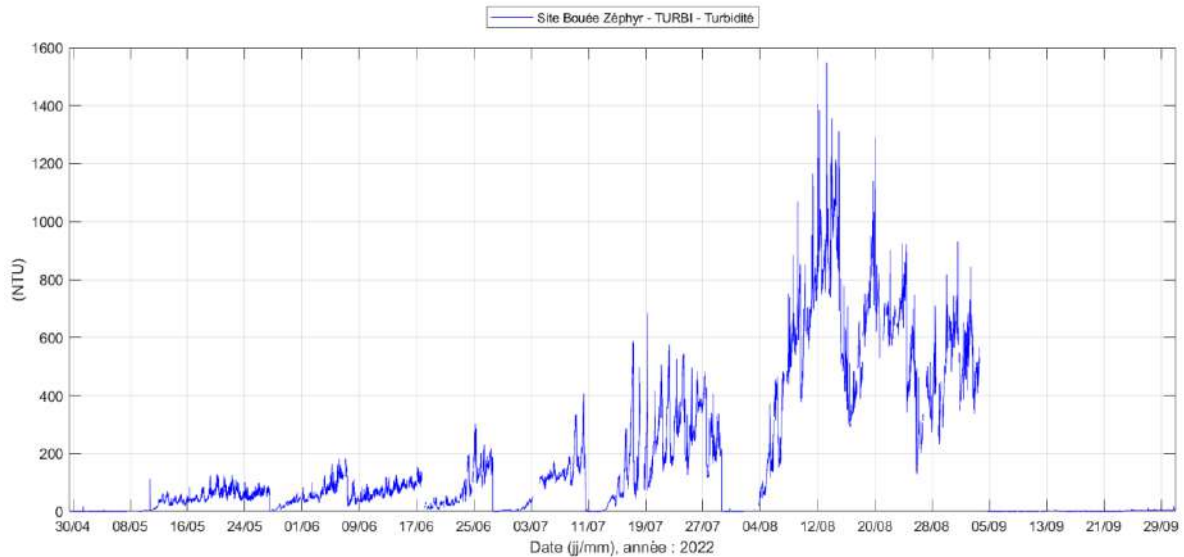


Tableau 26 : A3 – Principales statistiques relatives à la turbidité sur la période d'étude

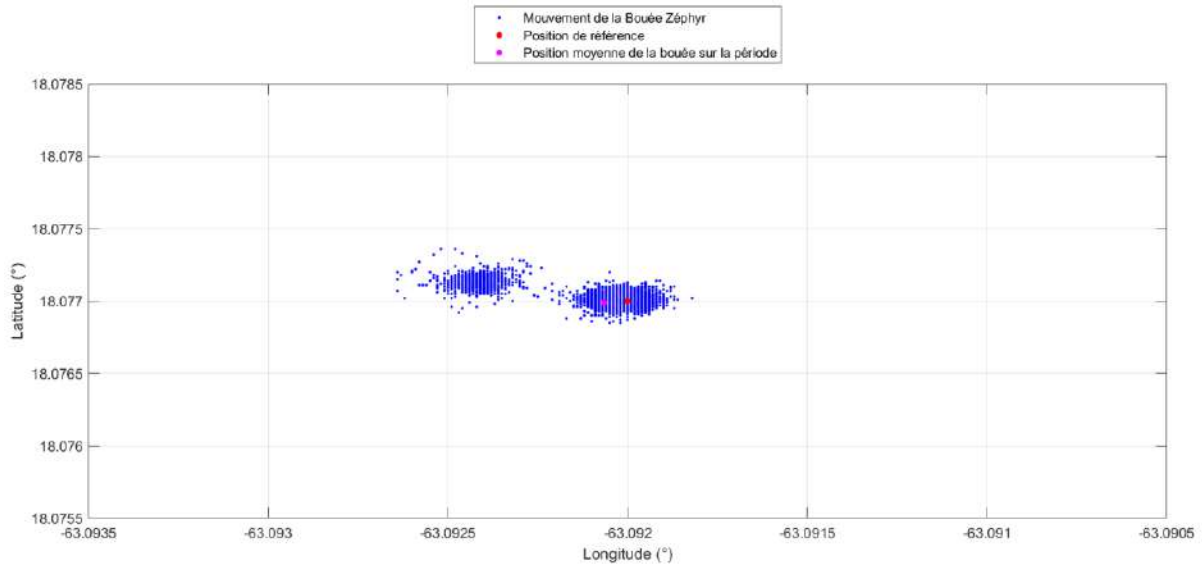
Minimum	Moyen	Maximum
0 NTU	160.96 NTU	1548.31 NTU

La turbidité de l'eau en proche surface au niveau de la Station A3 est disponible en temps réel. Le graphe ci-dessous montre de fortes variations de la turbidité de l'eau. Ceci est probablement dû à un encrassement du capteur. Chaque mois, un nettoyage du capteur est effectué. À chaque nettoyage, la turbidité de l'eau diminue et reste faible durant plusieurs jours. Ces valeurs sont donc à considérer avec beaucoup de précaution.

8.5. A3 – Position GPS

Les mouvements de la Bouée Zéphyr au niveau de la Station A3 sont présentés dans cette section. La position GPS de la Bouée est récupérée toutes les 30 minutes.

Figure 119 : A3 – Position de référence de la Bouée Zéphyr, position moyenne de la Bouée sur la période de mesure et positions GPS de la Bouée Zéphyr sur toute la période de mesure



Rayon autour de son point de référence	Nombre de données supérieures au rayon	Pourcentage de données inférieures au rayon
50 m	12	99.82 %
80 m	0	100 %

Tableau 27 : A3 – Principales statistiques sur la position de la Bouée Zéphyr

Distance minimale au point de référence	0 m
Distance moyenne au point de référence	10.26 m
Distance maximale au point de référence	57.40 m
Latitude moyenne	18.076988 °N
Longitude moyenne	63.092066 °W

La Bouée Zéphyr a été légèrement déplacée suite à sa maintenance le 4 septembre 2022, expliquant les deux amas distincts de positions GPS.

8.6. A3 – Profils CTD, Turbidité et Granulométrie

Lors de la pose et de la récupération du système de mesure au niveau de la Station A3 (Bouée Zéphyr), des profils CTD, turbidité et granulométrie ont été effectués.

8.6.1. A3 – Profils CTD

Figure 120 : A3 – Profils de température / salinité sur la colonne d'eau au moment de la pose

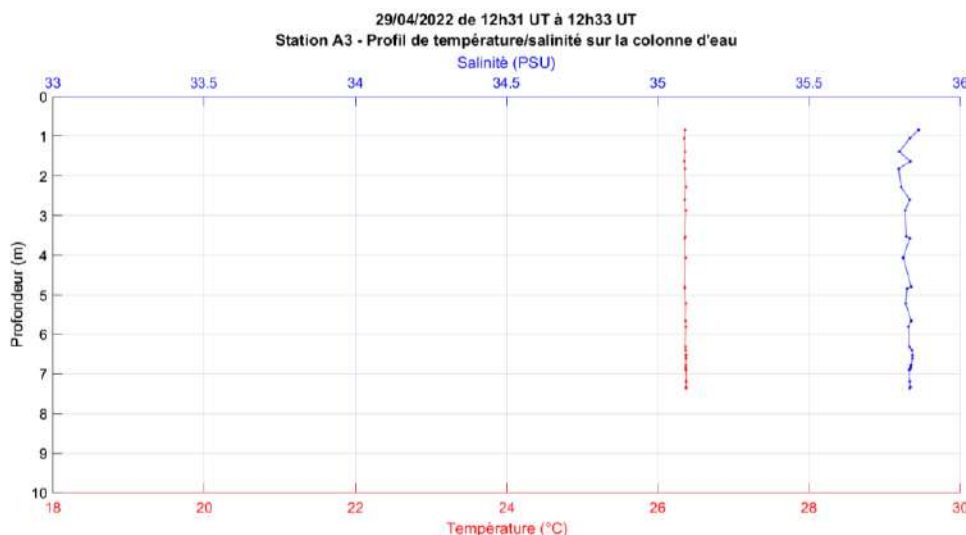
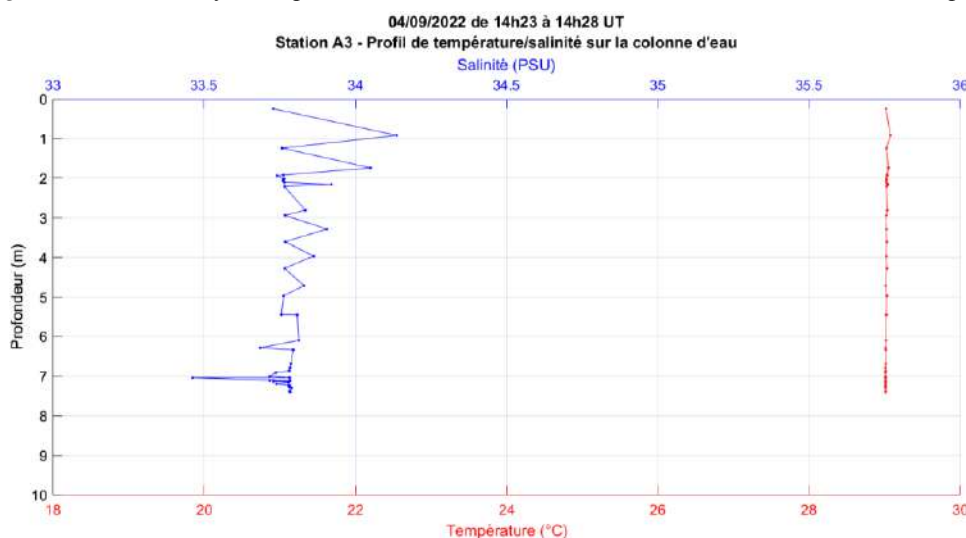


Figure 121 : A3 – Profils température / salinité sur la colonne d'eau au moment de la récupération



Les profils de température et de salinité montrent une homogénéité de ces deux paramètres sur la colonne d'eau, à la pose et à la démobilitation. Lors de la pose, la température moyenne sur la colonne d'eau est de 26.37 °C et la salinité moyenne de 35.83 PSU. À la dépose, la température moyenne de l'eau est de 29.02 °C et la salinité moyenne de 33.78 PSU.

À noter que la salinité moyenne mesurée lors des profils coïncide avec la mesure de la CTD restée en eau durant la campagne de mesure de 4 mois.

8.6.2. A3 – Profils Turbidité

Figure 122 : A3 – Profil de la turbidité sur la colonne d'eau au moment de la pose

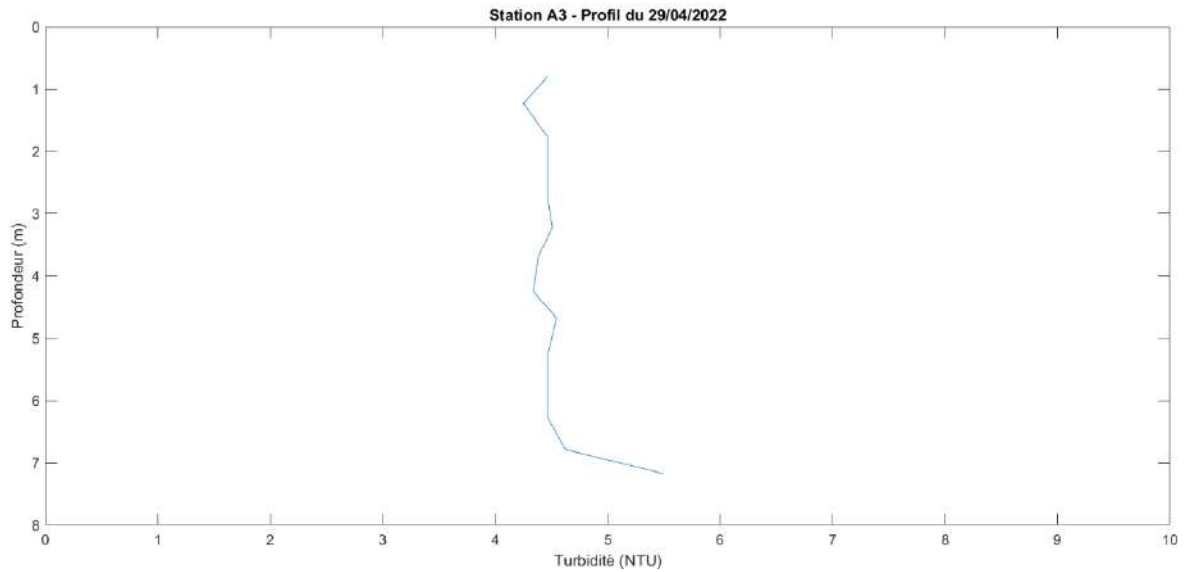
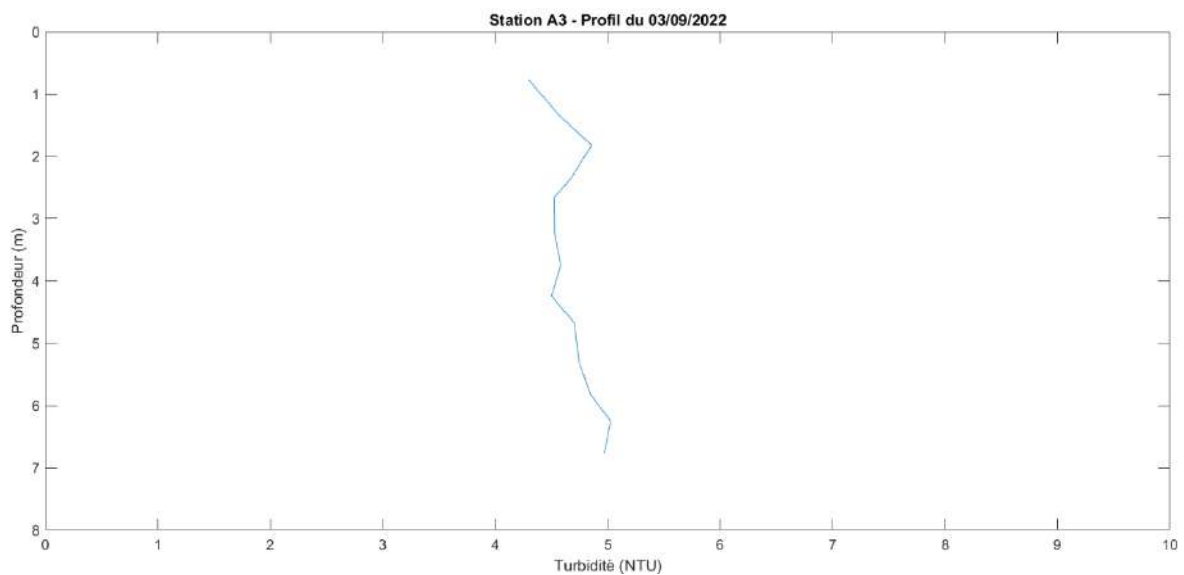


Figure 123 : A3 – Profil de la turbidité sur la colonne d'eau au moment de la récupération



Le profil de turbidité est relativement homogène sur la colonne avec une moyenne de 4.53 NTU sur la colonne d'eau lors de la pose et une moyenne de 4.68 NTU sur la colonne d'eau lors de la récupération.

8.6.3. A3 – Profils Granulométrie

Figure 124 : A3 – Concentration volumique des particules réparties sur 32 classes et sur la colonne d'eau lors de la pose

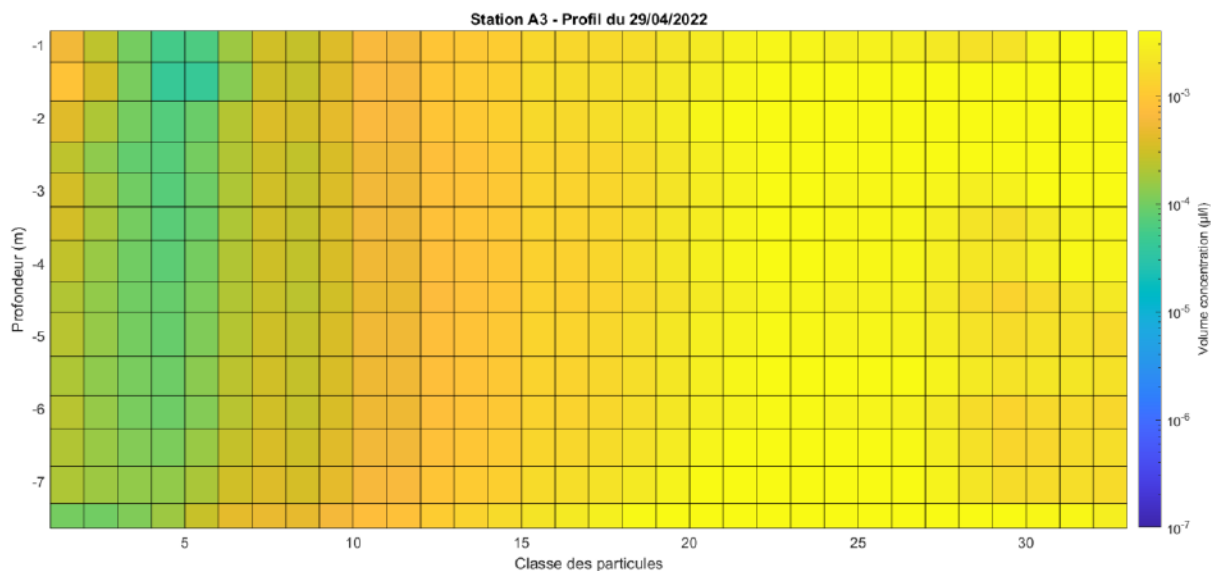
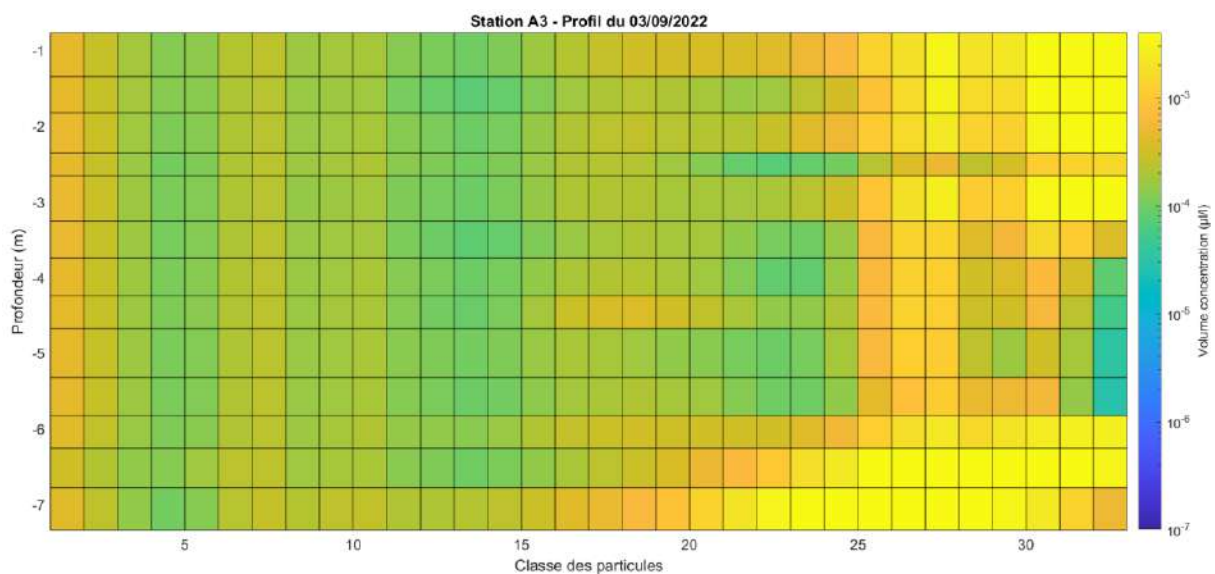


Figure 125 : A3 – Concentration volumique des particules réparties sur 32 classes et sur la colonne d'eau lors de la récupération



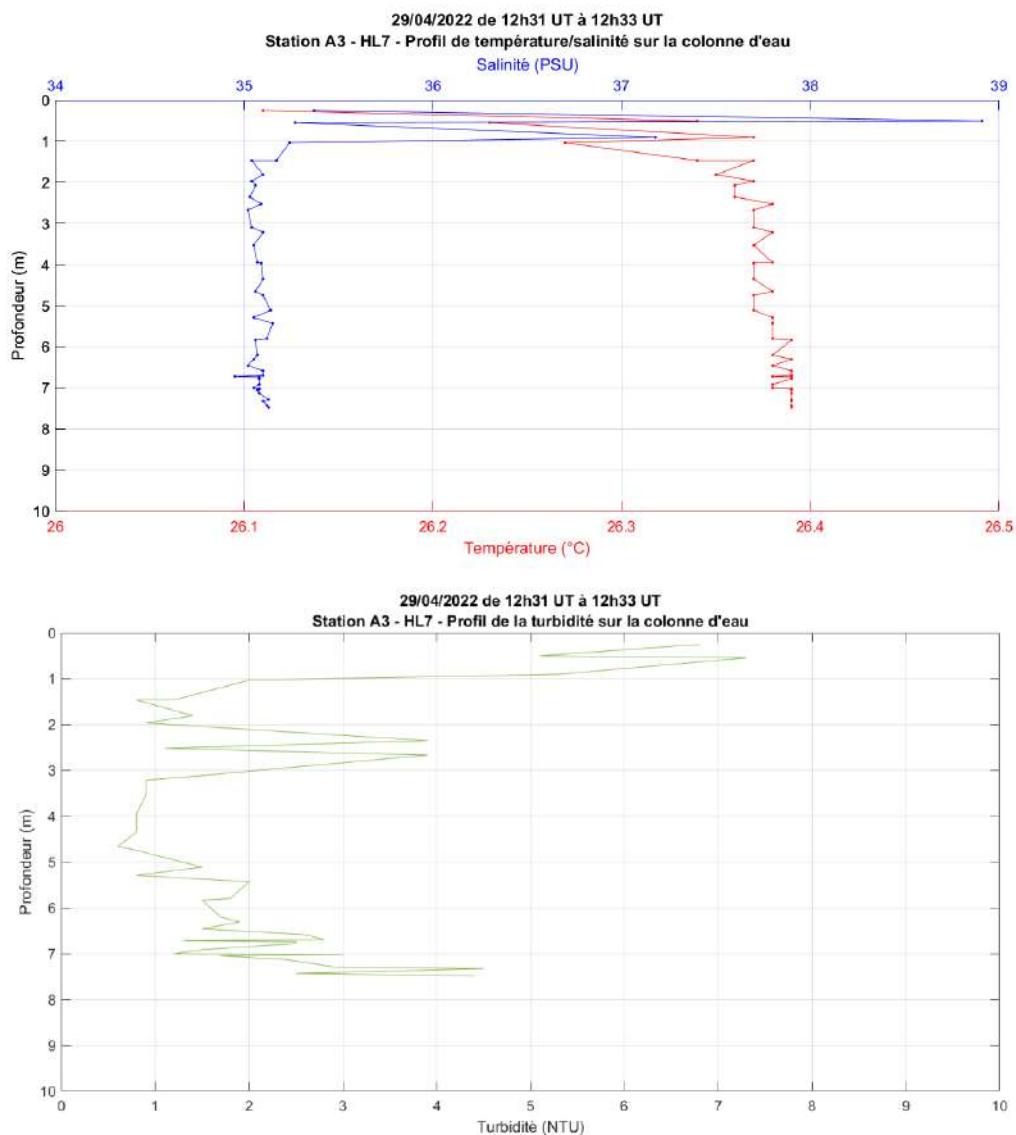
Les particules présentes dans l'eau sont rangées dans 32 classes suivant leur taille. Les tailles des particules de chaque classe sont précisées dans la section 4. Ces profils permettent de confirmer une présence relativement homogène sur toute la colonne d'eau de particules de toutes classes, que ce soit lors de la pose ou lors de la démobilitation.

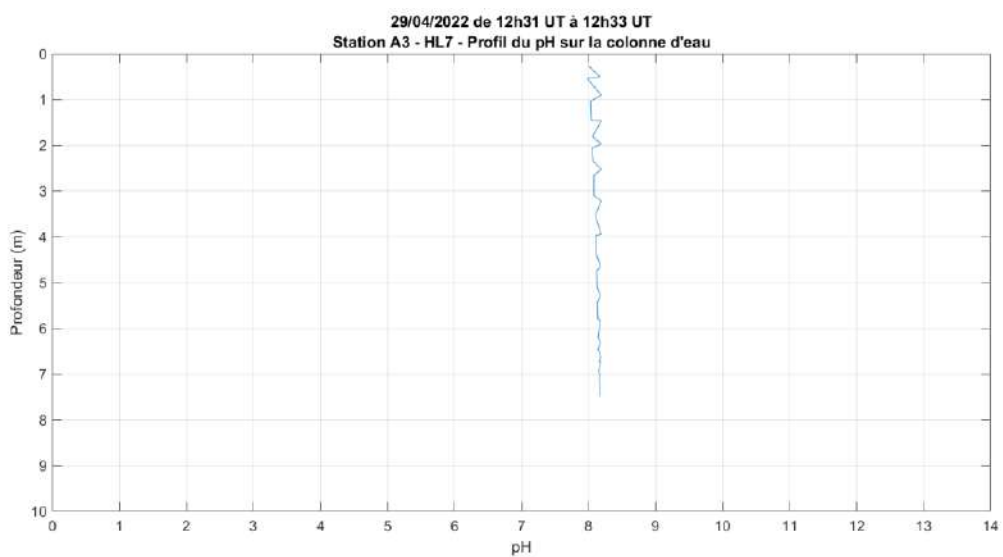
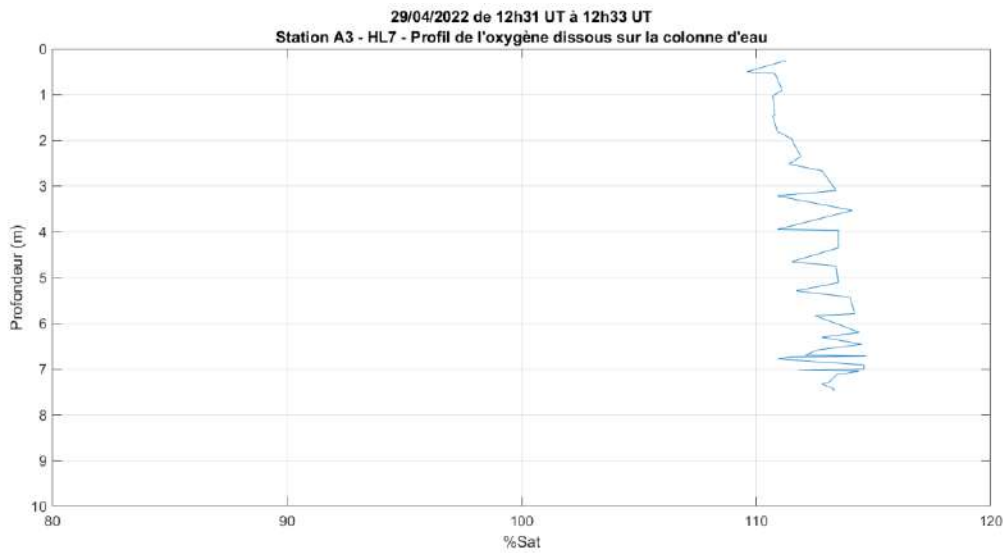
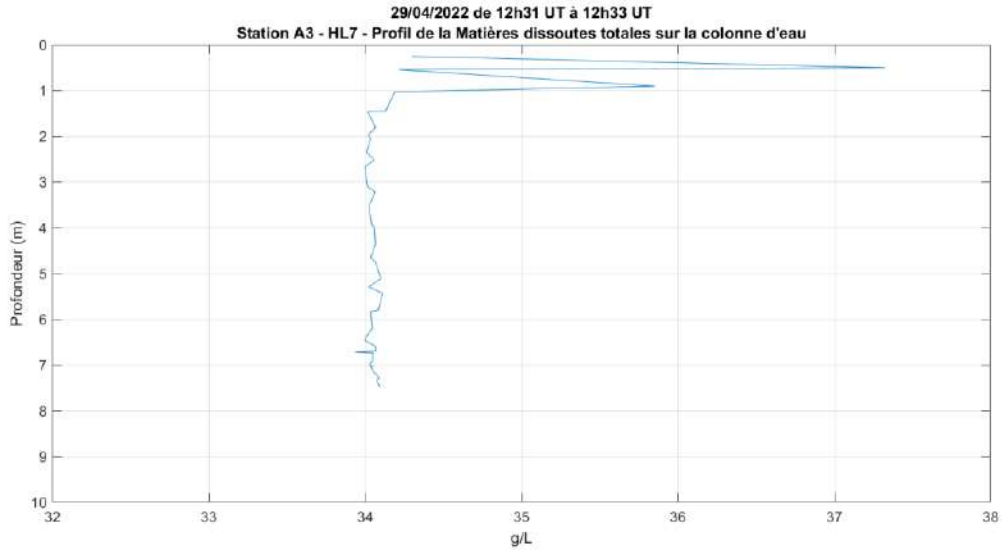
8.7. A3 – Profils mensuels Sonde Multi-paramètres OTT HL7 et prélèvements d'eau

Chaque mois, des profils mesurant différents paramètres de l'eau sont effectués. Les principaux résultats sont présentés dans cette section. Pour plus de clarté, seuls les affichages des profils de température, salinité, turbidité, pH, oxygène dissous, matières dissoutes et de chlorophylle a sont présentés.

8.7.1. A3 – Profils HL7 – Avril 2022

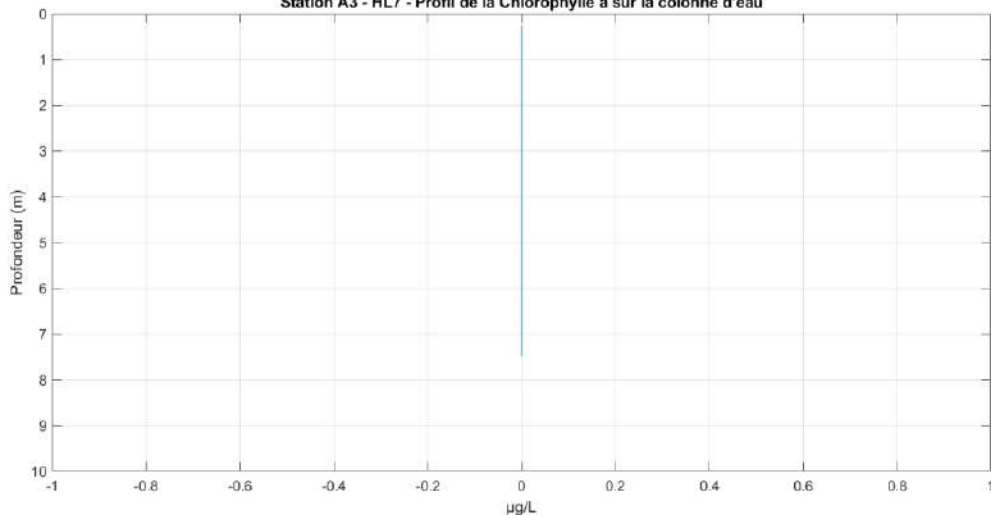
Figure 126 : A3 – Profils Sonde Multi-Paramètres HL7 – Avril 2022





29/04/2022 de 12h31 UT à 12h33 UT

Station A3 - HL7 - Profil de la Chlorophylle a sur la colonne d'eau



Laboratoire SANILAB

Immeuble La Pointe - BP 590 - GUSTAVIA
97133 SAINT BARTHELEMY
Tél : 0590 29 50 42 - Mobile : 06 90 76 84 67
sanilab@hotmail.fr

NORTEK MEDITERANEE
290, avenue Irène et Frédéric Joliot Curie
83130 La Garde

Mercredi 18 mai 2022

RAPPORT D'ANALYSE

Prélèvement

Echantillon prélevé le : 29/04/2022
Echantillon reçu le : 29/04/2022

Heure de prélèvement : 08h30

Lieu de prélèvement : **Eau de mer Baie de Marigot,
St Martin.**

Prélevé par : Gabriel CALISTRI

Analyse

Analyse n° : 2204368
Date de début d'analyse : 29/04/2022 à 17h35

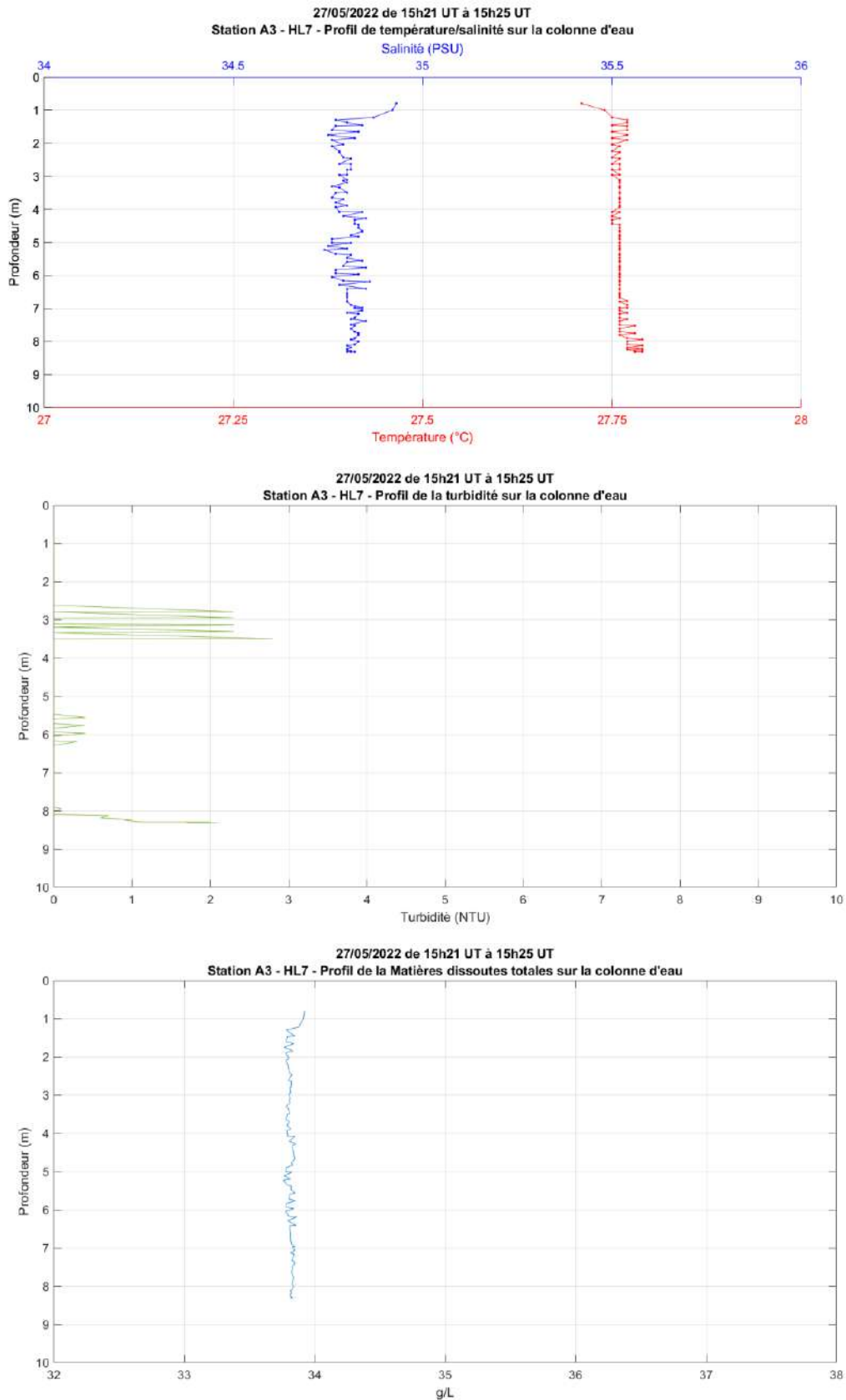
PARAMETRES	RESULTATS
-Température : (PH mètres)	23.7 °c
- pH : (NF EN ISO 10523)	8.5
- Matières en suspension : (NF EN 872)	28.0 mg/l

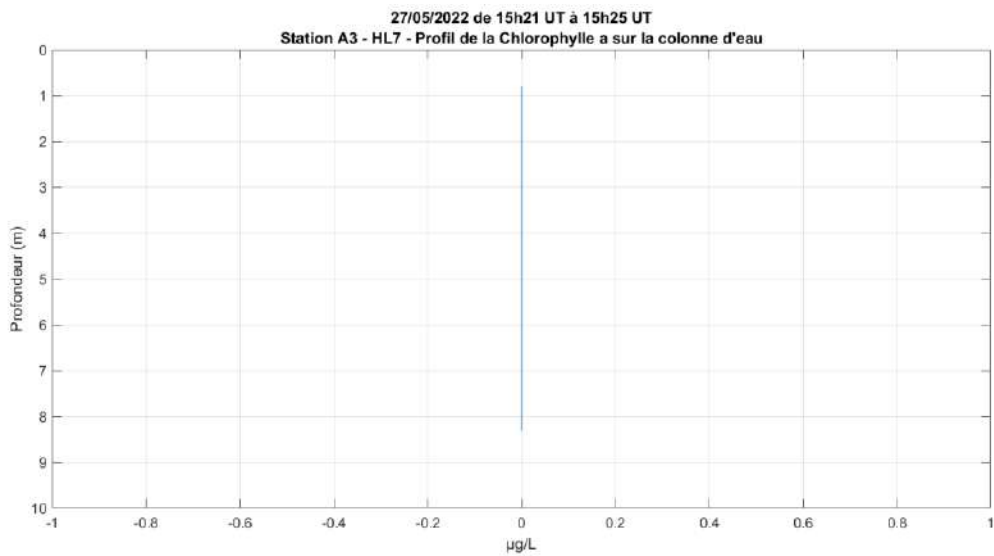
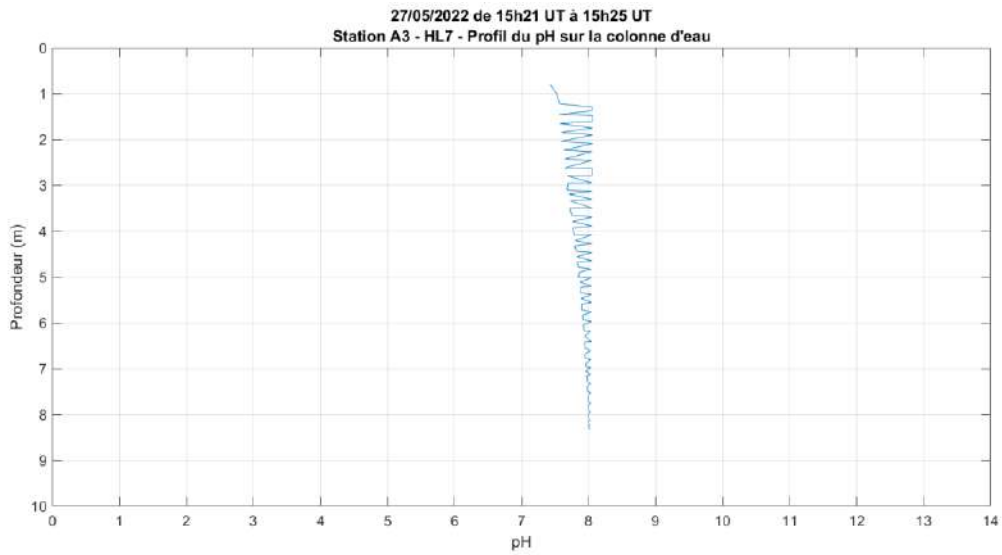
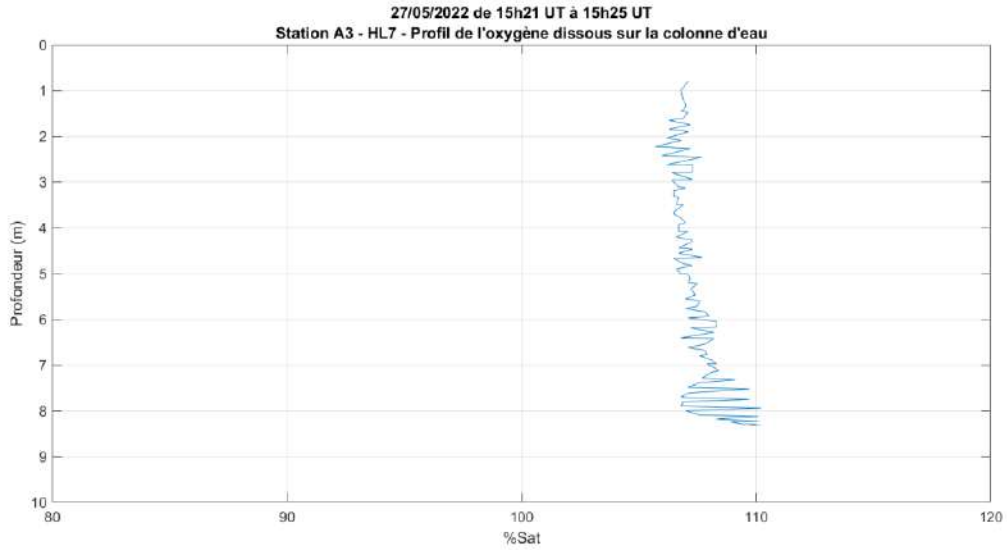
La Directrice du Laboratoire
Agnès LENFANT CAILLAUD



8.7.2. A3 – Profils HL7 – Mai 2022

Figure 127 : A3 – Profils Sonde Multi-Paramètres HL7 – Mai 2022







Laboratoire SANILAB

Immeuble La Pointe - BP 590 - GUSTAVIA
97133 SAINT BARTHELEMY
Tél : 0590 29 50 42 - Mobile : 06 90 76 84 67
sanilab@hotmail.fr

NORTEK MEDITERANEE
290, avenue Irène et Frédéric Joliot Curie
83130 La Garde

Vendredi 03 juin 2022

RAPPORT D'ANALYSE

Prélèvement

Echantillon prélevé le : 27/05/2022
Echantillon reçu le : 27/05/2022

Heure de prélèvement : -

Lieu de prélèvement : **Eau de mer Baie de Marigot,
St Martin.**

Prélevé par : -

Analyse :

Analyse n° : 2205454
Date de début d'analyse : 27/05/2022 à 17h 15

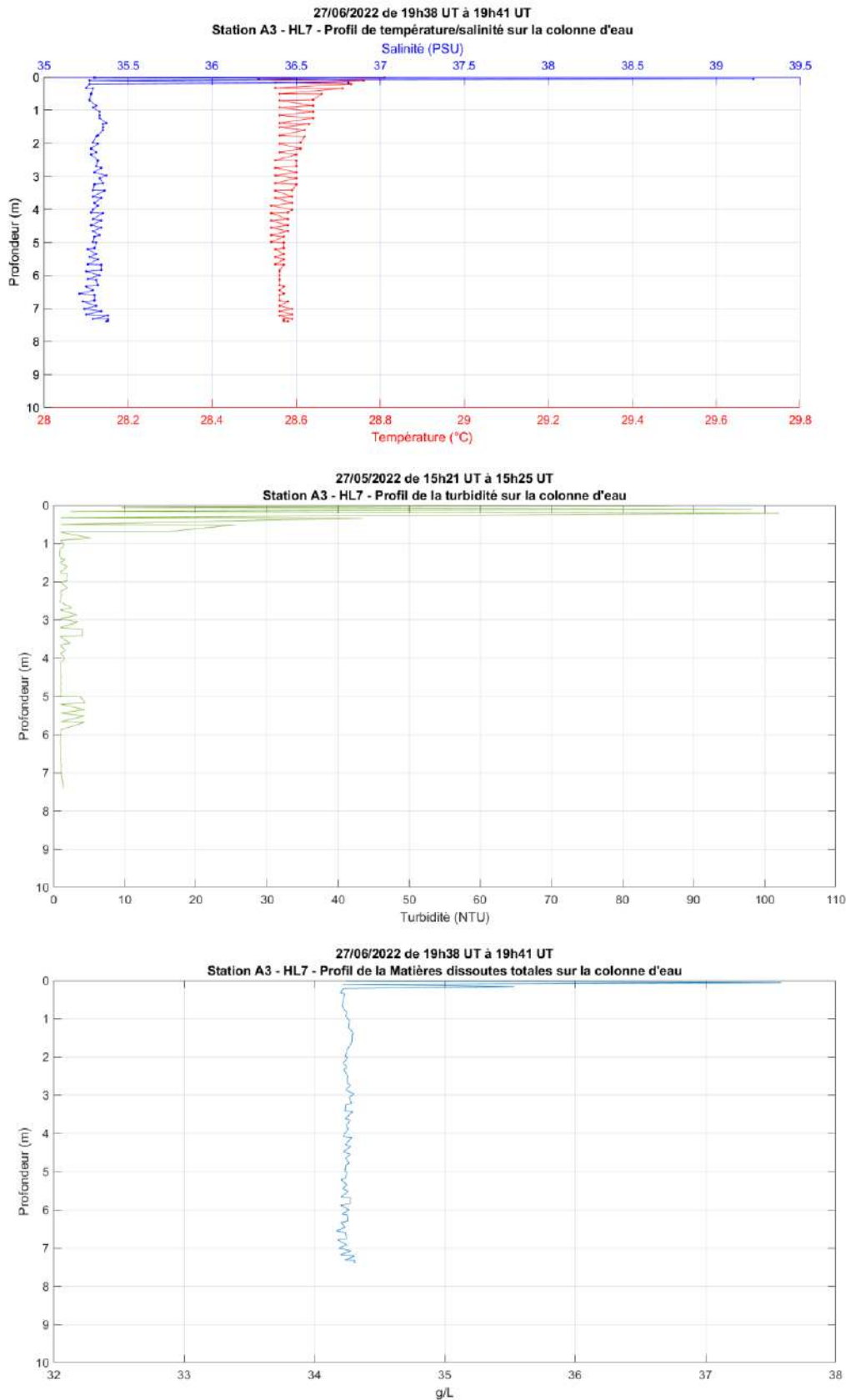
<u>PARAMETRES</u>	<u>RESULTATS</u>
-Température : (PH méros)	25.0 °c
- pH : (NF EN ISO 10523)	8.2
- Matières en suspension : (NF EN 872)	44,6 mg/l

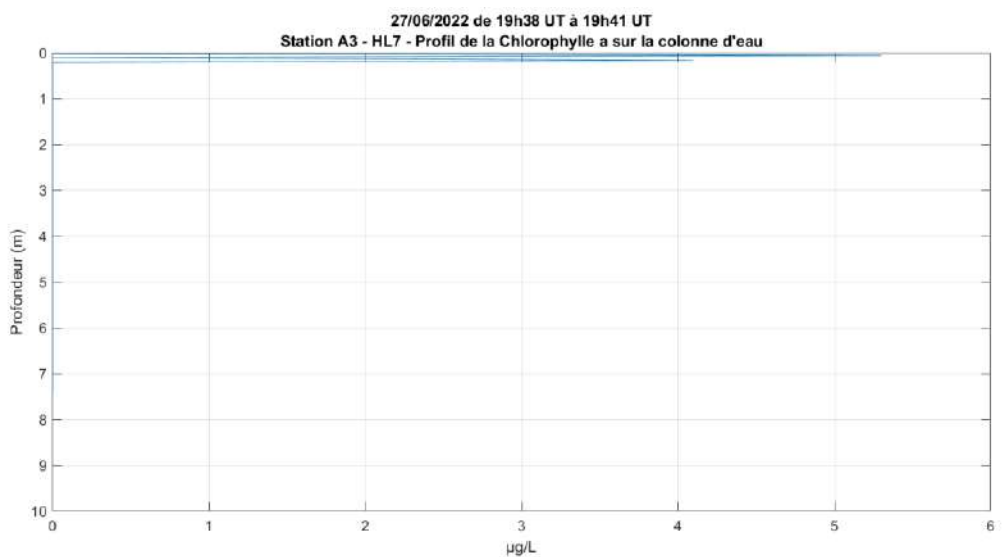
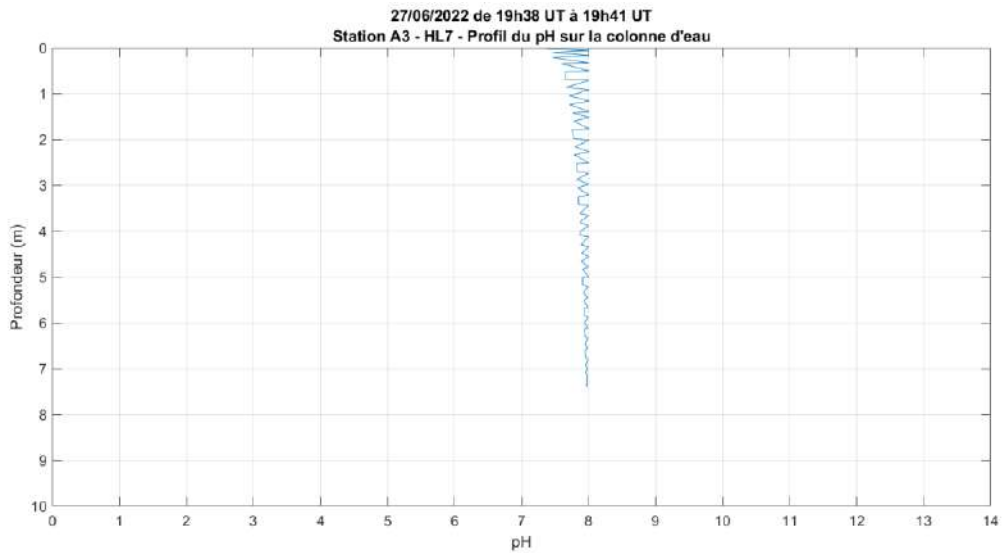
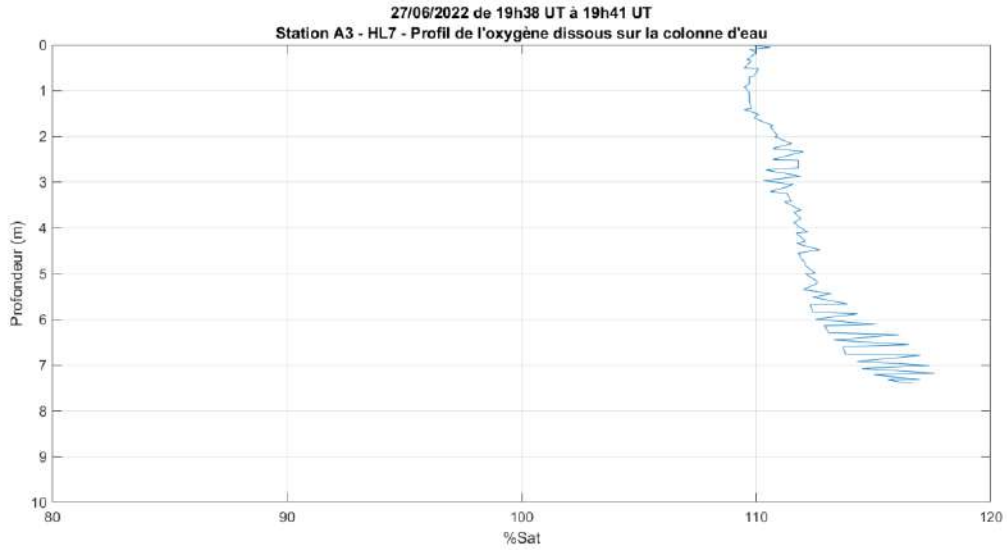
La Directrice du Laboratoire

Agnès LENFANT CAILLAUD

8.7.3. A3 – Profils HL7 – Juin 2022

Figure 128 : A3 – Profils Sonde Multi-Paramètres HL7 – Juin 2022







Laboratoire SANILAB

Immeuble La Pointe - BP 590 – GUSTAVIA
97133 SAINT BARTHELEMY
Tél : 0590 29 50 42 – Mobile : 06 90 76 84 67
sanilab@hotmail.fr

NORTEK MEDITERANEE
290, avenue Irène et Frédéric Joliot Curie
83130 La Garde

Mercredi 29 juin 2022

RAPPORT D'ANALYSE

Prélèvement

Echantillon prélevé le : 27/06/2022
Echantillon reçu le : 27/06/2022

Heure de prélèvement : 13h45
Lieu de prélèvement : **Eau de mer Baie de Marigot,
St Martin.**

Prélevé par : Aude BERGER

Analyse :

Analyse n° : 2206579
Date de début d'analyse : 27/06/2022 à 17h45

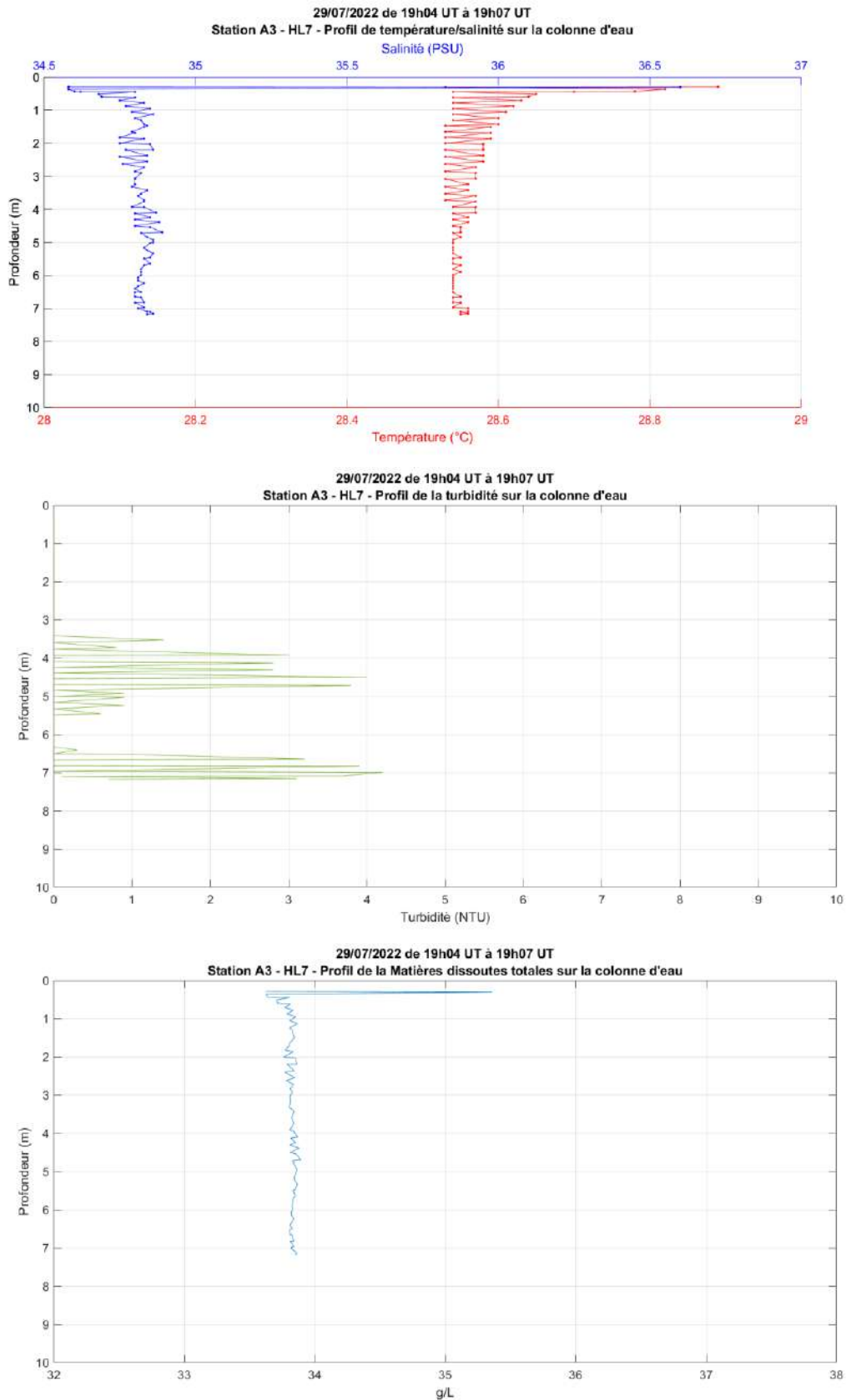
<u>PARAMETRES</u>	<u>RESULTATS</u>
-Température : (PH mètres)	25.0 °c
- pH : (NF EN ISO 10523)	8.1
- Matières en suspension : (NF EN 872)	49.4 mg/l

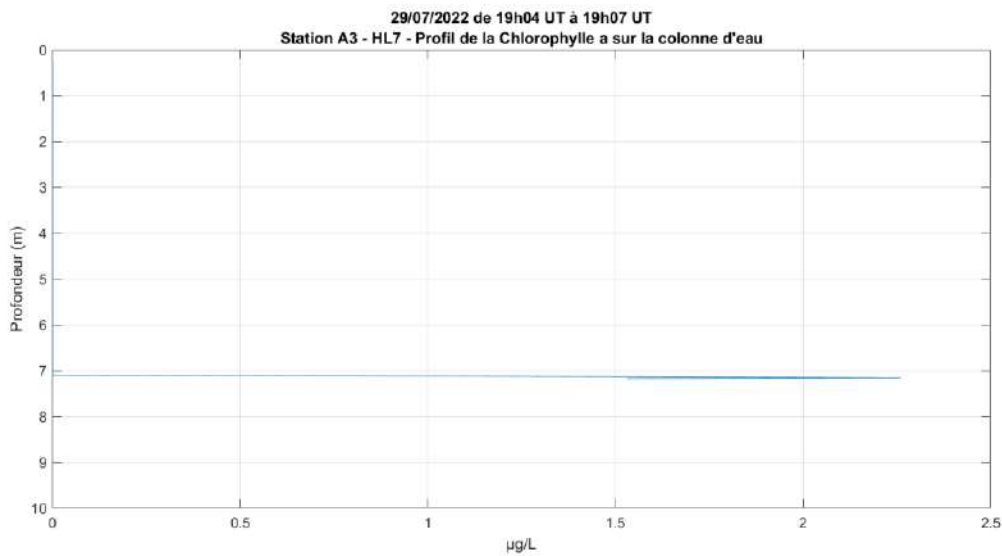
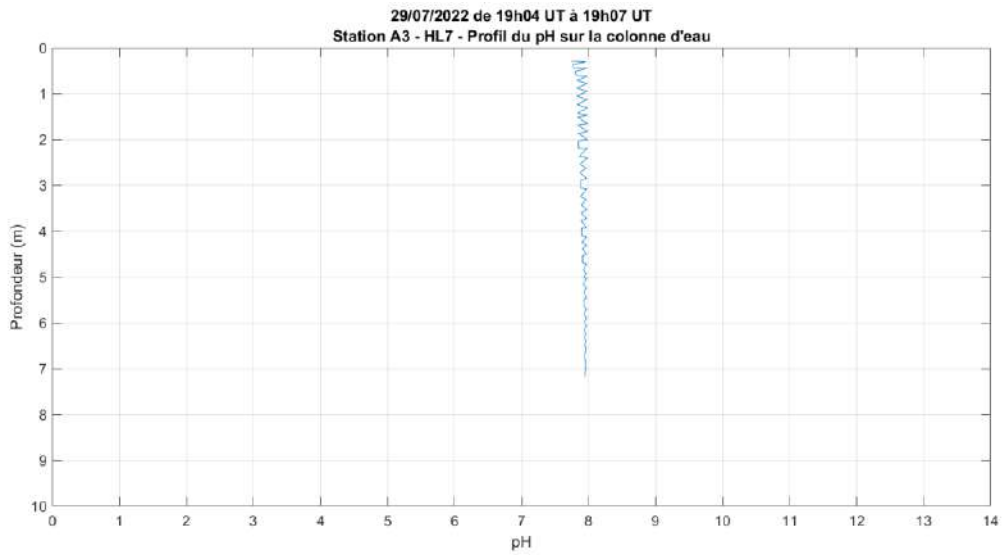
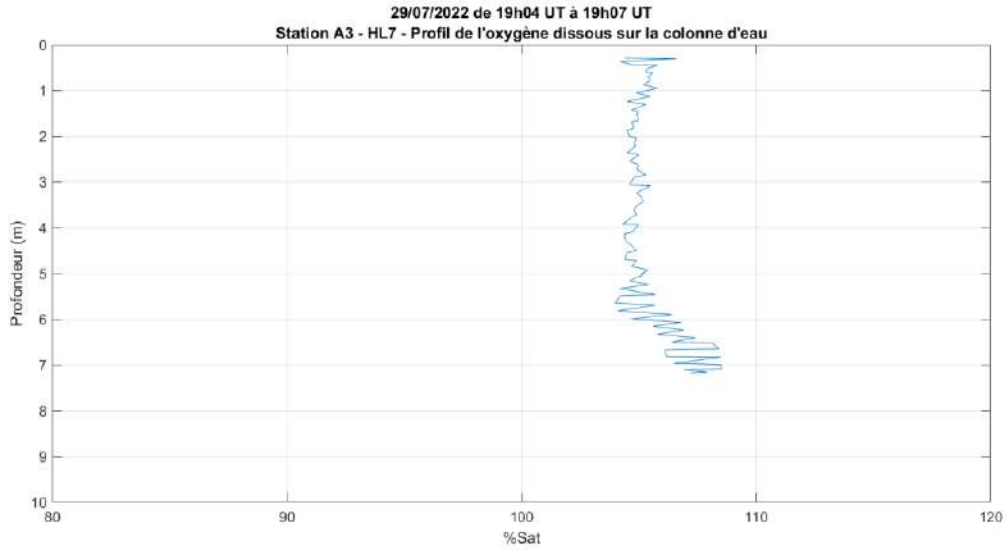
La Directrice du Laboratoire
Agnès LENFANT CAILLAUD



8.7.4. A3 – Profils HL7 – Juillet 2022

Figure 129 : A3 – Profils Sonde Multi-Paramètres HL7 – Juillet 2022







Laboratoire SANILAB

Immeuble La Pointe - BP 590 - GUSTAVIA
97133 SAINT BARTHELEMY
Tél : 0590 29 50 42 - Mobile : 06 90 76 84 67
sanilab@hotmail.fr

NORTEK MEDITERANEE
290, avenue Irène et Frédéric Joliot Curie
83130 La Garde

Mercredi 03 août 2022

RAPPORT D'ANALYSE

Prélèvement

Echantillon prélevé le : 29/07/2022
Echantillon reçu le : 01/08/2022

Heure de prélèvement : 13h08
Lieu de prélèvement : **Eau de mer Baie de Marigot,
St Martin.**

Prélevé par : Aude BERGER

Analyse :

Analyse n° : 2208680
Date de début d'analyse : 01/08/2022 à 17h45

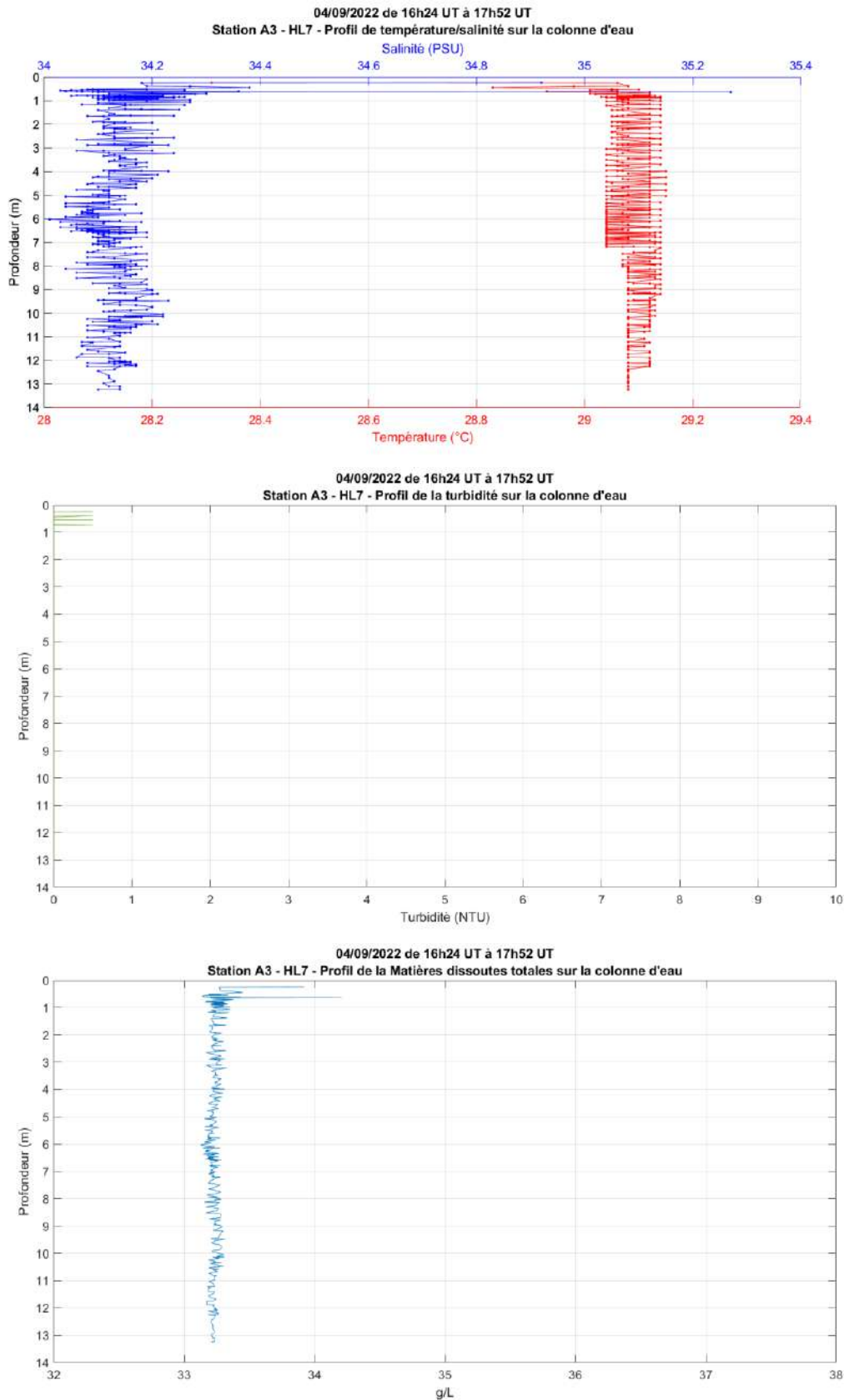
<u>PARAMETRES</u>	<u>RESULTATS</u>
-Température : (pH mètre)	25,0 °c
- pH : (NF EN ISO 10523)	8,0
- Matières en suspension : (NF EN 872)	46,6 mg/l

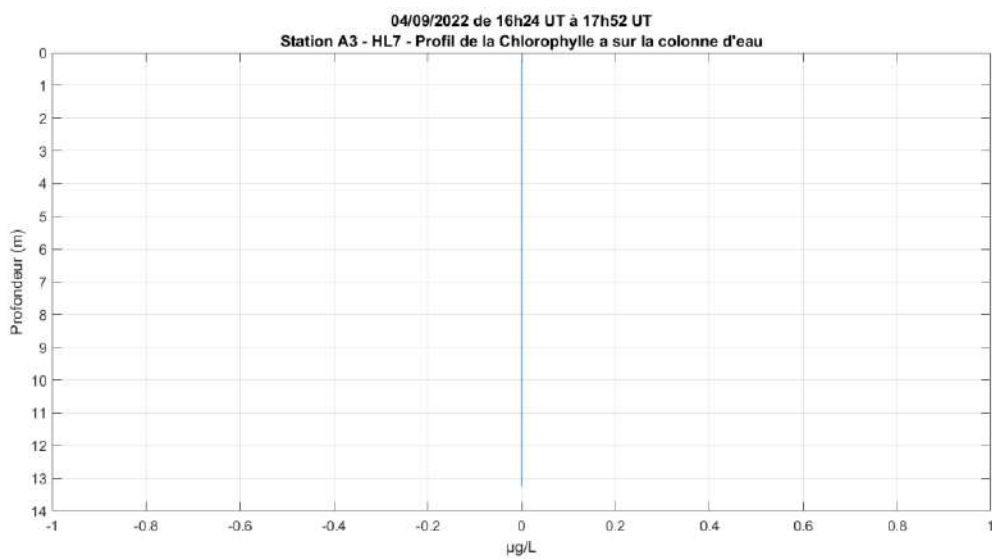
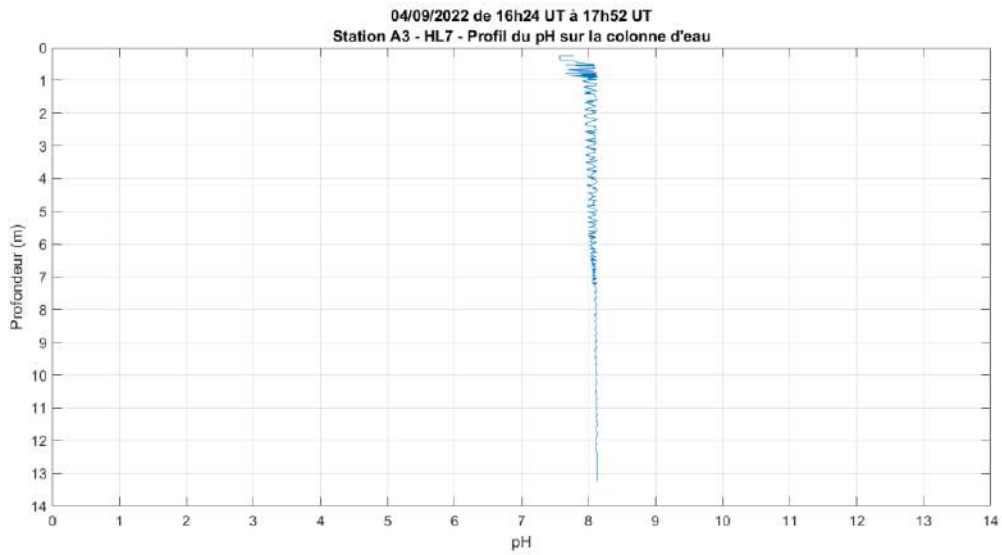
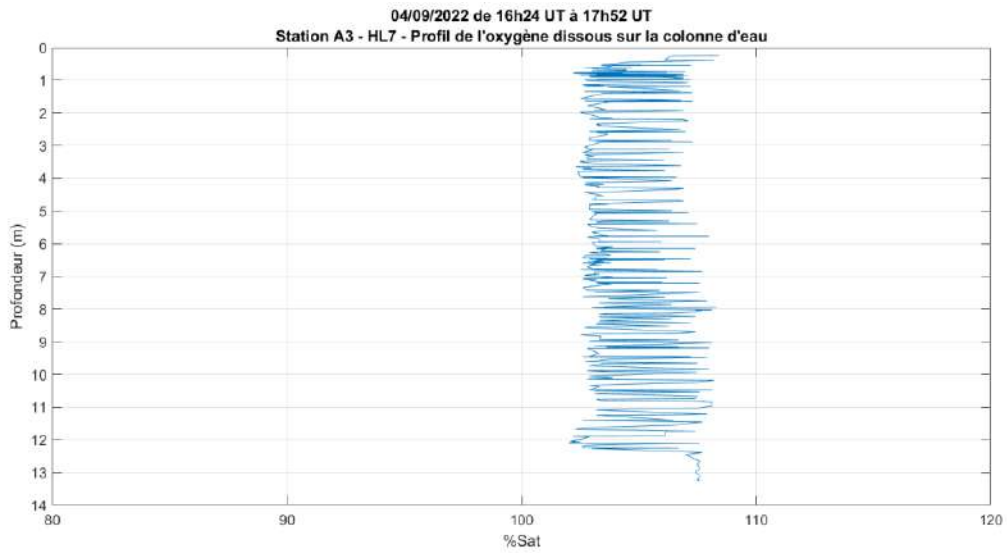
La Directrice du Laboratoire

Agnès LENFANT CAILLAUD

8.7.5. A3 – Profils HL7 – Septembre 2022

Figure 130 : A3 – Profils Sonde Multi-Paramètres HL7 – Septembre 2022







Laboratoire SANILAB

Immeuble La Pointe - BP 590 - GUSTAVIA
97133 SAINT BARTHELEMY
Tél : 0590 29 50 42 - Mobile : 06 90 76 84 67
sanilab@hotmail.fr

NORTEK MEDITERANEE
290, avenue Irène et Frédéric Joliot Curie
83130 La Garde

Jeudi 08 septembre 2022

RAPPORT D'ANALYSE

Prélèvement

Echantillon prélevé le : 04/09/2022
Echantillon reçu le : 05/09/2022

Heure de prélèvement : 10h25

Lieu de prélèvement : **Eau de mer Baie de Marigot.
St Martin.**

Prélevé par : Aude BERGER

Analyse :

Analyse n° : 2209770
Date de début d'analyse : 06/09/2022 à 07h30

<u>PARAMETRES</u>	<u>RESULTATS</u>
-Température : (PH mètres)	25.0 °c
- pH : (NF EN ISO 10523)	7.9
- Matières en suspension : (NF EN 872)	4.2 mg/l

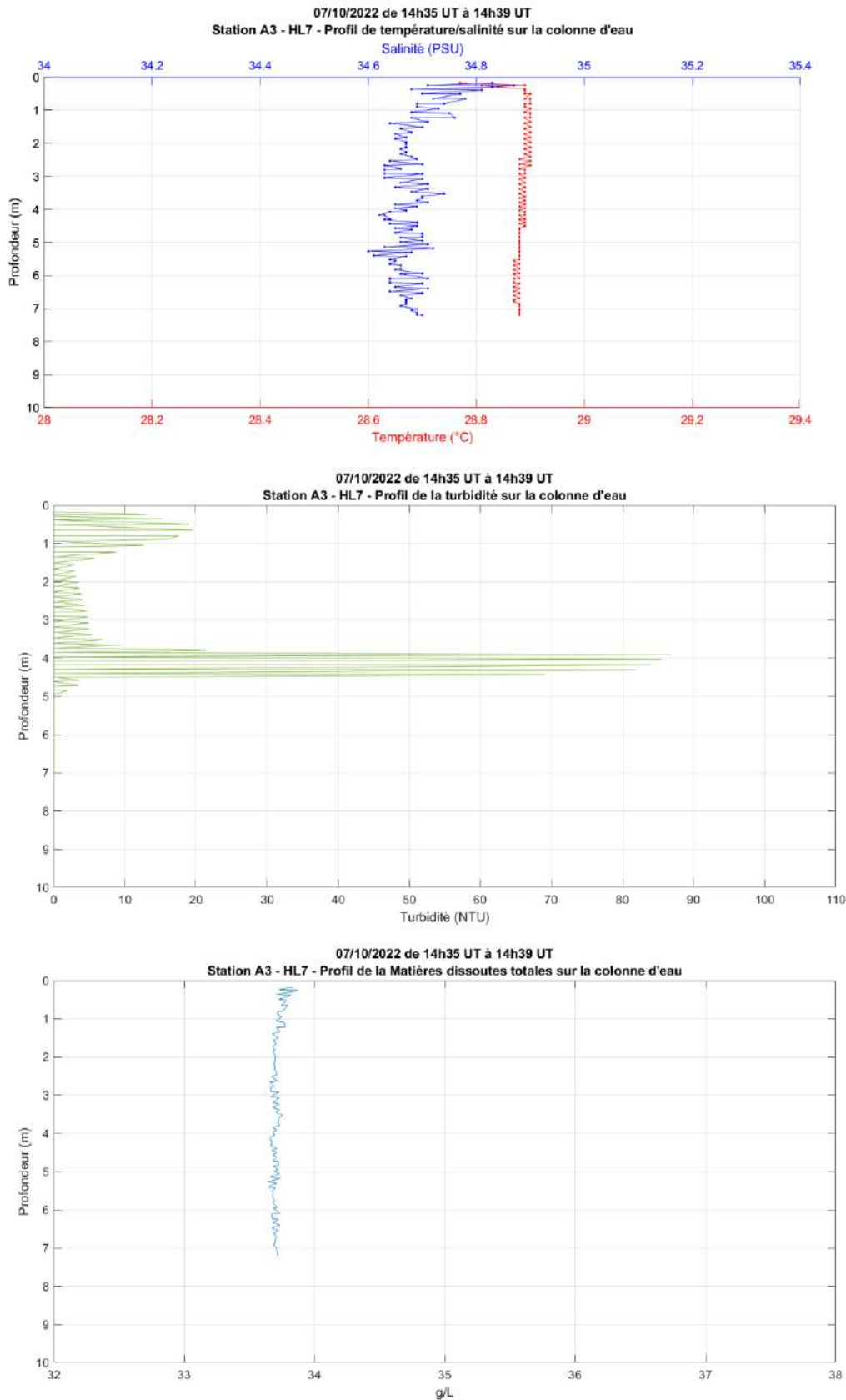
La Directrice du Laboratoire

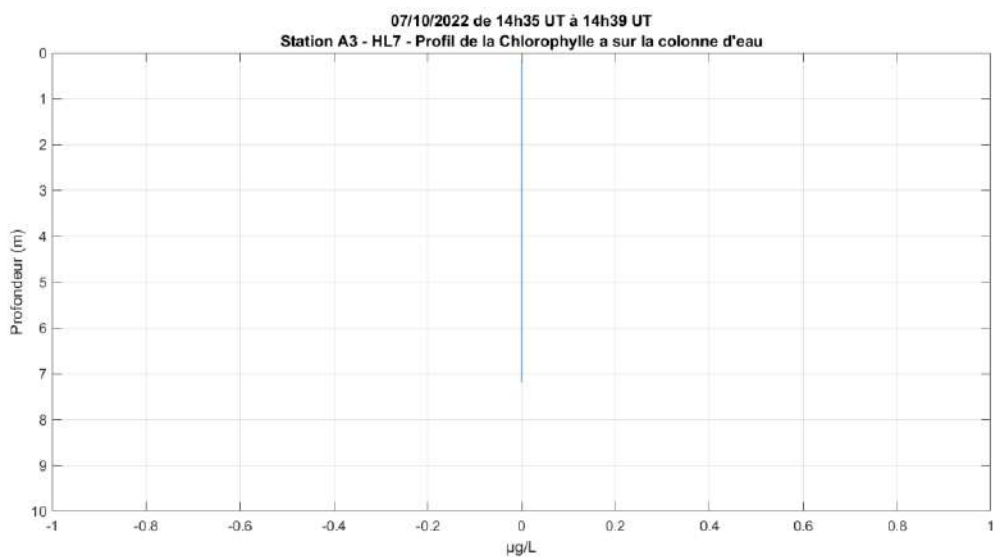
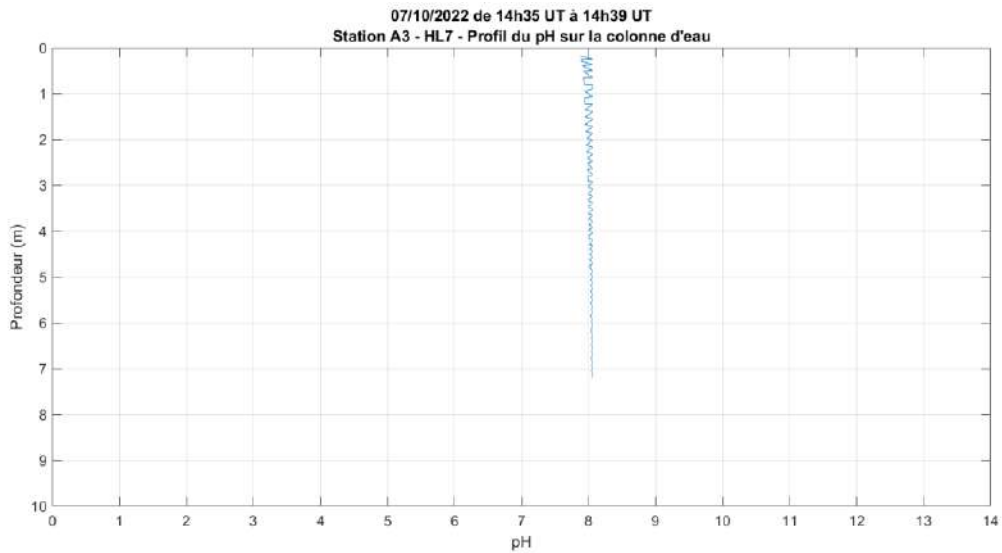
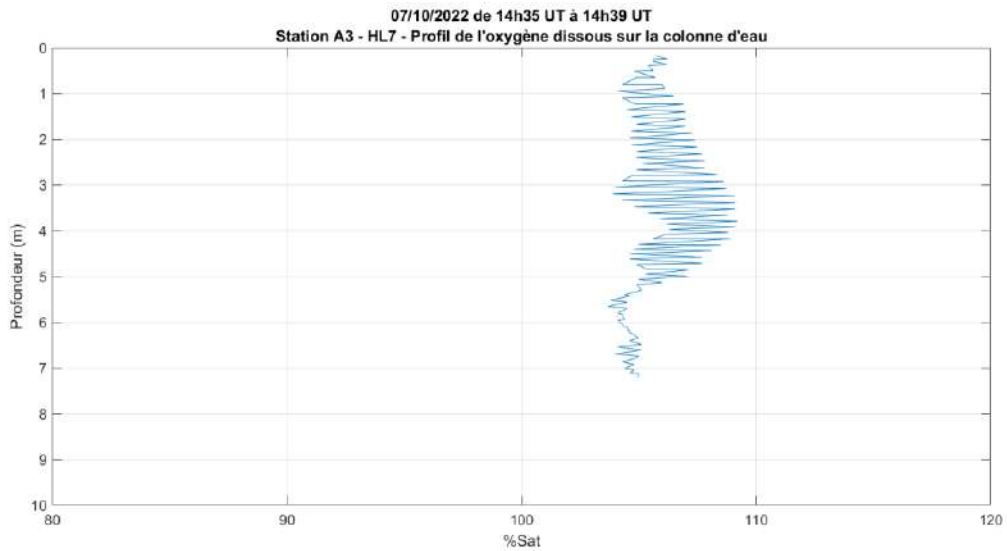
Agnès LENFANT CAILLAUD



8.7.6. A3 – Profils HL7 – Octobre 2022

Figure 131 : A3 – Profils Sonde Multi-Paramètres HL7 – Octobre 2022







Laboratoire SANILAB

Immeuble La Pointe - BP 590 – GUSTAVIA
97133 SAINT BARTHELEMY
Tél : 0590 29 50 42 – Mobile : 06 90 76 84 67
sanilab@hotmail.fr

NORTEK MEDITERANEE
290, avenue Irène et Frédéric Joliot Curie
83130 La Garde

Jeudi 13 octobre 2022

RAPPORT D'ANALYSE

Prélèvement

Echantillon prélevé le : 07/10/2022
Echantillon reçu le : 10/10/2022

Heure de prélèvement : 10h43

Lieu de prélèvement : **Eau de mer Baie de Marigot,
St Martin.**

Prélevé par : Aude BERGER

Analyse :

Analyse n° : 2210852
Date de début d'analyse : 10/10/2022 à 11h00

<u>PARAMETRES</u>	<u>RESULTATS</u>
-Température : (PH mètres)	25,0 °c
- pH : (NF EN ISO 10523)	8,0
- Matières en suspension : (NF EN 872)	47,2 mg/l

La Directrice du Laboratoire

Agnès LENFANT CAILLAUD



8.7.7. **A3 – Profils Mensuels – Principales statistiques**

Les principales statistiques des profils présentés dans la section précédente sont proposées ci-après dans un tableau récapitulatif.

Tableau 28 : A3 – Principales statistiques des profils mensuels – de Avril à Juin 2022

Mois	Sondes	Paramètres	Min	Moyen	Max
Avril 2022	HL7	Température (°C)	26.11	26.36	26.39
		Salinité (PSU)	34.95	35.23	38.91
		Turbidité (NTU)	0.6	2.26	7.3
		Matières Dissoutes (g/L)	33.936	34.18	37.322
		Oxygène Dissous (%Sat)	109.6	112.49	114.7
		pH	7.98	8.14	8.19
		Chlorophylle a (µg/L)	0	0.00	0
	Prélèvements	Température (°C)	/	23.70	/
		pH	/	8.50	/
		Matières en suspension (mg/L)	/	28.00	/
Mai 2022	HL7	Température (°C)	27.71	27.76	27.79
		Salinité (PSU)	34.74	34.81	34.93
		Turbidité (NTU)	0	0.28	2.8
		Matières Dissoutes (g/L)	33.757	33.82	33.922
		Oxygène Dissous (%Sat)	105.7	107.50	110.2
		pH	7.43	7.92	8.06
		Chlorophylle a (µg/L)	0	0.00	0
	Prélèvements	Température (°C)	/	25.00	/
		pH	/	8.20	/
		Matières en suspension (mg/L)	/	44.60	/
Juin 2022	HL7	Température (°C)	28.51	28.58	28.81
		Salinité (PSU)	35.21	35.37	39.22
		Turbidité (NTU)	0.8	6.08	102
		Matières Dissoutes (g/L)	34.167	34.30	37.583
		Oxygène Dissous (%Sat)	109.5	112.10	117.6
		pH	7.36	7.90	8.01
		Chlorophylle a (µg/L)	0	0.11	5.3
	Prélèvements	Température (°C)	/	25.00	/
		pH	/	8.10	/
		Matières en suspension (mg/L)	/	49.40	/

Tableau 29 : A3 – Principales statistiques des profils mensuels – de Juillet à Octobre 2022

Juillet 2022	HL7	Température (°C)	28.53	28.57	28.89
		Salinité (PSU)	34.58	34.83	36.6
		Turbidité (NTU)	0	0.49	4.2
		Matières Dissoutes (g/L)	33.622	33.83	35.361
		Oxygène Dissous (%Sat)	104	105.38	108.5
		pH	7.74	7.92	7.98
		Chlorophylle a (µg/L)	0	0.04	2.26
	Prélèvements	Température (°C)	/	25.00	/
		pH	/	8.00	/
Matières en suspension (mg/L)		/	46.60	/	
Septembre 2022	HL7	Température (°C)	28.31	29.08	29.15
		Salinité (PSU)	34.01	34.14	35.27
		Turbidité (NTU)	0	0.00	0.5
		Matières Dissoutes (g/L)	33.125	33.24	34.208
		Oxygène Dissous (%Sat)	102	104.32	108.4
		pH	7.56	8.06	8.13
		Chlorophylle a (µg/L)	0	0.00	0
	Prélèvements	Température (°C)	/	25.00	/
		pH	/	7.90	/
Matières en suspension (mg/L)		/	4.20	/	
Octobre 2022	HL7	Température (°C)	28.77	28.88	28.9
		Salinité (PSU)	34.6	34.68	34.87
		Turbidité (NTU)	0	5.88	86.8
		Matières Dissoutes (g/L)	33.64	33.71	33.872
		Oxygène Dissous (%Sat)	103.7	105.70	109.2
		pH	7.87	8.02	8.06
		Chlorophylle a (µg/L)	0	0.00	0
	Prélèvements	Température (°C)	/	25.00	/
		pH	/	8.00	/
Matières en suspension (mg/L)		/	47.20	/	

9. RÉSULTATS – Station Grand Fond

9.1. Grand Fond – Caractéristiques générales

Coordonnées géographiques : 18°2.338'N / 63°14.036'W => Bouée Alizé (Surface)
18°2.245'N / 63°14.123'W => Bouée Subsurface (Fond)
Distance entre les deux systèmes => 230 m

Hauteur d'eau moyenne pendant la période de mesure : 543 m

Instrumentation : Signature 500 SN 100119 sur Bouée Alizé (Surface)
Signature 55 SN 200139 sur Bouée Subsurface (Fond)
5 CTDs Seabird SBE37 SN 20406, 15721, 7169, 15719 et 16689 sur
ligne de mouillage Bouée Alizé
ECO NTU SN 339 et 408 sur ligne de mouillage surface et fond de Bouée
Alizé
GPS Garmin (Position GPS)

Date et heure UT de début et de fin de l'acquisition : du 28/04/2022 13h43 UT au 03/09/2022
15h09 UT

Inclinaison moyenne des instruments durant la période de mesure :

Paramètre	Signature 500 (Bouée Alizé)	Signature 55 (Bouée Subsurface)
Pitch	-1.83 °	-0.04 °
Roll	0.92 °	1.33 °

Emplacement des cellules de mesure :

Sur le site de mesure, Grand Fond, deux courantomètres sont mis en place afin de pouvoir mesurer le courant sur toute la colonne d'eau.

Le Signature 500, fixé sur la quille de la Bouée Alizé, est localisé à 1.08 m sous la surface. Sa zone blanche est de 0.5 m et la taille des couches de mesure de 2 m.

Le Signature 55, fixé sur la Bouée de Subsurface au fond, est localisé à 5 m au-dessus du fond. Sa zone blanche est de 2 m et la taille des couches de mesure de 10 m.

Compte-tenu de ses paramètres, la répartition des cellules de mesure le long de la colonne d'eau est la suivante :

Tableau 30 : Grand Fond – Localisation des cellules de mesure sur la colonne d'eau

Numéro de la couche	Position au-dessus du fond (m)		
76	541.42	48	487
75	539.42	47	477
74	537.42	46	467
73	535.42	45	457
72	533.42	44	447
71	531.42	43	437
70	529.42	42	427
69	527.42	41	417
68	525.42	40	407
67	523.42	39	397
66	521.42	38	387
65	519.42	37	377
64	517.42	36	367
63	515.42	35	357
62	513.42	34	347
61	511.42	33	337
60	509.42	32	327
59	507.42	31	317
58	505.42	30	307
57	503.42	29	297
56	501.42	28	287
55	499.42	27	277
54	497.42	26	267
53	495.42	25	257
52	493.42	24	247
51	491.42	23	237
50	489.42	22	227
49	487.42	21	217
		20	207
		19	197
		18	187
		17	177
		16	167
		15	157
		14	147
		13	137
		12	127
		11	117
		10	107
		9	97
		8	87
		7	77
		6	67
		5	57
		4	47
		3	37
		2	27
		1	17

9.2. Grand Fond – Hauteur d'eau

La série temporelle de la hauteur d'eau mesurée par le Signature 55 au niveau de la Station Grand Fond 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 (+5 m).

Figure 132 : Grand Fond – Série temporelle de la hauteur d'eau

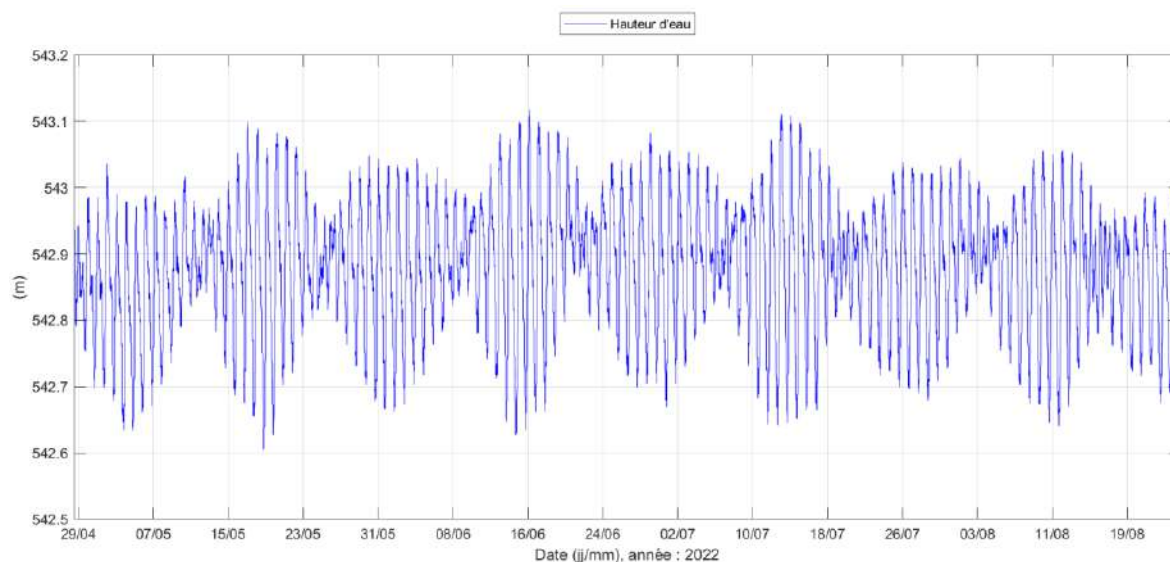


Tableau 31 : Grand Fond – Principales statistiques relatives à la hauteur d'eau sur la période d'étude

Grand Fond	Minimum	Moyen	Maximum
	542.61 m	542.88 m	543.12 m

Le niveau moyen au niveau de la Station Grand Fond durant la campagne de mesure est de 542.88 m. Le niveau d'eau minimal relevé est de 542.61 m et le niveau d'eau maximal de 543.12 m.

Les variations du niveau d'eau observées sont liées à la marée de type semi-diurne (2 marées hautes et 2 marées basses par jour) dont une est plus forte que l'autre, à diurne. Le marnage minimal au niveau de la Station Grand Fond est de 0.02 m en période de mortes-eaux, marnage relevé le 9 mai 2022 avec des coefficients de marée 30/30. Le marnage maximal est de 0.48 m en période de vives-eaux le 15 juin 2022 avec des coefficients de marée 95/96.

9.3. Grand Fond – Température Signature 55

La série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond par le Signature 55 est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 133 : Grand Fond - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

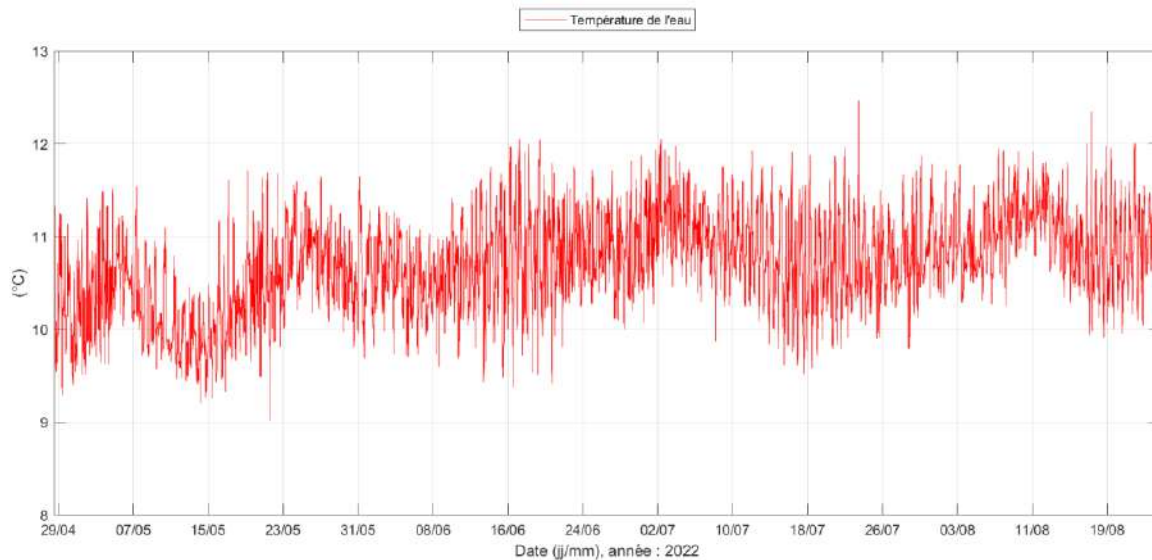


Tableau 32 : Grand Fond – Principales statistiques relatives à la température de l'eau au fond sur la période d'étude

Grand Fond	Minimum	Moyen	Maximum
	9.02 °C	10.71 °C	12.47 °C

Durant les 4 mois de mesure, la température de l'eau au fond (donnée par le Signature 55) est relativement stable autour de 10.7 °C.

La température minimale de 9.02 °C est relevée le 21 mai 2022 et la température maximale de 12.47 °C le 23 juillet 2022.

Des variations journalières de l'ordre de 0.4 °C à 2 °C sont observées.

9.4. Grand Fond – Courant

Les mesures de courant moyennées toutes les 10 minutes au niveau de la Station Grand Fond 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 Géographique.

Les données de courant issues du Signature 500 (proche surface) et du Signature 55 (près du fond) ont été concaténées afin de pouvoir visualiser le courant (vitesse et direction) sur l'ensemble de la colonne d'eau.

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 134 : Grand Fond – Profil 3D de la vitesse du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure

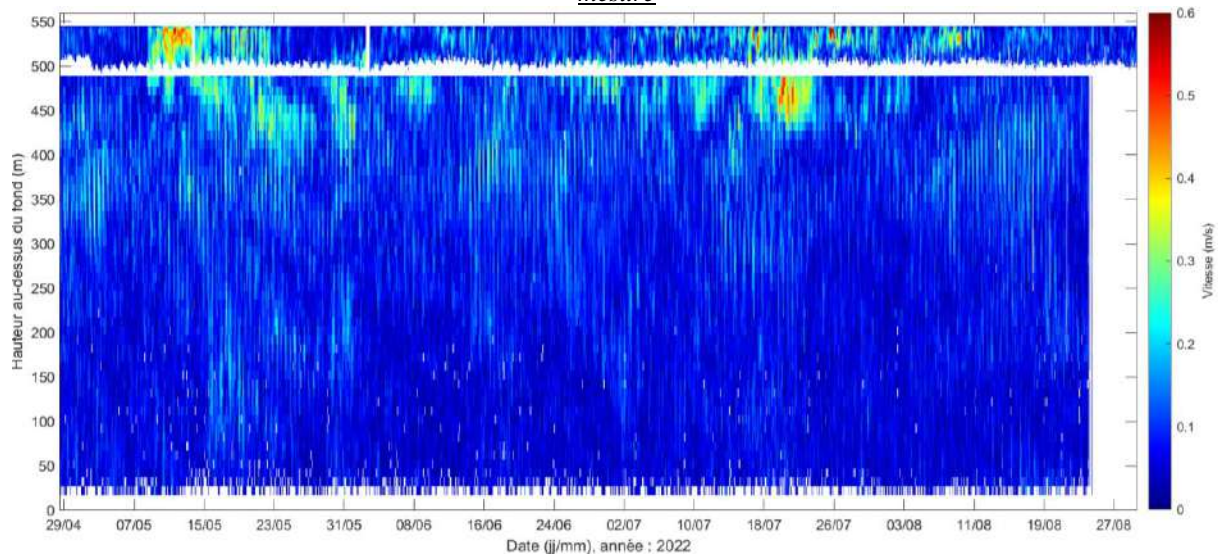
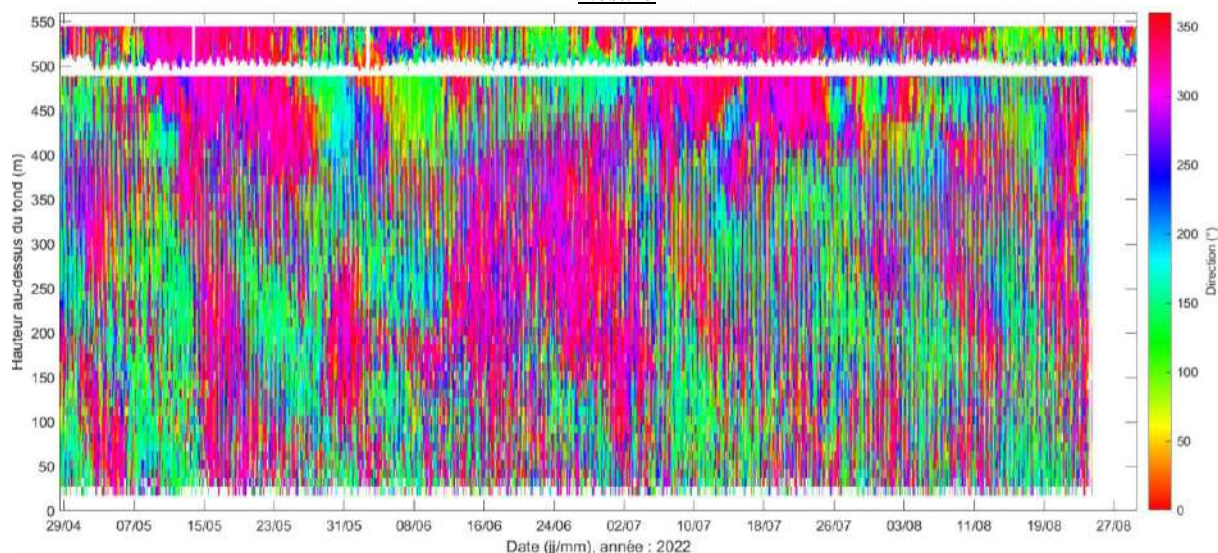
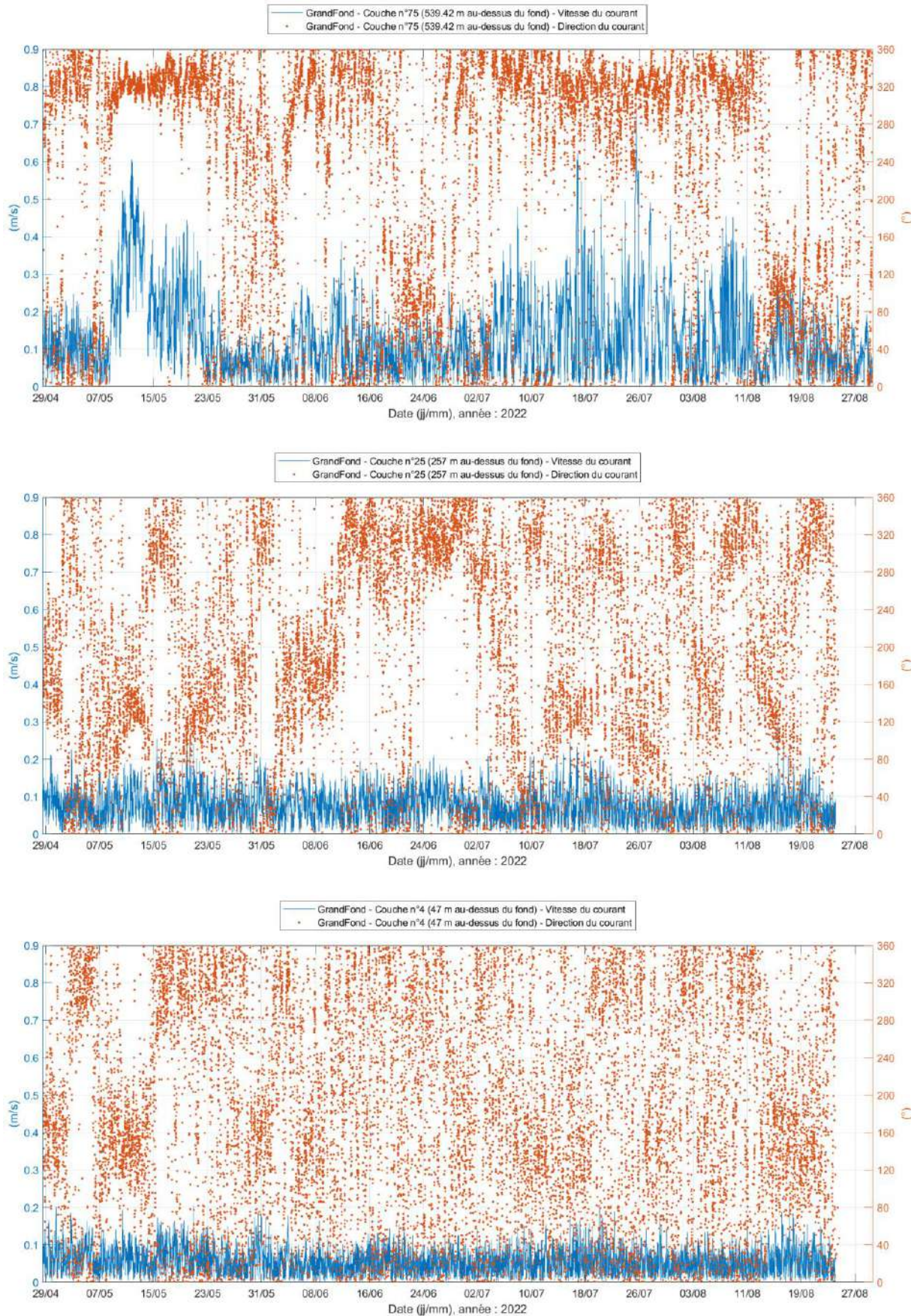


Figure 135 : Grand Fond – Profil 3D de la direction du courant sur la colonne d'eau sur toute la période de mesure



Les représentations qui suivent sont les séries temporelles et les principales statistiques de 3 couches représentatives de la colonne d'eau : une couche de proche de la surface (n°75), une couche centrale de la colonne d'eau (n°25) et une couche se situant près du fond (n°4).

Figure 136 : Séries temporelles vitesse/direction du courant sur 3 couches représentatives de la colonne d'eau



Couche n°75 (proche surface, 539 m au-dessus du fond) – Grand Fond

Figure 137 : Couche n°75 - Corrélogramme Vitesses/Direction du courant

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
0 - 0.1 m/s	3.63	2.88	2.8	2.81	2.08	2.01	2	1.69	1.45	1.85	2.78	3.69	4.42	5.42	4.53	4.22	48.65
0.1 - 0.2 m/s	2.82	1.37	1.42	1.46	1.21	0.73	0.81	0.2	0.09	0.19	0.64	0.97	1.87	4.87	7.4	5.49	31.54
0.2 - 0.3 m/s	0.54	0.01	0.04	0.15	0.26	0.17	0.04	0	0	0.01	0.13	0.03	0.23	2.44	6.06	2.87	12.97
0.3 - 0.4 m/s	0.02	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0	0.01	0	0.02	0.62	2.78	0.73	4.18
0.4 - 0.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.2	1.42	0.16	1.81
0.5 - 0.6 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.54	0	0.87
0.6 - 0.7 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0.07	0	0.16
0.7 - 0.8 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0.01
0.8 - 0.9 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	7.01	4.26	4.26	4.42	3.55	2.91	2.85	1.9	1.53	2.05	3.56	4.69	6.56	13.79	23.2	13.46	100

Figure 138 : Couche n°75 - Histogramme des vitesses de courant

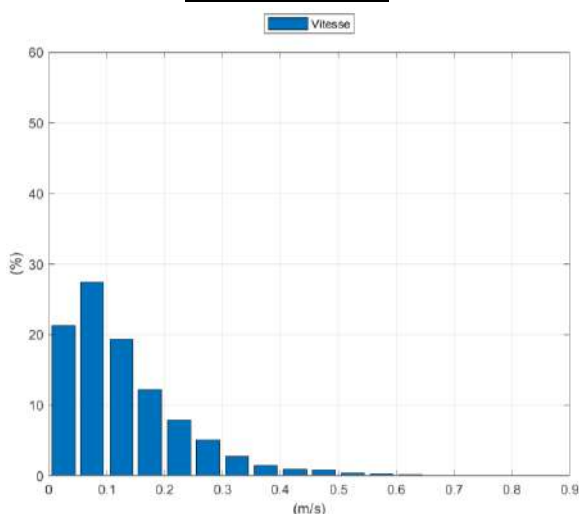


Figure 139 : Couche n°75 - Histogramme des directions de courant

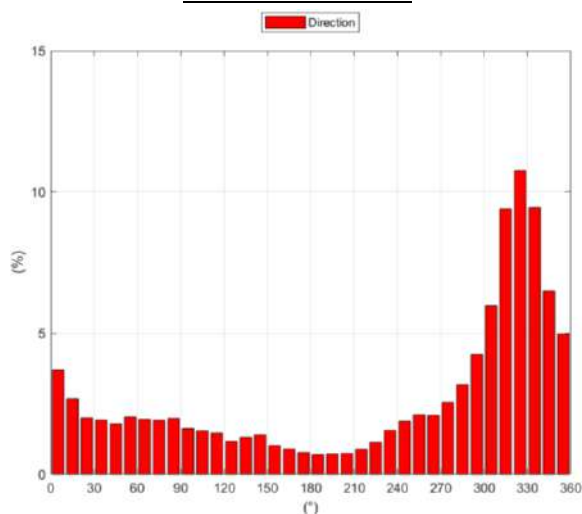
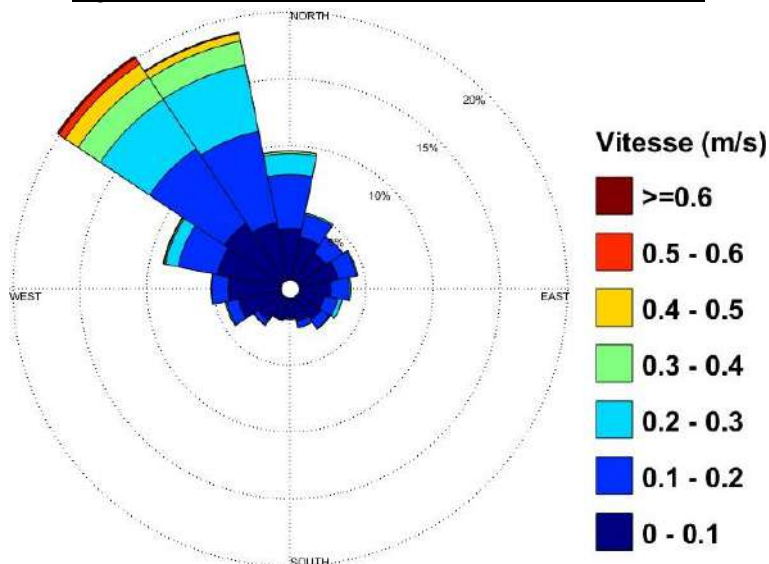


Figure 140 : Couche n°75 - Rose directionnelle du courant



Statistiques principales – Couche n°75 :

Vitesse moyenne : 0.131 m/s
 Vitesse maximale : 0.729 m/s
 % Vitesses < 0.10 m/s : 48.14 %
 % Vitesses < 0.25 m/s : 87.94 %
 % Vitesses ≥ 0.40 m/s : 2.68 %

Couche n°25 (milieu de la colonne d'eau, 257 m au-dessus du fond) – Grand Fond

Figure 141 : Couche n°25 - Corrélogramme Vitesses/Direction du courant

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
0 - 0.1 m/s	4.3	3.4	3.2	3.4	4.25	5.44	5.5	5.04	5.12	4.16	3.68	4.21	5.38	6.60	6.63	5.46	75.94
0.1 - 0.2 m/s	0.61	0.32	0.27	0.58	1.51	2.64	2.42	1.62	1.09	0.62	0.59	0.98	2	3.70	3.04	1.55	23.64
0.2 - 0.3 m/s	0.01	0.01	0	0.01	0.05	0.07	0.07	0.02	0.01	0	0	0.01	0.05	0.1	0.02	0	0.41
0.3 - 0.4 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0.01
0.4 - 0.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5 - 0.6 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6 - 0.7 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7 - 0.8 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.8 - 0.9 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	4.93	3.72	3.47	3.99	5.81	8.15	7.99	6.68	6.21	4.78	4.47	5.2	7.43	10.49	9.69	7.02	100

Figure 142 : Couche n°25 - Histogramme des vitesses de courant

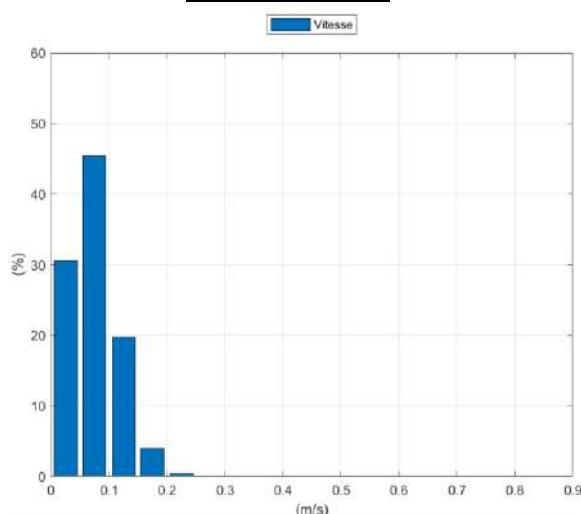


Figure 143 : Couche n°25 - Histogramme des directions de courant

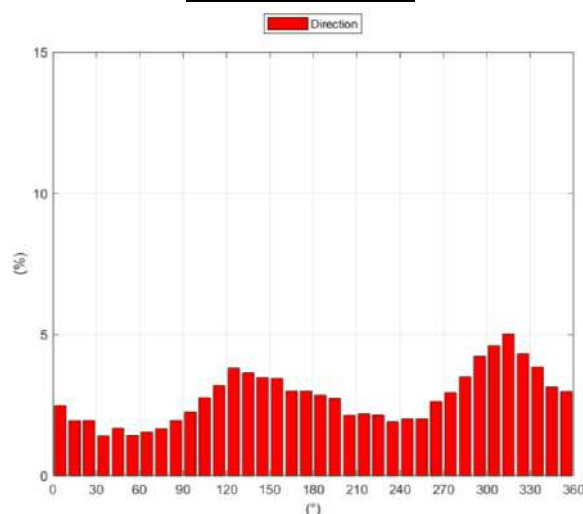
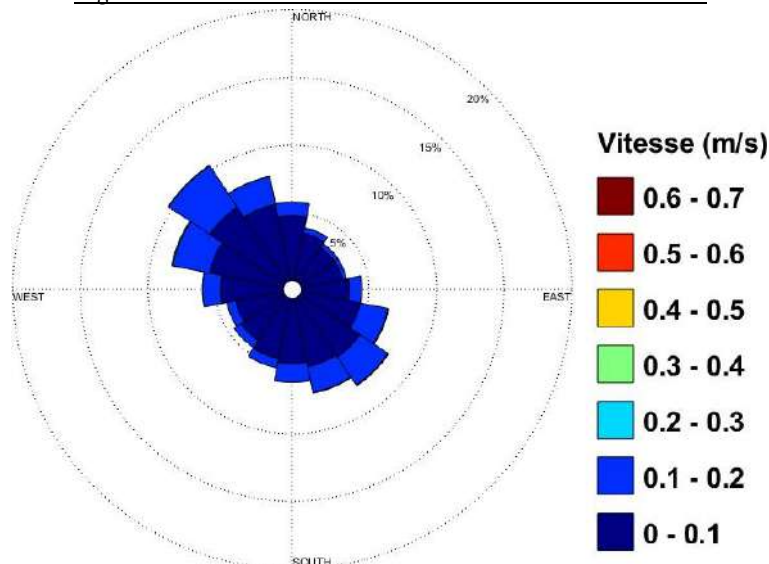


Figure 144 : Couche n°25 - Rose directionnelle du courant



Statistiques principales – Couche n°25 :

- Vitesse moyenne : 0.074 m/s
- Vitesse maximale : 0.300m/s
- % Vitesses < 0.10 m/s : 75.94 %
- % Vitesses < 0.25 m/s : 99.96 %
- % Vitesses ≥ 0.40 m/s : 0 %

Couche n°4 (près du fond, 47 m au-dessus du fond) – Grand Fond

Figure 145 : Couche n°4 - Corrélogramme Vitesses/Direction du courant

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
0 - 0.1 m/s	5.53	5	4.35	4.43	5.02	6.61	7.16	6.68	6.14	4.98	4.63	4.5	5.45	6.39	7.06	6.5	91.39
0.1 - 0.2 m/s	0.43	0.31	0.07	0.19	0.29	1.05	1.25	1.28	0.63	0.26	0.13	0.15	0.48	0.66	0.79	0.61	8.59
0.2 - 0.3 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.02
0.3 - 0.4 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4 - 0.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5 - 0.6 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6 - 0.7 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7 - 0.8 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.8 - 0.9 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	5.96	5.31	4.42	4.62	6.01	7.85	8.41	8.17	6.76	5.24	4.76	4.65	5.93	7.05	7.86	7.11	100

Figure 146 : Couche n°4 - Histogramme des vitesses de courant

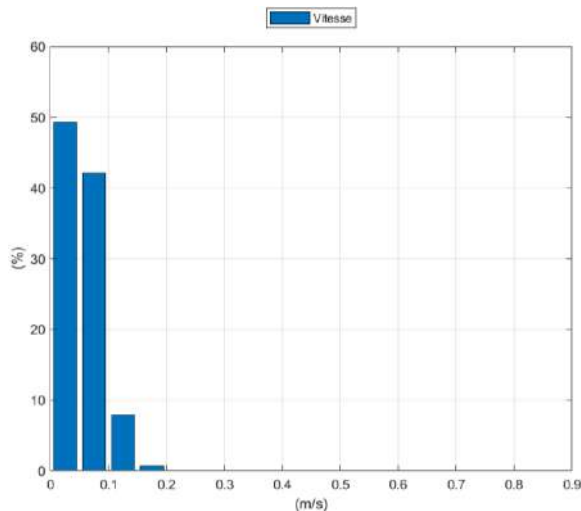


Figure 147 : Couche n°4 - Histogramme des directions de courant

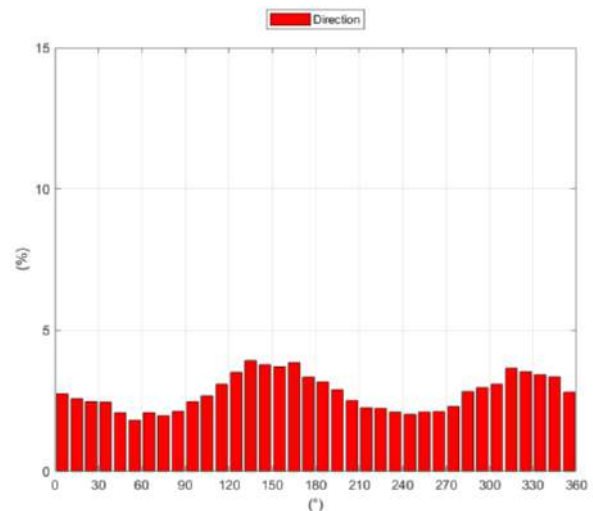
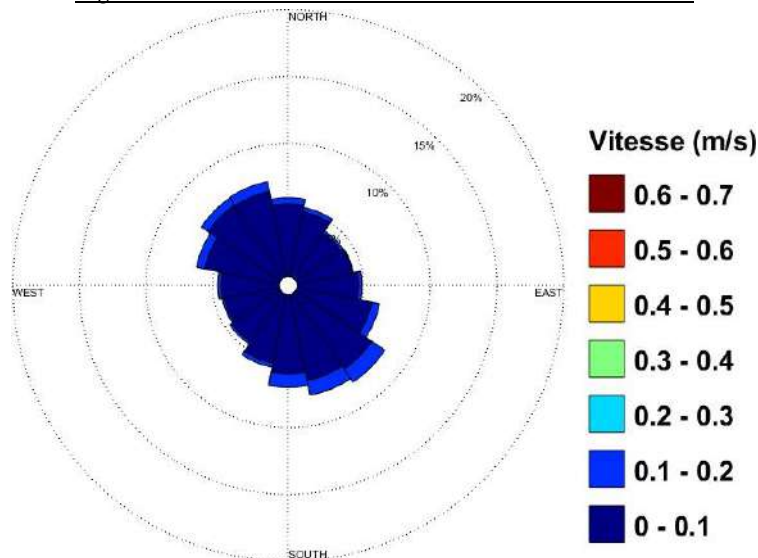


Figure 148 : Couche n°4 - Rose directionnelle du courant



Statistiques principales – Couche n°4 :

- Vitesse moyenne : 0.055 m/s
- Vitesse maximale : 0.208 m/s
- % Vitesses < 0.10 m/s : 91.39 %
- % Vitesses < 0.25 m/s : 100 %
- % Vitesses ≥ 0.40 m/s : 0 %

De manière générale, les vitesses du courant sont faibles sur le site de mesure. Le courant moyen sur la période de mesure est de 0.131 m/s en proche surface et de 0.055 m/s près du fond. Les vitesses relevées sont inférieures à 0.40 m/s durant plus de 97 % du temps de mesure en proche surface. En proche surface, la vitesse maximale du courant relevée est de 0.729 m/s. Près du fond, la vitesse maximale sur la période de mesure est de 0.208 m/s.

La direction du courant varie légèrement sur la colonne d'eau. Sur la partie supérieure de la colonne d'eau, le courant se propage vers le NW-NNW. Au centre de la colonne d'eau, la direction principale du courant est observée vers le NW et la direction secondaire vers le SE. Dans la partie inférieure de la colonne d'eau, le courant se propage vers le secteur SE et vers le secteur NW.

Proche de la surface, des accentuations notables du courant sont observées régulièrement. Ces accentuations sont de l'ordre de 0.10 m/s à 0.60 m/s.

Il n'y a pas de changement marqué de la direction du courant suivant les phases de marée quel que soit le type de marée (période vives-eaux ou mortes-eaux). La marée ne semble pas avoir une influence importante sur la courantologie locale au niveau de la Station Grand Fond. De plus, le courant peut se propager pendant plusieurs jours dans une seule direction. 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 mortes-eaux (coefficient de marée de 30 à 45) et lors de période de vives-eaux (coefficient de marée de 89 à 96).

Figure 149 : Grand Fond – Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 8 au 11 mai 2022 (coefficients de marée : 34/31, 30/30, 31/34 et 39/45)

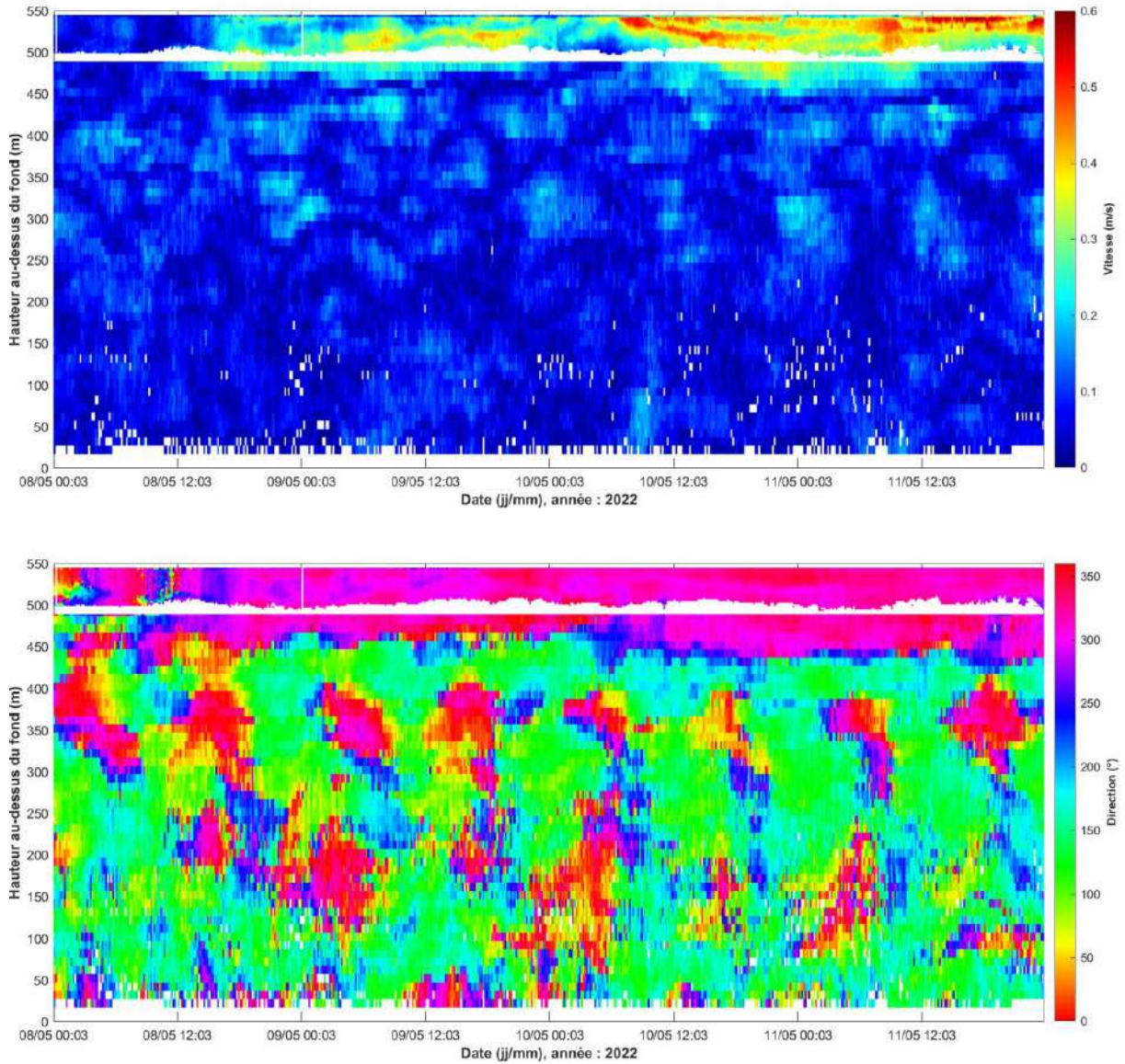
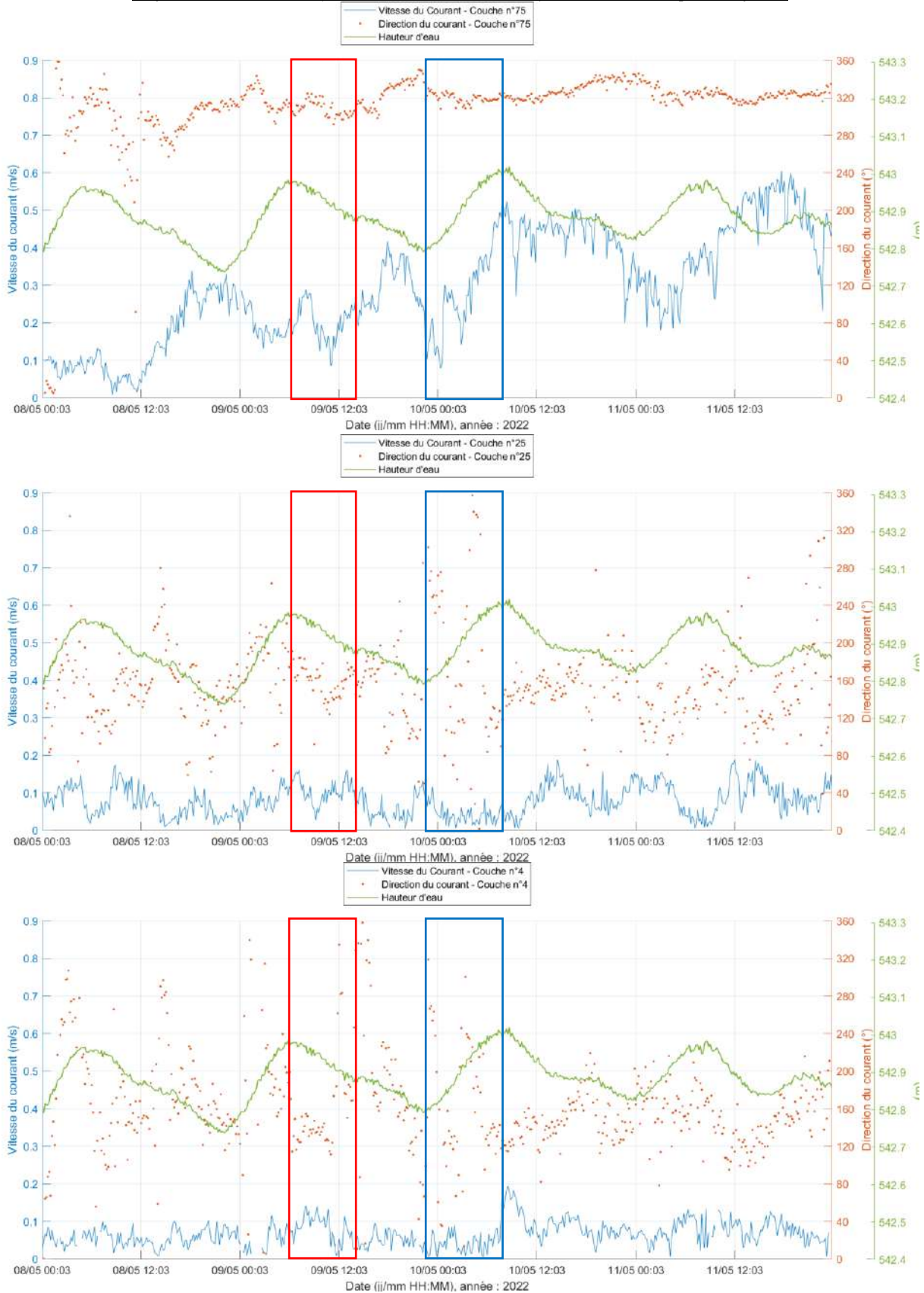


Figure 150 : Grand Fond – Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 8 au 11 mai 2022 (coefficients de marée : 34/31, 30/30, 31/34 et 39/45) – Couche n°75 (proche surface), Couche n°25 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°4 (près du fond)



Légende : Marée descendante ; Marée montante

Figure 151 : Grand Fond – Profil 3D de la vitesse et de la direction du courant sur la colonne d'eau du 14 au 17 juin 2022 (coefficients de marée : 91/93, 95/96, 96/94 et 92/89)

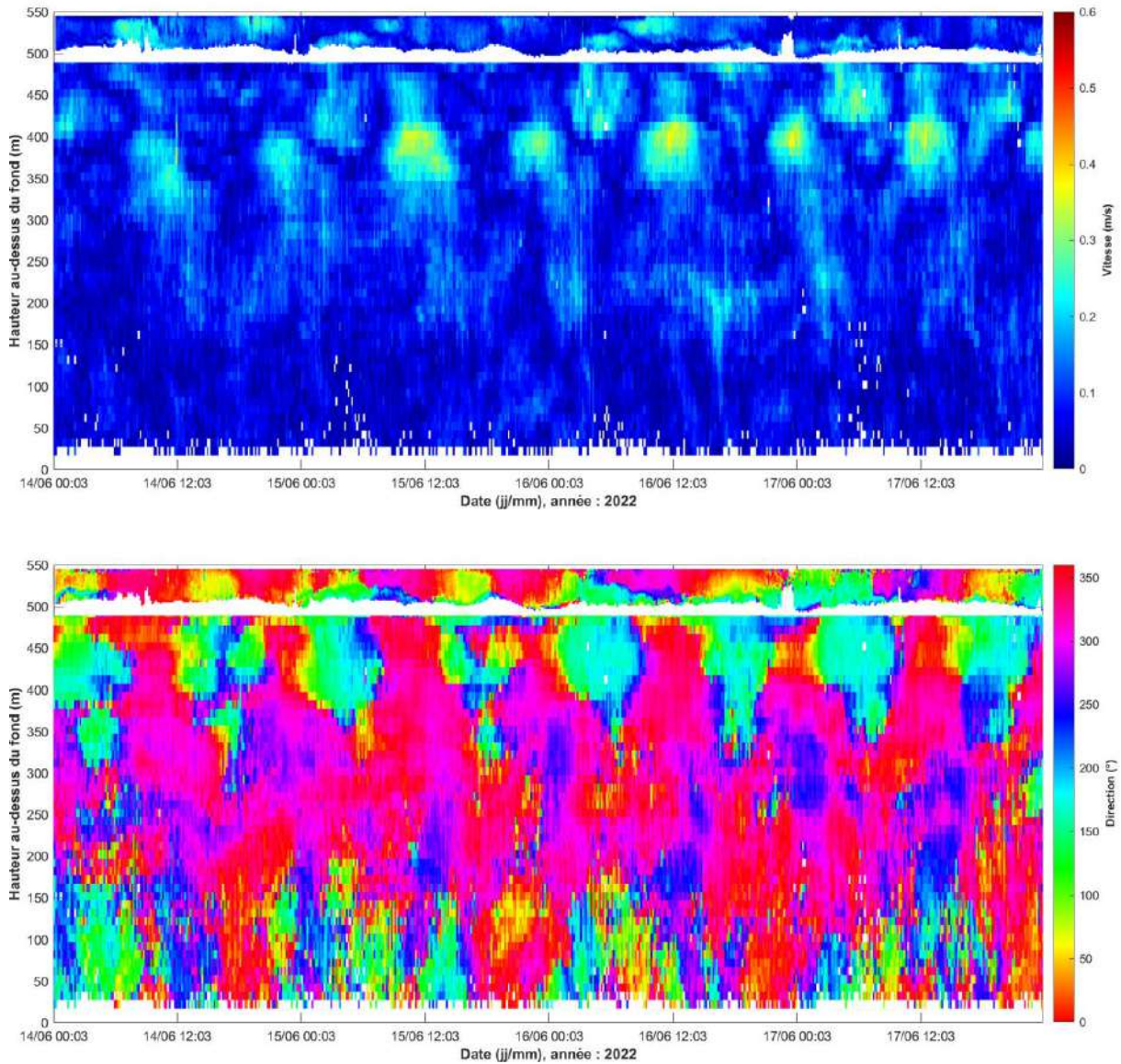
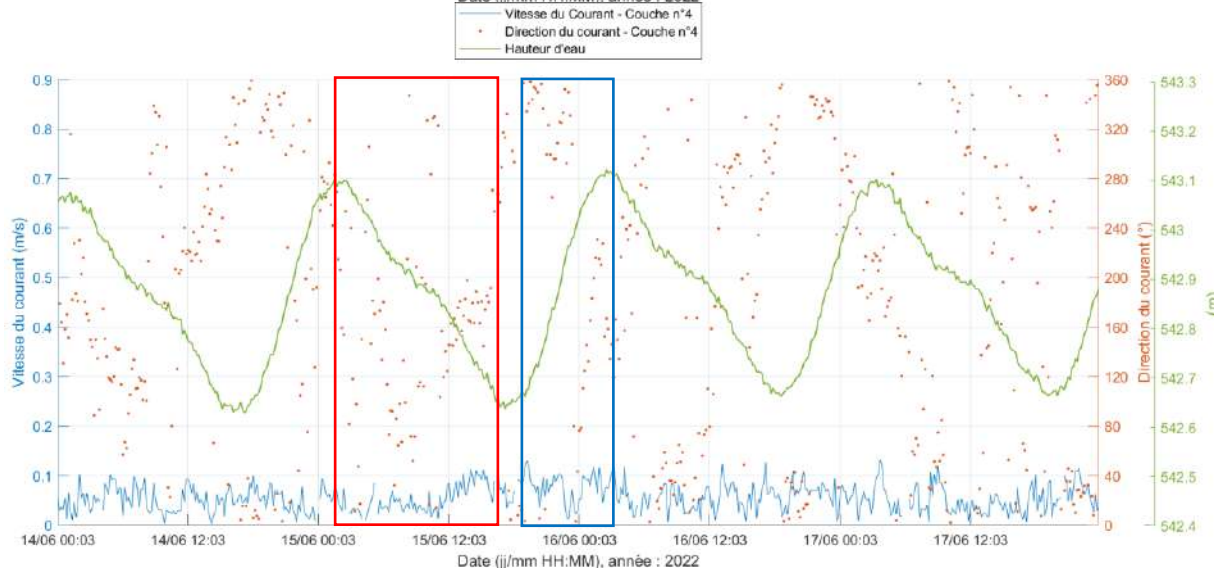
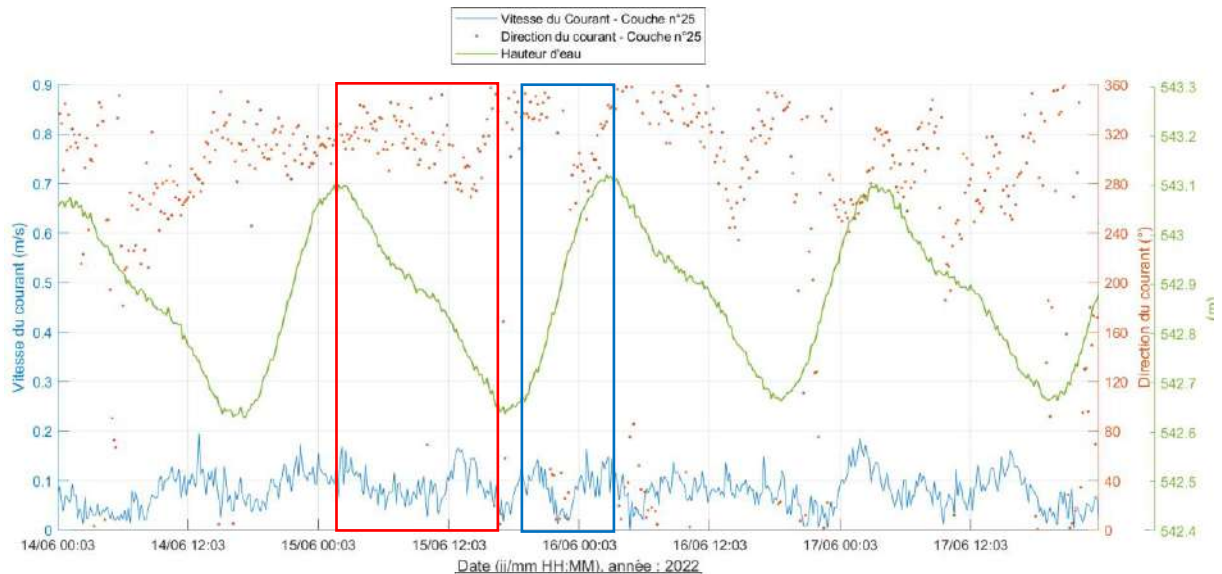
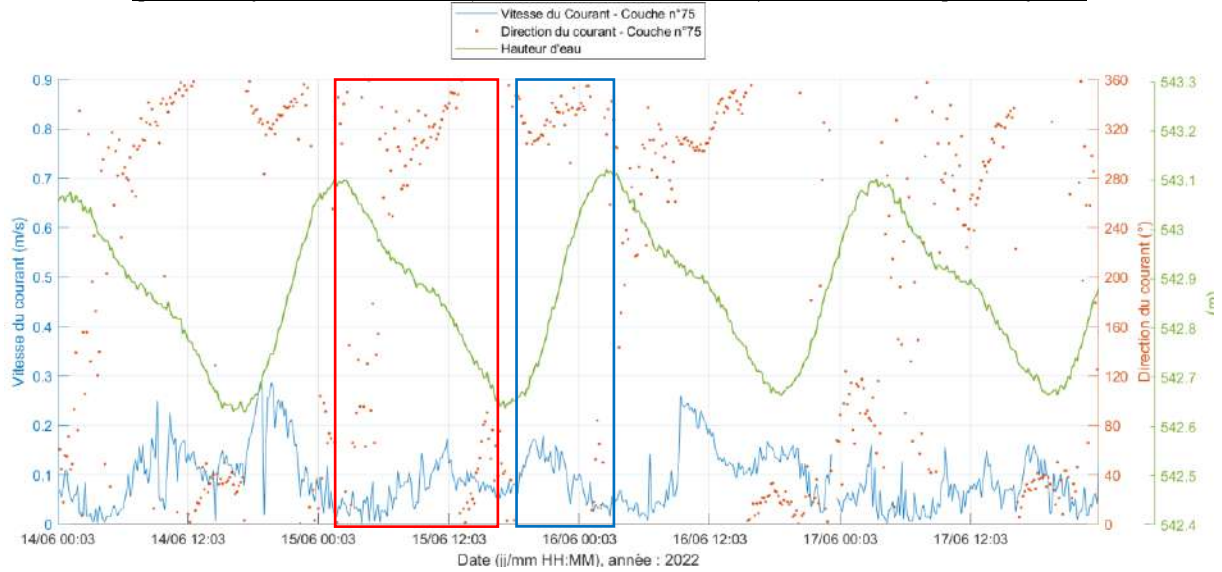


Figure 152 : Grand Fond – Corrélation des mesures de vitesse et direction du courant avec les variations du niveau d'eau du 14 au 17 juin 2022 (coefficients de marée : 91/93, 95/96, 96/94 et 92/89) – Couche n°75 (proche surface), Couche n°25 (centre de la colonne d'eau) et Couche n°4 (près du fond)



Légende : Marée descendante ; Marée montante

L'agrandissement sur les périodes de mortes-eaux et de vives-eaux permettent de visualiser, que pour certains pas de temps, la direction du courant change sur la colonne d'eau, avec des directions opposées.

Pour visualiser, deux exemples ci-dessous, le 11 mai 2022 et le 17 juin 2022.

Figure 153 : Grand Fond – Profil de la vitesse/direction de courant 11 mai 2022

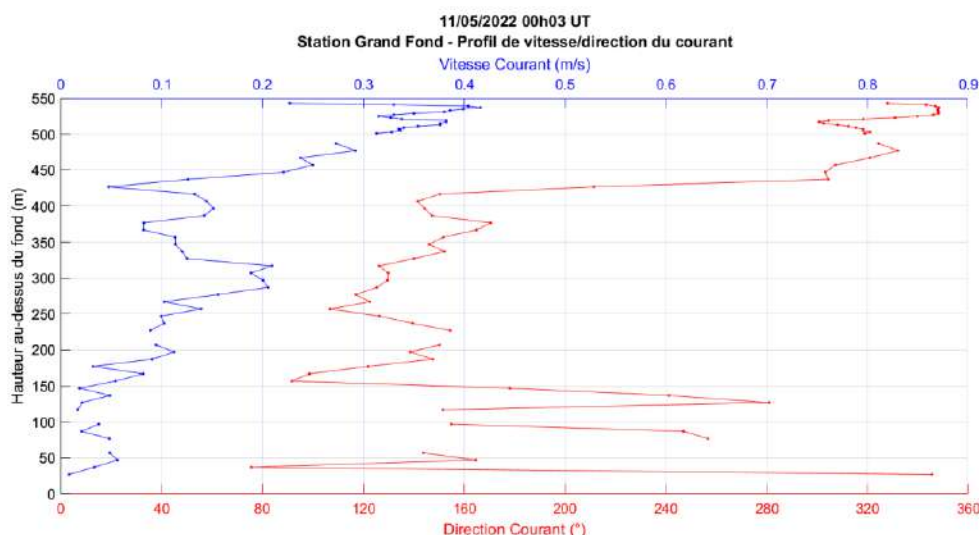
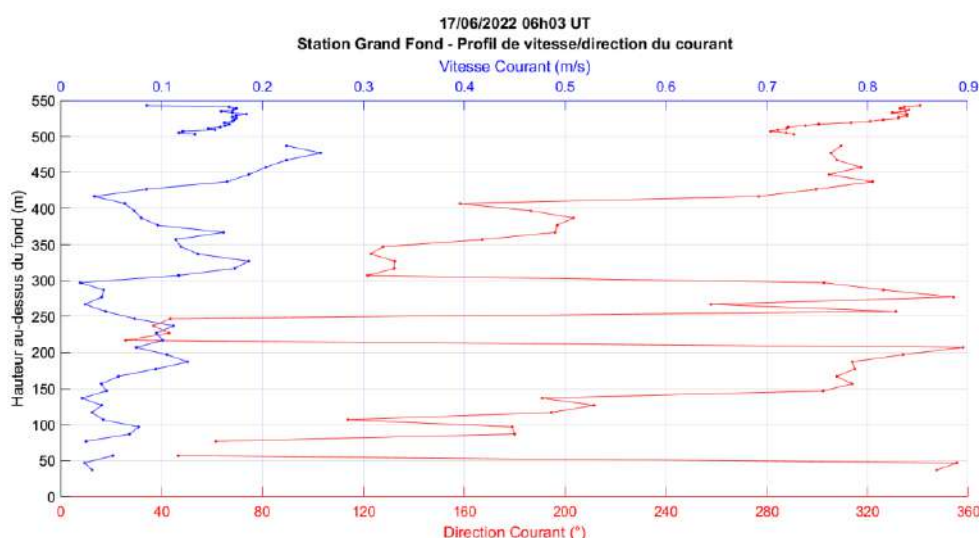


Figure 154 : Grand Fond – Profil de la vitesse/direction du courant 17 juin 2022



Sur le profil du 11 mai 2022, la vitesse du courant diminue sur la colonne d'eau. Lorsque celui-ci est maximal (entre 0.20 m/s et 0.40 m/s), la direction du courant est relevée vers le secteur NW. Lorsque le courant est inférieur à 0.20 m/s, la direction est observée vers le SE.

Sur le profil du 17 juin 2022, la vitesse du courant est relativement homogène sur la colonne d'eau. Cependant, la direction est changeante tout au long de la colonne d'eau, alternant entre secteur NW et secteur SE.

9.5. Grand Fond – 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 Géographique.

9.5.1. Grand Fond – Houle Globale

Les pages suivantes présentent les séries temporelles et les statistiques des principaux paramètres de la houle globale, c'est-à-dire les paramètres de houle calculés sur toute la bande de fréquence.

Figure 155 : Grand Fond – Séries temporelles des hauteurs de la houle

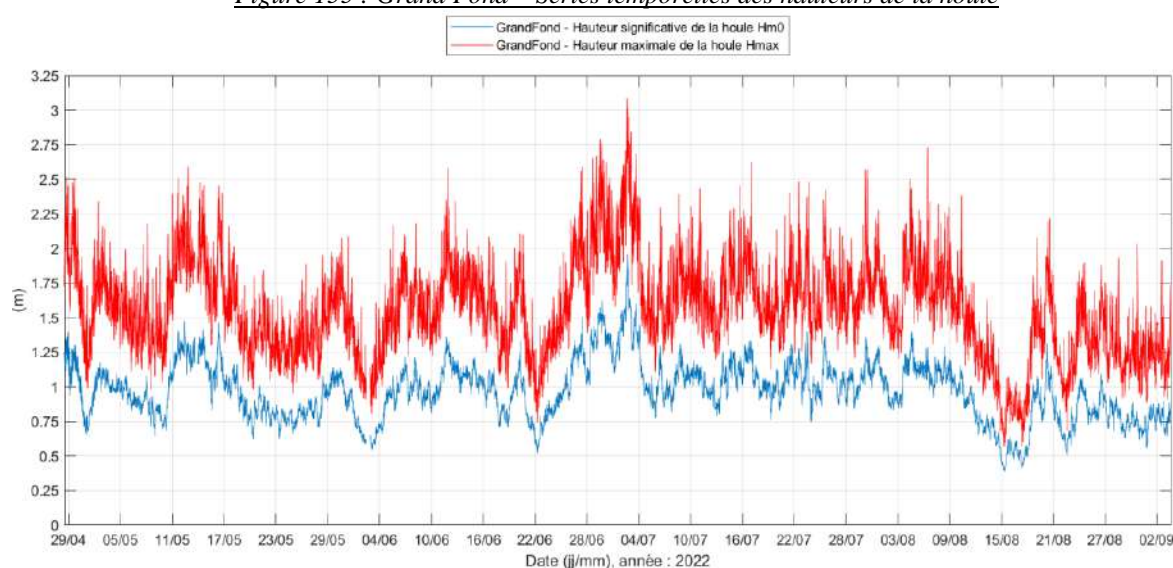


Figure 156 : Grand Fond – Séries temporelles des périodes de la houle

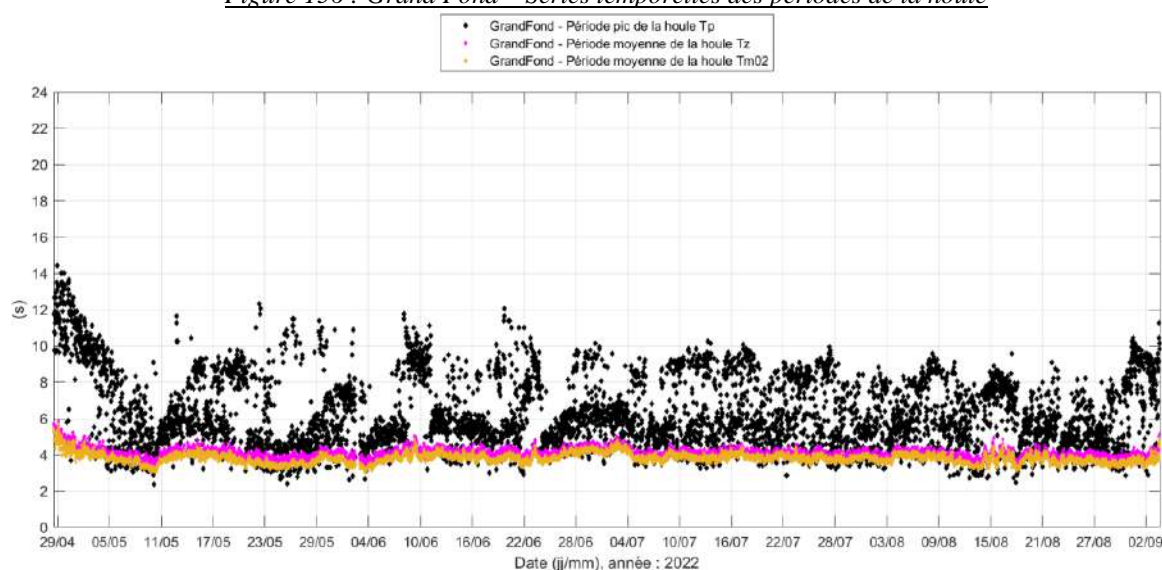
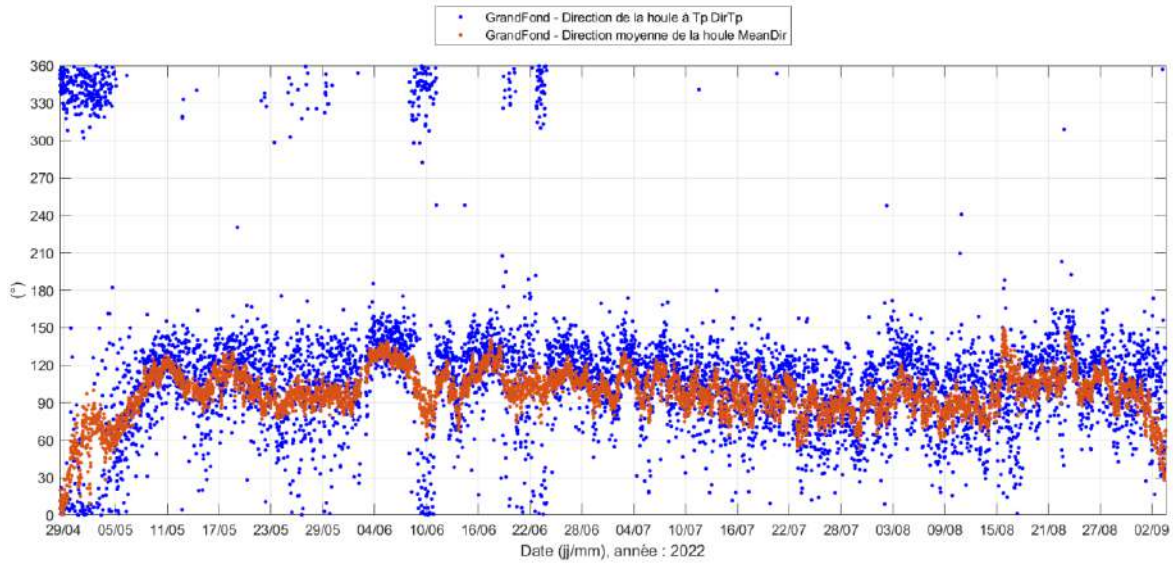


Figure 157 : Grand Fond – Séries temporelles des directions de la houle



Durant la campagne de mesure, la mer mesurée au niveau de la Station Grand Fond n'est jamais calme puisque la hauteur significative de la houle est toujours supérieure à 0.1 m. L'état de mer est principalement peu agité ($0.5 \text{ m} < H_{m0} < 1.25 \text{ m}$). La hauteur significative moyenne est de 0.97 m. La hauteur significative de la houle a atteint une hauteur maximale de 1.96 m et un H_{max} de 3.08 m au maximum.

Sur la période de mesure, un évènement significatif est relevé :

- Entre le 01/07/2022 et le 04/07/2022 : H_{m0} de 1.09 m à 1.96 m, H_{max} atteint 3.08 m, les houles sont courtes ($T_p < 8 \text{ s}$) et de provenance SE.

La série temporelle des périodes pics souligne la présence de houles courtes (de périodes allant de 2 s à 8 s) et de houles plus longues (de périodes allant de 8 à 14 secondes).

Durant la période de mesure, les houles proviennent principalement du secteur ESE.

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 33 : Grand Fond – Principales statistiques des paramètres de houle

Hm0	
Hm0 min	0.39 m
Hm0 moyen	0.97 m
Hm0 max	1.96 m
% Hm0 > 0.1 m	100 %
% Hm0 > 0.5 m	98.92 %
% Hm0 > 1 m	44.39 %
% Hm0 > 1.25 m	8.36 %
% Hm0 > 2.5 m	0 %
Hmax	
Hmax min	0.57 m
Hmax moyen	1.55 m
Hmax max	3.08 m
% Hmax > 0.1 m	100 %
% Hmax > 0.5 m	100 %
% Hmax > 1 m	95.38 %
% Hmax > 1.25 m	81.35 %
% Hmax > 2.5 m	0.92 %
Tp	
Tp min	2.35 s
Tp moyen	6.24 s
Tp max	14.42 s
DirTp	
Direction principale	Secteur ESE

Figure 158 : Grand Fond – Histogrammes des paramètres de houle Hm0, Tp et DirTp

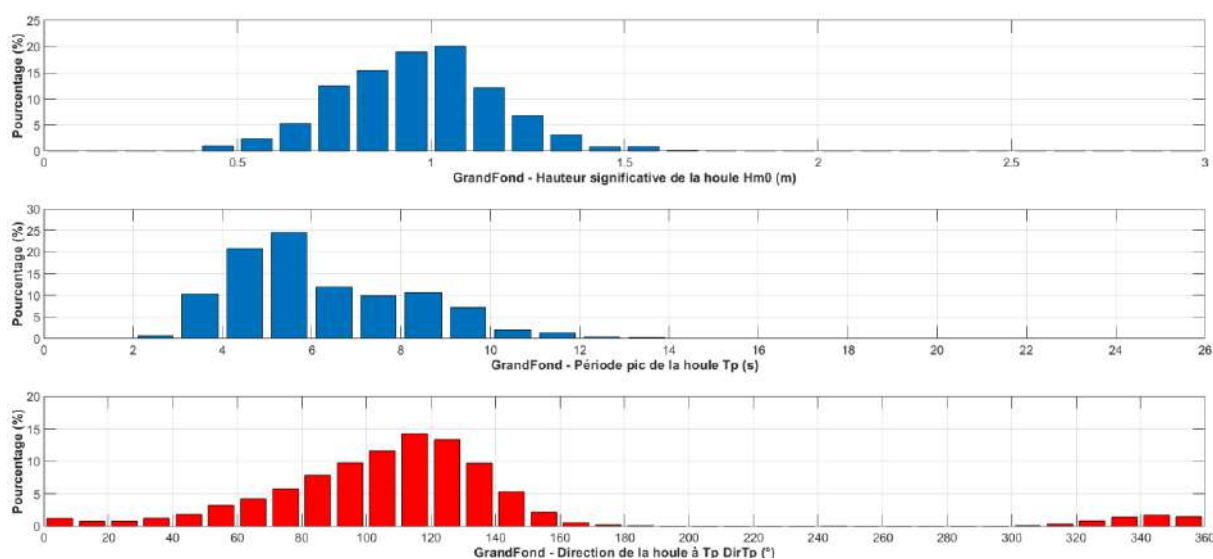


Figure 159 : Grand Fond – Roses directionnelles de la houle

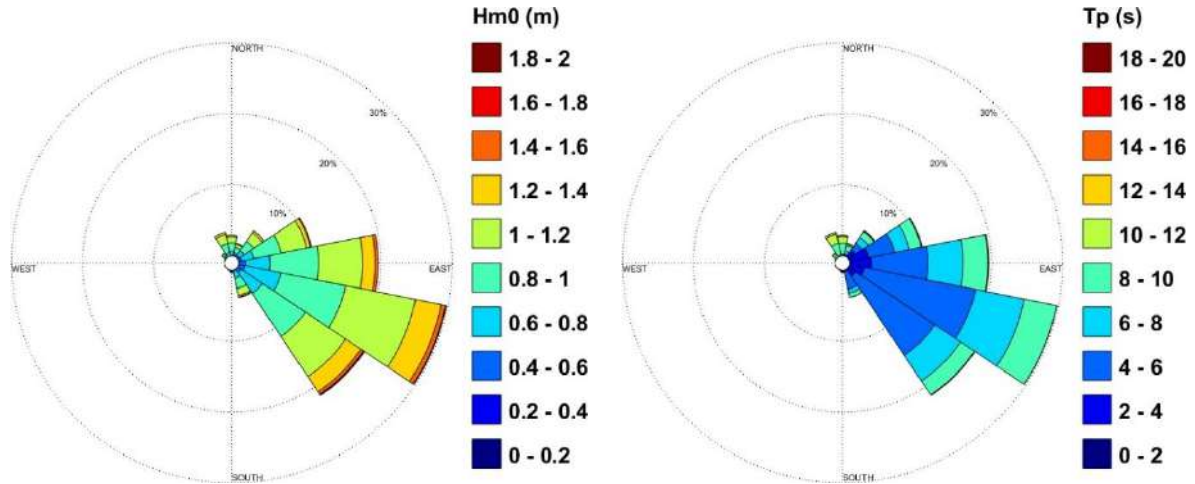


Figure 160 : Grand Fond – Corrélogramme Hm0/DirTp

	0°	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	TT
	22.5°	45°	67.5°	90°	112.5°	135°	157.5°	180°	202.5°	225°	247.5°	270°	292.5°	315°	337.5°	360°	
0 - 0.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2 - 0.4 m	0	0	0	0	0.02	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
0.4 - 0.6 m	0.1	0.25	0.36	0.67	0.87	0.85	0.23	0.03	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0.03	3.44
0.6 - 0.8 m	0.31	0.56	1.13	2.74	4.03	5.23	2.28	0.33	0.08	0	0	0	0	0.11	0.31	0.62	17.73
0.8 - 1 m	1.02	0.97	2.51	5.52	8.05	9.99	3.84	0.49	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.1	0.69	1.39	34.39
1 - 1.2 m	0.64	0.8	2.64	4.64	8.41	9.62	3.29	0.15	0	0	0	0	0.03	0	0.02	0.85	32.31
1.2 - 1.4 m	0.16	0.07	0.54	1.03	2.62	3.87	1.11	0.05	0	0	0	0	0	0	0.02	0.15	10
1.4 - 1.6 m	0	0	0.08	0.25	0.59	0.64	0.13	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7
1.6 - 1.8 m	0	0	0	0	0.05	0.11	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28
1.8 - 2 m	0	0	0	0	0	0.08	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
2 - 2.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	2.23	2.54	7.25	14.85	24.64	30.13	11.01	1.07	0.15	0.05	0.03	0.05	0.02	0.25	2	3.64	100

Figure 161 : Grand Fond – Corrélogramme Hm0/Tp

	0s	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	24s	TT	
	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	24s			
0 - 0.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2 - 0.4 m	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
0.4 - 0.6 m	0	0	0.07	0.18	0.15	0.41	0.51	1.52	0.54	0.03	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.44
0.6 - 0.8 m	0	0.36	2.82	4.08	2.18	1.74	2.56	1.48	1.81	0.46	0.39	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.73
0.8 - 1 m	0	0	0.18	4.61	8.55	7.2	2.61	3.13	4.28	2.99	0.67	0.39	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34.39
1 - 1.2 m	0	0	0.03	2.38	6.33	10.49	3.38	2.02	3.75	2.61	0.69	0.38	0.18	0.07	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.31
1.2 - 1.4 m	0	0	0	0.34	1.23	3.7	2.74	0.52	0.44	0.33	0.11	0.25	0.13	0.15	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
1.4 - 1.6 m	0	0	0	0.03	0.23	0.52	0.74	0.08	0.05	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7
1.6 - 1.8 m	0	0	0	0	0.02	0.07	0.13	0.05	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28
1.8 - 2 m	0	0	0	0	0	0.02	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
2 - 2.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	0	0	0.64	10.36	20.69	24.59	11.92	9.9	10.59	7.21	1.97	1.41	0.46	0.21	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Figure 162 : Grand Fond – Corrélogramme Hmax/THmax

	0s	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s	TT	
	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s	21s	22s	23s			
0 - 0.2 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2 - 0.4 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4 - 0.6 m	0	0	0	0	0	0.03	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08
0.6 - 0.8 m	0	0	0.08	0.13	0.15	0.3	0.23	0.05	0.05	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
0.8 - 1 m	0	0.03	0.28	0.44	0.52	0.72	0.41	0.39	0.23	0.11	0.13	0.07	0.03	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.44
1 - 1.2 m	0	0	0.2	1.79	2	1.18	1.38	1	0.61	0.62	0.38	0.16	0.13	0.21	0.31	0.11	0.03	0	0.05	0	0	0	0	0	0	10.15
1.2 - 1.4 m	0	0.11	2.92	3.88	2.9	2.29	1.39	1.36	1.11	0.77	0.59	0.43	0.43	0.26	0.23	0.15	0.07	0.02	0	0	0	0	0	0	0	18.91
1.4 - 1.6 m	0	0.02	2.93	5.11	4.36	3.08	2.41	1.31	1.07	1.11	0.51	0.36	0.44	0.25	0.16	0.11	0.03	0.05	0	0	0	0	0	0	0	23.32
1.6 - 1.8 m	0	0	0	1.77	5.38	4.57	2.93	1.84	1.11	0.82	0.75	0.46	0.39	0.26	0.26	0.16	0.05	0.07	0.05	0	0	0	0	0	0	20.88
1.8 - 2 m	0	0	0	0.66	3.34	2.97	1.69	1.1	0.52	0.54	0.34	0.38	0.31	0.2	0.1	0.07	0.11	0	0.02	0	0	0	0	0	0	12.34
2 - 2.2 m	0	0	0	0.16	1.44	1.34	0.84	0.51	0.23	0.2	0.15	0.18	0.15	0.13	0.08	0.05	0.05	0.07	0	0	0	0	0	0	0	5.57
2.2 - 2.4 m	0	0	0	0.05	0.66	0.75	0.43	0.26	0.16	0.11	0.03	0.07	0.02	0	0.05	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.62
2.4 - 2.6 m	0	0	0	0	0.26	0.3	0.16	0.07	0.05	0	0.05	0.02	0.05	0.03	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	1.1
2.6 - 2.8 m	0	0	0	0	0.07	0.15	0.13	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.38
2.8 - 3 m	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
3 - 3.2 m	0	0	0	0	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
3.2 - 3.4 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TT	0	0	0.36	10.64	22.72	19.28	13.96	9.26	5.64	4.77	3.72	2.52	1.93	1.75	1.38	0.9	0.52	0.25	0.2	0	0	0	0	0	0	100

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.

***NB :** Les spectres d'énergie et de direction sont obtenus en post-traitement à partir des données brutes (accélérations) enregistrées dans la carte SD de la Bouée Alizé. L'enregistrement des accélérations s'est arrêté le 11 mai 2022, suite à un dysfonctionnement du système de stockage.*

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 163 : Grand Fond – Spectre d'énergie de la houle

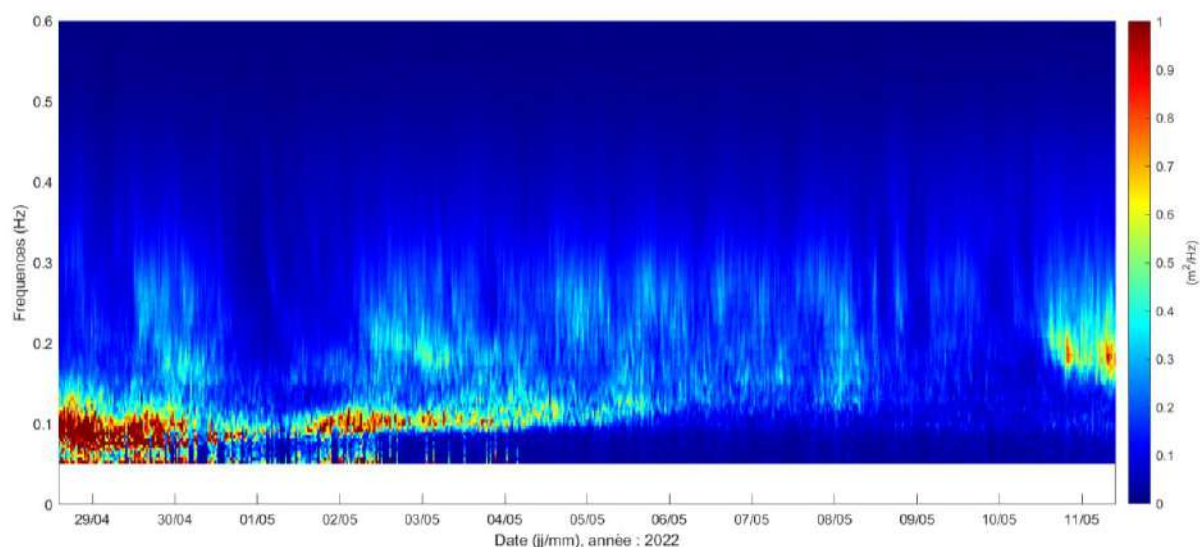
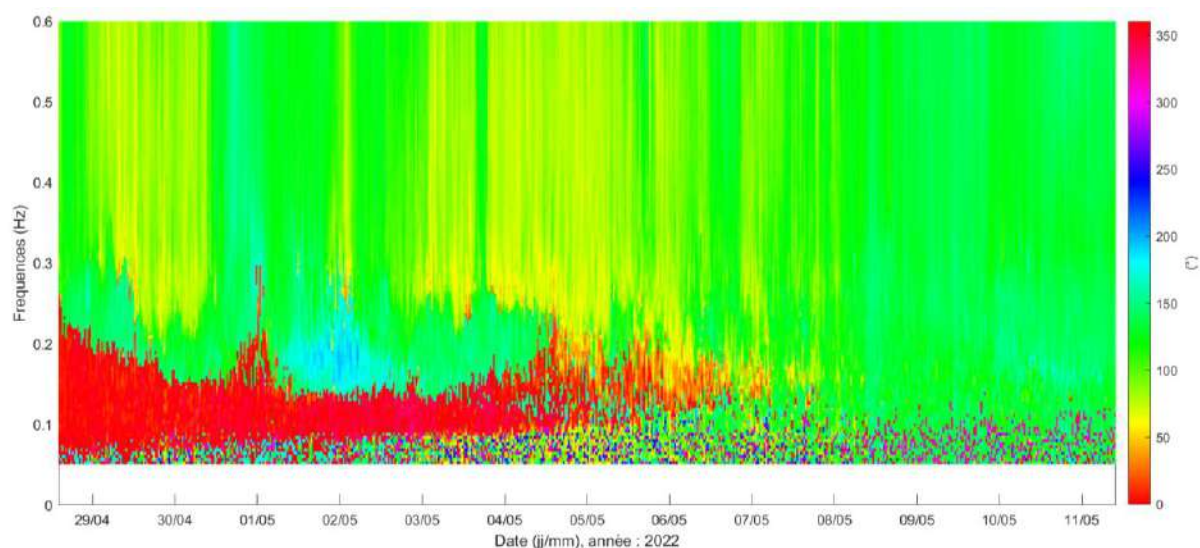


Figure 164 : Grand Fond – Spectre directionnel de la houle



9.5.2. Grand Fond – Mer du vent (Houle HF) / Houle longue (Houle BF)

Selon les résultats de l'analyse spectrale, la dissociation entre la mer du vent (HF) et la houle longue (BF) est réalisée à la fréquence limite de 0.12 Hz soit à une période de houle de 8.33 s. Les résultats sont présentés ci-après.

***NB :** La séparation de l'état de mer (Houle HF / Houle BF) est calculée en post-traitement à partir des données brutes (accélérations) enregistrées dans la carte SD de la Bouée Alizé. L'enregistrement des accélérations s'est arrêté le 11 mai 2022. Seules les données HF/BF entre le 28 avril 2022 et le 11 mai 2022 sont disponibles.*

Figure 165 : Grand Fond – Houle longue – Série temporelle de la hauteur significative Hm0 BF

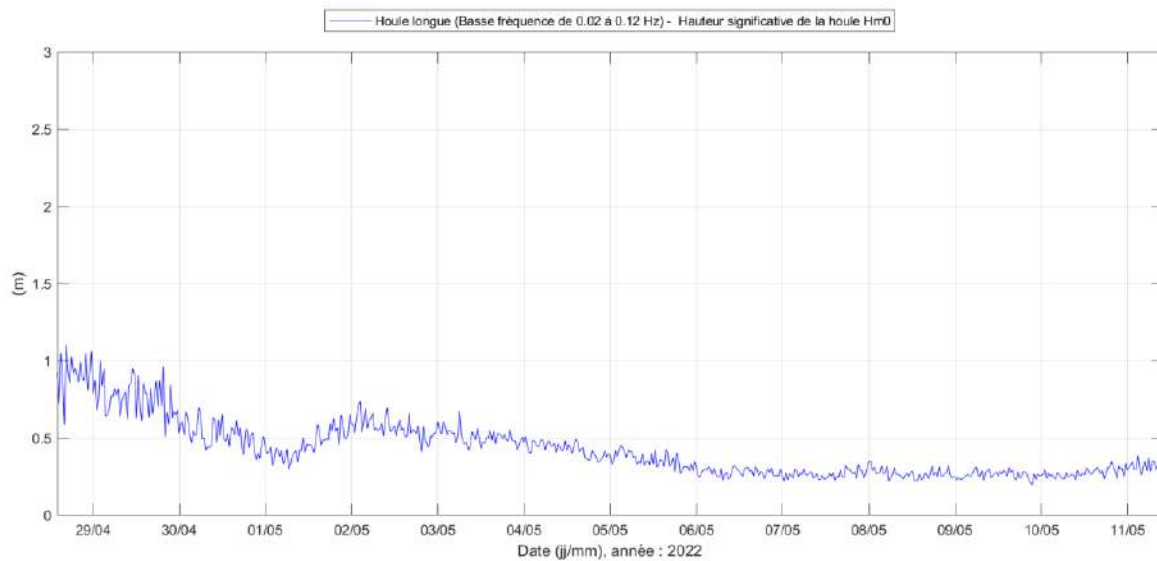


Figure 166 : Grand Fond – Mer du vent – Série temporelle de la hauteur significative Hm0 HF

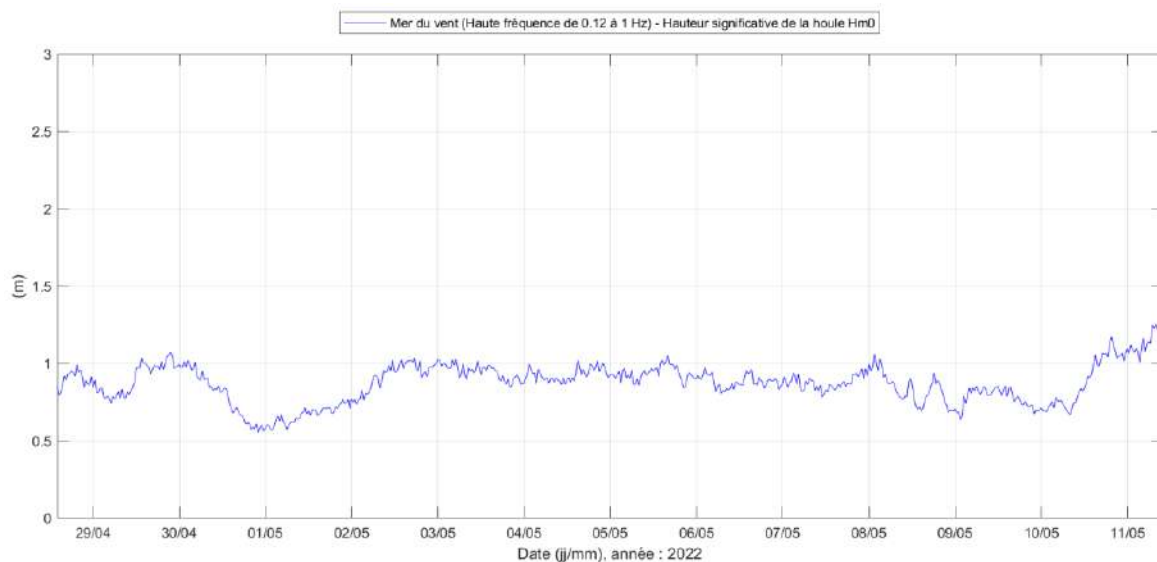
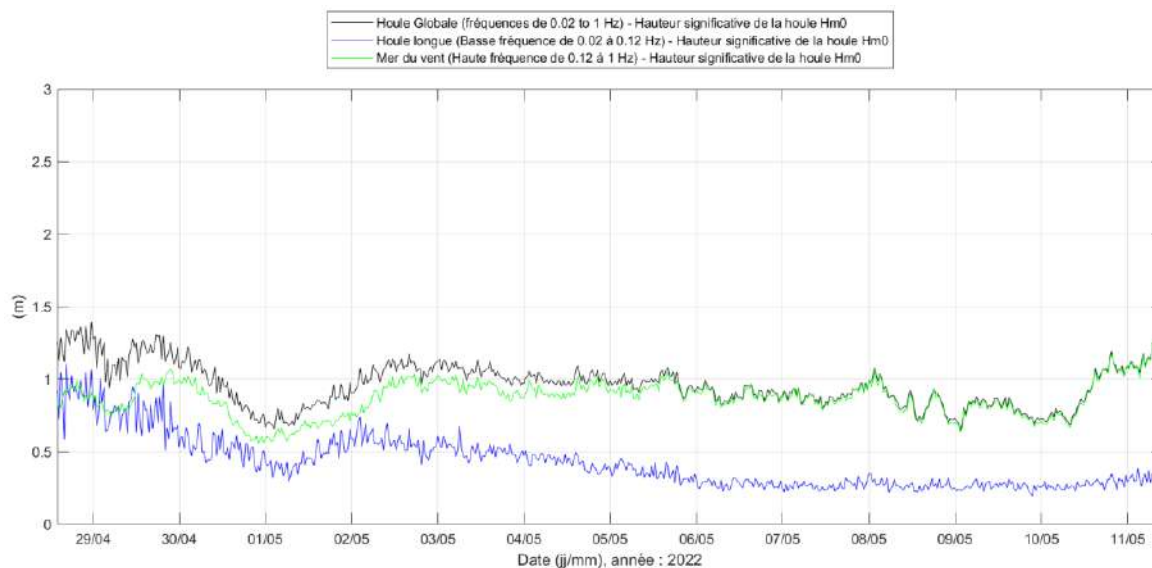


Figure 167 : Grand Fond – Série temporelle H_{m0} , H_{m0} BF et H_{m0} HF



Sur les 12 jours de disponible, la mer du vent est plus importante que la houle longue au niveau de la Station Grand Fond.

Cependant, entre le 28 et le 29 avril 2022, l'augmentation de l'état de mer est principalement due à la mer du vent et est renforcée par la houle longue.

D'après les roses directionnelles, la provenance de la mer du vent est principalement observée vers le SE et secondairement vers le N. Tandis que la houle longue provient principalement du secteur N et secondairement du secteur SE. La provenance et les périodes de la mer du vent et de la houle longue sont présentées à la page suivante.

Figure 168 : Grand Fond – Houle longue – Série temporelle de la direction DirTp

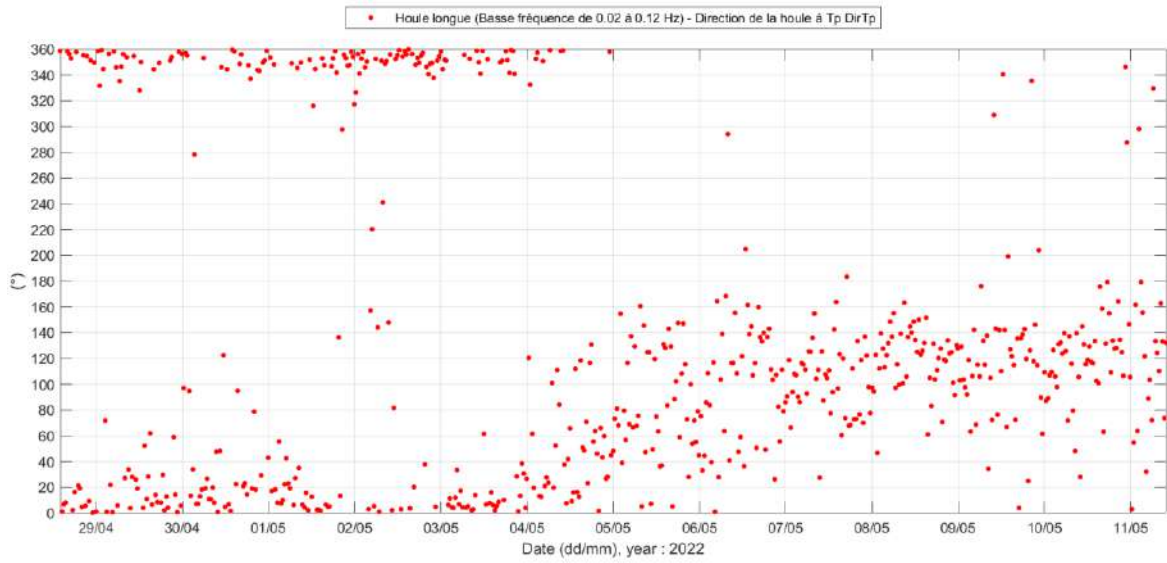


Figure 169 : Grand Fond – Mer du vent – Série temporelle de la direction DirTp

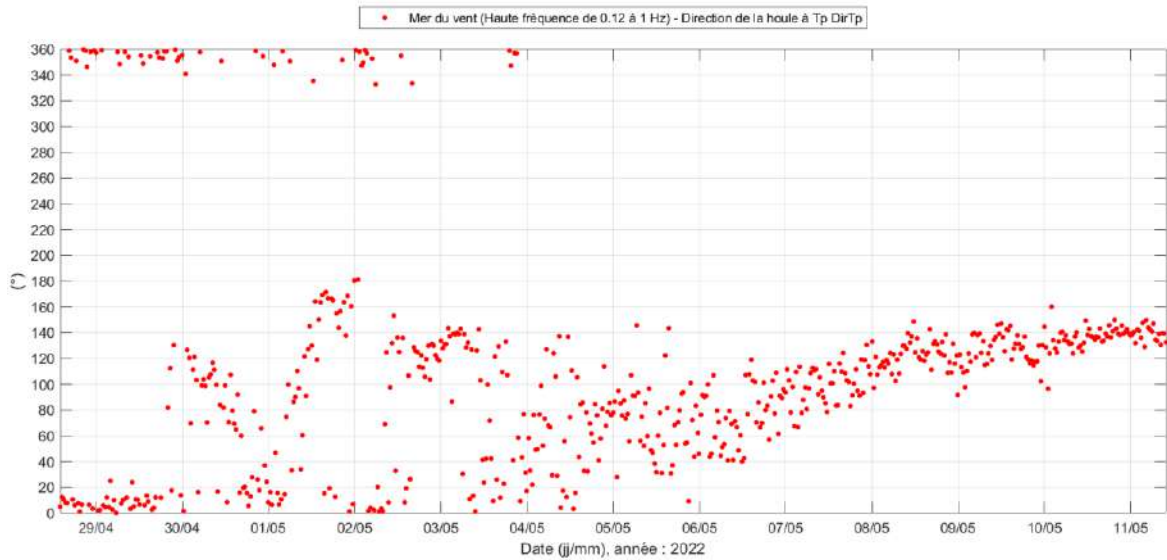


Figure 170 : Grand Fond – Rose Tp BF

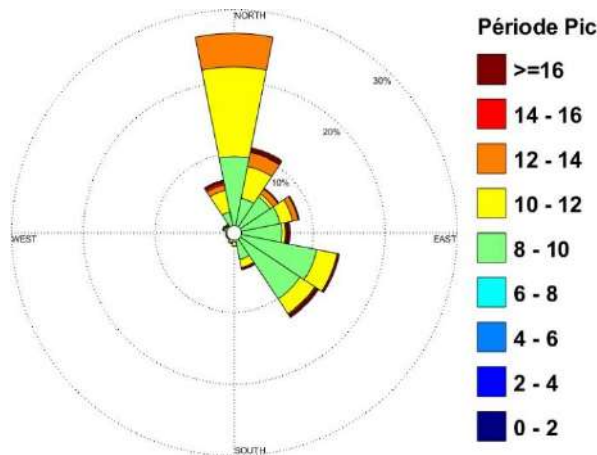
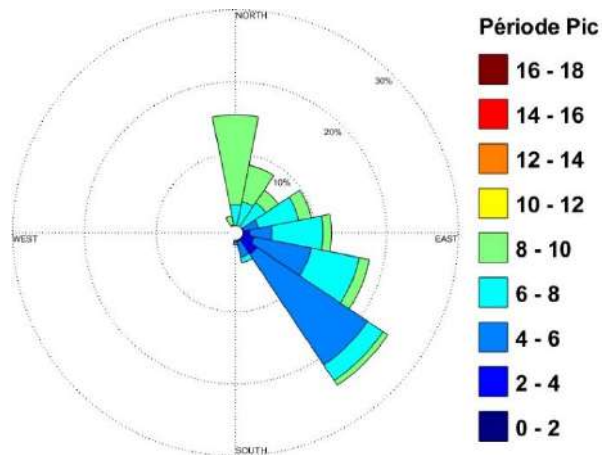


Figure 171 : Grand Fond – Rose Tp HF



9.6. Grand Fond – Ligne de Température / Salinité CTD

9.6.1. Grand Fond – Immersion CTD

La série temporelle de la pression mesurée au niveau de chaque CTD positionnée à différentes hauteurs de la ligne de mouillage de la Bouée Alizé est présentée ci-après.

Figure 172 : Grand Fond – Série temporelle de la profondeur de chaque CTD sur ligne de Mouillage

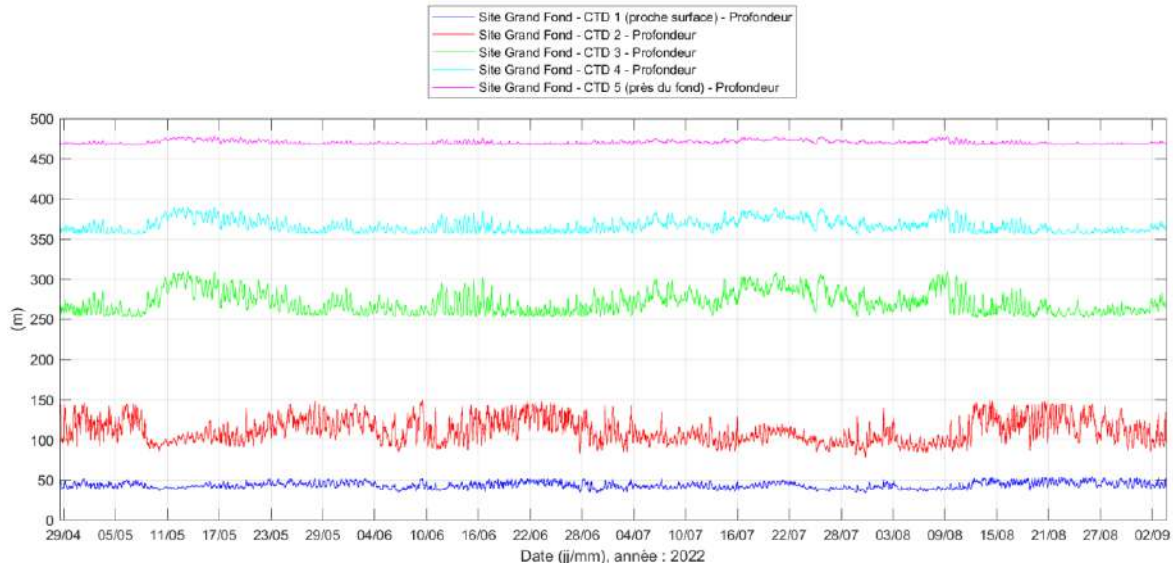


Tableau 34 : Grand Fond – Principales statistiques de la profondeur de chaque CTD sur ligne de mouillage

CTD	Profondeur Minimale	Profondeur Moyenne	Profondeur Maximale
CTD1 (proche surface)	33.92 m	43.52 m	54.48 m
CTD2	78.20 m	111.73 m	149.91 m
CTD3	253.00 m	270.86 m	311.52 m
CTD4	356.27 m	366.62 m	391.01 m
CTD5 (près du fond)	467.21 m	470.29 m	477.95 m

La pression mesurée par les CTDs permet de connaître la profondeur de chaque capteur sur la ligne de mouillage. Les CTDs sont numérotées de 1 à 5, de la surface au fond. La visualisation de la pression de chacune des CTDs permet de confirmer qu'il n'y a pas eu de variations notables de pression.

9.6.2. Grand Fond – Température de l'eau CTD

La série temporelle de la température de l'eau mesurée le long de la colonne d'eau par les 5 CTDs Seabird SBE37 positionnées sur la ligne de mouillage de la Bouée Alizé au niveau de la Station Grand Fond est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 173 : Grand Fond - Série temporelle de la température de l'eau mesurée au fond

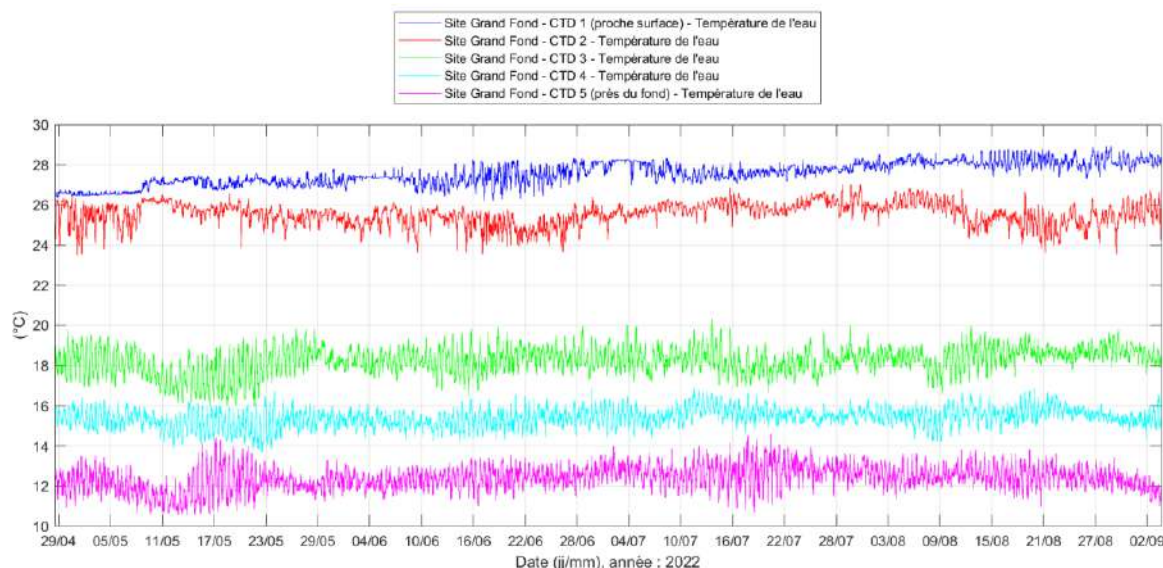


Tableau 35 : Grand Fond – Principales statistiques relatives à la température de l'eau sur la colonne d'eau durant la période d'étude

CTD	Température Minimale	Température Moyenne	Température Maximale
CTD1 (proche surface)	26.21 °C	27.56 °C	28.94 °C
CTD2	23.51 °C	25.56 °C	27.03 °C
CTD3	15.95 °C	18.26 °C	20.32 °C
CTD4	13.70 °C	15.41 °C	16.92 °C
CTD5 (près du fond)	10.54 °C	12.40 °C	14.61 °C

La température de l'eau mesurée par les CTDs les plus profondes (3, 4 et 5) est relativement stable à chaque profondeur. Près du fond, à 470 m de profondeur, la température de l'eau évolue autour de 12 °C. À 366 m de profondeur, la température de l'eau est en moyenne de 15.41 °C sur toute la campagne de mesure. Au centre de la colonne d'eau, à 270 m de profondeur, la température de l'eau est en moyenne de 18.26 °C.

Au niveau des deux CTDs positionnées sur la partie supérieure de la colonne d'eau, la température de l'eau est plus élevée. À 111 m de profondeur, la température de l'eau est moyenne de 25.56 °C.

En proche surface, à 43 m de profondeur, la température de l'eau a tendance à augmenter tout au long de la campagne de mesure, passant de 26.2 °C en moyenne fin Avril 2022 à 28.2 °C en moyenne début Septembre 2022.

9.6.3. Grand Fond – Salinité de l'eau CTD

La série temporelle de la salinité de l'eau mesurée le long de la colonne d'eau par les 5 CTDs Seabird SBE37 positionnées sur la ligne de mouillage de la Bouée Alizé au niveau de la Station Grand Fond est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Figure 174 : Grand Fond - Série temporelle de la salinité de l'eau au fond

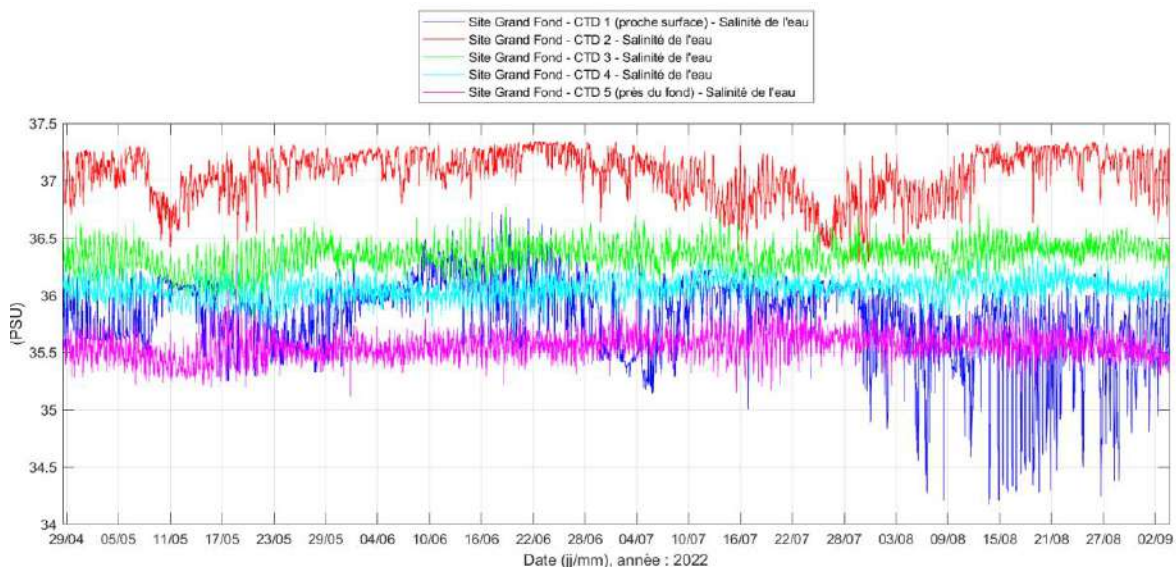


Tableau 36 : Grand Fond – Principales statistiques relatives à la salinité sur la colonne d'eau durant la période d'étude

CTD	Salinité Minimale	Salinité Moyenne	Salinité Maximale
CTD1 (proche surface)	34.17 PSU	35.81 PSU	36.73 PSU
CTD2	36.28 PSU	37.06 PSU	37.34 PSU
CTD3	35.78 PSU	36.35 PSU	36.79 PSU
CTD4	35.60 PSU	36.06 PSU	36.48 PSU
CTD5 (près du fond)	35.12 PSU	35.56 PSU	36.35 PSU

Entre la CTD2 et la CTD5, de 111 m à 470 m de profondeur, la salinité de l'eau diminue le long de la colonne d'eau, passant de 37 PSU à 35.5 PSU en moyenne au fond. La salinité mesurée en proche surface (CTD1 à 43 m de profondeur) est plus faible que la salinité mesurée à 111 m de profondeur avec une moyenne de 35.8 PSU sur toute la campagne de mesure.

De manière générale, sur la partie inférieure de la colonne d'eau, de 270 m à 470 m de profondeur, la salinité de l'eau est relativement stable sur les 4 mois de mesure.

La salinité mesurée à 111 m de profondeur subit des variations de 1 PSU au maximum. Ces variations sont observées sur quelques heures ou quelques jours au maximum.

Les variations les plus significatives de la salinité de l'eau sont relevées en proche surface sur la CTD1 positionnée à 43 m de profondeur. Ces variations sont au maximum de 1.8 PSU et sont mesurées en vingt minutes au minimum.

9.7. Grand Fond – Turbidité Fond et Surface

La série temporelle de la turbidité de l'eau mesurée en proche surface et près du fond par deux turbidimètres ECO NTU au niveau de la Station Grand Fond est proposée ci-après ainsi que les principales statistiques sur la période de mesure.

Le turbidimètre en proche surface est à la même profondeur que la CTD1 (proche surface, ~43.52 m). Le turbidimètre près du fond est à la même profondeur que la CTD5 (près du fond, ~470.29 m).

Figure 175 : Grand Fond – Série temporelle de la turbidité de l'eau en proche surface

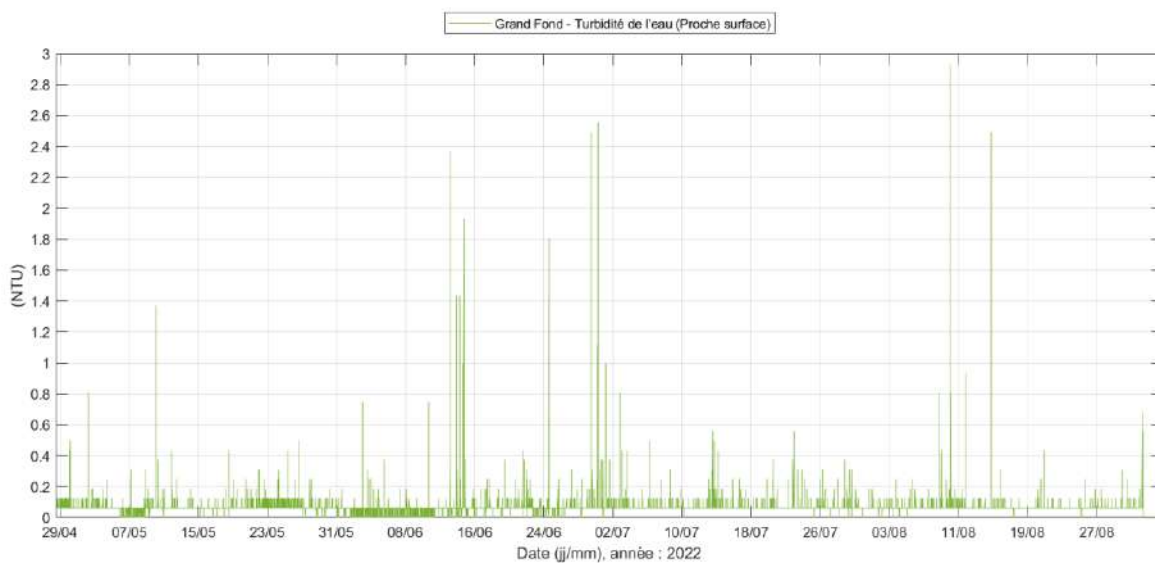


Figure 176 : Grand Fond – Série temporelle de la turbidité de l'eau près du fond

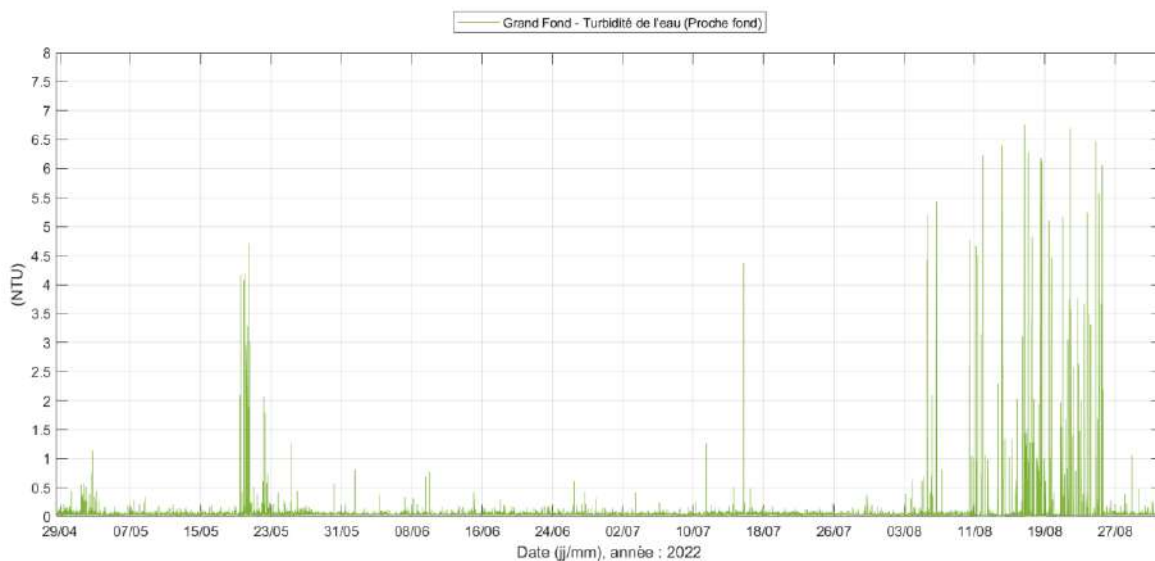


Tableau 37 : Grand Fond – Principales statistiques relatives à la turbidité sur la période d'étude

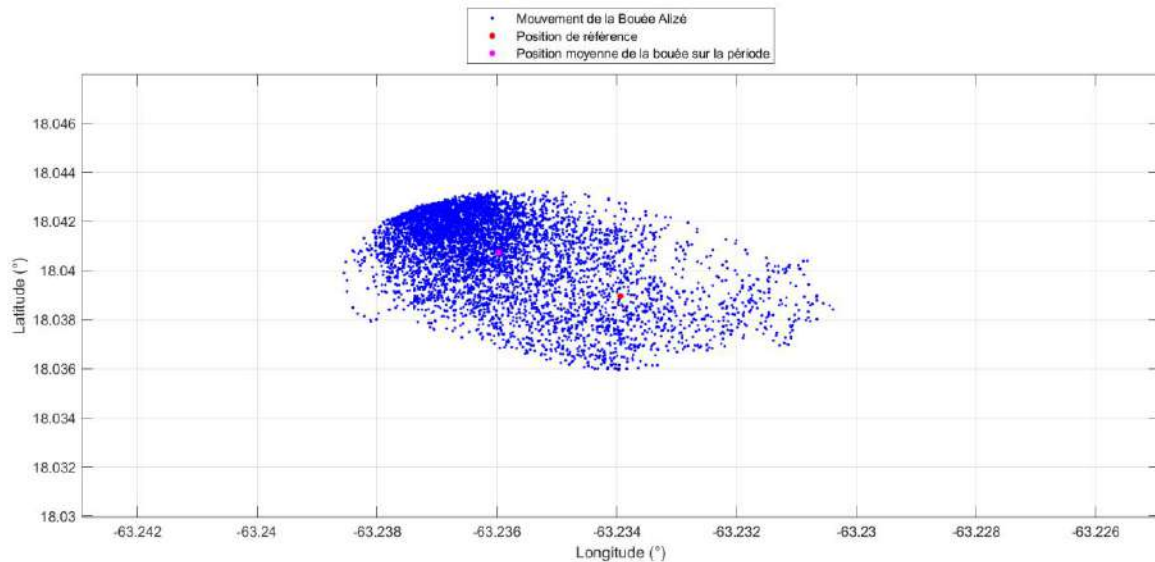
Turbidimètre	Turbidité Minimale	Turbidité Moyenne	Turbidité Maximale
Proche Surface	0 NTU	0.07 NTU	2.93 NTU
Près du Fond	0 NTU	0.06 NTU	6.75 NTU

Sur la campagne de mesure de 4 mois au niveau de la Station Grand Fond, la turbidité de l'eau est très faible, que ce soit en proche surface ou près du fond. Seules quelques augmentations non significatives sont observées avec une valeur maximale de 2.93 NTU en proche surface et de 6.75 NTU près du fond.

9.8. Grand Fond – Position GPS

Les mouvements de la Bouée Alizé au niveau de la Station Grand Fond sont présentés dans cette section. La position GPS de la Bouée est récupérée toutes les 30 minutes.

Figure 177 : Grand Fond – Position de référence de la Bouée Alizé, position moyenne de la Bouée sur la période de mesure et positions GPS de la Bouée Alizé sur toute la période de mesure



Rayon autour de son point de référence	Nombre de données supérieures au rayon	Pourcentage de données inférieures au rayon
250 m	4175	31.64 %
350 m	2621	57.08 %

Tableau 38 : Grand Fond – Principales statistiques sur la position de la Bouée Alizé

Distance minimale au point de référence	5 m
Distance moyenne au point de référence	308.51 m
Distance maximale au point de référence	500.46 m
Latitude moyenne	18.040741 °N
Longitude moyenne	63.235972 °W

9.9. Grand Fond – Profils CTD et Turbidité

Lors de la pose et de la récupération du système de mesure au niveau de la Station Grand Fond, des profils CTD et de turbidité ont été effectués.

9.9.1. Grand Fond – Profils CTD

Figure 178 : Grand Fond – Profils de température / salinité sur la colonne d'eau au moment de la pose

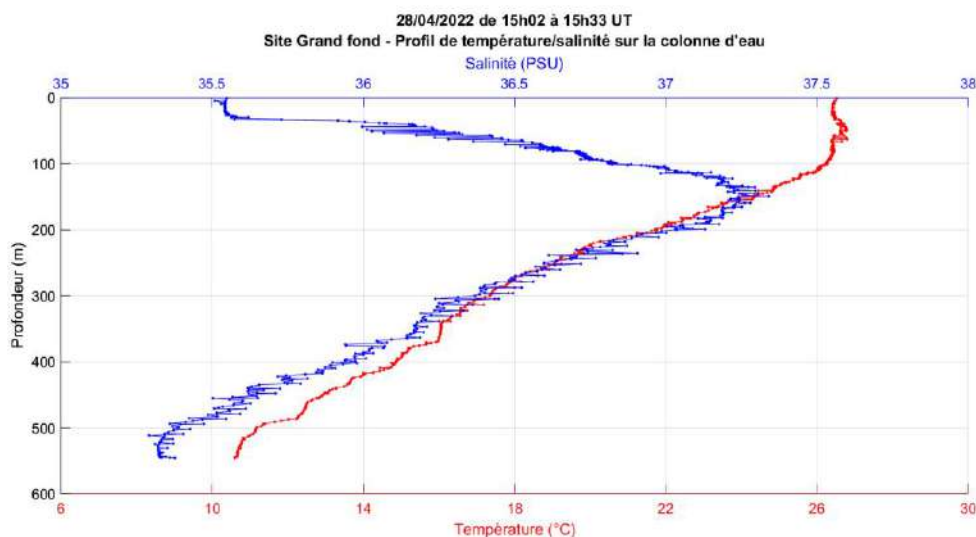
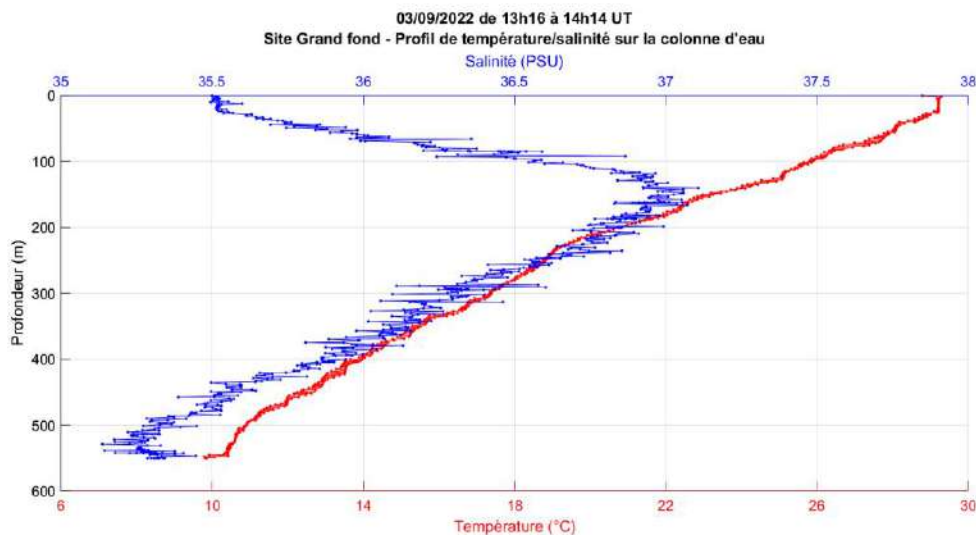


Figure 179 : Grand Fond – Profils température / salinité sur la colonne d'eau au moment de la récupération



Les profils de CTD effectués à la pose et à la démobilitation montrent une même variation d'ensemble de la température et de la salinité. La température diminue progressivement sur la colonne d'eau. La salinité augmente de la surface à 150 m de profondeur passant de 35.5 PSU en moyenne à plus de 37 PSU. Puis, la salinité diminue sur le long de la colonne d'eau jusqu'au fond atteignant une salinité plus faible qu'en surface (35.3 PSU).

9.9.2. Grand Fond – Profils Turbidité

Figure 180 : Grand Fond – Profil de la turbidité sur la colonne d'eau au moment de la pose

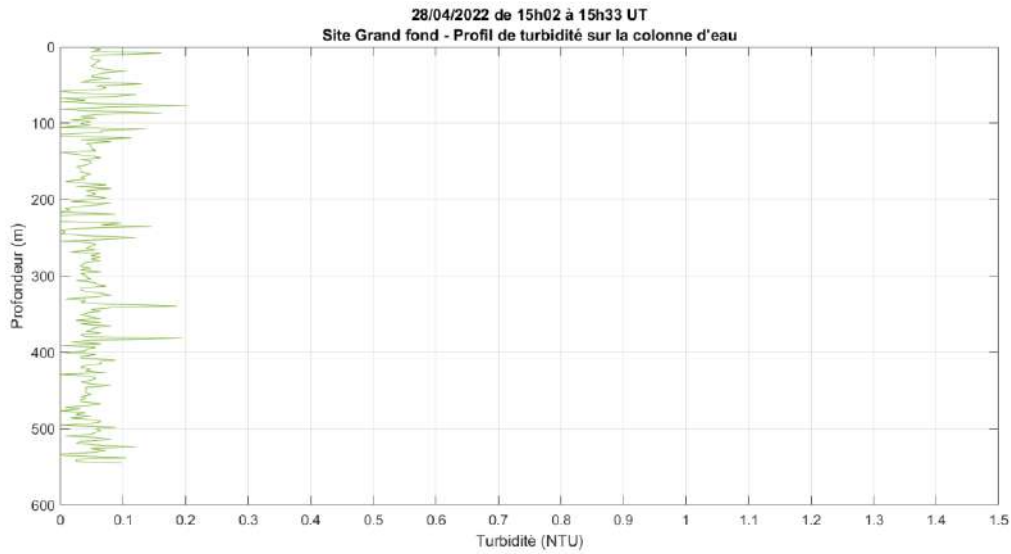
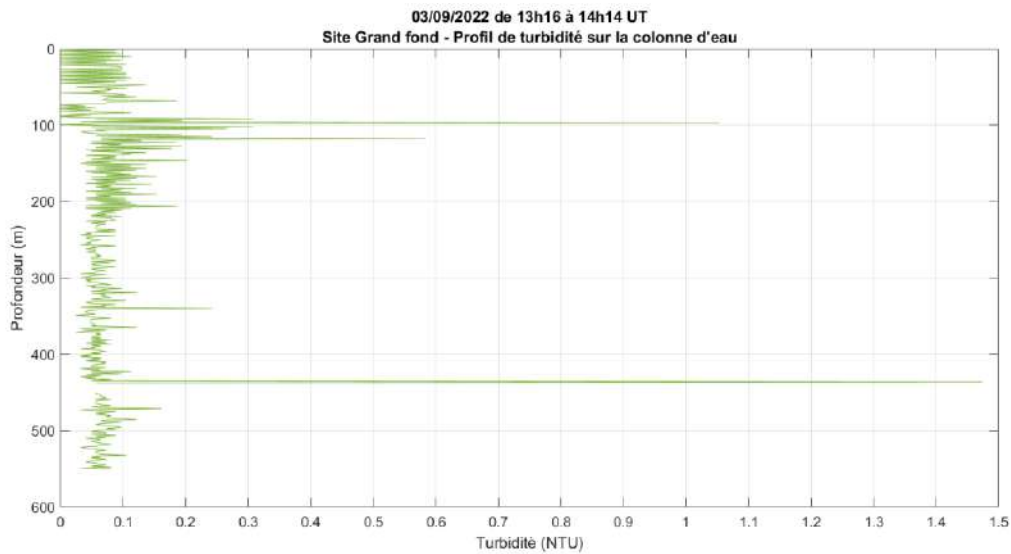


Figure 181 : Grand Fond – Profil de la turbidité sur la colonne d'eau au moment de la récupération



Sur la colonne d'eau au niveau de la Station Grand Fond, la turbidité de l'eau est très faible et est en moyenne inférieure à 0.1 NTU. Seules quelques augmentations non significatives sont observées avec une valeur maximale de 1.48 NTU dans la partie inférieure de la colonne d'eau.

10. COMPARAISON DES MESURES SUR LE SITE D'ETUDE

10.1. Comparaison des données de courant

Les données de courant observées sur les 3 différents points de la zone, Stations A1, A2 et Grand Fond, sont comparées dans cette section.

Une comparaison des vitesses et directions (en Nord Géographique) du courant en fond et surface est faite dans le tableau présenté ci-après.

Tableau 39 : Comparaison vitesse/direction sur les couches de proche surface et près du fond

Sites	Courant Proche Surface			Courant Près du Fond		
	Vitesse Moyenne	Vitesse Maximale	Direction Principale	Vitesse Moyenne	Vitesse Maximale	Direction principale
A1	0.104 m/s	0.427 m/s	SW-WSW	0.088 m/s	0.365 m/s	SW-WSW
A2	0.081 m/s	0.315 m/s	WSW-W	0.060 m/s	0.235 m/s	W
Grand Fond	0.131 m/s	0.729 m/s	NW-NNW	0.055 m/s	0.208 m/s	Secteur SE

Rappel de la position des couches :

- Proche Surface :
 - *Station A1* : entre 12.6 m et 13.6 m au-dessus du fond ;
 - *Station A2* : entre 9.6 m et 10.6 m au-dessus du fond ;
 - *Station Grand Fond* : entre 539.42 m et 541.42 m au-dessus du fond.
- Près du fond :
 - *Station A1* : 2.6 m au-dessus du fond ;
 - *Station A2* : 2.6 m au-dessus du fond ;
 - *Station Grand Fond* : 27 m au-dessus du fond.

Pour une meilleure visualisation des vitesses et des directions du courant sur chaque site de mesure, deux cartes avec des roses directionnelles sont proposées ci-après pour les couches en proche surface et près du fond.

Figure 182 : Roses directionnelles du courant en proche surface



Figure 183 : Roses directionnelles du courant près du fond



10.2. Comparaison des données de houle

Les principales caractéristiques de houle relevées sur chaque point de la zone sont comparées dans cette section.

10.2.1. Comparaison Station A1 et Station A2

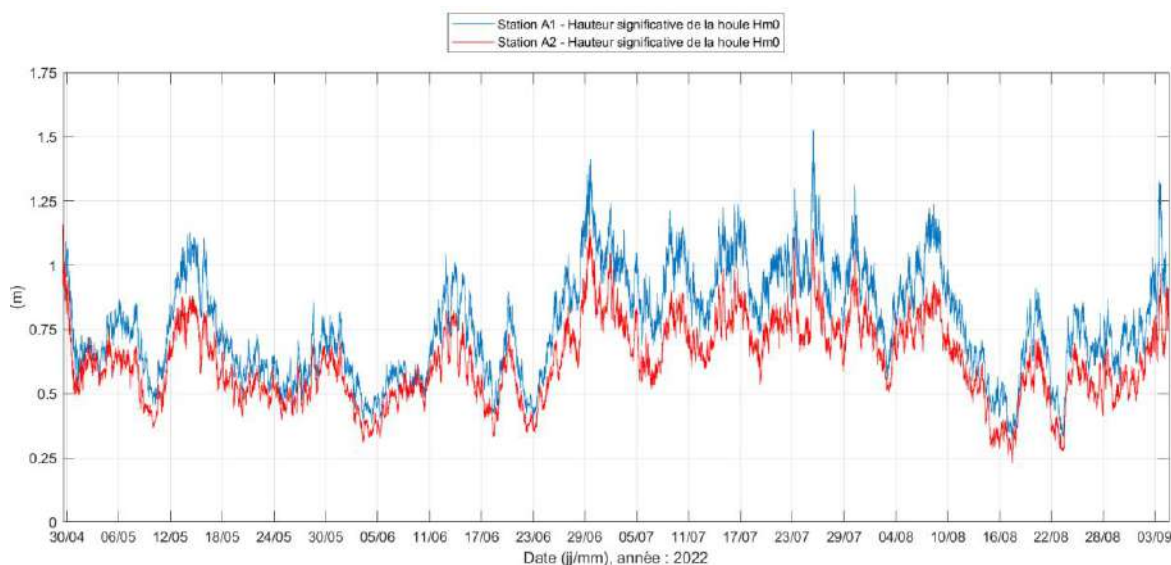
Une comparaison des hauteurs significatives et maximales, des directions à Tp (en Nord Géographique) et des périodes pics Tp est faite dans le tableau présenté ci-après.

Tableau 40 : A1 et A2 – Comparaison principales caractéristiques de la houle

Sites	A1	A2
Hauteur significative moyenne Hm0	0.78 m	0.63 m
Hauteur significative maximale Hm0	1.53 m	1.16 m
Hauteur maximale Hmax	2.56 m	2.00 m
Direction principale DirTp	NE	NNE-NE
Période pic moyenne Tp	7.72 s	7.61 s

Les séries temporelles de la hauteur significative de la houle Hm0 mesurée au niveau de la Station A1 et de la Station A2 sont présentées ci-après.

Figure 184 : A1 et A2 – Séries temporelles de la hauteur significative de la houle Hm0



De manière générale, la hauteur significative des vagues est supérieure au niveau de la Station A1 par rapport à la Station A2. La hauteur maximale des vagues Hmax est observée à la Station A1, 30 minutes à 2 heures avant la Station A2.

10.2.2. Comparaison Station A1, Station A2, Station Grand Fond

Les mesures de houle des Stations A1, A2 et Grand Fond sont comparées dans cette section. De plus, une Bouée Alizé du projet CARIB COAST envoie ses données de houle en temps réel. Cette bouée est positionnée au Nord-Est de Saint-Martin.

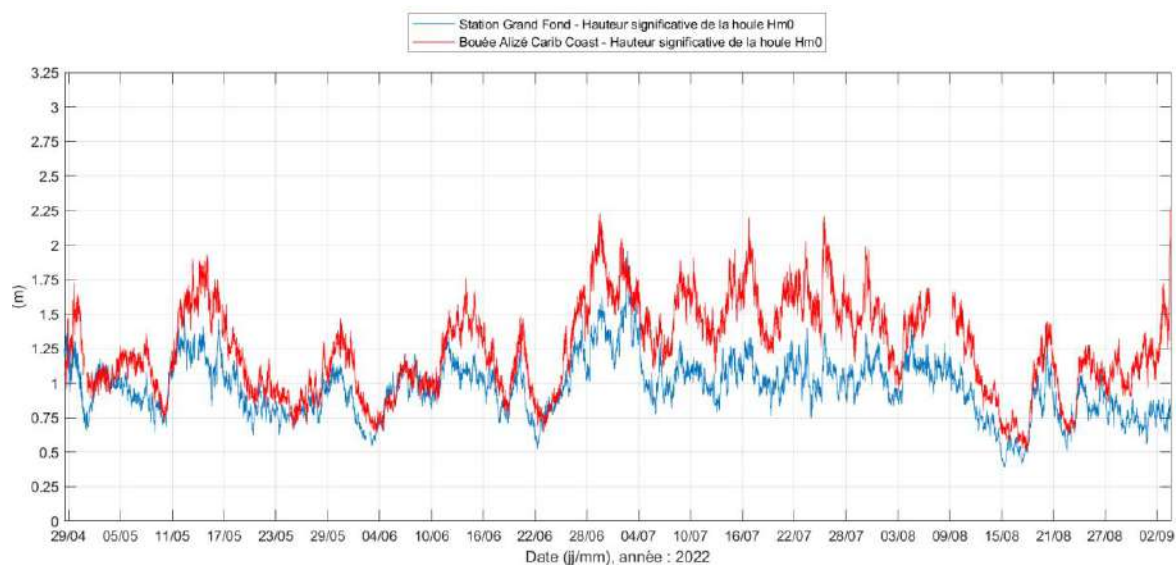
Une comparaison des hauteurs significatives et maximales, des directions à Tp (en Nord Géographique) et des périodes pics Tp est faite dans le tableau présenté ci-après.

Tableau 41 : Comparaison principales caractéristiques de la houle – Avril à Septembre 2022

Sites	A1	A2	Grand Fond	Bouée Alizé Carib Coast
Hauteur significative moyenne Hm0	0.78 m	0.63 m	0.97 m	1.25 m
Hauteur significative maximale Hm0	1.53 m	1.16 m	1.96 m	2.96 m
Hauteur maximale Hmax	2.56 m	2.00 m	3.08 m	4.69 m
Direction principale DirTp	NE	NNE-NE	Secteur ESE	ENE-E
Période pic moyenne Tp	7.72 s	7.61 s	6.24 s	7.66 s

Les séries temporelles de la hauteur significative de la houle Hm0 mesurée au niveau de la Station Grand Fond et de la Bouée Alizé Carib Coast sont présentées ci-après.

Figure 185 : Grand Fond et Bouée Alizé Carib Coast – Séries temporelles de Hm0



Les roses directionnelles de la houle en fonction de la hauteur significative et de la période de la houle sur chaque point de mesure de la zone sont présentées ci-après.

Figure 186 : Roses directionnelles de la houle en fonction Hm0

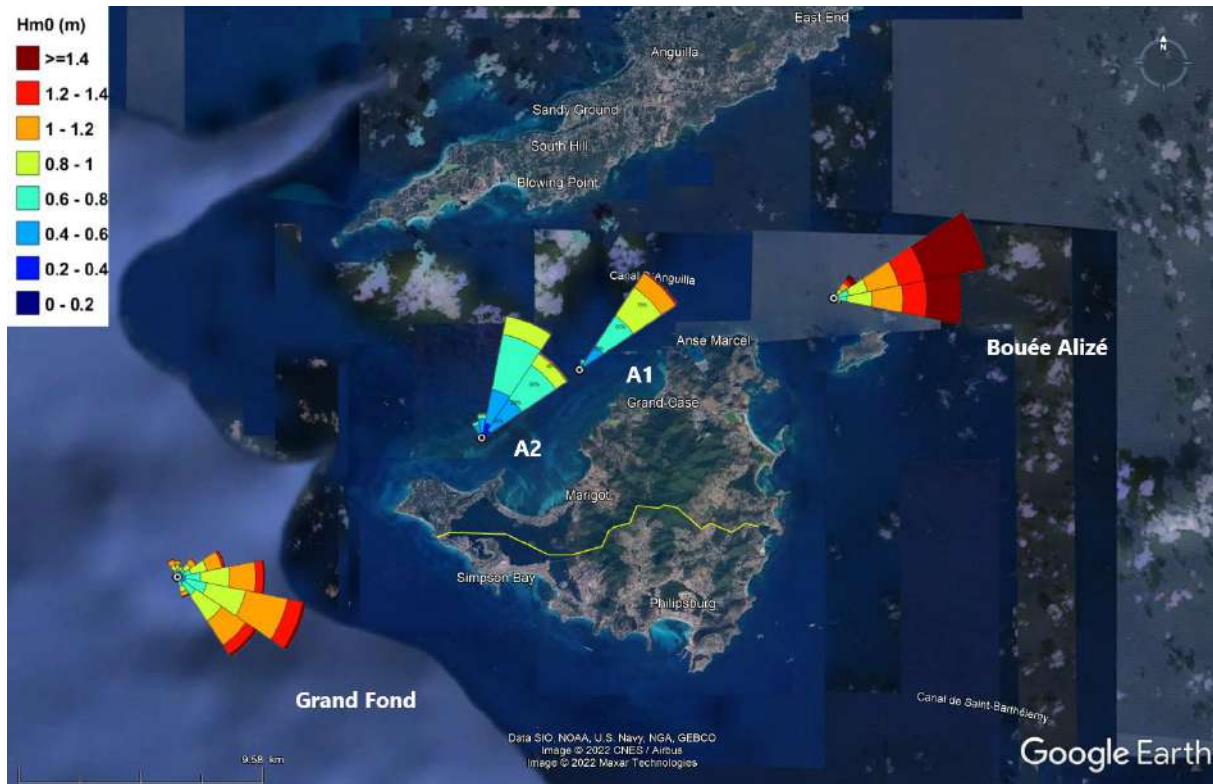


Figure 187 : Roses directionnelles de la houle en fonction de Tp



11. CONCLUSION

Dans le cadre du projet de développement du Port de Galisbay, l'établissement portuaire de Saint-Martin souhaite réaliser des mesures courantologiques, houlographiques et hydrologiques sur différentes zones au large de Saint-Martin, dans le canal d'Anguille et dans la Baie de la Potence.

Pour cela, la société NortekMed a déployée durant 4 mois – de Avril à Septembre 2022 – 4 stations de mesure :

- Une station Grand Fond permettant la mesure du niveau d'eau, du courant, de la houle, de la température, salinité et turbidité de l'eau sur la colonne d'eau ;
- Deux stations A1 et A2 permettant la mesure du niveau, du courant, de la houle, de la température, salinité et turbidité de l'eau près du fond ;
- Une station A3 permettant la mesure de la température, salinité, oxygène dissous et turbidité de l'eau en proche surface.

De plus, des profils de différents paramètres physiques ont été effectuées lors de la pose et lors de la récupération de tous les instruments.

L'instrumentation mise en place a bien fonctionné durant les 4 mois de mesures.

Au niveau des différents points de mesure, la marée est de type semi-diurne à diurne. Le marnage minimal relevé est de 0.02 m en période de mortes-eaux et de 0.51 m au maximum en période de vives-eaux.

D'une manière générale, le courant sur la zone est faible avec une vitesse moyenne inférieure à 0.15 m/s en proche surface et une vitesse moyenne inférieure à 0.10 m/s près du fond. La vitesse est inférieure à 0.40 m/s durant 97 % du temps de mesure tout site confondu. Cependant, les vitesses maximales observées au niveau de la Station Grand Fond sont à 0.729 m/s.

La courantologie au niveau des Stations A1 et A2 est influencée par la marée en période de vives-eaux. Au niveau de la Station Grand Fond, il n'y a pas d'influence notable de la marée quel que soit le type de marée.

Durant les 4 mois de mesure, il n'y a pas eu d'événements significatifs de la houle. Les hauteurs sont plus élevées sur la Station Grand Fond. La hauteur significative des vagues est en moyenne entre 0.63 m et 0.78 m au niveau des Stations A1 et A2 et elle atteint 0.97 m en moyenne au niveau de la Station Grand Fond. Cependant, la mer n'est jamais calme puisque la hauteur significative de la houle est toujours supérieure à 0.1 m.

La séparation de l'état de mer HF/BF montre que sur toutes les stations de mesure, la mer du vent est plus importante que la houle longue.

Pour ce qui concerne la température au fond mesurée par les CTDs positionnées au niveau des Stations A1 et A2, montrent une augmentation progressive de la température de l'eau tout au long de la campagne de mesure. Au contraire, la salinité est relativement stable au début de la campagne de mesure autour de 35.6 PSU, puis diminue rapidement pour atteindre 33.8 PSU en fin de campagne. Sur les deux sites (A1 et A2), la turbidité est faible et inférieure à 0.5 NTU en moyenne.

Sur la Station Grand Fond, la ligne de mouillage de la Bouée Alizé était instrumentée de 5 CTDs déployées le long de la colonne d'eau et de deux turbidimètres déployés en proche surface et près du fond. Les mesure de température de l'eau ont montré une diminution de la température en fonction de la profondeur passant de 27.56 °C en moyenne en proche surface à 12.40 °C en moyenne près du fond. Au contraire, la salinité augmente de la surface à 111 m de profondeur passant de 35.81 PSU en moyenne à 37.06 PSU. Puis, de 111 m à près du fond, la salinité de l'eau diminue progressivement pour atteindre une moyenne de 35.56 PSU. La turbidité est faible sur la campagne de mesure, en proche surface et près du fond.

La Bouée Zéphyr – Station A3 – est la plus proche des côtes. Elle est déployée en temps réel et ses données sont disponibles sur un site web dédié. La Bouée Zéphyr est en eau pour une année et a été remise à l'eau après une maintenance.

Durant les 4 mois de mesure, la température de l'eau en proche surface au niveau de la Station A3 augmente progressivement. La salinité subit de fortes variations entre fin juin et septembre 2022, cependant, le plafond supérieur moyen de la salinité est à 35 g/kg. La concentration en oxygène dissous est relativement stable autour de 7.60 mg/L.

12. Numéros de série des instruments

Sites	Instrument	Numéro de série
Station A1	Signature 1000	103101
	CTD SBE 37	20424
	ECO NTU	409
Station A2	Signature 1000	103100
	CTD SBE 37	7177
	ECO NTU	541
Station Grand Fond	Signature 500	100119
	Signature 55	200139
	CTD1 SBE 37	20406
	CTD2 SBE 37	15721
	CTD3 SBE 37	7169
	CTD4 SBE 37	15719
	CTD5 SBE 37	16689
	ECO NTU 1	339
ECO NTU 2	408	

13. TABLE DES FIGURES / TABLE DES TABLEAUX

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : EMBLACEMENT DES POINTS DE MESURE.....	7
FIGURE 2 : SCHEMA SYSTEME DE MESURE - TRIPODE.....	17
FIGURE 3 : SYNOPTIQUE GENERAL – STATION A1 ET A2	17
FIGURE 4 : SYNOPTIQUE GENERAL – BOUEE ZEPHYR	18
FIGURE 5 : BOUEE ZEPHYR – MOUILLAGE 10 M DE PROFONDEUR	18
FIGURE 6 : SYNOPTIQUE GENERAL – BOUEE ALIZE	19
FIGURE 7 : BOUEE ALIZE – MOUILLAGE POUR 600 M DE PROFONDEUR	20
FIGURE 8 : SYNOPTIQUE GENERAL – BOUEE DE SUBSURFACE	20
FIGURE 9 : A1 – SERIE TEMPORELLE DE L'INCLINAISON DE L'INSTRUMENT DURANT LA PERIODE DE MESURE.....	38
FIGURE 10 : A1 – SERIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR D'EAU.....	40
FIGURE 11 : A1 - SERIE TEMPORELLE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU MESUREE AU FOND	41
FIGURE 12 : A1 - SERIE TEMPORELLE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU MESUREE AU FOND ET DE LA HAUTEUR D'EAU	41
FIGURE 13 : A1 – PROFIL 3D DE LA VITESSE DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PERIODE DE MESURE.....	42
FIGURE 14 : A1 – PROFIL 3D DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PERIODE DE MESURE.....	42
FIGURE 15 : A1 – TABLE D'OCCURRENCE DES VITESSES DE COURANT SUR LA COLONNE D'EAU	43
FIGURE 16 : A1 – TABLE D'OCCURRENCE DES DIRECTIONS DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU.....	43
FIGURE 17 : SERIES TEMPORELLES VITESSE/DIRECTION DU COURANT SUR 3 COUCHES REPRESENTATIVES DE LA COLONNE D'EAU	44
FIGURE 18 : COUCHE N°SURF - CORRELOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	45
FIGURE 19 : COUCHE N°SURF - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	45
FIGURE 20 : COUCHE N°SURF - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	45
FIGURE 21 : COUCHE N°SURF - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT	45
FIGURE 22 : COUCHE N°6 - CORRELOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	46
FIGURE 23 : COUCHE N°6 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	46
FIGURE 24 : COUCHE N°6 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	46
FIGURE 25 : COUCHE N°6 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT.....	46
FIGURE 26 : COUCHE N°2 - CORRELOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	47
FIGURE 27 : COUCHE N°2 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	47
FIGURE 28 : COUCHE N°2 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	47
FIGURE 29 : COUCHE N°2 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT.....	47
FIGURE 30 : A1 – PROFIL 3D DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU DU 8 AU 11 MAI 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 34/31, 30/30, 31/34 ET 39/45)	49
FIGURE 31 : A1 – CORRELATION DES MESURES DE VITESSE ET DIRECTION DU COURANT AVEC LES VARIATIONS DU NIVEAU D'EAU DU 8 AU 11 MAI 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 34/31, 30/30, 31/34 ET 39/45) – COUCHE DE SURFACE, COUCHE N°6 (CENTRE DE LA COLONNE D'EAU) ET COUCHE N°2 (PRES DU FOND)	50
FIGURE 32 : A1 – PROFIL 3D DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU DU 14 AU 17 JUIN 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 91/93, 95/96, 96/94 ET 92/89)	51
FIGURE 33 : A1 – CORRELATION DES MESURES DE VITESSE ET DIRECTION DU COURANT AVEC LES VARIATIONS DU NIVEAU D'EAU DU 14 AU 17 JUIN 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 91/93, 95/96, 96/94 ET 92/89) – COUCHE DE SURFACE, COUCHE N°6 (CENTRE DE LA COLONNE D'EAU) ET COUCHE N°2 (PRES DU FOND)	52
FIGURE 34 : A1 – SERIES TEMPORELLES DES HAUTEURS DE LA HOULE	53
FIGURE 35 : A1 – SERIES TEMPORELLES DES PERIODES DE LA HOULE	53
FIGURE 36 : A1 – SERIES TEMPORELLES DES DIRECTIONS DE LA HOULE	54
FIGURE 37 : A1 – HISTOGRAMMES DES PARAMETRES DE HOULE HMO, TP ET DIRTP	55
FIGURE 38 : A1 – ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE.....	56
FIGURE 39 : A1 – CORRELOGRAMME HMO/DIRTP	56
FIGURE 40 : A1 – CORRELOGRAMME HMO/TP	56

FIGURE 41 : A1 – CORRELOGRAMME HMAX/THMAX.....	56
FIGURE 42 : A1 – SPECTRE D'ENERGIE DE LA HOULE	57
FIGURE 43 : A1 – SPECTRE DIRECTIONNEL DE LA HOULE	57
FIGURE 44 : A1 – HOULE LONGUE – SERIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR SIGNIFICATIVE HMO BF	58
FIGURE 45 : A1 – MER DU VENT – SERIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR SIGNIFICATIVE HMO HF	58
FIGURE 46 : A1 – SERIE TEMPORELLE HMO, HMO BF ET HMO HF	59
FIGURE 47 : A1 – HOULE LONGUE – SERIE TEMPORELLE DE LA DIRECTION DIRTP	60
FIGURE 48 : A1 – MER DU VENT – SERIE TEMPORELLE DE LA DIRECTION DIRTP.....	60
FIGURE 49 : A1 – ROSE Tp BF	60
FIGURE 50 : A1 – ROSE Tp HF.....	60
FIGURE 51 : A1 - SERIE TEMPORELLE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU MESUREE AU FOND	61
FIGURE 52 : A1 - SERIE TEMPORELLE DE LA SALINITE DE L'EAU AU FOND	62
FIGURE 53 : A1 – SERIES TEMPORELLES DE LA TEMPERATURE ET DE LA SALINITE AU FOND	63
FIGURE 54 : A1 – CORRELOGRAMME TEMPERATURE / SALINITE.....	63
FIGURE 55 : A1 - SERIE TEMPORELLE DE LA TURBIDITE DE L'EAU.....	64
FIGURE 56 : A1 – PROFILS DE TEMPERATURE / SALINITE SUR LA COLONNE D'EAU AU MOMENT DE LA POSE.....	65
FIGURE 57 : A1 – PROFILS TEMPERATURE / SALINITE SUR LA COLONNE D'EAU AU MOMENT DE LA RECUPERATION	65
FIGURE 58 : A1 – PROFIL DE LA TURBIDITE SUR LA COLONNE D'EAU AU MOMENT DE LA POSE	66
FIGURE 59 : A1 – PROFIL DE LA TURBIDITE SUR LA COLONNE D'EAU AU MOMENT DE LA RECUPERATION.....	66
FIGURE 60 : A1 – CONCENTRATION VOLUMIQUE DES PARTICULES REPARTIES SUR 32 CLASSES ET SUR LA COLONNE D'EAU LORS DE LA POSE	67
FIGURE 61 : A1 – CONCENTRATION VOLUMIQUE DES PARTICULES REPARTIES SUR 32 CLASSES ET SUR LA COLONNE D'EAU LORS DE LA RECUPERATION.....	67
FIGURE 62 : A2 – SERIE TEMPORELLE DE L'INCLINAISON DE L'INSTRUMENT DURANT LA PERIODE DE MESURE.....	68
FIGURE 63 : A2 – SERIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR D'EAU.....	70
FIGURE 64 : A2 - SERIE TEMPORELLE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU MESUREE AU FOND	71
FIGURE 65 : A2 - SERIE TEMPORELLE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU MESUREE AU FOND ET DE LA HAUTEUR D'EAU	71
FIGURE 66 : A2 – PROFIL 3D DE LA VITESSE DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PERIODE DE MESURE.....	72
FIGURE 67 : A2 – PROFIL 3D DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PERIODE DE MESURE.....	72
FIGURE 68 : A2 – TABLE D'OCCURRENCE DES VITESSES DE COURANT SUR LA COLONNE D'EAU	73
FIGURE 69 : A2 – TABLE D'OCCURRENCE DES DIRECTIONS DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU.....	73
FIGURE 70 : SERIES TEMPORELLES VITESSE/DIRECTION DU COURANT SUR 3 COUCHES REPRESENTATIVES DE LA COLONNE D'EAU	74
FIGURE 71 : COUCHE N°SURF - CORRELOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	75
FIGURE 72 : COUCHE N°SURF - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	75
FIGURE 73 : COUCHE N°SURF - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	75
FIGURE 74 : COUCHE N°SURF - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT	75
FIGURE 75 : COUCHE N°5 - CORRELOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	76
FIGURE 76 : COUCHE N°5 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	76
FIGURE 77 : COUCHE N°5 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	76
FIGURE 78 : COUCHE N°5 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT.....	76
FIGURE 79 : COUCHE N°2 - CORRELOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	77
FIGURE 80 : COUCHE N°2 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	77
FIGURE 81 : COUCHE N°2 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	77
FIGURE 82 : COUCHE N°2 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT.....	77
FIGURE 83 : A2 – PROFIL 3D DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU DU 8 AU 11 MAI 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 34/31, 30/30, 31/34 ET 39/45)	79
FIGURE 84 : A2 – CORRELATION DES MESURES DE VITESSE ET DIRECTION DU COURANT AVEC LES VARIATIONS DU NIVEAU D'EAU DU 8 AU 11 MAI 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 34/31, 30/30, 31/34 ET 39/45) – COUCHE DE SURFACE, COUCHE N°5 (CENTRE DE LA COLONNE D'EAU) ET COUCHE N°2 (PRES DU FOND).....	80

FIGURE 85 : A2 – PROFIL 3D DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D’EAU DU 14 AU 17 JUIN 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 91/93, 95/96, 96/94 ET 92/89)	81
FIGURE 86 : A2 – CORRELATION DES MESURES DE VITESSE ET DIRECTION DU COURANT AVEC LES VARIATIONS DU NIVEAU D’EAU DU 14 AU 17 JUIN 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 91/93, 95/96, 96/94 ET 92/89) – COUCHE DE SURFACE, COUCHE N°5 (CENTRE DE LA COLONNE D’EAU) ET COUCHE N°2 (PRES DU FOND)	82
FIGURE 87 : A2 – SERIES TEMPORELLES DES HAUTEURS DE LA HOULE	83
FIGURE 88 : A2 – SERIES TEMPORELLES DES PERIODES DE LA HOULE	83
FIGURE 89 : A2 – SERIES TEMPORELLES DES DIRECTIONS DE LA HOULE	84
FIGURE 90 : A2 – HISTOGRAMMES DES PARAMETRES DE HOULE HMO, Tp ET DIRTp	85
FIGURE 91 : A2 – ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE	86
FIGURE 92 : A2 – CORRELOGRAMME HMO/DIRTp	86
FIGURE 93 : A2 – CORRELOGRAMME HMO/Tp	86
FIGURE 94 : A2 – CORRELOGRAMME HMAX/THMAX.....	86
FIGURE 95 : A2 – SPECTRE D’ENERGIE DE LA HOULE	87
FIGURE 96 : A2 – SPECTRE DIRECTIONNEL DE LA HOULE	87
FIGURE 97 : A2 – HOULE LONGUE – SERIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR SIGNIFICATIVE HMO BF	88
FIGURE 98 : A2 – MER DU VENT – SERIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR SIGNIFICATIVE HMO HF	88
FIGURE 99 : A2 – SERIE TEMPORELLE HMO, HMO BF ET HMO HF	89
FIGURE 100 : A2 – HOULE LONGUE – SERIE TEMPORELLE DE LA DIRECTION DIRTp	90
FIGURE 101 : A2 – MER DU VENT – SERIE TEMPORELLE DE LA DIRECTION DIRTp	90
FIGURE 102 : A2 – ROSE Tp BF	90
FIGURE 103 : A2 – ROSE Tp HF	90
FIGURE 104 : A2 - SERIE TEMPORELLE DE LA TEMPERATURE DE L’EAU MESUREE AU FOND	91
FIGURE 105 : A2 – DONNEES DE LA SALINITE DONNEES PAR LA CTD SEABIRD	92
FIGURE 106 : A2 - SERIE TEMPORELLE DE LA TURBIDITE DE L’EAU.....	93
FIGURE 107 : A2 – PROFILS DE TEMPERATURE / SALINITE SUR LA COLONNE D’EAU AU MOMENT DE LA POSE.....	94
FIGURE 108 : A2 – PROFILS TEMPERATURE / SALINITE SUR LA COLONNE D’EAU AU MOMENT DE LA RECUPERATION	94
FIGURE 109 : A2 – PROFIL DE LA TURBIDITE SUR LA COLONNE D’EAU AU MOMENT DE LA POSE	95
FIGURE 110 : A2 – PROFIL DE LA TURBIDITE SUR LA COLONNE D’EAU AU MOMENT DE LA RECUPERATION.....	95
FIGURE 111 : A2 – CONCENTRATION VOLUMIQUE DES PARTICULES REPARTIES SUR 32 CLASSES ET SUR LA COLONNE D’EAU LORS DE LA POSE	96
FIGURE 112 : A2 – CONCENTRATION VOLUMIQUE DES PARTICULES REPARTIES SUR 32 CLASSES ET SUR LA COLONNE D’EAU LORS DE LA RECUPERATION.....	96
FIGURE 113 : A3 – SERIE TEMPORELLE DE LA TEMPERATURE DE L’EAU EN PROCHE SURFACE	98
FIGURE 114 : A3 – SERIE TEMPORELLE DE LA SALINITE DE L’EAU EN PROCHE SURFACE	98
FIGURE 115 : A3 – CORRELOGRAMME TEMPERATURE / SALINITE.....	99
FIGURE 116 : A3 - SERIE TEMPORELLE DE LA CONCENTRATION D’OXYGENE DANS L’EAU EN PROCHE SURFACE	100
FIGURE 117 : A3 – SERIE TEMPORELLE DU POURCENTAGE D’OXYGENE.....	100
FIGURE 118 : A3 - SERIE TEMPORELLE DE LA TURBIDITE DE L’EAU EN PROCHE SURFACE.....	101
FIGURE 119 : A3 – POSITION DE REFERENCE DE LA BOUEE ZEPHYR, POSITION MOYENNE DE LA BOUEE SUR LA PERIODE DE MESURE ET POSITIONS GPS DE LA BOUEE ZEPHYR SUR TOUTE LA PERIODE DE MESURE	102
FIGURE 120 : A3 – PROFILS DE TEMPERATURE / SALINITE SUR LA COLONNE D’EAU AU MOMENT DE LA POSE.....	103
FIGURE 121 : A3 – PROFILS TEMPERATURE / SALINITE SUR LA COLONNE D’EAU AU MOMENT DE LA RECUPERATION	103
FIGURE 122 : A3 – PROFIL DE LA TURBIDITE SUR LA COLONNE D’EAU AU MOMENT DE LA POSE	104
FIGURE 123 : A3 – PROFIL DE LA TURBIDITE SUR LA COLONNE D’EAU AU MOMENT DE LA RECUPERATION.....	104
FIGURE 124 : A3 – CONCENTRATION VOLUMIQUE DES PARTICULES REPARTIES SUR 32 CLASSES ET SUR LA COLONNE D’EAU LORS DE LA POSE	105
FIGURE 125 : A3 – CONCENTRATION VOLUMIQUE DES PARTICULES REPARTIES SUR 32 CLASSES ET SUR LA COLONNE D’EAU LORS DE LA RECUPERATION.....	105

FIGURE 126 : A3 – PROFILS SONDE MULTI-PARAMETRES HL7 – AVRIL 2022	106
FIGURE 127 : A3 – PROFILS SONDE MULTI-PARAMETRES HL7 – MAI 2022	109
FIGURE 128 : A3 – PROFILS SONDE MULTI-PARAMETRES HL7 – JUIN 2022	112
FIGURE 129 : A3 – PROFILS SONDE MULTI-PARAMETRES HL7 – JUILLET 2022	115
FIGURE 130 : A3 – PROFILS SONDE MULTI-PARAMETRES HL7 – SEPTEMBRE 2022	118
FIGURE 131 : A3 – PROFILS SONDE MULTI-PARAMETRES HL7 – OCTOBRE 2022	121
FIGURE 132 : GRAND FOND – SERIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR D'EAU	128
FIGURE 133 : GRAND FOND - SERIE TEMPORELLE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU MESUREE AU FOND.....	129
FIGURE 134 : GRAND FOND – PROFIL 3D DE LA VITESSE DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PERIODE DE MESURE	131
FIGURE 135 : GRAND FOND – PROFIL 3D DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU SUR TOUTE LA PERIODE DE MESURE	131
FIGURE 136 : SERIES TEMPORELLES VITESSE/DIRECTION DU COURANT SUR 3 COUCHES REPRESENTATIVES DE LA COLONNE D'EAU ...	132
FIGURE 137 : COUCHE N°75 - CORRELOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	133
FIGURE 138 : COUCHE N°75 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	133
FIGURE 139 : COUCHE N°75 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	133
FIGURE 140 : COUCHE N°75 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT	133
FIGURE 141 : COUCHE N°25 - CORRELOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	134
FIGURE 142 : COUCHE N°25 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	134
FIGURE 143 : COUCHE N°25 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	134
FIGURE 144 : COUCHE N°25 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT	134
FIGURE 145 : COUCHE N°4 - CORRELOGRAMME VITESSES/DIRECTION DU COURANT	135
FIGURE 146 : COUCHE N°4 - HISTOGRAMME DES VITESSES DE COURANT	135
FIGURE 147 : COUCHE N°4 - HISTOGRAMME DES DIRECTIONS DE COURANT	135
FIGURE 148 : COUCHE N°4 - ROSE DIRECTIONNELLE DU COURANT	135
FIGURE 149 : GRAND FOND – PROFIL 3D DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU DU 8 AU 11 MAI 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 34/31, 30/30, 31/34 ET 39/45)	137
FIGURE 150 : GRAND FOND – CORRELATION DES MESURES DE VITESSE ET DIRECTION DU COURANT AVEC LES VARIATIONS DU NIVEAU D'EAU DU 8 AU 11 MAI 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 34/31, 30/30, 31/34 ET 39/45) – COUCHE N°75 (PROCHE SURFACE), COUCHE N°25 (CENTRE DE LA COLONNE D'EAU) ET COUCHE N°4 (PRES DU FOND)	138
FIGURE 151 : GRAND FOND – PROFIL 3D DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU COURANT SUR LA COLONNE D'EAU DU 14 AU 17 JUIN 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 91/93, 95/96, 96/94 ET 92/89)	139
FIGURE 152 : GRAND FOND – CORRELATION DES MESURES DE VITESSE ET DIRECTION DU COURANT AVEC LES VARIATIONS DU NIVEAU D'EAU DU 14 AU 17 JUIN 2022 (COEFFICIENTS DE MAREE : 91/93, 95/96, 96/94 ET 92/89) – COUCHE N°75 (PROCHE SURFACE), COUCHE N°25 (CENTRE DE LA COLONNE D'EAU) ET COUCHE N°4 (PRES DU FOND)	140
FIGURE 153 : GRAND FOND – PROFIL DE LA VITESSE/DIRECTION DE COURANT 11 MAI 2022	141
FIGURE 154 : GRAND FOND – PROFIL DE LA VITESSE/DIRECTION DU COURANT 17 JUIN 2022	141
FIGURE 155 : GRAND FOND – SERIES TEMPORELLES DES HAUTEURS DE LA HOULE.....	142
FIGURE 156 : GRAND FOND – SERIES TEMPORELLES DES PERIODES DE LA HOULE	142
FIGURE 157 : GRAND FOND – SERIES TEMPORELLES DES DIRECTIONS DE LA HOULE	143
FIGURE 158 : GRAND FOND – HISTOGRAMMES DES PARAMETRES DE HOULE H _{M0} , T _p ET DIR _{Tp}	144
FIGURE 159 : GRAND FOND – ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE	145
FIGURE 160 : GRAND FOND – CORRELOGRAMME H _{M0} /DIR _{Tp}	145
FIGURE 161 : GRAND FOND – CORRELOGRAMME H _{M0} /T _p	145
FIGURE 162 : GRAND FOND – CORRELOGRAMME H _{MAX} /TH _{MAX}	145
FIGURE 163 : GRAND FOND – SPECTRE D'ENERGIE DE LA HOULE.....	146
FIGURE 164 : GRAND FOND – SPECTRE DIRECTIONNEL DE LA HOULE.....	146
FIGURE 165 : GRAND FOND – HOULE LONGUE – SERIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR SIGNIFICATIVE H _{M0} BF.....	147
FIGURE 166 : GRAND FOND – MER DU VENT – SERIE TEMPORELLE DE LA HAUTEUR SIGNIFICATIVE H _{M0} HF	147
FIGURE 167 : GRAND FOND – SERIE TEMPORELLE H _{M0} , H _{M0} BF ET H _{M0} HF	148

FIGURE 168 : GRAND FOND – HOULE LONGUE – SERIE TEMPORELLE DE LA DIRECTION DIRTP	149
FIGURE 169 : GRAND FOND – MER DU VENT – SERIE TEMPORELLE DE LA DIRECTION DIRTP	149
FIGURE 170 : GRAND FOND – ROSE TP BF	149
FIGURE 171 : GRAND FOND – ROSE TP HF	149
FIGURE 172 : GRAND FOND – SERIE TEMPORELLE DE LA PROFONDEUR DE CHAQUE CTD SUR LIGNE DE MOUILLAGE	150
FIGURE 173 : GRAND FOND - SERIE TEMPORELLE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU MESUREE AU FOND.....	151
FIGURE 174 : GRAND FOND - SERIE TEMPORELLE DE LA SALINITE DE L'EAU AU FOND	152
FIGURE 175 : GRAND FOND – SERIE TEMPORELLE DE LA TURBIDITE DE L'EAU EN PROCHE SURFACE	153
FIGURE 176 : GRAND FOND – SERIE TEMPORELLE DE LA TURBIDITE DE L'EAU PRES DU FOND	153
FIGURE 177 : GRAND FOND – POSITION DE REFERENCE DE LA BOUEE ALIZE, POSITION MOYENNE DE LA BOUEE SUR LA PERIODE DE MESURE ET POSITIONS GPS DE LA BOUEE ALIZE SUR TOUTE LA PERIODE DE MESURE	155
FIGURE 178 : GRAND FOND – PROFILS DE TEMPERATURE / SALINITE SUR LA COLONNE D'EAU AU MOMENT DE LA POSE	156
FIGURE 179 : GRAND FOND – PROFILS TEMPERATURE / SALINITE SUR LA COLONNE D'EAU AU MOMENT DE LA RECUPERATION	156
FIGURE 180 : GRAND FOND – PROFIL DE LA TURBIDITE SUR LA COLONNE D'EAU AU MOMENT DE LA POSE	157
FIGURE 181 : GRAND FOND – PROFIL DE LA TURBIDITE SUR LA COLONNE D'EAU AU MOMENT DE LA RECUPERATION	157
FIGURE 182 : ROSES DIRECTIONNELLES DU COURANT EN PROCHE SURFACE	159
FIGURE 183 : ROSES DIRECTIONNELLES DU COURANT PRES DU FOND.....	159
FIGURE 184 : A1 ET A2 – SERIES TEMPORELLES DE LA HAUTEUR SIGNIFICATIVE DE LA HOULE HMO.....	160
FIGURE 185 : GRAND FOND ET BOUEE ALIZE CARIB COAST – SERIES TEMPORELLES DE HMO.....	161
FIGURE 186 : ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE EN FONCTION HMO.....	162
FIGURE 187 : ROSES DIRECTIONNELLES DE LA HOULE EN FONCTION DE TP	162

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURE EN WGS84.....	7
TABLEAU 2 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES SIGNATURES	11
TABLEAU 3 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE LA SONDE CTD SEABIRD SBE37	13
TABLEAU 4 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE L'AQUALABO C4E.....	13
TABLEAU 5 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE L'AQUALABO OPTOD	14
TABLEAU 6 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DU TURBIDIMETRE ECO NTU	14
TABLEAU 7 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DU LISST-100X	15
TABLEAU 8 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE LA SONDE MULTI-PARAMETRES OTT HL7	16
TABLEAU 9 : DESCRIPTIF DES TAILLES DE PARTICULE CORRESPONDANT A CHAQUE CLASSE.....	36
TABLEAU 10 : POURCENTAGE DE DONNEES VALIDES SUR CHAQUE SITE DE MESURE.....	37
TABLEAU 11 : A1 – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	39
TABLEAU 12 : A1 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PERIODE D'ETUDE	40
TABLEAU 13 : A1 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TEMPERATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PERIODE D'ETUDE.....	41
TABLEAU 14 : A1 – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMETRES DE HOULE	55
TABLEAU 15 : A1 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TEMPERATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PERIODE D'ETUDE.....	61
TABLEAU 16 : A1 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA SALINITE AU FOND SUR LA PERIODE D'ETUDE.....	62
TABLEAU 17 : A1 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TURBIDITE SUR LA PERIODE D'ETUDE	64
TABLEAU 18 : A2 – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	69
TABLEAU 19 : A2 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PERIODE D'ETUDE	70
TABLEAU 20 : A2 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TEMPERATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PERIODE D'ETUDE.....	71
TABLEAU 21 : A2 – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMETRES DE HOULE	85
TABLEAU 22 : A2 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TEMPERATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PERIODE D'ETUDE.....	91
TABLEAU 23 : A2 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TURBIDITE SUR LA PERIODE D'ETUDE	93
TABLEAU 24 : A3 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TEMPERATURE ET A LA SALINITE DE L'EAU EN PROCHE SURFACE SUR LA PERIODE D'ETUDE	98
TABLEAU 25 : A3 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A L'OXYGENE DISSOUS EN PROCHE SURFACE SUR LA PERIODE D'ETUDE ..	100
TABLEAU 26 : A3 – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TURBIDITE SUR LA PERIODE D'ETUDE	101
TABLEAU 27 : A3 – PRINCIPALES STATISTIQUES SUR LA POSITION DE LA BOUEE ZEPHYR.....	102
TABLEAU 28 : A3 – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PROFILS MENSUELS – DE AVRIL A JUIN 2022.....	124
TABLEAU 29 : A3 – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PROFILS MENSUELS – DE JUILLET A OCTOBRE 2022	125
TABLEAU 30 : GRAND FOND – LOCALISATION DES CELLULES DE MESURE SUR LA COLONNE D'EAU	127
TABLEAU 31 : GRAND FOND – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA HAUTEUR D'EAU SUR LA PERIODE D'ETUDE.....	128
TABLEAU 32 : GRAND FOND – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TEMPERATURE DE L'EAU AU FOND SUR LA PERIODE D'ETUDE	129
TABLEAU 33 : GRAND FOND – PRINCIPALES STATISTIQUES DES PARAMETRES DE HOULE	144
TABLEAU 34 : GRAND FOND – PRINCIPALES STATISTIQUES DE LA PROFONDEUR DE CHAQUE CTD SUR LIGNE DE MOUILLAGE	150
TABLEAU 35 : GRAND FOND – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TEMPERATURE DE L'EAU SUR LA COLONNE D'EAU DURANT LA PERIODE D'ETUDE	151
TABLEAU 36 : GRAND FOND – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA SALINITE SUR LA COLONNE D'EAU DURANT LA PERIODE D'ETUDE	152
TABLEAU 37 : GRAND FOND – PRINCIPALES STATISTIQUES RELATIVES A LA TURBIDITE SUR LA PERIODE D'ETUDE.....	154
TABLEAU 38 : GRAND FOND – PRINCIPALES STATISTIQUES SUR LA POSITION DE LA BOUEE ALIZE	155
TABLEAU 39 : COMPARAISON VITESSE/DIRECTION SUR LES COUCHES DE PROCHE SURFACE ET PRES DU FOND	158
TABLEAU 40 : A1 ET A2 – COMPARAISON PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA HOULE.....	160
TABLEAU 41 : COMPARAISON PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA HOULE – AVRIL A SEPTEMBRE 2022	161