

4.6 L'AGITATION DANS LE PORT

Cette section présente les résultats des modèles d'agitation. Le cas actuel et les cas projets ont été étudiés. Le modèle qui a été utilisé est Artemis.

4.6.1 Modélisation de l'agitation dans le port

Une modélisation de l'agitation dans le port a été mise en œuvre. Le modèle numérique utilisé est le modèle ARTEMIS de la suite OPEN TELEMAC-MASCARET.

(<http://www.opentelemac.org/index.php/presentation?id=19>)

4.6.1.1 Présentation du modèle

ARTEMIS est un modèle numérique de simulation de propagation de houle et d'agitation dans les ports, sur une surface d'environ quelques kilomètres carrés. Le domaine peut être plus grand pour la simulation des ondes longues ou l'étude des phénomènes de résonance. La dépendance en fréquence et l'étalement directionnel de l'énergie des vagues est pris en compte par ARTEMIS. Le calcul permet de considérer les principales caractéristiques des ondes sur tout le domaine : hauteur significative des vagues, l'incidence des vagues, des vitesses orbitales, taux de dissipation, etc.

ARTEMIS résout l'équation en pente douce de l'équation de Berkhoff par la formulation des éléments finis. L'équation en pente douce a été étendue pour intégrer les processus liés à la propagation des vagues en zone côtière. ARTEMIS est capable de modéliser notamment les processus suivants :

- Réfraction ;
- Diffraction par des obstacles ;
- Déferlement induit par le fond ;
- Frottement de fond ;
- Réflexions totales ou partielles contre les murs, brise-lames, digues, etc.

ARTEMIS a été validé par un ensemble de cas tests et a été utilisé avec succès pour de nombreuses études. Le logiciel a démontré sa capacité à fournir des résultats sur l'agitation fiables dans les zones côtières et les zones portuaires.

4.6.1.2 Mise en œuvre du modèle

Le modèle a été mis en œuvre dans la zone du port et ses environnants. Les caractéristiques des houles (hauteur, direction, période...) le long des frontières du modèle d'agitation ont été extraites du modèle de propagation de houle du large à la côte SWAN.

Afin d'évaluer l'impact éventuel des ouvrages projet de protection du littoral contre l'érosion, des modélisations avec le projet de protection ont aussi été effectuées.

Le modèle présente une définition d'environ 10m pour les mailles éloignées du port, à 3m au niveau du port.

Pour des raisons de limitation en termes de capacité de calcul, le modèle présente une définition de 6m environ au niveau de la zone d'implantation des futurs ouvrages de protection du littoral.

Les propriétés de réflexion (coefficient Cr)/absorption/transmission de hauteur de vague à imposer le long des infrastructures portuaires et des ouvrages maritimes ont été établies suivant la nature de ces derniers :

- Mur vertical (quai poids, palplanche...) : Cr = 0.9 ;
- Epis et digues en enrochements (pente 3/2) : Cr=0.5 ;

Cale de mise à l'eau : Cr = 0.2.

L'image suivante illustre le modèle mis en œuvre.



Figure 136 : Etendue du modèle d'agitation et maillage associé (gauche) – Caractéristiques des conditions appliquées sur le contour du modèle (droite)

4.6.1.3 Critères d'agitation considérés

On considère ici des navires de plaisance, soit de taille inférieure à 30-40m.

Pour les navires de plaisance, plusieurs références permettent d'évaluer les critères d'agitation admissibles pour la tenue des petites unités comme les navires de plaisance. Le « Supplement to bulletin N°38, vol1, 1981, 3rd International Commission for Sport and Pleasure Navigation, PIANC » indique:

- 40 cm admissibles pour le Ministère de l'Équipement US;
- 30 cm à 45 cm à l'intérieur du port pour l'US Army Corps of Engineers.

Suivant ce rapport, les agitations résiduelles acceptables en termes de confort de 20 à 30 cm, et jusqu'à 60 cm en termes de sécurité.

Le standard nord-américain des ports de plaisance préconise une hauteur significative inférieure à 30 cm pour une occurrence annuelle et inférieure à 50cm pour une occurrence cinquantennale. Ce

standard, complété par les éléments issus du “Report of Working Group 24. Supplement to Bulletin 88. PIANC” (“Criteria for movements of moored ships in harbors”).

Sur cette base, on définira un critère de confort avec une hauteur significative $H_s=0,3m$, admise pour quelques rares événements dans l'année et un critère de sécurité avec $H_s=0,5m$ à $0,6 m$ pour des occurrences rares.

Critère	Période de retour	Seuil d'acceptabilité (Hauteur significative)
Confort	Fréquent (0.1 an) à 1 an	0,3m
Sécurité	10 ans	0,5m
	50 ans à 100 ans	0,6m à 0,8m

Tableau 9 : Définition d'un critère de confort

Les planches d'agitation obtenues par modélisation ARTEMIS seront analysés par la suite au regard de ces critères. L'échelle de couleur adoptée permet d'évaluer l'acceptabilité de l'agitation :

- Les valeurs de H_s supérieures à $0,8m$ sont associées aux teintes allant du vert au rouge ;
- Les valeurs de H_s de $0,6m$ à $0,8m$ sont associées aux teintes allant du cyan au vert ;
- Les valeurs de H_s de $0m$ à $0,5m$ sont associées aux teintes allant du blanc au bleu.

Hs (m)
Sup. à 4
3.5 à 4
3 à 3.5
2.5 à 3
2 à 2.5
1.5 à 2
1 à 1.5
0.9 à 1
0.8 à 0.9
0.6 à 0.8
0.5 à 0.6
0.4 à 0.5
0.3 à 0.4
0.2 à 0.3
Inf. à 0.2

4.6.1.4 Résultats

Les tableaux ci-dessous présentent les planches d'agitation obtenues pour les conditions de houles annuelles de coup de mer d'Est au large. Sont données les valeurs de Hauteurs significative (H_s), ainsi que les phases (pondérées par les H_s), afin de « visualiser » la propagation de la houle.

Les coups de mer d'Est sont ceux qui sont les plus impactant pour le secteur d'étude à protéger.

Pour chaque tableau, les plans de houles obtenus pour le cas actuel sont rappelés en premier lieu, puis les résultats sont présentés pour le scénario projet.

Actuellement, par conditions de coup de mer d'Est, la houle atteint la zone d'étude de manière quasiment frontale. On note cependant que les effets bathymétriques font converger la houle vers certaines zones.

4.6.1.4.1 Sans le projet d'aménagement des plages

Les modélisations ont été effectuées dans un premier temps sans le projet d'aménagement des plages.

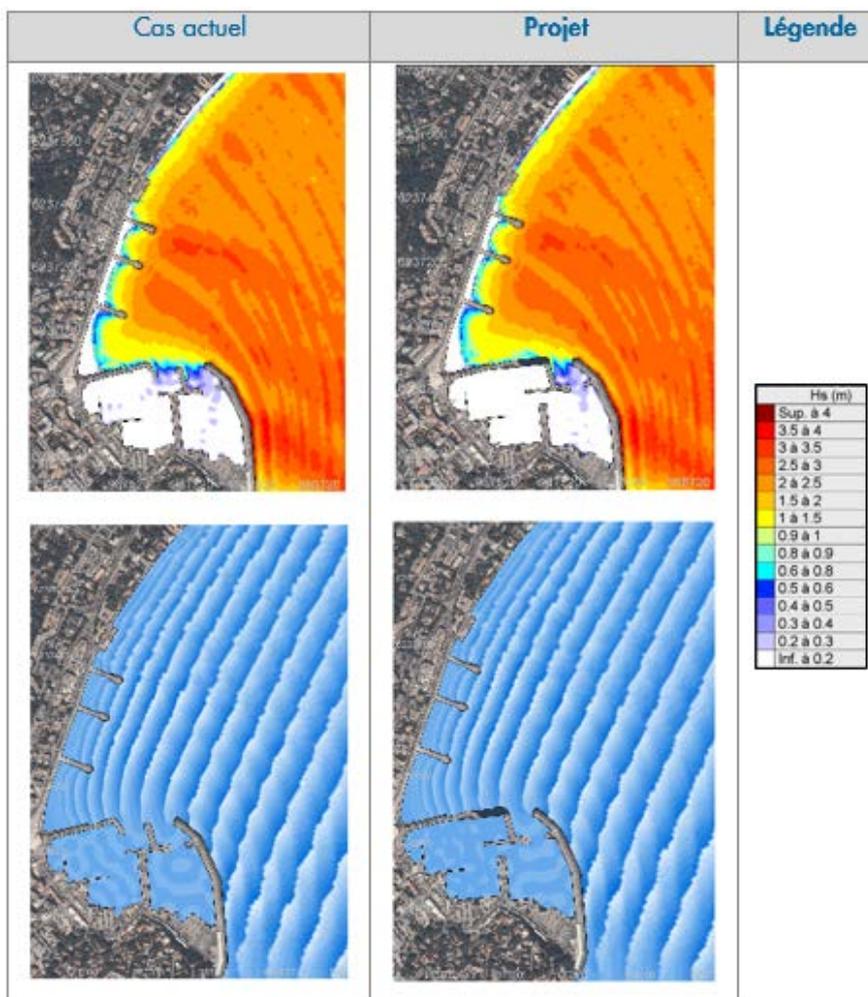


Tableau 10 : Modélisation sans le projet d'aménagement des plages

Pour une occurrence annuelle, l'agitation dans le port est faible pour le cas actuel. La houle est diffractée par la digue du large, les lignes de crête (en bleu foncé) s'arrondissent près de la digue. Pour le cas actuel, la hauteur significative est inférieure à 0.2m dans les ports, avec seulement quelques petites zones entre 0.2 et 0.3 m.

Dans les cas projets, les hauteurs significatives de houle sont encore plus faibles. Elles restent inférieures à 0.2 m dans le bassin Ouest. Dans le bassin Est, il y a moins de zones comprises entre 0.2 et 0.3 m dans les cas projets que dans le cas actuel surtout au Sud du bassin, la hauteur de houle devient inférieure à 0.2m pour le cas projet.

Le tableau ci-dessous présente les résultats pour l'occurrence décennale, toujours pour la direction Est.

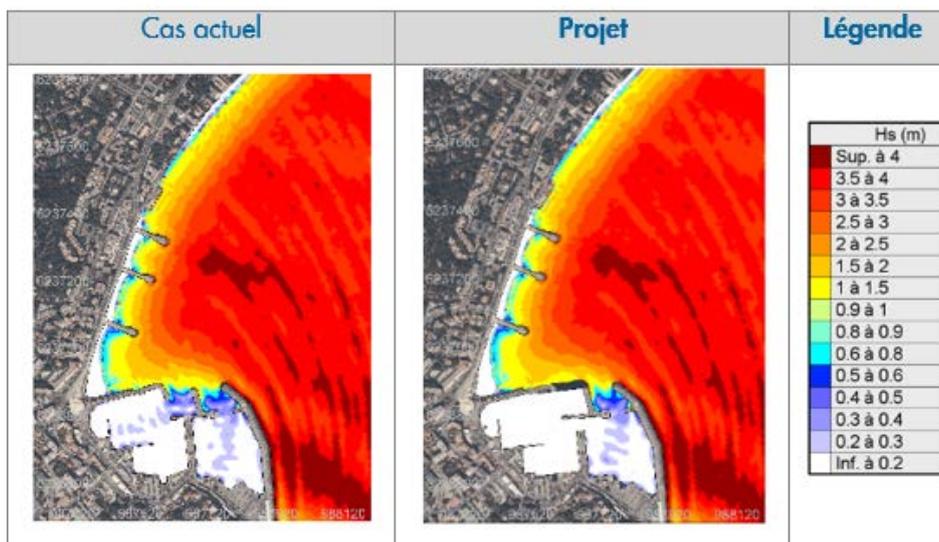


Tableau 11 : Résultats pour une occurrence décennale, direction Est

L'implantation des ouvrages dans les cas projets permet de diminuer l'agitation dans le port : le port est très calme. La hauteur de houle y reste inférieure à 0.5m dans les bassins de manière générale. Elle est plus faible dans les cas projets que dans le cas actuel pour le bassin Ouest, restant inférieure à 0.2 m.

Le tableau ci-dessous présente les résultats pour l'occurrence centennale, toujours pour la direction Est.

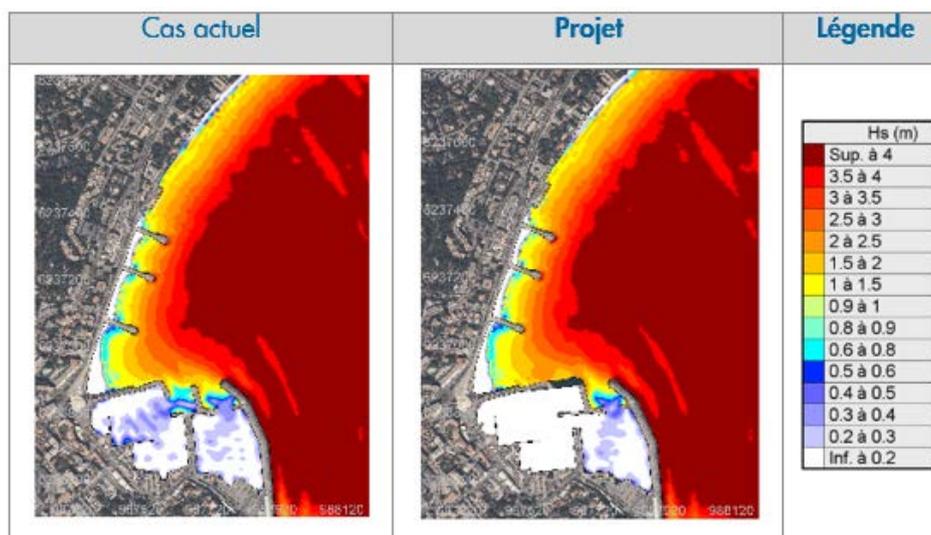


Tableau 12 : Résultats pour une occurrence centennale, direction Est

La configuration pour le projet permet de diminuer l'agitation dans le port. Le port est très calme pour une occurrence centennale. De manière générale, la hauteur significative reste inférieure à 0.5m, avec seulement quelques petites zones à 0.6m pour les cas projet. Le bassin Ouest n'est plus du tout agité pour le cas projet.



REDEPLOIEMENT DES INFRASTRUCTURES PORTUAIRES
ET DES ESPACES SUR LE DOMAINE PUBLIC MARITIME
AUDIT, ETUDE D'OPPORTUNITE ET MAITRISE D'ŒUVRE



4.6.1.4.2 Avec le projet d'aménagement des plages

Les modélisations ont été effectuées dans un deuxième temps en considérant le projet d'aménagement des plages.

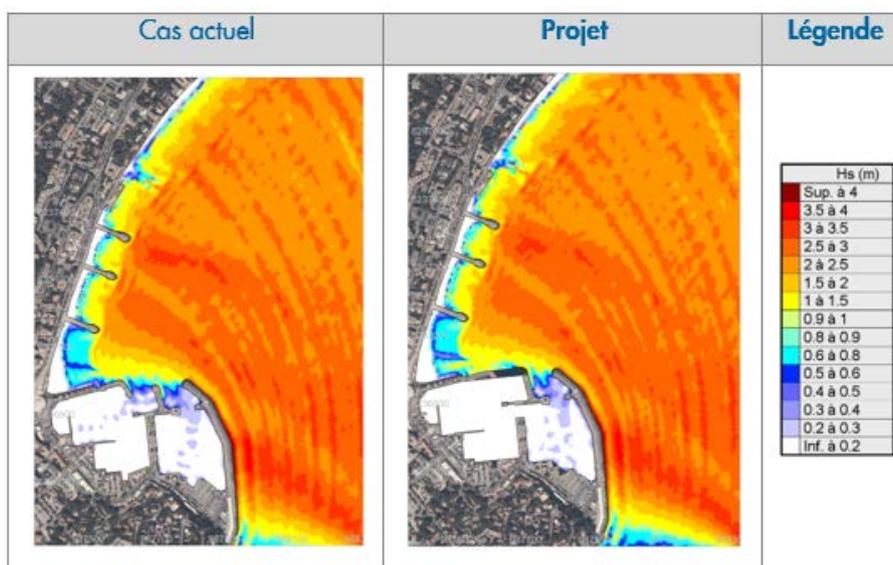


Tableau 13 : Modélisations prenant en compte le projet d'aménagement des plages

Le tableau ci-dessous présente les résultats pour l'occurrence décennale, toujours pour la direction Est.

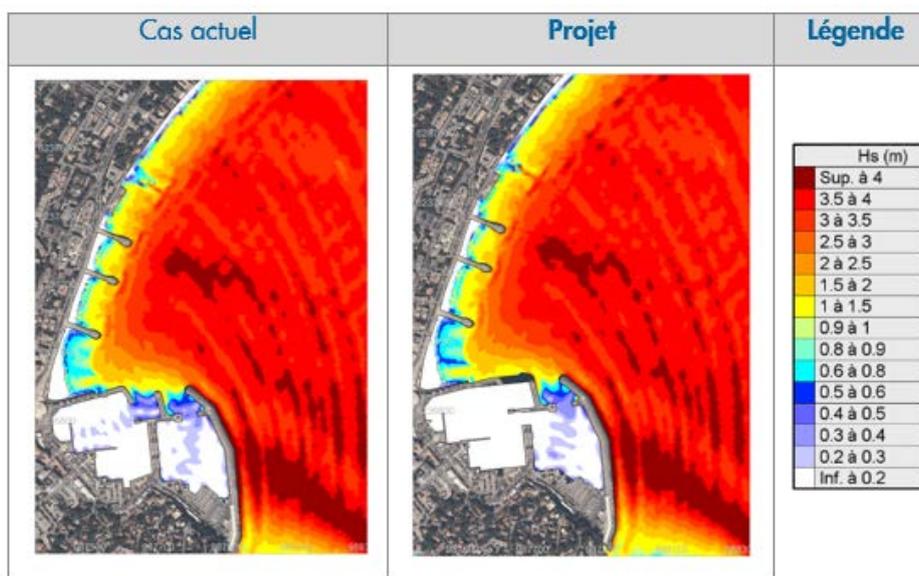


Tableau 14 : Résultats pour une occurrence décennale, direction Est

Le tableau ci-dessous présente les résultats pour l'occurrence centennale, toujours pour la direction Est.

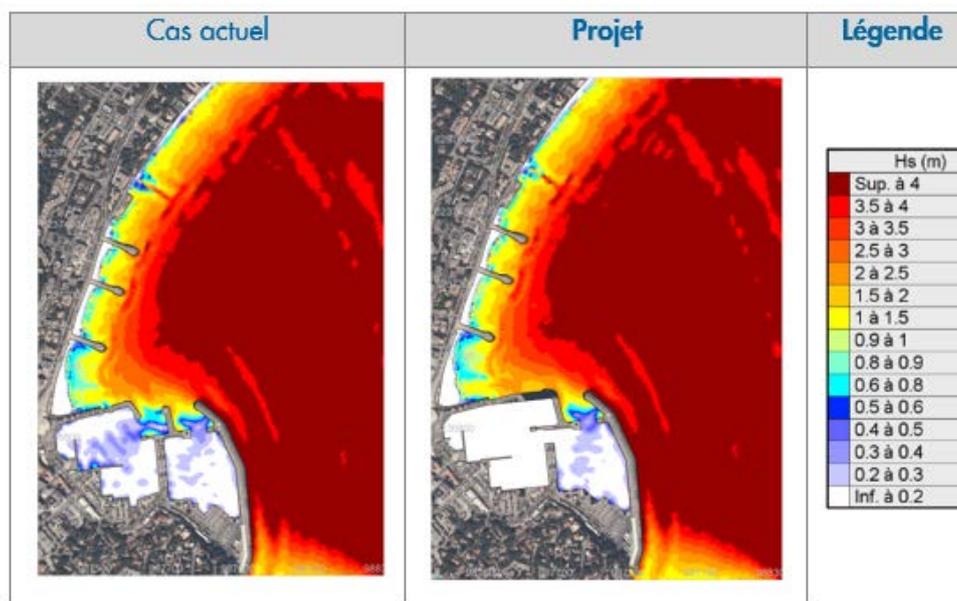


Tableau 15 : Résultats pour une occurrence décennale, direction Est

L'agitation dans le port reste faible pour les cas avec le projet d'aménagement des plages. L'effet des ouvrages de protection du littoral n'ont pas d'impact significatif sur l'agitation portuaire, quel que soit le scénario d'aménagement étudié et l'intensité du coup de mer.

4.6.2 Conclusion

Dans le cas actuel, ainsi que pour le cas projet, les bassins portuaires, ainsi que l'avant-port, sont très bien abrités des houles du large, même des houles provenant de la direction la plus préjudiciable ; les houles d'Est.

Très peu d'agitation est prédite par les simulations dans le port au regard des conditions extrêmes en dehors de celui-ci.

Pour le cas projet :

- L'agitation dans le bassin Ouest est très faible, inférieure à 0.2m.
- L'agitation dans le bassin Est est inférieure à 0.3m pour l'occurrence annuelle, 0.4m pour l'occurrence décennale et 0.5m pour l'occurrence centennale.
- L'agitation dans la passe d'entrée est plus en revanche plus élevée, voire supérieure aux critères de sécurité : il n'est pas prévu d'y amarrer de bateau en cas de coup de mer.