



RAPPORT

Etudes hydrodynamiques - Réaménagement du terminal du Naye et extension du port de plaisance des Bas Sablons - Marché subséquent n°4

Accord cadre n°2017-90363 - Réalisation d'études
scientifiques, environnementales, socio-économiques,
architecturales, paysagères et urbaines

Lot n°2_Etudes scientifiques et techniques

Etudes complémentaires Juin 2020

RAPPORT V5 – RAPPORT FINAL COURANTOLOGIE ET AGITATION

REGION BRETAGNE– VILLE DE SAINT-MALO



VILLE DE
Saint-malo



CLIENT : REGION BRETAGNE

COORDONNÉES	DPAF 283 Avenue du Général Patton - CS 201102 35711 RENNES CEDEX 7 Tél. : 02.99.27.10.10
INTERLOCUTEUR	Monsieur Arnaud MARREC Tél. : 02 98 33 41 77 E-mail : arnaud.marrec@bretagne.bzh

CREOCEAN

COORDONNÉES	AGENCE BRETAGNE 4 rue Viviani - CS 26220 44262 NANTES CEDEX 2 Tél : 02.51.17.82.82 - Fax : 02.51.17.82.99 SIEGE SOCIAL Zone Technocéan – Rue Charles Tellier 17000 LA ROCHELLE Tél. : 05.46.41.13.13 - Fax : 05.46.50.51.02 E-mail : creocean@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Monsieur Antoine DESHOULIERES Tél. : 05.46.41.13.13 E-mail : deshoulieres@creocean.fr

TITULAIRE DU LOT

COORDONNÉES	SCE 4 rue Viviani - CS 26220 44262 NANTES CEDEX 2 Tél : 02.51.17.29.29 - Fax : 02.51.17.29.99
-------------	---

MEMOIRE METHODOLOGIQUE

TITRE	Etudes hydrodynamiques - Réaménagement du terminal du Naye et extension du port de plaisance des Bas Sablons - Marché subséquent n°4
NOMBRE DE PAGES	266
NOMBRE D'ANNEXES	7

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	RÉDACTEUR
181106	5	09/06/2020	ADE/FABG

Sommaire

1. Préambule	1
2. Courantologie	2
2.1. Conditions aux limites	2
2.2. Validation du modèle.....	3
2.3. Résultats	5
2.3.1. Scénario E.....	19
3. Climat de vagues	32
3.1. Introduction.....	32
3.2. Modélisation de la propagation des vagues	32
3.2.1. Le modèle de houles spectrale MIKE 21 SW.....	32
3.2.2. Forçage : le modèle DHI de niveau d'eau, courant et état de mer de l'Europe du Nord.....	33
3.2.3. Le modèle d'état de mer local de Saint Malo	37
3.2.4. Sorties du modèle	42
3.2.5. Validation.....	43
3.2.6. Résultats de la validation	44
3.3. Résultats de modélisation	50
3.3.1. Plans de vague et événements de tempêtes	50
3.3.2. Climats de vagues.....	61
3.3.3. Identification des conditions de houles en vue des tests sur la nouvelle implantation des infrastructures projet de l'avant-port.....	73
3.3.4. Analyse des houles extrêmes au point Saint-Malo_BW.....	76
4. Etudes d'agitation	79
4.1. Introduction.....	79
4.2. Modèle d'agitation	79
4.2.1. Présentation du modèle numérique	79
4.2.2. Emprise du modèle et maillage	80
4.2.3. Modèle d'agitation MIKE 21 BW.....	81
4.2.4. Conditions aux limites	82
4.3. Conditions au poste 1	88
4.3.1. Méthodologie.....	88

4.3.2. Conditions opérationnelles au Poste 1	92
4.3.3. Conditions opérationnelles au Poste 1 : vagues incidentes uniquement	96
4.3.4. Conditions extrêmes.....	100
ANNEXES	108
ANNEXE A - Planches de courants heure par heure.....	109
ANNEXE B – Tableaux d’occurrences associées aux diagrammes de distribution MWD/H _s , H _s /T _p et MWD/T _p	110
ANNEXE C – Méthodologie d’analyse de valeurs extrêmes	147
ANNEXE D – Distribution directionnelle des hauteurs significatives extrêmes au point Saint-Malo_BW	150
ANNEXE E – Planches d’agitation pour les simulations de conditions opérationnelles	160
ANNEXE F – Planches d’agitation pour les simulations de conditions extrêmes, houle incidente seulement	198
ANNEXE G - Plan de vagues lors des évènements identifiés pour les études de navigabilité	206

Liste des Figures

Figure 2-1 : Position du point de contrôle SHOM (point E de la carte 7130).....	2
Figure 2-2 : Comparaison des niveaux d'eau calculés par MIKE, mesurés par le marégraphe du port sur un cycle Vive-eau Morte-eau (haut) et prédits par le SHOM dans le port de Saint-Malo en marée de Vive-eau (coefficient 95) (bas).....	3
Figure 2-3 : Comparaisons des vitesses (haut) et directions (bas) calculées par le modèle et mesurées par le SHOM au point E (carte 7130) en Vive-eau (coefficient 95).....	4
Figure 2-4 : Comparaisons des vitesses calculées par le modèle et mesurées par le SHOM au point E (carte 7130) en Morte-eau (coefficient 45).....	5
Figure 2-5 : Différentiel de vitesse des courants maximums en VE entre le scénario E et l'état initial.....	19
Figure 3-1 : Emprise, maillage et bathymétrie des modèles régionaux HDNE et SWNE.....	34
Figure 3-2 : Maillage du modèle le long de la Manche.....	34
Figure 3-3 : Emplacement des stations utilisées pour le calage du modèle HDNE.....	36
Figure 3-4 : Emplacement des stations utilisées pour le calage du modèle SWNE.....	36
Figure 3-5 : Données utilisées pour décrire la bathymétrie du modèle local.....	37
Figure 3-6 : Maillage de calcul du modèle local (haut) et détail du maillage dans la zone du projet (bas).....	38
Figure 3-7 : Bathymétrie interpolée sur le maillage du modèle local (haut) et détail aux abords de Saint Malo (bas).....	39
Figure 3-8 : Localisation des points d'extraction des données du modèle MWM (image : Google Earth).....	40
Figure 3-9 : Position des houlographes CANDHIS exploités dans le cadre de cette étude.....	43
Figure 3.10 : Bouée Les Minquiers 2 – 1998-2009. Diagramme de dispersion entre données mesurées à la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.....	44
Figure 3-11 : Bouée Bréhat : Séries temporelles des hauteurs significatives de vagues du modèle local (bleu) et de la bouée CANDHIS (noir).....	45
Figure 3-12 : Bouée Bréhat - 2003 : Diagramme de dispersion entre données mesurées à partir de la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.....	45
Figure 3-13 : Bouée Les Minquiers 2 : Séries temporelles des hauteurs significatives de vagues du modèle local (bleu) et de la bouée CANDHIS (noir).....	46
Figure 3-14 : Bouée Les Minquiers 2 - 2003 : Diagramme de dispersion entre données mesurées à partir de la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.....	46

Figure 3-15 : Bouée Saint Michel – 2003 : Séries temporelles des hauteurs significatives de vagues du modèle local (bleu) et de la bouée CANDHIS (noir)	47
Figure 3-16 : Bouée Saint Michel – 2003 : Diagramme de dispersion entre données mesurées à partir de la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.	47
Figure 3-17 : Bouée Saint Malo – Mars-Avril 1994: Séries temporelles des hauteurs significatives de vagues du modèle local (noir) et de la bouée CANDHIS (bleu).....	48
Figure 3-18 : Bouée Saint Malo – Mars-Avril 1994: Séries temporelles des hauteurs significatives de vagues du modèle local (noir) et de la bouée CANDHIS (bleu).....	48
Figure 3-19 : Bouée Saint Malo - 1994: Diagramme de dispersion entre données mesurées à partir de la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.	49
Figure 3-20 : Bouée Saint Malo - 1994: Diagramme de dispersion entre données mesurées à partir de la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.	49
Figure 3-21 : Plans de vague pour la tempête Xynthia (31/03/2010) : vue générale.....	51
Figure 3-22 : Plans de vague pour la tempête Xynthia (31/03/2010) : secteur Saint Malo	52
Figure 3-23 : Plans de vague pour la tempête de février 2013 : vue générale	53
Figure 3-24 : Plans de vague pour la tempête de février 2013 : secteur Saint Malo	54
Figure 3-25 : Plans de vague pour la tempête de février 2014 : vue générale	55
Figure 3-26 : Plans de vague pour la tempête de février 2014 : secteur Saint Malo	56
Figure 3-27 : Plans de vague pour la tempête de Mars 2016 : vue générale,.....	57
Figure 3-28 : Plans de vague pour la tempête de Mars 2016 : secteur Saint Malo.....	58
Figure 3-29 : Plans de vague pour la tempête de Eleanor (03/01/2018) : vue générale	59
Figure 3-30 : Plans de vague pour la tempête de Eleanor (03/01/2018) : secteur Saint Malo.....	60
Figure 3-31 : Localisation des points pour l'étude de navigation.....	62
Figure 3-32 : Localisation du point « Saint_Malo_BW ».....	63
Figure 3-33 : Localisation du point « Traversaine »	63
Figure 3-34: Série temporelle de la hauteur significative (haut) et de la période de pic (bas) au point d'extraction La traversaine.....	64
Figure 3-35 : Rose des houles sur la période 1998-2018 (résolution : 22.5°) au point LaTraversaine	65
Figure 3-36 : Diagrammes de distribution Tp/ Hs au point d'extraction sur la période 1998-2018.	65

Figure 3-37 : Graphique des probabilités de dépassement des hauteurs significatives au point la Traversaine	66
Figure 3-38 : Rose des houles (Hs) sur la période 1998-2018 (résolution : 22.5°) aux points 1 à 4 et 4a, 5a	68
Figure 3-39 : Rose des houles (Hs) sur la période 1998-2018 (résolution : 22.5°) aux points 5 à 8	69
Figure 3-40: Série temporelle de la hauteur significative (haut) et de la période de pic (bas) au point d'extraction Saint-Malo_BW	70
Figure 3-41 : Rose des houles au point d'extraction sur la période 1998-2018 (résolution : 22.5°) au point Saint-Malo_BW	70
Figure 3-42 : Diagrammes de distribution Tp/ Hs au point d'extraction sur la période 1998-2018.	71
Figure 3-43 : Diagrammes de distribution Tp/ Hs au point d'extraction sur la période 1998-2018 – pour un niveau d'eau supérieur au niveau moyen (NM)	71
Figure 3-44 : Graphique des probabilités de dépassement des hauteurs significatives au point Saint-Malo_BW : Analyse annuelle et mensuelle.....	72
Figure 3-45 : Hauteurs significatives de houles extrêmes avec intervalles de confiance à 2.5 et 97.5% pour la loi 2-p Weibull , AAP $\lambda = 3$ (haut) ; valeurs des Hs extrêmes aux bornes inférieures et supérieures de l'intervalle de confiance (bas).	77
Figure 4-1 : Vue d'ensemble de la bathymétrie fournie au modèle d'agitation.	80
Figure 4-2 : plan masse envisagé pour le projet de futur poste 1 (source ARTELIA).....	81
Figure 4-3 : Zoom de la bathymétrie pour le modèle d'agitation au niveau de la zone projet	81
Figure 4-4 : étendue du modèle d'agitation et localisation du point « Saint_Malo_BW » ayant servi à la détermination des conditions d'état de mer à étudier	82
Figure 4-5 . Exemple de carte de coefficient de réflexion imposé au contour du modèle : Les zones en rouge correspondent aux enrochements (coefficient de réflexion 0.5), Les autres structures sont considérées comme totalement réfléchissantes.....	86
Figure 4-6 : Exemple de carte des couches absorbantes du modèle : Les zones jaunes indiquent la position des couches absorbantes. La bande rouge correspond à la ligne de génération des vagues.	87
Figure 4-7 : Emplacement considéré pour l'analyse des résultats pour le cas projet.....	88
Figure 4-8 : Fonction de transfert (surface) au Poste 1, niveau marin moyen NM.....	90
Figure 4-9 : Fonction de transfert (surface) au Poste 1, niveau marin PMME.	91
Figure 4-10 : Fonction de transfert (surface) au Poste 1, niveau marin PMVE.....	91

Figure 4-11 : Série temporelle de la hauteur significative au Poste 1	92
Figure 4-12 : Roses des houles (H_{m0}, direction moyenne) estimées au poste 1, basée sur la série temporelle de 21 années (cas d'étude des vagues incidentes seulement).....	92
Figure 4-13 : Graphique des probabilités de dépassement des hauteurs significatives au Poste 1.....	95
Figure 4-14 : Série temporelle de la hauteur significative au Poste 1	96
Figure 4-15 : Cas de houles incidentes : graphique des probabilités de dépassement des hauteurs significatives au Poste 1	99
Figure 4-16 Exemple de champs de surface libre instantanée issus de la modélisation des conditions extrêmes.....	101
Figure 4-17 Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H1 (PR 1 an)...	102
Figure 4-18 Cas H1 (PR 1 an), zoom sur la zone du poste 1	102
Figure 4-19 : Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H5 (PR 5 ans)	103
Figure 4-20 Cas H5 (PR 5 ans), zoom sur la zone du poste 1	103
Figure 4-21: Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H10 (PR 10 ans)	104
Figure 4-22 Cas H10 (PR 10 ans), zoom sur la zone du poste 1	104
Figure 4-23 : Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H25 (RP25 ans)	105
Figure 4-24 Cas H25 (PR 25 ans), zoom sur la zone du poste 1	105
Figure 4-25 : Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H50 (PR 50 ans)	106
Figure 4-26 Cas H5 (PR 50 ans), zoom sur la zone du poste 1	106
Figure 4-27 : Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H100 (PR 100 ans)	107
Figure 4-28 Cas H100 (PR 100 ans), zoom sur la zone du poste 1	107

Abréviations et notations

CD	Cote marine CM (Chart Datum)
CM	Cote marine
LWL	Hauteur d'eau à marée basse (Low Water Level)
HWL	Hauteur d'eau à marée haute (High Water Level)

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

MSL	Niveau marin moyen (Mean Sea Level)
NM	Niveau marin moyen
PMVE	Pleine mer de de vive eau
PMME	Pleine mer de morte eau
h	Profondeur d'eau
L ₀	Longueur d'onde en eau profonde
JONSWAP	Modèle spectral de houle (Joint North Sea Wave Project)
gamma	Facteur décrivant la forme du spectre
m ₀	Moment zéro du spectre de houles: $[\int f^0 S dS]$ (m ²)
H _{m0}	ou H_s : Hauteur significative spectrale de la houle, basée sur le spectre de houles : $H_{m0}=4\sqrt{m_0}$
T _p	Période de pic de la houle. $T_p=1/f_p$, où f_p est la fréquence ayant la densité spectrale maximale.
MWD	Direction moyenne de la houle (Mean Wave Direction)
DSD	Ecart-type de direction, défini par:

$$DSD = \sqrt{2(1 - \sqrt{a^2 + b^2})}$$

$$a = \frac{1}{m_0} \int_0^{2\pi} \int_0^n \cos(\theta) E(\sigma, \theta) d\sigma d\theta$$

$$b = \frac{1}{m_0} \int_0^{2\pi} \int_0^n \sin(\theta) E(\sigma, \theta) d\sigma d\theta$$

Une distribution en $\cos-2s$ est souvent appliquée pour décrire l'étalement directionnel de spectres de houles. L'équivalent en écart-type de direction peut être obtenu par la relation suivante :

$$DSD = \left(\frac{2}{s + 1} \right)^{1/2}$$

1. Préambule

Dans le cadre des études préliminaires de la Maitrise d'œuvre ARTELIA, la Région Bretagne a retenu le scénario E, qui a par ailleurs la faveur des parties prenantes.

Dans la suite de l'étude, il est prévu la réalisation les études techniques suivantes :

- ▶ Étude de navigation (incluant des tests en simulateur) afin de valider le plan masse évoqués ci-avant. Cette étude fait l'objet d'un marché séparé ;
- ▶ Étude d'amarrage sur modèle numérique ;
- ▶ Dimensionnement des ouvrages maritimes.

Ces études techniques (navigation, amarrage, dimensionnement) nécessitent des données d'entrée de courant et d'états de mer complémentaires aux données actuellement disponibles. La justification de la nécessité de ces données est indiquée au § 5.6.6 du rapport ARTELIA intitulé « TDN-MOMART-EP-RAP-001-A Etudes préliminaires).

Il est attendu en fin d'étude les données d'entrée nécessaires à la bonne réalisation des études techniques à savoir :

- ▶ Pour l'étude de navigation : les niveaux d'eau et courants de marée sur un cycle complet de marée (15 jours) sur l'emprise du modèle de navigation ;
- ▶ Pour les études de navigation et d'amarrage : les séries temporelles des états de mers (Hmo total, Tp, Direction de pic) en différents points/zones le long du chenal de navigation et dans l'avant-port ainsi que les climats et statistiques associés ;
- ▶ Pour l'étude de dimensionnement des ouvrages maritimes : les niveaux de houle Hs et Hmax en différents points pour les périodes de retour 1an, 10ans, 20ans, 50ans et 100ans.

Pour cela, il est demandé la mise en place de différents modèles numériques :

- 1) Un modèle de courants de marée sur, a minima, l'emprise du modèle de navigation ;
- 2) Un modèle de propagation de houle sur, a minima, l'emprise du modèle de navigation ;
- 3) Un modèle d'agitation au niveau de l'avant-port et du port.

CREOCEAN, en charge de l'étude hydrodynamique et hydrosédimentaire en cours pour le port de Saint-Malo est en charge de cette prestation, assisté du bureau d'études DHI en sous-traitance.

2. Courantologie

La modélisation de la courantologie reprend en grande partie le modèle mis en place et présenté dans l'étude CREOCEAN en cours (CREOCEAN, Etudes hydrodynamiques - Réaménagement du terminal du Naye et extension du port de plaisance des Bas Sablons - Marché subséquent n°4, Accord cadre n°2017-90363 - Réalisation d'études scientifiques, environnementales, socio-économiques, architecturales, paysagères et urbaines - Lot n°2_Etudes scientifiques et techniques Phase 0 – 1 Mai 2019 - RAPPORT V3).

La mission nouvellement confiée à CREOCEAN vise à modéliser un cycle Vive-eau Morte-eau complet (15 jours) et à fournir les résultats aux formats :

- ▶ Cartographiques pour 3 marées caractéristiques, en courants maximums et courants moyens. Les résultats sont également fournis heure par heure (en annexe) ;
- ▶ ASCII (ou .xyz, format texte) afin d'alimenter le modèle de navigation du port de Saint-Malo.

2.1. Conditions aux limites

Par rapport à la modélisation précédente, deux changements importants ont été introduits dans les conditions aux limites. Il s'agit d'une des conditions de débits entrant et sortant du barrage de la Rance, fournies par EDF, gestionnaire de l'usine marémotrice.

Précédemment, le modèle avait été calé à la suite de processus itératifs visant à reproduire les débits entrant et sortants de manière arbitraire (les courants calculés par le modèle étant comparés aux courants donnés par le SHOM pour un point situé au Nord-ouest du port).

D'autre part, un nouveau modèle de marée global a été utilisé pour le calcul des niveaux d'eau aux frontières du modèle, avec un nombre d'harmoniques pris en compte beaucoup plus important (FES2014, 34 harmoniques), notamment celles dont l'importance est notable en faible profondeur.

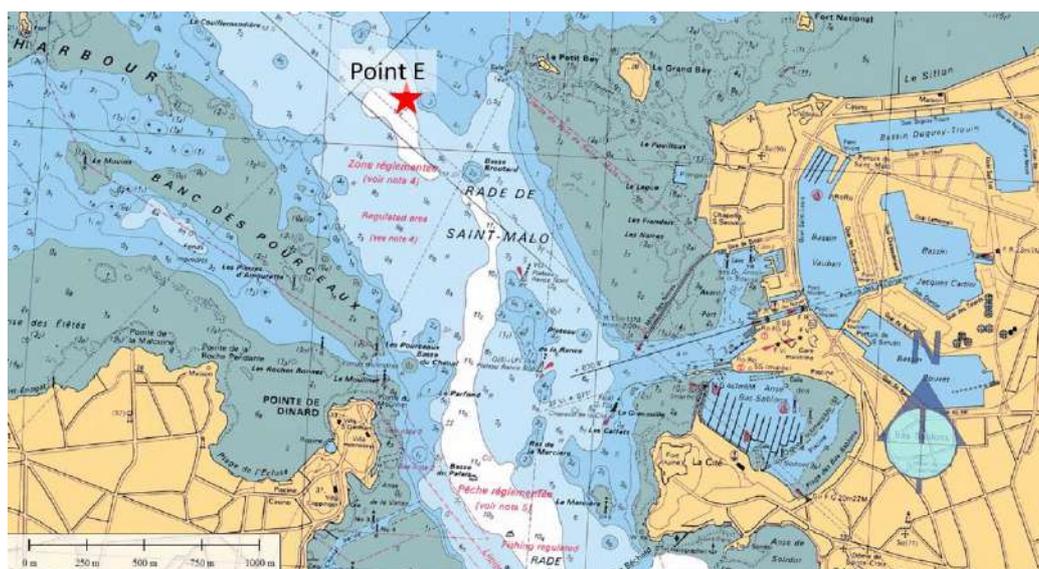


Figure 2-1 : Position du point de contrôle SHOM (point E de la carte 7130)

2.2. Validation du modèle

Afin de valider le modèle, les niveaux d'eau ont été comparés aux mesures du marégraphe de Saint-Malo (qui tient compte des surcotes/décotes) sur un cycle Vive-eau Morte-eau complet (15 jours), et aux prévisions du SHOM sur une marée de Vive-eau. Les courants simulés ont été comparés aux données du SHOM sur la zone d'étude. Le point E de la carte SHOM 7130, situé aux coordonnées 48°39.1'N / 2°02.7'W donne les intensités et directions des courants mesurés en Vive-eau et les intensités mesurées en Morte-eau, heure par heure. L'influence du barrage de la Rance est prise en compte dans les mesures.

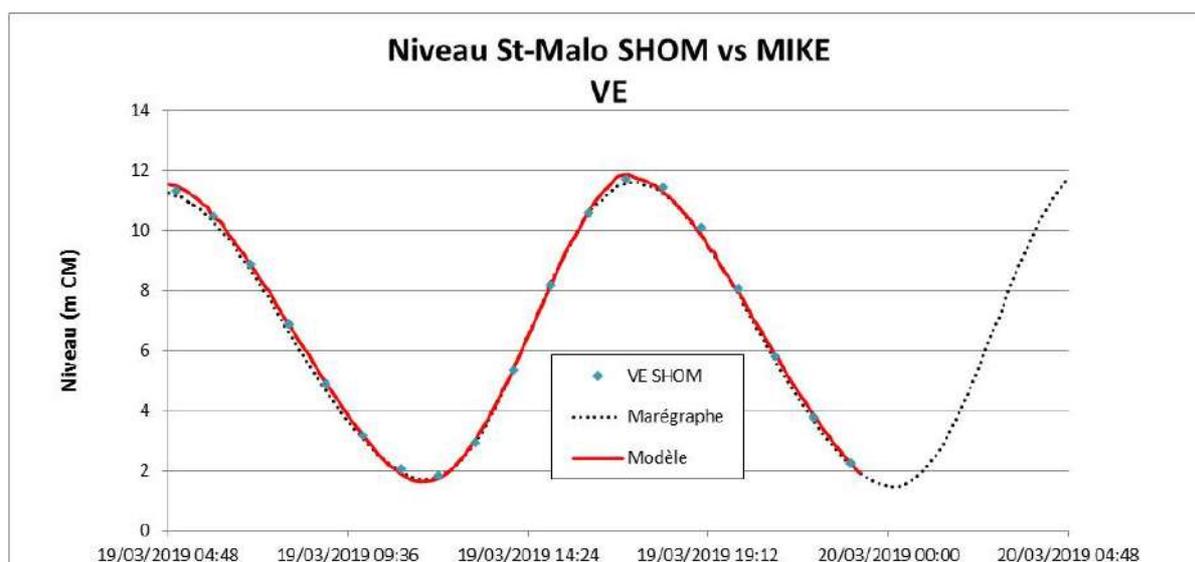
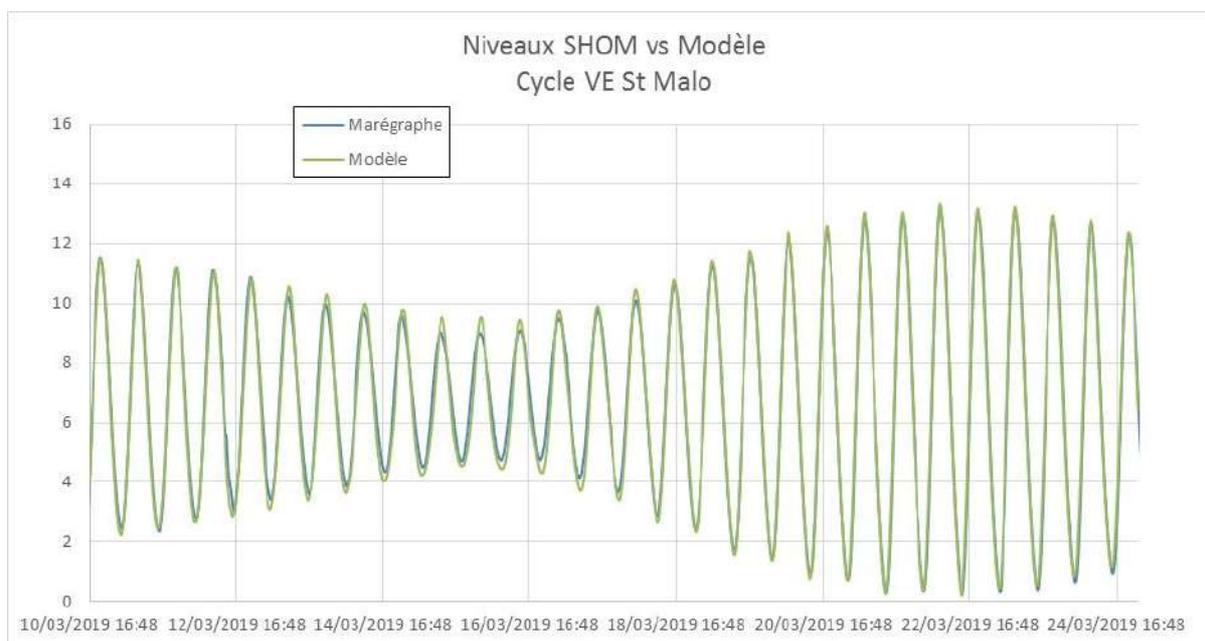


Figure 2-2 : Comparaison des niveaux d'eau calculés par MIKE, mesurés par le marégraphe du port sur un cycle Vive-eau Morte-eau (haut) et prédits par le SHOM dans le port de Saint-Malo en marée de Vive-eau (coefficient 95) (bas).

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

On note une bonne reproduction des niveaux par le modèle, ainsi qu'un bon phasage de l'onde marée. Un écart peut néanmoins être constaté autour des marées de Morte-eau autour du 16 mars, qui peut s'expliquer par des épisodes de surcote / décotes importants mesurés à cette période. On note d'ailleurs que le modèle correspond bien aux prévisions de marée du SHOM (marée pure, sans surcote/décote).

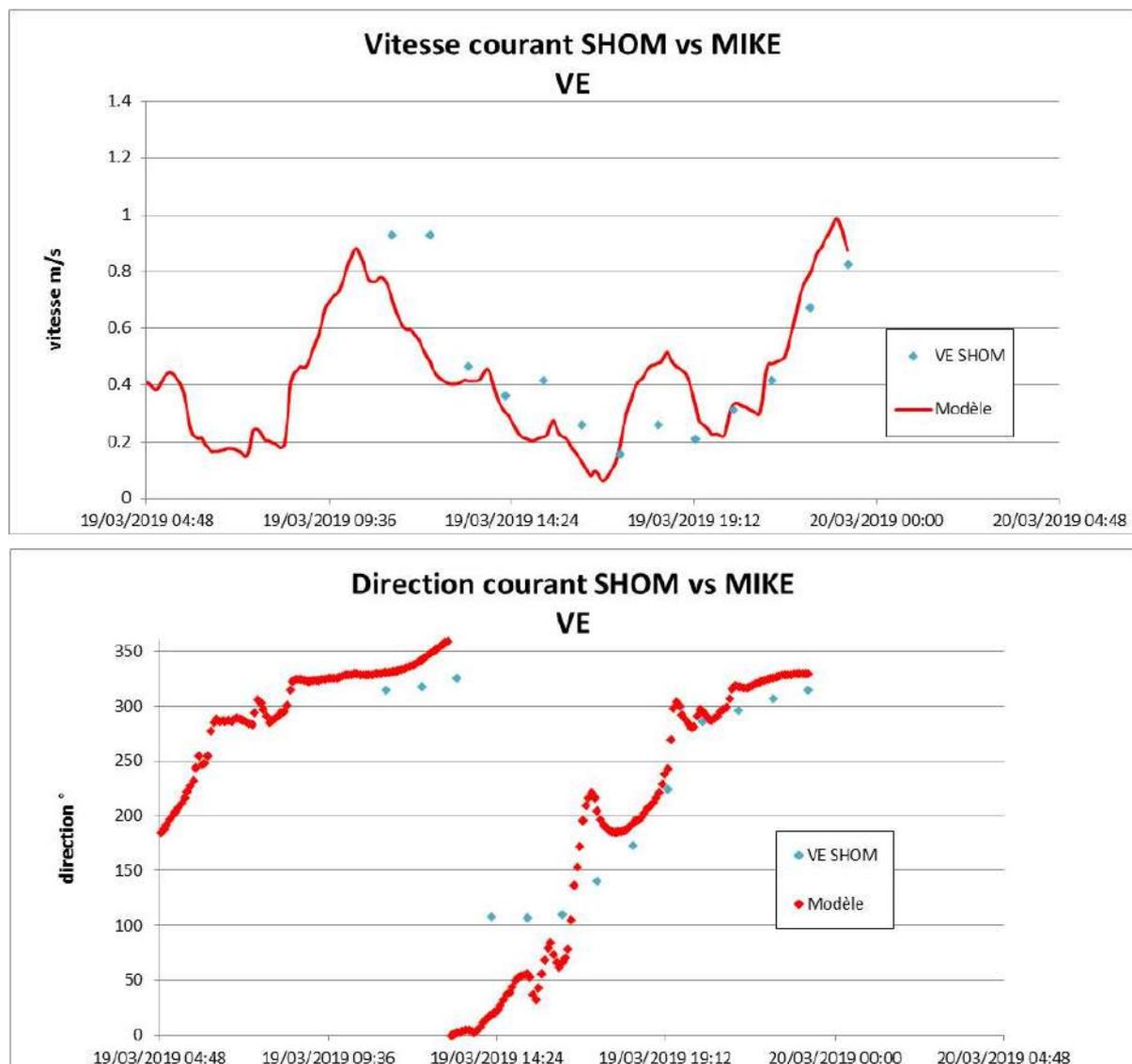


Figure 2-3 : Comparaisons des vitesses (haut) et directions (bas) calculées par le modèle et mesurées par le SHOM au point E (carte 7130) en Vive-eau (coefficient 95)



Figure 2-4 : Comparaisons des vitesses calculées par le modèle et mesurées par le SHOM au point E (carte 7130) en Morte-eau (coefficient 45)

On note que les vitesses sont correctement reproduites par le modèle en termes d'intensité et de phasage, même si l'on constate un léger déphasage des maxima autour des instants correspondants aux alentours de la Basse Mer.

Globalement, en Vive-eau et en Morte-eau, les vitesses et directions des courants sont correctement reproduites, tant en termes d'intensité/direction que de phasage.

2.3. Résultats

Les planches de résultats ci-dessous représentent les courants de marée maximums et moyens pour trois marnages :

- ▶ Vive-eau ;
- ▶ Morte-eau
- ▶ Vive-eau exceptionnelle.

Les résultats sont également présentés heure par heure en annexe.

Durant la première moitié du flot ; de PM-6 à PM-3, les courants dans l'estuaire sont orientés vers le large (Nord-nord-ouest), sous l'influence du débit du barrage de la Rance.

Les intensités les plus fortes sont rencontrées à PM-6 avec des vitesses en milieu d'estuaire atteignant environ 1 à 1.2 m/s en Vive-eau, 0.4 à 0.6 m/s en Morte-eau et 1.2 à 1.4 m/s en Vive-eau Exceptionnelle.

La renverse des courants a lieu après la fermeture des turbines, à mesure que le niveau de marée augmente à partir de PM-2. Les courants sont orientés vers l'estuaire (Sud-est) jusqu'à PM+2. Puis la renverse a de nouveau lieu à partir de PM+2 avec des courants qui s'orientent à nouveau vers le large. Les vitesses les plus fortes sont observées entre PM+5 et PM+6 avec des intensités légèrement plus élevées qu'au moment du flot, puisque les courants de jusant accompagnent le débit turbiné.

Dans l'enceinte portuaire, le schéma de circulation est relativement différent. Les courants sont dirigés vers l'intérieur des bassins portuaires de PM-5 à PM, durant toute la phase de remplissage du port par la marée. Des gyres correspondant à une recirculation sont observées de PM-4 à PM-1 dans l'avant-port et le port des Bas-Sablons.

Les vitesses les plus fortes sont observées :

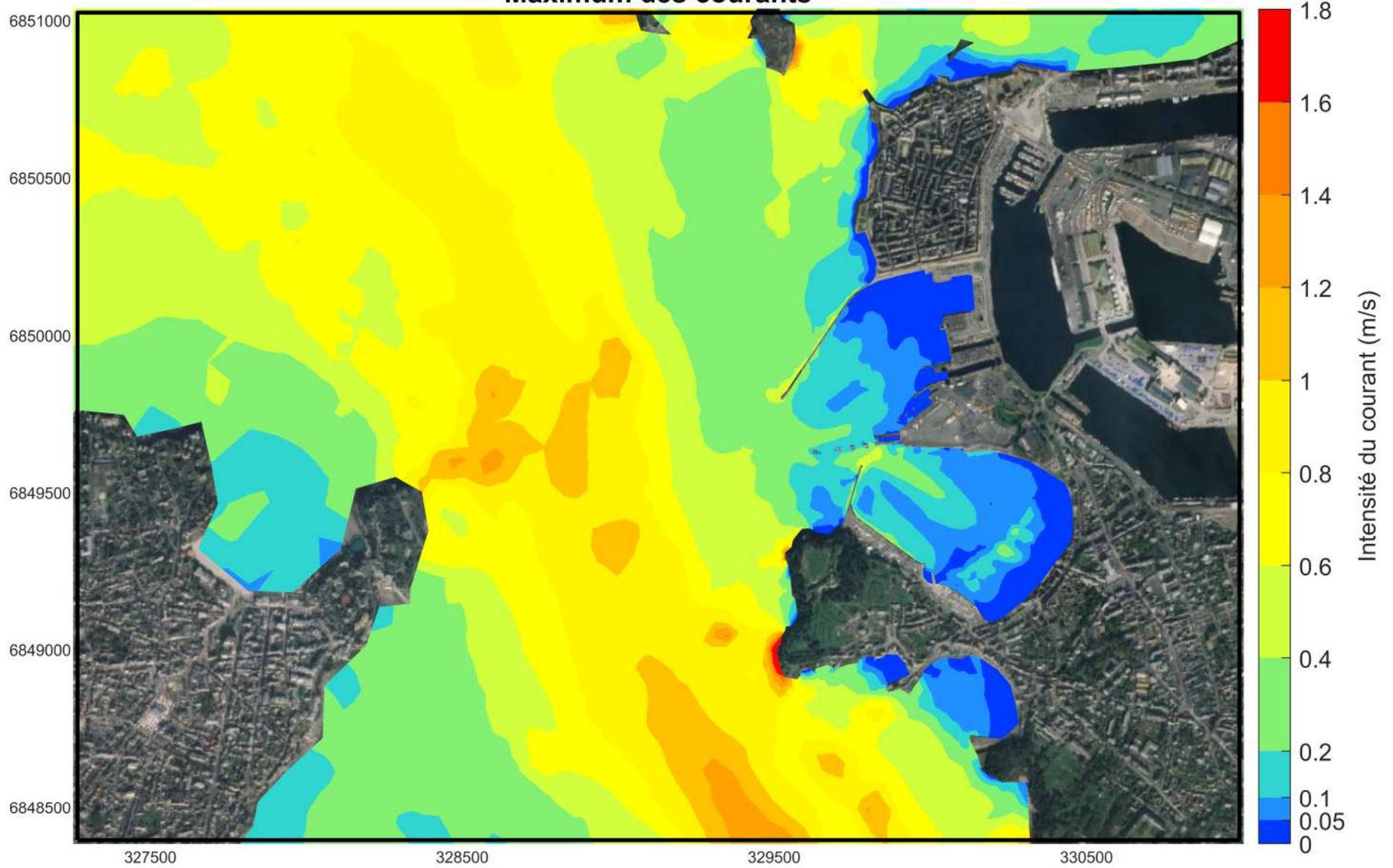
- ▶ au niveau du musoir du môle de Noires avec des intensités de 0.4 à 0.6 m/s en VEE, VE et ME ;
- ▶ au niveau du passage compris entre la digue du port des Bas-Sablons et la rampe n°2 du terminal du Naye, avec des intensités localement supérieures à 1.5 m/s en VEE, 0.4 à 0.6 m/s en VE et 0.2 à 0.4 m/s en ME.

Au niveau du poste P1 et de la zone d'accès à l'écluse, les courants maximums sont inférieurs à 0.2 m/s et sont observés au moment du flot (orientés vers le NE).

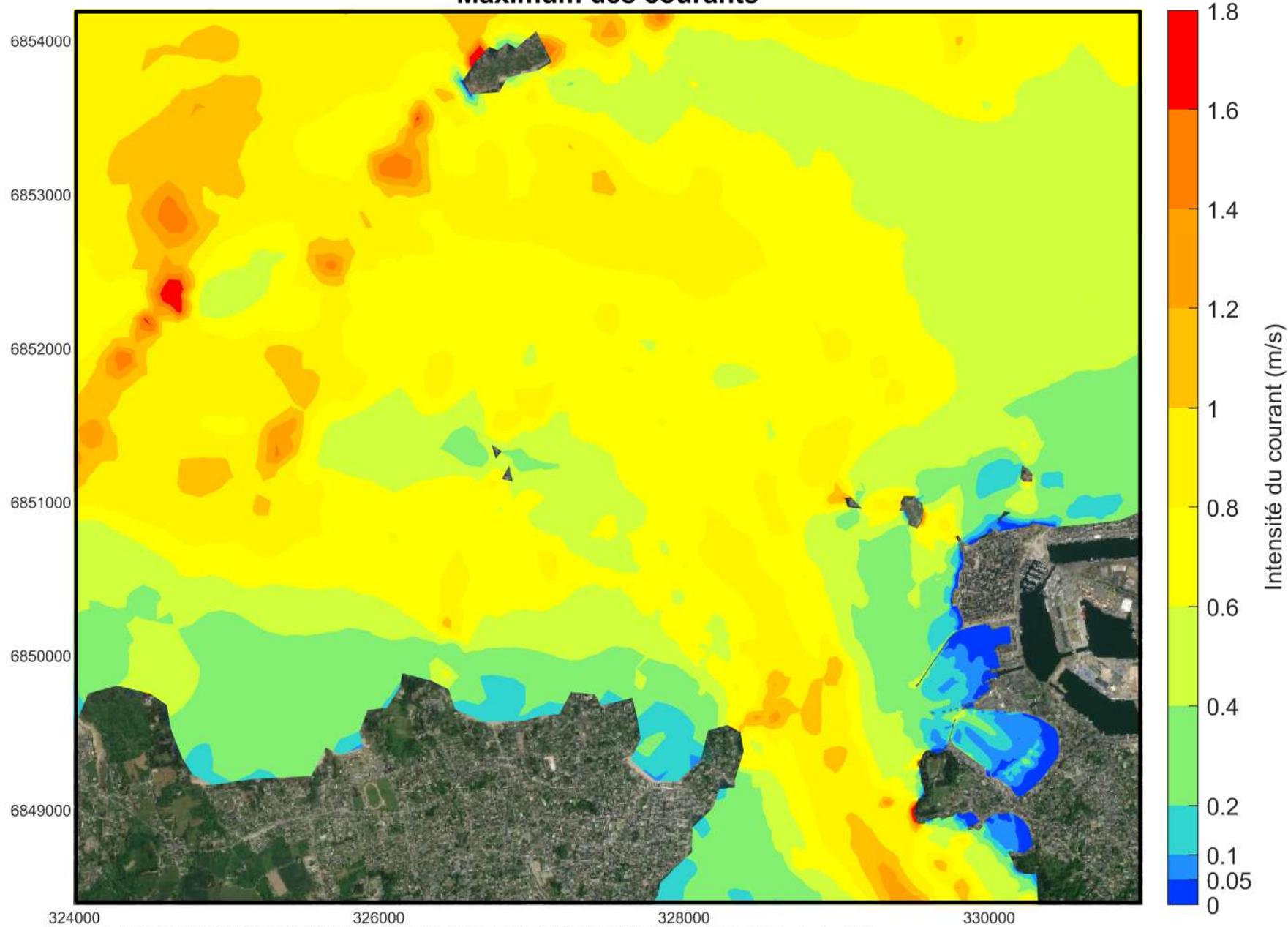
A l'extérieur du port, au niveau du passage de la Traversaine, les vitesses maximales atteignent 1.8 m/s en VEE, 1.4 à 1.6 m/s en VE et 0.8 m/s en ME.

On note également que les intensités des courants peuvent être momentanément plus fortes localement en Morte-eau qu'en Vive-eau. L'influence majeure du barrage de la Rance dans la courantologie locale peut expliquer ce phénomène, notamment lors du flot où les courants de marée orientés Nord-Sud entrent en concurrence avec les courants liés aux lâchers d'eau. On note par ailleurs que le SHOM indique également des vitesses légèrement supérieures en ME à PM-1 et PM (voir figures de calage).

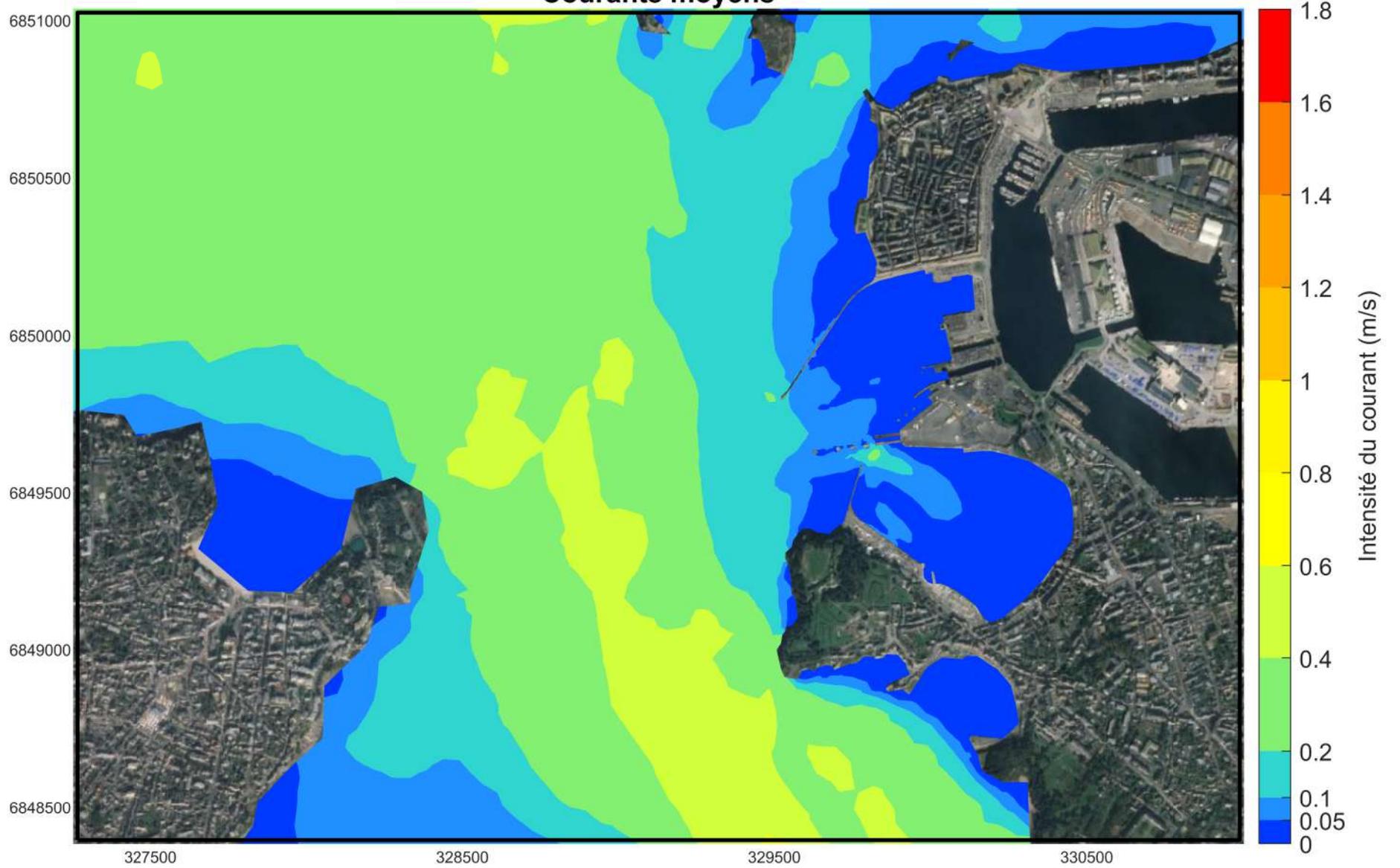
Etat Initial - Vive-eau Maximum des courants



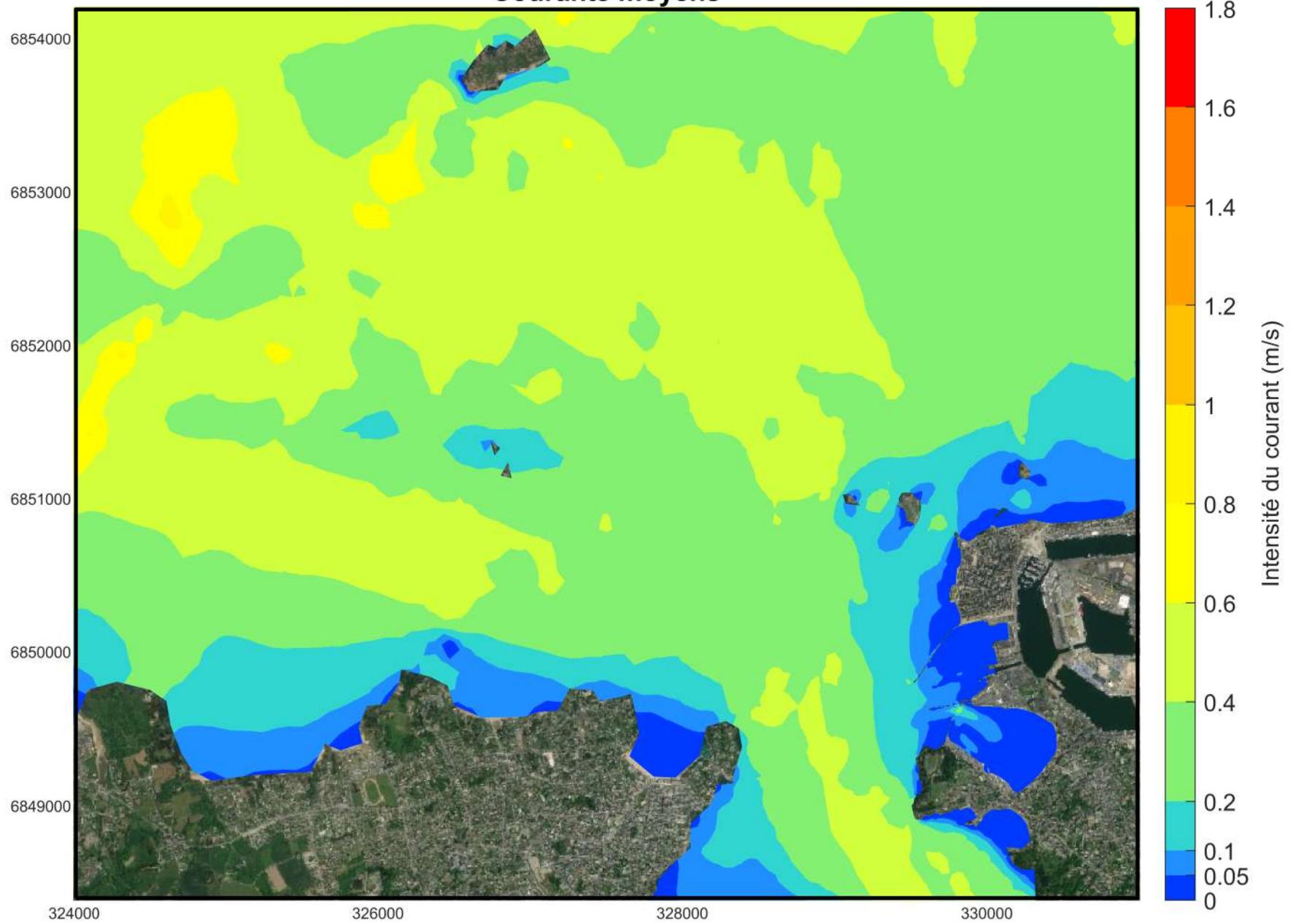
Etat Initial - Vive-eau Maximum des courants



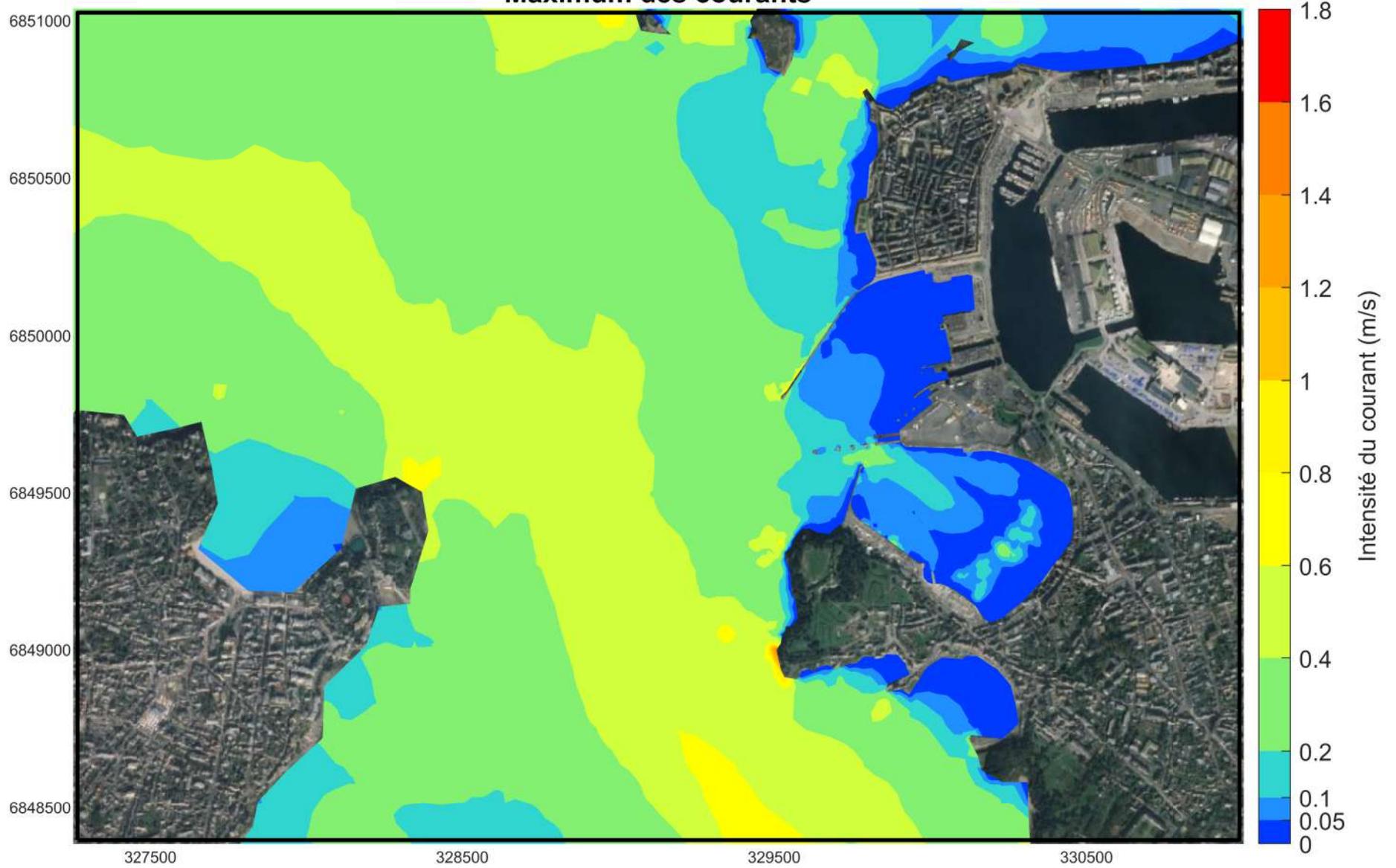
Etat Initial - Vive-eau Courants moyens



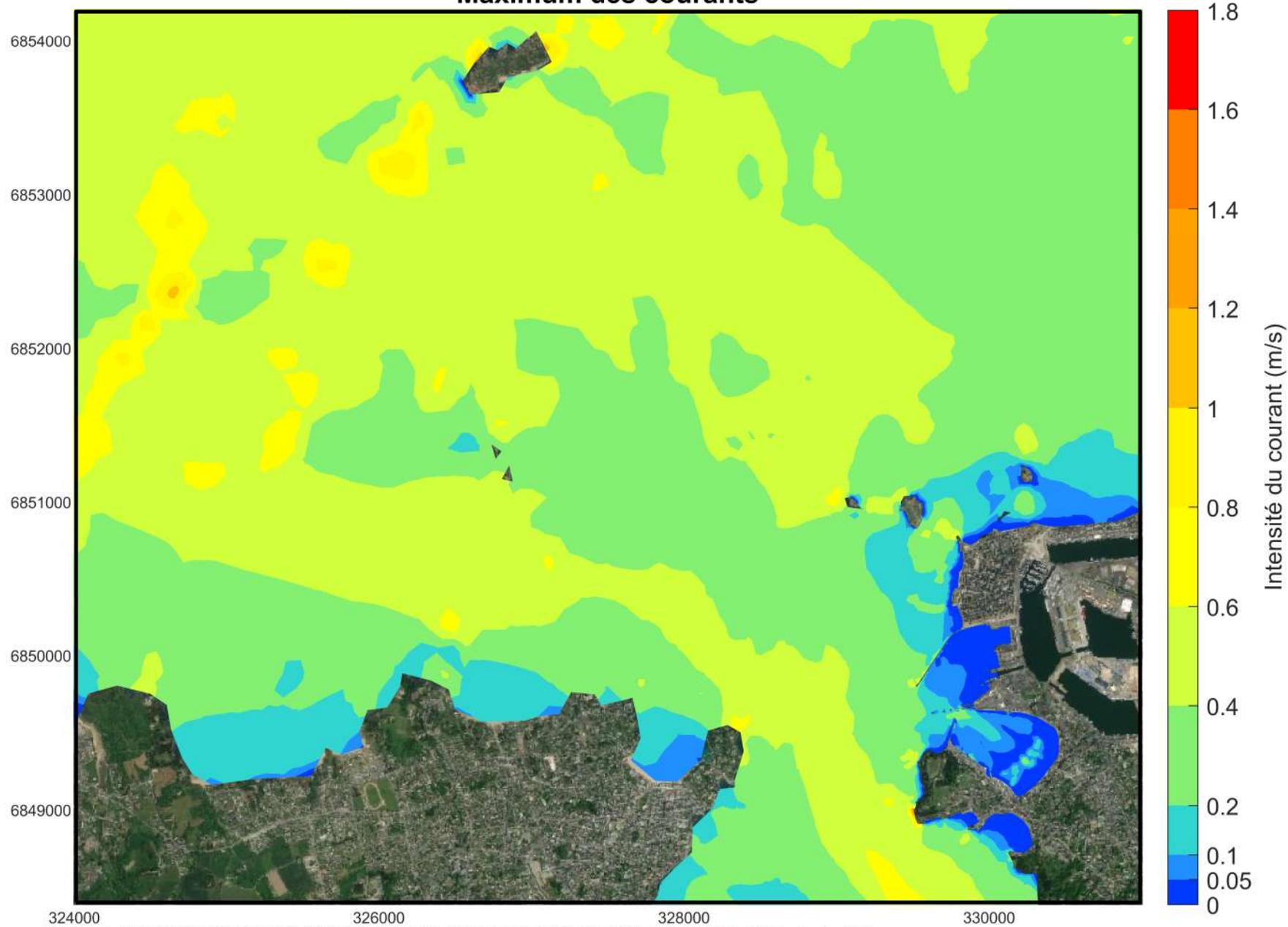
Etat Initial - Vive-eau Courants moyens



Etat Initial - Morte-eau Maximum des courants

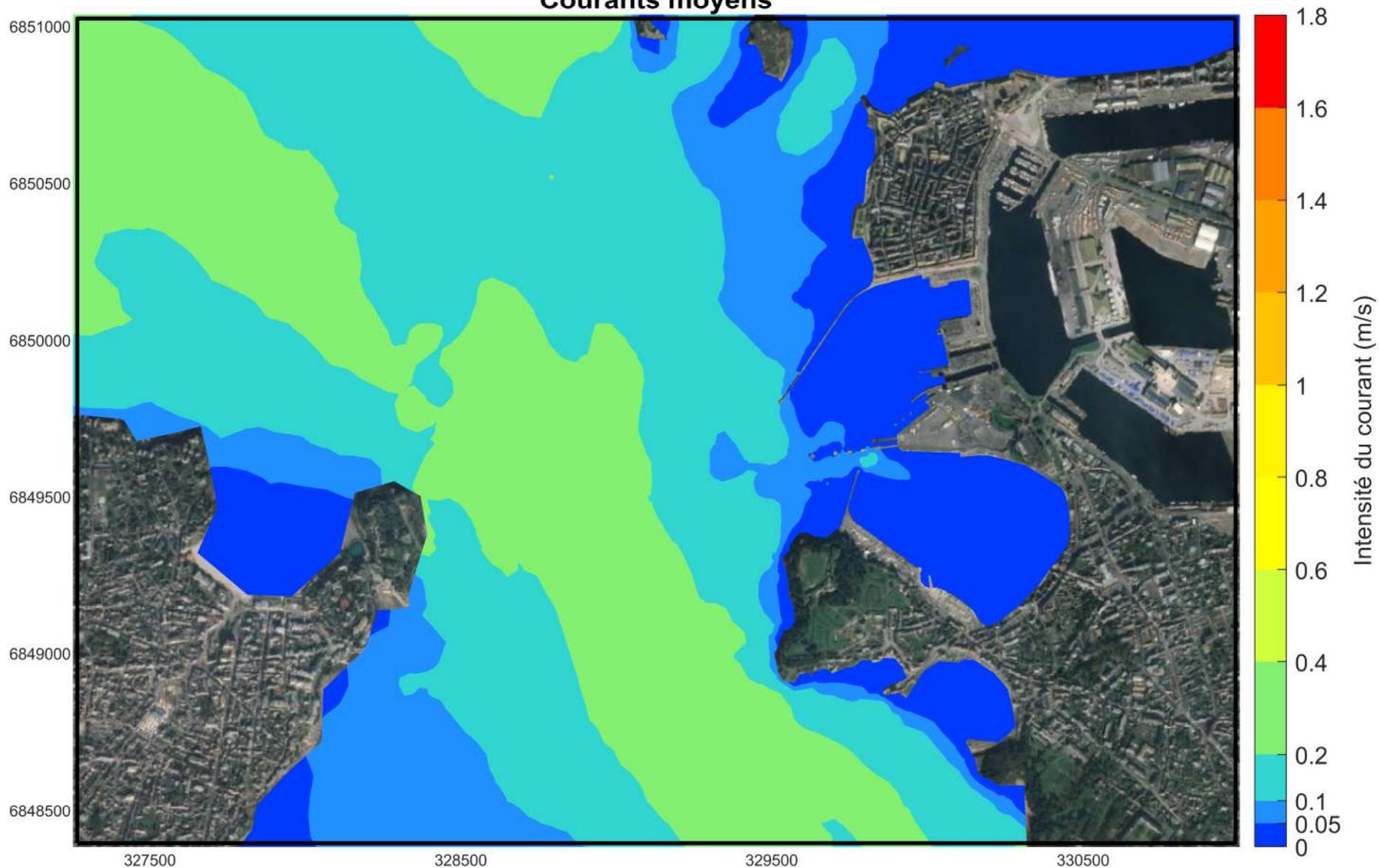


Etat Initial - Morte-eau Maximum des courants



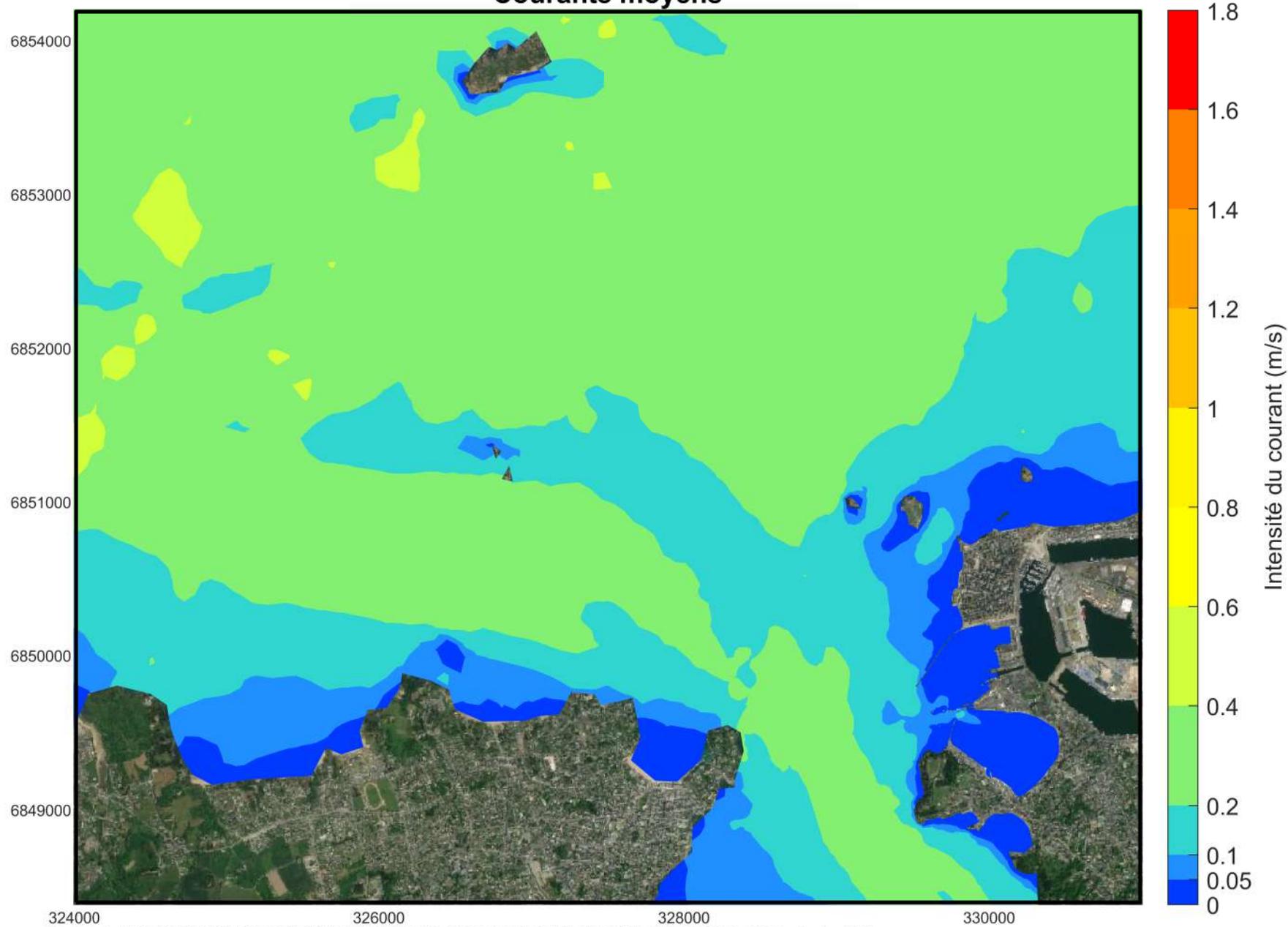
Etat Initial - Morte-eau

Courants moyens

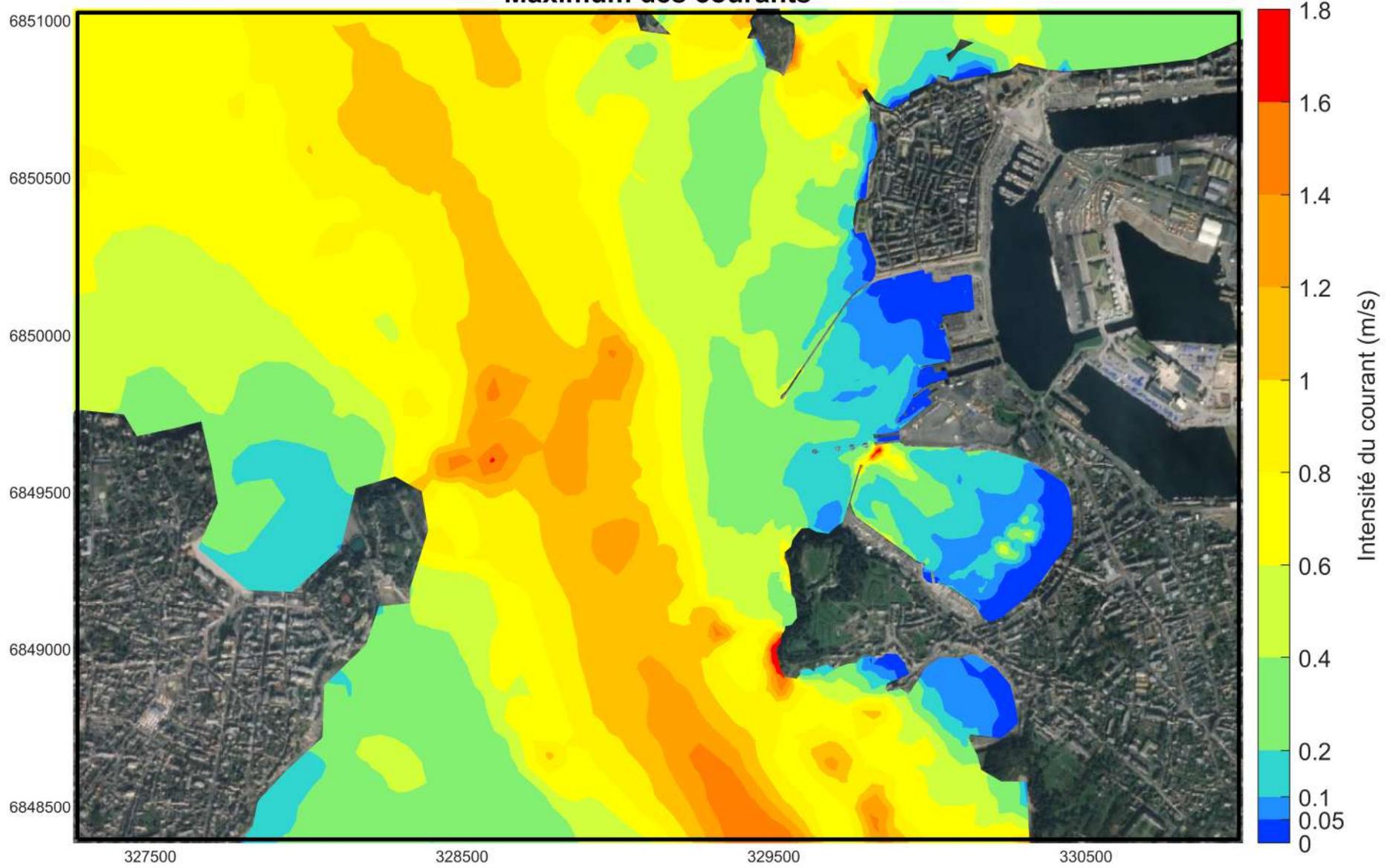


Etat Initial - Morte-eau

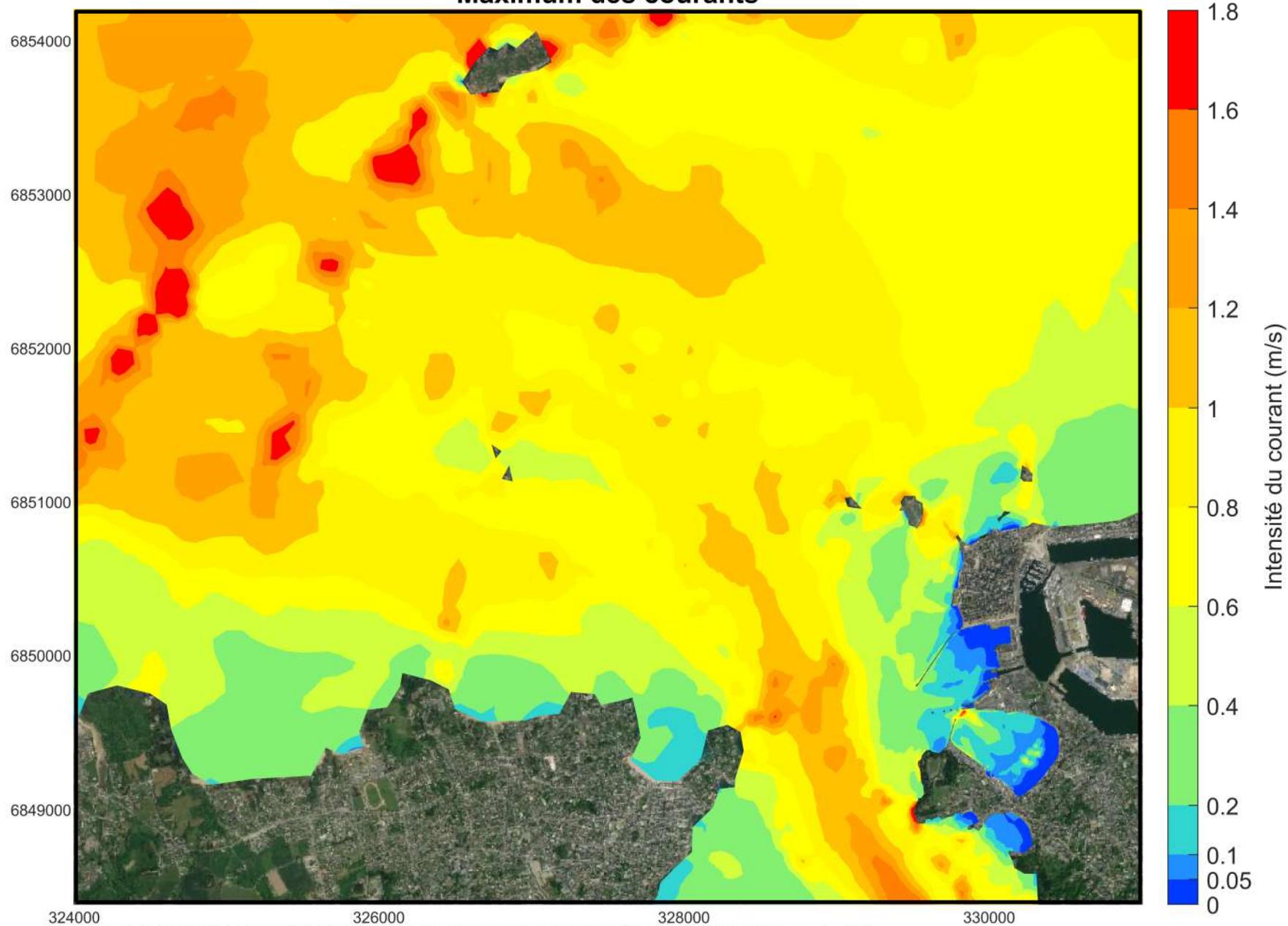
Courants moyens



Etat Initial - Vive-eau exceptionnelle Maximum des courants

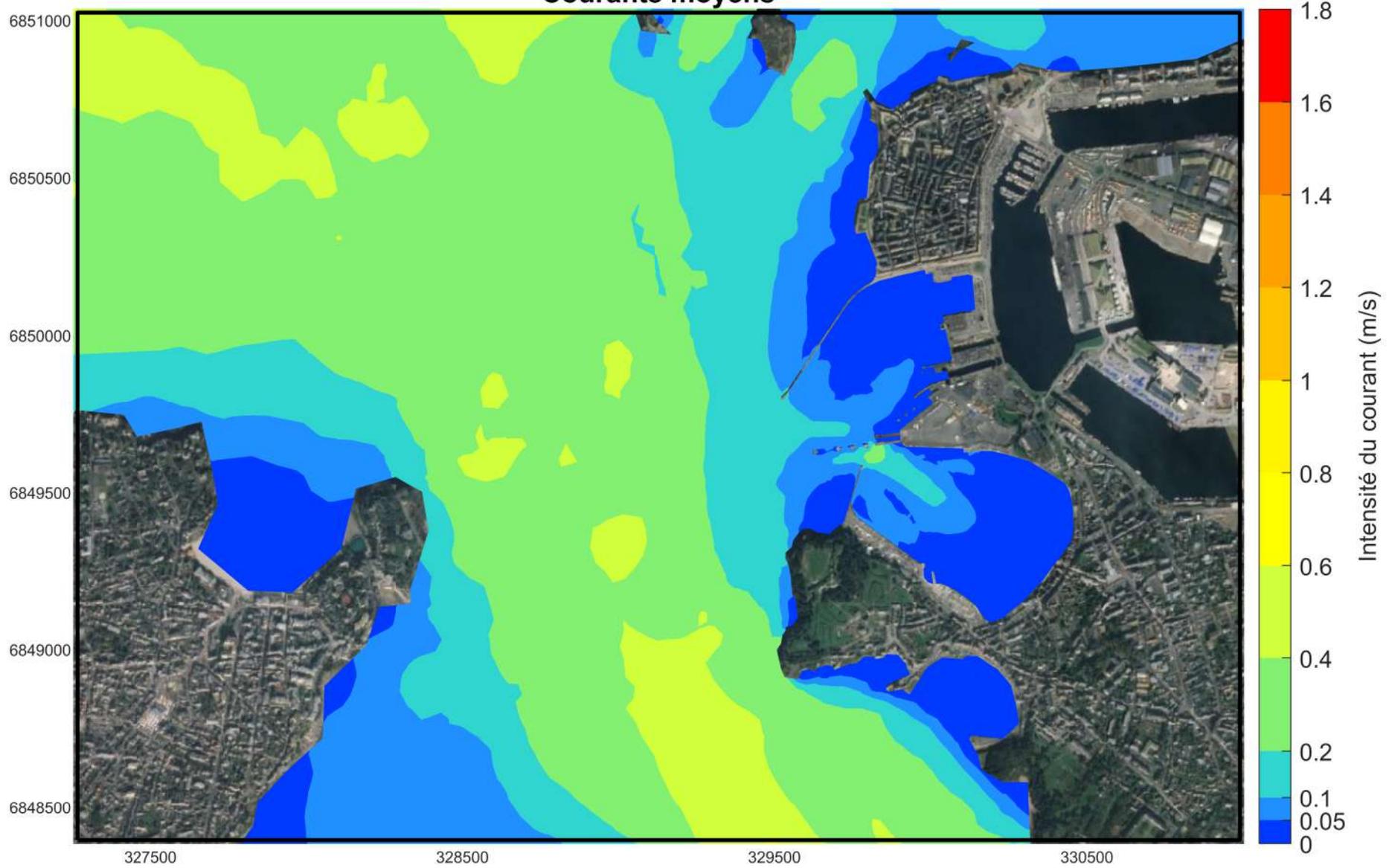


Etat Initial - Vive-eau exceptionnelle Maximum des courants



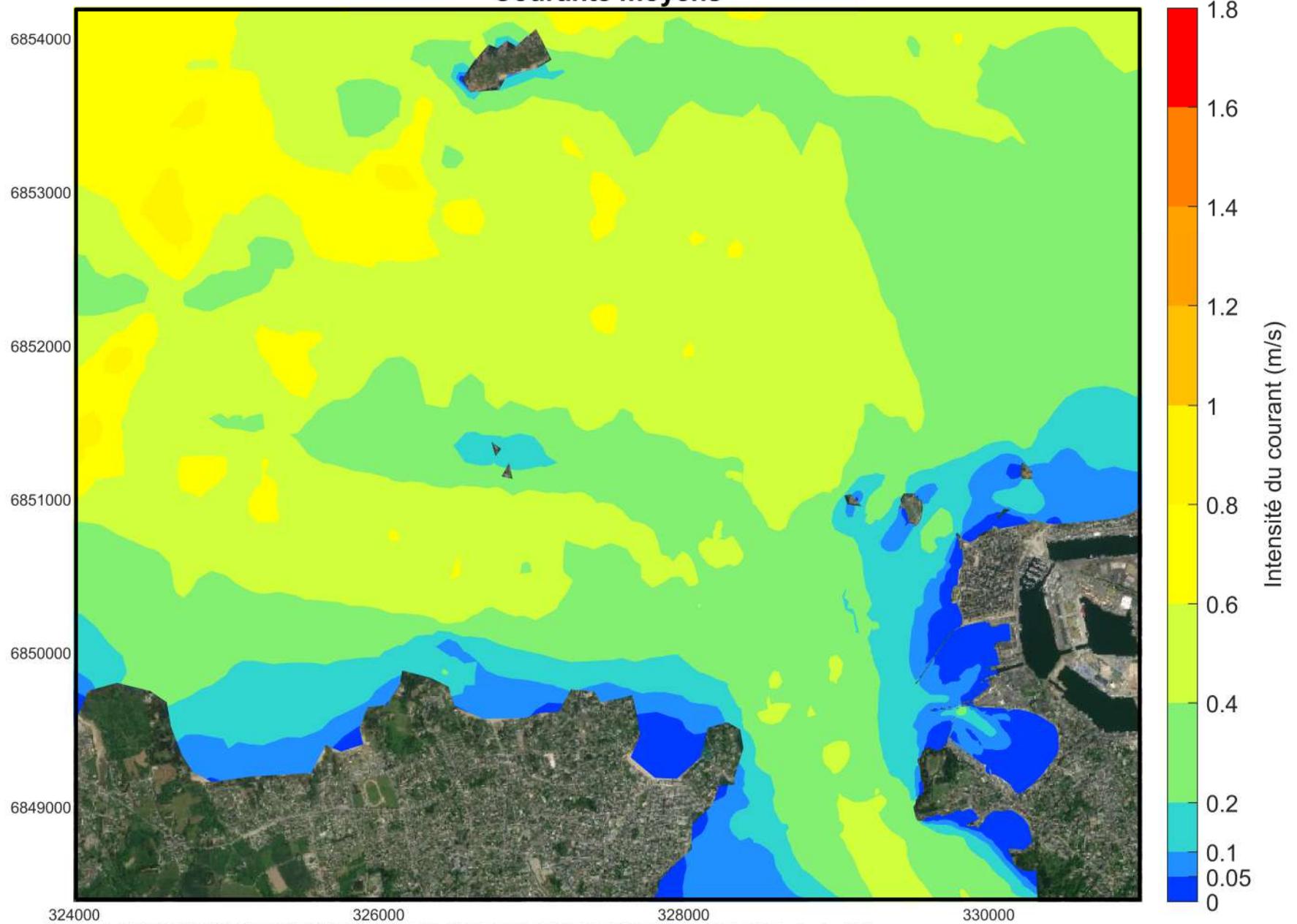
Etat Initial - Vive-eau exceptionnelle

Courants moyens



Etat Initial - Vive-eau exceptionnelle

Courants moyens



2.3.1. Scénario E

On note que les modifications de la courantologie par l'aménagement du poste 1 sont mineures. La figure ci-dessous ne montre aucune variation supérieure à quelques cm/s, niveau de précision que l'on peut attendre du modèle.

Le schéma de circulation reste similaire et les gammes de vitesses sont toujours inférieures à 0.2 m/s. Localement, dans les zones proches du poste 1, les vitesses sont légèrement réduites sous l'effet de zone d'ombre de l'aménagement.

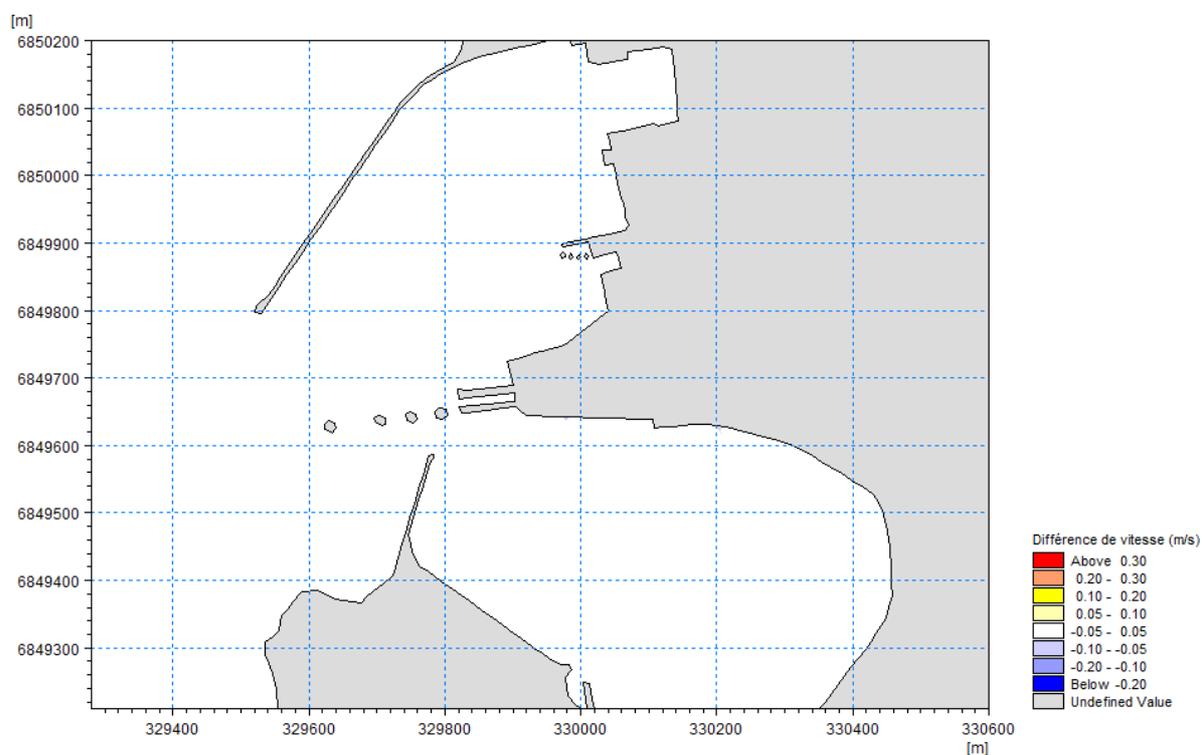
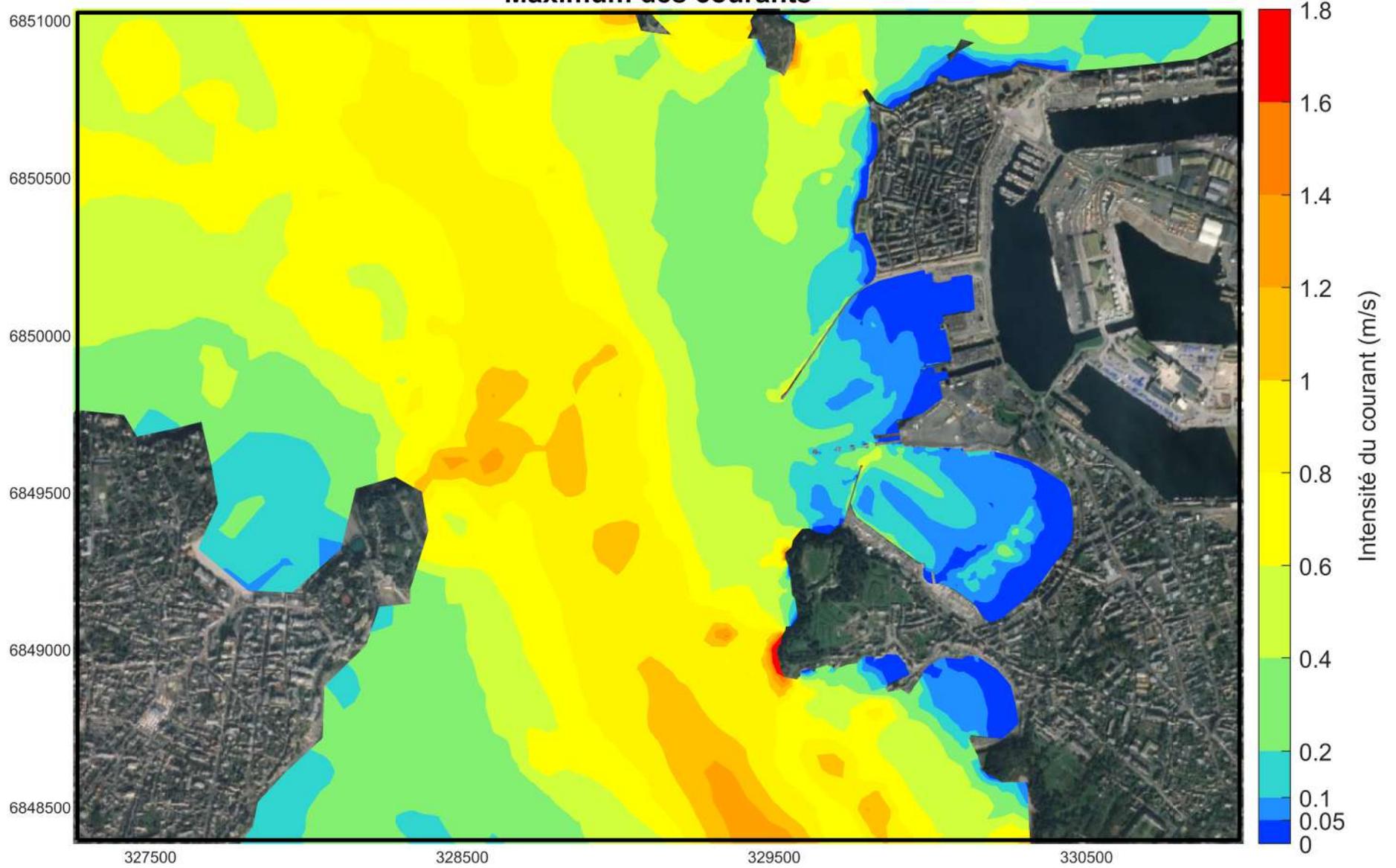
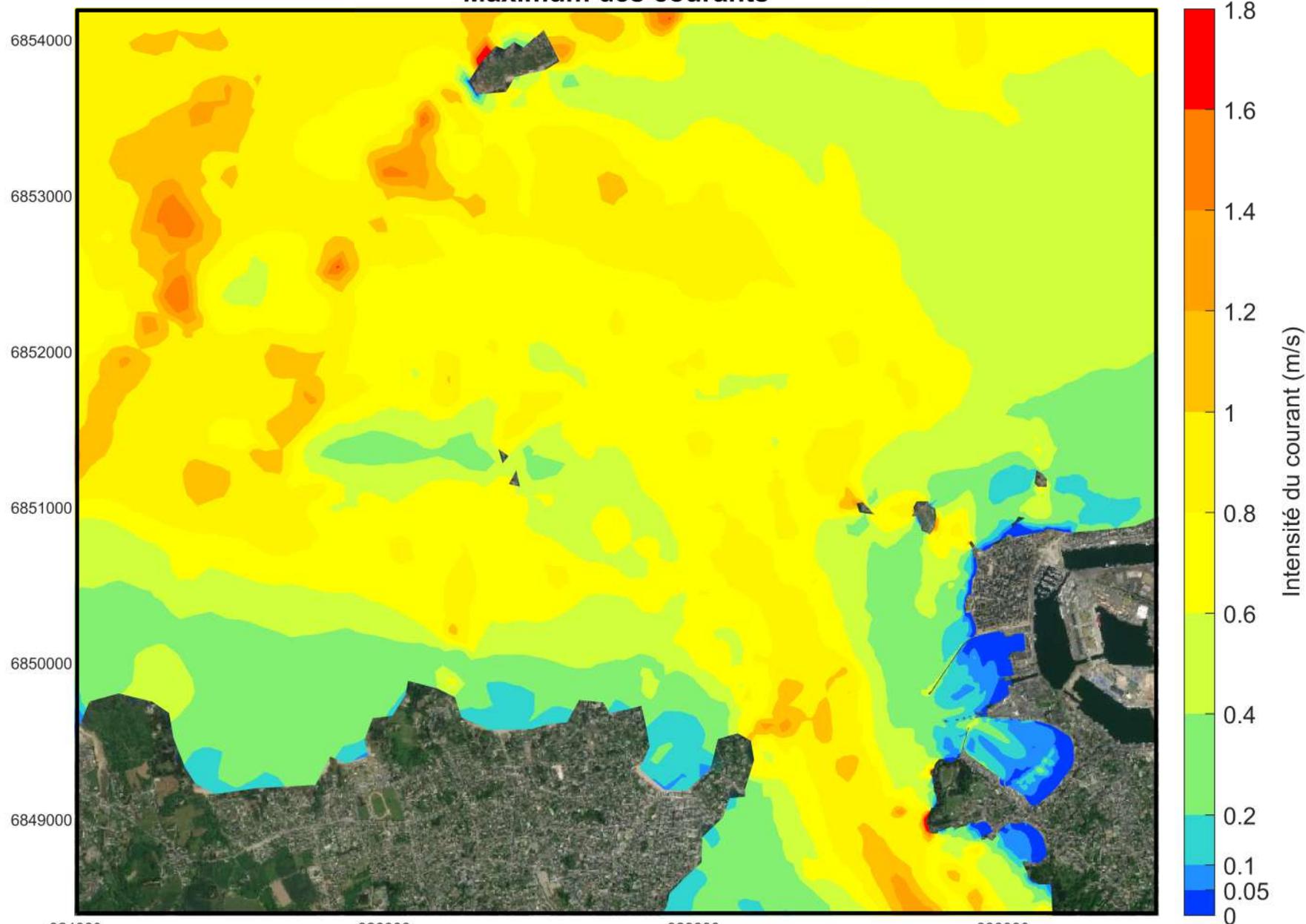


Figure 2-5 : Différentiel de vitesse des courants maximums en VE entre le scénario E et l'état initial

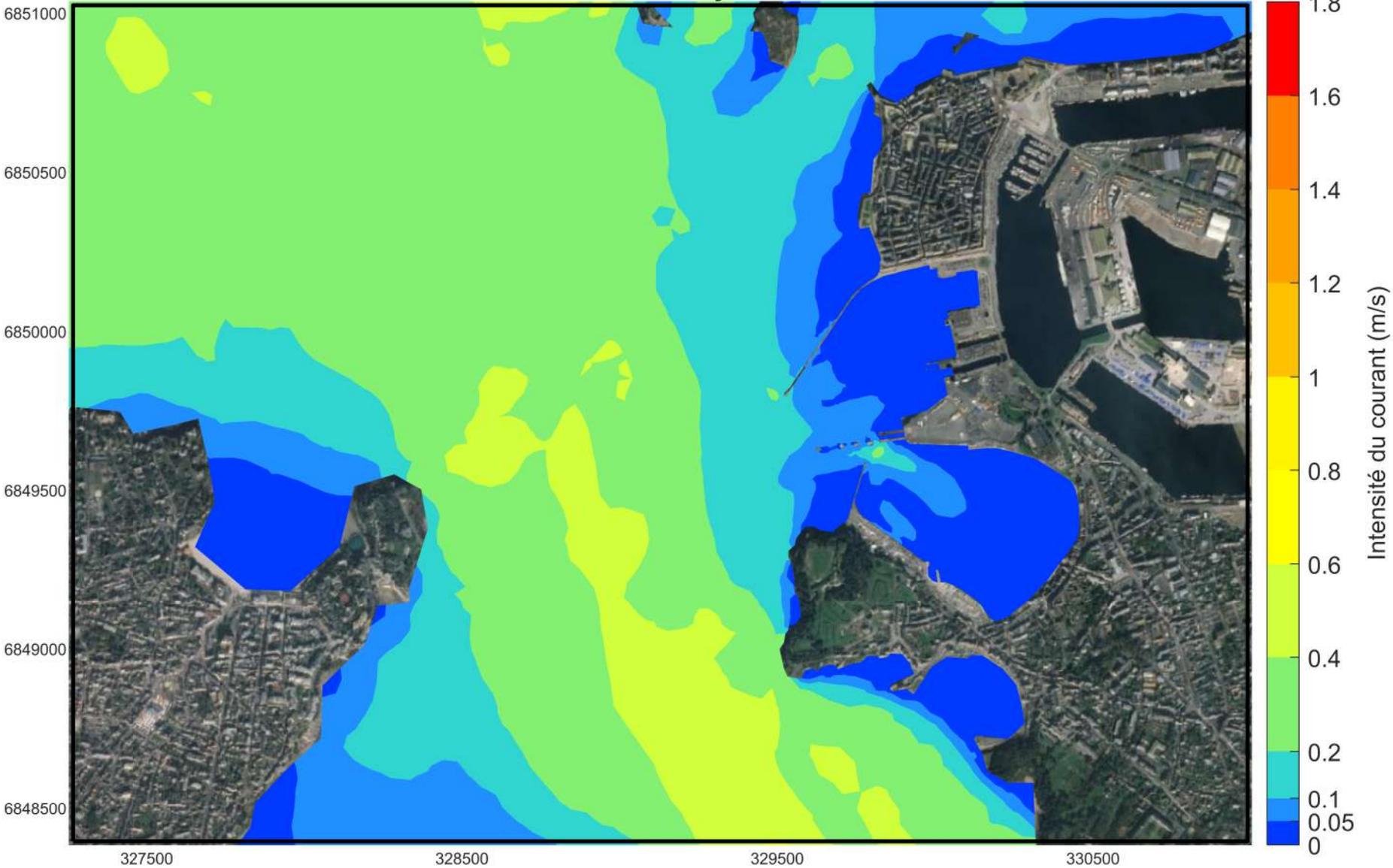
Scénario E - Vive-eau Maximum des courants



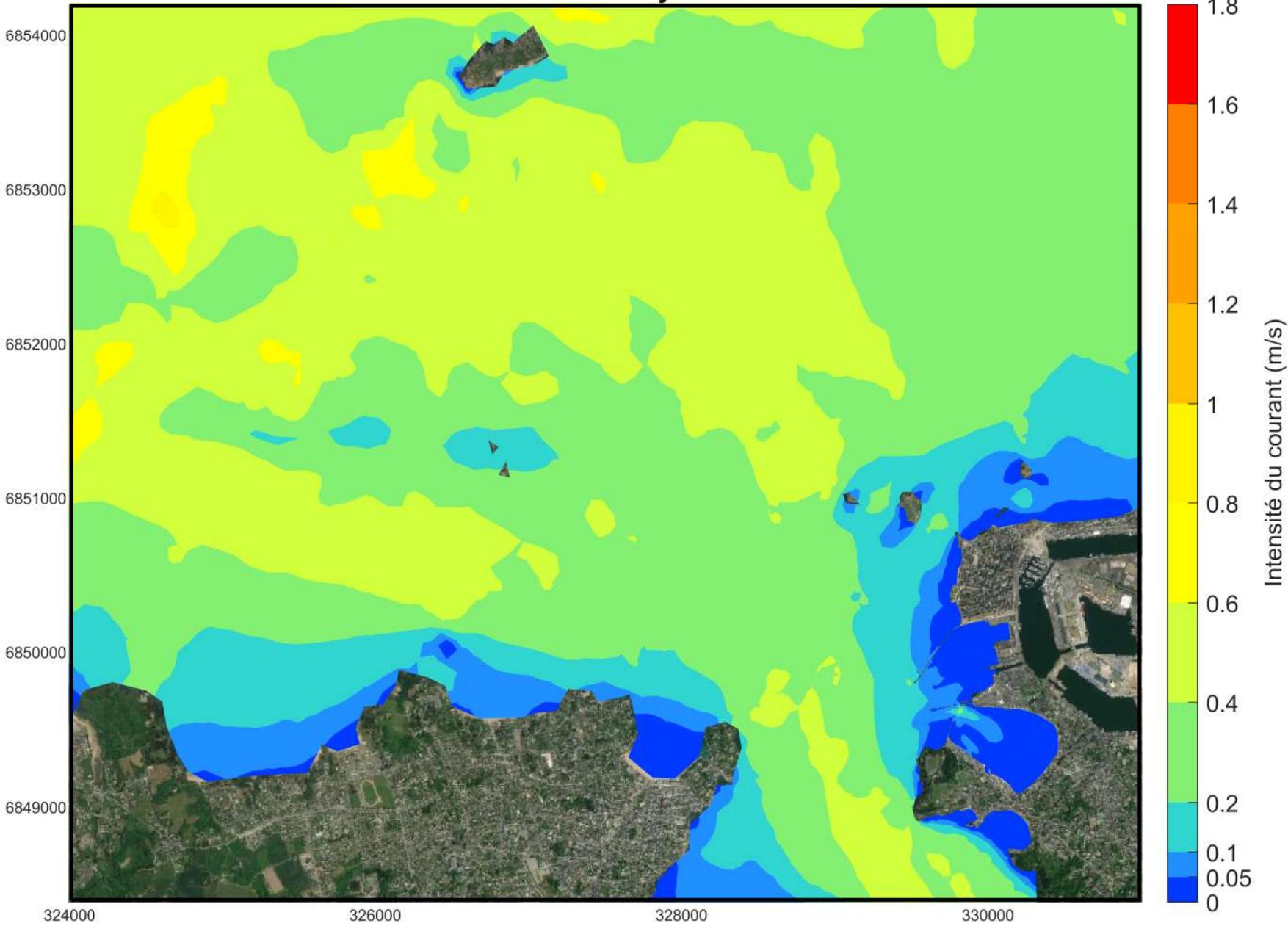
Scénario E - Vive-eau Maximum des courants



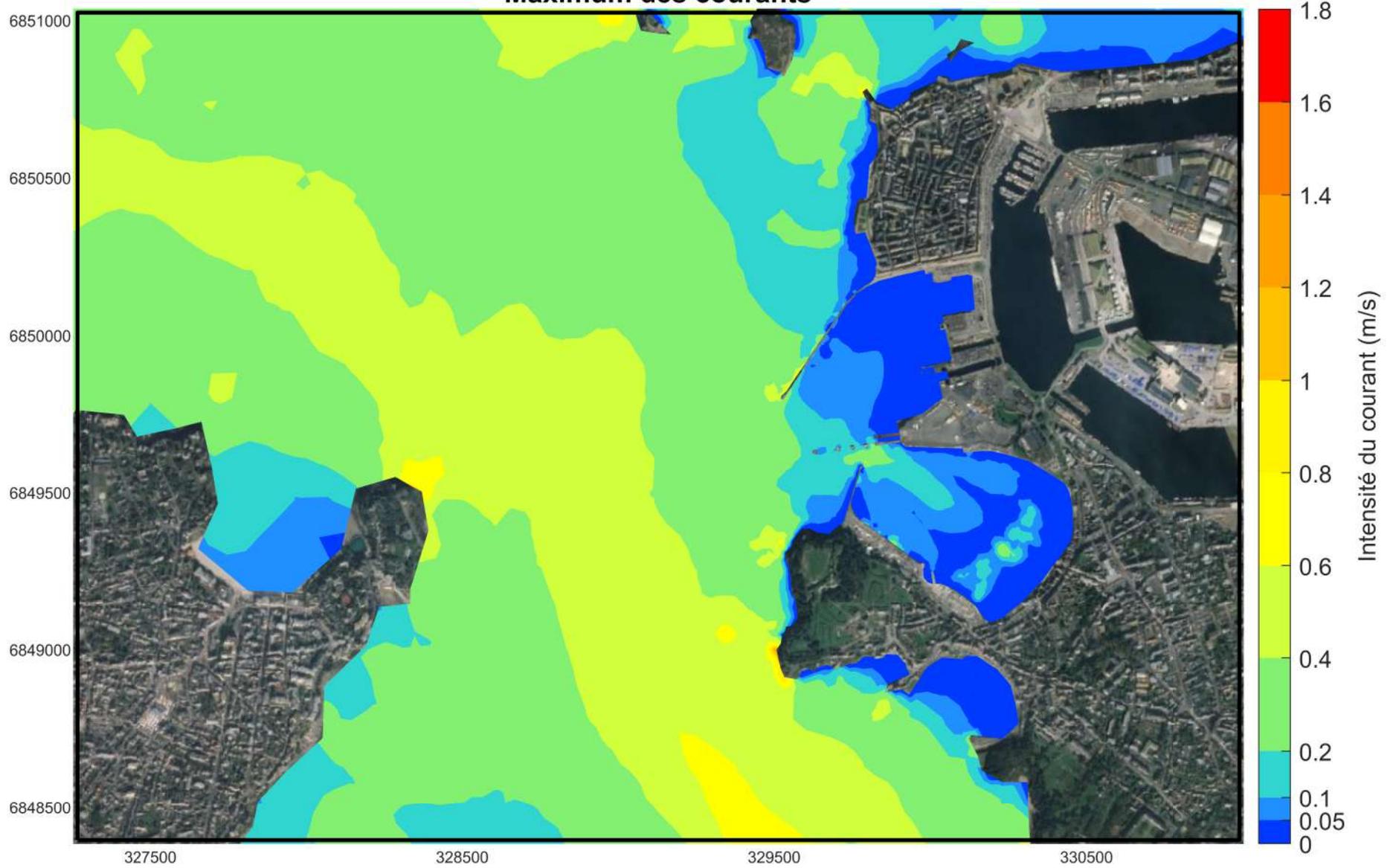
Scénario E - Vive-eau Courants moyens



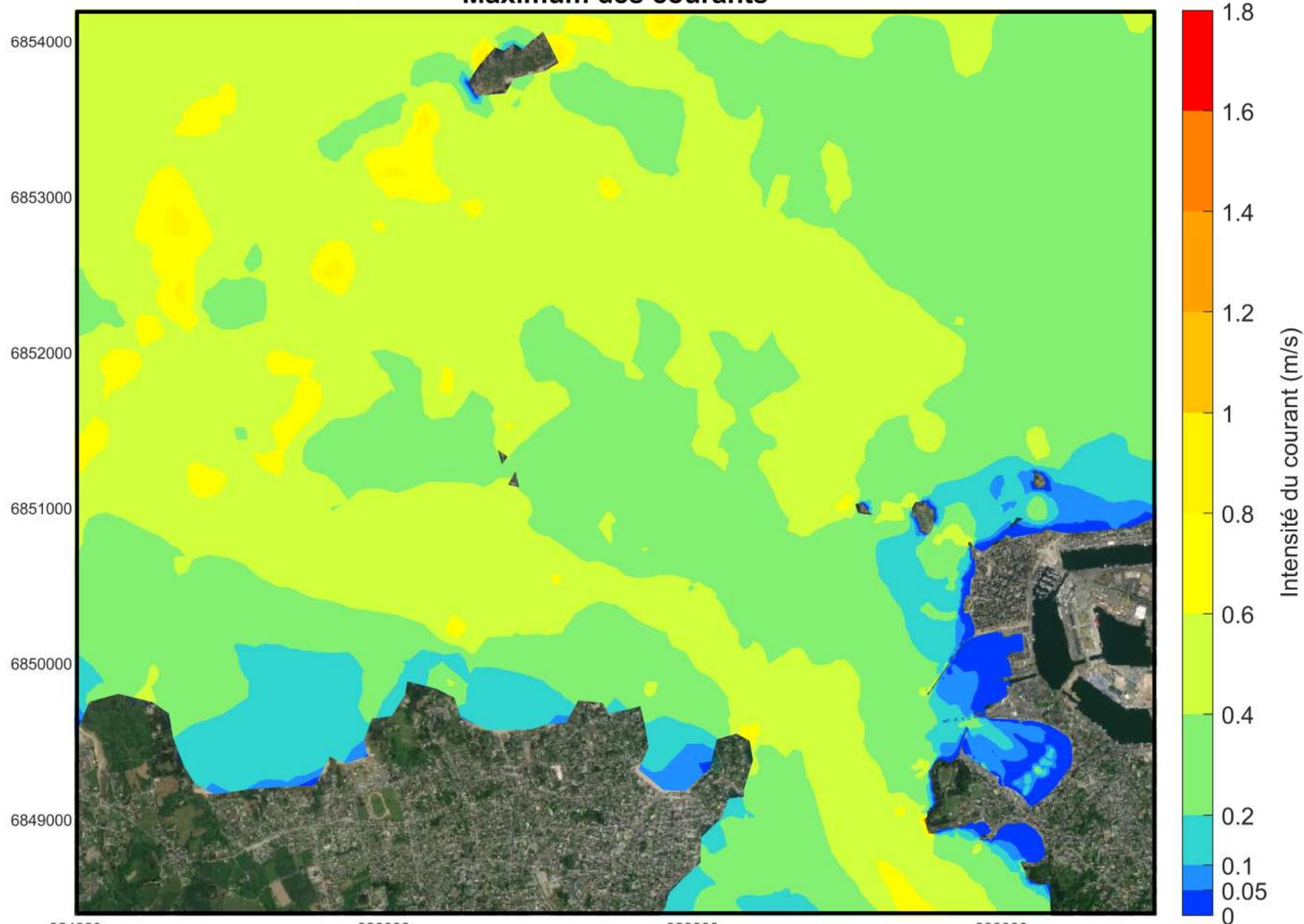
Scénario E - Vive-eau Courants moyens



Scénario E - Morte-eau Maximum des courants

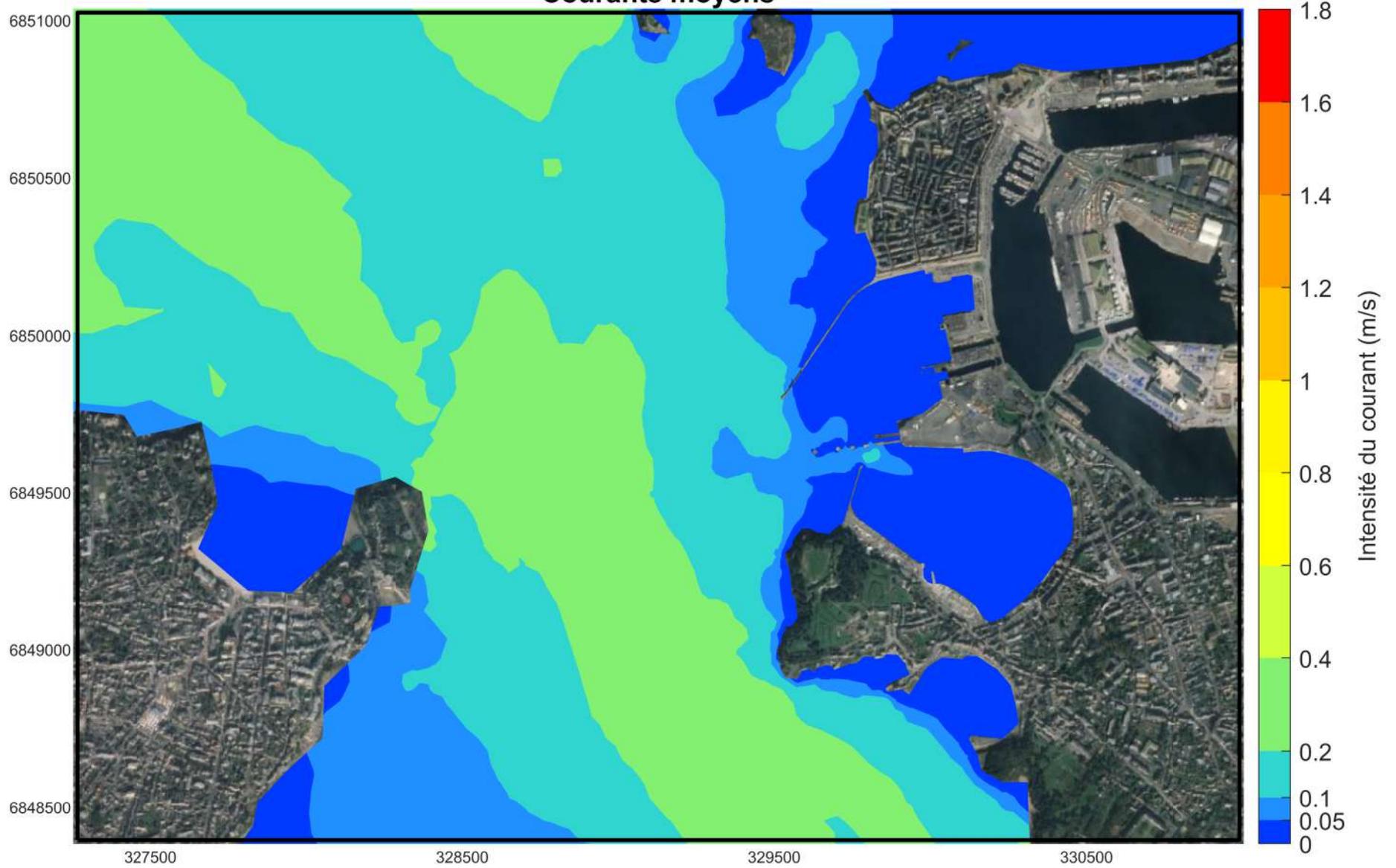


Scénario E - Morte-eau Maximum des courants



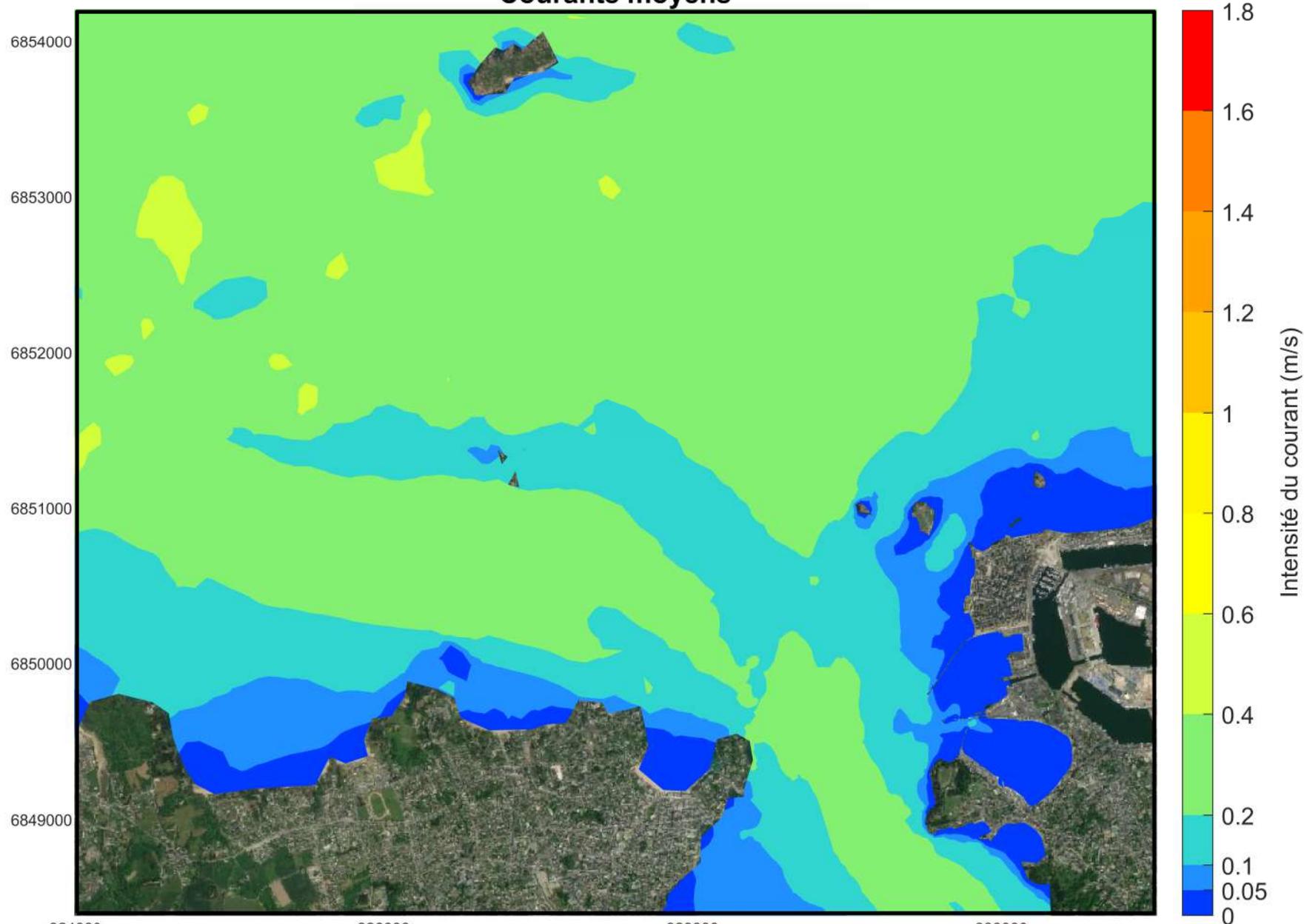
Scénario E - Morte-eau

Courants moyens

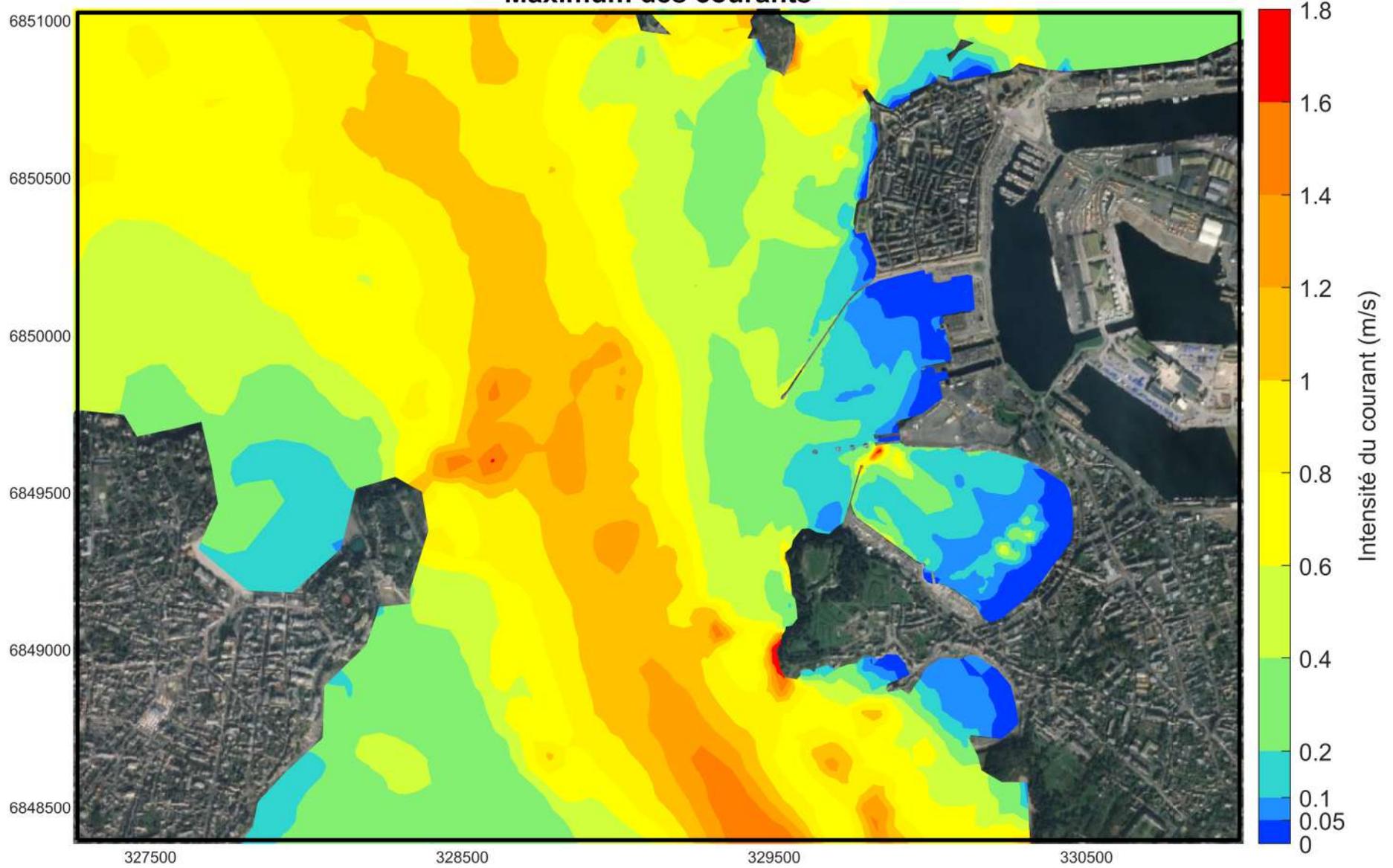


Scénario E - Morte-eau

Courants moyens

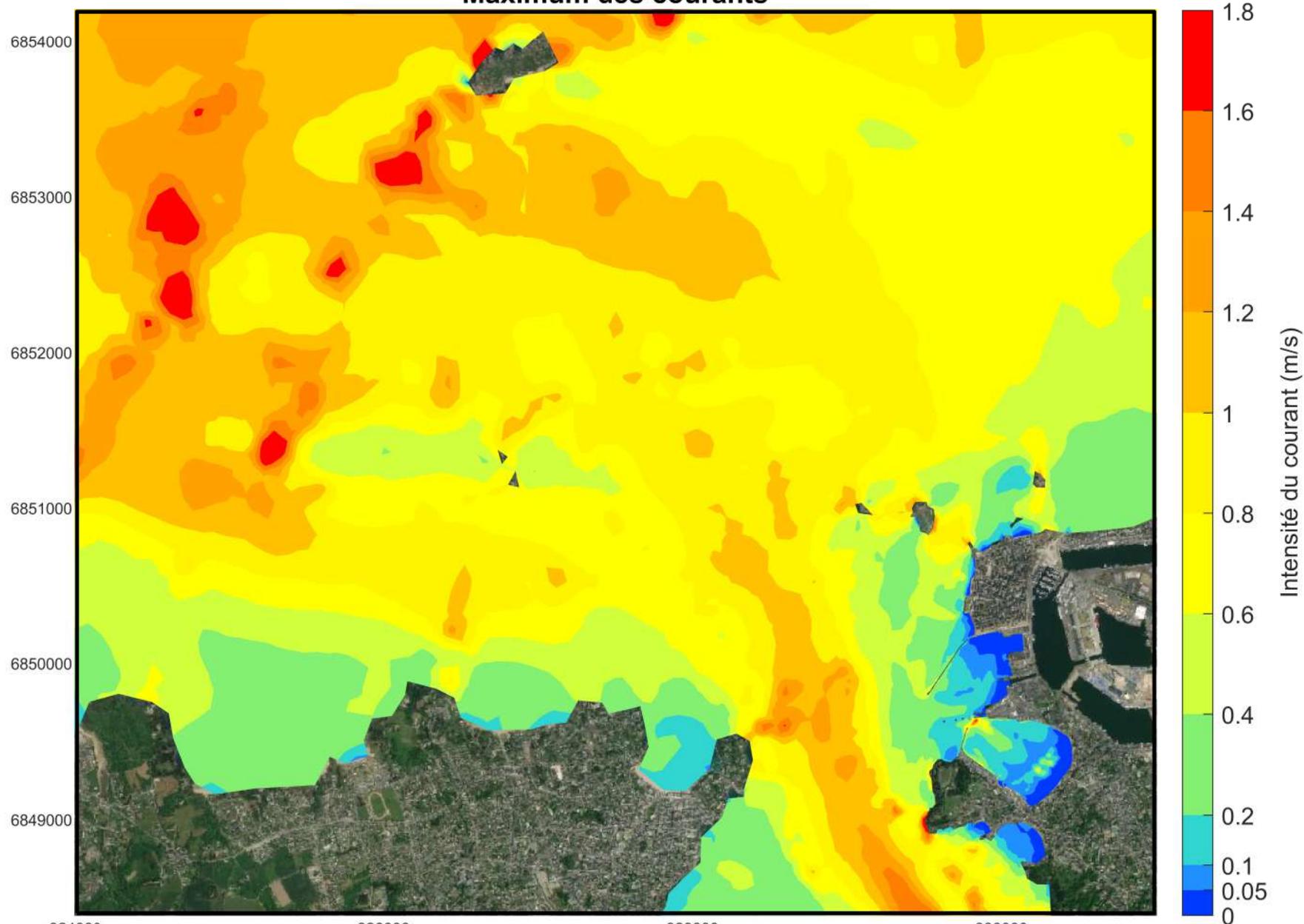


Scénario E - Vive-eau exceptionnelle Maximum des courants



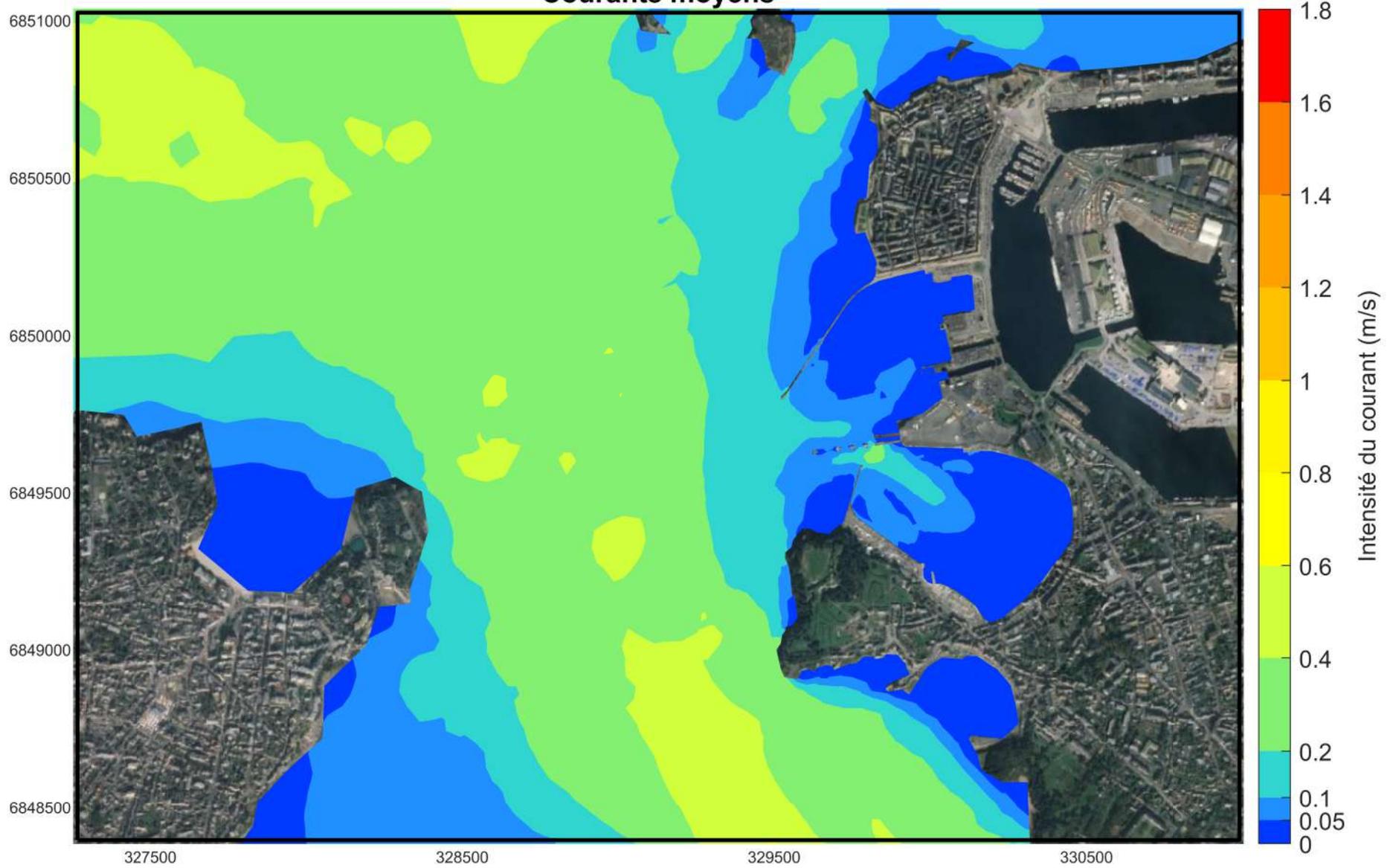
Scénario E - Vive-eau exceptionnelle

Maximum des courants



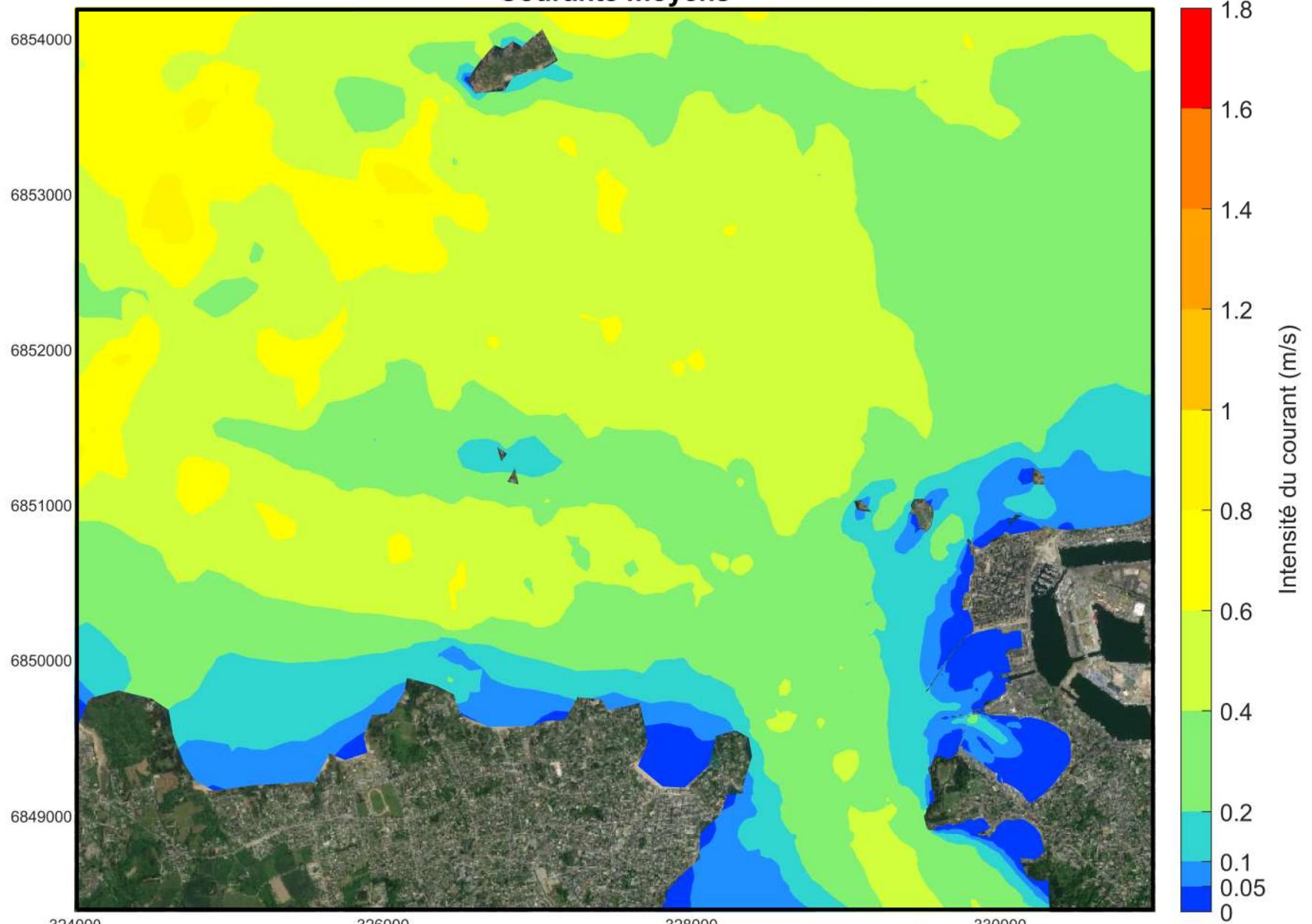
Scénario E - Vive-eau exceptionnelle

Courants moyens



Scénario E - Vive-eau exceptionnelle

Courants moyens



3. Climat de vagues

3.1. Introduction

L'objectif de la présente étude est de fournir des conditions hydrauliques dans et aux abords du port de Saint Malo, dans le cadre du projet d'aménagement du poste 1, des embectages et des accès nautiques.

Sur la base de modélisations de propagation/génération d'état de mer et d'agitation dans les bassins portuaires, les éléments à transmettre consistent en les séries temporelles des états de mer à 20 ans et les statistiques associées. Les zones concernées sont les zones de navigation à l'extérieur du port. Et à l'intérieur du port, ce sont les zones de navigation, d'amarrage et au droit du futur ouvrage

DHI réalise donc les prestations suivantes :

- ▶ Tâche 1 : Reconstitution d'état de mer sur vingt ans au pas horaire, à l'échelle régionale au large de Saint-Malo – à l'aide du module de houle spectrale de propagation MIKE 21 SW de la suite logicielle MIKE de DHI.
- ▶ Tâche 2 : Analyse statistique et des valeurs extrêmes des vagues à partir de la climatologie ainsi obtenue.
- ▶ Tâche 3 : Modélisation de l'agitation portuaire au niveau de l'avant-port et du port à l'aide du module d'agitation portuaire MIKE 21 BW de la suite logicielle MIKE de DHI.

Ce chapitre décrit pour les tâches 1 et 2 (étude de propagation) les modèles numériques mis en œuvre et présente les analyses statistiques et extrêmes.

3.2. Modélisation de la propagation des vagues

Les données de vagues à l'entrée du port de Saint Malo ont été établies à partir de modélisation numérique avec le modèle MIKE 21 Spectral Wave (SW) de DHI (Section 3.2.1). Dans cette étude, un modèle local haute résolution au niveau de la zone d'étude a été construit (Section 3.2.3). Ce modèle local est forcé par des données de niveau d'eau, de houles au large et de vent extrait d'un modèle hindcast régional de DHI (Section 3.2.2), le Northern Europe model (NE).

3.2.1. Le modèle de houles spectrale MIKE 21 SW

MIKE 21 Spectral Waves FM (MIKE 21 SW) est un modèle développé et entièrement géré par DHI. De même que les autres modules à maillage flexible de la suite MIKE de DHI, ce modèle de houle est basé sur une méthode de volumes finis centrée sur chaque cellule et utilise un maillage non-structuré dans l'espace géographique. Cette approche, développée par DHI il y a plus de dix ans et donc pleinement aboutie, accorde un degré maximum de flexibilité et permet d'optimiser la résolution du modèle aux différentes parties du domaine modélisé.

MIKE 21 SW fait partie de la troisième génération de modèles vent-vague spectraux, la pointe de la technologie de DHI. Ce modèle permet de simuler la croissance, la décroissance et la transformation des vagues et des houles générées par le vent dans les zones côtières et offshore. Sa technique unique de maillage flexible non-structuré fait de MIKE 21 SW un outil particulièrement adapté à la modélisation simultanée de la houle, c'est-à-dire sur un seul domaine modélisé, à l'échelle régionale et locale. Une résolution spatiale moins précise est utilisée pour la partie régionale du maillage tandis qu'une haute résolution est appliquée pour les eaux moins profondes des zones côtières, pour les zones à proximité des ouvrages, etc.

MIKE 21 SW prend en charge les phénomènes physiques suivants :

- ▶ génération de vague sous l'action du vent ;
- ▶ interaction vague-vague non linéaire (interactions quadruplet et triplet) ;
- ▶ dissipation par moutonnement ;
- ▶ dissipation par frottement sur le fond ;
- ▶ dissipation par déferlement des vagues induites par la profondeur ;
- ▶ réfraction et shoaling dus aux variations de profondeur et aux courants ;
- ▶ interaction vagues-courant ;
- ▶ effet de la variabilité temporelle de la profondeur d'eau et des courants ;
- ▶ effet de la couverture de glace sur le champ de vagues ;
- ▶ diffraction de la houle ;
- ▶ réflexion des ondes ;
- ▶ influence des ouvrages (tels que les jetées, les fondations des éoliennes, les convertisseurs d'énergie éolienne (WEC), les convertisseurs d'énergie des marées (TEC)).

Les principales caractéristiques de calcul de MIKE 21 sont :

- ▶ modélisation des effets basée sur des formulations de troisième génération ;
- ▶ formulation spectrale complète et formulation paramétrée découplée directionnellement ;
- ▶ mode instationnaire et quasi-stationnaire ;
- ▶ degré optimal de flexibilité pour décrire la bathymétrie et conditions d'écoulement avec maillage non structuré adaptable à la profondeur et adapté aux frontières ;
- ▶ couplage avec un modèle d'écoulement hydrodynamique pour la modélisation de l'interaction entre vagues et courants et de la variabilité temporelle de la profondeur d'eau ;
- ▶ inondations et sécheresses liées à la variabilité temporelle de la profondeur ;
- ▶ module d'interaction entre la houle et les ouvrages ;
- ▶ parallélisation à l'aide des techniques OpenMP et MPI.

Cette étude est basée sur la version 2019 de MIKE 21 SW.

3.2.2. Forçage : le modèle DHI de niveau d'eau, courant et état de mer de l'Europe du Nord

DHI possède un modèle régional de courantologie de l'Europe du Nord : le modèle hydrodynamique régional HDNE, ainsi qu'un modèle régional de propagation des vagues en Europe du Nord : le modèle SWNE. Ces modèles ont été mis à contribution dans le cadre de la présente étude pour fournir les données de niveau d'eau et de vagues utilisées pour forcer le modèle local de propagation des vagues de Saint Malo.

3.2.2.1. Emprise et maillage

Les modèles de l'Europe du Nord, HDNE et SWNE, s'étendent de la mer Baltique jusqu'aux côtes nord-africaines. Il utilise un maillage flexible non-structuré avec un raffinement autour des littoraux selon leur profondeur.

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

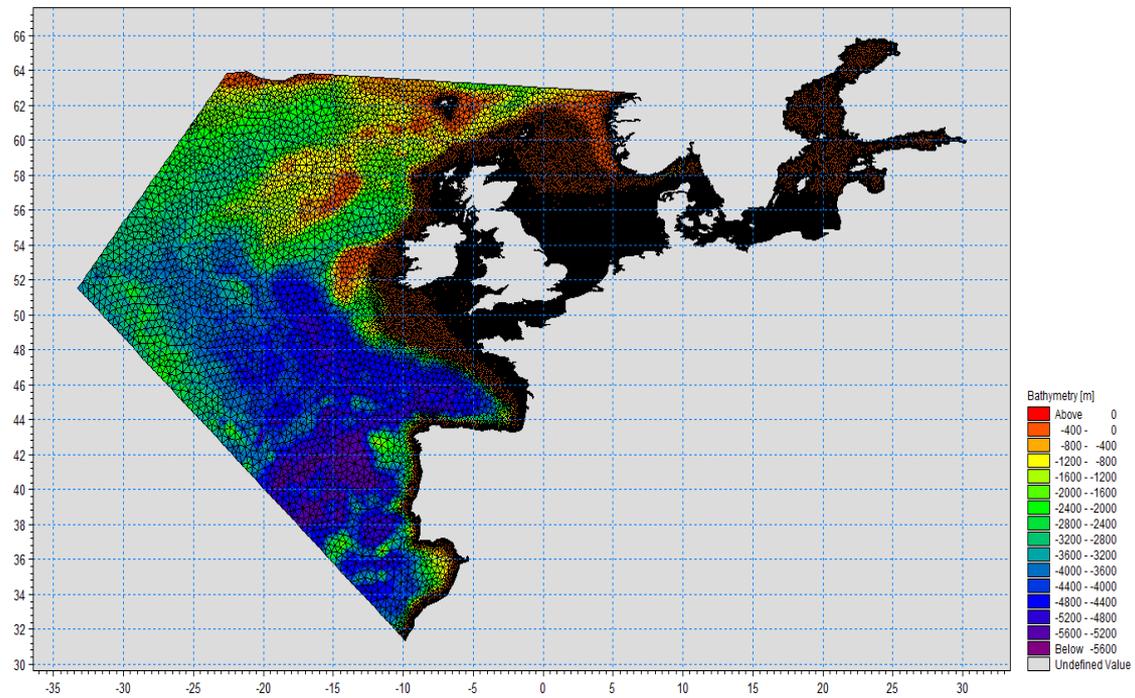


Figure 3-1 : Emprise, maillage et bathymétrie des modèles régionaux HDNE et SWNE.

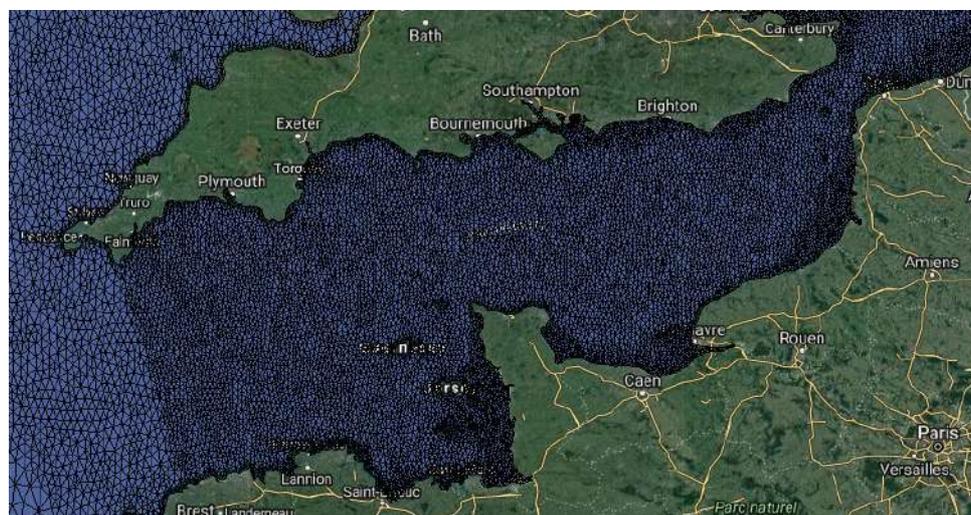


Figure 3-2 : Maillage du modèle le long de la Manche.

3.2.2.2. Conditions de forçage du modèle de courantologie

3.2.2.2.1. *Marée astronomique*

Le modèle HDNE est forcé par le modèle global de marée de DHI. Ce modèle inclut les 8 composantes principales de la marée (M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2 et Q1) et possède une résolution spatiale de 0.25°.

3.2.2.2.2. *Vent et surcotes atmosphériques*

Le modèle HDNE est également forcé par les données de vent et de pression atmosphérique CFSR (Climate Forecast System Reanalysis), et reproduit les surcotes atmosphériques. Le modèle CFSR a été développé par l'Administration nationale océanographique et atmosphérique aux États-Unis (NOAA) et dirigé par le Centre national de prévision environnementale (NCEP). Le modèle CFSR est un système global de haute résolution, couplant les systèmes atmosphère-océan-terre et glace-surface de la mer, qui a été conçu et exécuté pour fournir les meilleures estimations possibles de l'état de chacun de ces domaines sur la période allant de 1979 à 2010. Le modèle CFSR actuel, est étendu en système de prévision « Reforecast » à partir de 2011 (produit opérationnel, en temps réel). Les données CFSR globales sur les vents sont fournies par NOAA du 01/01/1979 jusqu'à ce jour, avec des valeurs horaires. Le modèle a une résolution de 0,3° avant 2011 (système de réanalyse) puis de 0,2° soit environ 22 km (système de prévision).

3.2.2.3. Conditions de forçage du modèle de vagues

3.2.2.3.1. *Vagues*

Des spectres provenant d'un modèle de houles global développé par DHI sont utilisés pour forcer le modèle au niveau de ses frontières ouvertes. Les données spectrales sont extraites le long des frontières ouvertes et permettent de transférer un haut degré d'information du modèle global vers le modèle SWNE.

3.2.2.3.2. *Vent*

Le modèle SWNE est également forcé par les données de vent CFSR.

3.2.2.3.3. *Niveaux d'eau*

Ce modèle inclut également les variations de niveaux d'eau modélisés grâce au modèle HDNE. L'influence des variations temporelles de la profondeur de l'eau sur la propagation de la houle est donc prise en compte dans le modèle SWNE.

3.2.2.4. Validation du modèle de courantologie

Le modèle HDNE n'a pas été calé dans le cadre de cette étude du fait d'un calage extensif dans une étude antérieure sur 38 stations de mesures des niveaux d'eau et de courants observés sur la période 1994 – 2014 (Figure 3-3).

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

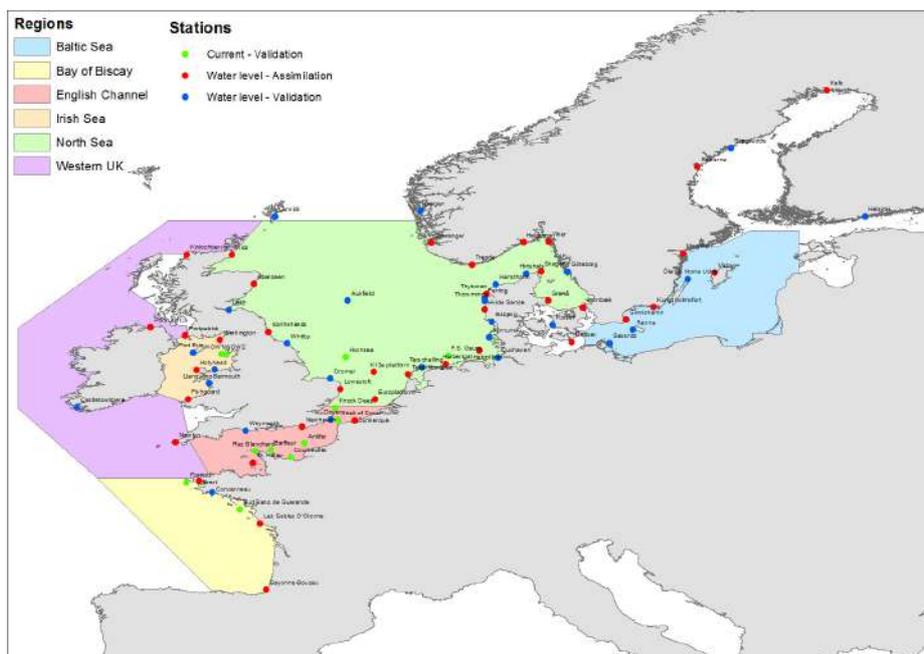


Figure 3-3 : Emplacement des stations utilisées pour le calage du modèle HD_{NE}.

3.2.2.5. Validation du modèle de vagues

Le modèle SW_{NE} a fait l'objet d'un calage extensif dans une étude antérieure sur 75 stations de mesures de houles en Europe du Nord (Figure 3-4), dont la plus proche de saint Malo est celle des Minquiers.

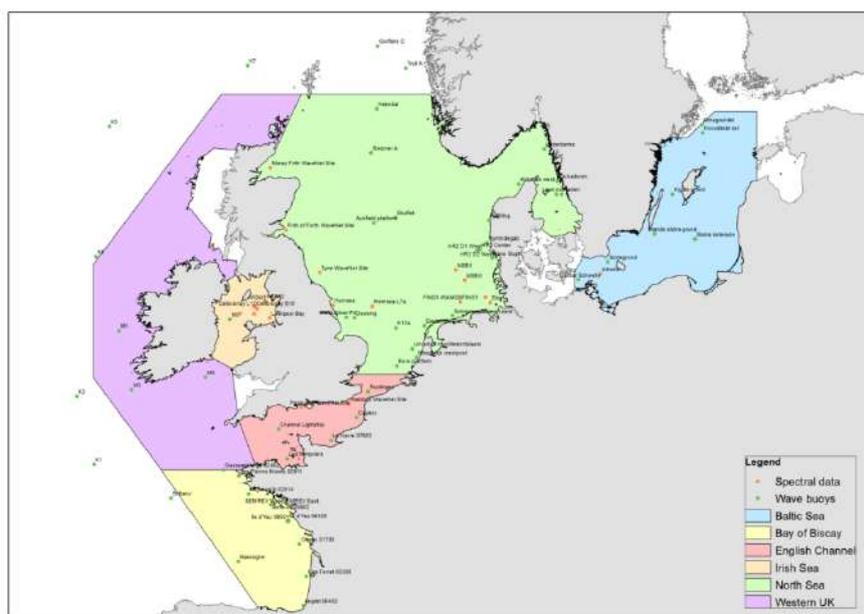


Figure 3-4 : Emplacement des stations utilisées pour le calage du modèle SW_{NE}

3.2.3. Le modèle d'état de mer local de Saint Malo

3.2.3.1. Emprise, bathymétrie et maillage

Un modèle de propagation des états de mer local et détaillé a été établi dans le cadre de cette étude afin de bien représenter la propagation des vagues depuis le large vers le littoral ainsi que la variabilité spatiale des conditions d'état de mer aux abords de Saint Malo.

3.2.3.1.1. Emprise

Le modèle, centré sur Saint Malo, couvre une partie de La Manche sur environ 220 km d'est en ouest (Cadre rouge sur la Figure 3-5).

3.2.3.1.2. Bathymétrie

Les données topo-bathymétriques disponibles et exploitées pour décrire la bathymétrie du modèle sont les suivantes :

- ▶ Au large :
- ▶ les données extraites de la base de données bathymétriques digitalisées MIKE CMAP ;
- ▶ les données MNT SHOM façade atlantique et Manche
- ▶ A la côte :
- ▶ les données LITTO3D du SHOM le long du littoral
- ▶ les données locales de relevé bathymétrique au niveau du port
- ▶ La couverture spatiale des données utilisées est présentée en Figure 3-5.

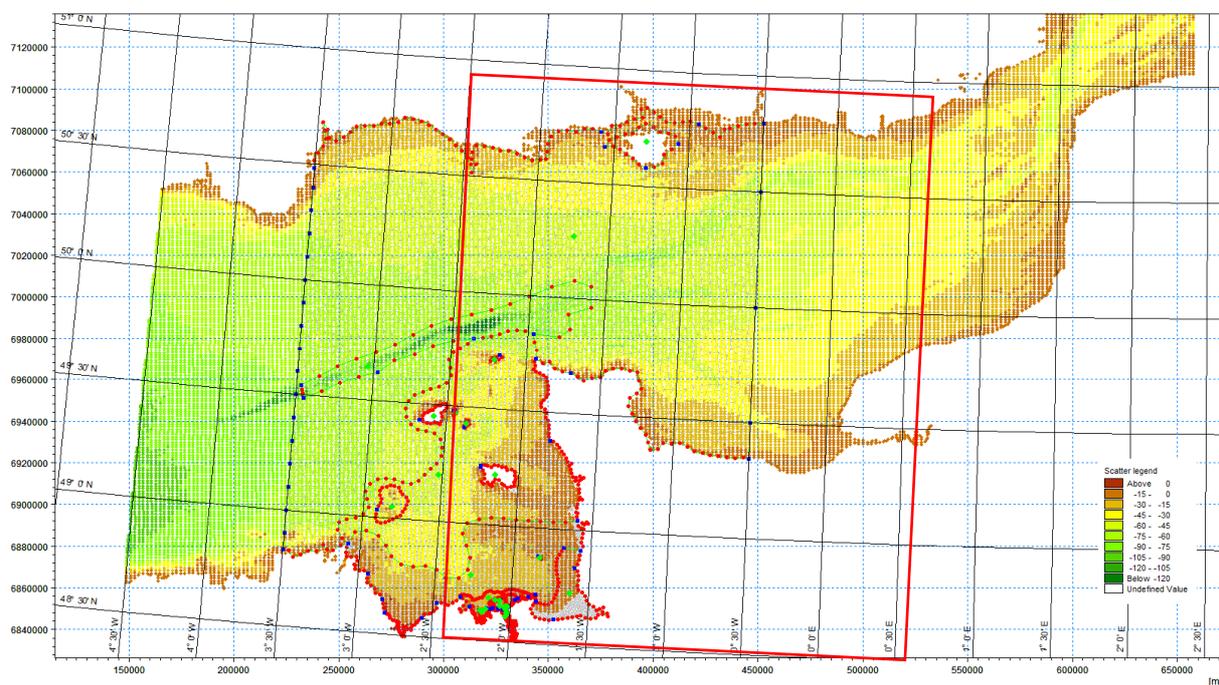


Figure 3-5 : Données utilisées pour décrire la bathymétrie du modèle local.

3.2.3.1.3. Maillage

La résolution du maillage du modèle local augmente à l'approche des baies et des hauts fonds autour de Saint Malo. La longueur caractéristique des éléments est de l'ordre de 4000 à 5000m au niveau des frontières du modèle et jusqu'à environ 50m localement et proche du port.

La résolution finale du modèle est la résolution optimale déterminée à partir de tests de sensibilité sur l'impact de la résolution du maillage sur les résultats et sur les temps de calcul.

Le maillage du modèle local est présenté en Figure 3-6. La bathymétrie interpolée sur le maillage est présentée en Figure 3-7.

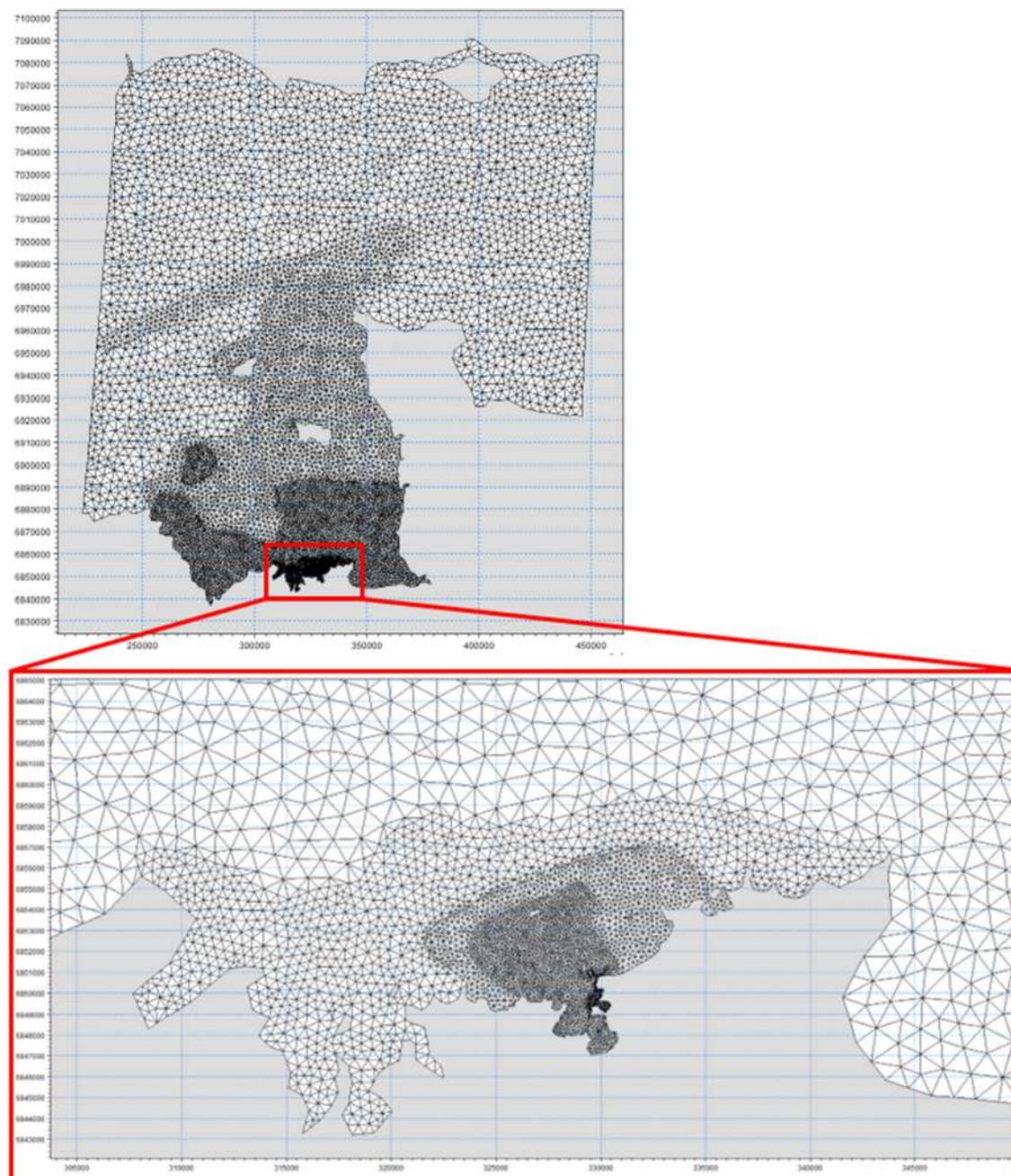


Figure 3-6 : Maillage de calcul du modèle local (haut) et détail du maillage dans la zone du projet (bas).

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

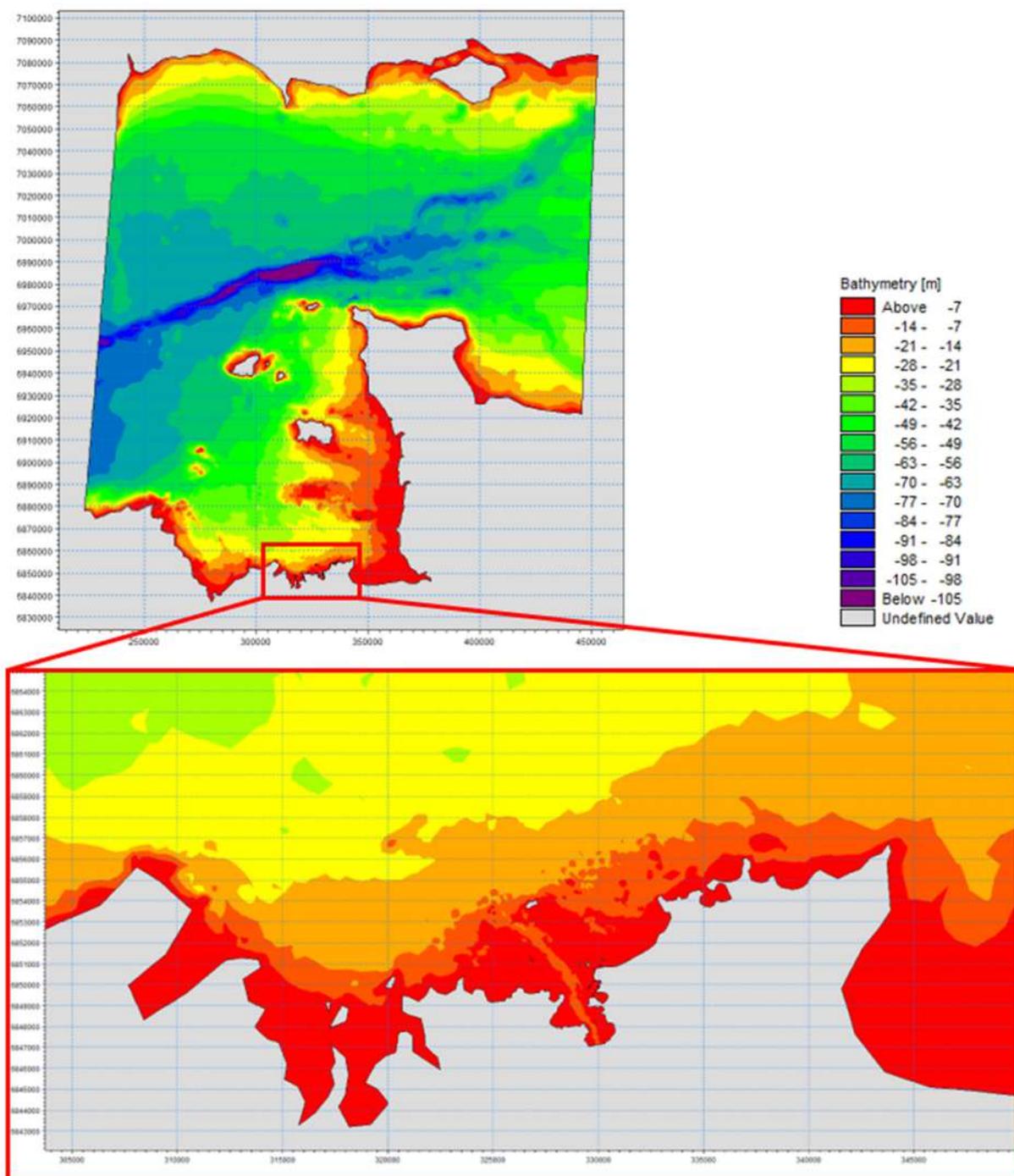


Figure 3-7 : Bathymétrie interpolée sur le maillage du modèle local (haut) et détail aux abords de Saint Malo (bas).

3.2.3.2. Conditions de forçage

Le modèle local de propagation d'état de mer est forcé par des données de niveau d'eau, de vent et d'état de mer provenant de la base de données DHI en Manche décrite en Section 3.2.2.

3.2.3.2.1. Etat de mer aux limites du domaine

Les données d'état de mer exploitées pour forcer le modèle local ont été extraites du modèle de vagues SW_{NE} sous la forme de spectres 2D (fréquence-direction), en 23 points situés le long de la frontière au large du modèle local. Les positions de ces points sont indiquées sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** La résolution spatiale est de 0.1° à la frontière Ouest et de 0.5° à la frontière Est. Le modèle local est forcé aux frontières par interpolation spatiale des données spectrales entre ces points.

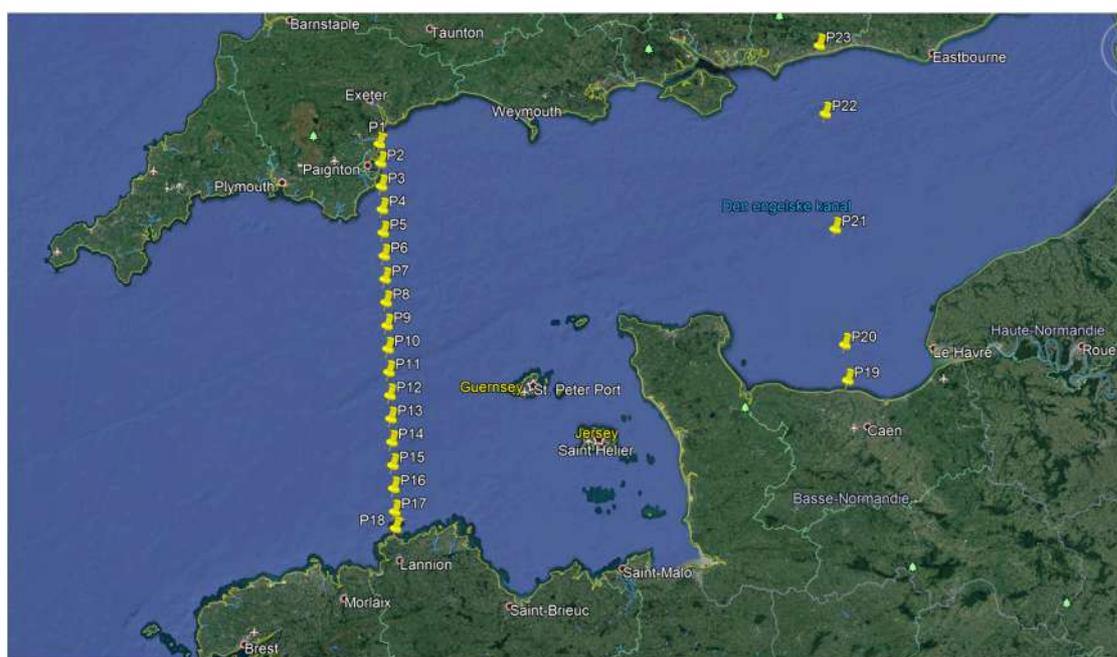


Figure 3-8 : Localisation des points d'extraction des données du modèle MWM (image : Google Earth).

3.2.3.2.2. Niveau d'eau et vent

Le modèle local est forcé par les niveaux d'eau et les champs de vent extraits du modèle NE, soit le vent CFSR.

3.2.3.3. Paramétrisation du modèle

Le modèle local de houles a été configuré à partir de la formulation spectrale complète et en mode quasi-stationnaire.

- ▶ La formulation entièrement spectrale est basée sur l'équation de conservation de l'action des vagues telle que décrite dans Komen et al. (1994) et Young (1999),
- ▶ En mode quasi-stationnaire, l'évolution des états de mer est calculée régulièrement (toutes les heures ici) en prenant en compte l'évolution des conditions de forçage mais avec une méthode itérative modifiée de Newton-Raphson. La convergence des résultats et le nombre d'itération est contrôlée par les critères de convergence (norme quadratique du résidu, variation de la hauteur significative en tout point du domaine) et le facteur de relaxation.

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

La calibration du modèle local a reposé sur des tests de sensibilité des résultats de modélisation à plusieurs paramètres du modèle (résolution du maillage, frottement sur le fond, interaction air-mer, dissipation par moutonnement, paramètre de déferlement des vagues), ainsi qu'aux conditions limites du modèle (spectrale ou non spectrale, résolution spatiale des spectres) et au forçage par le vent (CFSR, COSMO).

Les résultats des tests de sensibilité ont mis en évidence la nécessité de corriger le forçage CFSR, du fait d'une surestimation de l'énergie des vagues générées dans le modèle avec les données initiales. Une réduction de 10% des vitesses du vent CFSR a donc été retenue pour les simulations finales. Notons, que cette correction avait déjà été nécessaire pour d'autres projets sur le littoral Atlantique. Ici une part de l'énergie des vagues sur le domaine est liée aux conditions limites de houles venant de l'Atlantique et se propageant en Manche mais la contribution de la génération locale par le vent est forte, ce qui rend sensible les résultats à la qualité de ce forçage.

Le Tableau 1 rassemble les principaux paramètres retenus pour le modèle spectral local de propagation.

Tableau 1 : Paramètres principaux du modèle de propagation des houles local.

Paramètre	Configuration
Résolution du maillage	De 80 m à 5000 m et environ 50m localement (hauts fonds, côte...)
Période de simulation	Du 01/01/1998 au 31/12/2018 (21 ans)
Solution numérique	Résolution spectrale , Formulation quasi-stationnaire
Discretisation fréquentielle	25 fréquences [0.04-1.32]Hz (0.8s à 25s)
Discretisation du spectre en direction	24 directions (résolution de 15°)
Niveau d'eau	Modèle HD local St-Malo
Forçage du vent	CFSR
Conditions aux limites	Modèle SW Nord Europe de DHI.
Génération par le vent	Interaction air-mer découplée, avec la constante de Charnock à 0.0185
Moutonnement	Formulation de Bidlot J 2007, $C_{dis} = 2.1$ et $D_{dis} = 0.6$
Déferlement de vagues	Inclus. $\alpha = 1$, $\gamma = 0.8$ (Battjes and Janssen, 1978)
Frottement sur le fond	Rugosité de Nikuradse, $k_N = 0.04$ m

3.2.4. Sorties du modèle

Les sorties du modèle de houle spectral consistent en les paramètres de houles listés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Paramètres de vagues sortis du modèle.

Abréviation	Unité	Description
H _s ou H _{m0}	m	Hauteur significative
H _{max}	m	Hauteur de houle maximale
T _p	s	Période de pic
T ₀₁	s	Période moyenne
PWD	°N (vient de)	Direction pic
MWD	°N (vient de)	Direction moyenne
DSD	Degré	Étalement directionnel standard

3.2.5. Validation

3.2.5.1. Données disponibles

Le calage des modèles numériques de houle a exploité des données de la base de données nationale de mesures de houle in situ CANDHIS du CEREMA¹. Les données CANDHIS exploitées sont celles des stations proches du port de saint Malo qui se déclinent en plusieurs campagnes. Les caractéristiques des stations et campagnes sont données dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Caractéristiques des campagnes CANDHIS exploitées pour la présente étude.

Code campagne	Nom campagne	Longitude [deg]	Latitude [deg]	Profondeur [m]	Période de mesures	Direction
02202	Les Minquiers2	301217	6879582	38	20.08.1997 – 16.05.2009	Oui
02203	Les Minquiers Nord	309254	6889723	35	30.03.2011– 24.10.2013	Oui
02204	Bréhat	269675	6896779	50	21.06.2016– 18.07.2019	Oui
03501	Saint Malo	331050	6856152	-	09.08.1993 – 23.09.1995	Non
05007	Mont Saint Michel 2	351225	6864366	15	06.02.2003 – 17.04.2003	Non

Les bouées de mesure sont localisées sur la Figure 3-9 ci-après.

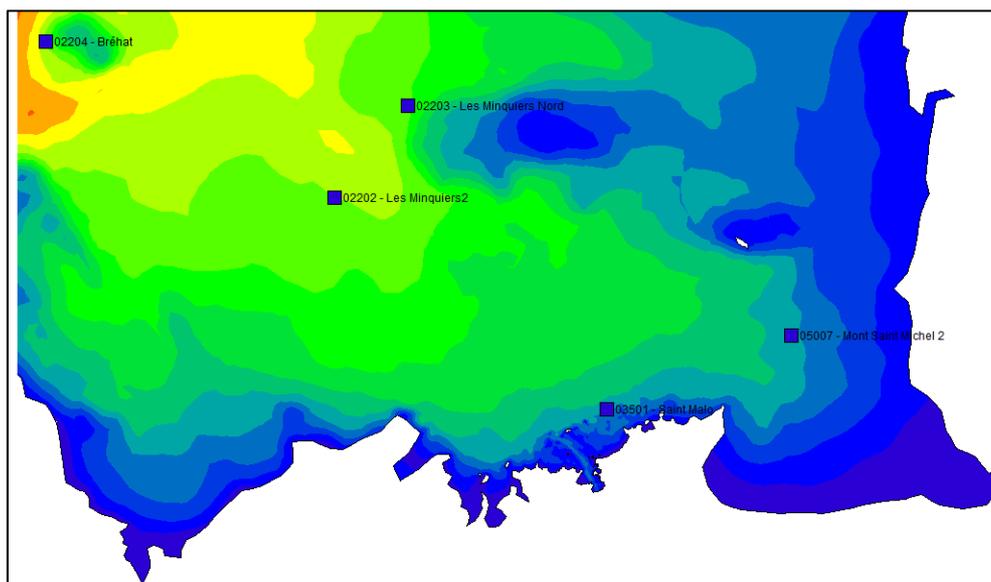


Figure 3-9 : Position des houlographes CANDHIS exploités dans le cadre de cette étude.

¹ <http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/>

3.2.6. Résultats de la validation

Les résultats de la validation du modèle spectral de houles sont présentés dans les sous sections suivantes, sous la forme de séries temporelles et de diagrammes, avec le calcul d'indice de qualité (Erreur quadratique, Scatter Index, Bias, etc.). Ces derniers témoignent d'une bonne reproduction générale des états de mer. Les séries temporelles montrent également une bonne variabilité des signaux, que ce soit en période agitée ou en période plus calme. On note cependant une tendance du modèle à légèrement surestimer les principaux pics de tempête aux bouées Bréhat et Les Minquiers 2, les plus au large par rapport au site d'étude. A la bouée Les Minquiers 2, la validation sur l'ensemble des données disponibles (1998-2009) est présentée Figure 3.10. Elle illustre la bonne qualité du modèle avec un Scatter Index de 0.20.

Plus proche du site, l'analyse statistique montre une très bonne reproduction des états de mer aux bouées Mont Saint Michel et surtout Saint Malo. A noter cependant que les durées d'observation sont plus courtes que pour les autres bouées plus au large.

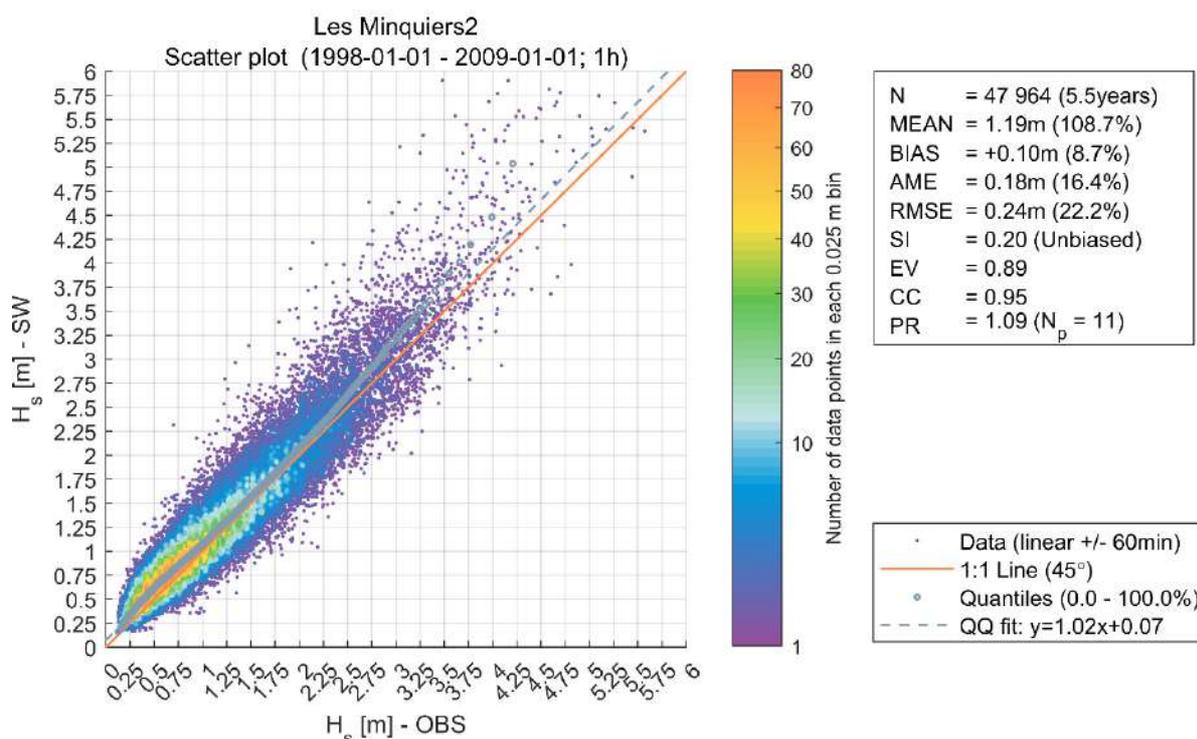


Figure 3.10 : Bouée Les Minquiers 2 – 1998-2009. Diagramme de dispersion entre données mesurées à la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.

3.2.6.1. Bouée Bréhat

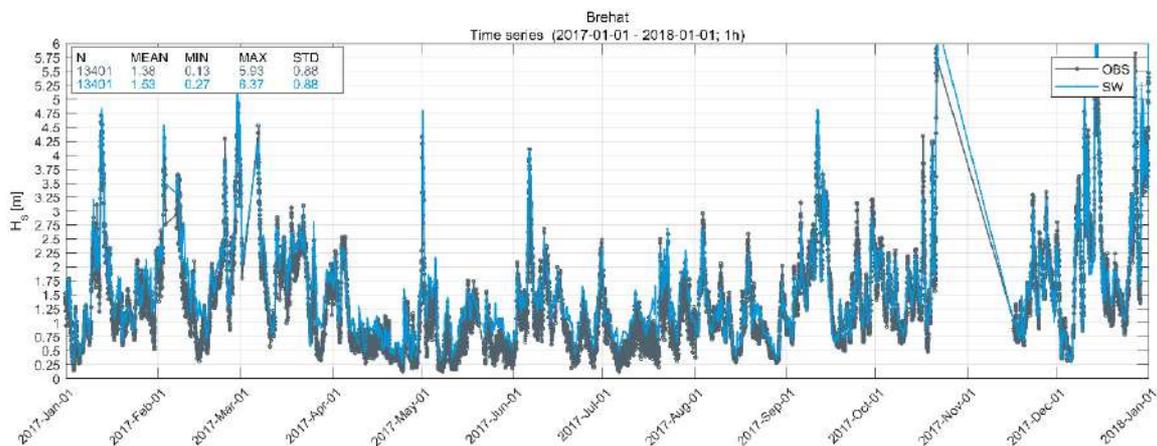


Figure 3-11 : Bouée Bréhat : Séries temporelles des hauteurs significatives de vagues du modèle local (bleu) et de la bouée CANDHIS (noir).

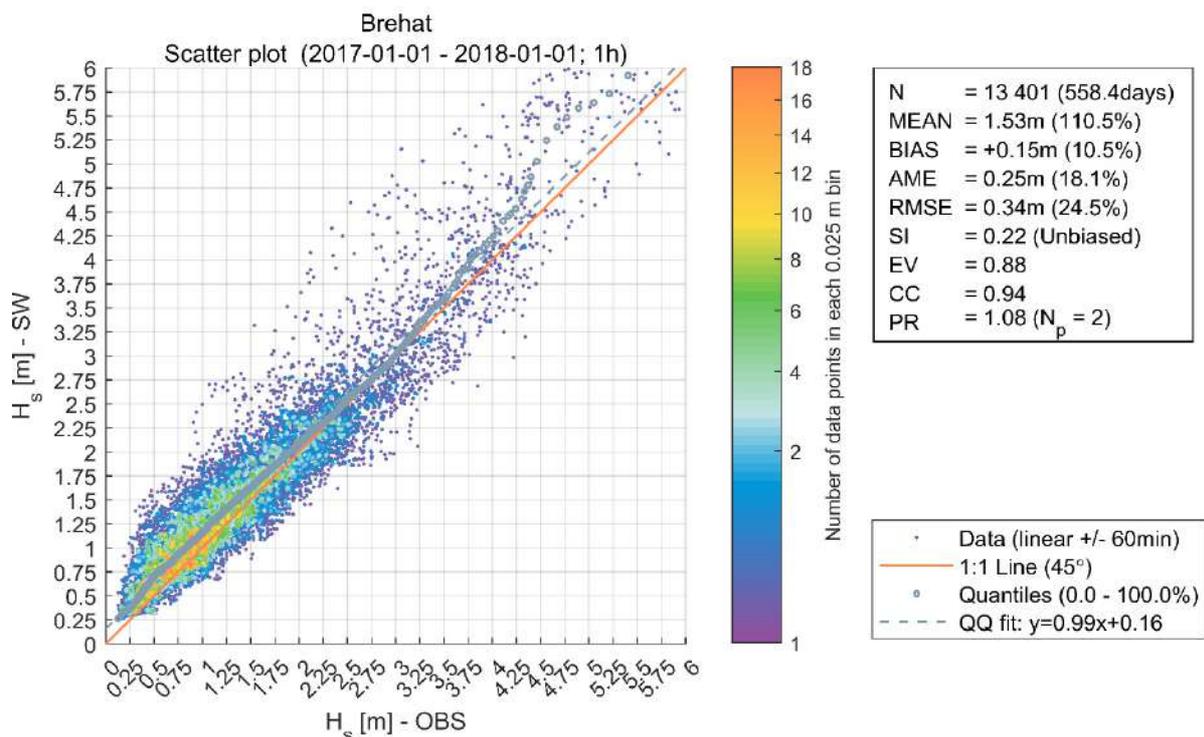


Figure 3-12 : Bouée Bréhat - 2003 : Diagramme de dispersion entre données mesurées à partir de la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.

3.2.6.2. Bouée Les Minquiers 2

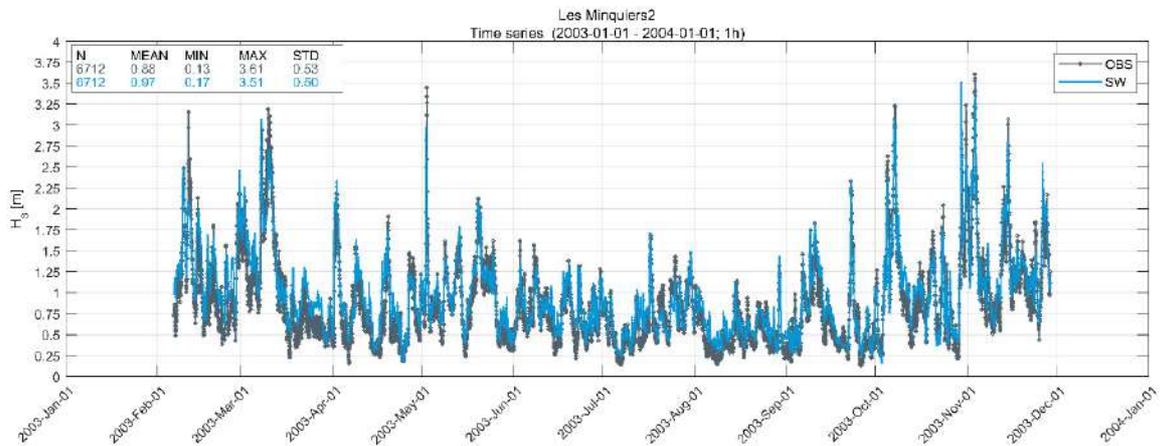


Figure 3-13 : Bouée Les Minquiers 2 : Séries temporelles des hauteurs significatives de vagues du modèle local (bleu) et de la bouée CANDHIS (noir).

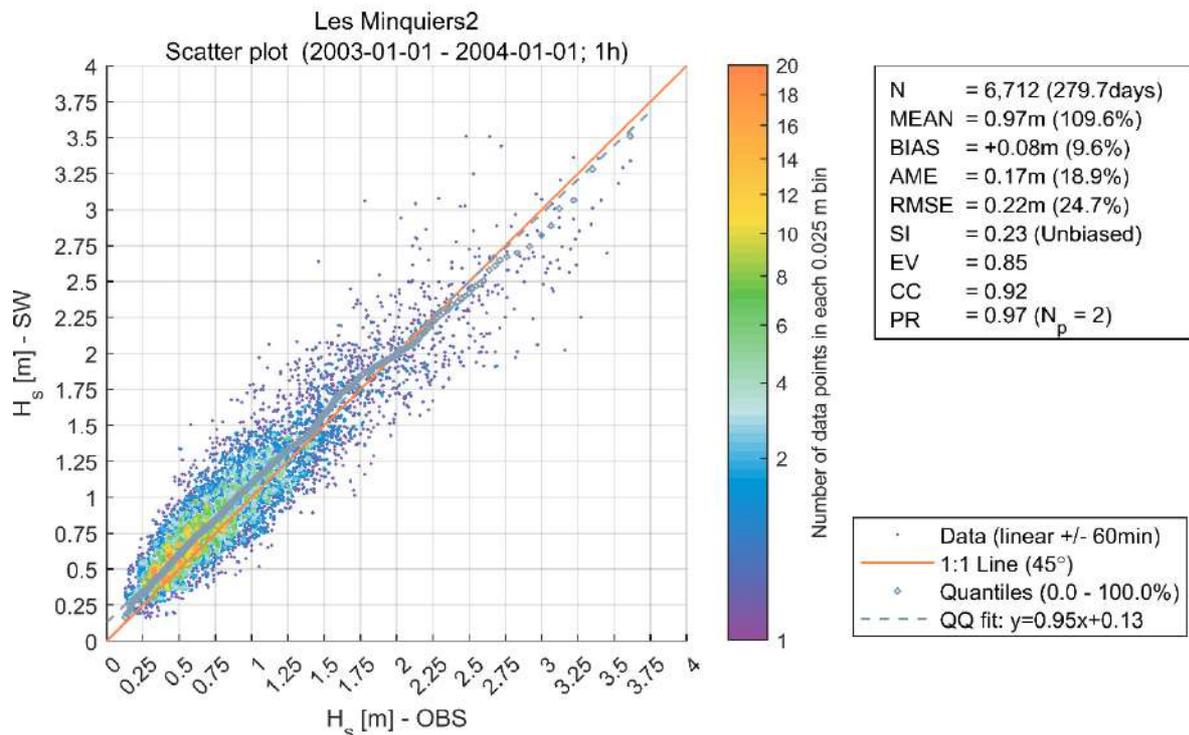


Figure 3-14 : Bouée Les Minquiers 2 - 2003 : Diagramme de dispersion entre données mesurées à partir de la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.

3.2.6.3. Bouée Mont-Saint-Michel

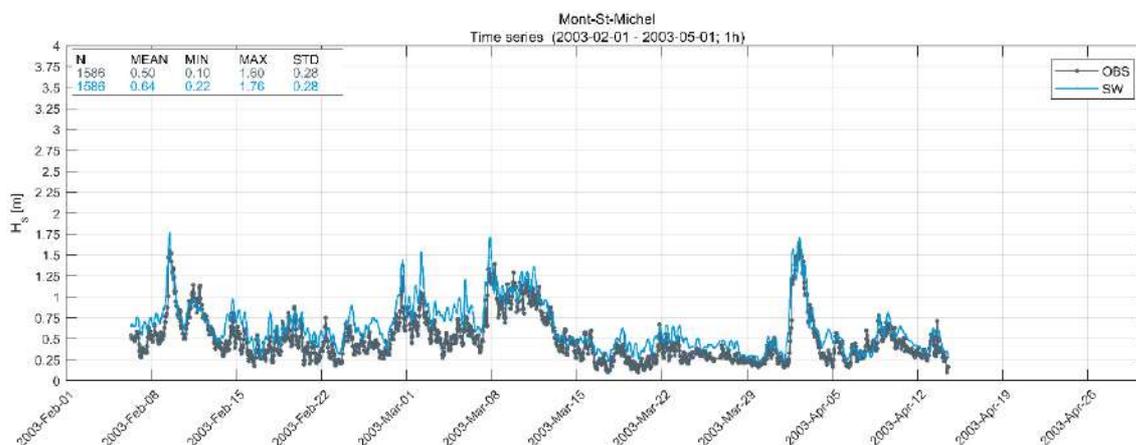


Figure 3-15 : Bouée Saint Michel – 2003 : Séries temporelles des hauteurs significatives de vagues du modèle local (bleu) et de la bouée CANDHIS (noir)

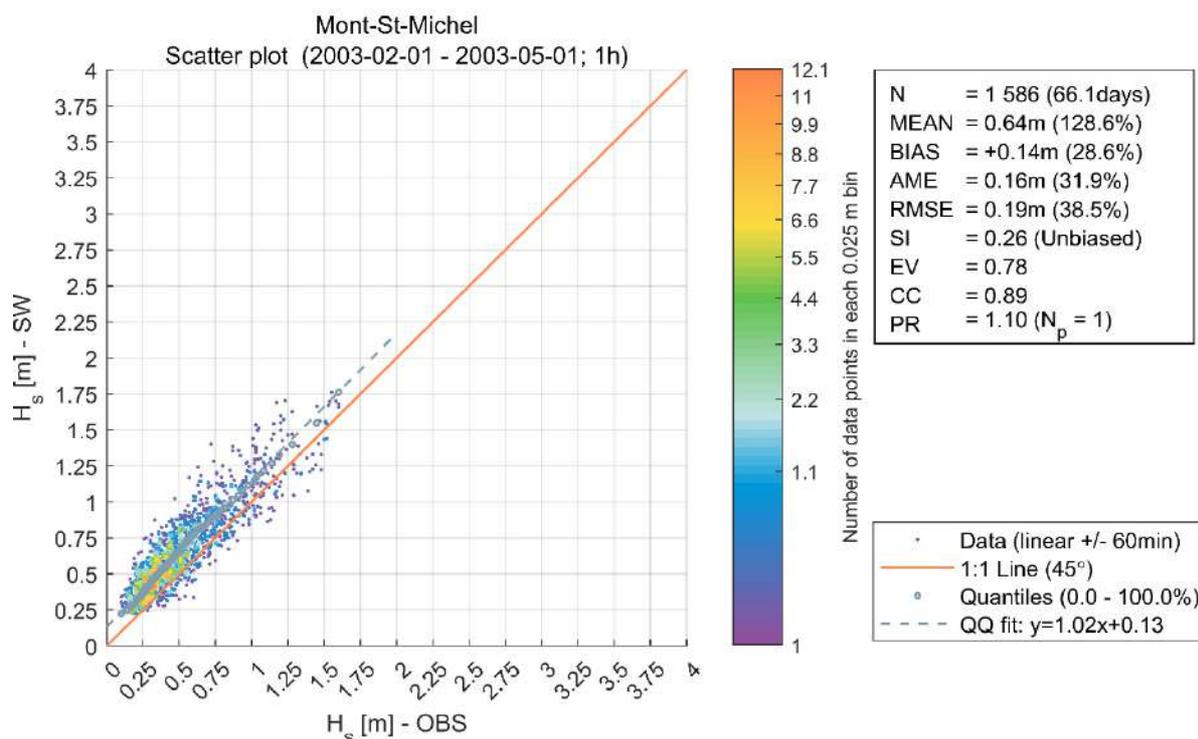


Figure 3-16 : Bouée Saint Michel – 2003 : Diagramme de dispersion entre données mesurées à partir de la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.

3.2.6.4. Bouée Saint-Malo

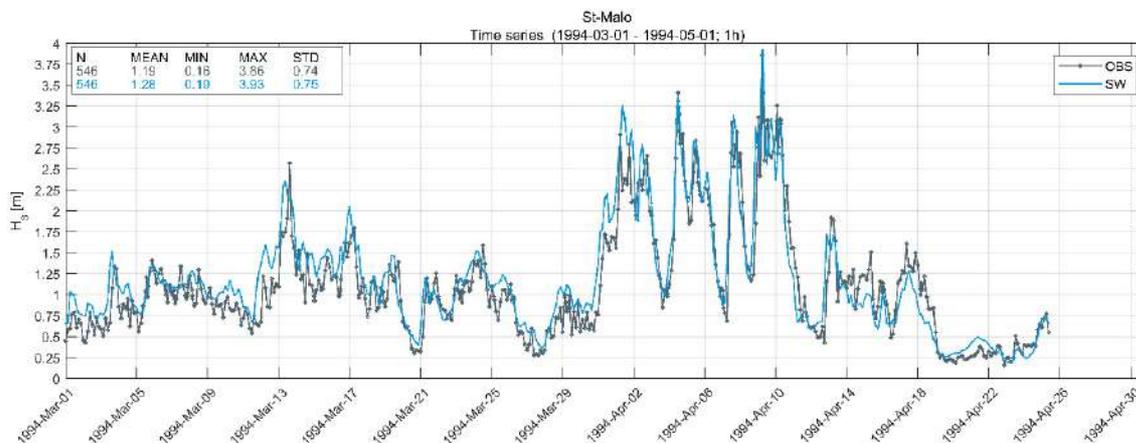


Figure 3-17 : Bouée Saint Malo – Mars-Avril 1994: Séries temporelles des hauteurs significatives de vagues du modèle local (noir) et de la bouée CANDHIS (bleu).

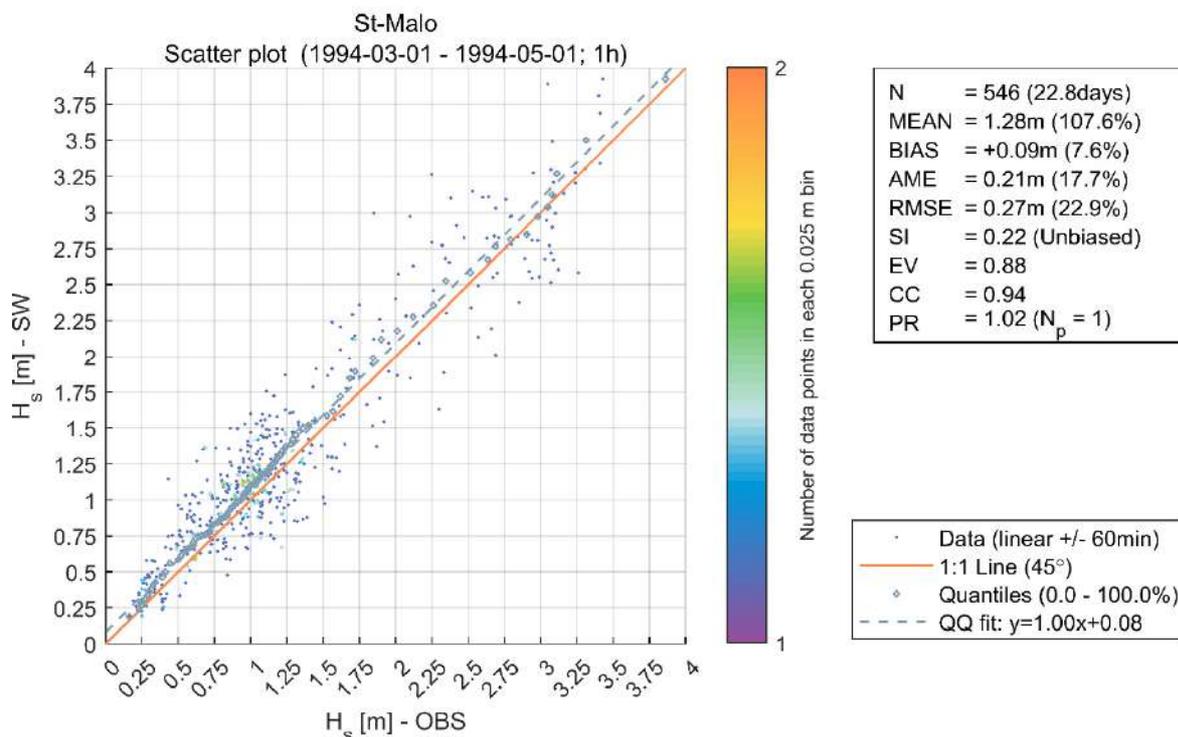


Figure 3-18 : Bouée Saint Malo – Mars-Avril 1994: Séries temporelles des hauteurs significatives de vagues du modèle local (noir) et de la bouée CANDHIS (bleu).

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

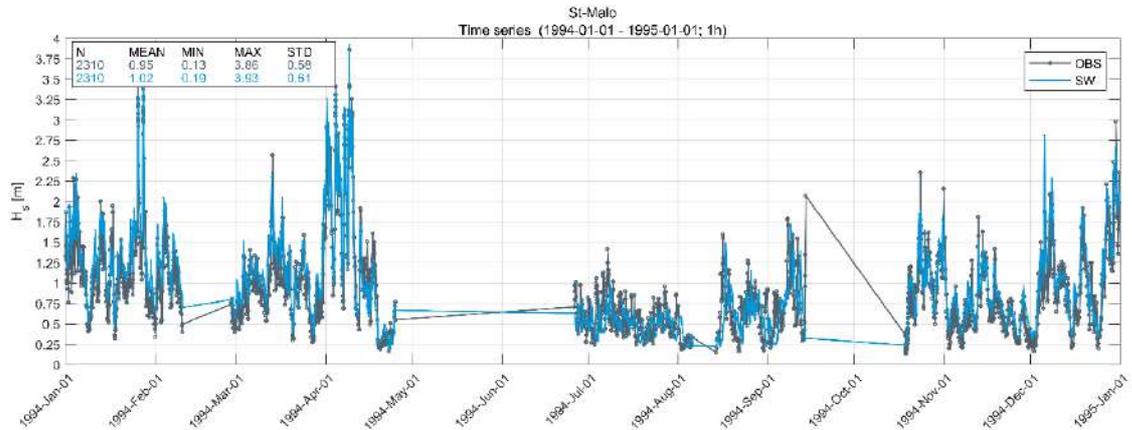


Figure 3-19 : Bouée Saint Malo - 1994: Diagramme de dispersion entre données mesurées à partir de la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.

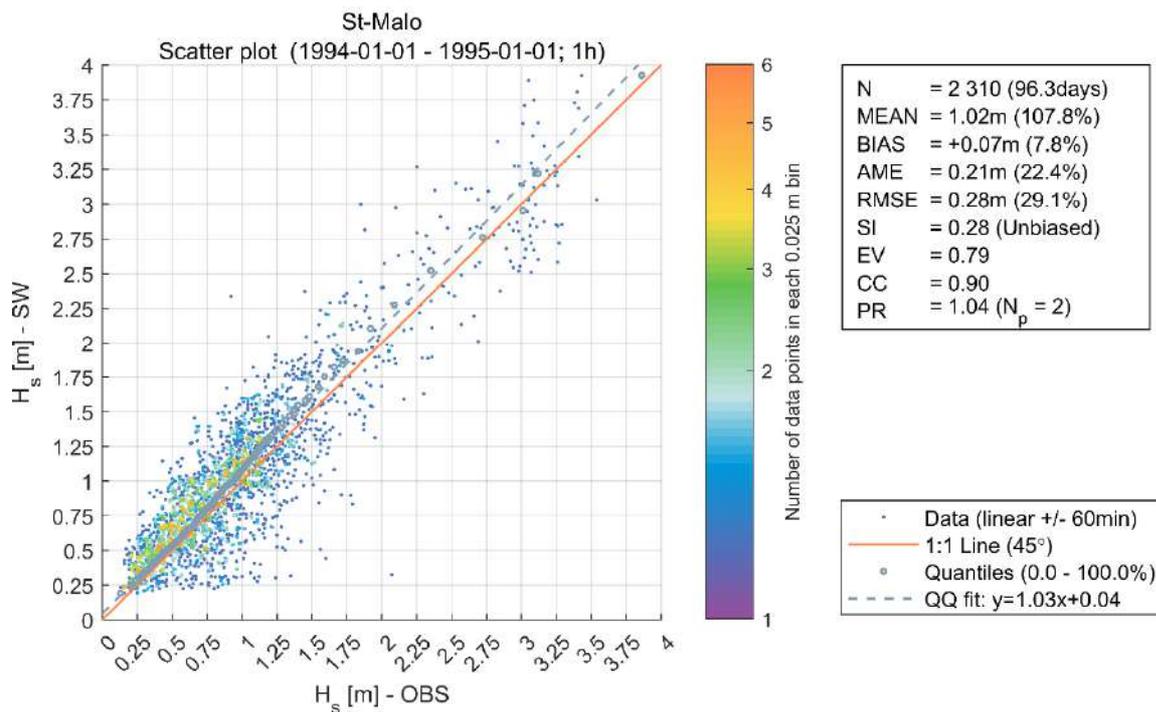


Figure 3-20 : Bouée Saint Malo - 1994: Diagramme de dispersion entre données mesurées à partir de la bouée CANDHIS et données modélisées avec le modèle local.

3.3. Résultats de modélisation

Le modèle local de Saint Malo a été mis en œuvre sur la période 1998-2018. L'atlas des états de mer ainsi obtenu a servi de base pour des analyses du climat opérationnel et des analyses extrêmes.

3.3.1. Plans de vague et événements de tempêtes

Les exemples de cinq événements de tempête sur la période de simulation sont présentés ici. Les figures suivantes présentent les champs de vagues pour les hauteurs significatives correspondant au pic de tempête pour chacun de ces cinq événements répertoriés dans le tableau suivant.

Ces cinq tempêtes sont toutes en provenance du secteur ouest (de l'Atlantique), avec des orientations de vent différentes. Cependant, au niveau de la baie de Saint Malo et en particulier lorsque l'on se focalise sur le secteur du chenal de navigation et jusqu'au port, les champs de vagues présentent de fortes similitudes en terme de répartition d'énergie et de directions des vagues. Ceci est dû aux contraintes bathymétriques très fortes qui contraignent la propagation et limitent les hauteurs de vagues, même à marée haute.

Tableau 4 : Date des 5 tempêtes présentées.

Date
31/03/2010 (Xynthia)
05/02/2013
09/02/2014
09/03/2016
03/01/2018 (Eléanor)

3.3.1.1.1. Xynthia

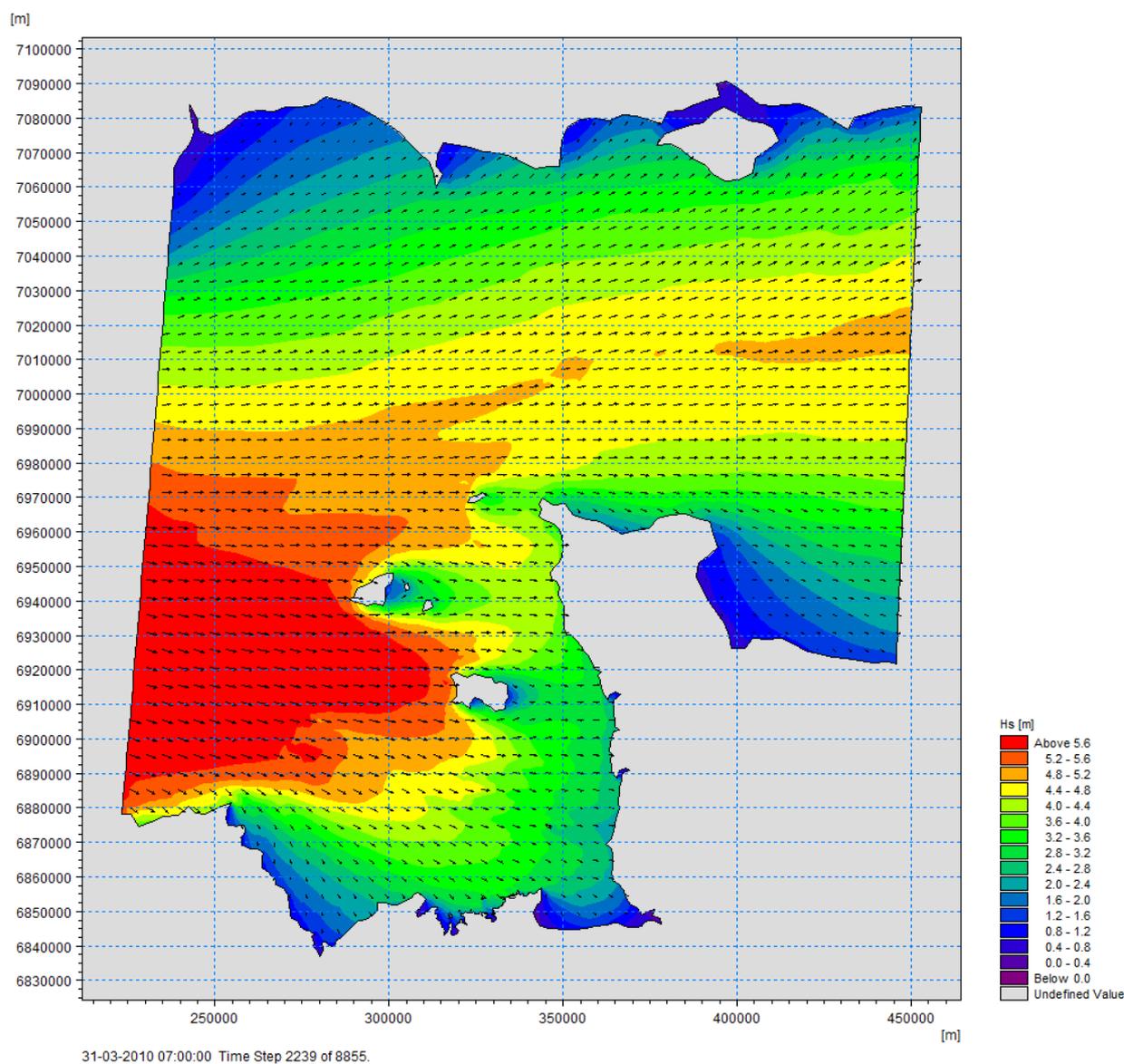


Figure 3-21 : Plans de vague pour la tempête Xynthia (31/03/2010) : vue générale

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

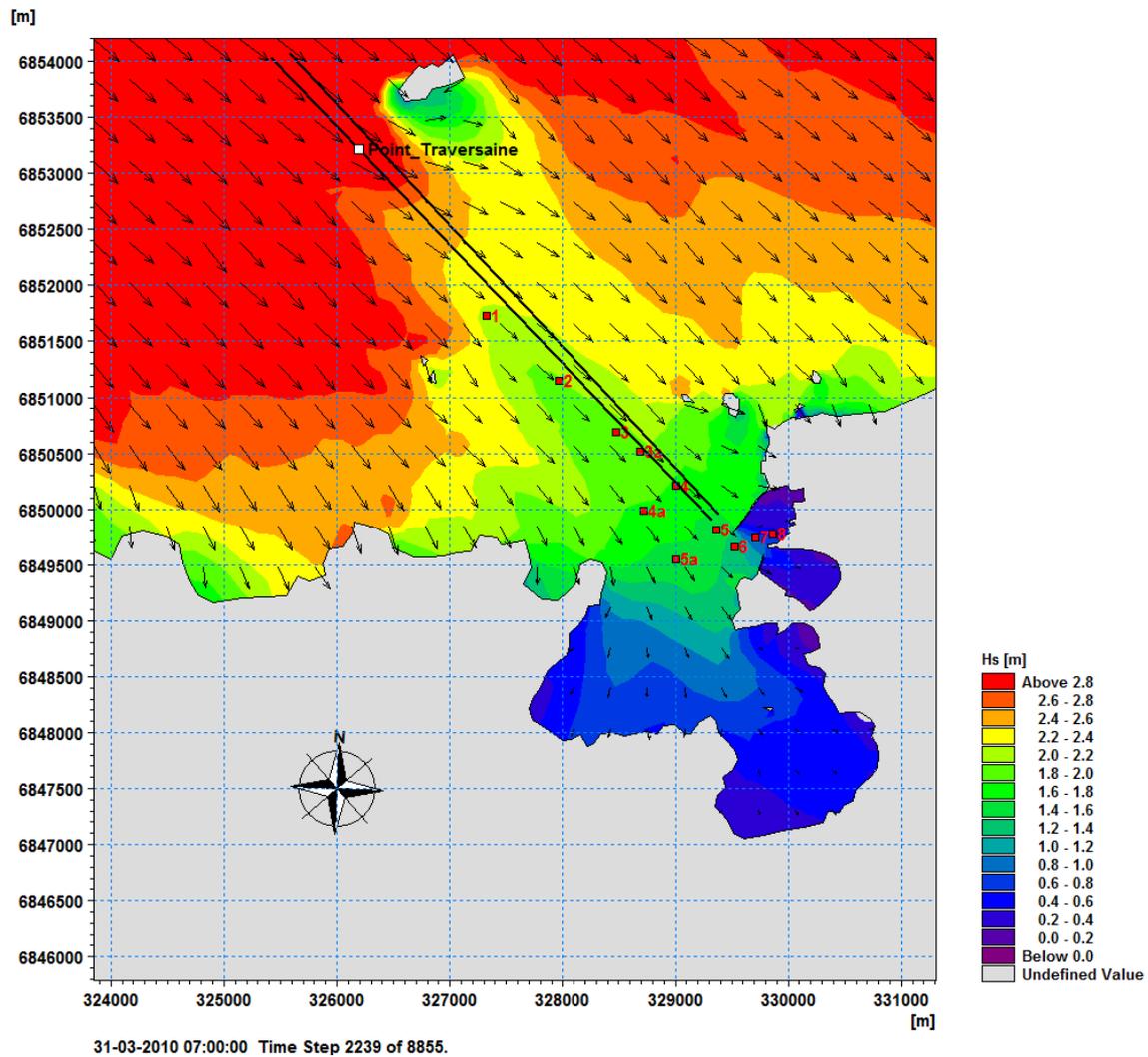


Figure 3-22 : Plans de vague pour la tempête Xynthia (31/03/2010) : secteur Saint Malo

3.3.1.1.1.2. Février 2013

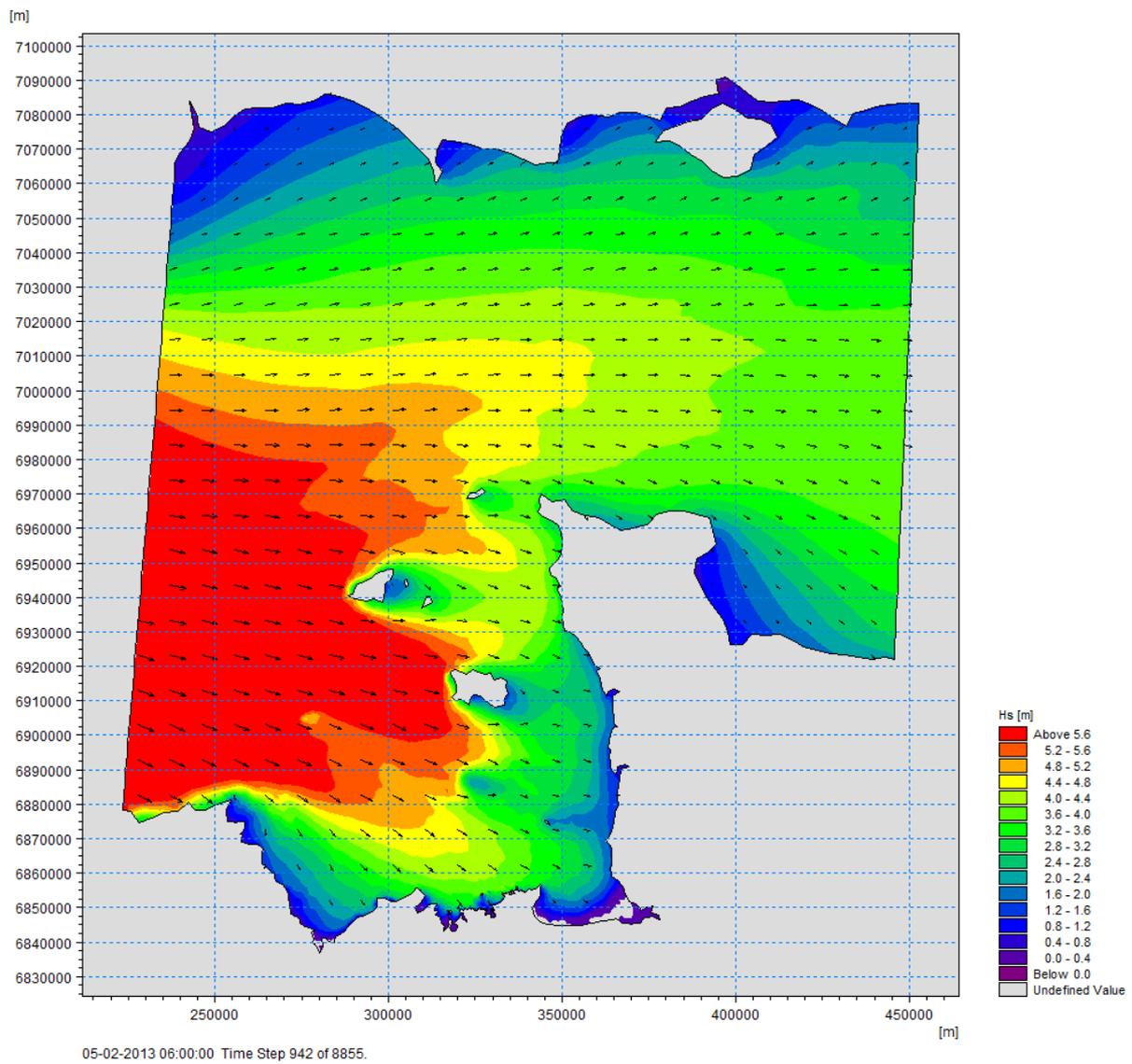


Figure 3-23 : Plans de vague pour la tempête de février 2013 : vue générale

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

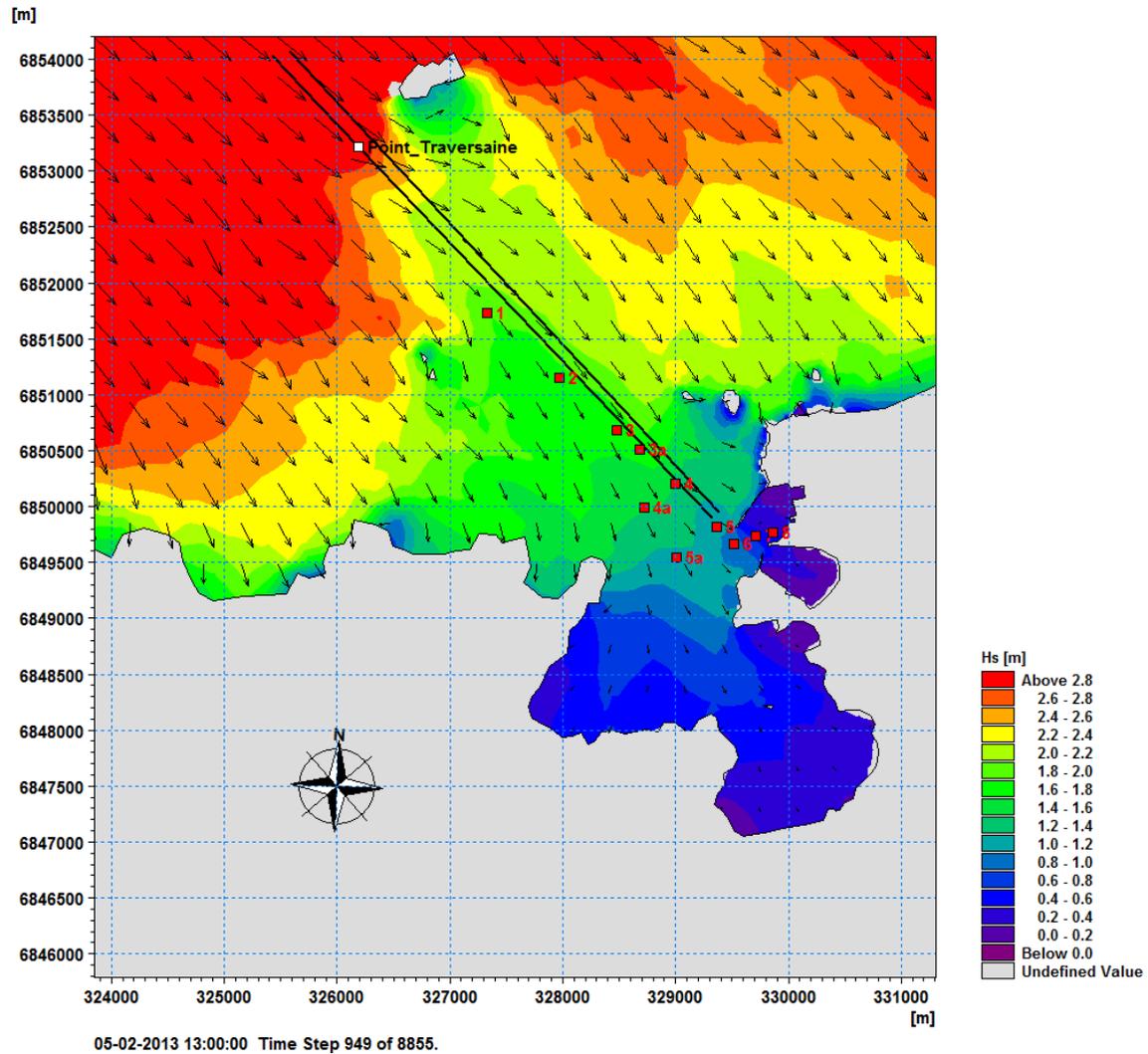


Figure 3-24 : Plans de vague pour la tempête de février 2013 : secteur Saint Malo

3.3.1.1.1.3. Février 2014

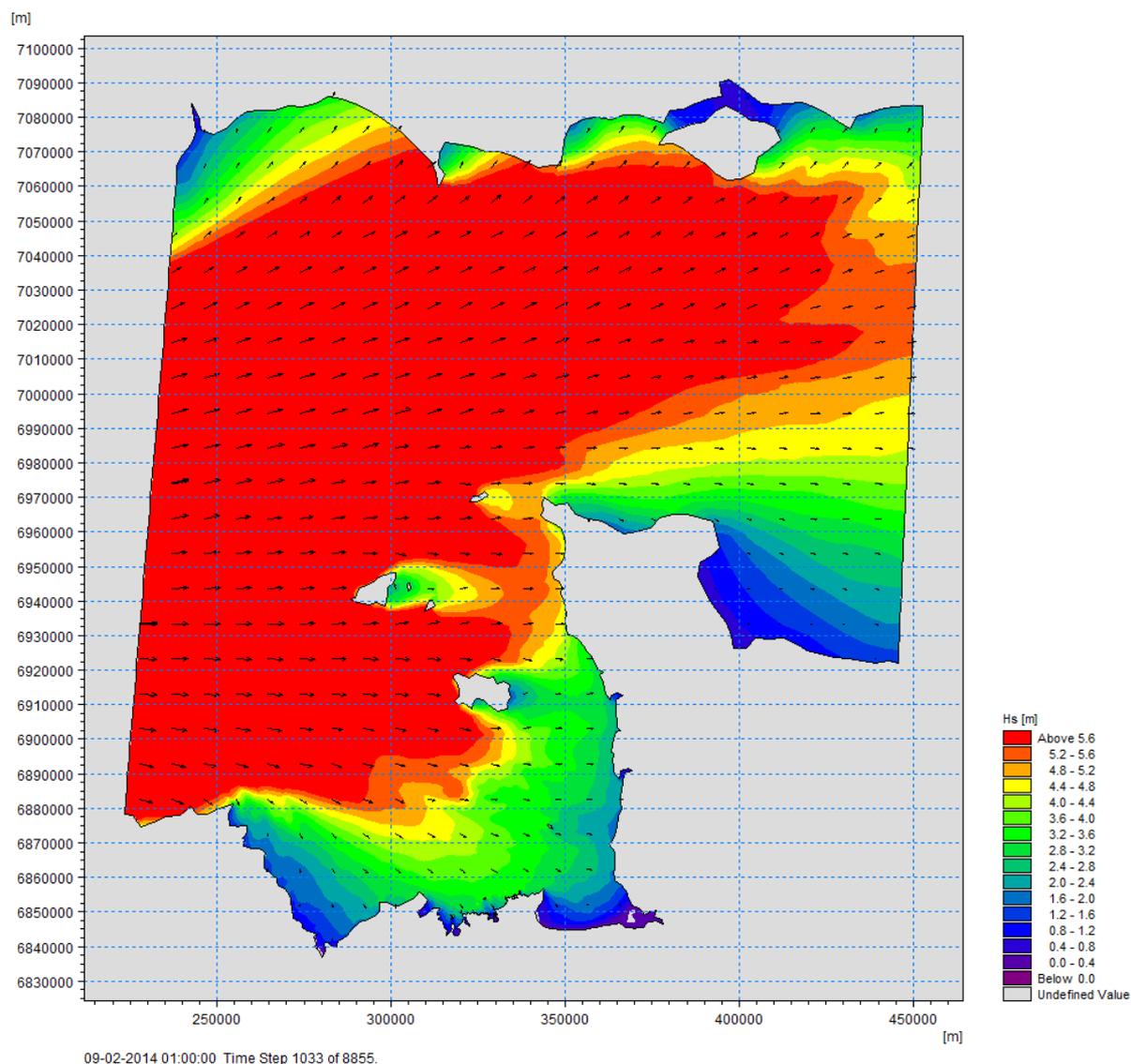


Figure 3-25 : Plans de vague pour la tempête de février 2014 : vue générale

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

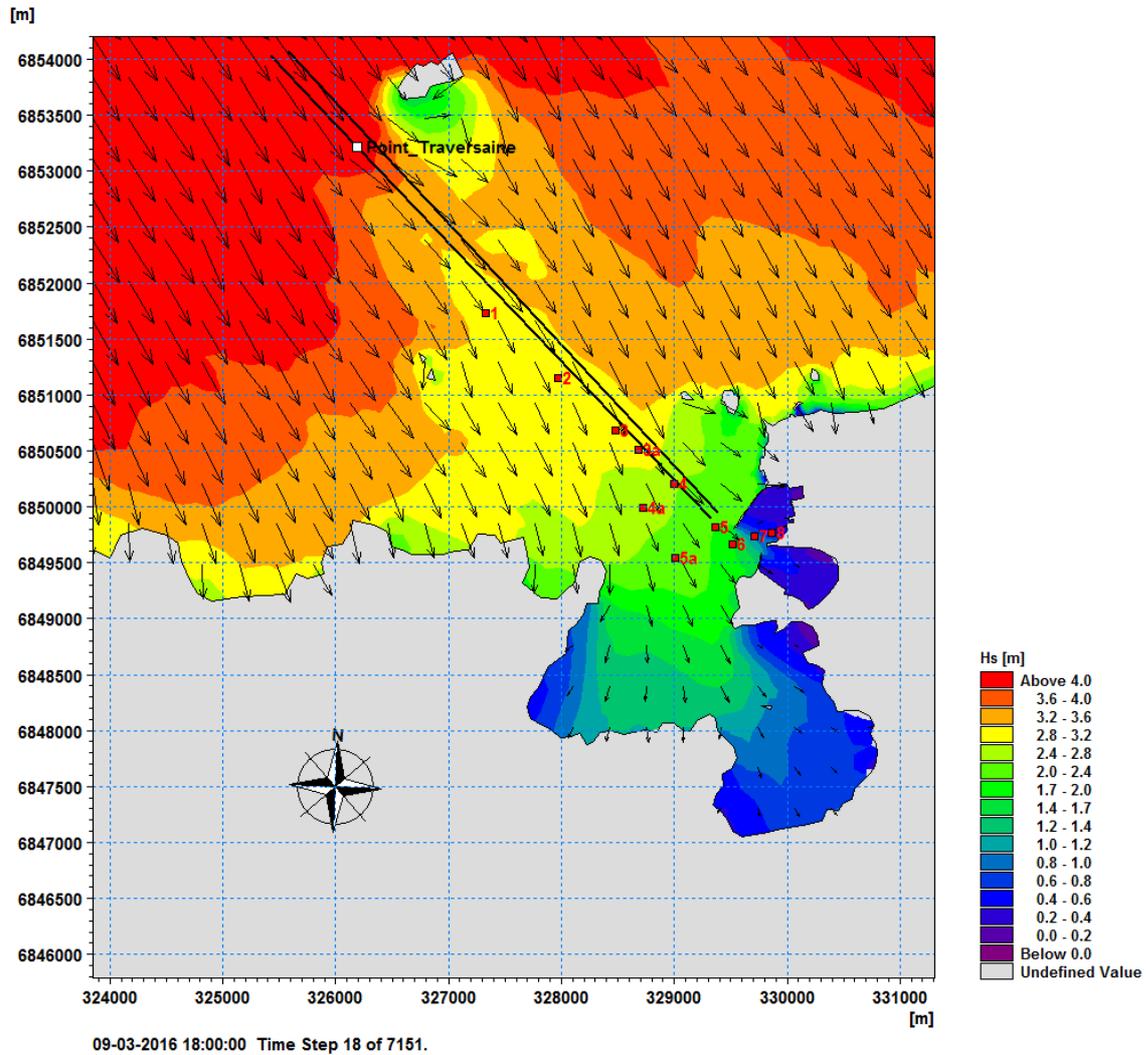


Figure 3-26 : Plans de vague pour la tempête de février 2014 : secteur Saint Malo

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

3.3.1.1.1.4. Mars 2016

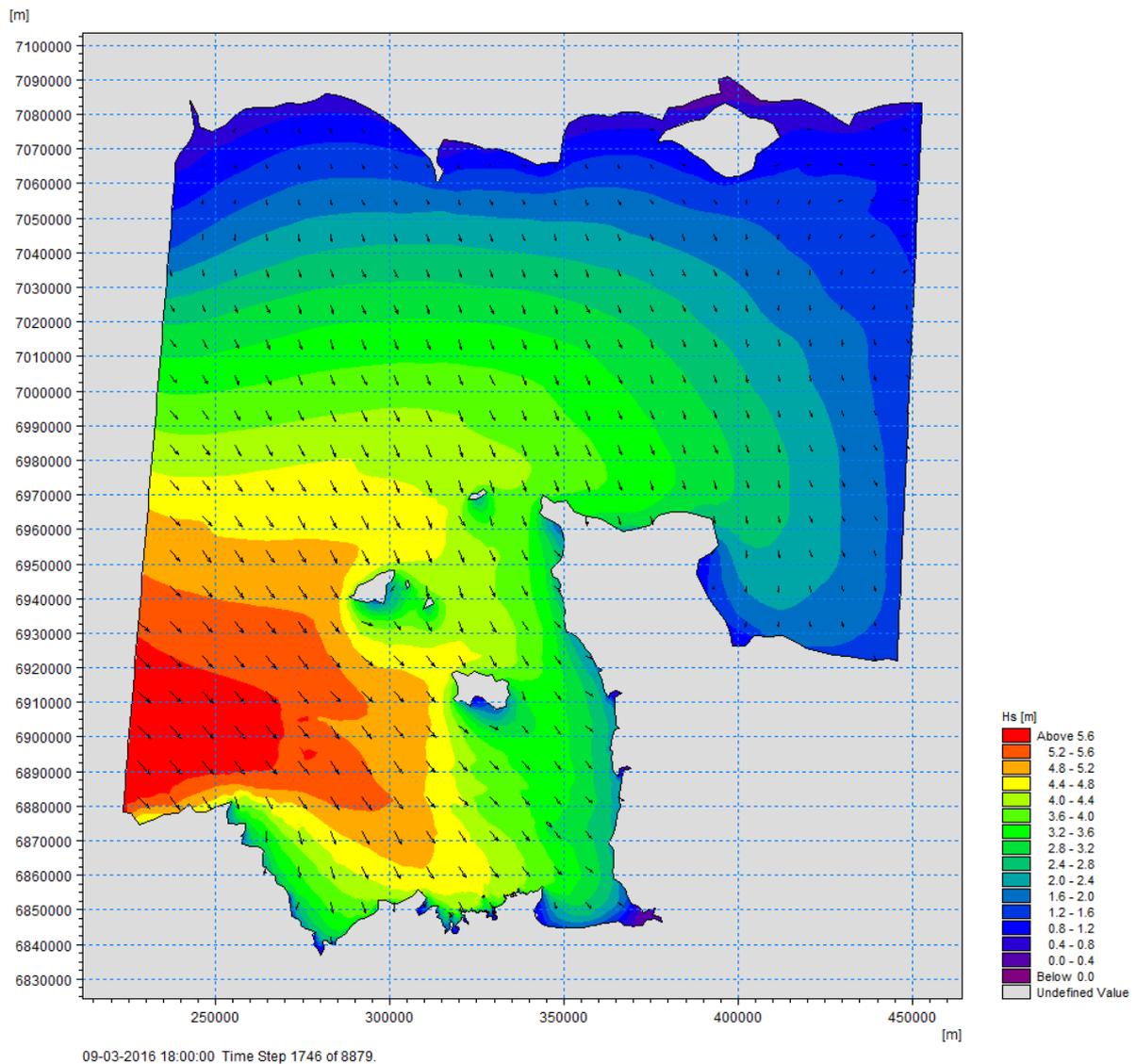


Figure 3-27 : Plans de vague pour la tempête de Mars 2016 : vue générale,

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

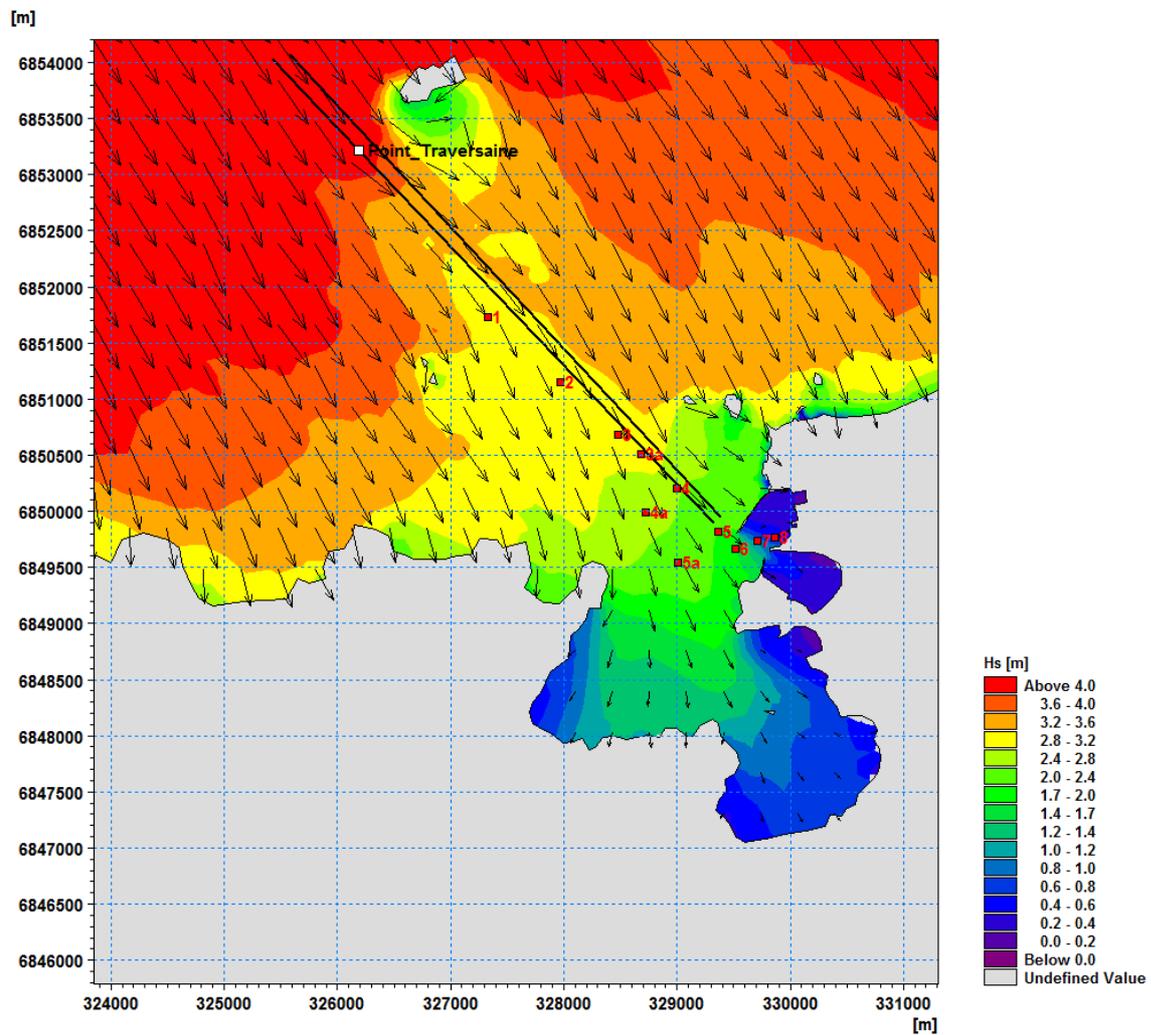


Figure 3-28 : Plans de vague pour la tempête de Mars 2016 : secteur Saint Malo

3.3.1.1.1.5. *Tempête Eléonor (03/01/2018)*

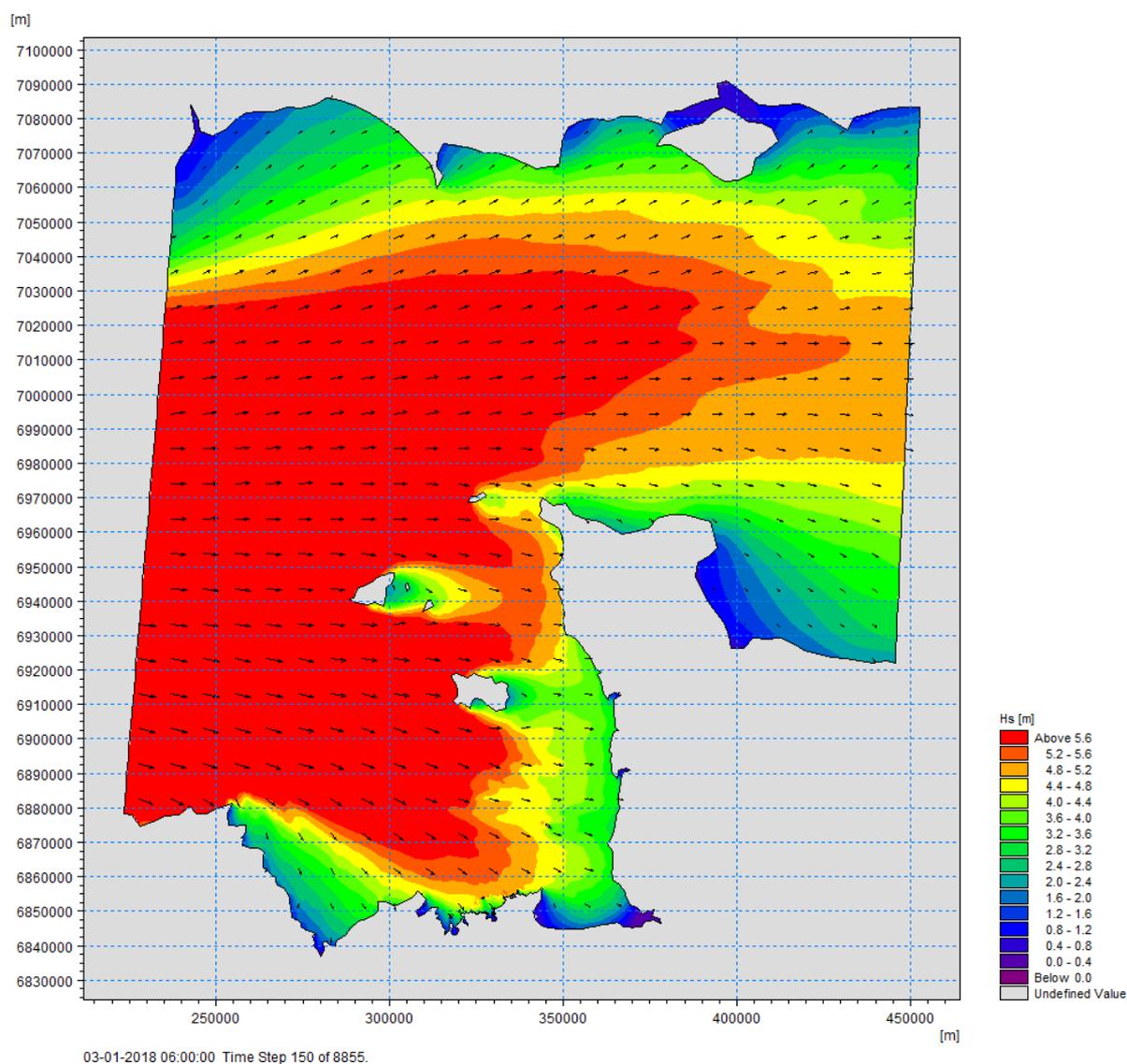


Figure 3-29 : Plans de vague pour la tempête de Eleanor (03/01/2018) : vue générale

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

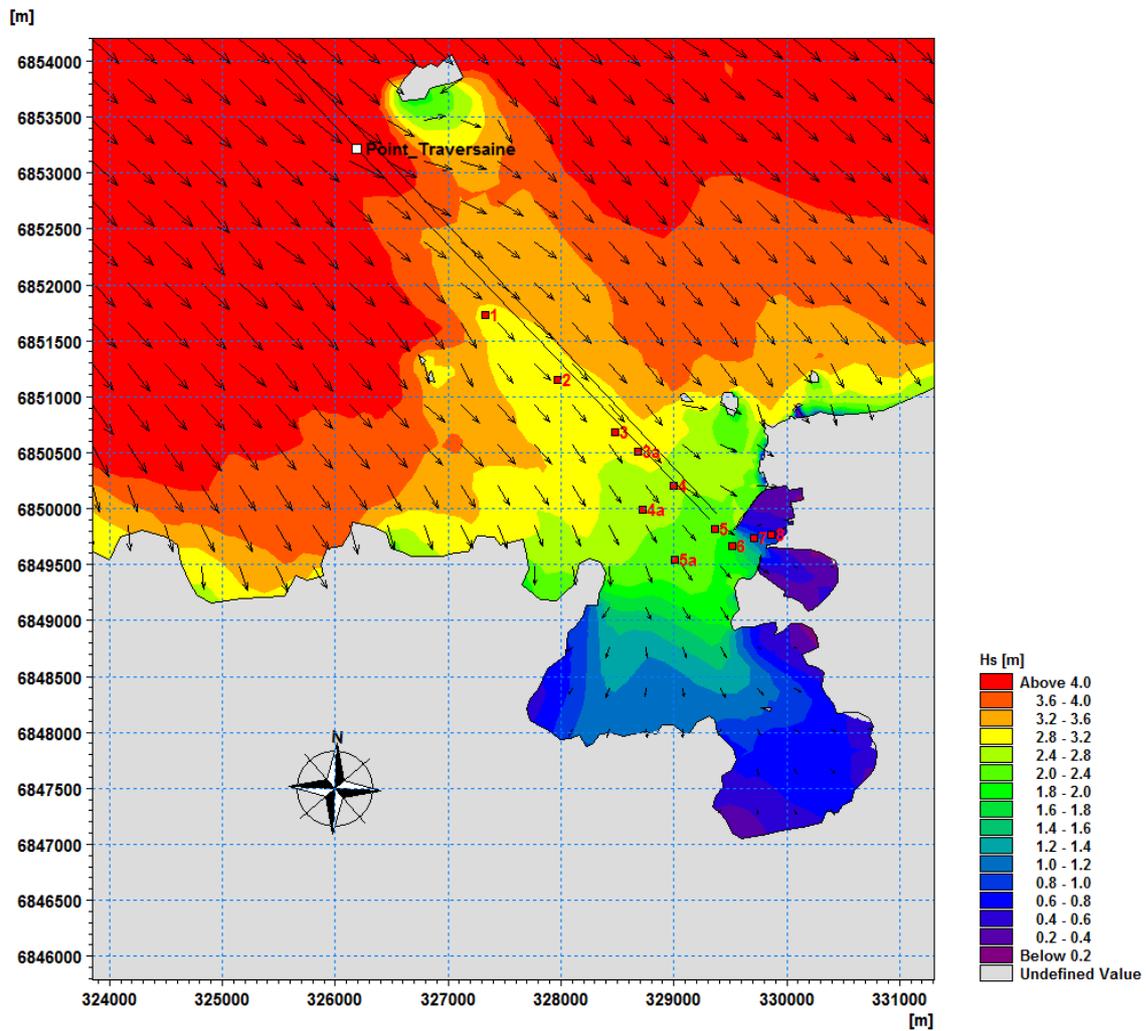


Figure 3-30 : Plans de vague pour la tempête de Eleanor (03/01/2018) : secteur Saint Malo

3.3.2. Climats de vagues

Les caractéristiques des états de mer modélisées à l'aide du modèle local ont été extraites :

- ▶ En un point (nommé Saint-Malo_BW, (coordonnées en Tableau 5) visant à définir les conditions d'entrée du modèle local d'agitation (voir section 4) ;
- ▶ En 10 points le long du chenal d'accès et des zones de navigation (coordonnées transmises par « Pilotage Maritime de St-Malo », indiquées en Figure 3-31 ;
- ▶ En un point supplémentaire au niveau de la Traversaine, situé entre le grand Jardin et la grande Savate, au sud de l'île de Cézembre (Figure 3-33).

A noter que le long du chenal, les données aux points 5 à 8 de la zone de navigation ont dû être extraites du modèle local d'agitation (voir section 4).

Tableau 5 : Coordonnées géographiques du point d'étude Saint_Malo_BW et la Traversaine (projection : RFG 1993-Lambert 93).

Point	Longitude (m)	Latitude (m)	Profondeur (m NM)
Saint-Malo_BW	328826	6849988	18m
La Traversaine	325925	6852910	

Route Nord Plateau	Coordonnées WGS84		Coordonnées Lambert 93		Distance de point à point
	N° - Point	Lat.	Long.	Lat.		Long.
1 - Pierre Salée	48° 39.4904'	-2° 03.7970'	00327327.9676	06851730.9692	----
2 - Grelots	48° 39.1982'	-2° 03.2486'	00327966.7505	06851146.7781	1-2 = 865 m
3 - Anglais	48° 38.9662'	-2° 02.8089'	00328477.2441	06850684.5332	2-3 = 689 m
4 - Nord Rance	48° 38.7274'	-2° 02.3577'	00329001.9508	06850207.9737	3-4 = 707 m
5 - Môle des Noires*	48° 38.5299'	-2° 02.0454'	00329361.1695	06849817.8114	4-5 = 530 m
6 - Evitage*	48° 38.4529'	-2° 01.9090'	00329519.2710	06849663.9863	5-6 = 220 m
7 - Travers P2*	48° 38.5007'	-2° 01.7603'	00329707.1185	06849740.4547	6-7 = 202 m
8 - Travers P1*	48° 38.5218'	-2° 01.6367'	00329861.0867	06849770.1238	7-8 = 156 m
Route Sud Plateau					
4a - Nord Plateau	48° 38.5986'	-2° 02.5765'	00328718.4450	06849985.6310	3-4a = 739 m
5a - Sud Plateau	48° 38.3706'	-2° 02.3203'	00329005.5351	06849545.1547	4a-5a = 526 m

* Les valeurs aux points 5,6,7 et 8 ont été extraites du modèle local d'agitation

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4

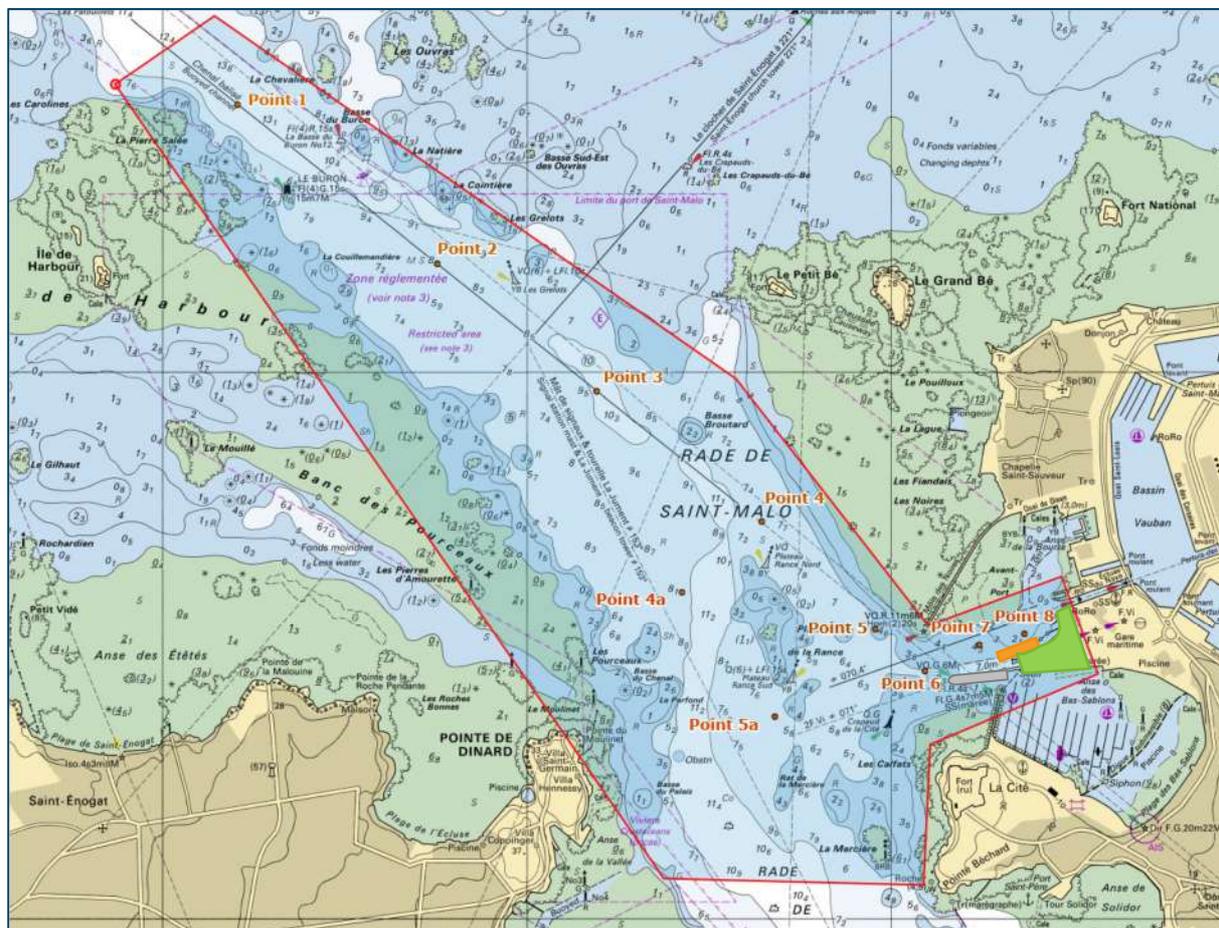


Figure 3-31 : Localisation des points pour l'étude de navigation

REGION BRETAGNE

ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4

Point Saint-Malo BW

Coordonnées:

E: 328826

N: 6849988



Figure 3-32 : Localisation du point « Saint_Malo_BW »

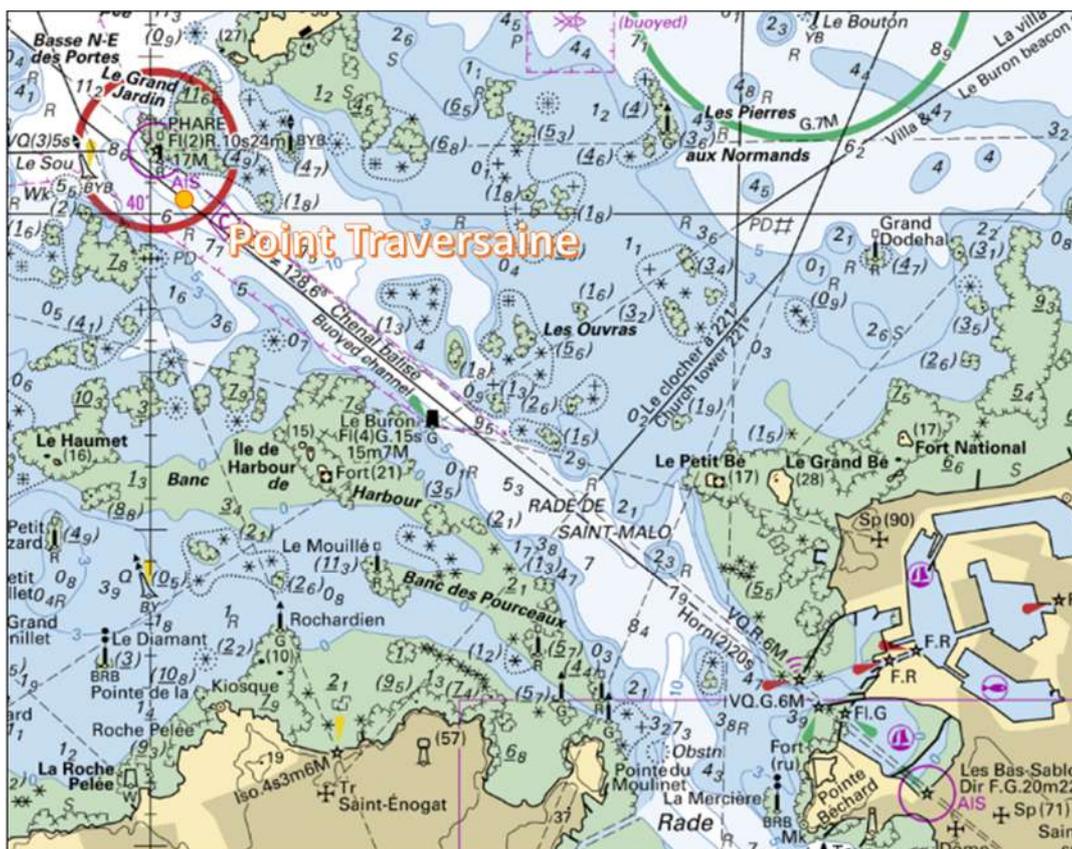


Figure 3-33 : Localisation du point « Traversaine »

3.3.2.1. Point La Traversaine

La série temporelle de la hauteur significative des vagues, couvrant la période 1998-2018 au point d'étude La Traversaine, est donnée en Figure 3-34. La rose de houles est donnée en Figure 3-35. Le diagramme de distribution Hs/Tp extrait au point sur la période 1998-2018 est donné en Figure 3-36 et les analyses et courbes de dépassement sont données en Tableau 6 et Figure 3-37.

Les roses mensuelles et les tableaux d'occurrences Hs/MWD, Hs/Tp et MWD/Tp et WL/Hs sont donnés en annexe B.

Ce point est le plus éloigné du port et est par conséquent le plus exposé aux vagues. Ces analyses statistiques mettent en évidence que la direction de provenance prédominante (en termes de fréquence et d'énergie) des vagues est le nord-ouest à nord-nord-ouest.

En ce point, la valeur moyenne des auteurs de vagues est de 0,7m. Les hauteurs de vagues sont pour plus de 80% du temps inférieures à 1m et pour 95% du temps inférieures à 1,5m. Lors des tempêtes, les vagues peuvent atteindre 4m à 4,5m (4.38m en valeur maximale sur la série temporelle). Les périodes de pic associées aux états de mer sont relativement longues, avec l'intervalle 8s – 12s représentant plus de 60% des états de mer et plus de 80% des états de mer ont une période de pic de plus de 6s.

L'analyse mensuelle montre une variabilité saisonnière forte du climat de vagues, avec une période calme en période estivale et une période exposée aux tempêtes en période hivernale. La valeur Hs1% est 2,3m en considération annuelle et varie de 1,3m en juin à 2,6m en décembre et janvier.

3.3.2.1.1. Série temporelle

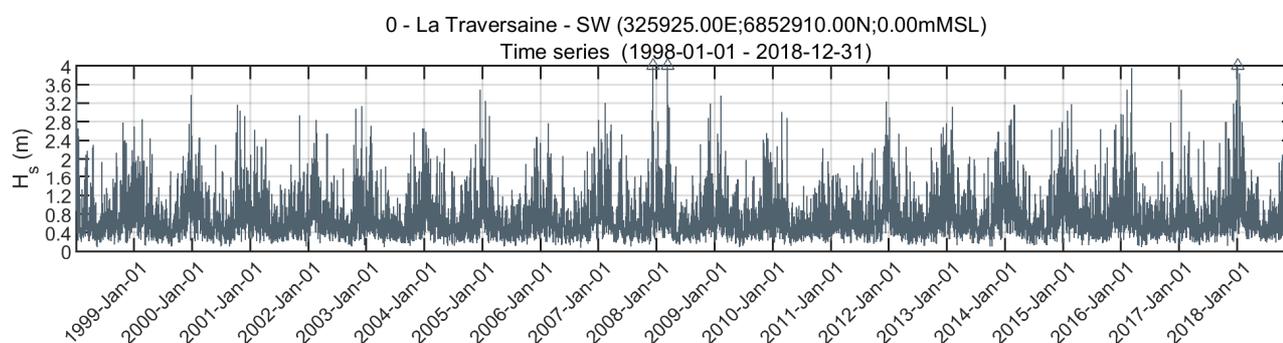


Figure 3-34: Série temporelle de la hauteur significative (haut) et de la période de pic (bas) au point d'extraction La traversaine

3.3.2.1.2. Rose des houles

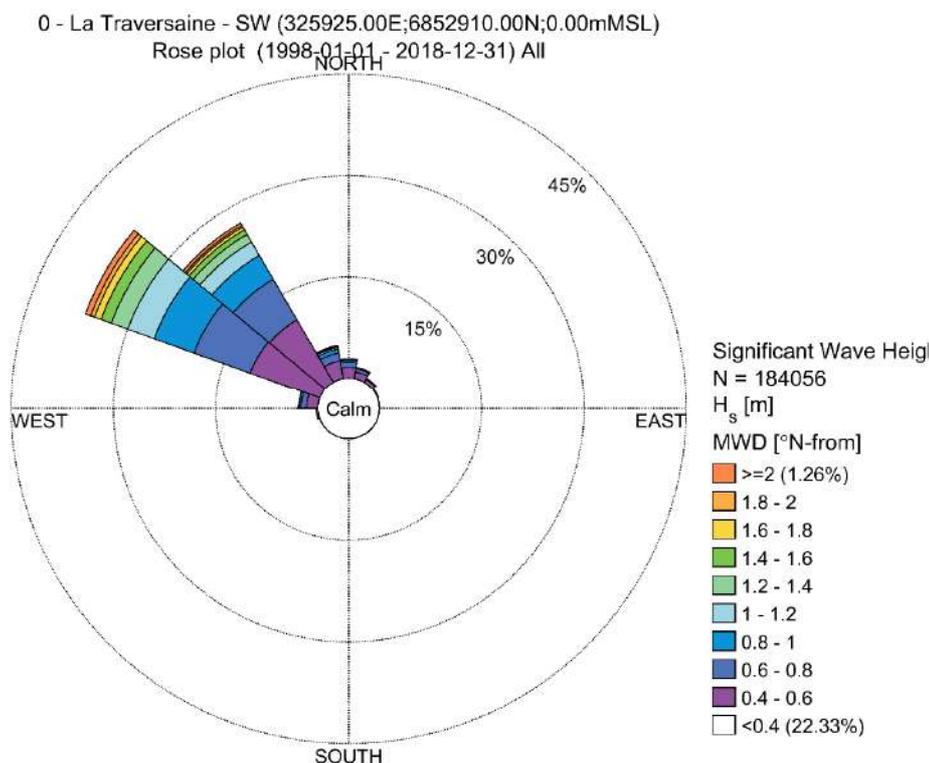


Figure 3-35 : Rose des houles sur la période 1998-2018 (résolution : 22.5°) au point LaTraversaine

3.3.2.1.3. Distributions statistiques

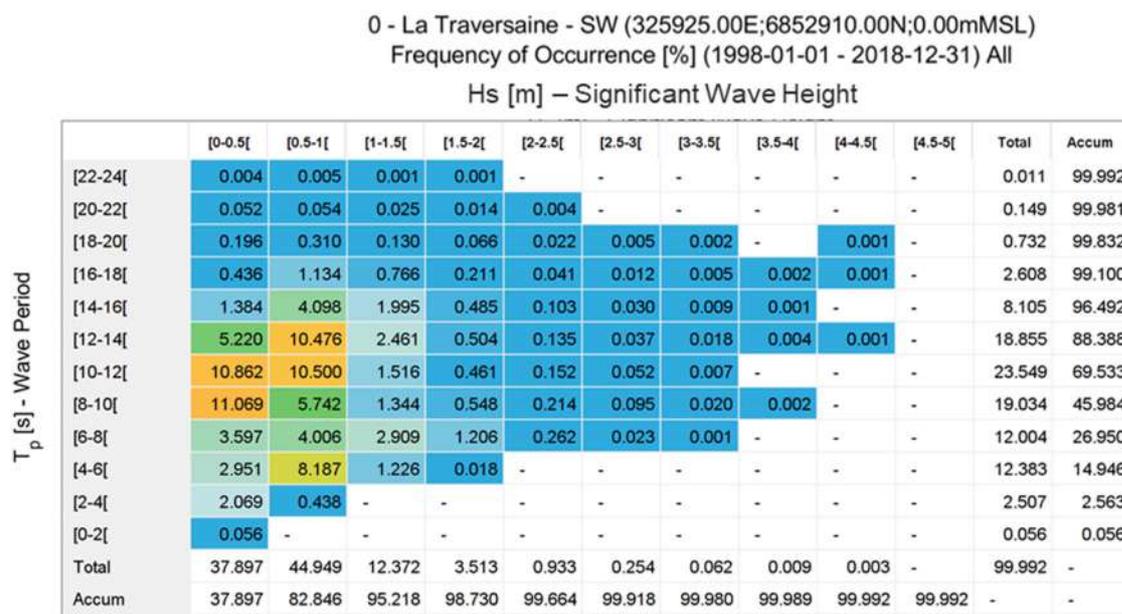


Figure 3-36 : Diagrammes de distribution T_p/H_s au point d'extraction sur la période 1998-2018.

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

3.3.2.1.4. Courbes de dépassement

Tableau 6 : Probabilité de dépassement des hauteurs significatives au point La Traversaine

0 - La Traversaine - SW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) 101 - Monthly

	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	98.252	99.706	99.958	99.098	98.552	95.533	96.078	97.773	98.336	97.229	98.400	99.127	99.327
0.4	77.674	92.627	90.606	82.783	76.713	66.948	63.604	66.417	68.292	72.004	78.309	88.016	86.603
0.6	47.936	73.163	68.725	53.514	42.857	33.500	27.427	28.386	29.615	38.161	47.875	66.911	66.444
0.8	28.809	54.064	47.351	33.289	20.840	16.187	9.947	12.135	12.430	19.378	26.946	44.683	49.484
1	17.147	37.314	31.858	19.803	9.894	7.354	3.360	4.832	4.941	9.888	14.836	27.870	34.588
1.2	10.241	24.968	20.419	11.777	4.570	3.296	1.548	1.677	1.939	4.940	7.885	16.925	23.454
1.4	6.182	16.564	13.048	6.682	2.083	1.562	0.853	0.853	0.787	2.361	4.794	10.146	14.973
1.6	3.675	10.343	8.017	4.045	1.131	0.691	0.522	0.173	0.282	0.972	2.816	5.589	9.705
1.8	2.148	6.221	5.024	2.477	0.675	0.339	0.251	0.070	0.032	0.437	1.517	2.950	5.910
2	1.262	3.840	2.979	1.376	0.324	0.154	0.086	0.019	0.026	0.139	0.909	1.720	3.641
2.2	0.749	2.400	1.862	0.755	0.179	0.051	0.026	-	0.019	0.040	0.538	0.853	2.308
2.4	0.443	1.446	1.089	0.531	0.053	0.019	0.007	-	0.013	-	0.326	0.357	1.487
2.6	0.247	0.832	0.660	0.333	-	-	-	-	0.006	-	0.147	0.139	0.859
2.8	0.133	0.410	0.372	0.211	-	-	-	-	-	-	0.058	0.046	0.506
3	0.074	0.256	0.197	0.109	-	-	-	-	-	-	0.038	-	0.295
3.2	0.038	0.160	0.070	0.083	-	-	-	-	-	-	-	-	0.141
3.4	0.021	0.102	0.014	0.058	-	-	-	-	-	-	-	-	0.077
3.6	0.010	0.038	-	0.045	-	-	-	-	-	-	-	-	0.038
3.8	0.007	0.032	-	0.026	-	-	-	-	-	-	-	-	0.026
4	0.003	0.013	-	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013
4.2	0.001	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

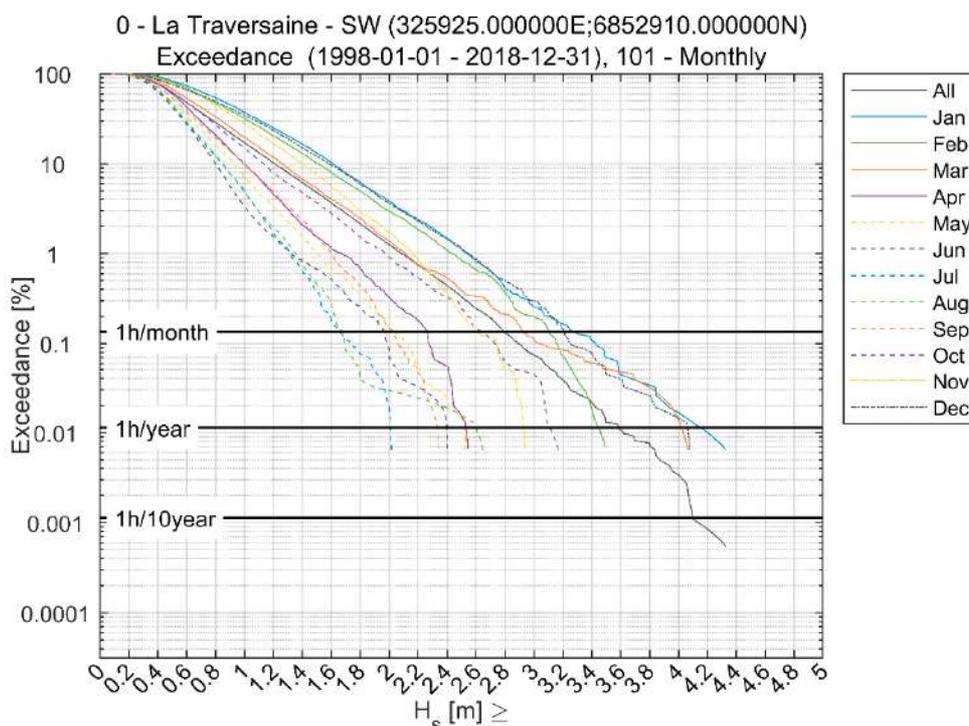


Figure 3-37 : Graphique des probabilités de dépassement des hauteurs significatives au point la Traversaine

3.3.2.2. Points le long du chenal de navigation

Les roses des états de mer pour la période 1998-2018 sont données en Figure 3-38 pour les points 1 à 4 et 4a, 5a le long du chenal de navigation. On note logiquement que depuis l'entrée du chenal (point 1) jusqu'à l'entrée du port (point 4) le secteur de provenance des vagues se réduit significativement, avec une provenance quasiment uniquement du nord-ouest au point 4. Aux points 4a et 5a, le secteur préférentiel de provenance est orienté plus vers le nord (nord-nord-ouest).

Les roses des états de mer sont données en Figure 3-39 pour les points 5 à 8². Lors de la pénétration des vagues à l'intérieur du port, les effets bathymétriques induisant de la réfraction et les effets de diffraction induits par les ouvrages de protection font tourner les vagues. Le secteur de provenance passe ainsi du nord-ouest au point 5 à l'entrée du port, à l'ouest au point 8 au droit du poste 1.

Les séries temporelles des Hs et les tableaux d'occurrences MWD/Hs, Tp/Hs et Tp/MWD³ sont donnés en annexe B.

² Pour Les points 5 à 8, du fait de leur position proche ou dans le port, les statistiques ont été obtenues à partir des résultats des modélisations d'agitation, soit à partir des séries temporelles d'états de mer reconstituées (grâce aux matrices de transfert des conditions depuis le point Saint-Malo_BW) (voir Réf 1). La direction de vague considérée est donc la direction des vagues incidentes uniquement. Les valeurs de Hs indiquées sont les valeurs correspondant au spectre total (vagues incidentes + réfléchies).

³ Du fait de la méthode d'analyse pour les points 5 à 8, le tableau Tp/MWD n'est donné ici qu'à titre indicatif.

3.3.2.2.1. Roses des houles

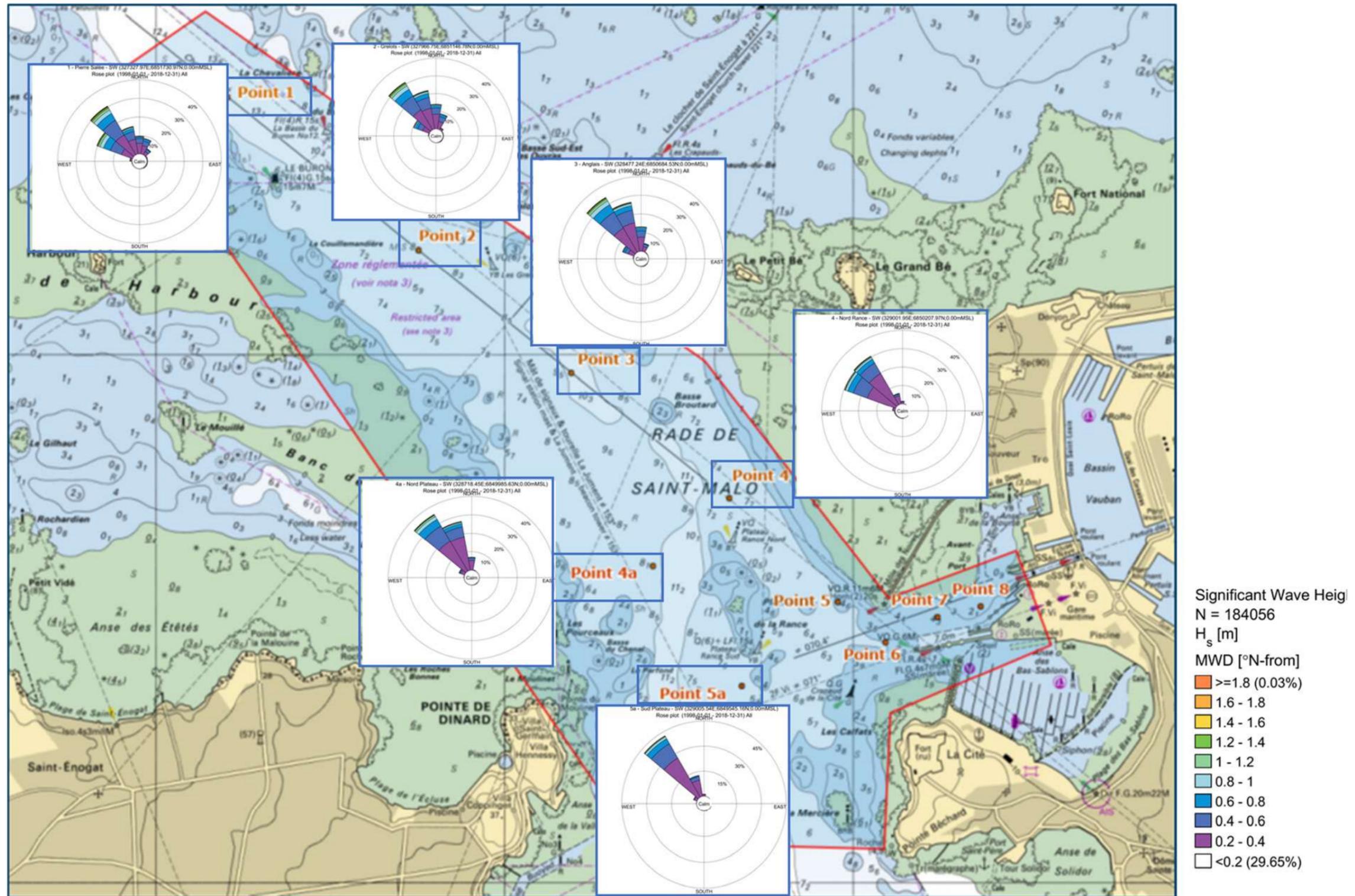


Figure 3-38 : Rose des houles (H_s) sur la période 1998-2018 (résolution : 22.5°) aux points 1 à 4 et 4a, 5a

REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

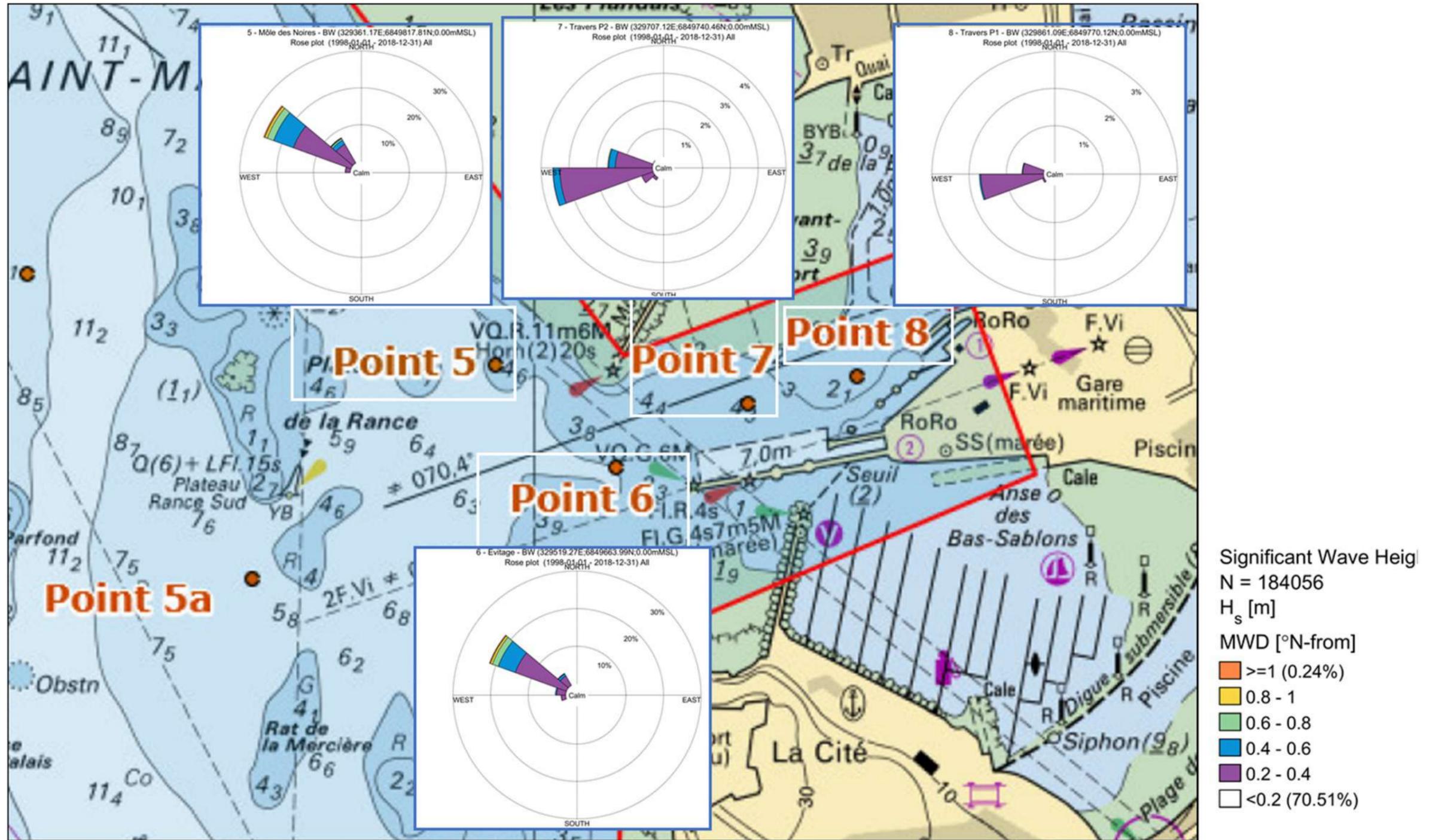


Figure 3-39 : Rose des houles (H_s) sur la période 1998-2018 (résolution : 22.5°) aux points 5 à 8

3.3.2.3. Point Saint-Malo_BW

Les séries temporelles de la hauteur significative et de la période de pic des vagues couvrant la période 1998-2018 au point d'étude Saint-Malo_BW sont données en Figure 3-40. La rose de houles extraite au point d'extraction est donnée en Figure 3-41.

Du fait de la géographie des côtes, la direction de provenance prédominante (en termes de fréquence et d'énergie) des houles est le nord-nord-ouest.

Le diagramme de distribution Hs/Tp extrait au point sur la période 1998-2018 est donné en Figure 3-42. Les tableaux d'occurrences Hs/MWD, Hs/Tp et MWD/Tp et WL/Hs sont donnés en annexe B.

3.3.2.3.1. Série temporelle

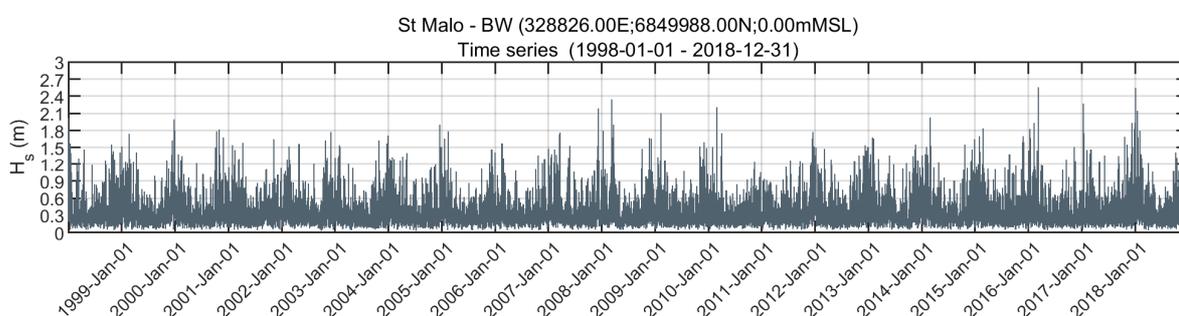


Figure 3-40: Série temporelle de la hauteur significative (haut) et de la période de pic (bas) au point d'extraction Saint-Malo_BW

3.3.2.3.2. Rose des houles

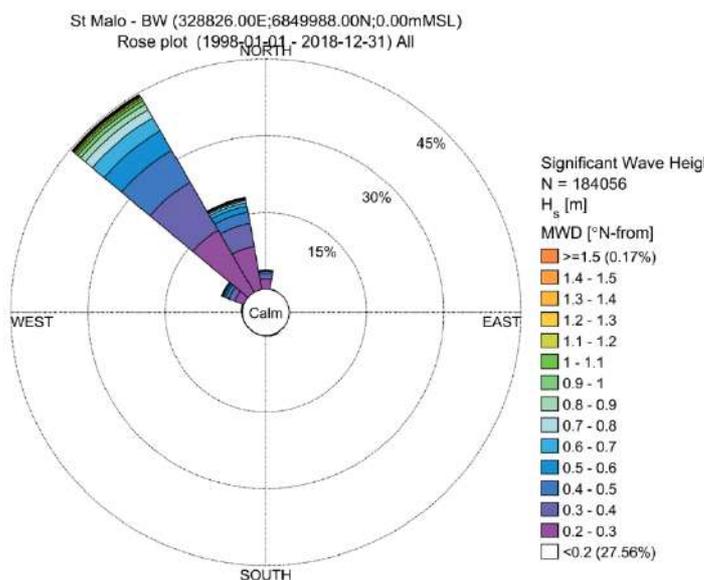


Figure 3-41 : Rose des houles au point d'extraction sur la période 1998-2018 (résolution : 22.5°) au point Saint-Malo_BW

Les roses mensuelles sont données en annexe B pour ce point Saint-Malo_BW.

3.3.2.3.3. Distributions statistiques

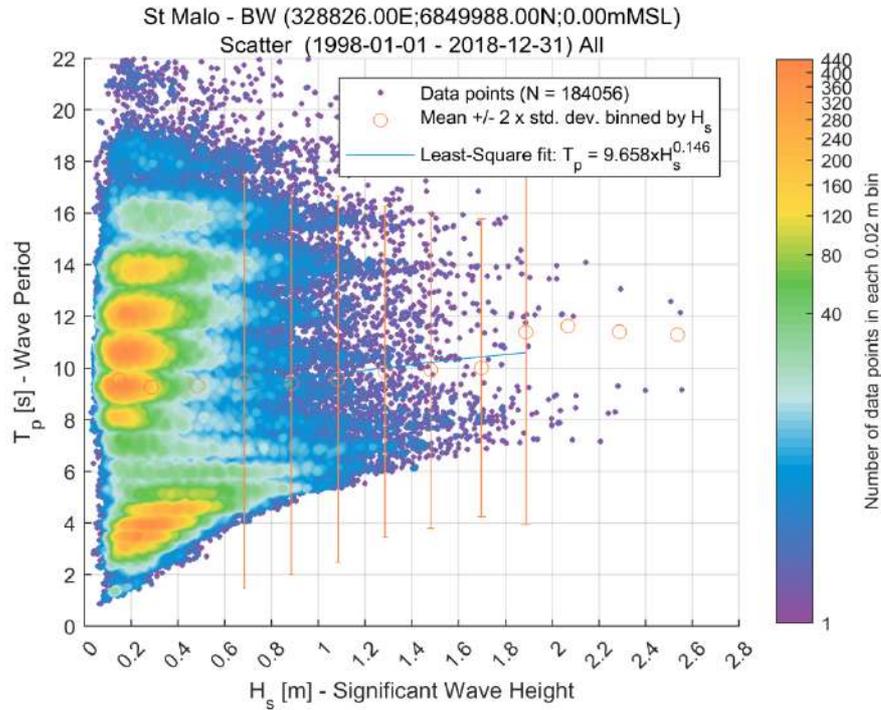


Figure 3-42 : Diagrammes de distribution Tp/ Hs au point d'extraction sur la période 1998-2018.

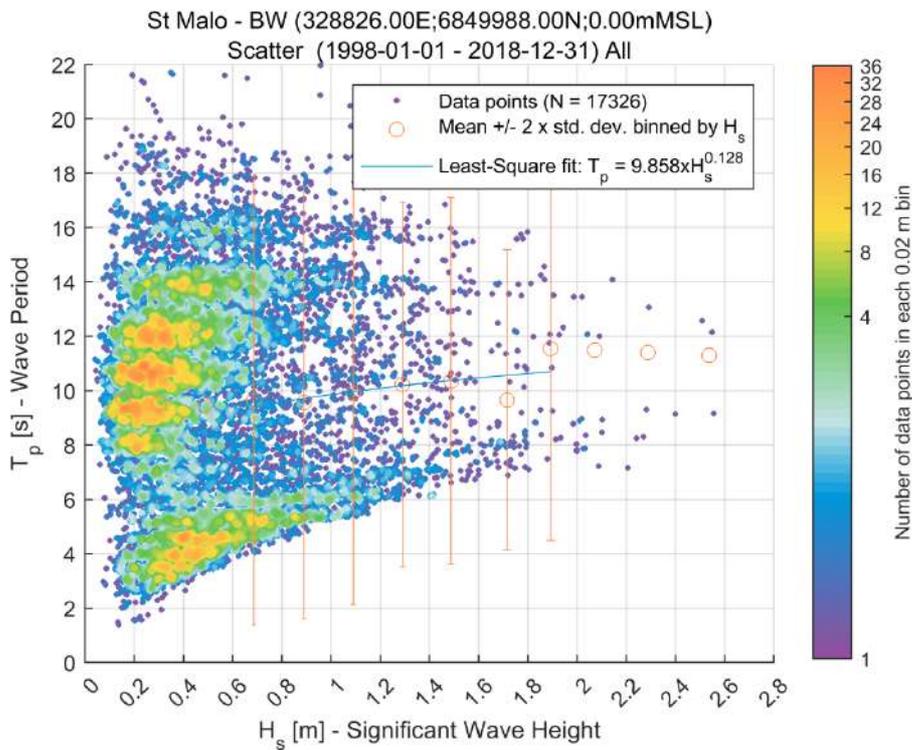


Figure 3-43 : Diagrammes de distribution Tp/ Hs au point d'extraction sur la période 1998-2018 – pour un niveau d'eau supérieur au niveau moyen (NM)

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

3.3.2.3.4. Probabilité de dépassement

Le tableau suivant présente la probabilité de dépassement des hauteurs significatives. L'analyse est réalisée pour des valeurs annuelles ainsi que mensuellement. Le graphique suivant présente les courbes correspondant à ces analyses.

La valeur de hauteur significative dépassée 1% du temps est d'environ 1,1m. D'après l'analyse mensuelle, cette valeur évolue de 0,7m pour le mois de juin à 1,4m pour le mois de décembre, la période estivale présentant des valeurs plus faibles que la valeur annuelle et la période hivernale des valeurs plus importantes.

Tableau 7 : Probabilité de dépassement des hauteurs significatives au point Saint-Malo_BW : Analyse annuelle et mensuelle

Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) 101 - Monthly

	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.1	97.074	98.765	98.616	97.465	96.819	95.462	96.501	97.145	97.472	95.516	95.744	97.493	97.968
0.2	72.436	83.966	83.080	75.147	70.311	66.001	62.474	66.481	66.020	66.124	69.700	81.111	79.437
0.3	45.171	63.336	60.413	48.758	40.966	35.804	30.966	33.218	32.905	37.679	41.519	58.869	56.605
0.4	27.345	45.564	42.194	30.812	22.533	17.742	13.796	14.747	15.777	19.649	24.635	39.537	42.029
0.5	16.688	31.772	28.583	19.124	11.792	8.999	5.886	6.676	7.431	10.926	14.932	25.794	29.024
0.6	10.488	21.921	19.815	11.962	6.303	4.807	2.440	3.040	3.463	6.177	9.127	16.918	20.396
0.7	6.568	14.830	13.203	7.527	3.604	2.535	0.999	1.402	1.555	3.538	5.421	10.701	13.864
0.8	4.201	9.889	8.846	4.864	2.024	1.229	0.569	0.589	0.659	2.004	3.328	6.938	9.724
0.9	2.705	6.727	5.811	3.053	1.085	0.653	0.357	0.179	0.301	0.952	2.131	4.550	6.820
1	1.749	4.397	4.005	2.029	0.767	0.384	0.212	0.077	0.154	0.437	1.376	2.890	4.378
1.1	1.109	3.008	2.572	1.325	0.456	0.198	0.126	0.038	0.058	0.192	0.838	1.700	2.872
1.2	0.708	2.016	1.644	0.838	0.251	0.128	0.020	0.013	0.019	0.099	0.518	1.005	1.987
1.4	0.285	0.788	0.646	0.378	0.079	0.028	-	-	-	-	0.230	0.317	0.981
1.6	0.104	0.301	0.288	0.186	-	-	-	-	-	-	0.064	0.046	0.365
1.8	0.039	0.154	0.098	0.077	-	-	-	-	-	-	0.006	-	0.128
2	0.015	0.064	0.049	0.045	-	-	-	-	-	-	-	-	0.026
2.2	0.006	0.032	0.007	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.4	0.002	0.013	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

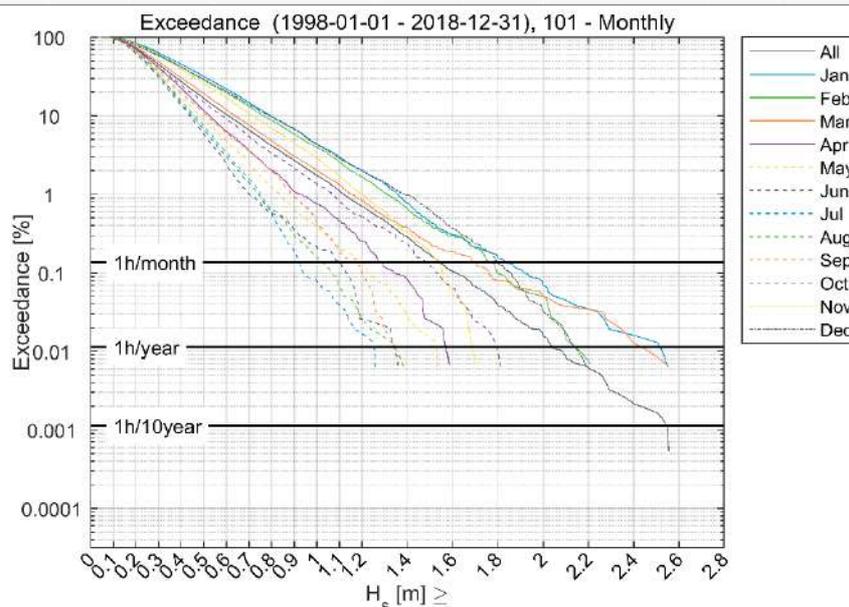


Figure 3-44 : Graphique des probabilités de dépassement des hauteurs significatives au point Saint-Malo_BW : Analyse annuelle et mensuelle

3.3.3. Identification des conditions de houles en vue des tests sur la nouvelle implantation des infrastructures projet de l'avant-port

Dans le cadre des études de navigabilité à venir, les compagnies de ferries ont indiqué vouloir que soient considérées un certain nombre de situations, telles que :

- ▶ courant de flot important ;
- ▶ vents de SW et NW respectivement de 50 et 40 nœuds ;
- ▶ visibilité réduite ;
- ▶ manœuvre de jour et de nuit ;
- ▶ présence ou non du Pont Aven au poste P2 ;
- ▶ tenue du navire amarré au poste P1 lors des manœuvres du Pont Aven à P2.

Ces conditions « d'exercice » sont décrites plus précisément et surlignées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 : Liste des exercices devant être déroulés lors de la phase de simulation pour les études de navigabilité

Exo	Jour/nuit	Navire	Poste	Mvt	Hr eau	Vent	Courant	Visibilité	Autre	
Brittany Ferries - Avec Cdre Clipper à P1 avancé au maximum (plastron visuel)										
10	Jour	PA	P2	Entrée	5,50	10	E	PM - 3	Bonne	31/08 – 17h50
11	Jour	PA	P2	Entrée	5,50	40	NW	PM - 3	Bonne	31/08 – 17h50
12	Jour	PA	P2	Entrée	5,50	50	SW	PM - 3	Bonne	31/08 – 17h50
13	Jour	PA	P2	Entrée	5,50	50	SW	PM - 3	Grains	31/08 – 17h50
14	Jour	PA	P2	Entrée	10,95	40	NW	PM - 1,5	Bonne	01/09 – 08h00
15	Jour	PA	P2	Entrée	10,95	50	SW	PM - 1,5	Grains	01/09 – 08h00
16	Nuit	PA	P2	Entrée	5,90	40	NW	PM - 3	Bonne	16/01 – 08h00
17	Nuit	PA	P2	Entrée	5,90	50	SW	PM - 3	Bonne	16/01 – 08h00
18	Nuit	PA	P2	Entrée	5,90	50	SW	PM - 3	Grains	16/01 – 08h00
19	Nuit	PA	P2	Entrée	10,30	40	NW	PM - 1,5	Bonne	14/01 – 08h00
20	Nuit	PA	P2	Entrée	10,30	50	SW	PM - 1,5	Grains	14/01 – 08h00
Brittany Ferries - Avec Cdre Clipper à P1 cul à la rampe (test amarrage réel)										
21	Jour	PA	P2	Entrée	10,95	40	NW	PM - 1,5	Bonne	01/09 – 08h00
22	Jour	PA	P2	Entrée	5,50	50	SW	PM - 3	Bonne	31/08 – 17h50
23	Jour	PA	P2	Sortie	12,20	40	NW	PM + 1	Bonne	01/09 – 10h30
24	Jour	PA	P2	Sortie	5,50	50	SW	PM - 3	Bonne	31/08 – 17h50

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tableau 9 : Suite du Tableau 8.

Exo	Jour/nuit	Navire	Poste	Mvt	Hr eau	Vent	Courant	Visibilité	Autre	
Condor Ferries - Sans Pont Aven à P2										
30	Jour	CC	P1	Entrée	3,50	10	E	PM - 3,5	Bonne	31/08 - 17h20
31	Jour	CC	P1	Sortie	3,50	10	E	PM - 3,5	Bonne	31/08 - 17h20
32	Jour	CC	P1	Entrée	3,50	30	NW	PM - 3,5	Bonne	31/08 - 17h20
33	Jour	CC	P1	Entrée	3,50	30	NW	PM - 3,5	Brume	31/08 - 17h20
34	Jour	CC	P1	Sortie	3,50	30	NW	PM - 3,5	Bonne	31/08 - 17h20
35	Jour	CC	P1	Entrée	3,50	35	SW	PM - 3,5	Bonne	31/08 - 17h20
36	Jour	CC	P1	Entrée	3,50	35	SW	PM - 3,5	Brume	31/08 - 17h20
37	Jour	CC	P1	Sortie	3,50	35	SW	PM - 3,5	Bonne	31/08 - 17h20
38	Nuit	CC	P1	Entrée	11,30	30	NW	PM - 1	Bonne	31/10 - 20h15
39	Nuit	CC	P1	Sortie	10,30	30	NW	PM - 1,5	Bonne	30/11 - 07h50
40	Nuit	CC	P1	Entrée	11,30	35	SW	PM - 1	Bonne	31/10 - 20h15
41	Nuit	CC	P1	Entrée	11,30	35	SW	PM - 1	Grains	31/10 - 20h15
42	Nuit	CC	P1	Sortie	10,30	35	SW	PM - 1,5	Bonne	30/11 - 07h50

L'analyse de ces éléments a permis d'identifier parmi les résultats du modèle Hindcast (Section 3.2.3) 10 événements pour lesquels les conditions décrites ci-dessus correspondent. Les dates et heures de ces événements ainsi que les niveaux d'eau, vitesses et directions de vent associées sont indiqués dans le Tableau 10.

Il est à noter qu'aucune donnée n'a pu être obtenue pour les exercices dont la vitesse de vent est de 50 nœuds. La vitesse de vent maximale des données CFSR de forçage de vent sur la période est en effet de 42 nœuds.

Les plans de houle correspondant à ces différents événements sont présentés en Annexe G. De plus, les caractéristiques des vagues (hauteur significative, période de pic et direction moyenne de provenance) extraites du modèle pour chaque événement aux points 3a, 4, 4a, 5, 5a, 6, 7, 8 sont données dans le document St Malo Extraction Conditions mer.xlsx joint à ce rapport.

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tableau 10 : Date, niveau d'eau, vitesse et direction de vent des évènements extraits du modèle de vagues (Hindcast).

Exercice	Date	Niveau d'eau (mNGF)	Vitesse du vent (nœuds)	Direction (degré)
11	10/02/2009 03:00:00	5,38	35,80	304
12	-	-	-	-
14	09/03/2016 17:00:00⁴	10,61	35,21	321
16	27/12/2017 08:00:00	5,81	36,28	325
17	-	-	-	-
19	09/03/2016 17:00:00	10,61	35,21	321
20	15/01/2008 09:00:00	10,23	32,21	205
23	12/01/2017 18:00:00	12,26	32,72	311
30	08/12/2001 07:00:00	3,44	10,19	90
32	12/01/2016 16:00:00	3,45	26,69	293
38	10/02/2009 05:00:00	11,25	31,57	298
39	28/02/2014 16:00:00	10,05	28,40	328
40	01/01/1998 19:00:00	11,47	36,35	208
42	15/01/2008 09:00:00	10,23	32,21	205

⁴ Les données indiquées en caractères gras dans le tableau correspondent aux dates qui remplissent les conditions de deux exercices et sont donc dédoublées.

3.3.4. Analyse des houles extrêmes au point Saint-Malo_BW

La reconstitution de données sur le climat pendant la période 1998 – 2018 a permis de réaliser une analyse des valeurs extrêmes des conditions d'état de mer au point d'extraction. L'analyse des valeurs extrêmes en ce point a permis d'y définir les caractéristiques des vagues de périodes de retour 1, 5, 10, 25, 50 et 100 ans.

3.3.4.1. Méthode d'estimation des valeurs extrêmes par extrapolation

La méthodologie générale d'analyse des valeurs extrêmes est décrite en annexe C. L'estimation des valeurs extrêmes est typiquement faite par l'ajustement d'une loi de distribution aux valeurs extrêmes des données, identifiée selon :

- ▶ La méthode à seuil (Peak Over Threshold, POT) par laquelle ont été sélectionnés des pics de tempête indépendants supérieurs à un seuil. La valeur de ce seuil dépend de la climatologie locale en chaque point ;
- ▶ La considération d'un nombre moyen annuel d'événements (Average Annual Peak, AAP), qui peut varier de 1 à 4 en général. Cette méthode permet de considérer les événements extrêmes indépendamment d'un seuil prédéfini, et ainsi de généraliser la méthode d'analyse pour tout point.

Les données sélectionnées ont fait l'objet d'un ajustement à une loi de distribution analytique, généralement de type :

- ▶ Exponentielle ;
- ▶ Weibull ;
- ▶ Gumbel ;
- ▶ Distribution Généralisée de Pareto.

Le choix in fine de la loi d'ajustement la plus pertinente dépend de la qualité d'ajustement définie par des indicateurs statistiques (test de stationnarité, test de Khi2, forme de la courbe d'ajustement, ...) et par un contrôle visuel de l'ajustement. Au cas où un ajustement à une loi de distribution analytique pourrait être obtenu avec plusieurs lois complémentaires, une préférence pour un seuil commun aux lois d'ajustement choisies est recommandée.

3.3.4.2. Loi d'ajustement retenue

Différentes lois d'ajustement ont été évaluées sur la base du climat de houles au point d'extraction. Le choix de la loi d'ajustement retenue s'est porté sur la loi de **Weibull à deux paramètres, avec un critère de 2.5 évènements par an en moyenne (AAP $\lambda=2.5$) basée sur une méthode d'estimation des moindres carrés (Least Square, LS)**. Elle présente un bon ajustement sur les données de vagues extrêmes historiques tout en étant légèrement conservative.

3.3.4.3. Détermination des hauteurs de vagues extrêmes

La représentation graphique de l'application de la loi d'ajustement retenue pour le point d'extraction est présentée de la Figure 3-45. Ce graphique montre l'intervalle de confiance autour de la loi d'ajustement. Ces figures comportent également les séries temporelles associées montrant les pics de tempêtes sélectionnés.

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

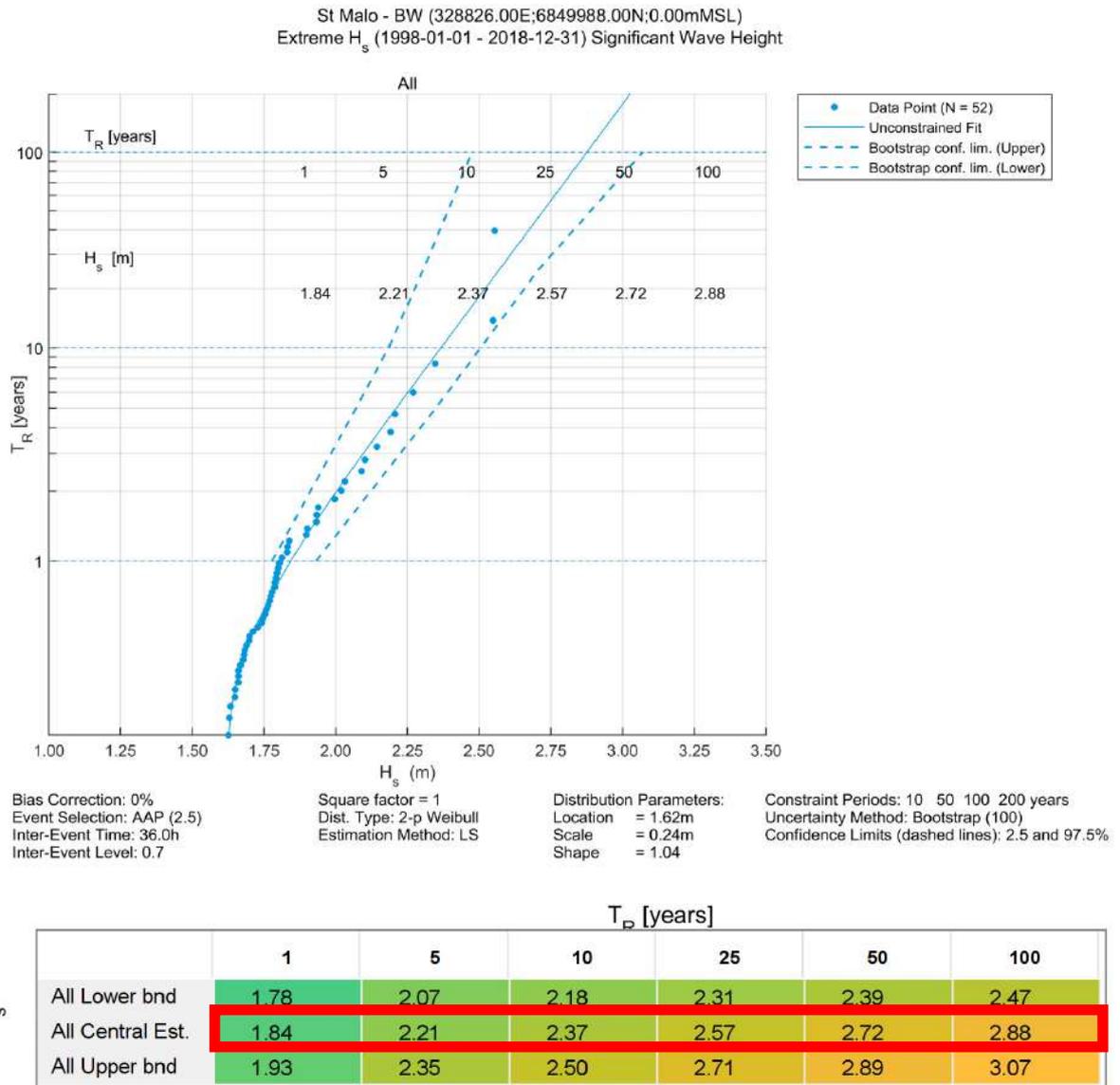


Figure 3-45 : Hauteurs significatives de houles extrêmes avec intervalles de confiance à 2.5 et 97.5% pour la loi 2-p Weibull , AAP $\lambda = 3$ (haut) ; valeurs des H_s extrêmes aux bornes inférieures et supérieures de l'intervalle de confiance (bas).

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

L'estimation des conditions extrêmes suivant la direction de provenance des vagues a été réalisée. Cependant, du fait de la configuration spécifique du site, les événements extrêmes proviennent d'un secteur spécifique nord-nord-ouest. Pour les autres secteurs de provenance, ce sont principalement des mers de vents générées localement, consistant en des états de mer de hauteurs significatives faible.

Les valeurs des vagues extrêmes sont donc données ci-après à titre informatif, dans le tableau suivant. Les graphiques présentant les lois d'ajustement par secteur directionnel sont donnés en Annexe D.

Tableau 11 : Valeurs extrêmes directionnelles de hauteur de vagues

Direction (°N)	Période de retour (Tr année)					
	1	5	10	25	50	100
0-30	0.49	0.68	0.78	0.94	1.07	1.21
30-60	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
60-90	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
90-120	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
120-150	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
150-180	0.35	0.46	0.50	0.56	0.60	0.64
180-210	0.31	0.43	0.47	0.53	0.57	0.61
210-240	0.26	0.36	0.39	0.44	0.47	0.49
240-270	0.31	0.43	0.48	0.55	0.60	0.64
270-300	0.50	0.63	0.69	0.75	0.81	0.86
300-330	1.83	2.21	2.37	2.57	2.71	2.86
330-360	1.43	1.80	1.96	2.18	2.34	2.50
Omnidirectionnel	1.84	2.21	2.37	2.57	2.72	2.88

4. Etudes d'agitation

4.1. Introduction

L'objectif de la présente étude est de fournir des conditions hydrauliques dans et aux abords du port de Saint Malo, dans le cadre du projet d'aménagement du poste 1, des embectages et des accès nautiques.

Sur la base de modélisations de propagation/génération d'état de mer et d'agitation dans les bassins portuaires, les éléments à transmettre consistent en les séries temporelles des états de mer à 20 ans et les statistiques associées. Les zones concernées sont les zones de navigation à l'extérieur du port. Et à l'intérieur du port, ce sont les zones de navigation, d'amarrage et au droit du futur ouvrage

DHI réalise donc les prestations suivantes :

- ▶ Tâche 1 : Reconstitution d'état de mer sur vingt ans au pas horaire, à l'échelle régionale au large de Saint-Malo – à l'aide du module de houle spectrale de propagation MIKE 21 SW de la suite logicielle MIKE de DHI ;
- ▶ Tâche 2 : Analyse statistique et des valeurs extrêmes des vagues à partir de la climatologie ainsi obtenue ;
- ▶ Tâche 3 : Modélisation de l'agitation portuaire au niveau de l'avant-port et du port à l'aide du module d'agitation portuaire MIKE 21 BW de la suite logicielle MIKE de DHI.

Ce chapitre décrit pour la tache 3 (études d'agitation) les modèles numériques mis en œuvre et présente les analyses statistiques et extrêmes.

4.2. Modèle d'agitation

4.2.1. Présentation du modèle numérique

Le modèle MIKE 21 BW, développé et commercialisé par DHI, est un modèle qui permet d'étudier la dynamique des vagues dans les ports et les zones côtières. C'est un modèle temporel à résolution de phase, qui peut simuler la plupart des phénomènes affectant les vagues, notamment la réfraction, le rapprochement/rehaussement (shoaling), la diffraction, le déferlement, la réflexion et la transmission partielles, les interactions non linéaires entre vagues, la dispersion en fréquences et la dispersion directionnelle. Le modèle permet de simuler des vagues régulières et irrégulières (correspondant à l'état de la mer) en 3D. C'est un modèle de houle de type Boussinesq.

Les données suivantes sont nécessaires à la modélisation :

- ▶ Bathymétrie numérisée ;
- ▶ Paramètres de base du modèle : étendue de la zone modélisée, largeur de maille du maillage de modélisation, pas de temps et durée de simulation ;
- ▶ Houle incidente décrite par des séries temporelles linéaires aux frontières de la zone modélisée ou par des lignes de génération interne de vagues. Préalablement à la simulation, ces séries temporelles sont générées à partir des spectres de houle spécifiés ;
- ▶ Porosités i.e. coefficients de réflexion et de transmission qui décrivent les propriétés de réflexion et de transmission de tous les ouvrages et obstacles naturels (brise-lames, quais, plages, etc.) compris dans la zone modélisée. La réflexion est décrite par la porosité de la maille la plus proche de l'élément qui réfléchit la houle ;

- ▶ Spécification des couches absorbantes ("éponges"). Ce sont des zones qui absorbent la totalité de l'énergie des vagues qui s'y propagent, ne générant ainsi aucune réflexion. Les couches éponges servent à faire en sorte qu'aucune réflexion artificielle intempestive (par exemple issue des frontières du modèle) ne vienne perturber les résultats dans la zone d'intérêt.

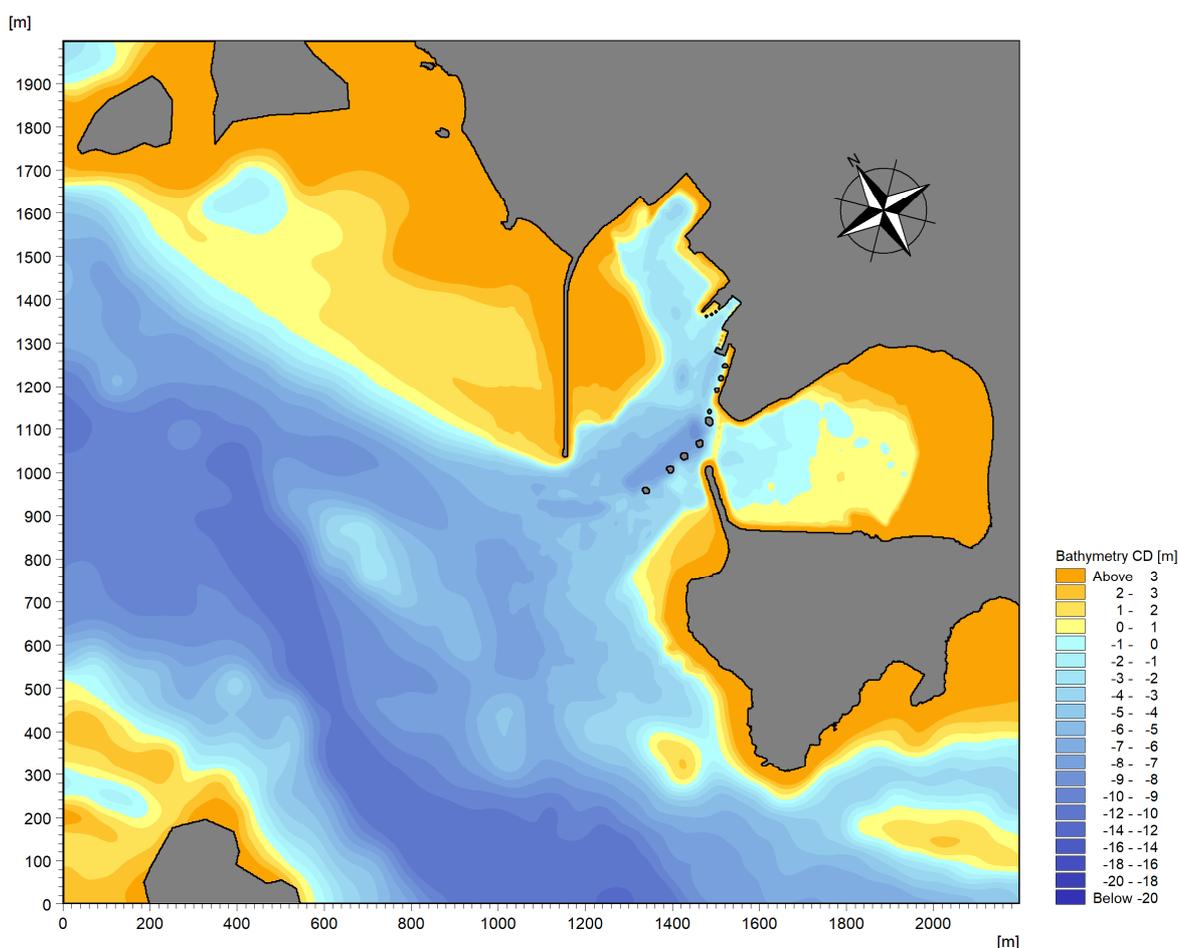
A noter que le modèle prend en compte le déferlement pour l'ensemble des conditions étudiées.

Il est précisé que les vagues générées en entrée et à l'intérieur du bassin portuaire par les vents locaux ne sont pas prises en compte dans la présente étude.

4.2.2. Emprise du modèle et maillage

La Figure 4-1 illustre la bathymétrie utilisée par le modèle. Cette bathymétrie provient des sources suivantes :

- ▶ les données extraites de la base de données bathymétriques digitalisées MIKE CMAP ;
- ▶ les données MNT SHOM façade atlantique et Manche
- ▶ les données LITTO3D du SHOM le long du littoral
- ▶ les données locales de relevé bathymétrique au niveau du port



De plus, un des plans masse envisagés pour le futur poste 1 a été transmis par ARTELIA. Il s'agit d'une configuration pénalisante pour l'agitation car les contours du terre-plein sont verticalisés (combiwall, donc induisent de la réflexion).

L'emplacement des navires accostant au poste 1 correspond au contour orange sur la figure ci-dessous. La future souille du poste 1 sera à -5.30 mCM.

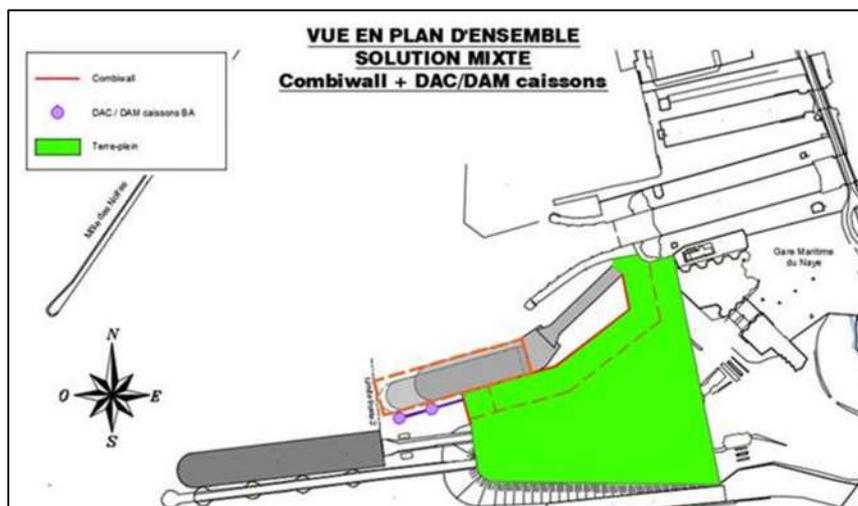


Figure 4-2 : plan masse envisagé pour le projet de futur poste 1 (source ARTELIA)

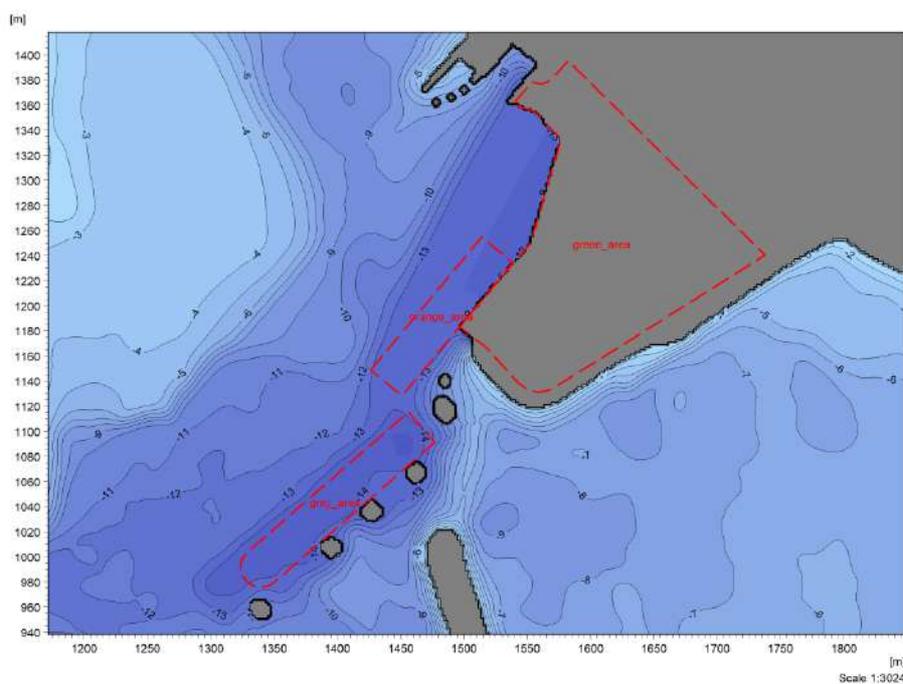


Figure 4-3 : Zoom de la bathymétrie pour le modèle d'agitation au niveau de la zone projet

4.2.3. Modèle d'agitation MIKE 21 BW

Le modèle d'agitation MIKE 21 BW résout les équations classiques et améliorées de Boussinesq. Dans cette étude, les équations améliorées ont été appliquées. Les équations améliorées diffèrent de la formulation classique par l'inclusion de termes de correction (appelés «termes en eau profonde »).

La résolution spatiale a été fixée à 2 ou 3 m selon les périodes de houle simulées. La valeur minimale de la profondeur d'eau dans le modèle est liée à la période minimale ainsi qu'à la taille du maillage : un minimum de mailles est nécessaire pour résoudre les plus petites longueurs d'ondes. En pratique, le choix de la taille des mailles, la période minimale et par conséquent la valeur minimale de la profondeur d'eau est un compromis entre le temps de simulation et la précision désirée. Pour l'ensemble des simulations, le déferlement a été inclus.

4.2.4. Conditions aux limites

4.2.4.1. Conditions opérationnelles

Une houle non régulière, constituée de vagues aléatoires, définie par sa hauteur significative, sa période de pic et son étalement directionnel, a été appliquée au niveau de la ligne de génération avec les hypothèses suivantes :

- ▶ Hauteur incidente : $H_{m0} = 1 \text{ m}$;
- ▶ Valeur du gamma pour le modèle de JONSWAP : 3.3 ;
- ▶ Etalement directionnel : 30° .

Dans cette étude, il est important de noter que les conditions de houle au point Saint_Malo_BW (voir Figure 4-4) est utilisé comme référence : le modèle et les conditions limites ont été ajustés afin de respecter les conditions en ce point.

Point Saint-Malo BW
Coordonnées:
E: 328826
N: 6849988

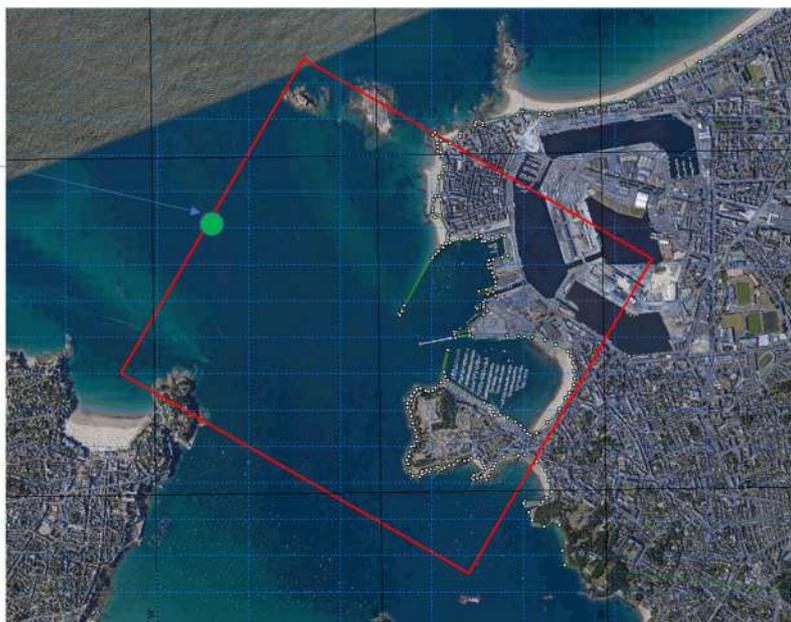


Figure 4-4 : étendue du modèle d'agitation et localisation du point « Saint_Malo_BW » ayant servi à la détermination des conditions d'état de mer à étudier

Les résultats d'analyses statistiques des conditions d'états de mer au point Saint_Malo_BW sont donnés ci-après dans les Tableau 12 à Tableau 14. Ces analyses ont été réalisées à partir d'un historique d'états de mer sur la période 1998 - 2018 (voir Réf 1).

Dans le but de créer une matrice de transfert entre les conditions au point Saint_Malo_BW et la zone du poste 1, des simulations d'agitation ont été réalisées pour différentes combinaisons de niveaux d'eau, de périodes pic et directions moyennes de provenance des vagues.

D'après le Tableau 12, les vagues les plus énergétiques proviennent des secteurs 310°N à 350°N . De plus les vagues pouvant atteindre le port sont contraintes au secteur de provenance 290°N à 330°N . A

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

noter que l'étude d'agitation ne prend pas en compte les phénomènes de clapot générés localement par le vent.

Pour les niveaux d'eau, le Tableau 13 indique que les états de mer les plus énergétiques correspondent logiquement aux niveaux d'eau élevés, soit les niveaux supérieurs au niveau moyen (NM).

Concernant les périodes, le Tableau 14 indique que les périodes pic des états de mer s'étalent de 2 à 22s. A noter que du fait des limitations de représentation du modèle numérique, la période de pic minimum simulée est de 5s.

Tableau 12 Tableaux des occurrences de distribution MWD/Hs pour le point Saint-Malo_BW

(328826.00E;6849988.00N;0.00mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
 Hs [m] – Significant Wave Height

	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	Total	Accum
[330-350[	11.596	13.129	3.450	1.051	0.406	0.162	0.062	0.027	0.007	0.004	0.001	0.001	-	-	29.895	100.0...
[310-330[	10.384	24.846	11.606	4.775	1.951	0.854	0.358	0.153	0.058	0.020	0.009	0.004	0.002	-	55.018	70.105
[290-310[	1.444	3.110	1.125	0.338	0.078	0.021	0.002	-	-	-	-	-	-	-	6.118	15.087
[270-290[	0.377	0.261	0.007	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.646	8.969
[250-270[	0.216	0.092	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.311	8.323
[230-250[	0.164	0.061	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.226	8.012
[210-230[	0.153	0.048	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.202	7.786
[190-210[	0.204	0.064	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.270	7.584
[170-190[	0.477	0.102	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.586	7.314
[150-170[	0.566	0.210	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.784	6.728
[130-150[	0.092	0.039	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.134	5.944
[110-130[	0.015	0.012	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.028	5.810
[90-110[	0.005	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013	5.782
[70-90[	0.002	0.005	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	5.769
[50-70[	0.002	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	5.761
[30-50[	0.007	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	5.756
[10-30[	0.146	0.089	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.237	5.749
[-10-10[	1.716	3.011	0.639	0.121	0.017	0.004	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	5.512	5.512
Total	27.564	45.091	16.857	6.287	2.452	1.040	0.424	0.181	0.065	0.023	0.009	0.004	0.002	-	100.0...	-
Accum	27.564	72.655	89.512	95.799	98.251	99.292	99.715	99.896	99.961	99.985	99.994	99.998	100.0...	100.0...	-	-

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tableau 13 Tableaux des occurrences de distribution Hs/Niveau d'eau (ref NM) pour le point Saint-Malo_BW

(328826.00E;6849988.00N;0.00mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
 Hs [m] – Significant Wave Height

	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	Total	Accum
[7-8[	-	0.001	-	-	0.001	-	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	0.002	100.0...
[6-7[	0.030	0.117	0.087	0.049	0.024	0.022	0.009	0.008	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	-	0.357	99.998
[5-6[	0.277	1.002	0.673	0.380	0.178	0.120	0.066	0.030	0.014	0.007	0.003	0.002	-	-	2.751	99.641
[4-5[	0.750	2.483	1.567	0.793	0.346	0.204	0.082	0.045	0.021	0.008	0.004	0.001	-	-	6.304	96.890
[3-4[	1.233	3.584	1.944	0.959	0.451	0.208	0.101	0.041	0.015	0.006	0.001	-	-	-	8.543	90.587
[2-3[	1.777	4.638	2.384	1.037	0.496	0.210	0.081	0.040	0.009	0.002	-	-	-	-	10.674	82.044
[1-2[	1.976	4.737	2.253	0.889	0.392	0.136	0.050	0.012	0.002	-	-	-	-	-	10.447	71.369
[0-1[	2.033	4.322	1.854	0.708	0.242	0.077	0.029	0.003	0.001	-	-	-	-	-	9.268	60.922
[-1-0[	2.280	4.539	1.725	0.591	0.170	0.048	0.005	0.001	-	-	-	-	-	-	9.338	51.654
[-2--1[	3.101	5.483	1.778	0.472	0.108	0.014	0.001	-	-	-	-	-	-	-	10.957	42.316
[-3--2[	4.072	5.847	1.427	0.306	0.042	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	11.695	31.359
[-4--3[	4.398	4.691	0.836	0.093	0.004	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	10.023	19.665
[-5--4[	3.817	2.858	0.295	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.978	9.642
[-6--5[	1.720	0.754	0.034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.507	2.663
[-7--6[	0.122	0.035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.156	0.156
[-8--7[-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	27.564	45.091	16.857	6.287	2.452	1.040	0.424	0.181	0.065	0.023	0.009	0.004	0.002	-	100.0...	-
Accum	27.564	72.655	89.512	95.799	98.251	99.292	99.715	99.896	99.961	99.985	99.994	99.998	100.0...	100.0...	-	-

Tableau 14 Tableaux des occurrences de distribution Hs/Tp pour le point Saint Malo BW

(328826.00E;6849988.00N;0.00mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
 Hs [m] – Significant Wave Height

	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	Total	Accum
[20-22[	0.035	0.063	0.021	0.012	0.006	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	0.142	99.984
[18-20[	0.128	0.290	0.120	0.060	0.027	0.015	0.005	0.004	0.001	0.002	-	0.001	-	-	0.652	99.841
[16-18[	0.360	0.970	0.635	0.304	0.091	0.034	0.015	0.004	0.002	0.002	0.002	0.001	-	-	2.419	99.189
[14-16[	1.225	3.272	1.839	0.774	0.268	0.102	0.041	0.014	0.004	0.002	0.001	-	-	-	7.542	96.771
[12-14[	4.425	8.477	3.074	0.949	0.301	0.112	0.053	0.023	0.010	0.004	0.003	0.001	0.001	-	17.433	89.228
[10-12[	7.828	9.688	2.295	0.611	0.259	0.130	0.058	0.028	0.007	0.002	-	-	-	-	20.905	71.796
[8-10[	6.890	6.130	1.385	0.656	0.287	0.147	0.075	0.045	0.023	0.007	0.003	0.002	0.001	-	15.649	50.890
[6-8[	1.953	2.861	1.617	1.024	0.714	0.400	0.174	0.064	0.018	0.005	0.002	0.001	-	-	8.834	35.241
[4-6[	1.290	6.616	5.196	1.891	0.497	0.096	0.003	-	-	-	-	-	-	-	15.589	26.408
[2-4[	3.272	6.678	0.674	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.628	10.818
[0-2[	0.152	0.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.191	0.191
Total	27.557	45.083	16.857	6.286	2.451	1.040	0.424	0.181	0.065	0.023	0.009	0.004	0.002	-	99.984	-
Accum	27.557	72.640	89.498	95.784	98.235	99.275	99.699	99.880	99.945	99.968	99.978	99.982	99.984	99.984	-	-

Pour la construction de la matrice, 36 simulations ont été mises en œuvre, l'approche étant que pour les cas non simulés pouvant générer de l'agitation au niveau du poste 1, les valeurs de la matrice sont soit interpolées (valeurs de période et direction encadrées), soit extrapolées (valeurs non encadrées) de manière conservatrice. Le Tableau 15 ci-après présente les différents cas de niveaux d'eau, périodes pic et directions moyennes d'états de mer modélisés.

Tableau 15 Paramètres d'états de mer aux conditions aux limites pour les différentes simulations de conditions opérationnelles.

Niveau d'eau	Période de pic de la houle [s]	Direction moyenne de la houle [° N]
NM : + 0.00 m NM	5	310
PMME: + 2.52 m NM	7	330
PMVE : + 5.42 m NM	10	
	13	
	17	
	21	

4.2.4.2. Conditions extrêmes

La définition des cas extrêmes s'appuie sur les résultats issus de l'étude de propagation. Les caractéristiques de ces événements sont présentées dans le Tableau 16 correspondant au point Saint_Malo_BW.

Tableau 16 Sélection de cas extrêmes à la frontière du modèle

Cas	H _{m0} (m)	T _p (s)	MWD (°N)	Niveau d'eau (Z _e - m NM)
1	Hs1=1.8	10.6	310	+5.4
2	Hs5=2.2	10.9	310	+5.4
3	Hs10=2.4	11.0	310	+5.4
4	Hs25=2.6	11.1	310	+5.4
5	Hs50=2.7	11.2	310	+5.4
6	Hs100=2.9	11.3	310	+5.4

Le modèle de conditions extrêmes est configuré avec les hypothèses suivantes : un gamma de JONSWAP égal à 3.3 et un étalement directionnel de 30°.

4.2.4.3. Durée de simulation

La durée de simulation couvre une heure. Les dix premières minutes servent à initialiser le modèle, les 50 dernières minutes (suffisantes pour couvrir l'ensemble du spectre et pour déterminer la valeur de H_{m0}) servent à déterminer les propriétés d'agitation.

4.2.4.4. Réflexion des vagues

Par définition, toutes les limites de la zone modélisée absorbent les vagues, sauf à l'intérieur du port. Cela signifie que toute l'énergie qui atteint les limites (en mer ou à la côte) est absorbée.

Le coefficient de réflexion est défini par : $C_R = \frac{H_R}{H_i}$

Avec H_R la hauteur de vague réfléchi et H_i la hauteur de la vague incidente.

Le long des enrochements et des brise-lames, une réflexion partielle est modélisée. Pour les conditions considérées ici, les brise-lames en enrochements ont un taux de réflexion de 50%. Pour le reste des ouvrages portuaires, une réflexion proche de 100% est considérée.

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

De plus, dans l'objectif de déterminer l'incidence des vagues en pied du futur ouvrage du poste 1, deux cas de simulation ont été considérés :

- ▶ Un premier cas pour lequel l'ouvrage est considéré avec une réflexion totale (mur vertical) ;
- ▶ Un second cas pour lequel le contour correspondant à l'ouvrage est absorbant (aucune réflexion). A noter que dans ce cas, les vagues sont toutefois réfléchies par les autres structures du port.

Ces deux cas de simulation ont été mis en œuvre pour déterminer :

- ▶ Les directions des vagues incidentes pour les études des conditions opérationnelles ;
- ▶ Les caractéristiques des vagues incidentes (H_{m0} , MWD) en conditions extrêmes pour les études de dimensionnement.

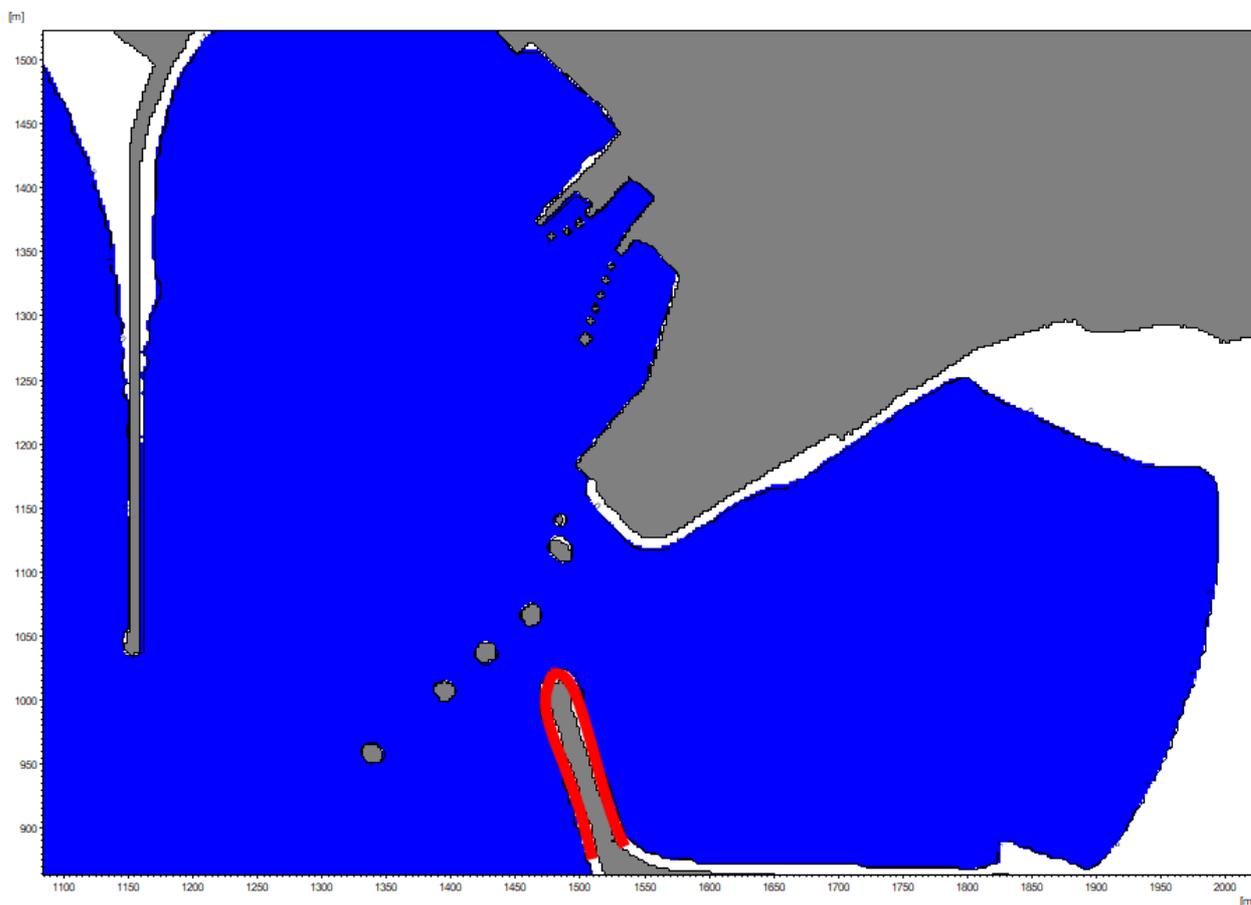


Figure 4-5 . Exemple de carte de coefficient de réflexion imposé au contour du modèle : Les zones en rouge correspondent aux enrochements (coefficient de réflexion 0.5), Les autres structures sont considérées comme totalement réfléchissantes.

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

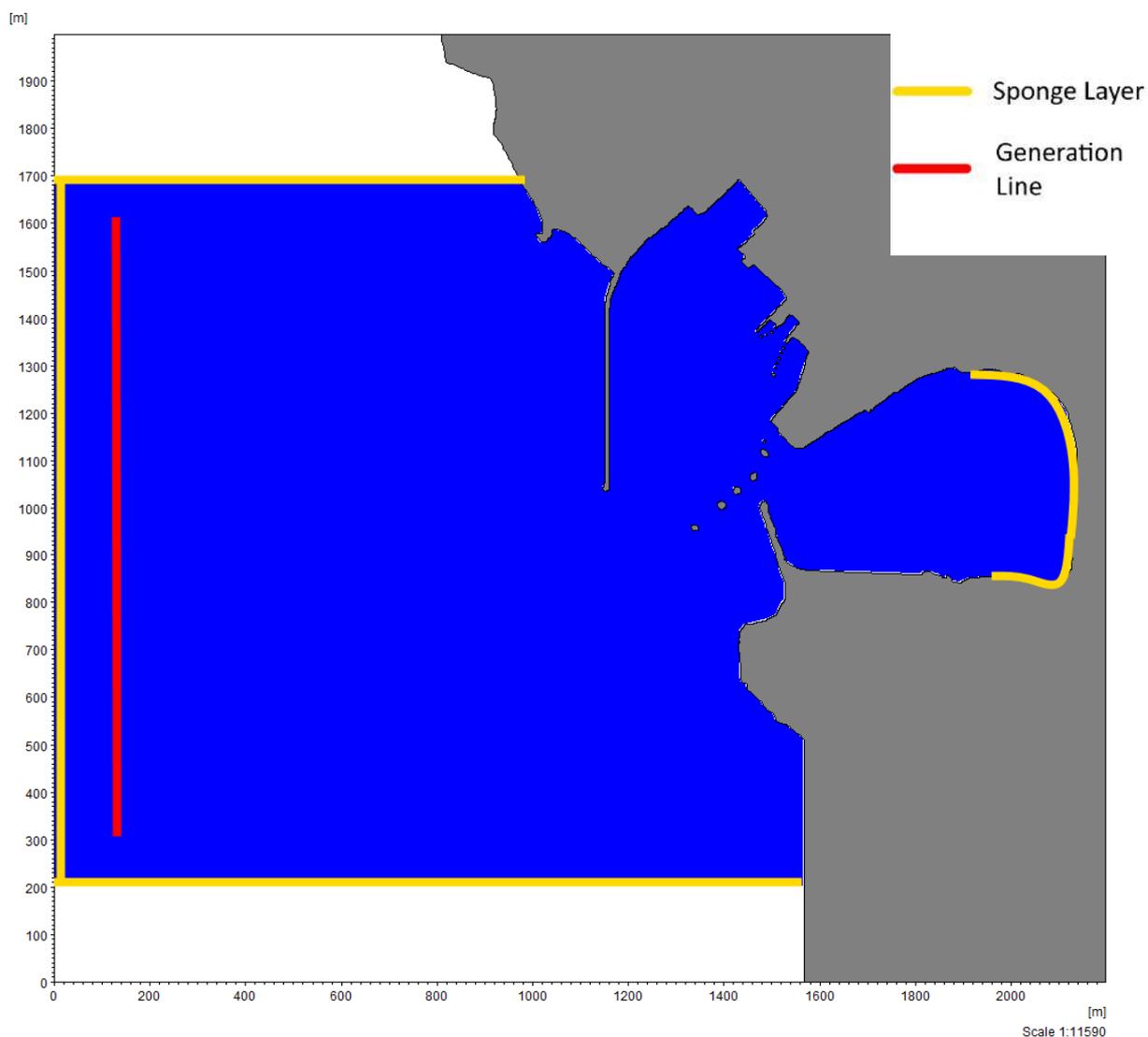


Figure 4-6 : Exemple de carte des couches absorbantes du modèle : Les zones jaunes indiquent la position des couches absorbantes. La bande rouge correspond à la ligne de génération des vagues.

4.3. Conditions au poste 1

4.3.1. Méthodologie

Pour établir la base de calcul des conditions opérationnelles au poste 1, le modèle d'agitation des vagues a été appliqué à la série temporelle à long-terme des conditions au point Saint_Malo_BW.

On rappelle que les vagues générées à l'intérieur du bassin portuaire par les vents locaux ne sont pas prises en compte dans la présente étude.

La fonction de transfert décrivant l'évolution des hauteurs de vague de l'entrée du port au Poste 1 a été établie. Elle a ensuite servi à générer des séries temporelles à long terme de hauteurs de vague au niveau du poste, en vue d'analyses statistiques et d'amarrage ultérieures. L'emplacement du poste est présenté sur la Figure 4-7 ci-dessous (zone rouge).

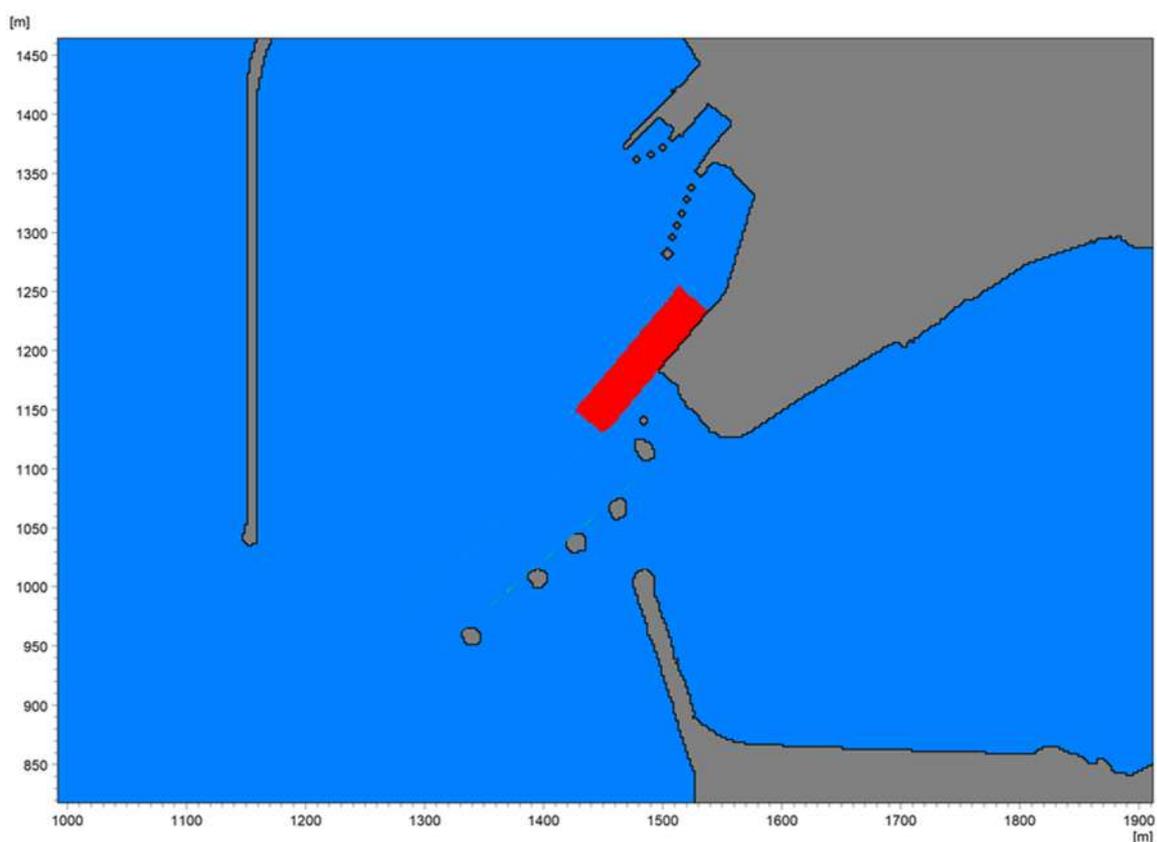


Figure 4-7 : Emplacement considéré pour l'analyse des résultats pour le cas projet

4.3.1.1. Extraction des résultats de simulation

Dans la zone du poste, la valeur moyenne du coefficient d'agitation a été calculée pour chaque scénario de vague incidente. Le coefficient d'agitation est défini comme le rapport entre la hauteur significative H_{m0} moyenne des vagues dans la zone du poste et la hauteur significative H_{m0} des houles de référence au point Saint_Malo_BW. Pour la zone correspondant au poste, la moyenne des H_{m0} a été déterminée en prenant en compte les valeurs de H_{m0} calculées aux mailles couvertes par l'aire du navire.

Par ailleurs, la direction moyenne des houles (MWD) a été estimée en post-traitant les résultats des simulations. Il convient de noter que les directions moyennes des vagues représentent des vagues simultanées provenant de différentes directions en raison de la réflexion sur les structures. La direction moyenne des vagues a été estimée en calculant le spectre directionnel pour chaque simulation en utilisant la méthode de l'entropie maximum (MEM). Les prérequis pour appliquer cette méthode sont le spectre propre et le spectre conjoint de surface libre et des deux composantes directionnelles de la vitesse de vagues. Ces trois paramètres ont donc été extraits aux points d'intérêt.

4.3.1.2. Fonctions de transfert

À partir des coefficients d'agitation extraits pour la zone du Poste 1, une fonction de transfert en 3D (surface) a été établie à partir des résultats de simulation. De cette fonction de transfert, les conditions de vagues au poste ont été déduites, pour toutes les combinaisons pertinentes de période de pic et de direction moyenne de la houle au point Saint_Malo_BW.

Pour une combinaison donnée de paramètres d'état de mer des vagues incidentes (hauteur significative, période de pic et direction moyenne de la houle) au point Saint_Malo_BW, la hauteur significative moyenne dans la zone de référence au poste est calculée en multipliant la valeur de la fonction de transfert (surface) par la hauteur significative de la houle au point Saint_Malo_BW.

Tableau 17 : Exemple d'utilisation d'une fonction de transfert 3D (surface) pour trouver un coefficient d'agitation.

Conditions de houle en P1	Conditions de houle en P1		
	Hm0	MWD	T _p
	1,12m	270°N	10s
Fonction de transfert des coefficients d'agitation au Poste 1			
	Coefficients d'agitation	0,33	
Hauteur de vague au Poste 1	0,33*1,12m = 0,37m		

Comme toutes les combinaisons de période et de direction de vague incidente n'ont pas été modélisées, les simplifications suivantes ont été adoptées :

- ▶ Pour les directions/périodes, niveaux d'eau compris entre des valeurs effectivement modélisées : interpolation linéaire ;
- ▶ Pour des périodes pic inférieures à 5 s : de 3 à 5s, application des résultats de la période de pic de 5s, inférieures à 3s, hauteurs de vague forcée à zéro ;
- ▶ Pour les directions moyennes de vague comprises entre 0° N et 270°N : hauteurs de vague forcée à zéro ;
- ▶ Pour des niveaux d'eau inférieurs au niveau -3m NM : hauteurs de vague forcée à zéro ;
- ▶ Pour des niveaux d'eau supérieurs au niveau PMVE, extrapolation à partir des résultats du PMVE mer.

Les fonctions de transfert (surfaces) sont présentées en figures suivantes.

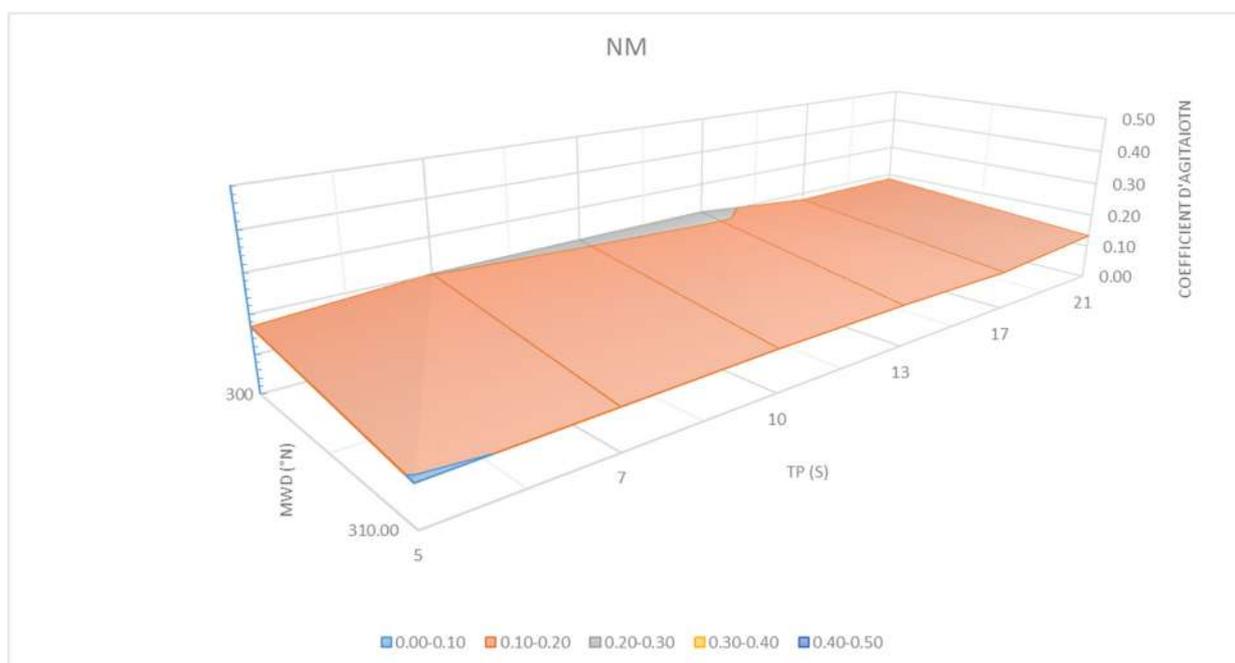


Figure 4-8 : Fonction de transfert (surface) au Poste 1, niveau marin moyen NM.

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

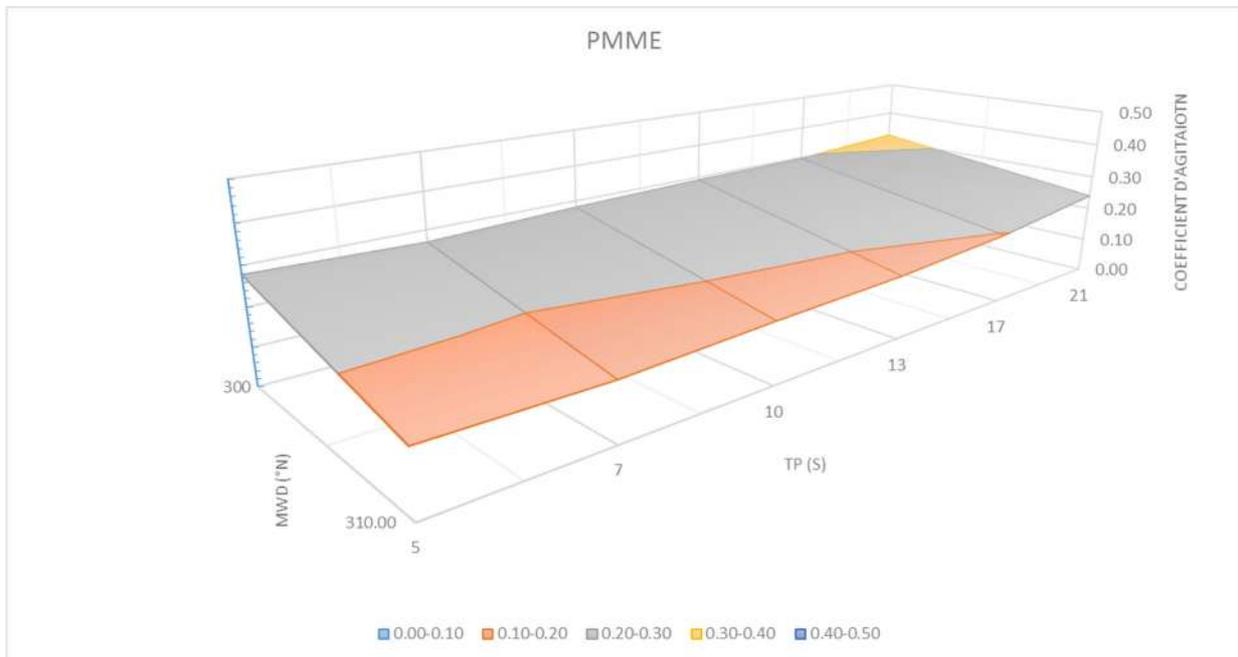


Figure 4-9 : Fonction de transfert (surface) au Poste 1, niveau marin PMME.

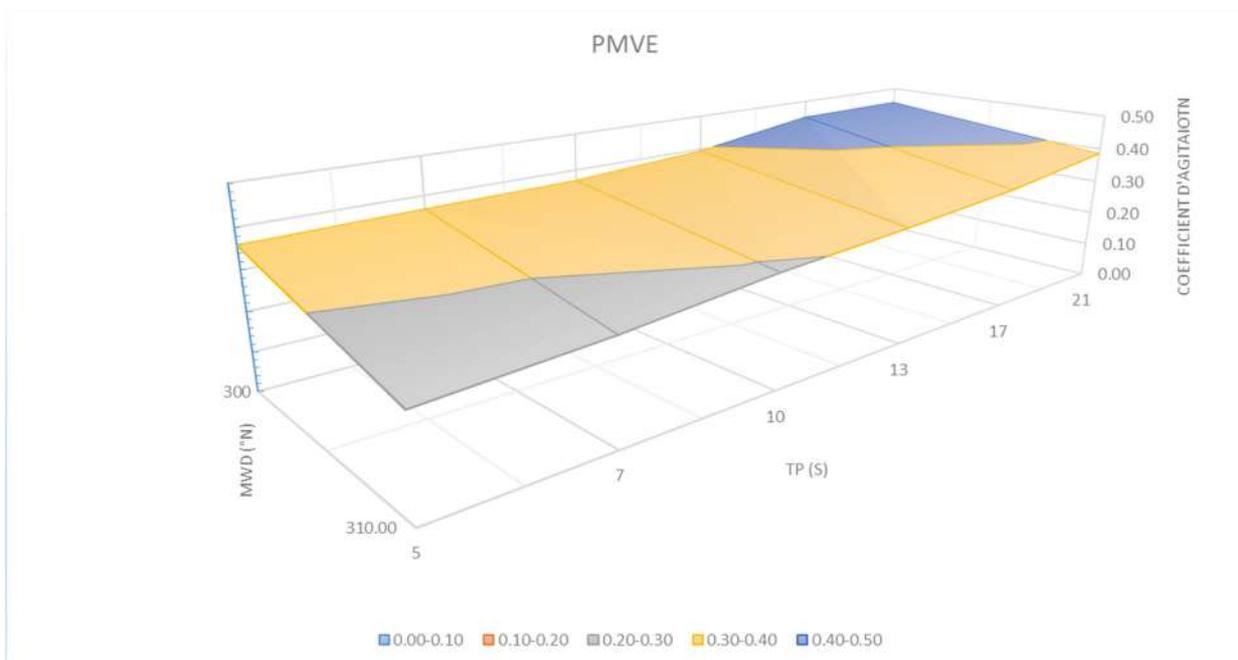


Figure 4-10 : Fonction de transfert (surface) au Poste 1, niveau marin PMVE.

4.3.2. Conditions opérationnelles au Poste 1

La fonction de transfert a permis de calculer la propagation des états de mer depuis l'entrée du port (point Saint_Malo_BW) à la zone du Poste 1, pour chaque pas de temps de 1h tout au long des 21 ans de la série temporelle des conditions d'état de mer à l'entrée du port.

Il en résulte une série temporelle décrivant les conditions au Poste 1 pendant 21 ans qui pourra servir de base à l'étude de tenue à poste. La série temporelle est présentée en Figure 4-11.

De la même manière que pour la hauteur significative (H_{m0}), la direction des vagues (MWD) atteignant la zone a été estimée en appliquant l'approche détaillée dans la Section 4.3.1.2. La rose des houles (H_{m0} , MWD) est présentée sur la Figure 4-12 pour la direction moyenne incidente (non prise en compte de la réflexion sur le futur ouvrage) sur l'empreinte du navire.

Les conditions d'états de mer estimées au Poste 1 ont été transmises au format ASCII pour l'étude de tenue à poste.

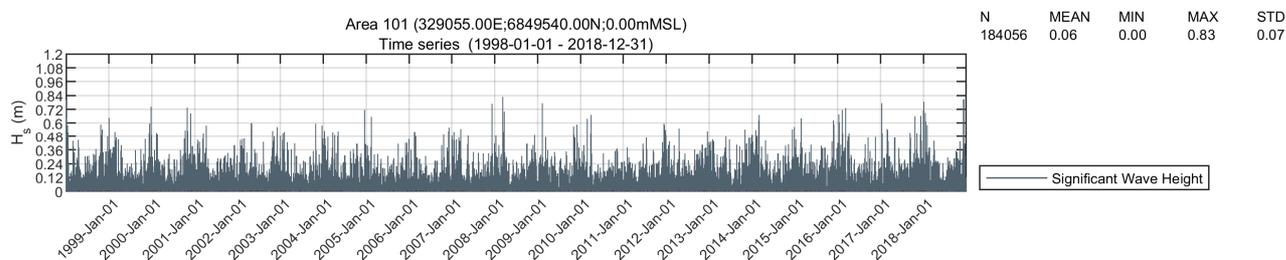


Figure 4-11 : Série temporelle de la hauteur significative au Poste 1.

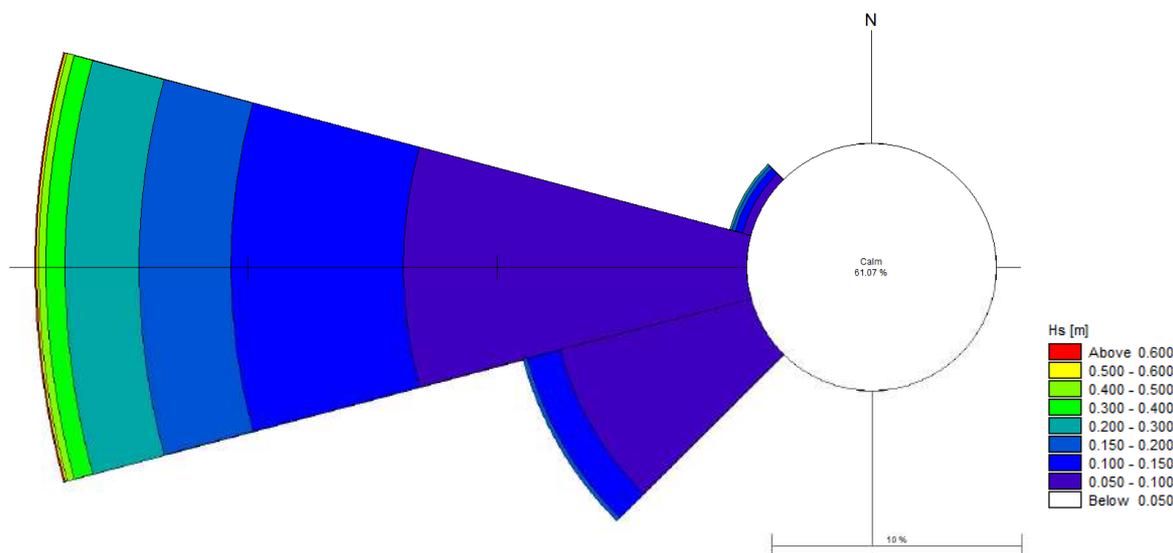


Figure 4-12 : Roses des houles (H_{m0} , direction moyenne) estimées au poste 1, basée sur la série temporelle de 21 années (cas d'étude des vagues incidentes seulement).

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

4.3.2.1. Tableaux d'occurrences

Les tableaux suivants présentent pour le poste 1 les corrélogrammes, Hm0/Tp, Hm0/MWD, Tp/MWD, Hm0/Direction de vent et Hm0/Vitesse vent (données de vent CFSR).

Tableau 18 Tableaux des occurrences de distribution Hm0/Tp pour la zone correspondant au poste 1

Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
Hm0 [m] – Significant Wave Height

	[0-0.05]	[0.05-0.1]	[0.1-0.15]	[0.15-0.2]	[0.2-0.25]	[0.25-0.3]	[0.3-0.35]	[0.35-0.4]	[0.4-0.45]	[0.45-0.5]	[0.5-0.6]	[0.6-0.7]	[0.7-0.8]	[0.8-0.9]	[0.9-1]	[1-1.1]	[1.1-1.2]	Total	Accum
[22-24]	0.005	0.001	0.001	-	0.001	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009	99.993
[20-22]	0.080	0.032	0.015	0.004	0.006	0.003	-	0.001	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	0.142	99.984
[18-20]	0.346	0.155	0.074	0.027	0.026	0.007	0.003	0.002	0.004	0.002	0.004	0.002	-	0.001	-	-	-	0.652	99.841
[16-18]	1.258	0.605	0.267	0.122	0.070	0.044	0.021	0.012	0.007	0.006	0.004	0.002	0.002	-	-	-	-	2.419	99.189
[14-16]	4.147	1.820	0.682	0.357	0.222	0.120	0.061	0.038	0.027	0.018	0.015	0.006	-	-	-	-	-	7.542	96.770
[12-14]	10.674	3.889	1.358	0.757	0.336	0.195	0.083	0.055	0.034	0.021	0.019	0.007	0.004	0.001	-	-	-	17.433	89.228
[10-12]	13.865	4.226	1.577	0.825	0.299	0.126	0.068	0.040	0.032	0.016	0.025	0.004	0.001	-	-	-	-	20.905	71.795
[8-10]	10.097	3.353	1.142	0.444	0.267	0.168	0.062	0.035	0.031	0.019	0.017	0.006	0.005	-	-	-	-	15.649	50.690
[6-8]	3.736	2.447	1.108	0.622	0.367	0.246	0.141	0.072	0.051	0.027	0.015	0.004	-	-	-	-	-	8.834	35.241
[4-6]	7.513	4.338	2.119	0.964	0.431	0.163	0.048	0.012	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	15.589	26.408
[2-4]	9.151	1.216	0.220	0.040	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.628	10.818
[0-2]	0.191	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.191	0.191
Total	61.063	22.081	8.562	3.993	2.024	1.071	0.486	0.268	0.190	0.109	0.099	0.033	0.011	0.002	-	-	-	99.993	-
Accum	61.063	83.144	91.706	95.699	97.724	98.794	99.281	99.549	99.739	99.847	99.947	99.980	99.991	99.993	99.993	99.993	99.993	-	-

Tableau 19 Tableaux des occurrences de distribution Hm0/MWD pour la zone correspondant au poste 1

Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
Hm0 [m] – Significant Wave Height

	[0-0.05]	[0.05-0.1]	[0.1-0.15]	[0.15-0.2]	[0.2-0.25]	[0.25-0.3]	[0.3-0.35]	[0.35-0.4]	[0.4-0.45]	[0.45-0.5]	[0.5-0.6]	[0.6-0.7]	[0.7-0.8]	[0.8-0.9]	[0.9-1]	[1-1.1]	[1.1-1.2]	Total	Accum
[330-350]	10.241	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.241	100.0...
[310-330]	7.634	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.634	89.759
[290-310]	0.614	0.335	0.249	0.070	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.271	82.124
[270-290]	3.240	5.411	4.078	2.366	1.359	0.784	0.399	0.227	0.177	0.108	0.097	0.030	0.006	0.001	-	-	-	18.234	80.854
[250-270]	31.382	12.174	3.246	1.406	0.649	0.307	0.117	0.041	0.013	0.004	0.003	0.003	0.002	0.001	-	-	-	49.327	62.620
[230-250]	3.524	4.162	0.990	0.151	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.840	13.293
[210-230]	0.202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.202	4.452
[190-210]	0.270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.270	4.250
[170-190]	0.588	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.588	3.980
[150-170]	0.784	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.784	3.394
[130-150]	0.134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.134	2.610
[110-130]	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.028	2.478
[90-110]	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013	2.448
[70-90]	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	2.435
[50-70]	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	2.427
[30-50]	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	2.422
[10-30]	0.237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.237	2.415
[-10-10]	2.178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.178	2.178
Total	61.068	22.082	8.563	3.993	2.024	1.071	0.486	0.268	0.190	0.109	0.099	0.033	0.011	0.002	-	-	-	100.0...	-
Accum	61.068	83.150	91.713	95.706	97.731	98.801	99.288	99.556	99.746	99.854	99.954	99.987	99.998	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	-	-

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tableau 20 Tableaux des occurrences de distribution Tp/MWD pour la zone correspondant au poste 1

Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
MWD [°N-from] – Mean Wave Direction

Tp [s] - Wave Period	MWD [°N-from]															Total	Accum					
	[10-10]	[10-30]	[30-60]	[60-70]	[70-90]	[90-110]	[110-130]	[130-150]	[150-170]	[170-190]	[190-210]	[210-230]	[230-250]	[250-270]	[270-290]			[290-310]	[310-330]	[330-350]		
[22-24]	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	0.002	-	-	-	-	0.009	99.993	
[20-22]	0.007	-	-	-	-	-	-	0.001	0.002	0.002	-	-	-	0.100	0.011	0.001	0.005	0.014	-	0.142	99.984	
[18-20]	0.011	0.002	0.001	-	-	-	-	0.001	0.014	0.008	0.001	0.001	-	0.491	0.017	0.004	0.024	0.077	-	0.652	99.841	
[16-18]	0.012	0.003	0.001	0.001	-	-	0.001	0.002	0.003	0.021	0.006	0.004	-	0.001	1.751	0.196	0.003	0.084	0.329	2.419	99.189	
[14-16]	0.050	0.007	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.010	0.071	0.052	0.018	0.008	0.005	5.253	0.726	0.012	0.349	0.974	-	7.542	96.770	
[12-14]	0.135	0.023	0.002	0.002	0.002	0.005	0.007	0.028	0.205	0.123	0.048	0.023	0.793	11.398	1.703	0.085	0.986	1.896	-	17.433	89.228	
[10-12]	0.186	0.029	0.001	0.001	0.001	0.004	0.012	0.060	0.282	0.186	0.084	0.063	2.242	12.334	2.008	0.118	1.450	1.886	-	20.905	71.795	
[8-10]	0.084	0.009	0.001	0.001	0.002	0.001	0.003	0.019	0.083	0.137	0.073	0.070	2.621	6.735	3.238	0.136	1.475	0.964	-	15.649	50.890	
[6-8]	0.084	0.013	0.001	-	0.002	0.001	0.001	0.004	0.017	0.028	0.020	0.021	2.156	2.045	3.076	0.100	0.919	0.347	-	8.834	35.241	
[4-6]	0.433	0.023	-	-	-	-	0.001	-	0.008	0.008	0.004	0.004	1.009	5.719	5.605	0.396	1.068	1.312	-	15.589	26.408	
[2-4]	1.195	0.128	-	-	-	-	-	-	0.002	0.011	0.010	0.003	0.003	0.007	3.499	1.645	0.430	1.261	2.434	-	10.628	10.818
[0-2]	0.001	-	-	-	-	-	-	0.004	0.071	0.047	0.016	0.010	0.005	0.002	0.008	0.007	0.012	0.008	-	0.191	0.191	
Total	2.178	0.237	0.007	0.005	0.008	0.013	0.028	0.134	0.784	0.586	0.270	0.202	8.840	49.322	18.232	1.271	7.634	10.241	99.993	-	-	
Accum	2.178	2.415	2.422	2.427	2.435	2.448	2.476	2.610	3.394	3.980	4.250	4.452	13.293	62.615	80.847	82.118	89.752	99.993	-	-	-	

Tableau 21 Tableaux des occurrences de distribution Hmo/Direction de vent pour la zone correspondant au poste 1

Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
Hm0 [m] – Significant Wave Height

WD [°N-from] - Wind Direction	Hm0 [m]															Total	Accum				
	[0-0.05]	[0.05-0.1]	[0.1-0.15]	[0.15-0.2]	[0.2-0.25]	[0.25-0.3]	[0.3-0.35]	[0.35-0.4]	[0.4-0.45]	[0.45-0.5]	[0.5-0.6]	[0.6-0.7]	[0.7-0.8]	[0.8-0.9]	[0.9-1]			[1-1.1]	[1.1-1.2]		
[330-350]	3.823	1.339	0.454	0.137	0.057	0.030	0.010	0.008	0.004	0.003	0.004	0.001	-	-	-	-	-	-	-	5.869	100.0...
[310-330]	3.689	1.663	0.748	0.346	0.143	0.088	0.030	0.014	0.017	0.010	0.003	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	6.753	94.131
[290-310]	3.228	1.917	0.881	0.536	0.313	0.166	0.078	0.031	0.024	0.021	0.012	0.008	0.005	-	-	-	-	-	-	7.220	87.378
[270-290]	2.545	1.752	0.936	0.523	0.347	0.203	0.104	0.057	0.037	0.023	0.033	0.009	0.003	0.001	-	-	-	-	-	6.575	80.159
[250-270]	2.438	1.816	0.973	0.537	0.343	0.215	0.108	0.080	0.057	0.029	0.033	0.010	0.003	0.001	-	-	-	-	-	6.623	73.584
[230-250]	2.980	2.126	0.973	0.557	0.312	0.150	0.064	0.048	0.038	0.021	0.013	0.003	-	-	-	-	-	-	-	7.283	66.961
[210-230]	4.000	2.232	1.021	0.536	0.237	0.109	0.056	0.035	0.011	0.002	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	8.242	59.678
[190-210]	5.145	2.117	0.804	0.325	0.117	0.065	0.020	0.006	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.602	51.436
[170-190]	4.359	1.212	0.353	0.112	0.038	0.013	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.088	42.834
[150-170]	3.321	0.686	0.188	0.037	0.020	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.234	36.746
[130-150]	2.569	0.416	0.097	0.026	0.008	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.116	32.512
[110-130]	2.243	0.293	0.061	0.011	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.611	29.396
[90-110]	2.310	0.286	0.047	0.007	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.652	26.785
[70-90]	3.420	0.418	0.062	0.008	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.910	24.133
[50-70]	4.080	0.645	0.116	0.035	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.887	20.223
[30-50]	4.113	1.006	0.228	0.052	0.011	0.002	0.003	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.415	15.336
[10-30]	3.467	1.064	0.315	0.083	0.023	0.008	0.002	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.962	9.921
[10-10]	3.339	1.094	0.328	0.123	0.039	0.020	0.009	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.959	4.959
Total	61.068	22.082	8.563	3.993	2.024	1.071	0.486	0.268	0.190	0.109	0.099	0.033	0.011	0.002	-	-	-	-	100.0...	-	
Accum	61.068	83.150	91.713	95.706	97.731	98.801	99.288	99.556	99.746	99.854	99.954	99.987	99.998	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	-	-	-

Tableau 22 Tableaux des occurrences de distribution de Hmo/ Vitesse de vent pour la zone correspondant au poste 1

Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
Hm0 [m] – Significant Wave Height

WS [m/s] - Wind Speed	Hm0 [m]															Total	Accum					
	[0-0.05]	[0.05-0.1]	[0.1-0.15]	[0.15-0.2]	[0.2-0.25]	[0.25-0.3]	[0.3-0.35]	[0.35-0.4]	[0.4-0.45]	[0.45-0.5]	[0.5-0.6]	[0.6-0.7]	[0.7-0.8]	[0.8-0.9]	[0.9-1]			[1-1.1]	[1.1-1.2]			
[22.5-25]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0...	
[20-22.5]	-	-	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	100.0...
[17.5-20]	0.006	0.005	0.009	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	-	-	-	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	0.032	99.999
[15-17.5]	0.054	0.035	0.046	0.017	0.009	0.011	0.006	0.006	0.002	-	-	0.003	0.008	0.003	0.002	-	-	-	-	-	0.202	99.967
[12.5-15]	0.301	0.190	0.165	0.051	0.080	0.050	0.014	0.017	0.013	0.011	0.017	0.013	0.007	-	-	-	-	-	-	-	0.929	99.785
[10-12.5]	1.491	0.944	0.493	0.358	0.232	0.159	0.112	0.088	0.053	0.037	0.050	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	4.006	98.836
[7.5-10]	5.762	3.445	1.633	0.800	0.658	0.412	0.195	0.130	0.106	0.055	0.027	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	13.424	94.830
[5-7.5]	16.521	8.045	3.286	1.771	0.811	0.372	0.147	0.043	0.015	0.005	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.018	81.406
[2.5-5]	27.017	7.414	2.520	0.739	0.216	0.063	0.011	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.982	50.388
[0-2.5]	9.895	2.004	0.410	0.078	0.018	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.406	12.406
Total	61.068	22.082	8.563	3.993	2.024	1.071	0.486	0.268	0.190	0.109	0.099	0.033	0.011	0.002	-	-	-	-	-	100.0...	-	
Accum	61.068	83.150	91.713	95.706	97.731	98.801	99.288	99.556	99.746	99.854	99.954	99.987	99.998	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	-	-	

4.3.2.2. Probabilité de dépassement

Le tableau suivant présente la probabilité de dépassement des hauteurs significatives au Poste 1. L'analyse est réalisée pour des valeurs annuelles ainsi que mensuellement. Le graphique suivant présente les courbes correspondant à ces analyses.

La valeur de hauteur significative dépassée 1% du temps est d'environ 0,3m.

D'après l'analyse mensuelle, cette valeur évolue de 0,2m pour le mois de juillet à 0,4m pour le mois de janvier, la période estivale présentant des valeurs plus faibles que la valeur annuelle et la période hivernale des valeurs plus importantes.

Tableau 23 : Probabilité de dépassement des hauteurs significatives au Poste 1

Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) 101 - Monthly

	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.1	16.850	24.680	22.604	18.510	13.671	11.521	10.450	12.014	12.846	13.915	16.596	22.368	23.319
0.2	4.294	8.730	6.858	5.127	3.069	2.208	1.224	1.504	1.920	2.996	4.096	6.045	7.858
0.3	1.199	2.701	2.452	1.594	0.754	0.442	0.198	0.147	0.282	0.615	0.941	1.759	2.564
0.4	0.444	1.165	1.019	0.608	0.212	0.122	0.046	0.019	0.032	0.046	0.352	0.635	1.102
0.5	0.146	0.435	0.330	0.198	0.066	0.019	-	-	-	0.013	0.134	0.165	0.391
0.6	0.046	0.186	0.112	0.096	0.007	-	-	-	-	-	0.038	0.020	0.096
0.7	0.013	0.051	0.021	0.038	-	-	-	-	-	-	0.006	-	0.038
0.8	0.002	0.006	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006
0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

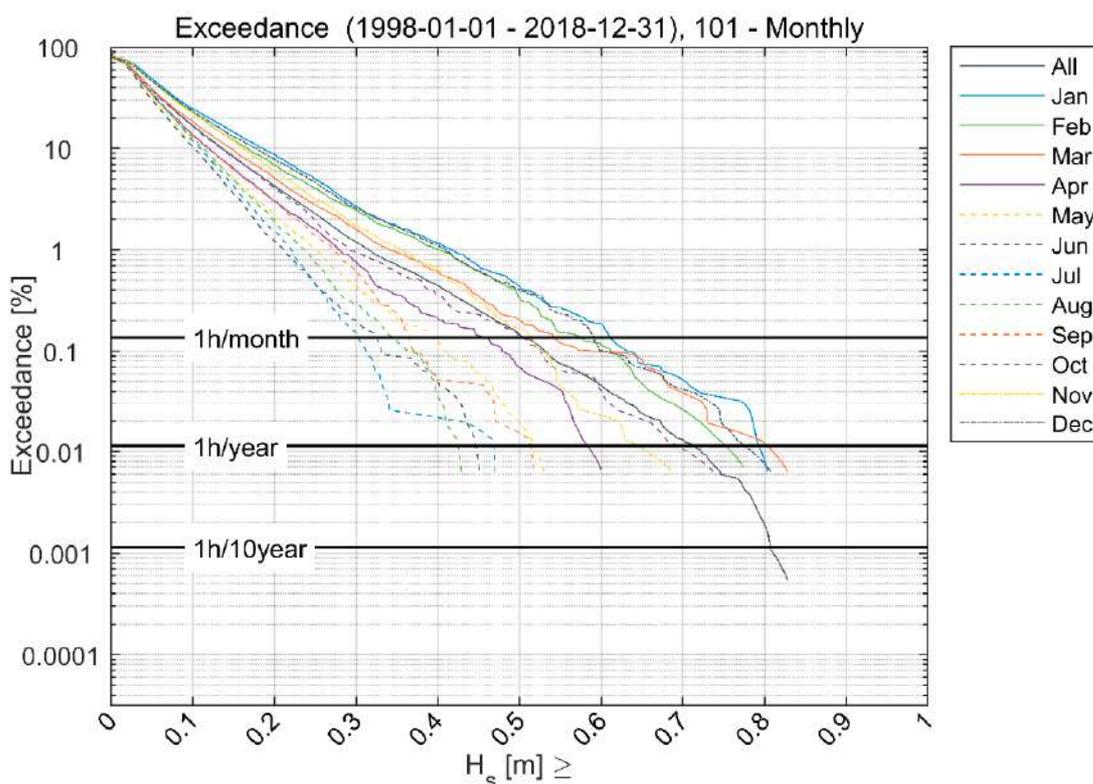


Figure 4-13 : Graphique des probabilités de dépassement des hauteurs significatives au Poste 1

4.3.3. Conditions opérationnelles au Poste 1 : vagues incidentes uniquement

L'analyse réalisée en section précédente est ici reproduite en considérant uniquement les vagues incidentes, c'est-à-dire en considérant qu'il n'y a pas de réflexion des vagues sur le futur ouvrage. Les valeurs de direction des vagues sont par conséquent ici similaire à celles de la section précédente.

La série temporelle des hauteur significatives « incidentes » obtenues par cette analyse est présentée en Figure 4-11.

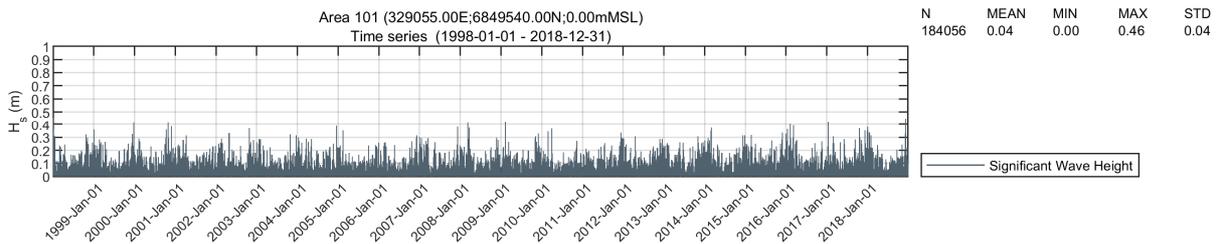


Figure 4-14 : Série temporelle de la hauteur significative au Poste 1.

4.3.3.1. Tableaux d'occurrences

Les tableaux suivants présentent pour le poste 1 les corrélogrammes, Hm0/Tp, Hm0/MWD, Tp/MWD, Hm0/Direction de vent et Hm0/Vitesse vent (données de vent CFSR).

Tableau 24 : cas de houles incidentes : tableau des occurrences de distribution Hm0/Tp pour la zone correspondant au poste 1

		Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All														Total	Accum	
		Hm0 [m] – Significant Wave Height																
		[0-0.05[	[0.05-0.1[	[0.1-0.15[	[0.15-0.2[	[0.2-0.25[	[0.25-0.3[	[0.3-0.35[	[0.35-0.4[	[0.4-0.45[	[0.45-0.5[	[0.5-0.6[	[0.6-0.7[	[0.7-0.8[	[0.8-0.9[	[0.9-1[
T _p [s] - Wave Period	[22-24[	0.005	0.002	-	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009	99.993
	[20-22[	0.091	0.032	0.011	0.006	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.142	99.984
	[18-20[	0.395	0.173	0.058	0.012	0.006	0.005	0.002	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	0.652	99.841
	[16-18[	1.343	0.796	0.195	0.055	0.016	0.010	0.002	0.002	-	-	-	-	-	-	-	2.419	99.189
	[14-16[	4.433	2.169	0.569	0.246	0.084	0.032	0.007	0.003	-	-	-	-	-	-	-	7.542	96.770
	[12-14[	11.771	3.815	1.258	0.392	0.131	0.046	0.011	0.005	0.003	0.001	-	-	-	-	-	17.433	89.228
	[10-12[	15.198	4.149	1.059	0.294	0.134	0.053	0.012	0.005	-	-	-	-	-	-	-	20.905	71.795
	[8-10[	11.361	2.921	0.829	0.348	0.129	0.043	0.011	0.006	0.001	-	-	-	-	-	-	15.649	50.890
	[6-8[	4.405	2.629	1.149	0.474	0.140	0.030	0.007	0.001	-	-	-	-	-	-	-	8.834	35.241
	[4-6[	8.871	5.367	1.164	0.180	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.589	26.408
	[2-4[	10.168	0.444	0.016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.628	10.818
[0-2[	0.191	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.191	0.191	
Total	68.232	22.498	6.308	2.008	0.649	0.218	0.052	0.022	0.004	0.001	-	-	-	-	-	99.993	-	
Accum	68.232	90.730	97.038	99.046	99.695	99.914	99.966	99.988	99.992	99.993	99.993	99.993	99.993	99.993	99.993	-	-	

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tableau 25 cas de houles incidentes : tableau des occurrences de distribution H_{m0}/MWD pour la zone correspondant au poste 1

Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
Hm0 [m] – Significant Wave Height

	[0-0.05[	[0.05-0.1[	[0.1-0.15[	[0.15-0.2[	[0.2-0.25[	[0.25-0.3[	[0.3-0.35[	[0.35-0.4[	[0.4-0.45[	[0.45-0.5[	[0.5-0.6[	[0.6-0.7[	[0.7-0.8[	[0.8-0.9[	[0.9-1[	Total	Accum
MWD [°N-from] - Mean Wave Direction																	
[330-350[	10.241	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.241	100.0...
[310-330[	7.634	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.634	89.759
[290-310[	1.152	0.119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.271	82.124
[270-290[	7.244	6.489	2.872	1.052	0.365	0.148	0.041	0.018	0.004	0.001	-	-	-	-	-	18.234	80.854
[250-270[	33.661	11.821	2.621	0.857	0.279	0.070	0.011	0.004	0.001	-	-	-	-	-	-	49.327	62.620
[230-250[	3.852	4.071	0.815	0.098	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.840	13.293
[210-230[	0.202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.202	4.452
[190-210[	0.270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.270	4.250
[170-190[	0.586	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.586	3.980
[150-170[	0.784	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.784	3.394
[130-150[	0.134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.134	2.610
[110-130[	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.028	2.476
[90-110[	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013	2.448
[70-90[	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	2.435
[50-70[	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	2.427
[30-50[	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	2.422
[10-30[	0.237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.237	2.415
[-10-10[	2.178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.178	2.178
Total	68.237	22.500	6.308	2.008	0.649	0.218	0.052	0.022	0.004	0.001	-	-	-	-	-	100.0...	-
Accum	68.237	90.737	97.045	99.054	99.702	99.921	99.973	99.995	99.999	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	-	-

Tableau 26 : cas de houles incidentes : tableau des occurrences de distribution T_p/MWD pour la zone correspondant au poste 1

Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
MWD [°N-from] – Mean Wave Direction

	[10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[	[330-350[	Total	Accum
T_p [s] - Wave Period																				
[22-24[	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	0.002	-	-	-	0.009	99.993
[20-22[	0.007	-	-	-	-	-	-	0.001	0.002	0.002	-	-	-	0.100	0.011	0.001	0.005	0.014	0.142	99.984
[18-20[	0.011	0.002	0.001	-	-	-	-	0.001	0.014	0.008	0.001	0.001	-	0.491	0.017	0.004	0.024	0.077	0.652	99.841
[16-18[	0.012	0.003	0.001	0.001	-	0.001	0.002	0.003	0.021	0.006	0.004	-	0.001	1.751	0.196	0.003	0.084	0.329	2.419	99.189
[14-16[	0.050	0.007	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.010	0.071	0.052	0.018	0.008	0.005	5.253	0.726	0.012	0.349	0.974	7.542	96.770
[12-14[	0.135	0.023	0.002	0.002	0.002	0.005	0.007	0.028	0.205	0.123	0.048	0.023	0.793	11.386	1.703	0.065	0.986	1.896	17.433	89.228
[10-12[	0.166	0.029	0.001	0.001	0.001	0.004	0.012	0.060	0.282	0.166	0.084	0.063	2.242	12.334	2.008	0.118	1.450	1.886	20.905	71.795
[8-10[	0.054	0.009	0.001	0.001	0.002	0.001	0.003	0.019	0.063	0.137	0.073	0.070	2.621	6.735	3.238	0.196	1.475	0.964	15.649	50.890
[6-8[	0.084	0.013	0.001	-	0.002	0.001	0.001	0.004	0.017	0.028	0.020	0.021	2.156	2.045	3.076	0.100	0.919	0.347	8.834	35.241
[4-6[	0.433	0.023	-	-	-	-	0.001	-	0.006	0.006	0.004	0.004	1.009	5.719	5.605	0.396	1.068	1.312	15.589	26.408
[2-4[	1.195	0.128	-	-	-	-	-	0.002	0.011	0.010	0.003	0.003	0.007	3.499	1.645	0.430	1.261	2.434	10.628	10.818
[0-2[	0.001	-	-	-	-	-	-	0.004	0.071	0.047	0.016	0.010	0.005	0.002	0.008	0.007	0.012	0.008	0.191	0.191
Total	2.178	0.237	0.007	0.005	0.008	0.013	0.028	0.134	0.784	0.586	0.270	0.202	8.840	49.322	18.232	1.271	7.634	10.241	99.993	-
Accum	2.178	2.415	2.422	2.427	2.435	2.448	2.476	2.610	3.394	3.980	4.250	4.452	13.293	62.615	80.847	82.118	89.752	99.993	-	-

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tableau 27 : cas de houles incidentes : tableau des occurrences de distribution H_{m0} /Direction de vent pour la zone correspondant au poste 1

Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
Hm0 [m] – Significant Wave Height

	[0-0.05[	[0.05-0.1[	[0.1-0.15[	[0.15-0.2[	[0.2-0.25[	[0.25-0.3[	[0.3-0.35[	[0.35-0.4[	[0.4-0.45[	[0.45-0.5[	[0.5-0.6[	[0.6-0.7[	[0.7-0.8[	[0.8-0.9[	[0.9-1[	Total	Accum
[330-350[	4.456	1.187	0.179	0.041	0.005	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.869	100.0...
[310-330[	4.154	1.961	0.474	0.130	0.025	0.008	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	6.753	94.131
[290-310[	3.455	2.389	0.942	0.290	0.097	0.029	0.010	0.007	0.001	-	-	-	-	-	-	7.220	87.378
[270-290[	2.722	2.195	0.973	0.424	0.159	0.074	0.018	0.007	0.002	-	-	-	-	-	-	6.575	80.159
[250-270[	2.621	2.237	1.002	0.472	0.195	0.071	0.017	0.005	0.002	0.001	-	-	-	-	-	6.623	73.584
[230-250[	3.196	2.539	1.051	0.336	0.120	0.032	0.005	0.002	-	-	-	-	-	-	-	7.283	66.961
[210-230[	4.346	2.711	0.895	0.243	0.043	0.003	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	8.242	59.678
[190-210[	5.674	2.410	0.463	0.051	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.602	51.436
[170-190[	4.878	1.114	0.092	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.088	42.834
[150-170[	3.738	0.466	0.030	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.234	36.746
[130-150[	2.852	0.254	0.010	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.116	32.512
[110-130[	2.478	0.130	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.611	29.396
[90-110[	2.537	0.113	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.652	26.785
[70-90[	3.751	0.157	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.910	24.133
[50-70[	4.565	0.316	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.887	20.223
[30-50[	4.823	0.576	0.015	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.415	15.336
[10-30[	4.122	0.785	0.052	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.962	9.921
[-10-10[	3.668	0.961	0.118	0.011	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.959	4.959
Total	68.237	22.500	6.308	2.008	0.649	0.218	0.052	0.022	0.004	0.001	-	-	-	-	-	100.0...	-
Accum	68.237	90.737	97.045	99.054	99.702	99.921	99.973	99.995	99.999	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	-	-

Tableau 28 : cas de houles incidentes : tableau des occurrences de distribution de H_{m0} / Vitesse de vent pour la zone correspondant au poste 1

Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
Hm0 [m] – Significant Wave Height

	[0-0.05[	[0.05-0.1[	[0.1-0.15[	[0.15-0.2[	[0.2-0.25[	[0.25-0.3[	[0.3-0.35[	[0.35-0.4[	[0.4-0.45[	[0.45-0.5[	[0.5-0.6[	[0.6-0.7[	[0.7-0.8[	[0.8-0.9[	[0.9-1[	Total	Accum
[22.5-25[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0...
[20-22.5[	-	-	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	100.0...
[17.5-20[	0.007	0.011	0.005	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	0.032	99.999
[15-17.5[	0.055	0.045	0.053	0.018	0.012	0.009	0.002	0.007	0.002	0.001	-	-	-	-	-	0.202	99.967
[12.5-15[	0.315	0.215	0.191	0.105	0.047	0.029	0.013	0.011	0.003	-	-	-	-	-	-	0.929	99.765
[10-12.5[	1.555	1.116	0.641	0.355	0.212	0.095	0.029	0.003	-	-	-	-	-	-	-	4.006	98.836
[7.5-10[	6.133	4.183	1.815	0.885	0.321	0.079	0.008	0.001	-	-	-	-	-	-	-	13.424	94.830
[5-7.5[	18.556	9.035	2.777	0.589	0.054	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.018	81.406
[2.5-5[	30.490	6.656	0.786	0.049	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.982	50.388
[0-2.5[	11.126	1.240	0.039	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.406	12.406
Total	68.237	22.500	6.308	2.008	0.649	0.218	0.052	0.022	0.004	0.001	-	-	-	-	-	100.0...	-
Accum	68.237	90.737	97.045	99.054	99.702	99.921	99.973	99.995	99.999	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	100.0...	-	-

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

4.3.3.2. Probabilité de dépassement

Le tableau suivant présente la probabilité de dépassement des hauteurs significatives au Poste 1 pour le cas de vagues incidente.

La valeur de hauteur significative dépassée 1% du temps est d'environ 0,2m, avec une variabilité mensuelle de 0,1m en période estivale à 0,3m en période hivernale.

Tableau 29 : Cas de houles incidentes, Probabilité de dépassement des hauteurs significatives au Poste 1

Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) 101 - Monthly

	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.1	9.263	17.409	14.109	10.977	8.296	5.319	3.770	4.506	4.672	6.283	8.455	13.261	16.300
0.2	0.946	2.522	1.869	1.184	0.384	0.314	0.165	0.038	0.115	0.212	0.730	1.336	2.519
0.3	0.079	0.243	0.134	0.102	0.046	-	-	-	-	-	0.090	0.066	0.269
0.4	0.005	0.019	0.014	0.006	-	-	-	-	-	-	0.006	-	0.013
0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

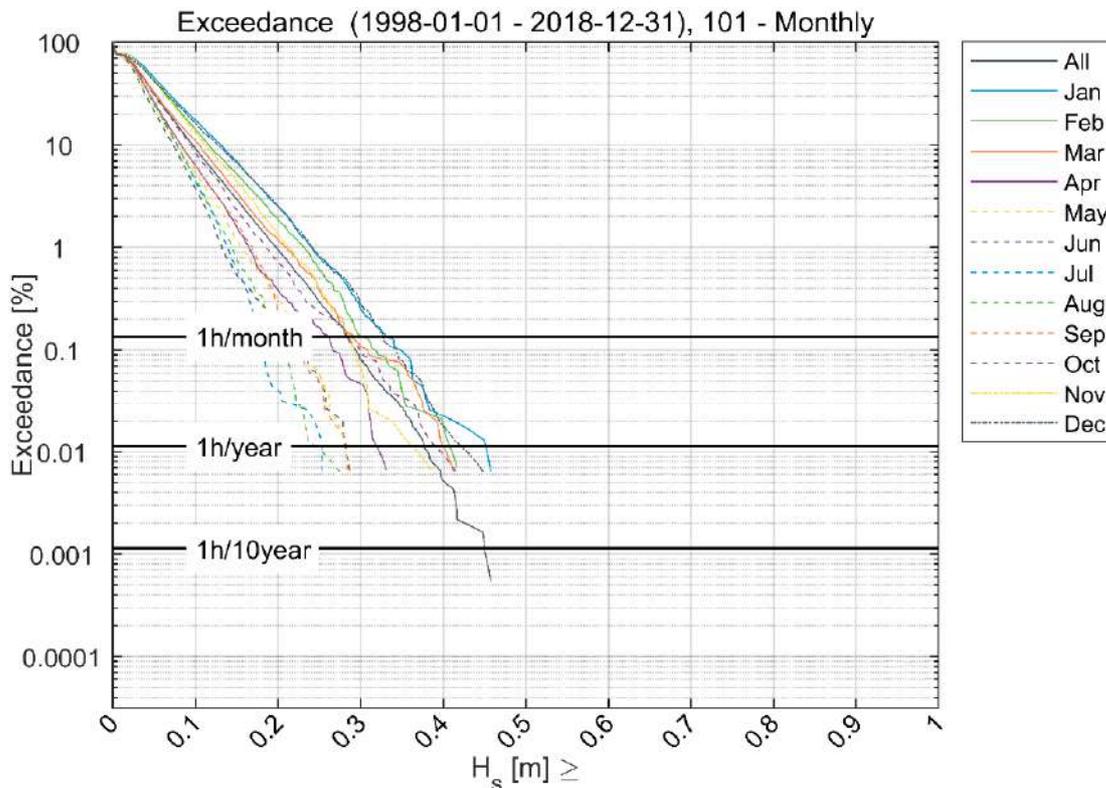


Figure 4-15 : Cas de houles incidentes : graphique des probabilités de dépassement des hauteurs significatives au Poste 1

4.3.4. Conditions extrêmes

Pour des cas extrêmes sélectionnés, les conditions au Poste 1 ont été déterminées. Les résultats sont présentés dans les Tableau 30 et Tableau 31.

Des exemples de champs de surface libre instantanée issus de la modélisation des conditions extrêmes sont présentés sur la Figure 4-16.

Les planches d'agitation sont fournies en Figure 4-17 à Figure 4-28.

Tableau 30 Conditions au poste 1 pour les événements extrêmes, incluant la réflexion sur l'ouvrage projet

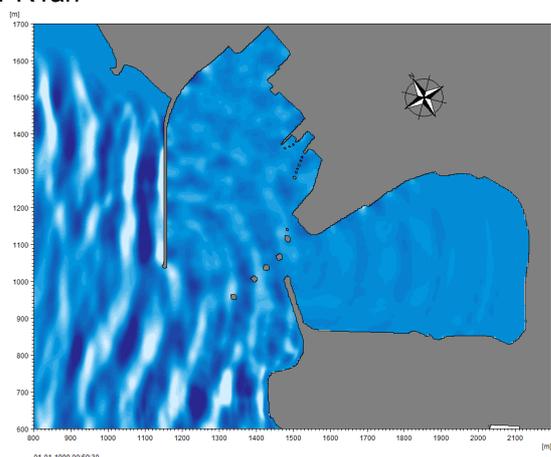
	H _{m0} au poste Poste 1		
	Moyenne	Maximale	T _p
	(m)	(m)	(s)
H1 (i.e. PR1 an)	0.63	0.89	9-11
H5	0.78	1.04	9-11
H10	0.85	1.13	9-11
H25	0.91	1.23	10-12
H50	0.95	1.28	10-12
H100	1.01	1.38	10-12

Tableau 31 : Conditions au poste 1 pour les événements extrêmes, cas sans réflexion au niveau de l'ouvrage projet (vagues incidentes seulement)

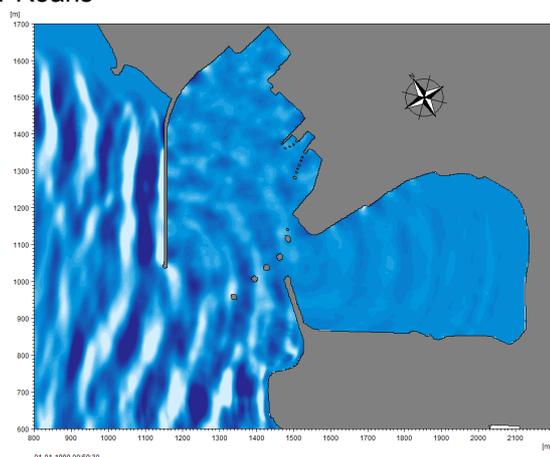
	H _{m0} au poste			
	Valeur moyenne	Valeur maximale	T _p	MWD
	(m)	(m)	(s)	(°N)
H1	0.42	0.53	10-12	260-290
H5	0.51	0.64	10-12	260-290
H10	0.55	0.69	10-12	260-290
H25	0.60	0.75	10-12	260-290
H50	0.63	0.78	10-12	260-290
H100	0.67	0.83	10-12	260-290

4.3.4.1. Exemples de champs de surface libre instantanée pour les conditions extrêmes (houles totales)

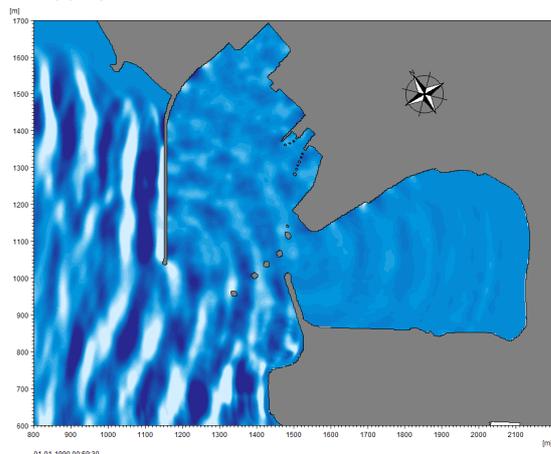
PR1an



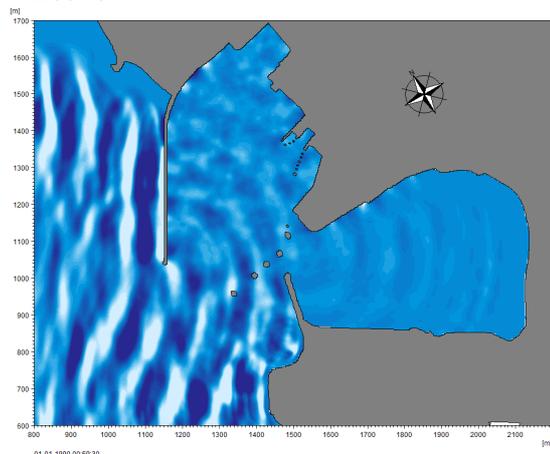
PR5ans



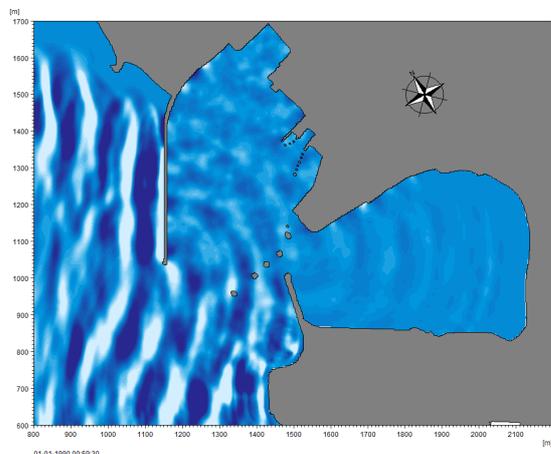
PR10ans



PR25ans



PR50ans



PR100ans

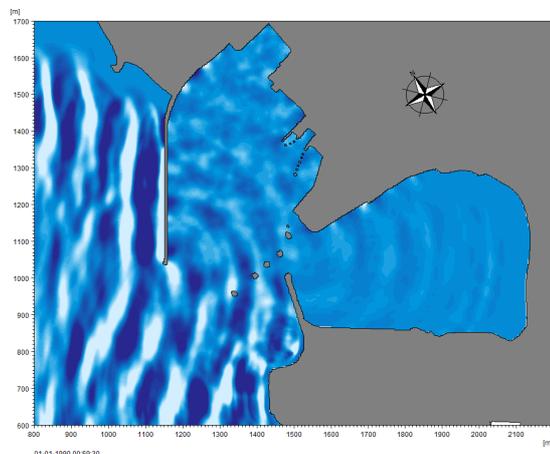


Figure 4-16 Exemple de champs de surface libre instantanée issus de la modélisation des conditions extrêmes

4.3.4.2. Planche d'agitation pour les conditions extrêmes

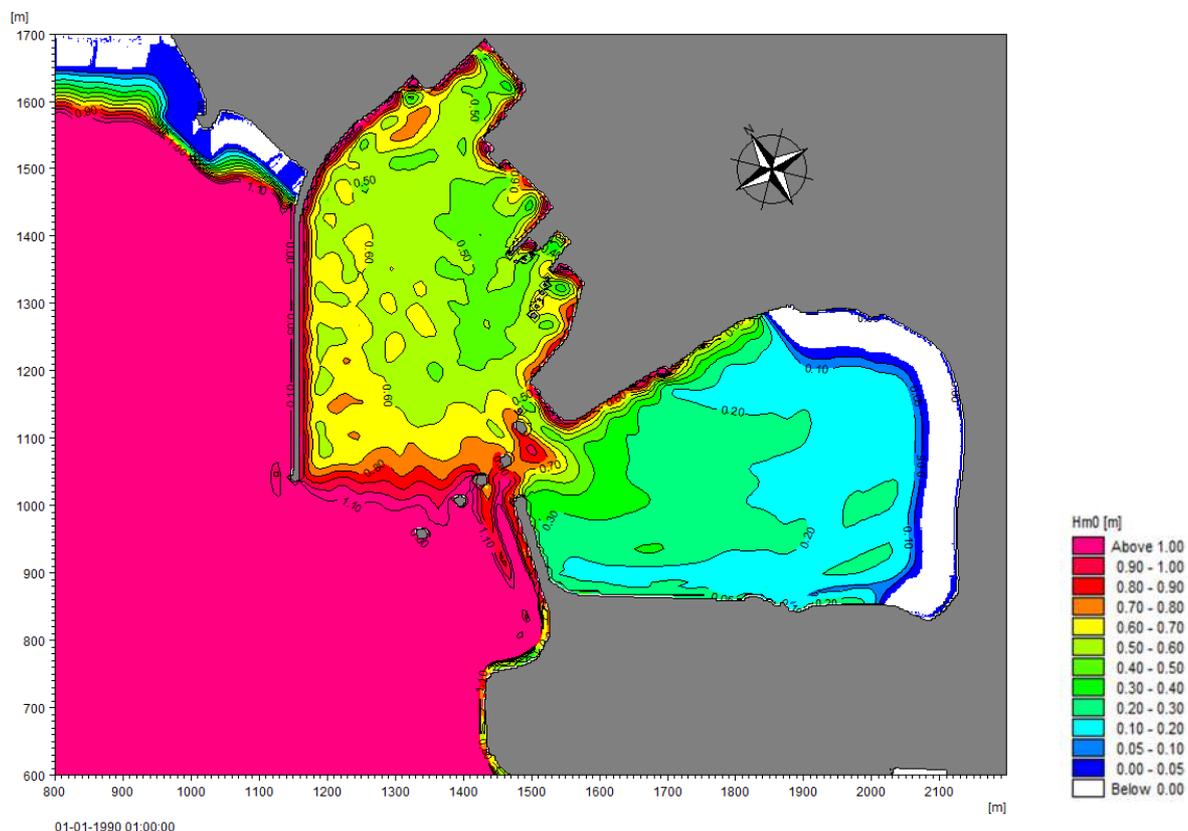


Figure 4-17 Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H1 (PR 1 an)

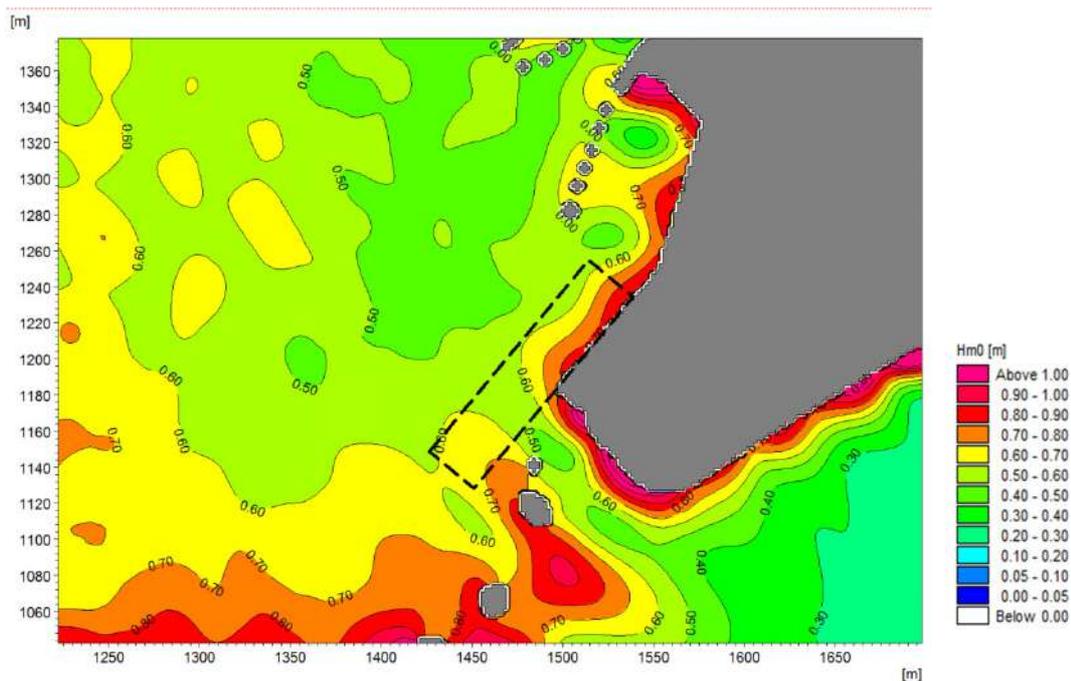


Figure 4-18 Cas H1 (PR 1 an), zoom sur la zone du poste 1

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

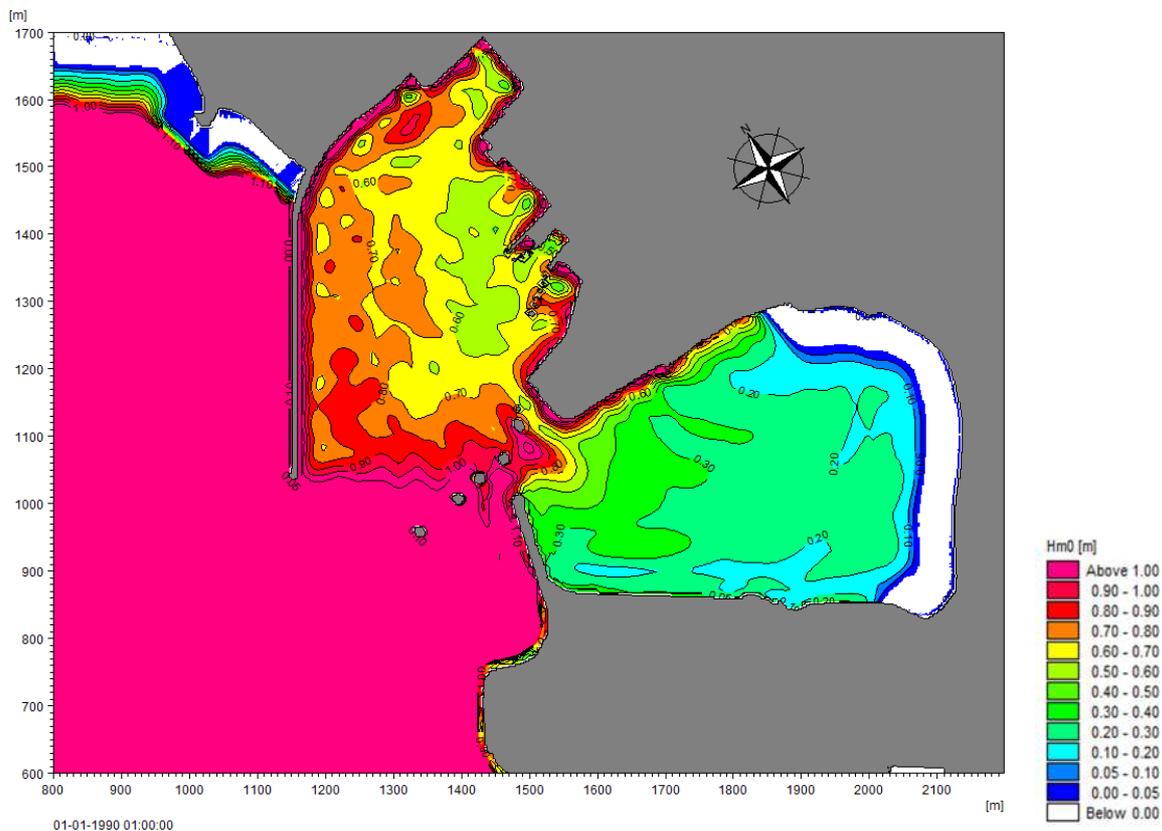


Figure 4-19 : Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H5 (PR 5 ans)

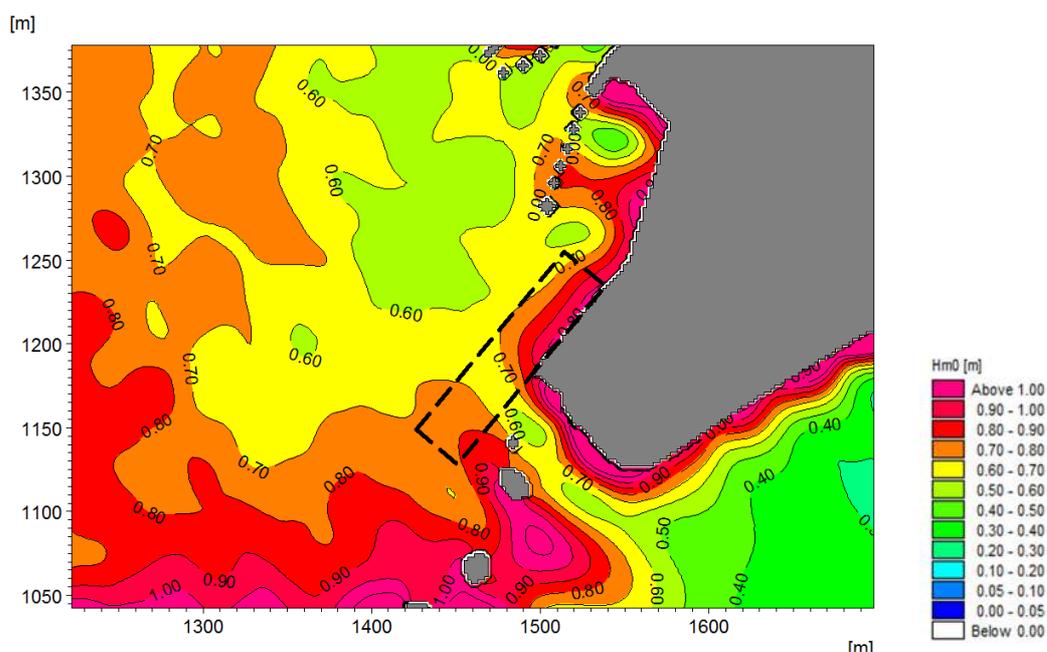


Figure 4-20 Cas H5 (PR 5 ans), zoom sur la zone du poste 1

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

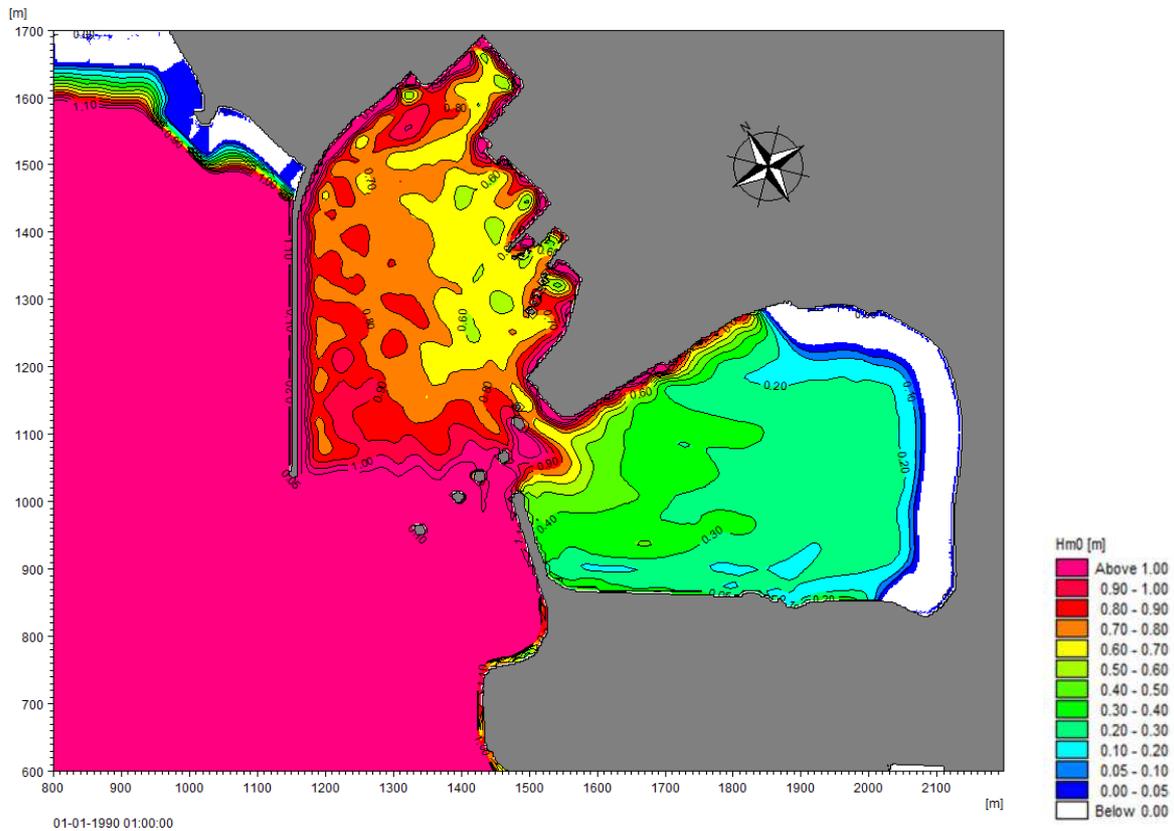


Figure 4-21: Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H10 (PR 10 ans)

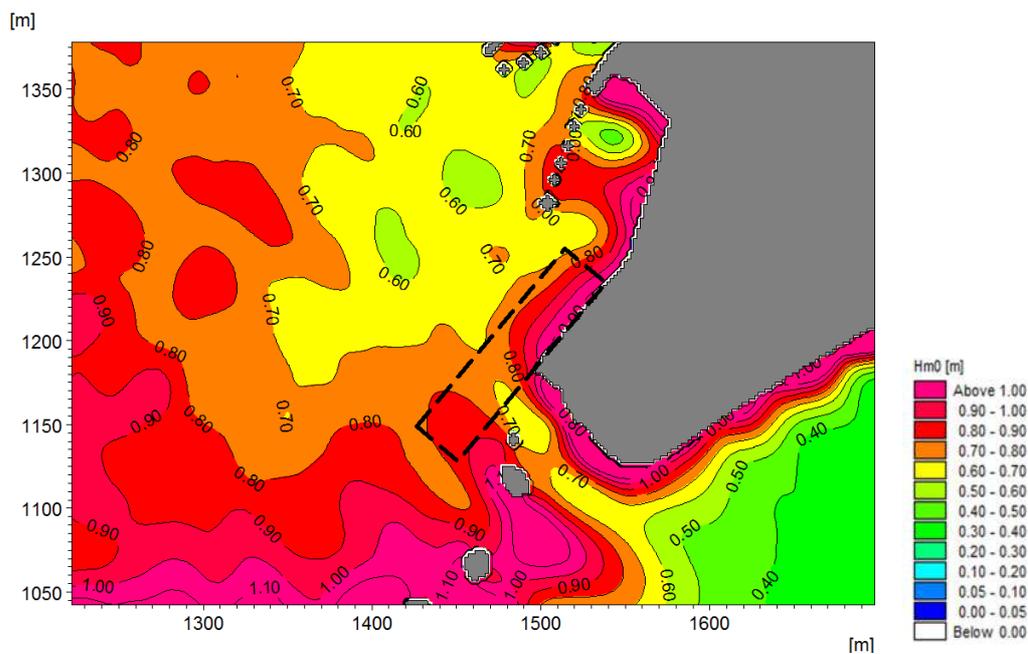


Figure 4-22 Cas H10 (PR 10 ans), zoom sur la zone du poste 1

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

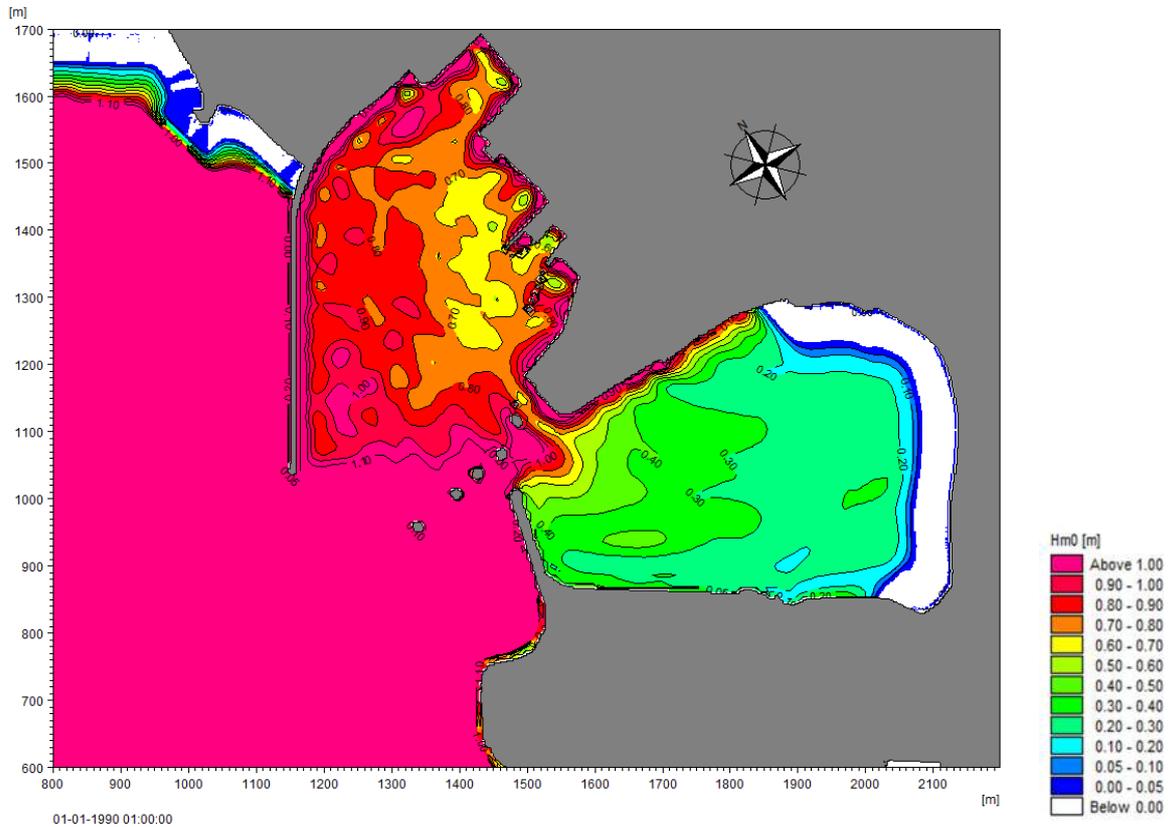


Figure 4-23 : Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H25 (RP25 ans)

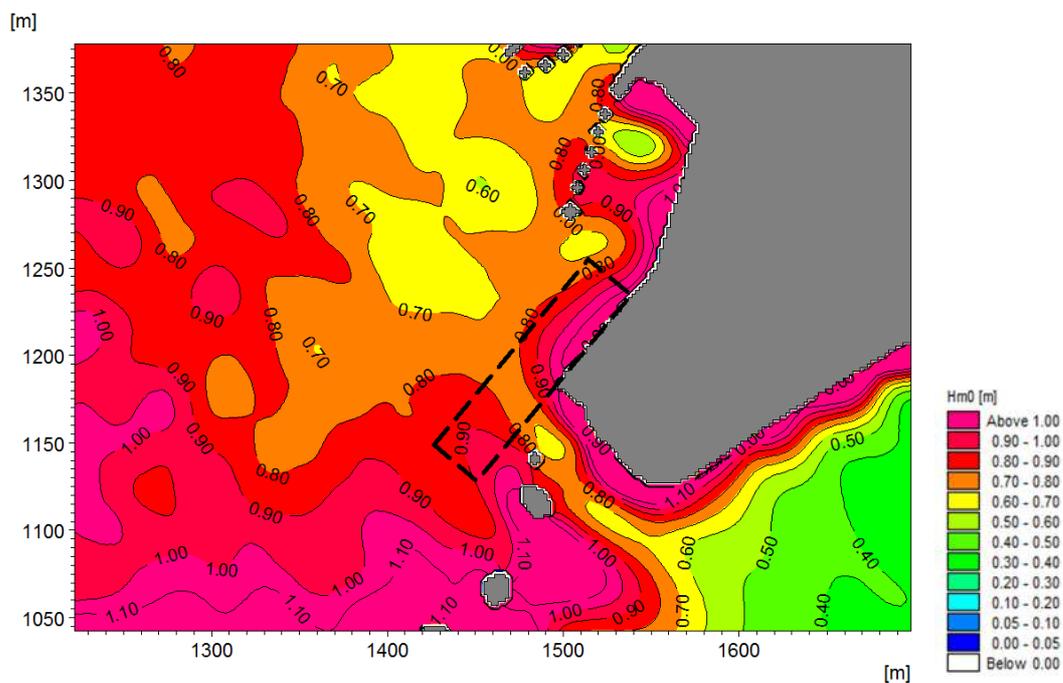


Figure 4-24 Cas H25 (PR 25 ans), zoom sur la zone du poste 1

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

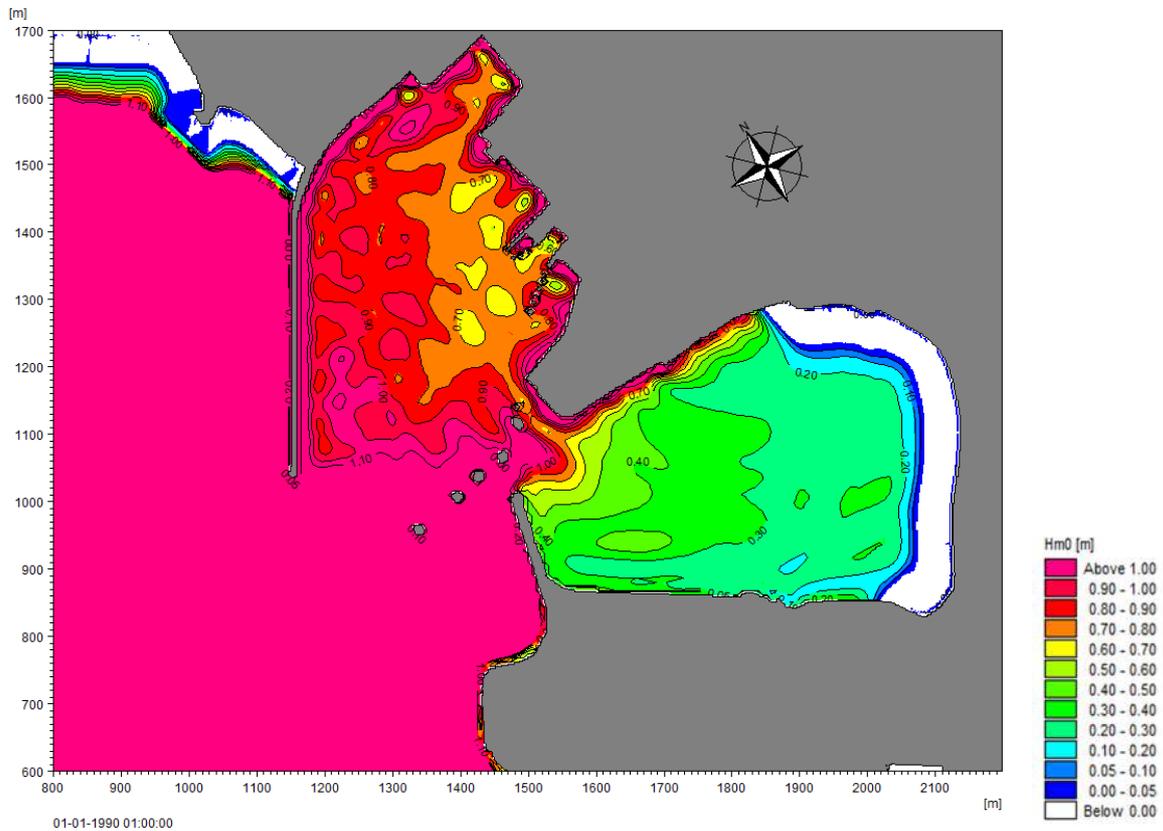


Figure 4-25 : Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H50 (PR 50 ans)

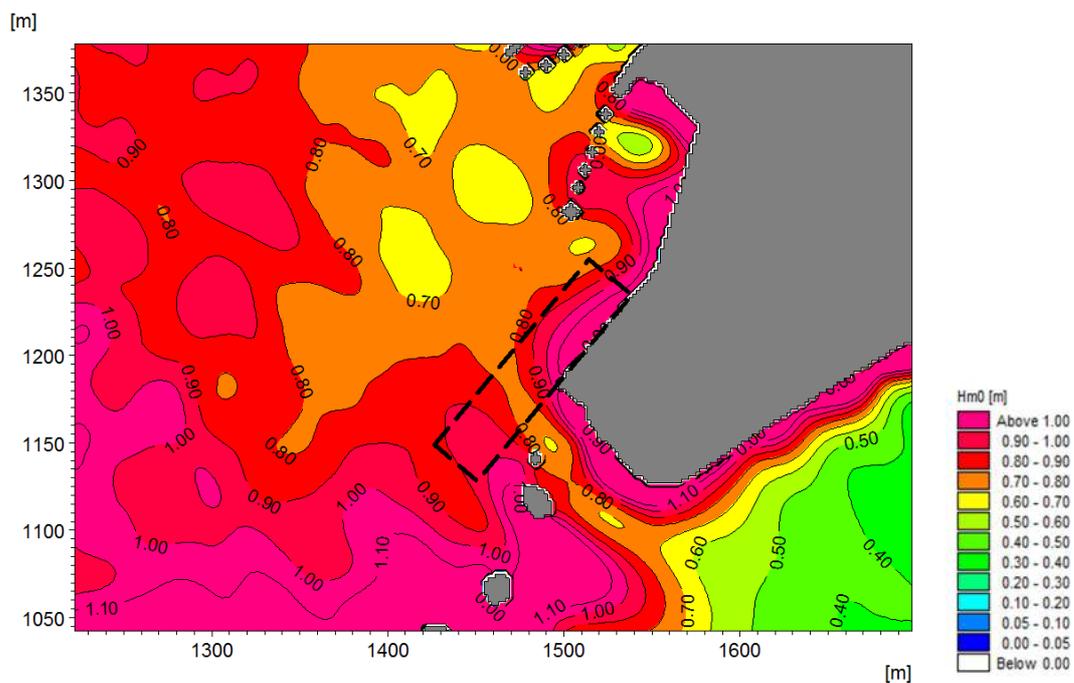


Figure 4-26 Cas H5 (PR 50 ans), zoom sur la zone du poste 1

REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

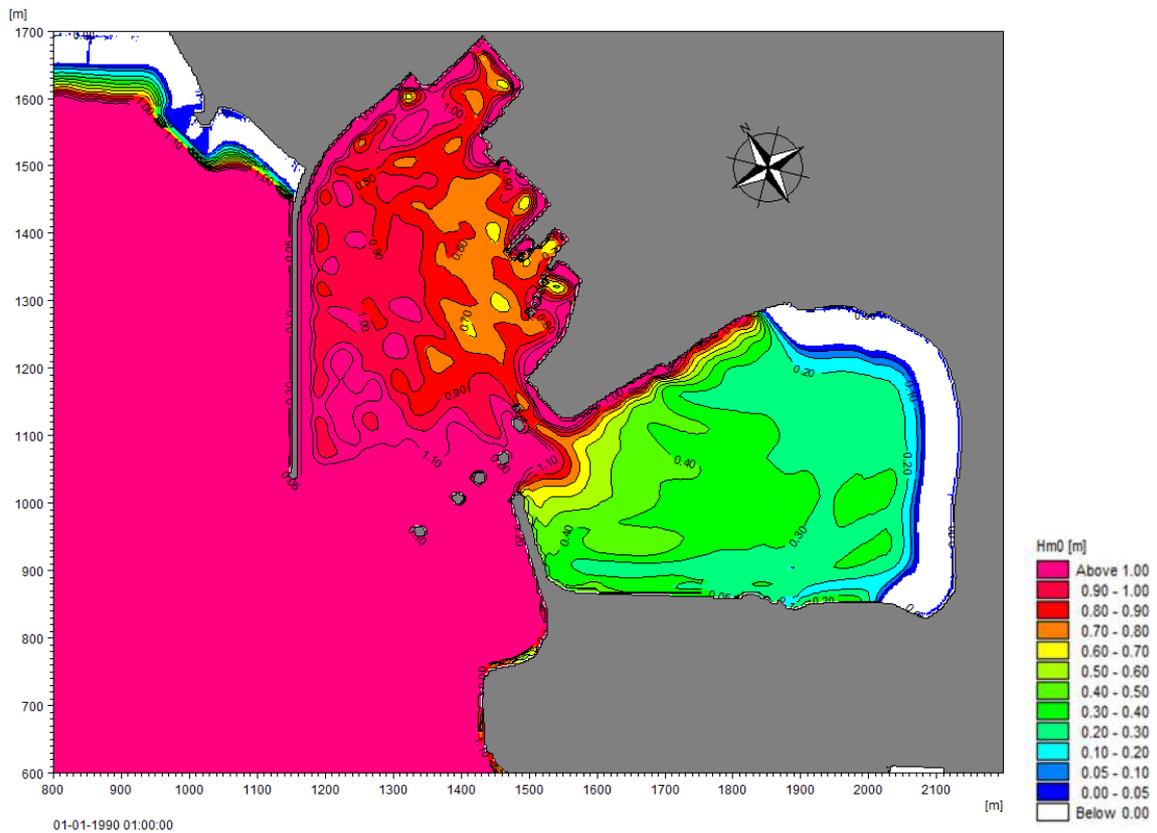


Figure 4-27 : Champ de H_{m0} issu de la modélisation des houles extrêmes : cas H100 (PR 100 ans)

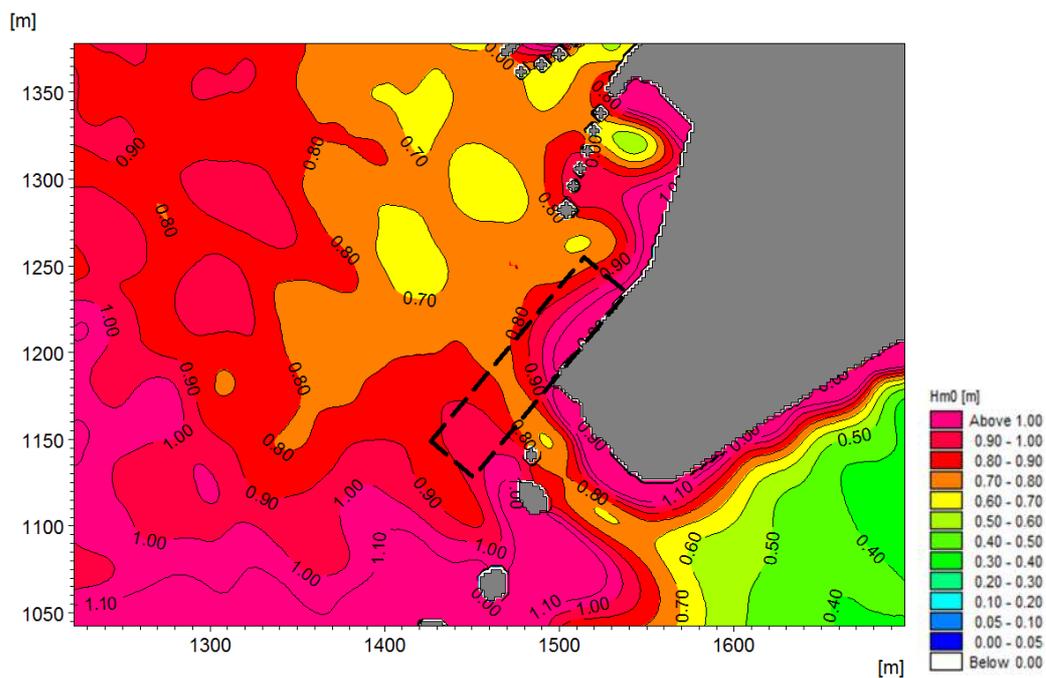
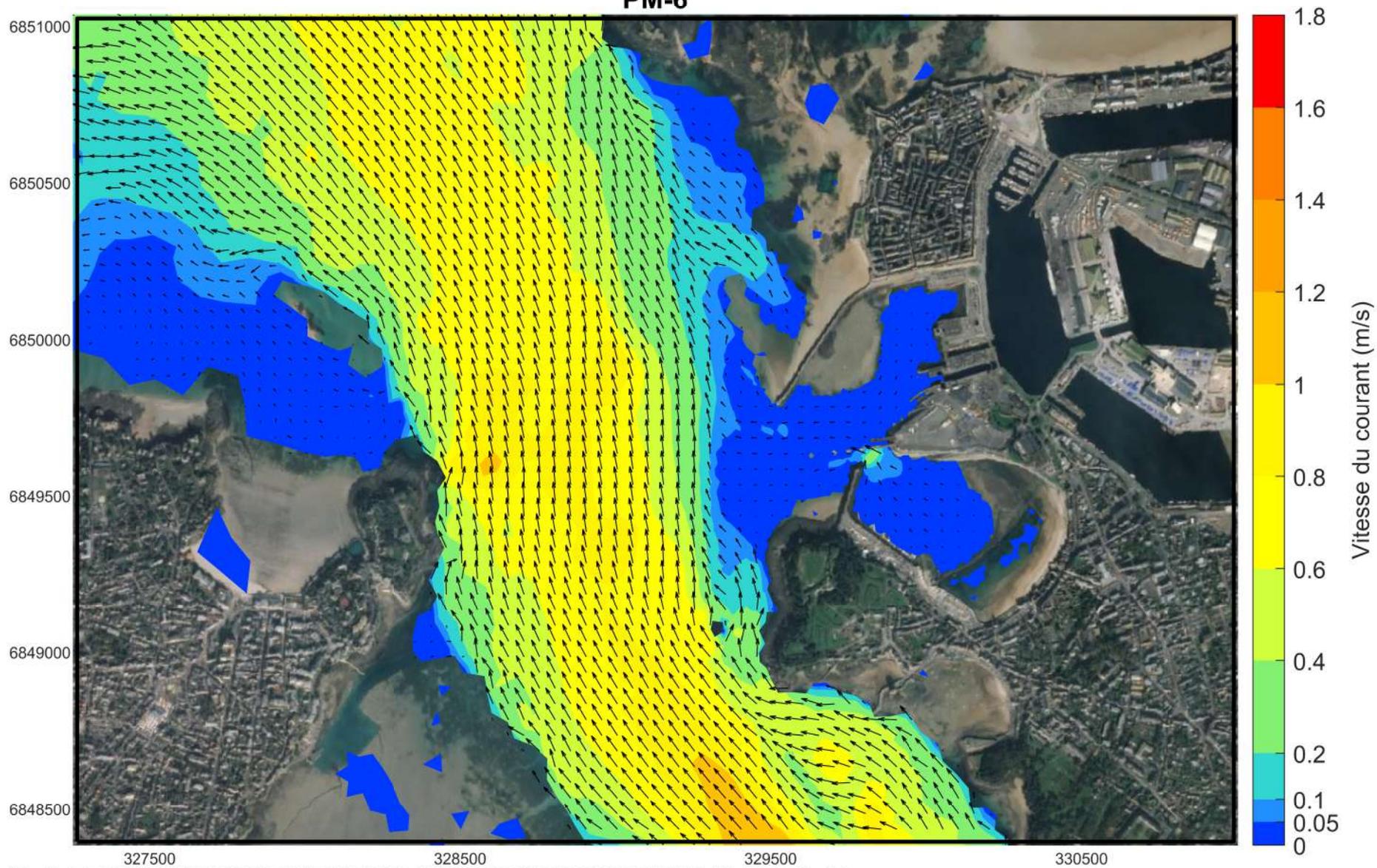


Figure 4-28 Cas H100 (PR 100 ans), zoom sur la zone du poste 1

ANNEXES

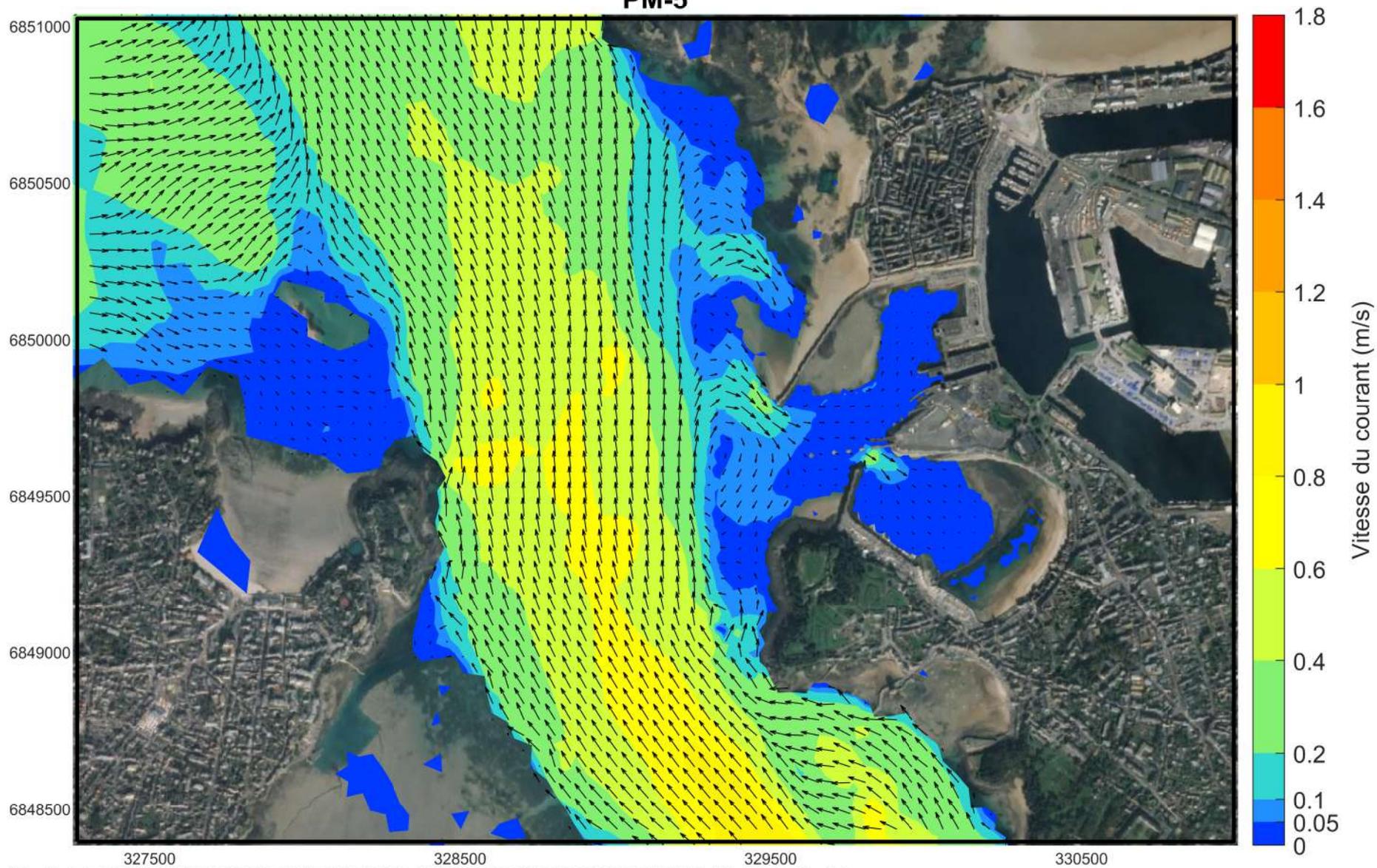
ANNEXE A - Planches de courants heure par heure

Etat Initial Vive-Eau PM-6



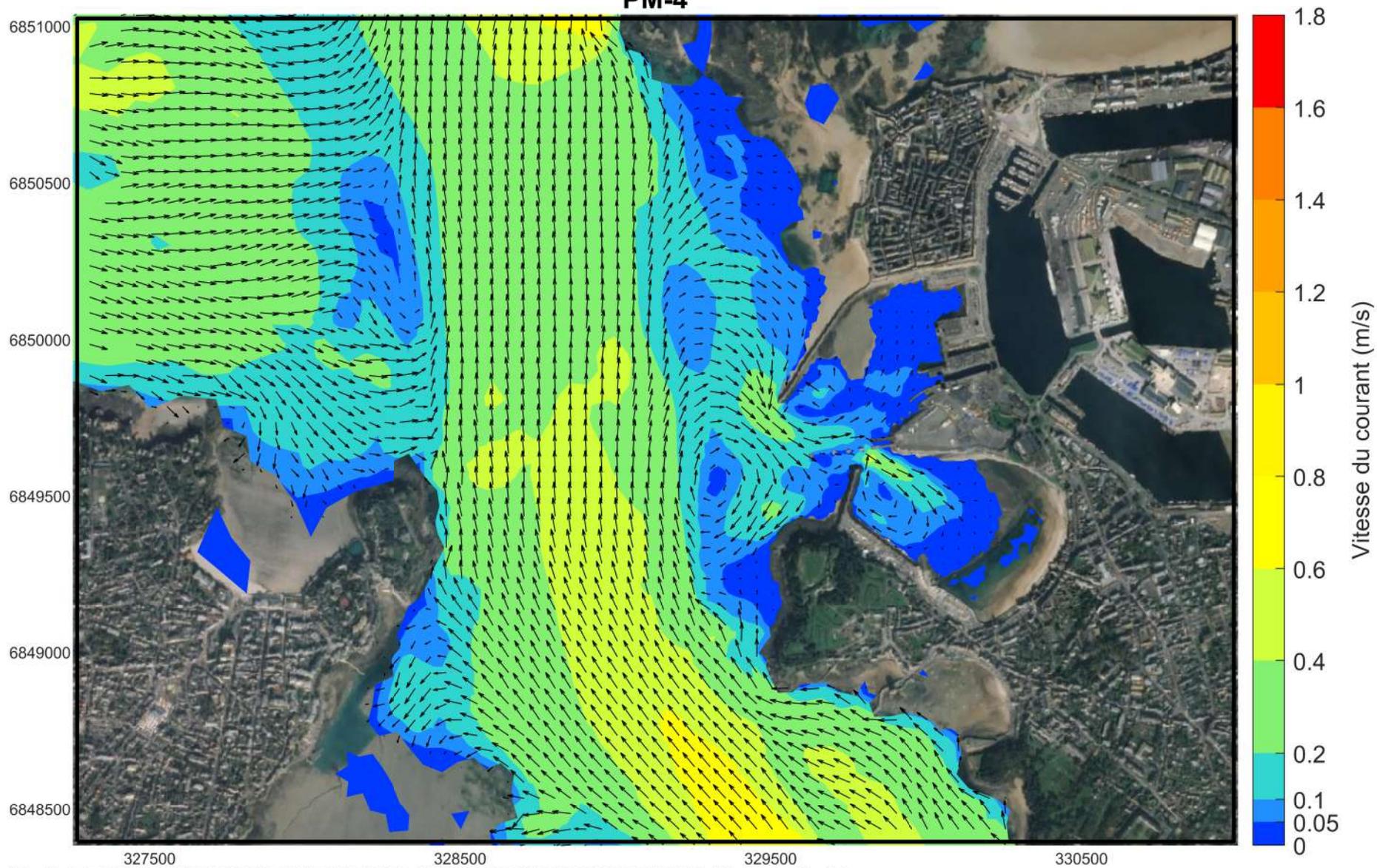
\\Creo17-calculo\TRAVAIL2\181106_BRETAGNE_ST_MALO\HDIST_MALO_CYCLE_VE_ME_SEULE_V8_RANCE_EDF_IAZ_FES_debit_1p5.mfm - Result Files
PDT 1363

Etat Initial Vive-Eau PM-5



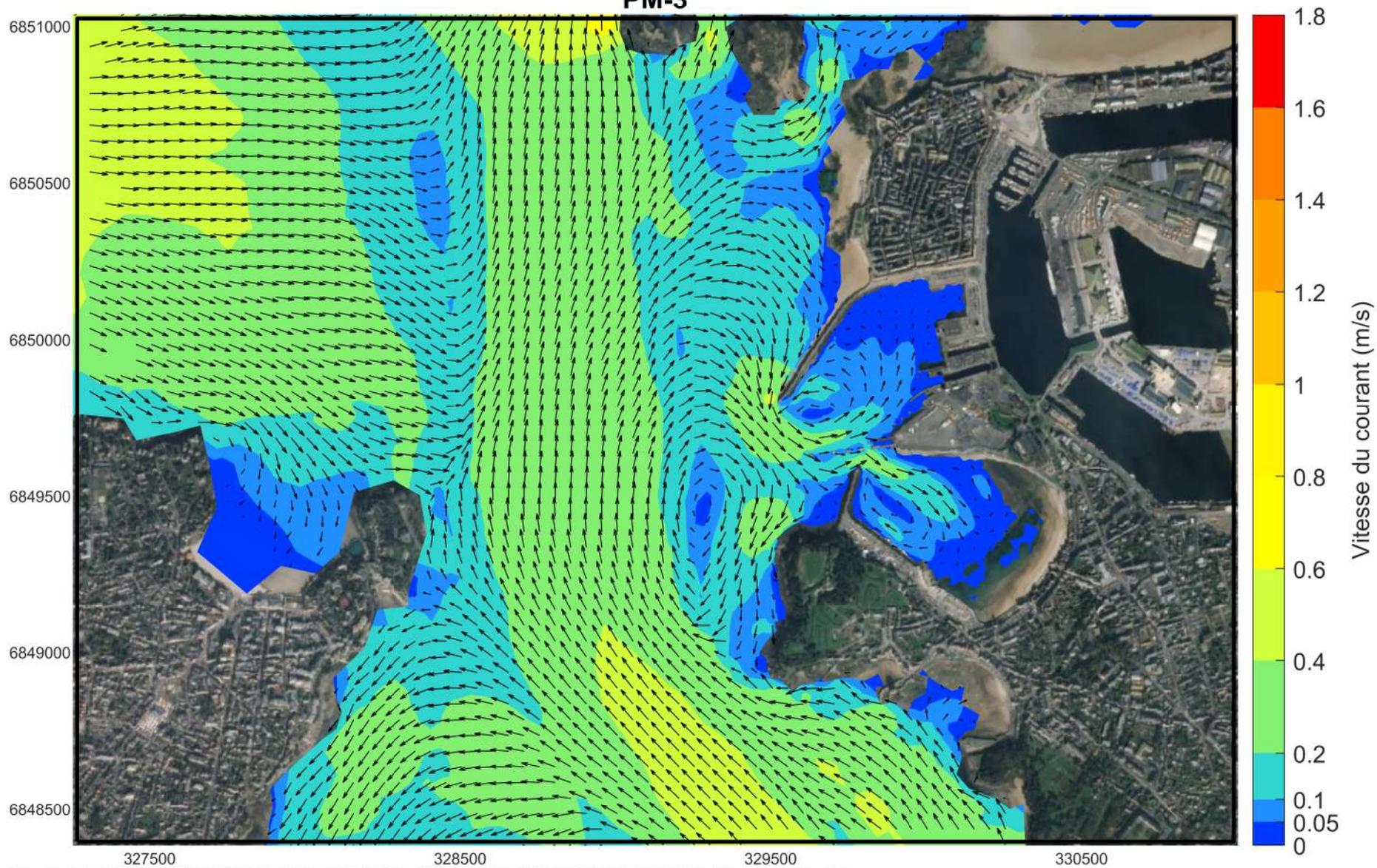
327500 328500 329500 330500

Etat Initial Vive-Eau PM-4



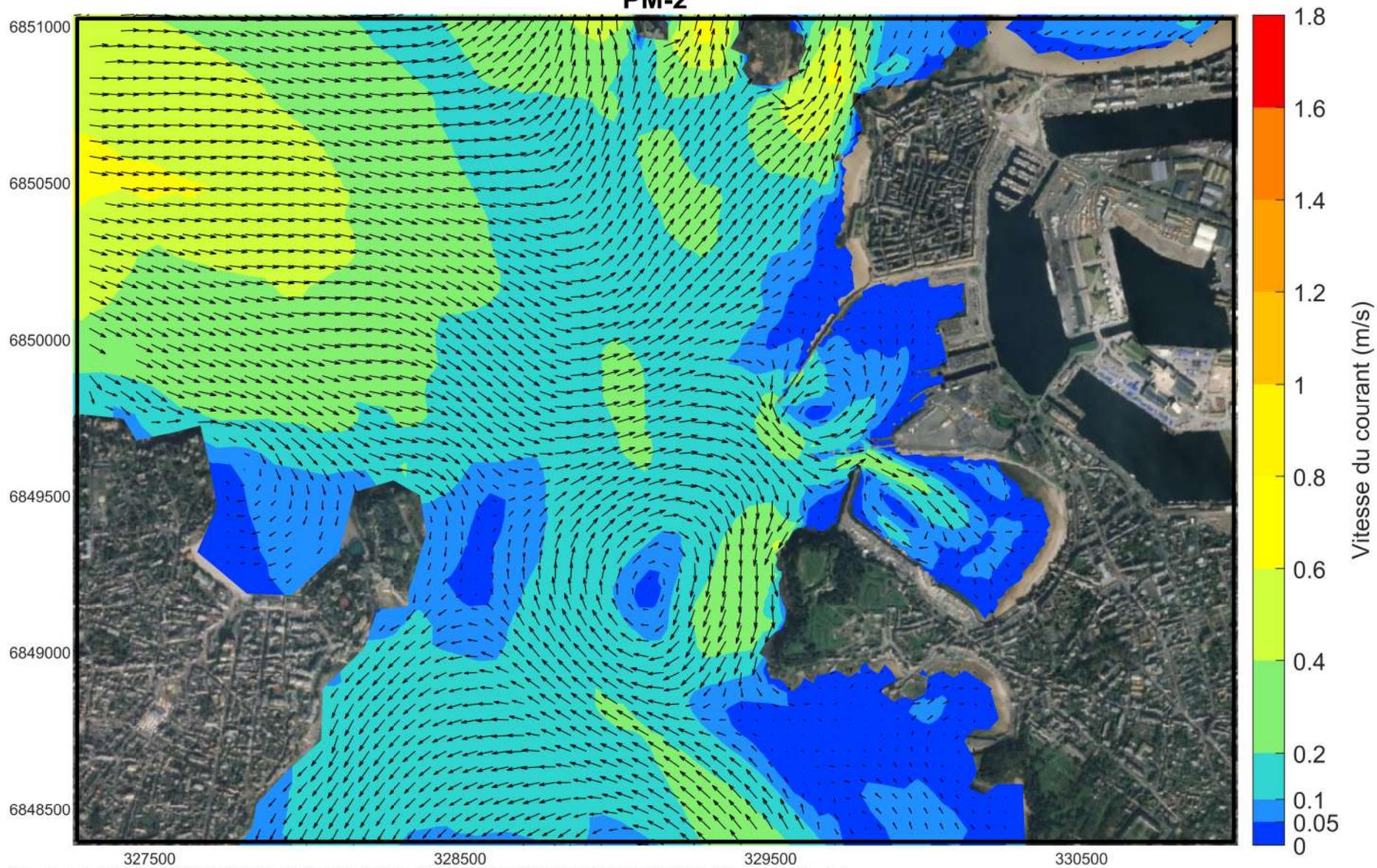
\\Creo17-calculo\TRAVAIL2\181106_BRETAGNE_ST_MALO\HDIST_MALO_CYCLE_VE_ME_SEULE_V8_RANCE_EDF_IAZ_FES_debit_1p5.mfm - Result Files
PDT 1375

Etat Initial Vive-Eau PM-3

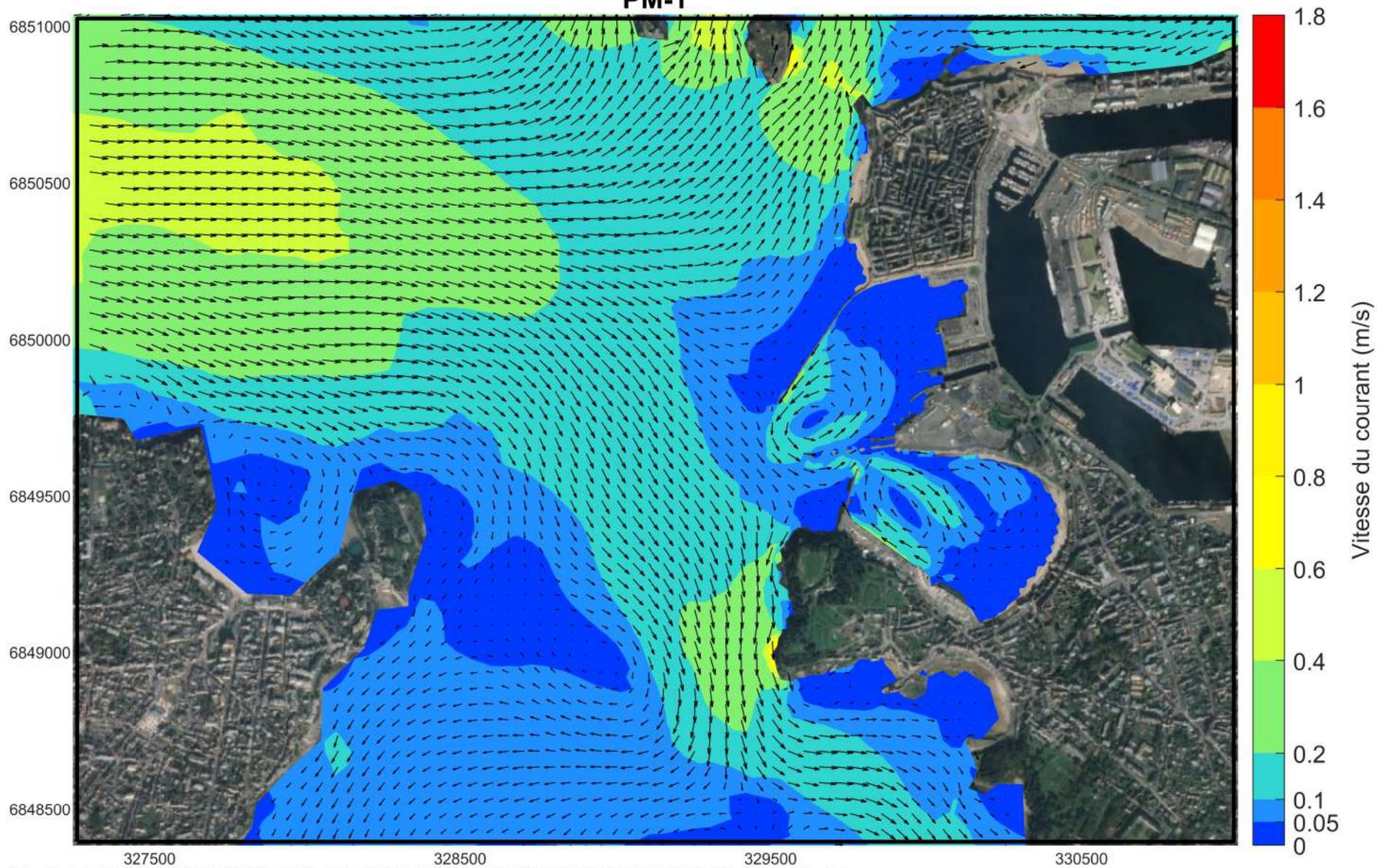


\\Creo17-calculo\TRAVAIL2\181106_BRETAGNE_ST_MALO\HDIST_MALO_CYCLE_VE_ME_SEULE_V8_RANCE_EDF_IAZ_FES_debit_1p5.mfm - Result Files
PDT 1381

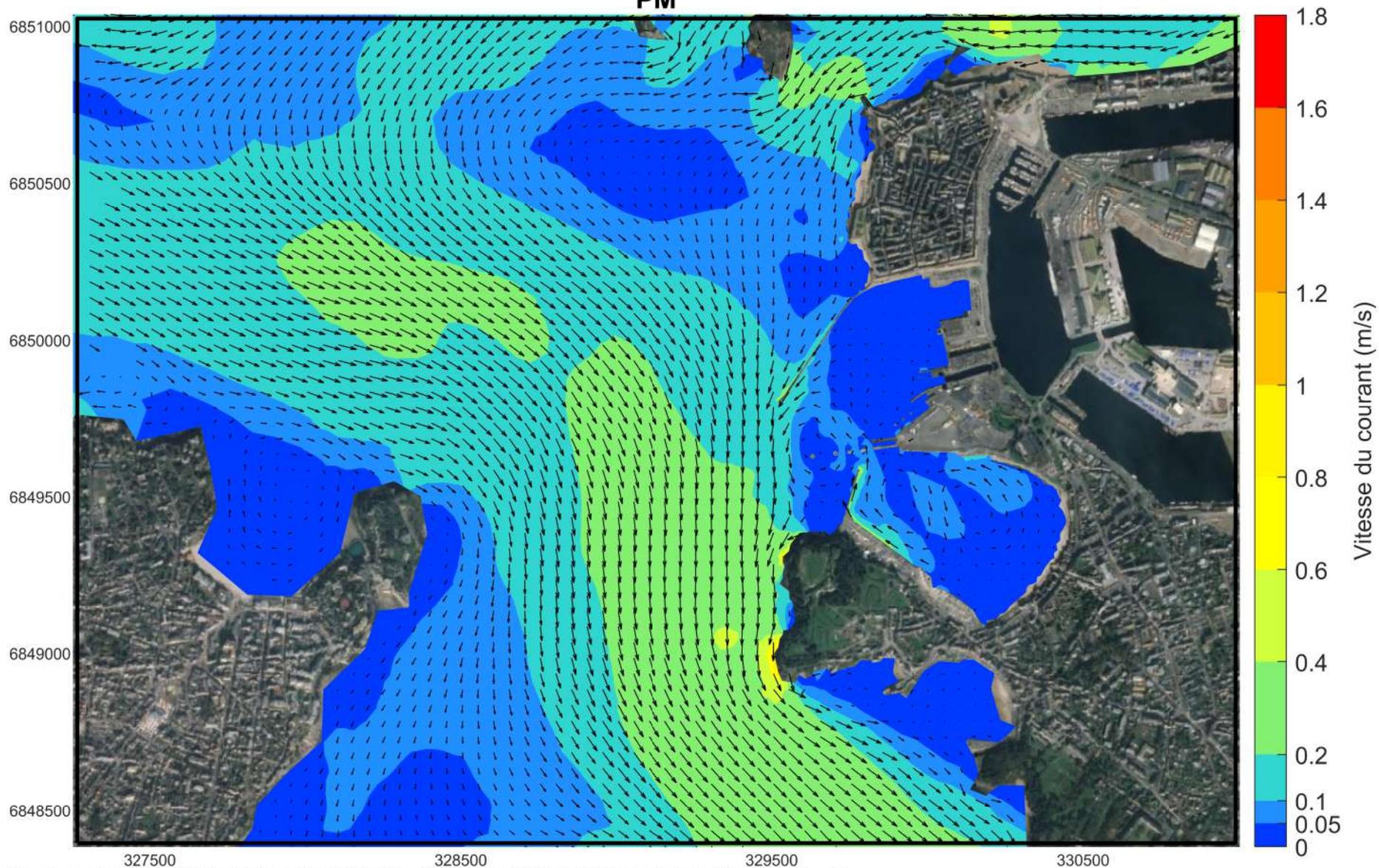
Etat Initial Vive-Eau PM-2



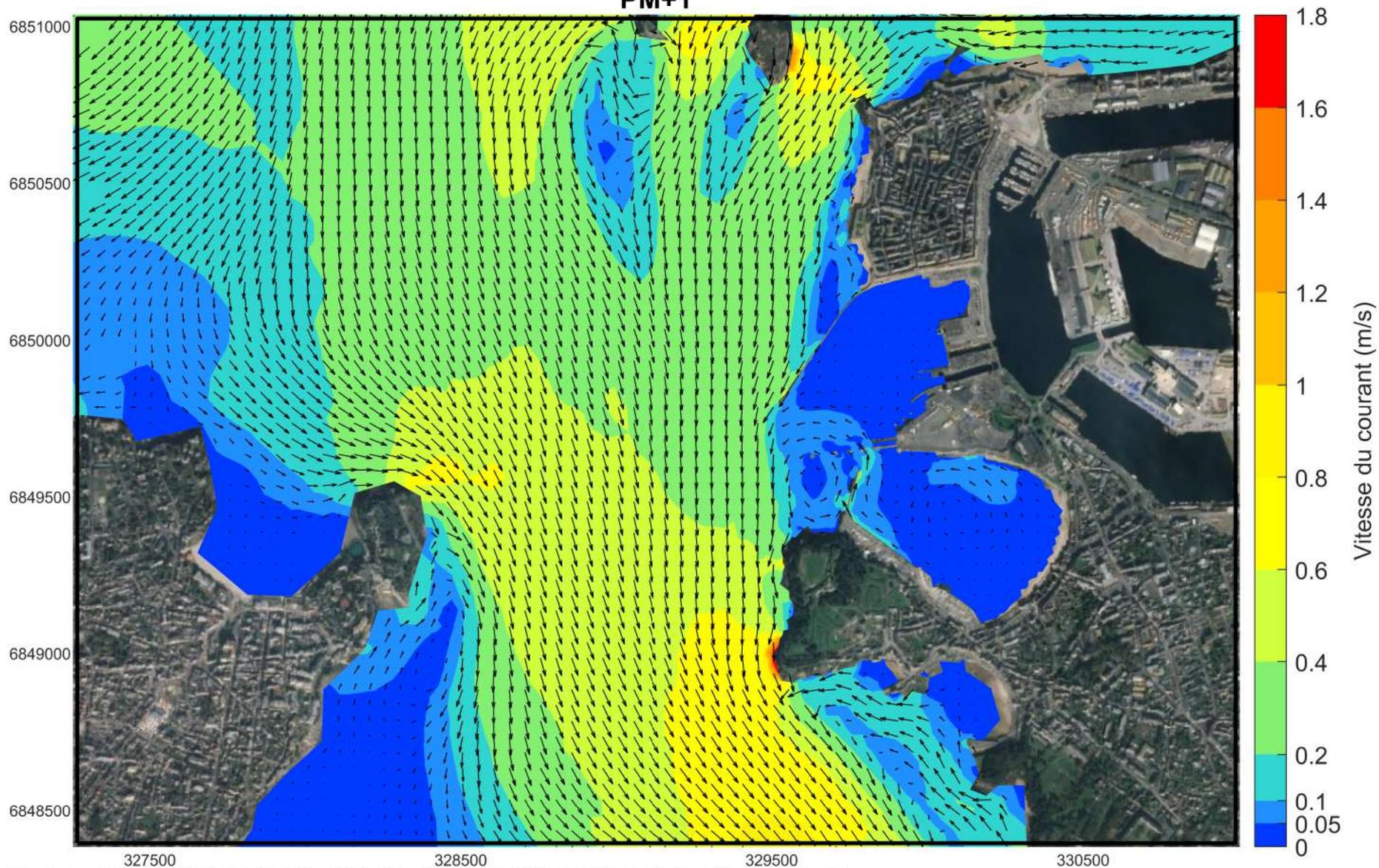
Etat Initial Vive-Eau PM-1



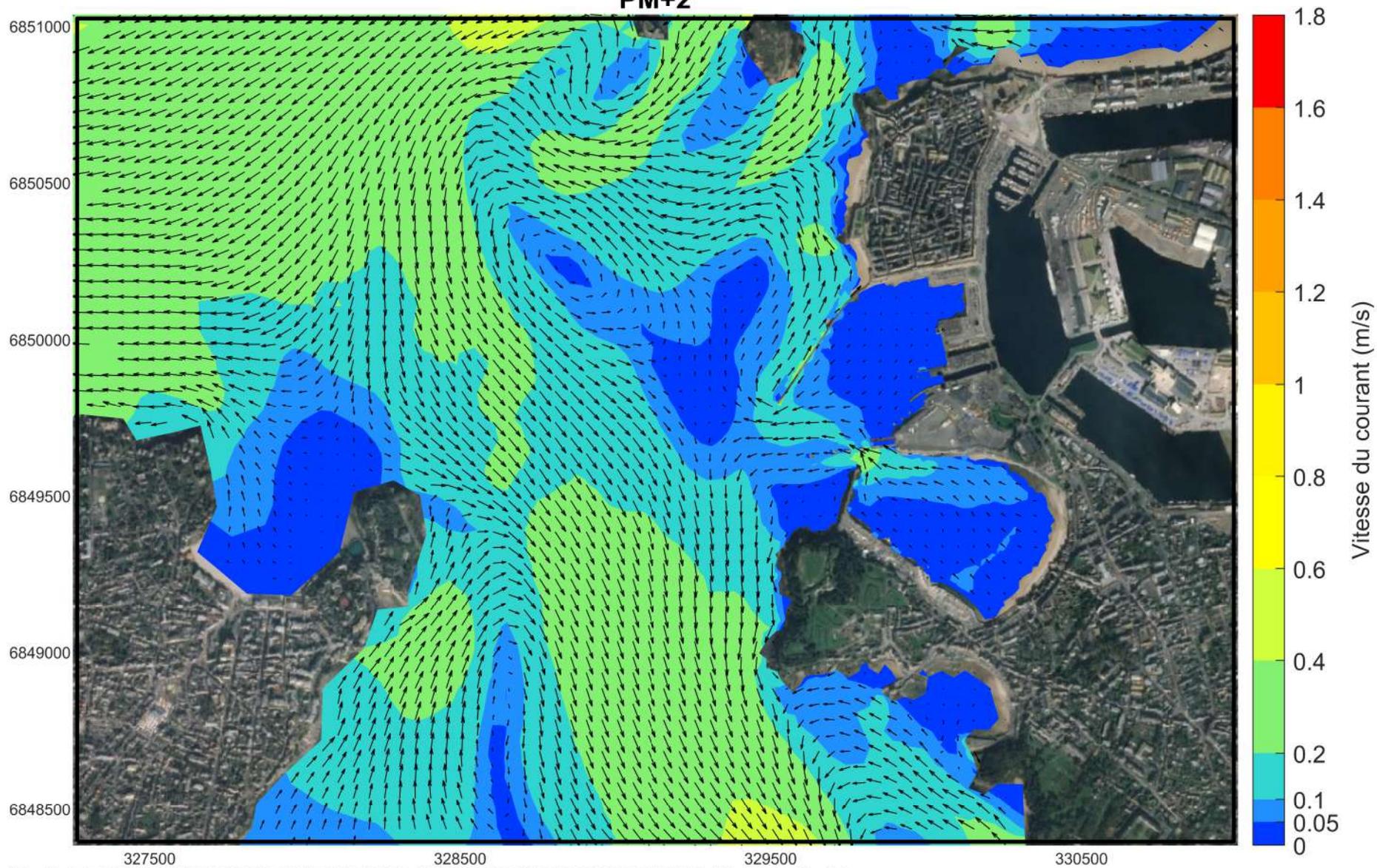
Etat Initial Vive-Eau PM



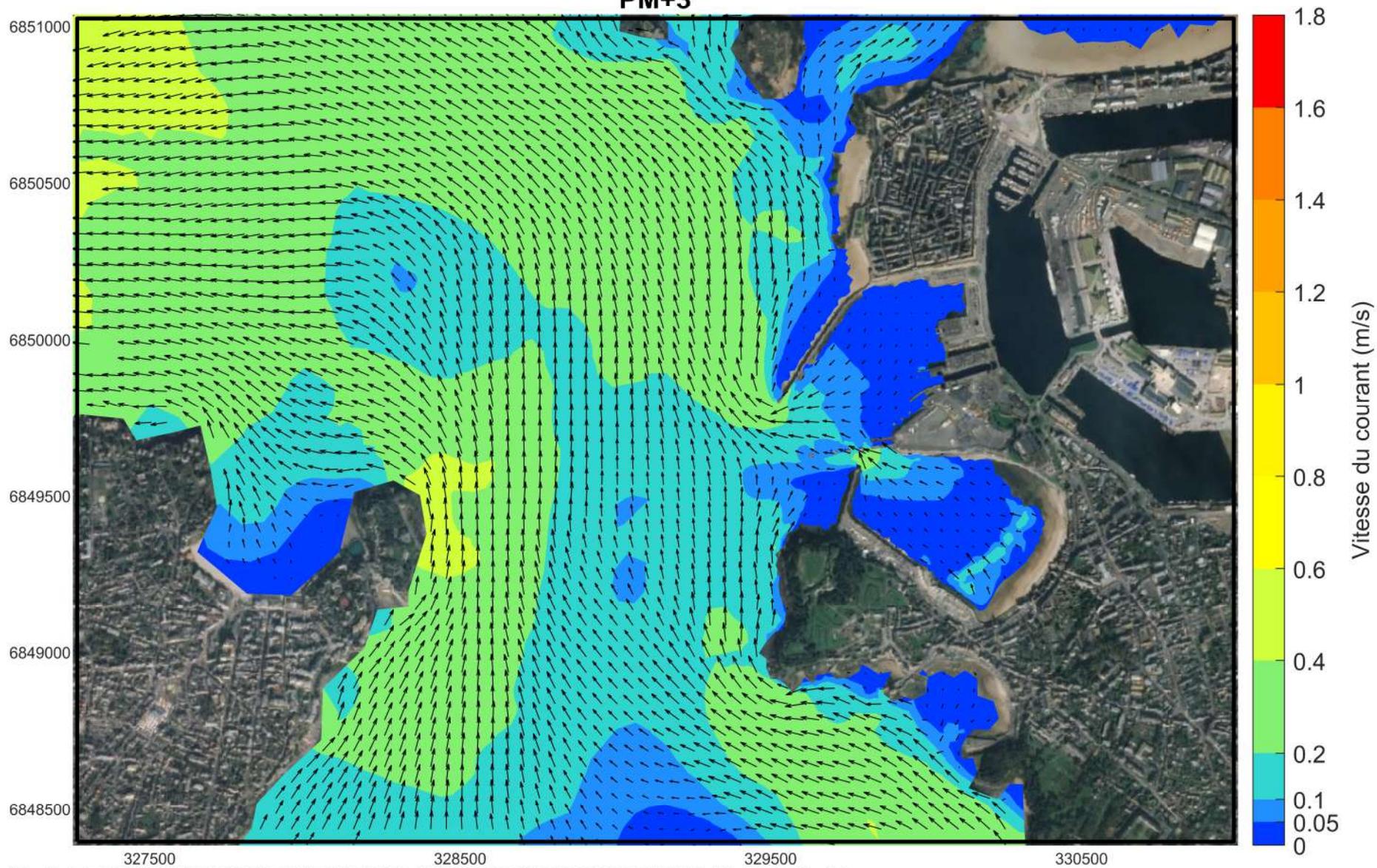
Etat Initial Vive-Eau PM+1



Etat Initial Vive-Eau PM+2

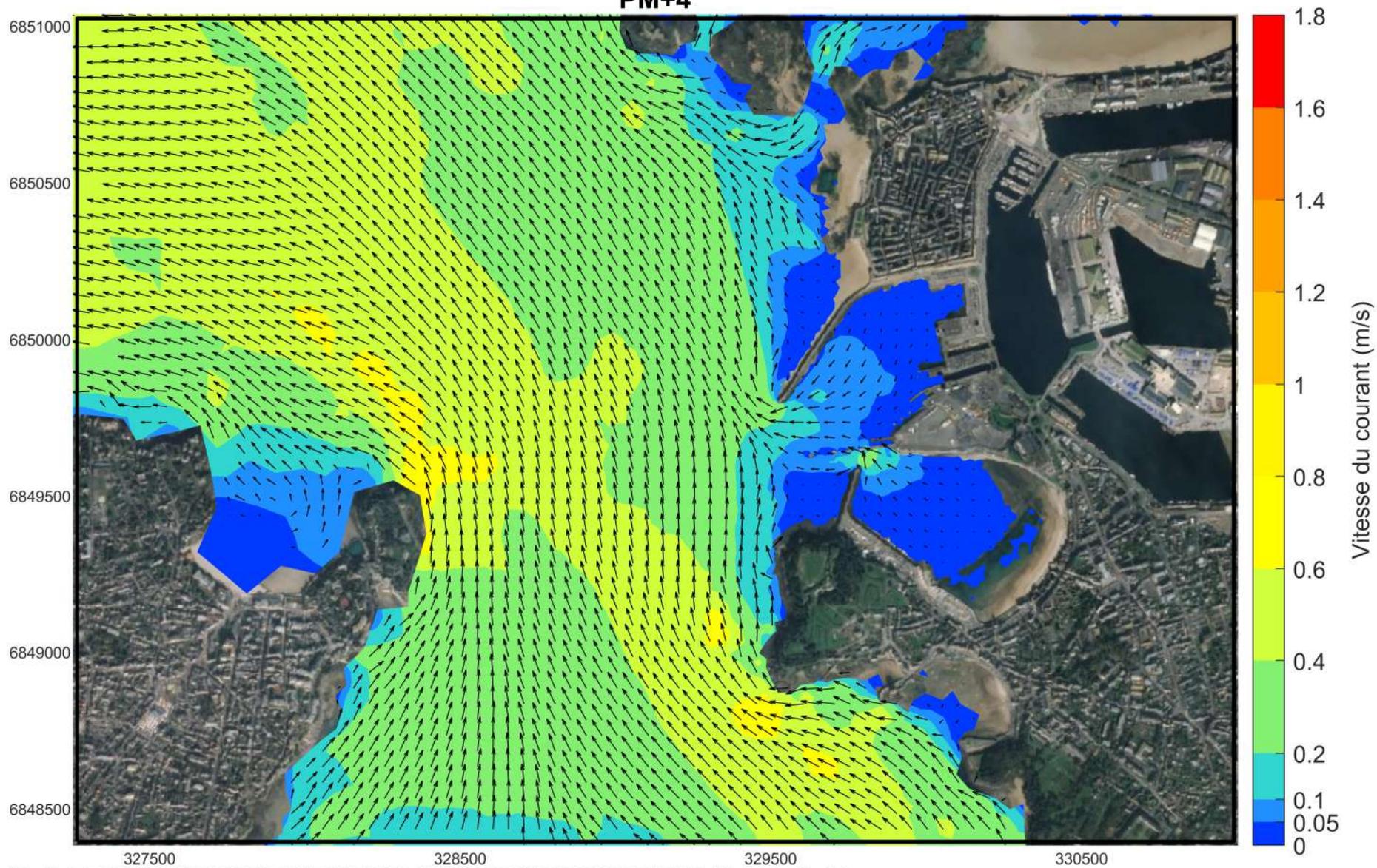


Etat Initial Vive-Eau PM+3

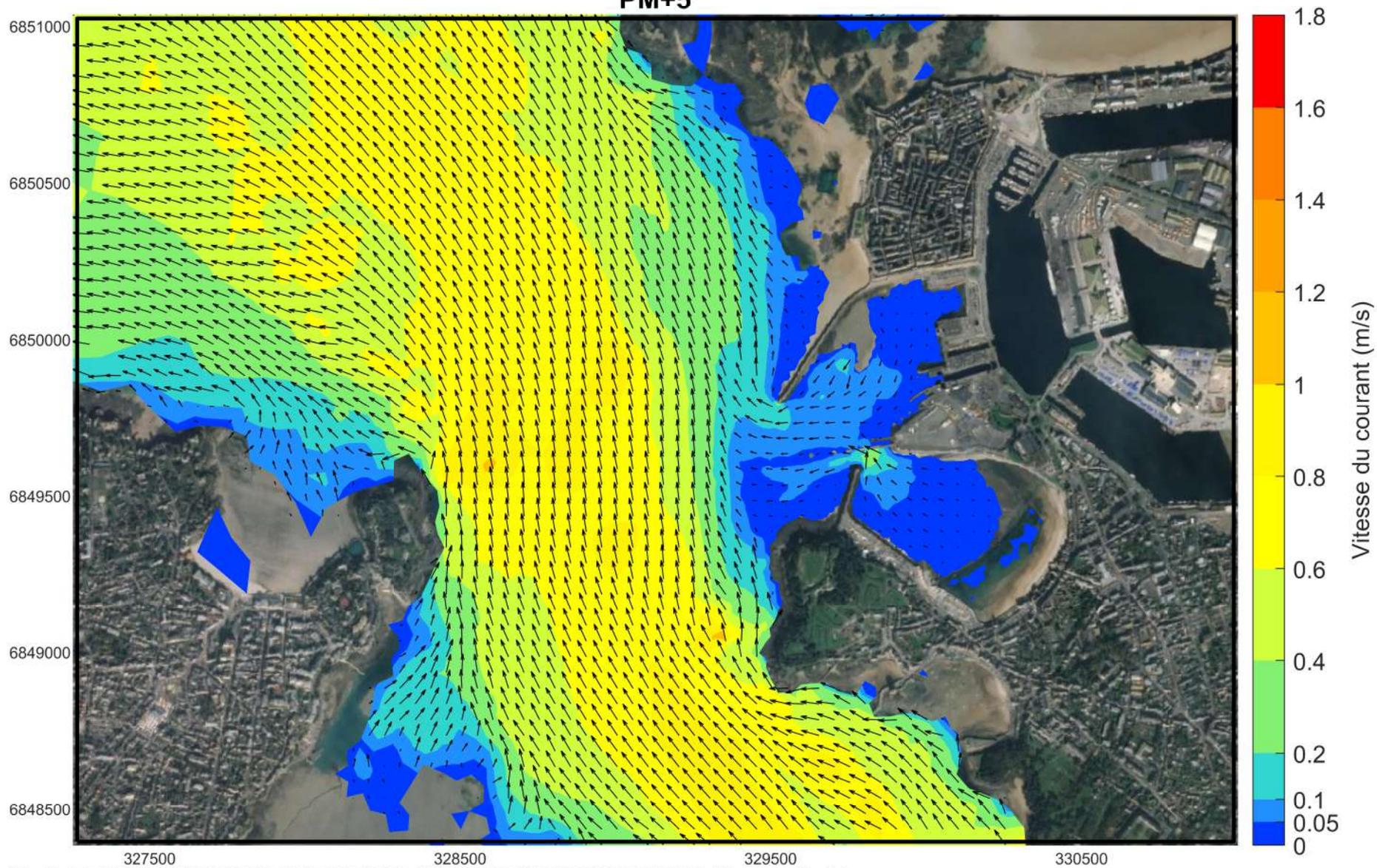


327500 328500 329500 330500

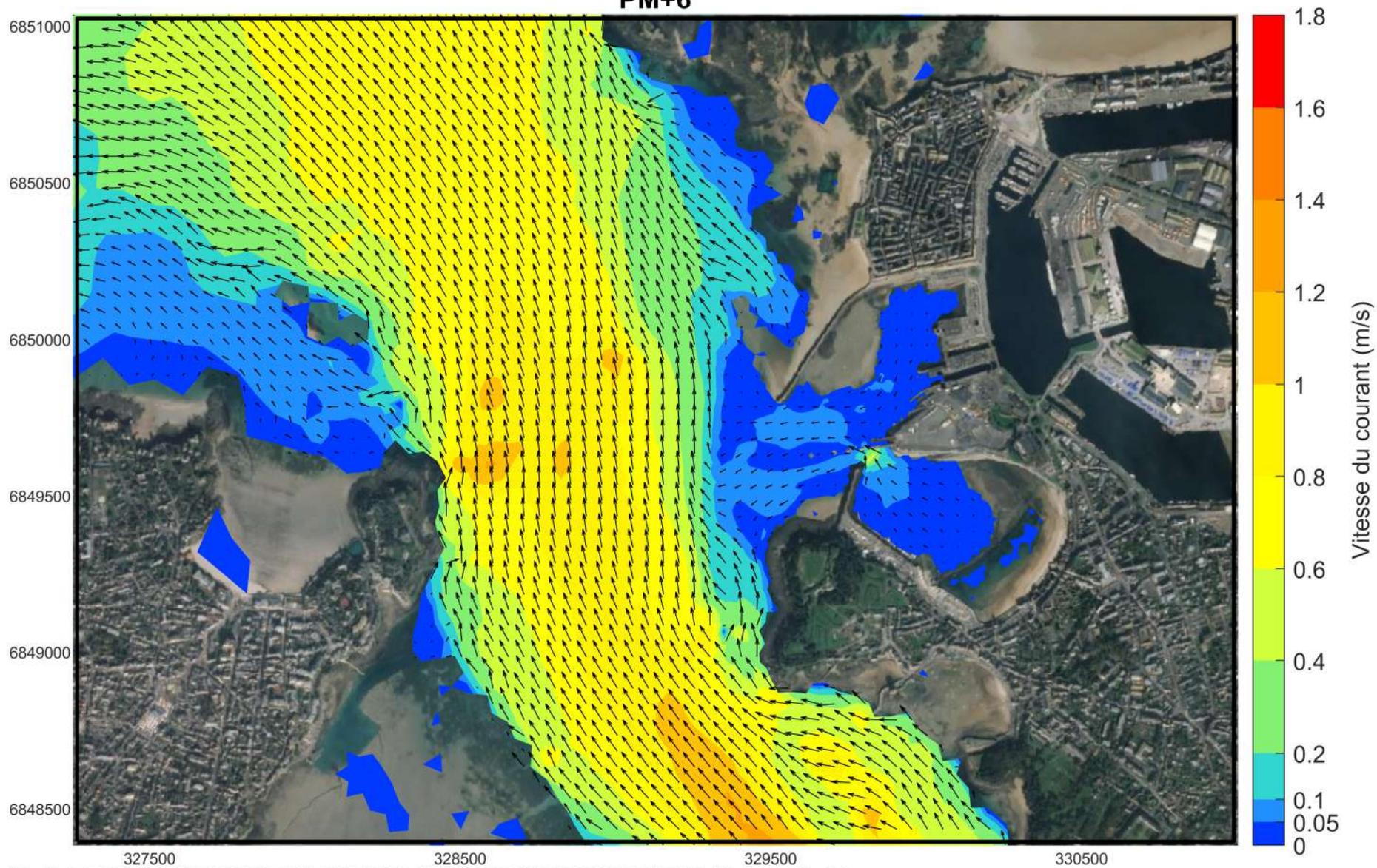
Etat Initial Vive-Eau PM+4



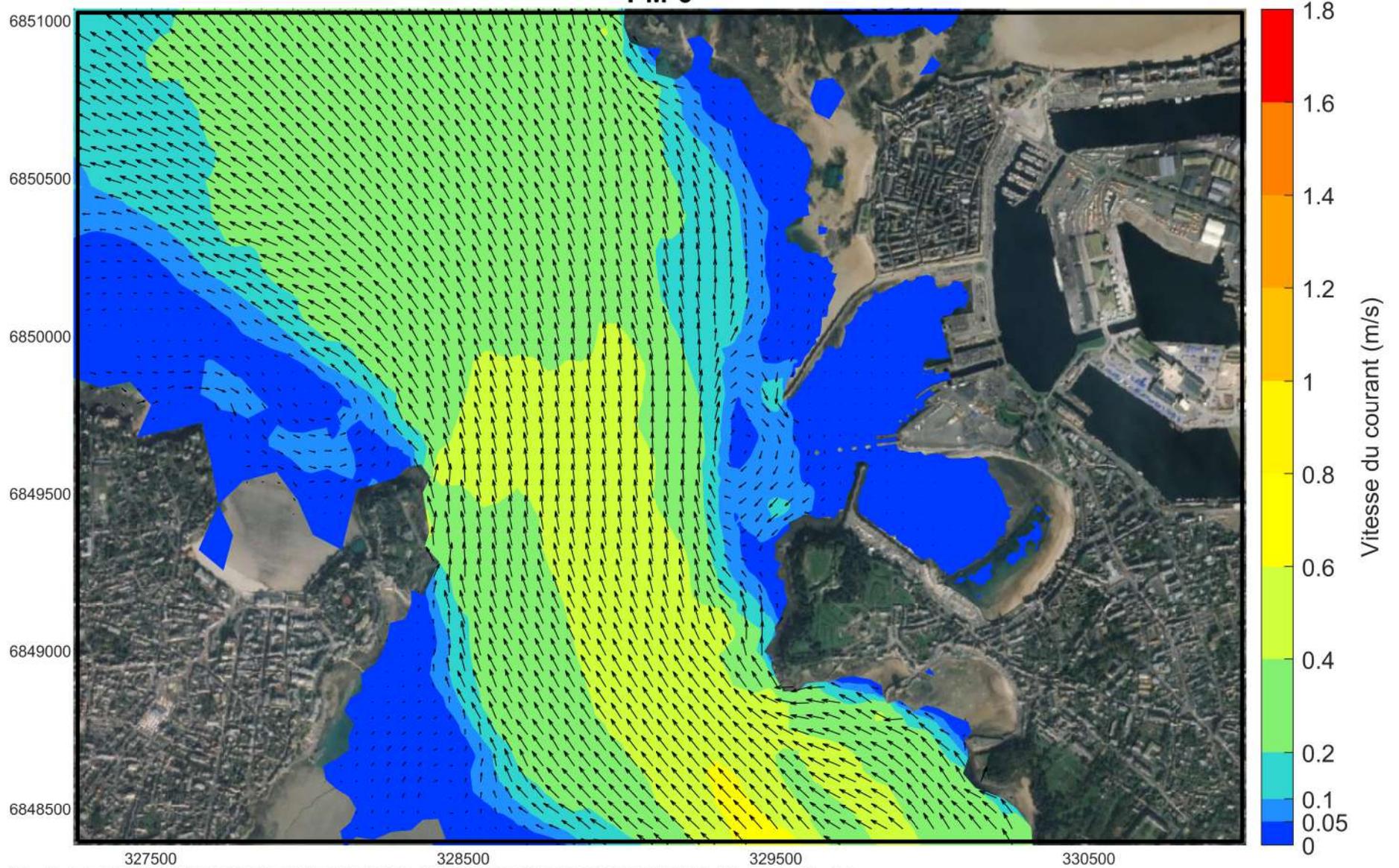
Etat Initial Vive-Eau PM+5



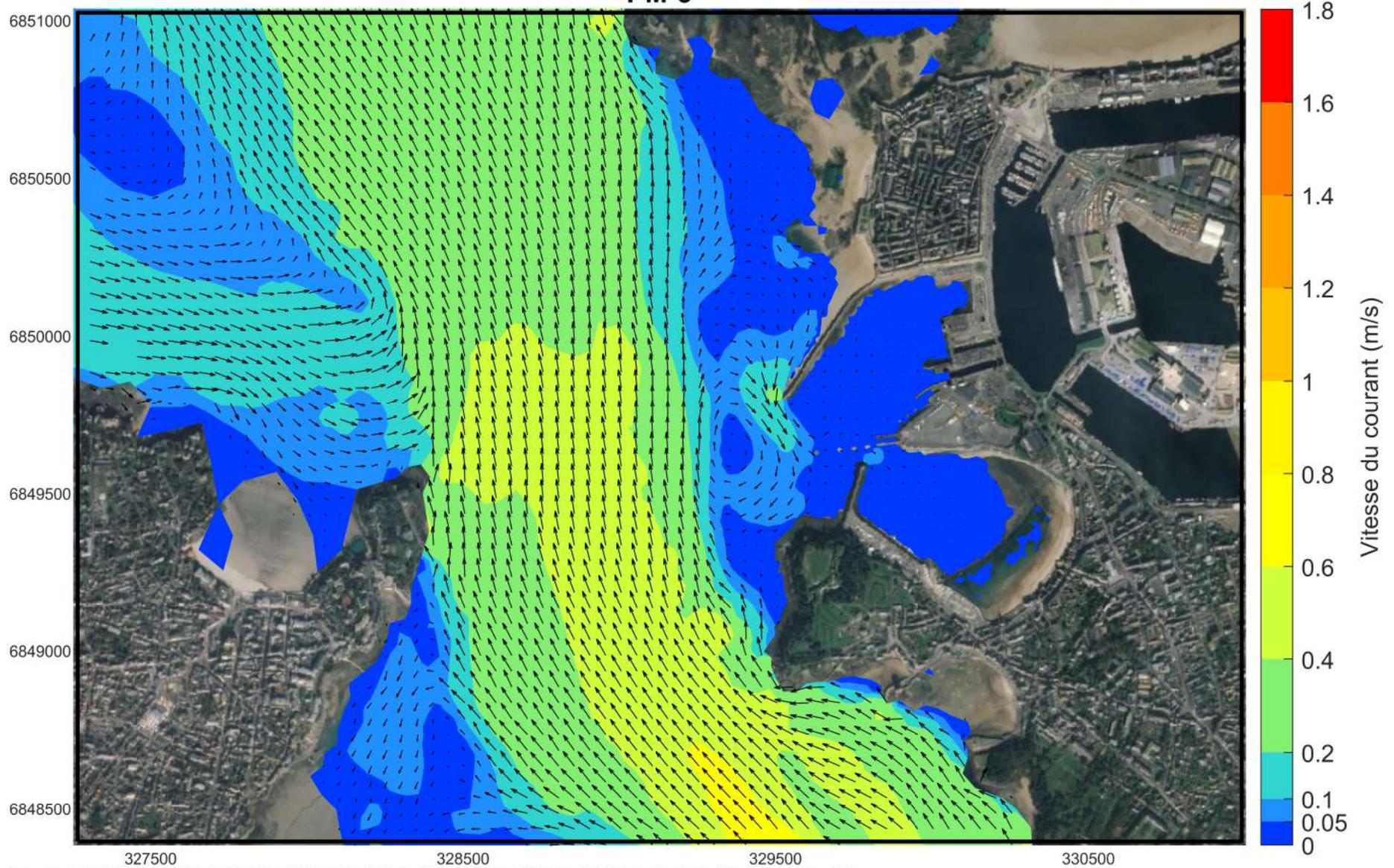
Etat Initial Vive-Eau PM+6



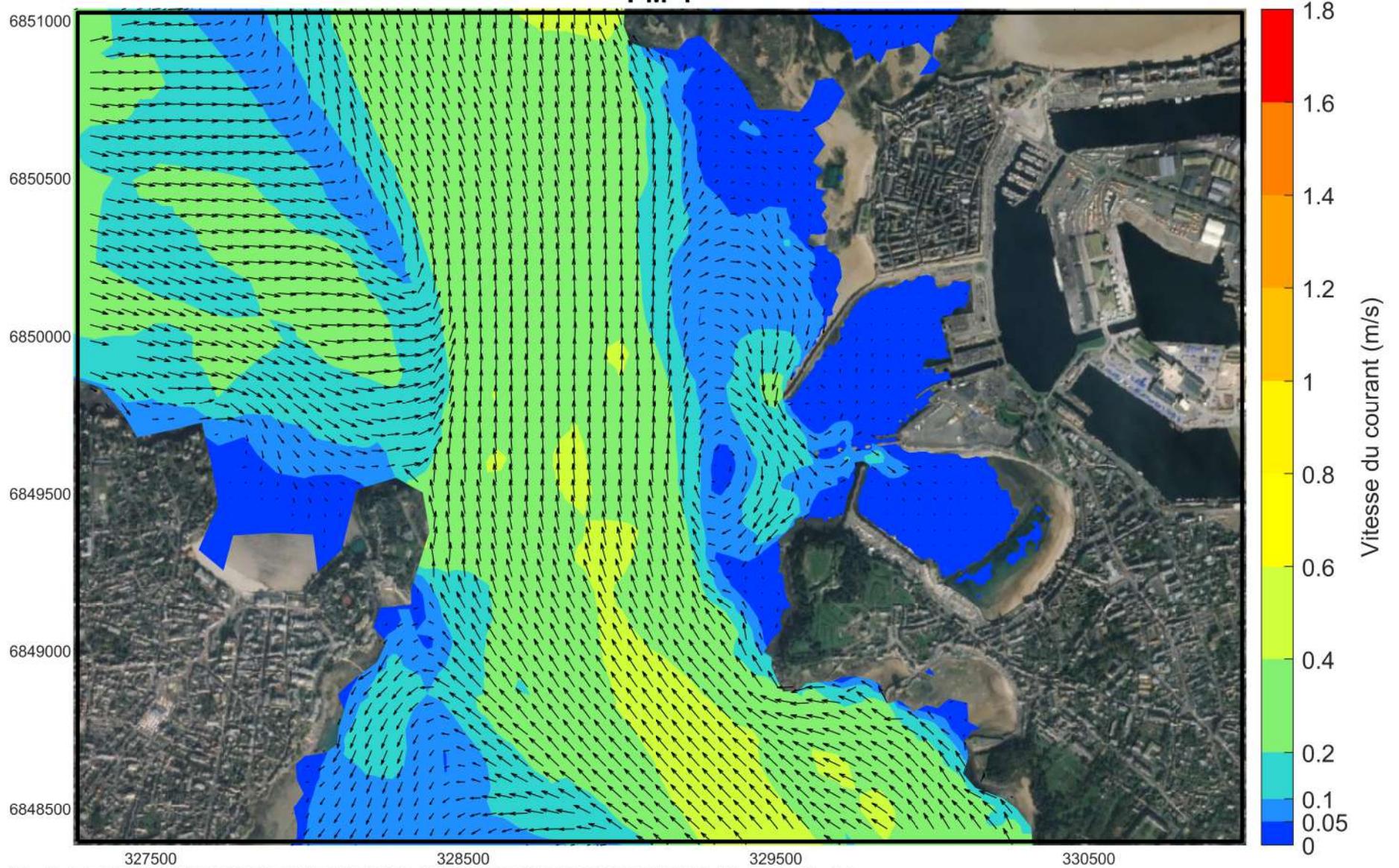
Etat Initial Morte-Eau PM-6



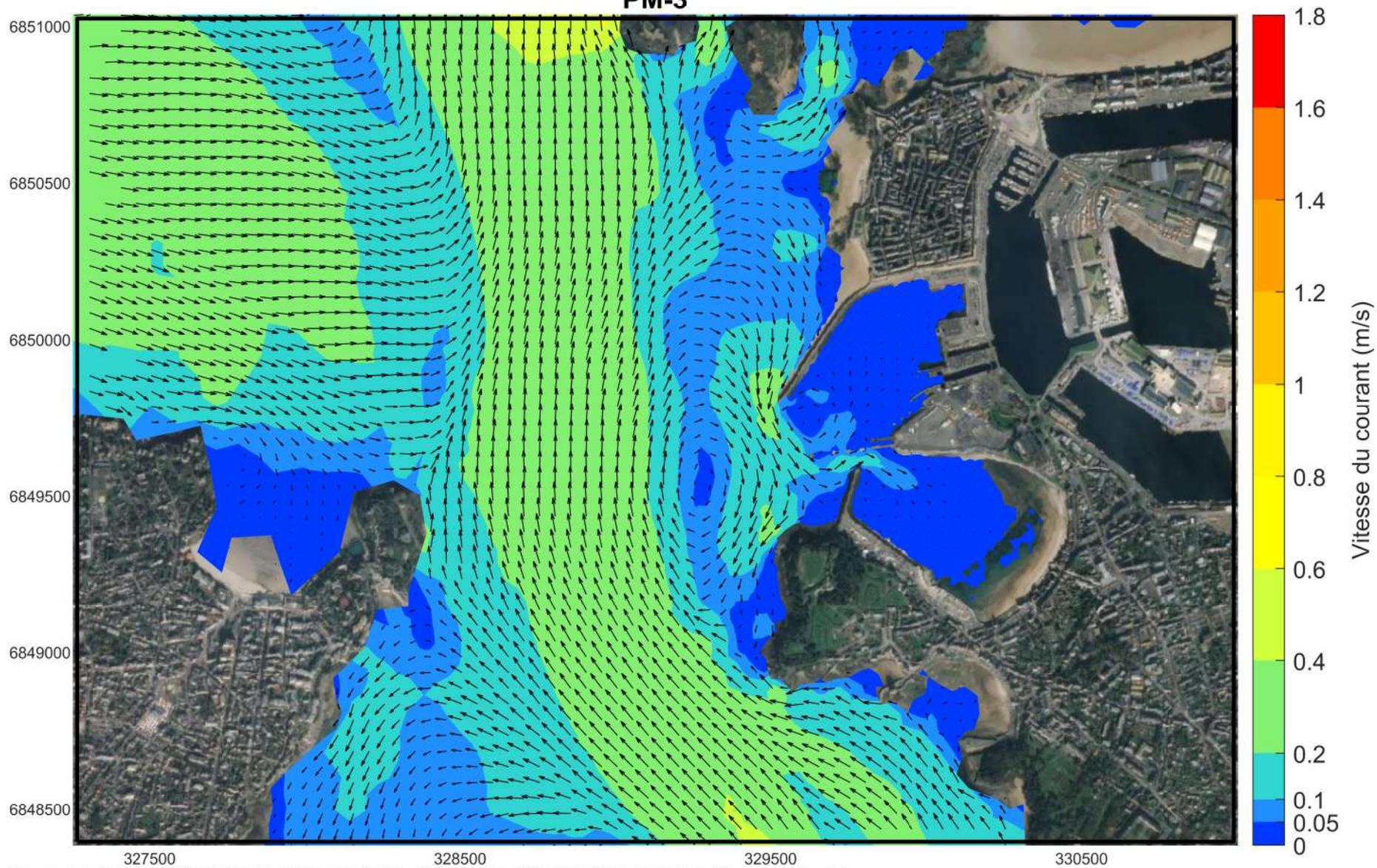
Etat Initial Morte-Eau PM-5



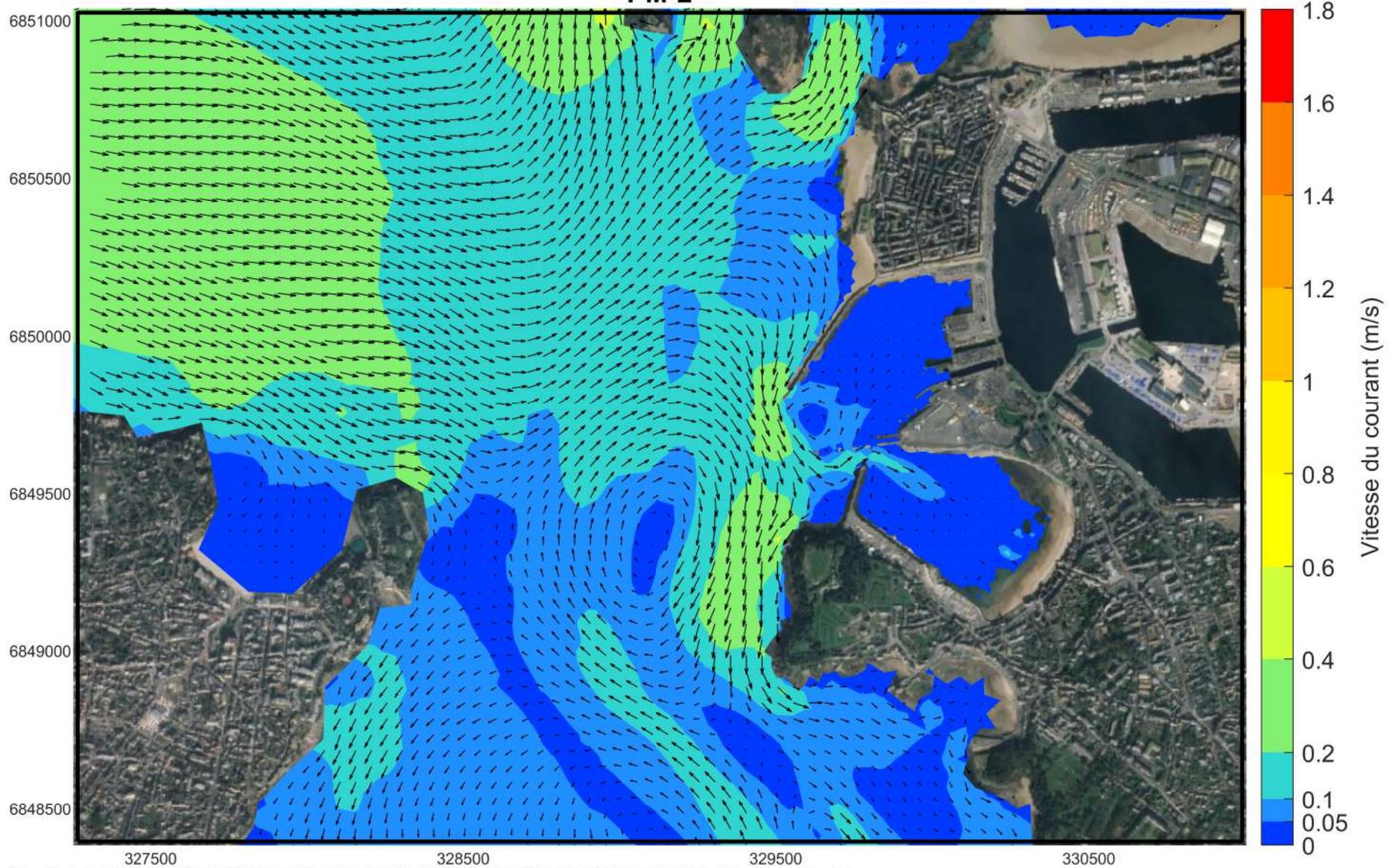
Etat Initial Morte-Eau PM-4



Etat Initial Morte-Eau PM-3

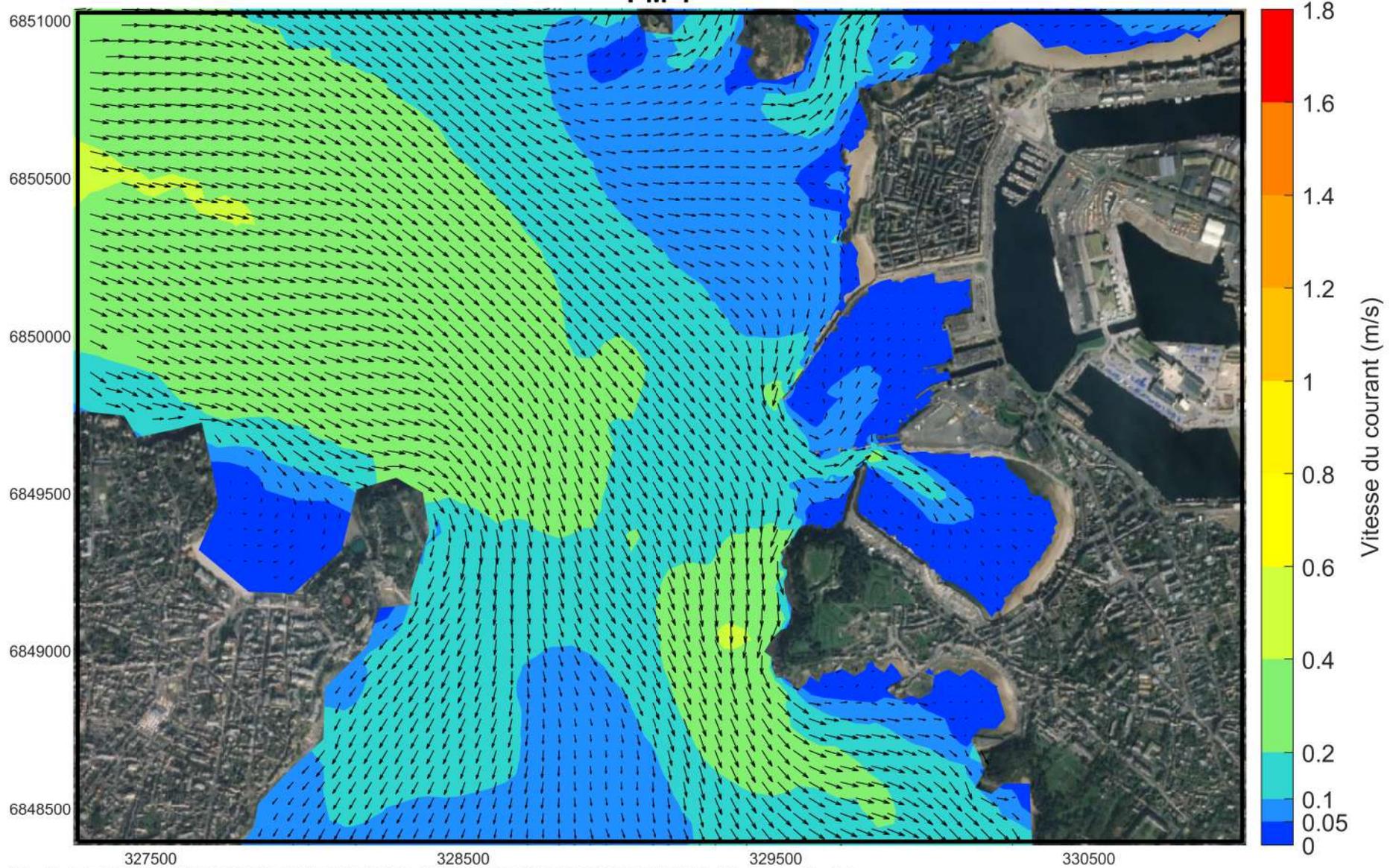


Etat Initial Morte-Eau PM-2

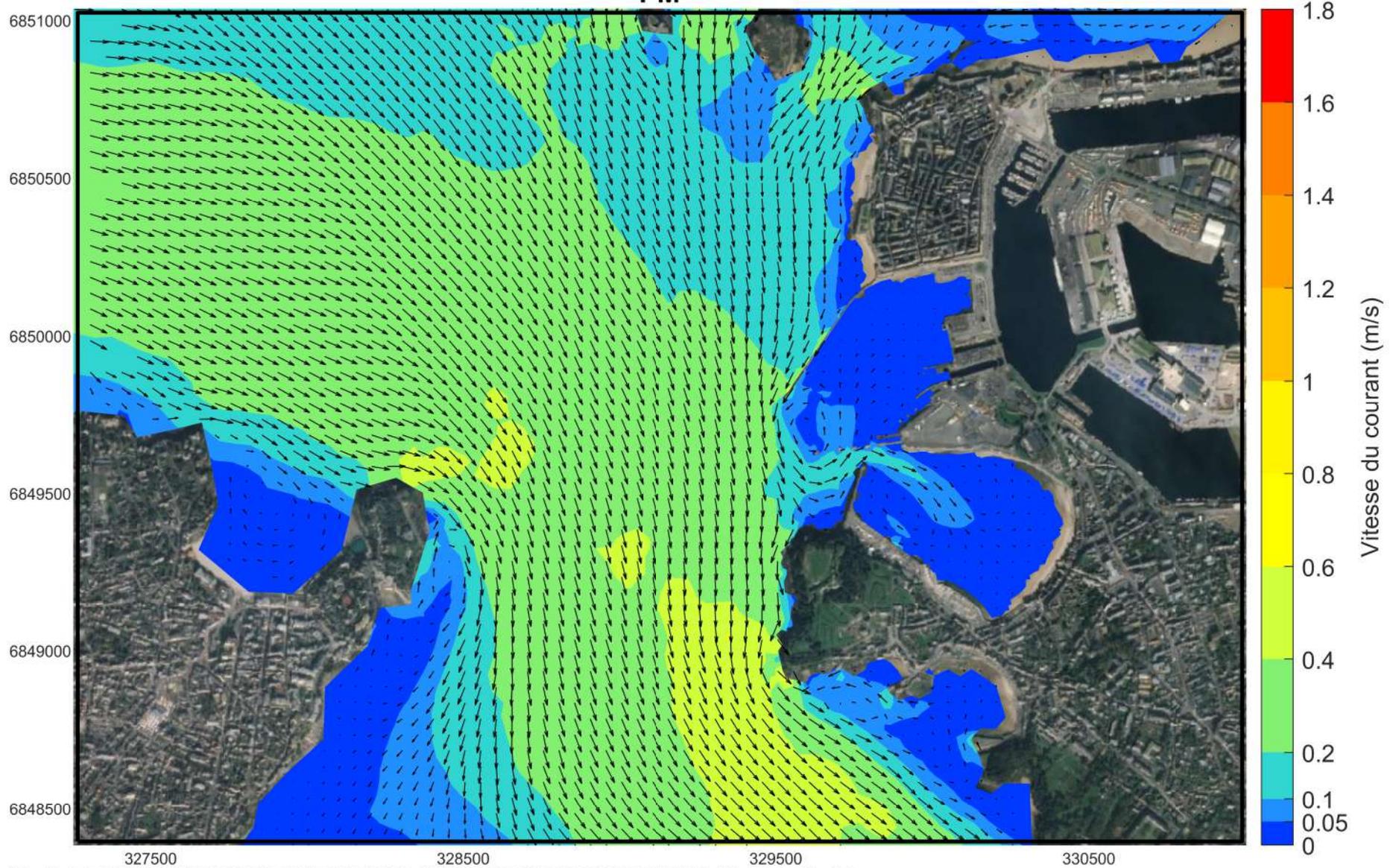


\\Creo17-calculo\TRAVAIL2\181106_BRETAGNE_ST_MALO\HDIST_MALO_CYCLE_VE_ME_SEULE_V8_RANCE_EDF_IAZ_FES_debit_1p5.mfm - Result Files
PDT 702

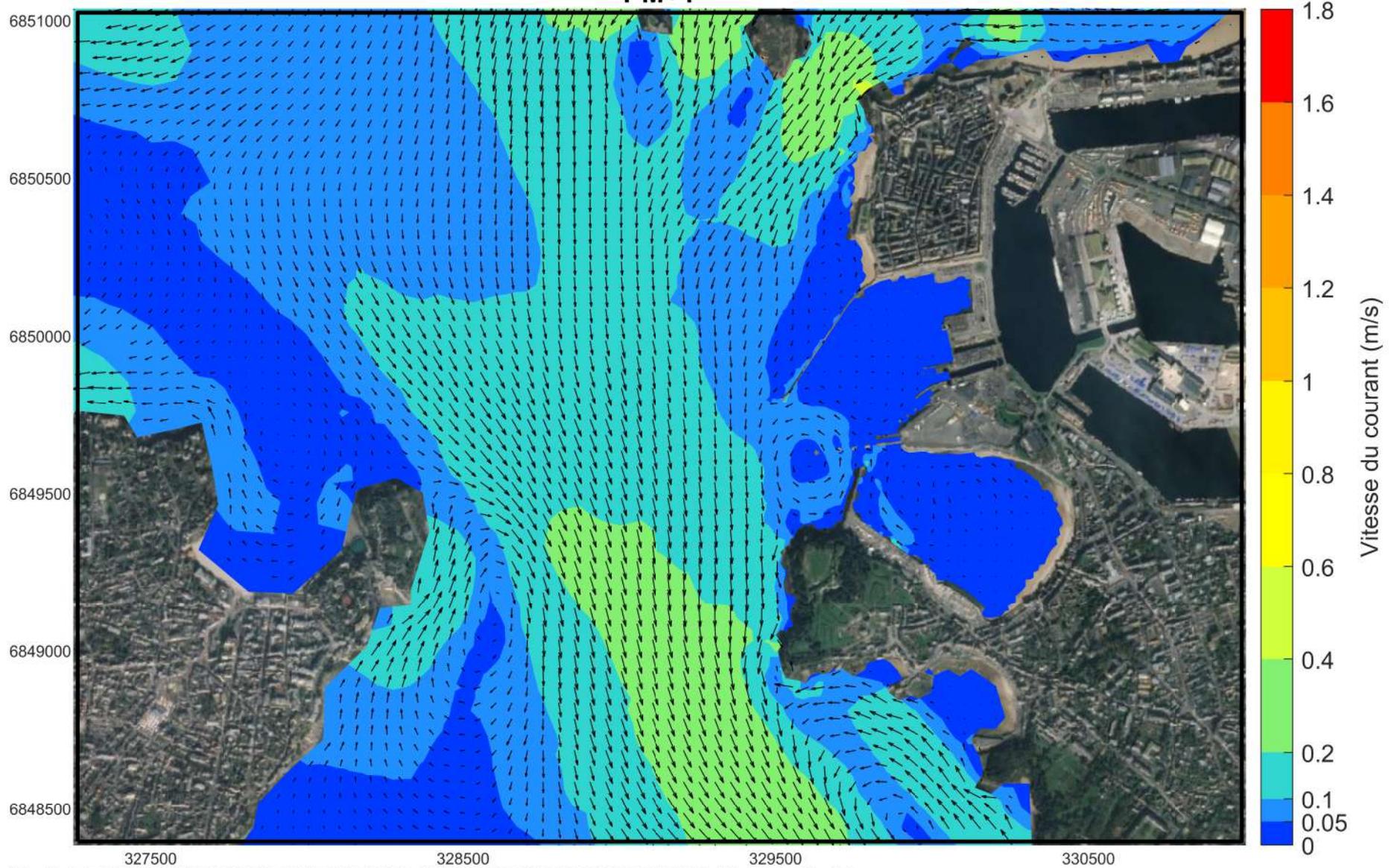
Etat Initial Morte-Eau PM-1



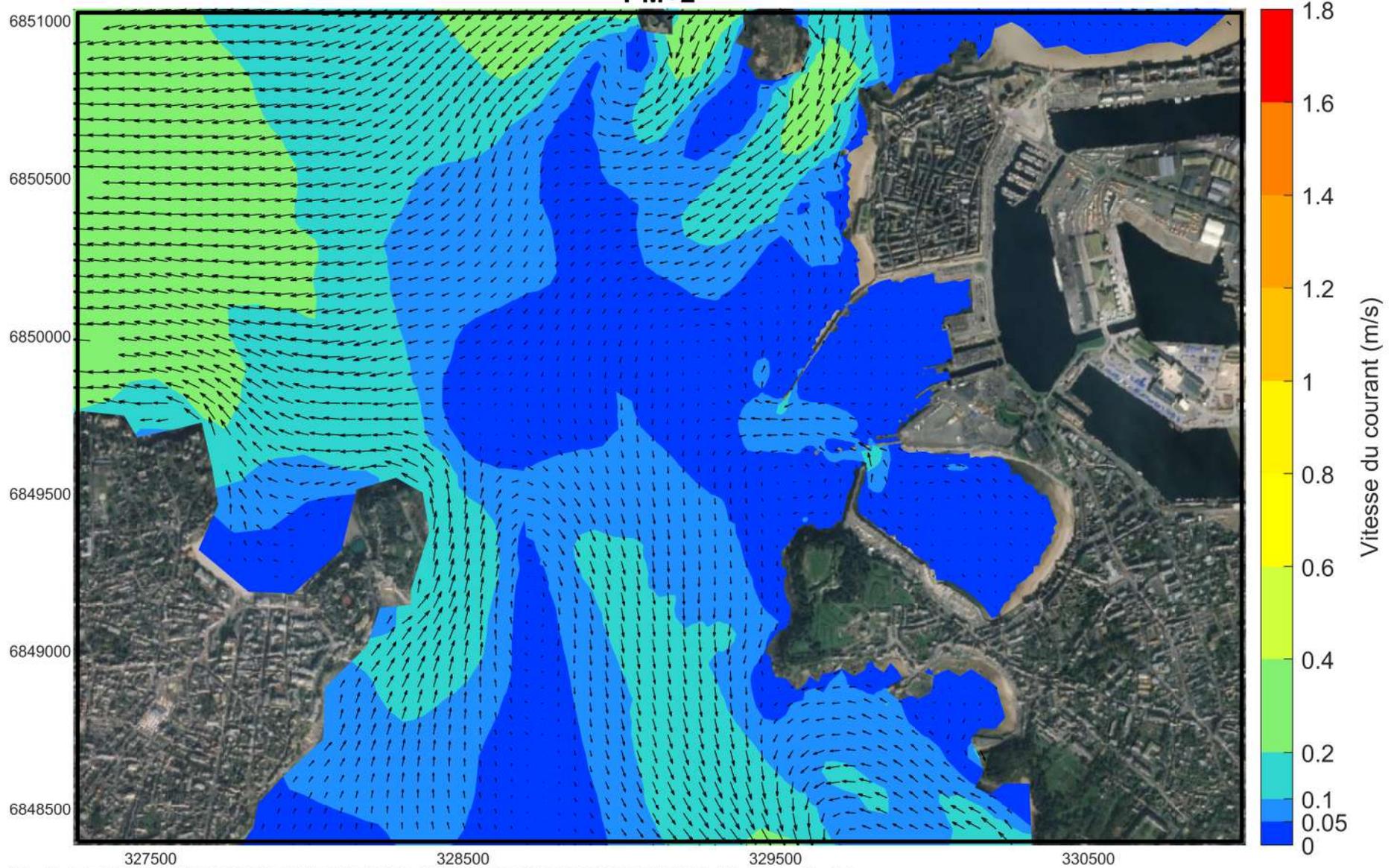
Etat Initial Morte-Eau PM



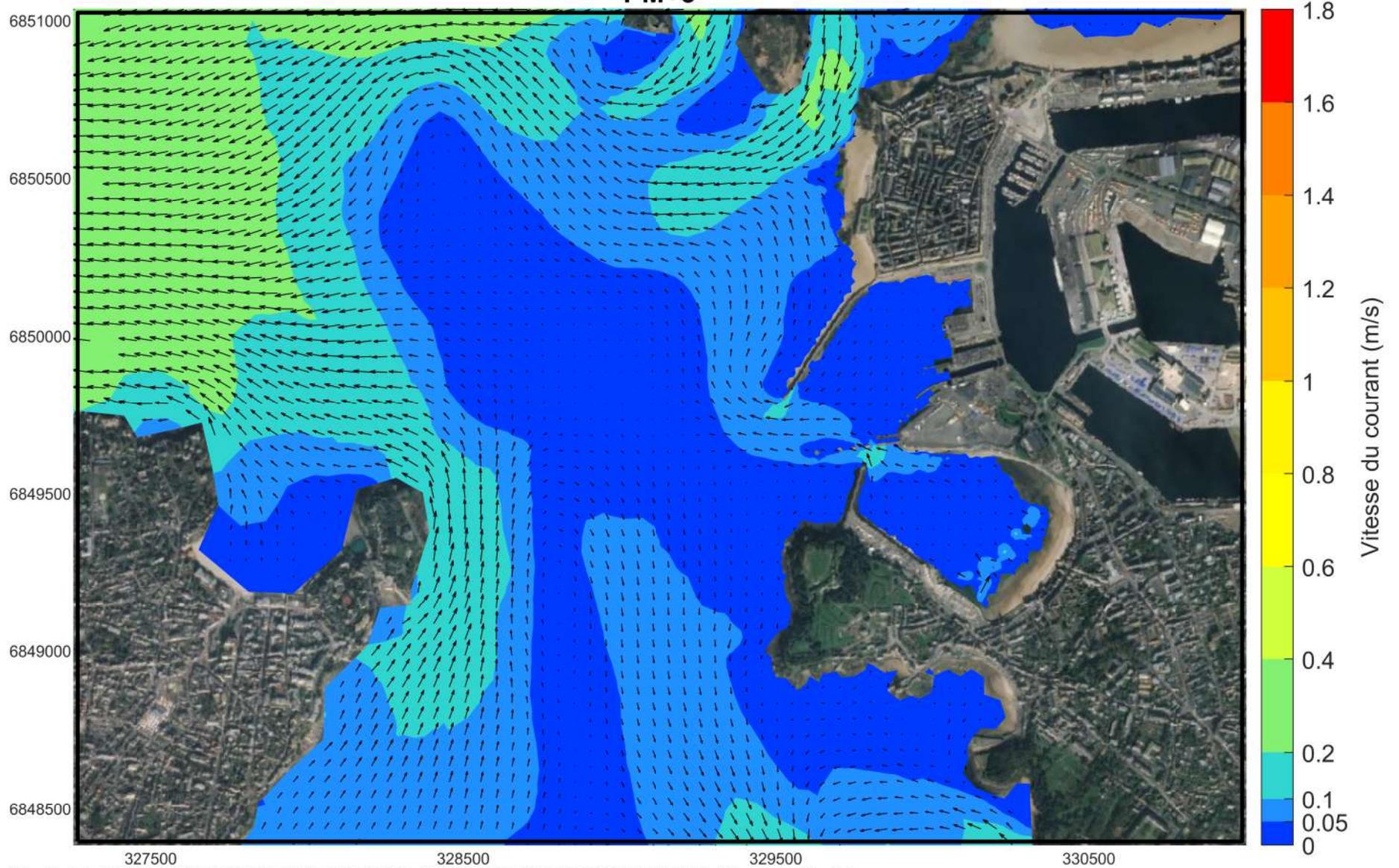
Etat Initial Morte-Eau PM+1



Etat Initial Morte-Eau PM+2

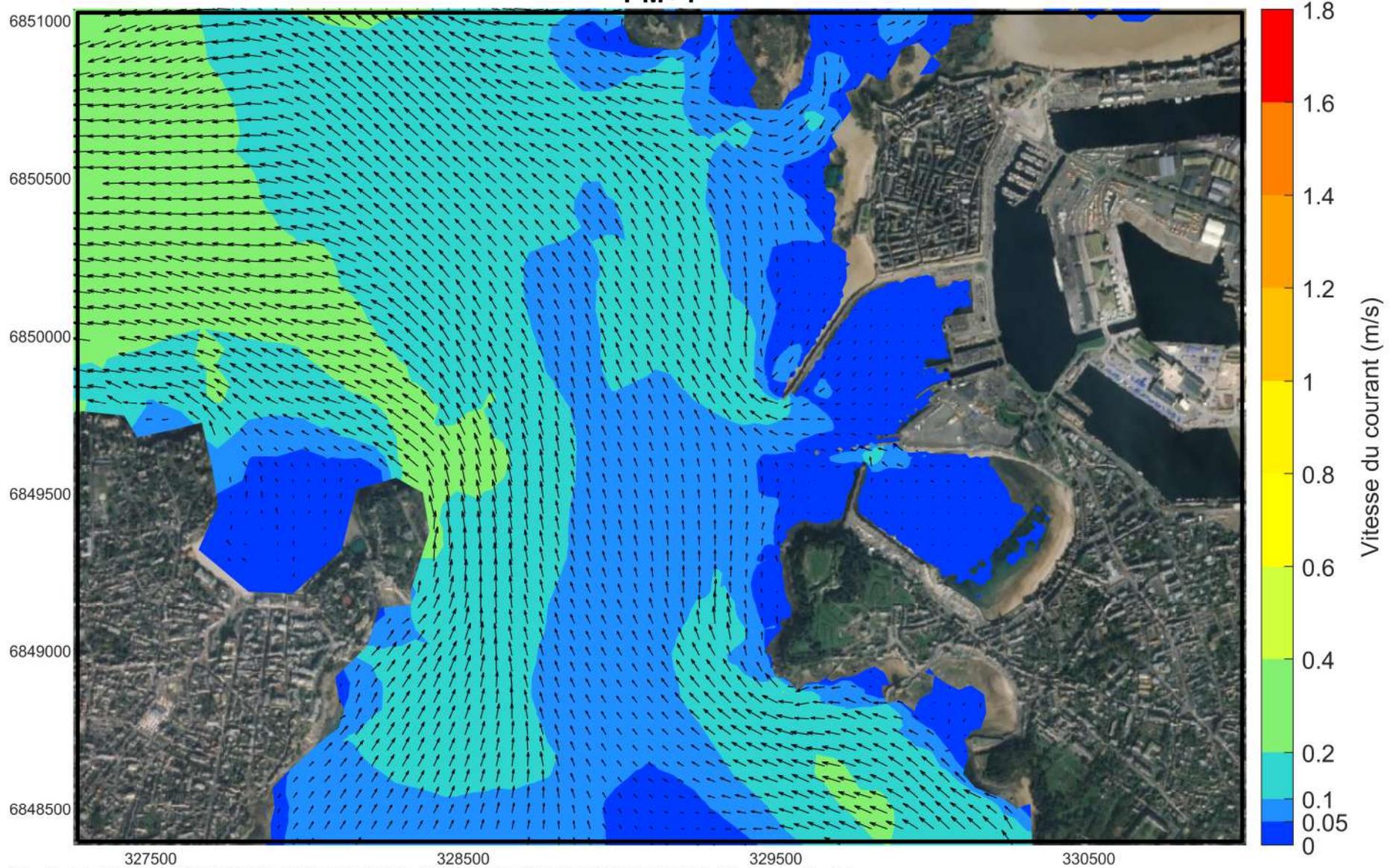


Etat Initial
Morte-Eau
PM+3

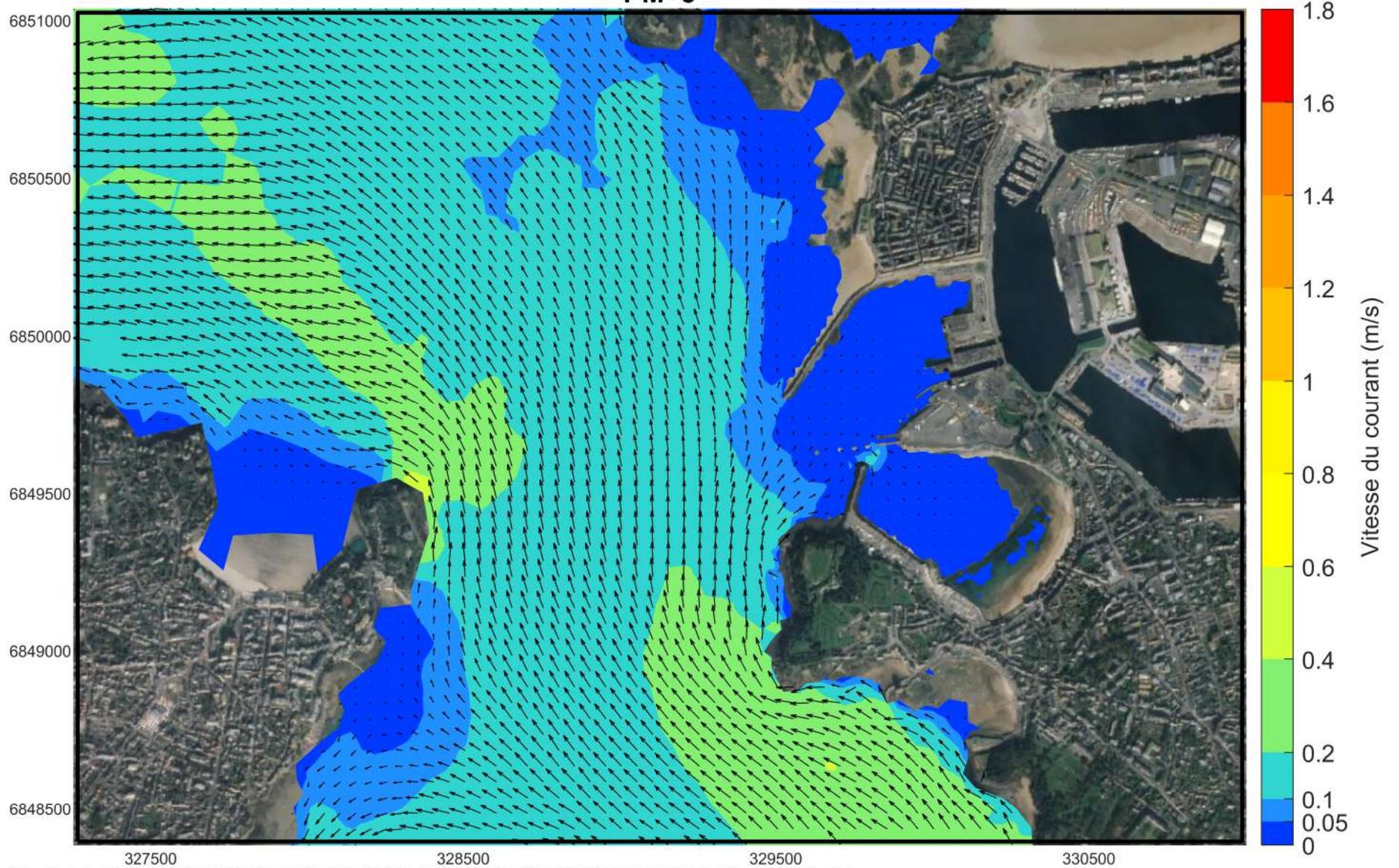


327500 328500 329500 330500

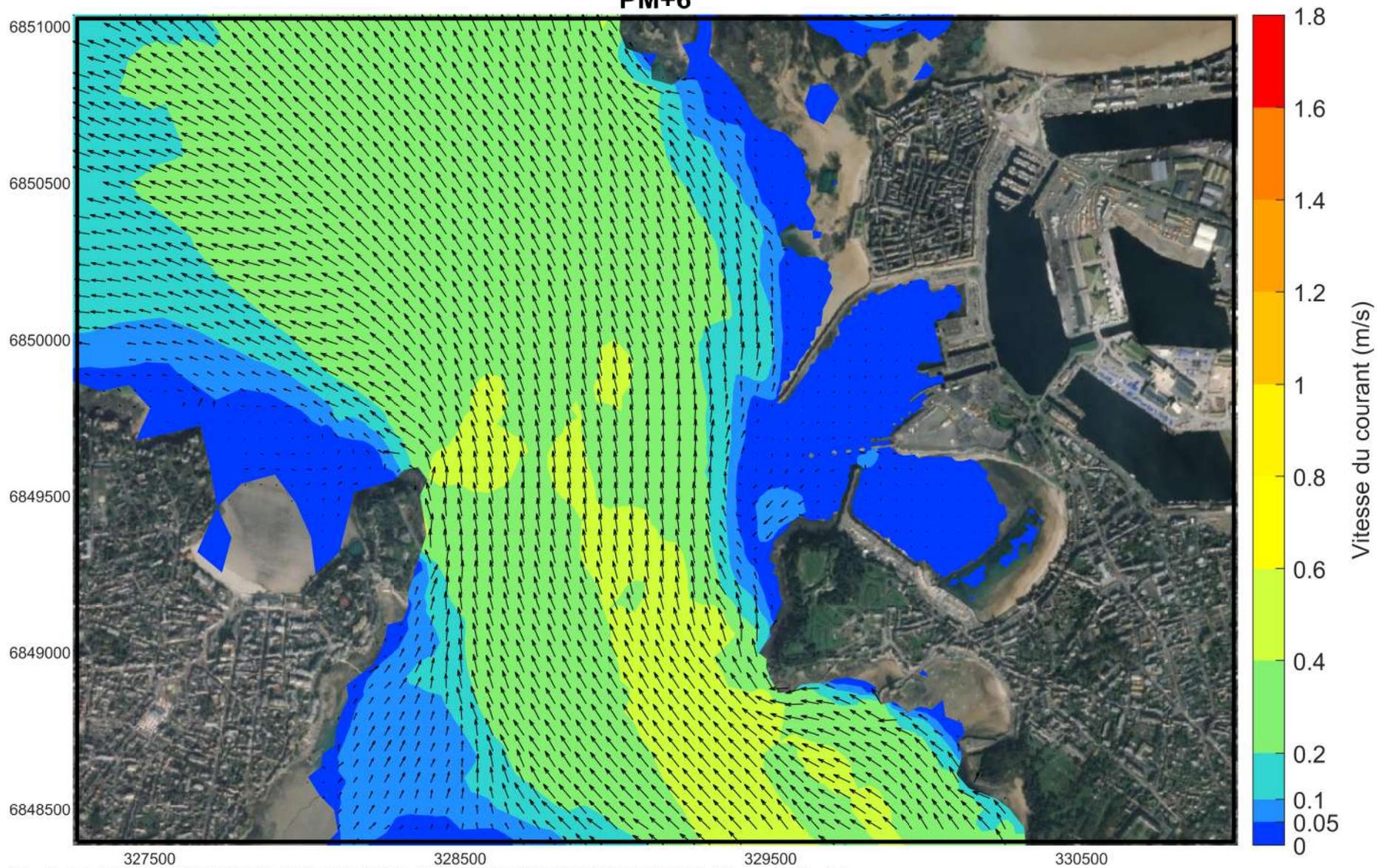
Etat Initial Morte-Eau PM+4



Etat Initial Morte-Eau PM+5

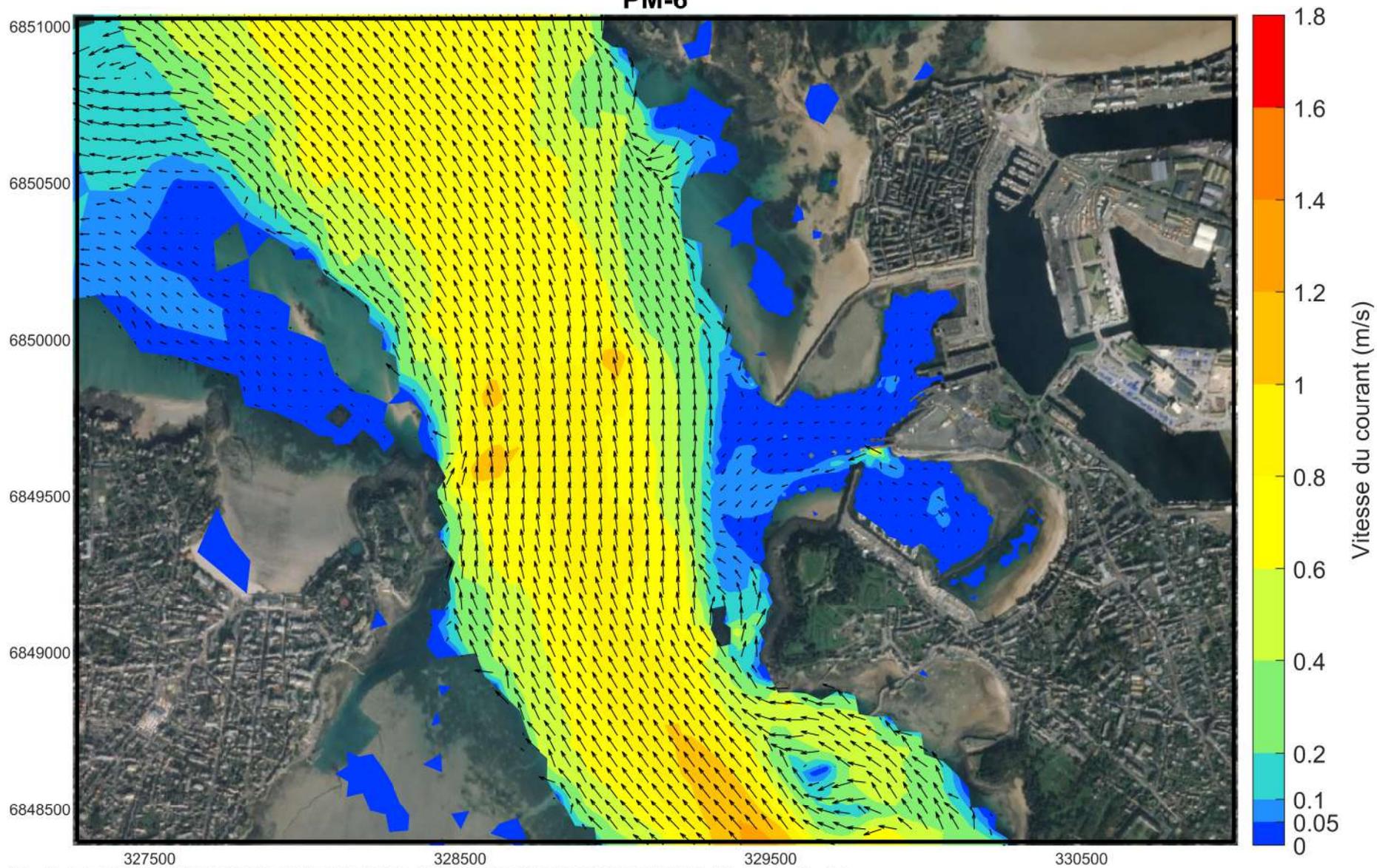


Etat Initial Morte-Eau PM+6



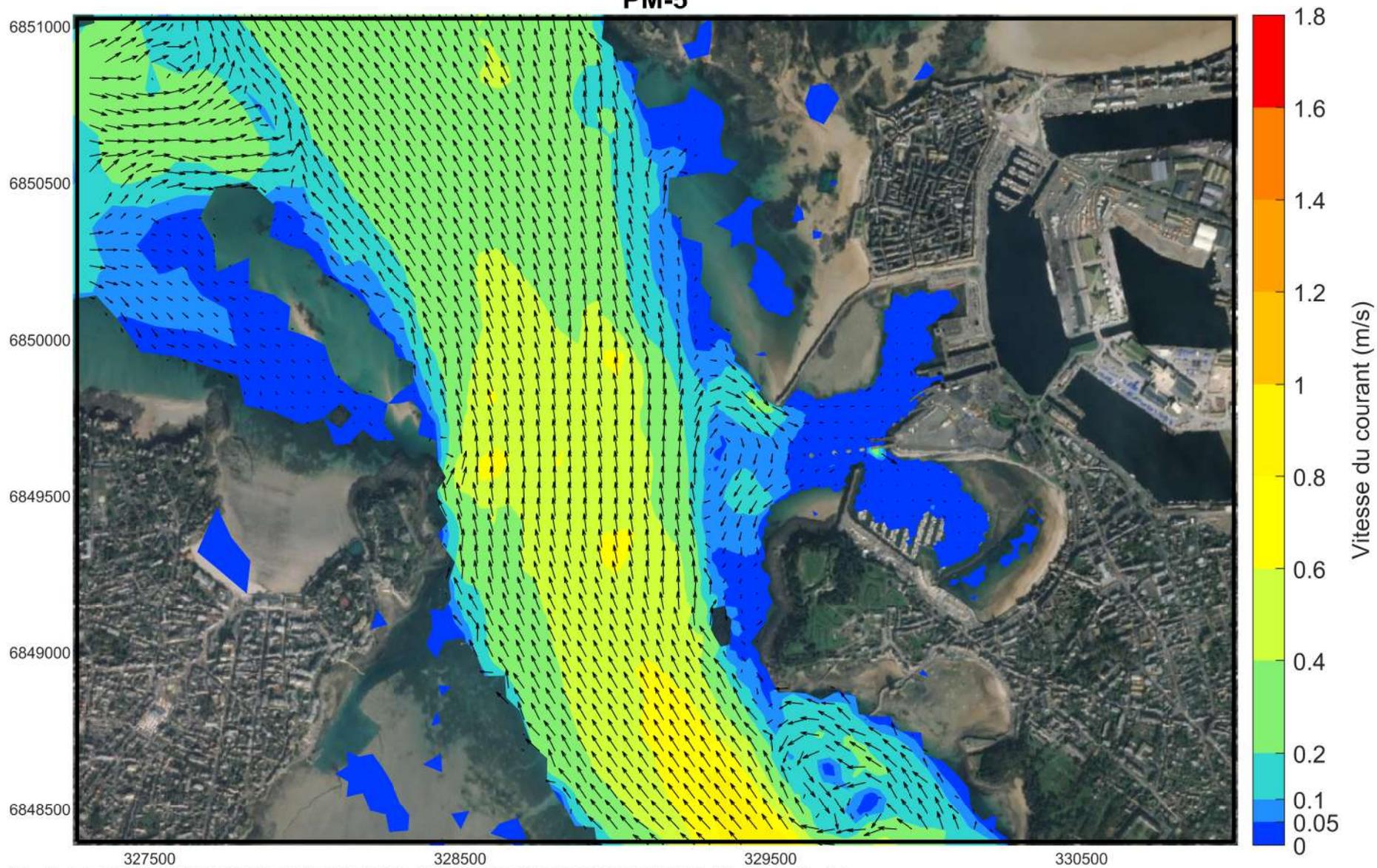
327500 328500 329500 330500

Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM-6

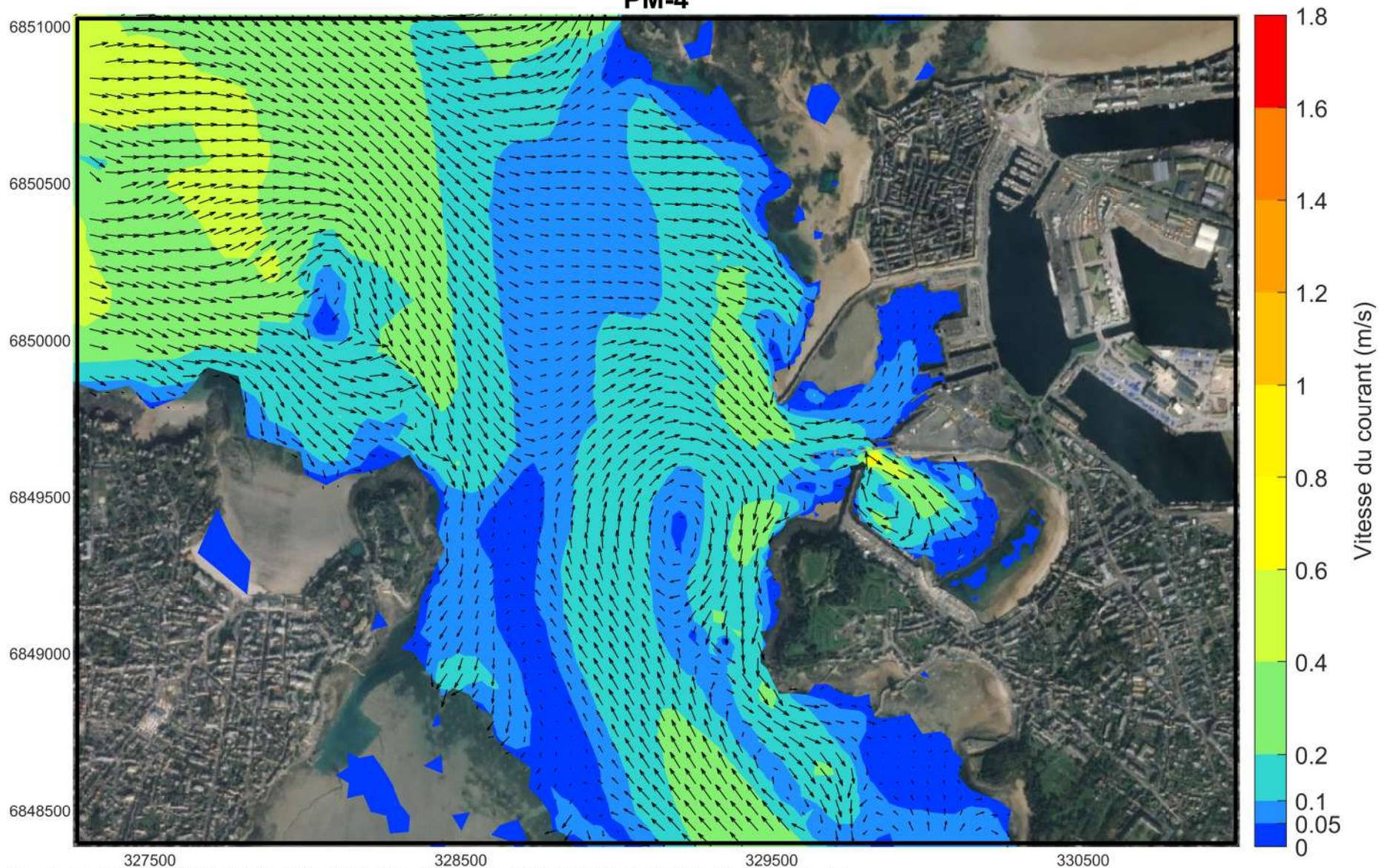


\\Creo17-calculo\TRAVAIL2\181106_BRETAGNE_ST_MALO\HDIST_MALO_CYCLE_VE_ME_SEULE_V8_RANCE_EDF_IAZ_FES_debit_1p5.mfm - Result Files
PDT 1734

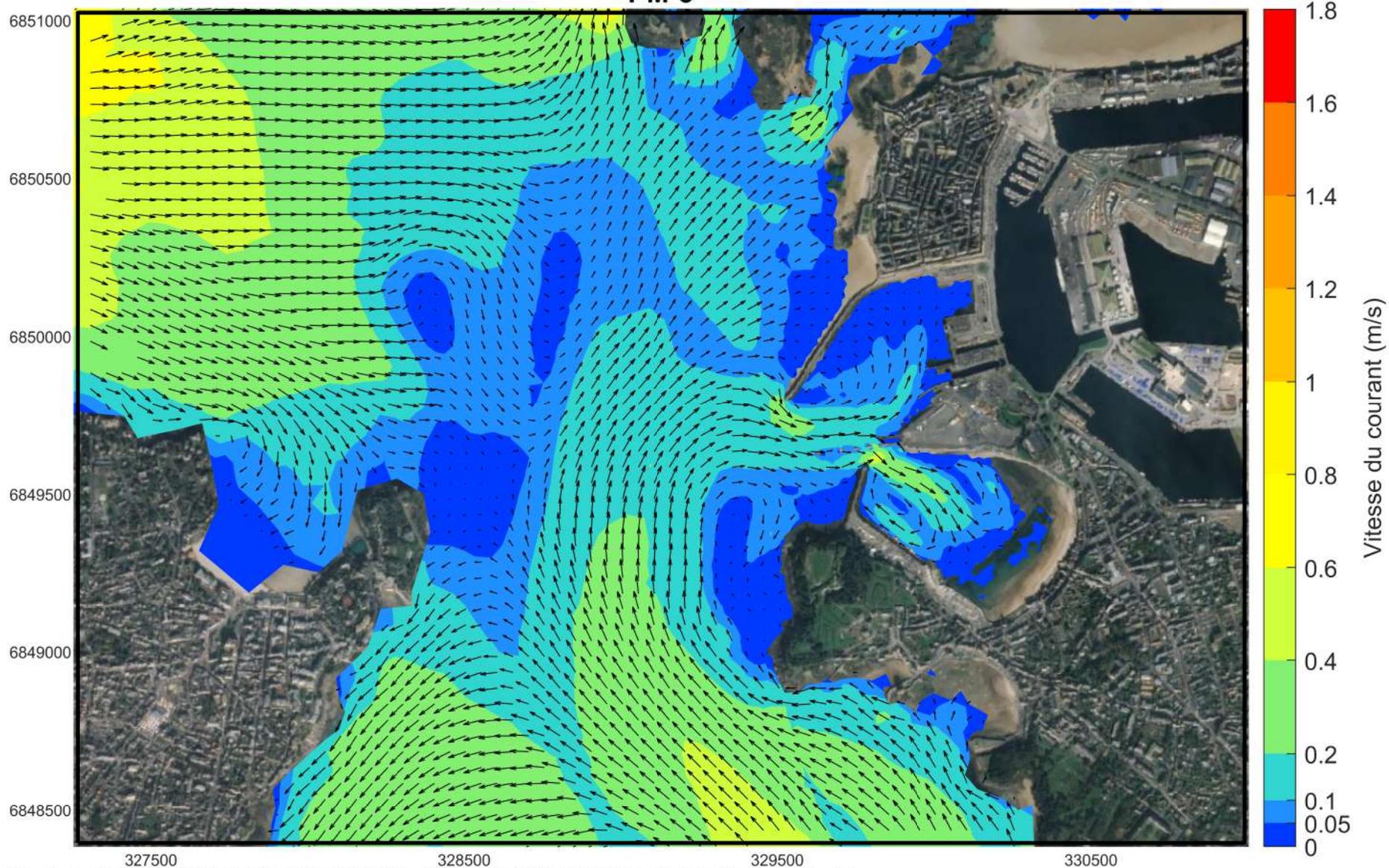
Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM-5



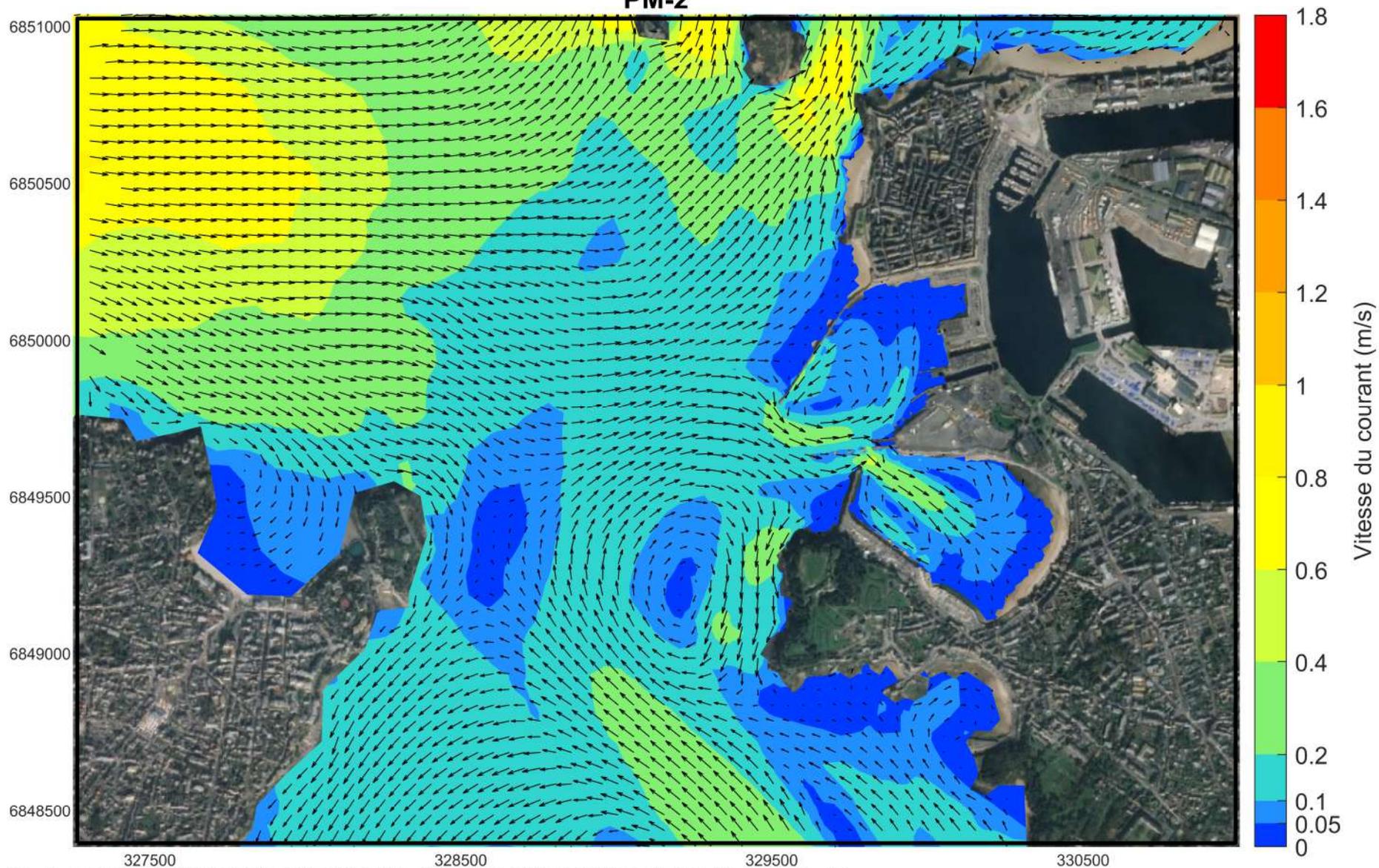
Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM-4



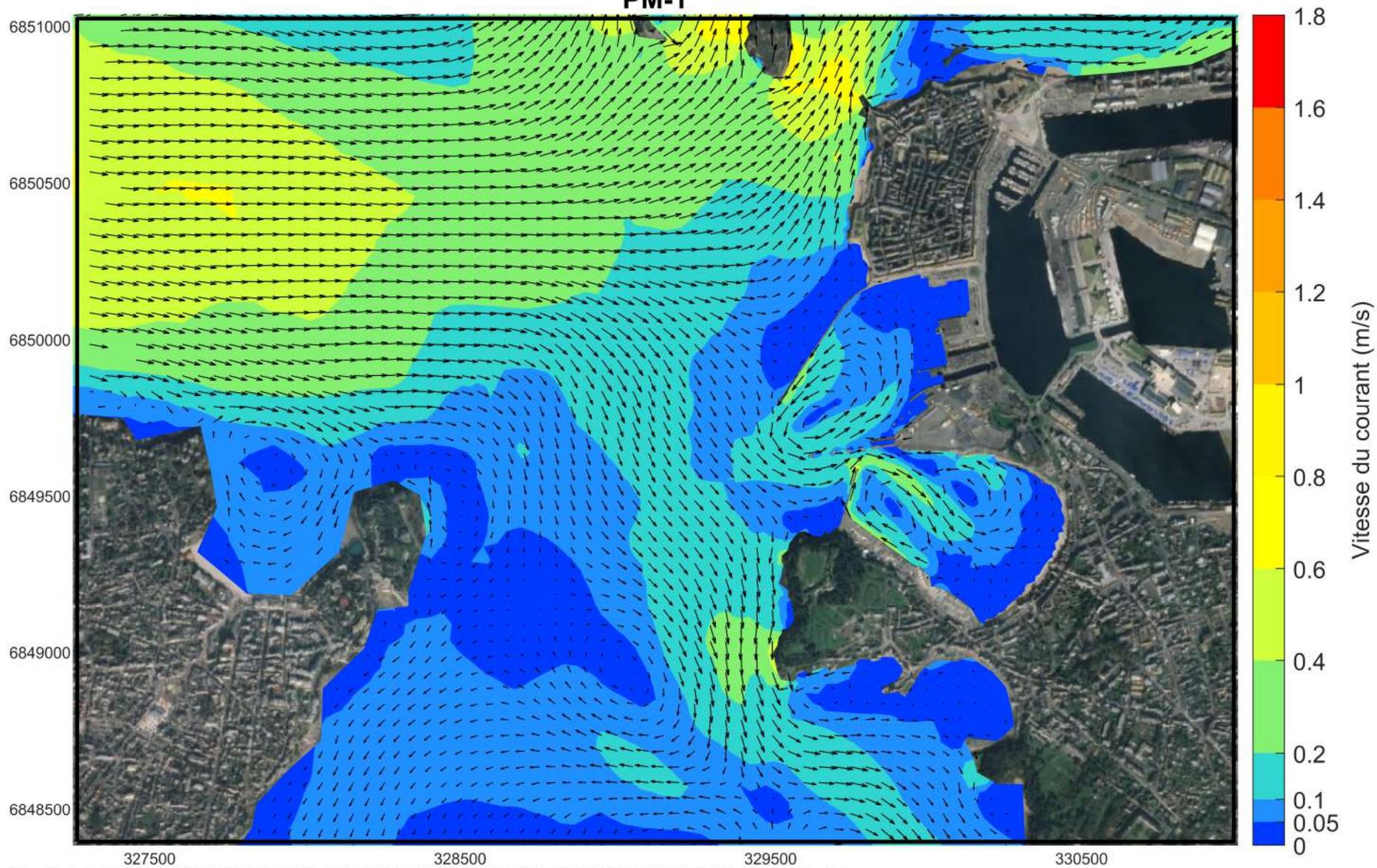
Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM-3



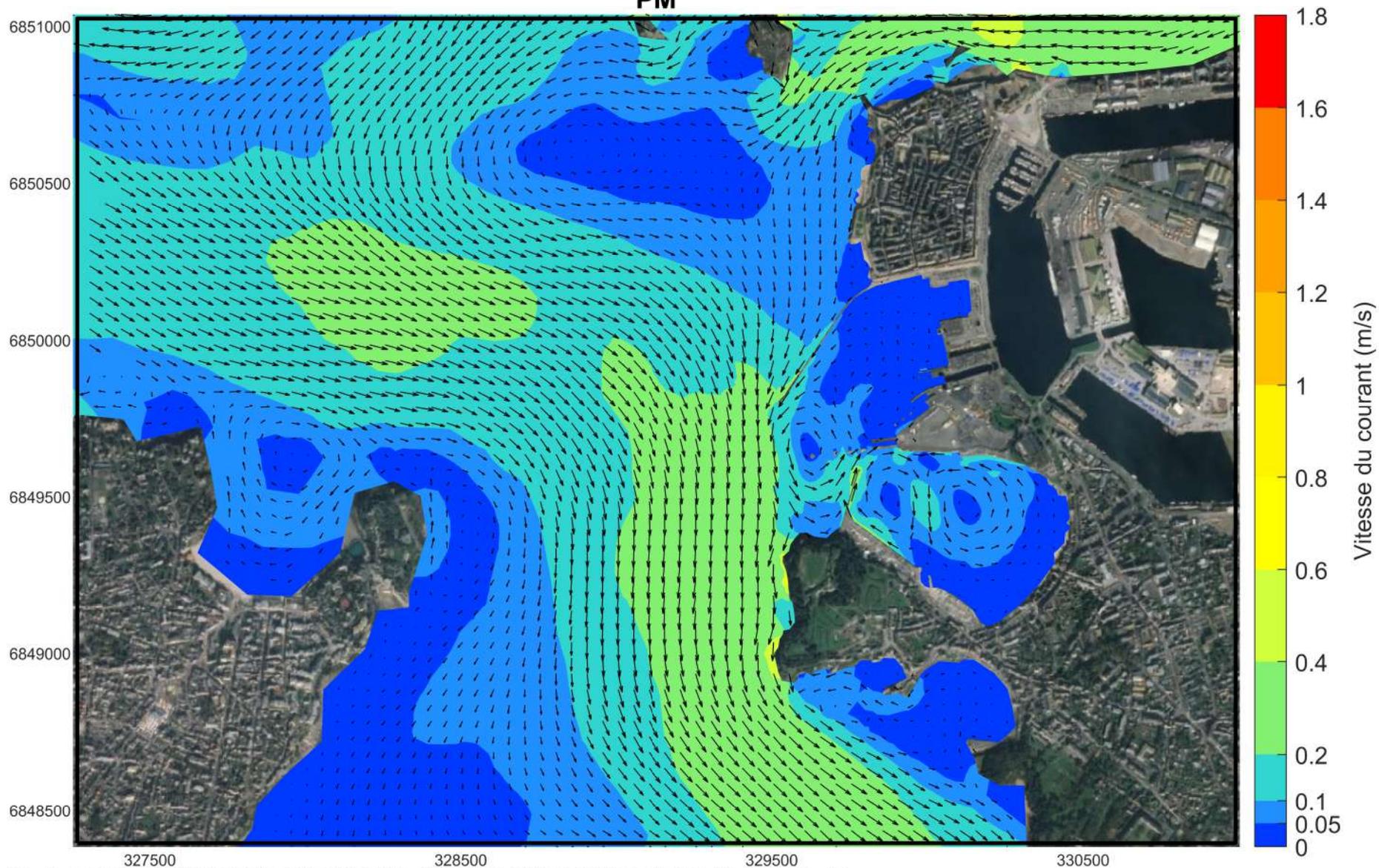
Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM-2



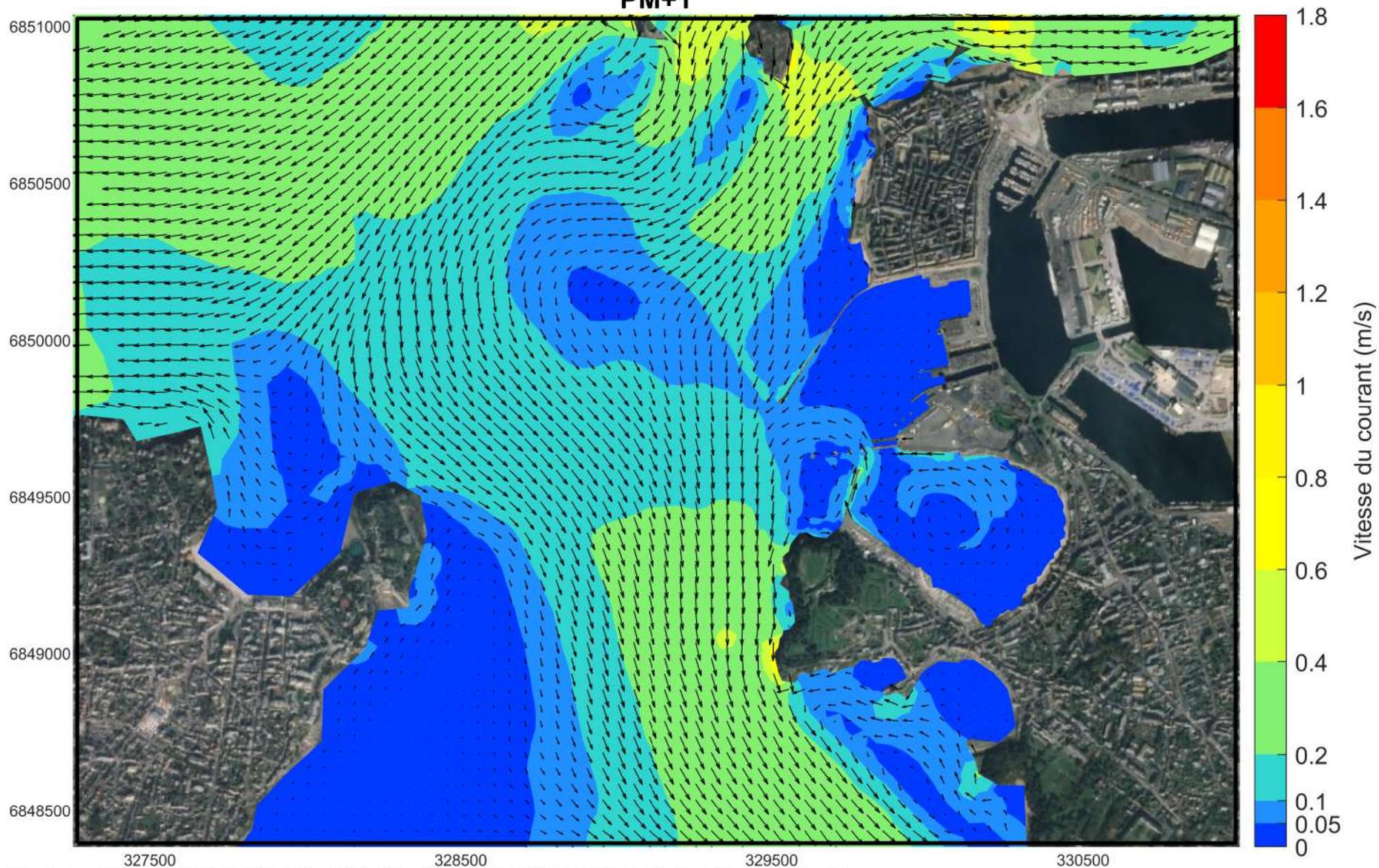
Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM-1



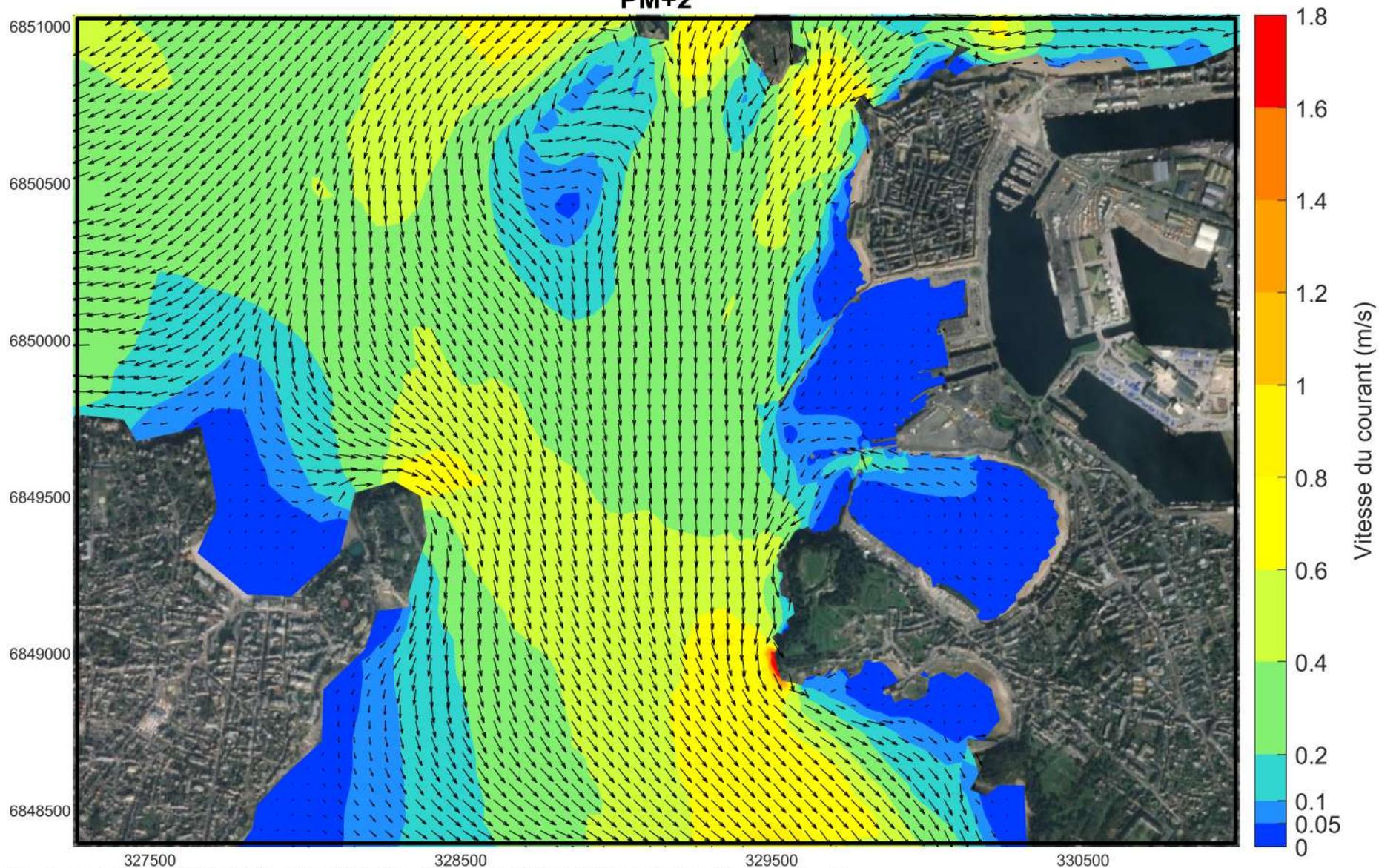
Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM



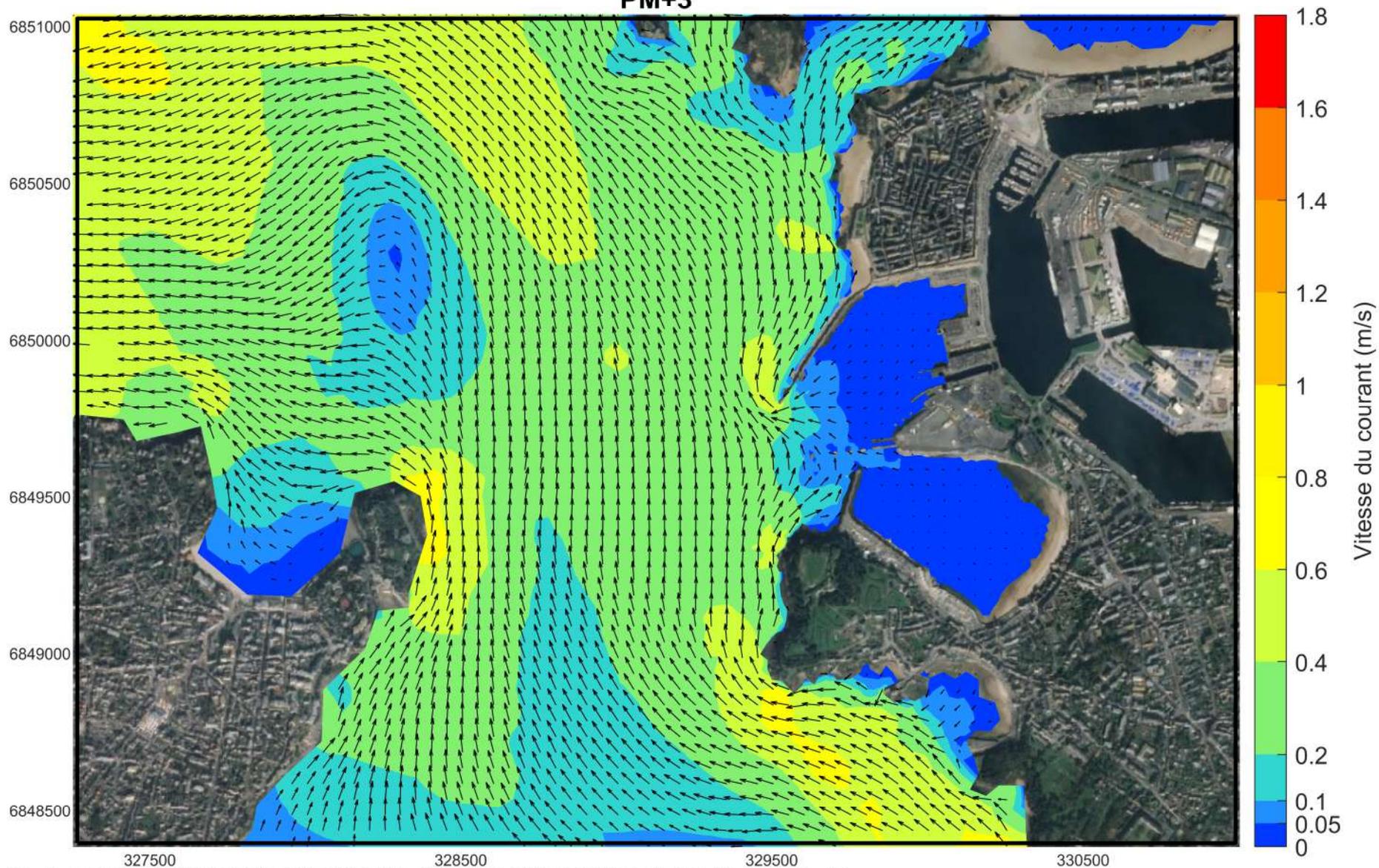
Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM+1



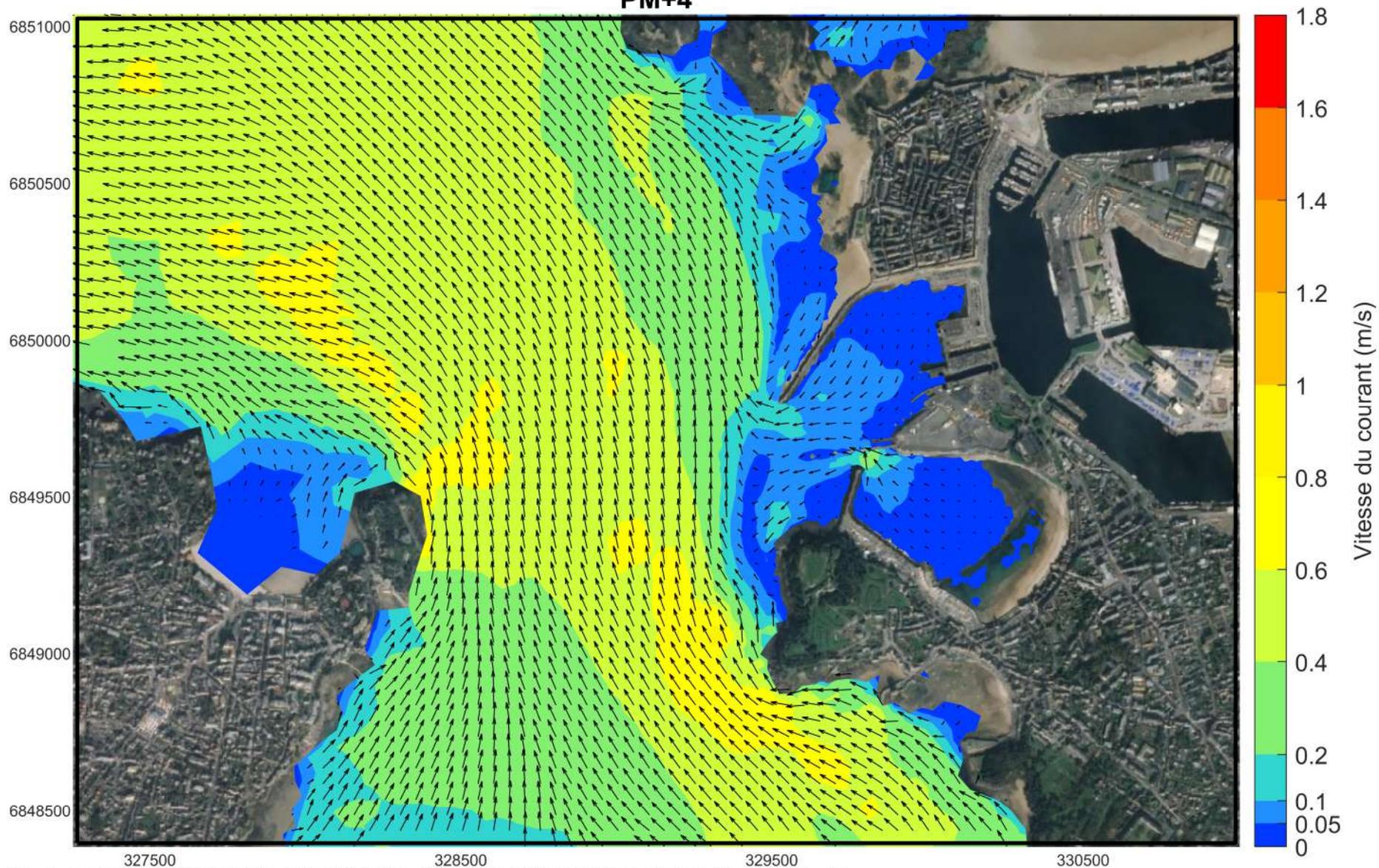
Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM+2



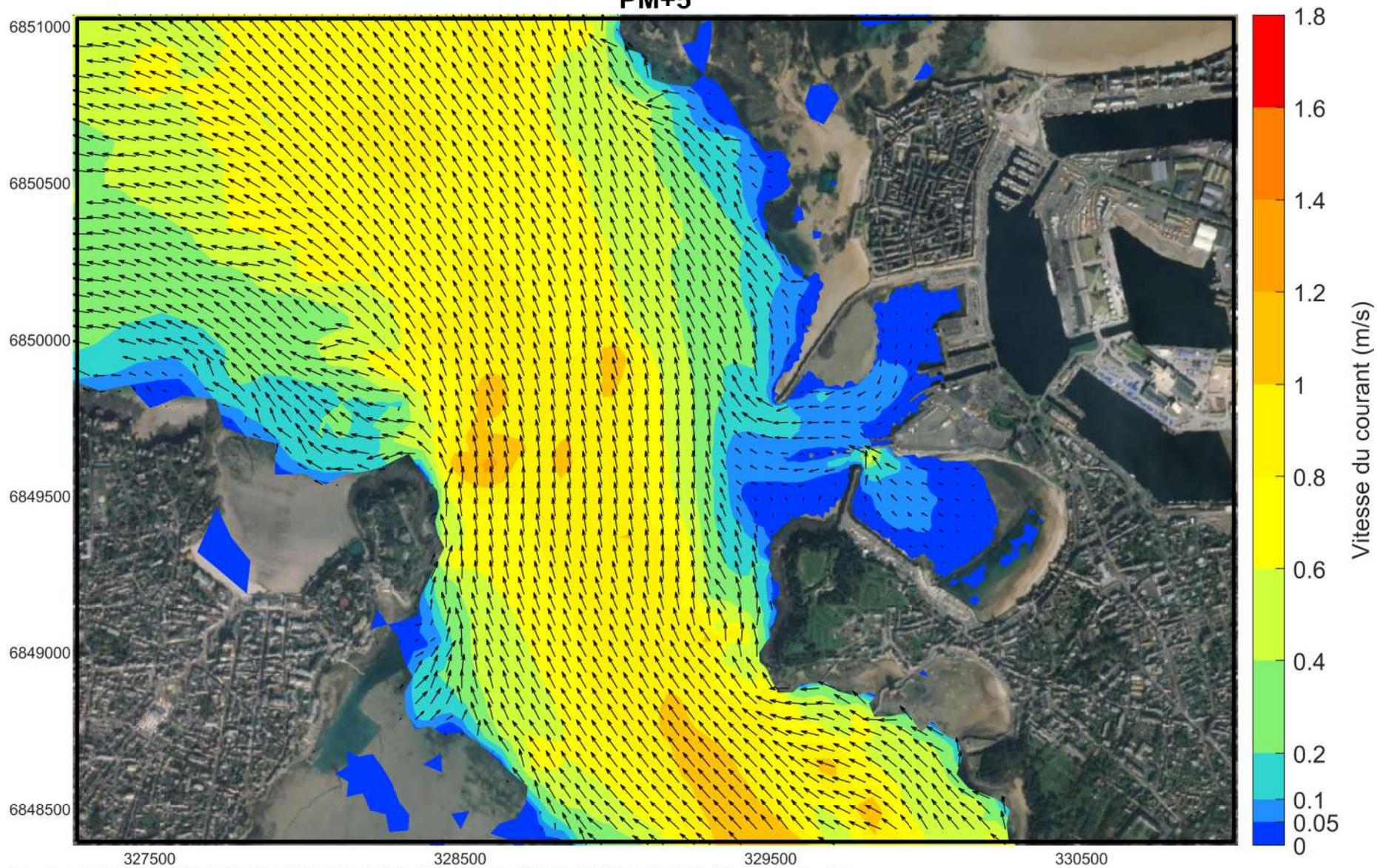
Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM+3



Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM+4

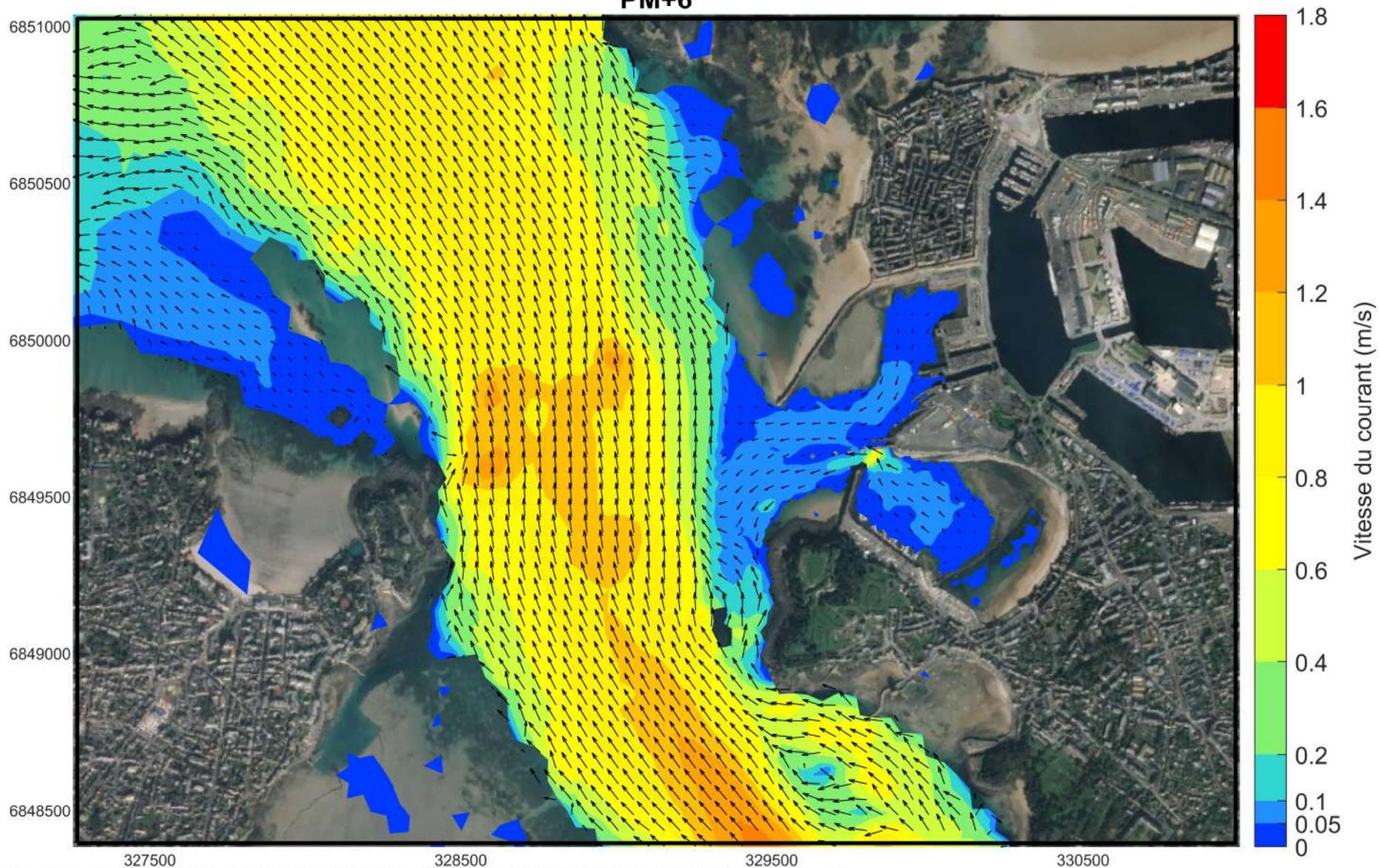


Etat Initial
Vive-eau exceptionnelle
PM+5



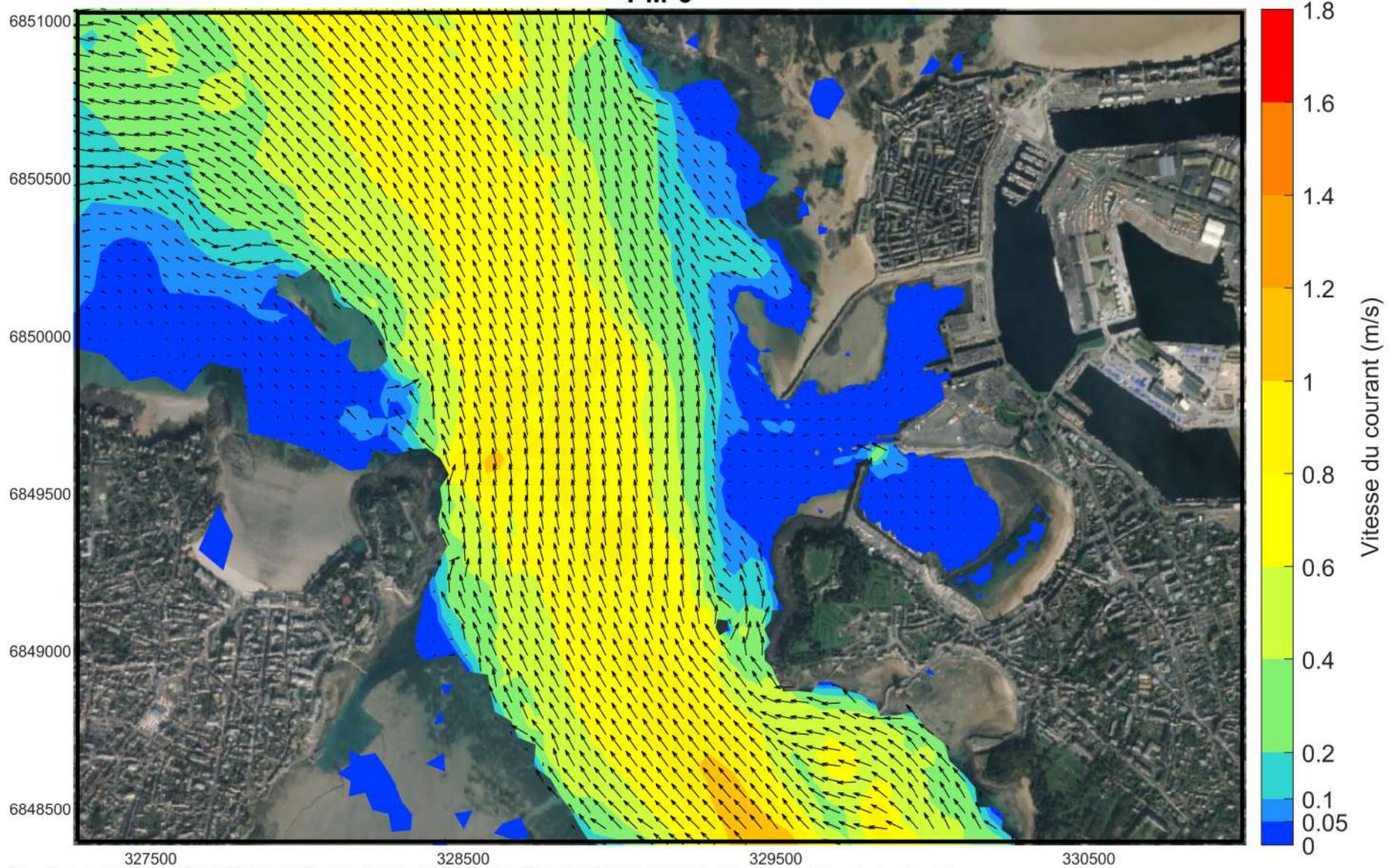
327500 328500 329500 330500

Etat Initial Vive-eau exceptionnelle PM+6

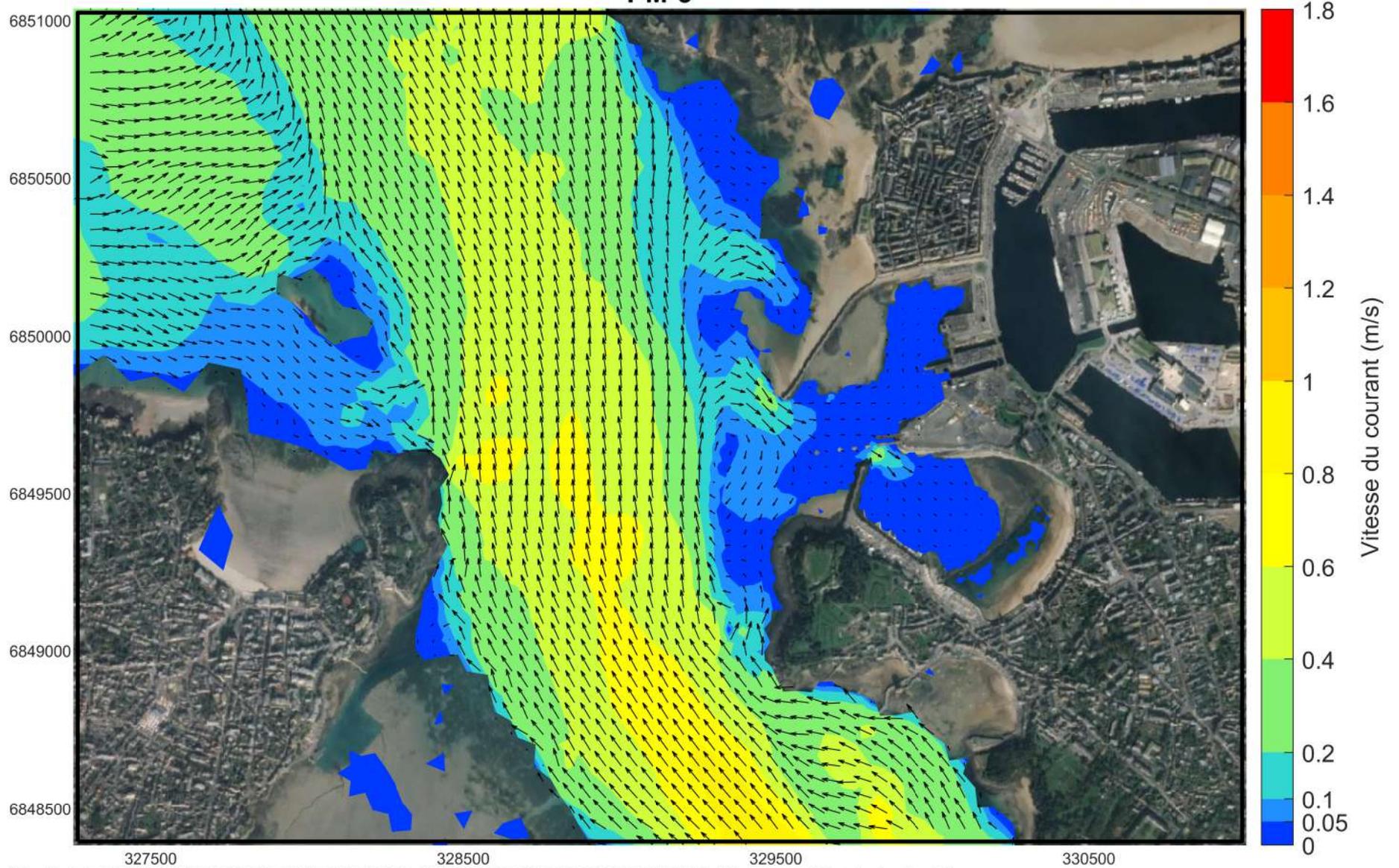


\\Creo17-calculo\TRAVAIL2\181106_BRETAGNE_ST_MALO\HDIST_MALO_CYCLE_VE_ME_SEULE_V8_RANCE_EDF_IAZ_FES_debit_1p5.mfm - Result Files
PDT 1806

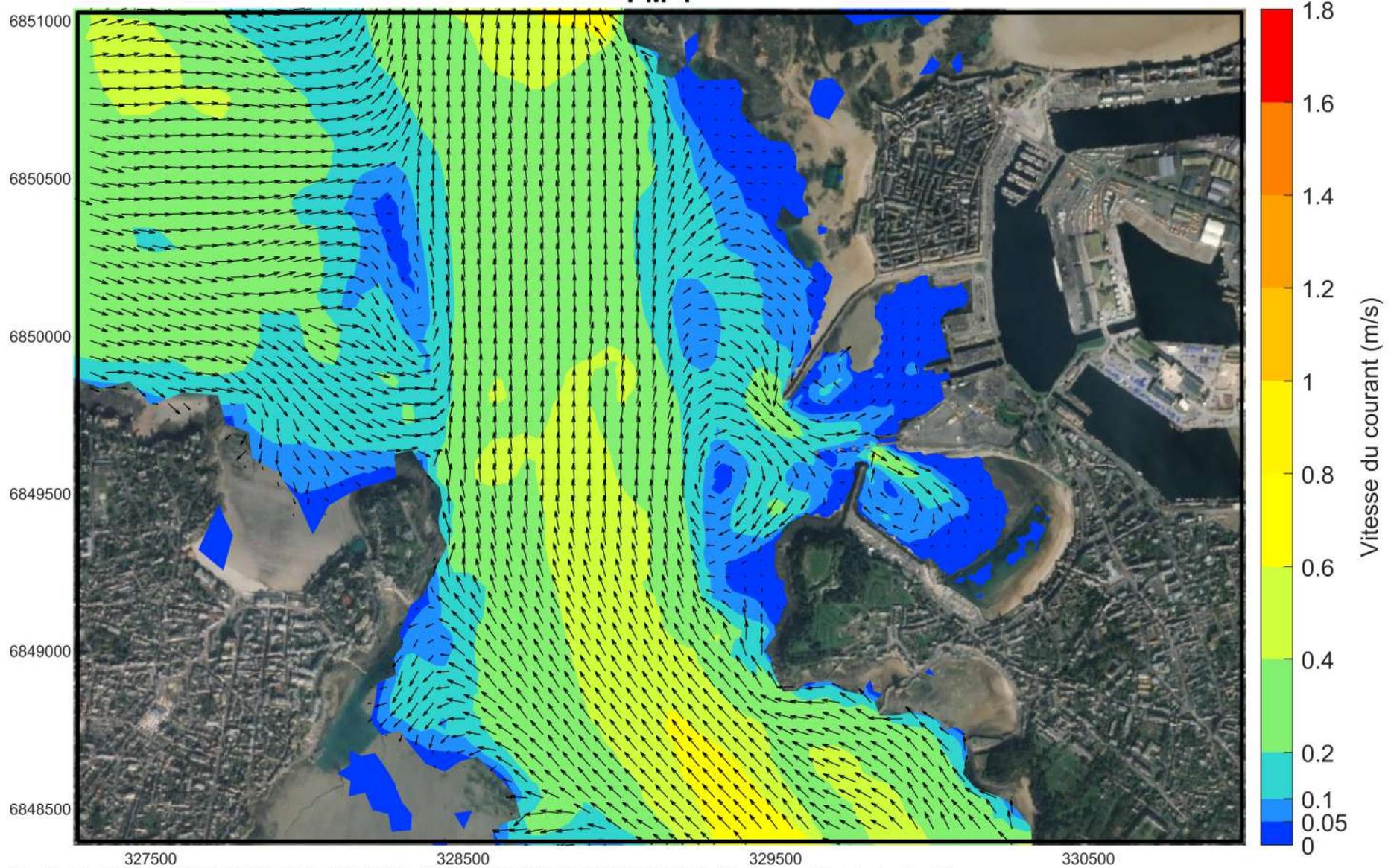
Scénario E Vive-Eau PM-6



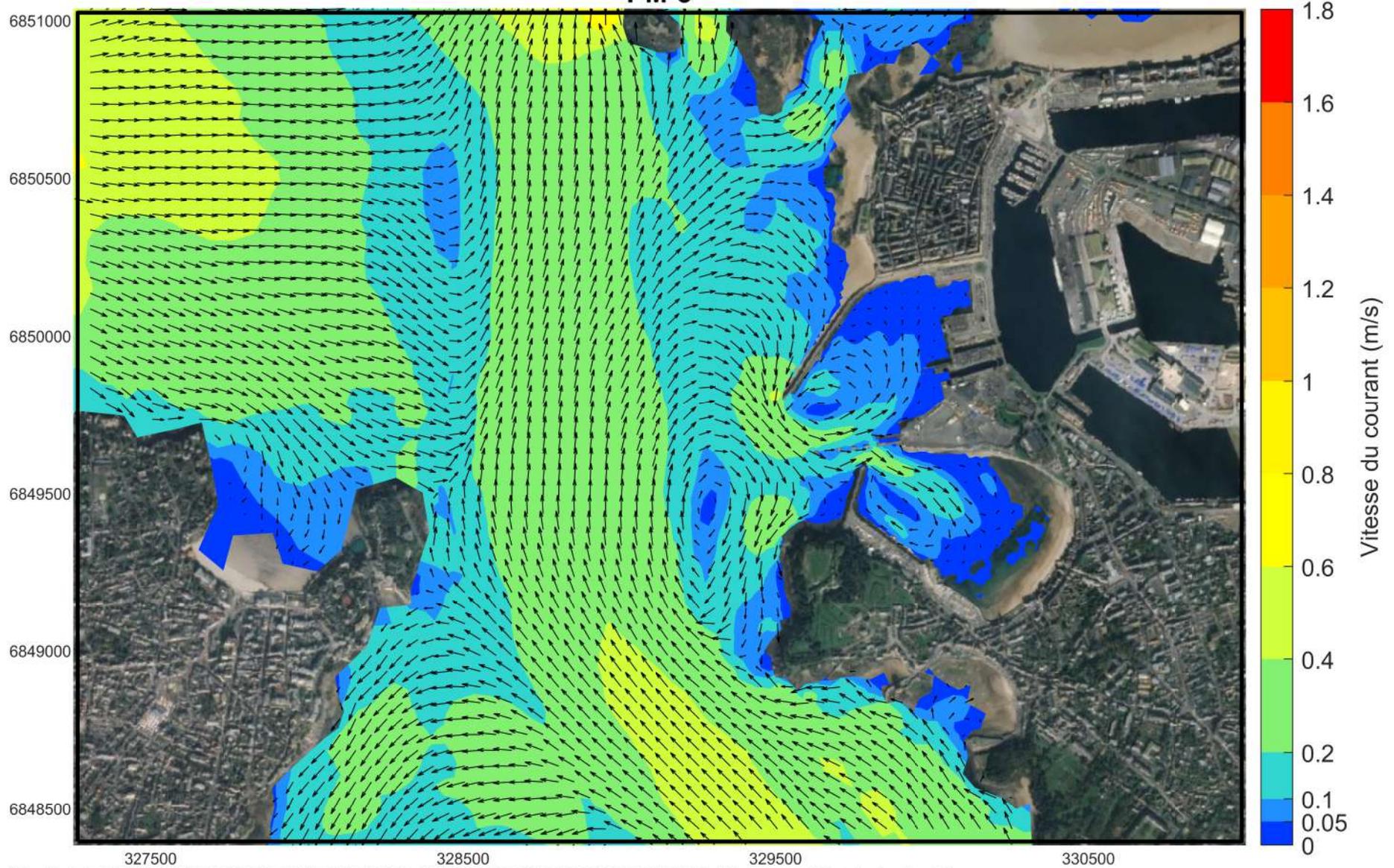
Scénario E Vive-Eau PM-5



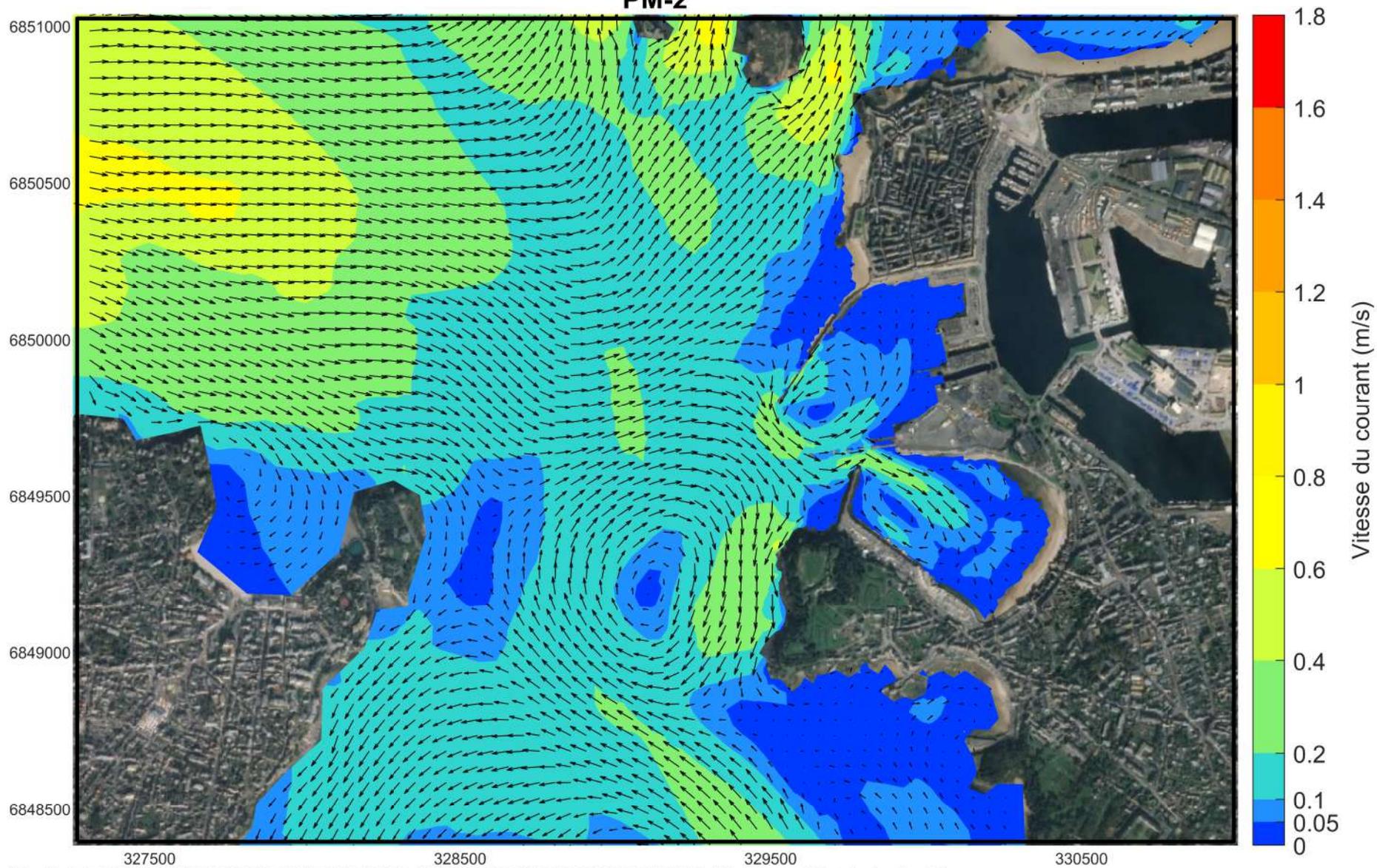
Scénario E Vive-Eau PM-4



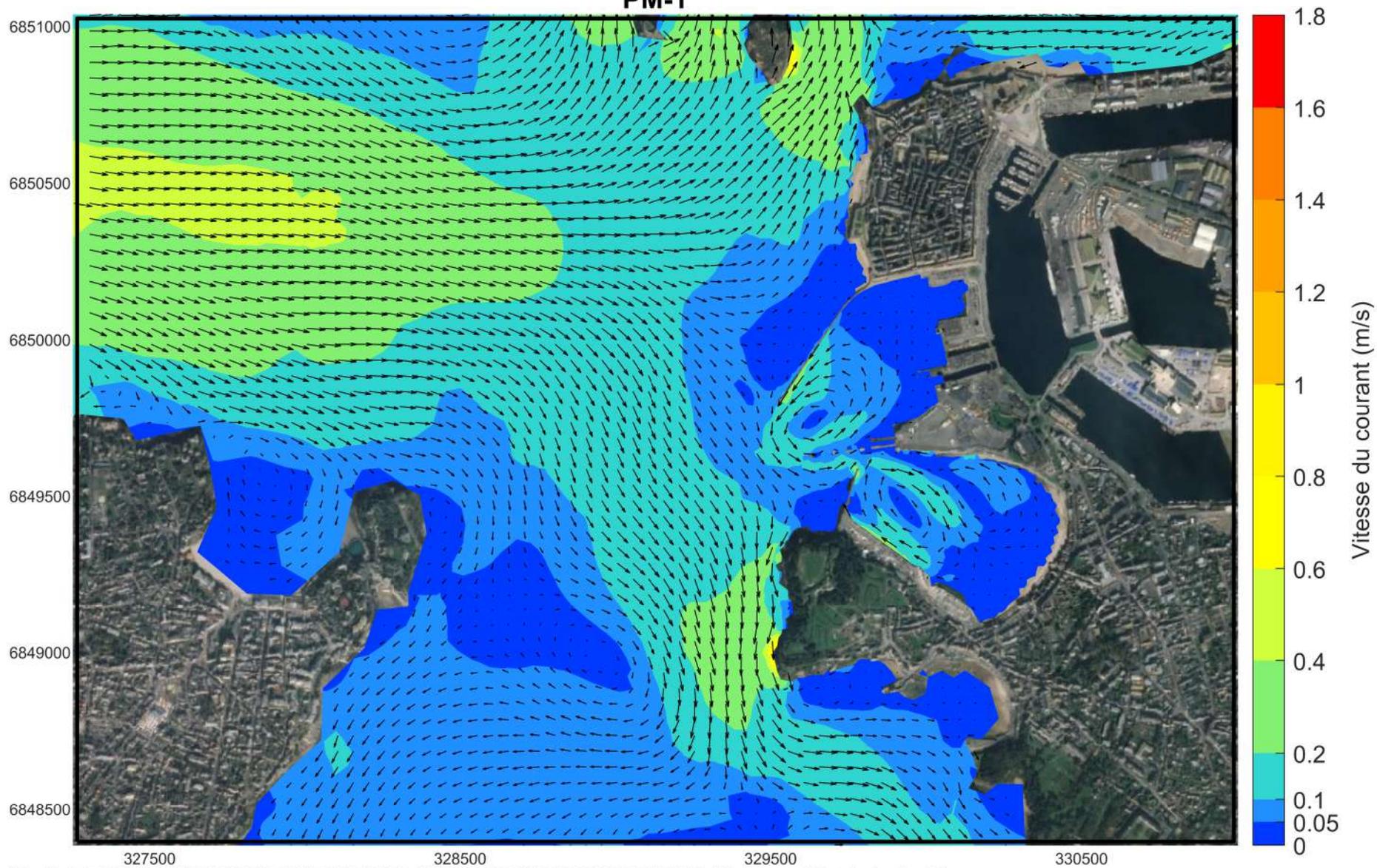
Scénario E Vive-Eau PM-3



Scénario E Vive-Eau PM-2

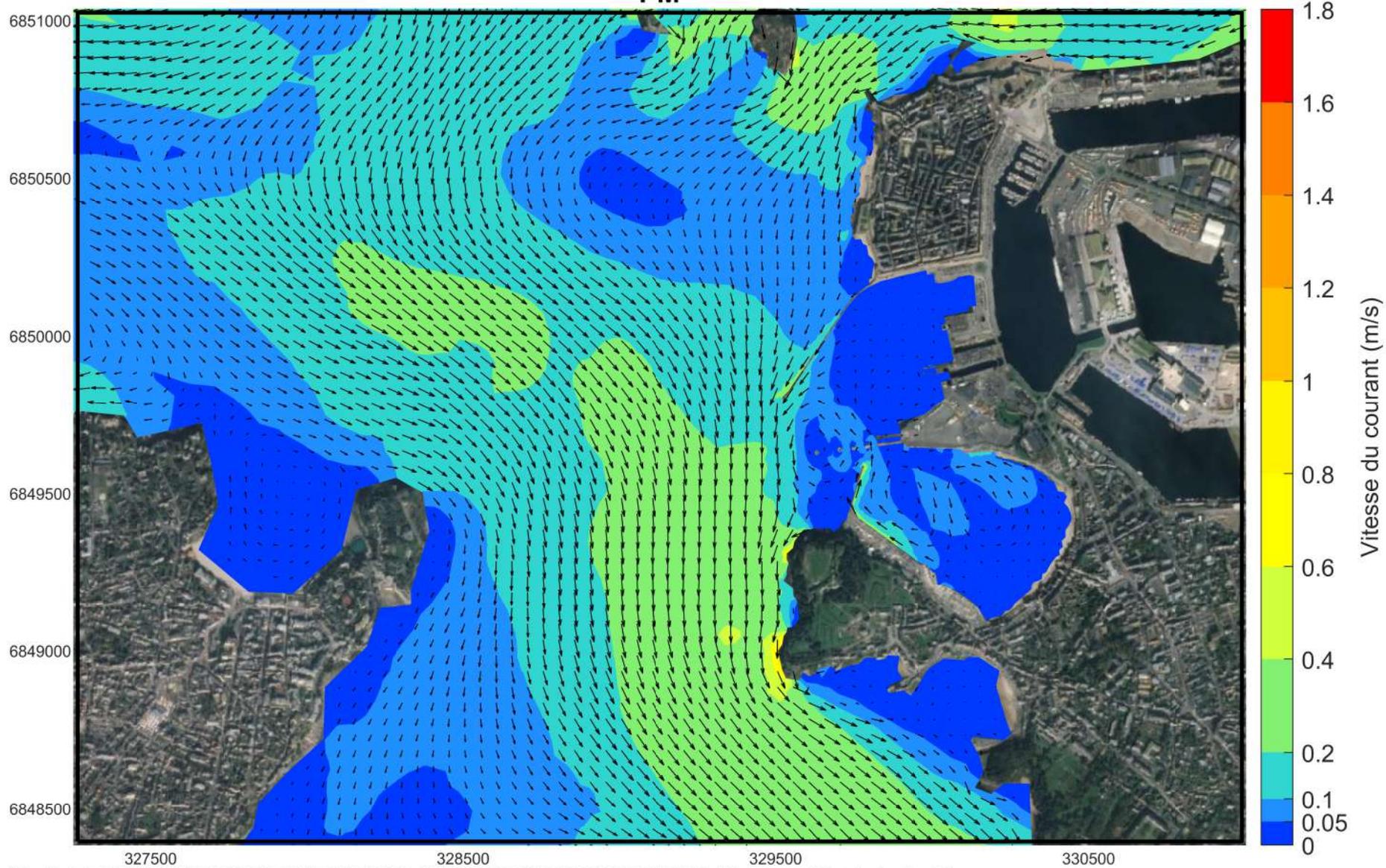


Scénario E Vive-Eau PM-1

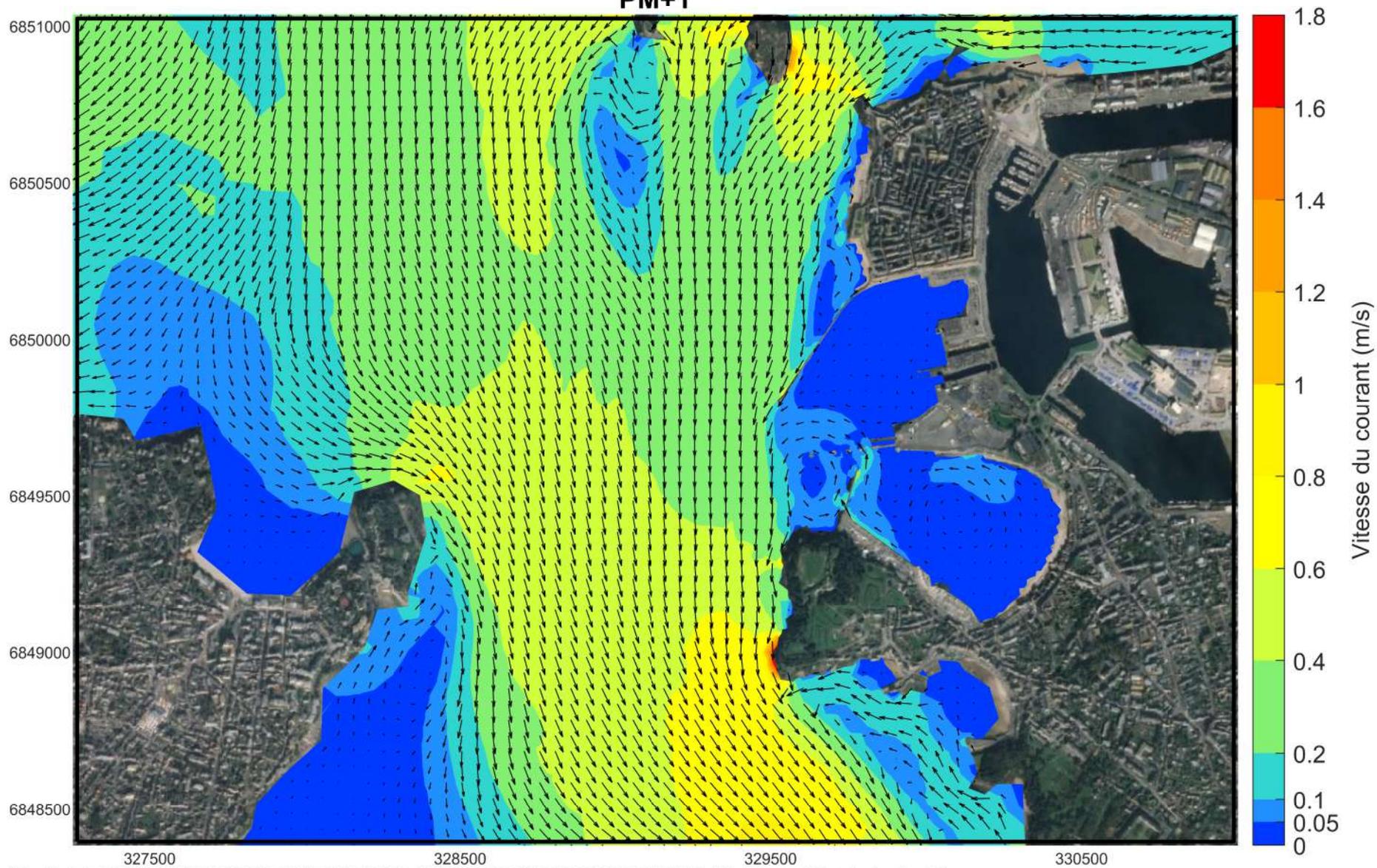


\\Creo17-calculo\TRAVAIL2\181106_BRETAGNE_ST_MALO\HDIST_MALO_CYCLE_VE_ME_SEULE_V8_RANCE_EDF_IAZ_FES_debit_1p5_scenarioE_artelia.mfm - Result Files
PDT 1393

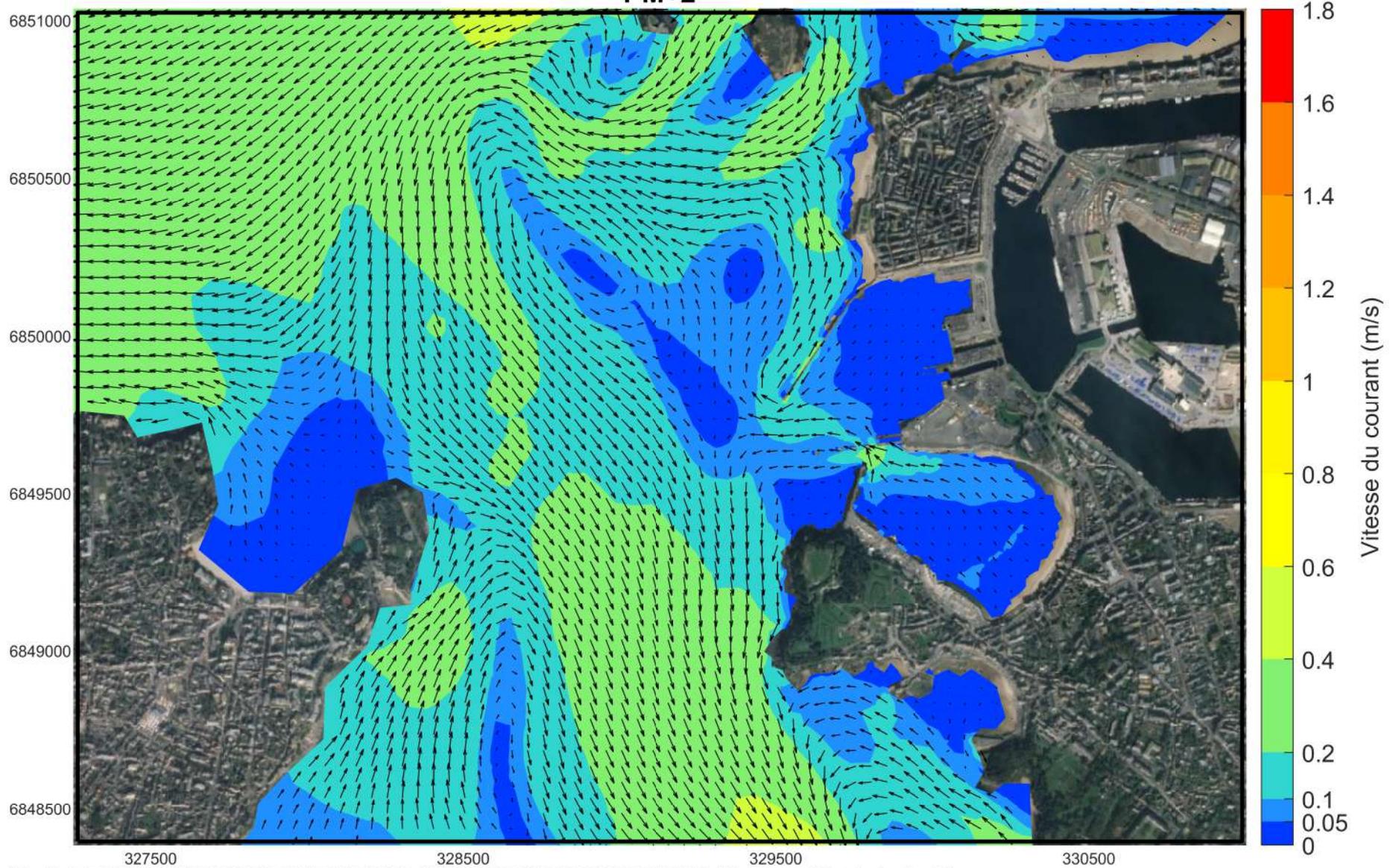
Scénario E Vive-Eau PM



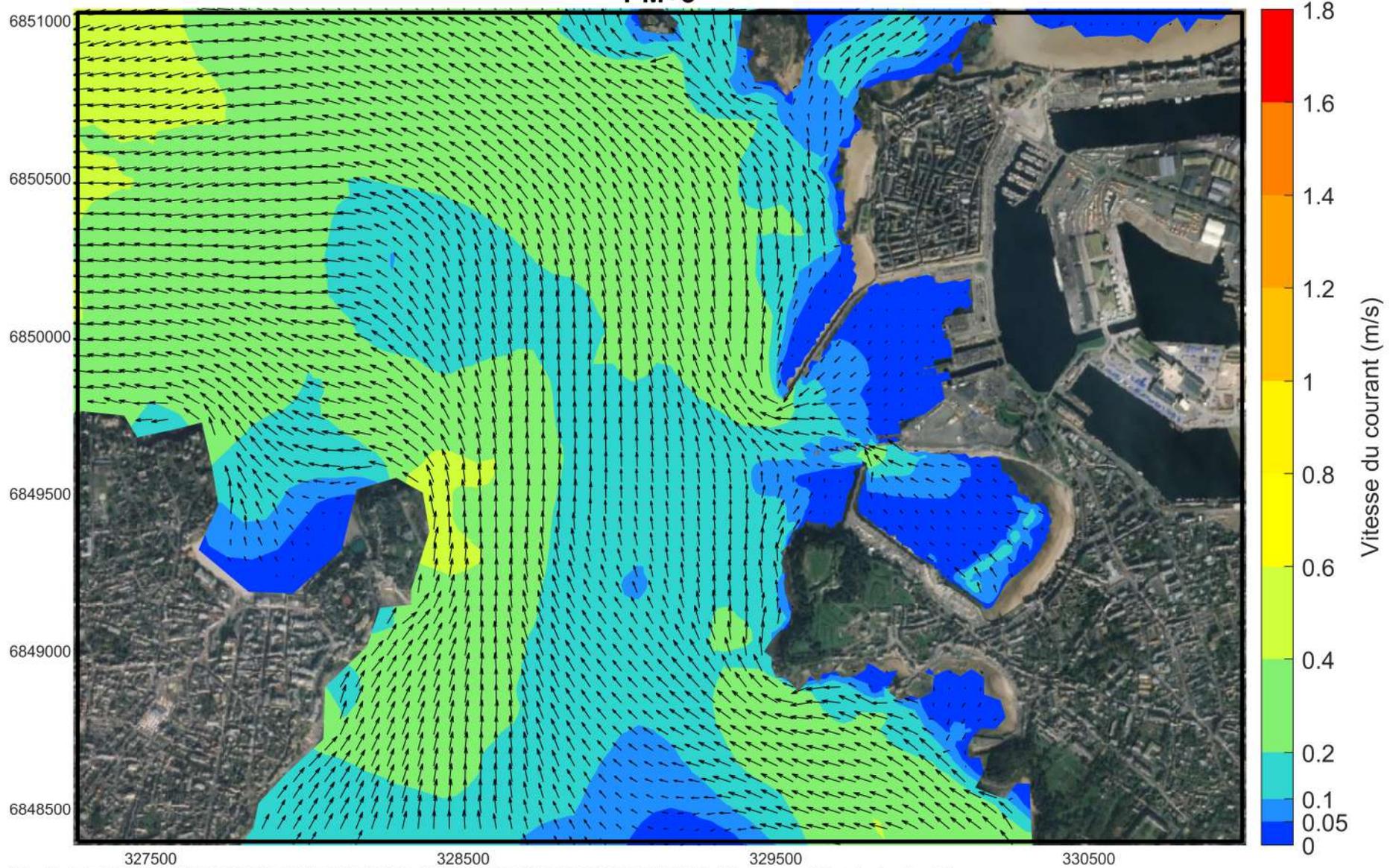
Scénario E Vive-Eau PM+1



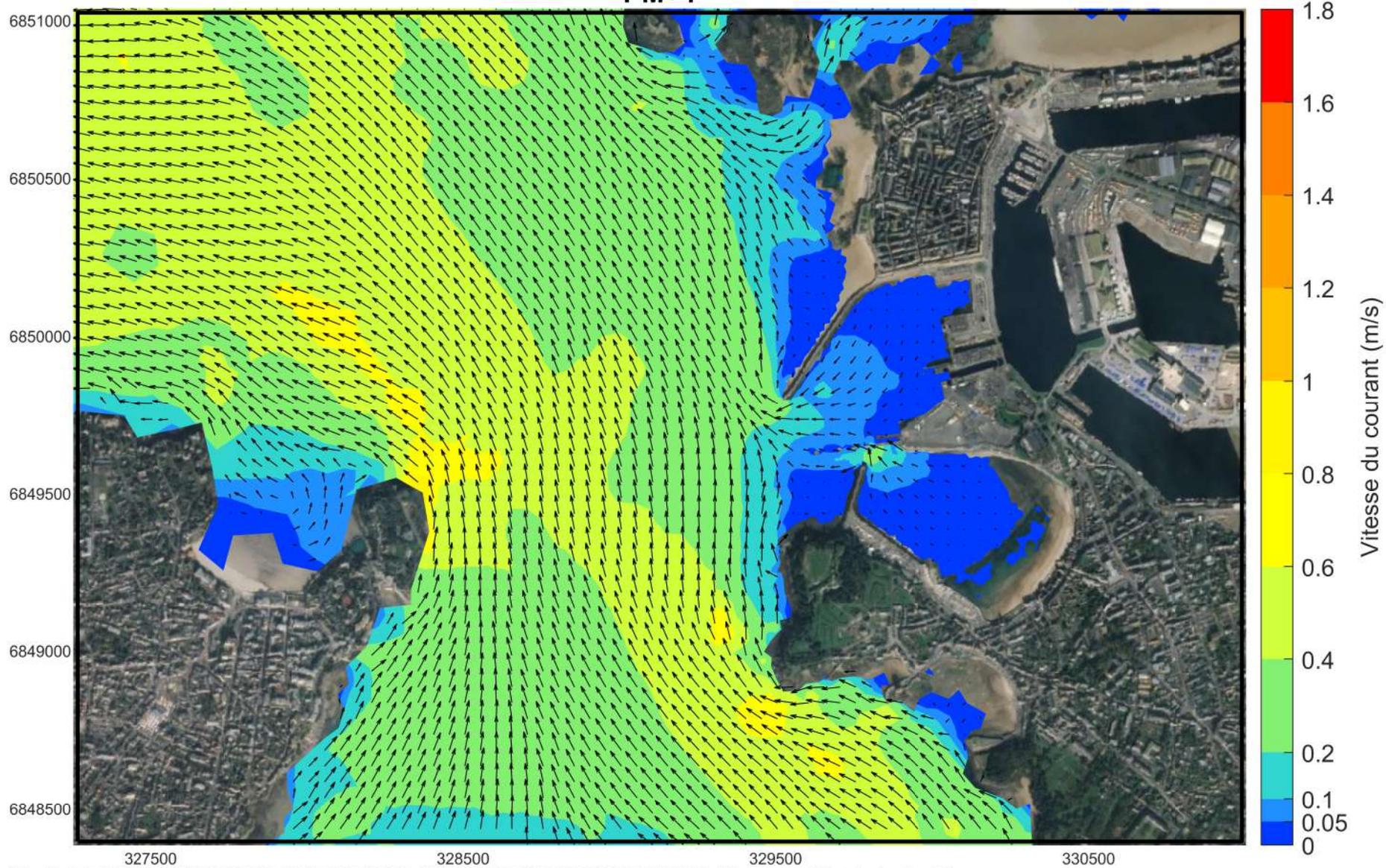
Scénario E Vive-Eau PM+2



Scénario E Vive-Eau PM+3

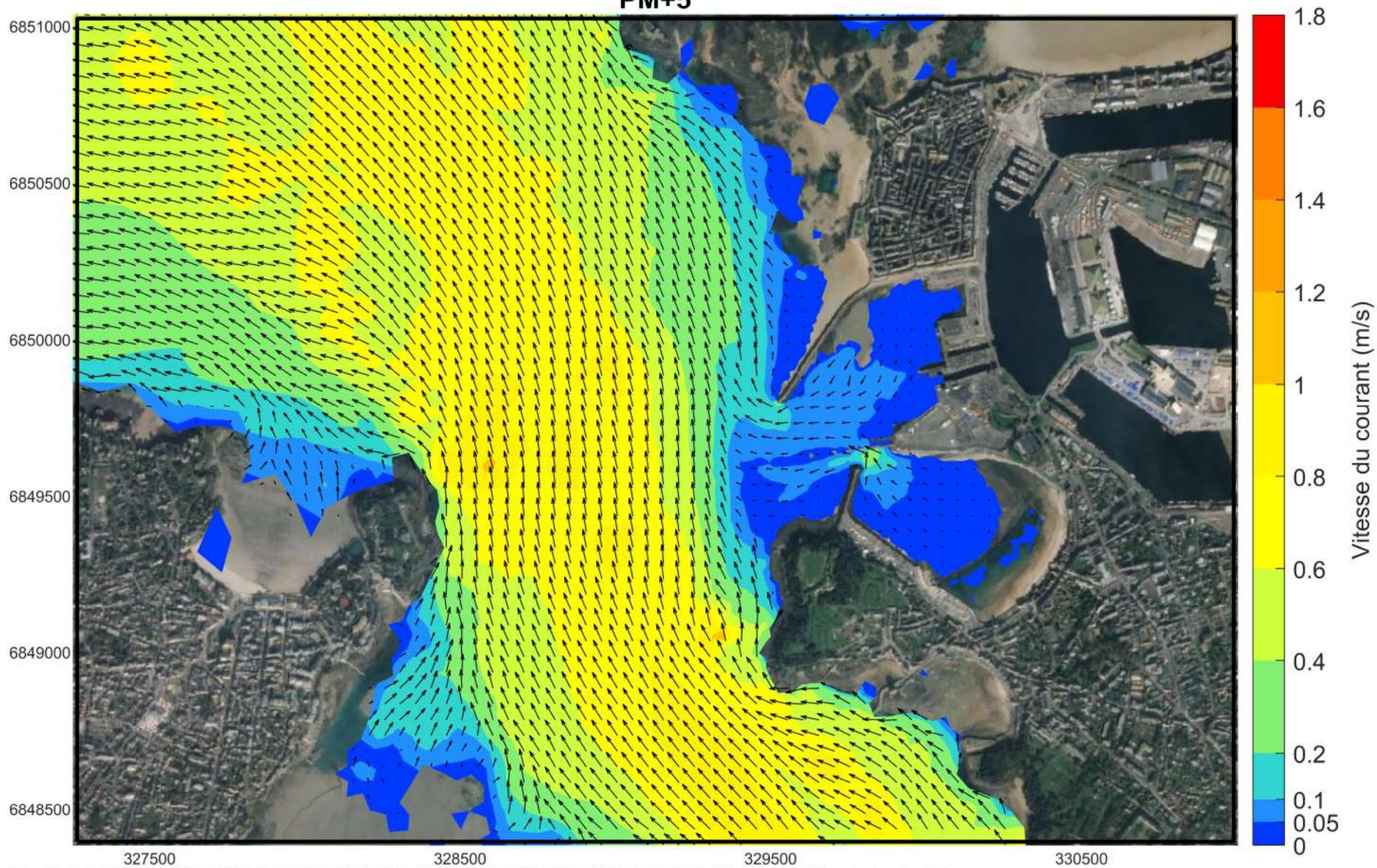


Scénario E Vive-Eau PM+4

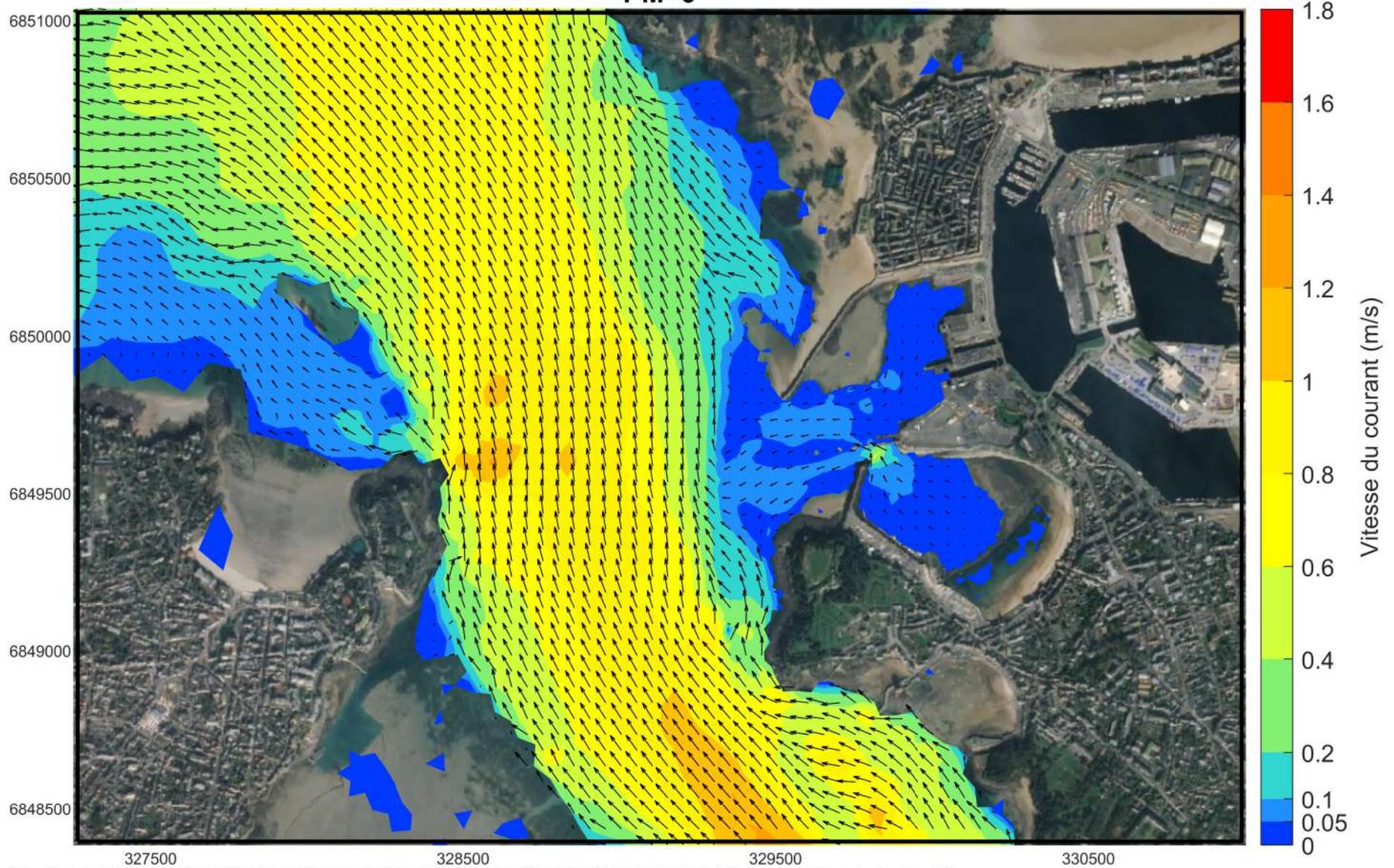


327500 328500 329500 330500

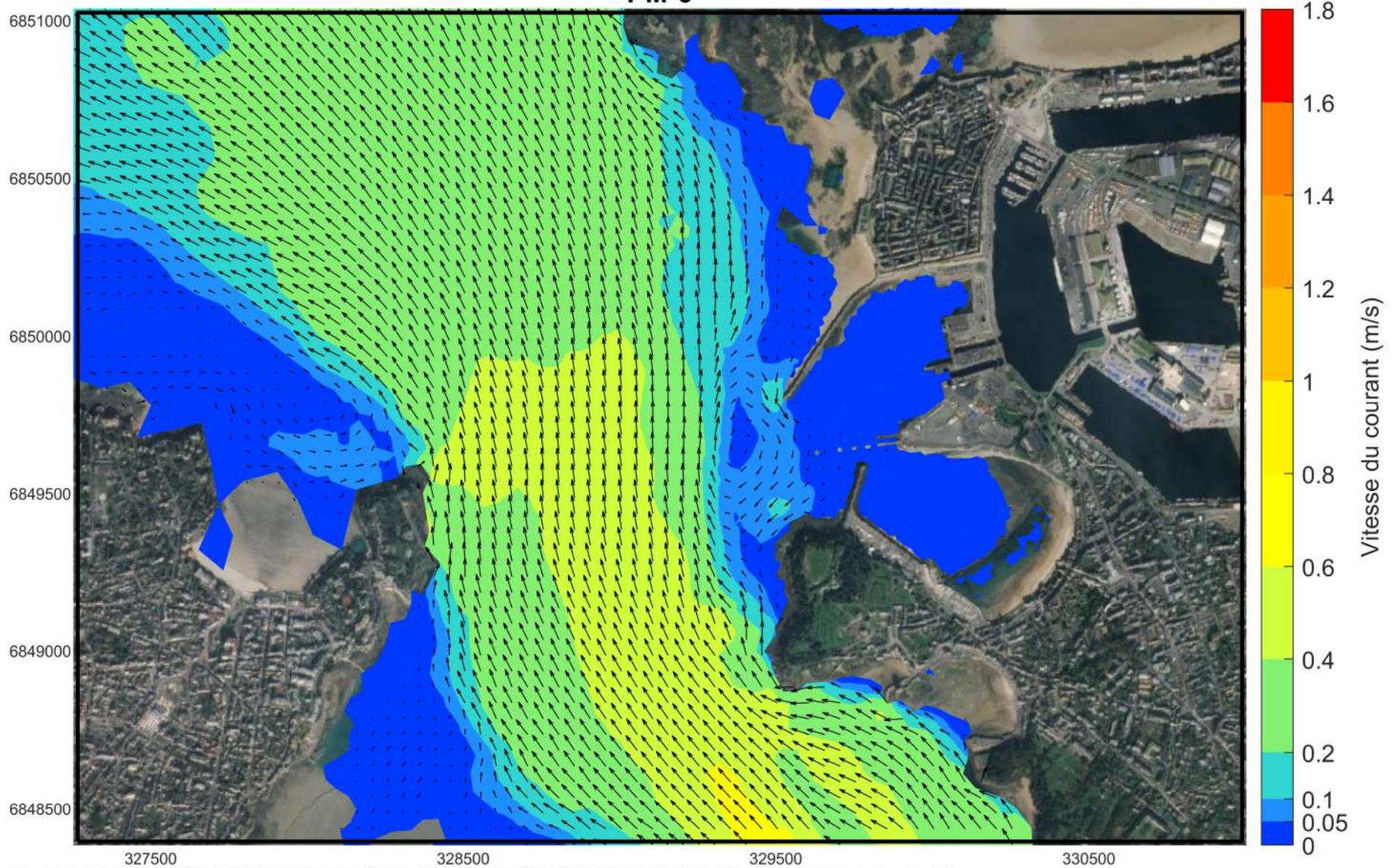
Scénario E Vive-Eau PM+5



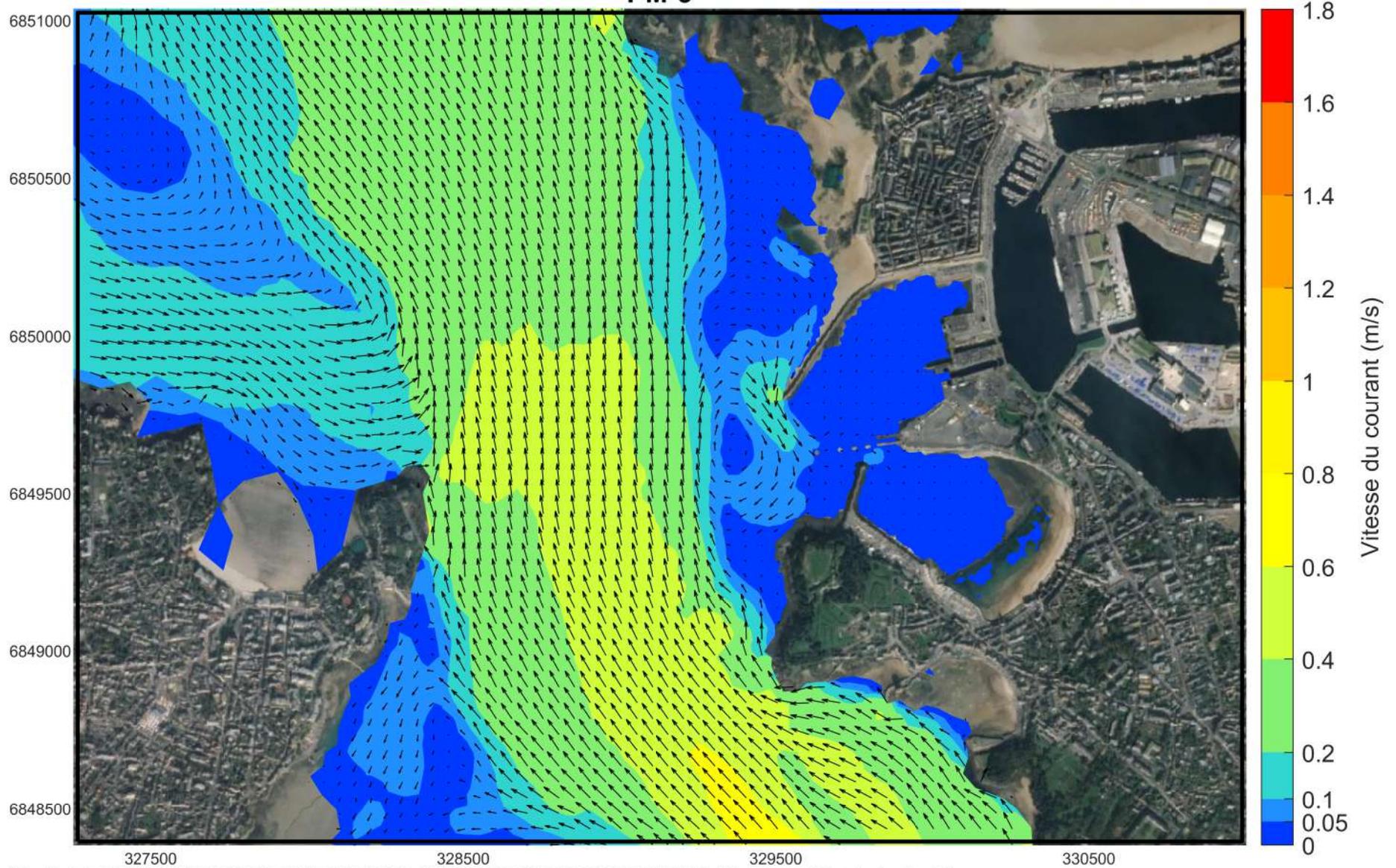
Scénario E Vive-Eau PM+6



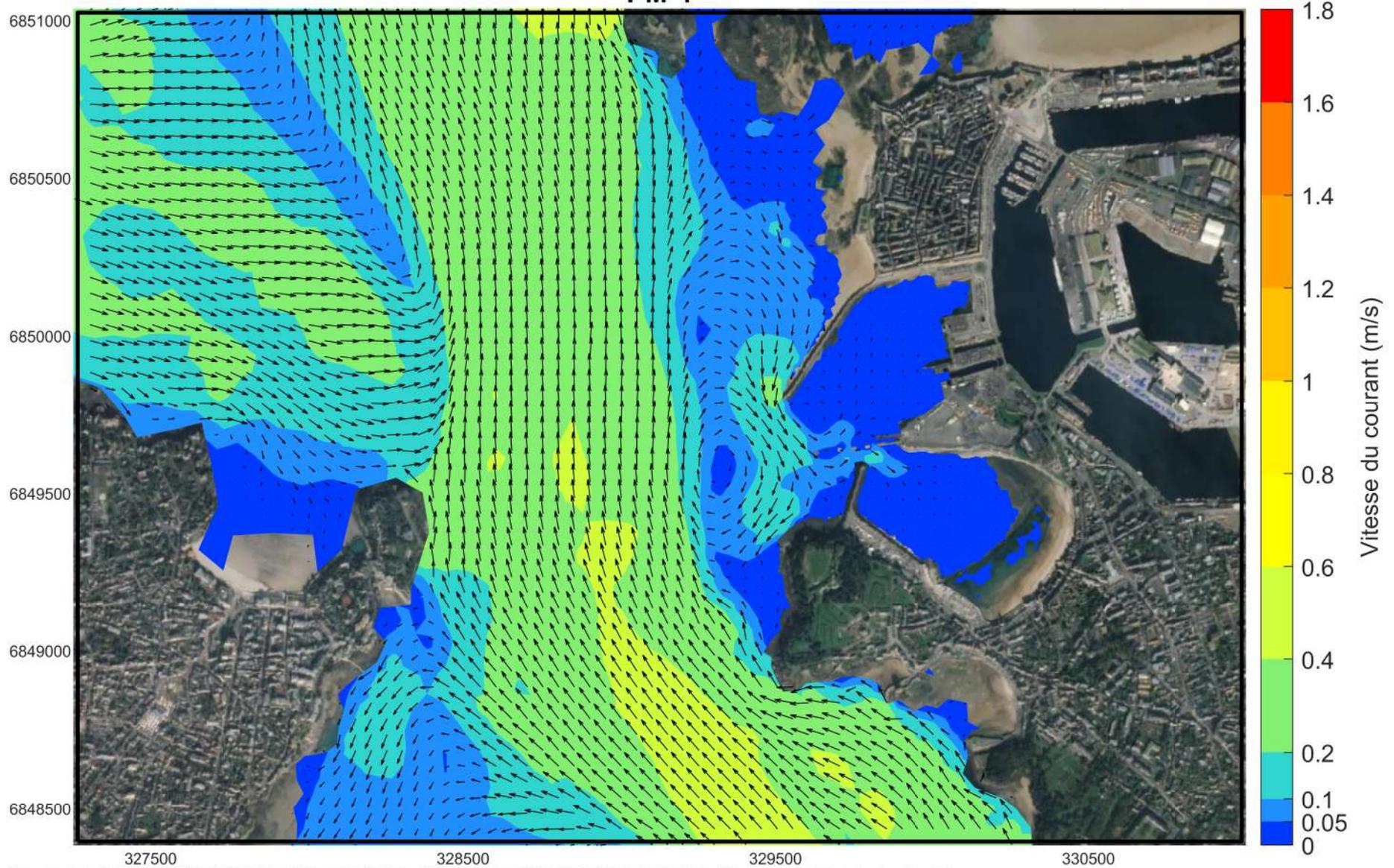
Scénario E Morte-Eau PM-6



Scénario E Morte-Eau PM-5

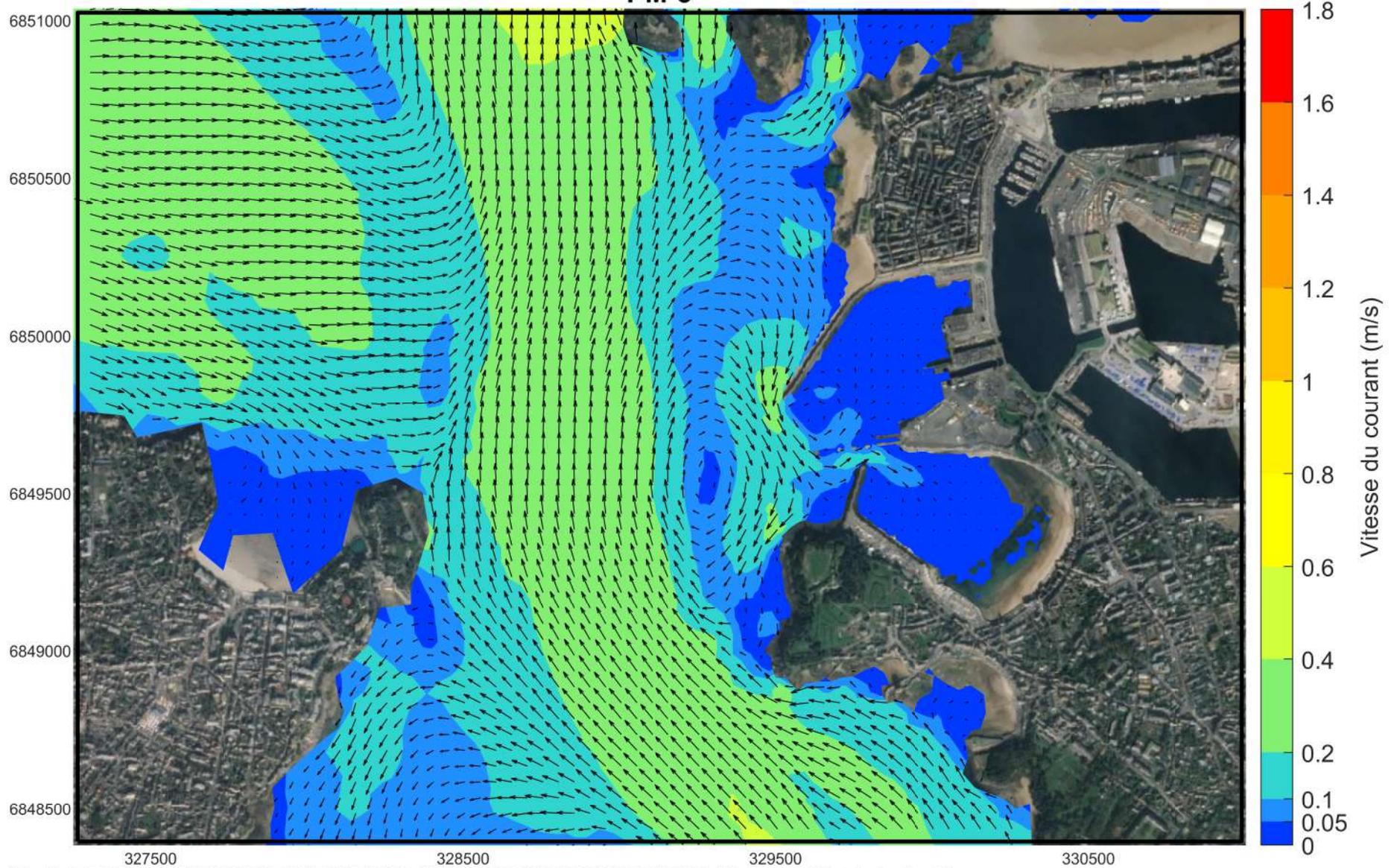


Scénario E Morte-Eau PM-4

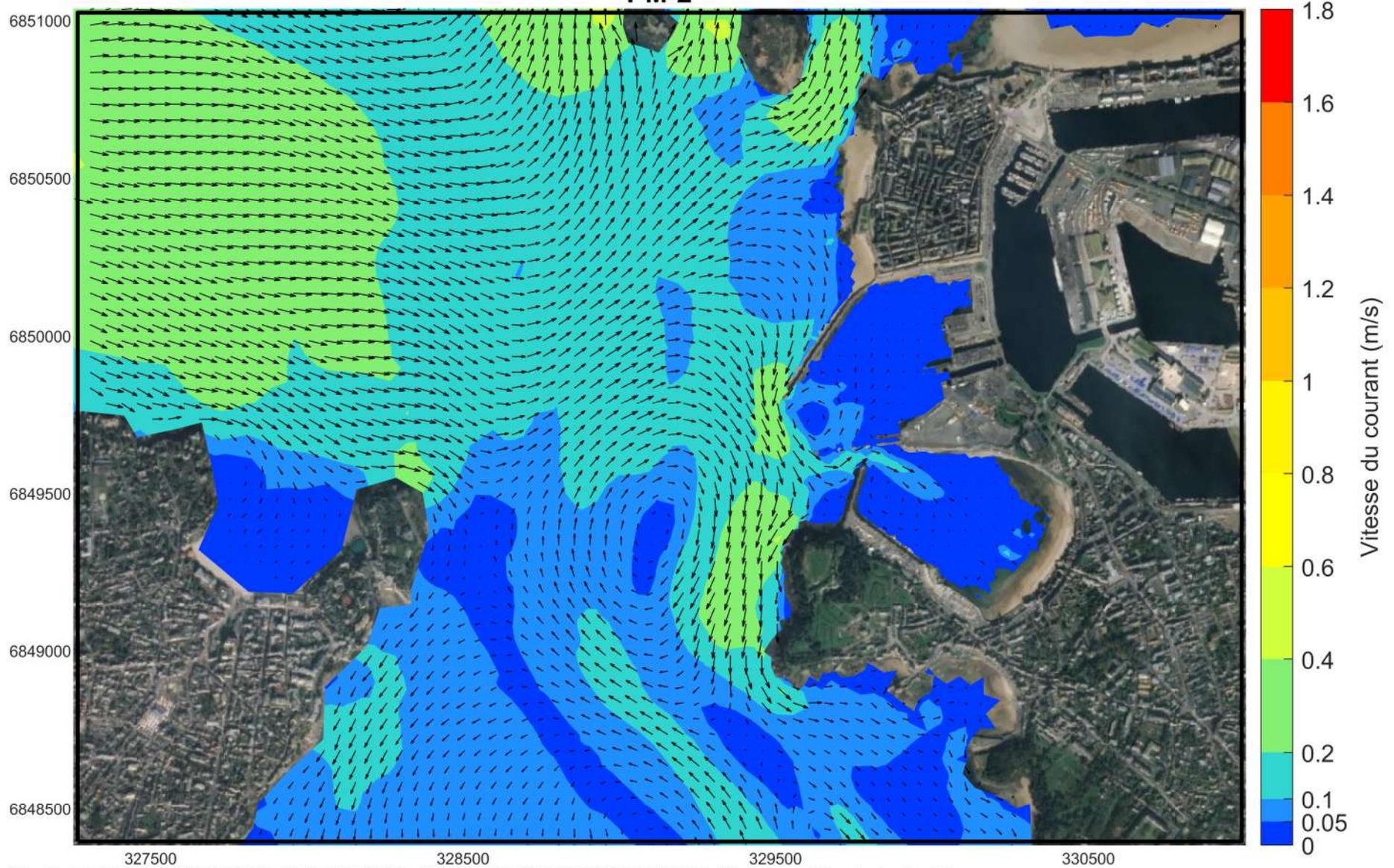


\\Creo17-calculo\TRAVAIL2\181106_BRETAGNE_ST_MALO\HDIST_MALO_CYCLE_VE_ME_SEULE_V8_RANCE_EDF_IAZ_FES_debit_1p5_scenarioE_artelia.mfm - Result Files
PDT 690

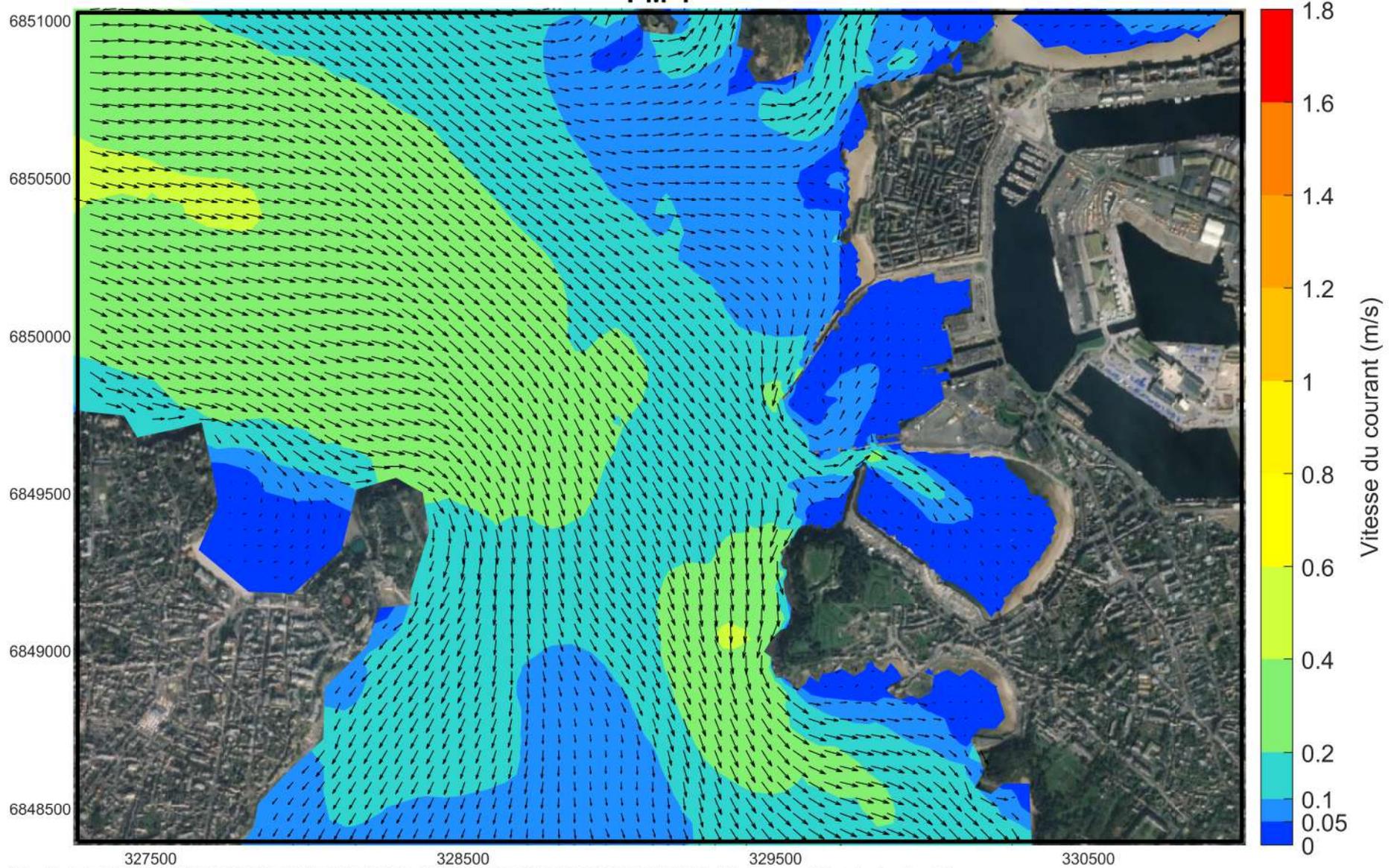
Scénario E Morte-Eau PM-3



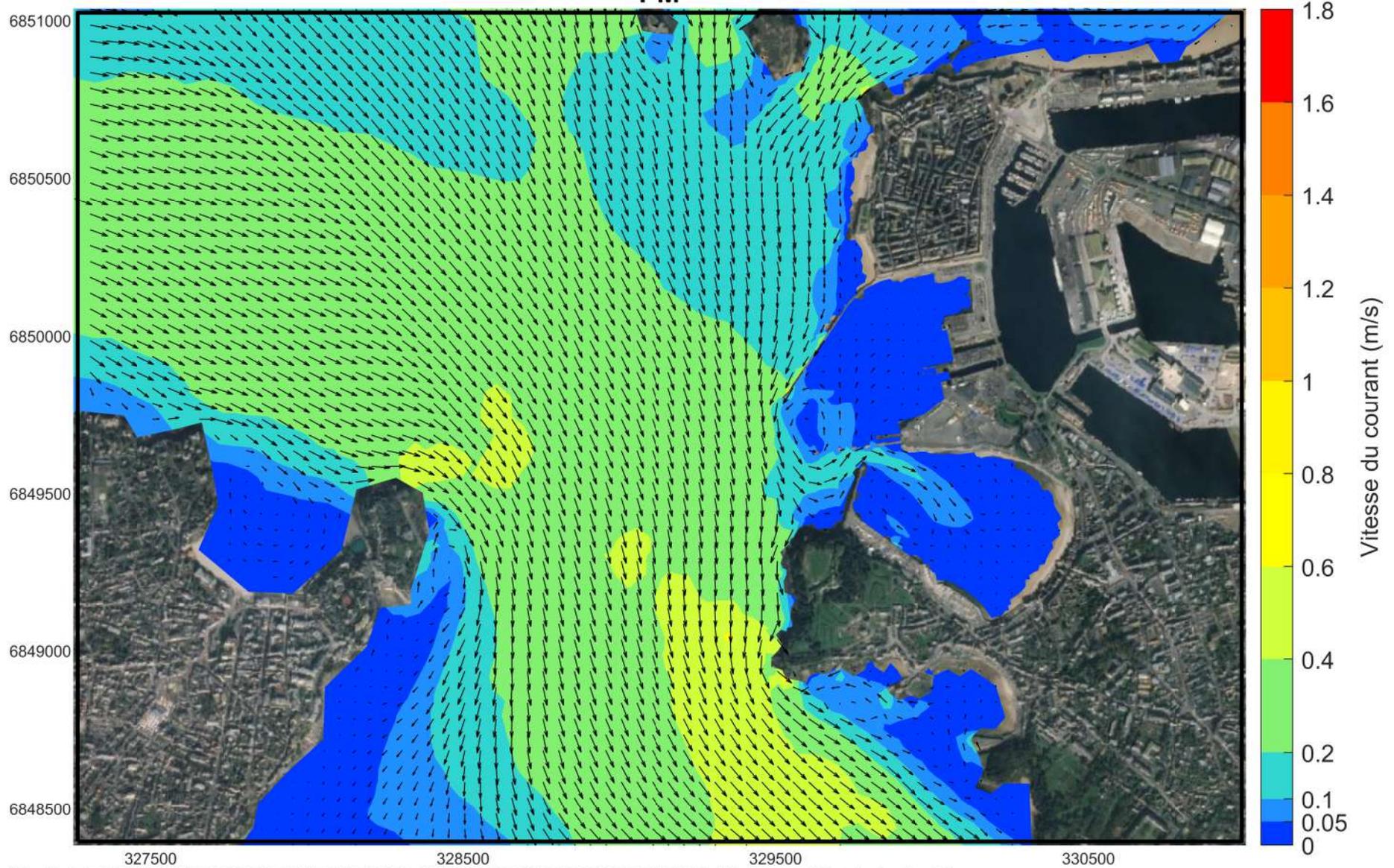
Scénario E Morte-Eau PM-2



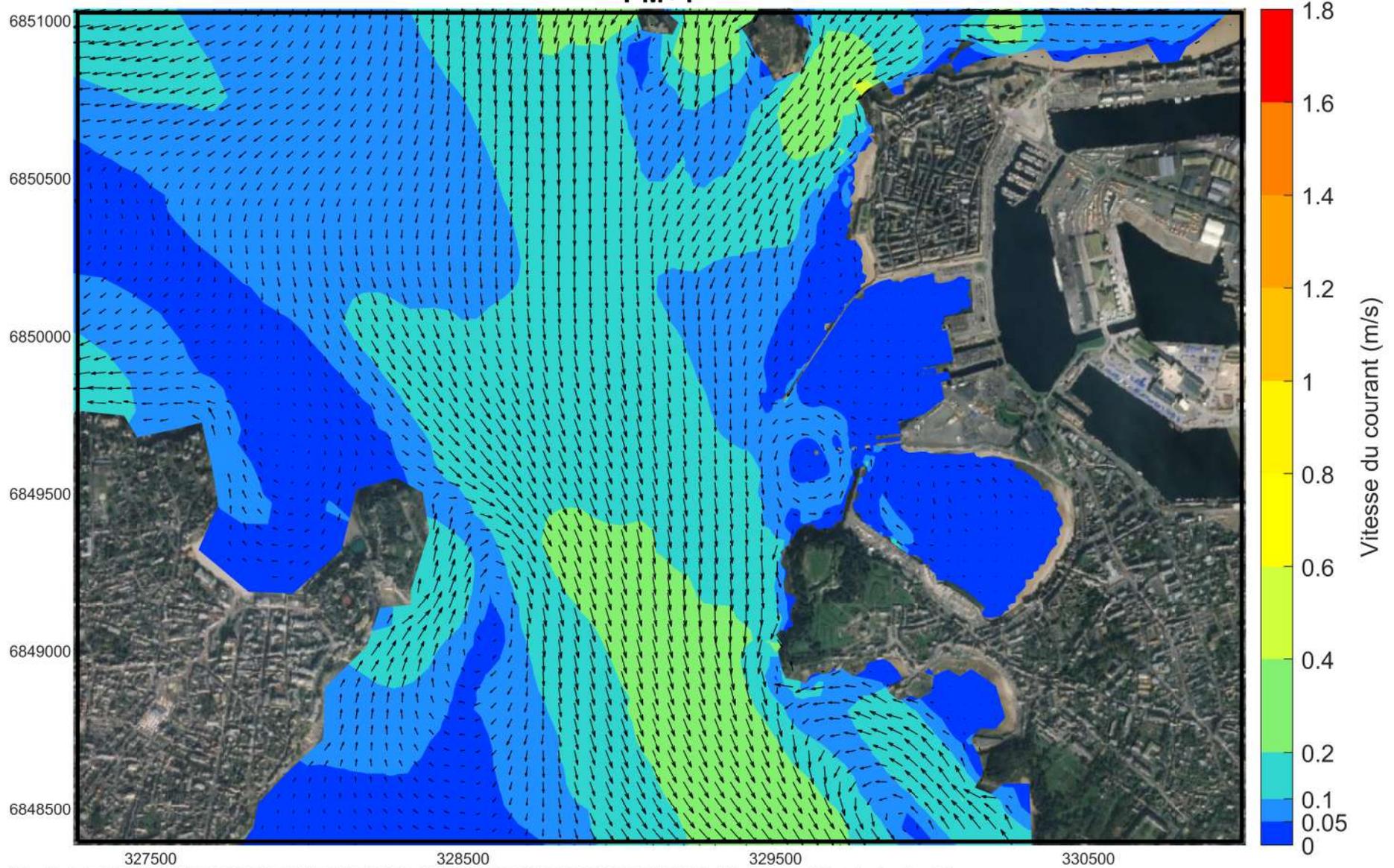
Scénario E Morte-Eau PM-1



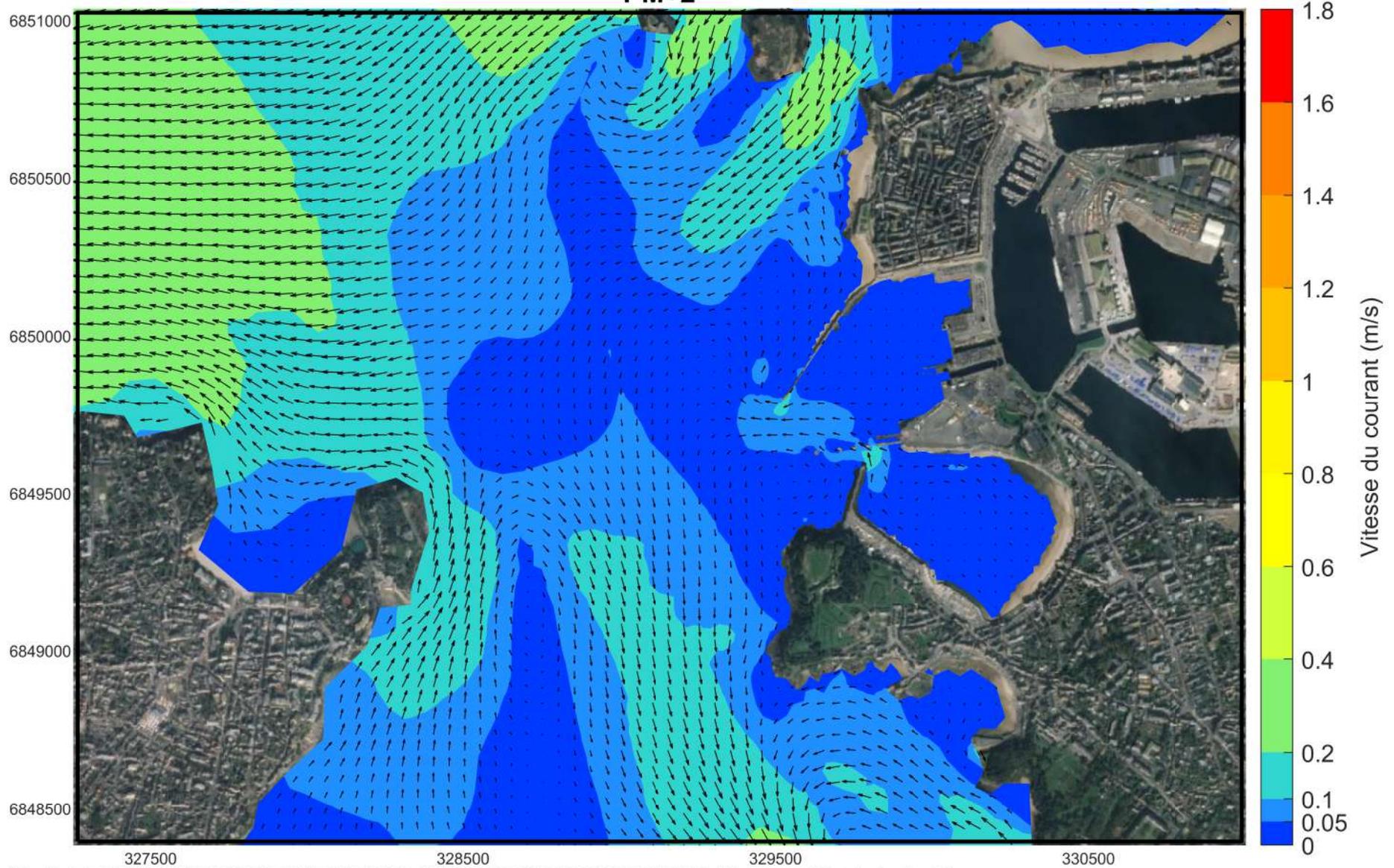
Scénario E Morte-Eau PM



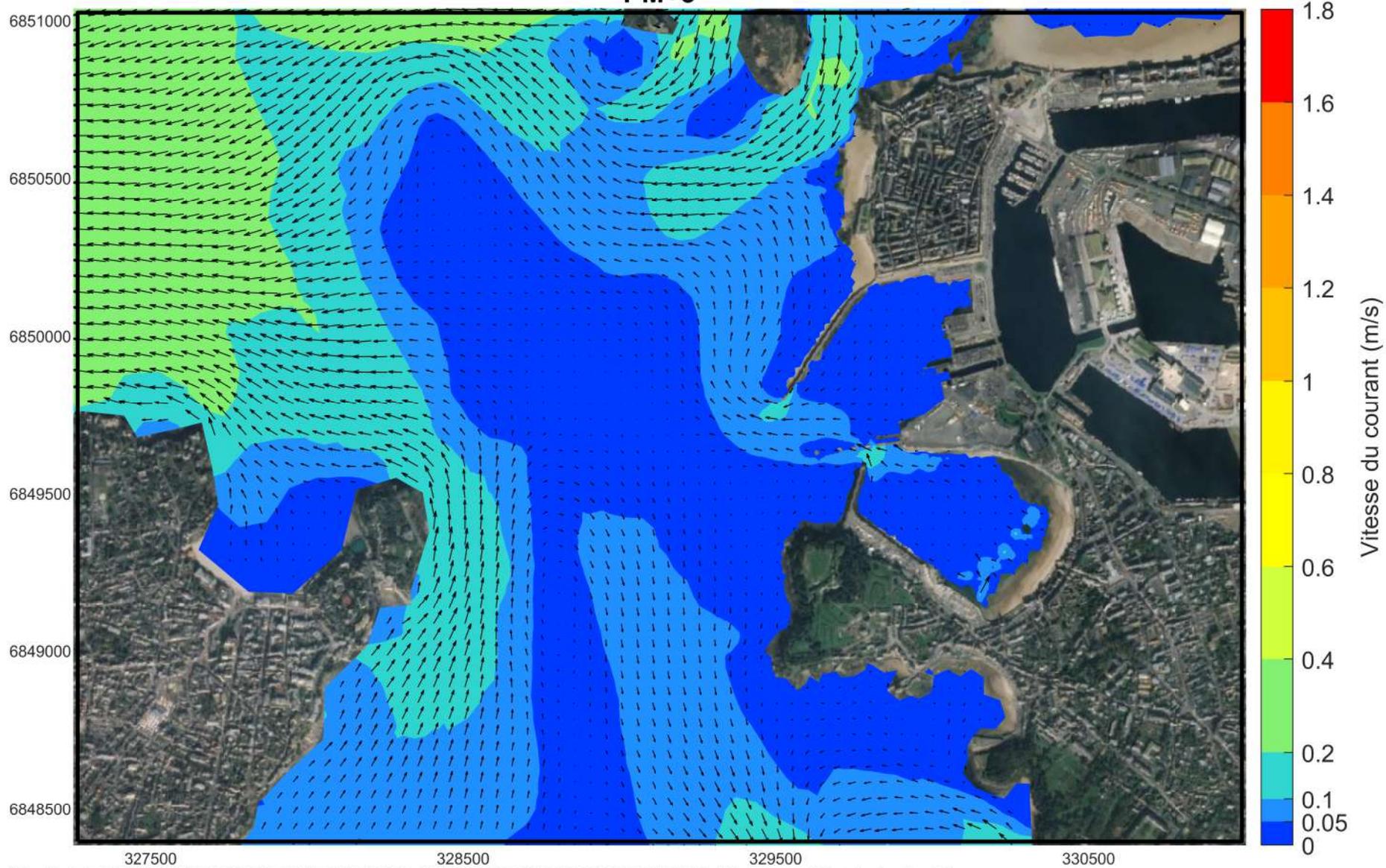
Scénario E Morte-Eau PM+1



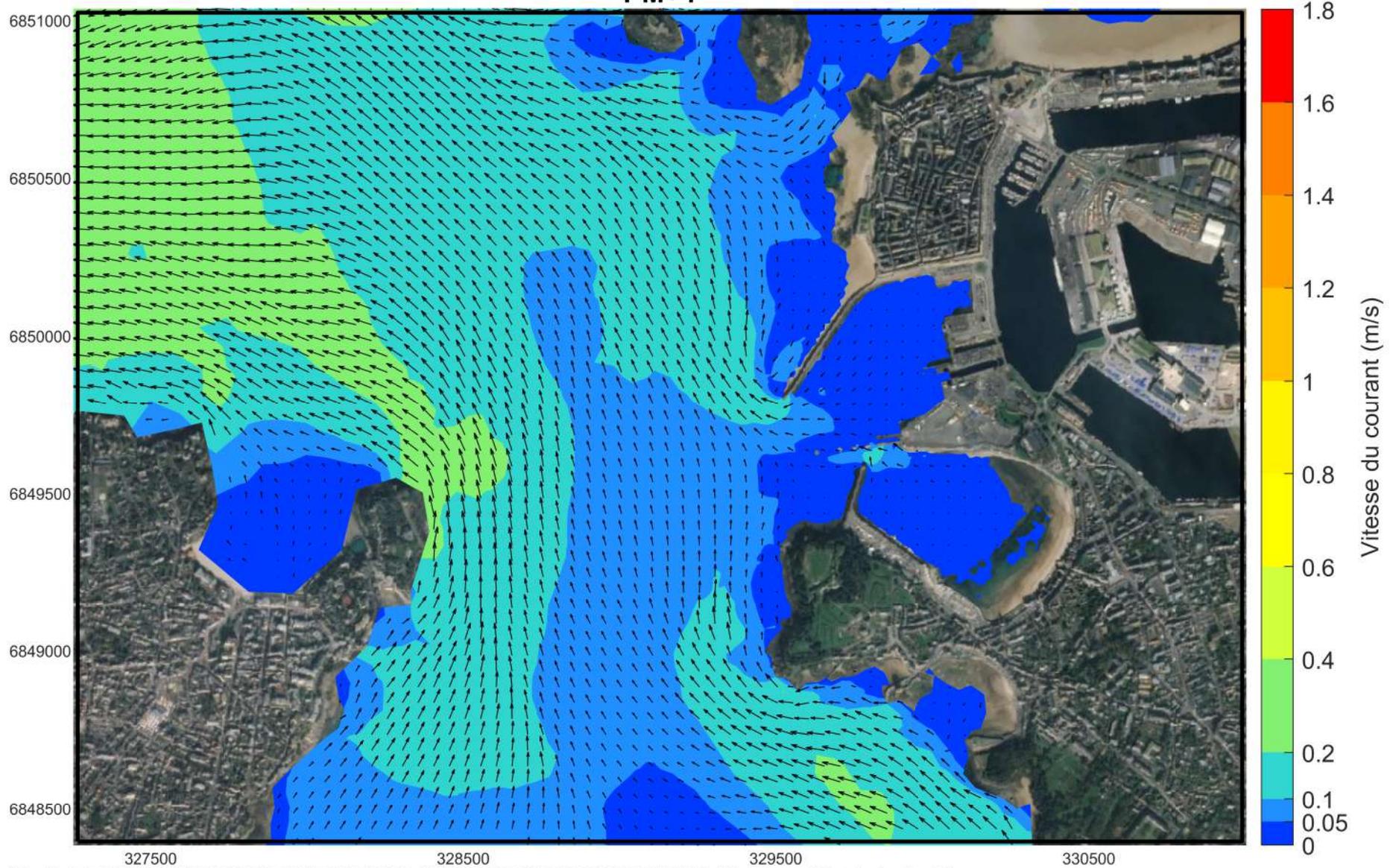
Scénario E Morte-Eau PM+2



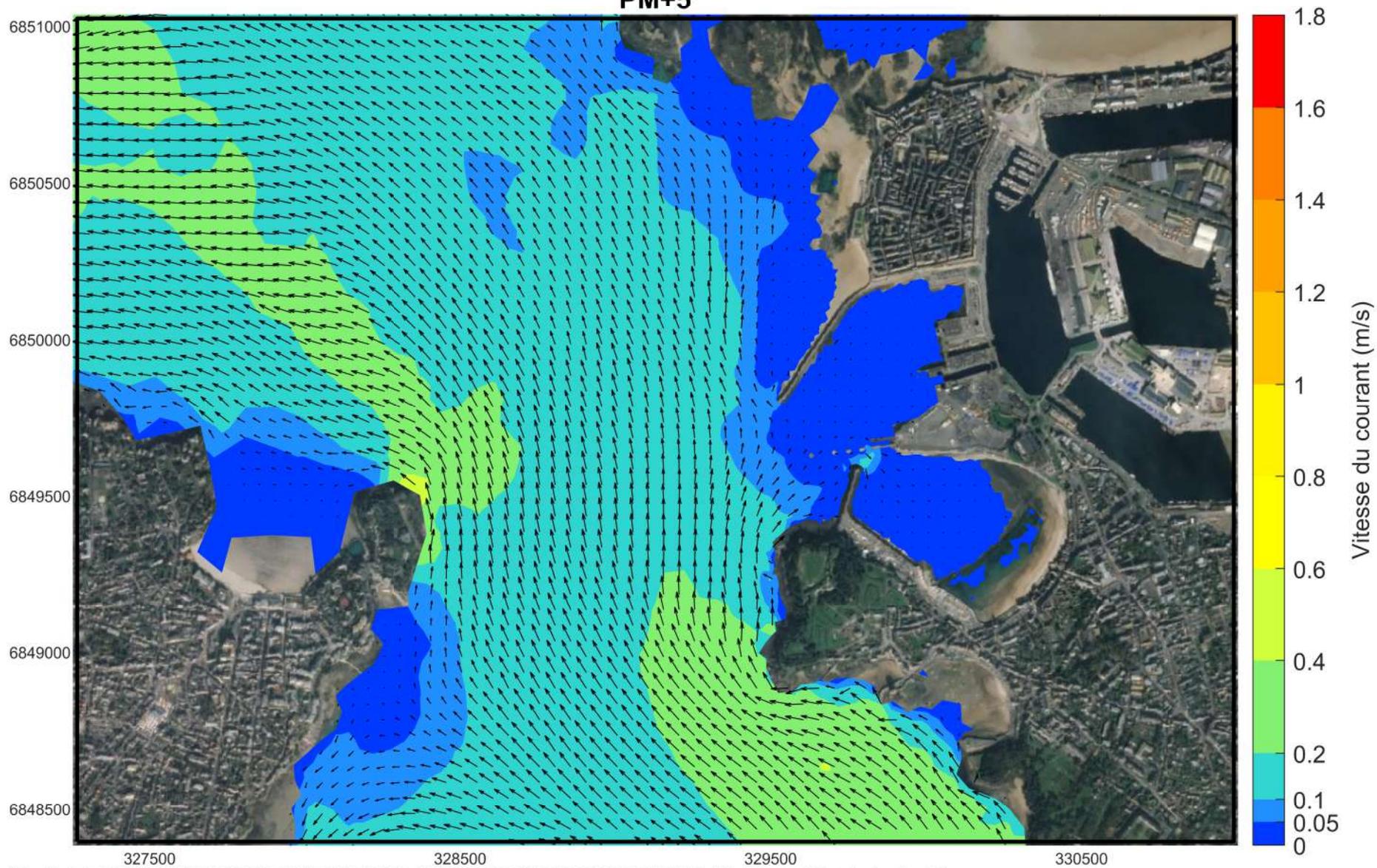
Scénario E Morte-Eau PM+3



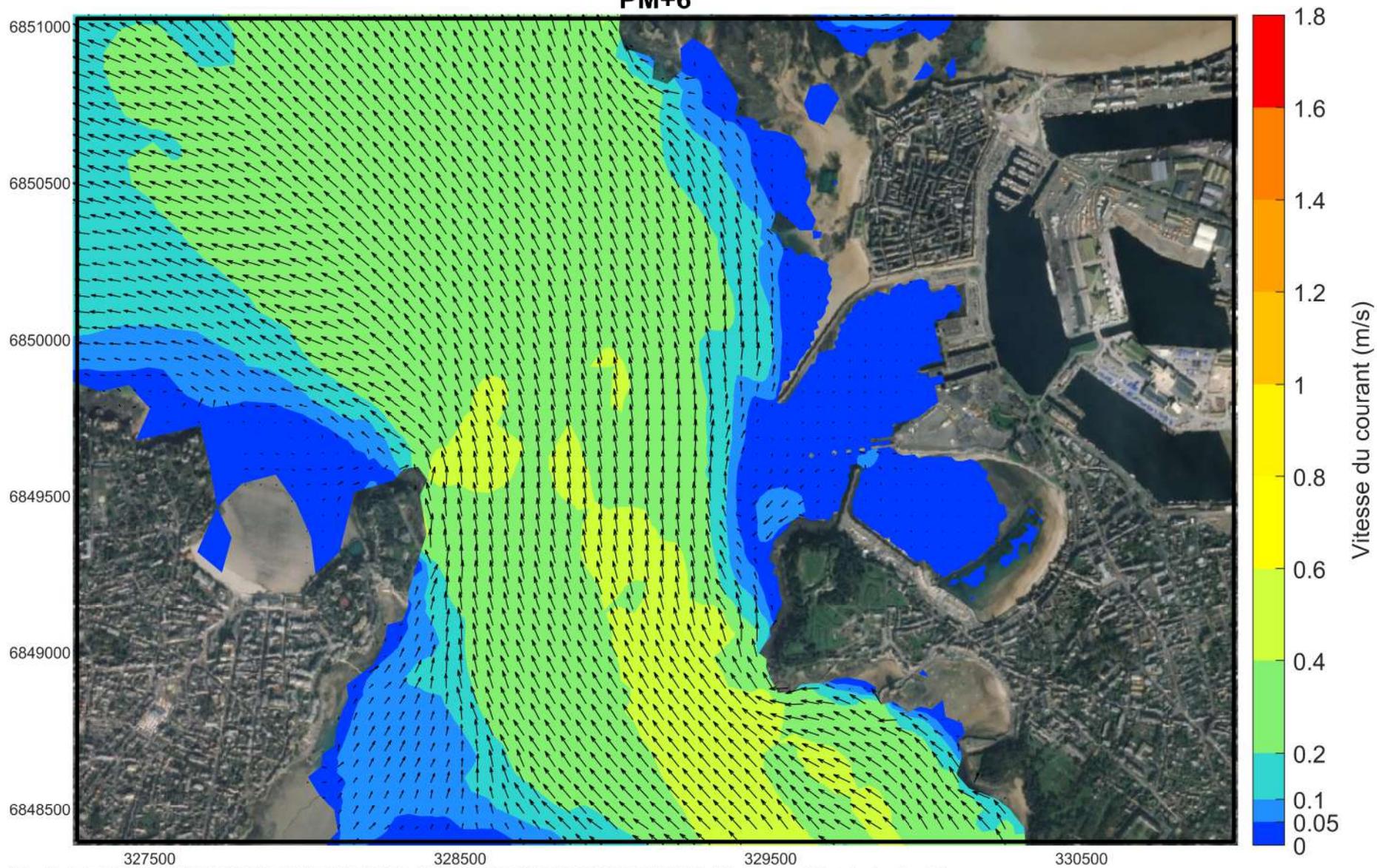
Scénario E Morte-Eau PM+4



Scénario E Morte-Eau PM+5



Scénario E Morte-Eau PM+6

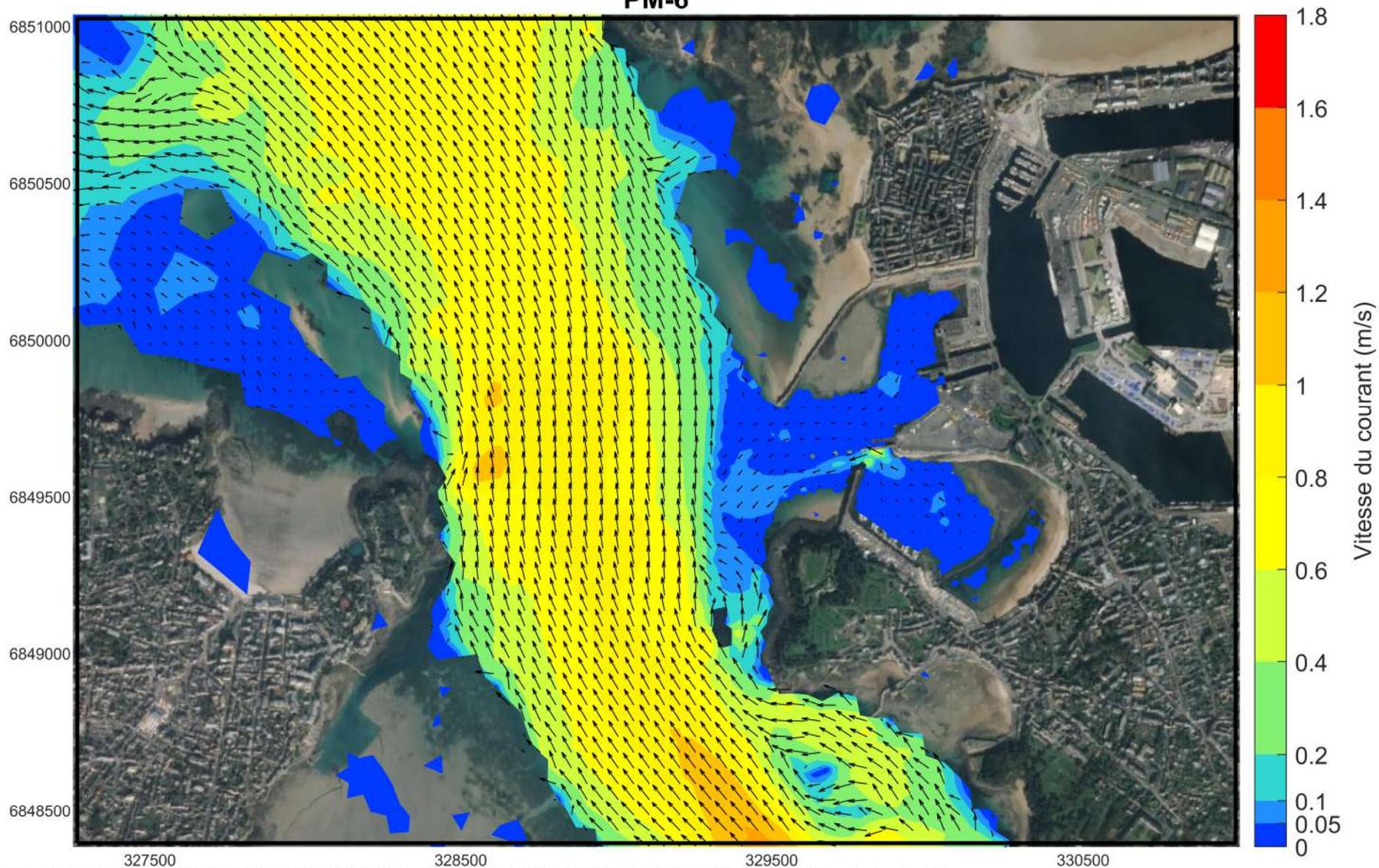


\\Creo17-calculo\TRAVAIL2\181106_BRETAGNE_ST_MALO\HDIST_MALO_CYCLE_VE_ME_SEULE_V8_RANCE_EDF_IAZ_FES_debit_1p5_scenarioE_artelia.mfm - Result Files
PDT 750

Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

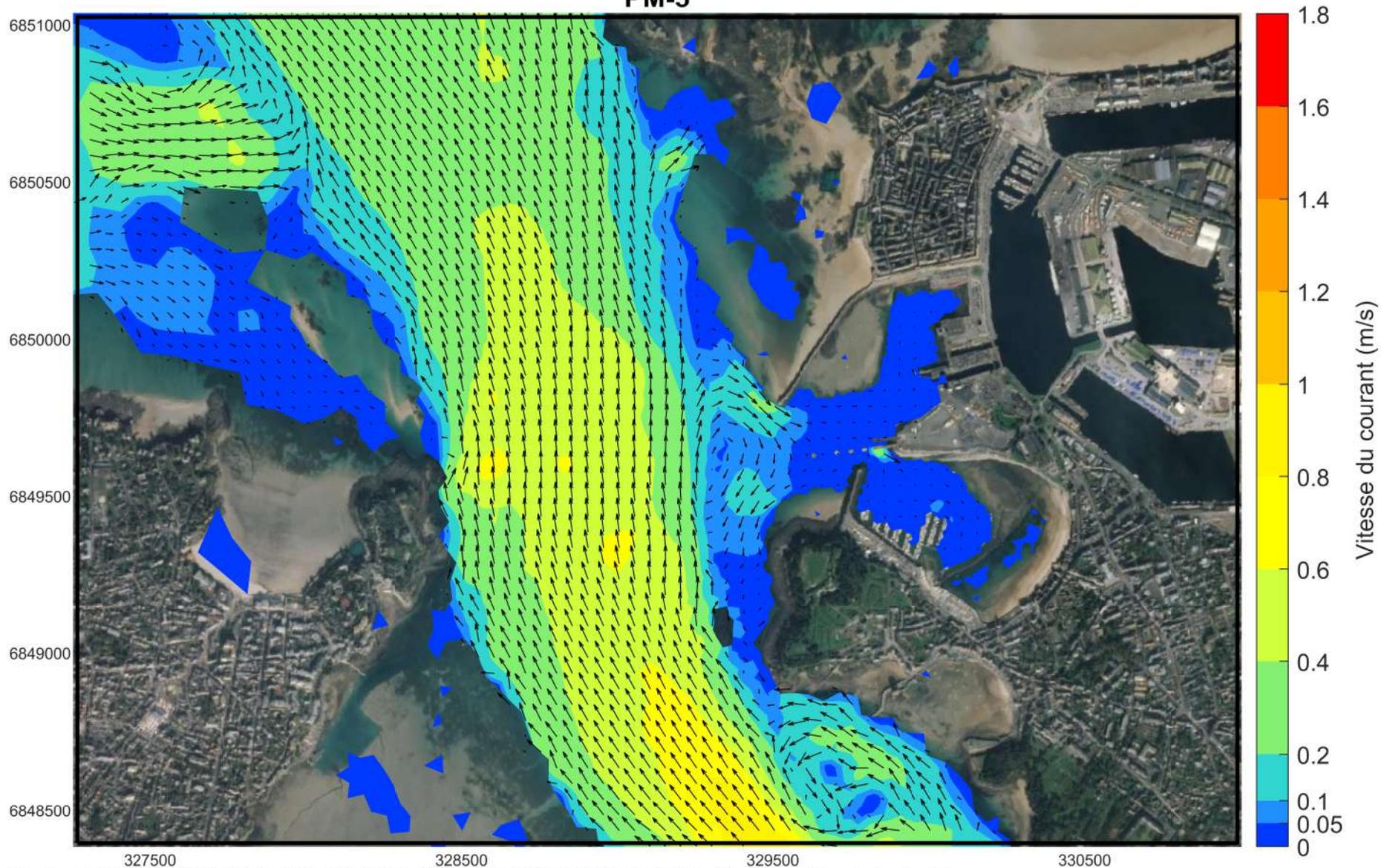
PM-6



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

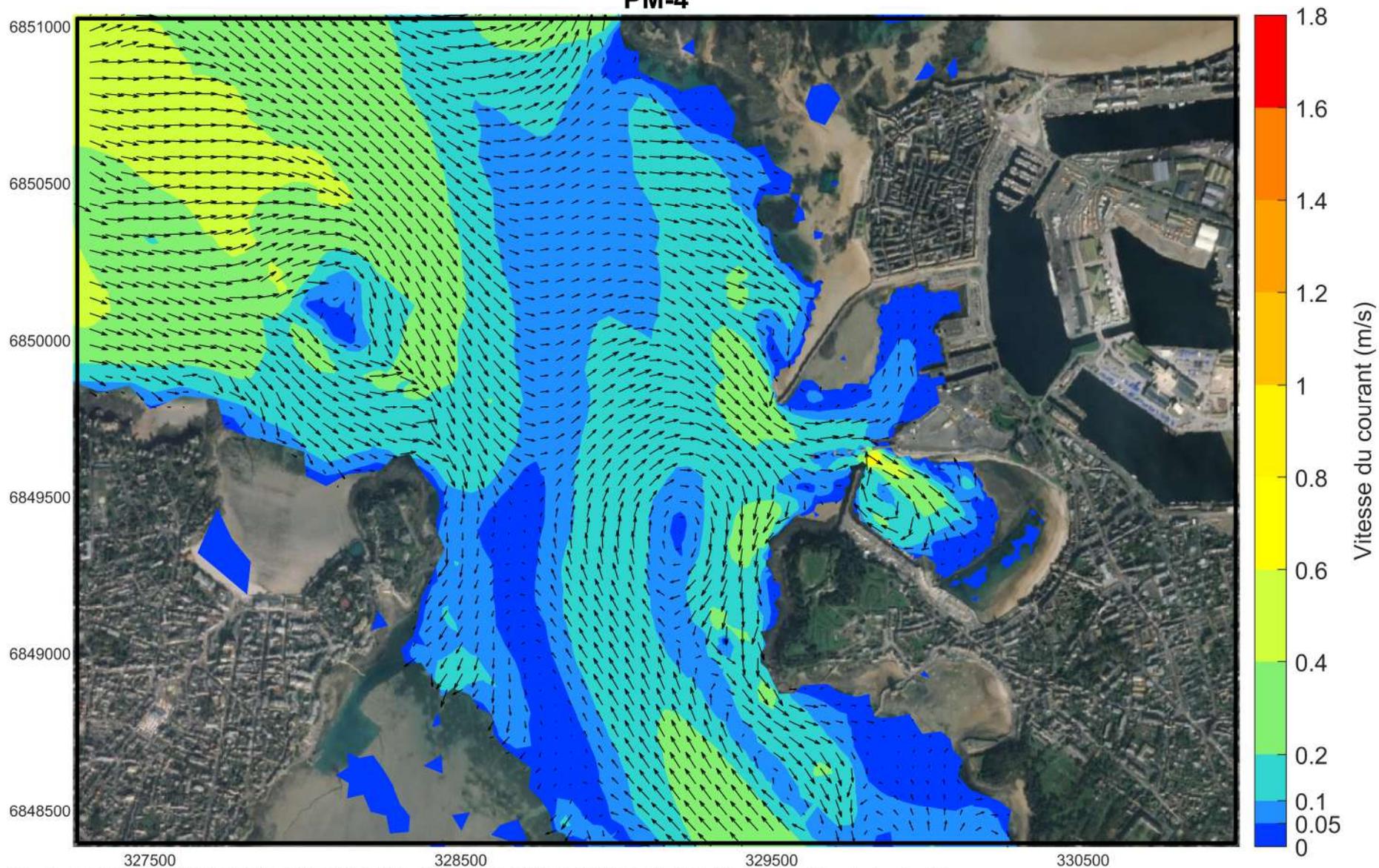
PM-5



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

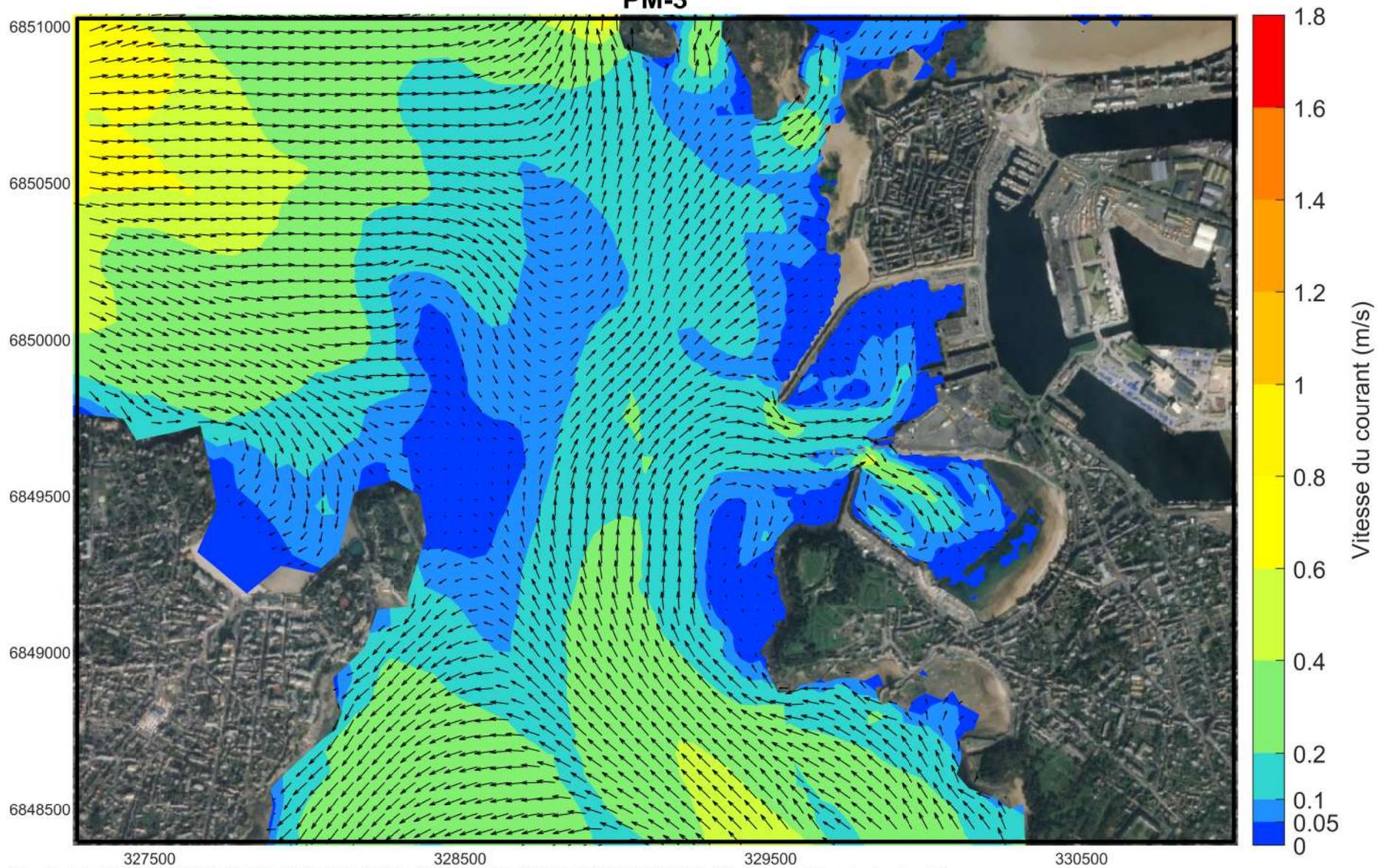
PM-4



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

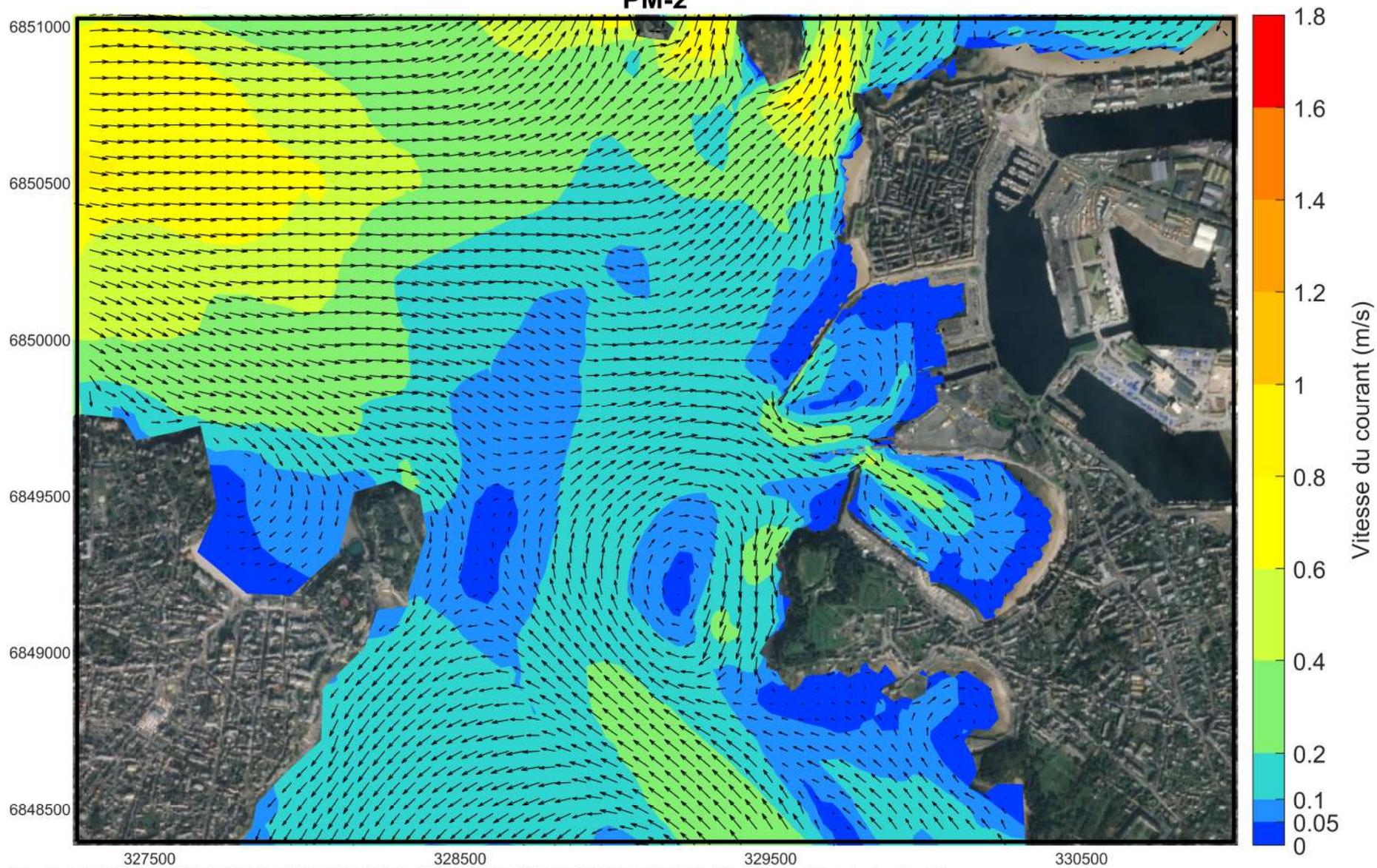
PM-3



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

PM-2

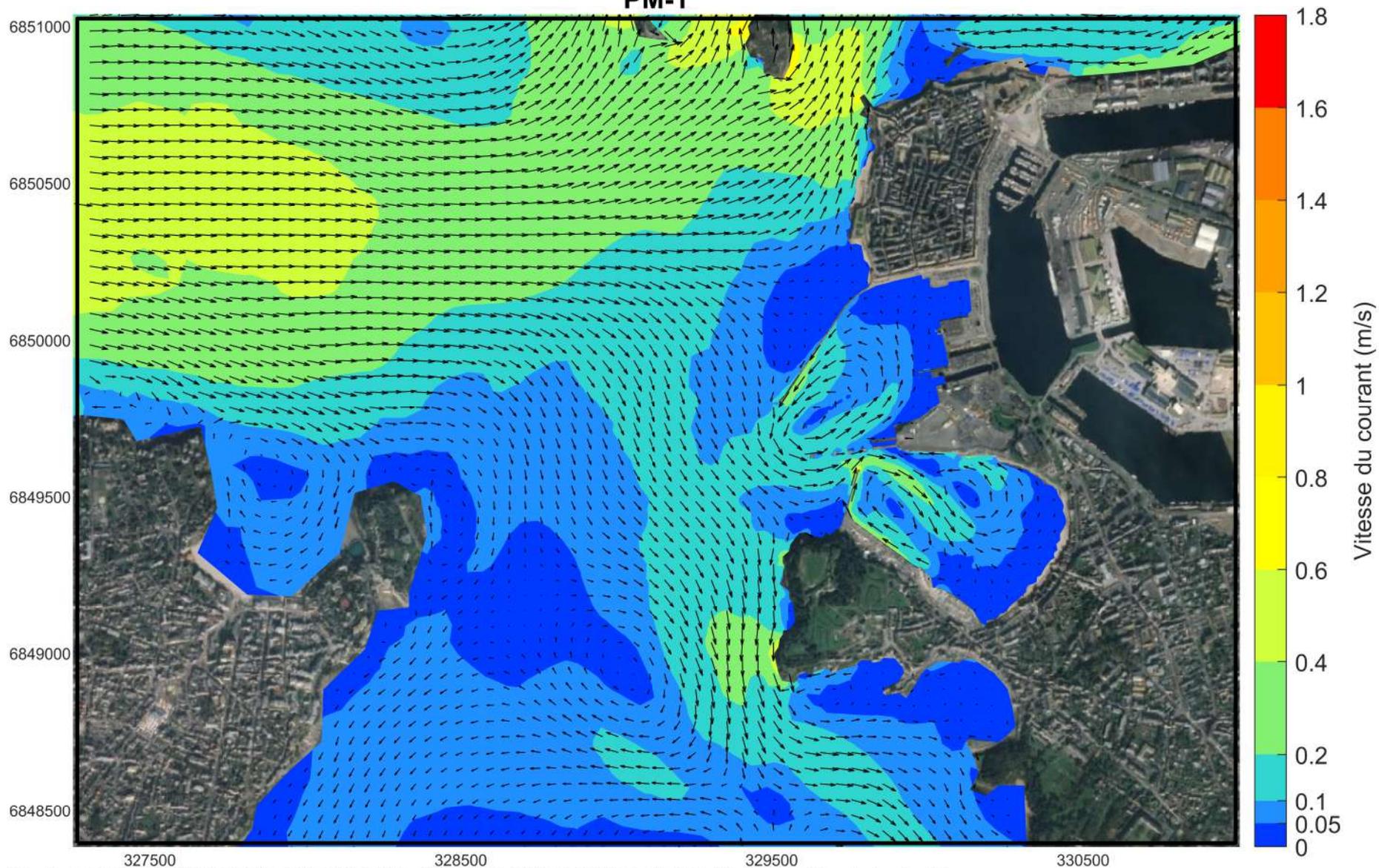


327500 328500 329500 330500

Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

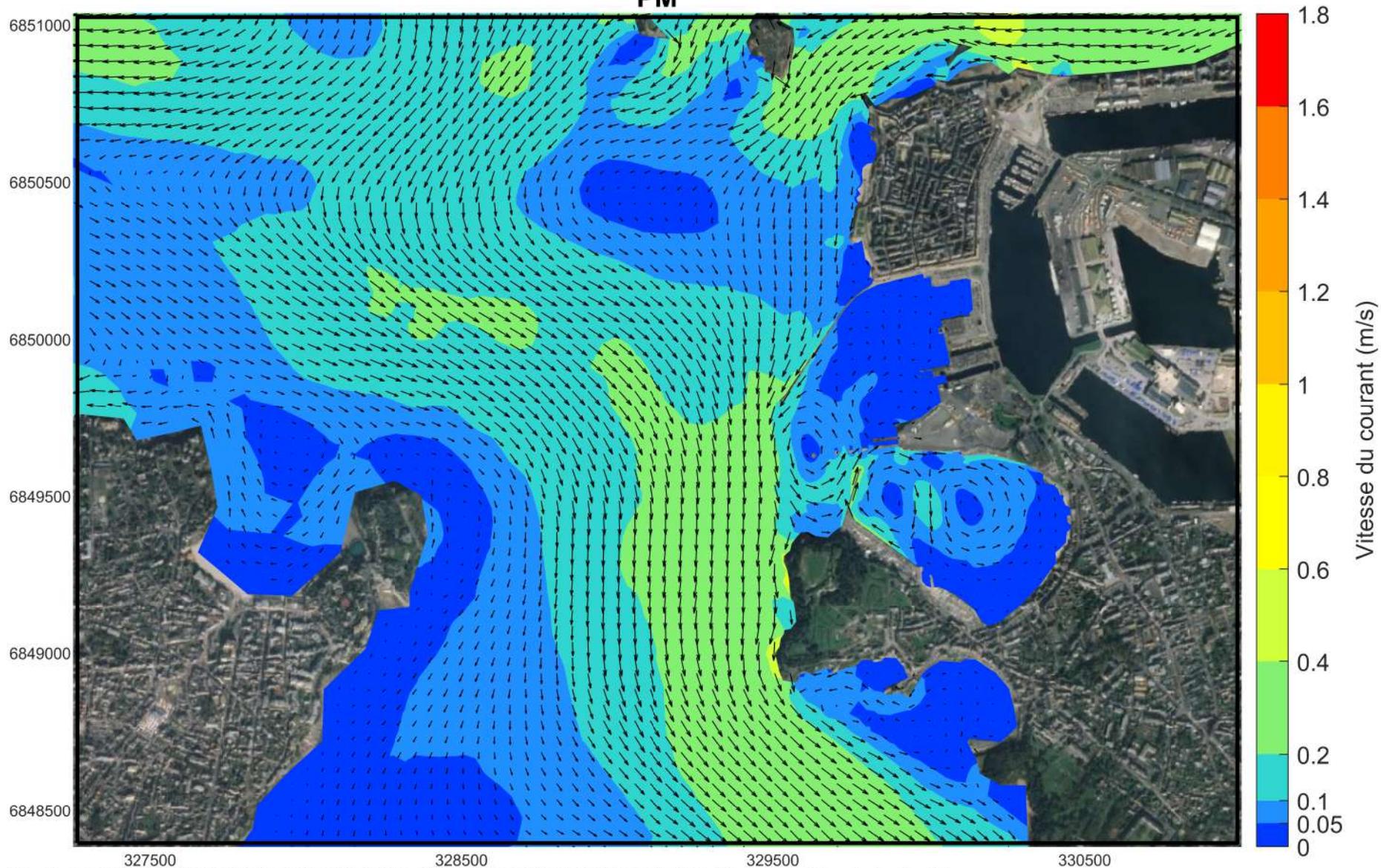
PM-1



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

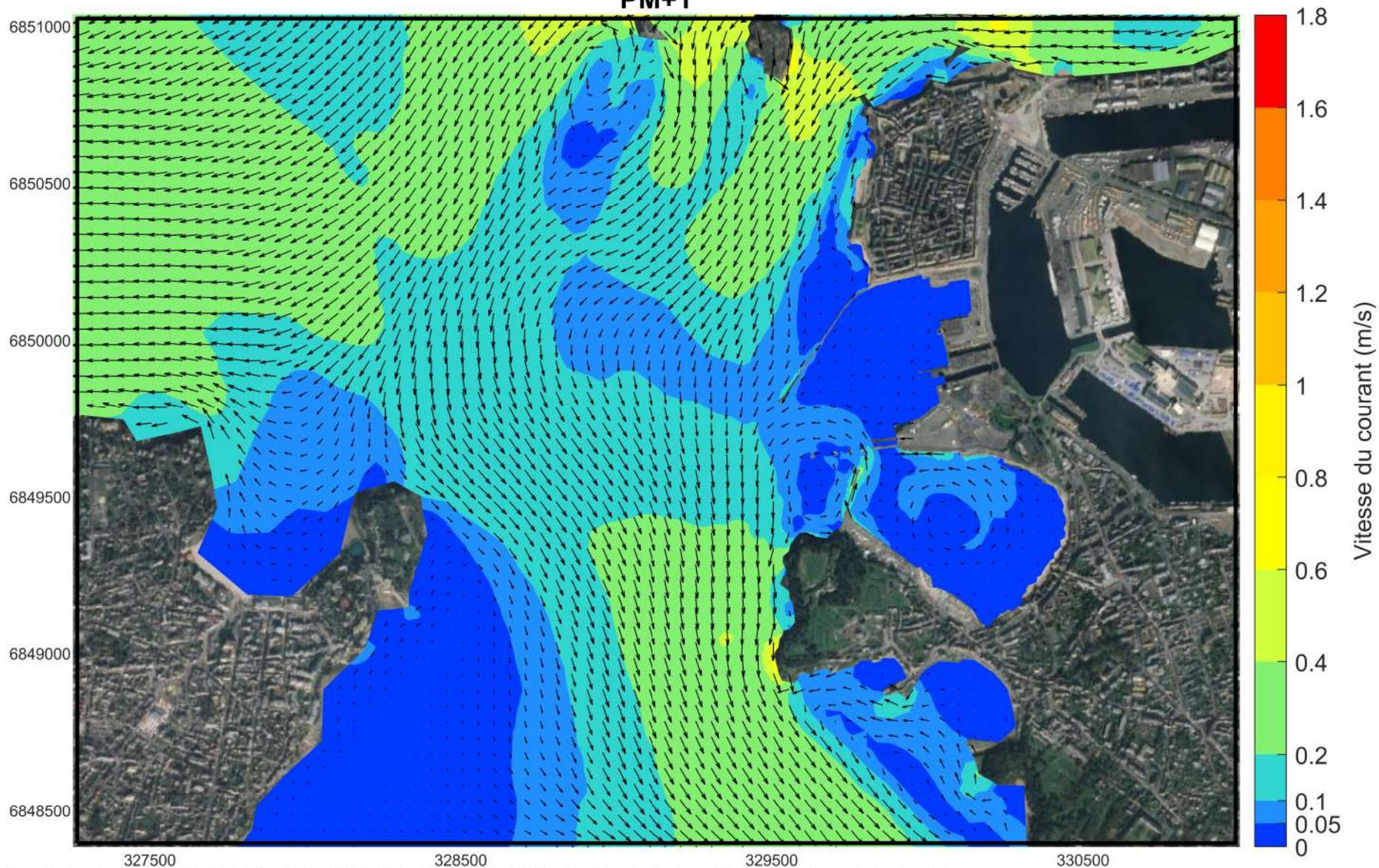
PM



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

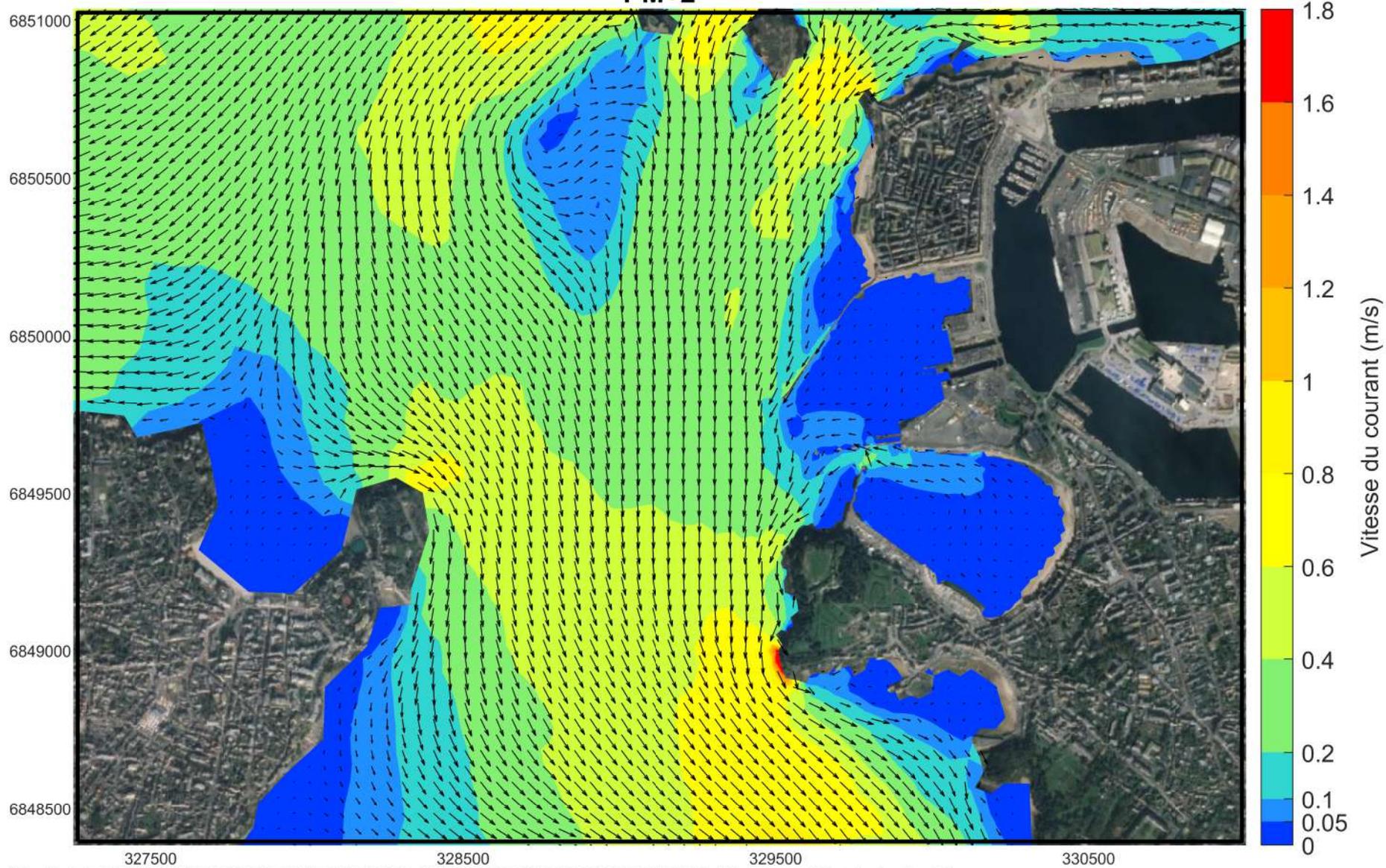
PM+1



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

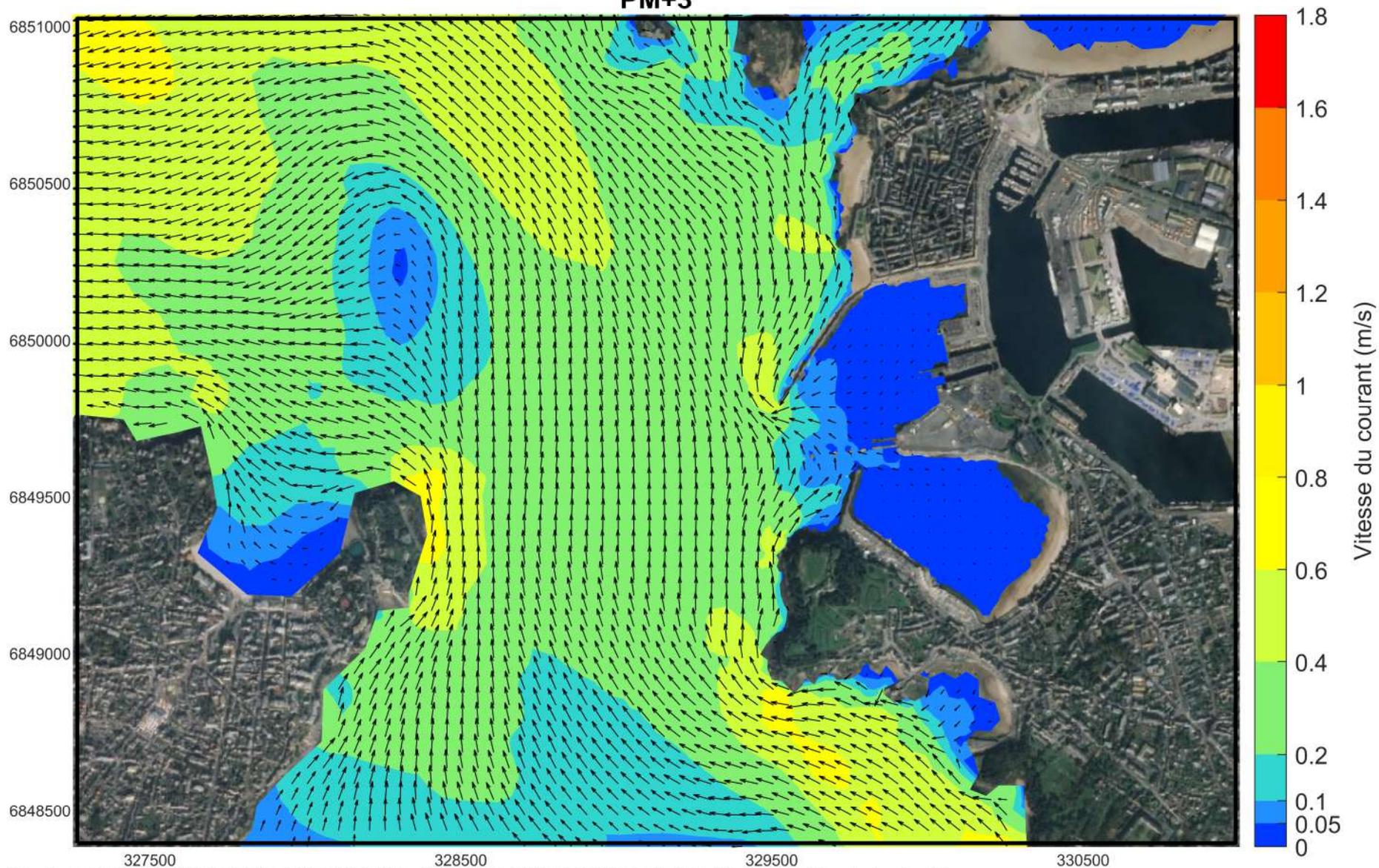
PM+2



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

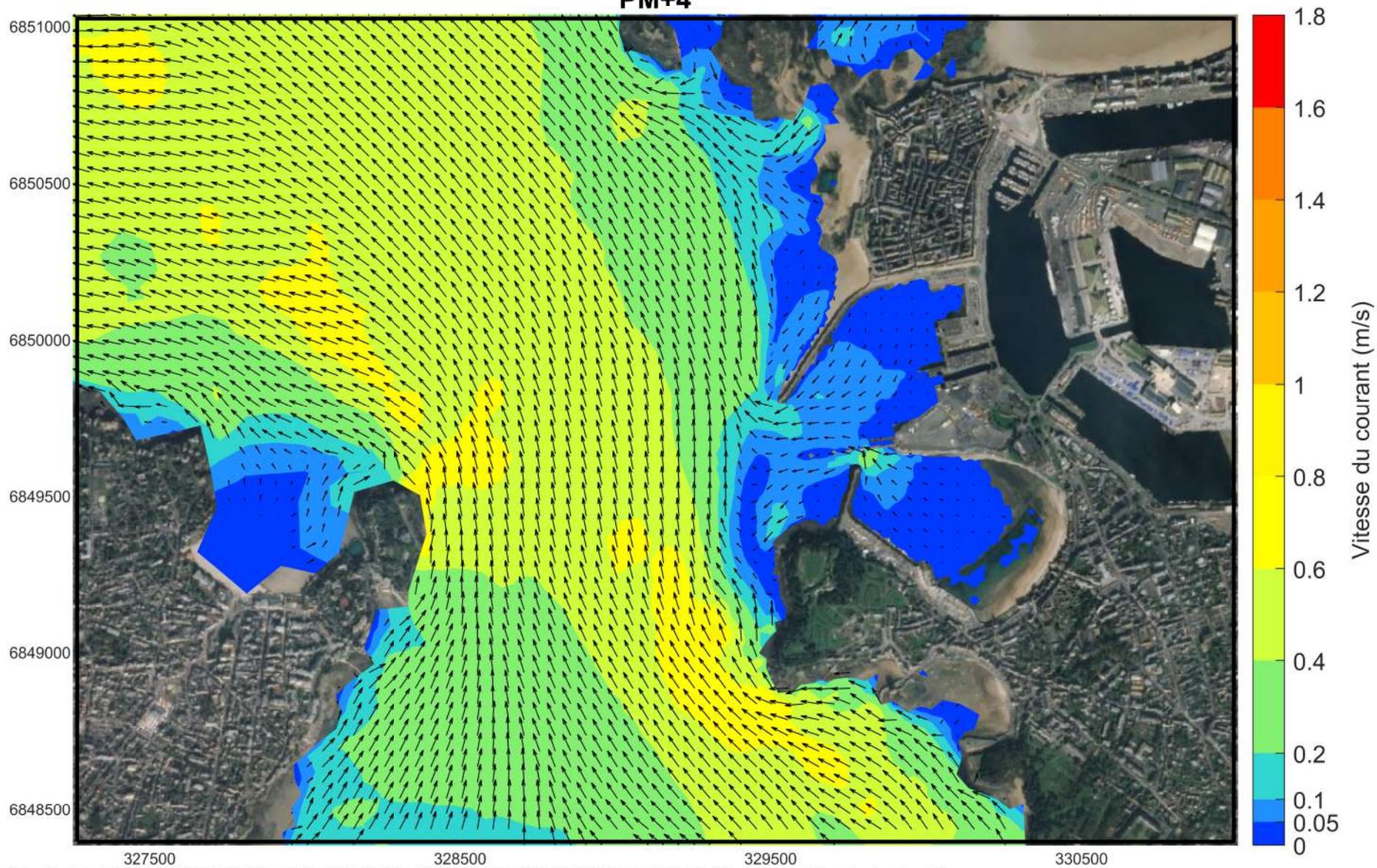
PM+3



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

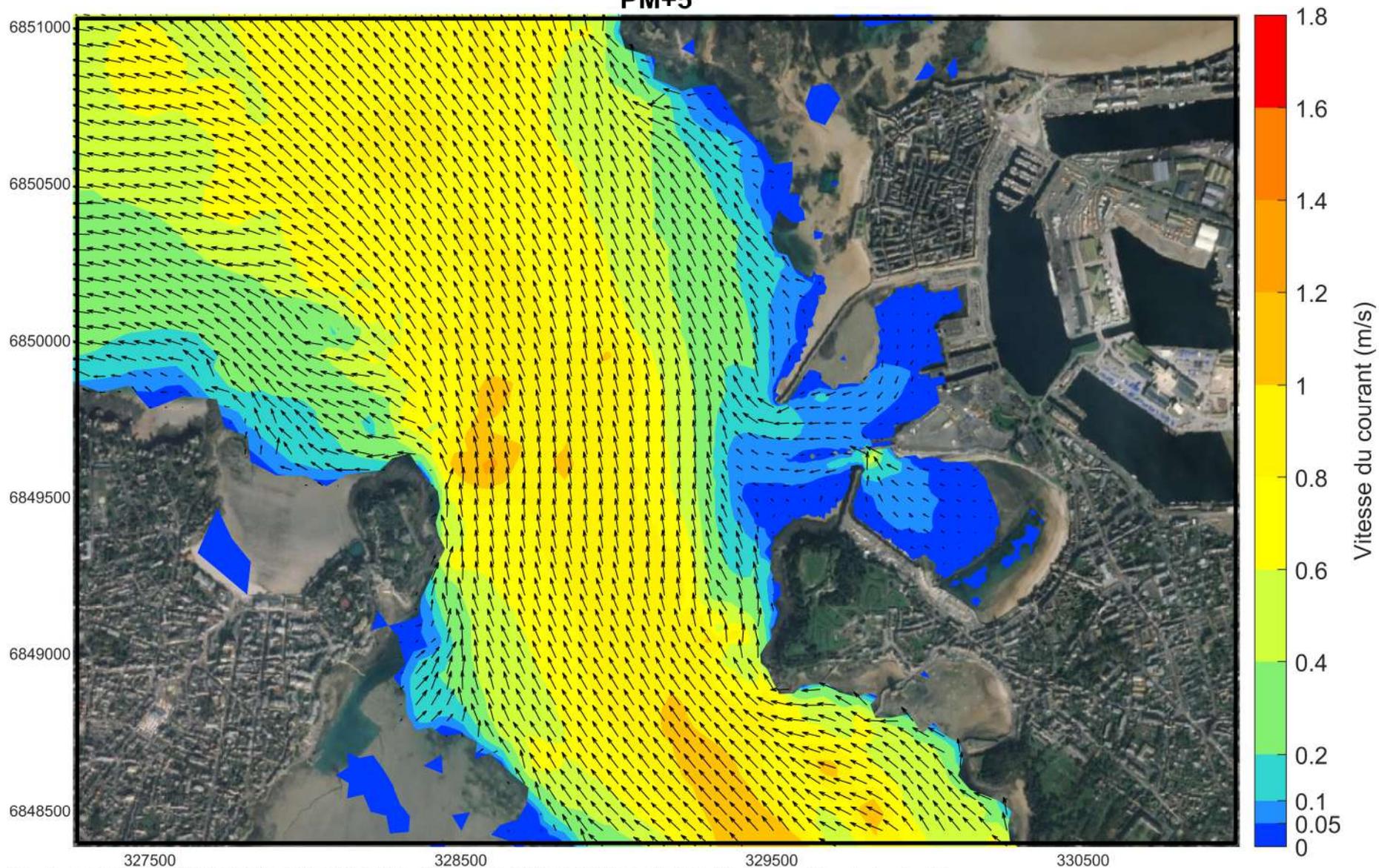
PM+4



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

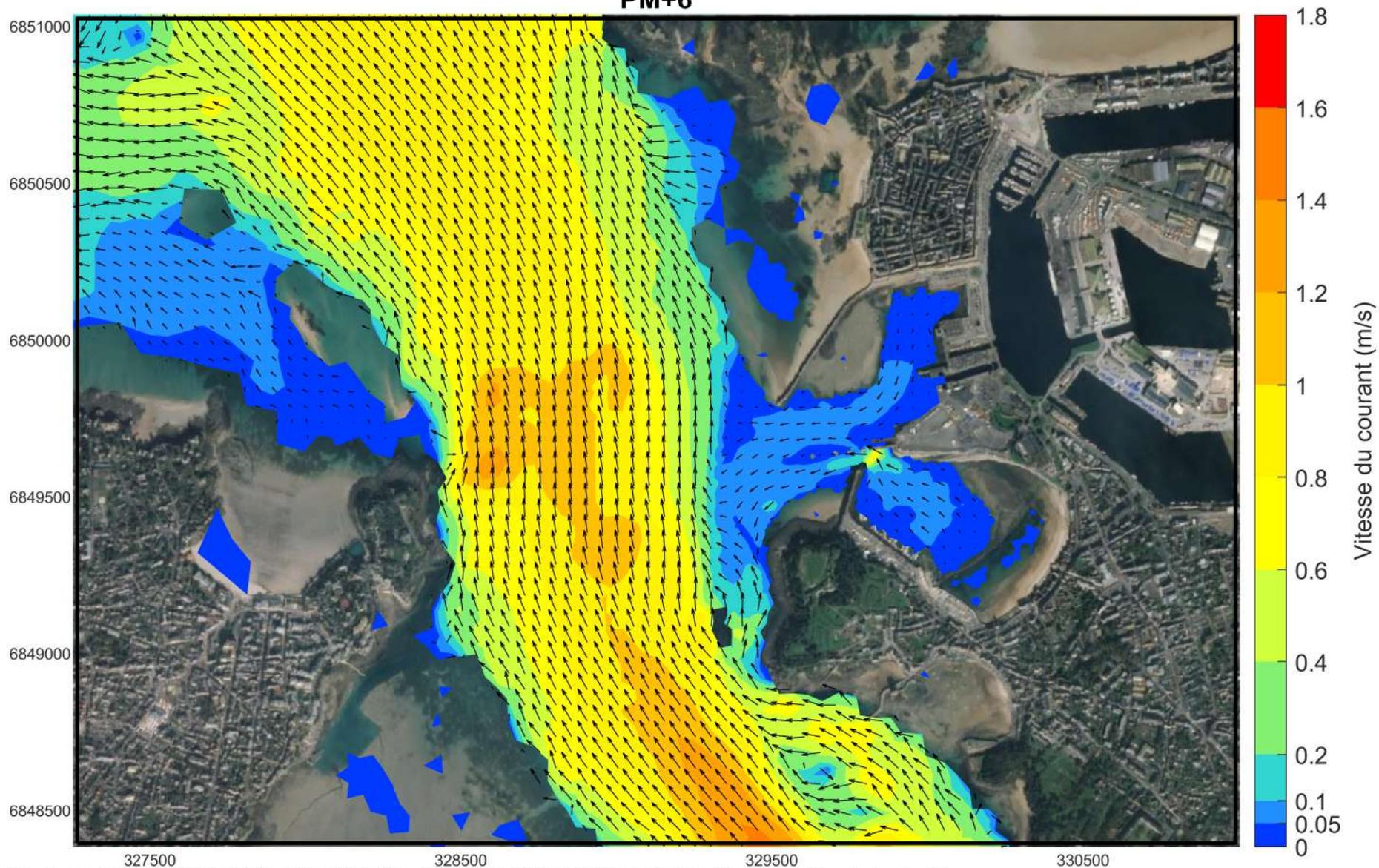
PM+5



Scénario E

Vive-eau exceptionnelle

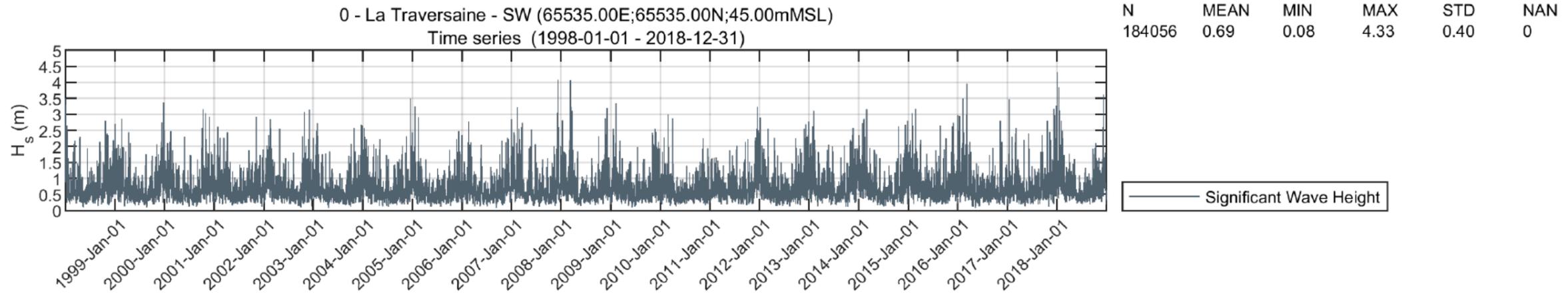
PM+6



ANNEXE B – Tableaux d’occurrences associées aux diagrammes de distribution MWD/H_s, H_s/T_p et MWD/T_p

**TABLEAUX D'OCCURRENCES ASSOCIES AUX DIAGRAMMES DE DISTRIBUTION MWD/HS,
TP/HS ET TP/MWD**

TABLEAUX DES OCCURENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS, TP/HS ET TP/MWD POUR LE POINT 0



0 - La Traversaine - SW (65535.00E;65535.00N;45.00mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
 Hs [m] – Significant Wave Height

	[0-0.5[	[0.5-1[	[1-1.5[	[1.5-2[	[2-2.5[	[2.5-3[	[3-3.5[	[3.5-4[	[4-4.5[	[4.5-5[	Total	Accum
[330-350[	4.377	2.905	0.428	0.089	0.026	0.004	-	-	-	-	7.828	100.0...
[310-330[	12.640	16.117	4.052	1.061	0.310	0.091	0.025	0.005	0.002	-	34.302	92.172
[290-310[	10.994	20.614	7.567	2.341	0.597	0.159	0.037	0.004	0.002	-	42.314	57.870
[270-290[	2.017	1.865	0.083	-	-	-	-	-	-	-	3.965	15.556
[250-270[	0.718	0.080	-	-	-	-	-	-	-	-	0.799	11.591
[230-250[	0.287	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	0.297	10.792
[210-230[	0.152	0.014	-	-	-	-	-	-	-	-	0.165	10.496
[190-210[	0.108	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	0.110	10.331
[170-190[	0.085	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	0.092	10.221
[150-170[	0.086	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	0.091	10.128
[130-150[	0.168	0.011	0.001	-	-	-	-	-	-	-	0.180	10.038
[110-130[	0.214	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	0.224	9.857
[90-110[	0.214	0.011	0.001	-	-	-	-	-	-	-	0.225	9.633
[70-90[	0.235	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	0.241	9.409
[50-70[	0.461	0.051	-	-	-	-	-	-	-	-	0.512	9.167
[30-50[	0.990	0.358	0.003	-	-	-	-	-	-	-	1.351	8.656
[10-30[	1.697	1.092	0.046	0.005	-	-	-	-	-	-	2.840	7.304
[-10-10[	2.458	1.795	0.193	0.017	0.001	-	-	-	-	-	4.464	4.464
Total	37.902	44.952	12.372	3.513	0.933	0.254	0.062	0.009	0.003	-	100.0...	-
Accum	37.902	82.854	95.225	98.738	99.671	99.926	99.988	99.997	100.0...	100.0...	-	-

REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

0 - La Traversaine - SW (65535.00E;65535.00N;45.00mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
 Hs [m] – Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	[0-0.5[	[0.5-1[	[1-1.5[	[1.5-2[	[2-2.5[	[2.5-3[	[3-3.5[	[3.5-4[	[4-4.5[	[4.5-5[	Total	Accum
	[24-26[0.004	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	100.0...
[22-24[	0.004	0.005	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	0.011	99.992
[20-22[	0.052	0.054	0.025	0.014	0.004	-	-	-	-	-	0.149	99.981
[18-20[	0.196	0.310	0.130	0.066	0.022	0.005	0.002	-	0.001	-	0.732	99.832
[16-18[	0.436	1.134	0.766	0.211	0.041	0.012	0.005	0.002	0.001	-	2.608	99.100
[14-16[	1.384	4.098	1.995	0.485	0.103	0.030	0.009	0.001	-	-	8.105	96.492
[12-14[	5.220	10.476	2.461	0.504	0.135	0.037	0.018	0.004	0.001	-	18.855	88.388
[10-12[	10.862	10.500	1.516	0.461	0.152	0.052	0.007	-	-	-	23.549	69.533
[8-10[	11.069	5.742	1.344	0.548	0.214	0.095	0.020	0.002	-	-	19.034	45.984
[6-8[	3.597	4.006	2.909	1.206	0.262	0.023	0.001	-	-	-	12.004	26.950
[4-6[	2.951	8.187	1.226	0.018	-	-	-	-	-	-	12.383	14.946
[2-4[	2.069	0.438	-	-	-	-	-	-	-	-	2.507	2.563
[0-2[	0.056	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.056	0.056
Total	37.902	44.952	12.372	3.513	0.933	0.254	0.062	0.009	0.003	-	100.0...	-
Accum	37.902	82.854	95.225	98.738	99.671	99.926	99.988	99.997	100.0...	100.0...	-	-

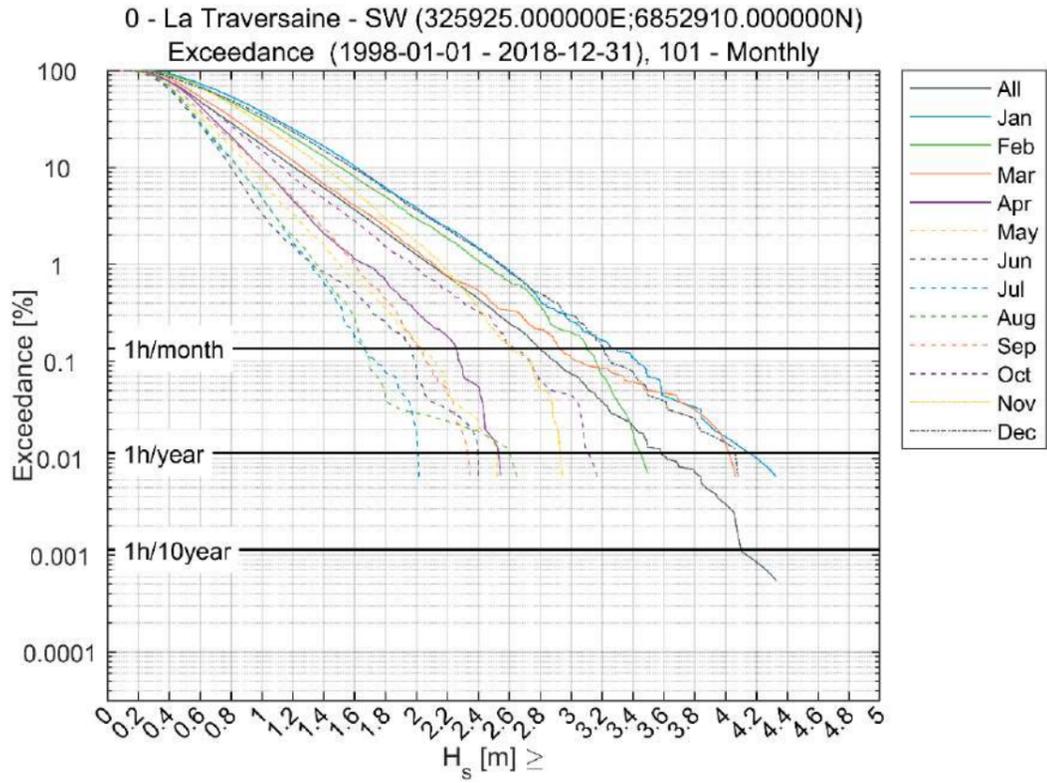
0 - La Traversaine - SW (65535.00E;65535.00N;45.00mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
 MWD [°N-from] – Mean Wave Direction

T _p [s] - Wave Period	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[	[330-350[	Total	Accum
	[24-26[-	-	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	-	0.008	100.0...
[22-24[	-	-	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.004	0.004	-	0.011	99.992
[20-22[	0.002	0.008	0.009	0.004	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.001	0.001	0.004	0.052	0.063	0.006	0.149	99.981
[18-20[	0.046	0.032	0.029	0.007	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	-	0.001	0.001	0.004	0.010	0.247	0.288	0.062	0.732	99.832
[16-18[	0.141	0.064	0.010	0.016	0.007	0.003	0.008	0.003	0.001	-	0.002	-	0.001	0.007	0.027	0.950	1.143	0.225	2.608	99.100
[14-16[	0.321	0.124	0.105	0.039	0.014	0.012	0.015	0.023	0.007	0.007	0.011	0.017	0.012	0.022	0.133	3.156	3.479	0.607	8.105	96.492
[12-14[	0.825	0.418	0.239	0.106	0.063	0.048	0.058	0.028	0.009	0.021	0.021	0.026	0.046	0.096	0.632	7.546	7.265	1.408	18.855	88.388
[10-12[	1.068	0.554	0.296	0.101	0.081	0.095	0.061	0.059	0.038	0.032	0.033	0.043	0.081	0.232	1.212	9.871	7.699	1.993	23.549	69.533
[8-10[	0.593	0.329	0.139	0.059	0.030	0.035	0.028	0.039	0.020	0.027	0.033	0.053	0.106	0.275	1.144	9.364	5.413	1.349	19.034	45.984
[6-8[	0.215	0.186	0.079	0.022	0.007	0.012	0.007	0.007	0.007	0.004	0.005	0.009	0.025	0.111	0.571	6.653	3.566	0.517	12.004	26.950
[4-6[	0.875	0.813	0.273	0.068	0.004	0.002	0.004	0.003	-	-	0.001	0.001	0.002	0.016	0.183	4.279	4.571	1.288	12.383	14.946
[2-4[	0.379	0.312	0.169	0.089	0.029	0.009	0.021	0.015	0.003	-	0.002	0.011	0.018	0.034	0.045	0.190	0.811	0.373	2.507	2.563
[0-2[	-	-	-	0.001	0.007	0.008	0.022	0.003	0.006	0.002	0.002	0.005	0.002	0.001	-	-	-	-	0.056	0.056
Total	4.464	2.840	1.351	0.512	0.241	0.225	0.224	0.180	0.091	0.092	0.110	0.165	0.297	0.799	3.965	42.314	34.302	7.828	100.0...	-
Accum	4.464	7.304	8.656	9.167	9.409	9.633	9.857	10.038	10.128	10.221	10.331	10.496	10.792	11.591	15.556	57.870	92.172	100.0...	-	-

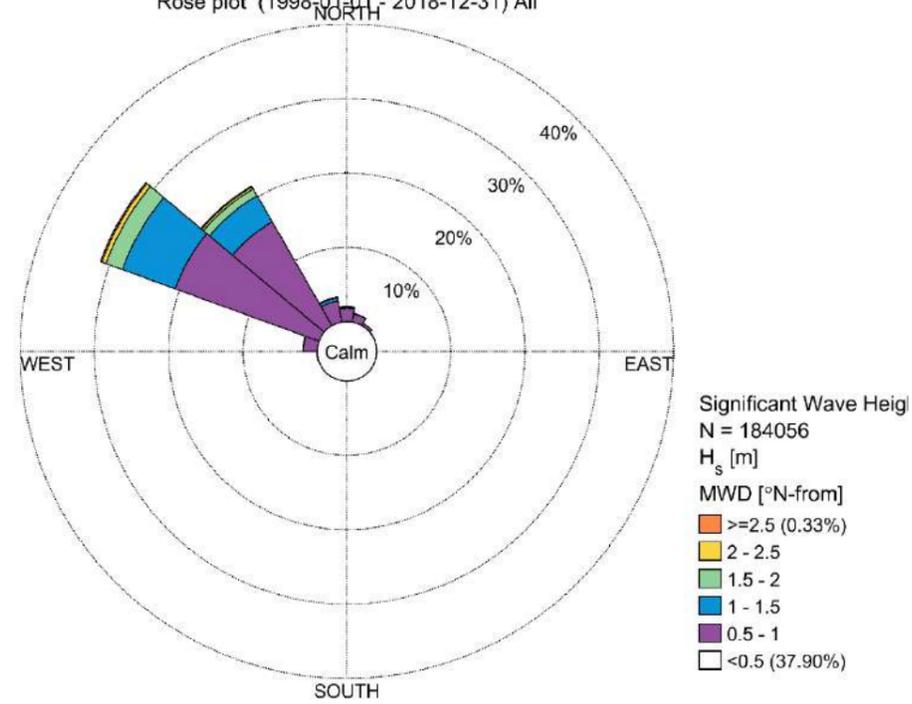
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

0 - La Traversaine - SW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) 101 - Monthly

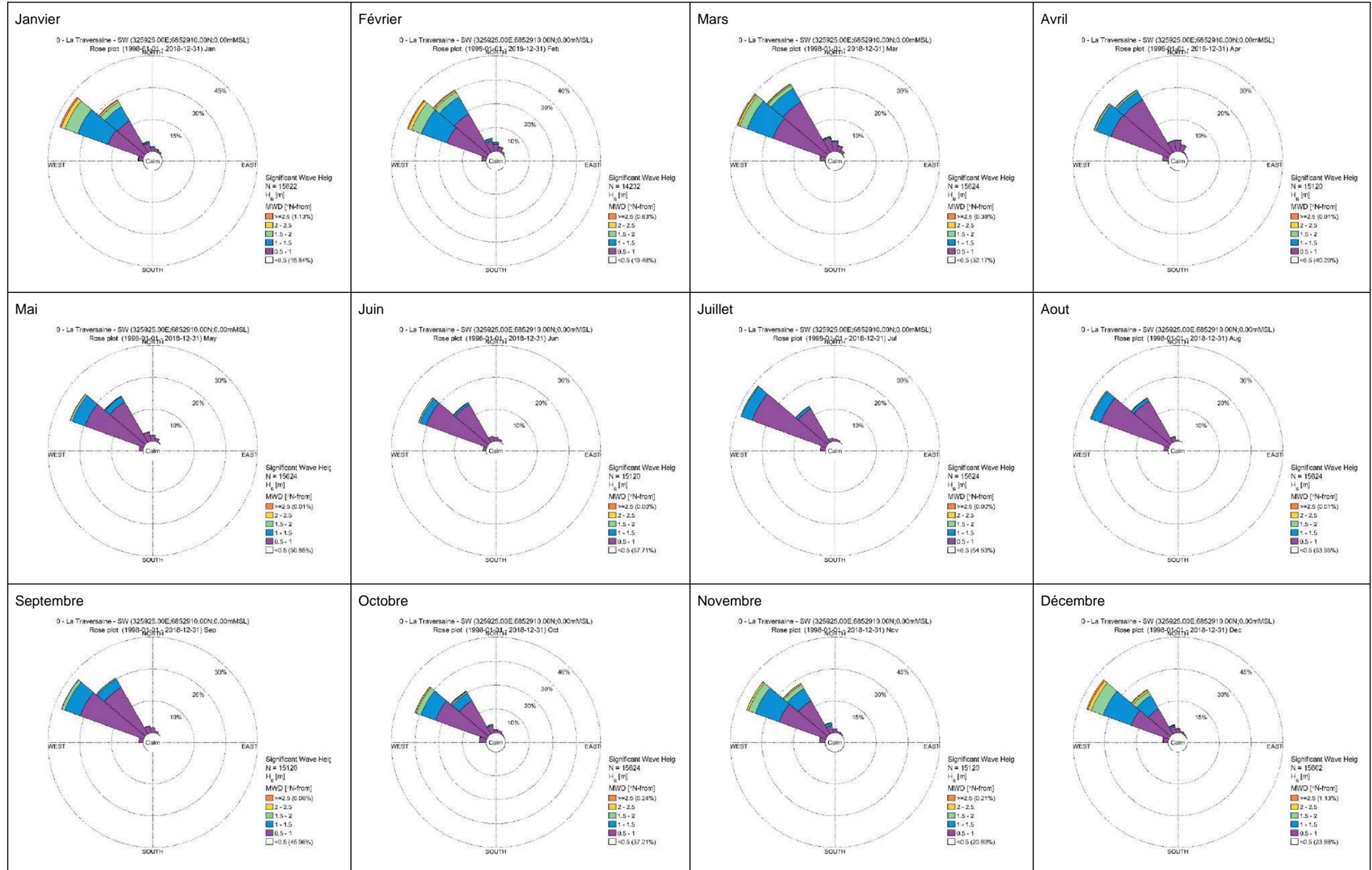
	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	98.252	99.706	99.958	99.098	98.552	95.533	96.078	97.773	98.336	97.229	98.400	99.127	99.327
0.4	77.674	92.627	90.506	82.783	76.713	66.948	63.604	66.417	68.292	72.004	78.309	88.016	86.603
0.6	47.936	73.183	68.725	53.514	42.857	33.500	27.427	28.386	29.615	38.161	47.875	66.911	66.444
0.8	28.809	54.064	47.351	33.289	20.840	16.187	9.947	12.135	12.430	19.378	26.946	44.683	49.484
1	17.147	37.314	31.858	19.603	9.894	7.354	3.360	4.832	4.941	9.886	14.836	27.670	34.586
1.2	10.241	24.968	20.419	11.777	4.570	3.296	1.548	1.677	1.939	4.940	7.885	16.925	23.454
1.4	6.182	16.564	13.048	6.682	2.083	1.562	0.853	0.653	0.787	2.361	4.794	10.146	14.973
1.6	3.675	10.343	8.017	4.045	1.131	0.691	0.522	0.173	0.282	0.972	2.816	5.589	9.705
1.8	2.148	6.221	5.024	2.477	0.675	0.339	0.251	0.070	0.032	0.437	1.517	2.950	5.910
2	1.262	3.840	2.979	1.376	0.324	0.154	0.086	0.019	0.026	0.130	0.909	1.720	3.641
2.2	0.749	2.400	1.862	0.755	0.179	0.051	0.028	-	0.019	0.040	0.538	0.853	2.308
2.4	0.443	1.446	1.089	0.531	0.053	0.019	0.007	-	0.013	-	0.326	0.357	1.487
2.6	0.247	0.832	0.560	0.333	-	-	-	-	0.006	-	0.147	0.139	0.859
2.8	0.133	0.410	0.372	0.211	-	-	-	-	-	-	0.058	0.046	0.506
3	0.074	0.256	0.197	0.109	-	-	-	-	-	-	0.038	-	0.296
3.2	0.038	0.160	0.070	0.083	-	-	-	-	-	-	-	-	0.141
3.4	0.021	0.102	0.014	0.058	-	-	-	-	-	-	-	-	0.077
3.6	0.010	0.038	-	0.045	-	-	-	-	-	-	-	-	0.038
3.8	0.007	0.032	-	0.026	-	-	-	-	-	-	-	-	0.026
4	0.003	0.013	-	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013
4.2	0.001	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



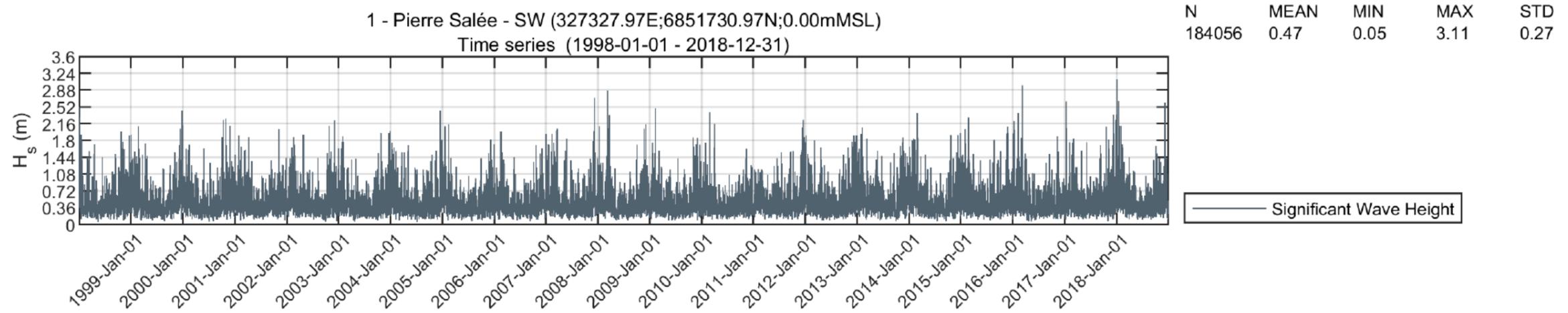
0 - La Traversaine - SW (325925.00E;6852910.00N;0.00mMSL)
 Rose plot (1998-01-01 - 2018-12-31) All



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4



TABLEAUX DES OCCURENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS, TP/HS ET TP/MWD POUR LE POINT 1



Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction	H _s [m] - Significant Wave Height																	Total	Accum	
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[			[3.4-3.6[
[330-350[	1.698	8.113	4.307	1.680	0.637	0.273	0.120	0.057	0.033	0.011	0.003	0.002	0.001	0.001	-	-	-	-	16.936	100.000
[310-330[	1.826	12.512	9.217	4.231	2.144	1.111	0.588	0.299	0.181	0.093	0.041	0.021	0.008	0.005	0.001	0.001	-	-	32.279	83.064
[290-310[	0.782	6.299	6.407	3.898	2.023	0.941	0.488	0.213	0.070	0.030	0.009	0.003	0.002	-	-	-	-	-	21.145	50.786
[270-290[	0.174	0.973	0.183	0.012	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.343	29.640
[250-270[	0.083	0.173	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.260	28.297
[230-250[	0.064	0.078	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.143	28.037
[210-230[	0.049	0.033	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.083	27.894
[190-210[	0.047	0.029	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.077	27.811
[170-190[	0.062	0.037	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.102	27.734
[150-170[	0.082	0.090	0.005	0.001	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.179	27.633
[130-150[	0.126	0.300	0.020	0.005	0.003	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.454	27.454
[110-130[	0.137	0.343	0.042	0.010	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.534	27.000
[90-110[	0.124	0.330	0.032	0.003	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.490	26.466
[70-90[	0.119	0.355	0.024	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.503	25.976
[50-70[	0.180	0.490	0.048	0.003	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.723	25.474
[30-50[	0.271	2.112	1.345	0.385	0.068	0.008	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.191	24.751
[10-30[	0.877	4.589	2.443	1.066	0.340	0.097	0.024	0.006	0.003	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	9.449	20.560
[-10-10[	1.424	5.659	2.620	0.844	0.343	0.136	0.063	0.014	0.006	0.001	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	11.111	11.111
Total	8.125	42.514	26.700	12.144	5.564	2.568	1.266	0.588	0.293	0.139	0.055	0.026	0.011	0.005	0.001	0.001	-	-	100.000	-
Accum	8.125	50.639	77.340	89.484	95.047	97.615	98.881	99.469	99.763	99.901	99.956	99.982	99.992	99.998	99.999	100.000	100.000	100.000	-	-

REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

1 - Pierre Salée - SW (327327.967600E;6851730.969000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	H _s [m] - Significant Wave Height																		Total	Accum
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[	[3.4-3.6[
[20-22[	0.007	0.054	0.029	0.017	0.012	0.009	0.003	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.134	99.984
[18-20[	0.017	0.229	0.181	0.098	0.051	0.029	0.019	0.010	0.004	0.003	0.001	0.001	0.001	-	0.001	-	-	-	0.644	99.850
[16-18[	0.073	0.618	0.745	0.498	0.293	0.130	0.045	0.018	0.012	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	-	-	-	-	2.439	99.206
[14-16[	0.233	2.201	2.502	1.421	0.710	0.319	0.143	0.055	0.027	0.012	0.004	0.004	-	0.001	-	-	-	-	7.631	96.766
[12-14[	0.937	7.415	5.386	2.237	0.833	0.313	0.149	0.070	0.037	0.020	0.011	0.004	0.004	0.001	-	0.001	-	-	17.419	89.135
[10-12[	2.309	11.166	4.835	1.479	0.540	0.262	0.142	0.081	0.048	0.022	0.005	0.003	0.002	-	-	-	-	-	20.895	71.716
[8-10[	2.825	8.187	2.562	0.943	0.553	0.299	0.182	0.093	0.064	0.039	0.022	0.008	0.003	0.002	0.001	-	-	-	15.783	50.821
[6-8[	0.697	2.950	1.911	1.517	1.082	0.785	0.478	0.247	0.098	0.037	0.011	0.004	0.001	-	-	-	-	-	9.819	35.039
[4-6[	0.311	4.334	5.534	3.653	1.489	0.419	0.103	0.013	0.004	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	15.863	25.220
[2-4[	0.630	5.276	3.009	0.279	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.194	9.357
[0-2[	0.086	0.077	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.163	0.163
Total	8.124	42.507	26.695	12.144	5.564	2.567	1.265	0.588	0.293	0.139	0.055	0.026	0.011	0.005	0.001	0.001	-	-	99.984	-
Accum	8.124	50.630	77.325	89.469	95.032	97.599	98.864	99.453	99.746	99.885	99.940	99.965	99.976	99.982	99.983	99.984	99.984	99.984	-	-

1 - Pierre Salée - SW (327327.967600E;6851730.969000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All

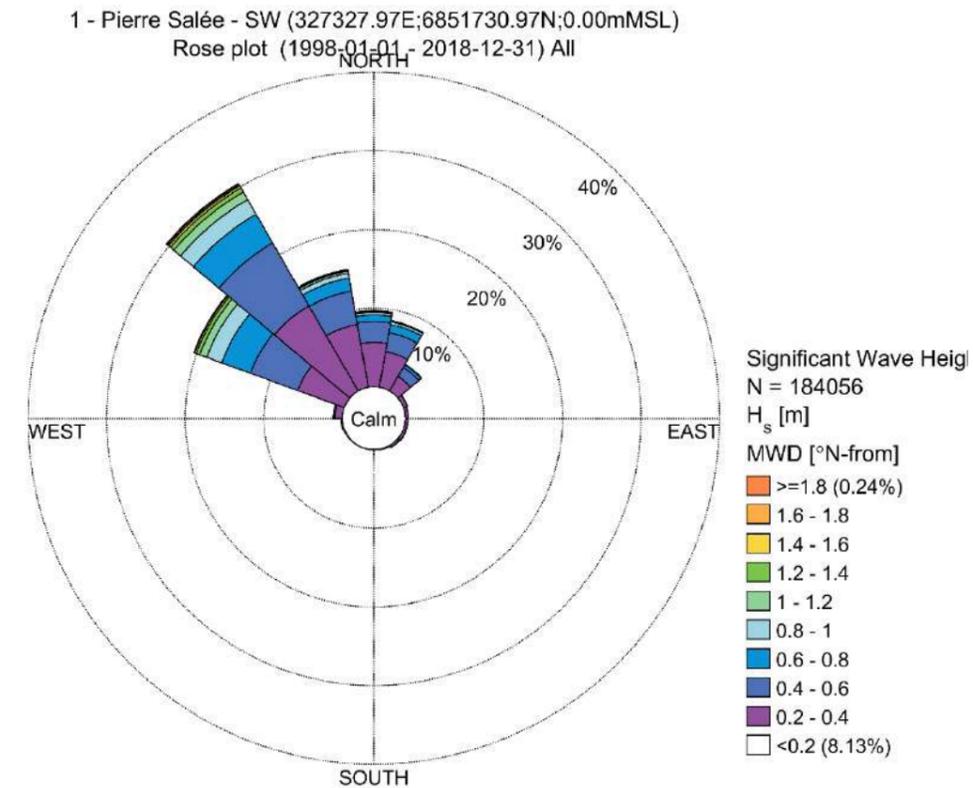
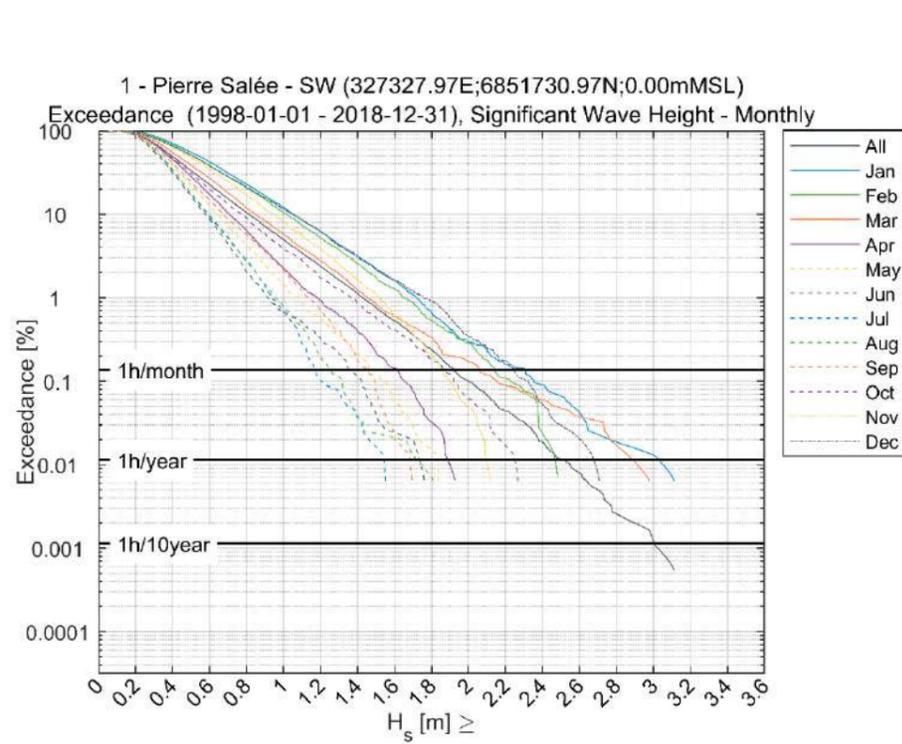
MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

T _p [s] - Wave Period	MWD [°N-from] - Mean Wave Direction																		Total	Accum
	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[	[330-350[
[20-22[	0.021	0.011	0.007	0.002	0.001	-	-	0.002	0.001	0.001	0.001	-	-	0.001	0.001	0.012	0.045	0.030	0.134	99.984
[18-20[	0.110	0.084	0.043	0.008	0.011	0.005	0.008	0.002	0.001	-	-	-	0.001	-	0.004	0.045	0.188	0.134	0.644	99.850
[16-18[	0.471	0.321	0.093	0.027	0.009	0.008	0.010	0.004	0.002	0.001	-	-	0.001	-	0.003	0.118	0.843	0.529	2.439	99.206
[14-16[	1.300	0.798	0.259	0.069	0.046	0.044	0.027	0.032	0.011	0.009	0.006	0.008	0.004	0.008	0.017	0.577	2.892	1.725	7.631	96.766
[12-14[	2.676	1.569	0.566	0.194	0.149	0.134	0.155	0.078	0.026	0.011	0.010	0.011	0.020	0.016	0.102	2.125	5.727	3.849	17.419	89.135
[10-12[	2.552	1.400	0.479	0.216	0.184	0.173	0.190	0.150	0.064	0.026	0.017	0.015	0.036	0.051	0.303	3.886	6.932	4.221	20.895	71.716
[8-10[	1.248	0.601	0.141	0.067	0.058	0.078	0.078	0.076	0.045	0.043	0.032	0.029	0.042	0.101	0.393	4.425	5.592	2.733	15.783	50.821
[6-8[	0.427	0.149	0.047	0.012	0.013	0.010	0.012	0.007	0.005	0.006	0.005	0.009	0.025	0.048	0.214	3.856	3.592	1.380	9.819	35.039
[4-6[	1.312	1.503	0.610	0.005	0.002	0.003	0.003	0.005	0.004	0.002	0.001	0.005	0.004	0.011	0.172	5.473	5.132	1.614	15.863	25.220
[2-4[	0.990	3.011	1.944	0.123	0.014	0.010	0.016	0.045	0.006	0.002	0.002	0.003	0.004	0.019	0.133	0.622	1.534	0.718	9.194	9.357
[0-2[	0.002	0.002	-	-	0.015	0.025	0.033	0.051	0.014	0.002	0.003	0.003	0.007	0.005	0.001	0.001	-	-	0.163	0.163
Total	11.109	9.449	4.188	0.723	0.503	0.490	0.533	0.453	0.179	0.102	0.077	0.083	0.143	0.260	1.343	21.140	32.276	16.934	99.984	-
Accum	11.109	20.558	24.746	25.469	25.971	26.462	26.995	27.448	27.626	27.728	27.805	27.888	28.031	28.291	29.633	50.774	83.050	99.984	-	-

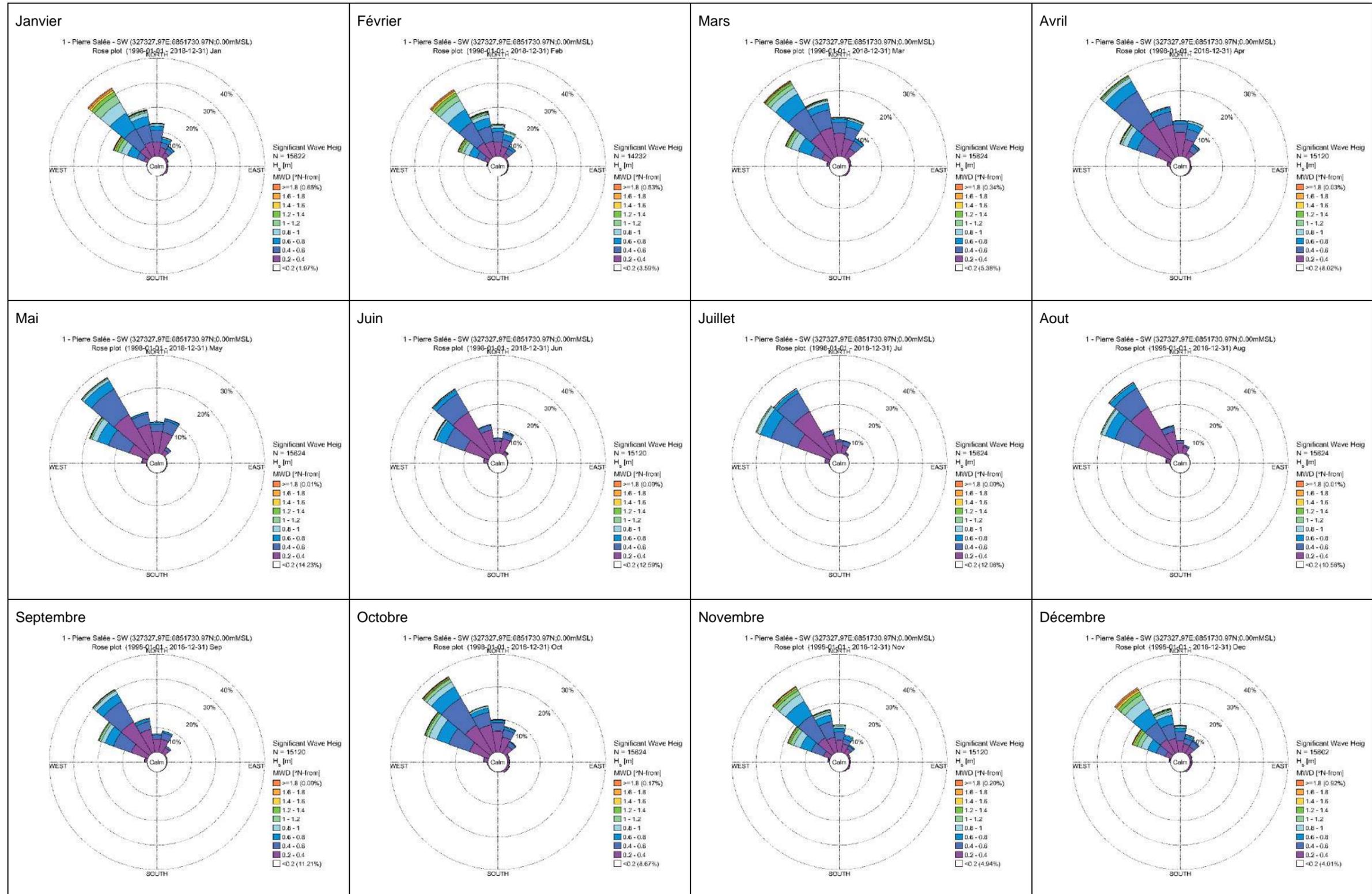
REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

1 - Pierre Salée - SW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height - Monthly

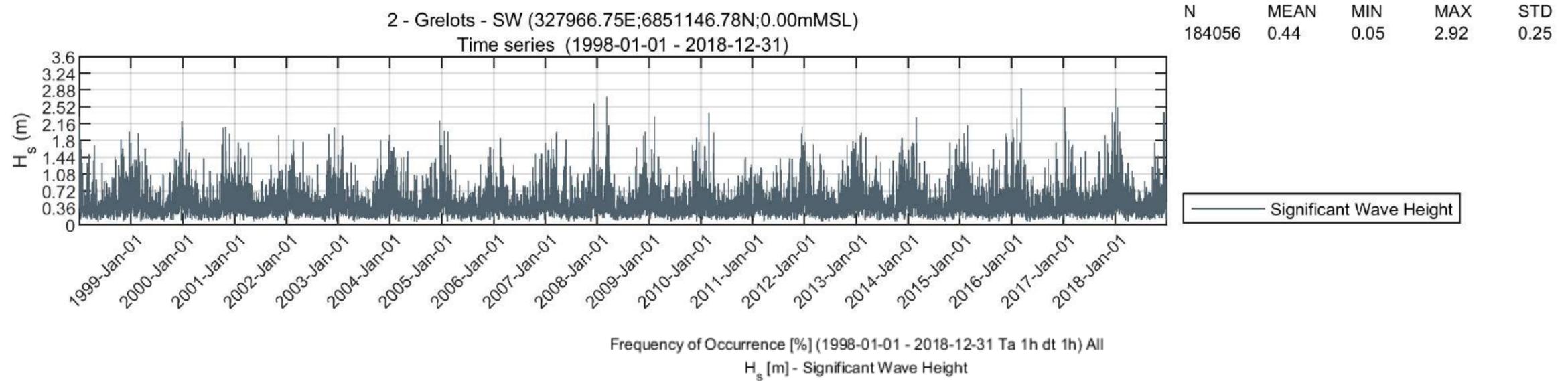
	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	91.875	98.035	96.409	94.624	91.978	85.765	87.407	87.942	89.439	88.790	91.334	95.060	95.988
0.4	49.361	70.177	67.074	55.172	45.403	38.569	31.806	34.345	33.001	40.966	47.209	64.511	65.222
0.6	22.660	42.376	38.231	26.965	17.321	12.500	8.710	9.364	9.780	14.881	19.931	34.597	38.194
0.8	10.516	22.884	20.798	11.892	6.369	4.288	2.030	2.765	2.912	5.688	9.050	16.911	21.183
1	4.953	12.098	10.441	5.722	2.255	1.434	0.675	0.672	0.762	2.116	3.872	8.155	11.518
1.2	2.385	6.196	5.200	2.778	0.926	0.544	0.331	0.102	0.186	0.694	1.741	3.816	6.243
1.4	1.119	3.149	2.558	1.235	0.390	0.211	0.112	0.032	0.032	0.172	0.870	1.647	3.083
1.6	0.531	1.626	1.279	0.589	0.139	0.051	0.020	-	0.019	0.020	0.410	0.635	1.609
1.8	0.237	0.647	0.534	0.339	0.026	0.013	-	-	0.006	-	0.173	0.198	0.917
2	0.099	0.294	0.281	0.166	-	-	-	-	-	-	0.058	0.046	0.346
2.2	0.044	0.154	0.105	0.083	-	-	-	-	-	-	0.013	-	0.173
2.4	0.018	0.090	0.021	0.058	-	-	-	-	-	-	-	-	0.051
2.6	0.008	0.038	-	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	0.019
2.8	0.002	0.013	-	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.001	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHÉ SUBSEQUENT N°4



TABLEAUX DES OCCURENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS,TP/HS ET TP/MWD POUR LE POINT 2



Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction	Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All																		Total	Accum
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[	[3.4-3.6[
[330-350[	2.965	11.974	6.157	2.380	0.939	0.373	0.164	0.091	0.052	0.020	0.007	0.003	0.001	0.001	0.001	-	-	-	25.106	100.000
[310-330[	2.473	13.027	9.122	4.411	2.299	1.162	0.592	0.262	0.143	0.053	0.025	0.014	0.005	0.002	0.001	-	-	-	33.591	74.894
[290-310[	0.786	4.156	3.019	1.516	0.599	0.217	0.100	0.021	0.007	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	10.424	41.303
[270-290[	0.208	0.406	0.018	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.634	30.879
[250-270[	0.091	0.071	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.164	30.245
[230-250[	0.041	0.033	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.074	30.081
[210-230[	0.049	0.022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.071	30.006
[190-210[	0.039	0.024	0.002	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.066	29.935
[170-190[	0.064	0.034	0.002	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.101	29.870
[150-170[	0.170	0.110	0.008	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.290	29.769
[130-150[	0.241	0.299	0.023	0.007	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.571	29.479
[110-130[	0.127	0.205	0.026	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.365	28.908
[90-110[	0.089	0.167	0.018	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.275	28.543
[70-90[	0.118	0.189	0.016	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.326	28.268
[50-70[	0.140	0.250	0.021	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.414	27.942
[30-50[	0.255	1.024	0.327	0.032	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.642	27.528
[10-30[	0.717	4.338	2.824	1.194	0.342	0.098	0.015	0.006	0.004	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	9.540	25.886
[-10-10[	2.395	8.319	3.516	1.227	0.512	0.217	0.114	0.027	0.011	0.004	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	16.346	16.346
Total	10.966	44.649	25.105	10.761	4.699	2.067	0.986	0.406	0.217	0.083	0.034	0.018	0.005	0.003	0.002	-	-	-	100.000	-
Accum	10.966	55.615	80.719	91.481	96.180	98.247	99.232	99.639	99.855	99.938	99.972	99.990	99.996	99.998	100.000	100.000	100.000	100.000	-	-

REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHÉ SUBSEQUENT N°4

2 - Grelots - SW (327966.750500E;6851146.778000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[	[3.4-3.6[	Total	Accum
	[20-22[0.009	0.054	0.030	0.021	0.015	0.005	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.140	99.982
[18-20[	0.024	0.251	0.189	0.107	0.062	0.028	0.021	0.007	0.007	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	-	-	-	-	0.699	99.842
[16-18[	0.097	0.645	0.795	0.560	0.291	0.106	0.039	0.017	0.007	0.002	0.003	0.001	0.002	0.001	-	-	-	-	2.566	99.143
[14-16[	0.317	2.329	2.747	1.481	0.668	0.265	0.111	0.047	0.017	0.009	0.004	0.001	0.001	-	-	-	-	-	7.998	96.578
[12-14[	1.274	8.222	5.552	2.053	0.680	0.267	0.115	0.057	0.029	0.011	0.007	0.005	0.001	0.001	0.001	-	-	-	18.275	88.580
[10-12[	3.121	12.342	4.458	1.227	0.474	0.224	0.127	0.060	0.037	0.007	0.003	0.001	-	-	-	-	-	-	22.083	70.305
[8-10[	3.966	8.683	2.162	0.831	0.401	0.245	0.141	0.070	0.049	0.028	0.011	0.003	0.002	0.001	0.001	-	-	-	16.684	48.222
[6-8[	0.936	2.662	1.665	1.256	0.880	0.573	0.322	0.127	0.064	0.024	0.005	0.005	-	-	-	-	-	-	8.519	31.538
[4-6[	0.397	4.020	4.450	3.002	1.137	0.353	0.103	0.022	0.005	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	13.400	23.020
[2-4[	0.747	5.370	3.053	0.223	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.393	9.530
[0-2[	0.076	0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.136	0.136
Total	10.962	44.640	25.102	10.761	4.899	2.065	0.986	0.406	0.217	0.083	0.034	0.018	0.005	0.003	0.002	-	-	-	99.982	-
Accum	10.962	55.603	80.704	91.465	96.164	98.229	99.214	99.621	99.838	99.920	99.954	99.972	99.978	99.980	99.982	99.982	99.982	99.982	-	-

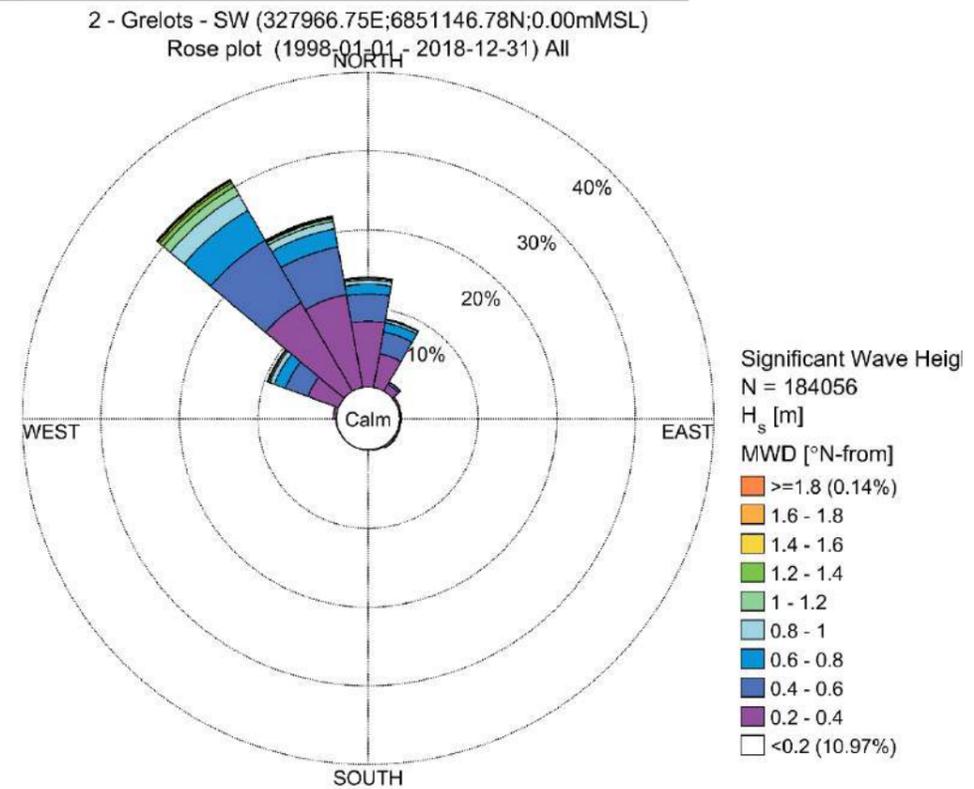
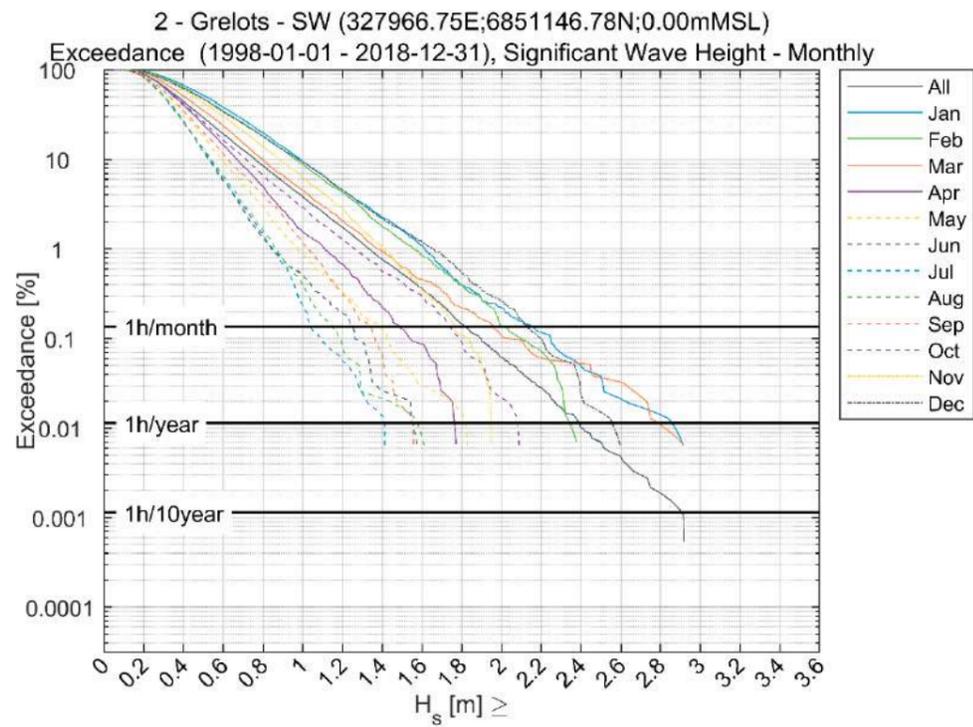
2 - Grelots - SW (327966.750500E;6851146.778000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All

T _p [s] - Wave Period	MWD [°N-from] - Mean Wave Direction																	Total	Accum	
	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[			[330-350[
[20-22[	0.029	0.013	0.007	0.001	-	-	-	0.001	0.002	-	0.001	-	-	-	-	0.006	0.039	0.043	0.140	99.982
[18-20[	0.174	0.083	0.019	0.007	0.003	0.003	0.007	0.005	0.001	-	-	-	0.001	0.001	0.001	0.024	0.164	0.206	0.699	99.842
[16-18[	0.687	0.243	0.033	0.010	0.005	0.005	0.009	0.001	0.002	0.001	0.001	-	-	-	0.001	0.042	0.689	0.838	2.566	99.143
[14-16[	1.952	0.581	0.105	0.035	0.037	0.018	0.024	0.042	0.028	0.008	0.003	0.004	0.003	0.003	0.009	0.169	2.444	2.535	7.998	96.578
[12-14[	3.905	1.253	0.275	0.126	0.092	0.090	0.097	0.107	0.054	0.015	0.008	0.005	0.003	0.009	0.040	0.768	5.892	5.537	18.275	88.580
[10-12[	3.627	1.125	0.295	0.152	0.117	0.093	0.134	0.196	0.084	0.029	0.018	0.022	0.020	0.044	0.139	1.916	7.797	6.275	22.083	70.305
[8-10[	1.634	0.428	0.078	0.046	0.047	0.051	0.058	0.113	0.074	0.036	0.026	0.027	0.028	0.066	0.230	2.748	6.683	4.311	16.684	48.222
[6-8[	0.488	0.107	0.033	0.009	0.005	0.004	0.010	0.011	0.012	0.008	0.006	0.009	0.012	0.022	0.107	2.224	3.543	1.906	8.519	31.538
[4-6[	1.827	1.992	0.143	0.008	0.006	0.003	0.001	0.005	0.003	-	0.001	0.001	0.002	0.007	0.064	2.243	5.002	2.183	13.400	23.020
[2-4[	2.014	3.713	0.651	0.022	0.007	0.005	0.005	0.035	0.009	-	-	0.001	0.002	0.005	0.043	0.279	1.335	1.268	9.393	9.530
[0-2[	0.007	0.003	-	-	0.007	0.002	0.020	0.054	0.022	0.005	0.003	0.001	0.004	0.008	0.001	-	-	0.001	0.136	0.136
Total	16.344	9.540	1.638	0.414	0.326	0.275	0.365	0.569	0.290	0.101	0.066	0.071	0.074	0.164	0.634	10.421	33.588	25.103	99.982	-
Accum	16.344	25.885	27.523	27.937	28.263	28.538	28.902	29.471	29.761	29.862	29.928	29.998	30.073	30.237	30.870	41.291	74.879	99.982	-	-

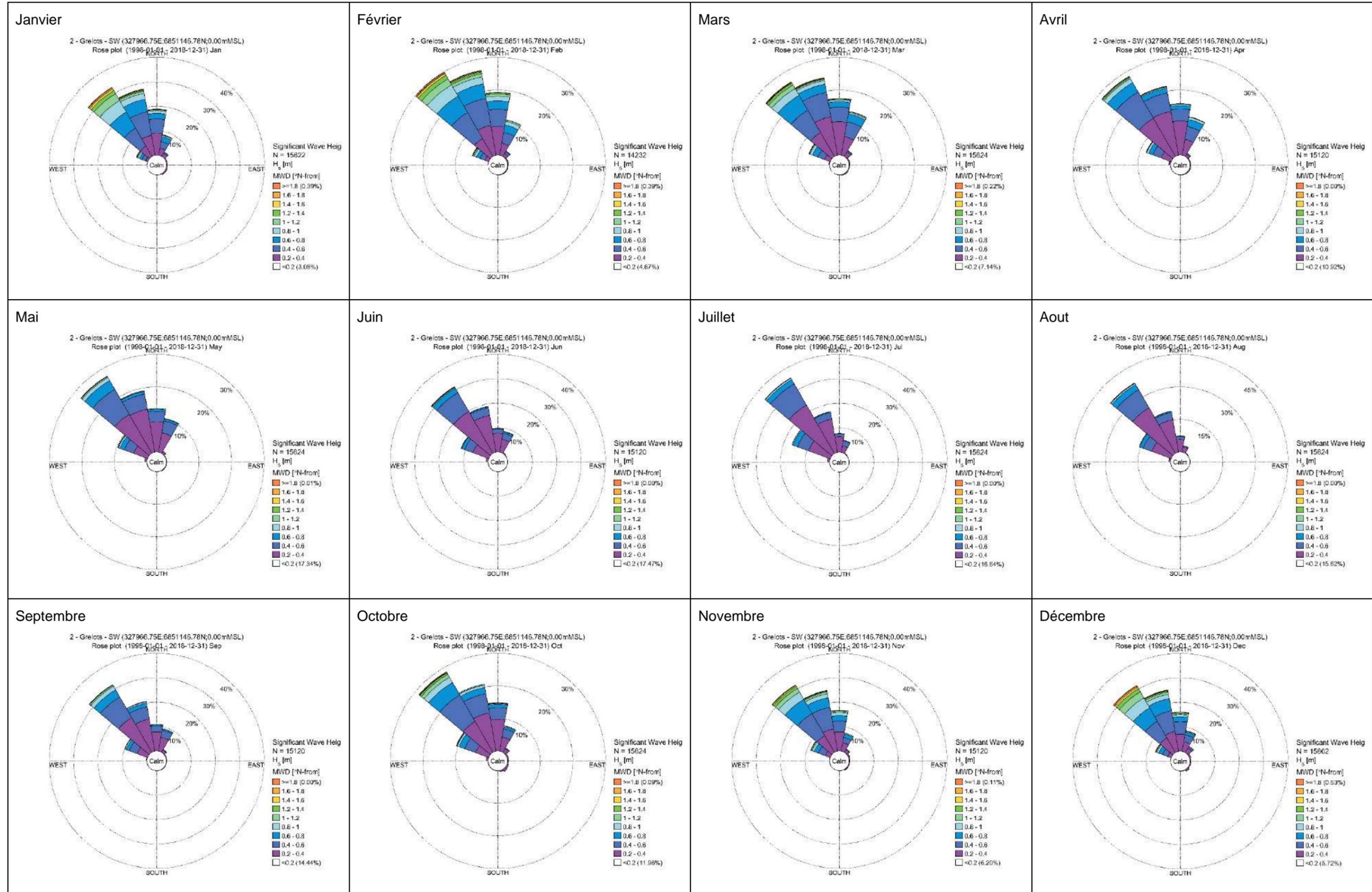
REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHÉ SUBSEQUENT N°4

2 - Grelots - SW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height - Monthly

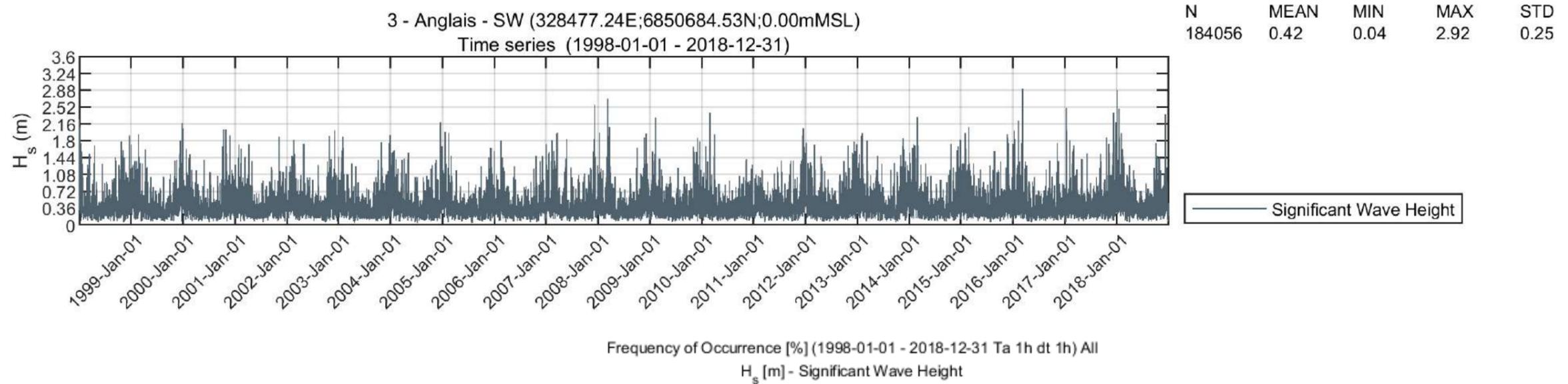
	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	89.034	96.921	95.334	92.864	89.081	82.661	82.533	83.359	84.377	85.556	88.044	93.803	94.283
0.4	44.385	67.354	63.779	51.050	40.476	33.359	25.893	26.805	25.845	35.278	42.121	59.914	61.992
0.6	19.281	38.311	34.886	23.778	14.557	9.639	5.833	6.087	6.644	11.521	16.519	30.311	34.214
0.8	8.519	19.844	18.262	9.889	5.013	2.912	1.329	1.434	1.600	4.028	6.592	13.929	17.966
1	3.820	9.493	8.839	4.512	1.541	0.851	0.509	0.224	0.397	1.197	2.912	6.243	9.390
1.2	1.753	4.532	4.279	2.080	0.681	0.326	0.192	0.051	0.077	0.304	1.293	2.804	4.551
1.4	0.768	2.266	1.799	0.934	0.225	0.122	0.020	0.013	0.019	0.066	0.563	1.025	2.198
1.6	0.361	1.095	0.843	0.461	0.086	0.026	-	-	0.006	-	0.288	0.344	1.199
1.8	0.145	0.390	0.393	0.218	-	0.013	-	-	-	-	0.090	0.106	0.532
2	0.062	0.218	0.134	0.109	-	-	-	-	-	-	0.019	-	0.263
2.2	0.028	0.115	0.070	0.058	-	-	-	-	-	-	-	-	0.096
2.4	0.010	0.045	-	0.051	-	-	-	-	-	-	-	-	0.019
2.6	0.004	0.019	-	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.8	0.002	0.013	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4



TABLEAUX DES OCCURRENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS, TP/HS ET TP/MWD POUR LE POINT 3



Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction	H _s [m] - Significant Wave Height																	Total	Accum	
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[			[3.4-3.6[
[330-350[	4.885	15.525	6.863	2.501	1.015	0.427	0.192	0.098	0.058	0.026	0.009	0.003	0.001	0.001	0.001	-	-	-	31.805	100.000
[310-330[	3.343	14.926	9.886	4.665	2.289	1.128	0.558	0.244	0.128	0.044	0.025	0.010	0.004	0.001	0.001	-	-	-	37.253	68.395
[290-310[	0.787	3.266	1.998	0.892	0.308	0.101	0.040	0.008	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	7.402	31.143
[270-290[	0.215	0.271	0.012	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.499	23.741
[250-270[	0.099	0.064	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.167	23.242
[230-250[	0.062	0.047	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.111	23.075
[210-230[	0.065	0.049	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.115	22.964
[190-210[	0.066	0.059	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.147	22.849
[170-190[	0.156	0.097	0.009	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.265	22.702
[150-170[	0.313	0.241	0.015	0.003	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.573	22.437
[130-150[	0.180	0.174	0.021	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.359	21.865
[110-130[	0.084	0.065	0.008	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.158	21.506
[90-110[	0.063	0.041	0.004	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.109	21.348
[70-90[	0.062	0.046	0.008	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.116	21.239
[50-70[	0.076	0.068	0.012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.155	21.123
[30-50[	0.146	0.177	0.008	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.332	20.968
[10-30[	0.556	2.583	1.395	0.360	0.072	0.011	0.004	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.985	20.636
[-10-10[	2.532	7.575	3.353	1.360	0.517	0.195	0.086	0.021	0.009	0.002	-	0.001	-	-	-	-	-	-	15.651	15.651
Total	13.690	45.275	23.601	9.789	4.205	1.861	0.879	0.372	0.198	0.073	0.034	0.014	0.005	0.002	0.002	-	-	-	100.000	-
Accum	13.690	58.965	82.566	92.355	96.559	98.421	99.300	99.672	99.870	99.943	99.977	99.991	99.996	99.998	100.000	100.000	100.000	100.000	-	-

REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

3 - Anglais - SW (328477.244100E;6850684.533000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	H _s [m] - Significant Wave Height																		Total	Accum
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[	[3.4-3.6[
[20-22[	0.011	0.052	0.033	0.016	0.013	0.004	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.134	99.984
[18-20[	0.042	0.240	0.177	0.092	0.057	0.026	0.016	0.007	0.006	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	-	-	-	-	0.675	99.850
[16-18[	0.123	0.692	0.773	0.529	0.238	0.086	0.031	0.013	0.007	0.002	0.003	0.001	0.002	-	-	-	-	-	2.498	99.175
[14-16[	0.413	2.546	2.601	1.324	0.580	0.234	0.092	0.040	0.020	0.004	0.005	0.001	0.001	-	-	-	-	-	7.860	96.677
[12-14[	1.720	8.420	5.085	1.784	0.568	0.235	0.106	0.055	0.025	0.012	0.006	0.005	-	0.001	0.001	-	-	-	18.023	88.817
[10-12[	3.980	12.031	4.019	1.089	0.446	0.201	0.110	0.057	0.033	0.006	0.004	-	-	-	-	-	-	-	21.976	70.794
[8-10[	4.647	8.380	1.997	0.835	0.473	0.234	0.128	0.067	0.044	0.026	0.011	0.002	0.002	0.001	0.001	-	-	-	16.847	48.818
[6-8[	1.168	2.785	1.761	1.240	0.835	0.534	0.286	0.114	0.062	0.023	0.004	0.005	0.001	-	-	-	-	-	8.819	31.972
[4-6[	0.567	4.190	4.586	2.807	0.995	0.308	0.105	0.018	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.577	23.153
[2-4[	0.943	5.873	2.567	0.073	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.466	9.576
[0-2[	0.070	0.051	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.121	0.121
Total	13.684	45.268	23.599	9.789	4.204	1.860	0.879	0.372	0.198	0.073	0.034	0.014	0.005	0.002	0.002	-	-	-	99.984	-
Accum	13.684	58.953	82.552	92.340	96.545	98.405	99.284	99.656	99.854	99.927	99.961	99.975	99.980	99.983	99.984	99.984	99.984	99.984	-	-

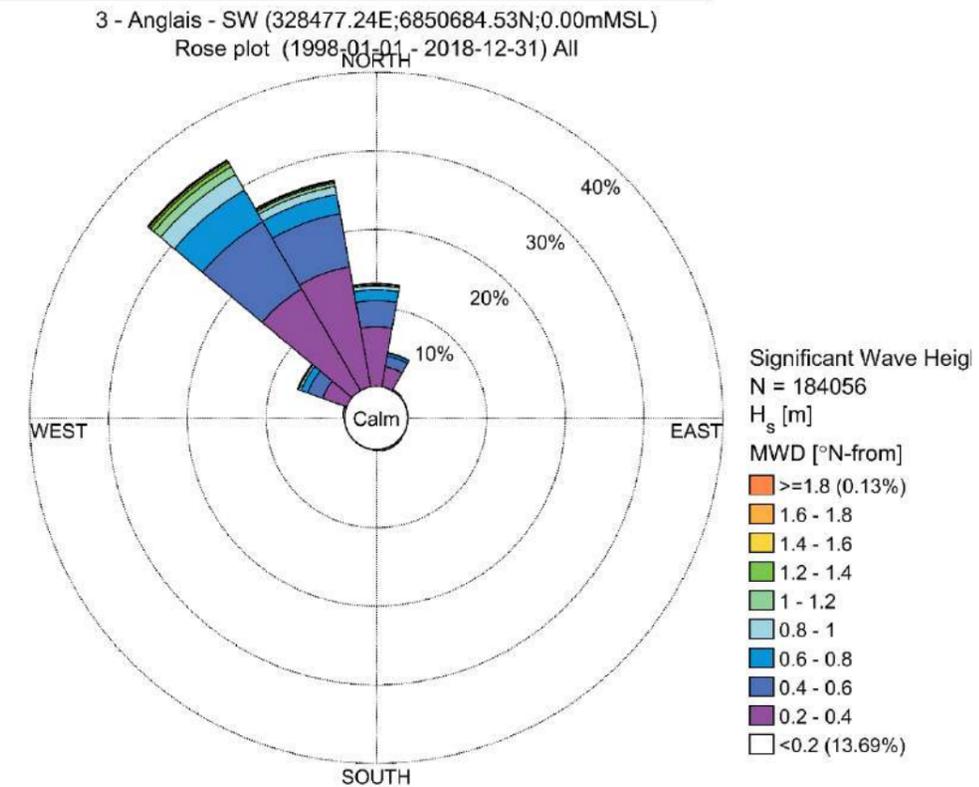
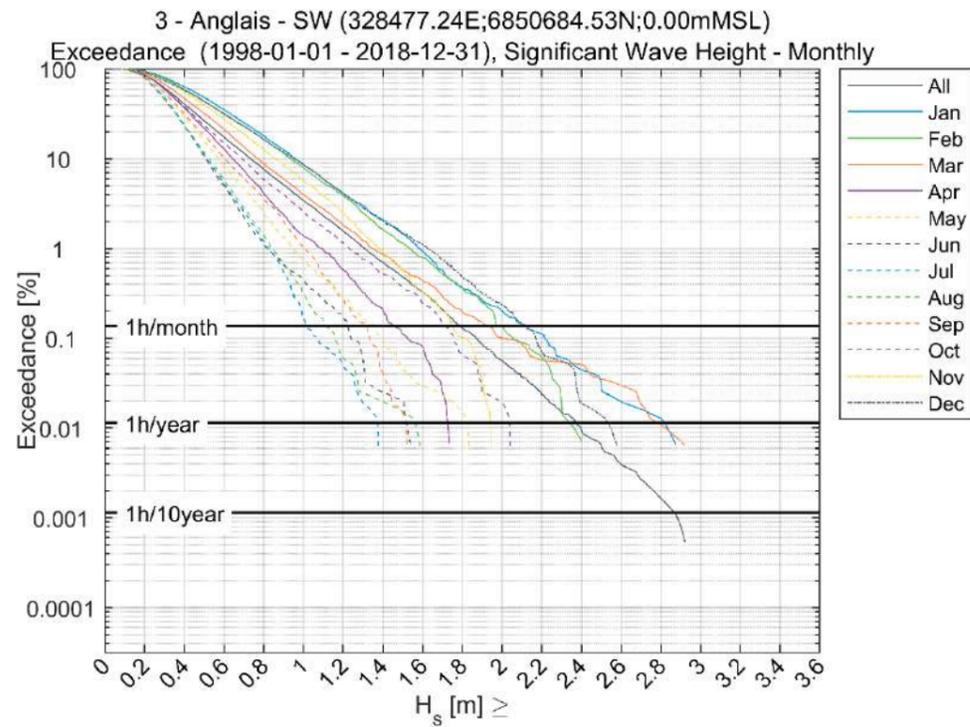
3 - Anglais - SW (328477.244100E;6850684.533000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All

T _p [s] - Wave Period	MWD [°N-from] - Mean Wave Direction																	Total	Accum	
	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[			[330-350[
[20-22[	0.018	0.009	0.001	0.001	-	-	-	-	-	0.001	-	0.001	-	-	-	0.004	0.035	0.064	0.134	99.984
[18-20[	0.120	0.039	0.005	0.002	0.002	0.002	0.001	0.005	0.005	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.017	0.155	0.315	0.675	99.850
[16-18[	0.511	0.054	0.014	0.006	0.003	0.003	0.003	0.005	0.002	0.003	0.002	-	-	-	0.001	0.025	0.648	1.218	2.498	99.175
[14-16[	1.322	0.148	0.035	0.017	0.014	0.006	0.010	0.023	0.049	0.027	0.004	0.006	0.003	0.002	0.007	0.106	2.392	3.689	7.860	96.677
[12-14[	2.660	0.492	0.078	0.048	0.025	0.034	0.048	0.098	0.106	0.050	0.022	0.018	0.009	0.012	0.043	0.487	6.195	7.596	18.023	88.817
[10-12[	2.638	0.525	0.096	0.057	0.046	0.030	0.060	0.129	0.189	0.073	0.044	0.034	0.037	0.041	0.114	1.238	8.828	7.797	21.976	70.794
[8-10[	1.270	0.165	0.026	0.016	0.020	0.024	0.027	0.056	0.113	0.083	0.047	0.037	0.039	0.074	0.184	2.025	7.994	4.646	16.847	48.818
[6-8[	0.449	0.115	0.006	0.003	0.002	0.005	0.001	0.010	0.018	0.009	0.019	0.014	0.016	0.020	0.075	1.618	4.362	2.078	8.819	31.972
[4-6[	2.924	1.139	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.004	0.008	0.002	0.004	0.002	0.002	0.007	0.033	1.640	5.247	2.556	13.577	23.153
[2-4[	3.733	2.294	0.068	0.005	0.003	0.002	0.004	0.003	0.023	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.036	0.238	1.391	1.643	9.466	9.576
[0-2[	0.004	-	-	-	0.001	0.002	0.002	0.023	0.058	0.014	0.003	0.002	0.003	0.005	0.003	0.001	0.001	-	0.121	0.121
Total	15.650	4.981	0.332	0.155	0.116	0.109	0.157	0.359	0.572	0.265	0.147	0.115	0.111	0.167	0.498	7.401	37.249	31.601	99.984	-
Accum	15.650	20.630	20.962	21.117	21.234	21.343	21.500	21.859	22.430	22.695	22.842	22.957	23.068	23.235	23.733	31.134	68.383	99.984	-	-

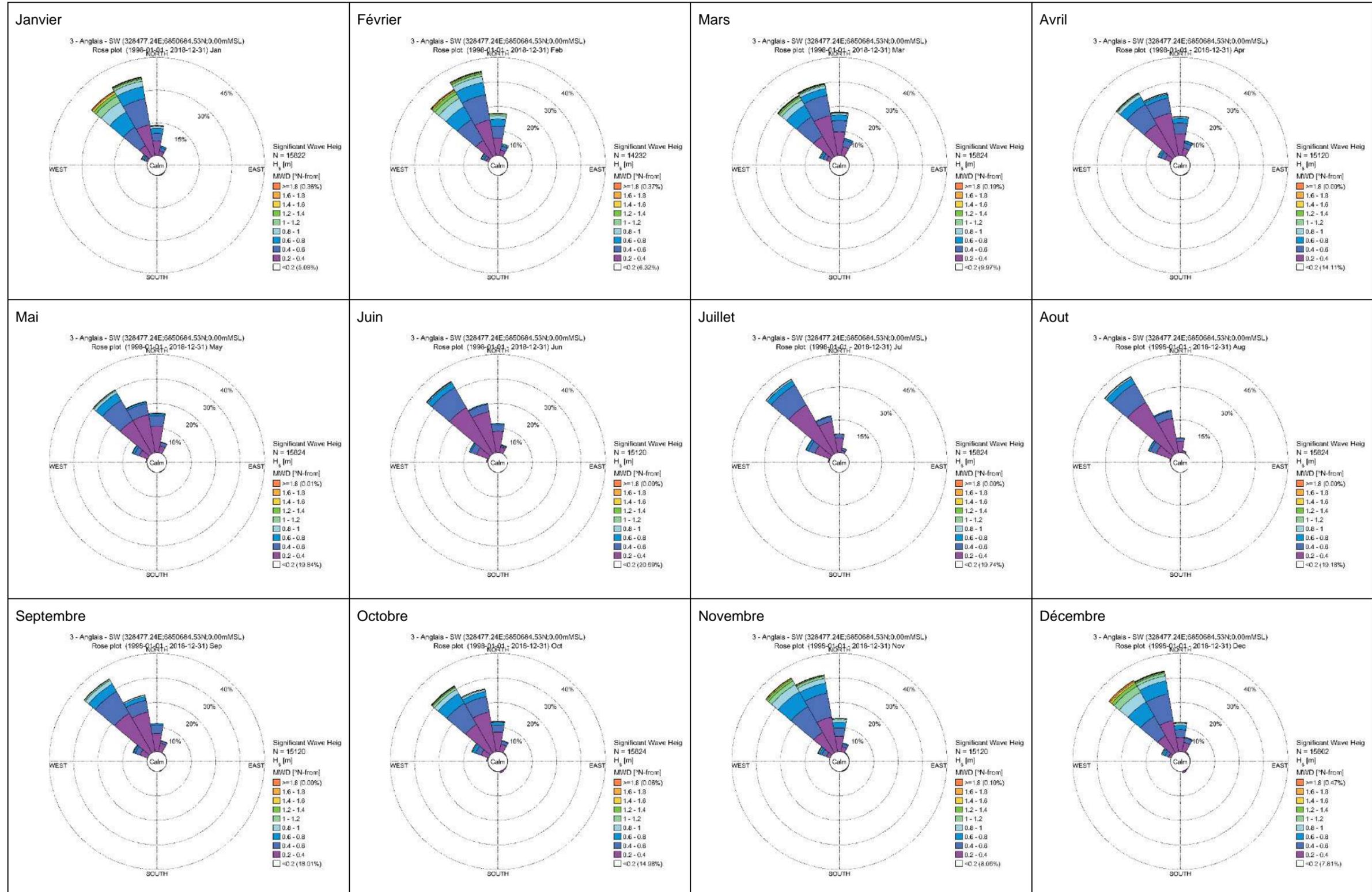
REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

3 - Anglais - SW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height - Monthly

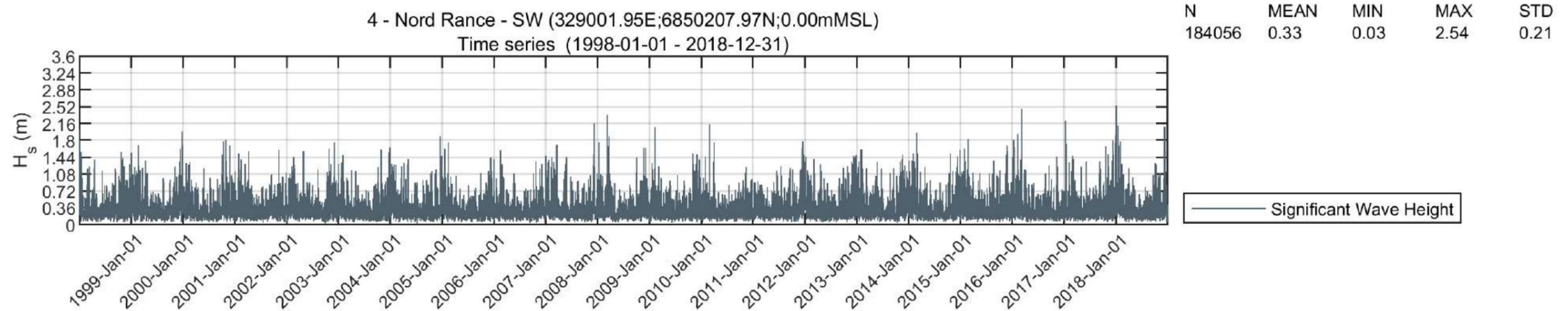
	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	86.310	94.917	93.676	90.035	85.886	80.159	79.306	80.261	80.818	81.991	85.017	91.938	92.187
0.4	41.035	63.545	59.795	47.325	36.938	30.357	23.333	23.989	23.342	31.786	38.230	56.587	58.396
0.6	17.434	35.290	31.872	21.243	12.811	8.449	5.020	5.274	5.799	10.231	15.086	27.553	31.438
0.8	7.645	17.936	16.526	8.820	4.173	2.477	1.124	1.210	1.395	3.565	5.914	12.698	16.421
1	3.441	8.648	7.905	3.994	1.382	0.749	0.430	0.173	0.314	1.038	2.605	5.721	8.569
1.2	1.579	4.174	3.914	1.843	0.582	0.275	0.172	0.045	0.058	0.258	1.165	2.480	4.108
1.4	0.700	2.087	1.644	0.851	0.198	0.096	0.020	-	0.019	0.040	0.518	0.933	2.032
1.6	0.328	0.941	0.787	0.442	0.079	0.026	-	-	-	-	0.243	0.324	1.109
1.8	0.130	0.365	0.365	0.192	-	0.013	-	-	-	-	0.064	0.099	0.474
2	0.057	0.198	0.134	0.096	-	-	-	-	-	-	0.019	-	0.237
2.2	0.023	0.109	0.056	0.051	-	-	-	-	-	-	-	-	0.064
2.4	0.009	0.038	0.007	0.051	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013
2.6	0.004	0.019	-	0.026	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.8	0.002	0.013	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4



TABLEAUX DES OCCURRENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS, TP/HS ET TP/MWD POUR LE POINT 4



Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction	Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All																		Total	Accum
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[	[3.4-3.6[
[330-350[	3.595	4.572	0.943	0.283	0.095	0.019	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.491	100.000
[310-330[	14.591	19.710	6.584	2.411	0.993	0.462	0.238	0.100	0.051	0.018	0.007	0.003	0.002	-	-	-	-	-	45.169	90.509
[290-310[	6.856	16.479	8.108	3.209	1.194	0.460	0.143	0.051	0.010	0.003	0.001	-	-	-	-	-	-	-	36.514	46.340
[270-290[	1.080	1.363	0.083	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.521	8.826
[250-270[	0.643	0.464	0.016	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.117	6.305
[230-250[	0.453	0.250	0.011	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.715	5.188
[210-230[	0.367	0.167	0.014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.547	4.473
[190-210[	0.522	0.156	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.683	3.925
[170-190[	0.436	0.164	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.606	3.242
[150-170[	0.073	0.014	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.087	2.636
[130-150[	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	2.548
[110-130[	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	2.545
[90-110[	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	2.545
[70-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.544
[50-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.544
[30-50[	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	2.544
[10-30[	0.128	0.068	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.197	2.543
[-10-10[	0.906	1.146	0.256	0.027	0.007	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.345	2.345
Total	29.654	44.535	16.030	5.919	2.287	0.944	0.386	0.150	0.061	0.022	0.007	0.003	0.002	-	-	-	-	-	100.000	-
Accum	29.654	74.189	90.219	96.138	98.425	99.369	99.755	99.905	99.966	99.988	99.995	99.998	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	-	-

REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

4 - Nord Rance - SW (329001.950800E;6850207.974000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	H _s [m] - Significant Wave Height																		Total	Accum
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[	[3.4-3.6[
[20-22[	0.039	0.063	0.022	0.013	0.006	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.147	99.983
[18-20[	0.152	0.299	0.124	0.060	0.028	0.015	0.007	0.004	0.001	0.002	-	0.001	-	-	-	-	-	-	0.691	99.835
[16-18[	0.410	1.016	0.646	0.310	0.095	0.032	0.014	0.004	0.002	0.002	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	2.533	99.144
[14-16[	1.344	3.420	1.854	0.768	0.274	0.101	0.041	0.015	0.004	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	7.824	96.611
[12-14[	4.865	8.647	3.072	0.922	0.294	0.109	0.054	0.022	0.011	0.006	0.002	0.001	0.001	-	-	-	-	-	18.007	88.787
[10-12[	8.395	9.538	2.206	0.611	0.261	0.127	0.056	0.029	0.006	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	21.232	70.780
[8-10[	7.038	5.792	1.383	0.671	0.287	0.148	0.072	0.041	0.022	0.007	0.002	0.002	0.001	-	-	-	-	-	15.464	49.549
[6-8[	1.931	2.861	1.664	1.043	0.674	0.369	0.140	0.035	0.016	0.003	0.001	-	-	-	-	-	-	-	8.736	34.084
[4-6[	1.908	7.624	4.606	1.516	0.368	0.037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.059	25.348
[2-4[	3.441	5.228	0.452	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.125	9.289
[0-2[	0.126	0.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.164	0.164
Total	29.646	44.527	16.030	5.918	2.287	0.943	0.386	0.150	0.061	0.022	0.007	0.003	0.002	-	-	-	-	-	99.983	-
Accum	29.646	74.173	90.203	96.121	98.408	99.351	99.738	99.888	99.949	99.971	99.978	99.981	99.983	99.983	99.983	99.983	99.983	99.983	-	-

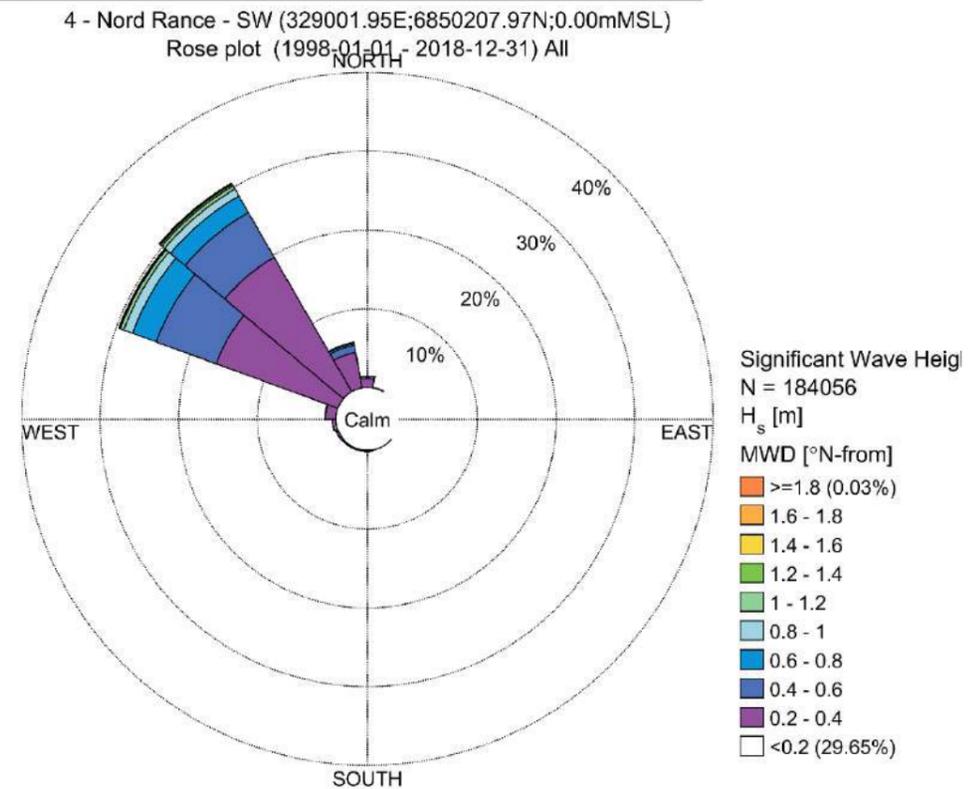
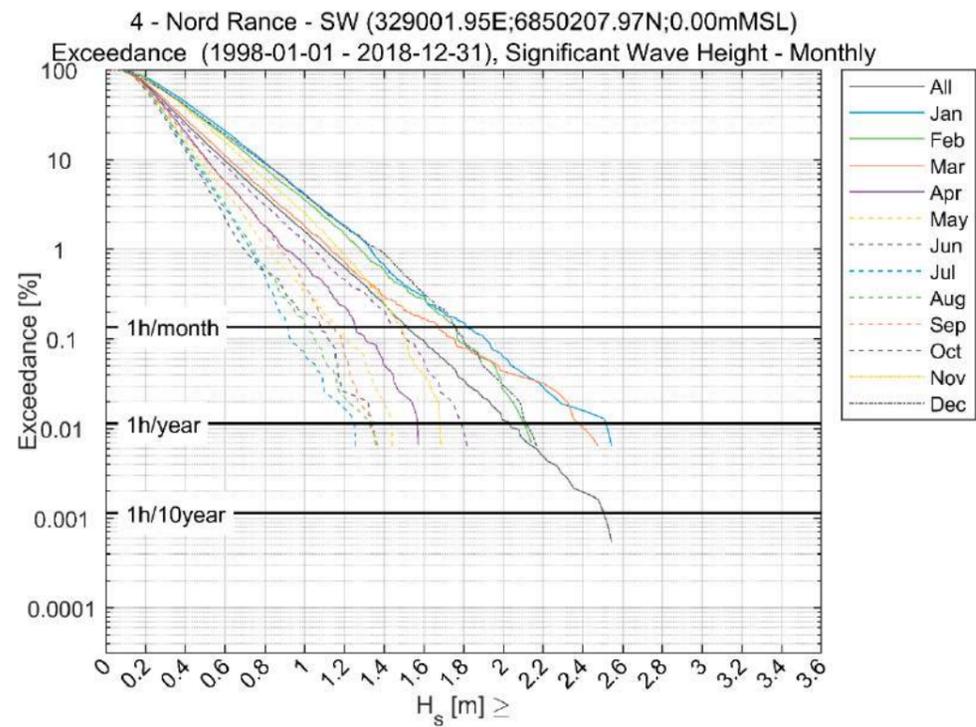
4 - Nord Rance - SW (329001.950800E;6850207.974000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All

T _p [s] - Wave Period	MWD [°N-from] - Mean Wave Direction																		Total	Accum
	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[	[330-350[
[20-22[	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.002	0.001	0.003	0.002	0.042	0.078	0.008	0.147	99.983
[18-20[	0.019	0.001	-	-	-	-	-	-	0.001	0.007	0.007	0.005	0.005	0.009	0.022	0.204	0.355	0.058	0.691	99.835
[16-18[	0.014	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.010	0.008	0.010	0.010	0.015	0.049	0.870	1.379	0.165	2.533	99.144
[14-16[	0.059	0.003	-	-	-	-	-	-	0.004	0.047	0.048	0.037	0.041	0.060	0.148	3.065	3.934	0.377	7.824	96.611
[12-14[	0.185	0.011	-	-	-	-	-	-	0.008	0.120	0.136	0.126	0.161	0.267	0.587	7.180	8.208	1.018	18.007	88.787
[10-12[	0.292	0.022	-	-	-	0.001	0.001	0.001	0.025	0.183	0.206	0.163	0.245	0.361	0.745	8.346	9.233	1.410	21.232	70.780
[8-10[	0.133	0.010	-	-	-	-	-	0.002	0.009	0.092	0.155	0.134	0.158	0.285	0.584	6.866	6.150	0.887	15.464	49.549
[6-8[	0.063	0.010	0.001	-	-	-	-	-	0.003	0.029	0.030	0.028	0.050	0.073	0.173	4.304	3.661	0.310	8.736	34.084
[4-6[	0.729	0.016	0.001	-	-	-	-	-	0.004	0.036	0.020	0.010	0.018	0.024	0.120	4.686	7.744	2.652	16.059	25.348
[2-4[	0.842	0.125	0.001	-	-	-	-	-	0.005	0.030	0.036	0.018	0.016	0.014	0.081	0.939	4.413	2.604	9.125	9.289
[0-2[	-	-	-	-	-	-	-	-	0.026	0.053	0.035	0.012	0.009	0.007	0.009	0.007	0.005	0.001	0.164	0.164
Total	2.344	0.197	0.002	-	-	0.001	0.001	0.003	0.087	0.606	0.683	0.547	0.715	1.117	2.521	36.508	45.161	9.490	99.983	-
Accum	2.344	2.541	2.543	2.543	2.543	2.543	2.544	2.547	2.634	3.240	3.924	4.470	5.185	6.302	8.823	45.331	90.493	99.983	-	-

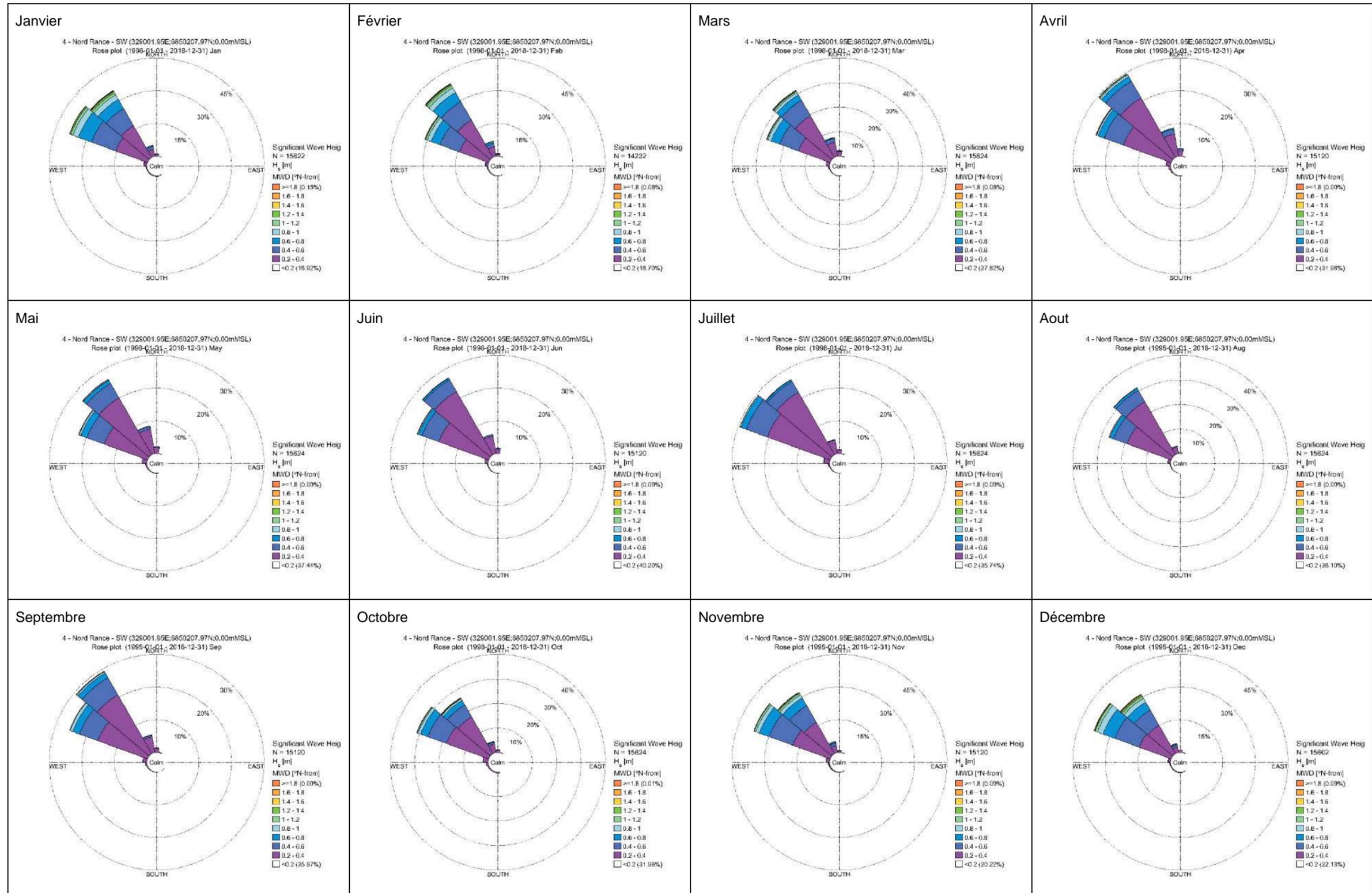
REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

4 - Nord Rance - SW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height - Monthly

H_s [m]	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	70.346	83.082	81.303	72.177	68.016	62.564	59.802	64.260	63.902	64.034	68.043	79.775	77.868
0.4	25.811	43.848	39.917	28.507	20.225	16.251	12.738	13.940	14.875	18.505	23.451	37.712	40.591
0.6	9.781	21.022	18.128	11.022	5.774	4.384	2.235	2.880	3.168	5.721	8.602	15.549	19.331
0.8	3.862	9.359	7.996	4.410	1.832	1.114	0.569	0.493	0.634	1.792	3.117	6.157	9.089
1	1.575	4.097	3.534	1.811	0.681	0.339	0.198	0.070	0.141	0.384	1.197	2.526	4.019
1.2	0.631	1.863	1.461	0.723	0.225	0.102	0.020	0.013	0.019	0.066	0.461	0.853	1.801
1.4	0.245	0.659	0.583	0.294	0.046	0.019	-	-	-	-	0.205	0.258	0.885
1.6	0.095	0.294	0.281	0.166	-	-	-	-	-	-	0.051	0.033	0.314
1.8	0.034	0.147	0.084	0.077	-	-	-	-	-	-	0.006	-	0.090
2	0.012	0.058	0.021	0.038	-	-	-	-	-	-	-	-	0.026
2.2	0.005	0.026	-	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.4	0.002	0.013	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

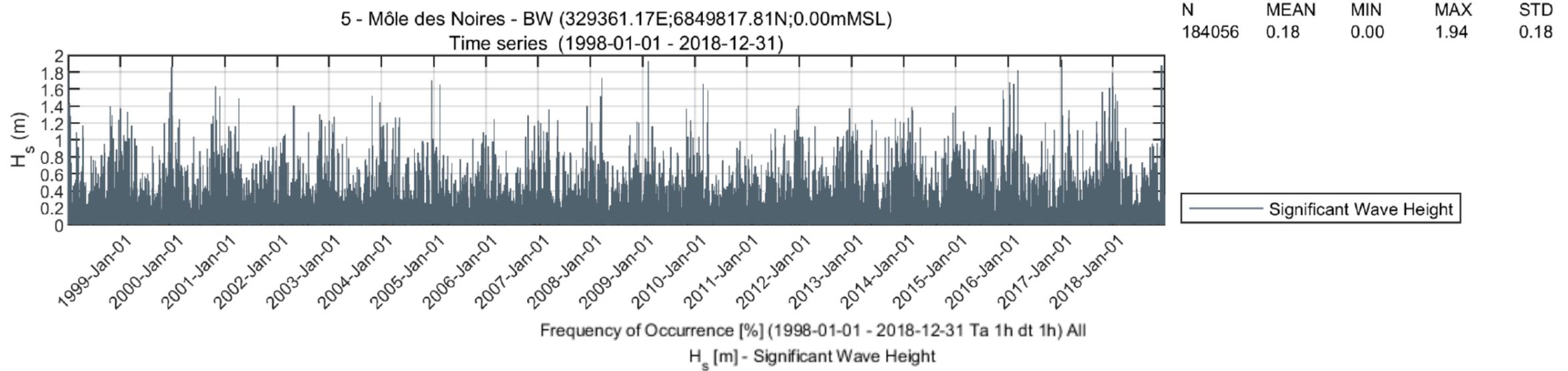


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHÉ SUBSEQUENT N°4



TABLEAUX DES OCCURENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS, TP/HS POUR LE POINT 5

Données obtenues par post-traitement des résultats d'études d'agitation.



MWD [°N-from] - Mean Wave Direction	H _s [m] - Significant Wave Height										Total	Accum
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[
[330-350[	10.241	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.241	100.000
[310-330[	20.657	5.936	1.259	0.495	0.138	0.046	0.013	0.004	0.002	-	28.550	89.759
[290-310[	23.773	16.651	5.879	1.877	0.631	0.229	0.080	0.020	0.010	0.004	48.954	61.209
[270-290[	5.870	1.346	0.048	0.001	-	-	-	-	-	-	7.265	12.254
[250-270[	0.311	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.311	4.989
[230-250[	0.226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.226	4.678
[210-230[	0.202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.202	4.462
[190-210[	0.270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.270	4.250
[170-190[	0.586	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.586	3.980
[150-170[	0.784	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.784	3.394
[130-150[	0.134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.134	2.610
[110-130[	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.028	2.476
[90-110[	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013	2.448
[70-90[	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	2.435
[50-70[	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	2.427
[30-50[	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	2.422
[10-30[	0.237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.237	2.415
[-10-10[	2.178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.178	2.178
Total	65.531	23.933	6.986	2.372	0.769	0.275	0.093	0.024	0.012	0.004	100.000	-
Accum	65.531	89.464	96.450	98.822	99.591	99.866	99.959	99.984	99.996	100.000	-	-

5 - Môle des Noires - BW (329361.169500E;6849817.811000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	Total	Accum
	[20-22[0.097	0.028	0.011	0.002	0.001	-	-	-	-	-	0.139	99.983
[18-20[	0.445	0.172	0.039	0.008	0.006	0.003	0.001	0.001	-	-	0.674	99.845
[16-18[	1.511	0.757	0.147	0.040	0.010	0.005	0.003	-	-	-	2.474	99.170
[14-16[	4.939	1.942	0.476	0.178	0.061	0.022	0.006	0.001	-	-	7.624	96.697
[12-14[	12.498	3.324	0.898	0.265	0.087	0.035	0.013	0.004	0.003	0.001	17.128	89.072
[10-12[	14.659	3.215	0.733	0.231	0.092	0.048	0.020	0.004	0.002	-	19.004	71.944
[8-10[	9.313	2.349	0.703	0.315	0.127	0.047	0.022	0.007	0.005	0.003	12.890	52.940
[6-8[	3.154	1.985	1.069	0.602	0.281	0.102	0.028	0.008	0.002	0.001	7.231	40.050
[4-6[	5.506	7.074	2.701	0.727	0.103	0.012	0.001	-	-	-	16.125	32.819
[2-4[	12.593	3.077	0.210	0.004	-	-	-	-	-	-	15.885	16.694
[0-2[	0.802	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	0.810	0.810
Total	65.518	23.931	6.985	2.372	0.769	0.275	0.093	0.024	0.012	0.004	99.983	-
Accum	65.518	89.448	96.434	98.805	99.574	99.850	99.942	99.967	99.979	99.983	-	-

Du fait de la méthode d'analyse, le tableau Tp/MWD n'est donné ici qu'à titre indicatif

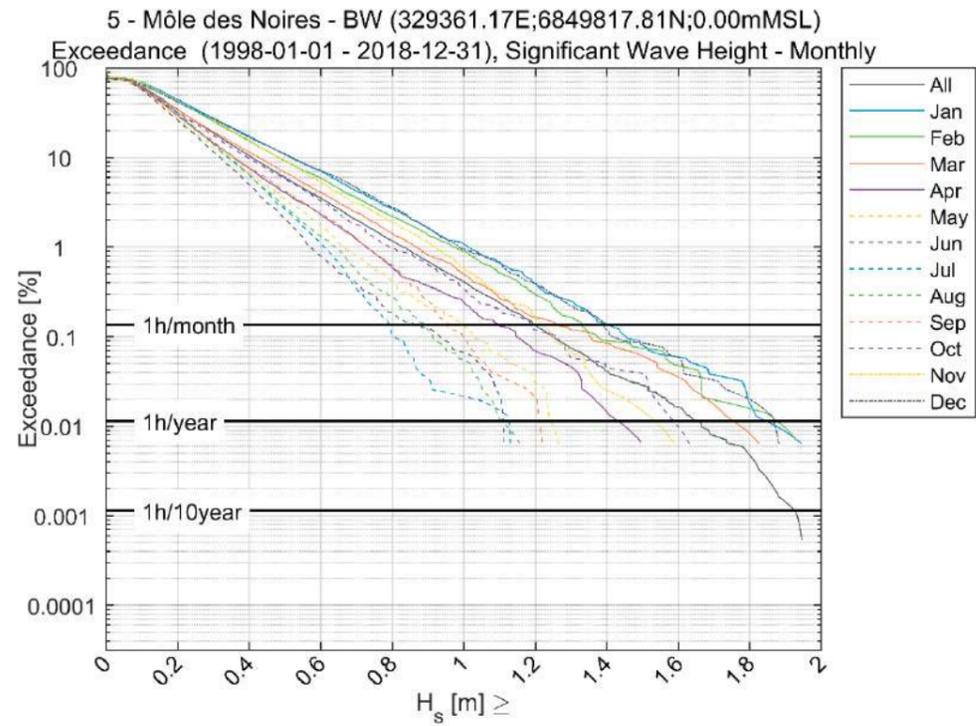
5 - Môle des Noires - BW (329361.169500E;6849817.811000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All

T _p [s] - Wave Period	MWD [°N-from] - Mean Wave Direction																	Total	Accum	
	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[			[330-350[
[20-22[	0.008	-	-	-	-	-	-	0.001	0.002	0.001	-	-	-	0.001	0.032	0.069	0.010	0.014	0.139	99.983
[18-20[	0.016	0.002	0.001	-	-	-	-	0.001	0.013	0.008	0.001	0.001	-	-	0.249	0.219	0.078	0.086	0.674	99.845
[16-18[	0.017	0.003	0.001	0.001	-	0.001	0.003	0.003	0.021	0.005	0.004	-	0.001	0.001	1.006	0.767	0.289	0.351	2.474	99.170
[14-16[	0.078	0.008	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.010	0.069	0.048	0.015	0.007	0.005	0.004	2.997	2.483	0.854	1.038	7.624	96.697
[12-14[	0.221	0.023	0.002	0.001	0.002	0.005	0.006	0.028	0.201	0.121	0.047	0.024	0.032	0.047	2.738	7.620	4.014	1.999	17.128	89.072
[10-12[	0.271	0.042	0.001	0.001	0.002	0.004	0.011	0.060	0.255	0.154	0.071	0.050	0.052	0.083	0.059	11.002	4.990	1.898	19.004	71.944
[8-10[	0.136	0.021	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.016	0.074	0.110	0.049	0.051	0.065	0.076	0.047	8.254	3.116	0.869	12.890	52.940
[6-8[	0.090	0.023	0.001	-	0.002	0.001	0.002	0.007	0.020	0.022	0.015	0.015	0.015	0.026	0.023	4.971	1.716	0.284	7.231	40.050
[4-6[	0.457	0.022	-	-	0.001	-	0.001	0.001	0.020	0.014	0.011	0.007	0.008	0.015	0.029	8.705	5.805	1.029	16.125	32.819
[2-4[	0.883	0.093	-	0.001	-	-	-	0.003	0.028	0.020	0.011	0.011	0.009	0.017	0.048	4.720	7.412	2.630	15.885	16.694
[0-2[	-	-	-	-	-	-	0.001	0.004	0.081	0.084	0.046	0.037	0.039	0.042	0.037	0.130	0.265	0.043	0.810	0.810
Total	2.177	0.237	0.007	0.005	0.008	0.012	0.028	0.134	0.784	0.586	0.270	0.202	0.226	0.311	7.265	48.941	28.549	10.241	99.983	-
Accum	2.177	2.414	2.421	2.426	2.434	2.447	2.475	2.608	3.392	3.979	4.249	4.461	4.677	4.988	12.253	61.193	89.742	99.983	-	-

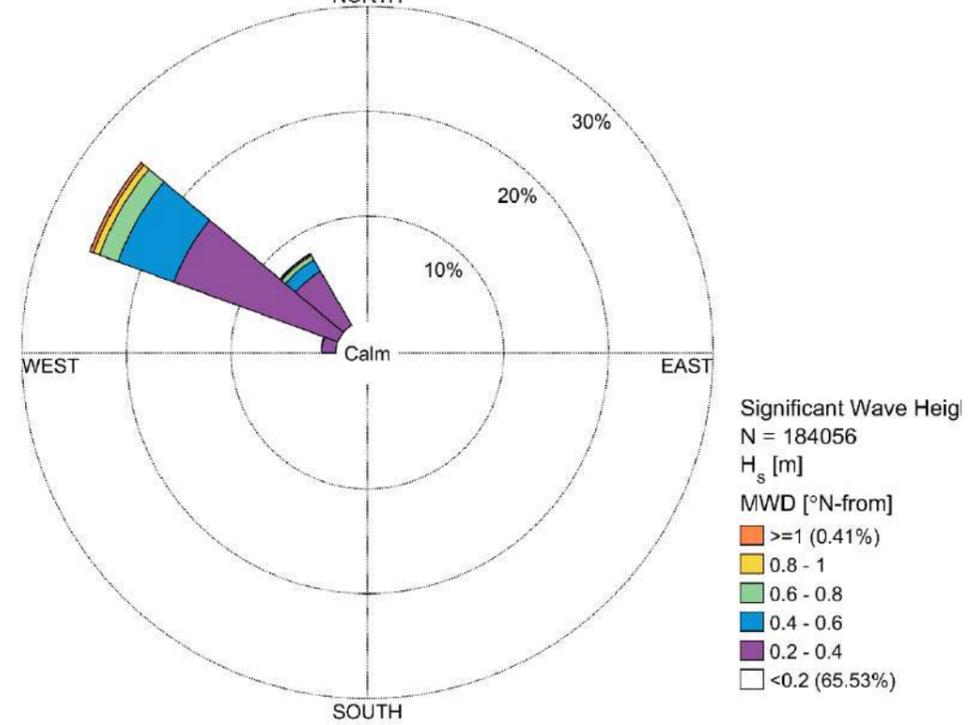
REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

5 - Môle des Noires - BW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height - Monthly

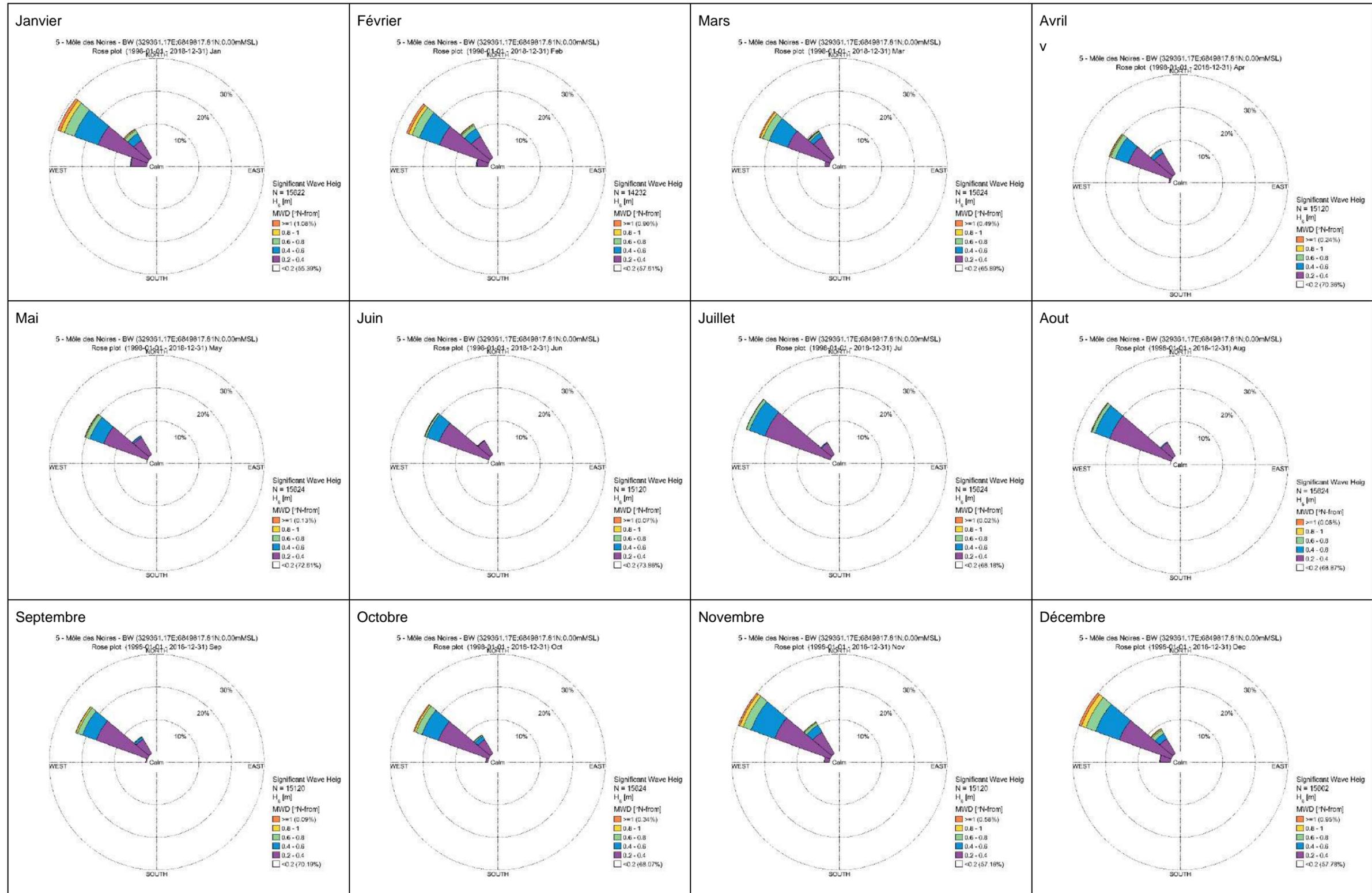
$H_s [m] \geq$	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	34.469	44.610	42.390	34.114	29.643	27.394	26.138	31.823	31.125	29.815	31.932	42.844	42.219
0.4	10.536	17.424	15.388	11.521	7.652	6.791	5.026	6.420	6.413	7.705	9.863	15.602	16.876
0.6	3.550	7.125	5.909	4.103	2.335	1.767	0.807	1.114	1.325	2.381	3.296	5.377	7.172
0.8	1.178	2.669	2.234	1.421	0.589	0.422	0.185	0.102	0.275	0.628	0.966	1.905	2.788
1	0.409	1.082	0.899	0.493	0.238	0.128	0.066	0.019	0.051	0.093	0.339	0.575	0.949
1.2	0.134	0.384	0.295	0.160	0.066	0.026	-	-	-	0.020	0.115	0.152	0.391
1.4	0.041	0.134	0.084	0.083	0.013	-	-	-	-	-	0.038	0.020	0.115
1.6	0.016	0.058	0.042	0.032	-	-	-	-	-	-	0.006	-	0.058
1.8	0.004	0.013	0.014	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	0.019
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



5 - Môle des Noires - BW (329361.17E;6849817.81N;0.00mMSL)
 Rose plot (1998-01-01 - 2018-12-31) All

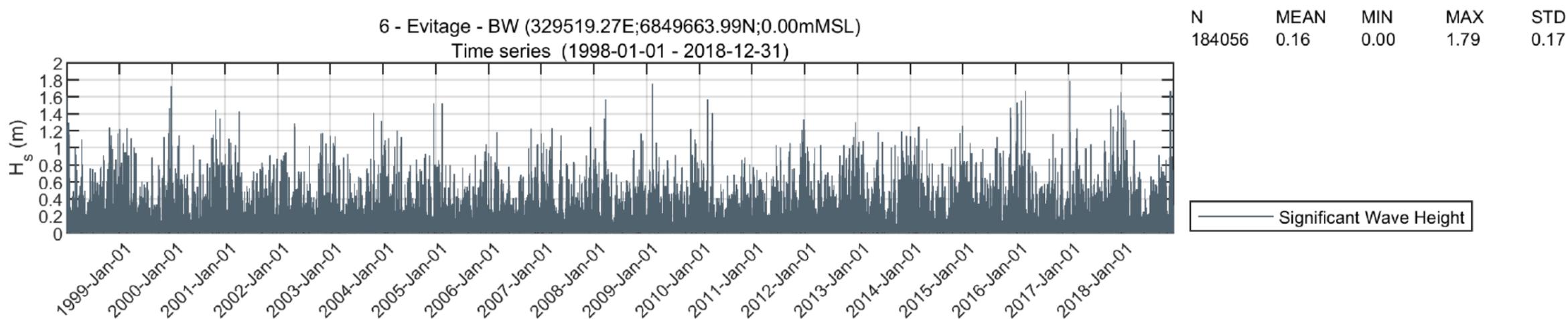


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4



TABLEAUX DES OCCURENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS, TP/HS POUR LE POINT 6

Données obtenues par post-traitement des résultats d'études d'agitation.



Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	Total	Accum
	[330-350[10.241	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.241	100.000
[310-330[	14.744	2.897	0.647	0.112	0.014	0.001	0.001	-	-	-	18.416	89.759
[290-310[	20.385	14.510	4.818	1.653	0.567	0.172	0.041	0.016	0.005	-	42.168	71.342
[270-290[	12.021	2.426	0.319	0.029	0.001	-	-	-	-	-	14.796	29.174
[250-270[	8.442	1.223	0.034	0.001	-	-	-	-	-	-	9.700	14.378
[230-250[	0.226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.226	4.678
[210-230[	0.202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.202	4.462
[190-210[	0.270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.270	4.250
[170-190[	0.586	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.586	3.980
[150-170[	0.784	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.784	3.394
[130-150[	0.134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.134	2.610
[110-130[	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.028	2.476
[90-110[	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013	2.448
[70-90[	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	2.435
[50-70[	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	2.427
[30-50[	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	2.422
[10-30[	0.237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.237	2.415
[-10-10[	2.178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.178	2.178
Total	70.513	21.057	5.818	1.795	0.582	0.173	0.041	0.016	0.005	-	100.000	-
Accum	70.513	91.569	97.387	99.182	99.764	99.937	99.978	99.995	100.000	100.000	-	-

6 - Evitage - BW (329519.271000E;6849663.986000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	Total	Accum
	[20-22[0.096	0.025	0.010	0.002	0.001	-	-	-	-	-	0.134	99.983
[18-20[	0.450	0.162	0.027	0.007	0.004	0.001	0.001	-	-	-	0.651	99.848
[16-18[	1.608	0.652	0.086	0.021	0.007	0.003	-	-	-	-	2.377	99.197
[14-16[	5.349	1.515	0.336	0.095	0.035	0.009	0.002	-	-	-	7.341	96.820
[12-14[	13.047	2.397	0.626	0.152	0.053	0.018	0.007	0.002	0.001	-	16.303	89.479
[10-12[	14.847	2.333	0.463	0.162	0.064	0.026	0.005	0.003	0.001	-	17.904	73.176
[8-10[	9.147	1.682	0.474	0.194	0.078	0.027	0.011	0.003	0.003	-	11.620	55.272
[6-8[	3.071	1.689	0.827	0.365	0.177	0.071	0.016	0.009	0.001	-	6.224	43.653
[4-6[	6.528	6.914	2.586	0.775	0.164	0.018	-	-	-	-	16.986	37.428
[2-4[	15.055	3.673	0.380	0.023	-	-	-	-	-	-	19.131	20.443
[0-2[	1.301	0.011	-	-	-	-	-	-	-	-	1.312	1.312
Total	70.499	21.054	5.816	1.795	0.582	0.173	0.041	0.016	0.005	-	99.983	-
Accum	70.499	91.553	97.370	99.165	99.747	99.920	99.961	99.977	99.983	99.983	-	-

Du fait de la méthode d'analyse, le tableau Tp/MWD n'est donné ici qu'à titre indicatif

6 - Evitage - BW (329519.271000E;6849663.986000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All

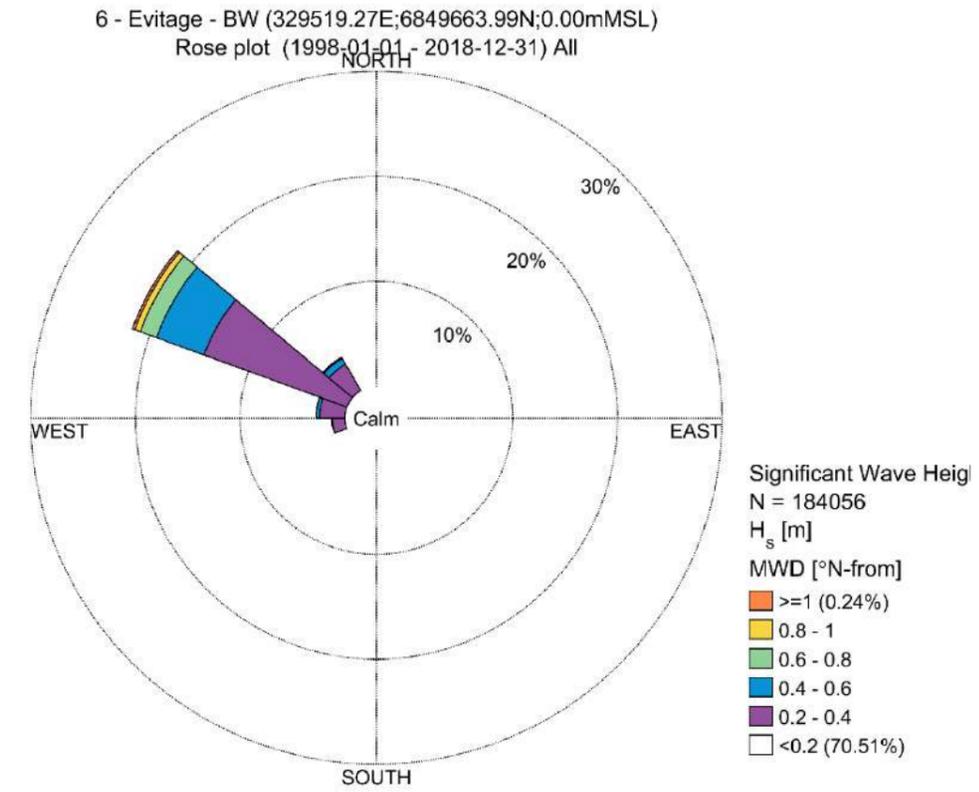
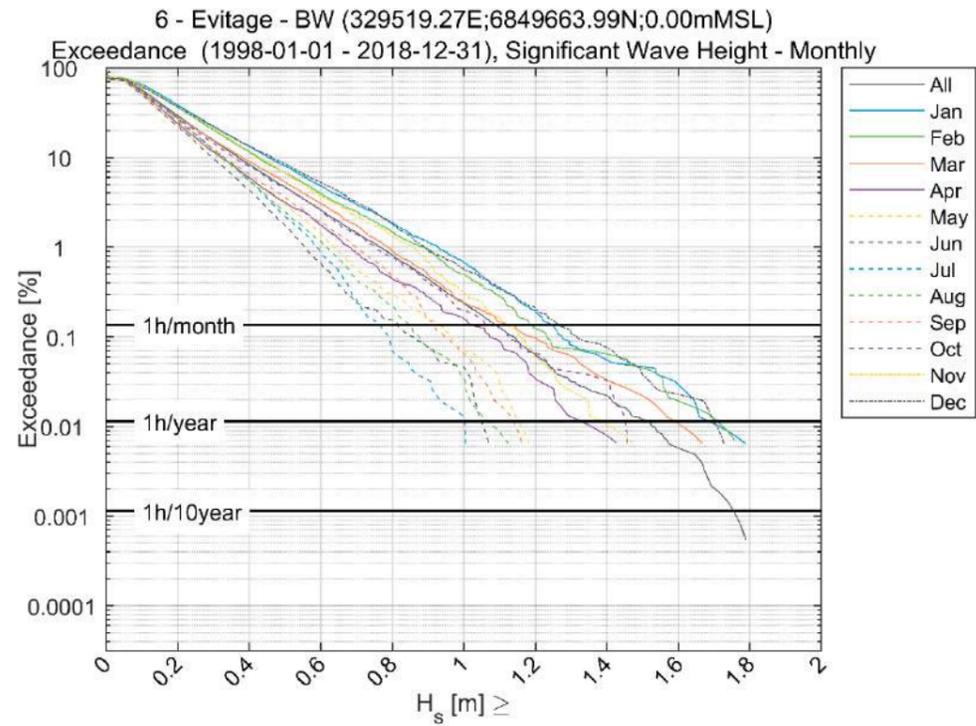
MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

T _p [s] - Wave Period	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[	[330-350[	Total	Accum
	[20-22[0.008	-	-	-	-	-	-	0.001	0.002	0.001	-	-	-	0.031	0.039	0.034	0.004	0.014	0.134	99.983
[18-20[	0.015	0.002	0.001	-	-	-	-	0.002	0.014	0.008	-	0.001	-	0.245	0.015	0.237	0.029	0.084	0.651	99.848
[16-18[	0.018	0.003	0.001	0.001	-	0.001	0.003	0.003	0.021	0.005	0.004	-	0.001	0.976	0.059	0.861	0.079	0.339	2.377	99.197
[14-16[	0.081	0.010	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.010	0.066	0.047	0.014	0.004	0.005	2.945	0.200	2.623	0.303	1.025	7.341	96.820
[12-14[	0.227	0.036	0.002	0.001	0.002	0.005	0.007	0.027	0.209	0.117	0.046	0.020	0.027	4.923	2.184	5.613	0.877	1.982	16.303	89.479
[10-12[	0.330	0.055	0.001	0.001	0.002	0.004	0.011	0.061	0.288	0.155	0.071	0.049	0.047	0.148	7.149	6.346	1.299	1.907	17.904	73.176
[8-10[	0.186	0.036	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.020	0.081	0.117	0.048	0.053	0.060	0.130	2.485	6.350	1.164	0.886	11.620	55.272
[6-8[	0.093	0.020	0.001	-	0.002	0.001	0.001	0.004	0.030	0.021	0.017	0.018	0.016	0.068	0.492	4.093	1.106	0.242	6.224	43.653
[4-6[	0.516	0.037	-	-	0.001	-	0.001	0.001	0.022	0.018	0.011	0.007	0.013	0.093	0.694	9.076	5.563	0.931	16.986	37.428
[2-4[	0.703	0.037	-	0.001	-	-	-	0.001	0.020	0.019	0.014	0.008	0.012	0.090	1.395	6.695	7.416	2.721	19.131	20.443
[0-2[	-	-	-	-	-	-	0.001	0.003	0.051	0.077	0.046	0.042	0.045	0.051	0.074	0.235	0.576	0.111	1.312	1.312
Total	2.177	0.237	0.007	0.005	0.008	0.012	0.028	0.133	0.783	0.586	0.270	0.202	0.226	9.700	14.786	42.165	18.417	10.241	99.983	-
Accum	2.177	2.414	2.421	2.426	2.434	2.447	2.474	2.607	3.390	3.976	4.246	4.448	4.674	14.374	29.160	71.325	89.741	99.983	-	-

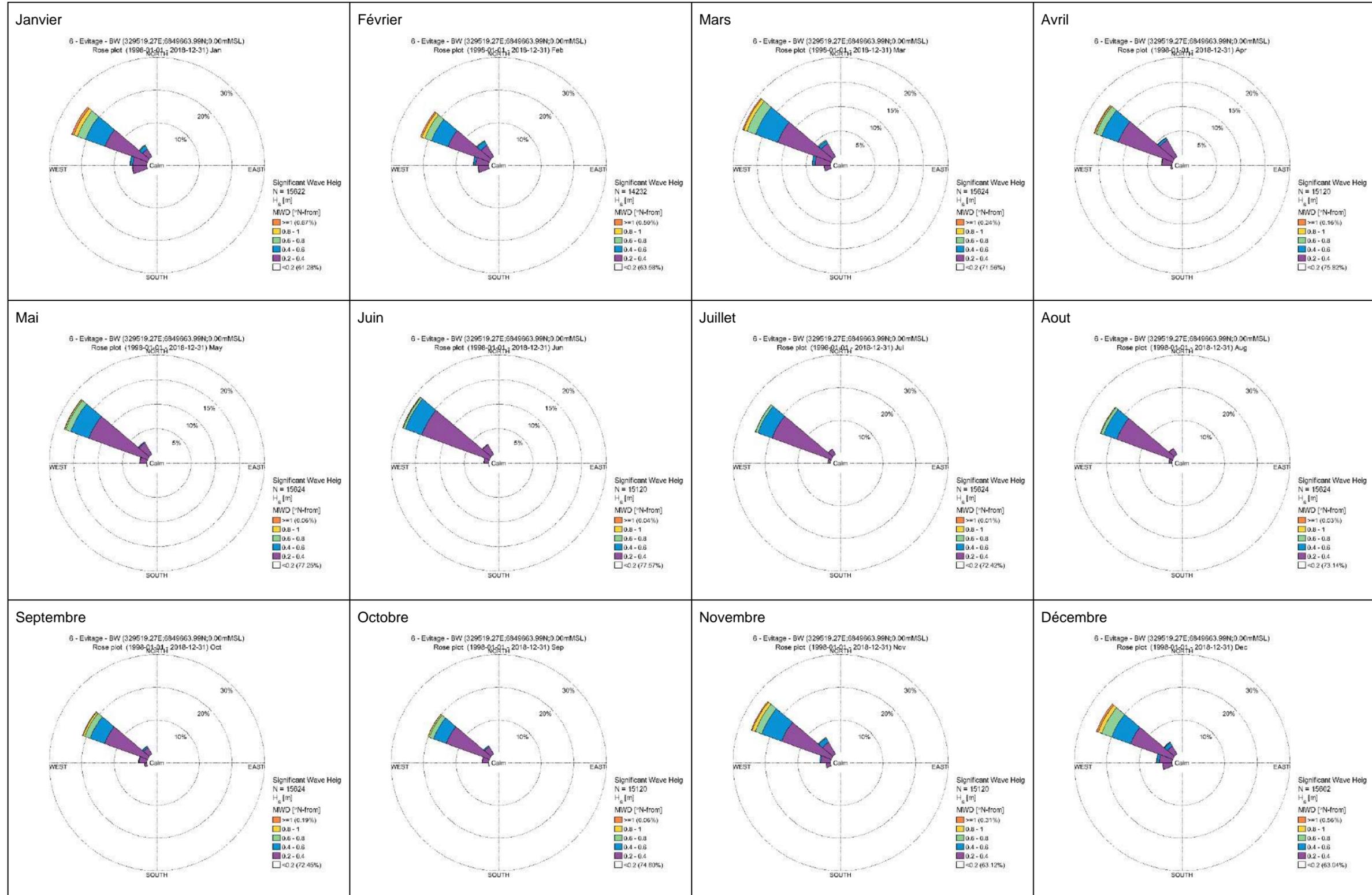
REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

6 - Evitage - BW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height - Monthly

$H_s [m] \geq$	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	29.487	38.721	36.425	28.443	24.180	22.753	22.427	27.579	26.856	25.403	27.554	36.885	36.957
0.4	8.431	13.391	11.537	9.101	5.952	5.671	4.352	5.600	5.562	6.508	8.007	12.050	13.562
0.6	2.613	4.878	3.970	3.085	1.759	1.434	0.675	0.858	1.158	1.911	2.605	3.743	5.326
0.8	0.818	1.882	1.469	0.922	0.443	0.301	0.152	0.064	0.218	0.463	0.774	1.343	1.814
1	0.236	0.672	0.499	0.237	0.159	0.064	0.040	0.013	0.032	0.060	0.192	0.311	0.564
1.2	0.063	0.186	0.119	0.096	0.033	-	-	-	-	-	0.064	0.053	0.205
1.4	0.022	0.051	0.063	0.032	0.007	-	-	-	-	-	0.032	0.007	0.071
1.6	0.005	0.026	0.014	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	0.019
1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

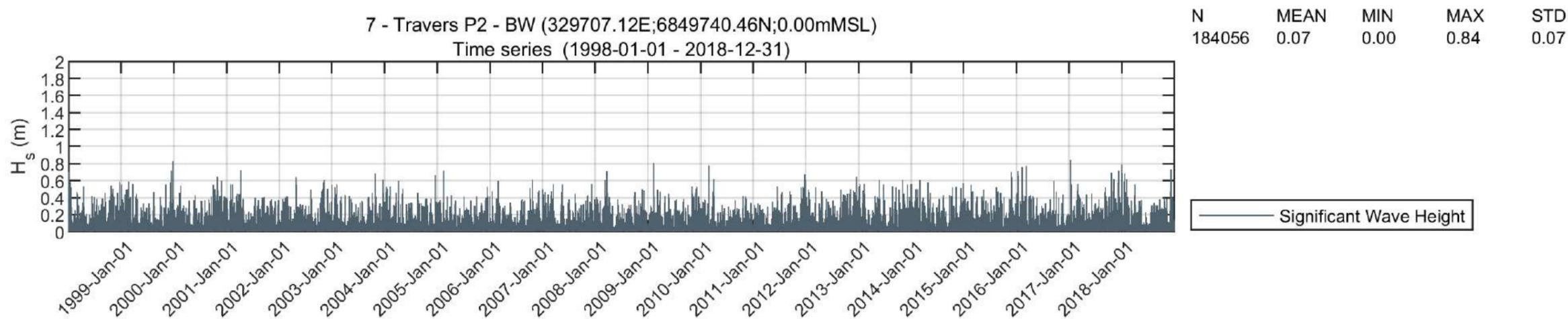


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4



TABLEAUX DES OCCURENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS, TP/HS POUR LE POINT 7

Données obtenues par post-traitement des résultats d'études d'agitation.



Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All

H_s [m] - Significant Wave Height

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction	Frequency of Occurrence [%]										Total	Accum
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[
[330-350[	10.241	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.241	100.000
[310-330[	7.634	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.634	89.759
[290-310[	1.379	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	1.382	82.124
[270-290[	5.419	1.335	0.236	0.033	0.002	-	-	-	-	-	7.025	80.743
[250-270[	23.700	3.328	0.246	0.008	-	-	-	-	-	-	27.281	73.718
[230-250[	27.651	0.435	0.001	-	-	-	-	-	-	-	28.087	46.436
[210-230[	13.760	0.107	-	-	-	-	-	-	-	-	13.867	18.350
[190-210[	0.503	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.503	4.483
[170-190[	0.586	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.586	3.980
[150-170[	0.784	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.784	3.394
[130-150[	0.134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.134	2.610
[110-130[	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.028	2.476
[90-110[	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013	2.448
[70-90[	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	2.435
[50-70[	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	2.427
[30-50[	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	2.422
[10-30[	0.237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.237	2.415
[-10-10[	2.178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.178	2.178
Total	94.268	5.206	0.484	0.041	0.002	-	-	-	-	-	100.000	-
Accum	94.268	99.474	99.957	99.998	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	-	-

7 - Travers P2 - BW (329707.118500E;6849740.455000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	Total	Accum
	[20-22[0.118	0.012	0.001	-	-	-	-	-	-	-	0.131	99.983
[18-20[	0.615	0.033	0.003	0.001	-	-	-	-	-	-	0.653	99.853
[16-18[	2.243	0.095	0.006	-	-	-	-	-	-	-	2.344	99.200
[14-16[	6.793	0.328	0.026	-	-	-	-	-	-	-	7.147	96.856
[12-14[	15.102	0.492	0.047	0.004	-	-	-	-	-	-	15.645	89.709
[10-12[	16.459	0.441	0.053	0.004	-	-	-	-	-	-	16.956	74.064
[8-10[	11.634	0.643	0.069	0.009	0.001	-	-	-	-	-	12.355	57.107
[6-8[	9.587	1.490	0.192	0.023	0.001	-	-	-	-	-	11.273	44.752
[4-6[	16.488	1.638	0.087	-	-	-	-	-	-	-	18.213	33.479
[2-4[	12.019	0.040	-	-	-	-	-	-	-	-	12.060	15.267
[0-2[	3.207	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.207	3.207
Total	94.244	5.212	0.484	0.041	0.002	-	-	-	-	-	99.983	-
Accum	94.244	99.456	99.940	99.981	99.983	99.983	99.983	99.983	99.983	99.983	-	-

Du fait de la méthode d'analyse, le tableau Tp/MWD n'est donné ici qu'à titre indicatif.

7 - Travers P2 - BW (329707.118500E;6849740.455000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All

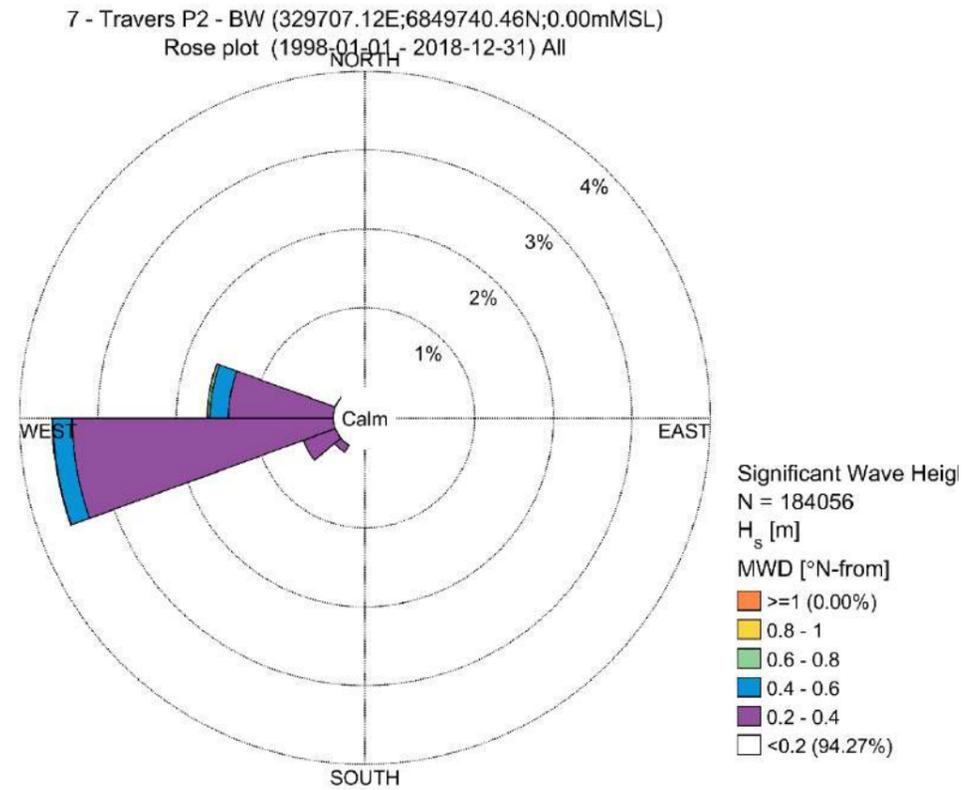
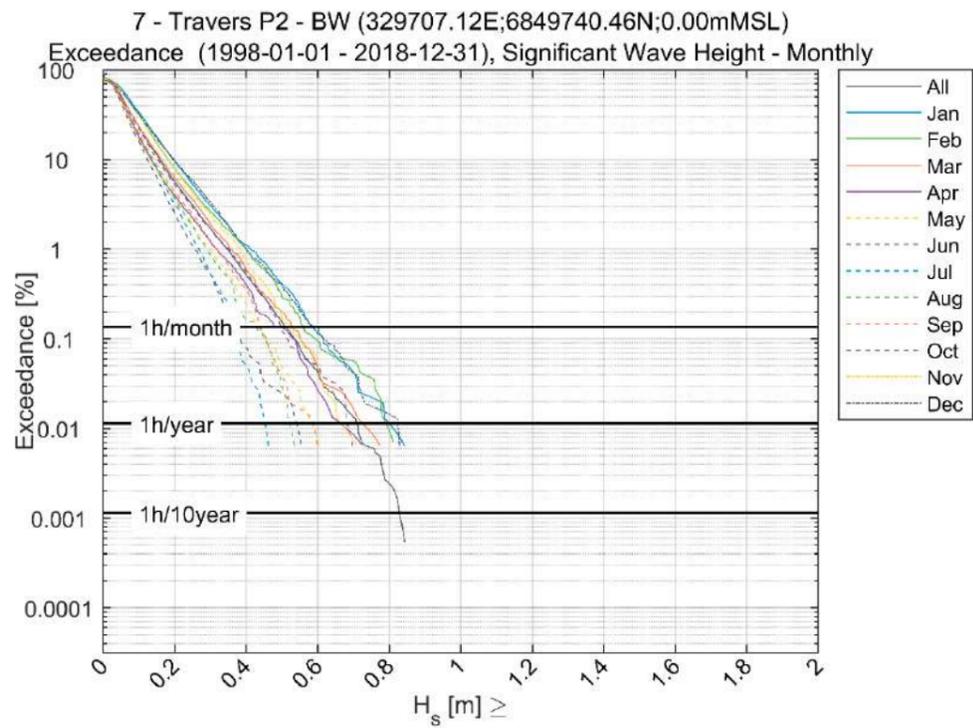
MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

T _p [s] - Wave Period	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[	[330-350[	Total	Accum
	[20-22[0.009	-	-	-	-	-	-	0.001	0.002	-	-	0.032	0.060	0.008	0.001	0.001	0.004	0.014	0.131	99.983
[18-20[	0.017	0.002	0.001	-	-	-	-	0.001	0.014	0.008	-	0.005	0.416	0.073	0.003	0.007	0.020	0.087	0.653	99.853
[16-18[	0.023	0.005	0.001	0.001	-	0.001	0.003	0.003	0.021	0.005	0.004	0.010	1.021	0.607	0.230	0.004	0.064	0.340	2.344	99.200
[14-16[	0.095	0.012	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.010	0.054	0.038	0.013	0.039	2.902	2.011	0.680	0.013	0.246	1.025	7.147	96.856
[12-14[	0.273	0.045	0.002	0.001	0.002	0.005	0.006	0.026	0.188	0.104	0.039	0.118	5.886	4.748	1.463	0.151	0.616	1.974	15.645	89.709
[10-12[	0.391	0.071	0.001	0.001	0.002	0.004	0.010	0.052	0.223	0.122	0.057	0.269	6.155	5.071	1.777	0.105	0.795	1.851	16.956	74.064
[8-10[	0.320	0.047	-	-	-	0.001	0.004	0.019	0.081	0.080	0.030	1.030	3.220	4.294	1.406	0.153	0.686	0.985	12.355	57.107
[6-8[	0.243	0.024	-	-	0.002	0.001	0.002	0.003	0.026	0.036	0.014	1.615	2.579	4.365	1.081	0.158	0.591	0.533	11.273	44.752
[4-6[	0.275	0.007	-	-	-	-	0.001	0.001	0.021	0.009	0.020	6.439	3.635	5.435	0.240	0.290	0.711	1.131	18.213	33.479
[2-4[	0.520	0.016	-	-	-	-	-	0.001	0.015	0.009	0.217	4.109	1.744	0.471	0.029	0.120	2.612	2.198	12.060	15.267
[0-2[	-	-	-	0.001	0.002	-	0.001	0.008	0.127	0.158	0.108	0.191	0.482	0.226	0.124	0.381	1.300	0.100	3.207	3.207
Total	2.164	0.229	0.006	0.004	0.008	0.013	0.028	0.125	0.770	0.569	0.501	13.857	28.099	27.312	7.033	1.383	7.644	10.238	99.983	-
Accum	2.164	2.393	2.399	2.403	2.411	2.423	2.451	2.576	3.347	3.916	4.417	18.274	46.373	73.685	80.718	82.101	89.745	99.983	-	-

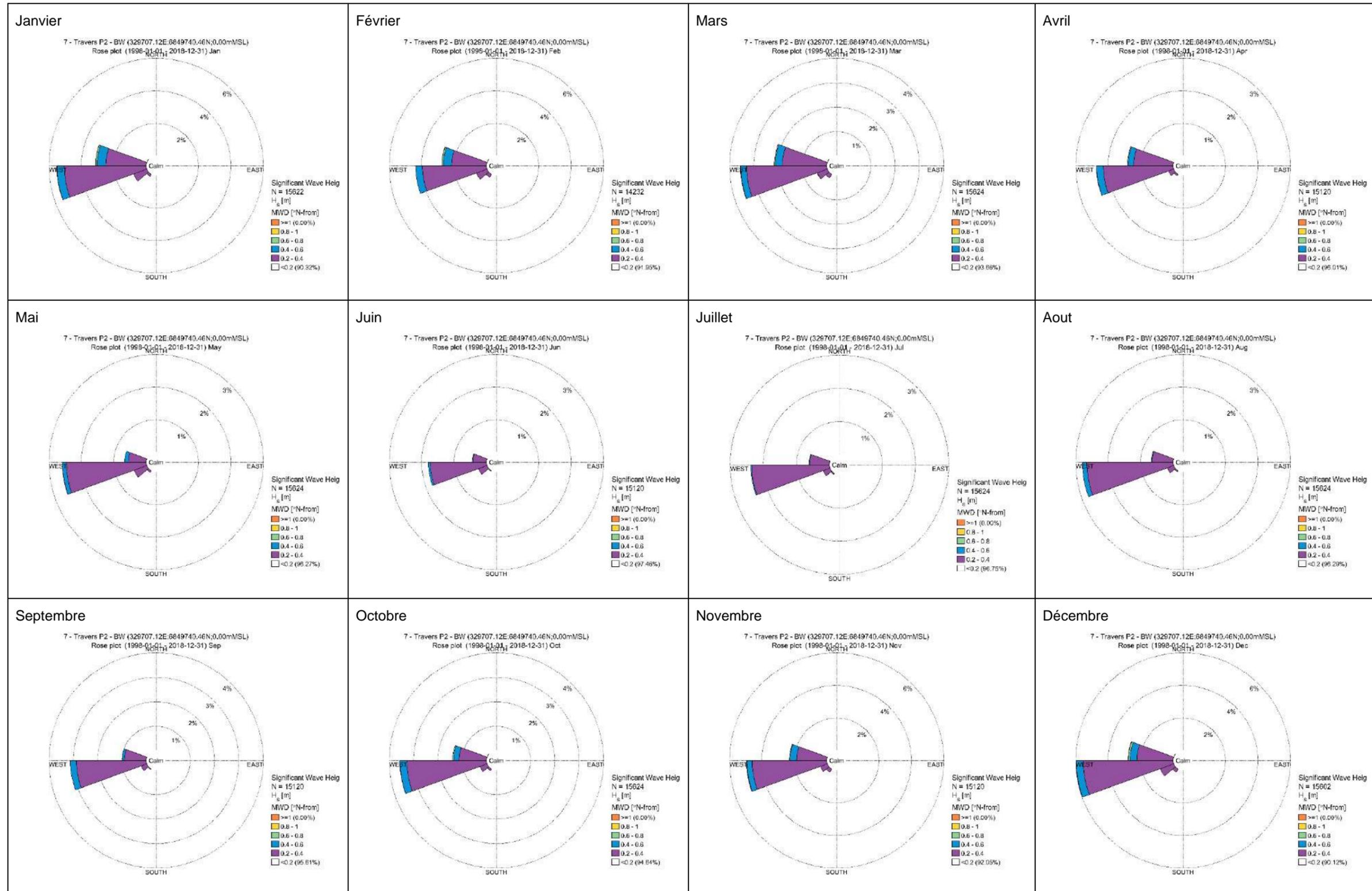
REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

7 - Travers P2 - BW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height - Monthly

$H_s [m] \geq$	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	5.732	9.679	8.052	6.336	3.995	3.731	2.540	3.251	3.712	4.392	5.357	7.950	9.877
0.4	0.526	1.107	1.019	0.595	0.403	0.237	0.079	0.045	0.160	0.344	0.557	0.794	1.006
0.6	0.043	0.109	0.091	0.045	0.026	0.006	-	-	-	-	0.045	0.060	0.135
0.8	0.002	0.006	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

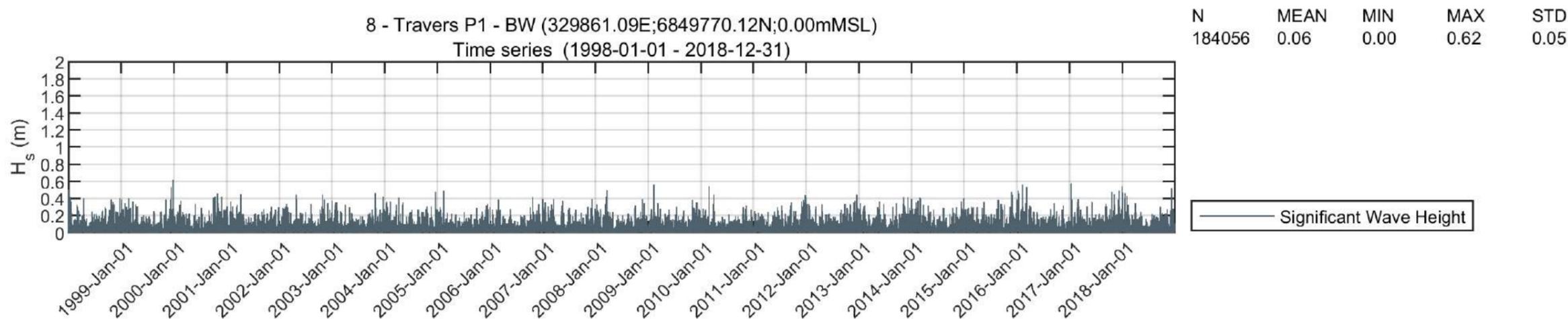


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4



TABLEAUX DES OCCURENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS, TP/HS POUR LE POINT 8

Données obtenues par post-traitement des résultats d'études d'agitation.



Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction	Frequency of Occurrence [%]										Total	Accum
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[
[330-350[	10.241	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.241	100.000
[310-330[	7.634	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.634	89.759
[290-310[	1.384	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.384	82.124
[270-290[	10.033	0.561	0.016	-	-	-	-	-	-	-	10.611	80.741
[250-270[	22.108	1.686	0.035	0.001	-	-	-	-	-	-	23.830	70.130
[230-250[	35.879	0.047	-	-	-	-	-	-	-	-	35.925	46.299
[210-230[	6.124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.124	10.374
[190-210[	0.270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.270	4.250
[170-190[	0.586	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.586	3.980
[150-170[	0.784	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.784	3.394
[130-150[	0.134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.134	2.610
[110-130[	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.028	2.476
[90-110[	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013	2.448
[70-90[	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	2.435
[50-70[	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	2.427
[30-50[	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	2.422
[10-30[	0.237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.237	2.415
[-10-10[	2.178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.178	2.178
Total	97.653	2.294	0.052	0.001	-	-	-	-	-	-	100.000	-
Accum	97.653	99.948	99.999	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	-	-

8 - Travers P1 - BW (329861.086700E;6849770.124000N;+0.0mMSL)
Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
H_s [m] - Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	Total	Accum
	[20-22[0.126	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	0.136	99.978
[18-20[	0.749	0.042	0.002	-	-	-	-	-	-	-	0.793	99.842
[16-18[	2.573	0.103	-	-	-	-	-	-	-	-	2.676	99.049
[14-16[	7.787	0.554	0.002	-	-	-	-	-	-	-	8.343	96.374
[12-14[	18.129	1.001	0.025	-	-	-	-	-	-	-	19.155	88.031
[10-12[	22.965	0.979	0.019	-	-	-	-	-	-	-	23.963	68.876
[8-10[	18.601	1.360	0.056	-	-	-	-	-	-	-	20.017	44.913
[6-8[	11.349	1.956	0.045	0.002	-	-	-	-	-	-	13.352	24.897
[4-6[	10.408	0.339	-	-	-	-	-	-	-	-	10.747	11.544
[2-4[	0.670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.670	0.798
[0-2[	0.128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.128	0.128
Total	93.485	6.343	0.148	0.002	-	-	-	-	-	-	99.978	-
Accum	93.485	99.828	99.977	99.978	99.978	99.978	99.978	99.978	99.978	99.978	-	-

Du fait de la méthode d'analyse, le tableau Tp/MWD n'est donné ici qu'à titre indicatif

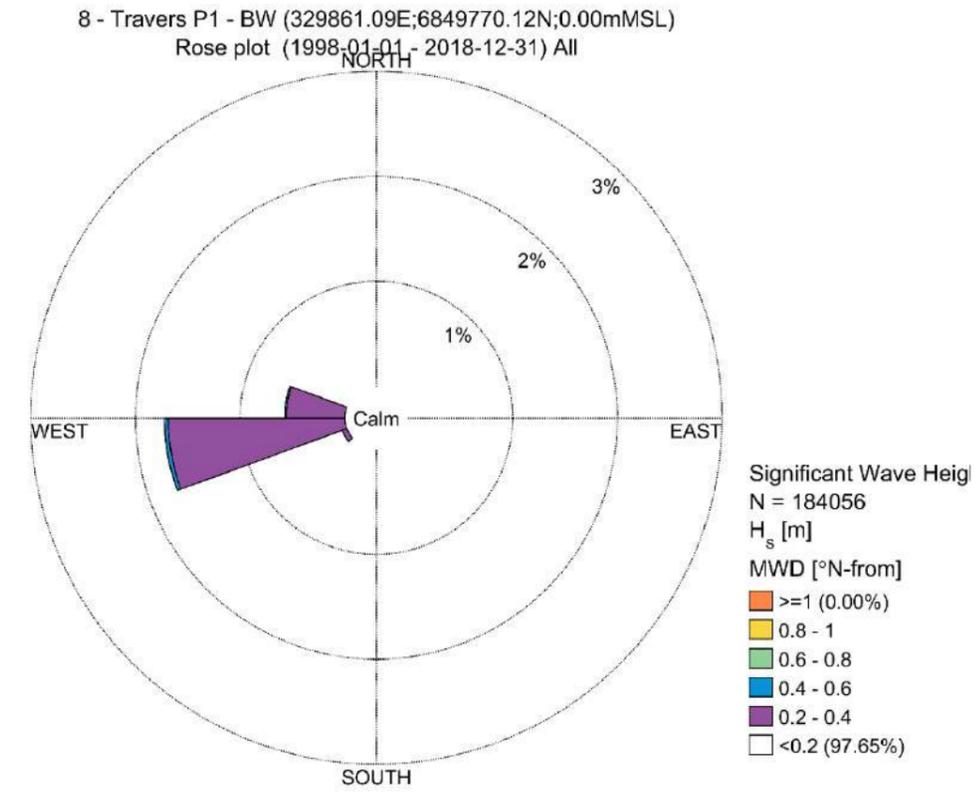
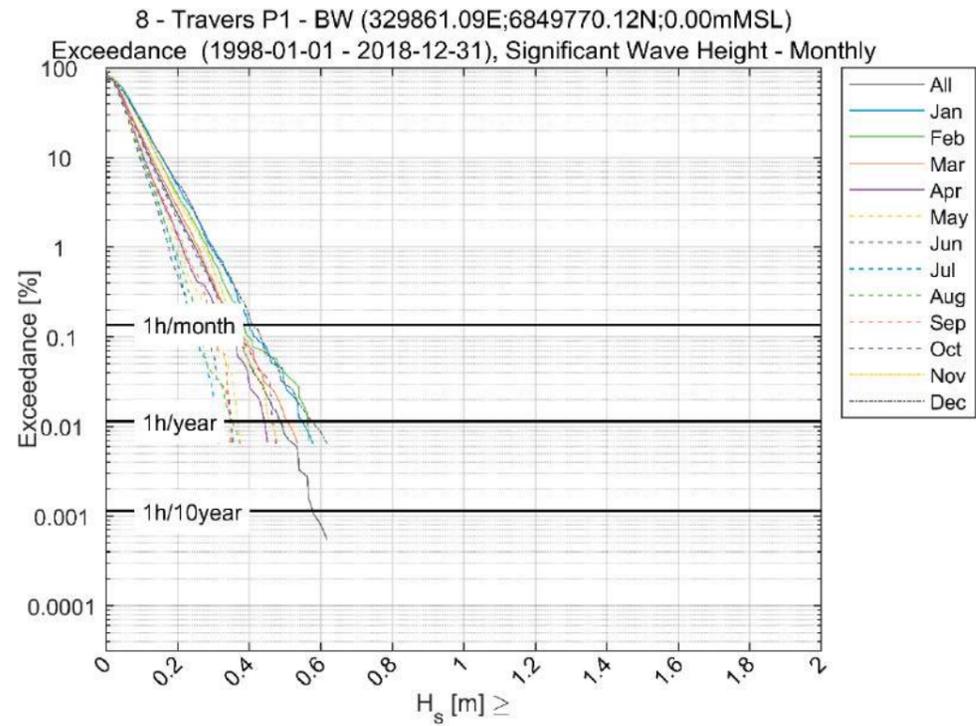
8 - Travers P1 - BW (329861.086700E;6849770.124000N;+0.0mMSL)
Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All

T _p [s] - Wave Period	MWD [°N-from] - Mean Wave Direction																	Total	Accum	
	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[			[330-350[
[20-22[	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.120	0.002	-	-	0.136	99.978
[18-20[	0.023	0.003	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.006	-	-	-	0.036	0.702	0.019	-	-	0.793	99.842
[16-18[	0.028	0.012	0.002	0.003	-	-	-	-	0.009	0.009	0.003	0.002	-	1.377	1.202	0.026	0.002	0.002	2.676	99.049
[14-16[	0.134	0.031	-	-	-	-	0.002	0.005	0.031	0.034	0.014	0.003	0.003	5.662	2.379	0.044	-	-	8.343	96.374
[12-14[	0.439	0.092	-	-	0.002	0.005	0.002	0.008	0.062	0.084	0.028	0.012	0.016	12.882	5.317	0.195	-	0.011	19.155	88.031
[10-12[	0.884	0.139	0.002	-	0.002	0.005	0.009	0.025	0.146	0.072	0.037	0.036	0.036	15.074	7.095	0.528	0.019	0.056	23.963	68.876
[8-10[	0.517	0.109	-	-	-	-	-	0.003	0.034	0.073	0.037	0.028	0.034	13.540	4.733	0.656	0.081	0.170	20.017	44.913
[6-8[	0.175	0.028	-	-	0.003	0.002	-	0.002	0.036	0.044	0.014	0.022	0.025	9.560	2.958	0.261	0.100	0.123	13.352	24.897
[4-6[	0.147	-	-	-	-	-	-	-	0.016	0.036	0.023	0.020	0.023	5.273	4.651	0.493	0.036	0.028	10.747	11.544
[2-4[	-	-	-	-	-	-	-	-	0.020	0.025	0.022	0.022	0.022	0.386	0.105	0.067	0.002	-	0.670	0.798
[0-2[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.012	0.012	0.011	0.012	0.034	0.028	0.017	-	-	0.128	0.128
Total	2.156	0.415	0.003	0.003	0.006	0.011	0.012	0.044	0.356	0.397	0.192	0.156	0.172	63.829	29.291	2.306	0.239	0.390	99.978	-
Accum	2.156	2.571	2.574	2.577	2.584	2.595	2.607	2.651	3.007	3.403	3.595	3.751	3.923	67.752	97.043	99.349	99.588	99.978	-	-

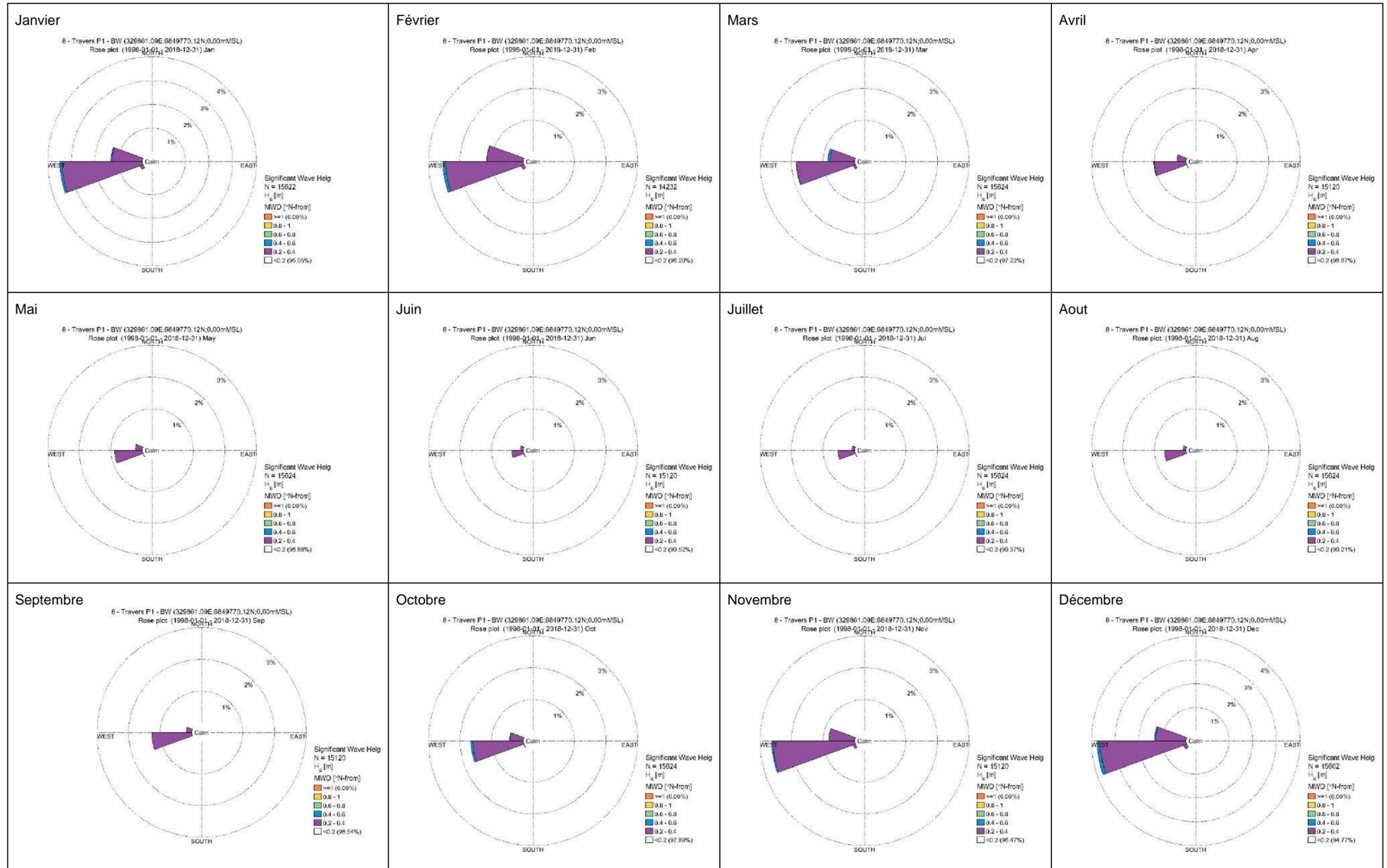
REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

8 - Travers P1 - BW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height - Monthly

$H_s [m] \geq$	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	2.347	4.948	3.801	2.778	1.329	1.120	0.476	0.634	0.787	1.462	2.112	3.532	5.230
0.4	0.052	0.134	0.098	0.077	0.026	-	-	-	-	-	0.070	0.046	0.173
0.6	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006
0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

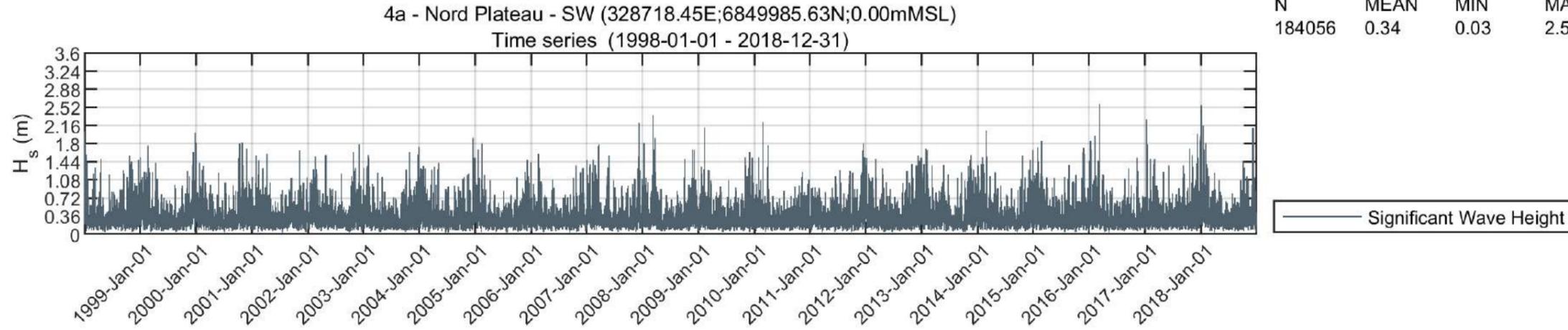


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4



TABLEAUX DES OCCURENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS, TP/HS ET TP/MWD POUR LE POINT 4A

N MEAN MIN MAX STD
 184056 0.34 0.03 2.59 0.22



Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction	Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All																	Total	Accum	
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[			[3.4-3.6[
[330-350[	13.274	18.385	5.557	1.855	0.865	0.271	0.122	0.057	0.018	0.005	0.004	0.001	0.001	-	-	-	-	-	40.216	100.000
[310-330[	6.681	18.665	9.662	4.180	1.766	0.785	0.311	0.136	0.047	0.020	0.008	0.004	0.001	-	-	-	-	-	42.265	59.784
[290-310[	1.036	2.145	0.766	0.202	0.048	0.010	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.207	17.519
[270-290[	0.258	0.128	0.005	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.391	13.312
[250-270[	0.132	0.041	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.173	12.921
[230-250[	0.087	0.030	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.118	12.747
[210-230[	0.077	0.025	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.103	12.629
[190-210[	0.115	0.030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.145	12.526
[170-190[	0.236	0.044	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.280	12.382
[150-170[	0.501	0.126	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.634	12.101
[130-150[	0.325	0.139	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.469	11.467
[110-130[	0.142	0.054	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.199	10.998
[90-110[	0.068	0.033	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.103	10.799
[70-90[	0.036	0.021	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.058	10.696
[50-70[	0.024	0.012	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.037	10.638
[30-50[	0.080	0.025	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.106	10.600
[10-30[	0.342	0.219	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.571	10.404
[-10-10[	2.913	5.361	1.295	0.283	0.054	0.014	0.003	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.923	9.923
Total	26.328	45.482	17.317	6.520	2.533	1.079	0.438	0.194	0.065	0.025	0.012	0.004	0.002	-	-	-	-	-	100.000	-
Accum	26.328	71.810	89.127	95.648	98.180	99.259	99.697	99.891	99.957	99.982	99.993	99.998	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	-	-

REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

4a - Nord Plateau - SW (328718.445000E;6849985.631000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[	[3.4-3.6[	Total	Accum
	[20-22[0.032	0.065	0.021	0.014	0.006	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.142	99.984
[18-20[	0.123	0.291	0.122	0.060	0.029	0.016	0.005	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	0.654	99.842
[16-18[	0.334	0.968	0.653	0.322	0.100	0.034	0.015	0.005	0.002	0.002	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	2.436	99.188
[14-16[	1.120	3.295	1.916	0.808	0.275	0.110	0.043	0.014	0.004	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	7.588	96.752
[12-14[	4.167	8.624	3.193	0.986	0.310	0.116	0.055	0.026	0.011	0.004	0.003	0.001	0.001	-	-	-	-	-	17.494	89.164
[10-12[	7.557	9.922	2.378	0.643	0.269	0.136	0.060	0.030	0.007	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	21.006	71.670
[8-10[	6.835	6.332	1.421	0.676	0.299	0.148	0.074	0.045	0.021	0.009	0.003	0.002	0.001	-	-	-	-	-	15.866	50.664
[6-8[	1.885	2.754	1.603	1.023	0.719	0.399	0.178	0.071	0.021	0.005	0.003	0.001	-	-	-	-	-	-	8.660	34.799
[4-6[	1.106	6.111	5.203	1.984	0.525	0.116	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.050	26.138
[2-4[	3.020	7.075	0.907	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.908	11.088
[0-2[	0.141	0.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.180	0.180
Total	26.321	46.475	17.317	6.520	2.532	1.078	0.438	0.194	0.065	0.025	0.012	0.004	0.002	-	-	-	-	-	99.984	-
Accum	26.321	71.796	89.113	95.632	98.165	99.243	99.681	99.875	99.940	99.965	99.977	99.982	99.984	99.984	99.984	99.984	99.984	99.984	-	-

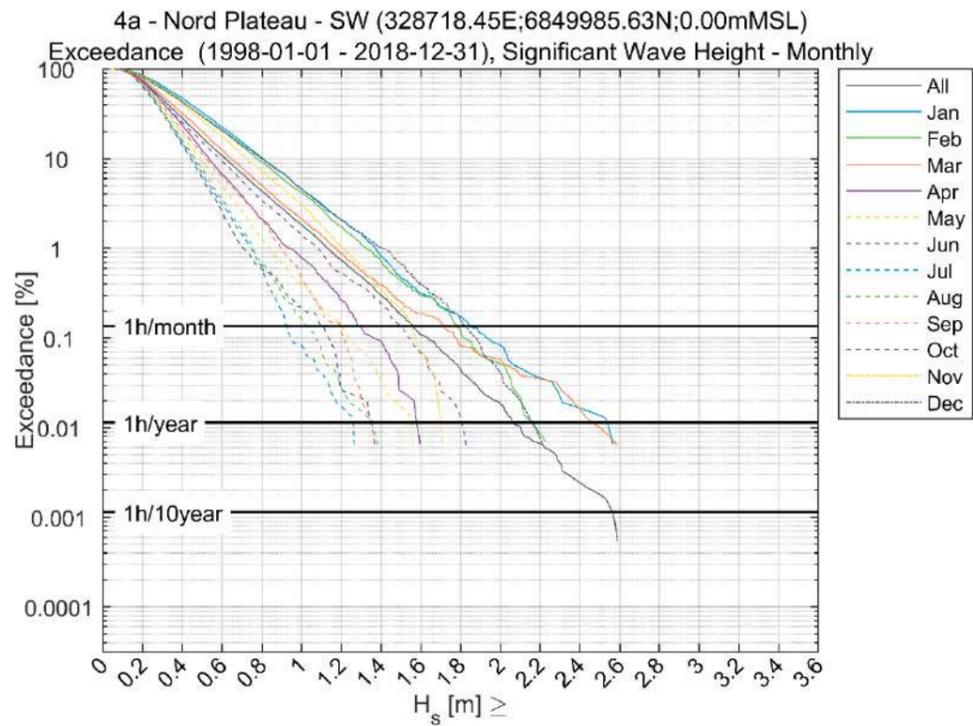
4a - Nord Plateau - SW (328718.445000E;6849985.631000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

T _p [s] - Wave Period	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[	[330-350[	Total	Accum
	[20-22[0.017	0.003	-	0.001	-	0.001	0.002	0.001	0.001	-	0.001	-	-	-	0.001	0.003	0.034	0.078	0.142	99.984
[18-20[	0.074	0.007	0.002	-	0.001	0.003	0.003	0.012	0.006	0.001	-	-	-	0.001	0.001	0.012	0.124	0.408	0.654	99.842
[16-18[	0.241	0.009	0.005	0.003	0.002	0.005	0.008	0.015	0.002	0.003	-	-	-	0.001	-	0.010	0.567	1.565	2.436	99.188
[14-16[	0.586	0.035	0.010	0.008	0.007	0.012	0.018	0.042	0.042	0.031	0.005	0.002	0.003	0.003	0.005	0.057	2.188	4.534	7.588	96.752
[12-14[	1.259	0.096	0.034	0.009	0.020	0.033	0.064	0.131	0.126	0.037	0.016	0.011	0.010	0.014	0.044	0.293	6.035	9.261	17.494	89.164
[10-12[	1.150	0.120	0.037	0.010	0.023	0.040	0.078	0.191	0.200	0.071	0.044	0.030	0.029	0.052	0.096	0.726	9.149	8.961	21.006	71.670
[8-10[	0.474	0.028	0.007	0.005	0.004	0.007	0.020	0.049	0.126	0.089	0.039	0.039	0.050	0.074	0.144	1.037	8.856	4.818	15.866	50.664
[6-8[	0.117	0.011	0.004	0.001	0.001	0.002	0.003	0.010	0.017	0.016	0.021	0.012	0.017	0.017	0.048	0.783	5.581	1.997	8.660	34.799
[4-6[	2.443	0.044	0.001	0.001	-	0.002	0.001	0.003	0.010	0.008	0.005	0.003	0.003	0.007	0.018	0.996	7.251	4.255	15.050	26.138
[2-4[	3.558	0.216	0.005	-	-	-	0.002	0.003	0.010	0.008	0.002	0.001	0.002	0.004	0.030	0.281	2.462	4.323	10.908	11.088
[0-2[	0.001	0.001	-	-	-	-	-	0.012	0.093	0.017	0.011	0.005	0.004	0.002	0.005	0.006	0.012	0.010	0.180	0.180
Total	9.919	0.571	0.106	0.037	0.058	0.103	0.199	0.469	0.634	0.280	0.145	0.103	0.118	0.173	0.391	4.206	42.260	40.210	99.984	-
Accum	9.919	10.490	10.596	10.633	10.691	10.795	10.993	11.463	12.097	12.377	12.522	12.624	12.743	12.916	13.307	17.514	59.774	99.984	-	-

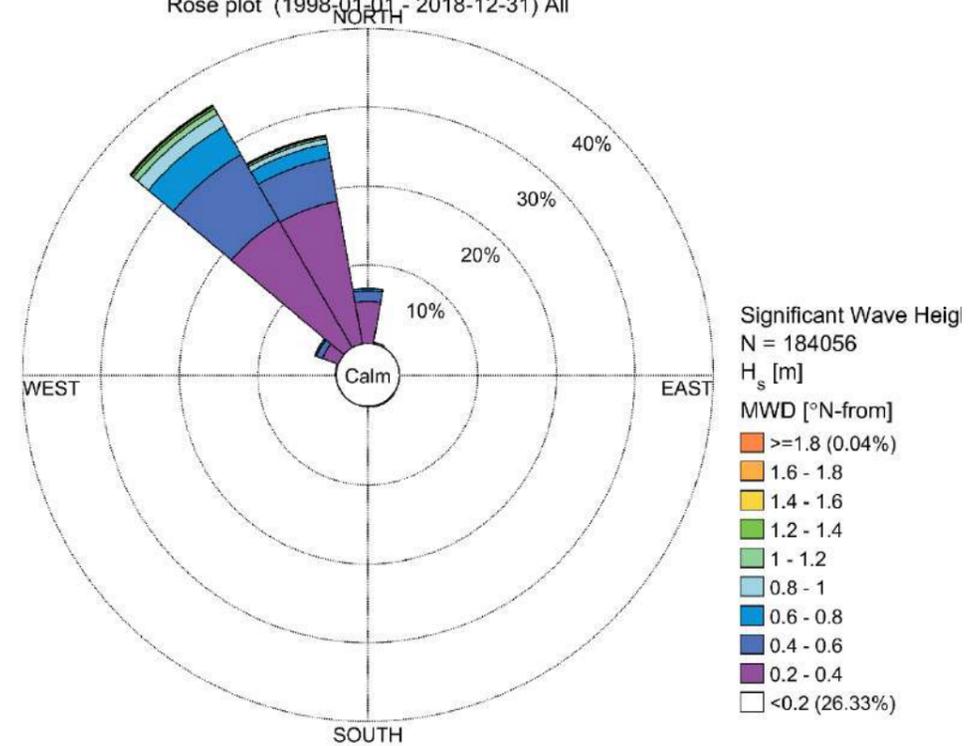
REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

4a - Nord Plateau - SW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height - Monthly

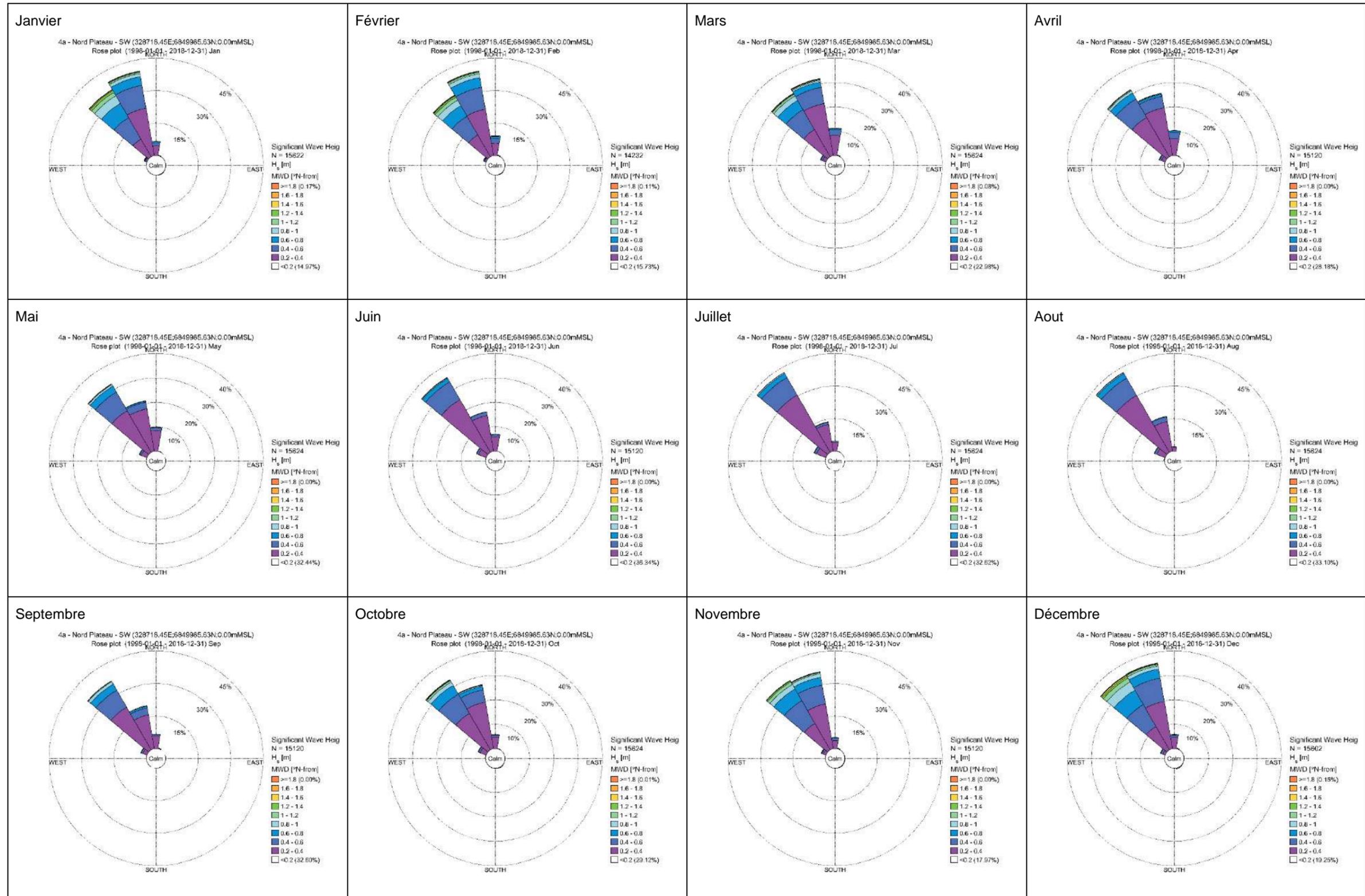
$H_s [m] \geq$	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	73.672	85.034	84.275	77.023	71.819	67.563	63.664	67.377	66.897	67.401	70.878	82.030	80.746
0.4	28.190	46.921	43.494	31.836	23.697	18.529	14.272	15.105	16.187	20.344	25.243	40.622	42.969
0.6	10.873	22.603	20.573	12.487	6.713	5.005	2.599	3.104	3.546	6.316	9.479	17.593	21.004
0.8	4.352	10.248	9.205	5.044	2.123	1.280	0.589	0.621	0.666	2.057	3.424	7.269	9.973
1	1.820	4.590	4.174	2.125	0.774	0.397	0.218	0.077	0.160	0.450	1.408	3.009	4.576
1.2	0.741	2.100	1.750	0.877	0.265	0.134	0.020	0.013	0.026	0.112	0.525	1.052	2.057
1.4	0.303	0.819	0.724	0.384	0.093	0.032	-	-	-	-	0.237	0.344	1.013
1.6	0.109	0.314	0.295	0.186	-	-	-	-	-	-	0.064	0.066	0.385
1.8	0.043	0.173	0.112	0.077	-	-	-	-	-	-	0.006	-	0.154
2	0.018	0.083	0.049	0.051	-	-	-	-	-	-	-	-	0.038
2.2	0.007	0.032	0.007	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006
2.4	0.002	0.013	-	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



4a - Nord Plateau - SW (328718.45E;6849985.63N;0.00mMSL)
 Rose plot (1998-01-01 - 2018-12-31) All



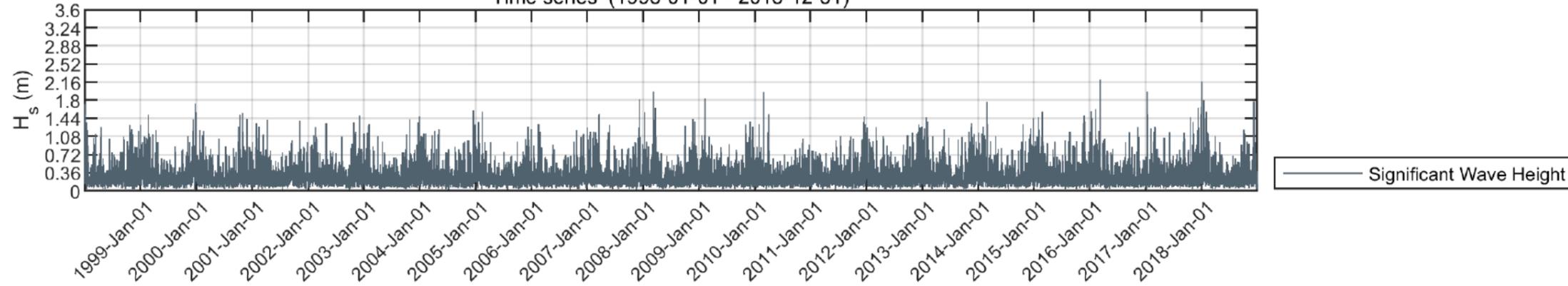
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4



TABLEAUX DES OCCURRENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS, TP/HS ET TP/MWD POUR LE POINT 5A

5a - Sud Plateau - SW (329005.54E;6849545.16N;0.00mMSL)
 Time series (1998-01-01 - 2018-12-31)

N 184056 MEAN 0.28 MIN 0.02 MAX 2.20 STD 0.18



Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[	[3.4-3.6[	Total	Accum
[330-350[	16.889	9.894	2.026	0.559	0.179	0.051	0.020	0.003	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.621	100.000
[310-330[	18.184	27.054	9.963	3.470	1.262	0.478	0.153	0.059	0.014	0.006	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	60.647	70.379
[290-310[	1.586	1.905	0.330	0.035	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.880	9.732
[270-290[	0.419	0.131	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.553	5.873
[250-270[	0.309	0.054	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.365	5.320
[230-250[	0.237	0.033	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.271	4.954
[210-230[	0.253	0.028	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.282	4.684
[190-210[	0.226	0.047	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.273	4.402
[170-190[	0.423	0.054	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.478	4.129
[150-170[	0.716	0.101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.817	3.651
[130-150[	0.141	0.038	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.179	2.834
[110-130[	0.009	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011	2.655
[90-110[	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	2.644
[70-90[	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	2.639
[50-70[	0.011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011	2.632
[30-50[	0.016	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.017	2.621
[10-30[	0.045	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.048	2.604
[-10-10[	1.323	1.062	0.154	0.012	0.003	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.556	2.556
Total	40.800	40.408	12.481	4.076	1.447	0.530	0.173	0.062	0.016	0.006	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	100.000	-
Accum	40.800	81.207	93.688	97.764	99.211	99.741	99.914	99.976	99.992	99.998	99.999	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	-	-

REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

5a - Sud Plateau - SW (329005.535100E;6849545.155000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All
 H_s [m] - Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	H _s [m] - Significant Wave Height																		Total	Accum
	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	[2.8-3[	[3-3.2[	[3.2-3.4[	[3.4-3.6[
[20-22[	0.051	0.047	0.020	0.007	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.129	99.983
[18-20[	0.218	0.254	0.087	0.039	0.015	0.005	0.003	0.001	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	0.625	99.854
[16-18[	0.622	1.016	0.468	0.146	0.037	0.016	0.001	0.001	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	2.309	99.230
[14-16[	2.156	3.250	1.255	0.396	0.127	0.039	0.012	0.005	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.242	96.921
[12-14[	6.946	6.973	1.897	0.487	0.158	0.066	0.021	0.008	0.004	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	16.561	89.679
[10-12[	10.553	6.923	1.422	0.388	0.150	0.066	0.020	0.008	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.533	73.118
[8-10[	8.796	4.730	1.102	0.467	0.179	0.090	0.044	0.020	0.004	0.003	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	15.436	53.585
[6-8[	3.069	2.802	1.360	0.830	0.536	0.234	0.071	0.019	0.004	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	8.927	38.150
[4-6[	2.716	7.886	4.420	1.313	0.240	0.015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.590	29.223
[2-4[	5.434	6.470	0.448	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.354	12.633
[0-2[	0.229	0.051	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.279	0.279
Total	40.789	40.403	12.481	4.075	1.446	0.530	0.173	0.062	0.016	0.006	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	99.983	-
Accum	40.789	81.192	93.673	97.749	99.194	99.725	99.897	99.959	99.975	99.981	99.983	99.983	99.983	99.983	99.983	99.983	99.983	99.983	-	-

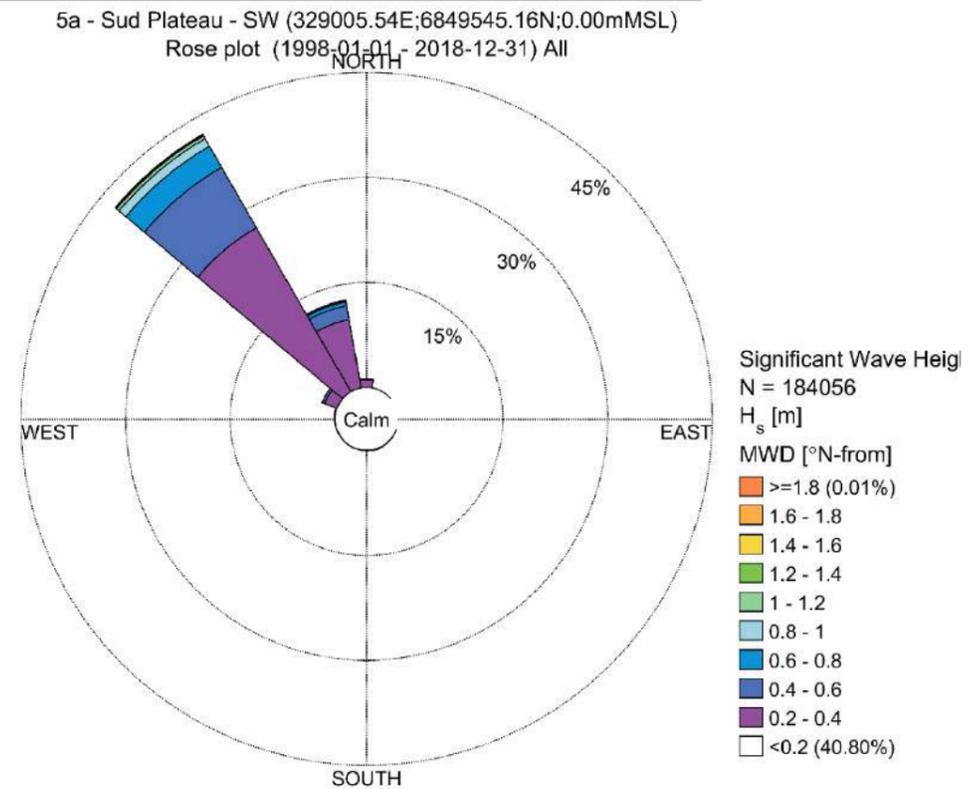
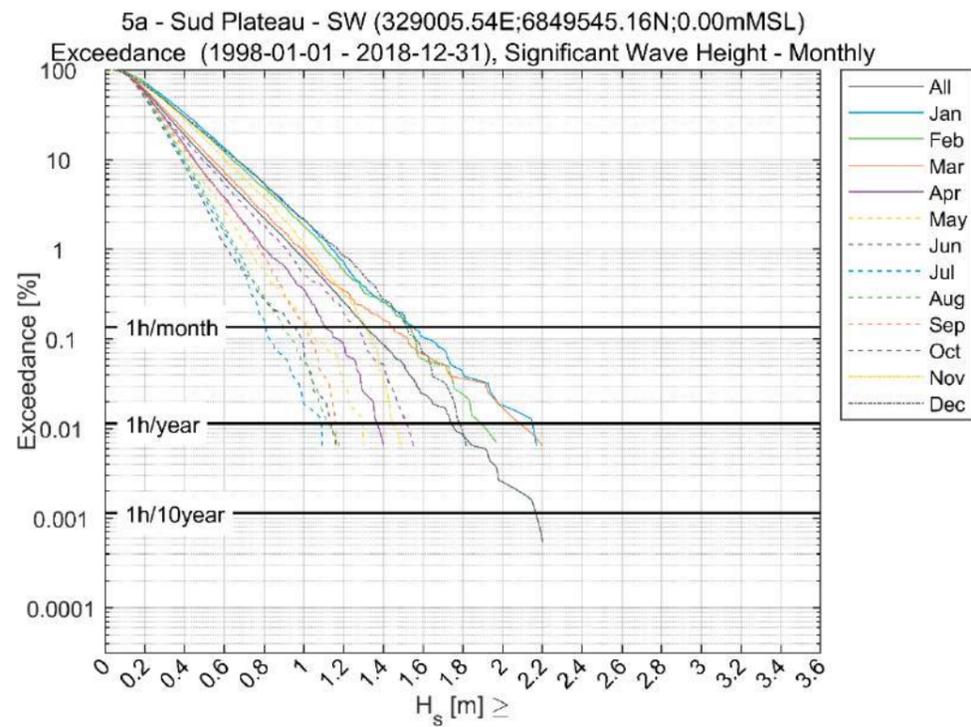
5a - Sud Plateau - SW (329005.535100E;6849545.155000N;+0.0mMSL)
 Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31 Ta 1h dt 1h) All

T _p [s] - Wave Period	MWD [°N-from] - Mean Wave Direction																		Total	Accum
	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[	[330-350[
[20-22[	0.005	-	-	-	-	-	-	0.002	0.001	0.001	-	-	0.002	0.002	0.001	0.003	0.073	0.040	0.129	99.983
[18-20[	0.012	0.001	-	-	-	-	-	-	0.009	0.008	0.001	0.001	0.003	0.002	0.003	0.020	0.355	0.209	0.625	99.854
[16-18[	0.017	0.003	0.001	-	0.001	0.001	-	0.005	0.020	0.005	0.004	0.003	0.004	0.008	0.008	0.020	1.484	0.726	2.309	99.230
[14-16[	0.073	0.005	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.012	0.049	0.043	0.015	0.017	0.015	0.019	0.025	0.097	4.772	2.093	7.242	96.921
[12-14[	0.206	0.009	0.005	0.004	0.003	0.001	0.002	0.045	0.187	0.114	0.048	0.052	0.058	0.087	0.107	0.450	10.561	4.621	16.561	89.679
[10-12[	0.280	0.012	0.004	0.004	0.002	0.002	0.003	0.061	0.272	0.126	0.086	0.086	0.073	0.108	0.160	0.832	12.421	4.999	19.533	73.118
[8-10[	0.177	0.002	0.002	-	0.001	-	0.001	0.031	0.144	0.105	0.065	0.072	0.068	0.089	0.141	0.933	10.302	3.304	15.436	53.585
[6-8[	0.149	0.004	0.003	0.001	-	0.001	0.002	0.008	0.027	0.029	0.022	0.021	0.021	0.029	0.058	0.499	6.321	1.733	8.927	38.150
[4-6[	0.709	0.005	0.001	-	0.001	-	0.001	0.004	0.014	0.009	0.010	0.004	0.004	0.011	0.031	0.620	9.367	5.799	16.590	29.223
[2-4[	0.923	0.007	-	-	-	-	-	0.005	0.017	0.005	0.005	0.005	0.007	0.008	0.020	0.368	4.914	6.071	12.354	12.633
[0-2[	0.001	-	-	-	-	-	-	0.007	0.078	0.033	0.016	0.022	0.015	0.004	-	0.016	0.067	0.022	0.279	0.279
Total	2.554	0.048	0.017	0.011	0.007	0.005	0.011	0.179	0.817	0.478	0.273	0.282	0.271	0.365	0.553	3.859	60.638	29.616	99.983	-
Accum	2.554	2.601	2.619	2.630	2.637	2.642	2.653	2.832	3.649	4.126	4.400	4.682	4.952	5.317	5.870	9.730	70.367	99.983	-	-

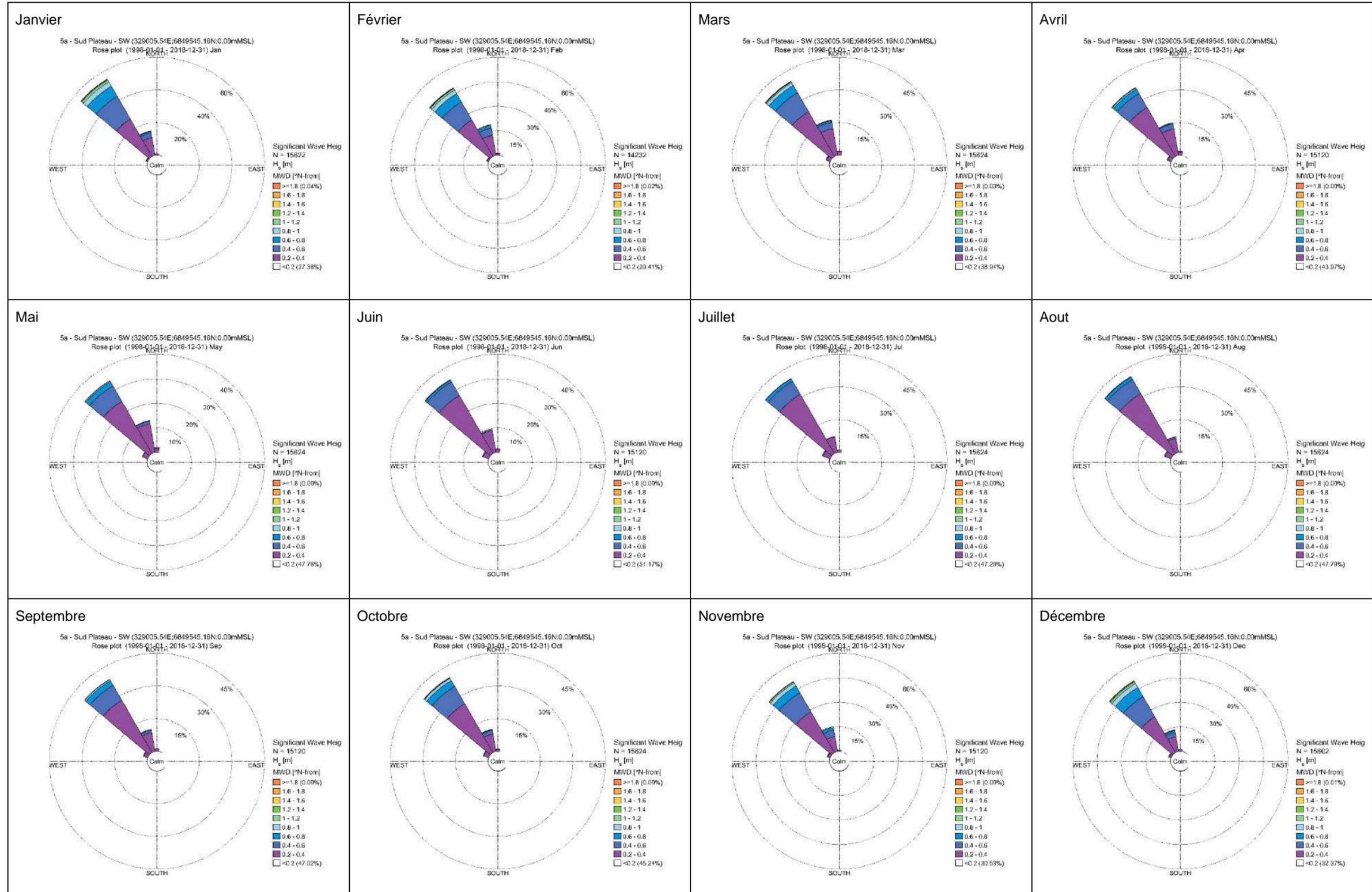
REGION BRETAGNE
 ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
 PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

5a - Sud Plateau - SW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height - Monthly

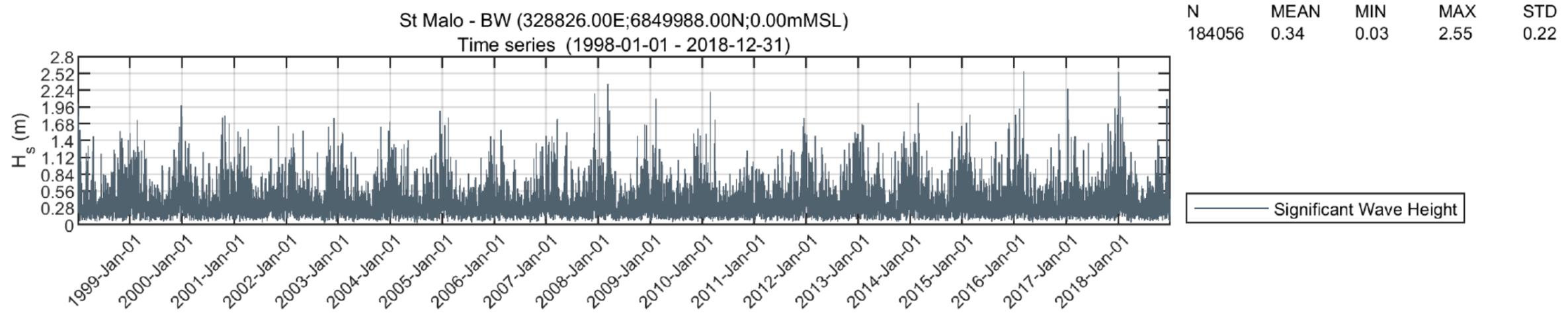
	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	59.200	72.622	70.587	61.060	56.032	52.240	48.829	52.714	52.215	52.976	54.756	69.471	67.626
0.4	18.793	32.979	30.122	20.949	14.306	11.290	8.585	9.396	10.420	13.142	16.679	28.003	30.310
0.6	6.312	13.571	12.233	7.309	3.816	2.720	1.124	1.542	1.779	3.598	5.338	10.198	12.838
0.8	2.236	5.467	4.841	2.579	1.005	0.582	0.278	0.154	0.282	0.827	1.837	3.763	5.352
1	0.789	2.157	1.806	0.941	0.351	0.154	0.073	0.013	0.051	0.152	0.512	1.157	2.147
1.2	0.259	0.730	0.569	0.346	0.079	0.026	-	-	-	-	0.192	0.311	0.859
1.4	0.086	0.256	0.253	0.160	0.007	-	-	-	-	-	0.051	0.033	0.276
1.6	0.024	0.102	0.056	0.064	-	-	-	-	-	-	-	-	0.064
1.8	0.008	0.038	0.021	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006
2	0.002	0.013	-	0.013	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2	0.001	-	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4



TABLEAUX DES OCCURENCES DE DISTRIBUTION MWD/HS; HS/TP ET TP/MWD, WL/HS, POUR LE POINT SAINT MALO BW



Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
 Hm0 [m] – Significant Wave Height

	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	Total	Accum
[330-350[	11.596	13.129	3.450	1.051	0.406	0.162	0.062	0.027	0.007	0.004	0.001	0.001	-	-	29.895	100.0...
[310-330[	10.384	24.846	11.606	4.775	1.951	0.854	0.358	0.153	0.058	0.020	0.009	0.004	0.002	-	55.018	70.105
[290-310[	1.444	3.110	1.125	0.338	0.078	0.021	0.002	-	-	-	-	-	-	-	6.118	15.087
[270-290[	0.377	0.261	0.007	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.646	8.969
[250-270[	0.216	0.092	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.311	8.323
[230-250[	0.164	0.061	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.226	8.012
[210-230[	0.153	0.048	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.202	7.786
[190-210[	0.204	0.064	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.270	7.584
[170-190[	0.477	0.102	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.586	7.314
[150-170[	0.566	0.210	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.784	6.728
[130-150[	0.092	0.039	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.134	5.944
[110-130[	0.015	0.012	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.028	5.810
[90-110[	0.005	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.013	5.782
[70-90[	0.002	0.005	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	5.769
[50-70[	0.002	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	5.761
[30-50[	0.007	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	5.756
[10-30[	0.146	0.089	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.237	5.749
[-10-10[	1.716	3.011	0.639	0.121	0.017	0.004	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	5.512	5.512
Total	27.564	45.091	16.857	6.287	2.452	1.040	0.424	0.181	0.065	0.023	0.009	0.004	0.002	-	100.0...	-
Accum	27.564	72.655	89.512	95.799	98.251	99.292	99.715	99.896	99.961	99.985	99.994	99.998	100.0...	100.0...	-	-

Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
 Hm0 [m] – Significant Wave Height

T _p [s] - Wave Period	[0-0.2[	[0.2-0.4[	[0.4-0.6[	[0.6-0.8[	[0.8-1[	[1-1.2[	[1.2-1.4[	[1.4-1.6[	[1.6-1.8[	[1.8-2[	[2-2.2[	[2.2-2.4[	[2.4-2.6[	[2.6-2.8[	Total	Accum
	[22-24[0.003	0.005	-	0.001	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009	99.993
[20-22[	0.035	0.063	0.021	0.012	0.006	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	0.142	99.984
[18-20[	0.128	0.290	0.120	0.060	0.027	0.015	0.005	0.004	0.001	0.002	-	0.001	-	-	0.652	99.841
[16-18[	0.360	0.970	0.635	0.304	0.091	0.034	0.015	0.004	0.002	0.002	0.002	0.001	-	-	2.419	99.189
[14-16[	1.225	3.272	1.839	0.774	0.268	0.102	0.041	0.014	0.004	0.002	0.001	-	-	-	7.542	96.771
[12-14[	4.425	8.477	3.074	0.949	0.301	0.112	0.053	0.023	0.010	0.004	0.003	0.001	0.001	-	17.433	89.228
[10-12[	7.828	9.688	2.295	0.611	0.259	0.130	0.058	0.028	0.007	0.002	-	-	-	-	20.905	71.796
[8-10[	6.890	6.130	1.385	0.656	0.287	0.147	0.075	0.045	0.023	0.007	0.003	0.002	0.001	-	15.649	50.890
[6-8[	1.953	2.861	1.617	1.024	0.714	0.400	0.174	0.064	0.018	0.005	0.002	0.001	-	-	8.834	35.241
[4-6[	1.290	6.616	5.196	1.891	0.497	0.096	0.003	-	-	-	-	-	-	-	15.589	26.408
[2-4[	3.272	6.678	0.674	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.628	10.818
[0-2[	0.152	0.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.191	0.191
Total	27.560	45.088	16.857	6.287	2.452	1.040	0.424	0.181	0.065	0.023	0.009	0.004	0.002	-	99.993	-
Accum	27.560	72.648	89.505	95.792	98.244	99.284	99.708	99.889	99.954	99.978	99.987	99.991	99.993	99.993	-	-

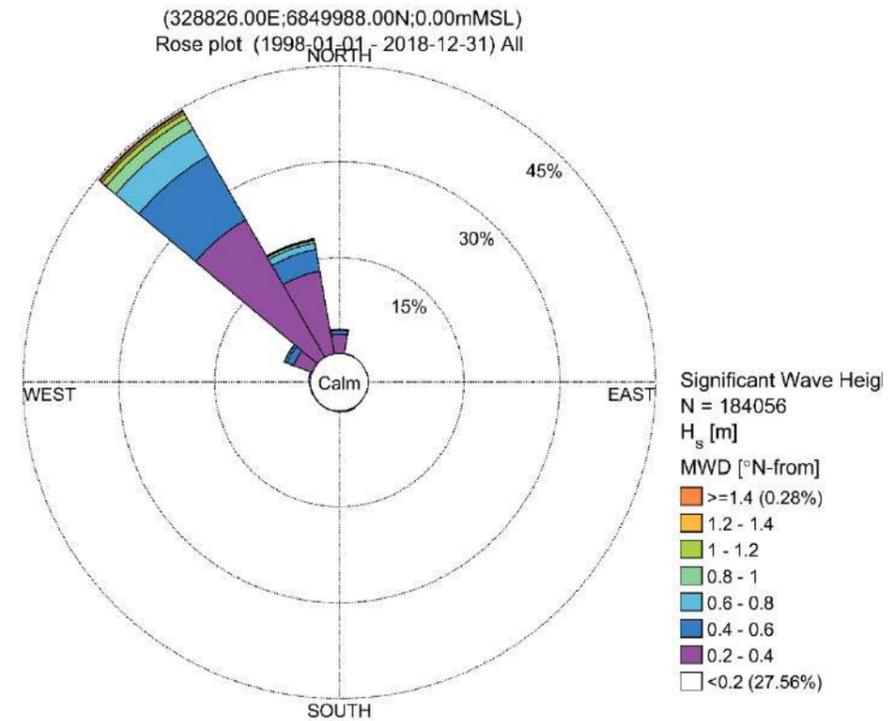
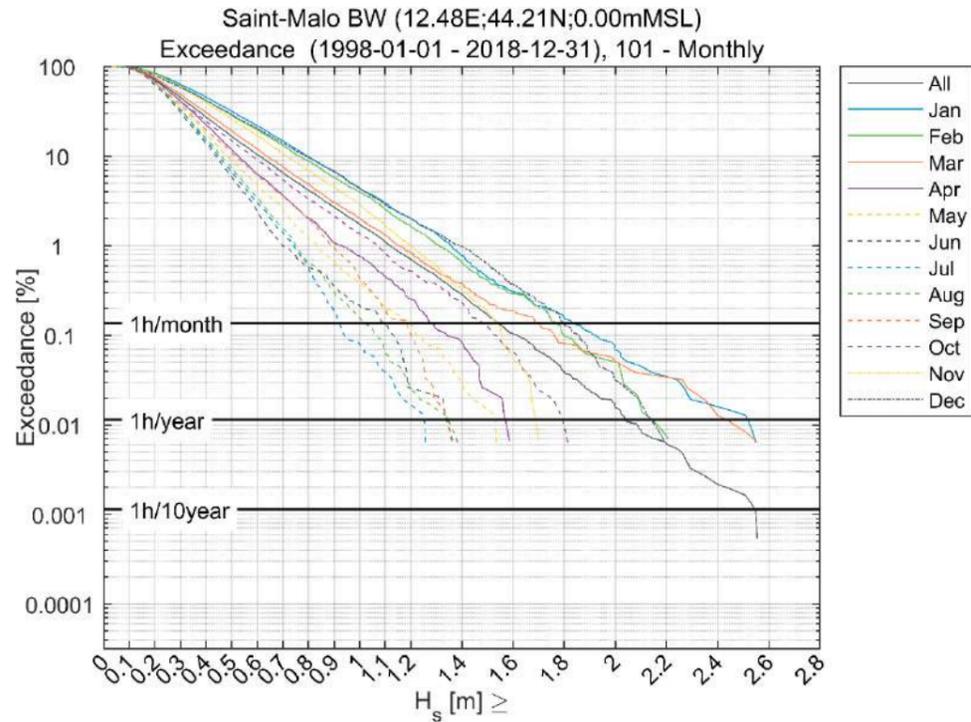
Frequency of Occurrence [%] (1998-01-01 - 2018-12-31) All
 MWD [°N-from] – Mean Wave Direction

T _p [s] - Wave Period	[-10-10[	[10-30[	[30-50[	[50-70[	[70-90[	[90-110[	[110-130[	[130-150[	[150-170[	[170-190[	[190-210[	[210-230[	[230-250[	[250-270[	[270-290[	[290-310[	[310-330[	[330-350[	Total	Accum
	[22-24[0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.003	0.009	99.993
[20-22[	0.013	-	-	-	-	-	-	0.001	0.002	0.002	-	-	-	0.001	0.002	0.003	0.062	0.057	0.142	99.984
[18-20[	0.040	0.002	0.001	-	-	-	-	0.001	0.014	0.008	0.001	0.001	-	0.001	0.002	0.023	0.281	0.279	0.652	99.841
[16-18[	0.051	0.003	0.001	0.001	-	0.001	0.002	0.003	0.021	0.006	0.004	-	0.001	0.001	0.003	0.022	1.196	1.102	2.419	99.189
[14-16[	0.152	0.007	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.010	0.071	0.052	0.018	0.008	0.005	0.004	0.015	0.095	4.108	2.990	7.542	96.771
[12-14[	0.494	0.023	0.002	0.002	0.002	0.005	0.007	0.028	0.205	0.123	0.048	0.023	0.035	0.050	0.084	0.586	9.748	5.967	17.433	89.228
[10-12[	0.550	0.029	0.001	0.001	0.001	0.004	0.012	0.060	0.282	0.166	0.084	0.063	0.066	0.100	0.181	1.172	12.335	5.799	20.905	71.796
[8-10[	0.285	0.009	0.001	0.001	0.002	0.001	0.003	0.019	0.083	0.137	0.073	0.070	0.082	0.105	0.225	1.473	10.034	3.049	15.649	50.890
[6-8[	0.230	0.013	0.001	-	0.002	0.001	0.001	0.004	0.017	0.028	0.020	0.021	0.017	0.032	0.065	1.117	5.904	1.363	8.834	35.241
[4-6[	1.452	0.023	-	-	-	-	0.001	-	0.008	0.008	0.004	0.004	0.007	0.010	0.029	1.286	8.024	4.733	15.589	26.408
[2-4[	2.242	0.128	-	-	-	-	-	0.002	0.011	0.010	0.003	0.003	0.007	0.006	0.033	0.333	3.307	4.543	10.628	10.818
[0-2[	0.001	-	-	-	-	-	-	0.004	0.071	0.047	0.016	0.010	0.005	0.002	0.008	0.007	0.012	0.008	0.191	0.191
Total	5.510	0.237	0.007	0.005	0.008	0.013	0.028	0.134	0.784	0.586	0.270	0.202	0.226	0.311	0.646	6.117	55.017	29.892	99.993	-
Accum	5.510	5.747	5.754	5.759	5.767	5.780	5.809	5.942	6.726	7.312	7.582	7.785	8.011	8.321	8.967	15.084	70.101	99.993	-	-

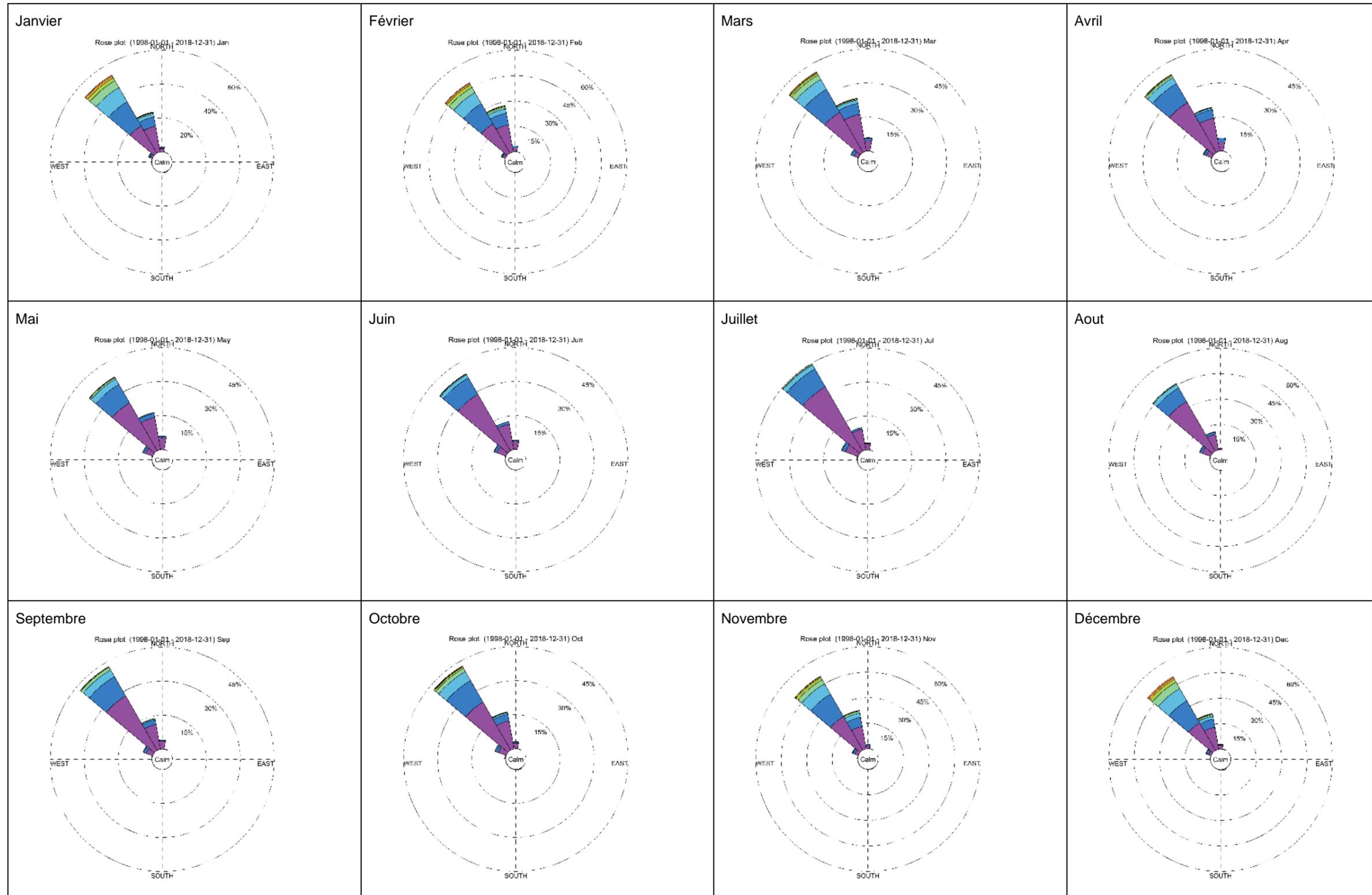
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Saint-Malo BW
 Exceedance (1998-01-01 - 2018-12-31) 101 - Monthly

	All	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.1	97.074	98.765	98.616	97.465	96.819	95.462	96.501	97.145	97.472	95.516	95.744	97.493	97.968
0.2	72.436	83.986	83.080	75.147	70.311	66.001	62.474	66.481	66.020	66.124	69.700	81.111	79.437
0.3	45.171	63.338	60.413	48.758	40.966	35.804	30.966	33.218	32.905	37.679	41.519	58.869	58.605
0.4	27.345	45.584	42.194	30.812	22.533	17.742	13.796	14.747	15.777	19.649	24.635	39.537	42.029
0.5	16.688	31.772	28.583	19.124	11.792	8.999	5.886	6.676	7.431	10.926	14.932	25.794	29.024
0.6	10.488	21.921	19.815	11.962	6.303	4.807	2.440	3.040	3.463	6.177	9.127	16.918	20.396
0.7	6.568	14.830	13.203	7.527	3.604	2.535	0.999	1.402	1.555	3.538	5.421	10.701	13.864
0.8	4.201	9.889	8.846	4.864	2.024	1.229	0.569	0.589	0.659	2.004	3.328	6.938	9.724
0.9	2.705	6.727	5.811	3.053	1.085	0.653	0.357	0.179	0.301	0.952	2.131	4.550	6.820
1	1.749	4.397	4.005	2.029	0.767	0.384	0.212	0.077	0.154	0.437	1.376	2.890	4.378
1.1	1.109	3.008	2.572	1.325	0.456	0.198	0.126	0.038	0.058	0.192	0.838	1.700	2.872
1.2	0.708	2.016	1.644	0.838	0.251	0.128	0.020	0.013	0.019	0.099	0.518	1.005	1.987
1.4	0.285	0.768	0.646	0.378	0.079	0.026	-	-	-	-	0.230	0.317	0.981
1.6	0.104	0.301	0.288	0.186	-	-	-	-	-	-	0.064	0.046	0.365
1.8	0.039	0.154	0.098	0.077	-	-	-	-	-	-	0.006	-	0.128
2	0.015	0.064	0.049	0.045	-	-	-	-	-	-	-	-	0.026
2.2	0.006	0.032	0.007	0.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.4	0.002	0.013	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUIVANT N°4



ANNEXE C – Méthodologie d'analyse de valeurs extrêmes

METHODOLOGIE D'ANALYSE DE VALEURS EXTREMES

Général

Les valeurs extrêmes associées à des longues périodes de retour sont estimées en ajustant une distribution de probabilité aux données historiques. Un certain nombre de distributions, de sélection des données et de techniques d'ajustement peuvent être utilisées pour l'estimation de valeurs extrêmes, et ces valeurs estimées sont souvent sensible au choix de la méthode. Cependant, il n'est pas possible de choisir une méthode uniquement avec un meilleur appui théorique ou du fait de son utilisation plus répandue par les entreprises. Par conséquent, il est préférable de tester plusieurs approches et de décider de la méthode à utiliser en fonction de la qualité de l'ajustement.

Une analyse de valeurs extrêmes typique suit généralement les étapes suivantes :

1. Extraction d'évènements répartis de façon indépendante et identique à condition que les évènements sont séparés par au moins 36 heures, et que les valeurs entre les évènements soient inférieures à 70% de la valeur du plus petit pic des deux évènements consécutifs.

Ajustement de la distribution des valeurs extrêmes des évènements ainsi extraits, tous deux omni/total et directionnel/saisonnier sous-ensembles. Les paramètres de distribution sont estimés soit par maximum de vraisemblance ou par méthode des moindres carrés. Les analyses suivantes sont employées (voir Section B.2 plus pour de détails)

2. juster la distribution de Gumbel au maximum annuel.
3. Resserrement des sous-domaines afin d'assurer la consistance avec la distribution omni/totale.
4. Autoamorçage pour estimer l'incertitude due à l'erreur d'échantillonnage.

Lois de distribution

Les distributions de probabilité suivantes sont souvent employées en lien avec l'estimations de valeurs extrêmes :

- Distribution de Weibull à deux paramètres
- Distribution de Weibull tronquée
- Distribution exponentielle
- Distribution de Gumbel

La distribution de Weibull à deux paramètres est donnée par :

$$P(X < x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha\right) \quad (\text{A.1})$$

avec les paramètres de distribution α (forme) et β (échelle). La distribution de Weibull à deux paramètres utilisée avec la méthode d'analyse Peak-Over-Threshold (POT) est ajustée à l'excédent de valeurs au-dessus du seuil, c'est-à-dire que la valeur du seuil est soustraite aux données relatives à l'ajustement.

La distribution tronquée de Weibull à deux paramètres est donnée par :

$$P(X < x) = 1 - \frac{1}{P_0} \exp\left(-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha\right) \quad (\text{A.2})$$

avec les paramètres de distribution α (forme) et β (échelle) et la probabilité de dépassement P_0 , du niveau de seuil, γ , donné par :

$$P_0 = \exp\left(-\left(\frac{\gamma}{\beta}\right)^\alpha\right) \quad (\text{A.3})$$

La distribution tronquée de Weibull à deux paramètres est utilisée avec la méthode d'analyse Peak-Over-Threshold, et, contrairement à la distribution non tronquée, est ajustée directement aux données, c'est-à-dire que la valeur du seuil n'est pas soustraite aux données relatives à l'ajustement.

La distribution exponentielle est donnée par :

$$P(X < x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x - \mu}{\beta}\right)\right), x \geq \mu \quad (\text{A.4})$$

avec les paramètres de distribution α (forme) et μ (position).

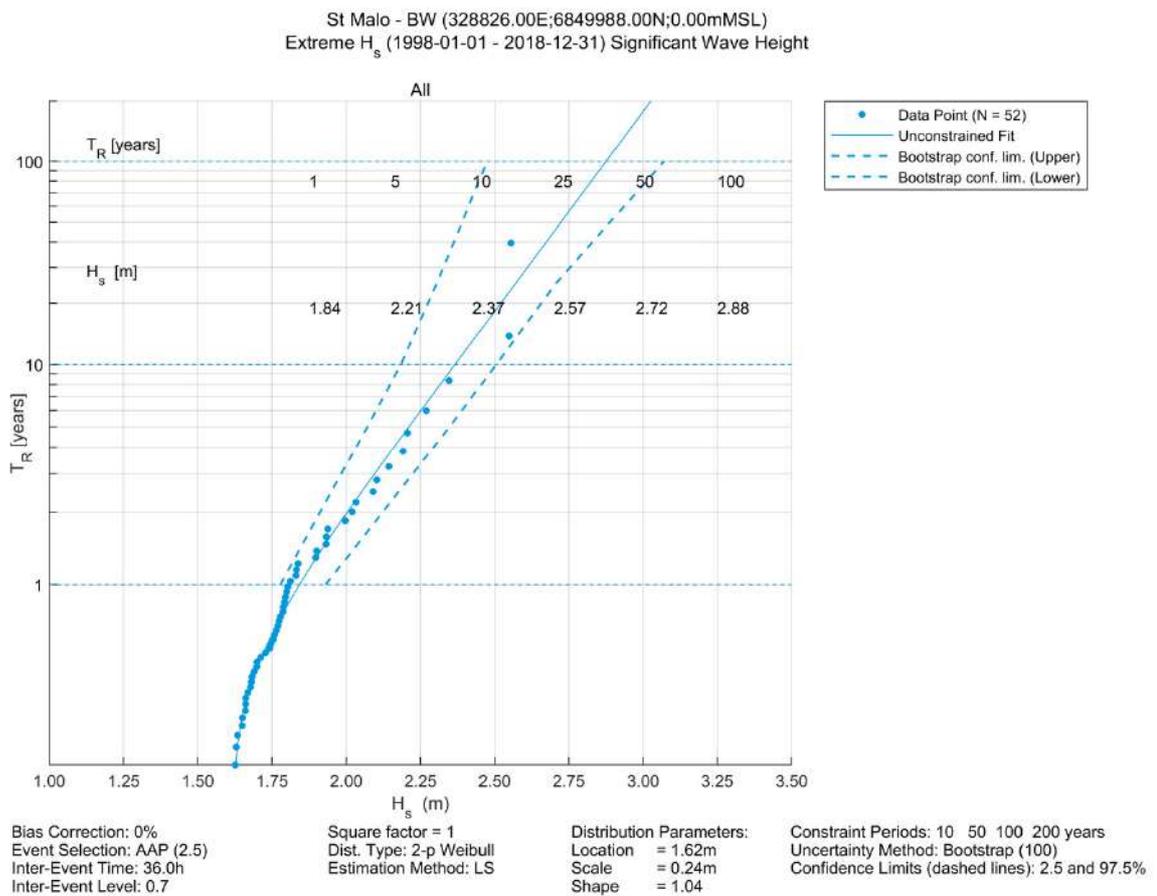
Dernièrement, la distribution de Gumbel est donnée par :

$$P(X < x) = \exp\left(-\exp\left(\frac{\mu - x}{\beta}\right)\right) \quad (\text{A.5})$$

avec les paramètres de distribution α (forme) et μ (position).

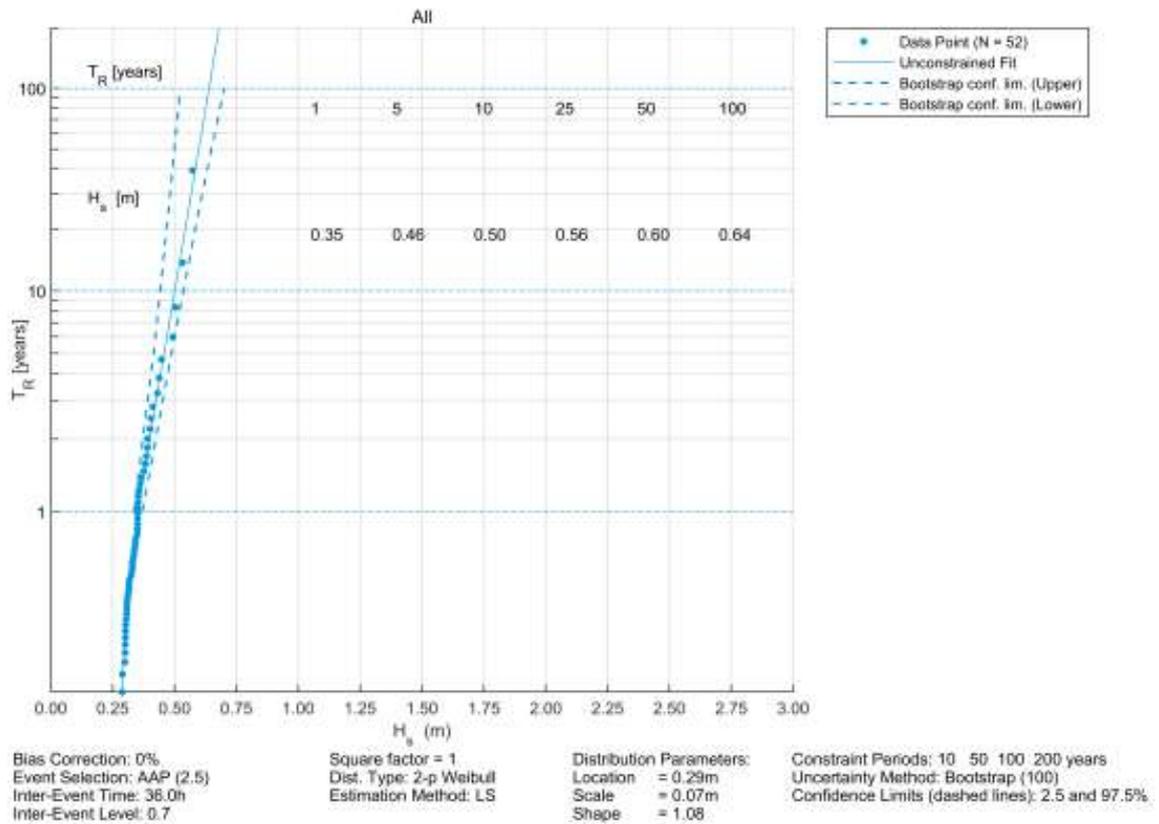
ANNEXE D – Distribution directionnelle des hauteurs significatives extrêmes au point Saint-Malo_BW

DISTRIBUTION DIRECTIONNELLE DES HAUTEURS SIGNIFICATIVES EXTREMES BASEE SUR UNE DISTRIBUTION DE WEIBULL A DEUX PARAMETRES, LS, AAP 2.5 EVENEMENTS/AN AU POINT SAINT MALO BW

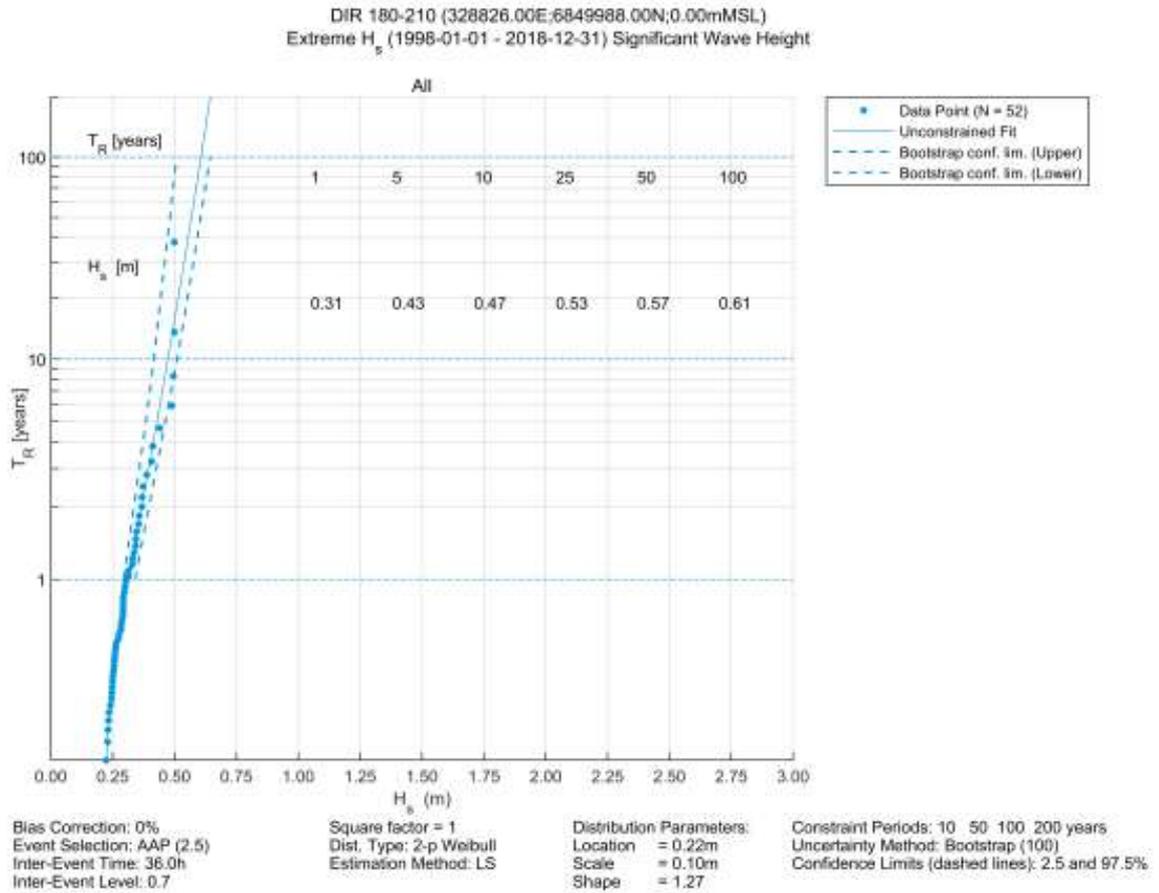


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

DIR 150-160 (328626.00E;6849968.00N;0.00mMSL)
 Extreme H_s (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height

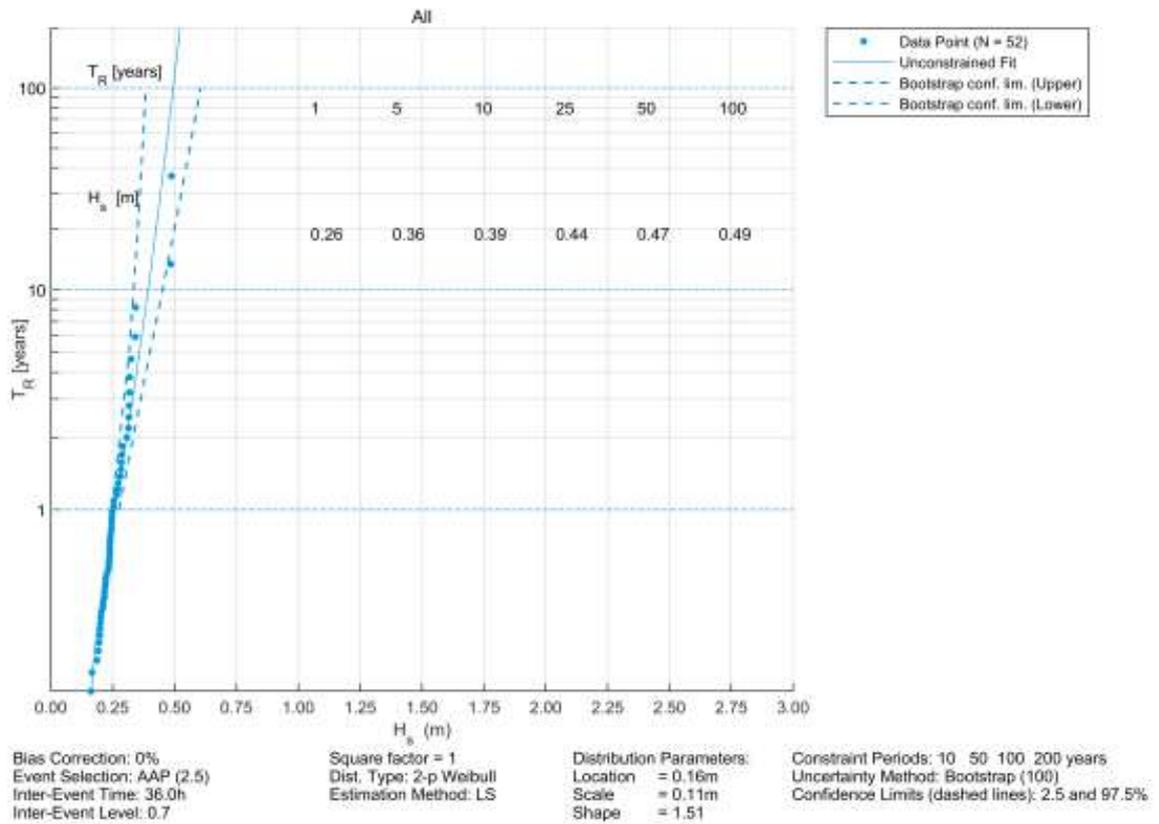


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

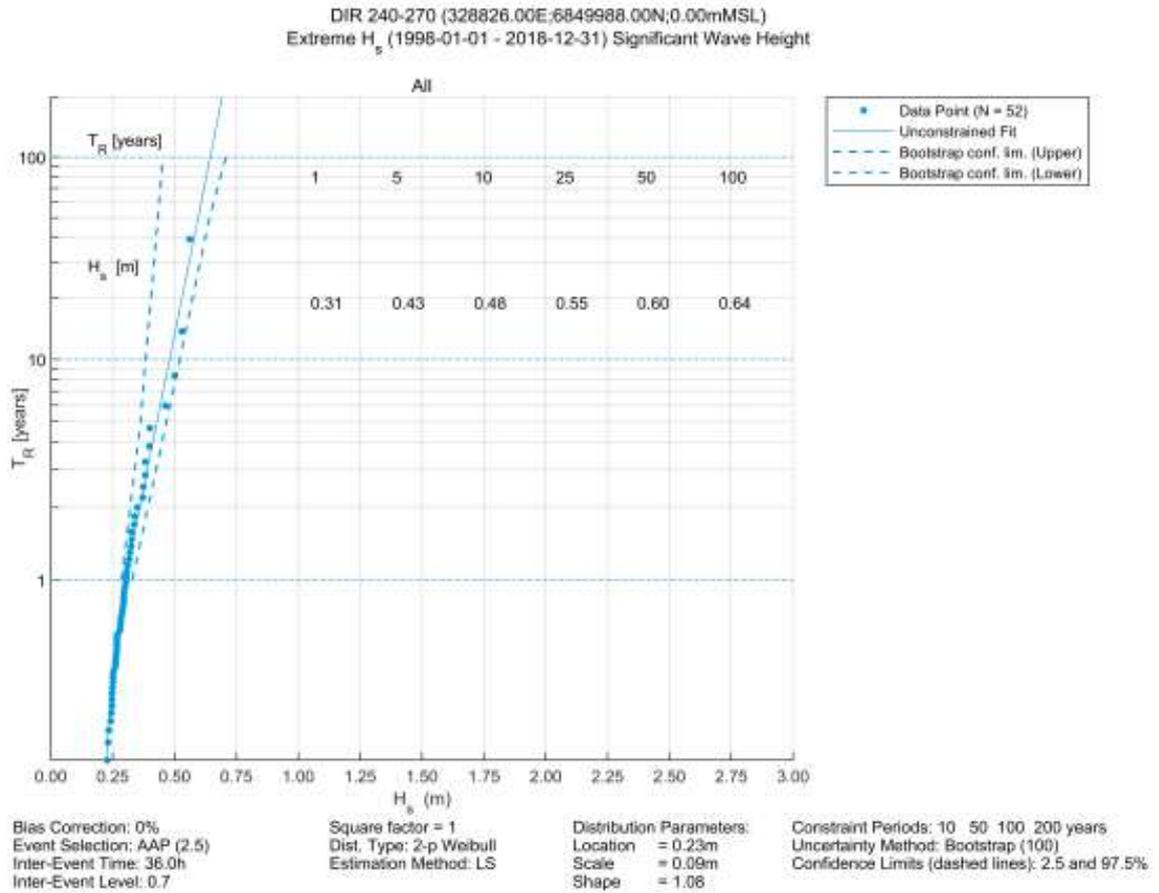


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

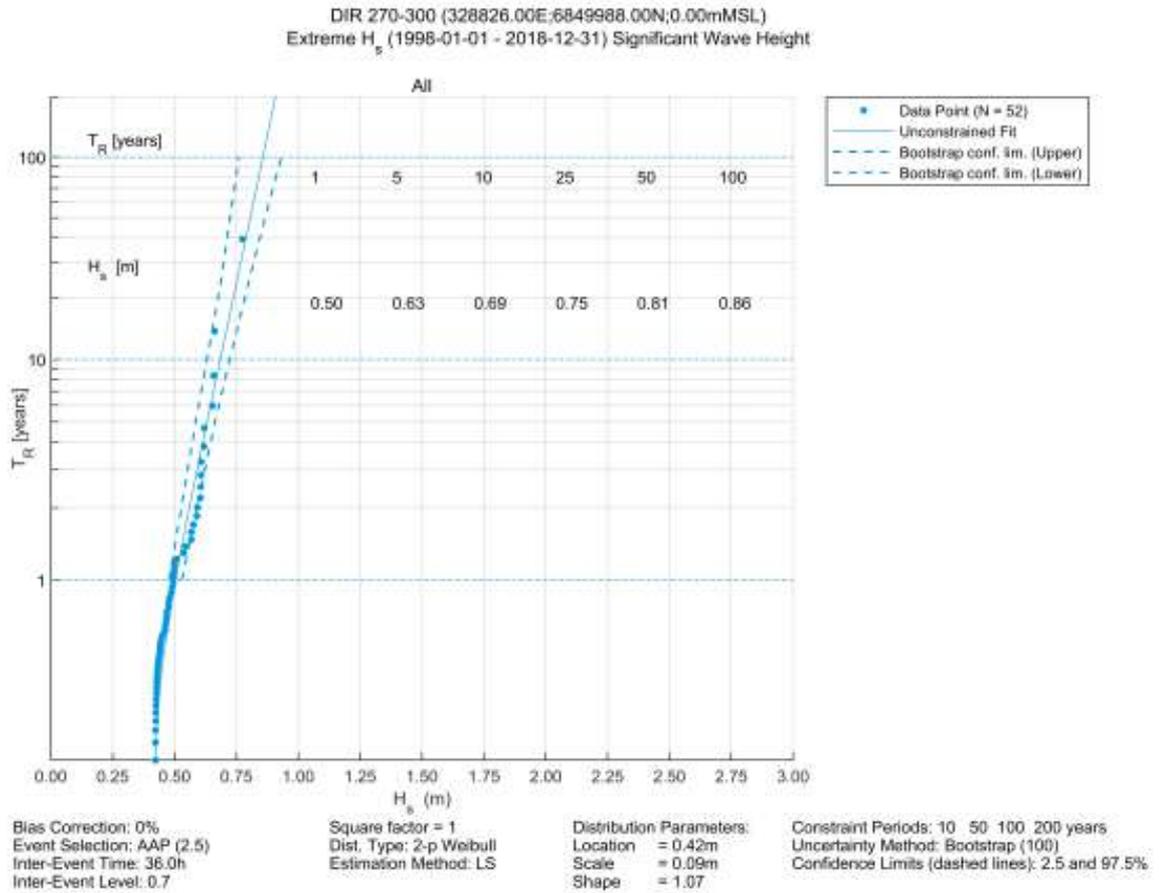
DIR 210-240 (328826.00E;6849988.00N;0.00mMSL)
 Extreme H_s (1998-01-01 - 2018-12-31) Significant Wave Height



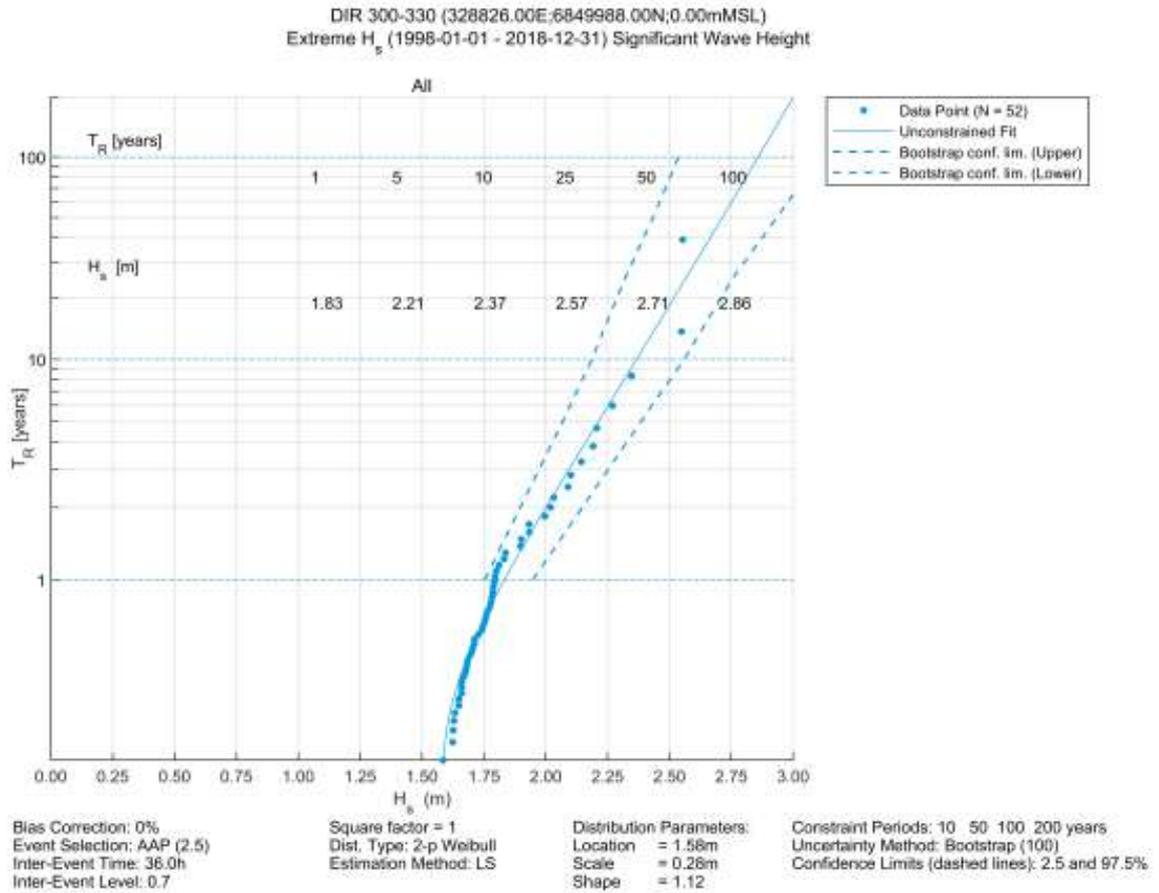
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4



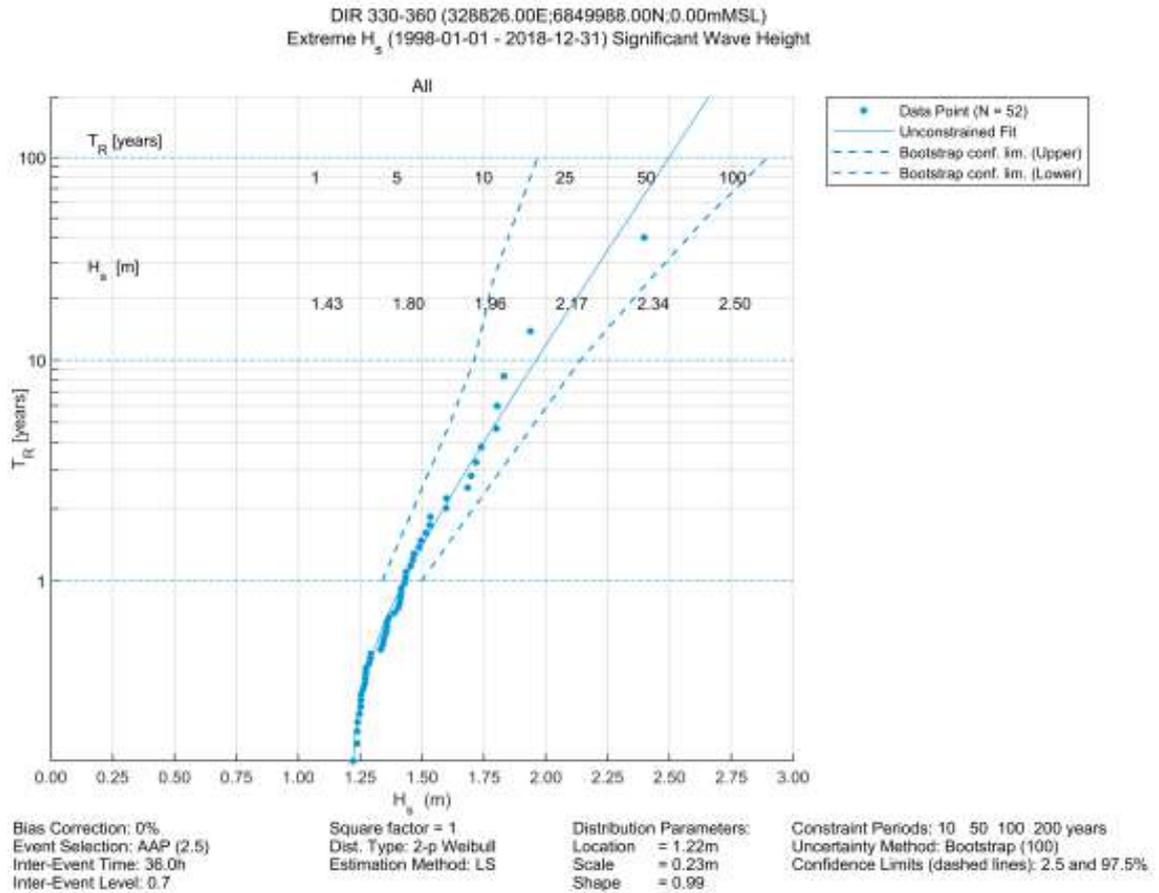
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4



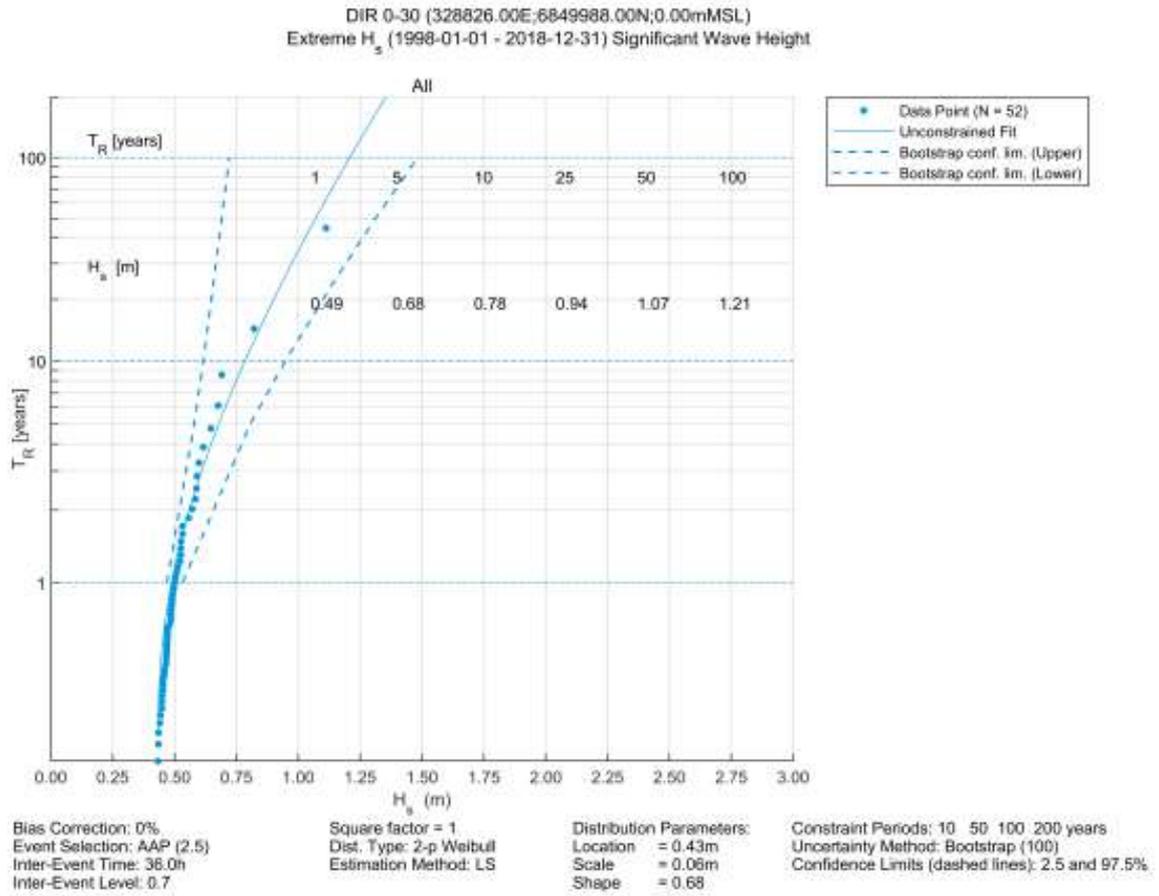
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

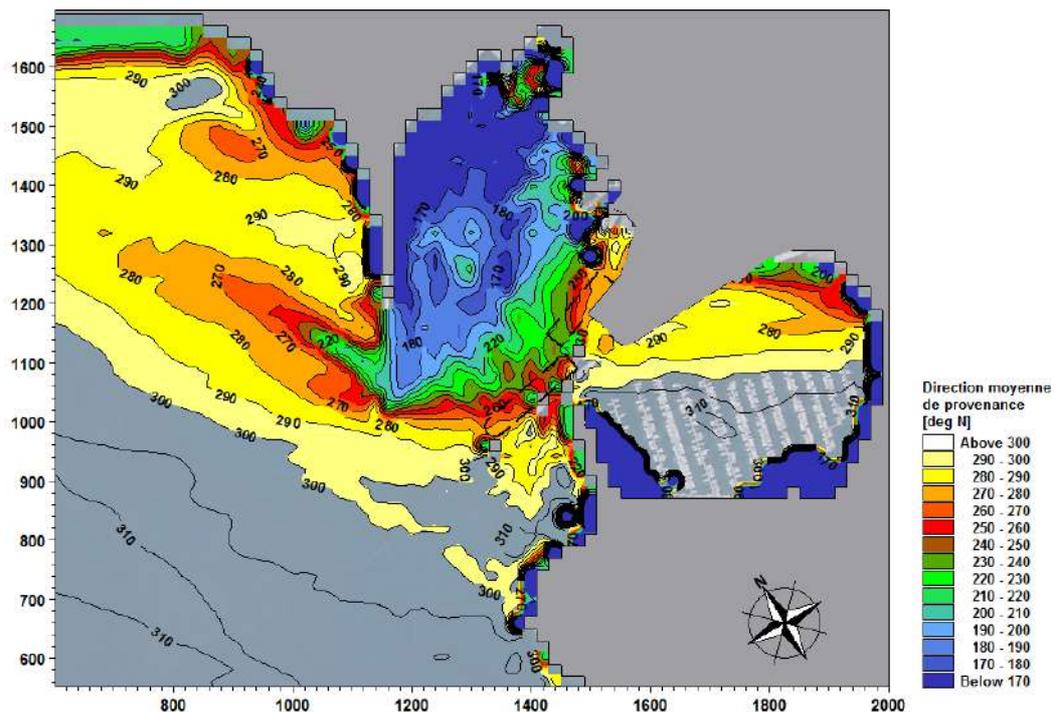
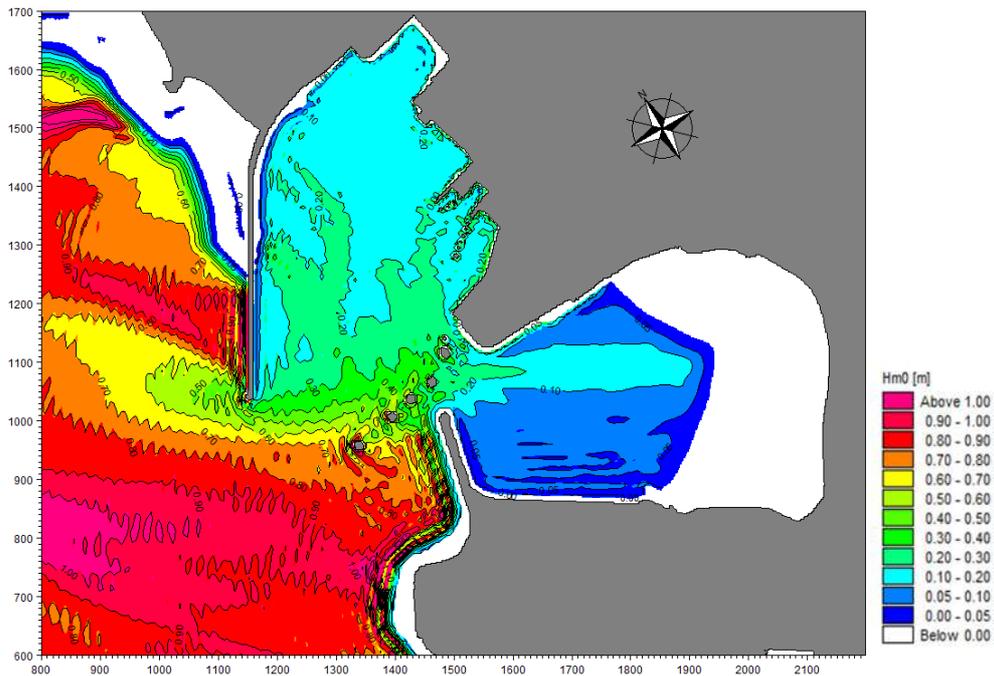


ANNEXE E – Planches d’agitation pour les simulations de conditions opérationnelles

PLANCHES D'AGITATION ET DE DIRECTIONS DE VAGUES POUR LES SIMULATIONS DE CONDITIONS OPERATIONNELLES

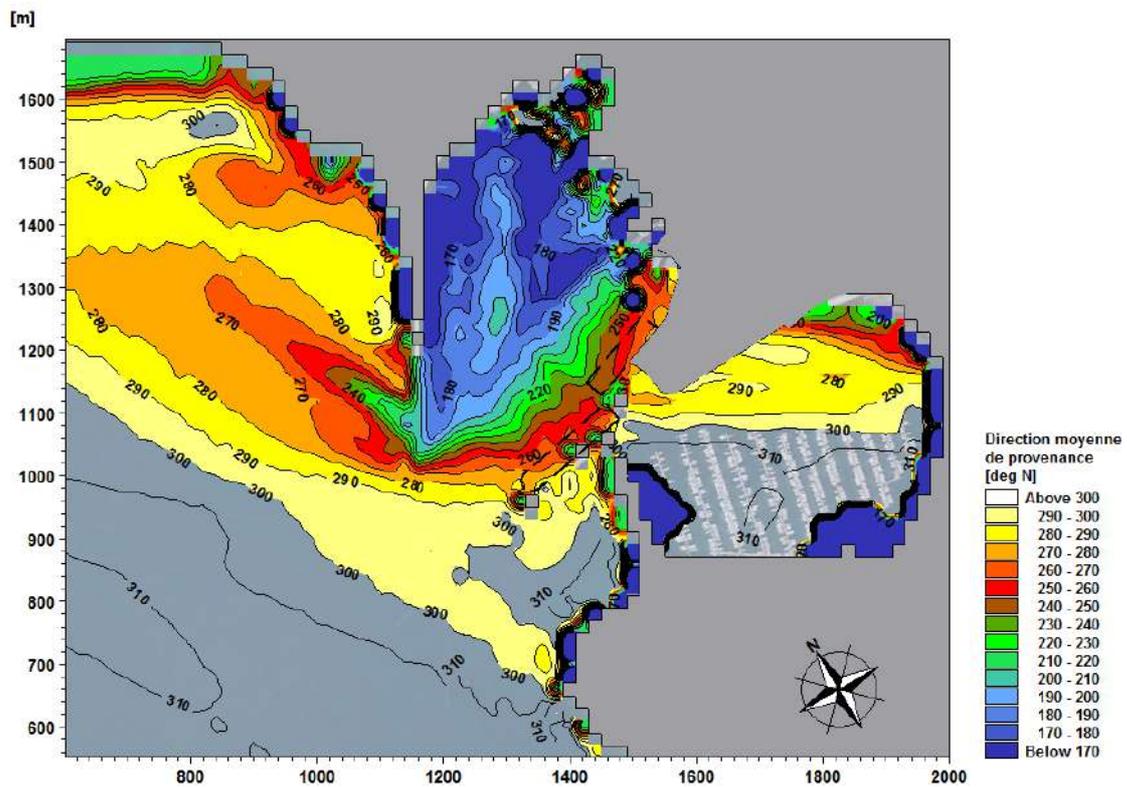
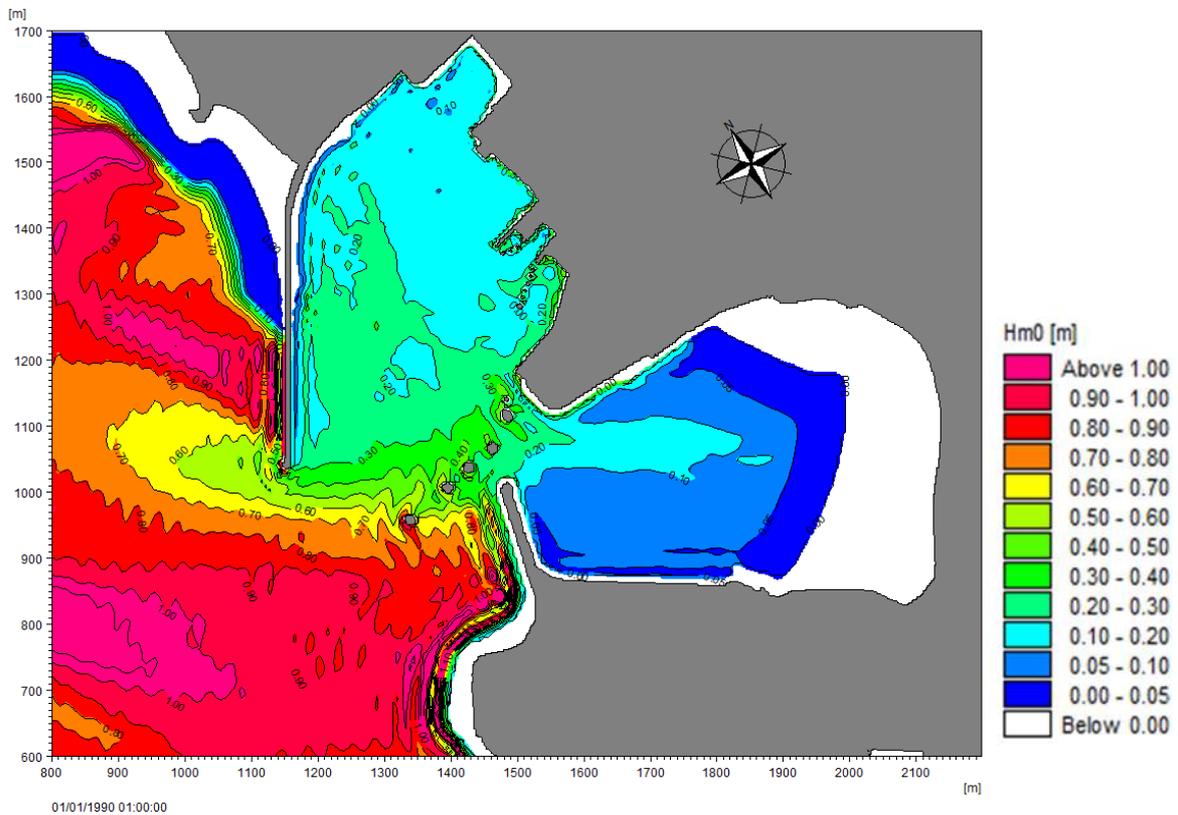
H_{m0} au niveau de la ligne de génération = 1m - Niveau d'eau : Niveau moyen (NM)

$T_p=5s$, $MWD=310^\circ N$



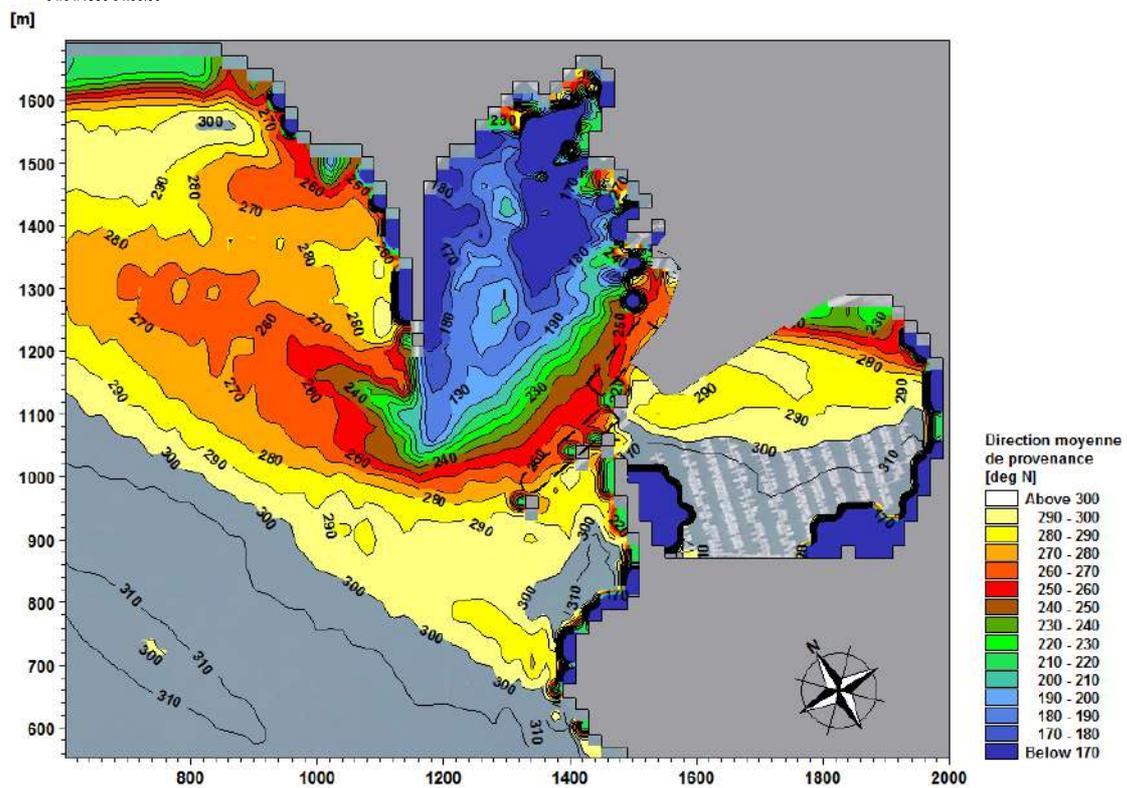
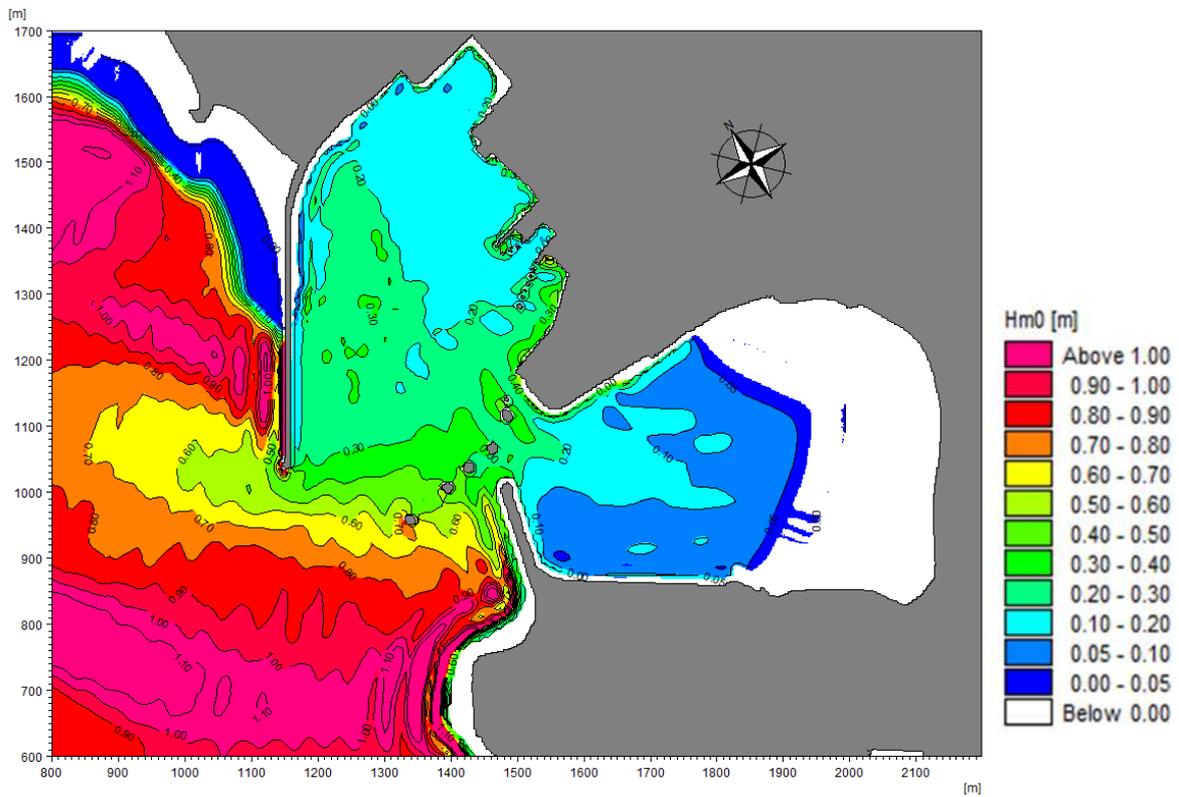
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=7s, MWD =310°N



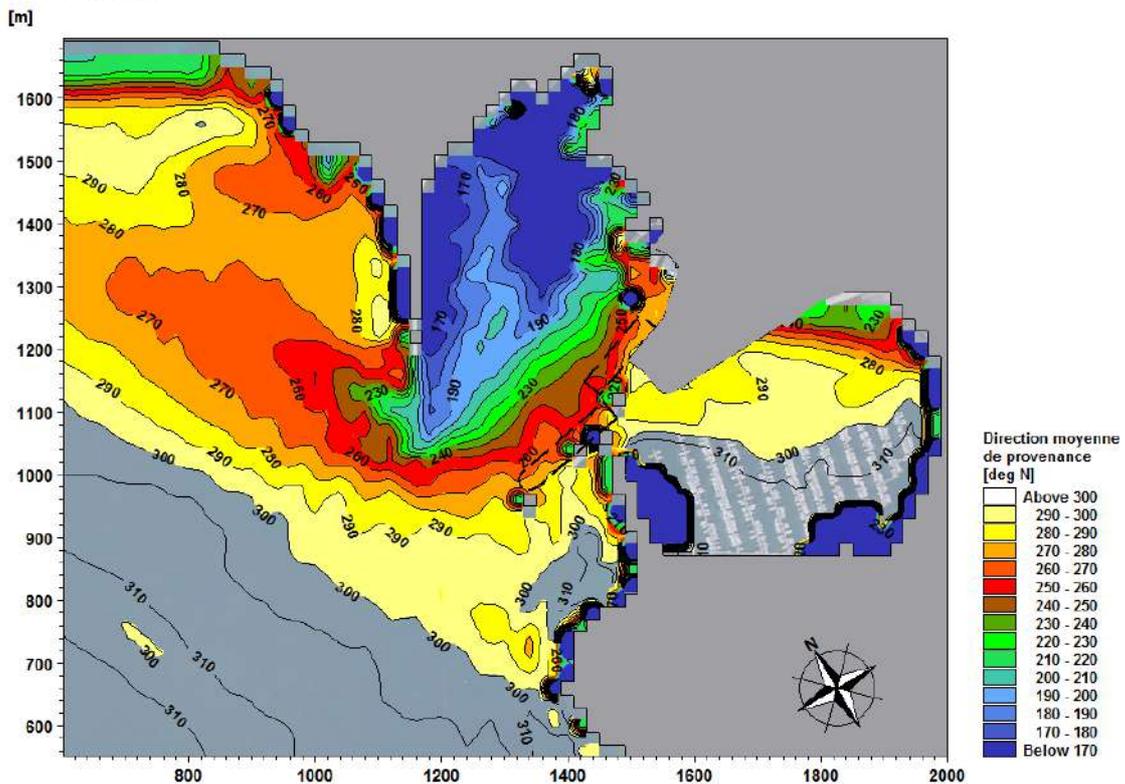
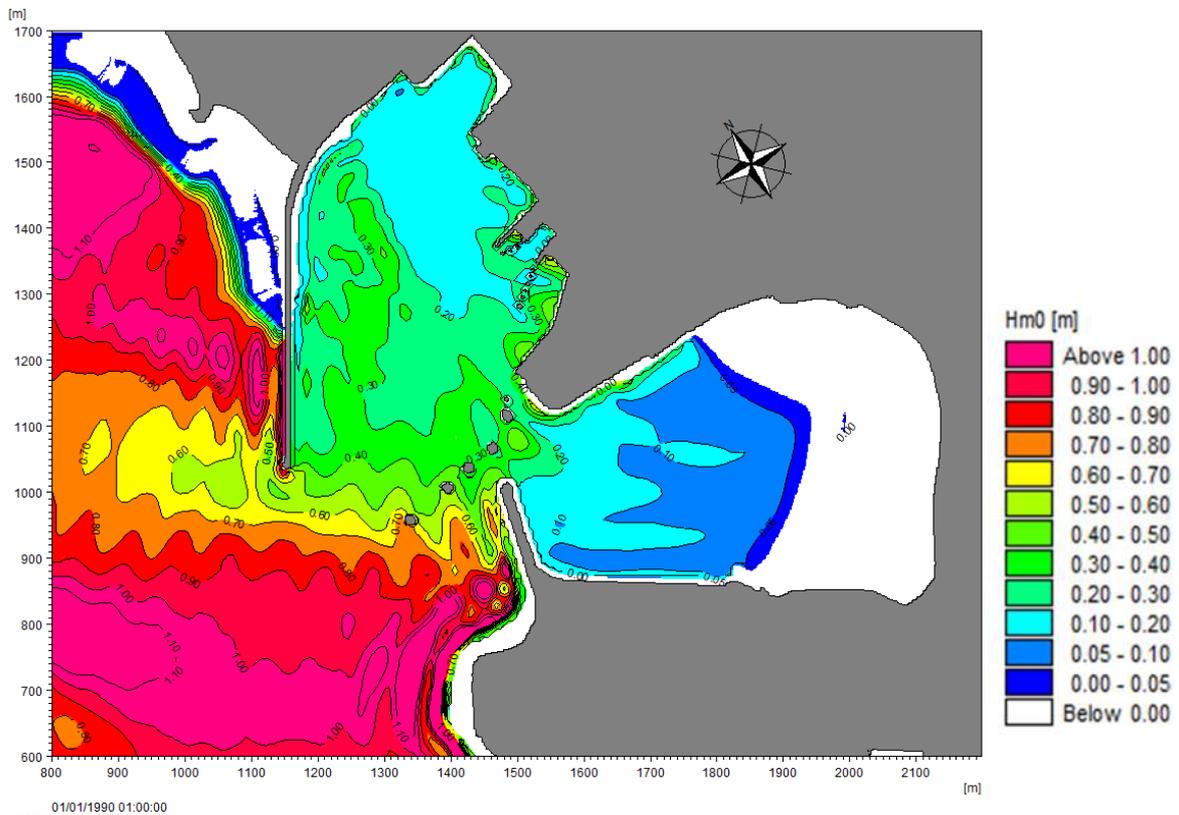
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=10s, MWD =310°N



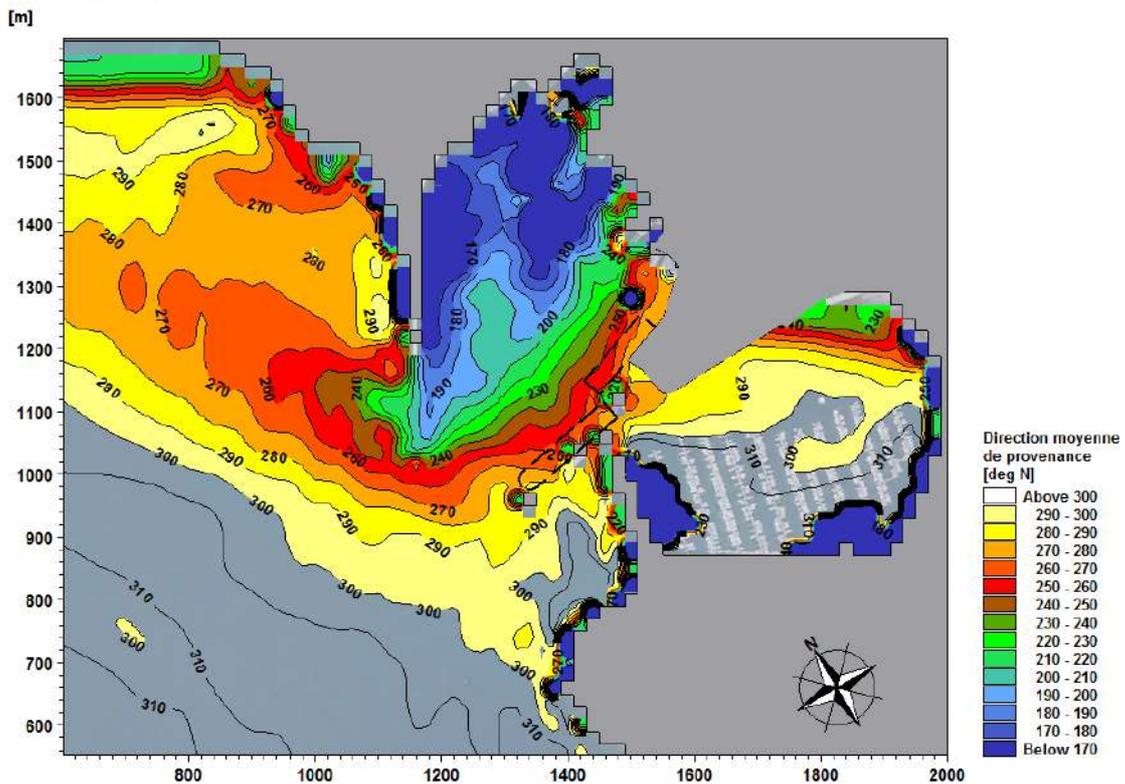
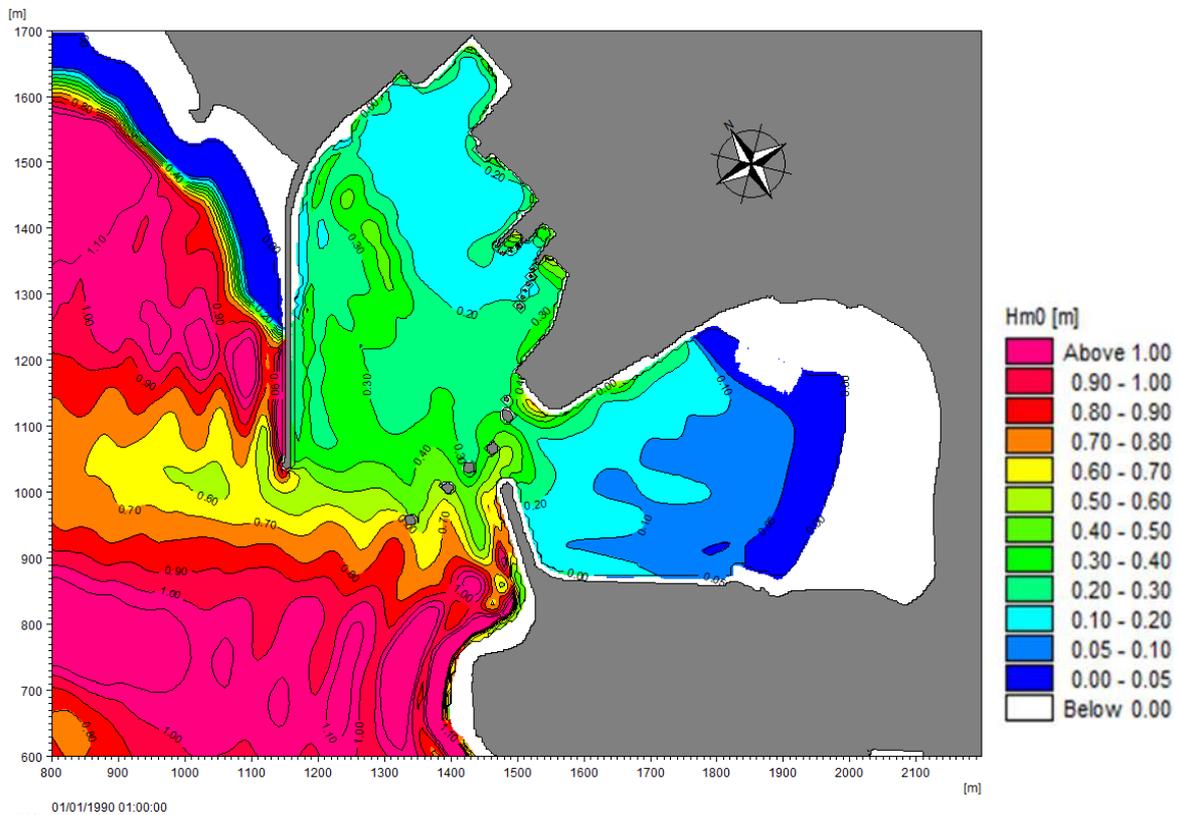
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=13s, MWD =310°N



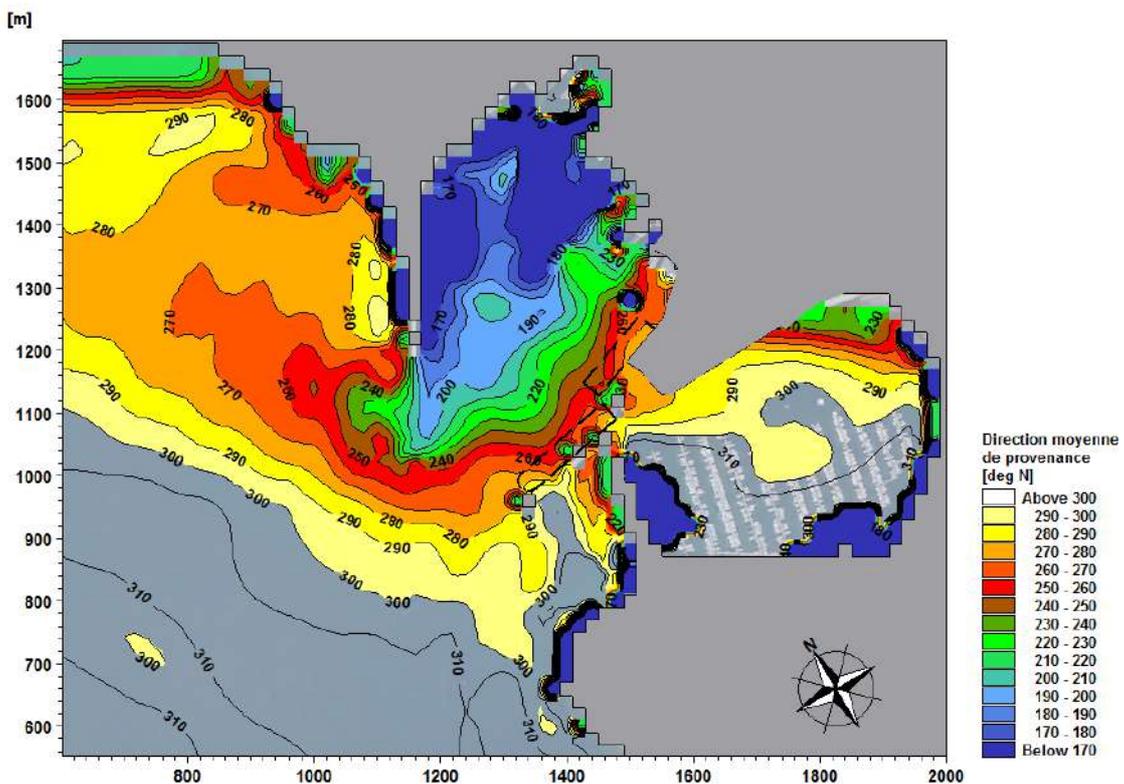
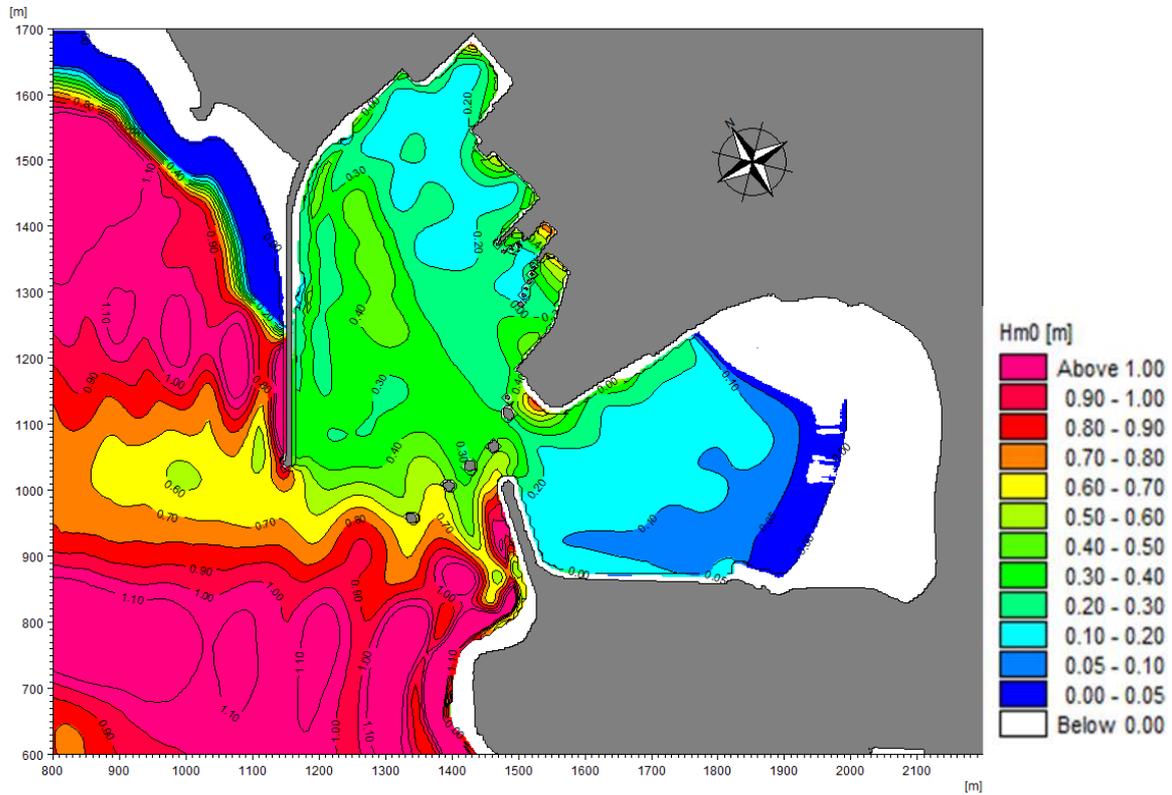
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=17s, MWD =310°N



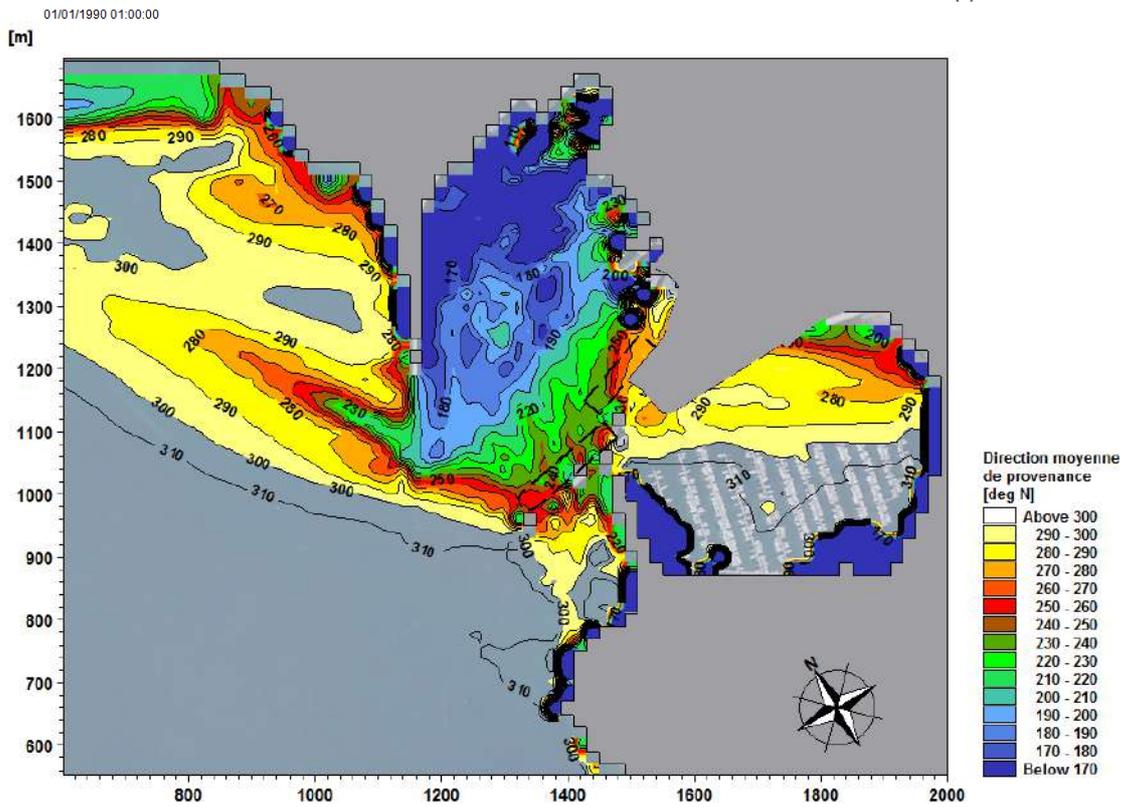
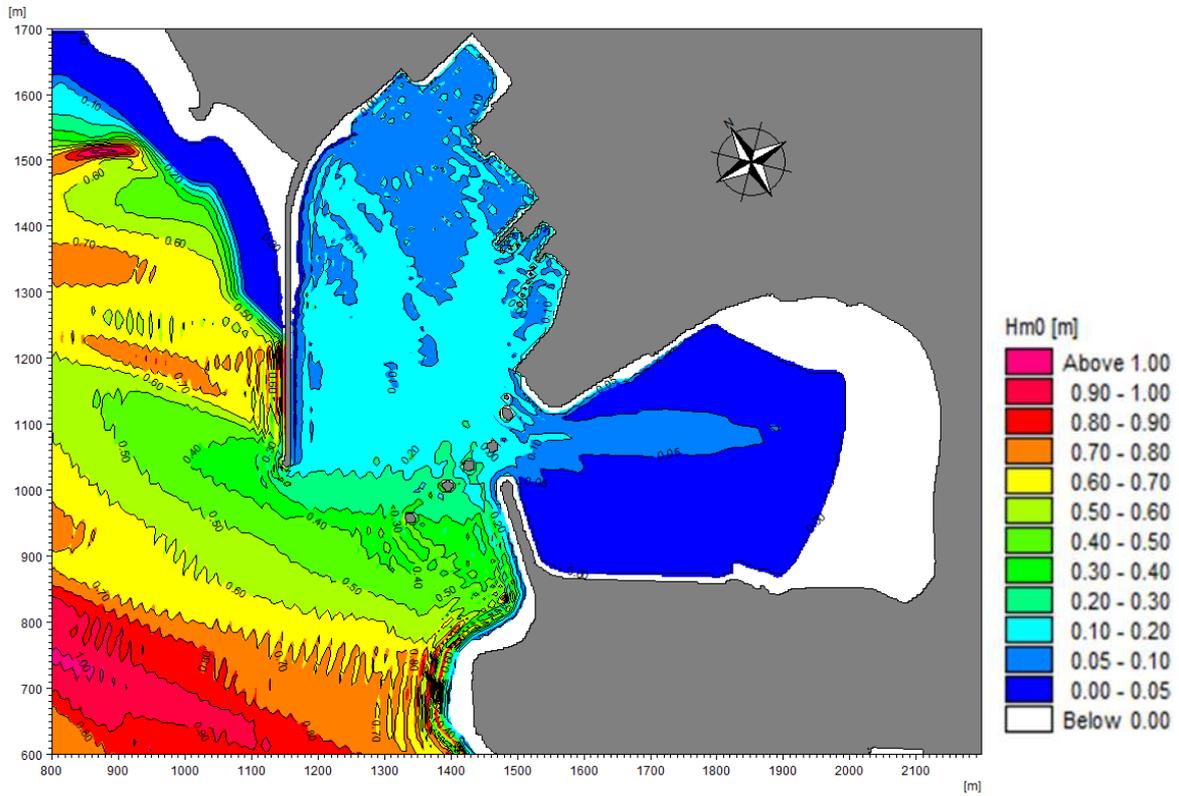
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=21s, MWD =310°N



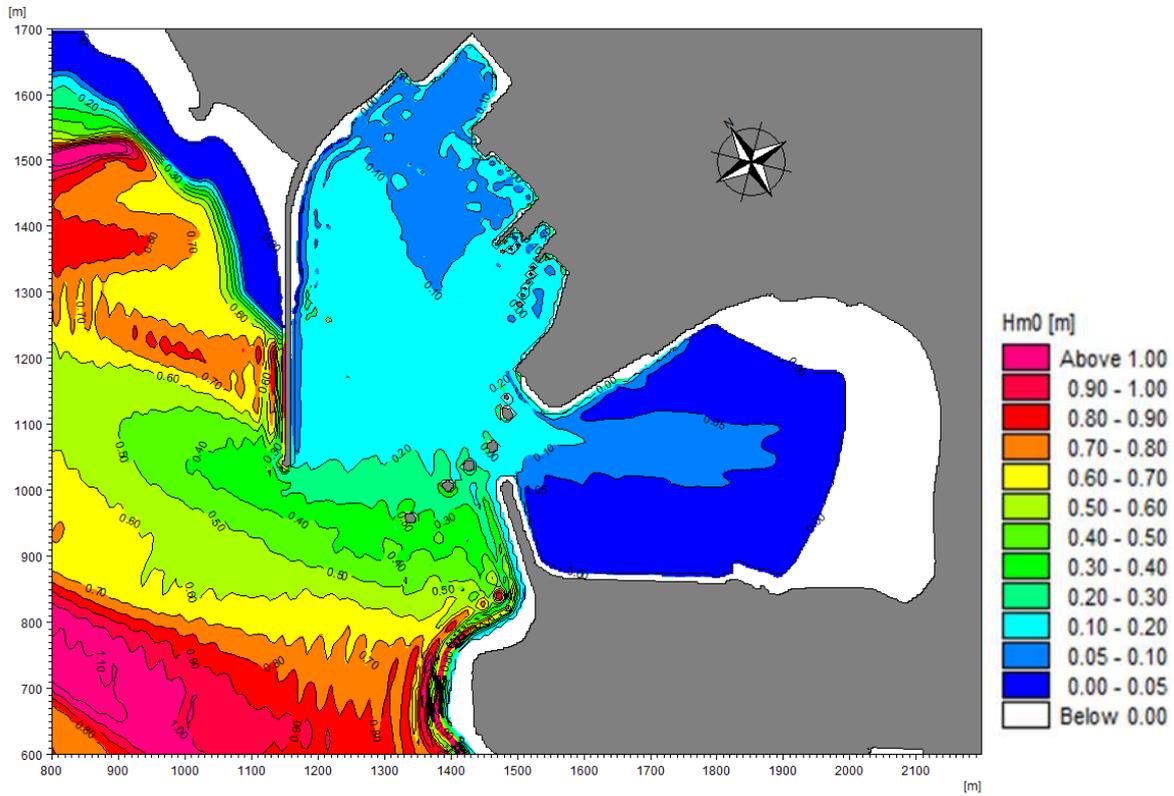
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=5s, MWD =330°N

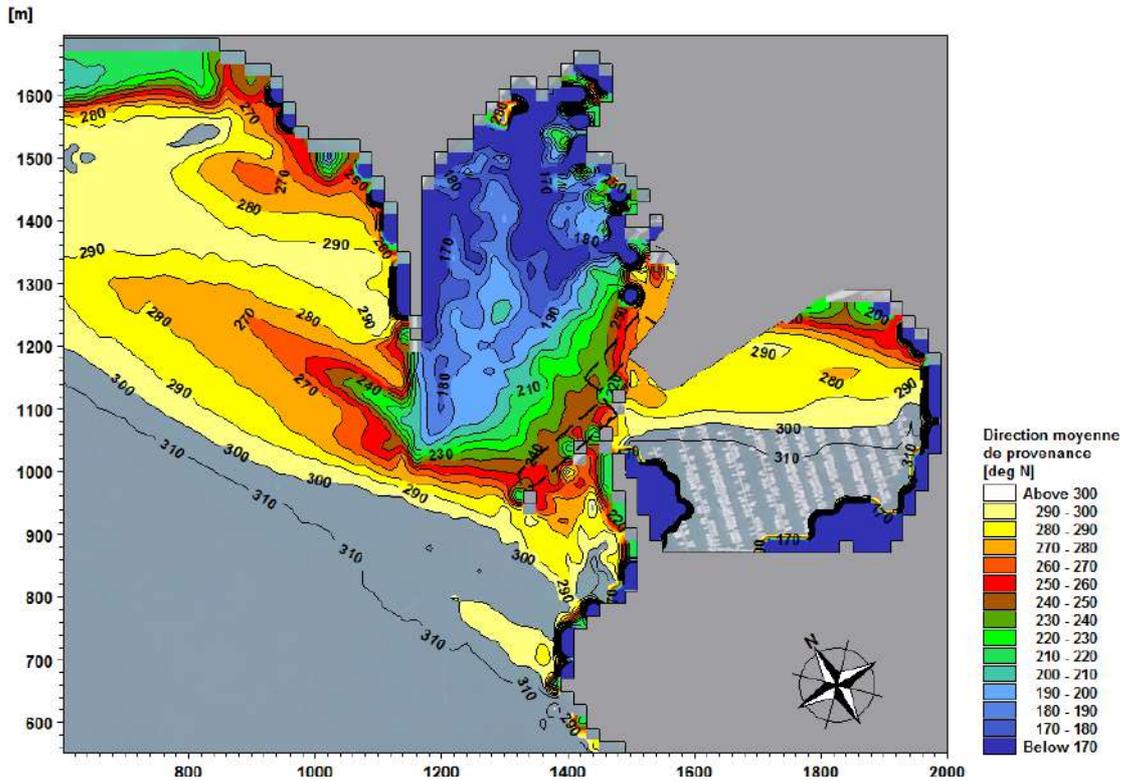


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=7s, MWD =330°N

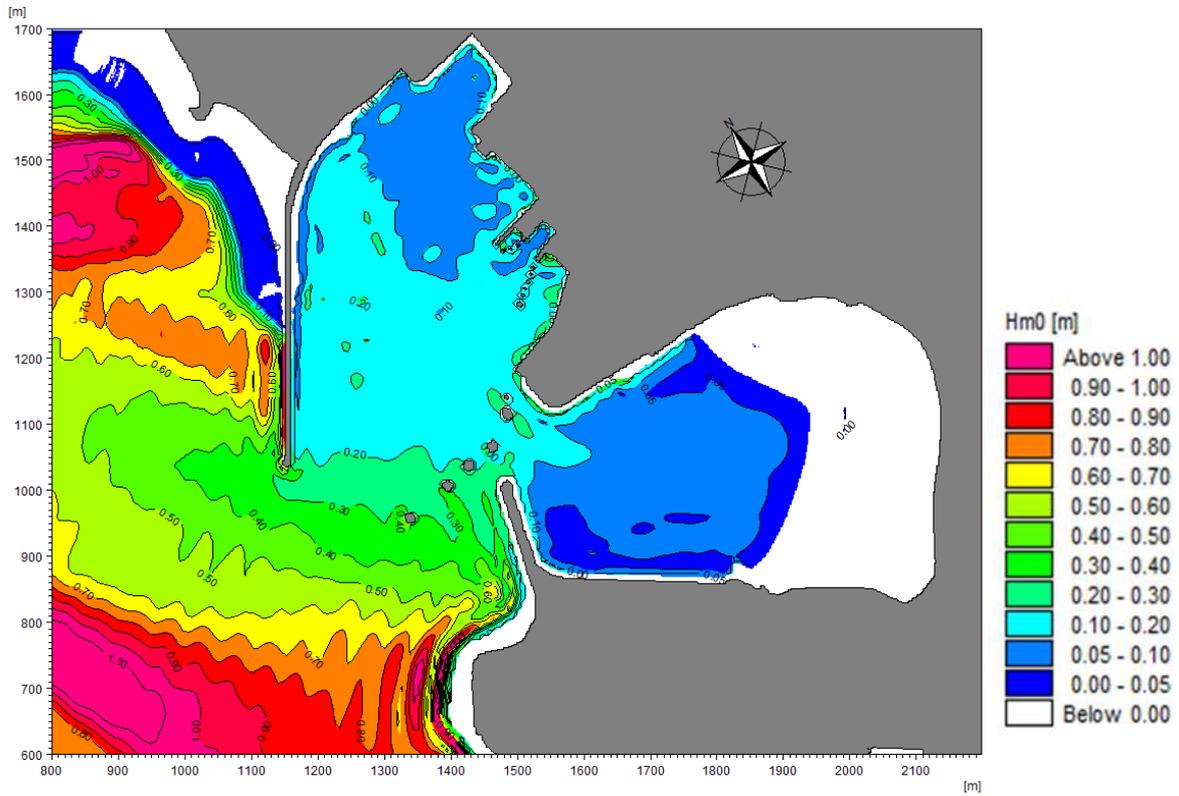


01/01/1990 01:00:00

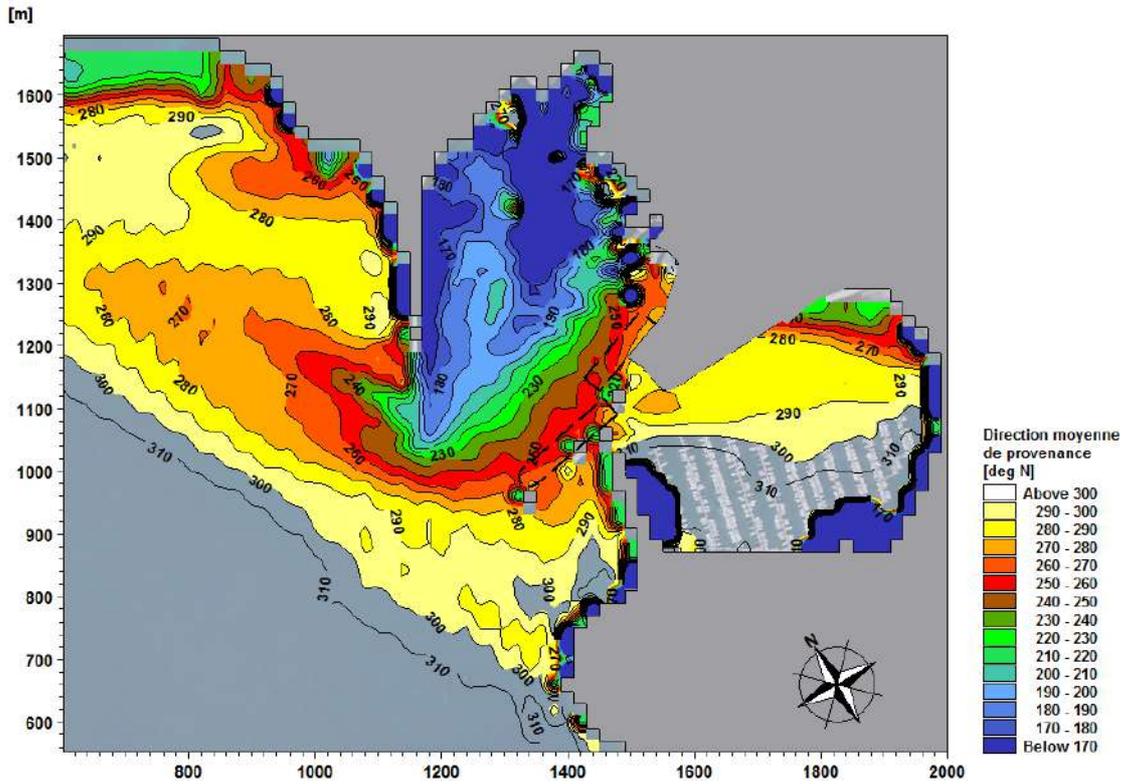


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=10s, MWD =330°N

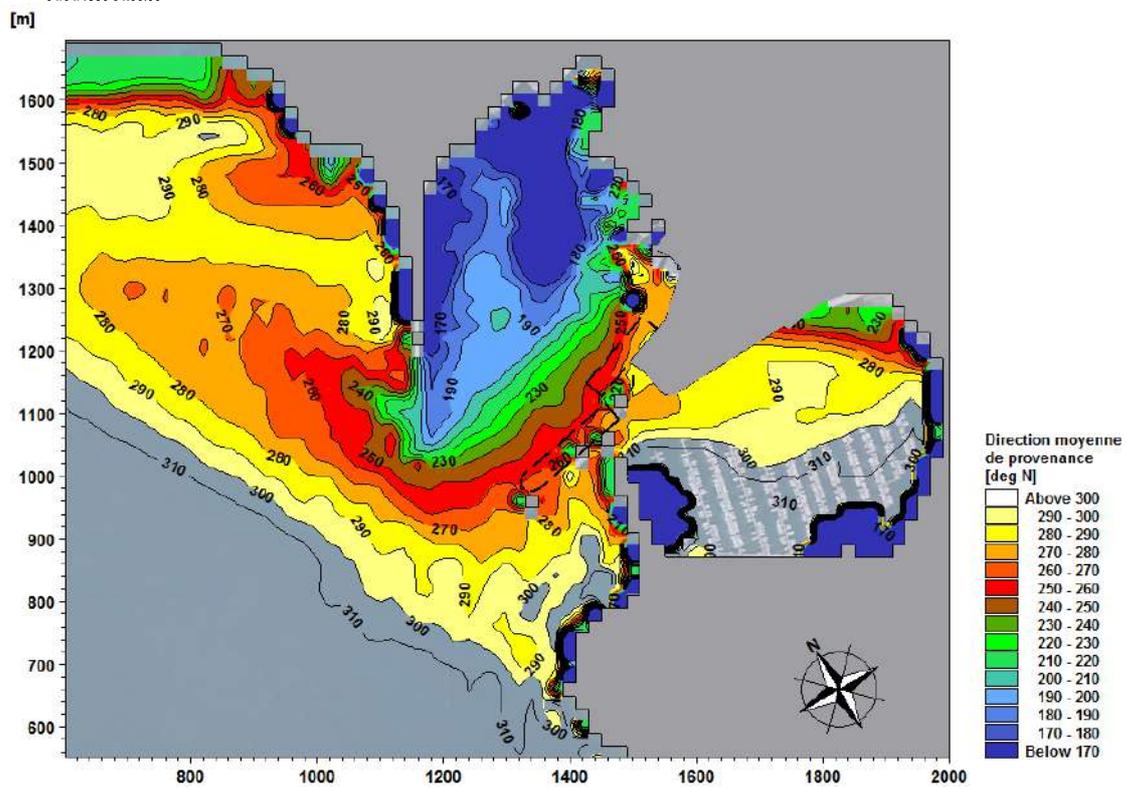
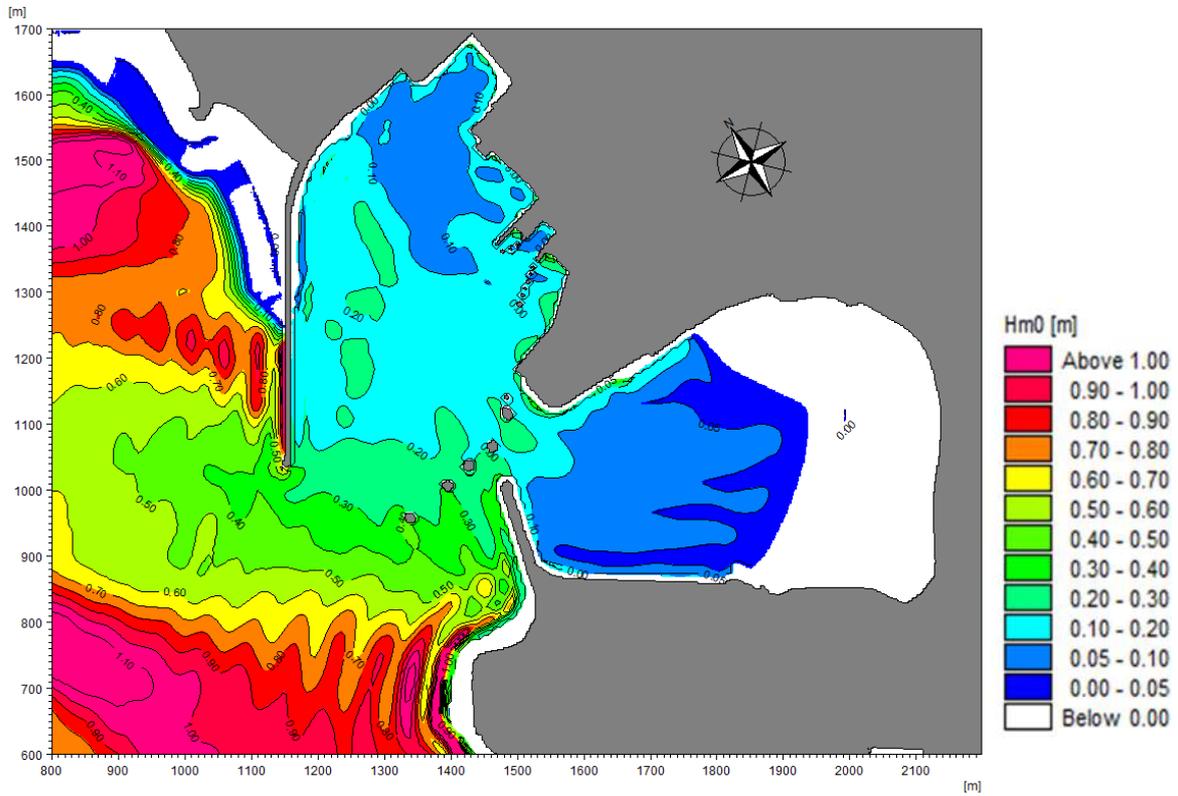


01/01/1990 01:00:00



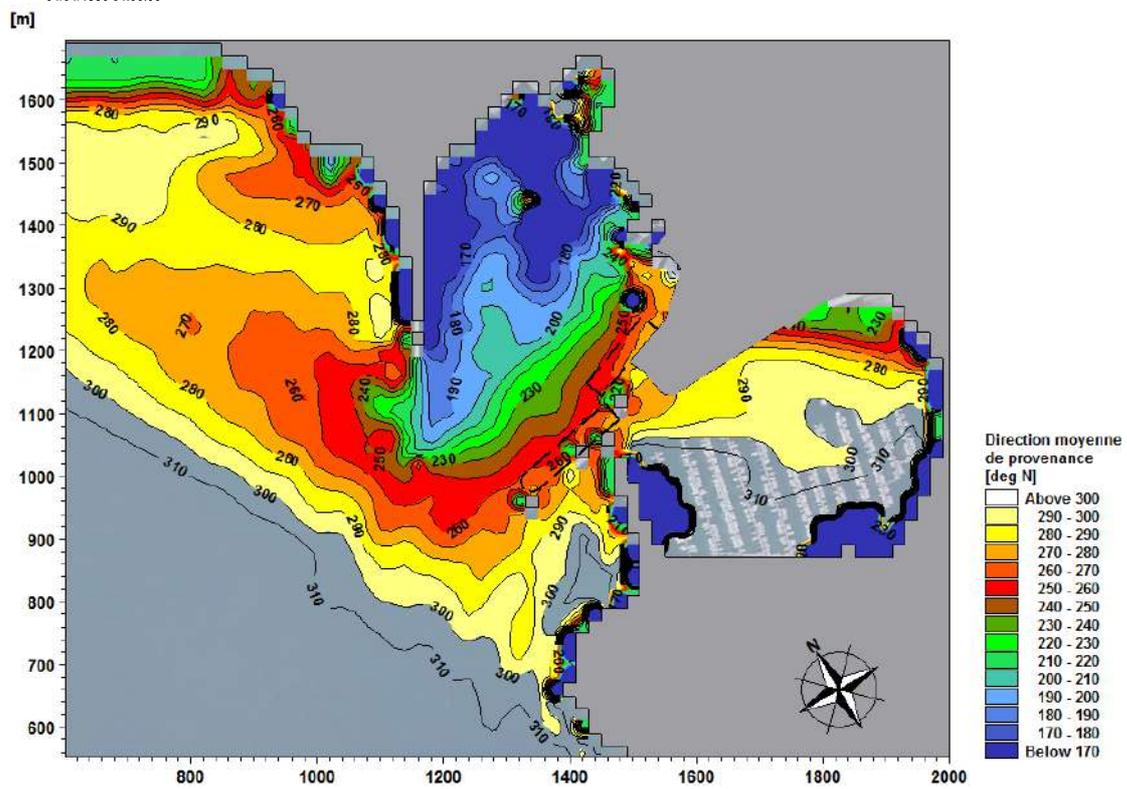
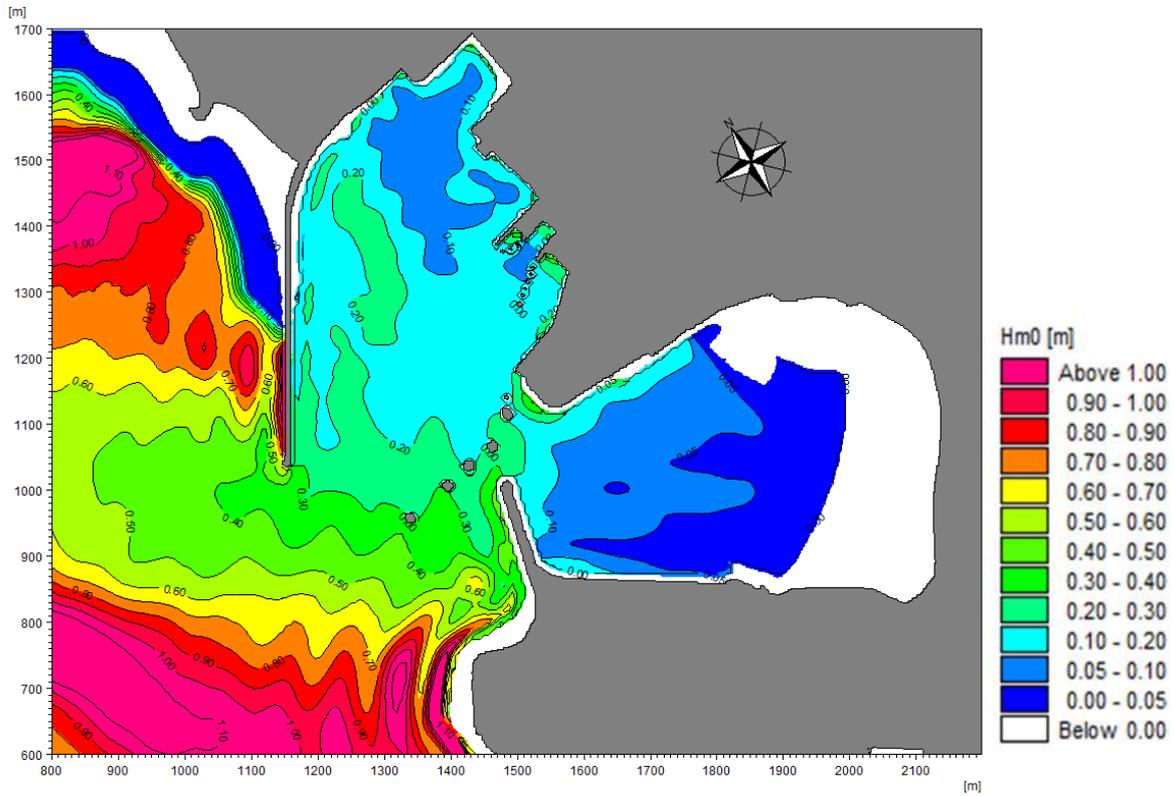
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=13s, MWD =330°N



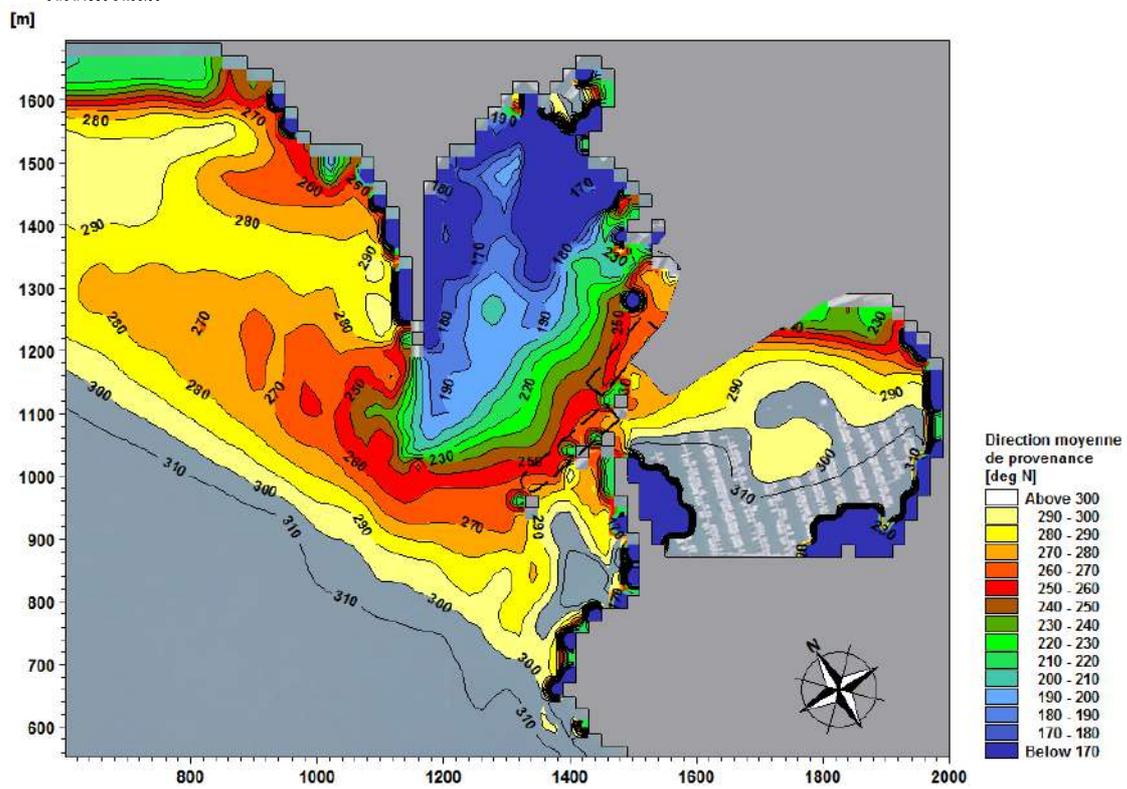
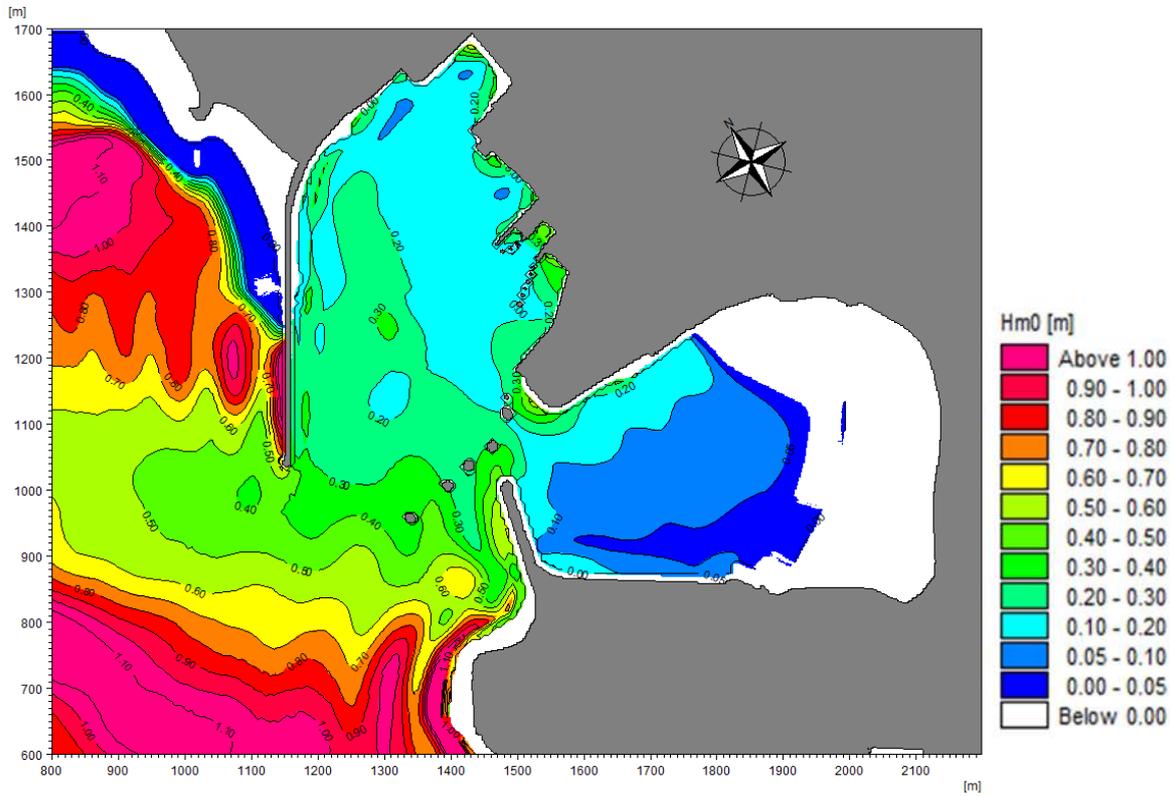
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=17s, MWD =330°N



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

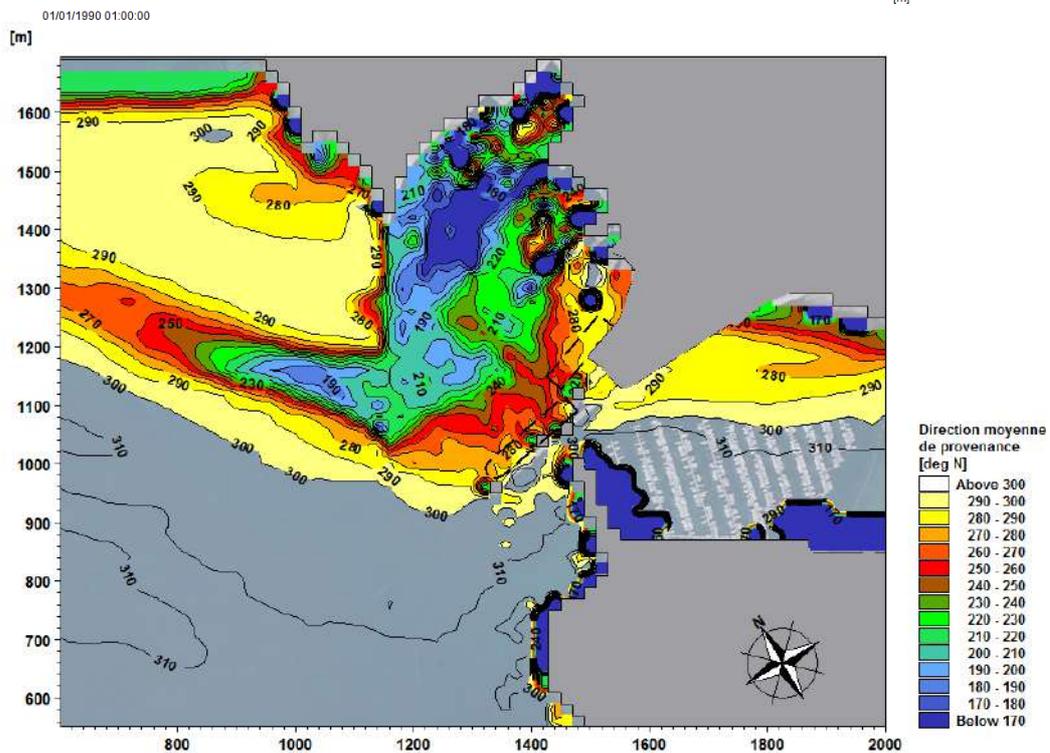
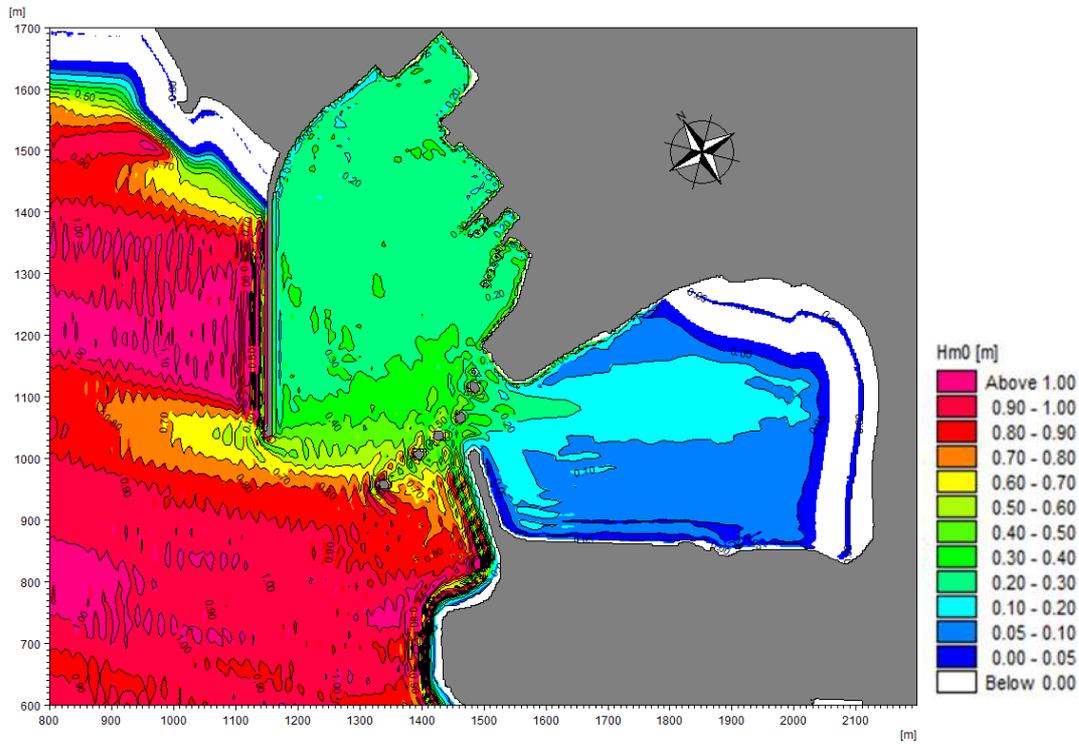
Tp=21s, MWD =330°N



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

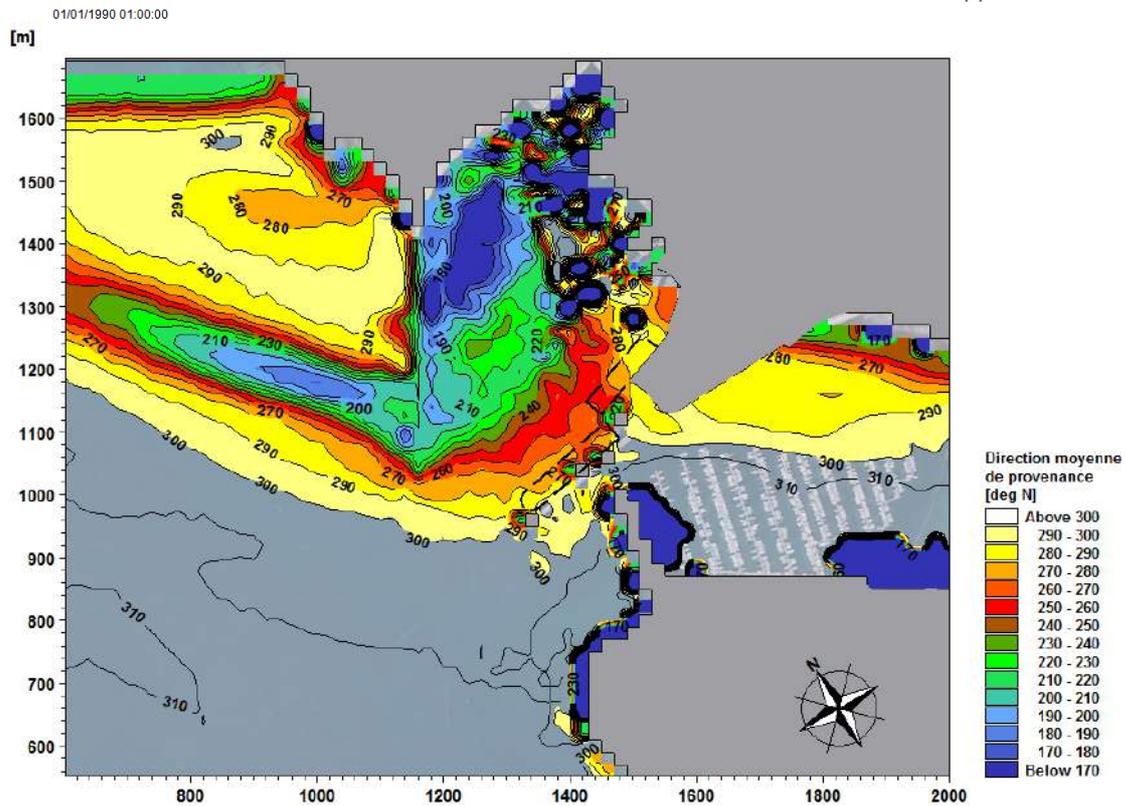
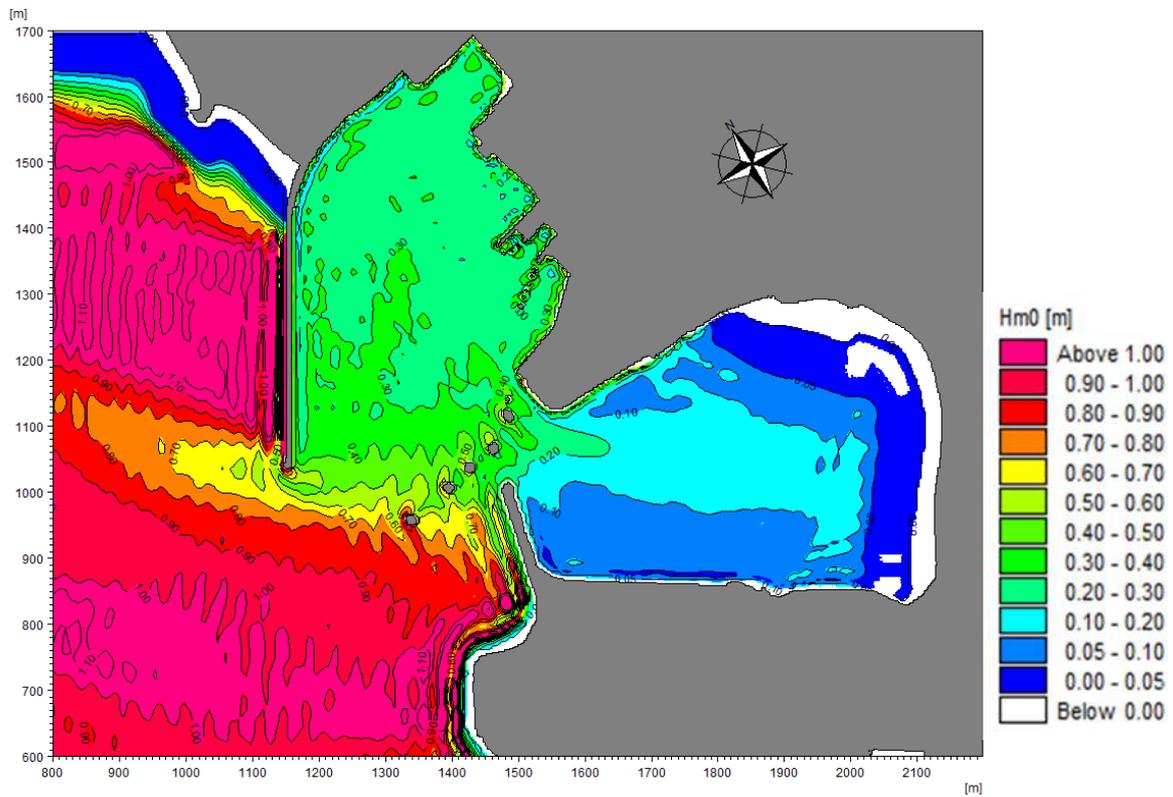
H_{m0} au niveau de la ligne de génération = 1m - Niveau d'eau : Niveau PMME

$T_p = 5s$, $MWD = 310^\circ N$



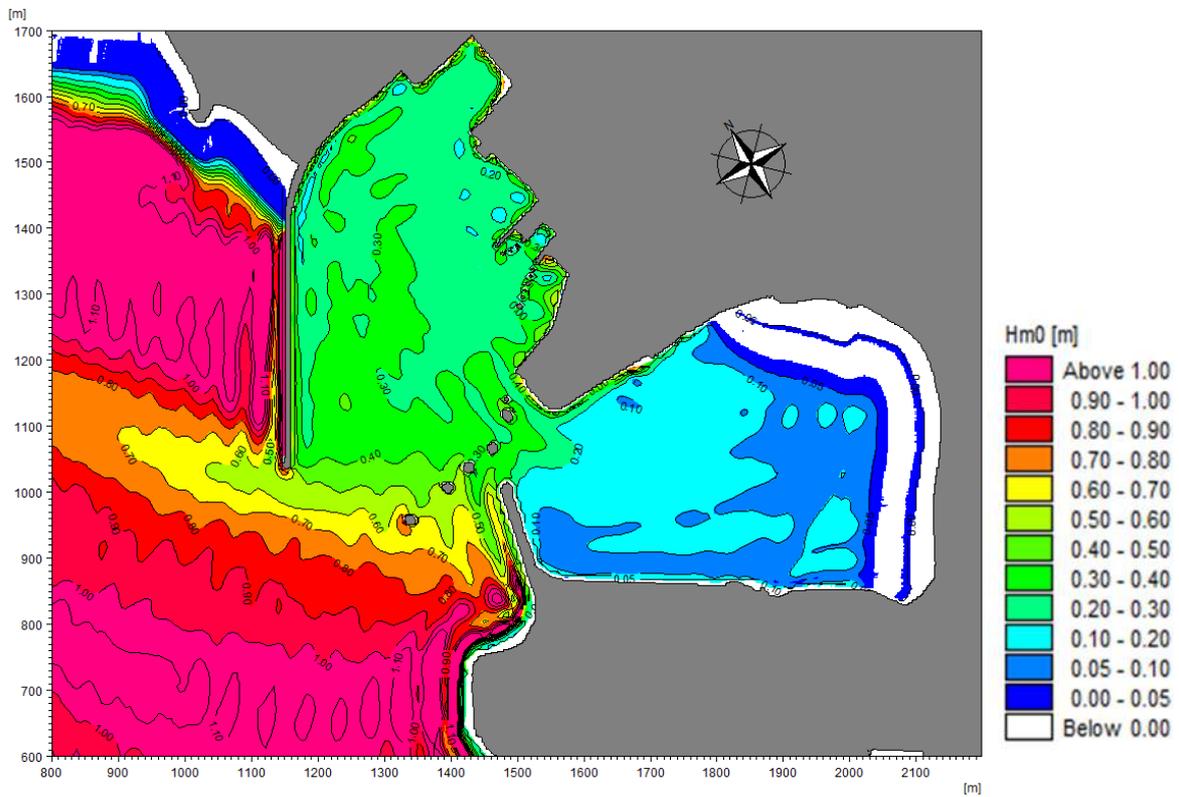
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=7s, MWD =310°N

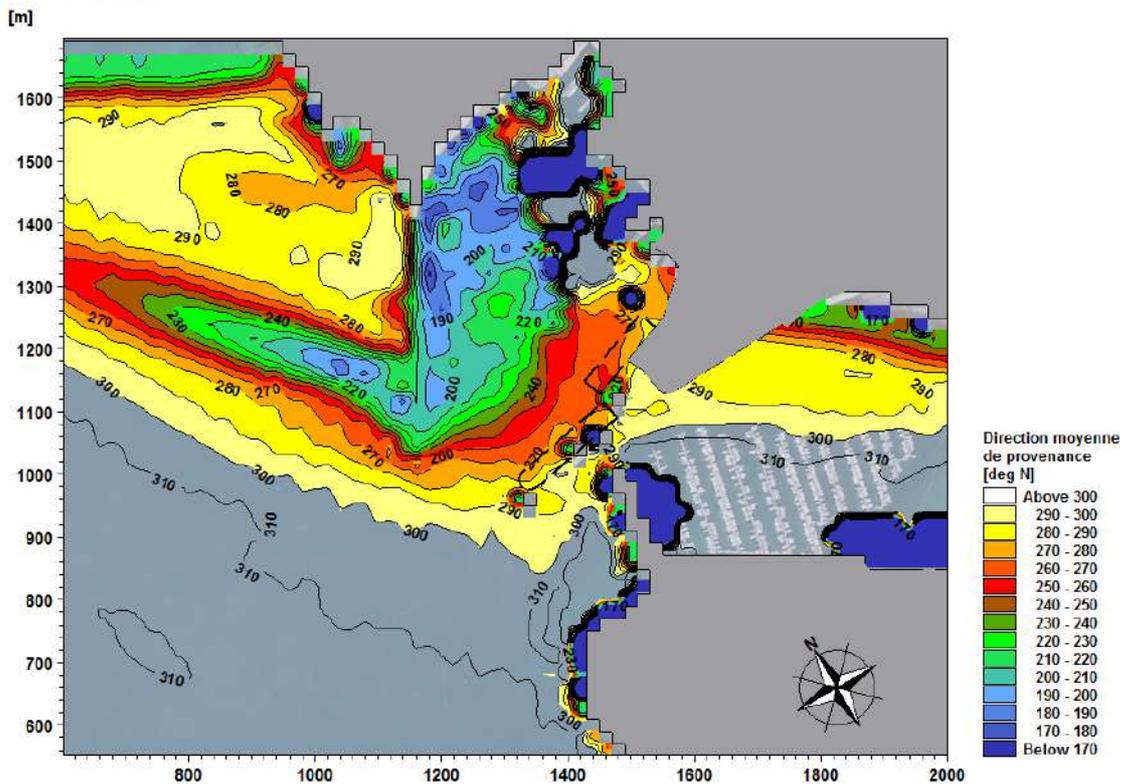


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=10s, MWD =310°N

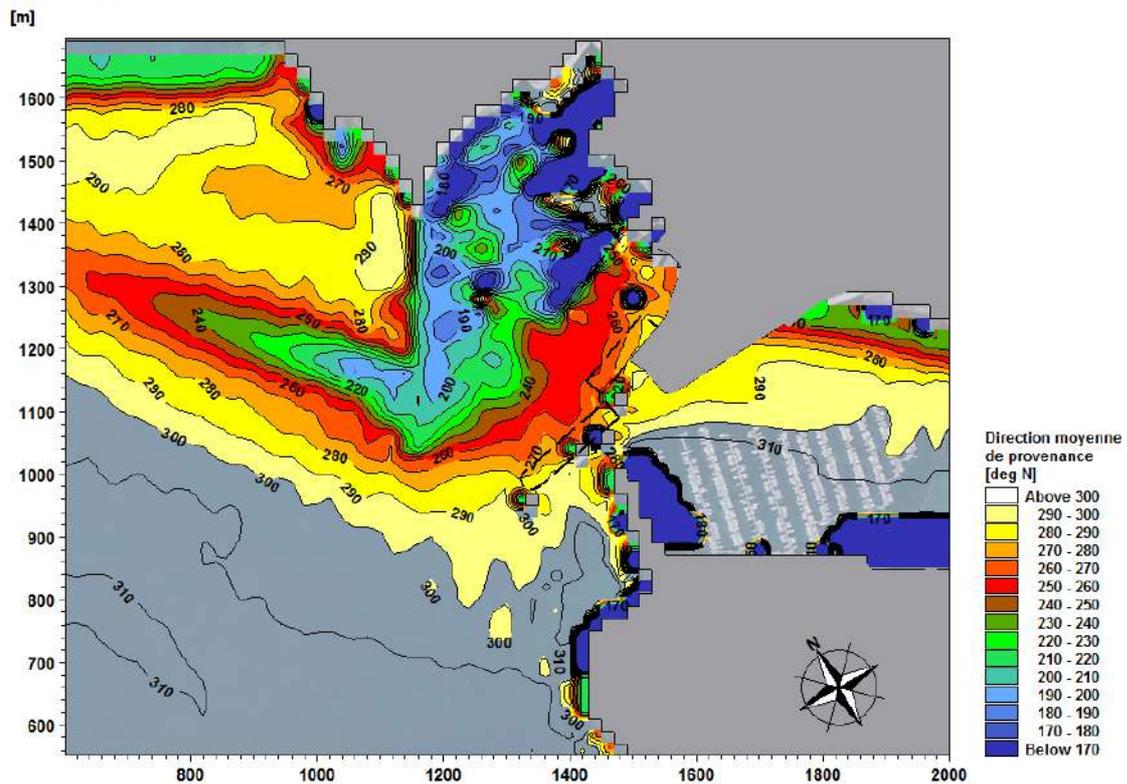
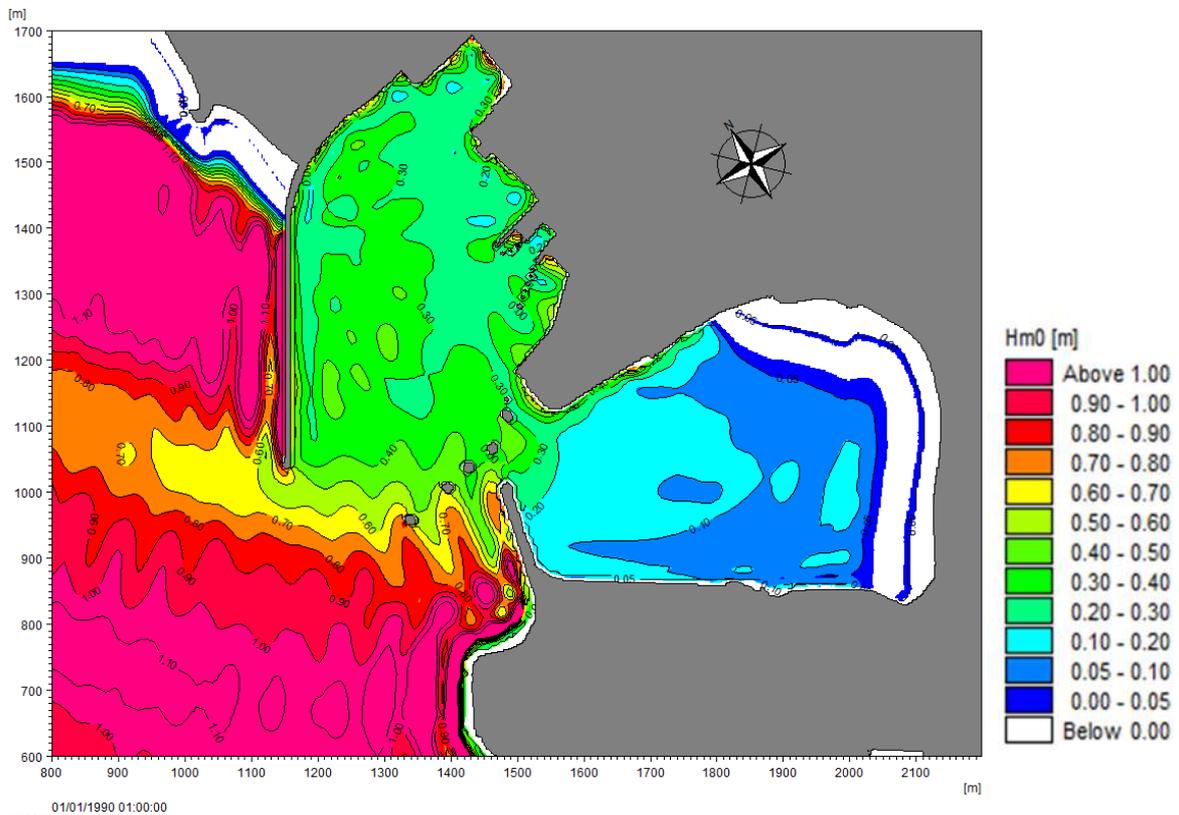


01/01/1990 01:00:00



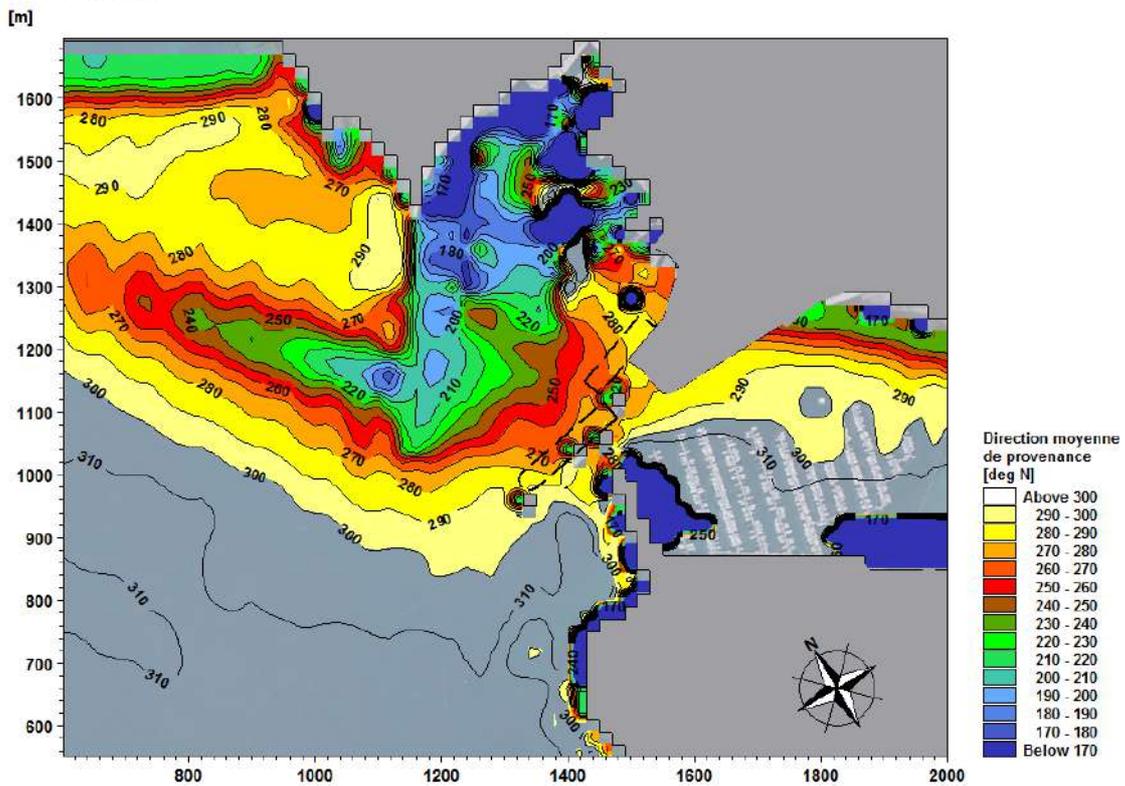
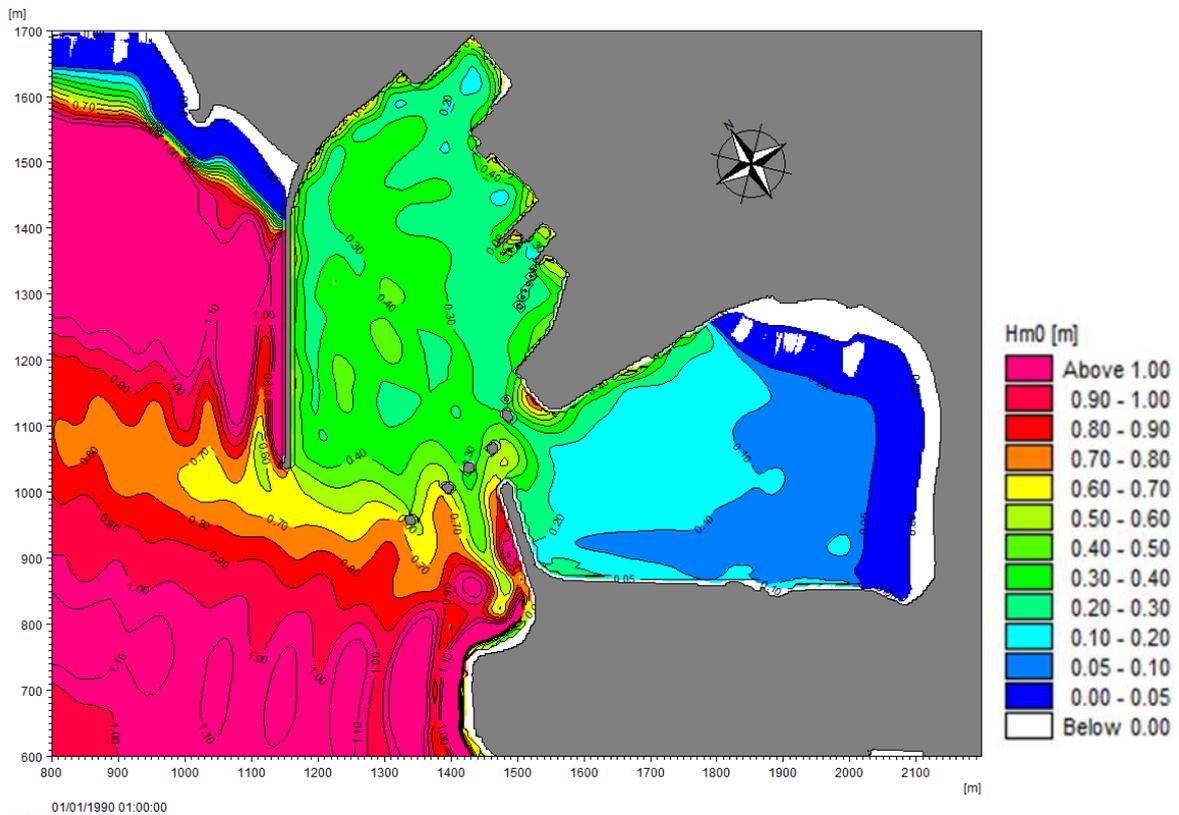
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=13s, MWD =310°N



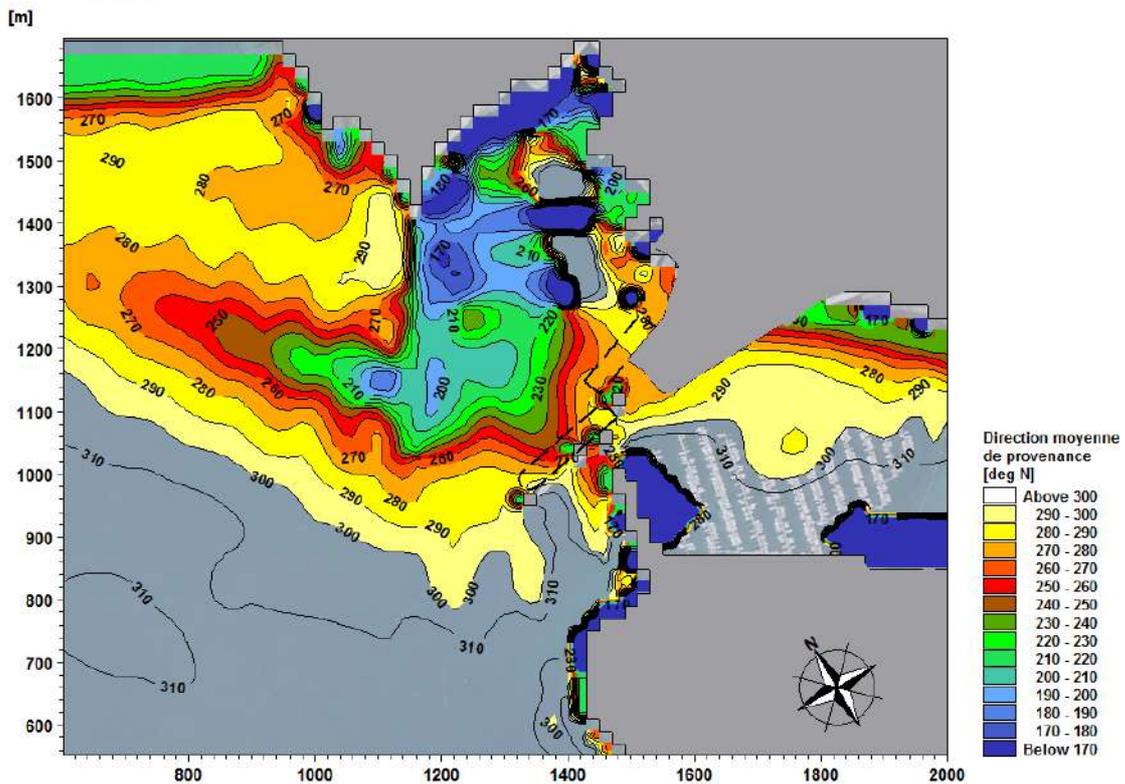
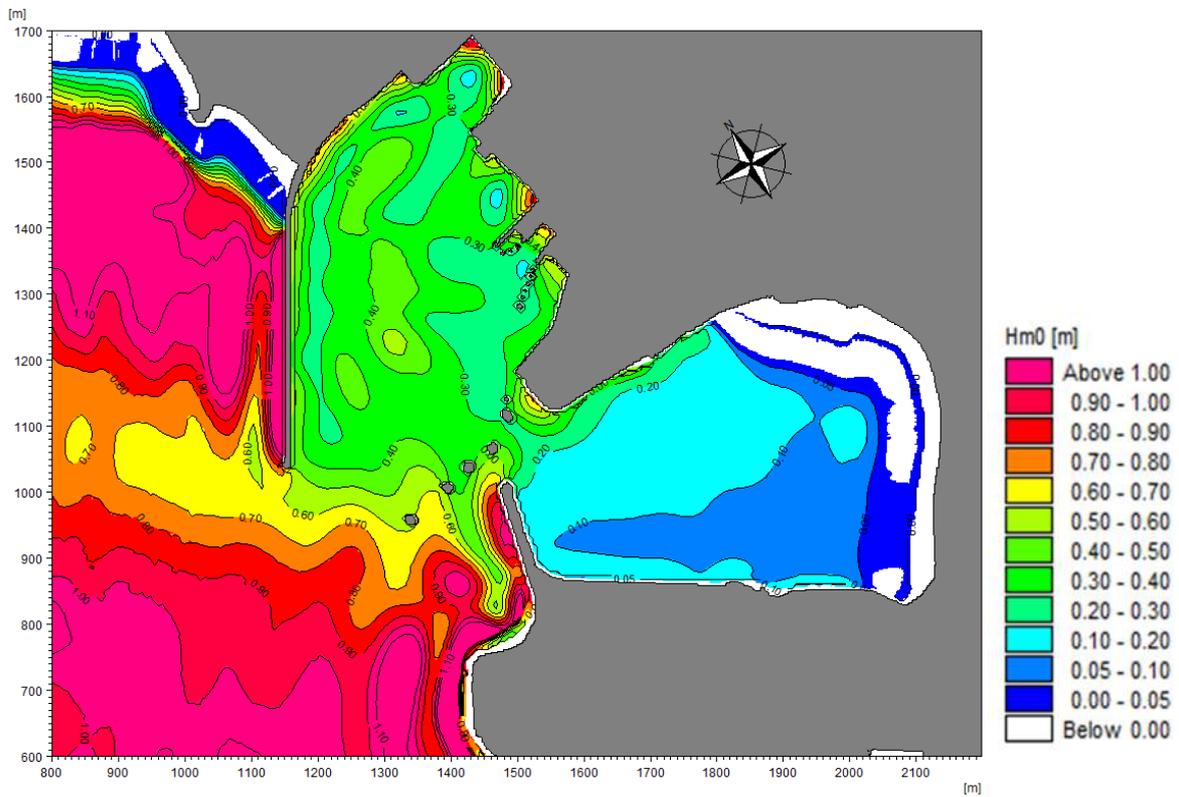
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=17s, MWD =310°N



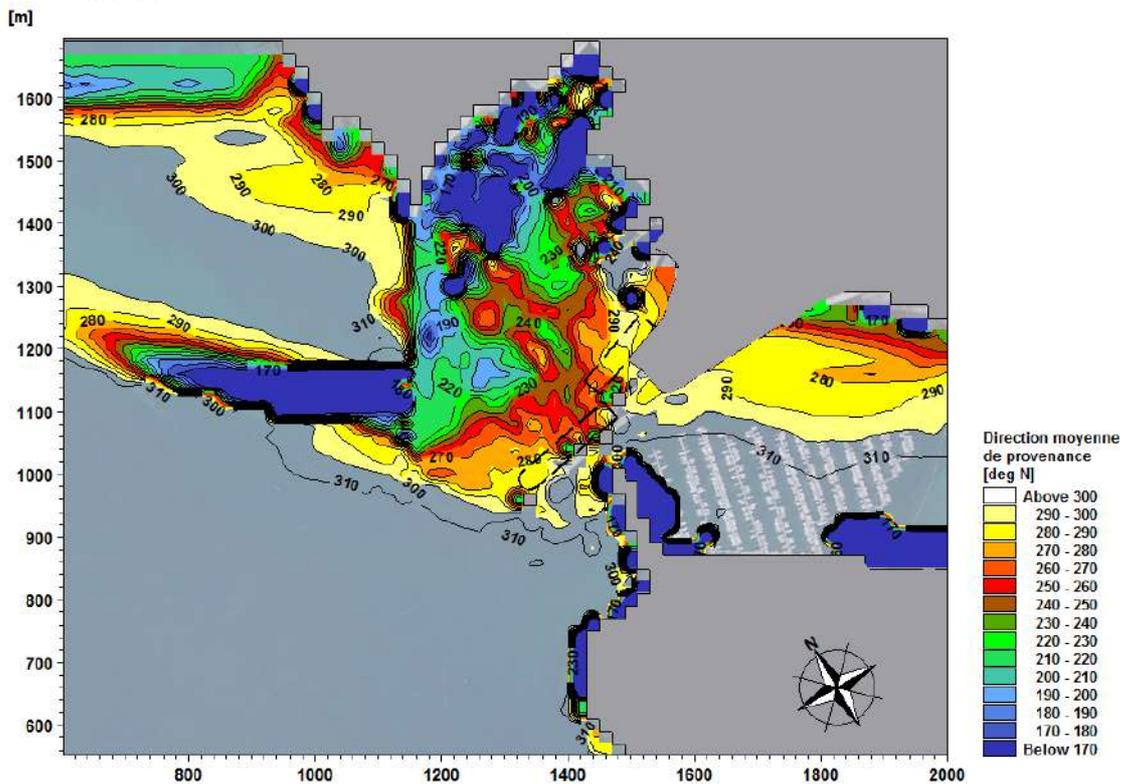
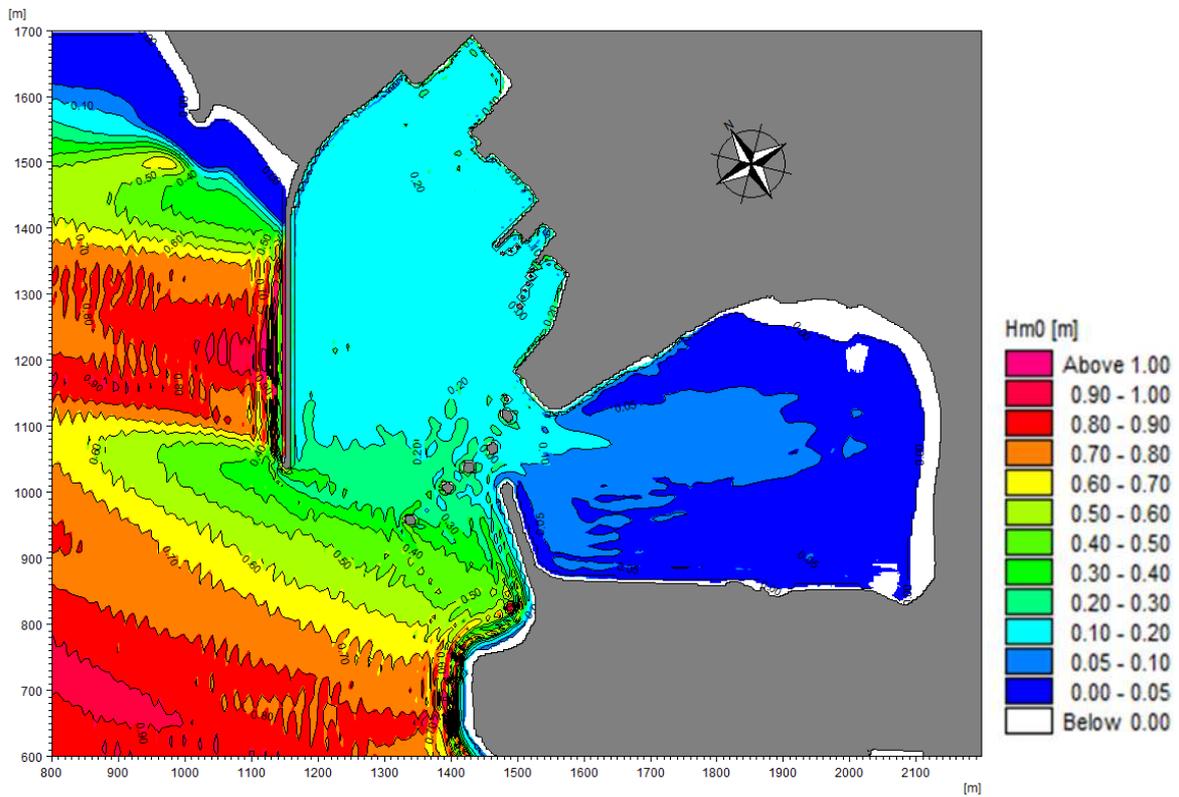
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=21s, MWD =310°N



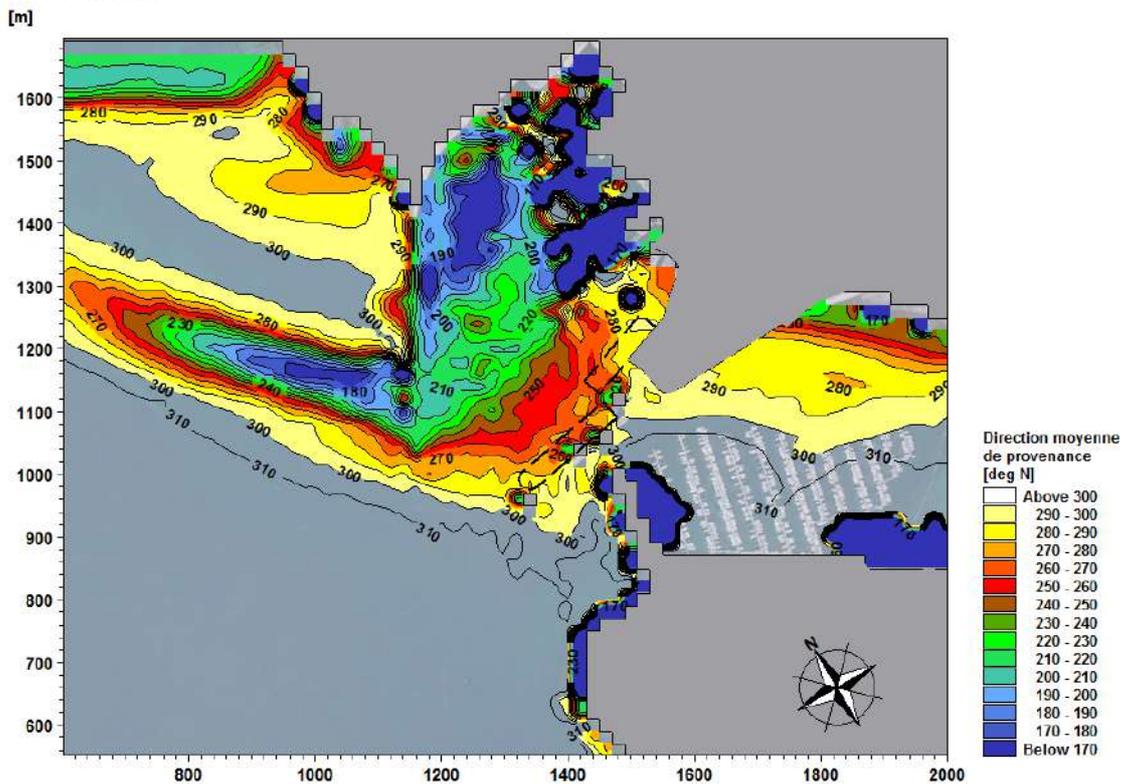
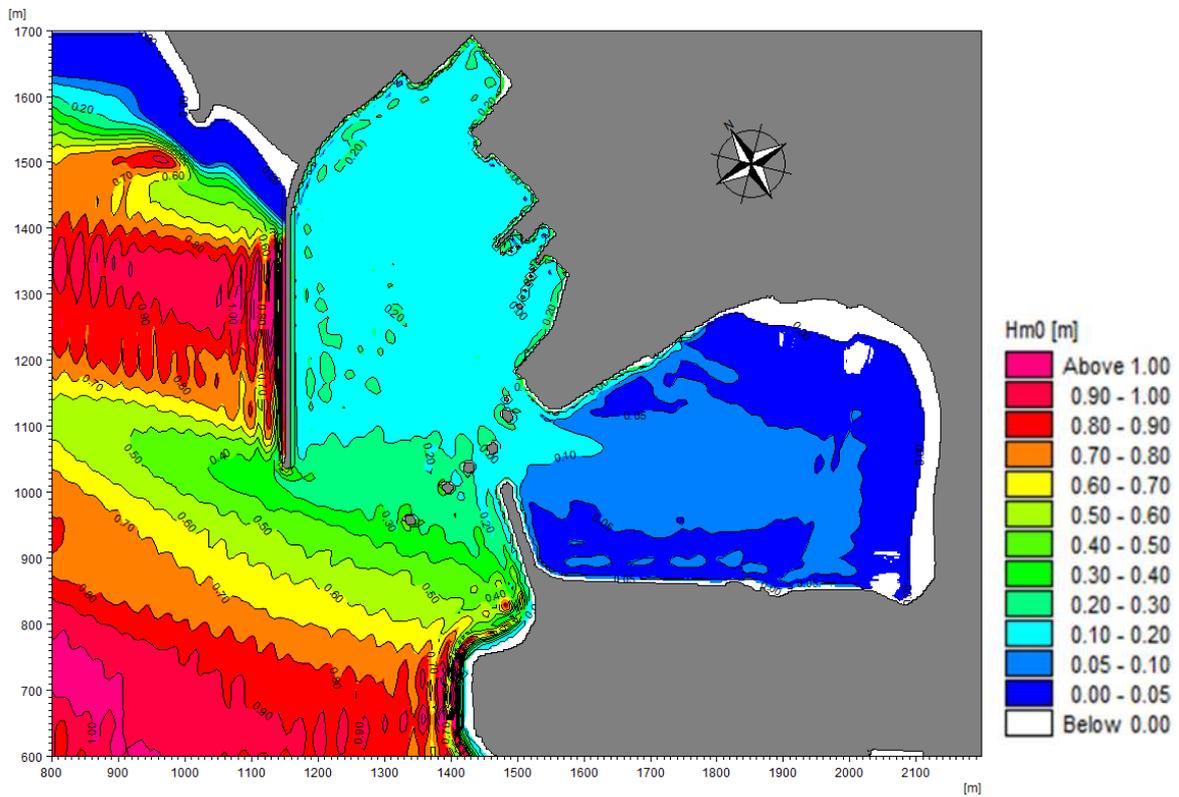
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=5s, MWD =330°N



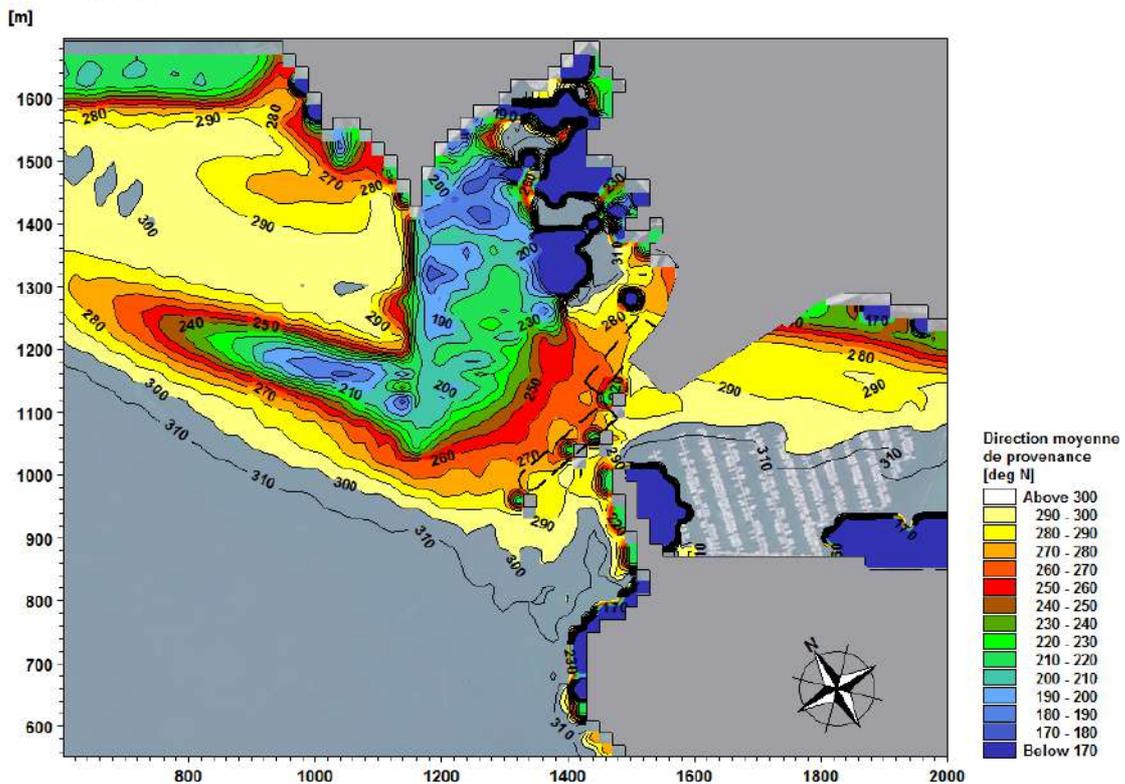
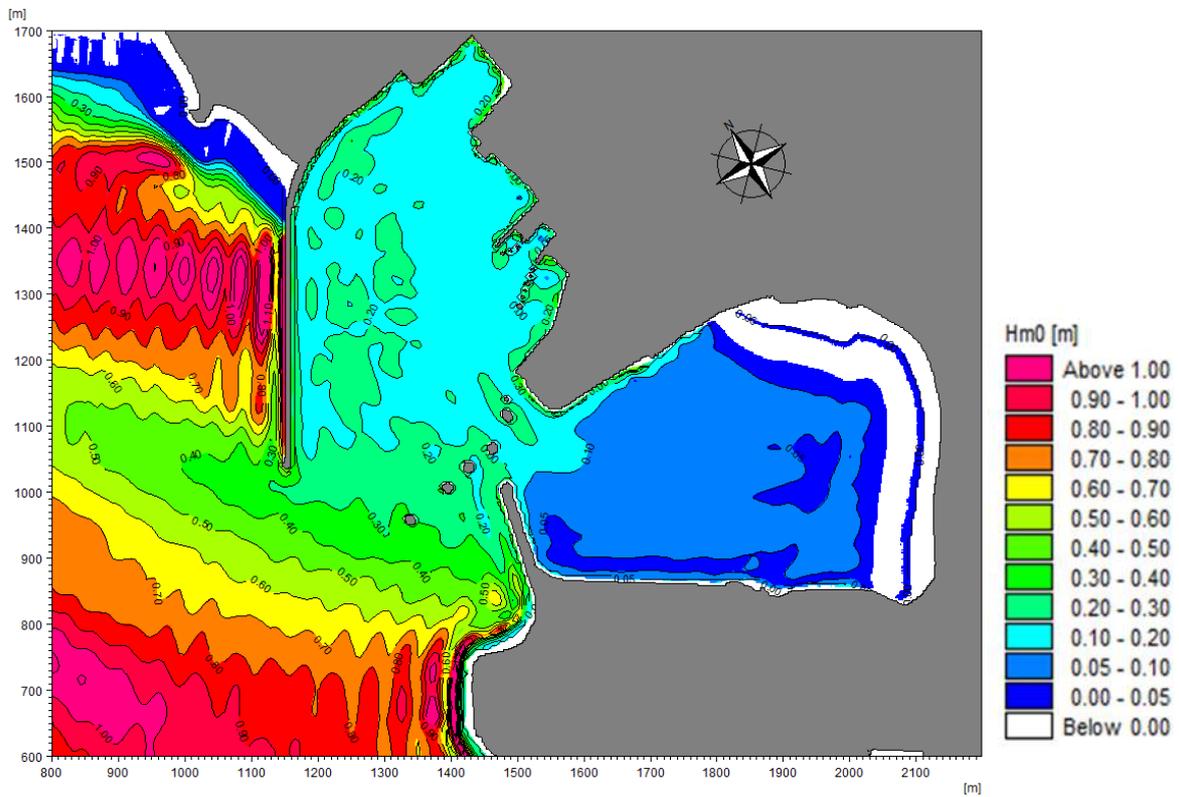
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=7s, MWD =330°N



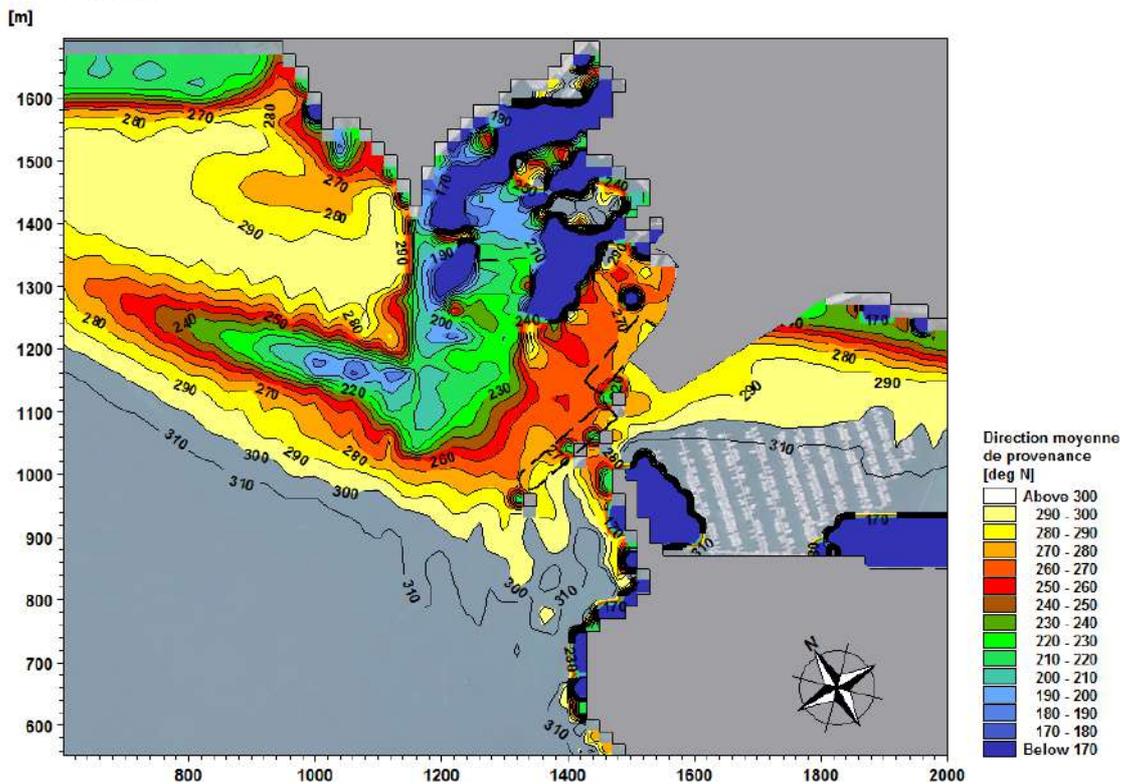
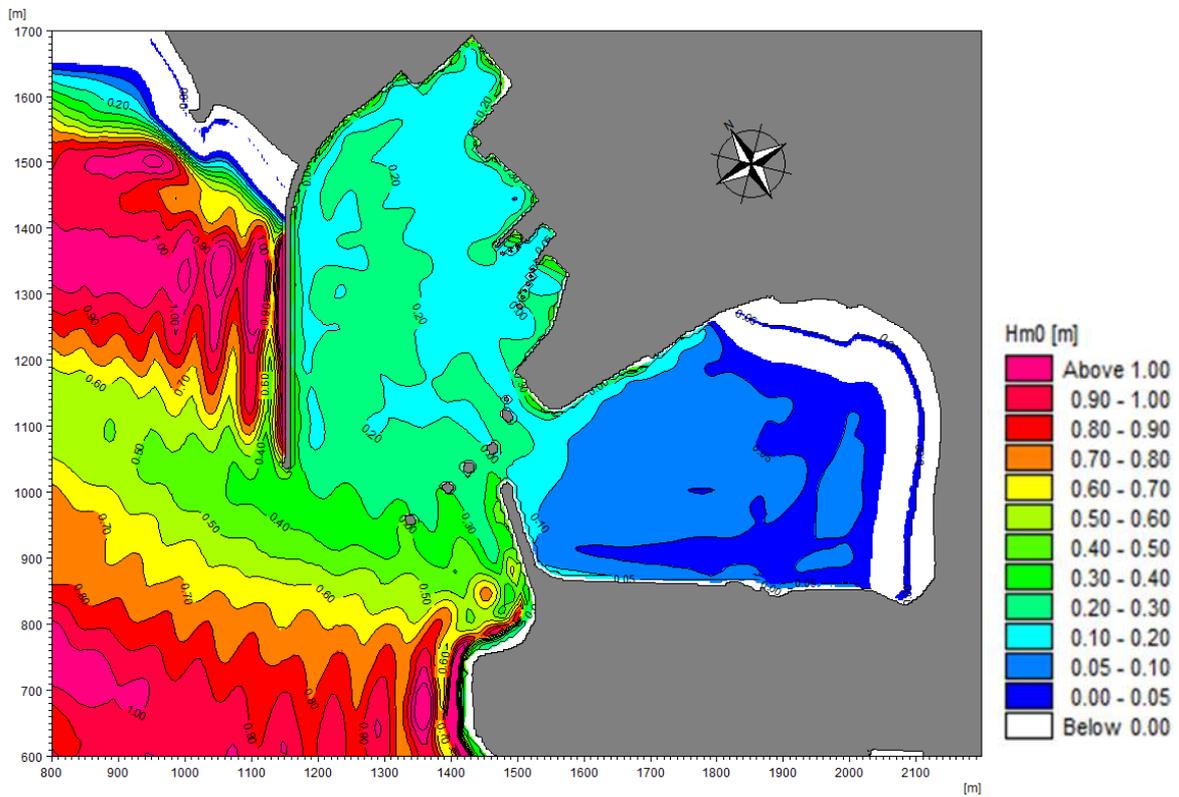
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=10s, MWD =330°N



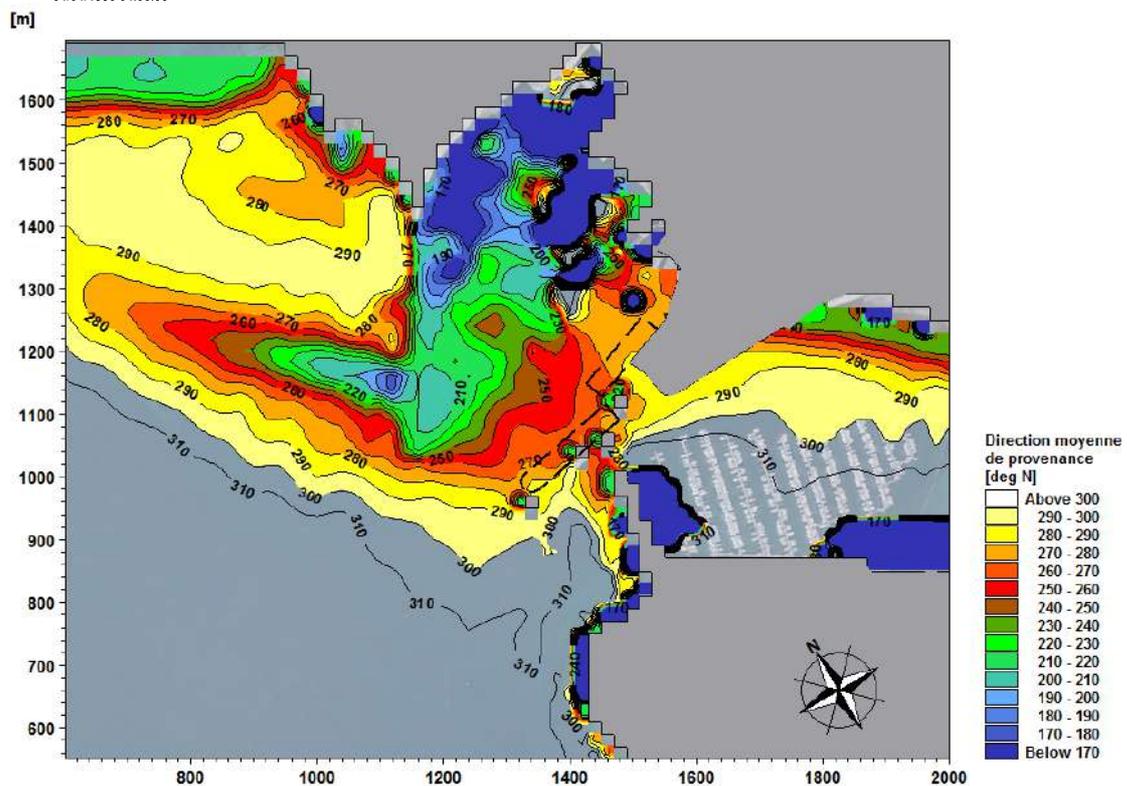
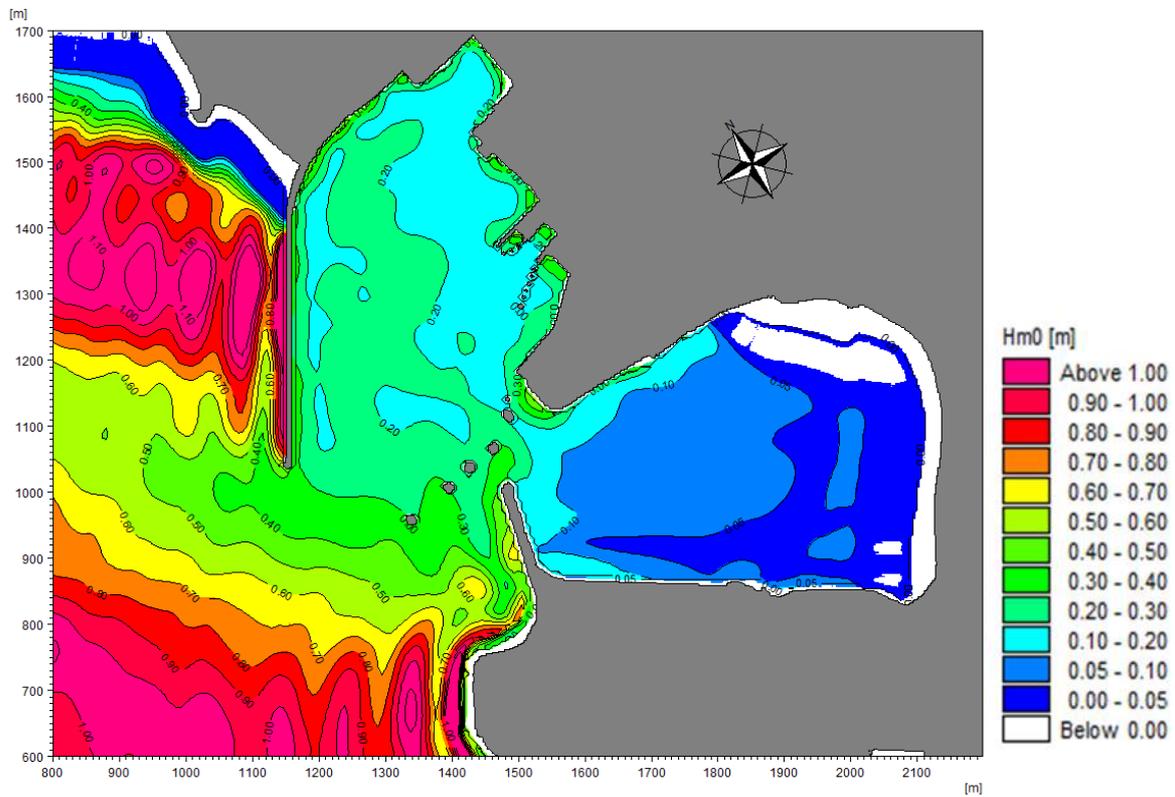
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=13s, MWD =330°N



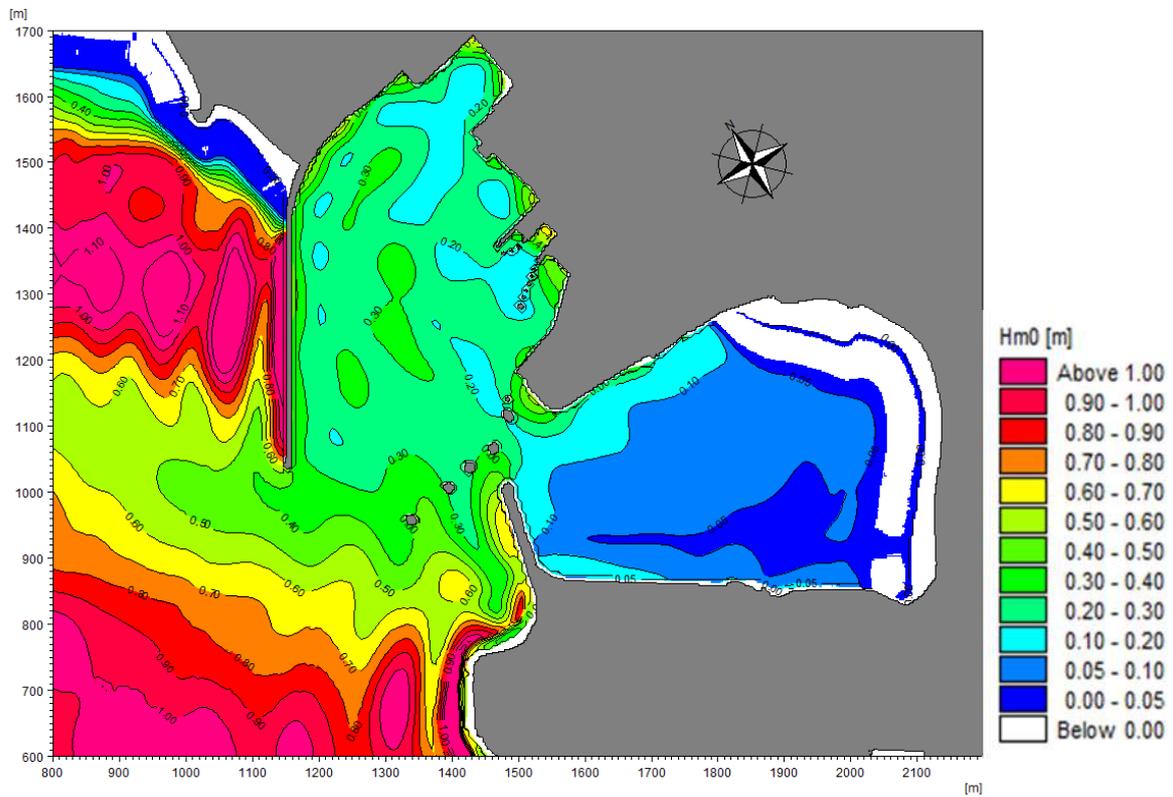
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=17s, MWD =330°N

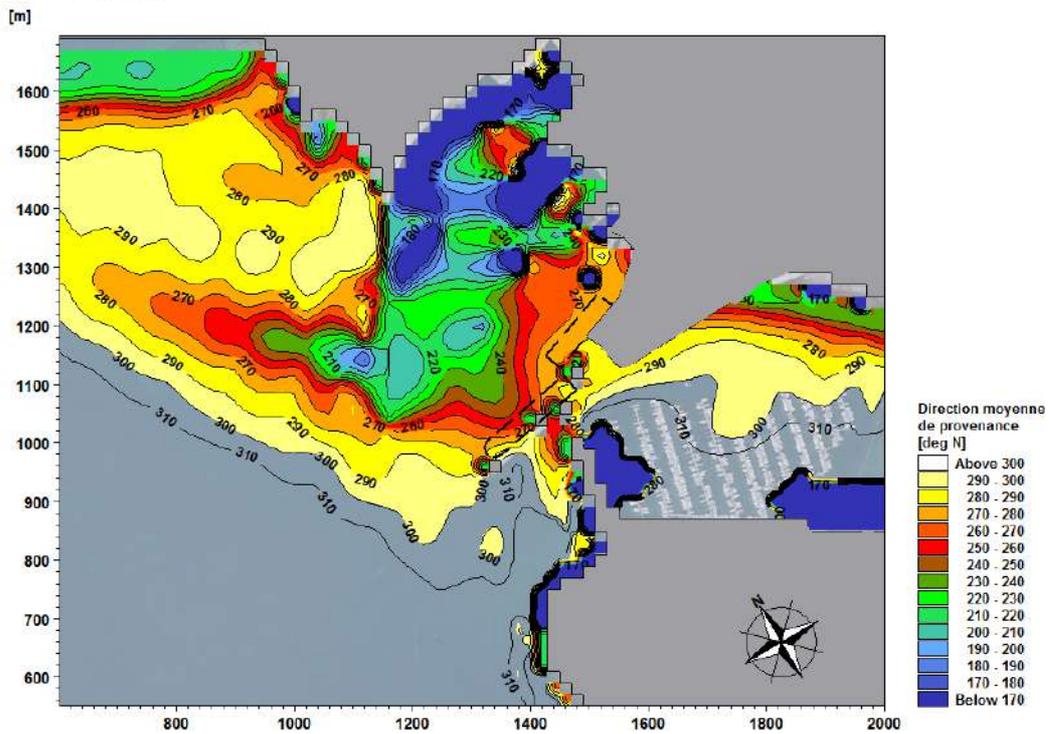


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=21s, MWD =330°N



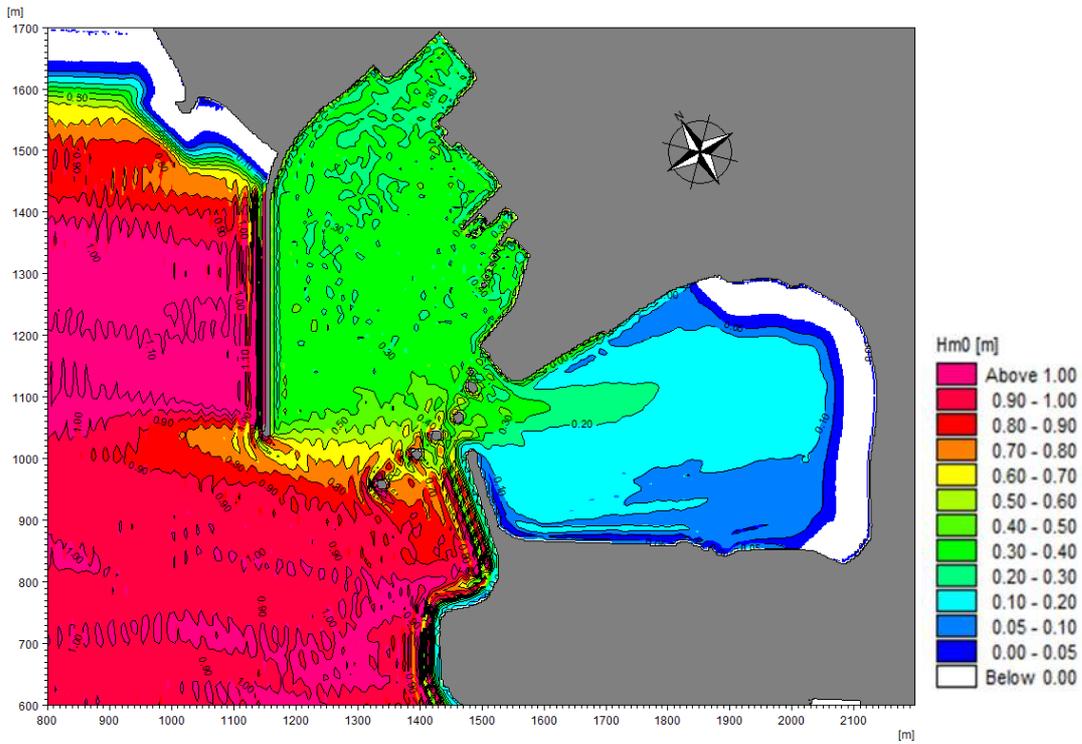
01/01/1990 01:00:00



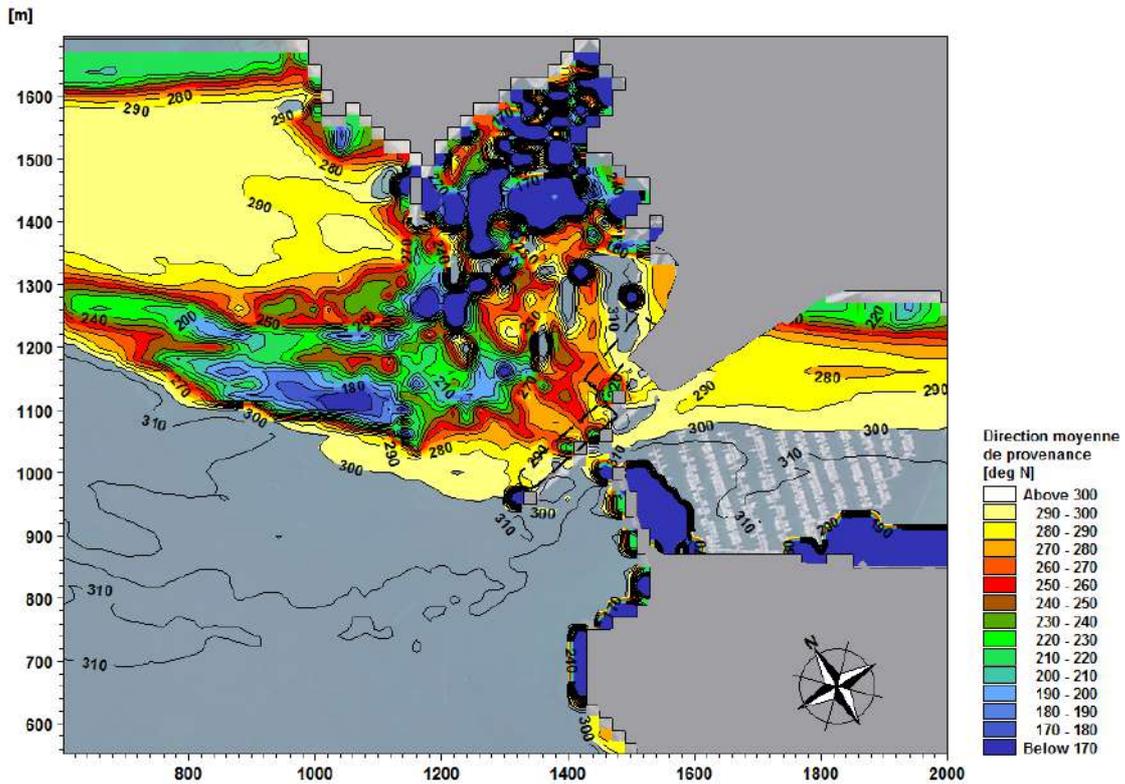
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

H_{m0} au niveau de la ligne de génération = 1m - Niveau d'eau : Niveau PMVE

$T_p = 5s$, $MWD = 310^\circ N$

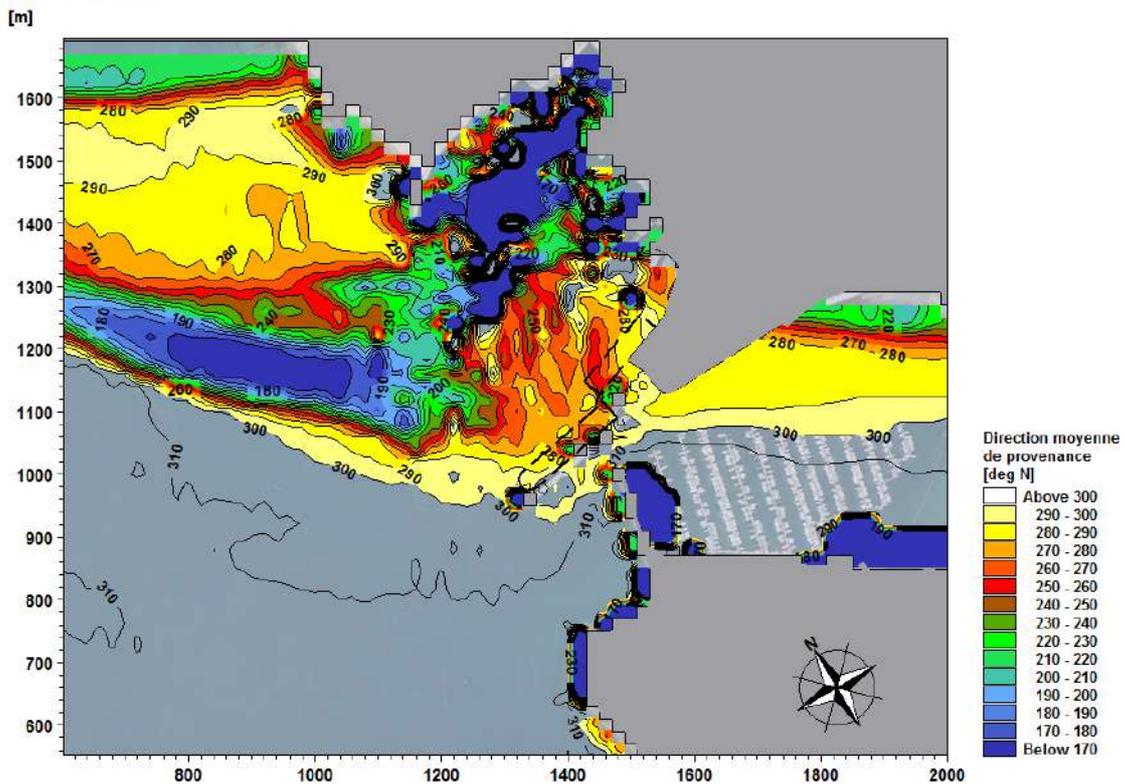
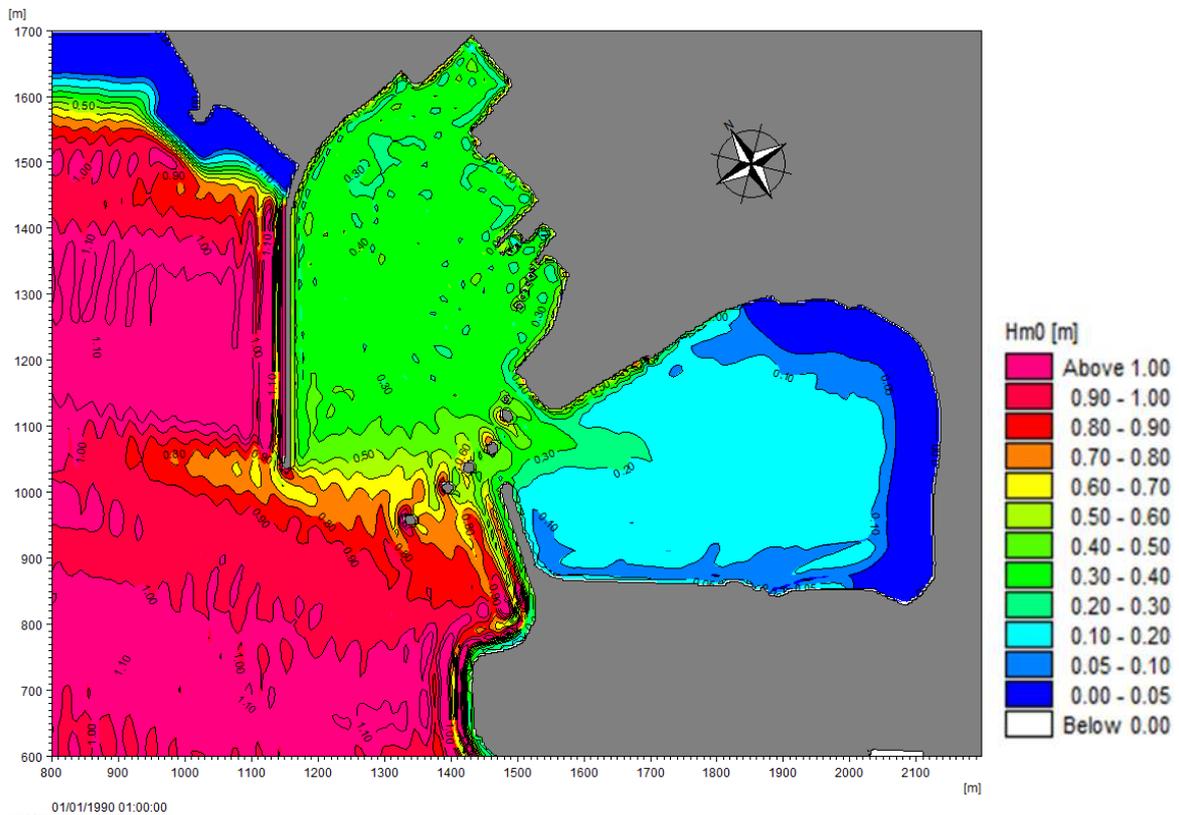


01/01/1990 01:00:00



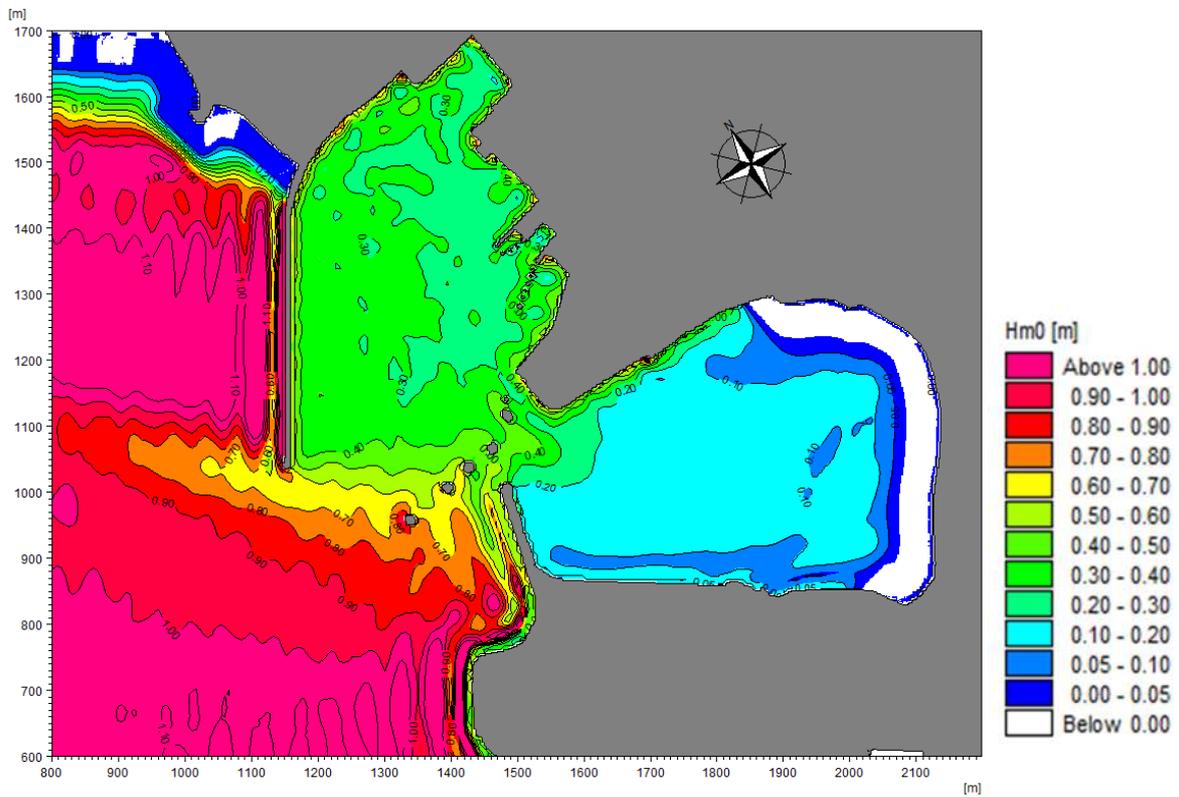
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=7s, MWD =310°N

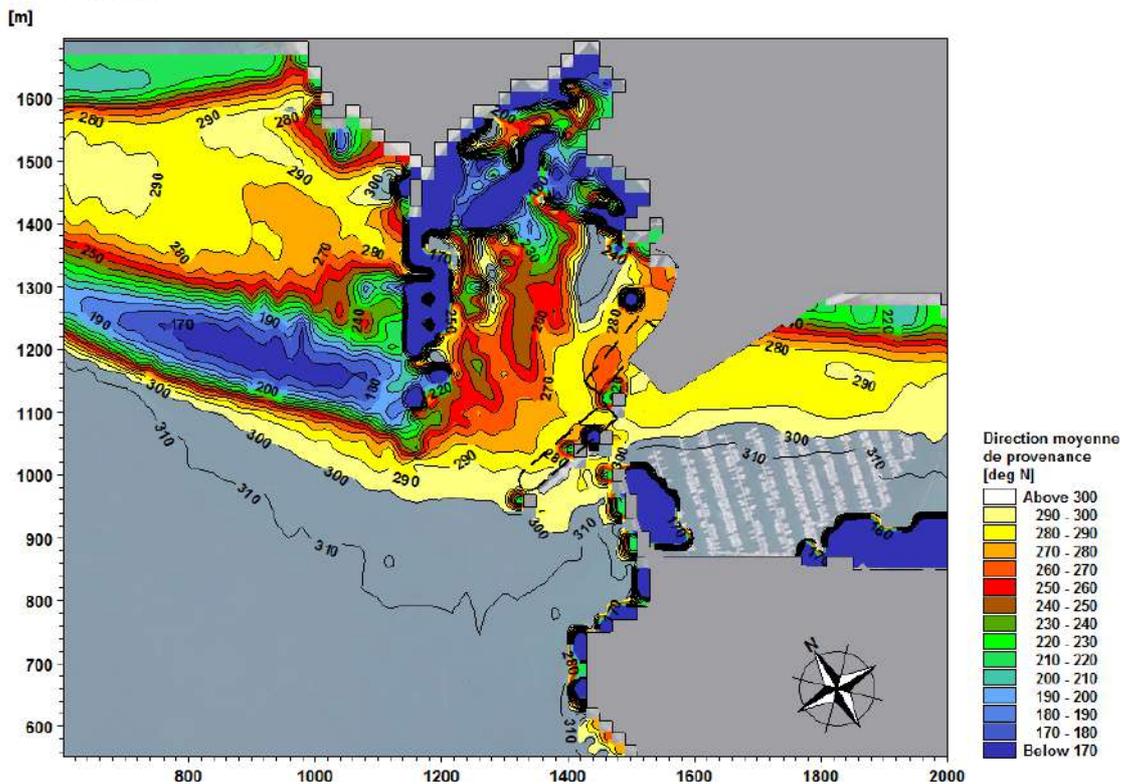


REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=10s, MWD =310°N

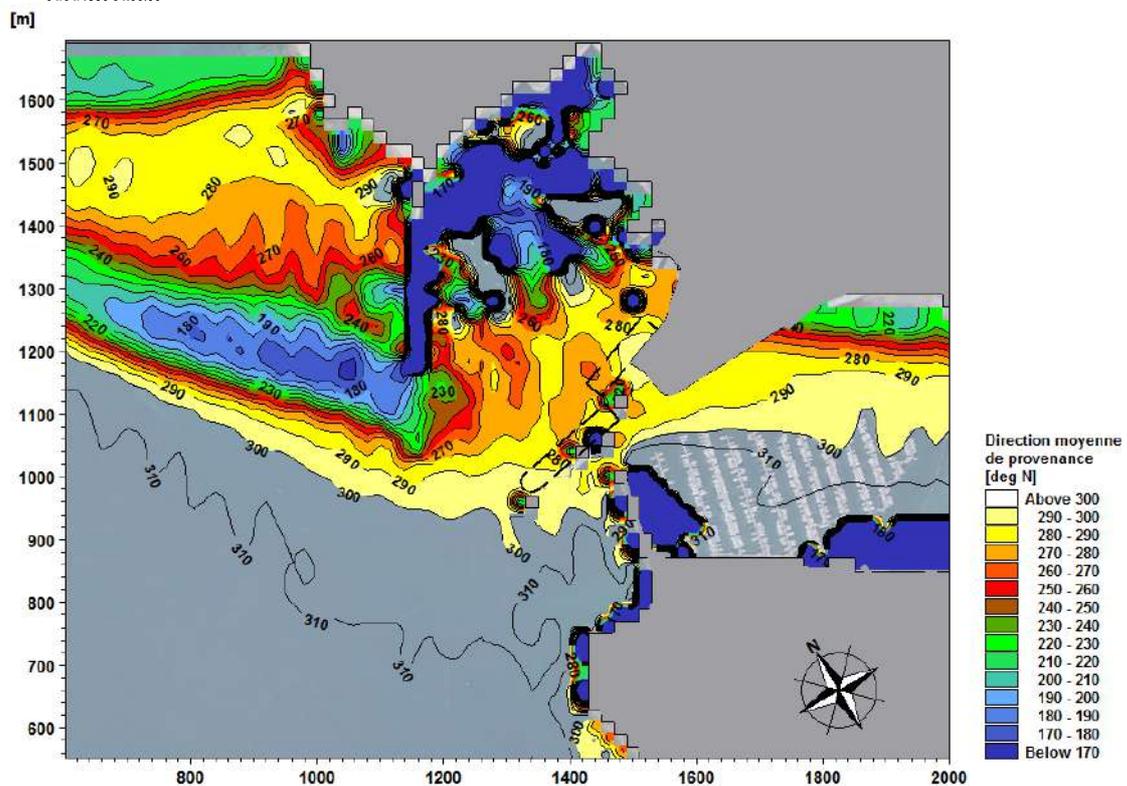
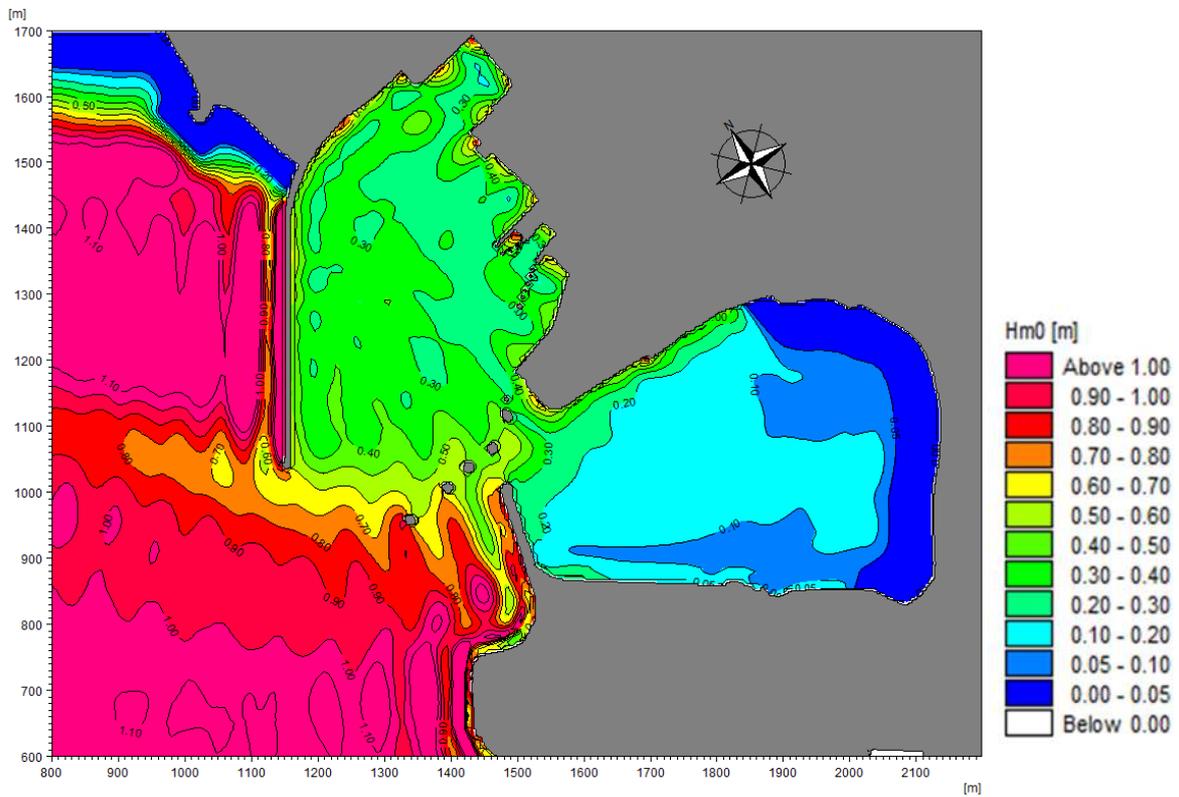


01/01/1990 01:00:00



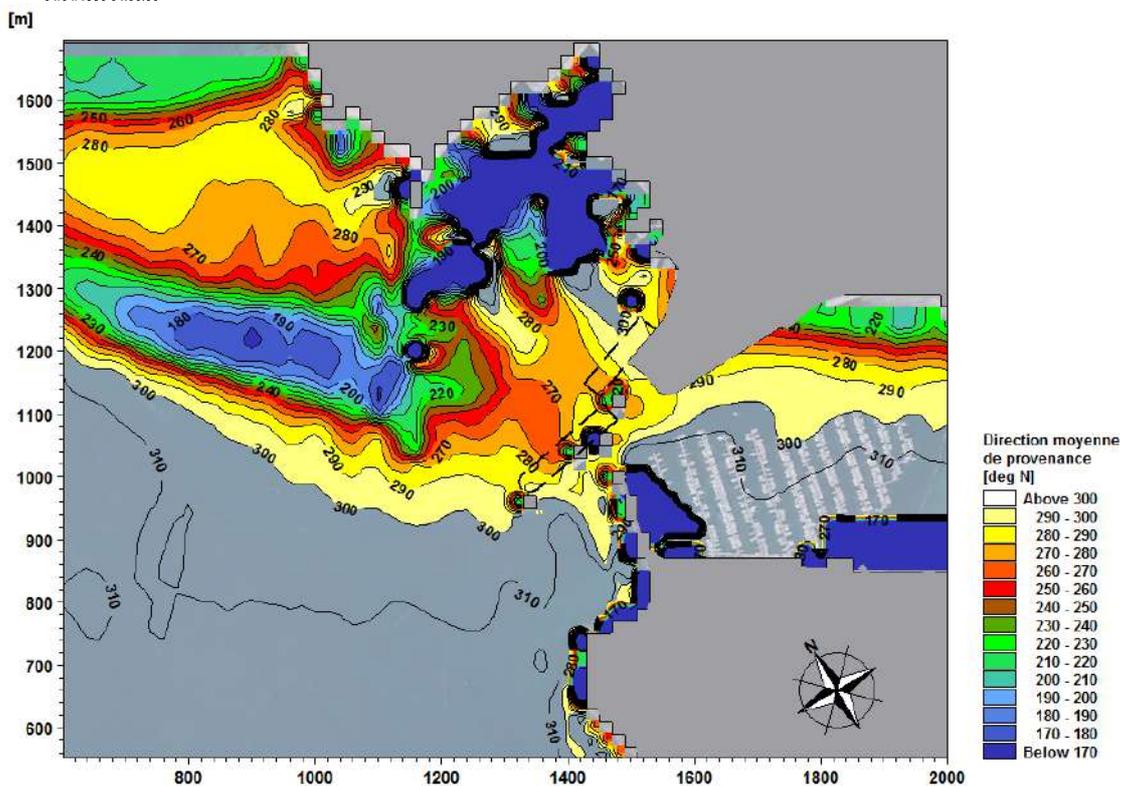
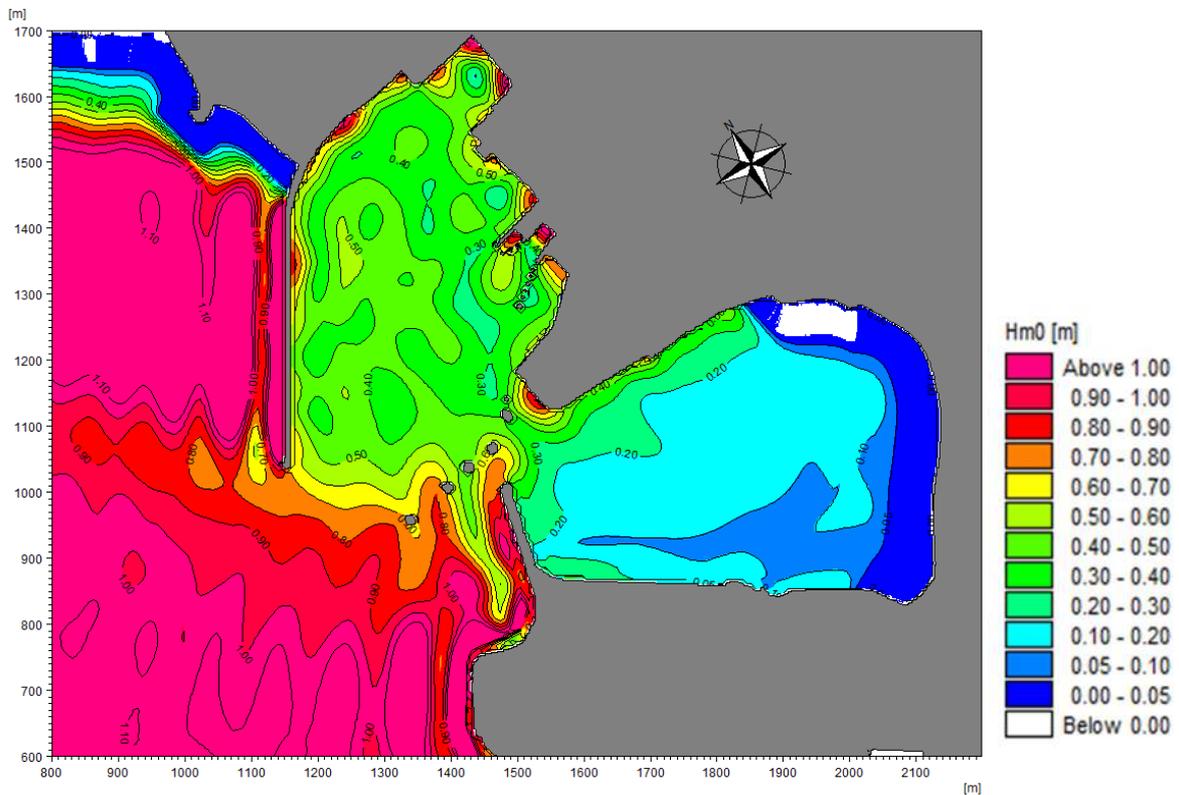
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=13s, MWD =310°N



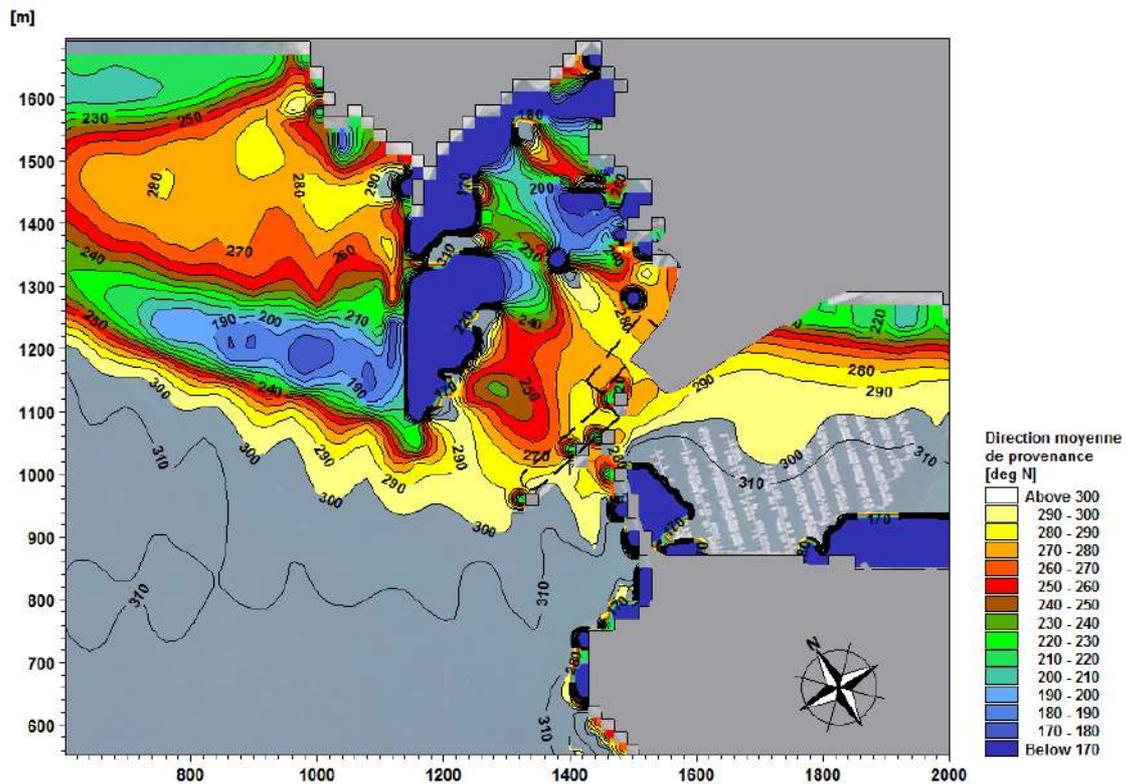
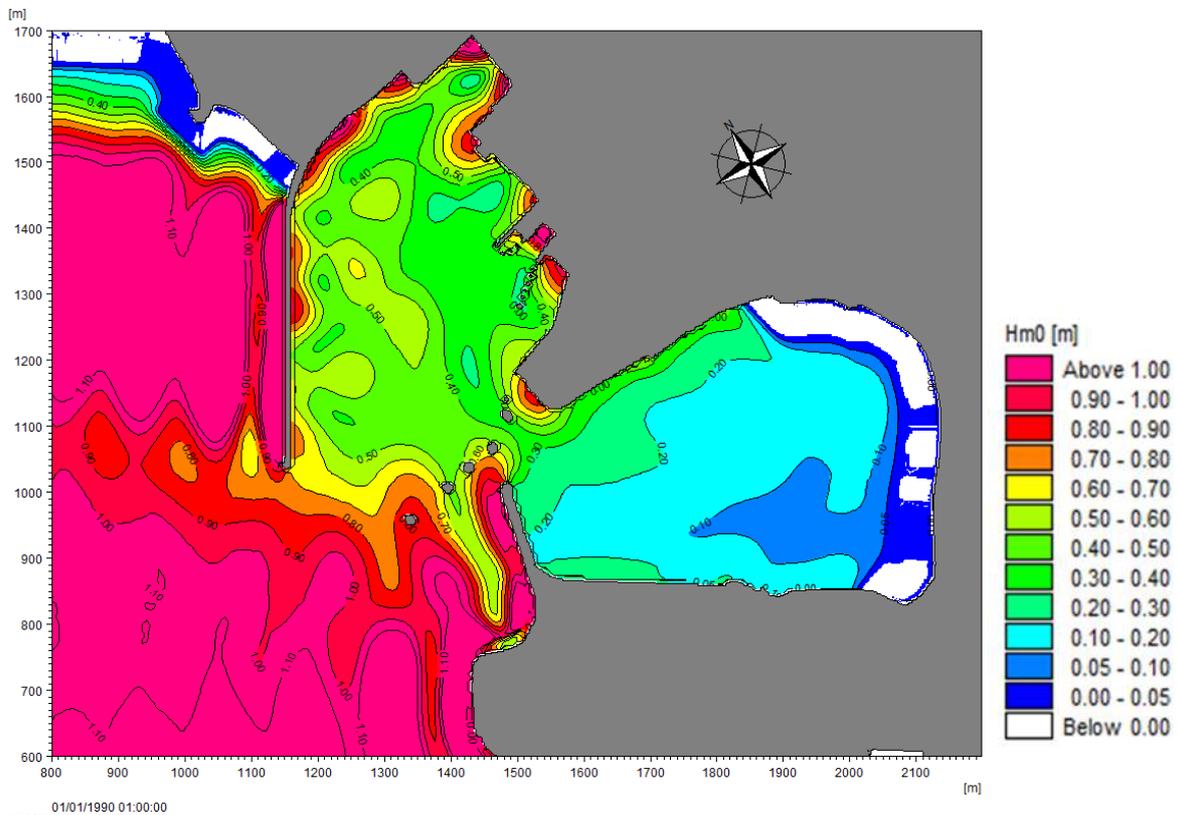
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=17s, MWD =310°N



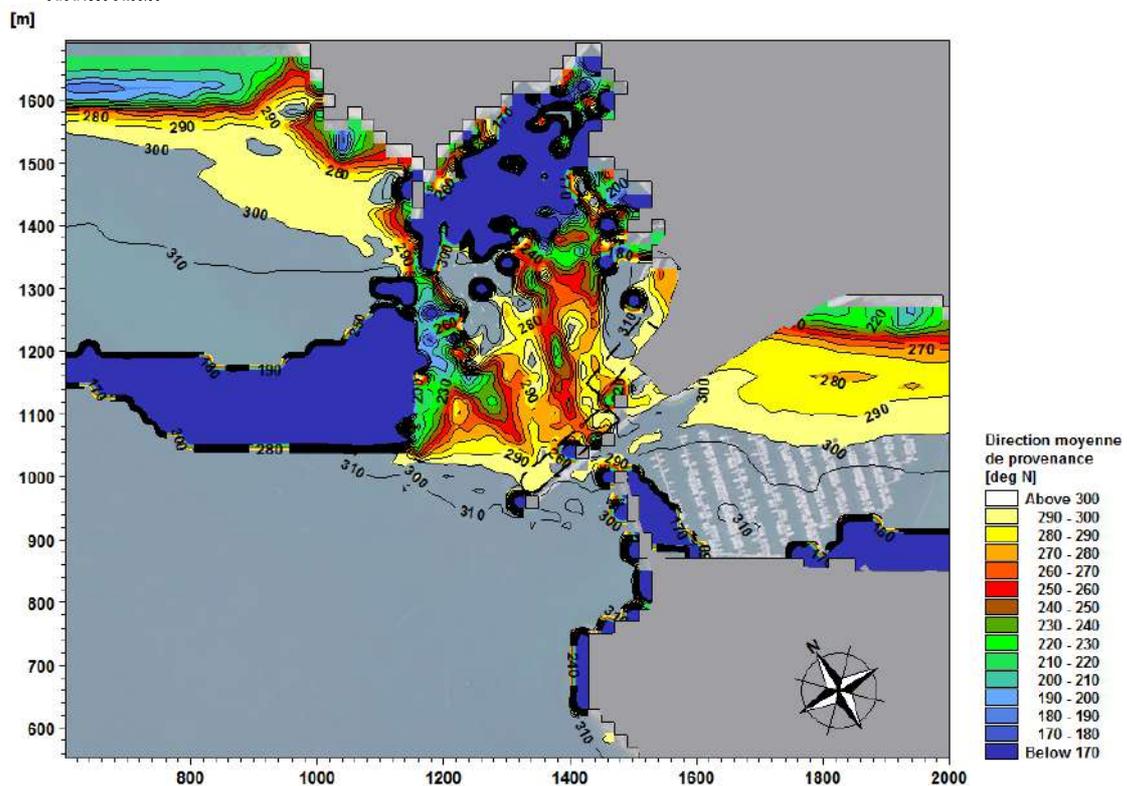
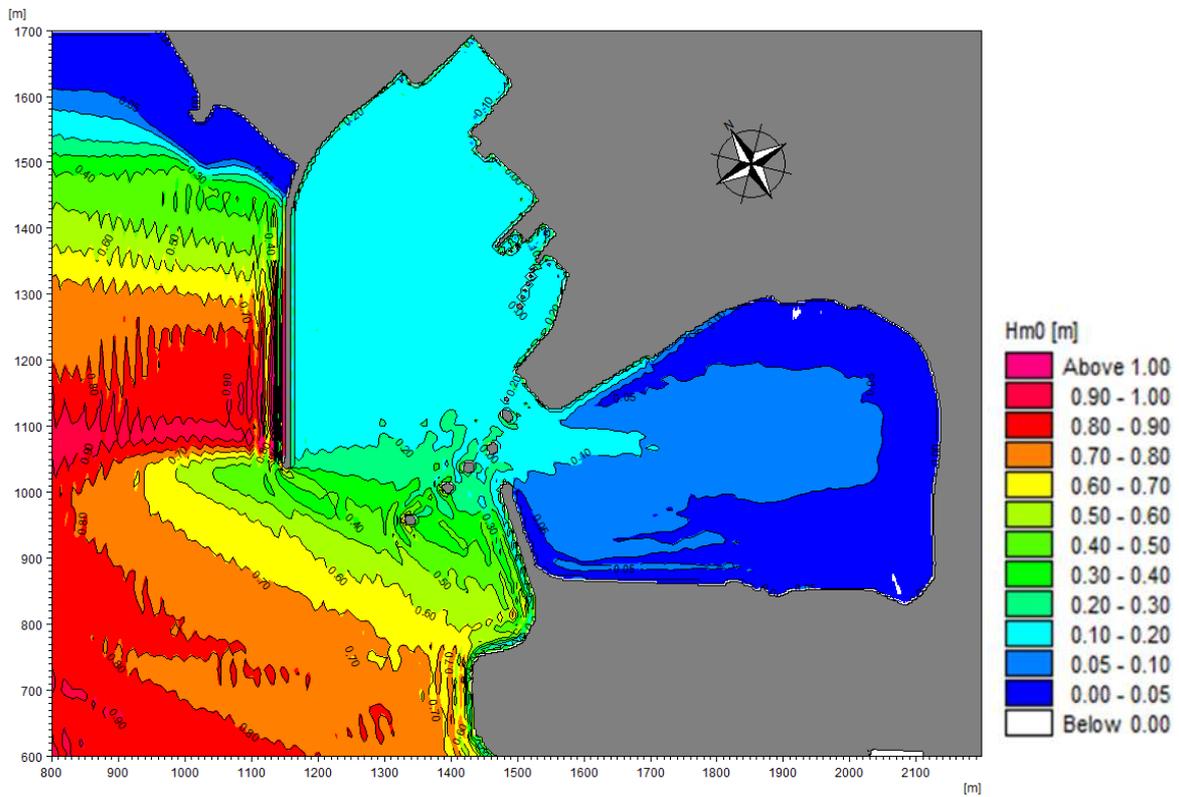
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=21s, MWD =310°N



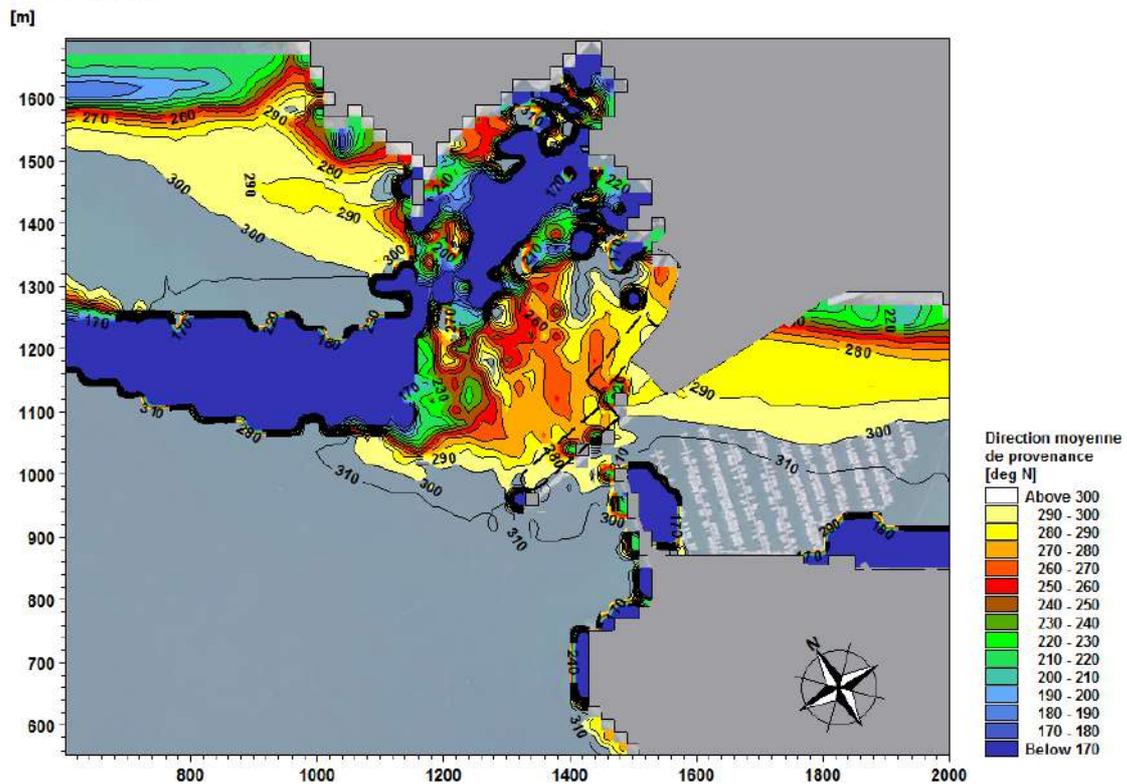
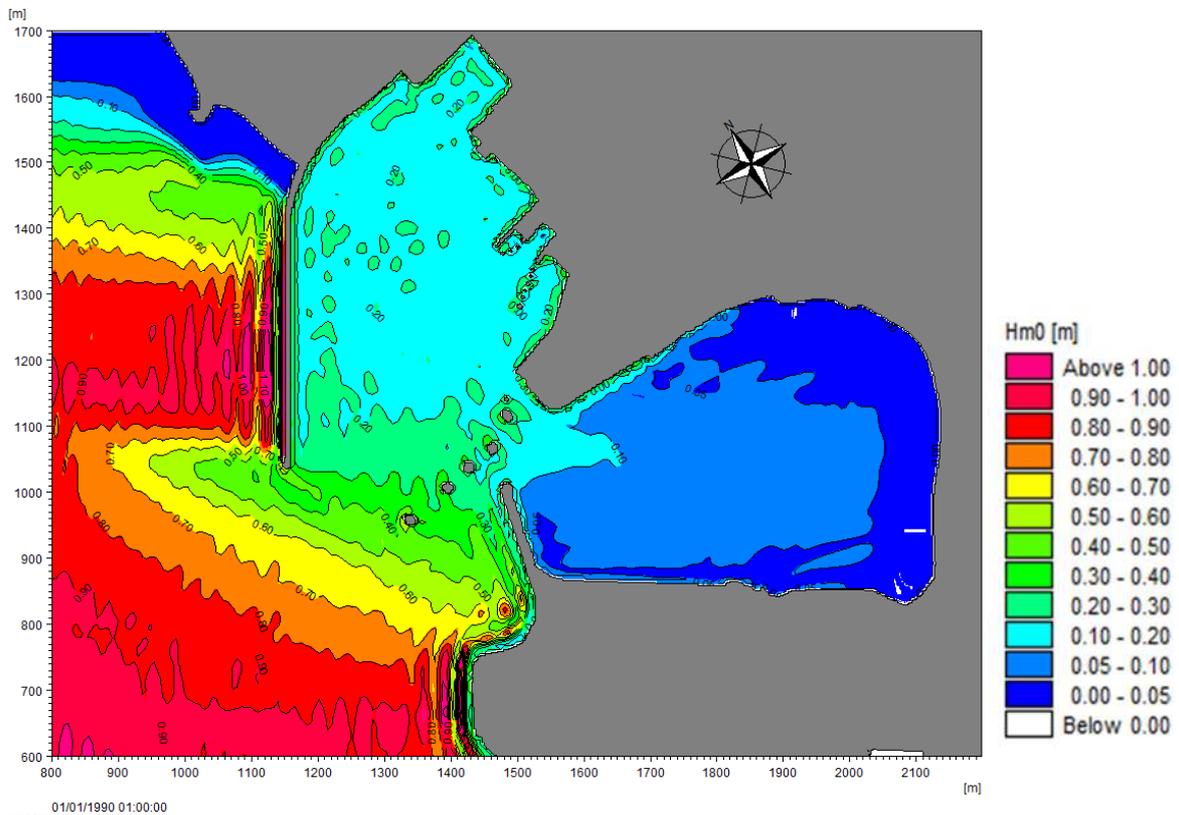
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=5s, MWD =330°N



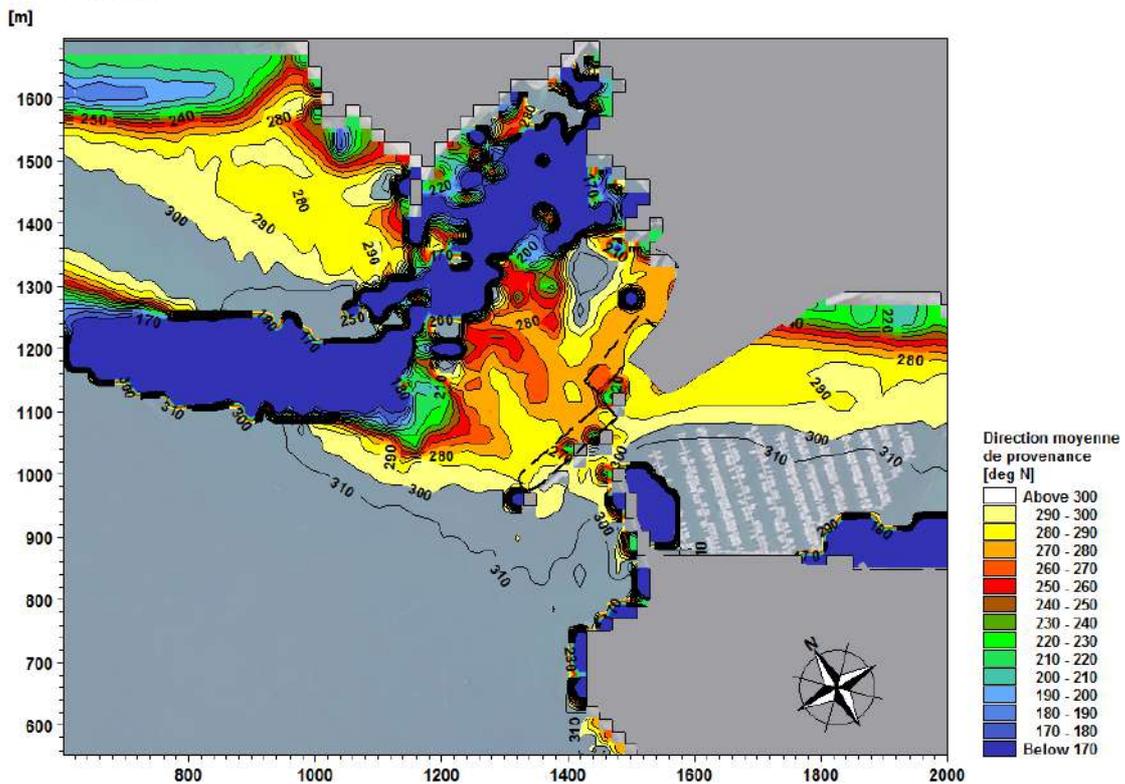
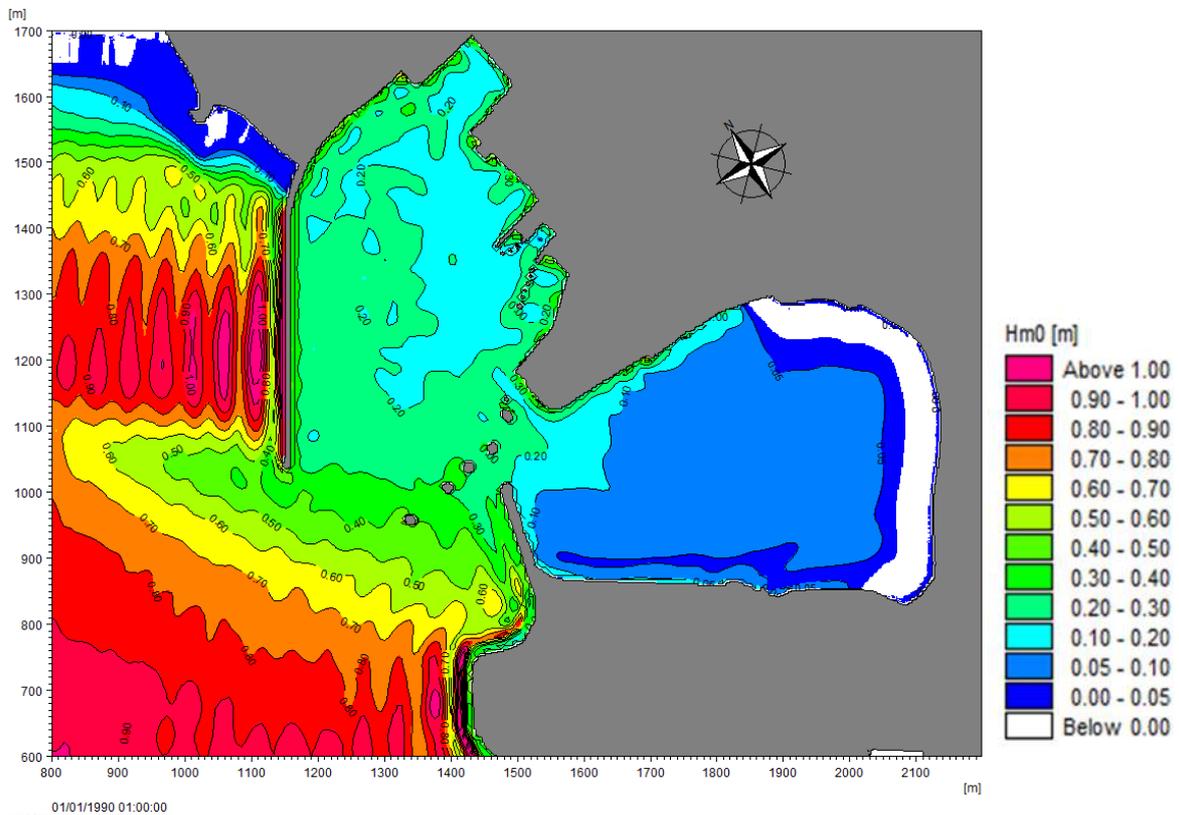
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=7s, MWD =330°N



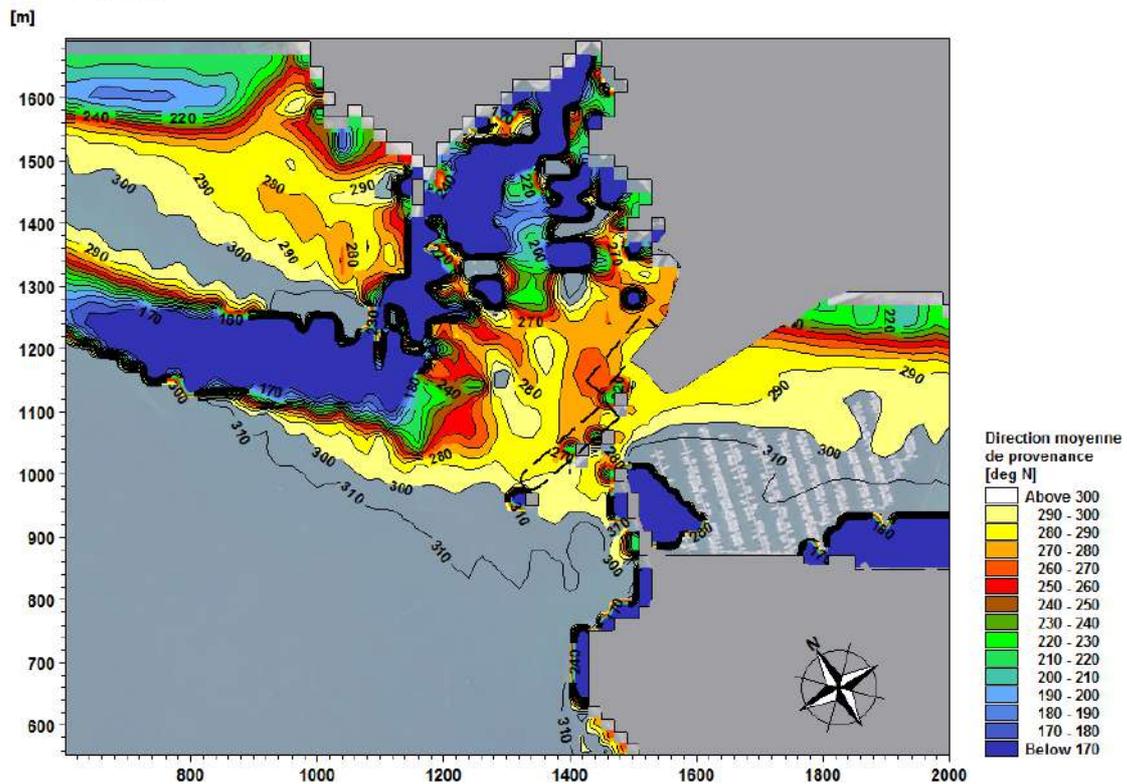
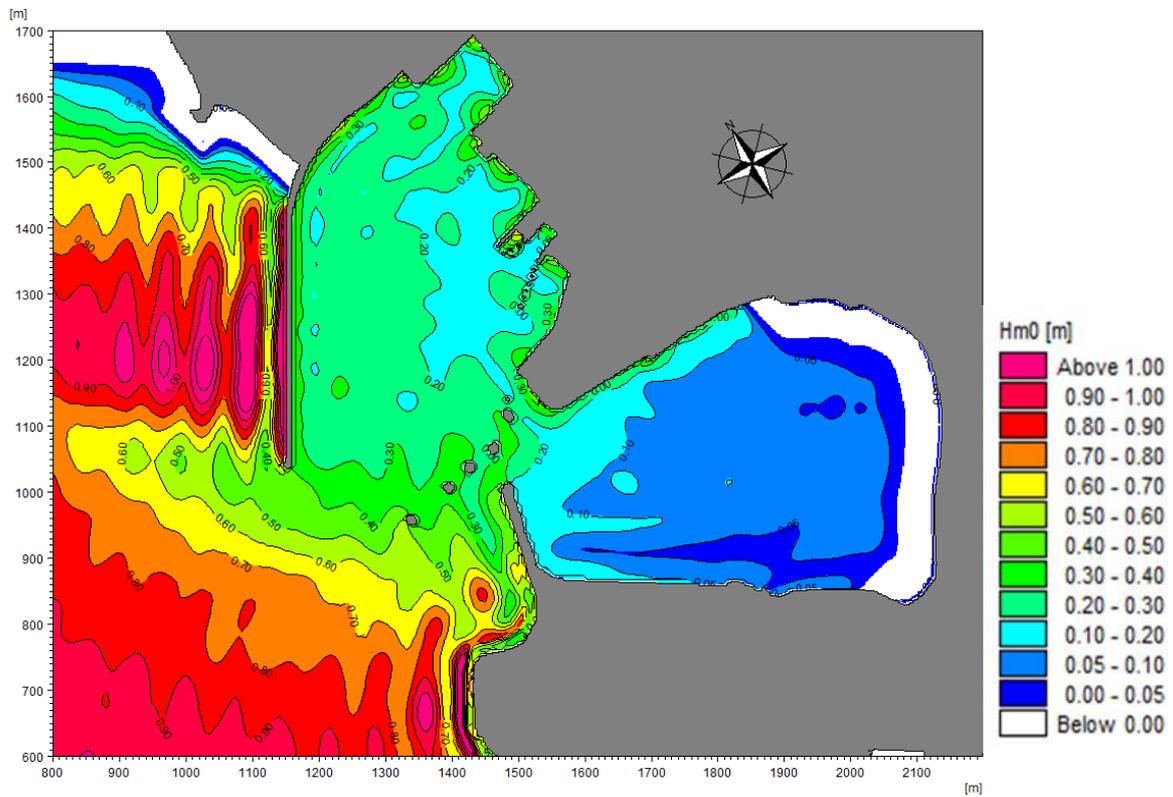
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=10s, MWD =330°N



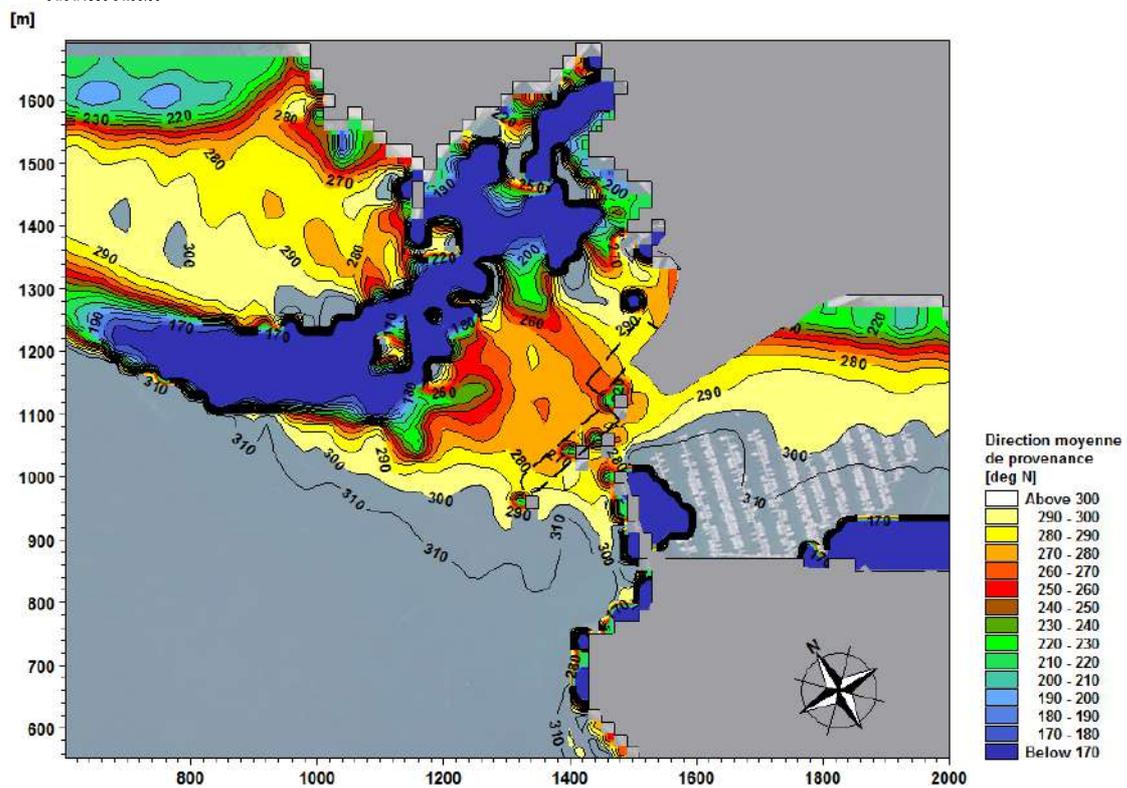
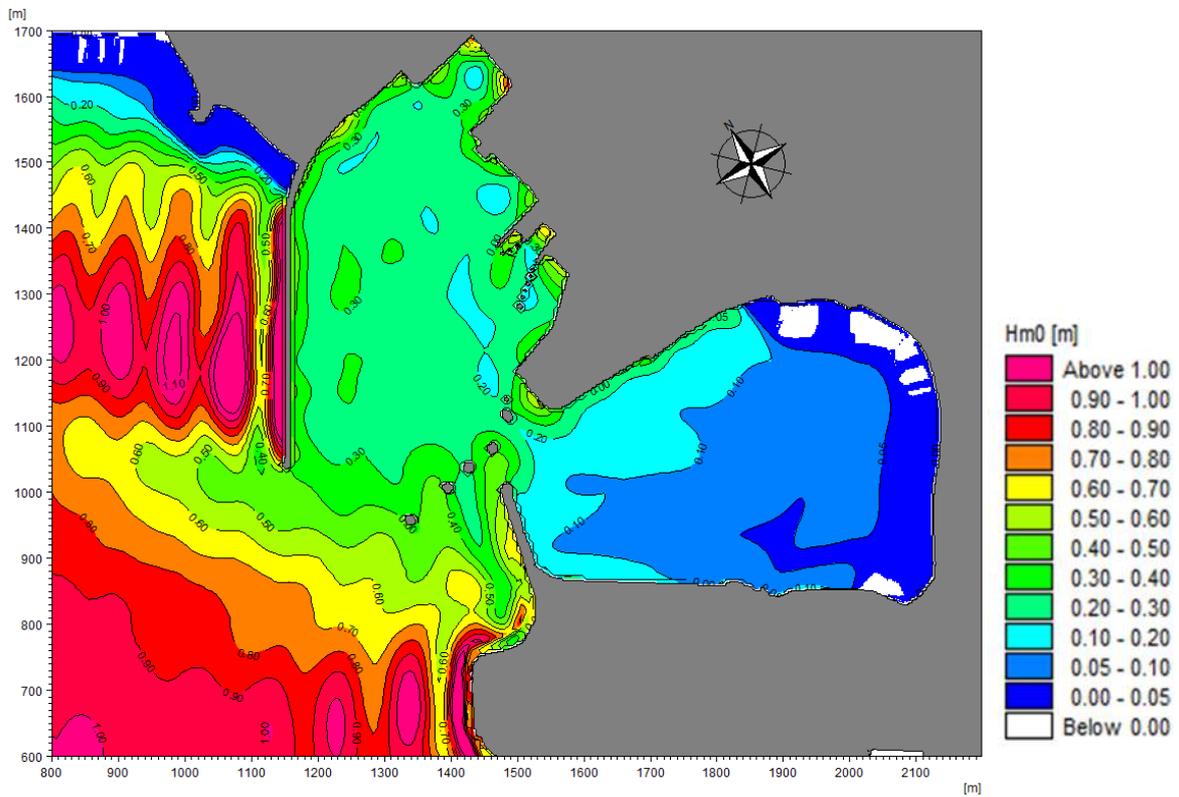
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=13s, MWD =330°N



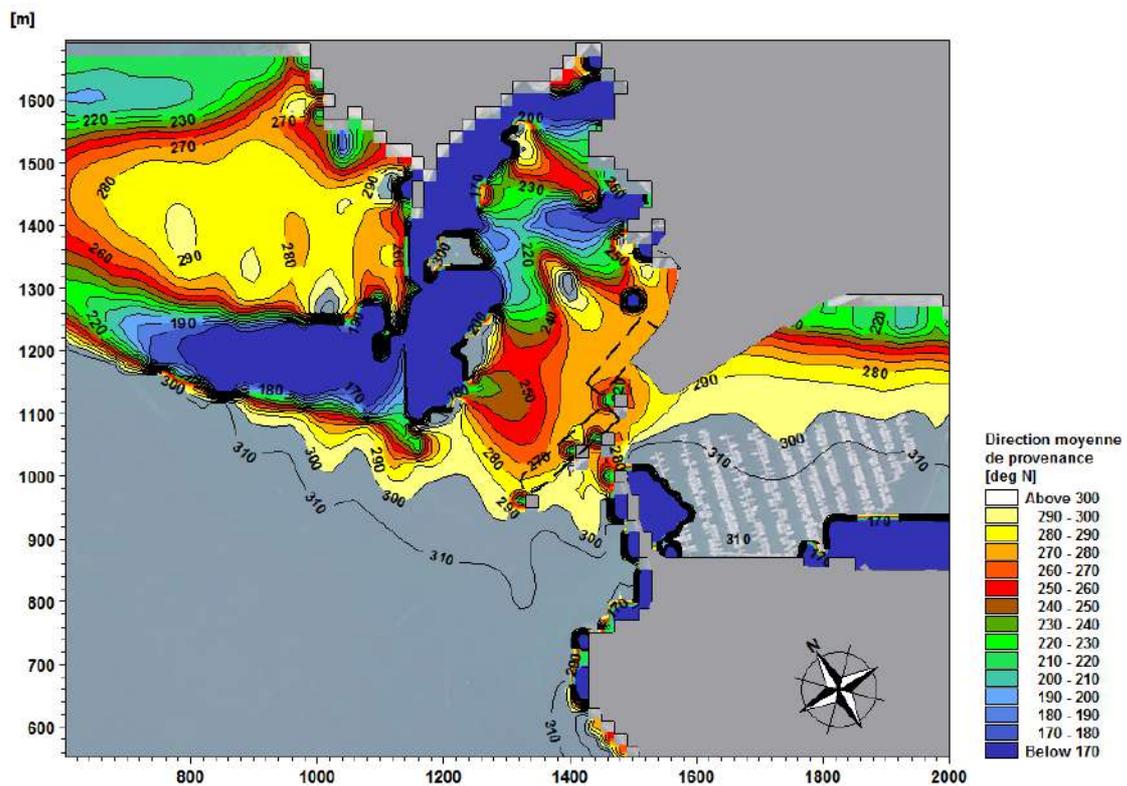
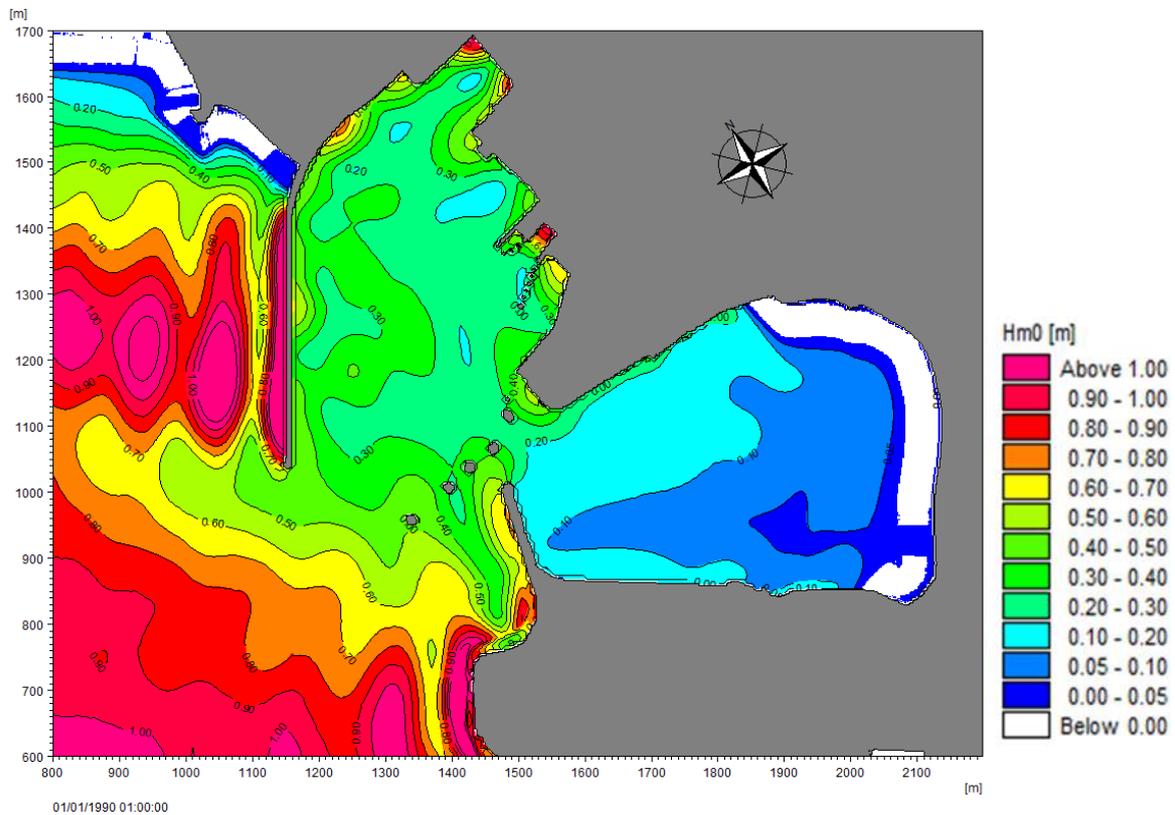
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

Tp=17s, MWD =330°N



REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

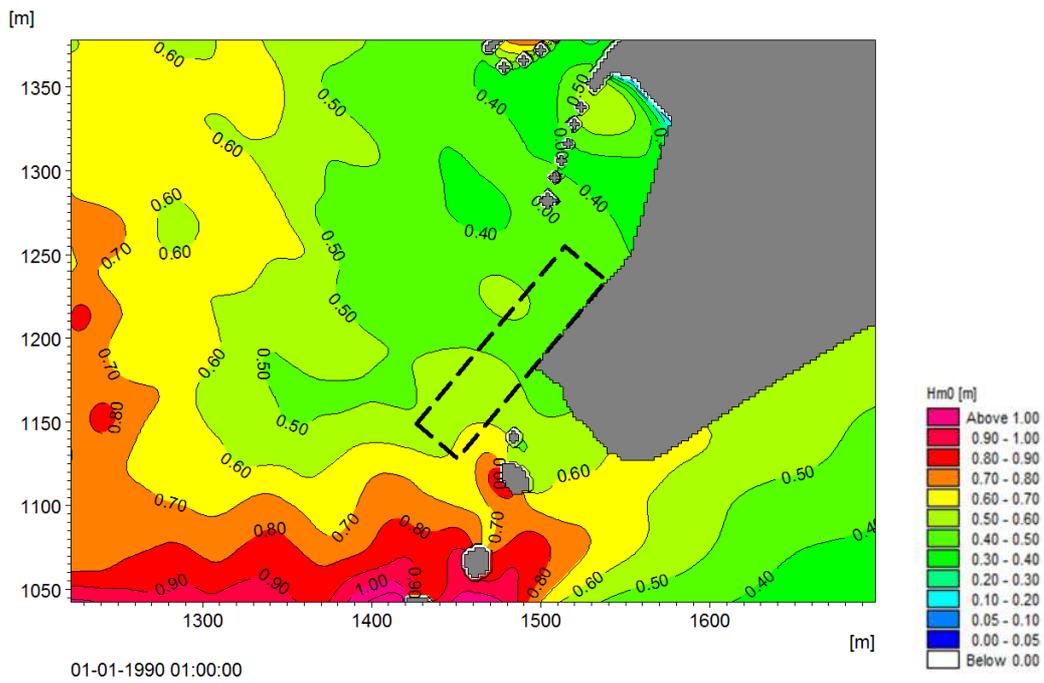
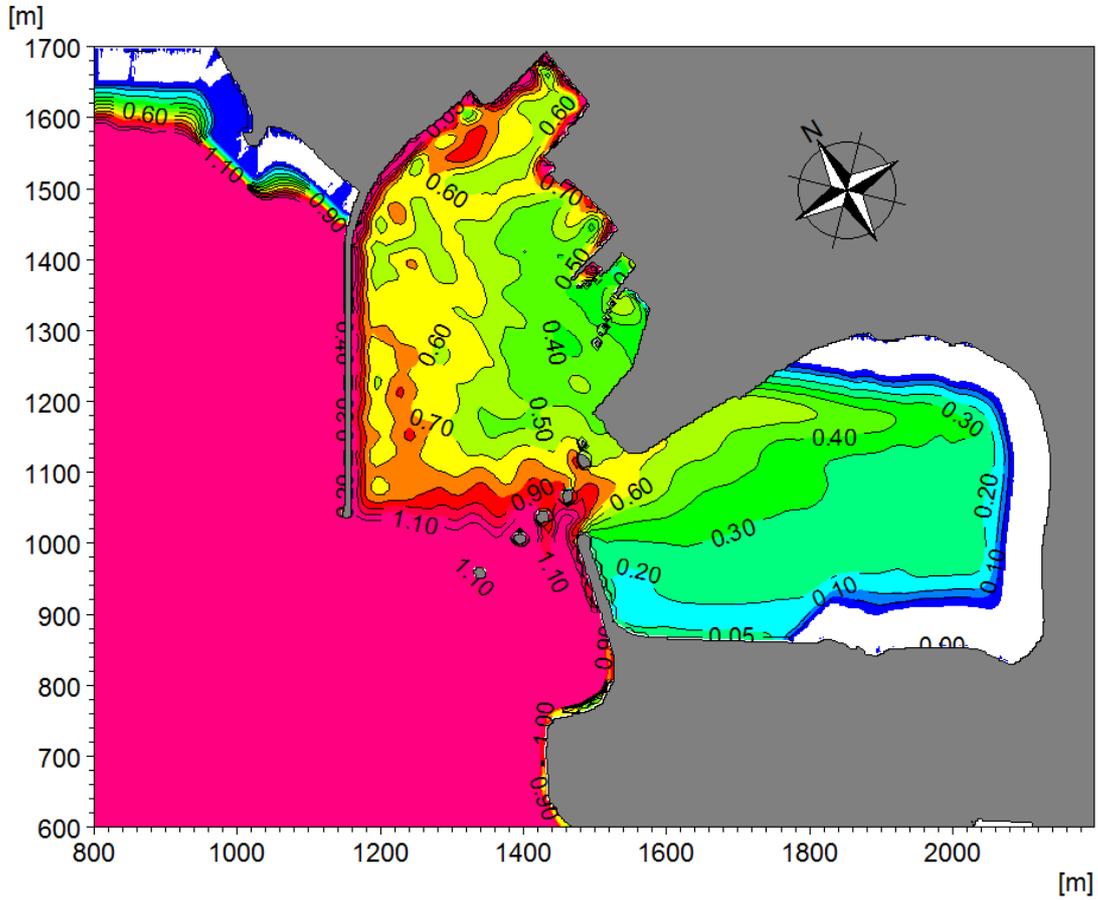
Tp=21s, MWD =330°N



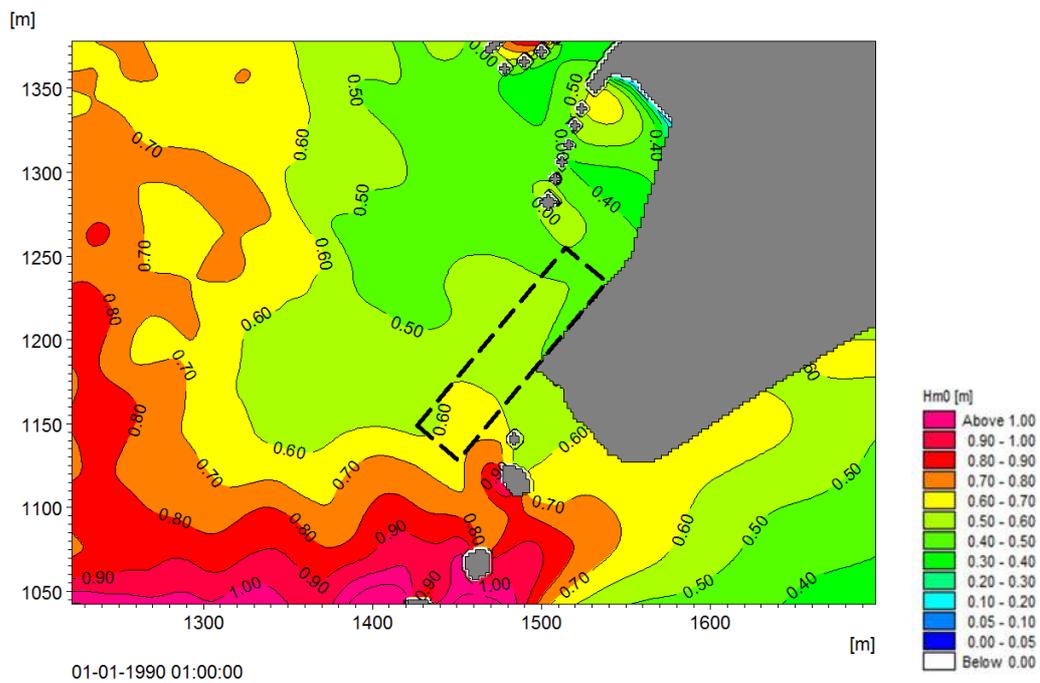
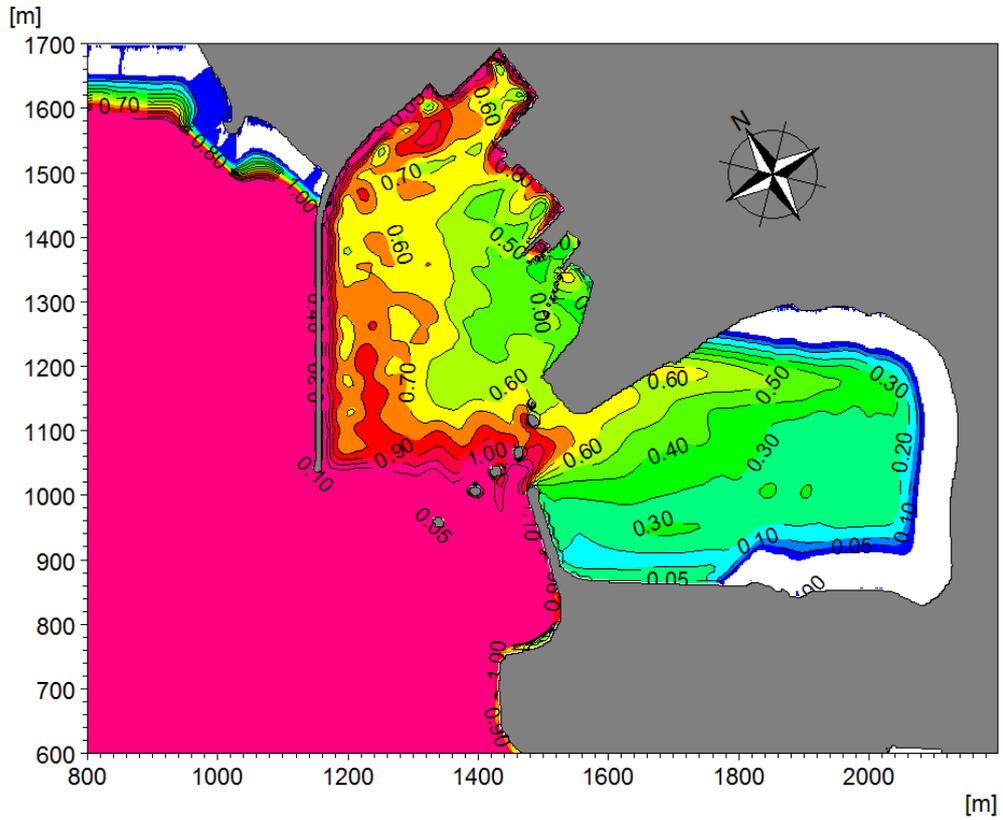
REGION BRETAGNE
ETUDES HYDRODYNAMIQUES - REAMENAGEMENT DU TERMINAL DU NAYE ET EXTENSION DU PORT DE
PLAISANCE DES BAS SABLONS - MARCHE SUBSEQUENT N°4

ANNEXE F – Planches d'agitation pour les simulations de conditions extrêmes, houle incidente seulement

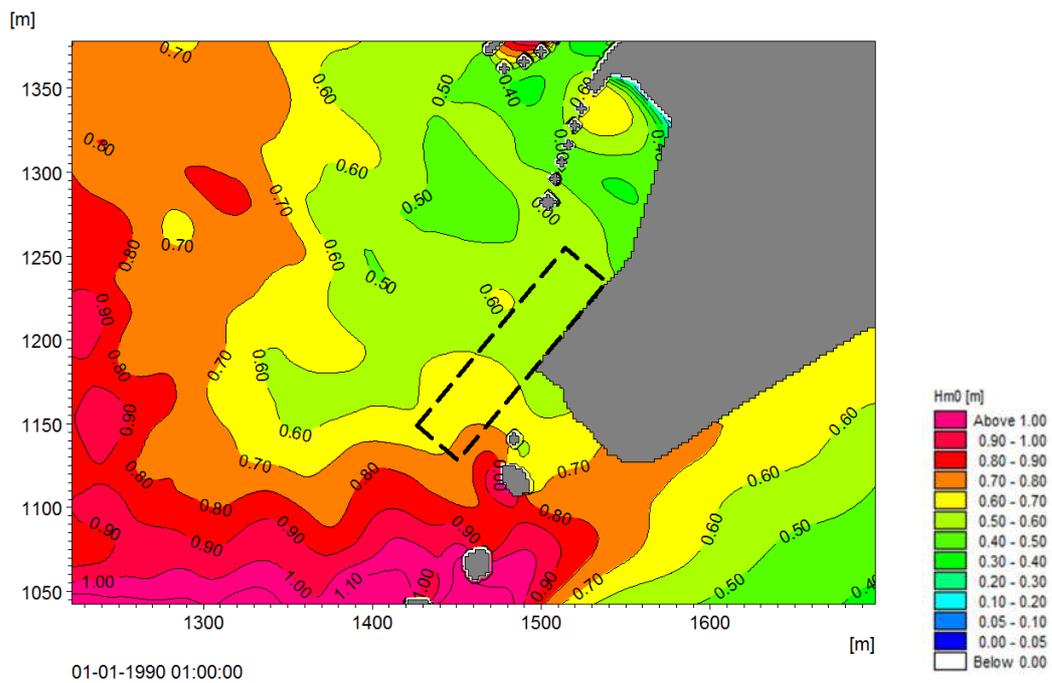
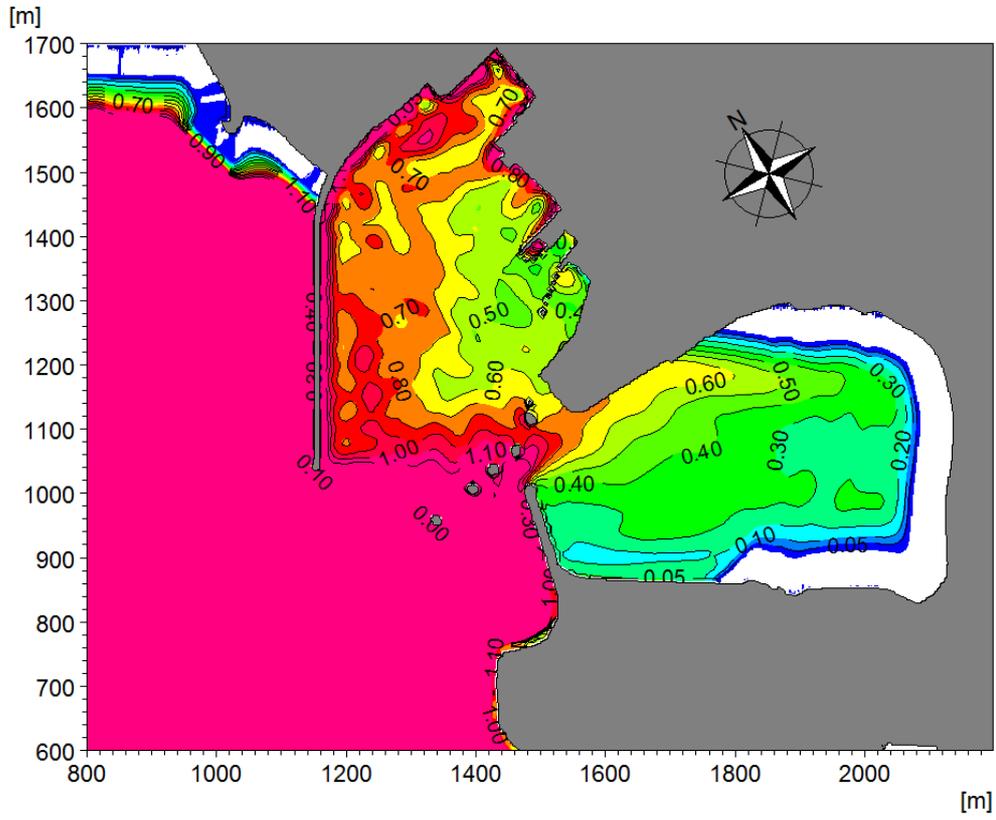
Cas H5 (PR 5ans)



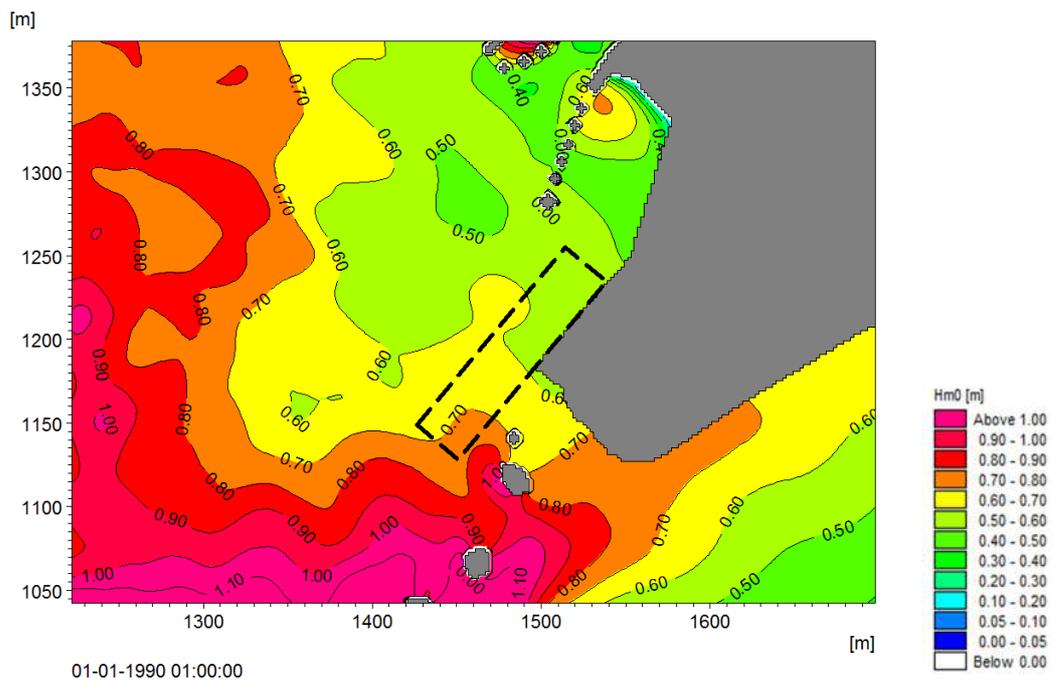
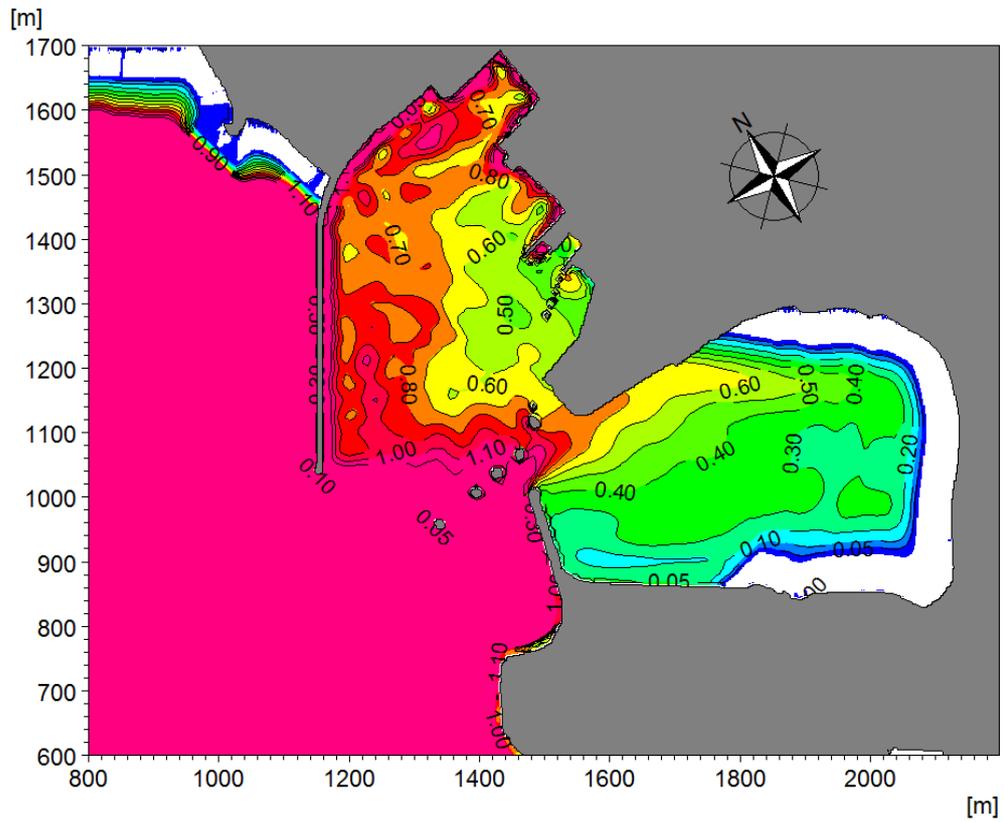
Cas H10 (PR 10 ans)



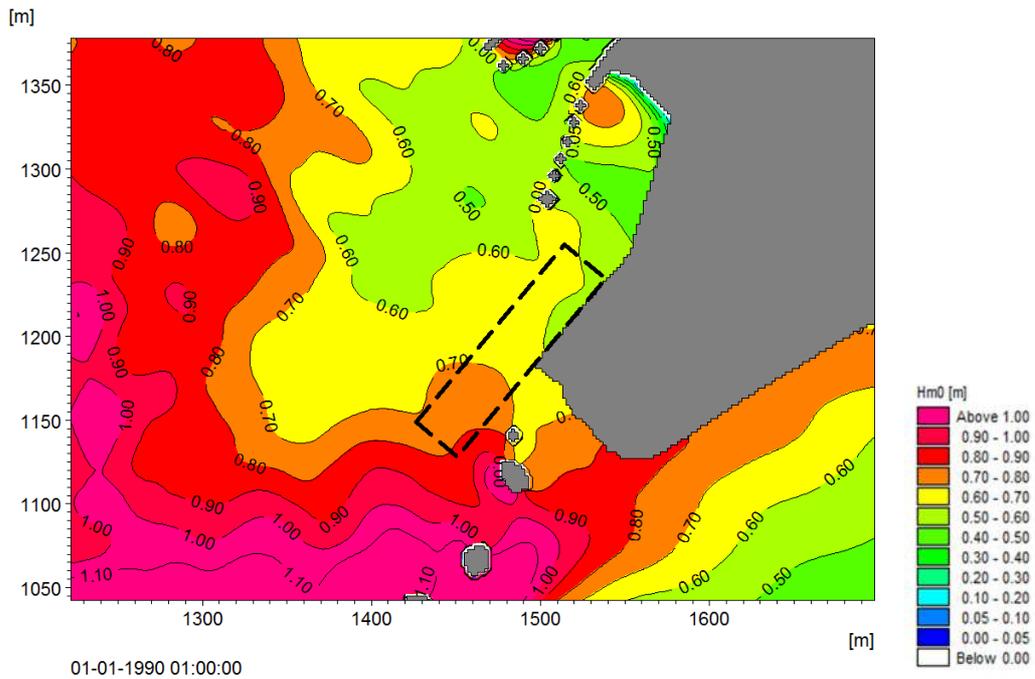
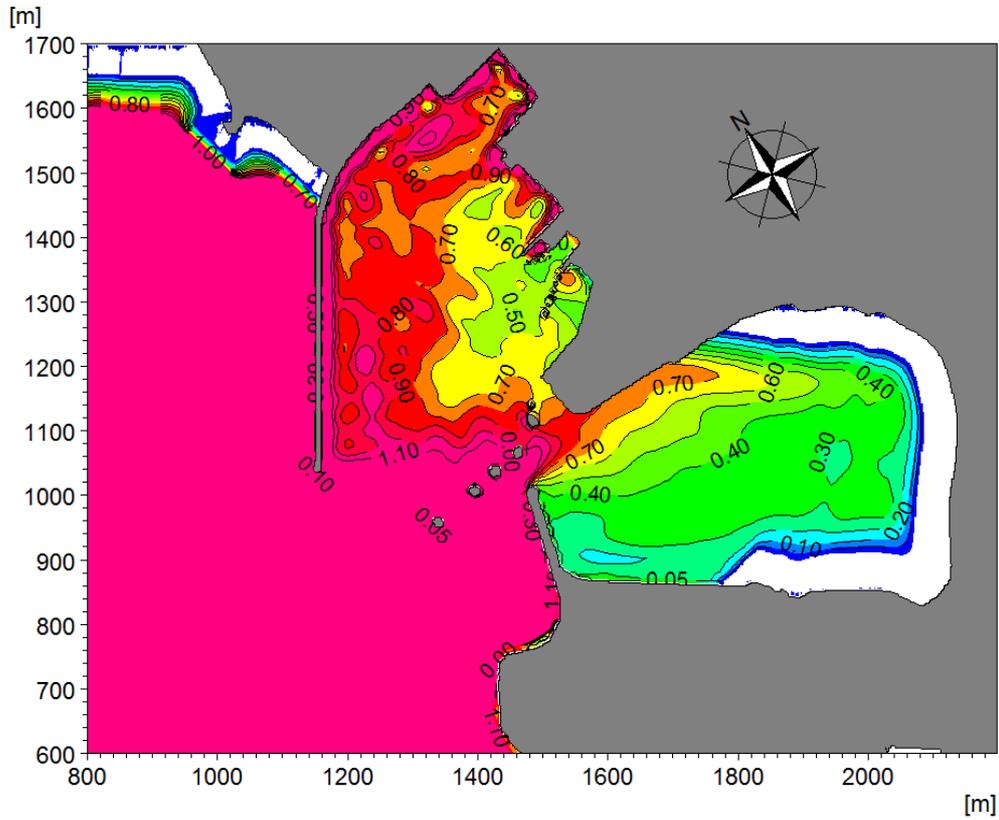
Cas H25 (PR 25 ans)



Cas H50 (PR 50 ans)



Cas H100 (PR 100 ans)

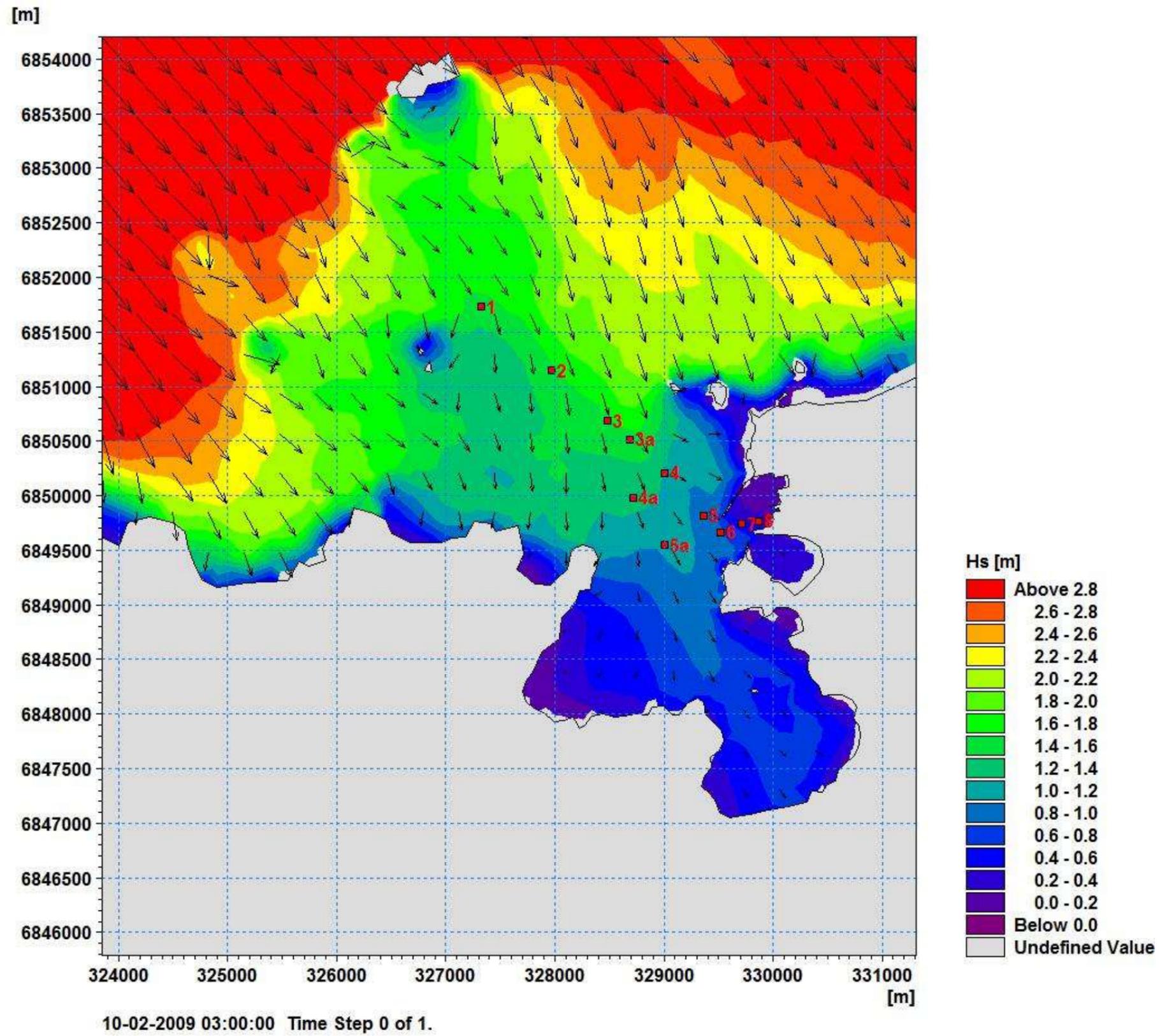


**ANNEXE G - Plan de vagues lors des évènements identifiés
pour les études de navigabilité**

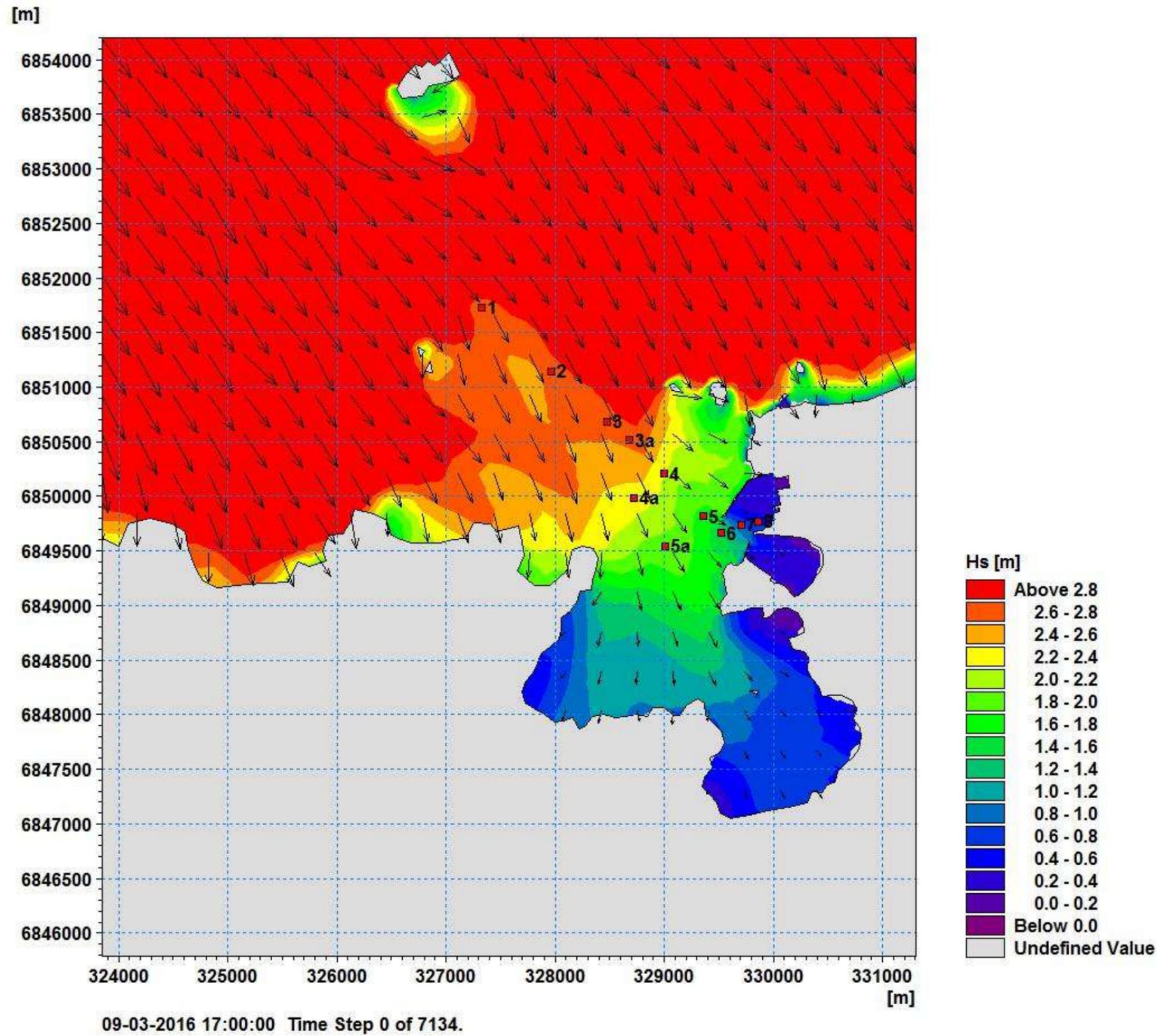
Exercice	Date	Niveau d'eau (mNGF)	Vitesse du vent (nœuds)	Direction (degré)
11	10/02/2009 03:00:00	5,38	35,80	304
12	-	-	-	-
14	09/03/2016 17:00:00⁵	10,61	35,21	321
16	27/12/2017 08:00:00	5,81	36,28	325
17	-	-	-	-
19	09/03/2016 17:00:00	10,61	35,21	321
20	15/01/2008 09:00:00	10,23	32,21	205
23	12/01/2017 18:00:00	12,26	32,72	311
30	08/12/2001 07:00:00	3,44	10,19	90
32	12/01/2016 16:00:00	3,45	26,69	293
38	10/02/2009 05:00:00	11,25	31,57	298
39	28/02/2014 16:00:00	10,05	28,40	328
40	01/01/1998 19:00:00	11,47	36,35	208
42	15/01/2008 09:00:00	10,23	32,21	205

⁵ Les données indiquées en caractères gras dans le tableau correspondent aux dates qui remplissent les conditions de deux exercices et sont donc dédoublées.

EXERCICE 11

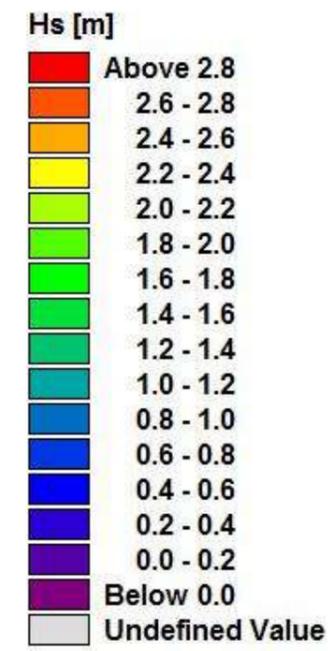
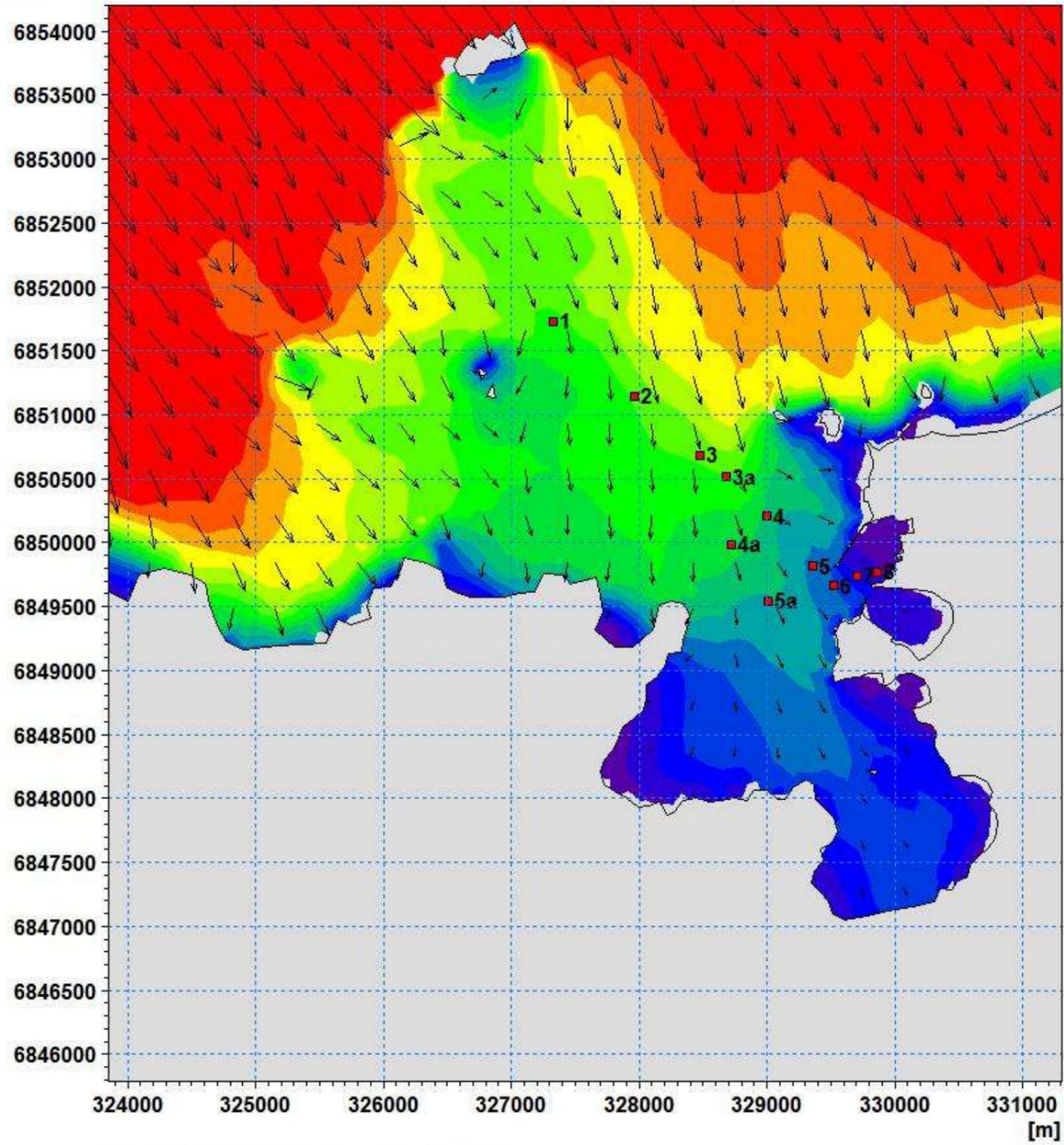


EXERCICES 14 ET 19



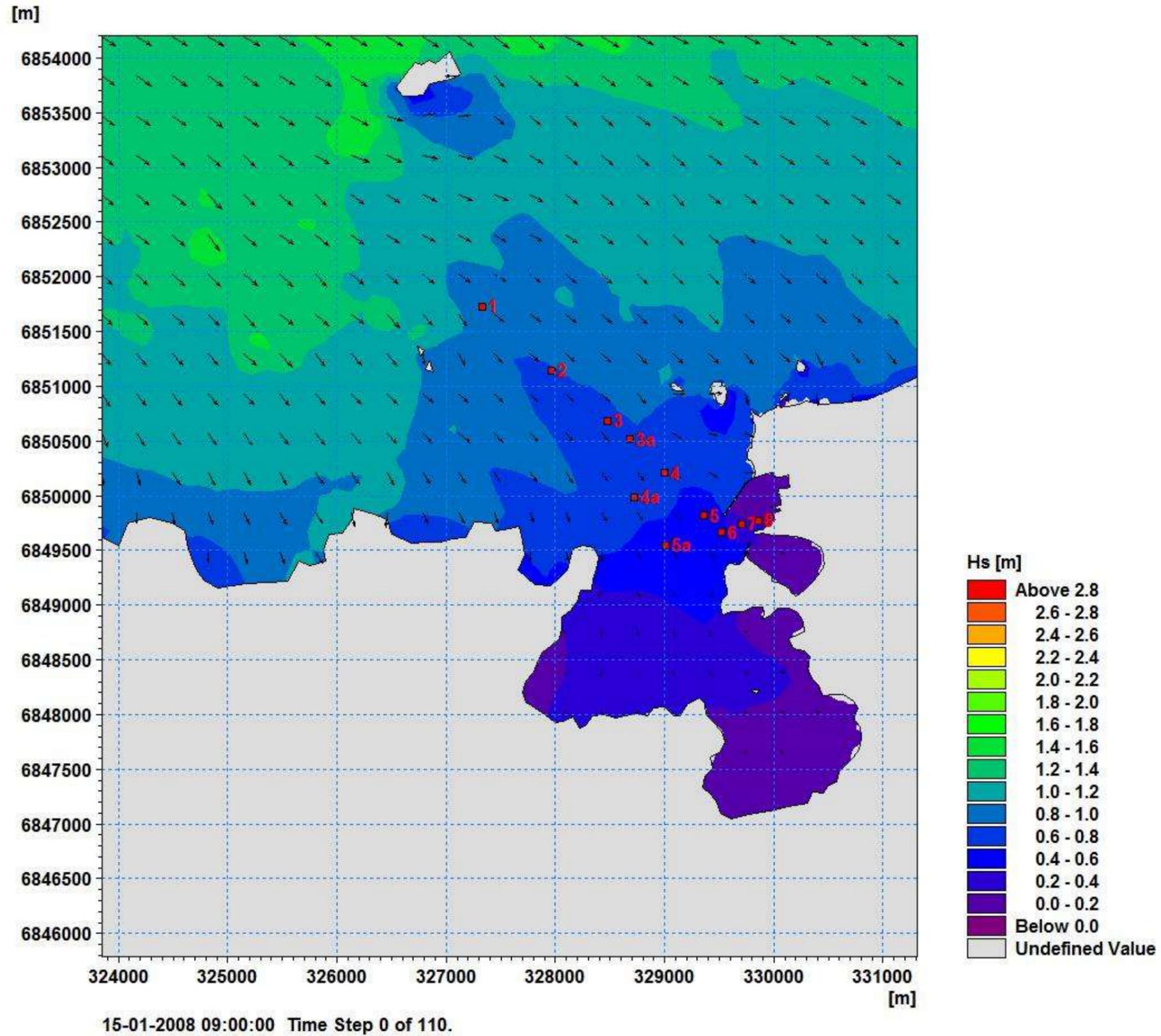
EXERCICE 16

[m]



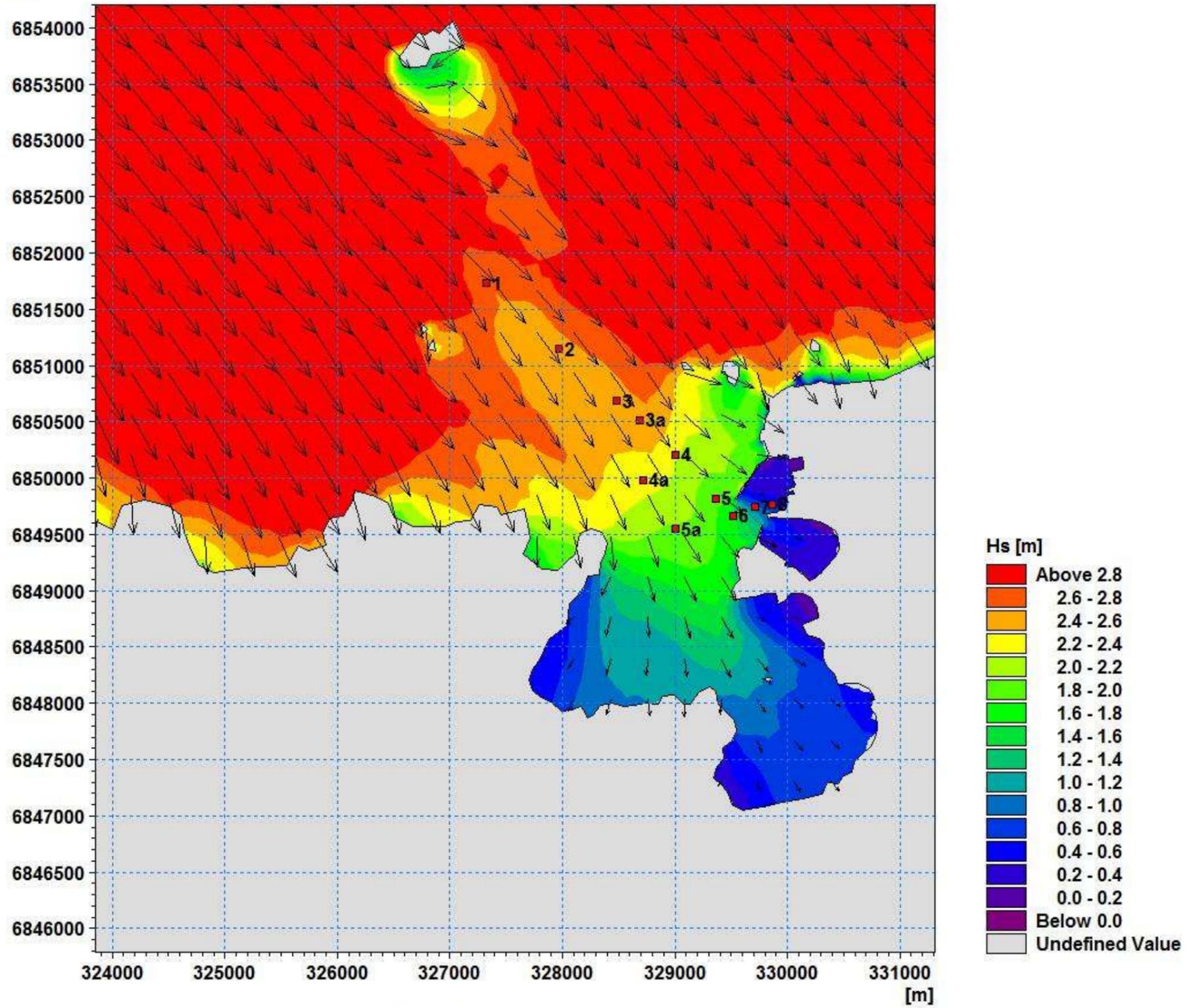
27-12-2017 08:00:00 Time Step 0 of 111.

EXERCICES 20 ET 42

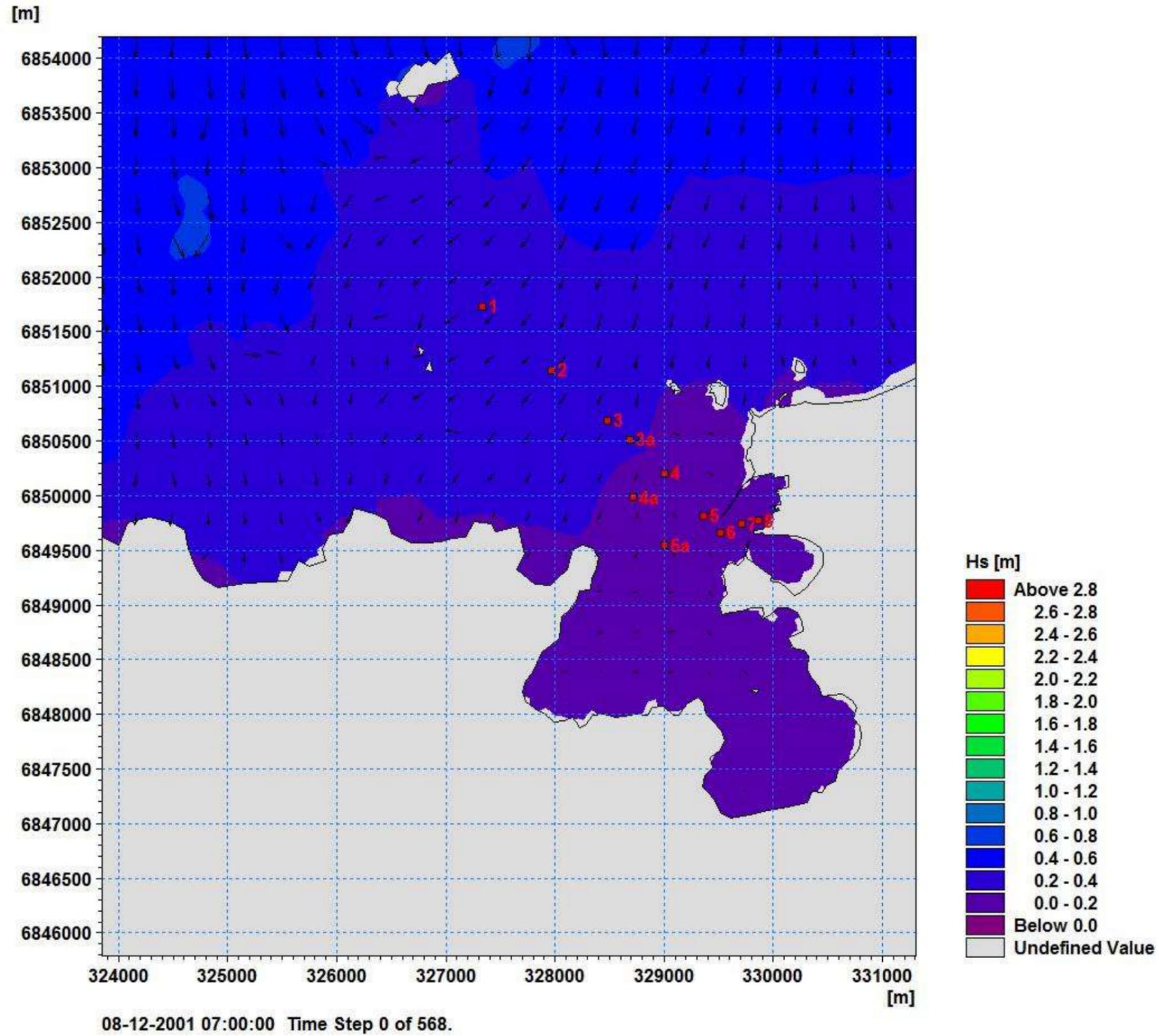


EXERCICE 23

[m]

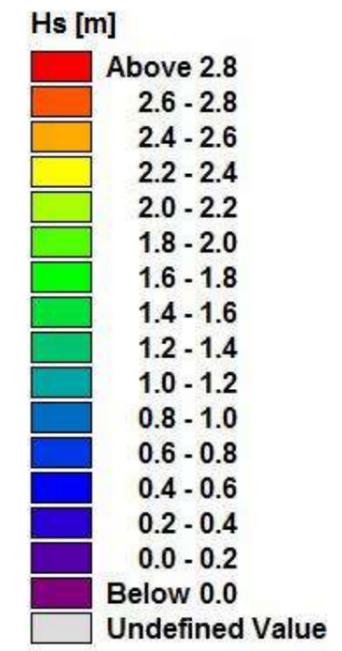
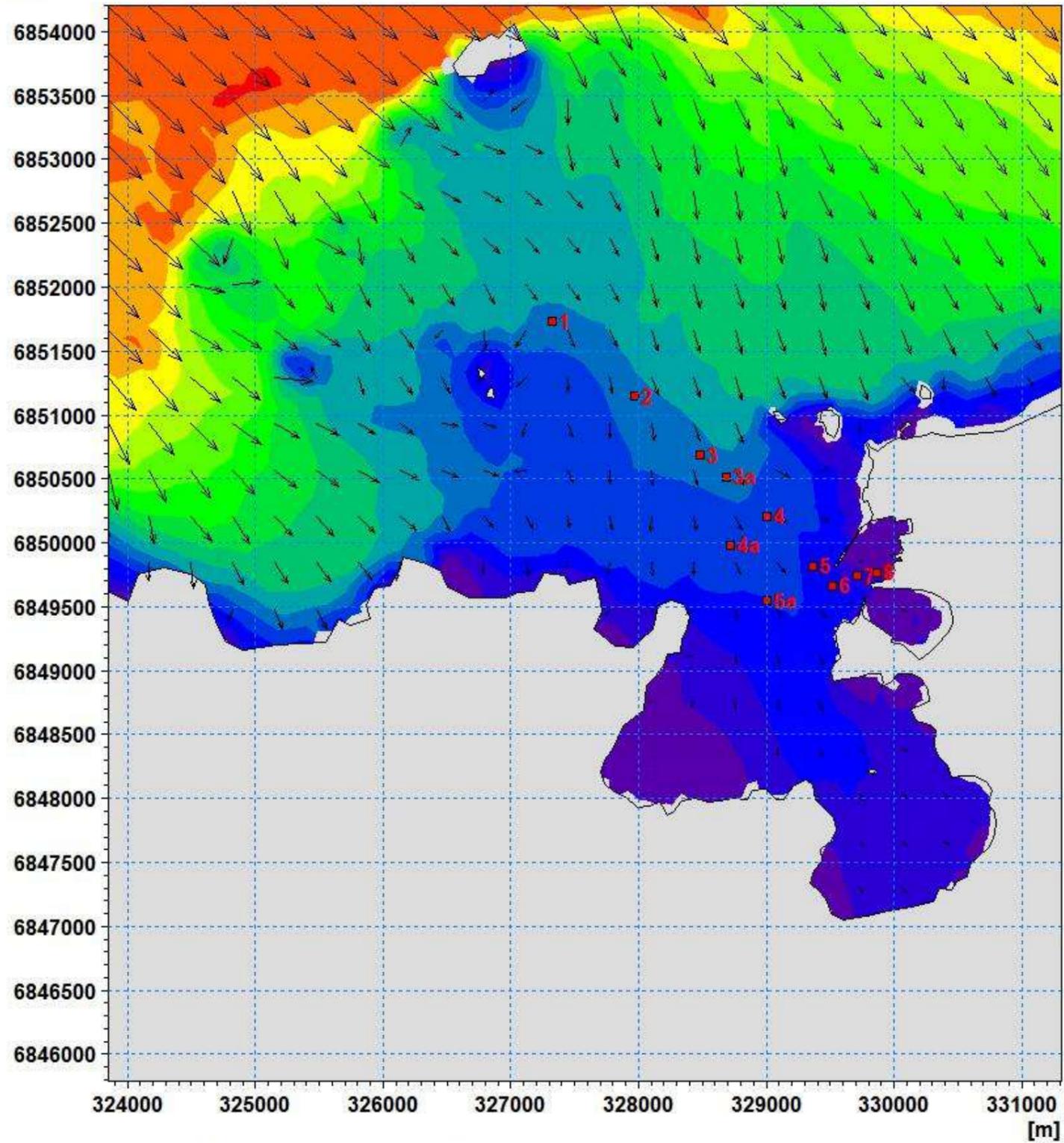


EXERCICE 30



EXERCICE 32

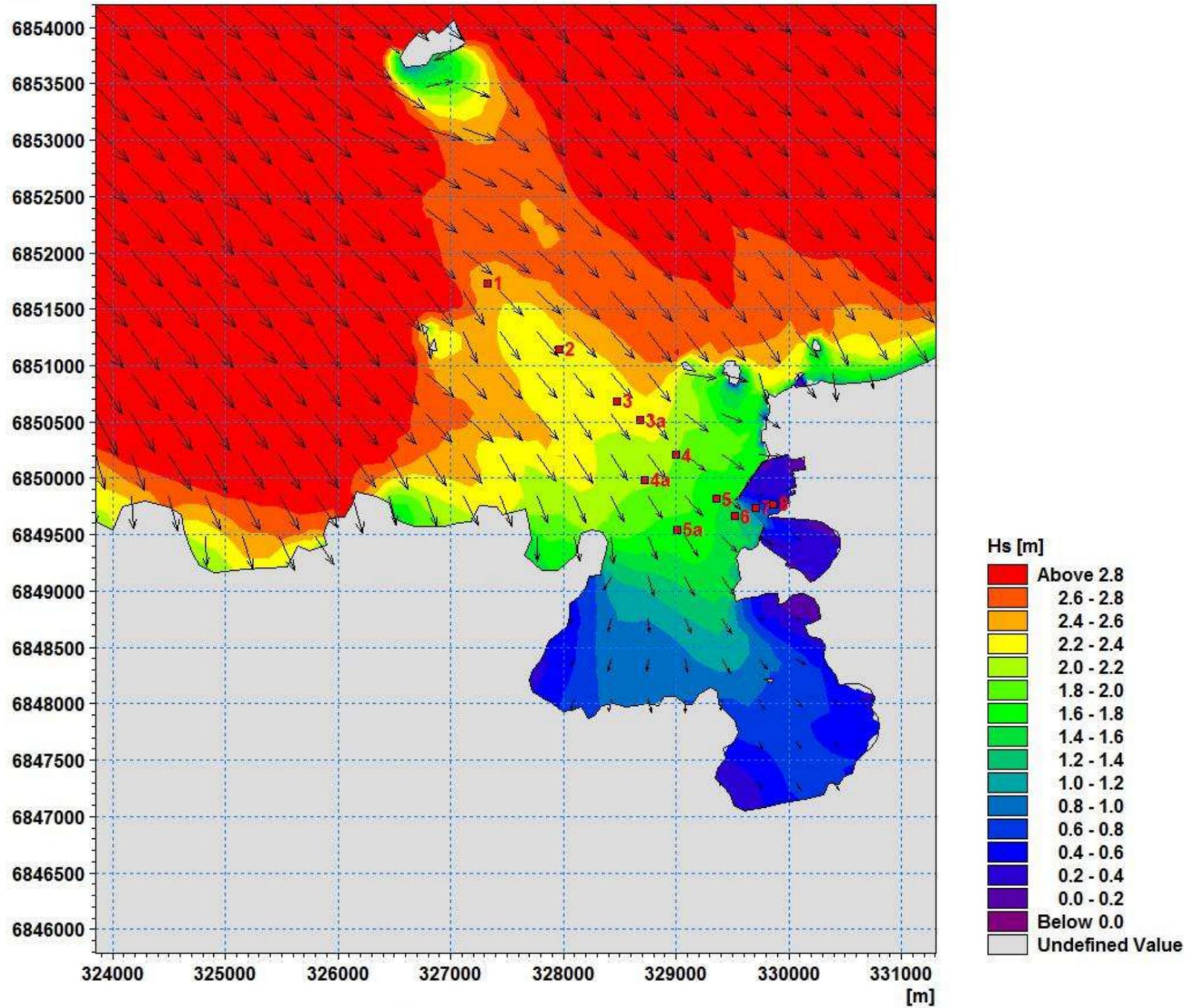
[m]



12-01-2016 16:00:00 Time Step 0 of 8503.

EXERCICE 38

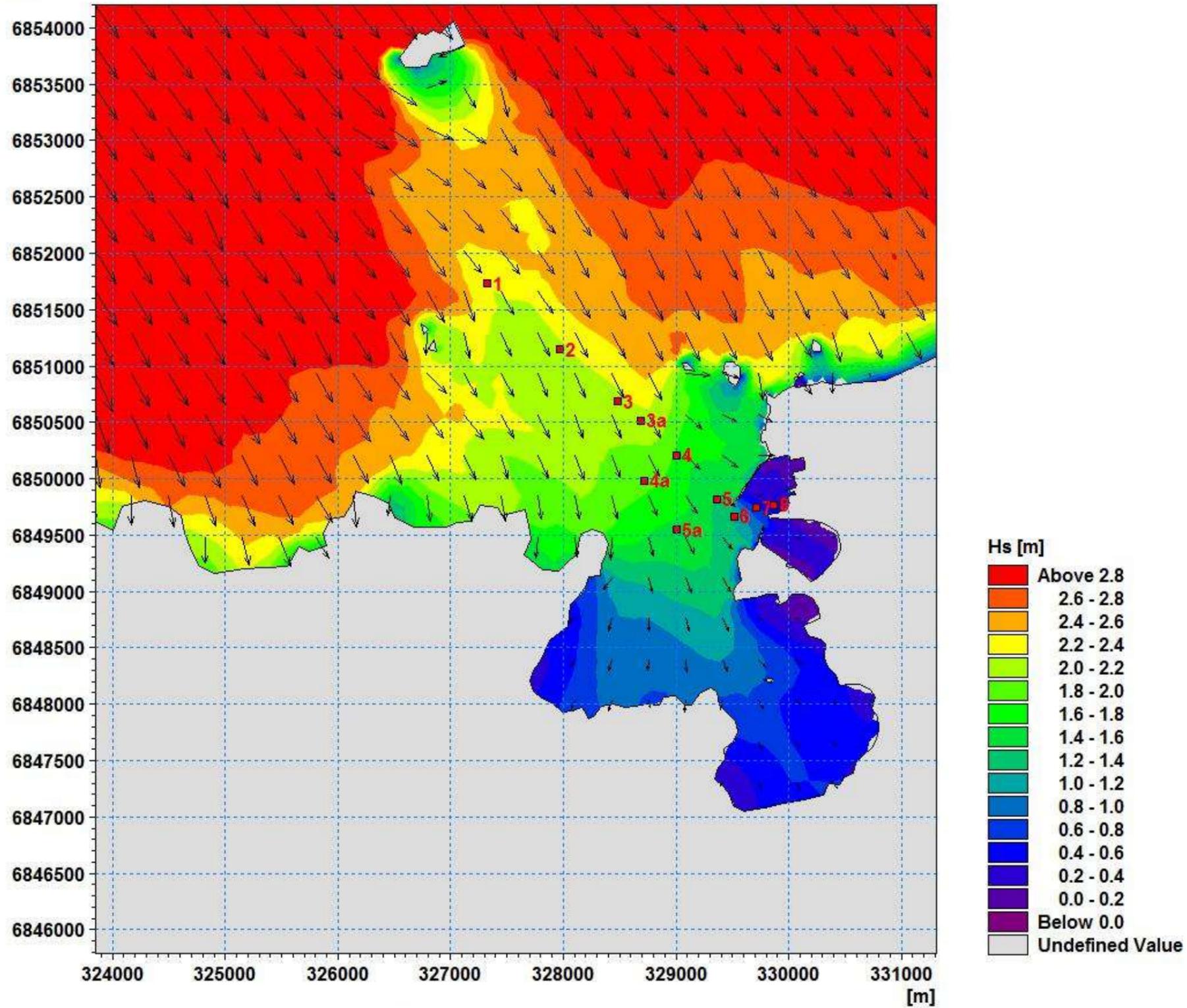
[m]



10-02-2009 05:00:00 Time Step 1 of 1.

EXERCICE 39

[m]



28-02-2014 16:00:00 Time Step 0 of 6631.

EXERCICE 40

