

3. CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES LE LONG DU LITTORAL

3.1 MODELISATION DES CONDITIONS DE VAGUES INCIDENTES

3.1.1 CHOIX DU SYSTEME DE CALCUL

La chaîne de modélisation numérique retenue pour l'étude est la chaîne TELEMAC car elle repose sur l'utilisation de maillages non structurés qui eux seuls permettent de bien représenter les géométries complexes et de raffiner localement la résolution de la grille de calcul, en particulier dans les petits fonds et aux abords des ouvrages.

TELEMAC est une chaîne de calcul destinée à l'étude des écoulements à surface libre dans les milieux naturels, développée par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE) de la Direction des Recherches et Développements d'EDF. Ce système comprend un ensemble de logiciels scientifiques basés sur une bibliothèque d'éléments finis commune.

Au sein de la chaîne TELEMAC, le module de simulation TOMAWAC est dédié à la propagation spectrale des états de mer. Il prend en compte les effets liés à la propagation des vagues (réfraction, shoaling), les termes sources de génération par le vent, transferts non-linéaires entre quadruplets de fréquences, dissipation par moutonnement, frottement sur le fond et déferlement bathymétrique. Il permet également de considérer les effets liés aux variations spatiales et temporelles du courant et du niveau moyen (marée), ce qui le rend très adapté pour des applications littorales.

3.1.2 DESCRIPTION DE LA GRILLE DE CALCUL

L'aire d'étude est centrée sur le littoral de La Londe Les Maures.

Le modèle numérique de terrain (MNT) est construit à partir du recueil des données bathymétriques (données Litto3D® PACA 2015, cartes marines). Il permet le montage de la grille de calcul qui est présentée sur la Figure 3-1 et la Figure 3-2.

Le maillage est composé de 37 743 nœuds et 74 136 éléments triangulaires. Au large, la taille des mailles est d'environ 250 m ; elle diminue progressivement pour atteindre une résolution d'environ 2 m le long du littoral de La Londe Les Maures.

Le système de projection utilisé est le Lambert 93.

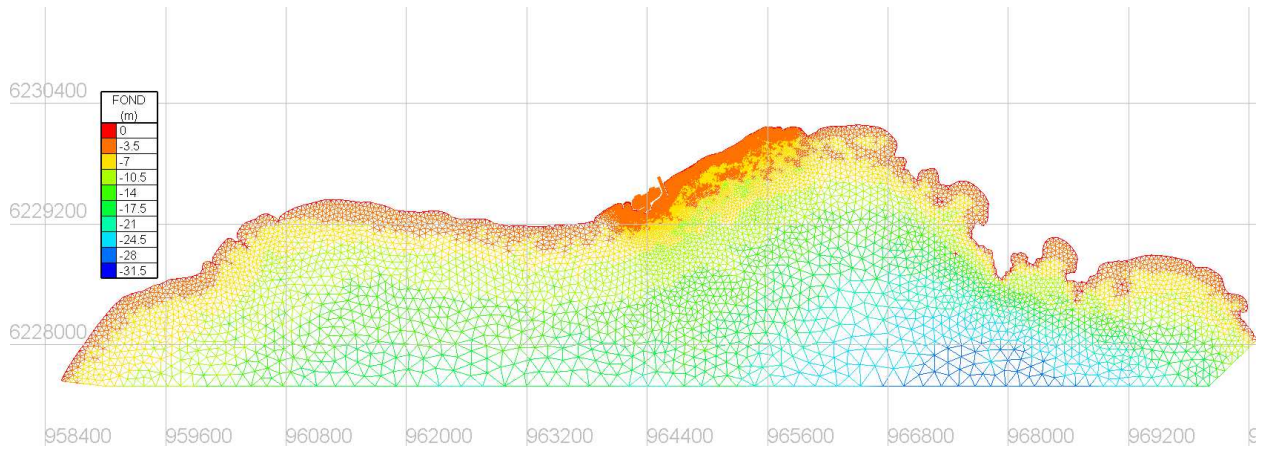


Figure 3-1 : Maillage du modèle numérique.

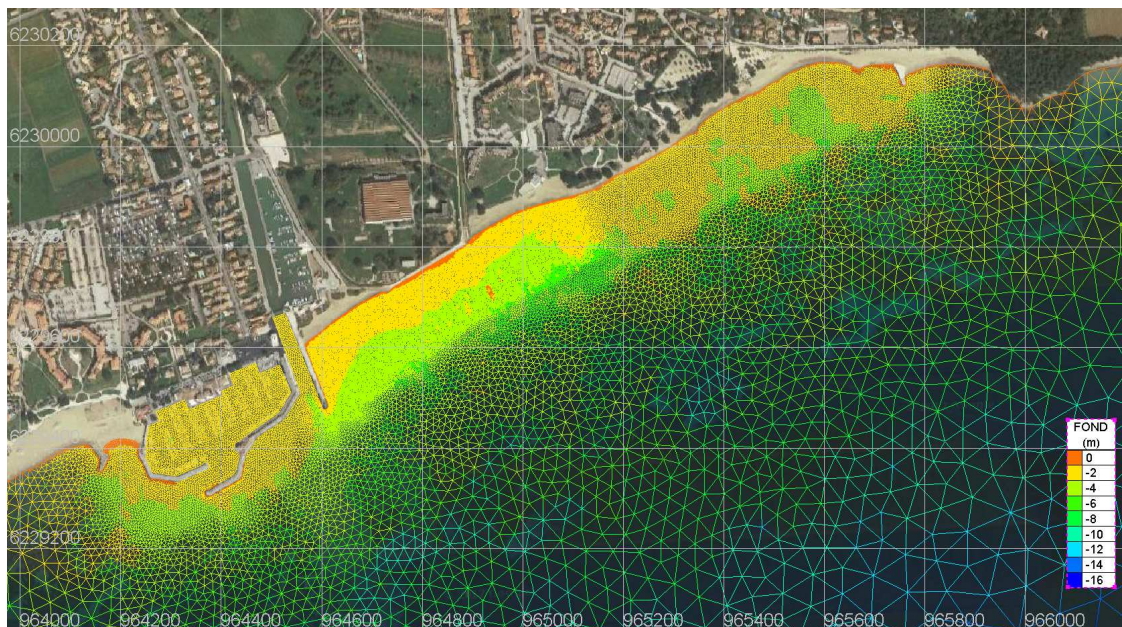


Figure 3-2 : Maillage du modèle numérique. Zoom sur la zone de projet.

3.1.3 LES SCENARIOS MODELISES

A partir de l'analyse des conditions météo-océaniques, 6 scénarios de conditions hydrodynamiques ont été définis. Les événements météo-océaniques qui correspondent à ces 6 scénarios ont été recherchés dans la base de données Actimar WW3-GDL afin d'avoir des forçages réalistes, notamment pour ce qui concerne la répartition spectro-angulaire de l'énergie contenue dans les états de mer qui a un effet significatif sur la propagation des états de mer dans le domaine côtier. Les événements sélectionnés sont synthétisés dans le Tableau 3-1.

	Condition d'états de mer	Période sélectionnée
scénario 1	Tempête exceptionnelle : maximum sur 20 ans de secteur Sud à SE	14/12/2008
Scénario 2	Condition de Sud avec une probabilité d'occurrence de 24 heures/an	29/11/2008
Scénario 3	Tempête annuelle de secteur Est	17/12/1997
Scénario 4	Condition d'Est avec une probabilité d'occurrence de 24 heures/an	26/12/2008
Scénario 5	Tempête annuelle de secteur Ouest	05/01/2012
Scénario 6	Scénario 1 avec une surcote de 1 m	

Tableau 3-1 : Synthèse des 6 scénarios modélisés.

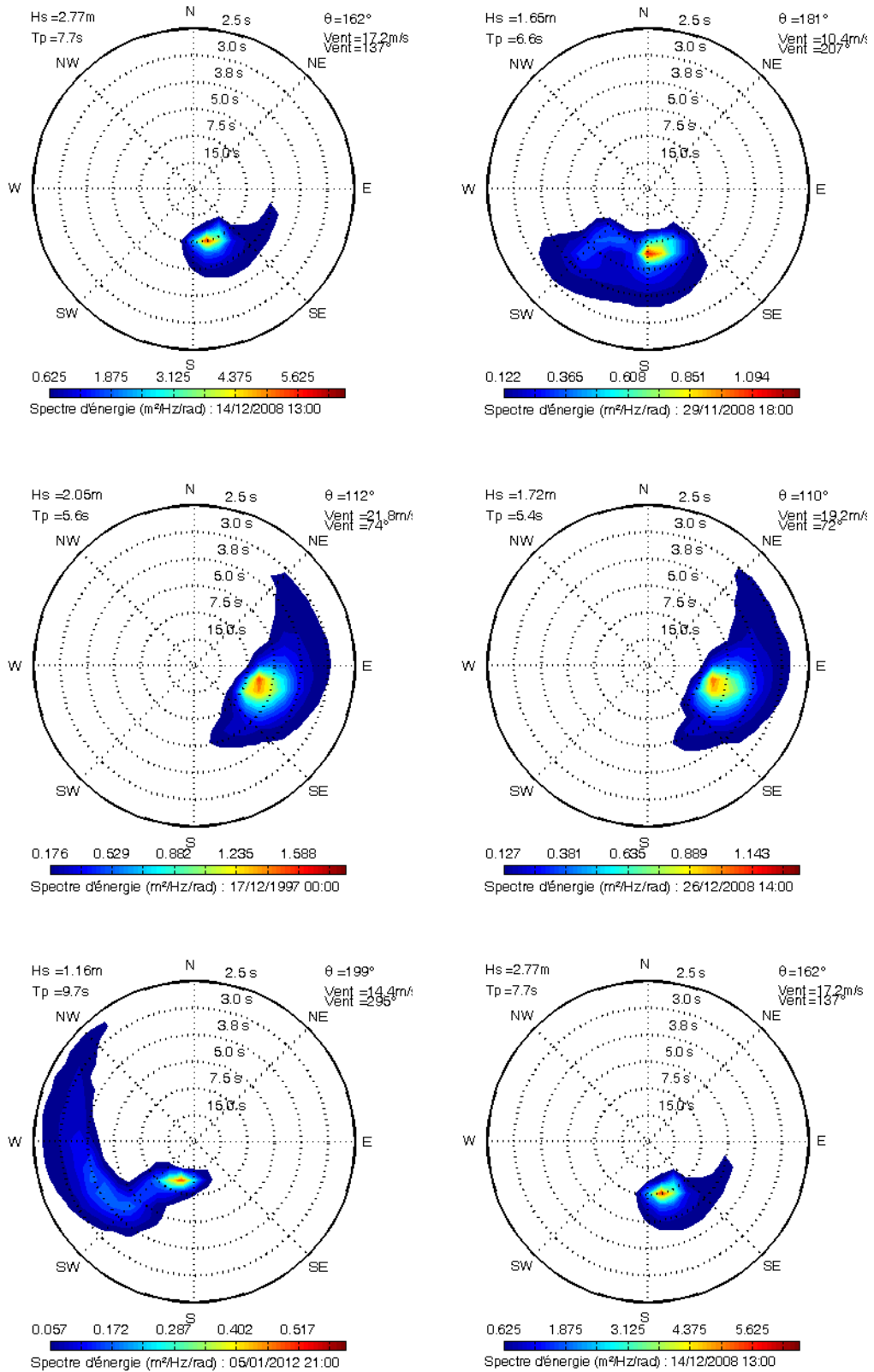


Figure 3-3 : Répartition de l'énergie dans le spectre au large pour les différents scénarios. Haut gauche (scénario 1), haut droite (scénario 2), milieu gauche (scénario 3), milieu droite (scénario 4), bas gauche (scénario 5), bas droite (scénario 6).

3.1.4 MODELISATION DES ETATS DE MER

3.1.4.1 Forçage du modèle d'états de mer

✓ Forçage sur les frontières marines

Sur la frontière marine du modèle, les spectres d'états de mer 2D de la base de données Actimar WW3-GDL (cf. § 2.1.2) extraits pour les 6 scénarios définis dans le Tableau 3-1 sont imposés comme condition à la limite.

✓ Forçage atmosphérique

Les simulations sont réalisées avec un forçage atmosphérique variable en temps et en espace, incluant les effets du vent. Les conditions météorologiques utilisées ont pour origine la base de données CFSR.

3.1.4.2 Conditions de durée cumulée 24h/an (scénarios 2 et 4)

De telles conditions ont été simulées pour deux secteurs de provenance : Sud (scénario 2) et Est (scénario 4).

Les niveaux d'énergie en secteur Sud sont plus importants avec des Hs de l'ordre de 2m avant déferlement (1.5 m en condition d'Est). En revanche, l'obliquité des vagues incidentes et le vent associé en condition d'Est sont plus à même de contribuer à une dérive littorale des sédiments.

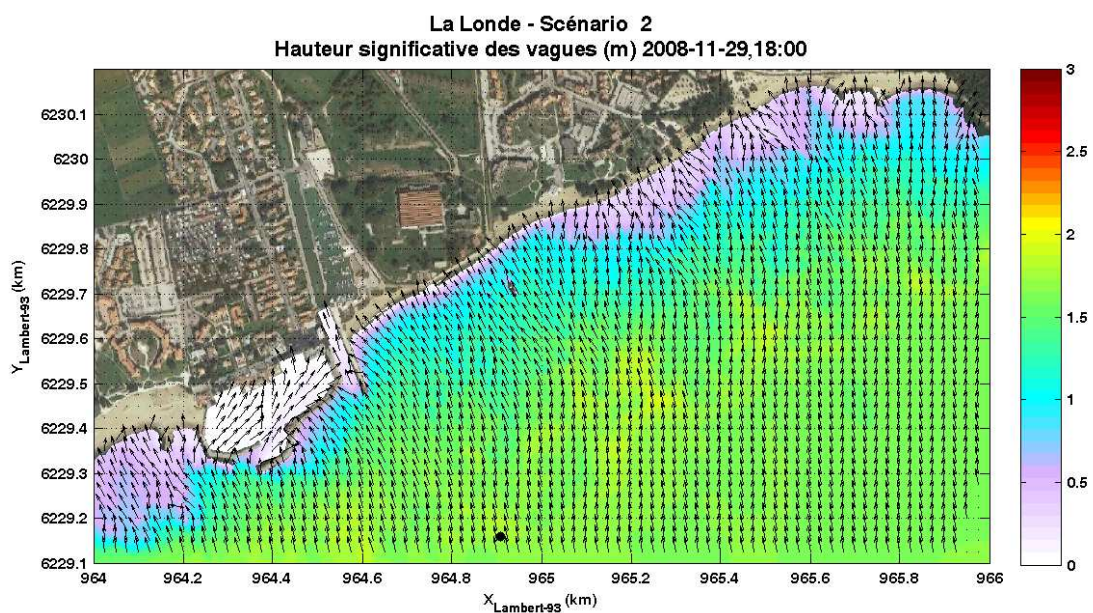


Figure 3-4 : Carte de Hs pour une condition de Sud atteinte ou dépassée sur une durée cumulée 24h/an.

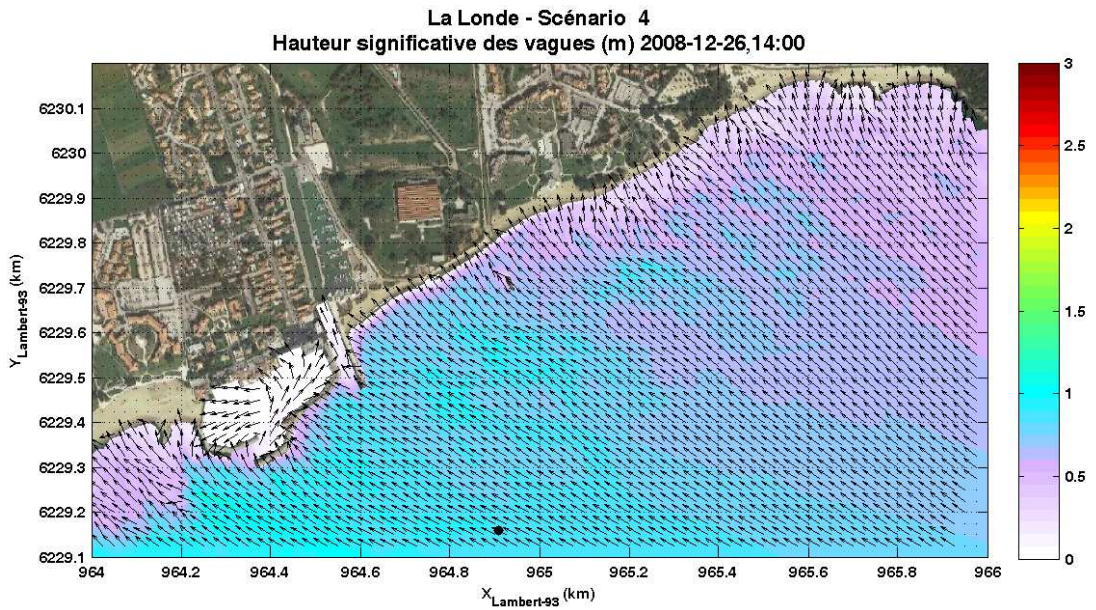


Figure 3-5 : Carte de Hs pour une condition d'Est atteinte ou dépassée sur une durée cumulée 24h/an.

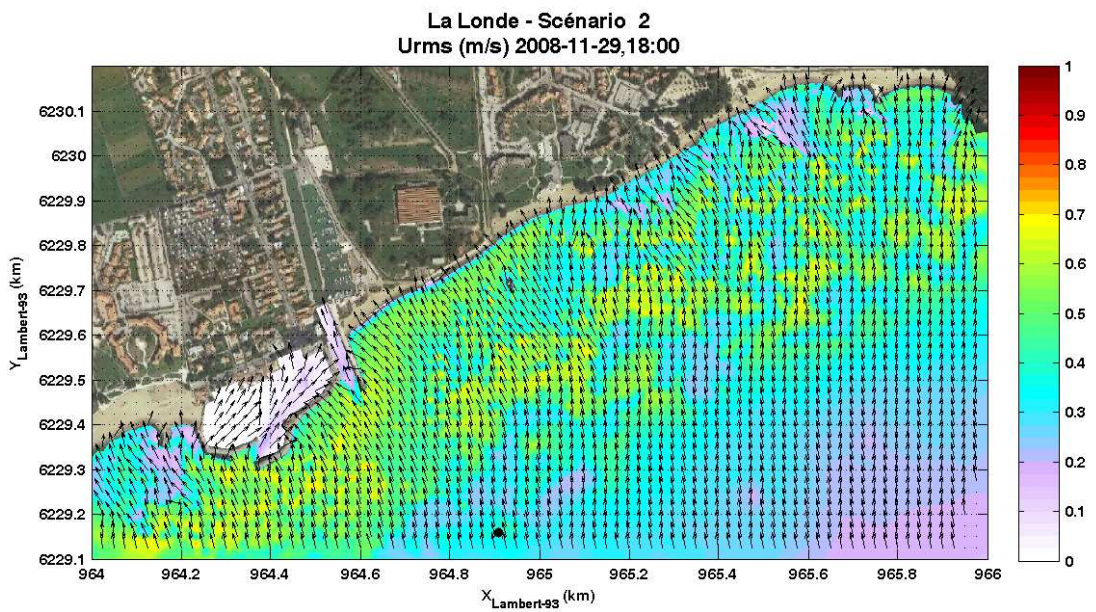


Figure 3-6 : Carte des vitesses orbitales sur le fond pour une condition de Sud atteinte ou dépassée sur une durée cumulée 24h/an.

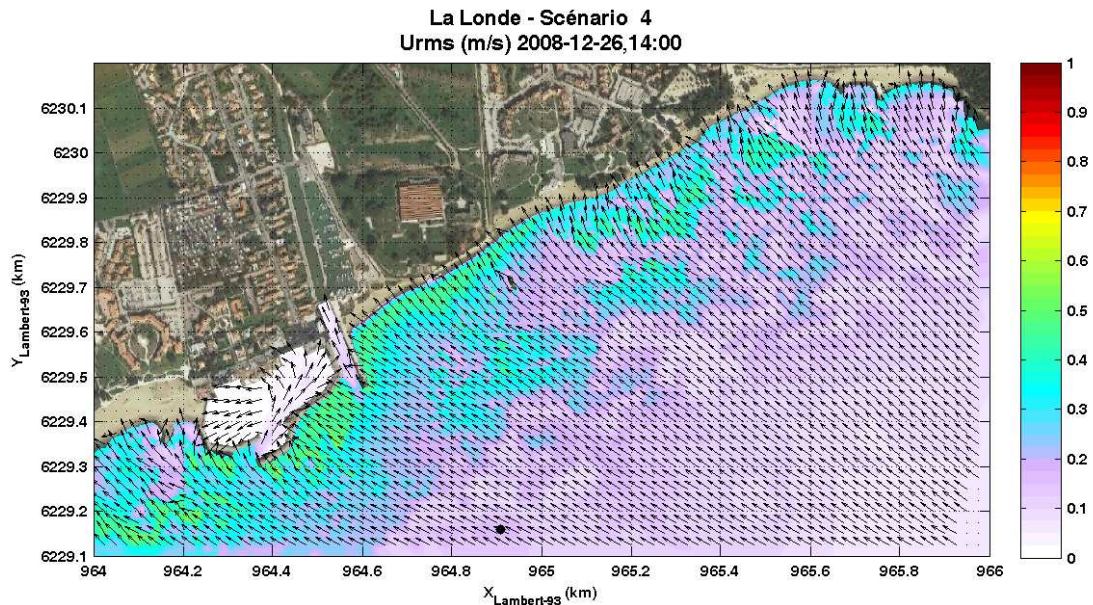


Figure 3-7 : Carte des vitesses orbitales sur le fond pour une condition d'Est atteinte ou dépassée sur une durée cumulée 24h/an.

3.1.4.3 Conditions de tempête annuelle (scénarios 3 et 5)

Pour une même période de retour (1 an), l'énergie incidente est sensiblement plus élevée pour une condition d'Ouest, avec des Hs qui dépassent 1.5 m avant déferlement.

Pour les deux types de conditions, l'orientation des vagues se « redresse » à l'approche du rivage où elles arrivent quasiment perpendiculaires. Plus au large, au début du déferlement, un transfert d'énergie latéral paraît cependant significatif pour forcer une dérive littorale.

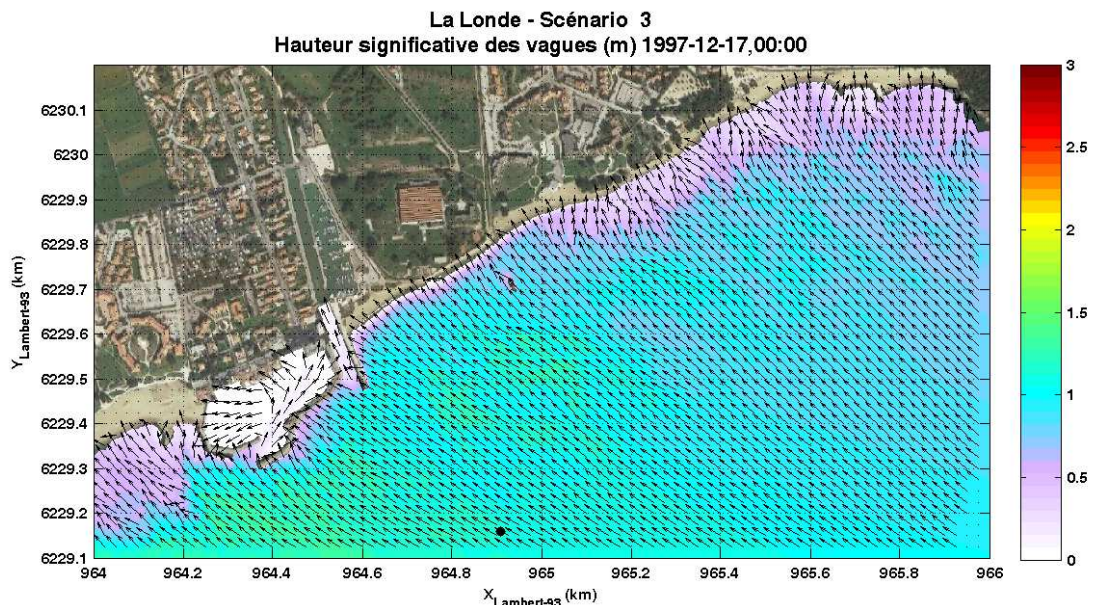


Figure 3-8 : Carte des Hs pour une condition d'Est de période de retour 1 an.

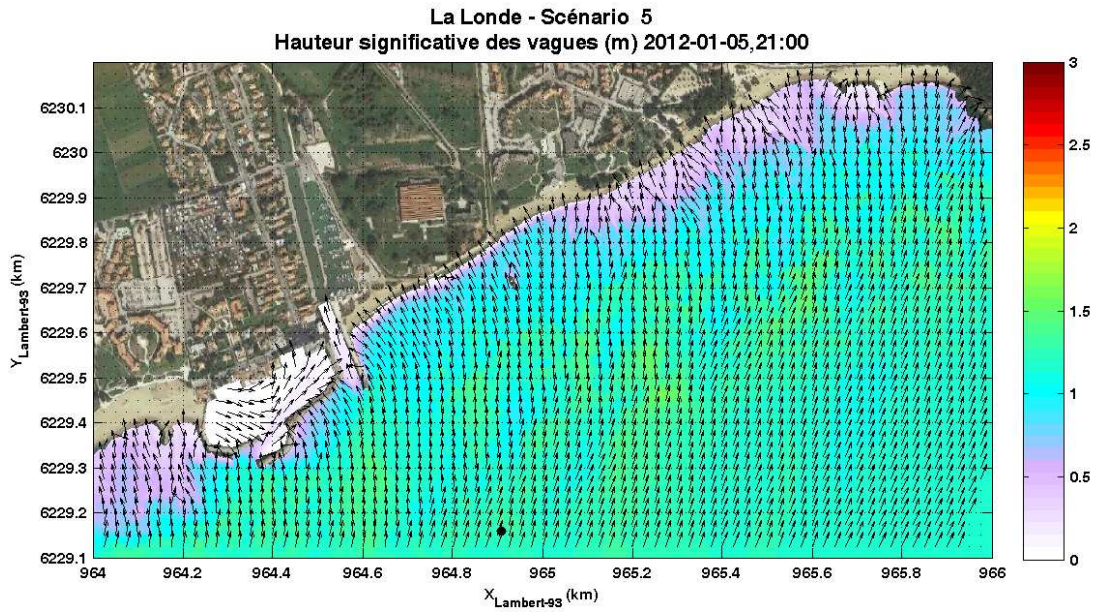


Figure 3-9 : Carte des Hs pour une condition d'Ouest de période de retour 1 an.

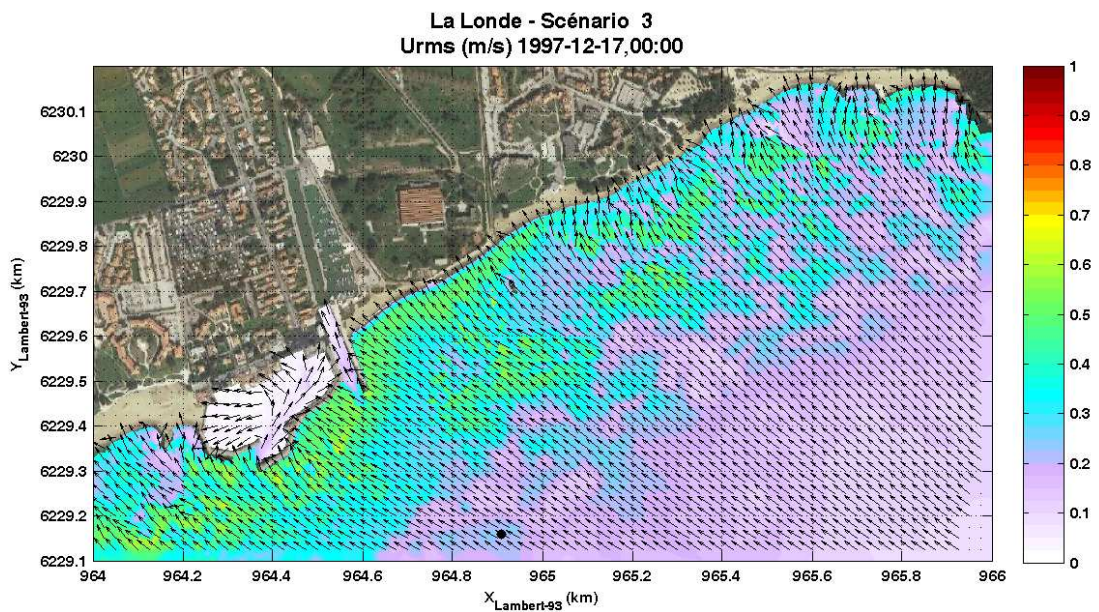


Figure 3-10 : Carte des vitesses orbitales sur le fond pour une condition d'Est de période de retour 1 an.

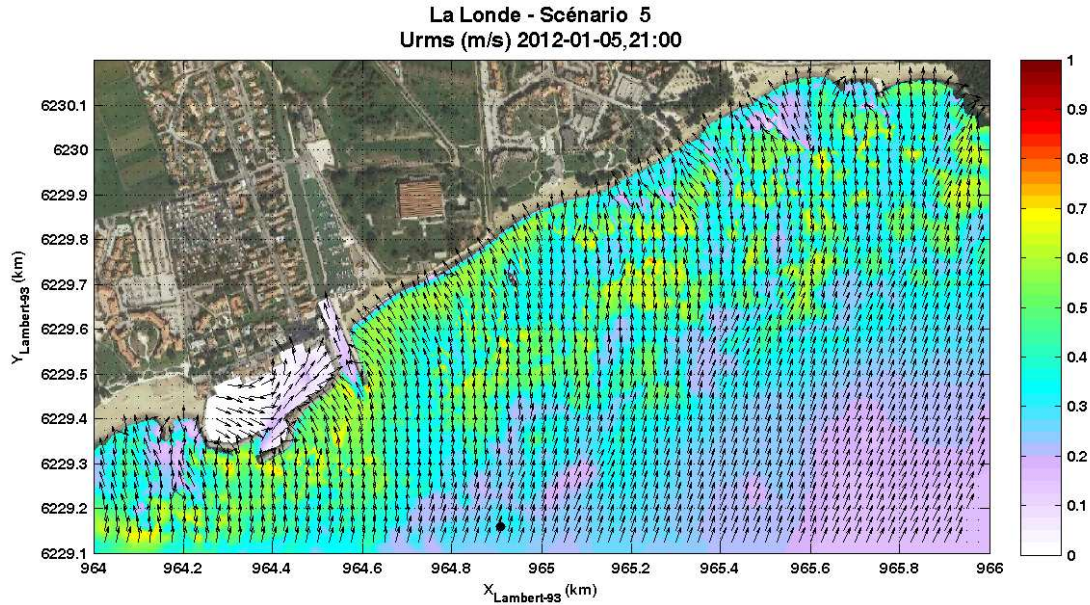


Figure 3-11 : Carte des vitesses orbitales sur le fond pour une condition d'Ouest de période e retour 1 an.

3.1.4.4 Condition de tempête exceptionnelle (scénario 1)

En condition de tempête exceptionnelle, des vagues de Hs 2.5 m à 3 m sont simulées avant déferlement. La bande de déferlement particulièrement large (près de 400 m).

L'incidence des vagues est normale au trait de côte.

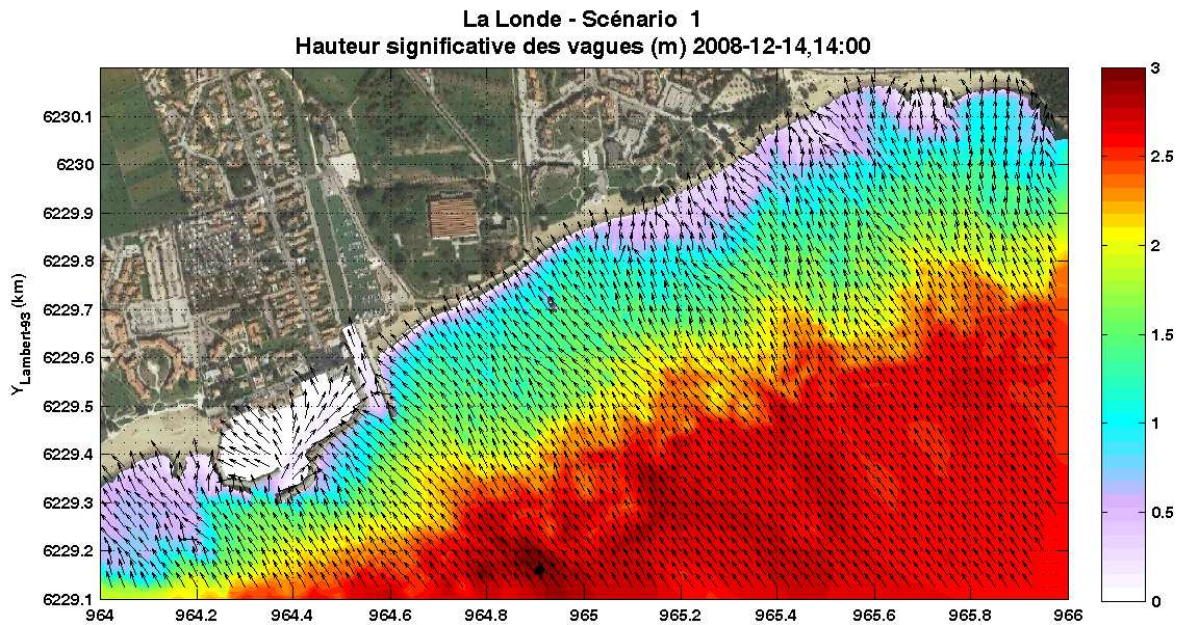


Figure 3-12 : Carte de Hs pour une condition de tempête exceptionnelle.

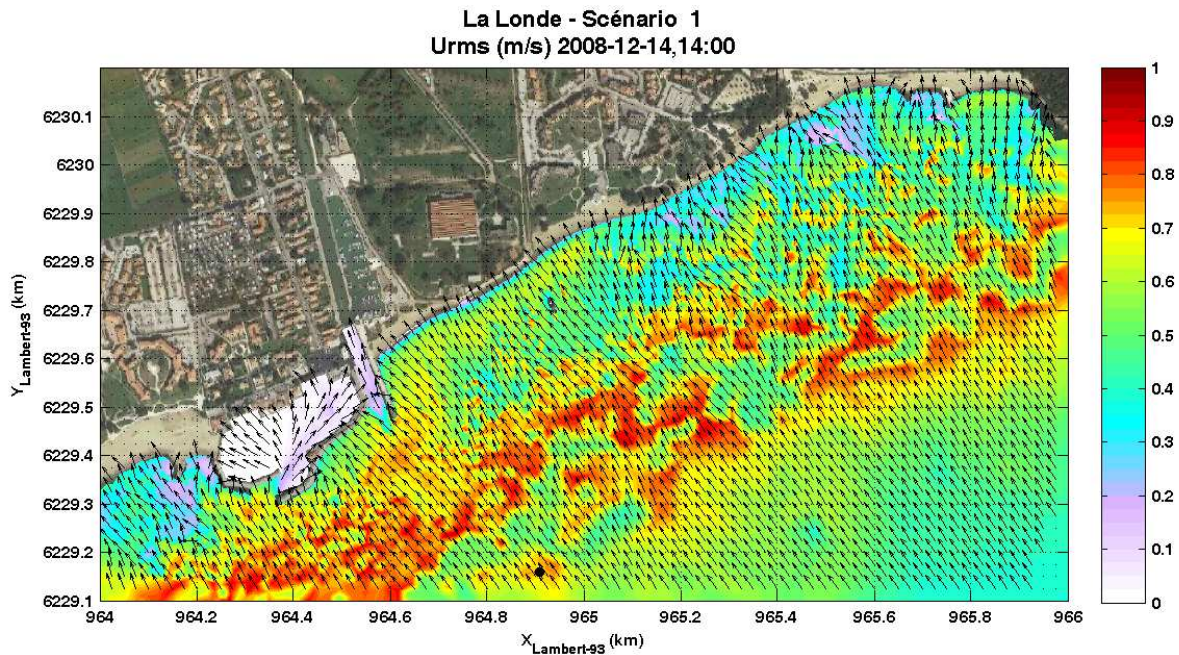


Figure 3-13 : Carte des vitesses orbitales sur le fond pour une condition de tempête exceptionnelle.

3.1.4.5 Tempête exceptionnelle et surcote (scénario 6)

Les conditions de vagues au large et de vent correspondent à celles du scénario 1, et une surcote d'1 m a été considérée.

L'effet de la surcote se fait surtout sentir sur les niveaux d'énergie qui arrivent jusqu'au trait de côte. Sans surcote, les hauteurs de vagues y sont inférieures à 0.5m tandis qu'elles atteignent environ 1 m avec une surcote. Ce type de résultat indique que l'action érosive des vagues peut devenir rapidement problématique dès lors que de fortes vagues se combinent à une surcote conséquente. Par exemple, des ouvrages en dur le long du trait de côte peuvent résister à des conditions de vagues exceptionnelles tant qu'elles ne sont pas associées à une surcote trop importante.

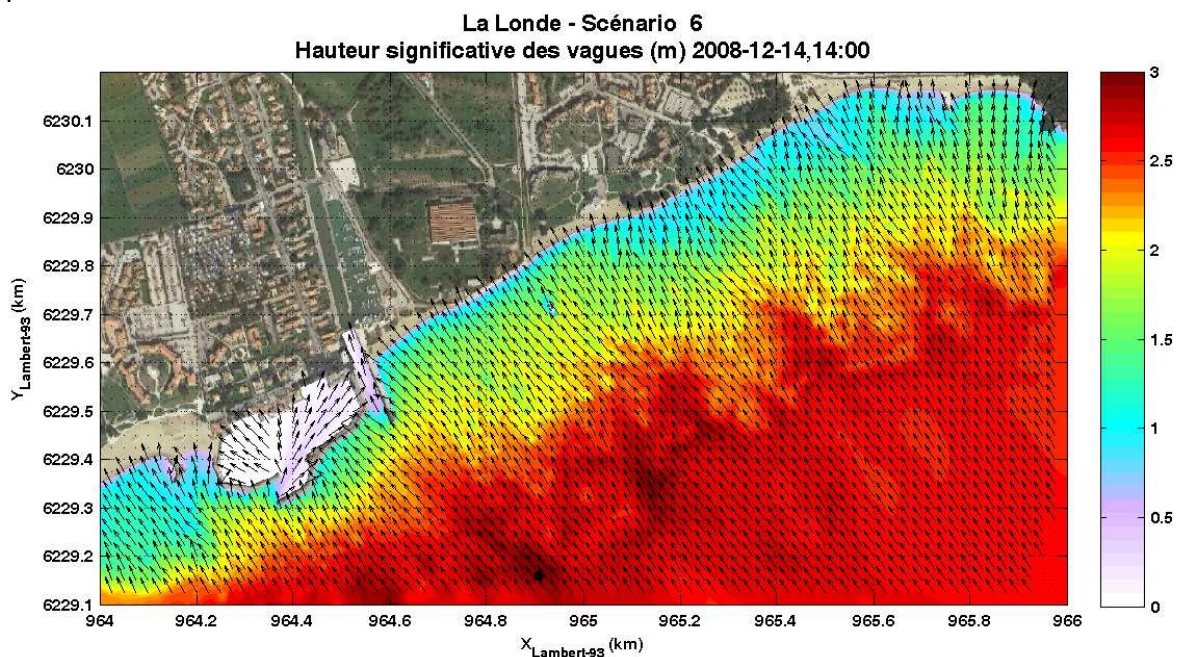


Figure 3-14 : Carte de H_s pour une condition de tempête exceptionnelle avec surcote.

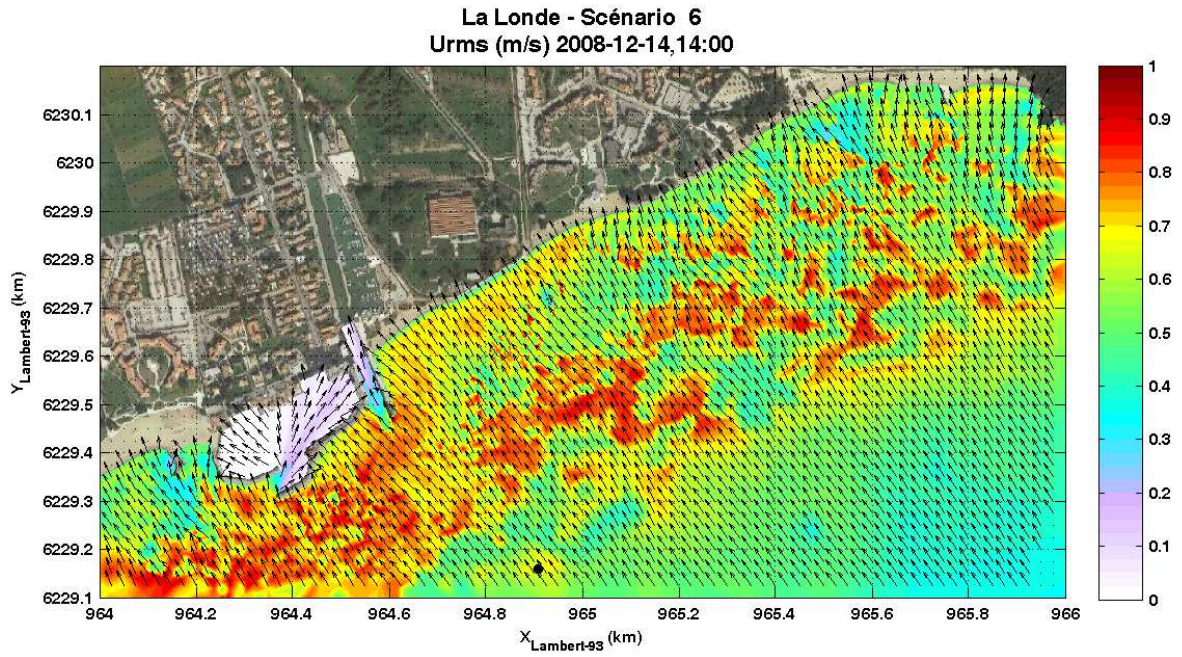


Figure 3-15 : Carte des vitesses orbitales sur le fond en condition de tempête exceptionnelle avec surcote.

3.2 CONDITIONS DE COURANT

Les conditions de courant le long du littoral résultent principalement :

- De l'action du vent sur le plan d'eau, qui est d'autant plus efficace que les profondeurs sont faibles. On note par exemple que l'isobathe -5m est à environ 300-400m du trait de côte.
- De l'action des vagues sur le plan d'eau, via les tensions de radiation, l'intensité de la dérive littorale étant fonction de l'énergie des vagues et de l'angle d'incidence des vagues par rapport au trait de côte.

3.2.1 FORÇAGE PAR LE VENT

Les courants induits par l'action du vent ont été simulés par Oceanide (2014), notamment pour des vents de secteur Est (Figure 3-16 à Figure 3-19) et Ouest (Figure 3-20). D'après les résultats de ces simulations, les vents d'Est génèrent une circulation littorale beaucoup plus marquée le long du secteur côtier étudié.

Un élément important de la circulation en condition d'Est est le prolongement de la dérive littorale le long de la digue Est de Port Maravenne, phénomène de type « ascenseur » avec une circulation qui part vers le large. Ce phénomène peut être appréhendé sur site et des vidéos fournis par H. Duchemin (responsable de la capitainerie du port) le montrent clairement.

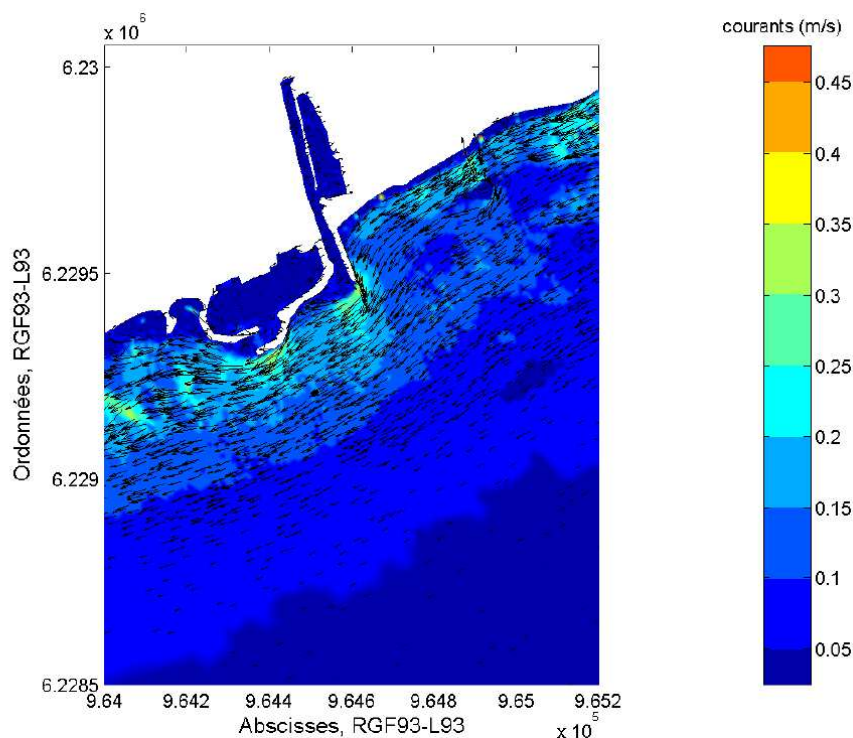


Figure 3-16 : Résultat de simulation Oceanide (2014) pour un vent de secteur Est (70°N, 14.2 m/s) de période de retour 1 an.

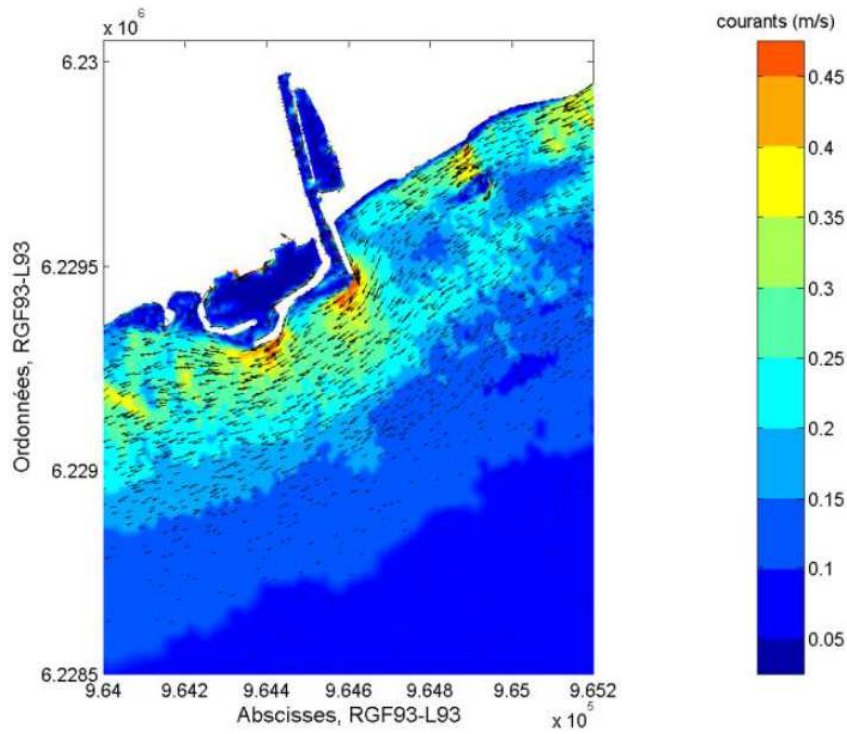


Figure 3-17 : Résultat de simulation Oceanide (2014) pour un vent de secteur Est (70°N, 17.9 m/s) de période de retour 10 ans.



Figure 3-18 Extrait d'une vidéo (fournie par H. Duchemin, responsable de la capitainerie du port) en condition d'Est montrant (sédiments fins en suspension) le prolongement d'une veine de courant depuis l'extrémité de la digue Est de Port Maravenne.

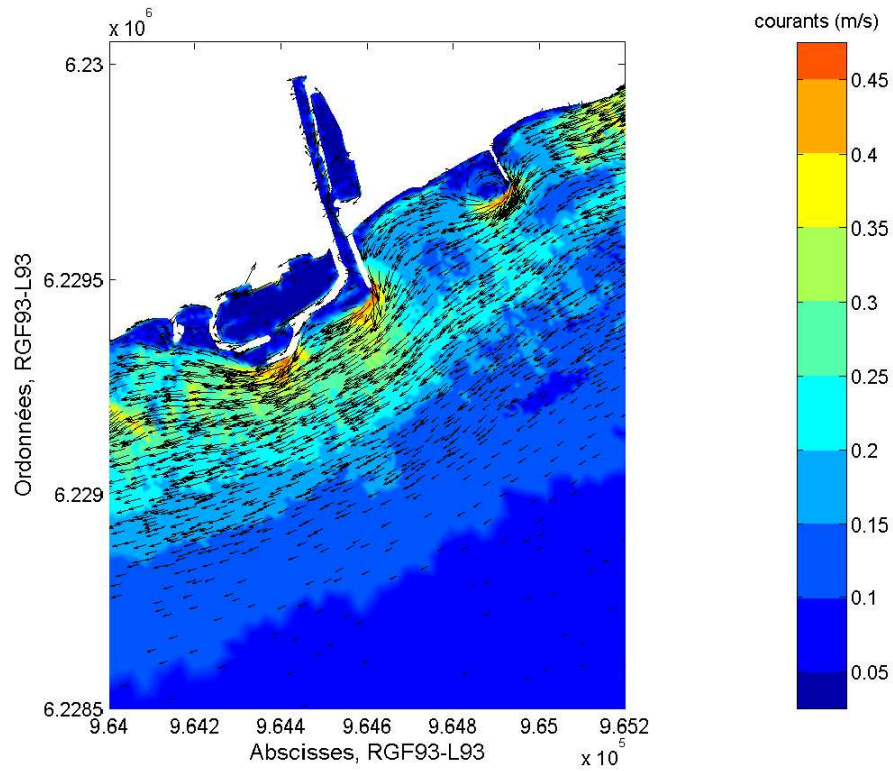


Figure 3-19 : Résultat de simulation Oceanide (2014) pour un vent de secteur Est (70°N, 17.9 m/s) de période de retour 10 ans, avec une digue à l'Est du secteur DCNS.

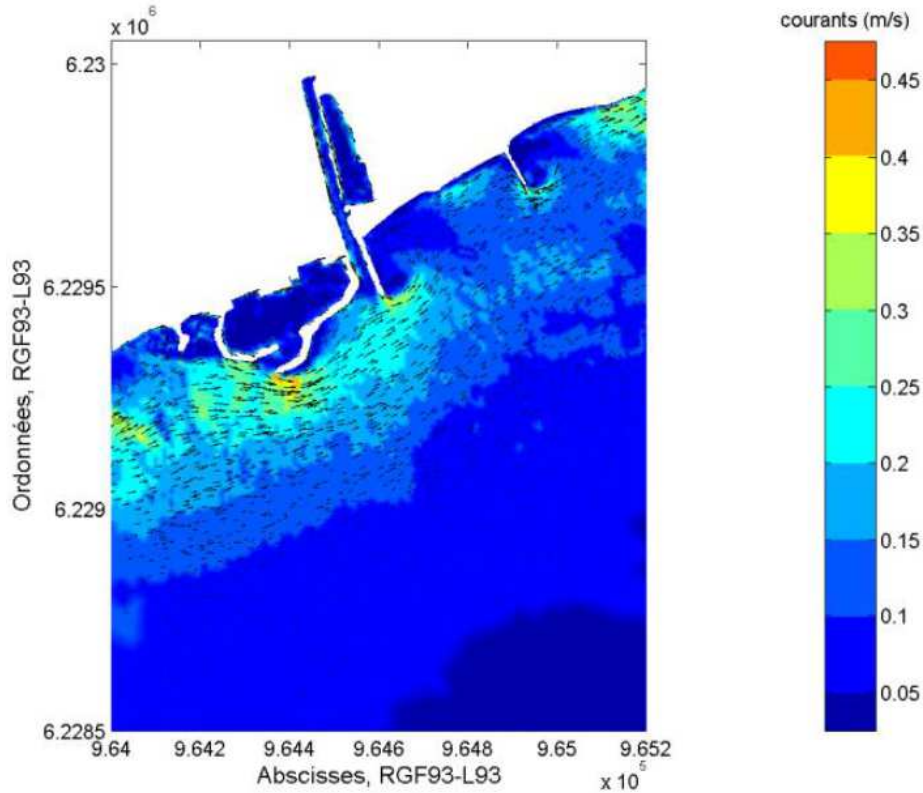


Figure 3-20 : Résultat de simulation Oceanide (2014) pour un vent de secteur Ouest (290°N, 17.3 m/s) de période de retour 10 ans, avec une digue à l'Est du secteur DCNS.

3.2.2 FORÇAGE PAR LES VAGUES

Le forçage par les vagues est essentiellement lié au déferlement des vagues, avec un transfert d'énergie des vagues vers le plan d'eau. La zone de déferlement peut être appréhendée sur les cartes de propagation.

On peut retenir des différentes conditions simulées que :

- L'obliquité des vagues est significative au début de la zone de déferlement (autour de l'isobathe -5m pour les conditions de forte énergie simulée) mais n'est pas sensible au niveau du trait de côte
- L'action des vagues sur le fond, indiquée par la grandeur physique de vitesse orbitale, se fait sur une bande littorale très large

3.2.3 FORÇAGE COMBINE

Sur le site d'étude, les états de mer et les conditions de vent locales sont fortement corrélées. Même si les orientations à la côte sont assez différentes, avec un vent qui longe la côte sous les effets du relief en arrière et des vagues qui arrivent avec une incidence nettement moins oblique par rapport au trait de côte en raison des réfractions progressives au cours de leur propagation en rade d'Hyères, c'est un flux global (par exemple d'Est) sur ce secteur de la Méditerranée qui en est à l'origine. Les conditions de vent et de vagues incidentes étant corrélées, deux conditions de dérive littorale marquées sur une large bande littorale alternent en fonction des régimes de vent.

4. ANALYSE DE LA DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE

4.1 INDICES SUR LA DERIVE LITTORALE

4.1.1 TRAIT DE COTE

4.1.1.1 Dérive littorale résiduelle à l'échelle du littoral de La Londe

Les indications sur la dérive littorale peuvent être très nettes dès lors que les premiers ouvrages en mer, susceptibles d'interrompre les courants et les transports solides le long du trait de côte, ont été mis en place.

C'est par exemple le cas sur l'image aérienne de 1972 (Figure 4-1) pour le secteur à l'Ouest de port Miramar, des ouvrages transversaux ayant été mis en place pour limiter l'érosion dès lors que ce secteur côtier se trouvait dans une situation de mise en régime de la dérive littorale (i.e. l'intensité de la dérive littorale augmente d'Est en Ouest).

A l'Est de port Miramar, les indices sur la dérive littorale ne sont en revanche pas significatifs. En particulier, on ne constate pas d'accumulation contre la digue à l'Est du secteur DCNS. Ceci peut être lié au fait que les conditions d'agitation diminuent progressivement vers l'Est le long de la plage de l'Argentière, et que, ainsi deux mécanismes s'opposent. D'une part, des vagues d'incidence oblique, associées au forçage direct du vent sur le plan d'eau, tendent à induire une dérive littorale d'Est en Ouest. D'autre part, un gradient d'énergie des vagues le long du littoral qui diminue vers l'Est et qui force donc une circulation vers l'Est. Les conditions d'Ouest sont également à prendre en compte dans la balance.



Figure 4-1 : Image aérienne de 1972 (IGN).

4.1.1.2 Plus localement sur la zone d'étude

A certaines dates, les accumulations sont visibles côté Ouest le long de l'ancienne digue DCNS, ou le long des petits épis transverses.



Figure 4-2 Image aérienne Infra Rouge du 19/06/1995 montrant une accumulation côté Ouest de l'ancienne digue DCNS.



Figure 4-3 Photographie aérienne, non datée, issue du rapport Océanide (2014), montrant une accumulation de sable franche côté Ouest de l'enracinement de la digue, et une quasi continuité de la plage entre les secteurs Tamaris et DCNS. Cette prise de vue serait datée entre 1988 et 1991 si on se réfère aux aménagements de port Maravenne visibles sur les photographies aériennes historiques de l'IGN.

Le rôle de l'ancienne digue est essentiel à appréhender puisque les ouvrages au débouché du bras de dérivation pourront avoir un rôle équivalent :

En cas de circulation (dérive littorale vers l'Est) :

- Limite le développement (mise en régime) de cette dérive
- Accumulation de sable contre l'ouvrage

En cas de circulation (dérive littorale) vers l'Ouest :

- Limite le développement de cette dérive qui se prolonge comme un « ascenseur » avec un courant vers le large le long de la digue Est de Port Maravenne
- Contribue à protéger le secteur devant DCNS car une partie de l'énergie des vagues (avec des spectres qui peuvent être très étalés), qui arrive avec une incidence légèrement oblique, est atténuée en arrière de l'ouvrage qui faisait au total près de 130 m de long.

Il est difficile de se prononcer sur les effets résiduels d'un ouvrage dans le cas d'une dérive littorale qui présente une alternance significative. D'autant moins que le trait de côte le long du secteur DCNS a été aménagé en dur et qu'il ne peut reculer davantage.

4.1.2 LIGNES ISOBATHES

La visualisation du trait de côte sur le site d'étude peut difficilement renseigner sur les flux résiduels et les évolutions du système compte tenu :

- De nombreux tronçons artificialisés, comme celui devant le terrain DCNS
- Des rechargements en sable réguliers des plages

En revanche, les lignes isobathes peuvent donner une indication des flux solides résiduels des petits fonds.

Depuis l'Est, les lignes isobathes bien définies dans une zone sableuse, entre le trait de côte et environ -3m CM, sont progressivement défléchies à l'approche d'un ensemble d'ouvrages formés par la digue Est de port Maravenne et la grande digue de port Miramar (Figure 4-4), ce qui laisse penser à une accumulation résiduelle de sable dominée par les flux d'Est. Le trait de côte avant la mise en place des ouvrages (cf. Figure 2-18 et Figure 2-19) était plutôt rectiligne dans ce secteur.

Des dépôts en forme de delta au débouché du Maravenne pourraient être invoqués, mais le delta aurait été centré par rapport à l'embouchure. Et on distingue une déformation du trait de côte dès 1947 (par rapport à 1924) au niveau d'un ouvrage transverse situé dans la zone de Port Miramar.

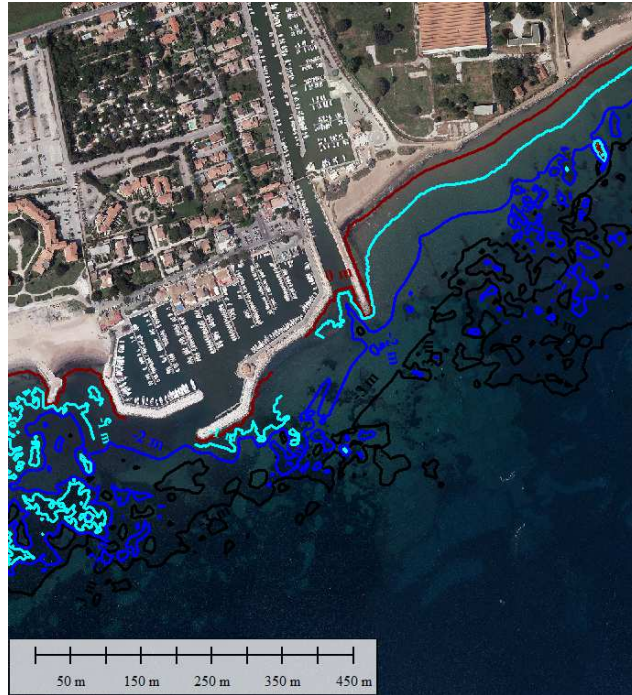


Figure 4-4 : Lignes isobathes 0 m CM (marron), -1 m CM (bleu ciel), -2 m CM (bleu) et -3 m CM (noir).

4.2 TRANSPORTS DANS LE PROFIL

Entre 1924 et 1947, l'évolution renseigne visiblement sur des transports dans le profil qui sont significatifs. Tout a reculé sans qu'on puisse voir par exemple d'accumulation franche d'un côté ou de l'autre de la digue DCNS.

Ces transports dans le profil, avec une fuite des sédiments vers la mer, sont liés aux conditions de tempête exceptionnelle. Ils peuvent se combiner à des transports longitudinaux (dérive littorale).

4.3 EVOLUTIONS DE LA PLAGE DEVANT LE SECTEUR DCNS

Ces évolutions sont difficiles à appréhender à partir de simples analyses des images aériennes historiques (IGN et Ifremer). En effet, le trait de côte y est fixé depuis longtemps et, compte tenu des faibles pentes des fonds sableux devant, la largeur de plage visible dépend significativement du niveau d'eau au moment de la prise de vue.

Sur les données Litto3d, les fonds sableux sont à environ +0.5m CM et l'isobathe 0m CM est distante d'une vingtaine de mètres.

En fonction des conditions de marée et de surcote, les niveaux d'eau varient globalement entre +0.2m et +0.6m CM. Aucune plage n'est visible sur une prise de vue au moment d'un niveau haut (+0.6 m CM), tandis qu'une bande de sable d'une dizaine de mètres de large peut apparaître si la prise de vue a été réalisée au moment d'un niveau de basse mer (+0.2 m CM).

Sur la période récente, les opérations régulières de rechargement peuvent masquer complètement les évolutions du niveau de sable en fonction des conditions hydrodynamiques (vagues et courants).

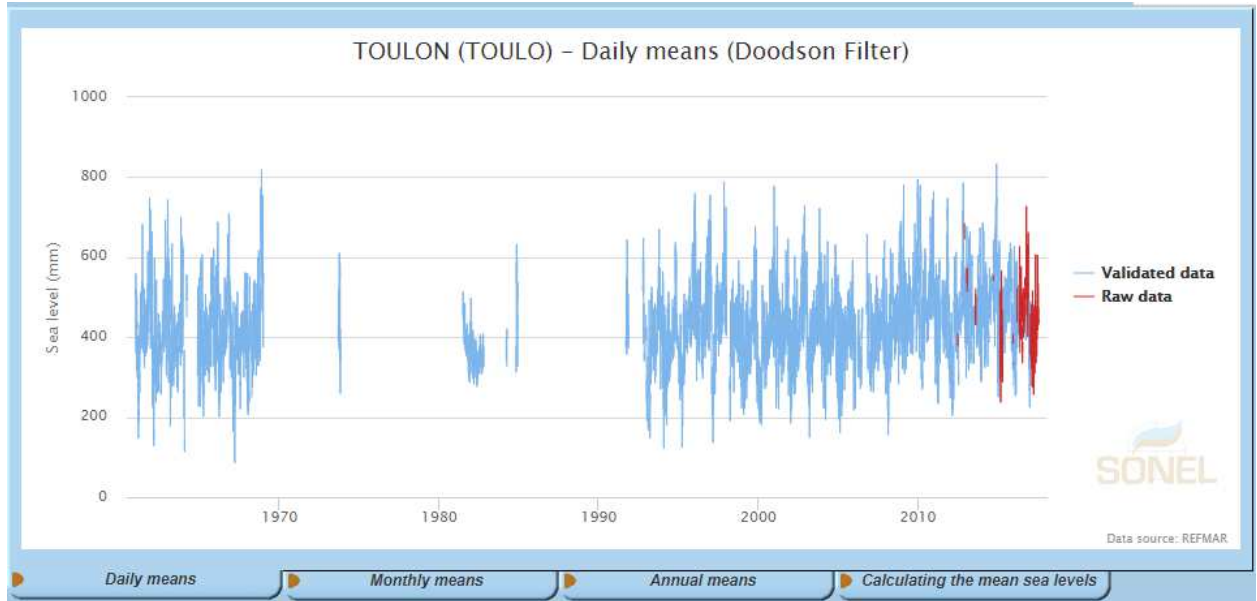


Figure 4-5 : Niveau d'eau moyen journalier mesuré au marégraphe de Toulon

Quoi qu'il en soit, sur l'ensemble des images aériennes de type orthophotos accessibles (IGN, Ifremer), la plage n'est réellement visible sur l'ensemble du secteur DCNS que sur les clichés de 1924 (base de données *Sextant* de l'Ifremer).

Sur la période récente, les prises de vue de fin 2012 (décembre d'après H. Duchemin, Figure 4-6) montrent une plage relativement large qui résulte a priori du rechargement précédent.



Figure 4-6 : Plage devant le secteur DCNS, fin 2012 (a priori décembre, d'après H. Duchemin, responsable de la capitainerie port, qui a transmis ces photos).

Environ un mois plus tard, il n'y a plus de plage sur les clichés (datés du 23/01/2013), l'érosion étant liée à une tempête d'Est d'après H. Duchemin (responsable de la capitainerie du port).



Figure 4-7 : Plage devant le secteur DCNS, le 23/01/2013 (H. Duchemin).

4.4 INDICES SUR LA VARIABILITE INTERANNUELLE DE LA DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE

Deux types d'indice ont été analysés sur la période 1996-2015 :

- L'énergie des vagues incidentes (Figure 4-8), fonction du carré de la hauteur des vagues, normée (par rapport à l'année la plus énergétique, en l'occurrence l'année 1996).

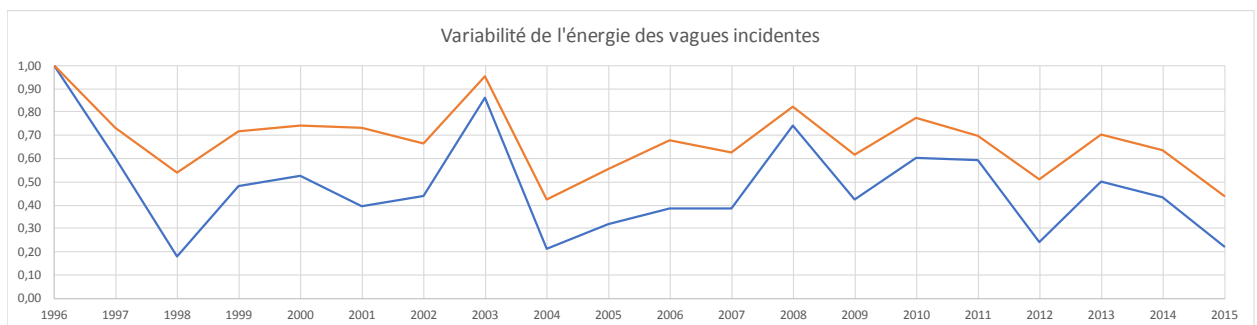


Figure 4-8 : Variabilité interannuelle de l'énergie des vagues incidentes (en rouge pour un seuil de Hs à 0.5 m et en bleu pour un seuil de Hs à 1 m).

- La dérive littorale résiduelle (par an) normée, calculée à partir de l'énergie et de l'angle d'incidence des vagues par rapport à la normale au trait de côte. Les valeurs sont exprimées comme un écart par rapport à une valeur moyenne (calculée sur 20 ans). La Figure 4-9 ne renseigne pas sur l'orientation de la dérive littorale mais simplement sur une variabilité interannuelle. Les valeurs négatives indiquent des années pour lesquelles les conditions de dérive littorale vers l'Est sont plus marquées qu'une année moyenne (et inversement pour des valeurs positives).

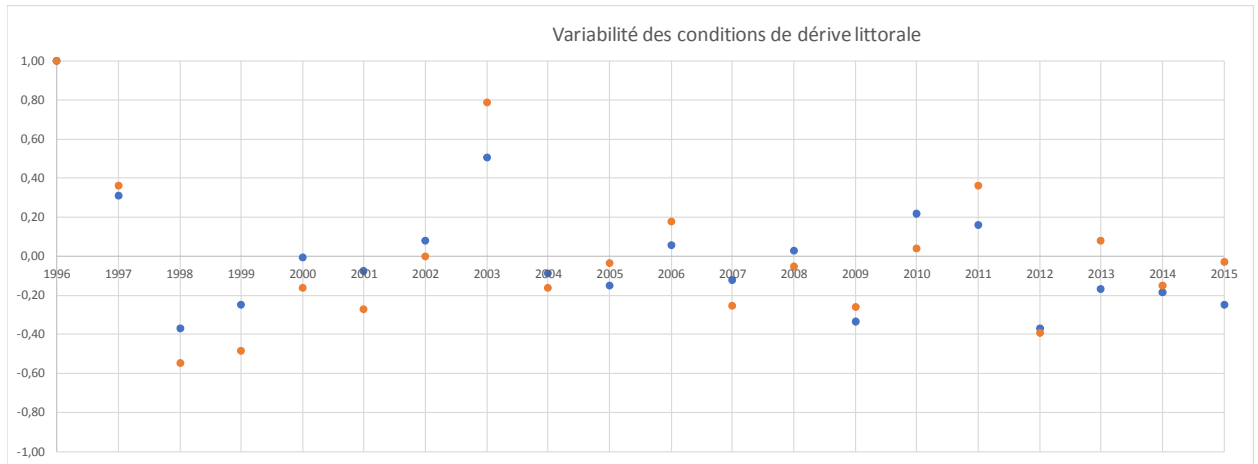


Figure 4-9 : Variabilité interannuelle des conditions de dérive littorale (en rouge pour un seuil de Hs à 0.5 m et en bleu pour un seuil de Hs à 1 m).

Les bilans peuvent être très variables d’une année à l’autre, et des inversions de l’orientation de la dérive littorale résiduelle ne sont notamment pas à exclure. Cette variabilité interannuelle de la dérive littorale, qui peut se répercuter à des échelles de temps plus longues, confirme qu’il est difficile de se prononcer sur la dynamique du site simplement en comparant des images (aériennes) à différentes dates.

Que ce soit du point de vue des conditions de dérive littorale ou simplement des niveaux d’énergie des vagues incidentes, les ensablements constatés ces dernières années dans la zone d’accès à Port Maravenne ne sont pas, d’après ces indices sur la dynamique sédimentaire, liées à des conditions de vagues particulières.

5. EVALUATION DES INCIDENCES DES OUVRAGES EN MER ENVISAGES

5.1 SECTEUR TAMARIS/DCNS

5.1.1 INCIDENCES SUR LES HERBIERS DE POSIDONIES A PROXIMITE

Les incidences sont à analyser du point de vue des deux types de dynamique :

- La dynamique des sédiments sableux marins. Si on se base sur l'influence des ouvrages de port Miramar et de la digue Est de port Miramar sur la déformation des lignes isobathes, les ouvrages envisagés (nettement moins longs) ne seront pas en mesure d'impacter les herbiers de posidonies les plus proches.



Figure 5-1 : Zone d'influence (contour orange) attendue des ouvrages sur les fonds sableux.

- La dynamique des sédiments fins apportés lors des épisodes de crue. Le débouché n'étant pas à proximité immédiate d'herbiers, l'aménagement ne devrait pas changer les conditions de turbidité au-dessus des herbiers, ceux-ci étant déjà sous influence d'une turbidité à plus grande échelle (voir par exemple la situation sur l'image aérienne de la Figure 2-40) liée aux expulsions depuis le Maravenne ou des débouchés de cours d'eau plus à l'Est.

5.1.2 INCIDENCES SUR LA STABILITE DES FONDS DEVANT LE SECTEUR DCNS

Les flux longitudinaux les plus marqués sur le secteur sont les flux orientés vers l'Ouest d'après les résultats des modélisations courantologiques. L'effet de la mise en place d'ouvrages transverses à l'Est de ce secteur devrait donc être bénéfique pour le maintien du sable devant les blocs (qui soutiennent le chemin des douaniers). Sous certaines conditions de flux d'Est du sable pourrait même s'accumuler le long de l'épi côté Est.

5.1.3 INCIDENCES SUR LA STABILITE DE LA PLAGE TAMARIS

Les ouvrages transverses projetés devraient permettre de limiter la dérive littorale, en condition d'Est (qui est la plus problématique sur le secteur), le long de la plage et limiter également l'effet d'ascenseur lorsque la dérive rencontre la digue Est de port Maravenne.

L'ouvrage projeté aura donc pour effet de limiter l'érosion du sable sur la plage et donc de limiter les besoins en rechargement. La plage se trouvera en fait dans une situation de « casier » entre la digue Est de port Maravenne et l'ouvrage projeté.

Les simulations courantologiques réalisées par Oceanide pour la solution « 3 » (Figure 5-2) donnent d'ailleurs une idée de l'atténuation de la dérive littorale par un ouvrage transverse à l'Est immédiat de la plage.

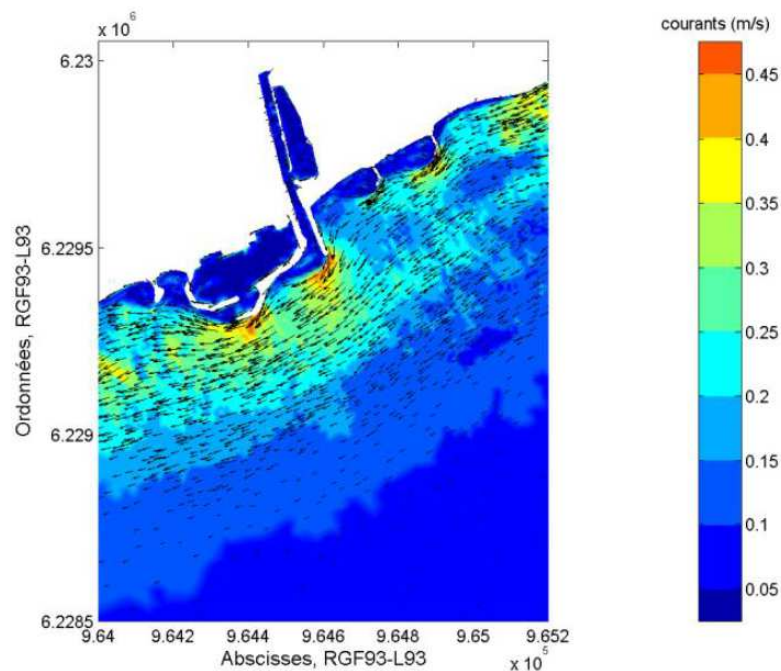


Figure 5-2 : Simulation Oceanide (2014) des conditions de courant pour la solution d'aménagement «3 » qui consiste à positionner 2 épis de part et d'autre du secteur DCNS – cas d'un vent d'Est de période de retour 10 ans.

5.1.4 INCIDENCES SUR L'ENSABLEMENT DES ACCES A PORT MARAVENNE

Il s'agit d'un effet indirect et qu'on peut difficilement appréhender mais si l'érosion de la plage Tamaris et l'effet d'ascenseur le long de la digue sont limités, on peut penser que les transferts de sable de la plage Tamaris vers les accès à Port Maravenne seront moindres.

5.2 SECTEUR BASTIDON

A l'Est du Bastidon, aucun ouvrage en mer n'est prévu. Il faut simplement considérer les écoulements de drainage qui seront expulsés au niveau du débouché du canal, celui-ci ayant été aménagé plus en amont.

Compte tenu de la nature des fonds (largement tapissés de matériaux grossiers) et du trait de côte en dur de part et d'autre du débouché, les seuls effets à envisager seront le déplacement de quelques matériaux (sables et graviers) qui auront pu s'accumuler entre 2 crues aux abords immédiats du débouché.

Compte tenu de la distance de ce débouché aux herbiers de posidonies les plus proches (à environ 100 m) aucun effet sensible n'est attendu sur ces derniers, ni du point de vue de la dynamique sédimentaire sableuse ni du point de vue de la turbidité.

6. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Capanni R., 2011. Étude et gestion intégrée des transferts sédimentaires dans le système Gapeau/rade d'Hyères. Thèse de doctorat de l'Université Aix-Marseille 1.
- [2] Gouvernet C., 1965. Le comblement alluvial de la basse-vallée du Gapeau à Hyères (Var), Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, n° 37/165, pp 195-210.
- [3] Oceanide, 2014. Etude de recherche des causes d'ensablement du port Miramar et d'érosion du littoral dit « Tamaris » et de propositions techniques pour enrayer les phénomènes.
- [4] Saha, Suranjana, and Coauthors (2010) : The NCEP Climate Forecast System Reanalysis. Bull. Amer. Meteor. Soc., 91, 1015–1057.
- [5] Saha, Suranjana and Coauthors (2013) : The NCEP Climate Forecast System Version 2 Journal of Climate (early online release) doi: abs/10.1175/JCLI-D-12-00823.1.