



**PRÉFET
DU MORBIHAN**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction départementale
des territoires et de la mer**

Service eau biodiversité risques
Unité gestion des procédures environnementales

Vannes, le 20 juin 2023

Affaire suivie par : Lydie Bourguine
Tél : 02 56 63 74 79 – 06 09 12 41 71
Mél : lydie.bourguine@morbihan.gouv.fr

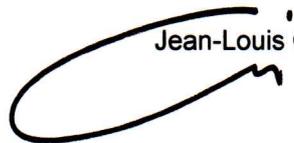
Madame la présidente,

Par lettre du 6 juin 2023, vous sollicitez la communication des résultats de l'étude d'agitation complémentaire réalisé par le cabinet Egis à la demande de la Compagnie des Ports du Morbihan, afin de lever la réserve émise par la commissaire enquêtrice dans ses conclusions au terme de l'enquête publique.

Je vous transmets, ci-joint, copie du document sollicité.

Je vous prie d'agréer, Madame la présidente, l'assurance de ma considération distinguée.

Le préfet
Pour le préfet et par délégation
Pour le directeur et par délégation
Le chef d'unité


Jean-Louis Girard

Madame Nathalie Laureau
présidente de l'association la Vigie
9 b rue de Khérino
56470 La Trinité sur Mer

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION	5
1.1 Contexte et objectifs	5
1.2 Description du projet étudié	6
1.3 Documents de référence	8
2 RAPPEL DES DONNEES NATURELLES	9
2.1 Niveaux de marées astronomiques.....	9
2.2 Conditions météo-océaniques simulées.....	9
3 ETUDE DE L'AGITATION PORTUAIRE.....	11
3.1 Présentation du logiciel mis en œuvre	11
3.2 Configurations modélisées et méthodologie.....	11
3.2.1 Emprise du modèle et résolution du maillage	11
3.2.2 Plans masse	13
3.2.3 Bathymétrie.....	13
3.3 Zones d'analyse de l'agitation.....	15
3.4 Conditions aux limites du modèle	16
3.4.1 Frontières terrestres	16
3.4.2 Modélisation de l'interaction houle/structure de l'extension Nord	18
3.4.3 Modélisation de l'interaction houle/structure du môle Caradec	19
3.4.4 Frontières maritimes.....	21
3.5 Résultats et analyses.....	22
3.5.1 Période de retour 1 an : cas n°10.....	22
3.5.2 Période de retour 10 ans – Cas n°7.....	24
3.5.3 Tempête historique de 2008 – Cas n°14.....	26
3.5.4 Mer de vent extrême	28
4 SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS	30

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site d'étude.....	5
Figure 2 : Zone sud du port de la Trinité-sur-Mer : Vieux Port, darse Bich et extension du mole Tabarly	6
Figure 3 : Détail des plans PRO – extension Nord du terre-plein technique (ANTEA, 2021)	7
Figure 4 : Détail des plans PRO – extension Sud du terre-plein technique (ANTEA, 2021)	7
Figure 5 : Détail des plans PRO – extension du terre-plein SNT (ANTEA, 2021).....	7
Figure 7 : Aperçu de l'emprise globale du modèle – état actuel.....	12
Figure 8 : Détails du maillage – môle Tabarly, Vieux Port, môle Caradec, terre-plein technique	12
Figure 9 : Détails des contours « actuel » et « projet ».....	13
Figure 11 : Aperçu des données bathymétriques disponibles (données MESURIS à gauche – données SHOM à droite).....	14
Figure 12 : Bathymétrie assemblée pour le modèle numérique.....	14
Figure 13 : Emprises des futures cote de dragage – état projet.....	15
Figure 10 : Localisation et aperçu des zones d'extraction des résultats d'agitation.....	16
Figure 14 : Représentation des coefficients de réflexion appliqués au contour – état actuel.....	17
Figure 15 : Représentation des coefficients de réflexion appliqués au contour – état projet.....	18
Figure 17 : Localisation des coupes modélisées pour l'extension Nord et coupe niveau PRO (Antea, 2021).....	18
Figure 18 : Aperçu du canal 2D numérique (coupe n°2).....	19
Figure 19 : Aperçu du canal 2D numérique (coupe n°1).....	19
Figure 20 : Photographie du môle Caradec	20
Figure 21 : détails des plans du môle Caradec (Marc, 1970).....	20
Figure 22 : Aperçu de la modélisation du môle Caradec.....	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Références altimétriques maritimes du port de La Trinité-sur-Mer (SHOM, 2017).....	9
Tableau 2 : Cas de calcul (au large) simulés avec Swan et utilisés pour les calculs d'agitation (Egis, 2019).....	9
Tableau 3 : Cas de calcul de mer de vent théorique (Egis, 2019).....	10
Tableau 4 : Résultats – coefficients de réflexion et de transmission.....	21
Tableau 5 : Agitation moyenne calculée par zone et évolution par rapport à l'état actuel.....	30
Tableau 6 : Evolution relative de l'agitation moyenne entre état projet et état actuel	30

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte et objectifs

Le site d'étude se situe à La Trinité-sur-Mer, dans le département du Morbihan (56), à l'embouchure de la rivière de Crac'h donnant en Baie de Quiberon. La rivière est composée d'un chenal sinueux – définissant une veine de courant marquée sur une profondeur moyenne de 10 mètres – et de zones de hauts fonds vaseux (vasières) : l'une (Vaneresse) située au sud de la darse, et l'autre (Gorwarech) située sur la rive opposée. Ces zones de faible profondeur ont un impact notable sur la transformation des houles à l'approche du port de la Trinité :

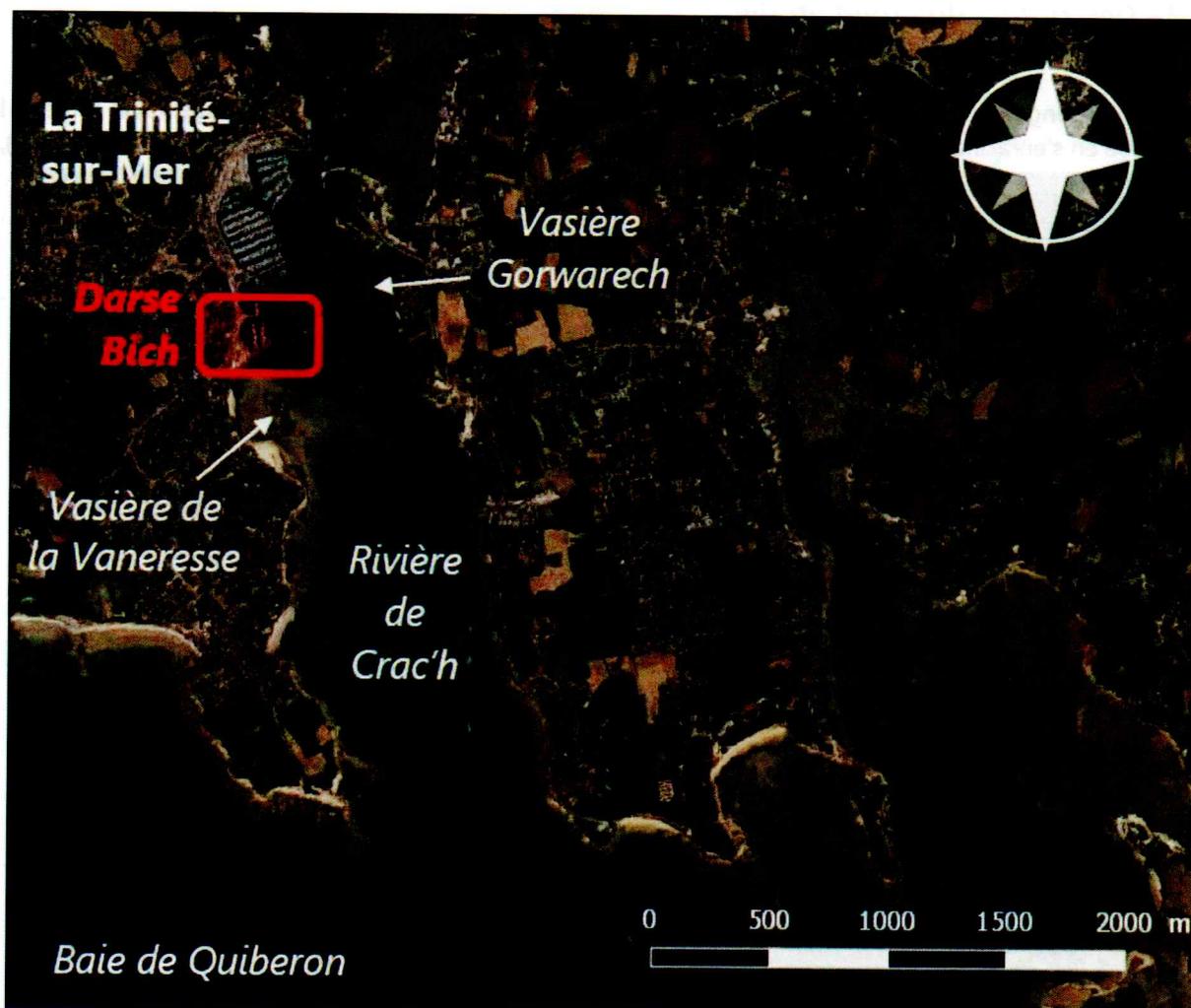


FIGURE 1 : LOCALISATION DU SITE D'ETUDE

La présente étude vient compléter l'étude d'agitation réalisée en 2019 dans le cadre du projet de prolongement du môle Tabarly destiné à sécuriser l'abri du port de La Trinité-sur-Mer, et qui en étudiait les effets jusqu'au môle Caradec au Nord. Aujourd'hui, un projet avec d'autres aménagements, dans les darses Centrale et Kerisper notamment, est en cours d'évaluation.

Suite à l'enquête publique du projet du port de La Trinité-sur-Mer qui s'est tenue du 15 juin au 15 juillet dernier, Madame la commissaire enquêtrice a émis dans son rapport final une réserve sollicitant la CPM pour : « réaliser une étude d'agitation globale du port en distinguant différentes zones dont les impacts sur la sécurité et le confort des utilisateurs sont différents, voire d'apporter des mesures compensatoires. »

Cette réserve fait principalement suite à une observation d'usagers pendant l'enquête sur le risque d'aggravation de la dangerosité des abords des pontons K et K' (en darse Centrale) causée par la verticalisation du quai du terre-plein technique à proximité.

La présente étude vise donc à lever cette réserve en apportant des éléments d'analyse complémentaires sur les secteurs d'amarrage du port, de mise à l'eau, de mouillage, et en tenant compte des aménagements prévus sur les terre-pleins techniques et de la SNT.

1.2 Description du projet étudié

Les travaux d'aménagements pris en compte dans la présente étude consistent en :

- une prolongation du môle Tabarly de 30 m vers l'Est et de 80 m vers le Nord. L'ouvrage initial protège la darse en s'enracinant sur l'extrémité du terre-plein, où se situe la base nautique de la SNT (voir Figure 2),

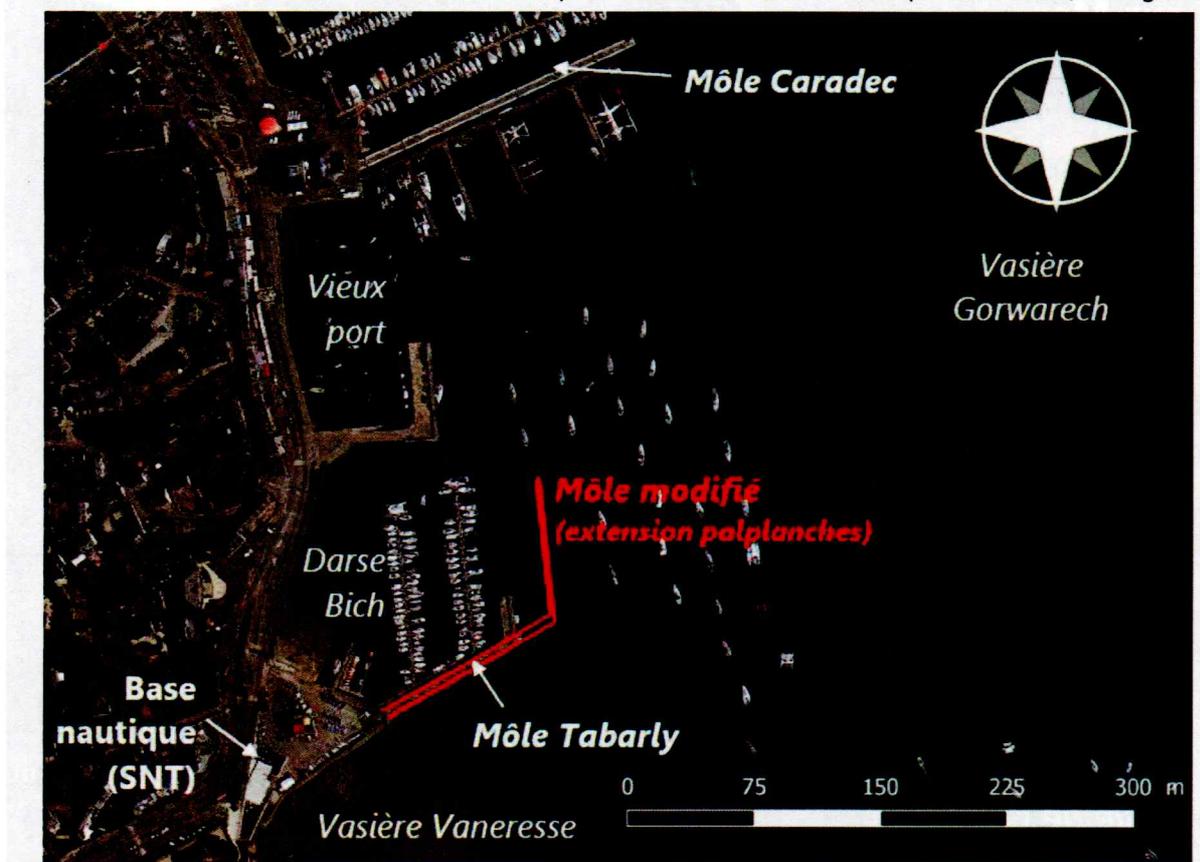


FIGURE 2 : ZONE SUD DU PORT DE LA TRINITE-SUR-MER : VIEUX PORT, DARSE BICH ET EXTENSION DU MOLE TABARLY

- une extension au Nord du terre-plein élévateur :

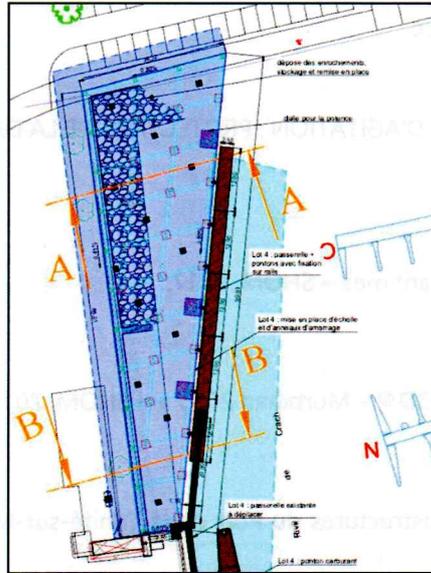


FIGURE 3 : DETAIL DES PLANS PRO – EXTENSION NORD DU TERRE-PLEIN TECHNIQUE (ANTEA, 2021)

- une extension côté Sud du terre-plein élévateur, avec cale de mise à l'eau :

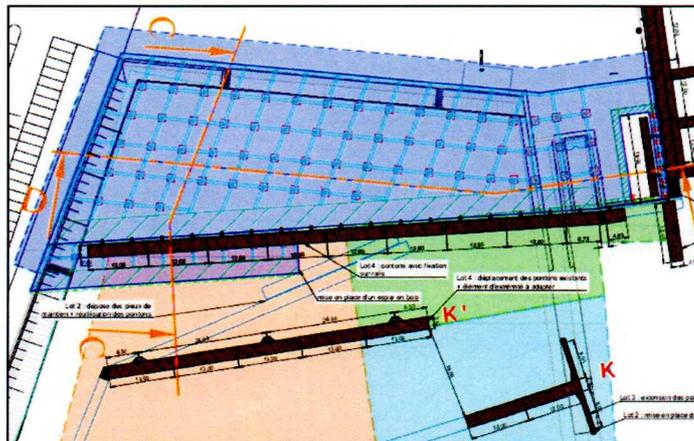


FIGURE 4 : DETAIL DES PLANS PRO – EXTENSION SUD DU TERRE-PLEIN TECHNIQUE (ANTEA, 2021)

- une extension au niveau de la SNT avec une nouvelle cale de mise à l'eau :

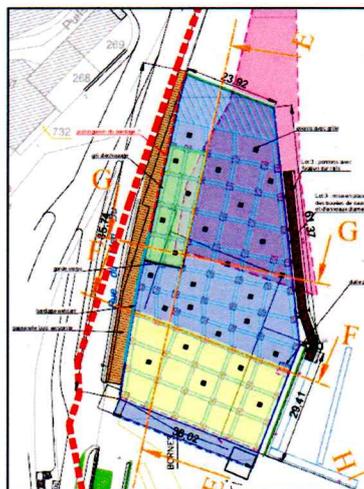
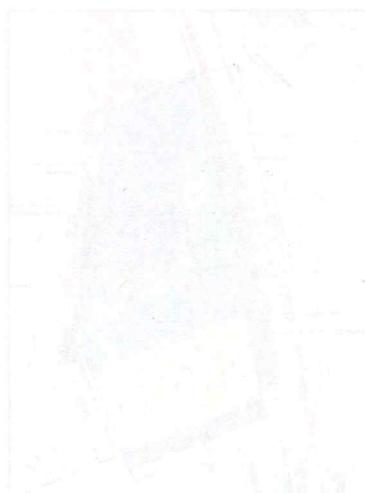


FIGURE 5 : DETAIL DES PLANS PRO – EXTENSION DU TERRE-PLEIN SNT (ANTEA, 2021)

1.3 Documents de référence

- [1]. Rapport technique « ETUDE D'AGITATION : PROTECTION DE LA DARSE BICH – LA TRINITE-SUR-MER » - EGIS, 2019
- [2]. Références Altimétriques Maritimes – SHOM, 2017.
- [3]. MNT « Partie maritime Litto3D® - Morbihan 2015 » – SHOM, 2015.
- [4]. « Maitrise d'œuvre des infrastructures du Port de la Trinité-sur-Mer » - Plan d'aménagement niveau PRO – Antea Group, 2021.
- [5]. Plans d'exécution du môle Caradec : « Port de la Trinité-sur-Mer – Construction d'un appontement » (MARC, 1970).



2 RAPPEL DES DONNEES NATURELLES

Les données concernant les houles et niveaux d'eau sont issues de l'étude d'agitation antérieure réalisée par Egis (2019).

2.1 Niveaux de marées astronomiques

La zone de la Trinité-sur-Mer, macrotidale, est caractérisée par des marées de type semi-diurne (deux pleines mers par jour). Les références altimétriques liées à la marée astronomique sont données dans le tableau suivant, par rapport au Zéro Hydrographique :

Niveau de marée	Cote[m]/ZH
Plus Haute Mer Astronomique (PHMA)	6.10
Pleine Mer de Vives-Eaux (PMVE)	5.45
Pleine Mer de Mortes-Eaux (PMME)	4.35
Niveau Moyen (NM)	3.30
Basse Mer de Mortes-Eaux (BMME)	2.10
Basse Mer de Vives-Eaux (BMVE)	0.85
Plus Basse Mer Astronomique (PBMA)	0.10

TABLEAU 1 : REFERENCES ALTIMETRIQUES MARITIMES DU PORT DE LA TRINITE-SUR-MER (SHOM, 2017)

2.2 Conditions météo-océaniques simulées

Ces cas ont été définis en lien avec la CPM dans le cadre des précédentes études d'agitation (EGIS, 2019) afin d'illustrer les conditions d'agitation pour des cas de tempête de période de retour globale inférieure ou égale à 10 ans ainsi que la tempête de 2008, en retenant le cas à l'horizon 2100 :

N° cas	Événement conjoint houle/niveau d'eau		HOULE				NIVEAU D'EAU				
			Tr[ans]	Dirp[°N]	Hm0[m]	Tp[s]	Tr[ans]	Zw[mCM]	SNMCC[m]	Inc.[m]	Zw[mCM]
7	Tr global 10 ans	Niveau 1 an	0.4	200	2.29	11	1	6.15	0.20	0.25	6.60
9		Niveau 10 ans (2100)	0.04	200	2.07	11	10	6.45	0.60	-	7.05
10	Tr global 1 an	Houle 1 an	1	200	2.38	11	0.04	5.75	0.20	0.25	6.20
12		Niveau annuel (2100)	0.04	200	2.07	11	1	6.15	0.60	-	6.75
14	Tempête 2008	2100	Hist.	200	2.35	11	Hist.	6.61	0.60	-	7.21

TABLEAU 2 : CAS DE CALCUL (AU LARGE) SIMULES AVEC SWAN ET UTILISES POUR LES CALCULS D'AGITATION (EGIS, 2019)

Les épisodes de tempêtes à la Trinité-sur-Mer sont également marqués par des mers de vent ou clapots induits par le vent local. Un cas de calcul supplémentaire – schématique – a été ajouté afin d'illustrer un cas d'agitation

en condition de « mer de vent » extrême (cas de tempête). Les conditions de forçage dans l'estuaire associées sont les suivantes :

Dirp[°N] (en entrée du modèle ARTEMIS)	Hs[m]	Tp[s]	Zw [mCM]
135	2.00	6	6.60

TABEAU 3 : CAS DE CALCUL DE MER DE VENT THEORIQUE (EGIS, 2019)

Ces valeurs de hauteur significative (2.0 m) et de période de pic (6.0 s) ont été retenues d'après un calcul de génération par le vent de type Sverdrup-Munk-Bretschneider (SMB), correspondant approximativement à un état de mer formé par un vent constant de 20.0 m/s sur une distance (fetch) de 25 km, de l'île de Hoëdic à l'entrée de l'estuaire.

Station	Dirp [°N]	Hs [m]	Tp [s]	Zw [mCM]
1	135	2.00	6	6.60
2	135	2.00	6	6.60
3	135	2.00	6	6.60
4	135	2.00	6	6.60
5	135	2.00	6	6.60
6	135	2.00	6	6.60
7	135	2.00	6	6.60
8	135	2.00	6	6.60
9	135	2.00	6	6.60
10	135	2.00	6	6.60
11	135	2.00	6	6.60
12	135	2.00	6	6.60
13	135	2.00	6	6.60
14	135	2.00	6	6.60
15	135	2.00	6	6.60
16	135	2.00	6	6.60
17	135	2.00	6	6.60
18	135	2.00	6	6.60
19	135	2.00	6	6.60
20	135	2.00	6	6.60
21	135	2.00	6	6.60
22	135	2.00	6	6.60
23	135	2.00	6	6.60
24	135	2.00	6	6.60
25	135	2.00	6	6.60
26	135	2.00	6	6.60
27	135	2.00	6	6.60
28	135	2.00	6	6.60
29	135	2.00	6	6.60
30	135	2.00	6	6.60
31	135	2.00	6	6.60
32	135	2.00	6	6.60
33	135	2.00	6	6.60
34	135	2.00	6	6.60
35	135	2.00	6	6.60
36	135	2.00	6	6.60
37	135	2.00	6	6.60
38	135	2.00	6	6.60
39	135	2.00	6	6.60
40	135	2.00	6	6.60
41	135	2.00	6	6.60
42	135	2.00	6	6.60
43	135	2.00	6	6.60
44	135	2.00	6	6.60
45	135	2.00	6	6.60
46	135	2.00	6	6.60
47	135	2.00	6	6.60
48	135	2.00	6	6.60
49	135	2.00	6	6.60
50	135	2.00	6	6.60

3 ETUDE DE L'AGITATION PORTUAIRE

3.1 Présentation du logiciel mis en œuvre

Le logiciel d'agitation mis en œuvre est le code **ARTEMIS** de la suite **open TELEMAC-MASCARET** (EDF R&D, <https://opentelemac.org>), qui résout l'équation de Berkhoff (Mild Slope Equation) par la méthode des éléments finis. Le code permet de calculer, en tout point de la grille, la hauteur et la direction de la houle, prenant en compte les phénomènes suivants :

- Réflexion sur un obstacle,
- Diffraction derrière un obstacle,
- Réfraction bathymétrique,
- Frottement sur le fond,
- Déferlement bathymétrique,
- Houle régulière/irrégulière.

Dans cette étude, le code ARTEMIS est utilisé en houle irrégulière multidirectionnelle : il calcule la hauteur significative de l'agitation résiduelle (H_s) et la direction moyenne de propagation des vagues (θ_m) à l'intérieur du domaine modélisé.

3.2 Configurations modélisées et méthodologie

3.2.1 Emprise du modèle et résolution du maillage

La figure suivante représente l'emprise retenue pour l'étude des différents sites, ainsi qu'un détail du maillage généré. Au total, le maillage est évolutif (la taille des mailles évolue en lien avec la profondeur et la longueur d'onde des vagues modélisées) et est constitué d'environ 87 000 à 128 000 éléments selon la configuration (voir Figure 7 ci-dessous).

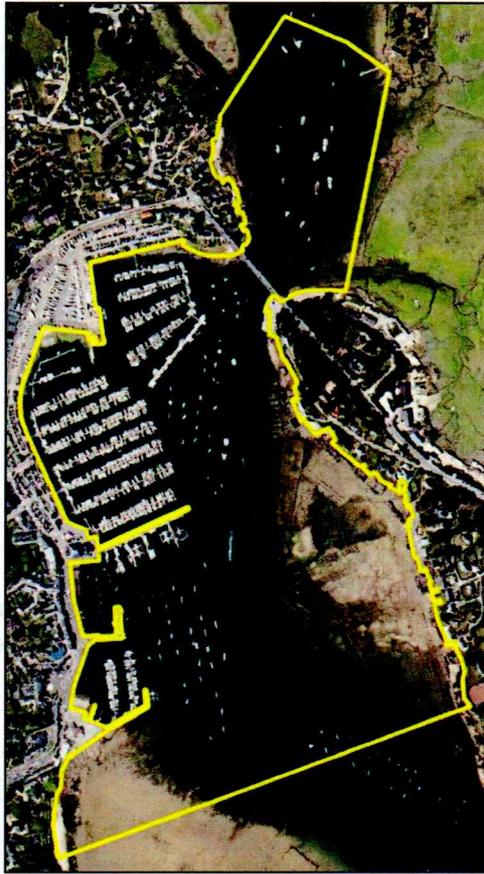


FIGURE 6 : APERÇU DE L'EMPRISE GLOBALE DU MODELE – ETAT ACTUEL

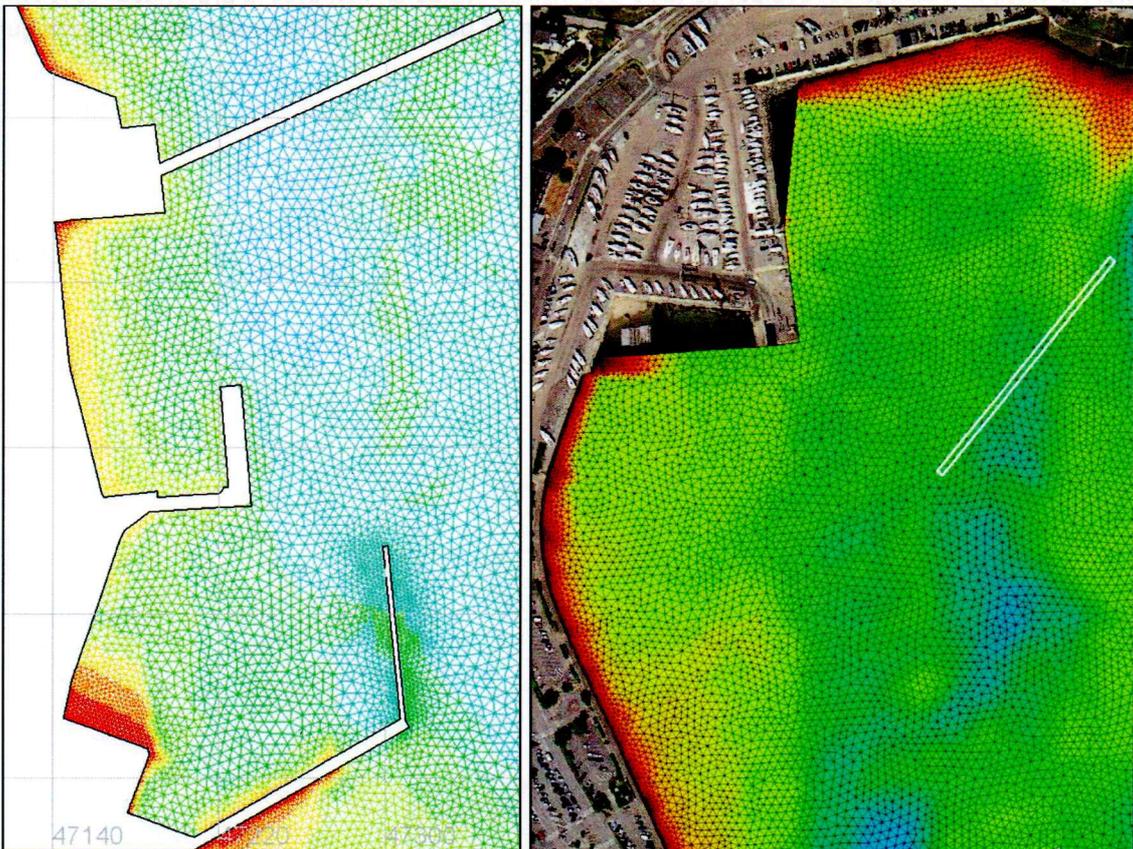


FIGURE 7 : DETAILS DU MAILLAGE – MOLE TABARLY, VIEUX PORT, MOLE CARADEC, TERRE-PLEIN TECHNIQUE

3.2.2 Plans masse

Les figures suivantes résument les évolutions apportées au contour du modèle par le projet :



FIGURE 8 : DETAILS DES CONTOURS « ACTUEL » ET « PROJET »

Les aménagements pris en compte comprennent également les futures cotes de dragage (voir 3.2.3 Bathymétrie).

La prise en compte du caractère transmissible de certains ouvrages est réalisée en recombinaison des résultats obtenus avec et sans ces ouvrages.

A noter qu'après vérification analytique, la transmission du brise-clapot n'est pas prise en compte dans la modélisation, compte tenu de l'effet négligeable attendu pour des houles de périodes supérieures à 5 secondes.

3.2.3 Bathymétrie

La figure ci-dessous met en évidence les données topo-bathymétriques disponibles sur la zone :

- Bathymétrie de la Trinité-sur-Mer – Plan détaillé – MESURIS, 2018, transmis par le Maître d'ouvrage,
- hors de la zone couverte par Mesuris : MNT topo-bathymétrie côtier du Morbihan (SHOM, 2015).

Pour construire le modèle à l'état projet, les modifications suivantes ont été apportées (voir Figure 11), en tenant compte des cotes des futures cotes de dragages retenues :

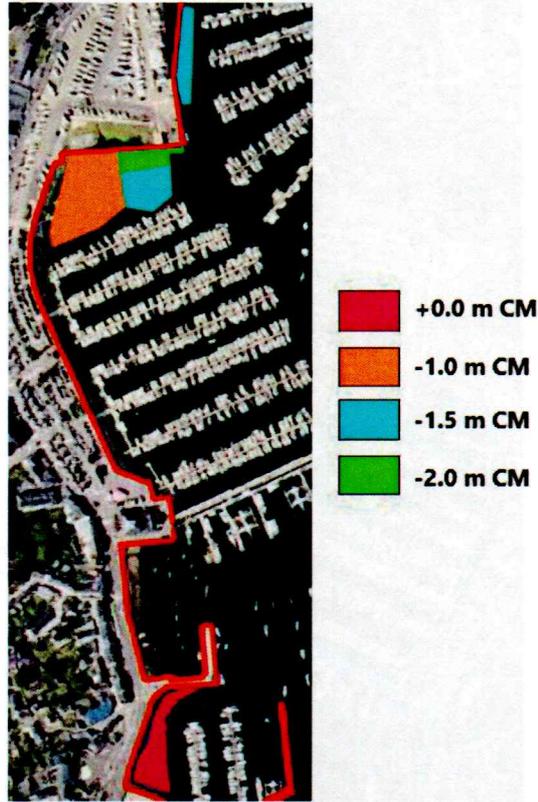


FIGURE 11 : EMPRISES DES FUTURES COTE DE DRAGAGE – ETAT PROJET

3.3 Zones d'analyse de l'agitation

La figure ci-dessous représentent les 10 zones d'intérêt pour l'extraction des résultats des modélisations :

- 1 : mouillage Nord
- 2 : cale Kerisper
- 3 : darse Kerisper
- 4 : mouillage central
- 5 : pannes K et K'
- 6 : darse de la Grassenne,
- 7 : ponton des trimarans Ultim
- 8 : Vieux Port
- 9 : mouillage darse Sud
- 10 : darse Bich

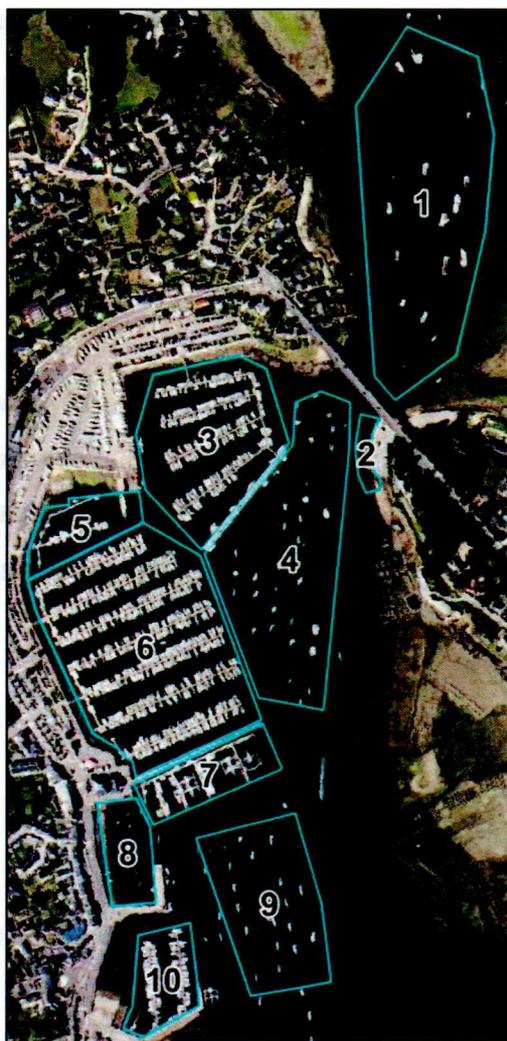


FIGURE 12 : LOCALISATION ET APERÇU DES ZONES D'EXTRACTION DES RESULTATS D'AGITATION

La moyenne spatiale des hauteurs significatives H_{m0} est ensuite calculée à l'intérieur de chaque zone.

3.4 Conditions aux limites du modèle

3.4.1 Frontières terrestres

Les conditions aux limites prennent en compte la nature et la géométrie des ouvrages existants grâce à la définition d'un coefficient de réflexion.

Les valeurs des coefficients de réflexion ont été définies en fonction de la nature des ouvrages et du trait de côte lors de l'étude précédente (EGIS, 2019) et, par souci de cohérence, sont reprises ici :

- $Cr = 0.90$ pour les ouvrages verticaux (quais et murs),
- $Cr = 0.50$ pour les talus en enrochements,
- $Cr = 0.40$ pour les côtes rocheuses,
- $Cr = 0.15$ pour les cales de mise à l'eau,
- $Cr = 0.10$ pour les plages.

Dans le cas des perrés existants en partie Nord du port, les valeurs des coefficients réflexion des perrés existants du port (talus « lisses » et en enrochement dans le cas du coin Nord-Ouest de la Darse Kerisper) ont été évaluées analytiquement, en fonction de la période des vagues. On retient ainsi les valeurs suivantes :

- $Cr = 0.85$ ($Tp = 6$ s) à 0.90 ($Tp = 11$ s) dans le cas des talus lisses,
- $Cr = 0.55$ ($Tp = 6$ s) à 0.60 ($Tp = 11$ s) dans le cas des talus enrochés de la Darse Kerisper.

Les coefficients de réflexion appliqués dans le modèle pour l'état actuel et l'état projet sont présentés sur les figures suivantes :

	Mur/quai vertical – $Cr = 0.90$
	Perré/Talus lisse – $Cr = 0.85$ à 0.90
	Enrochements môle Tabarly – $Cr = 0.50$
	Enrochements darse Kerisper – $Cr = 0.50$
	Côte rocheuse – $Cr = 0.40$
	Cale / pente douce – $Cr = 0.15$
	Plage / Côte sableuse – $Cr = 0.10$
	Môle Caradec – $Cr = 0.60$ à 0.75
	Extension Nord – $Cr = 0.45$ à 0.90



FIGURE 13 : REPRESENTATION DES COEFFICIENTS DE REFLEXION APPLIQUES AU CONTOUR – ETAT ACTUEL



FIGURE 14 : REPRESENTATION DES COEFFICIENTS DE REFLEXION APPLIQUES AU CONTOUR – ETAT PROJET

Dans le cas particulier du môle Caradec et de l'extension Nord qui ne sera pas verticale sur toute sa hauteur (voir §3.4.2), des simulations en canal numérique 2D ont été menées à l'aide du logiciel IH2VOF (développé par l'Institut Hydraulique de Cantabrie) afin de mieux caractériser la réflexion des vagues.

3.4.2 Modélisation de l'interaction houle/structure de l'extension Nord

A partir des plans transmis par le Maître d'ouvrage, deux coupes 2D (1 et 2 ci-dessous) de la future extension Nord sont modélisées, selon l'implantation du talus en enrochement actuel :

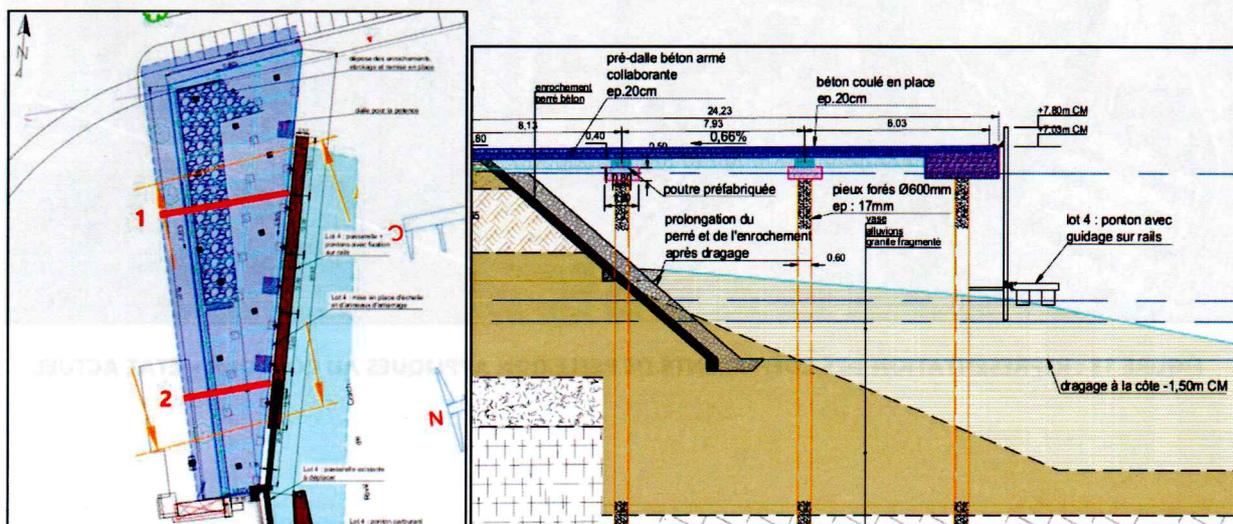


FIGURE 15 : LOCALISATION DES COUPES MODELISEES POUR L'EXTENSION NORD ET COUPE NIVEAU PRO (ANTEA, 2021)

Les deux figures suivantes représentent les deux coupes telles que modélisées numériquement :

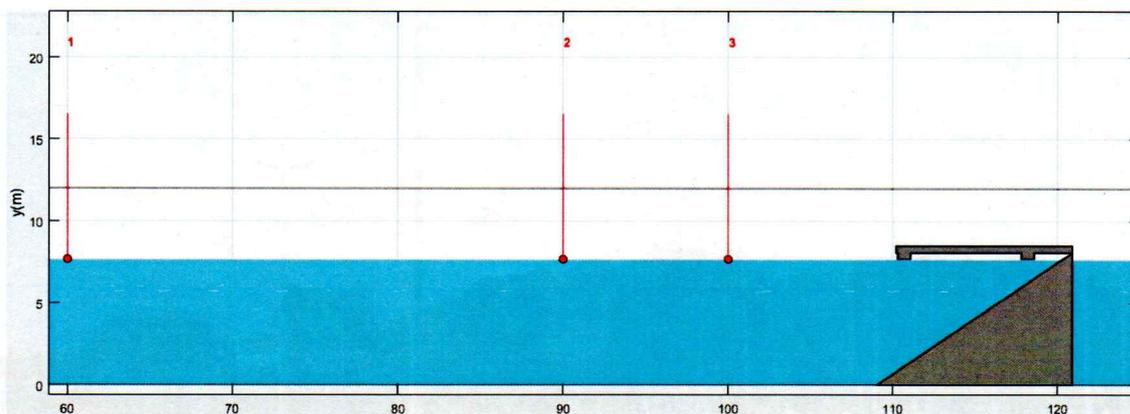


FIGURE 16 : APERÇU DU CANAL 2D NUMERIQUE (COUPE N°2)

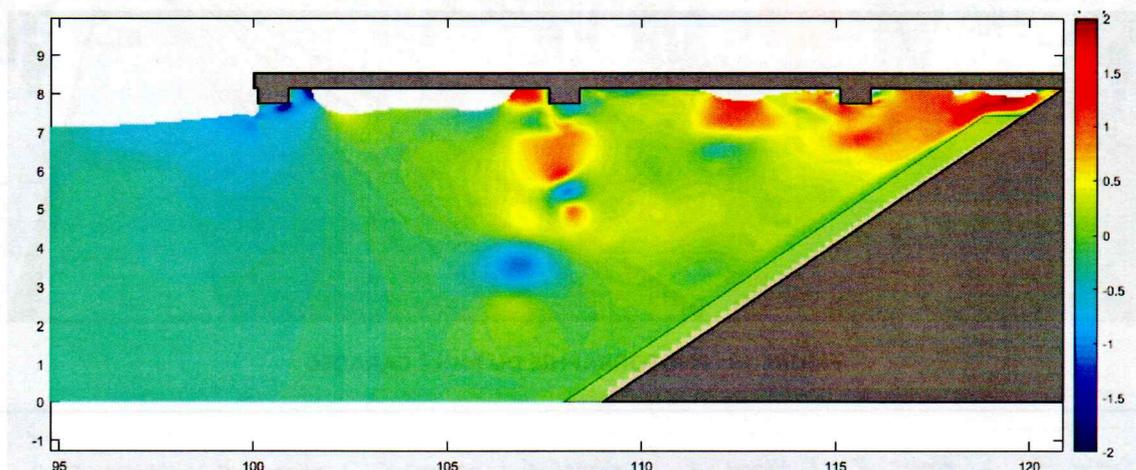


FIGURE 17 : APERÇU DU CANAL 2D NUMERIQUE (COUPE N°1)

La mesure des hauteurs crête-à-creux des vagues après réflexion sur les structures, pour deux périodes différentes, un niveau d'eau égal à la moyenne des cas testés (+6.21 m CM), en houle régulière unitaire ($H = 1.0$ m), permet ensuite de déduire les valeurs approchées de coefficients suivantes, sans différence significative entre les deux coupes de calcul :

- $Cr \sim 0.45$ pour $T = 6.0$ s
- $Cr \sim 0.90$ pour $T = 11.0$ s.

3.4.3 Modélisation de l'interaction houle/structure du môle Caradec

Afin de rendre compte au mieux du caractère à la fois réfléchissant et transmissible du môle Caradec, on se propose donc de modéliser, également à l'aide du logiciel IH2VOF, une coupe de l'ouvrage en 2D à l'aide des plans disponibles et en représentant le bardage bois (voir figures ci-dessous) :

L'interface graphique du logiciel permet ainsi d'obtenir les vues suivantes de l'ouvrage, en section courante hors pieux :

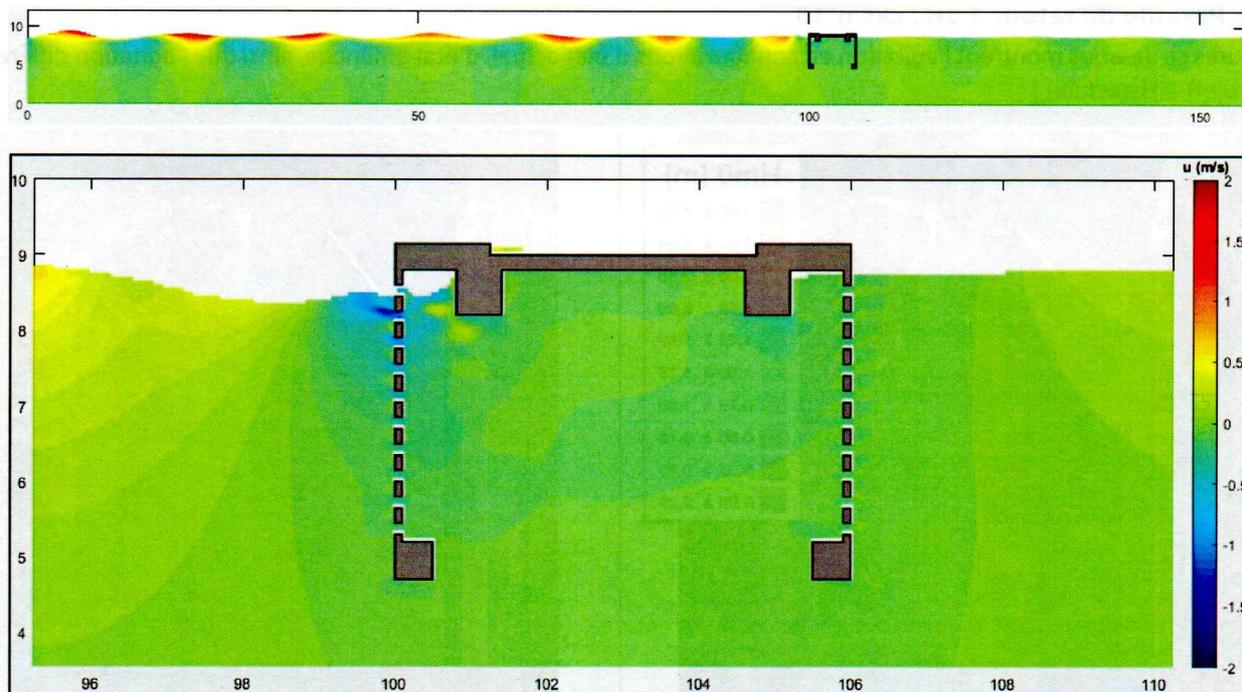


FIGURE 20 : APERÇU DE LA MODELISATION DU MOLE CARADEC

La mesure des hauteurs crête-à-creux des vagues à l'amont et à l'aval de la structure, pour deux périodes différentes, un niveau d'eau égal à la moyenne des cas testés (+6.21 m CM), en houle régulière unitaire ($H = 1.0$ m), permet ensuite de déduire les valeurs approchées de coefficients suivantes :

	Réflexion	Transmission
T = 6 secondes	0.75	0.65
T = 11 secondes	0.60	0.80

TABEAU 4 : RESULTATS – COEFFICIENTS DE REFLEXION ET DE TRANSMISSION

La pondération des résultats avec/sans prise en compte du môle est ainsi réalisée en fonction des coefficients de transmission obtenus ci-dessus.

3.4.4 Frontières maritimes

Le modèle ARTEMIS est forcé à sa frontière Sud par les états de mer propagés avec le modèle SWAN mis en œuvre dans le cadre de l'étude réalisée en 2019. Les cas SWAN considérés sont les scénarios présentés dans le Tableau 2 et le Tableau 3.

Les résultats du modèle SWAN précédents sont extraits le long de la frontière du modèle ARTEMIS afin d'appliquer les conditions de forçage pour les calculs d'agitation. En raison de la variabilité des caractéristiques de la houle sur la section de l'estuaire, les valeurs de hauteur significative et de direction sont moyennées sur des segments homogènes le long de la frontière.

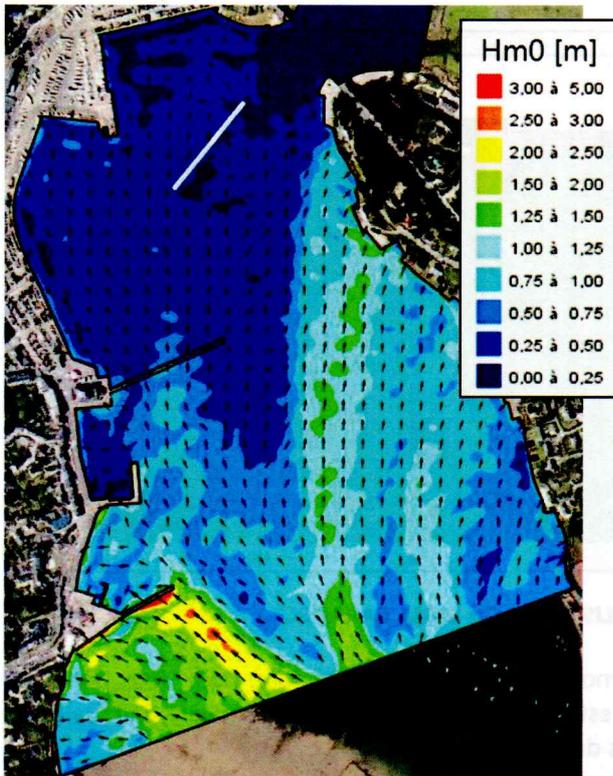
Ces conditions d'état de mer sont appliquées à la frontière du domaine sous la forme d'un spectre JONSWAP de paramètres de pic $\gamma = 3.3$ et de dispersion angulaire $\sigma \sim 16^\circ$ ($s = 25$) pour les cas de calculs SWAN (mélange houles et mer de vent cambrées) et $\sigma \sim 25^\circ$ ($s = 10$) pour le cas de mer de vent.

3.5 Résultats et analyses

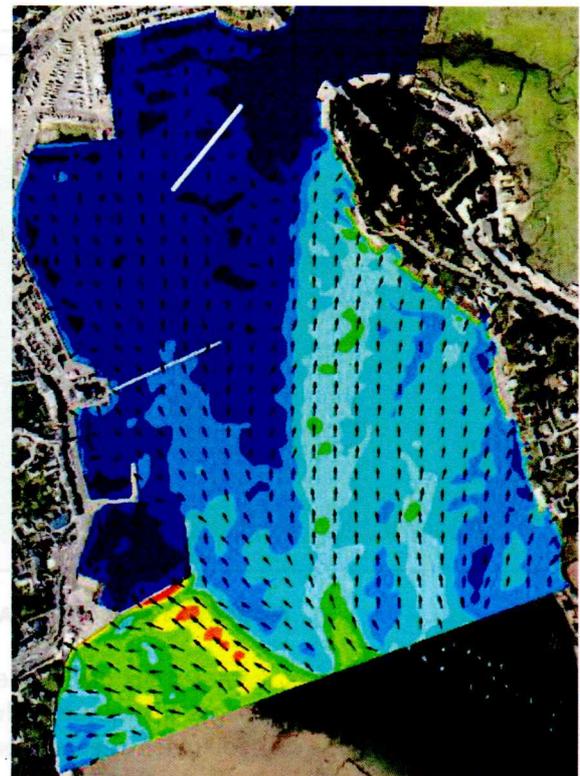
Par souci de concision et de lisibilité, seule une sortie graphique par période de retour est représentée ci-après. D'autres plans de vagues sont disponibles.

3.5.1 Période de retour 1 an : cas n°10

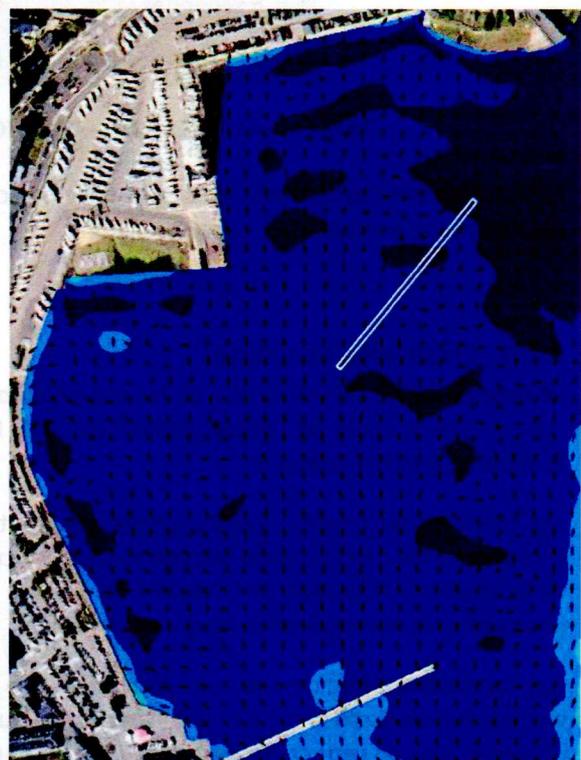
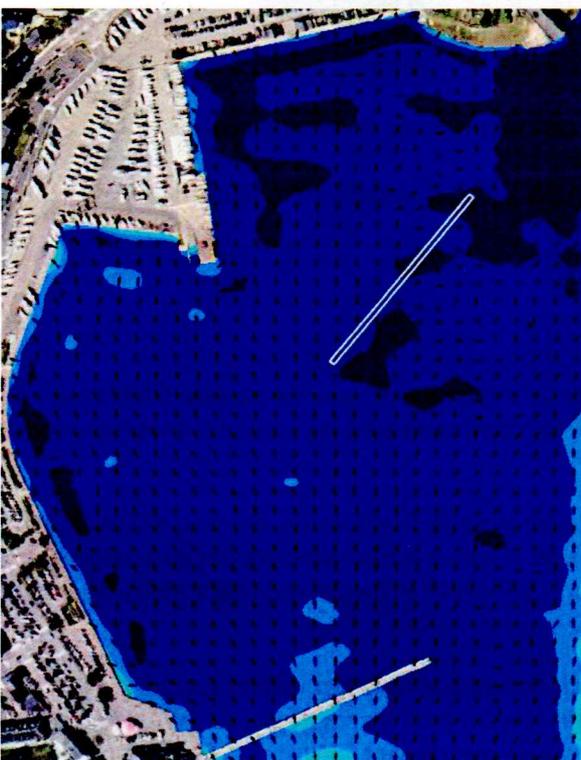
Les figures ci-dessous montrent l'agitation en configurations d'état actuel, d'état aménagé, ainsi que l'agitation différentielle [$H_s(\text{projet}) - H_s(\text{actuel})$] :

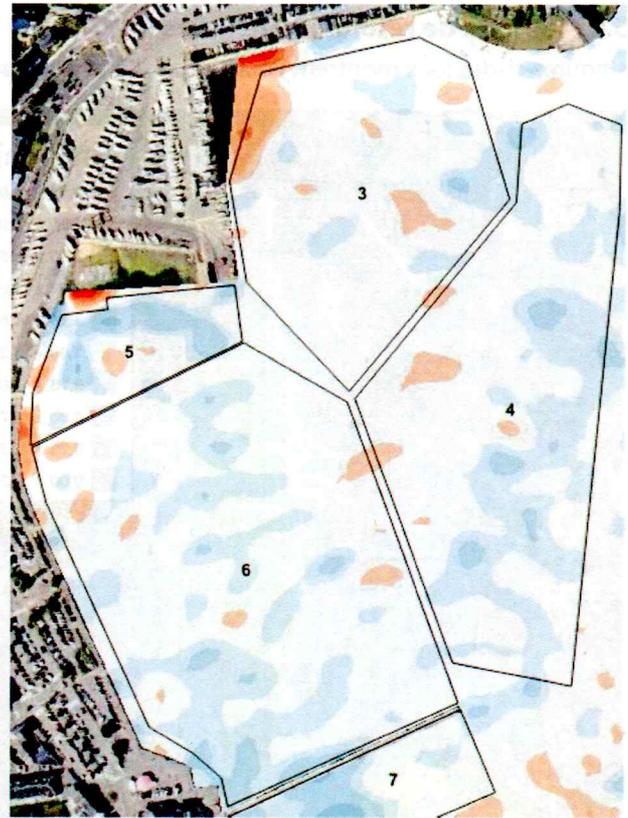
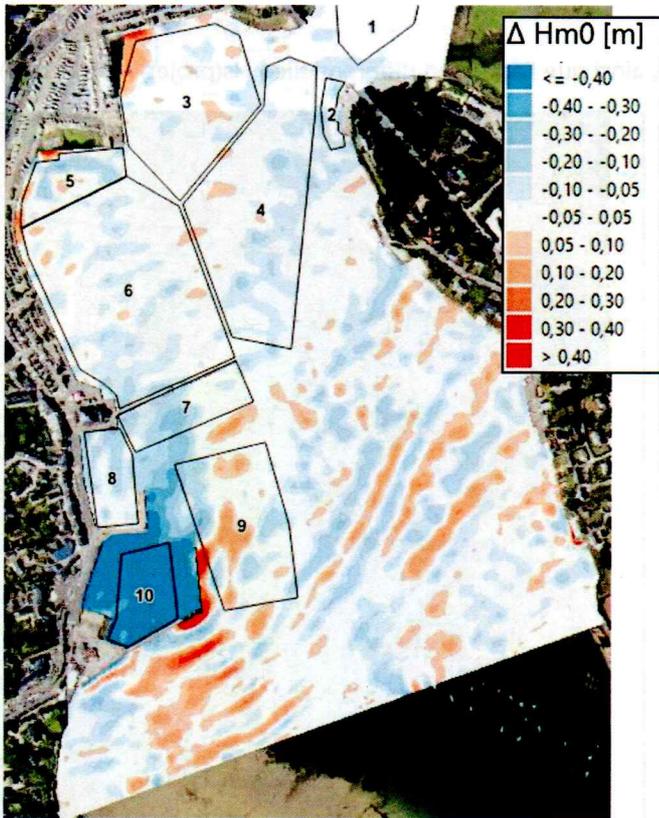


ETAT ACTUEL



ETAT PROJET



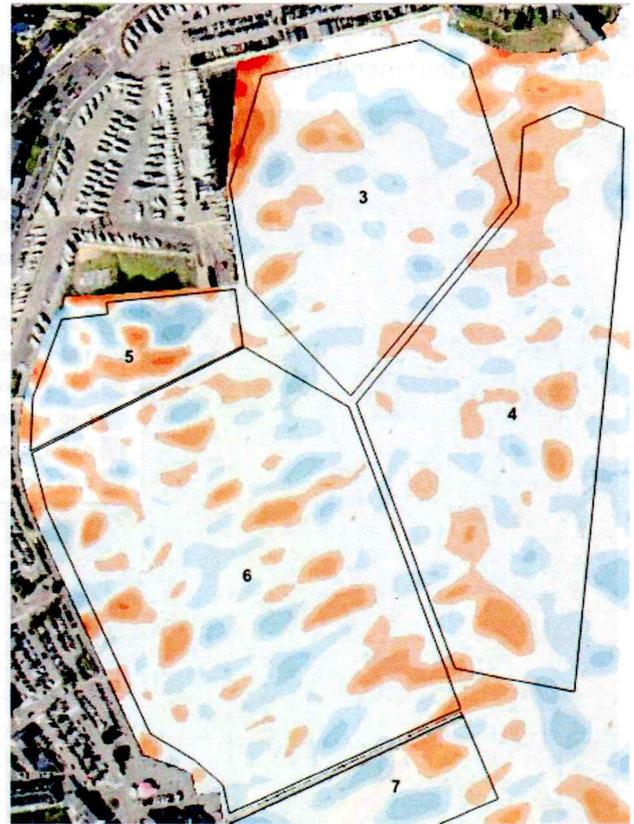
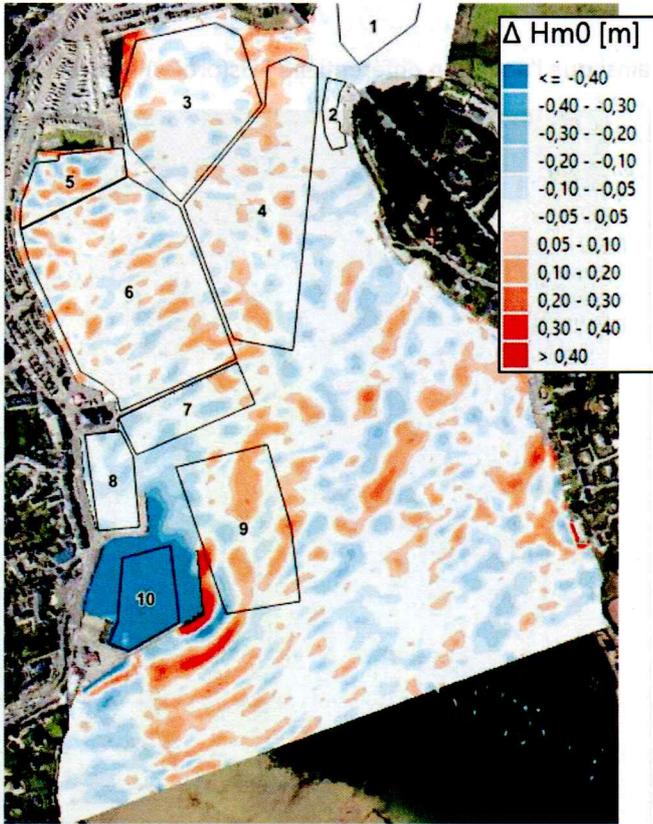


DIFFERENTIEL D'AGITATION = PROJET – ACTUEL

Le tableau suivant indique les valeurs d'agitation moyenne extraites dans chacune des dix zones définies (voir §3.3) à l'état projet, l'évolution par rapport à l'état actuel, et la variation relative en % :

Z1		Z2		Z3		Z4		Z5		Z6		Z7		Z8		Z9		Z10	
New Hs [m]	Diff [m]																		
0.03	-0.01	0.25	-0.06	0.29	+0.00	0.27	-0.03	0.35	-0.04	0.35	-0.03	0.49	-0.09	0.33	-0.09	0.66	-0.02	0.24	-0.65
	-24%		-19%		+1%		-10%		-11%		-8%		-15%		-21%		-2%		-73%

On constate que pour cet épisode annuel (Cas 10), les résultats montrent globalement une diminution de l'agitation ou une stabilisation sur l'ensemble des zones d'analyse, malgré des augmentations locales à l'intérieur des zones, surtout à proximité des nouvelles structures verticales (extension Nord, môle Tabarly).



DIFFERENTIEL D'AGITATION = PROJET – ACTUEL

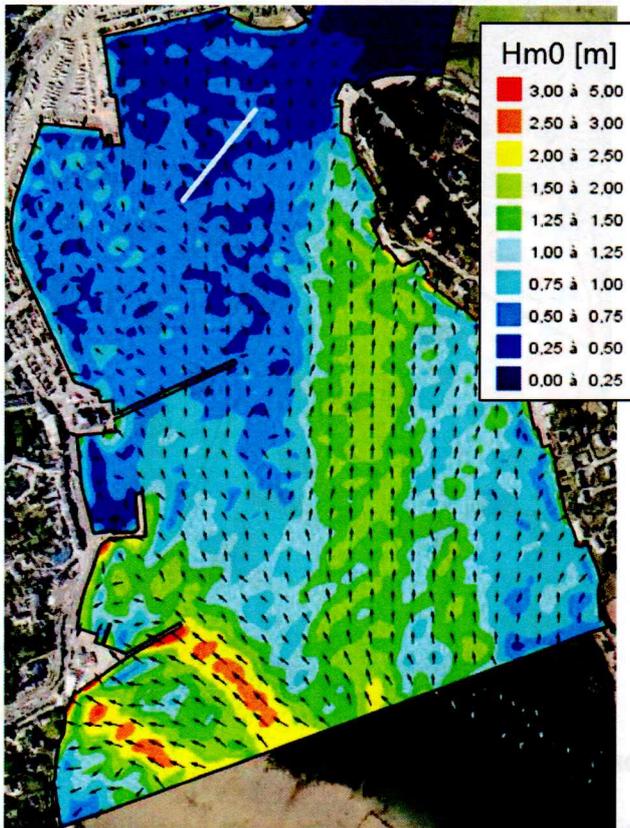
Le tableau suivant indique les valeurs d'agitation moyenne extraites dans chaque zone à l'état projet, l'évolution par rapport à l'état actuel, et la variation relative en % :

Z1		Z2		Z3		Z4		Z5		Z6		Z7		Z8		Z9		Z10	
New Hs [m]	Diff [m]																		
0.05	-0.01	0.39	-0.04	0.39	+0.00	0.40	+0.01	0.45	-0.01	0.48	+0.00	0.58	-0.03	0.32	-0.06	0.74	+0.01	0.25	-0.77
	-9%		-10%		+0%		+3%		-3%		+1%		-5%		-16%		+2%		-76%

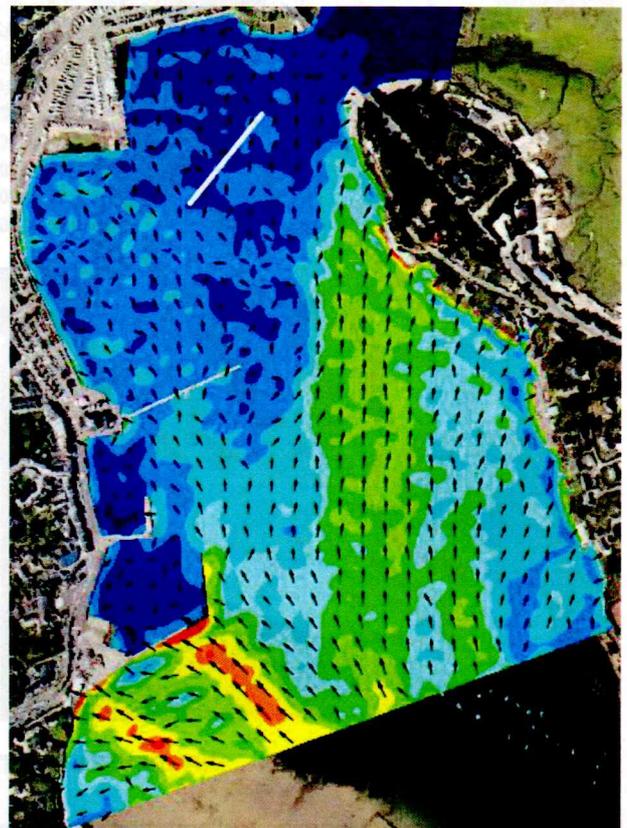
On constate que pour cet épisode décennal (cas n°7), les résultats montrent globalement une diminution ou une stabilisation de l'agitation sur l'ensemble des zones d'analyse, malgré des augmentations locales de l'agitation à l'intérieur des zones, surtout à proximité des nouvelles structures verticales (extensions des terre-pleins et du môle Tabarly).

3.5.3 Tempête historique de 2008 – Cas n°14

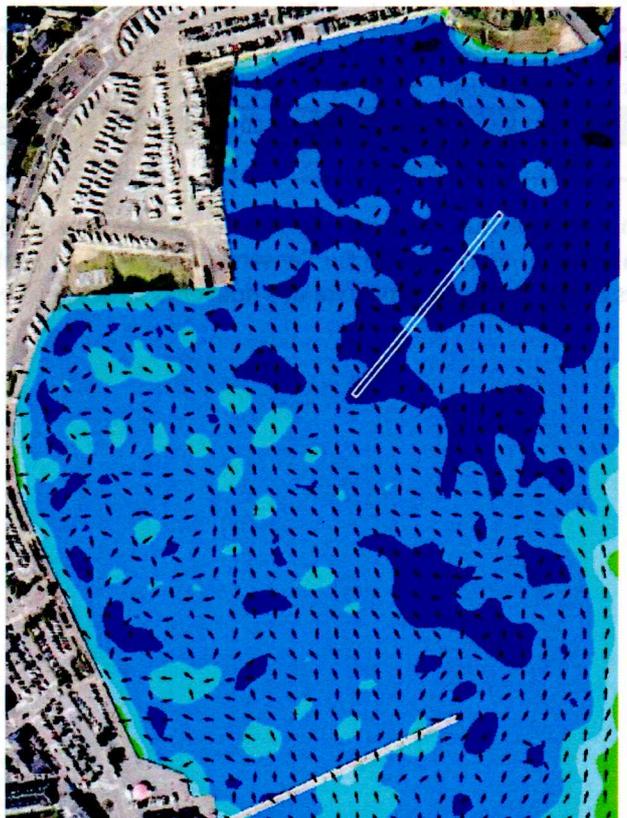
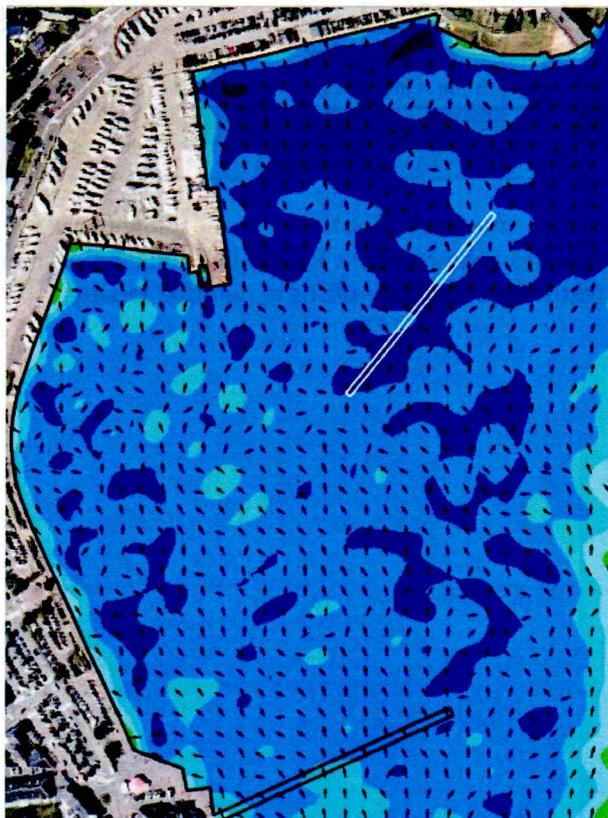
Les figures ci-dessous montrent l'état actuel, l'état aménagé, ainsi que l'agitation différentielle [$H_s(\text{projet}) - H_s(\text{actuel})$] :

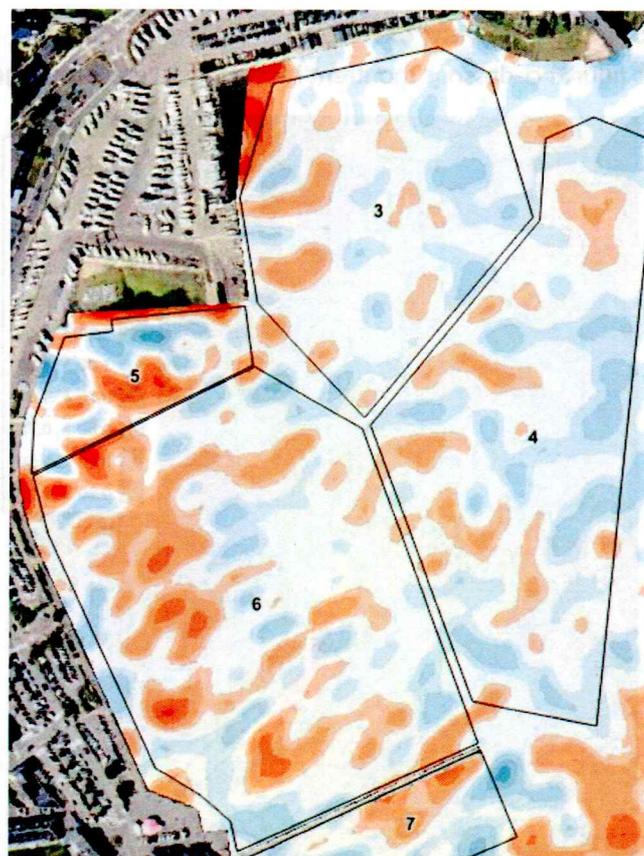
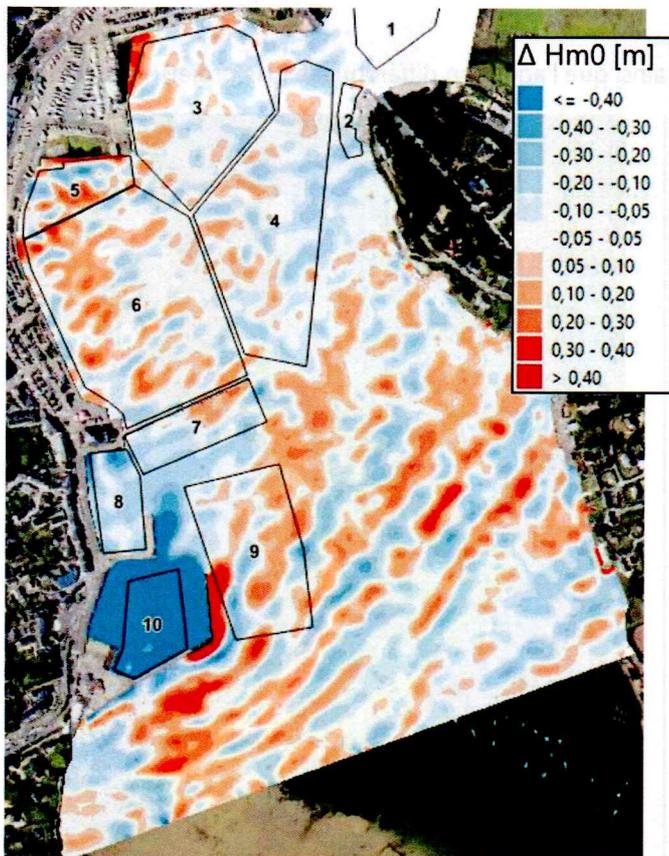


ETAT ACTUEL



ETAT PROJET



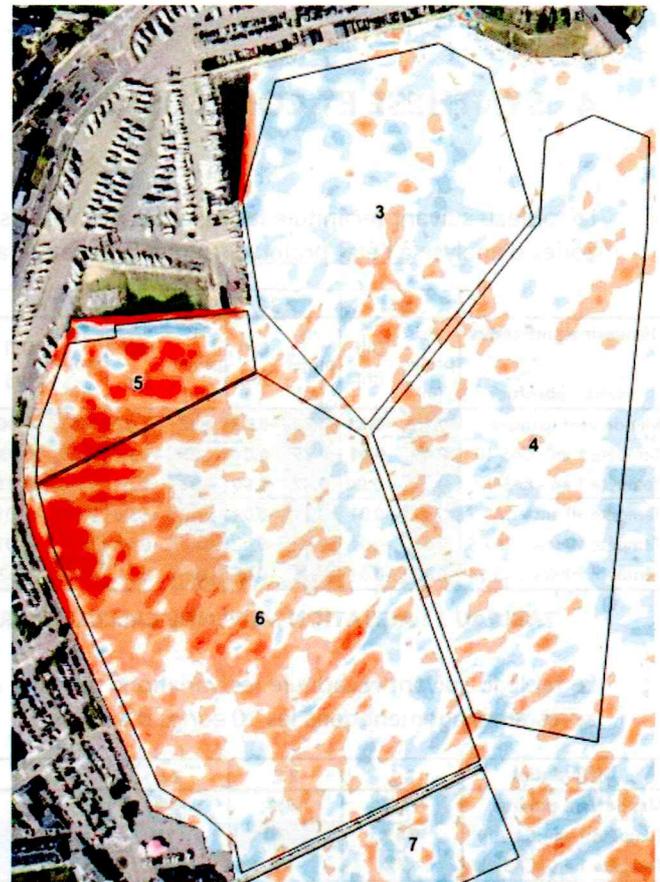
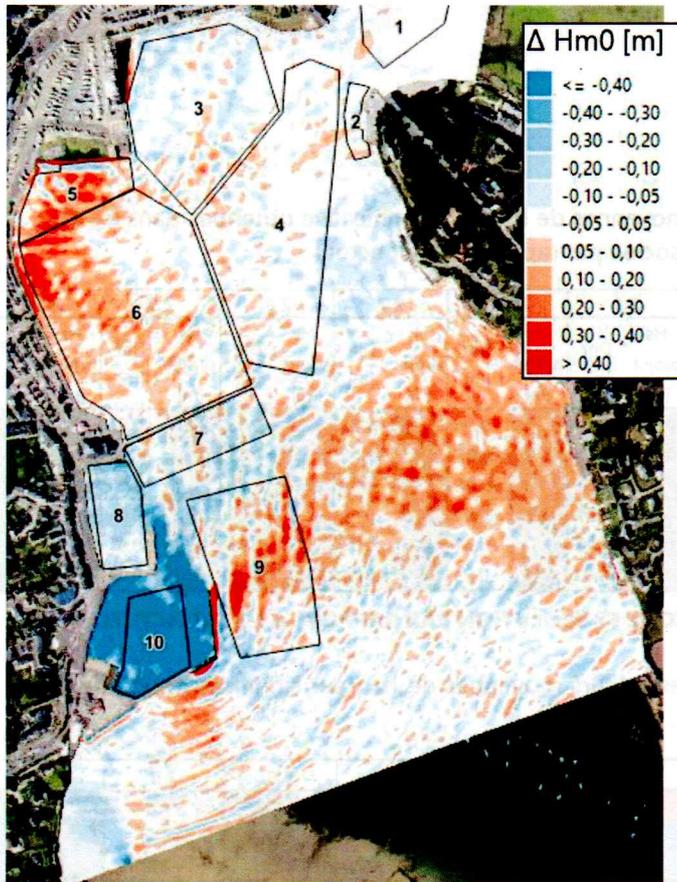


DIFFERENTIEL D'AGITATION = PROJET – ACTUEL

Le tableau suivant indique les valeurs d'agitation moyenne extraites dans chaque zone à l'état projet, l'évolution par rapport à l'état actuel, et la variation relative en % :

Z1		Z2		Z3		Z4		Z5		Z6		Z7		Z8		Z9		Z10	
New Hs [m]	Diff [m]																		
0.08	-0.01	0.58	-0.05	0.48	-0.01	0.52	-0.02	0.64	+0.01	0.63	+0.03	0.72	-0.03	0.42	-0.15	0.96	+0.03	0.41	-0.95
-9%		-8%		-2%		-4%		+2%		+4%		-4%		-27%		+4%		-70%	

On constate que pour la simulation de cette tempête historique (cas n°14), les résultats sont globalement positifs ou stables sur l'ensemble des zones d'analyse, malgré une très légère augmentation de l'agitation en zones 6 et 9 dues aux nouvelles parois verticales, et des augmentations locales de l'agitation compensées par des baisses par ailleurs.



DIFFERENTIEL D'AGITATION = PROJET – ACTUEL

Le tableau suivant indique les valeurs d'agitation moyenne extraites dans chaque zone à l'état projet, l'évolution par rapport à l'état actuel, et la variation relative en % :

Z1		Z2		Z3		Z4		Z5		Z6		Z7		Z8		Z9		Z10	
New Hs [m]	Diff [m]																		
0.15	+0.01	0.70	-0.02	0.86	-0.02	1.05	-0.00	0.98	+0.12	0.94	+0.06	1.35	-0.03	0.85	-0.12	1.60	+0.05	0.39	-0.65
+5%		-3%		-3%		-0%		+14%		+7%		-2%		-13%		+3%		-63%	

On constate que pour ce fort clapot venant du Sud-Est :

- l'agitation moyenne augmente dans la darse de la Grassenne : les trains d'onde du Sud-Est ne sont atténués que par le môle Caradec, avant d'être réfléchis à deux reprises : contre le quai de l'extension Sud puis contre le perré de la darse centrale,
- l'agitation moyenne augmente légèrement en darse Sud,
- les résultats sont positifs ou stables sur le reste du plan d'eau.

4 SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

Le tableau suivant récapitule les résultats des valeurs moyennes de hauteur significative obtenues dans les 10 zones d'analyse à l'état projet, ainsi que la variation associée par rapport à l'état actuel :

Hauteur significative - valeurs absolues	Z 1		Z 2		Z 3		Z 4		Z 5		Z 6		Z 7		Z 8		Z 9		Z 10	
	Hs projet [m]	Diff [m]																		
Mer de Vent extrême	0.15	+0.01	0.70	-0.02	0.86	-0.02	1.05	-0.00	0.98	+0.12	0.94	+0.06	1.35	-0.03	0.85	-0.12	1.60	+0.05	0.39	-0.65
Tempête 1 an - CAS 10	0.03	-0.01	0.25	-0.06	0.29	+0.00	0.27	-0.03	0.35	-0.04	0.35	-0.03	0.49	-0.09	0.33	-0.09	0.66	-0.02	0.24	-0.65
Tempête 1 an - CAS 12	0.07	+0.00	0.47	-0.00	0.38	+0.01	0.42	-0.01	0.47	-0.02	0.46	-0.01	0.56	-0.08	0.41	-0.10	0.80	+0.01	0.27	-0.90
Tempête 10 ans - CAS 7	0.05	-0.01	0.39	-0.04	0.39	+0.00	0.40	+0.01	0.45	-0.01	0.48	+0.00	0.58	-0.03	0.32	-0.06	0.74	+0.01	0.25	-0.77
Tempête 10 ans - CAS 9	0.07	-0.01	0.50	-0.02	0.40	-0.00	0.46	+0.01	0.54	-0.00	0.53	+0.01	0.60	-0.08	0.45	-0.16	0.82	+0.01	0.33	-0.89
Tempête 2008 - CAS 14	0.08	-0.01	0.58	-0.05	0.48	-0.01	0.52	-0.02	0.64	+0.01	0.63	+0.03	0.72	-0.03	0.42	-0.15	0.96	+0.03	0.41	-0.95

TABLEAU 5 : AGITATION MOYENNE CALCULEE PAR ZONE ET EVOLUTION PAR RAPPORT A L'ETAT ACTUEL

Le tableau suivant récapitule les variations relatives des valeurs moyennes de hauteur significative obtenues après aménagement dans les 10 zones d'analyse :

Différentiel	Z 1	Z 2	Z 3	Z 4	Z 5	Z 6	Z 7	Z 8	Z 9	Z 10
Mer de Vent extrême	+5%	-3%	-3%	-0%	+14%	+7%	-2%	-13%	+3%	-63%
Tempête 1 an - CAS 10	-24%	-19%	+1%	-10%	-11%	-8%	-15%	-21%	-2%	-73%
Tempête 1 an - CAS 12	+7%	-1%	+4%	-3%	-3%	-2%	-13%	-20%	+2%	-77%
Tempête 10 ans - CAS 7	-9%	-10%	+0%	+3%	-3%	+1%	-5%	-16%	+2%	-76%
Tempête 10 ans - CAS 9	-8%	-4%	-1%	+3%	-1%	+1%	-11%	-26%	+1%	-73%
Tempête 2008 - CAS 14	-9%	-8%	-2%	-4%	+2%	+4%	-4%	-27%	+4%	-70%

TABLEAU 6 : EVOLUTION RELATIVE DE L'AGITATION MOYENNE ENTRE ETAT PROJET ET ETAT ACTUEL

En résumé, les augmentations notables d'agitation (≥ 5 cm) sont obtenues :

- en zone 5 (pannes K et K') dans le cas d'une mer de vent extrême de Sud-Est : l'extension Sud entraîne une réflexion à proximité qui accentue la hauteur significative moyenne, de 0.86 à 0.98 m (près de 15% d'augmentation).
- en zone 6 (darse de la Grassenne) dans le cas d'une mer de vent extrême de Sud-Est : les vagues réfléchies entre l'extension Sud et le perré qui lui fait face entraînent une légère augmentation de la hauteur significative moyenne, de 0.88 à 0.94 m.

Un aménagement de ces ouvrages permettant de les rendre davantage absorbants (revêtements poreux, parois perforées, caissons...) pourrait permettre d'améliorer ces résultats dans la darse de la Grassenne.

En zone 9 (darse Sud), on note une très légère augmentation de la hauteur significative moyenne, limitée à 5 cm dans le cas d'une mer de vent extrême de Sud-Est (de 1.55 à 1.60 m), due à la réflexion de la houle sur le prolongement du môle Tabarly.

Sur les autres zones du port, les ouvrages projetés induisent une tendance à la réduction de l'agitation pour les cas d'agitation simulés. C'est le cas notamment devant le môle Caradec (zone 7), dans le Vieux Port (zone 8) et bien sûr dans la darse Bich (zone 10), grâce à la protection apportée par l'extension du môle Tabarly. Dans une moindre mesure, l'agitation diminue également en zone 2 (cale de mise à l'eau située sous le pont de Kérisper).