



Étude hydro-sédimentaire sur l'origine de l'ensablement dans la zone d'avant-port de Grimaud

RAPPORT D'ETUDE

Affaire : CORCGR 27 - 2017

Référence du document : AVP-MEM-001-4

Juillet 2018



Edition du document

	Nom	Date
Rédigé par	Claire DIVOUX	10/07/2018
Vérfié par	Etienne SAVIGNY	10/07/2018
Validé par	Stephan LENORMAND	10/07/2018

Versions et modifications

Version	Date	Description	Modifications
1	27/04/2018	Rapport concernant la situation actuel	Version Initiale
2	07/05/2018	Remarque Mairie 04/05/2018	Ajout dans §3.4
3	30/05/2018	Finalité du rapport	§6, 7, 8, 9
4	10/07/2018	Remarque Mairie 26/06/2018	§2, 3, 5, 6



SOMMAIRE

0	PRÉAMBULE	7
0.1	Genèse et objectif du projet d'étude du Maitre d'ouvrage	7
0.2	Généralités contractuelles	7
0.3	Notre mission.....	8
0.4	Objet du présent rapport	8
0.5	Présentation de la zone d'étude.....	8
1	Dynamique de la zone d'étude	9
1.1	L'action des houles sur le rivage	9
1.2	Quel est le lien entre la houle et le transport sédimentaire	11
1.3	Garantir le développement durable du littoral : Apprendre de la nature et collaborer avec elle 11	
1.4	Dynamique sédimentaire	12
2	Données d'entrée	17
2.1	La Giscle et ses apports sédimentaires	17
2.2	Herbier de Posidonie	20
2.2.1	Le chenal d'entrée	21
2.2.2	Avant-Port et Plage.....	21
2.3	Les Dragages dans la passe d'entrée de Port Grimaud	22
2.4	Diamètre des sédiments	23
2.5	Bathymétrie	25
2.5.1	Evolutions bathymétriques	25
2.5.2	Bathymétrie utilisée dans le modèle	27
2.6	Conditions hydrodynamiques [2]	28
2.6.1	Variation des niveaux d'eau	28
2.6.2	Données de vent et de houle	31
3	Modélisation hydrosédimentaire.....	34
3.1	Présentation des modèles numériques	34
3.1.1	Modèle Delft 3D WAVE	35
3.1.2	Modèle Delft3D FLOW	35
3.2	Exploitation du modèle :.....	36
4	Houle jusqu'à la zone d'étude.....	38
5	Situation actuelle.....	38
5.1	Différentes occurrences de houle.....	38
5.2	Résultats du modèle numérique.....	42
5.3	Conclusion sur la situation actuelle.....	46
6	Cas projet.....	47



6.1	Solution 1 : Modification de l'embouchure de la Giscle	48
6.2	Solution 2 : Modification de la passe d'entrée de Ports Grimaud.....	53
7	Conclusion	58
8	ESTIMATIONS DU COUT DES SOLUTIONS ÉTUDIÉES	59
8.1	Solution 1	59
8.1.1	Estimation sommaire des travaux	60
8.2	Solution 2.....	60
8.2.1	Estimation sommaire des travaux	61
8.2.2	Estimation Sommaire des recettes envisageables.....	62
8.2.3	Bilan financier.....	62
9	APPROCHE RÉGLEMENTAIRE	62
9.1	Étude d'impact	63
9.1.1	Cadre d'application.....	63
9.1.2	Contenu du dossier d'examen au cas par cas.....	64
9.1.3	Contenu du dossier d'étude d'impact	65
9.1.4	Procédure d'instruction	67
9.2	Inspection faune-flore-habitat	68
9.3	Loi sur l'eau	68
9.3.1	Cadre d'application.....	68
9.3.2	Contenu du dossier d'autorisation	69
9.3.3	Procédure d'instruction	70
9.4	Enquête publique.....	70
9.5	Évaluation des incidences Natura 2000	71
9.6	Déclaration de projet	71
9.7	Instruction au titre du Code des transports	72
9.8	Transfert de gestion et extension portuaire.....	73
10	RÉFÉRENCES.....	73



TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Situation de l'embouchure de la Gisle	9
Figure 2 Création des vagues	9
Figure 3 Déferlement d'une vague	10
Figure 4 Diffraction sur un cap	10
Figure 5 Erosion de plage	10
Figure 6 : Illustration du lien entre vagues et courants côtier	11
Figure 7 Courantologie et transit sédimentaire (source SOGREAH, 1984)	12
Figure 8 Photos aériennes historiques de 1955 (source IGN)	13
Figure 9 Photos aériennes historiques de 1966 (source IGN)	14
Figure 10 Photos aériennes historiques de 1967 (source IGN)	14
Figure 11 Photos aériennes historiques de 1969 (source IGN)	15
Figure 12 Photos aériennes historiques de 1970 (source IGN)	16
Figure 13 Photos aériennes historiques de 1989 (source IGN)	18
Figure 14 Photos aériennes historiques de 1996 (source IGN)	18
Figure 15 Photos aériennes historiques de 2016 (source GoogleEarth)	19
Figure 16 Débits modélisés (source [6])	19
Figure 17 Vitesses maximales atteintes au sein du lit mineur de la Gisle (source [6])	20
Figure 18 Zone de relevé de biocénose –SEMANTIC	21
Figure 19 : Cartographie de l'herbier de posidonies	22
Figure 20 : Historique des volumes de dragage	22
Figure 21 : Historique des volumes de dragage	23
Figure 22 : Plan d'implantation des sondages	24
Figure 23 : Courbes granulométriques au point C1	25
Figure 24 : Evolution bathymétrique de la zone d'embouchure de la Gisle (ACRI IN, 2014)	26
Figure 25 : Evolution bathymétrique de la zone d'embouchure de la Gisle entre 2005 et 2014	27
Figure 26 : Bathymétrie interpolée sur la zone d'étude	28
Figure 27 : Projections de l'évolution du niveau moyen des mers au cours du XXI ^e siècle par rapport à la période 1986-2005	30
Figure 28 : Localisation des points de données de houle et des bouées de mesure	32
Figure 29 : Rose de houle au point GlobOcéan 3 (43°20N, 6°55'E) et histogramme Hs / Dir source ACRI-IN [2]	32
Figure 30 : Rose des vents issue des données de vents au point 3 ; 4°20'N, 6°55'E source ACRI-IN [2]	33
Figure 31 : Grille de calcul fine	36
Figure 32 : Grille de calcul fine zoom sur la zone d'étude	36
Figure 33 : Houle N75° occurrence annuelle avec vent	38
Figure 34 : Hauteur significative de la houle (m)	39
Figure 35 : Vitesse couche de surface (m/s)	39
Figure 36 : Vitesse couche de fond (m/s)	40
Figure 37 : Transport total (m ³ /m/s) après 24h de tempête	40
Figure 38 : Cumules d'Erosion/Accrétion (m) après 24h de tempête	41
Figure 39 : Hauteur significative de la houle (m)	42
Figure 40 : Vitesse couche de surface (m/s)	43
Figure 41 : Vitesse couche de fond (m/s)	43
Figure 42 : Transport total (m ³ /m/s) après 5h de tempête	44
Figure 43 : Transport total (m ³ /m/s) après 24h de tempête	44
Figure 44 : Cumules d'Erosion/Accrétion (m) après 5h de tempête	45
Figure 45 : Cumules d'Erosion/Accrétion (m) après 24h de tempête	45



Figure 46 : Phénomènes sédimentaires sur la zone d'étude	46
Figure 47 : Solution 1 (à gauche) et solution 2 (à droite)	47
Figure 48 : Hauteur significative de la houle (m)	48
Figure 49 : Vitesse couche de surface (m/s)	49
Figure 50 : Vitesse couche de fond (m/s)	50
Figure 51 : Transport total (m ³ /m/s) après 24h de tempête	51
Figure 52 : Cumules d'Erosion/Accrétion (m) après 24h de tempête	52
Figure 53 : Hauteur significative de la houle (m)	53
Figure 54 : Vitesse couche de surface (m/s)	54
Figure 55 : Vitesse couche de fond (m/s)	55
Figure 56 : Transport total (m ³ /m/s) après 24h de tempête	56
Figure 57 : Cumules d'Erosion/Accrétion (m) après 24h de tempête	57
Figure 58 : Solution 1 (à gauche) et solution 2 (à droite)	58
Figure 59 Solution 1 reduction du coude en sortie de la Gisclle	59
Figure 60 Solution 2 passe d'entrée port Grimaud	61

TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Élévation du niveau de la mer projeté pour les différents scénarios RCP et pour des durées de vie de 10 ans, 50 ans et 100 ans.....</i>	30
Tableau 2 : Niveau d'eau retenu pour l'étude source ACRI-IN [2].....	31
Tableau 3 : Niveau d'eau avec hausse du niveau des mers	31
Tableau 4 : Hauteurs de houle de projet source ACRI-IN [2]	33
Tableau 5 : Période pic de projet source ACRI-IN [2].....	33
Tableau 6 : Extraits de l'annexe à l'article R122-2 du Code de l'environnement	64
Tableau 7 : Extraits de l'article R214-1 du Code de l'environnement.....	69



0 PRÉAMBULE

0.1 GENESE ET OBJECTIF DU PROJET D'ETUDE DU MAITRE D'OUVRAGE

Dans le cadre du projet européen SE.D.RI.PORT financé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER), la commune de Grimaud participe à une activité ayant pour objet la caractérisation de l'origine des sédiments portuaires.

Port Grimaud est un site pilote particulièrement intéressant compte tenu de sa **problématique d'ensablement et de ses spécificités**.

Plus grand port de plaisance du Var (plus de 2000 amarrages ; 7 km de canaux ; 14 km de quais), **l'avant-port souffre d'un ensablement chronique**, ce qui pose un problème évident de sécurité pour la navigation.

Cependant, **l'origine de ce gisement n'est pas aujourd'hui connue avec précision**, du fait de la concomitance d'apports fluviaux et littoraux. En effet, la Giscle, qui draine un bassin versant d'environ 235 km² particulièrement sensible à l'érosion, débouche dans l'avant-port de Grimaud.

Quant à la dynamique sédimentaire littorale, si **on constate une érosion lente mais constante des plages de la bordure nord du golfe**, en revanche celles jouxtant Port Grimaud tendent à être stables.

Il est donc primordial pour la commune, autorité portuaire, d'acquérir une connaissance fine des dynamiques sédimentaires conduisant à l'accumulation de sédiments dans l'avant-port.

0.2 GENERALITES CONTRACTUELLES

Le Département a lancé un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI), qui s'est déroulé du 1er Août 2015 au 30 Septembre 2015.

La commune de Grimaud s'est portée candidate en vue de réaliser des actions sur la problématique de l'ensablement des ports : elle est à ce jour liée au CD83 par une convention locale de partenariat et bénéficie du statut de « tiers conventionné » du projet SE.D.RI.PORT.

En conséquence, la commune de Grimaud participe aujourd'hui à une activité inscrite dans la composante technique T1 du projet, « Diagnostic – Monitoring et modélisation ». L'objectif de cette composante est de réaliser un état des lieux à l'échelle de l'aire Marittimo sur les thématiques du projet SE.D.RI.PORT, notamment l'ensablement des ports.

La commune de Grimaud participe en tant qu'autorité portuaire à l'activité T1.4 pilotée par le Var, dont le but est de déterminer l'origine des sédiments et évaluer les dynamiques sédimentaires dans les ports. Port Grimaud est un site pilote particulièrement intéressant compte tenu de sa problématique d'ensablement et de ses spécificités.

Il est donc primordial pour l'autorité portuaire de disposer d'une connaissance complète des mouvements sédimentaires pour parvenir à une bonne gestion de ce gisement sédimentaire sur le long terme.

La présente mission d'études a pour objet **l'étude hydro-sédimentaire visant à quantifier, par modélisation numérique, les mouvements sédimentaires dans le fond du golfe de Saint-Tropez, et plus particulièrement dans l'avant-port de Grimaud.**



0.3 NOTRE MISSION

Notre mission comprendra deux phases distinctes, définies ci-dessous :

- Une première phase comprenant :
 - Le recueil et l'analyse des données existantes et des objectifs particuliers du Maître d'ouvrage ;
 - L'appropriation des études antérieures réalisées sur la zone d'études ;
 - L'état des lieux des ouvrages de la zone d'étude et leur fonction et destination ;
 - La définition des houles, vents et marées de la zone d'étude ;
 - L'analyse des campagnes de dragages réalisées sur la Giscle et l'avant-port de Grimaud pour tracer l'évolution de la bathymétrie en fonction de ces campagnes et des événements météorologiques ;
 - Analyse sédimentaire de la zone d'étude (Littoral et Giscle) ;
 - L'identification des espèces protégées, selon les données existantes, de la zone d'étude ;
 - Identifications des investigations et ou mesures complémentaires à réaliser ;
 - Un mémoire d'expertise des données recueillies ;
- Une seconde phase comprenant :
 - Définition des conditions météorologiques et hydrodynamiques ;
 - Analyse critique des résultats des modèles numériques existants ;
 - Étude courantologique et sédimentologique ;
 - Études hydro sédimentaires ;
 - Expertises et hiérarchisation des problématiques ;
 - Aménagements de la zone d'embouchure (3 scénarii) ;
 - La recherche de plusieurs scénarios (3) de lutte contre l'ensablement de l'estuaire de la Giscle et de l'avant-port de Grimaud ;
 - L'estimation sommaire des solutions envisagées ;
 - Le cadrage réglementaire du dossier ;
 - L'élaboration d'une analyse multicritères.

0.4 OBJET DU PRESENT RAPPORT

Ce rapport est un rapport d'avancement comprenant les données d'entrée existantes ainsi que le calage des modélisations numériques dans le cas actuel. L'étude expertise de la situation actuelle permet ensuite de proposer des scénarios d'aménagement visant à réduire l'ensablement de la passe d'entrée de l'avant-port de Grimaud.

0.5 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude se situe à l'embouchure de la Giscle. D'un côté se situe l'entrée de Port Grimaud, de l'autre côté se situe l'entrée des Marines de Cogolin. Ces ouvrages complexes forment un tout au fond du golfe de Saint Tropez.

L'image ci-dessous présente la situation géographique.



Figure 1 : Situation de l'embouchure de la Giscle

1 DYNAMIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

1.1 L'ACTION DES HOULES SUR LE RIVAGE

Les plages ou terre-pleins en rivage sont soumis, de par l'artificialisation des côtes (port, aménagements côtiers, etc.) et des phénomènes météorologiques, à des phénomènes d'érosion accrétion. De fait, cela implique d'engager des travaux d'entretien et/ou de dragage.

Ainsi, si la main de l'homme est souvent à l'origine de ces constats il est souvent nécessaire de faire appel à elle pour mettre en œuvre des ouvrages qui, en utilisant les éléments naturels que sont la houle et les courants, permettent de retrouver un fonctionnement morpho-dynamique au plus proche de l'équilibre.

Les vagues sont une déformation de la surface d'une masse d'eau (océan, mer, lac, rivière, etc.) qui sont en général créées par le vent, mais peuvent aussi être dues à d'autres phénomènes comme la marée. Lorsque les vagues sont dues au vent soufflant au large, on appelle cela la houle.

Pour rappel, la création de la houle est présentée sur l'image ci-contre. Le vent souffle au large, créant des vagues. Les vagues sont plus ou moins hautes et longues en fonction de la vitesse du vent, la durée pendant laquelle le vent souffle, la distance sur laquelle souffle le vent (appelée fetch) et la distance parcourue par la houle. La houle est une onde. Elle se transforme au cours de sa propagation vers la plage.



Figure 2 Création des vagues



Lorsque la houle se rapproche de la plage, la hauteur d'eau est moins élevée. La hauteur de la houle devient plus grande et finit par déferler (voir image ci-contre).

Les vagues arrivant sur une surface sont réfléchies, c'est-à-dire que la vague repart vers le large.



Figure 3 Déferlement d'une vague

Ainsi, une vague arrivant sur une plage est réfléchiée par la plage. Cependant cette réflexion est très faible. Au contraire, lorsque les vagues rencontrent un ouvrage vertical (un mur par exemple), la réflexion des vagues est beaucoup plus importante. Un ouvrage poreux (une digue par exemple) permet d'atténuer de moitié environ la réflexion de la houle. En effet, lorsque la vague rencontre la structure poreuse, une partie de l'énergie est dissipée dans les vides.

Cependant les blocs qui la composent doivent être suffisamment dimensionnés pour résister aux houles atteignant le rivage.



Lorsque la houle rencontre un cap, elle est déviée. Ce phénomène, appelé diffraction, est bien visible sur l'image ci-contre.

Figure 4 Diffraction sur un cap

Quels impacts sur la plage ?

Les coups de mer ou les tempêtes ont des hauteurs de vagues et des vitesses de courant élevées. Ils ont tendance à éroder les plages, en entraînant le sable au large. L'image ci-contre illustre ce phénomène. Le sable de la plage est stocké au large (zone d'accrétion, voir image ci-contre). Les temps calmes, au contraire, ont des hauteurs de vagues et des vitesses de courant faibles. Ces temps ont tendance à ramener sur la plage le sable entreposé au large lors des tempêtes. Ce phénomène est plus lent que l'érosion lors de la tempête. Naturellement les deux phénomènes sont équilibrés, cependant toute construction (murs, chemin, routes, terre-plein, etc.) remet en cause cet équilibre.

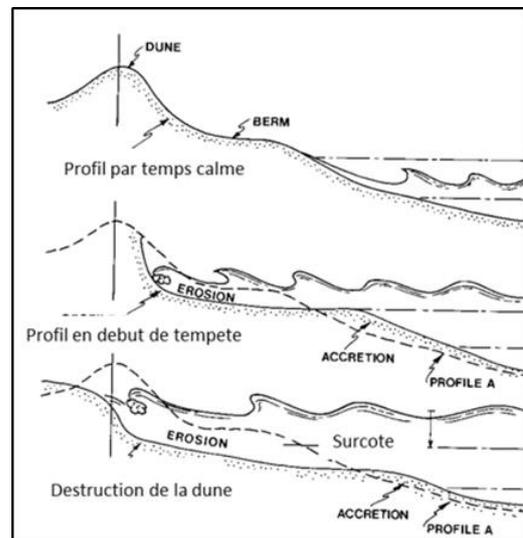


Figure 5 Erosion de plage

Et sur les ouvrages ?

Lorsque les vagues atteignent un ouvrage, elles ont tendance à creuser le sable se trouvant en pied d'ouvrage ou de déstructurer la protection en enrochements en cas de sous-dimensionnement de blocs composant la digue.

La réflexion sur les ouvrages augmente la hauteur de houle (l'agitation) devant les ouvrages. La réflexion augmente aussi l'érosion devant l'ouvrage. C'est pourquoi il est important de limiter la réflexion sur les ouvrages. De fait, ordinairement la solution de mur vertical est donc à proscrire car elle conduit irrémédiablement à la perte de la plage, à l'amplification de la houle et ainsi favorise les franchissements de l'ouvrage par la houle. La mise en place d'un ouvrage en enrochements est donc préférable.



1.2 QUEL EST LE LIEN ENTRE LA HOULE ET LE TRANSPORT SÉDIMENTAIRE

Les vagues sont généralement le principal moteur à l'origine des mouvements de sable le long des plages, que ce soit lors d'une tempête (court terme) ou sur du long terme, générant les zones d'érosion et d'accrétion.

Lorsque les vagues arrivent avec un certain angle par rapport à l'axe de la plage, cela crée un courant parallèle à la côte qui va transporter le sable le long des plages, générant à long terme, des mouvements du trait de côte.

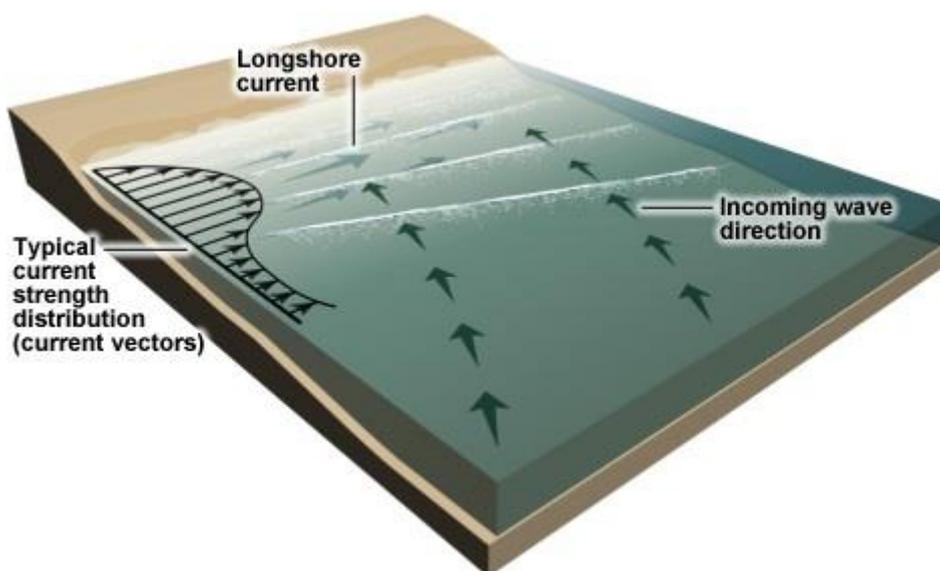


Figure 6 : Illustration du lien entre vagues et courants côtier

Aussi, connaître le climat de vague sur la zone est essentiel pour la compréhension de la dynamique sédimentaire.

1.3 GARANTIR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DU LITTORAL : APPRENDRE DE LA NATURE ET COLLABORER AVEC ELLE

Les littoraux changent, évoluent. Ils sont constamment remodelés par les forces naturelles : les vagues, les marées, les ondes de tempête, l'érosion, les dépôts.... Afin de parvenir à un développement durable du littoral, il est nécessaire de bien comprendre ces phénomènes et les respecter. La notion de développement durable des côtes :

- Répond aux besoins des aménageurs et de la société
- Fait partie d'un plan global de développement du territoire
- Vise à avoir un impact minimal sur l'environnement, y compris lors des phases de réalisation
- Tire parti des conditions naturelles présentes sur place plutôt que de s'y opposer
- Dispose d'un horizon de planification bien défini, tenant compte des conséquences attendues du changement climatique, telles que l'élévation du niveau de la mer



- Est assez souple pour qu'une adaptation aux conséquences du changement climatique soit possible.

Les intérêts commerciaux, récréatifs et résidentiels exercent une pression forte sur nos côtes. Une planification minutieuse et des études approfondies sont donc nécessaires à la protection des côtes pour les générations futures, dans ce contexte de dynamique côtière complexe.

Une conception durable et réussie des aménagements littoraux n'est donc possible que si les aspects hydrauliques, côtiers et environnementaux sont pris en compte tôt dans la planification.

1.4 DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE

La plage et l'embouchure de la Giscle, qui sont des zones à grandes quantités de sable, sont très exposées à l'impact des vagues qui arrivent de manière frontale. Les houles atteignant le fond de golfe proviennent du secteur Est à Nord-Est et arrivent le long des plages de Grimaud avec un certain angle, générant ainsi un courant de dérive qui transporte le sable vers le fond de Golfe, ceci avec plus ou moins d'intensité suivant le secteur précis de direction.

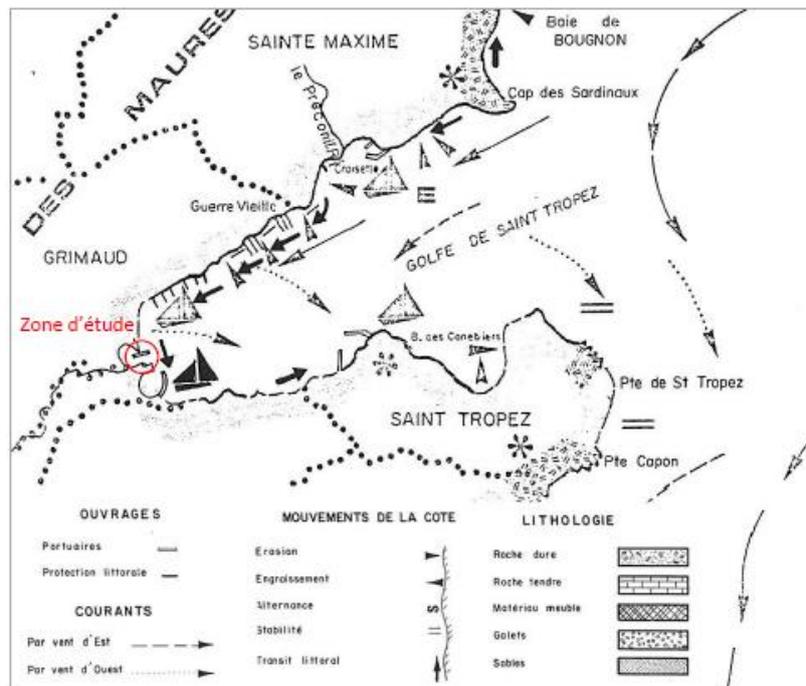


Figure 7 Courantologie et transit sédimentaire (source SOGREAH, 1984)

En effet, le golfe de Saint-Tropez, ouvert vers le Nord-Est, constitue une unité sédimentologique particulière dans le sens où il piège les sédiments. Les houles du secteur Est fréquentes déterminent un cheminement des matériaux d'Est en Ouest le long du littoral Nord pour se déposer ensuite dans la partie Sud du golfe.

L'estimation du transit sédimentaire est de l'ordre de 20 000 m³/an de la plage de Guerre Vieille jusqu'au fond du golfe. Au fur et à mesure que l'on se rapproche de la cité lacustre de Port Grimaud, l'intensité du transit sédimentaire diminue avec la réorientation progressive du trait de côte pour être quasiment nulle au niveau de la zone d'étude. Ces éléments sont issus de l'étude d'ACRI-IN réalisée en 2013 [4] et acquise par la société Corinthe Ingénierie dans le cadre de l'étude de l'audit des infrastructures portuaires pour Port Grimaud 1 en 2016 [2].



Les photographies aériennes ci-dessous de 1955 (source IGN) mettent en évidence les mécanismes d'interaction entre transport sédimentaire littoral, provenant du transport de sable par les vagues le long des plages, et les apports fluviaux provenant du bassin versant de la Giscle.

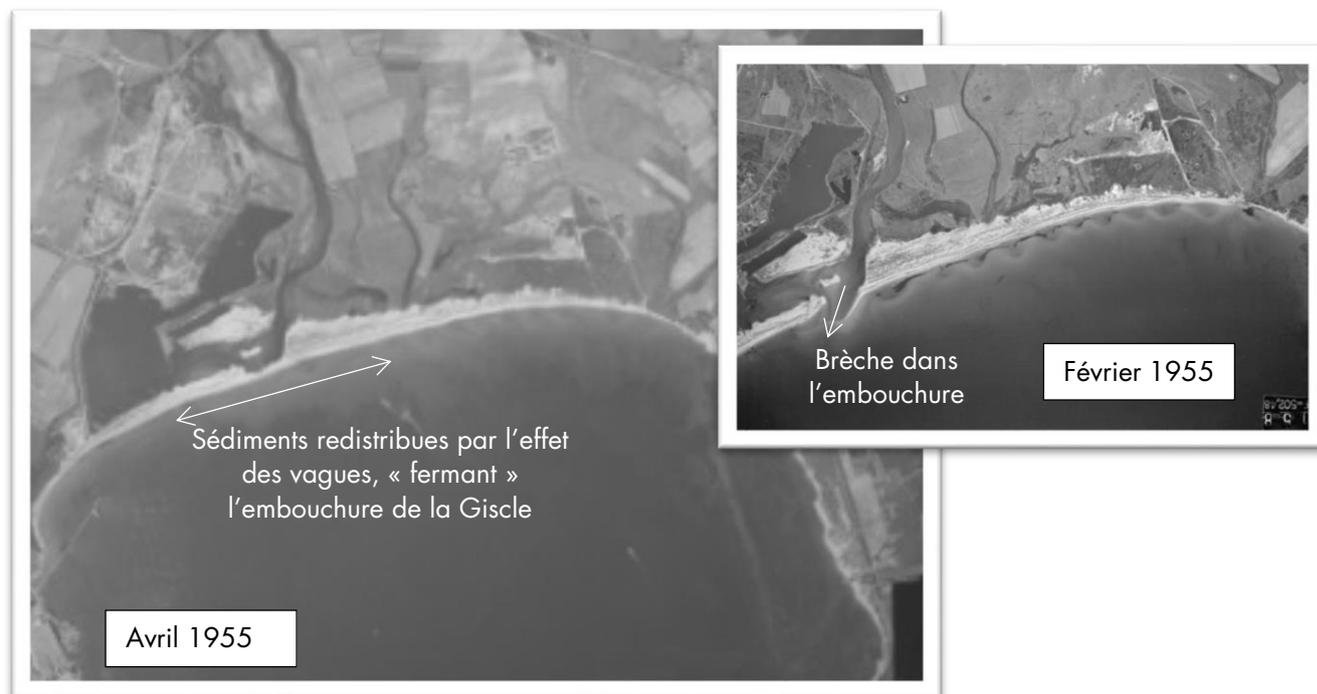


Figure 8 Photos aériennes historiques de 1955 (source IGN)

Du fait des régimes pluvieux spécifiques du bassin méditerranéen, avec des évènements courts et intenses, le courant de la Giscle est généralement très faible à l'exception des épisodes de ces évènements pluvieux.

Aussi, la plupart du temps, c'est le transport des vagues qui est prédominant et la plage était constituée d'un cordon sableux continu qui fermait l'embouchure de la Giscle, créant une lagune au niveau de l'embouchure, dans laquelle sera construit port Grimaud et les Marines de Cogolin (photo ci-dessus d'Avril 1955).

Lorsque le débit de la Giscle était suffisamment important, le fleuve créait une brèche dans le cordon sableux, transportant une certaine quantité de sédiments vers le large (photo ci-dessus de février 1955).

Par la suite, ces sédiments étaient redistribués le long de la côte du fond de Golfe par la dérive littorale induite par les vagues, alimentant ainsi les plages en sable.

Depuis les aménagements de l'embouchure de la Giscle, cette dynamique a été totalement bouleversée. Sur la photo ci-dessous, prise en 1966, le bassin des marines est en formation et une passe artificielle a été créée pour en permettre l'accès. Juste à proximité, l'embouchure de la Giscle est totalement fermée.



Figure 9 Photos aériennes historiques de 1966 (source IGN)

Sur l'image aérienne de 1967, on distingue clairement, d'une part la drague servant aux travaux de dragage de la passe d'entrée, d'autre part les chenaux d'accès depuis le bassin du futur PG1 à la Giscle. Et au niveau de l'embouchure, on distingue une embarcation de petite taille qui se fraie un passe entre les bancs de sable à l'embouchure de la Giscle dont la passe est très réduite, à priori de très faible tirant d'eau.



Figure 10 Photos aériennes historiques de 1967 (source IGN)



Afin de pallier aux problématiques d'accès à la mer, mais également pour prévenir les inondations des zones marécageuses nouvellement urbanisées, l'embouchure de la Giscle a été « canalisée », comme le montre la photo aérienne de 1969, prise lors de la fin des travaux. On y distingue une langue de sable dans la Giscle, en cours de dragage.

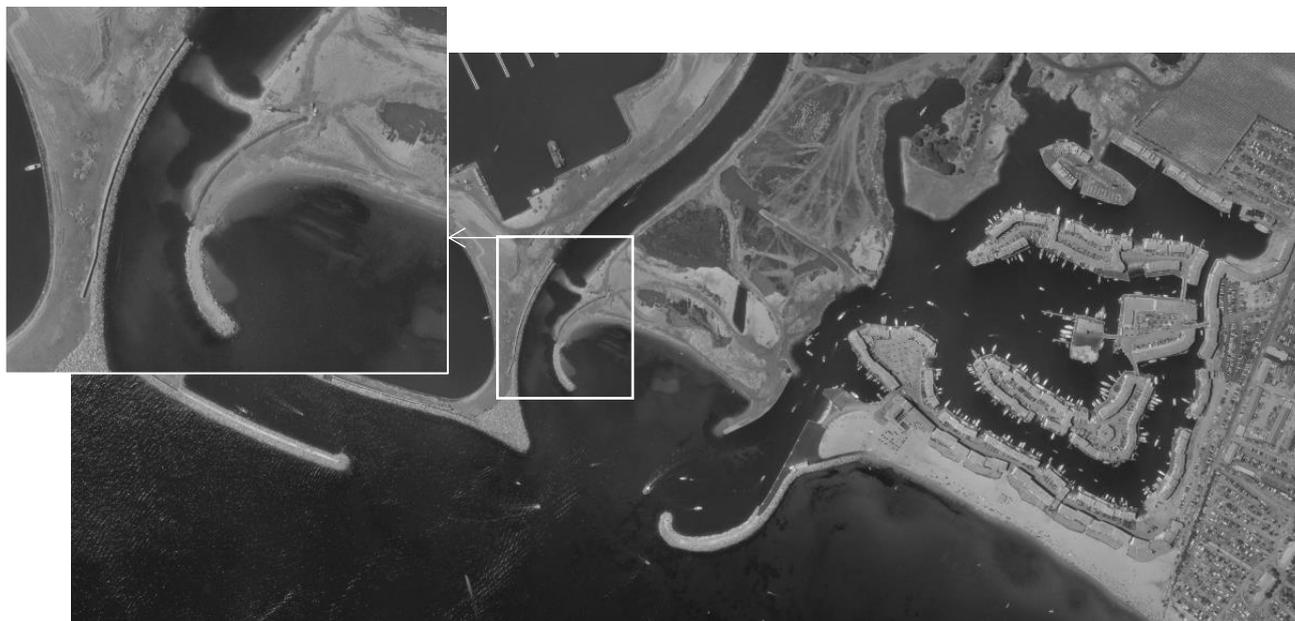


Figure 11 Photos aériennes historiques de 1969 (source IGN)

L'embouchure a ainsi été « fixée » par une digue en rive droite protégeant les Marines de Cogolin au Sud et un épi en rive gauche délimitant la plage de l'avant-port de Port Grimaud.

Au Nord de cette zone d'embouchure, la digue protégeant l'avant-port de Port Grimaud s'étend vers le large, faisant ainsi barrage, d'une part aux sables transportés de l'Est vers l'Ouest par les vagues depuis les plages de Grimaud et d'autre part au sable provenant de la Giscle, qui reste confiné au niveau de la zone d'embouchure [4].

L'image ci-dessous présente les différents phénomènes mis en jeu actuellement.



Figure 12 Photos aériennes historiques de 1970 (source IGN)

Les études de transport sédimentaire réalisées dans la zone éclairent sur les mécanismes en jeu. La dérive sédimentaire apporte les sédiments en fond de baie, soit devant la zone d'étude. Puis les sédiments sont bloqués et stockés devant la digue de Port Grimaud. Des sédiments arrivent aussi par la Giscle. Les conditions de temps calmes repoussent les sédiments du large vers la côte. Les sédiments se déposent entre l'embouchure de la Giscle et l'entrée de Port Grimaud, bloqué entre l'afflux de la Giscle et le courant des vagues.

Cette analyse ou constat permet de confirmer les attentes du Maître d'Ouvrage et les objectifs pour la nécessité, maintenant, d'évaluer et connaître :

- La dynamique sédimentaire de la zone d'étude,
- Les impacts de la Giscle sur le littoral,
- Les conséquences du couplage des flux terrestres et maritimes,
- Les origines d'apport des sables et quantifier la proportion de sédiments en provenance de la Giscle et du transit littoral,
- L'incidence des ouvrages existants,
- Proposer des solutions d'aménagement de l'embouchure de la Giscle et de la zone d'avant-port au sens large qui permettraient de remédier définitivement au problème d'ensablement.



Ainsi les objectifs du programme de réalisation sont de définir des scénarii optimaux qui :

- Seront stables à la houle et aux phénomènes d'érosion ;
- Respecteront et limiteront les actions sur l'environnement benthique du site ;
- Maintiendront et pérenniseront la sécurité du site et les activités balnéaires et nautiques.

2 Données d'entrée

Les données d'entrée sont issues des différents rapports cités dans le paragraphe référence, dont la société Corinthe Ingénierie a fait l'acquisition dans le cadre de l'étude de l'audit des infrastructures portuaire, pour Port Grimaud 1 en 2016 et dans le cadre du présent marché.

2.1 LA GISCLE ET SES APPORTS SEDIMENTAIRES

D'après l'étude ACRI-IN HGM de 2014, la Giscle charrie en crue des volumes non négligeable de sédiments arrachés au bassin versant et à leurs berges.

Les flux de sédiments sont essentiellement produits pendant les crues :

- En moyenne durant 10 ans, les $\frac{3}{4}$ des flux se concentrent entre les crues de novembre et février ;
- Sur une année moyenne, 85% des flux sont produits pendant 10% du temps.

Les volumes de transports par saltation et charriage ont été calculés par la formule de Meyer-Peter. Les bilans de transport des matériaux du fond du lit ont été estimés entre 10 000 à 12 000 m³/an en moyenne sur la même période, soit avec une densité de 1.5 t/m³, de 15 000 à 18 000 t/an.

En aval du pont de la RD559, le lit mineur de la Giscle est chenalisé et navigable. De part et d'autre, les bordures sont totalement urbanisées et artificialisées.

Dans cette partie aval de la Giscle, le lit mineur est très large (40 m environ) et l'embouchure en mer engendre un ralentissement des écoulements. Les matériaux transportés se déposent (sables : D₅₀ = 0,5 mm compris entre 0,2mm et 1,6mm), entraînant un rehaussement du fond du lit et une réduction de la capacité hydraulique.

La signature sédimentaire de ce secteur du cours d'eau est la même que celle de la Giscle plus en amont, confirmant que le matériel sédimentaire présent dans la partie navigable provient bien de la Giscle.

Les photographies aériennes historiques disponibles, post construction des ports, de 1989 et 1996 mettent en évidence des dépôts de sédiments à l'embouchure de la Giscle (couleurs claires révélatrices de faibles fonds dans les zones immergées), confirmant le diagnostic précédent relatif aux apports sédimentaires.

Ceci est d'autant plus mis en évidence sur la photo de 2016, où l'on observe nettement une avancée sableuse importante à l'embouchure.



Figure 13 Photos aériennes historiques de 1989 (source IGN)



Figure 14 Photos aériennes historiques de 1996 (source IGN)



Figure 15 Photos aériennes historiques de 2016 (source GoogleEarth)

D'après le rapport de SCE [6], le débit de la Giscle pour une occurrence décennale est de 154 m³/s. L'image ci-dessous présente les différents débits modélisés au cours de l'étude SCE.

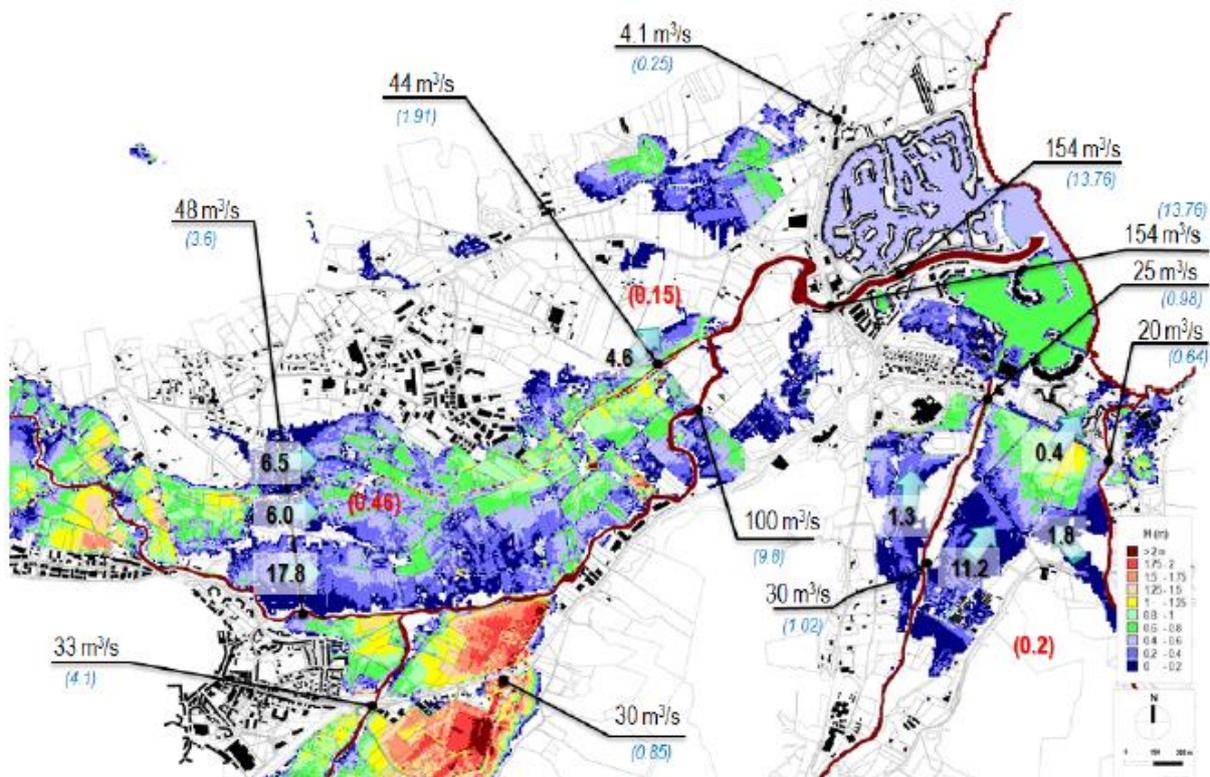


Figure 16 Débits modélisés (source [6])



Les vitesses maximales le long de la Giscle, modélisées au cours de l'étude SCE [6], sont reprises sur le graphique ci-dessous.

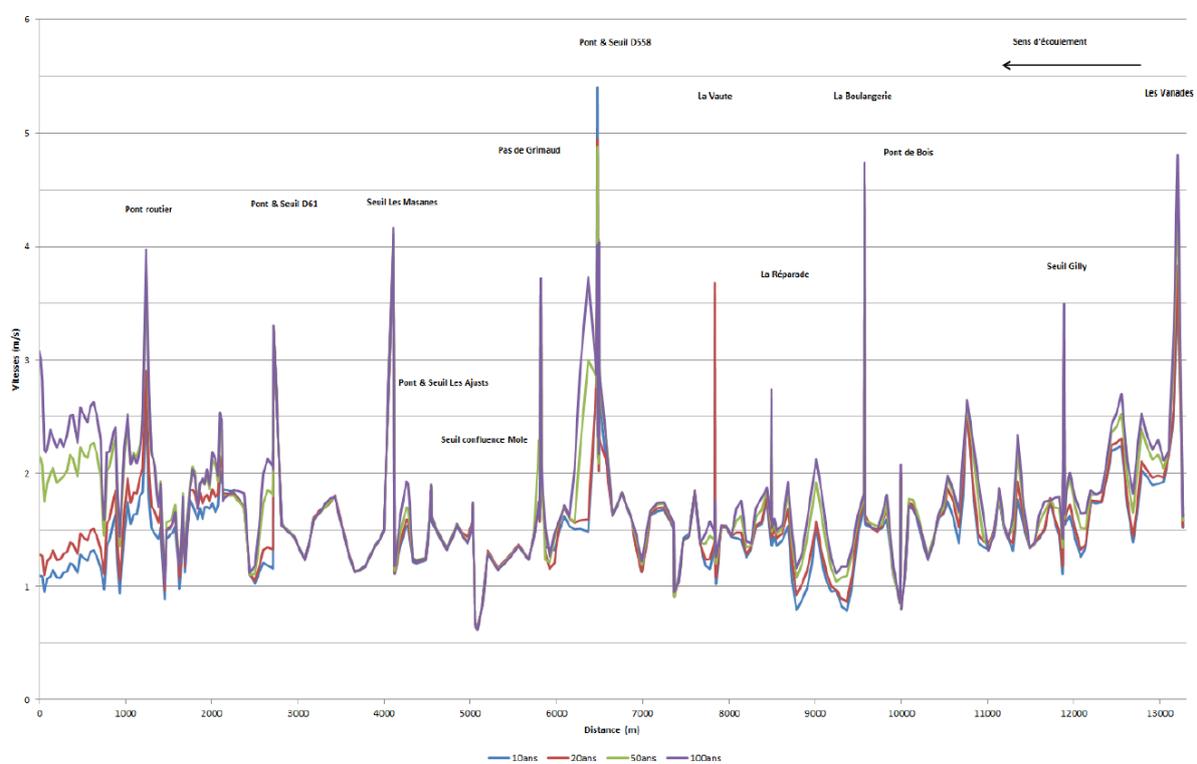


Figure 17 Vitesses maximales atteintes au sein du lit mineur de la Giscle (source [6])

Pour une occurrence décennale, la vitesse maximale est de 1 m/s à l'embouchure de la Giscle.

Dans les études existantes les plus récentes, la période de retour des crues la plus faible est 10 ans. Cependant, ce débit est semblable au débit de période de retour 2 ans de l'étude [8] qui est de 153 m³/s. C'est la période la plus faible de l'étude HGM.

L'étude cherche à représenter un épisode de pluie intense. Le calage du modèle s'effectuera avec cette occurrence décennale. **Le débit retenu pour l'étude est donc 154 m³/s, correspondant à une vitesse maximale de 1 m/s environ.**

A noter également que les simulations étudiées par la suite ne reproduisent qu'un seul évènement pluvieux, ne simulant donc qu'une partie des apports sédimentaires provenant de la Giscle.

2.2 HERBIER DE POSIDONIE

Dans le cadre de l'étude d'aménagement de la passe d'entrée, la société SEMANTIC a effectué la mesure des fonds marins pour la réalisation de travaux de cartographie des substrats et biocénoses à Port Grimaud 1 et au large de la passe d'entrée et de la digue existante.

Les mesures bathymétriques et sonar latéral ont été réalisées le 13 et 14 décembre 2016 (campagne 1). À l'issue du traitement des données, un plan d'échantillonnage a été réalisé. Un stand-by météo a été obligatoire pendant la période du mois de janvier 2017 en raison de nombreux coups de vents successifs et des pluies. Le relevé de vérité terrain s'est finalement déroulé le 07 février 2017 (campagne 2).



Figure 18 Zone de relevé de biocénose –SEMANTIC

2.2.1 Le chenal d'entrée

Le chenal est constitué d'un fond sableux, quelques blocs affleurant en son centre et par endroit un tapis d'algues photophiles. **Aucunes espèces protégées observées dans le chenal d'entrée**

2.2.2 Avant-Port et Plage

Dans cette zone, la mosaïque sonar indique deux contrastes forts. Parfois la bathymétrie présente du relief et parfois la topographie est très plane. L'hypothèse de la présence d'un herbier de Posidonie sur les parties présentant du relief avait été émise.

Le premier transect est effectué sur une partie où un relief existe et les observations confirment l'hypothèse de départ, ces zones correspondent à la présence d'Herbier de Posidonie. Le second réalise dans les parties sans relief montre la présence de sable ride et / ou galet avec la présence de litière de feuille de Posidonie morte mais aussi quelques pousses très éparées de Posidonie vivante. **Des espèces protégées vivantes ont été observées dans la zone nord extérieure port**

Le plan ci-dessous présente la nature des fonds observée dans Port-Grimaud, dans la passe d'entrée et dans l'embouchure de la Giscle.

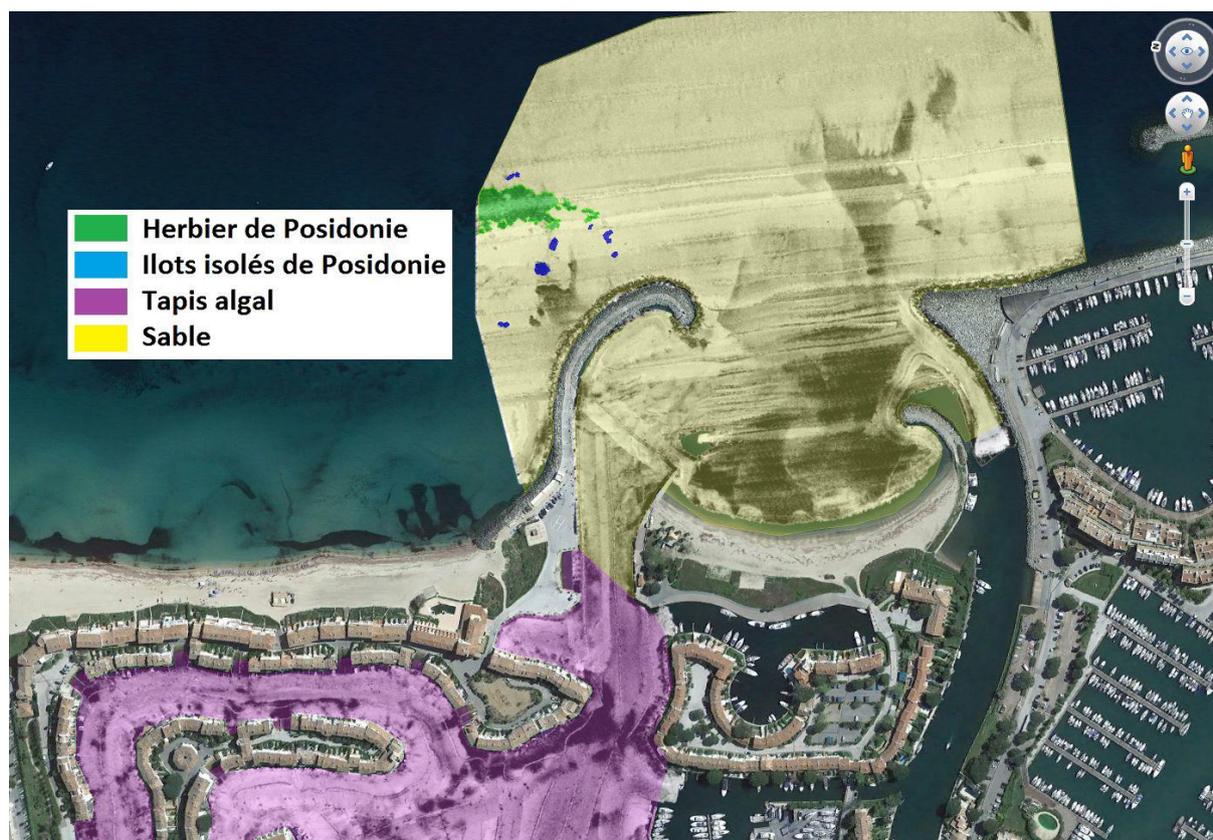


Figure 19 : Cartographie de l'herbier de posidonies

2.3 LES DRAGAGES DANS LA PASSE D'ENTREE DE PORT GRIMAUD

Afin de désensabler la passe d'entrée de Port Grimaud, des dragages réguliers d'environ 3200 m³ par an sont effectués. Le tableau d'historique suivant provient du dossier de déclaration dragage et rechargement de Port Grimaud (CISMA Environnement, 2016).

Année	Cote de dragage (mNGF)	Volume dragué (m ³)	Filières de gestion
2012	- 3,0	2 000	Plage du port
2013		3 000	Plage du port
2014		4 300	Plage du port
2015		3 000	Plages du littoral de Grimaud
2016		3 500	Déplacé derrière la digue
Total		16 300	

Figure 20 : Historique des volumes de dragage.



Lors de la réunion du 07/12/2017 avec le Maître d’Ouvrage, celui-ci a indiqué à la société Corinthe Ingénierie qu’un dragage d’environ 15 000m³ avait été réalisé courant 2017. Ce qui ramène le total dragué à 31 000m³.

En 2018, un nouveau dragage sera réalisé d’environ 15 000m³ également.

Dans un e-mail du 23/04/2018, la mairie de Grimaud nous a fourni une synthèse des opérations de dragage effectuées à Port Grimaud. Le tableau suivant présente les dragages effectués.

Année	Objet	Volume (*10 ³ m3)
2011	Dragage passe d'entrée PG1	2.15
2012	Dragage passe d'entrée PG1	2.5
2014	Dragage passe d'entrée PG1 (avril - mai 2014)	4.3
2014	Nivellement d'urgence devant passe d'entrée PG1 (sur DPM)	2.8
2015	Dragage passe d'entrée PG1 (février - mars 2015)	3.0
2015	Dragage d'urgence devant passe d'entrée PG1 (sur DPM)	1.5
2016	Dragage d'urgence passe d'entrée PG1	2.0
2016	Dragage d'urgence devant passe d'entrée PG1 (sur DPM)	1.0
2016	Nivellement d'urgence embouchure Giscle	2.7
2017	Dragage zone d'avant-port	15.55
2018	Dragage zone d'avant-port	11.2

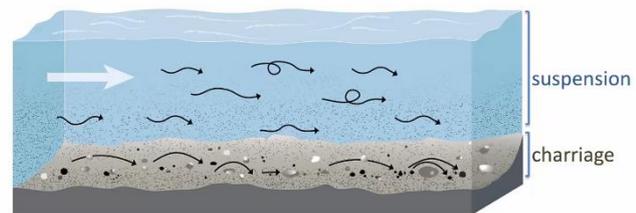
Figure 21 : Historique des volumes de dragage.

Les volumes dragués entre 2012 et 2016 sont différents entre les deux sources de données. Les nouvelles données présentent un dragage de 19 800 m³ au lieu des 16 300 m³ initialement recensé.

Le volume dragué ces deux dernières années a été très important par rapport aux années précédentes. Le volume annuel moyenné est donc augmenté. Un volume total de 48 700 m³ a été dragué au cours des 8 dernières années, soit une moyenne d’environ 6 100 m³ par an.

2.4 DIAMETRE DES SEDIMENTS

En préalable, il convient de préciser les différents types de transport des sédiments. Les sédiments fins (diamètre généralement inférieur à 0.02mm) sont mis en suspension et transportés dans la colonne d’eau. Les sédiments plus grossiers (plus lourds) sont transportés par charriage, c’est-à-dire en « glissant sur le fond, en roulant ou encore en faisant des « petits » sauts.



D’après [2], Le diamètre médian (D50) des sédiments de la passe d’entrée de l’avant-port est d’environ 0.2 à 0.3 mm. Au niveau de l’embouchure de la Giscle, le D₅₀ est du même ordre de grandeur. Au niveau de la bosse sableuse à l’embouchure, les sédiments apparaissent plus grossiers, de l’ordre de 0.4mm. L’analyse des sédiments stockés plus en amont dans la Gicle révèle un diamètre D50 d’environ 0.6mm.

C’est donc le mode de transport par charriage qui est prépondérant à l’embouchure de la Giscle et au niveau de l’avant-port pour ces sédiments de type sable (diamètre supérieur à 0.02mm), en particulier lors des évènements de type crue.

On précise également que la distribution granulométrique des sédiments dans cette zone est en cohérence avec les phénomènes sédimentaires observés, à savoir :



- Des sédiments plus grossiers au niveau de la bosse sédimentaire à l'embouchure de la Gisclle : cette zone de dépôt est exposée directement à l'action des vagues lors des coups de mer et un triage granulométrique est effectué, les sédiments le plus fins et légers étant mis en suspension et transportés, laissant sur site les sédiments les plus lourds et grossiers.
- Des sédiments plus fins au niveau de la passe d'entrée de l'avant-port : cette zone de dépôt est protégée de l'action directe des vagues lors des coups de mer les matériaux les plus légers du stock sédimentaire (inférieur à 0.2mm) y sont transportés et s'y déposent.

Aussi, afin d'étudier les mouvements sédimentaires résultant d'une accréation dans la passe d'entrée, les modélisations numériques doivent être mises en œuvre en considérant la catégorie inférieure des sédiments.

L'étude INSA [7] caractérise le dépôt sédimentaire présent à l'entrée du port. Il faut considérer les sédiments les plus fins, en surface sur les zones d'accumulation de sable car ce sont eux qui sont mis en mouvement. L'image ci-dessous présente les positions des différents sondages.

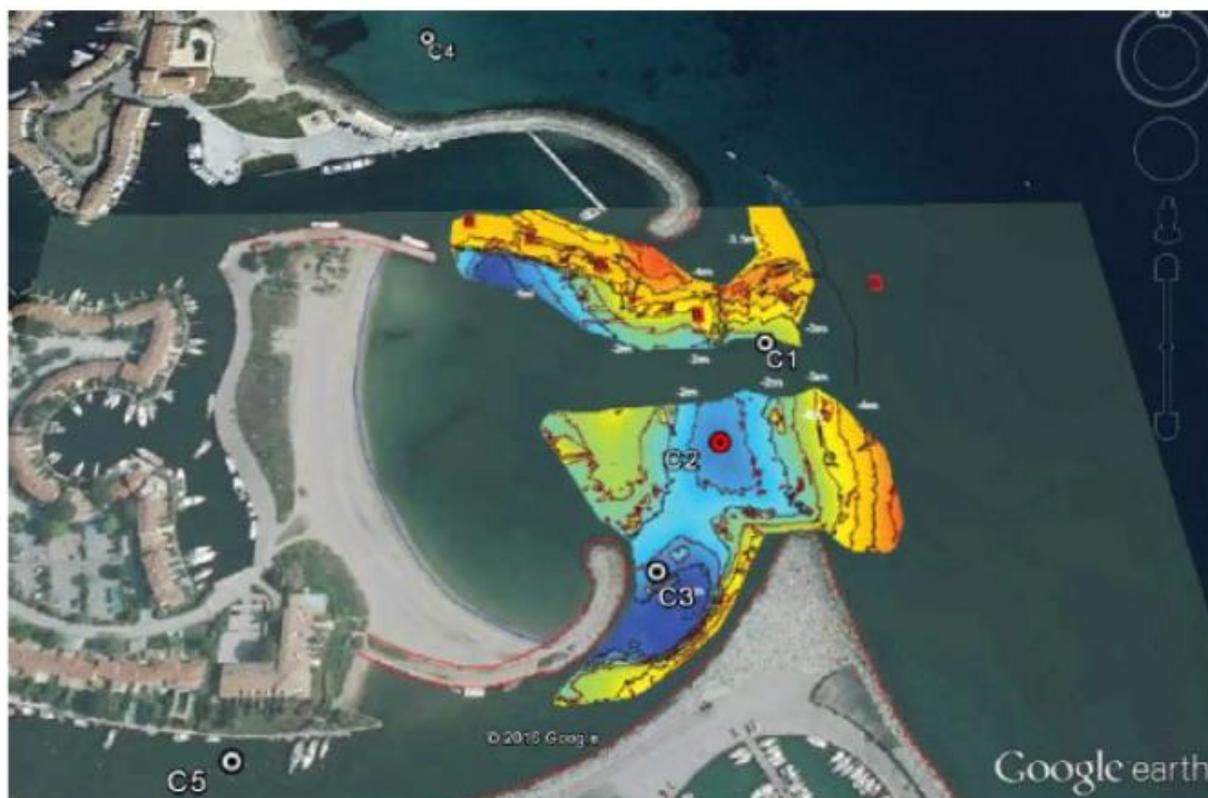


Figure 22 : Plan d'implantation des sondages.

Les carottages C1, C2 et C3 sont situés dans le dépôt sédimentaire. Ce qui nous intéresse pour le modèle sont les sédiments en surface, qui sont mis en suspension. Les sédiments en profondeur n'étant pas mis en mouvement. Les carottages non remaniés sont, de fait, donc les plus intéressants car ce sont eux qui nous donnent l'information sur la taille des sédiments en surface. Aucune carotte de sédiment au point C2 n'a été prélevé à la première campagne et des prélèvements remaniés l'ont été au cours de la seconde campagne, les sédiments présents en surface ne sont pas identifiés à ce point. Le point C3 est situé à l'embouchure de la Gisclle, les sédiments présents sont plus grossiers car ils proviennent d'un transport



par charriage dans la Giscle. Le point C1 est donc retenu pour l'étude. L'image ci-dessous présente les courbes granulométriques au point C1.

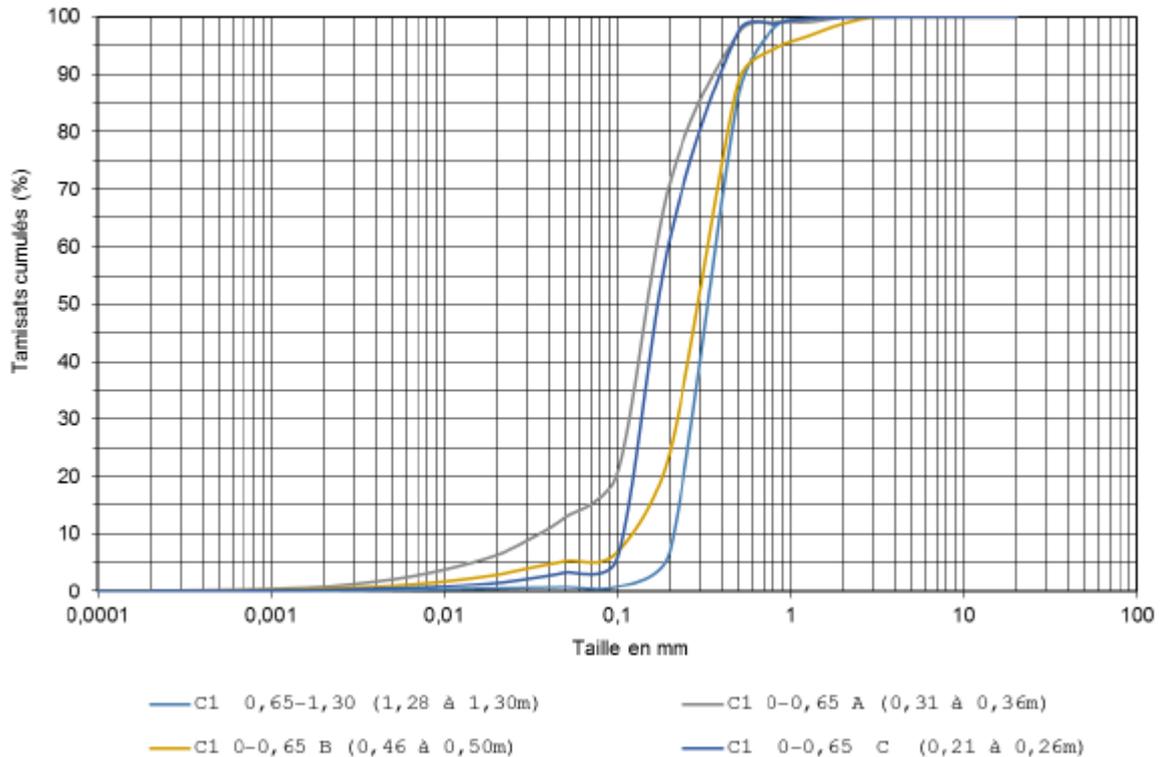


Figure 23 : Courbes granulométriques au point C1.

En surface, le diamètre médian (D50) des sédiments est compris entre 0.18mm (entre 21 et 26 cm de la surface) et 0.15mm (entre 31 et 36 cm de la surface).

De manière conservatrice, **le diamètre médian (D50) des sédiments est donc retenu à 0.15mm.**

2.5 BATHYMETRIE

2.5.1 Evolutions bathymétriques

Une analyse de l'évolution bathymétrique dans la zone a été réalisée par ACRI IN à partir d'un jeu de levés bathymétriques fourni par Port Grimaud 1 entre 2005 et 2013. Globalement, les isobathes avancent vers le large et forment un banc de sable au Sud du port à l'embouchure immédiate de la Giscle, formant une flèche sableuse.

La bosse de sable, ou flèche sableuse, à l'embouchure de la Giscle s'est agrandie régulièrement et a progressé vers le large en formant à son extrémité un haut fond gênant ainsi la navigation.

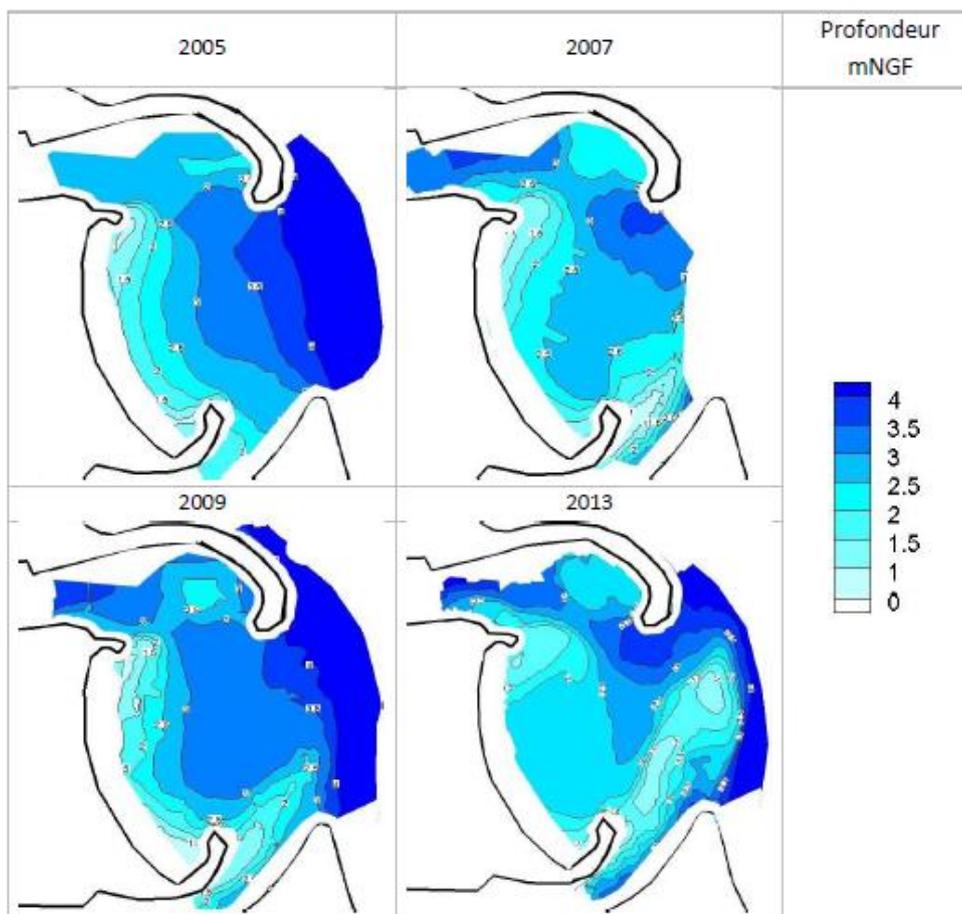


Figure 24 : Evolution bathymétrique de la zone d'embouchure de la Gisle (ACRI IN, 2014)

Un relevé bathymétrique été réalisé par la société SEMANTIC en Novembre 2016. L'analyse de l'évolution des fonds a donc été complétée et actualisée en intégrant ces données récentes au cours de l'étude [5].

Sur cette nouvelle comparaison, on note également une sédimentation importante le long de l'épi sud de l'avant-port et un comblement global de la zone, compensé, au niveau de chenal de navigation, par des dragages réguliers d'environ 3200 m³ par an. (Voir tableau ci-dessous pour l'historique depuis 2012).

Ces observations récentes confirment donc une constance des phénomènes des mouvements sédimentaires observés. Les modélisations numériques mises en œuvre ont pour objectif de les mettre en évidence afin d'évaluer les aménagements les plus adéquates pour remédier au problème d'ensablement de l'embouchure de la Gisle.

La figure de la page suivante présente l'évolution des fonds entre 2005 et 2014. On observe bien les mêmes phénomènes que précédemment, soit une bosse de sable vers l'embouchure de la Gisle et un ensablement de la passe d'entrée de Ports Grimaud.

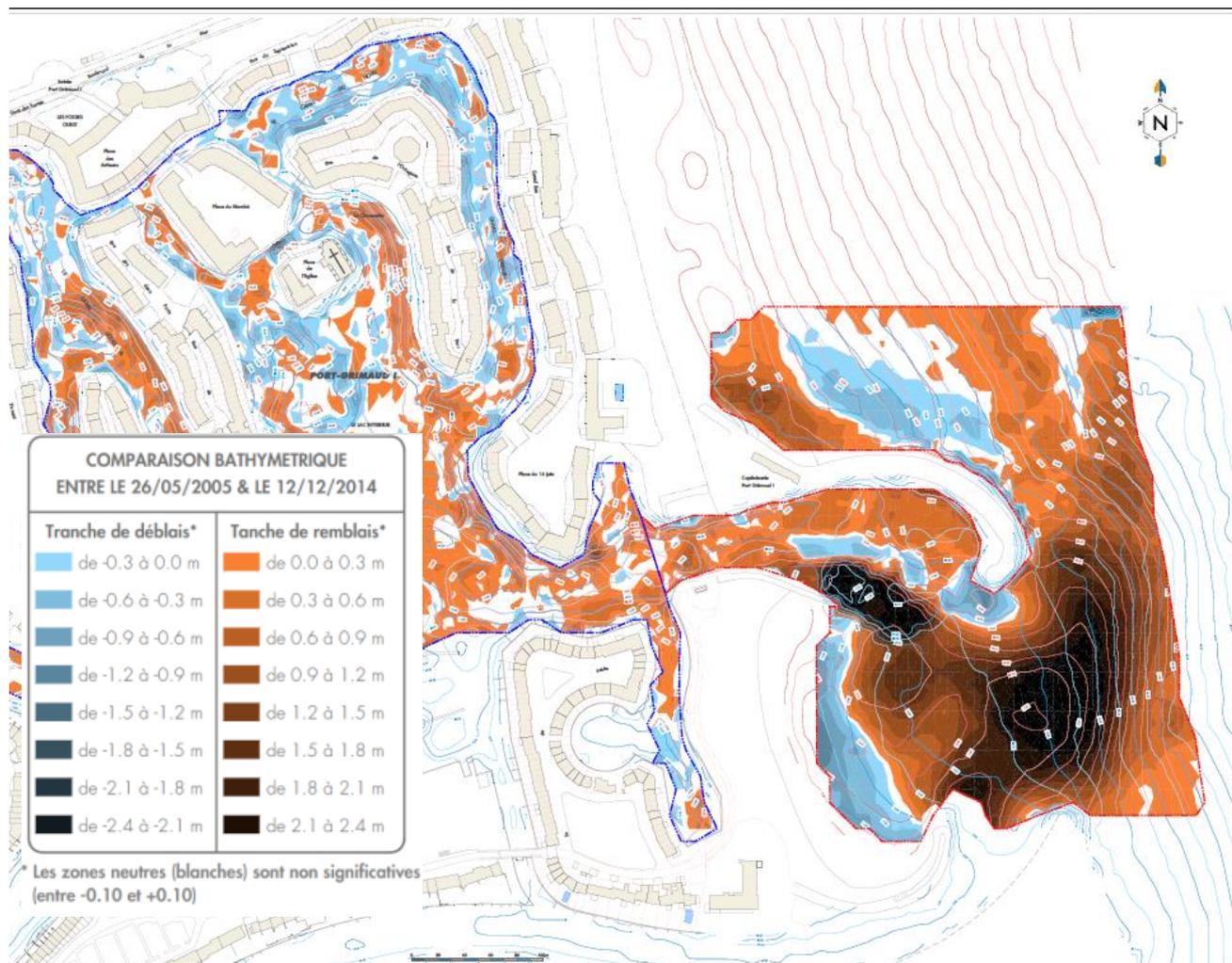


Figure 25 : Evolution bathymétrique de la zone d'embouchure de la Giscle entre 2005 et 2014

2.5.2 Bathymétrie utilisée dans le modèle

Plusieurs bathymétries ont été utilisées pour mettre en œuvre les modélisations numériques. La bathymétrie du SHOM a été utilisée au large. Puis la bathymétrie de la base de données Litto3d a été utilisée proche de la zone d'étude. Dans l'embouchure de la Giscle, la bathymétrie fournie par la mairie de Grimaud, correspondant à la bathymétrie projet de 2018 calée sur la bathymétrie actuelle de 2017 a été utilisée.

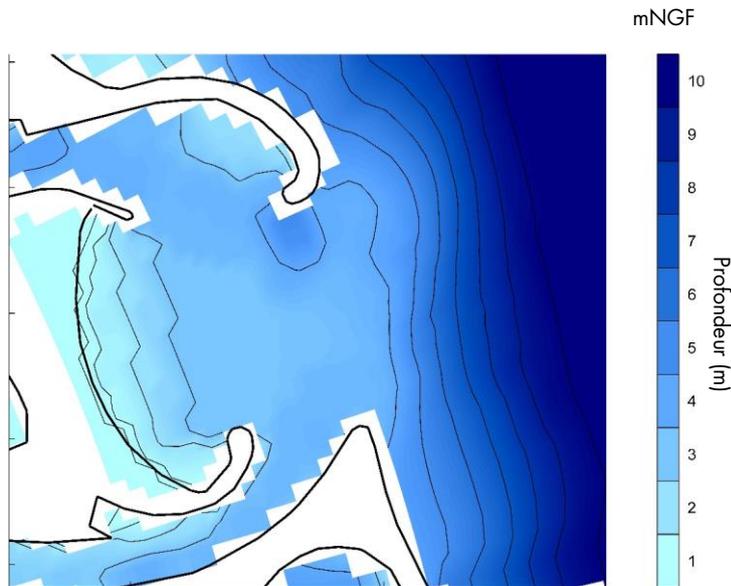


Figure 26 : Bathymétrie interpolée sur la zone d'étude

2.6 CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES [2]

2.6.1 Variation des niveaux d'eau

Les variations du niveau de la mer ont une importance fondamentale sur la position du trait de côte et donc sur les phénomènes d'érosion et/ou d'accrétion réels et/ou relatifs.

En Méditerranée, le niveau de la mer varie selon l'interaction de phénomènes tels la marée astronomique (faible), la marée barométrique (pouvant engendrer des variations de quelques dizaines de centimètres), les surcotes de tempête (appelés « storm surge », entraînant des variations pouvant aller jusqu'au mètre). Par ailleurs, le niveau général des mers devrait évoluer significativement dans les prochaines décennies selon les conclusions des travaux du GIEC : Des modifications du niveau de la mer sont attendues en raison du réchauffement climatique (avec de nombreuses variations régionales).

La prise en compte de ces variations est cruciale pour ce genre d'étude. En effet, en situation de fort anticyclone, en été par exemple, le niveau de la mer est beaucoup plus bas que lors du passage d'une dépression hivernale. Et même si aucune érosion mécanique n'a véritablement eu lieu et que le profil de la plage n'a pas changé, une comparaison de photos prises pendant ces deux périodes peut laisser croire à une perte importante de sédiments au niveau de la plage en hiver, ce qui n'est en fait pas le cas.

Les cotes altimétriques évoquées dans cette étude se rapportent au zéro du nivellement général de la France 0 NGF (ou 0 IGN69). Le zéro des cartes marines (ou 0 CM) étant situé à 0.4 m sous le zéro NGF à Grimaud.

2.6.1.1 Marée astronomique

La marée en Méditerranée est de type semi-diurne, avec une très faible amplitude. Malgré la présence de ce phénomène le long des côtes françaises de la Méditerranée, le marnage qui lui est associé est relativement faible (de l'ordre de 40 cm).

Il y a plusieurs explications à ce faible marnage :



- D'une part, la Méditerranée est une mer fermée, et les longueurs d'onde de marée sont quasiment égales à la largeur du bassin méditerranéen ;
- D'autre part, le plateau continental étant très étroit en Méditerranée, l'amplitude de la marée ne s'y trouve pas accentuée ;

D'après le rapport [1], le marnage dans la zone d'étude ne dépasse pas 0.3 m.

2.6.1.2 Surcotes, décotes et storm surge

Le niveau de la mer subit des variations en raison des phénomènes atmosphériques tels que la pression barométrique (passage d'une dépression ou d'un anticyclone), le vent qui souffle depuis le large vers la cote (storm surge, surcote) ou l'inverse (décote), et les conditions océanographiques comme le courant (upwelling, downwelling) ou les vagues (wave set-up), dont les influences peuvent être bien supérieures à la marée astronomique.

2.6.1.3 La prise en compte du rehaussement du niveau de la mer

Les projections de l'évolution du niveau moyen des mers au cours du XXI^e siècle par rapport à la période 1986-2005, établies dans le 5^{ème} rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC ou IPCC en anglais) indiquent une fourchette comprise entre 0.28m et 0.97m au-dessus du niveau 1986-2005.

Cette fourchette d'élévation du niveau des mers est réalisée par rapport à des scénarios de projections du climat en combinaison avec d'autres modèles basés sur différents processus calibrés à partir des dernières observations, avec prise en compte des changements de la dynamique des glaciers et de la calotte glaciaire.

Les projections du GIEC ont été développées pour 4 scénarios (Representative Concentration Pathways, RCPs) définis comme une approximation des radiations liées aux forçages anthropiques d'ici 2100, autrement dit à la quantité de CO₂ relâchée dans l'atmosphère par les activités humaines.

Dans tous les RCPs, les concentrations atmosphériques du CO₂ sont plus élevées en 2100 qu'actuellement en raison d'une poursuite de l'augmentation du cumul des émissions de CO₂ dans l'atmosphère au cours du XXI^e siècle. Les RCPs représentent donc les projections au cours du XXI^e siècle des émissions de gaz à effet de serre, suivant plusieurs scénarios, incluant un niveau bas de forçage avec un pic puis un déclin d'ici à 2100 (RCP2.6), deux scénarios de stabilisation des émissions (RCP4.5 et RCP6.0) et un scénario d'augmentation de nos émissions (RCP8.5). Tous les scénarios sont considérés comme plausibles, cependant ils ne sont associés à aucune probabilité dans le rapport du GIEC.

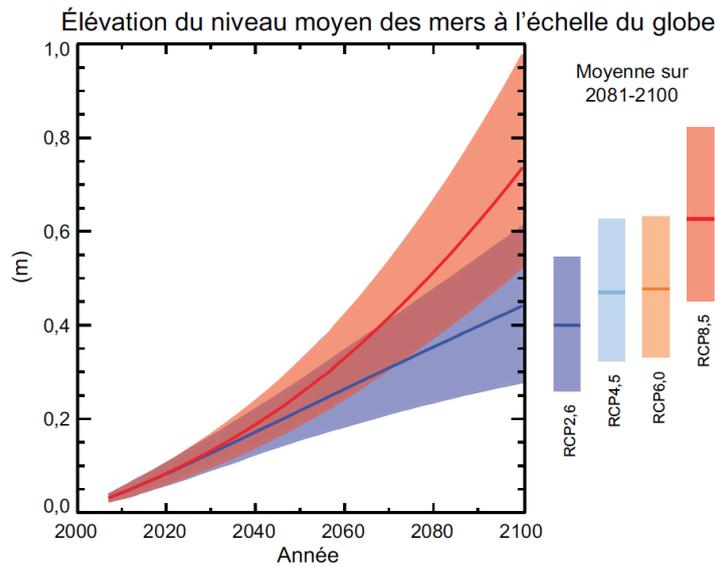


Figure 27 : Projections de l'évolution du niveau moyen des mers au cours du XXIe siècle par rapport à la période 1986-2005

Le choix du scénario à adopter dans le cas d'un design d'infrastructure côtière ou d'aménagement à protéger doit être fait par le client selon sa tolérance au risque, en considérant les conséquences potentielles en termes de coûts / pertes financières si les niveaux d'eau extrêmes sont atteints.

Cependant, pour la majorité des projets maritimes où des structures côtières sont étudiées pour protéger des aménagements, le scénario RCP8.5 est souvent privilégié.

D'autant que, depuis que le rapport du GIEC a été publié en 2013, les tendances semblent être en cohérence avec le scénario RCP8.5 voire même bien au-delà.

L'accord de Paris sur le Climat lors de la COP21 n'a pas permis non plus d'obtenir une promesse de baisse mondiale des émissions par le cumul des INDC (Intended Nationally Determined Contributions) des pays signataires.

Scenario	Projection de l'élévation du niveau de la mer par rapport au niveau de 2017 (m)		
	Durée de vie de 10 ans	Durée de vie de 50 ans	Durée de vie de 100 ans
RCP2.6	0.13	0.31	0.43
RCP4.5	0.13	0.34	0.55
RCP6.0	0.12	0.33	0.58
RCP8.5	0.13	0.41	0.83

Tableau 1 : Élévation du niveau de la mer projeté pour les différents scénarios RCP et pour des durées de vie de 10 ans, 50 ans et 100 ans

2.6.1.4 Les niveaux d'eau extrêmes

Les niveaux d'eau extrêmes sont issus de l'étude d'ACRI-IN [2]. Dans son étude, à partir des mesures du niveau d'eau, sur un peu plus de 8 ans, issues des marégraphes de Nice et de Toulon, ACRI-IN a calculé les niveaux d'eau extrêmes à partir de la méthode dite du renouvellement.



Les valeurs de niveau d'eau sont présentées dans le tableau suivant, rapportées au 0 NGF :

Période de retour	Niveau d'eau
1 an	0.5 m NGF
10 ans	0.7 m NGF
50 ans	0.8 m NGF
100 ans	1.0 m NGF

Tableau 2 : Niveau d'eau retenu pour l'étude source ACRI-IN [2]

A ces valeurs, il faut rajouter la hausse probable du niveau de la mer due au réchauffement climatique, même si les valeurs moyennes de la hausse comme ses variations régionales restent soumises à une grande incertitude.

En faisant référence aux études du Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (G.I.E.C.) pour un scénario défavorable d'évolution, la surélévation du niveau de la mer pourrait être de 41 cm dans les 100 prochaines années.

Dans ces conditions, les niveaux d'eau de projet sont présentés dans le tableau suivant :

Période de retour	Niveaux d'eau
1 an	0.9 m NGF
10 ans	1.1 m NGF
50 ans	1.2 m NGF
100 ans	1.3 m NGF

Tableau 3 : Niveau d'eau avec hausse du niveau des mers

Cependant, les conditions sédimentaires seront les plus pénalisantes pour un niveau d'eau plus faible. **Le niveau d'eau retenu est 0m NGF.**

2.6.2 Données de vent et de houle

De nos jours, les données fiables de houle et de vent sur de grandes périodes proviennent de modèles globaux vent-houle tournant sur de grandes étendues à l'échelle des mers et océans. Ces modèles sont alimentés en continu par les variations dans l'espace et le temps des dépressions atmosphériques. Ils assimilent des données satellites, et sont, par ailleurs, confrontés aux résultats des bouées de mesures, là où elles sont présentes.

Les données de vent et de houle proviennent d'historiques de houles et de vents, basées sur des modèles globaux vent-houle tournant sur de grandes étendues à l'échelle des mers et océans, alimentés en continu par les variations dans l'espace et le temps des dépressions atmosphériques. Ces modèles assimilent des données satellites et sont par ailleurs confrontés aux résultats de bouées de mesures, là où elles existent.

Dans l'étude [2], ACRI-IN présente 6 points de référence où les houles de projet ont été estimées (Points 1 à 3 AM et points 1 à 3 Var). Parmi l'ensemble des données disponibles dans leur étude, le point le plus représentatif pour l'étude de Port-Grimaud est le point 3 des Alpes Maritimes (43°20'N ; 6°55'E), pour les houles de Nord-Est à Sud-Est. En effet, il se situe à l'Est au large de la zone d'étude.

Le point 1 du Var (43°06'N ; 6°44'E) permet de valider les ordres de grandeur des houles de projet. Le point 3 des Alpes Maritimes est situé à une distance de 25 km de la zone d'étude.

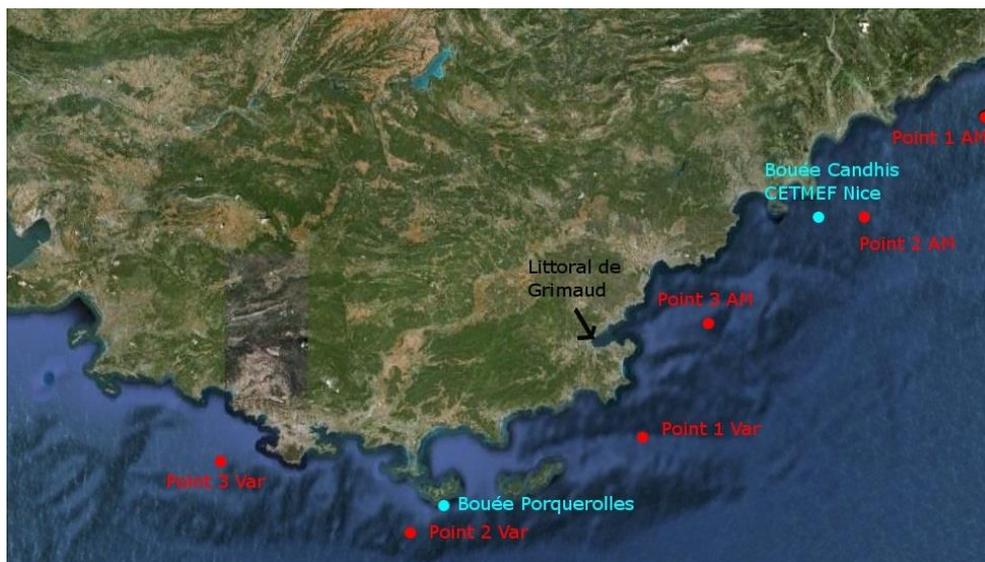


Figure 28 : Localisation des points de données de houle et des bouées de mesure

D'après ces données de houles et de vents, on observe trois régimes de houle distincts :

- Les houles de Sud-Ouest, les plus fréquentes, de N200° à N230° ;
- Les houles d'Est, de N80° à N100° ;
- Les houles de Sud, les moins fréquentes, de N170° à N180° ;

A eux deux, les régimes des houles d'Est et de Sud-Ouest représentent quasiment 80% des directions de houles observées au large, les houles de Sud environ 10 à 15% ; les houles de Sud-Est en revanche sont assez rares.

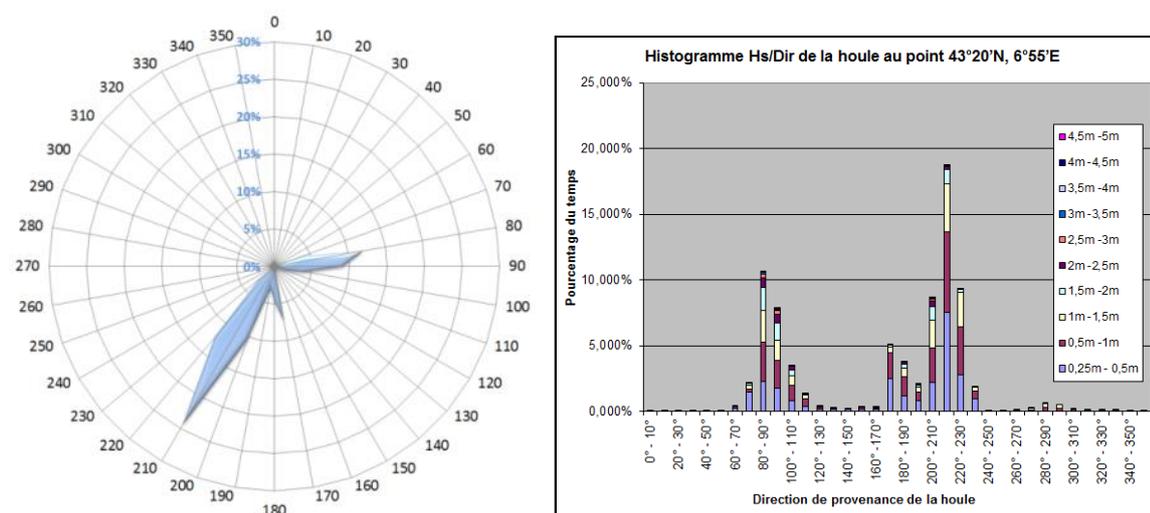


Figure 29 : Rose de houle au point GlobOcéan 3 (43°20'N, 6°55'E) et histogramme Hs / Dir source ACRHIN [2]

Comme pour les houles, on observe deux régimes de vent distincts :

- Les vents d'Ouest Sud-Ouest ;
- Les vents de Nord-Est.



Les vents ont une dominance plus Ouest due à la forme de la côte et au Mistral qui a tendance à suivre la côte en passant du secteur Ouest au secteur Sud-Ouest en se dirigeant vers l'Est. De même, les vents d'Est Nord-Est, générés par la présence d'une dépression dans le Golfe de Gênes, subissent la même trajectoire mais en sens inverse.

Les vents accompagnent généralement la houle pour ces deux régimes c'est-à-dire que, lorsqu'il y a de la houle de Sud-Ouest, celle-ci est généralement accompagné de vent, de même pour les houles d'Est / Nord-Est, car ces houles sont générées localement. Ce qui n'est pas le cas des houles de Sud, qui naissent dans le détroit de Gibraltar et remontent tout le bassin Méditerranéen avant de toucher les côtes françaises, et qui peuvent arriver sans vent, avec du vent d'Est ou du vent de Sud.

Un vent de vitesse 15 m/s de direction N90° associé à la houle d'Est est retenu.

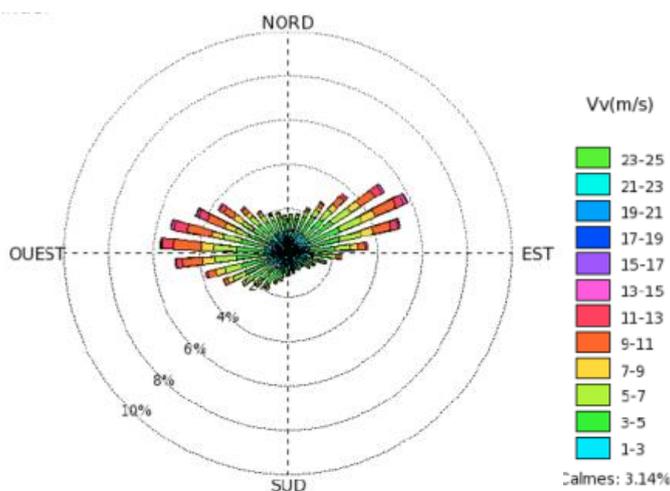


Figure 30 : Rose des vents issue des données de vents au point 3 ; 4 °20'N, 6°55'E source ACRI-IN [2]

Comme mentionné précédemment, le point 3 AM est le point le plus caractéristique pour cette étude. Les houles de projet extrapolées par ACRI IN en ce point de référence sont retranscrites dans le tableau suivant :

Hauteurs significatives Hs (m) de projet retenues						
Secteur d'intérêt	Période de retour					
	1 an	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	250 ans
N65° -N85°	2.8	3.7	4	4.4	4.7	5
N85° -N105	2.7	3.7	3.9	4.3	4.5	4.5
N105° -N125°	1.4	2	2.2	2.4	2.5	2.7

Tableau 4 : Hauteurs de houle de projet source ACRI-IN [2]

Périodes pic associées aux hauteurs significatives de projet retenues						
Secteur d'intérêt	Période de retour					
	1 an	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	250 ans
N65° -N85°	7 à 8	9 à 10	9 à 10	9 à 10	9 à 10	9 à 10
N85° -N105	7 à 8	9 à 10	9 à 10	9 à 10	9 à 10	9 à 10
N105° -N125°	5 à 6	7 à 8	7 à 8	7 à 8	7 à 8	7 à 8

Tableau 5 : Période pic de projet source ACRI-IN [2]



Au niveau sédimentaire, la modification s'effectue chaque jour. En général, les temps calmes ramènent le sable sur la plage alors que les petites tempêtes l'emmènent au large. De grosses tempêtes peuvent avoir des conséquences plus importantes, mais ce n'est pas elles qui modèlent le fond de manière générale de par leur rareté. Les tempêtes de faible occurrence sont donc utilisées afin de définir les processus hydrosédimentaires d'une zone.

Pour l'étude, une houle d'occurrence annuelle et de directions N75° a été utilisée, soit une hauteur significative (Hs) de 2.8m et une période pic (Tp) de 7.5s au large avec un vent de 15m/s de direction N90°. Le niveau d'eau retenu est de 0.0m NGF (cf. paragraphe 2.6.1.4).

3 MODELISATION HYDROSEDIMENTAIRE

Dans un premier temps, nous nous focalisons uniquement de la situation actuelle afin de bien comprendre et expliquer les phénomènes d'engrèvement observés et leurs origines. Cette première étape est certainement la plus importante car il s'agit de reproduire à l'aide de modèles numériques les observations issues des différentes bathymétries évoluant au grès des événements majeurs météorologiques tels que les pluies (Écoulement de la Giscle) et les coups de mer (effets des houles).

Dans un deuxième temps, nous recalons nos modèles numériques au regard des solutions proposées. Nous rechercherons alors la possibilité d'envisager une refonte globale des ouvrages de l'estuaire de la Giscle pour s'affranchir des stockages de sables observés sans créer plus d'impacts négatifs pour les passes d'entrées des marines de Cogolin, de Port Grimaud et du canal de navigation de la Giscle.

Enfin, selon des critères de coûts et d'objectifs de résultats pour la lutte contre l'ensablement et la pacification de la passe d'entrée de port Grimaud, nous proposerons deux scénarios envisageables.

Quatre cas météorologiques seront étudiés :

- **le cas Houle.** Les conditions de houle et de vent sont considérées. Il n'y a pas de courant provenant de la Giscle.
- **Le cas Giscle.** Le débit provenant de la Giscle est modélisé. Il n'y a pas de houle ni de vent
- **le cas Houle et Giscle.** Les conditions de houle et de vent, ainsi que le débit provenant de la Giscle sont modélisées.
- **le cas Giscle puis Houle.** Le débit provenant de la Giscle est modélisé sans houle ni vent, puis les conditions de houle et de vent sont modélisées sans courant provenant de la Giscle.

Ces différents cas permettent de représenter tous les phénomènes météorologiques rencontrés sur la zone d'étude.

3.1 PRESENTATION DES MODELES NUMERIQUES

Le modèle mis en œuvre est le modèle DEFLT3D.

Le modèle développé vise à reproduire les phénomènes :

- De propagation/génération de houle depuis le large vers la côte ;
- De courantologie et de transport sédimentaire au niveau d'une section de la Giscle et dans l'ensemble du Golfe.



3.1.1 Modèle Delft 3D WAVE

Le module (Delft 3D WAVE) de propagation du logiciel Delft3D a été utilisé. Il s'agit en fait du modèle SWAN (Simulating WAVes Nearshore).

C'est un modèle dit de « troisième génération » permettant d'obtenir une estimation réaliste des paramètres des vagues en zone côtière, dans les lacs et les estuaires pour un vent, une bathymétrie et des conditions de courants donnés. Le modèle SWAN est basé sur l'équation de conservation de la densité spectro-angulaire d'action des vagues, de façon complètement spectrale (dans toutes les directions et les fréquences).

SWAN calcule l'évolution de vagues aléatoires et irrégulières dans les régions côtières par eau profonde, intermédiaire et en eau peu profonde sous l'effet de courants ambiants.

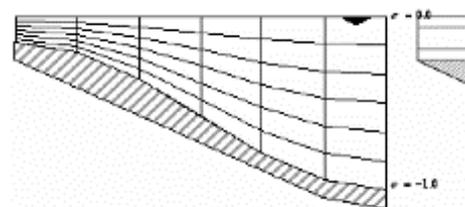
Le modèle SWAN rend compte de la propagation (réfraction et diffraction) due au courant et à la profondeur d'eau, et représente les processus de génération des vagues par le vent, la dissipation due au moutonnement, au frottement sur le fond, au déferlement bathymétrique et aux interactions non-linéaires entre les vagues (triplets et quadruplets de fréquences) de façon explicite par des formulations de l'état de l'art.

3.1.2 Modèle Delft3D FLOW

Le modèle de courantologie et de transport sédimentaire utilisé est Delft3D FLOW. Delft3D FLOW est un modèle numérique de courantologie et de transport sédimentaire multidimensionnel (2D ou 3D). Il modélise les courants instationnaires et les phénomènes de transport sédimentaire qui résultent notamment de la marée et des conditions météorologiques forcés sur la frontière et des houles.

De plus, le modèle a été développé en 3 dimensions (10 couches sur la verticale), avec pour objectif de représenter :

- Les structures de courants et effets de couches sur la verticale
- Les effets de stratification induits par les apports d'eau douce provenant de la Gisle et leurs effets éventuels sur le transport sédimentaire.



A noter que les simulations ont été réalisées dans un but de compréhension des principaux phénomènes physiques en jeu. A ce stade d'étude, elles n'ont pas fait l'objet d'exercice de calibration qui serait nécessaire à un stade plus avancé d'étude sur un aménagement déterminé.

L'étendue et la grille de calcul fine des modèles de houle et d'hydrodynamique sont présentées par la figure suivante :

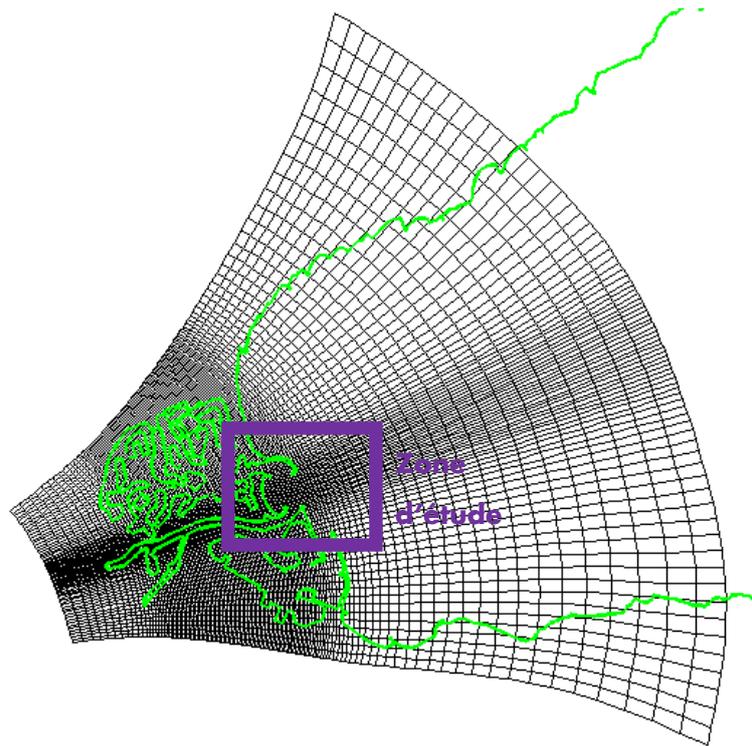


Figure 31 : Grille de calcul fine

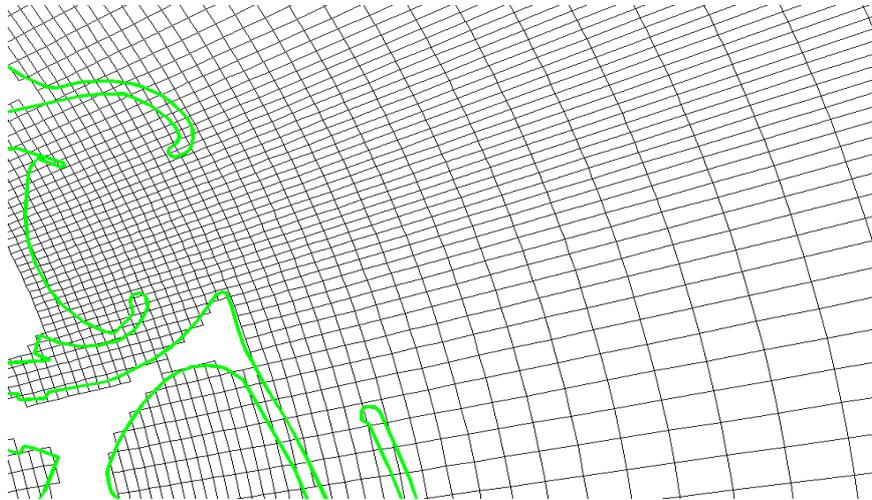


Figure 32 : Grille de calcul fine zoom sur la zone d'étude

3.2 EXPLOITATION DU MODELE :

Les simulations seront effectuées sur une période de 48 h au total. Les 4 premières heures permettent au modèle numérique d'atteindre un état de stabilité au niveau hydrodynamique. Les phénomènes de transport sédimentaire et d'évolution des fonds sont modélisés à partir de la quatrième heure pour une période de 0.6 minutes.

C'est ainsi un scénario météorologique d'un coup de mer de période de retour annuel et/ou d'épisode pluvieux pour la Giscle d'une durée de 44h qui sera simulé.



Pour chaque cas d'étude, plusieurs variables sont présentées en résultats dans les tableaux des sections suivantes.

Elles sont décrites ci-dessous :

- **Houle** : hauteur significative de la houle (en m). Les houles déferlant au niveau de la côte génèrent les courants littoraux et la mise en suspension des sables, responsables du transport sédimentaire ;
- **Vitesse couche surface (1)** : vitesse horizontale du courant à la surface de l'eau (en m/s) ;
- **Vitesse couche fond (10)** : vitesse horizontale du courant au fond de l'eau (en m/s) : les sédiments étant principalement transportés par charriage, ce paramètre est essentiel à la compréhension du transport sédimentaire ;
- **Transport total** : déplacement des sédiments dans l'eau (en $m^3/m/s$ soit des m^2/s), correspond au volume de sédiments franchissant une section de grille de calcul par unité de temps ;
- **Cumules d'Erosion/Accrétion** : zones d'érosion, soit une perte de sédiments (en bleu) et d'accrétion, soit un gain de sédiments (en marron) (en m), après 5h et 24h de coup de mer ;
- **Évolution Bathymétrique** : zones émergées et zones immergées (NGF), après 5h et 24h de coup de mer.

Le modèle hydrosédimentaire du site d'étude permet de représenter son fonctionnement pour des événements typiques et représentatifs.

En particulier, il met en évidence les zones où se produisent des courants de retour et de fuite de sédiments vers le large, en particulier :

- Les courants négatifs induits par les épis
- Les courants de retours au sein des anses
- Les fuites ou retenues sédimentaires qui entraînent ou stockent les sédiments

Ceci permettra d'évaluer au mieux les processus d'érosion ou d'accrétion à long terme afin de préconiser les aménagements les plus adaptés pour se prémunir de l'ensablement de l'embouchure de la Giscle.



4 HOULE JUSQU'À LA ZONE D'ÉTUDE

La houle d'occurrence annuelle direction N75° a été utilisée pour les modélisations. L'image ci-dessous présente la propagation de la houle du large vers la zone d'étude.

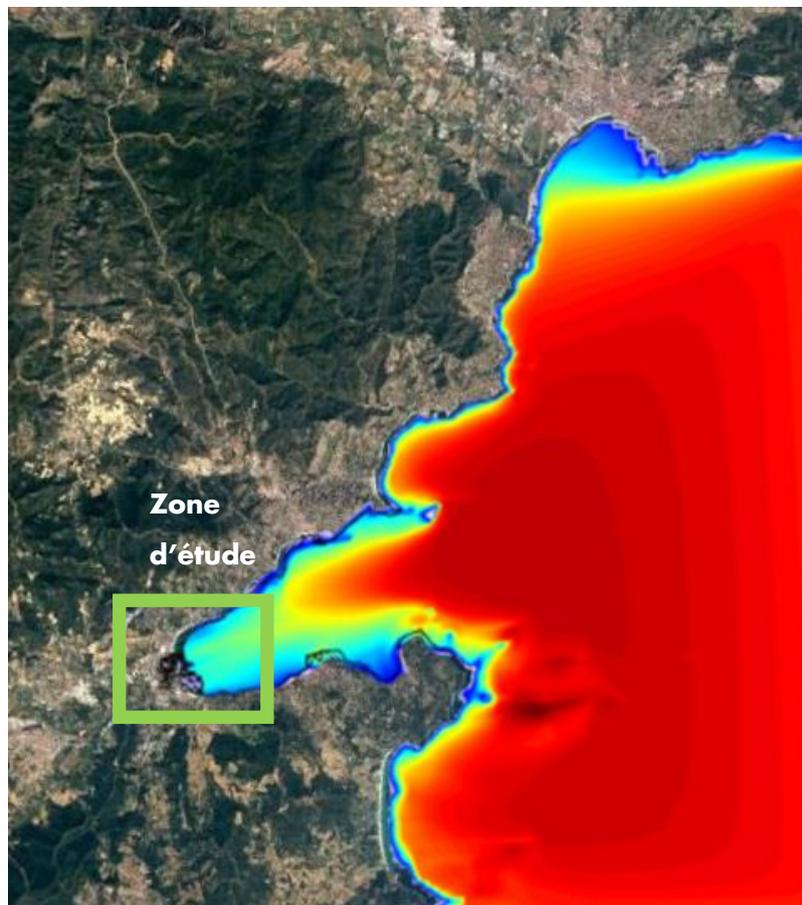


Figure 33 : Houle N75° occurrence annuelle avec vent

Une étude de sensibilité a été réalisée sur les directions de provenance de la houle d'Est afin de s'assurer que la direction N75° était bien la direction la plus pénalisante et qu'un léger écart par rapport à la direction principale N75°, a une influence peu significative sur les résultats de la modélisation.

5 SITUATION ACTUELLE

5.1 DIFFÉRENTES OCCURRENCES DE HOULE

Les occurrences de houle annuelle, décennale et cinquantennale ont été modélisées sans courant dans la Giscle. Les résultats sont présentés ci-dessous.

Les images ci-dessous présentent les hauteurs de houle après 24h de tempête.

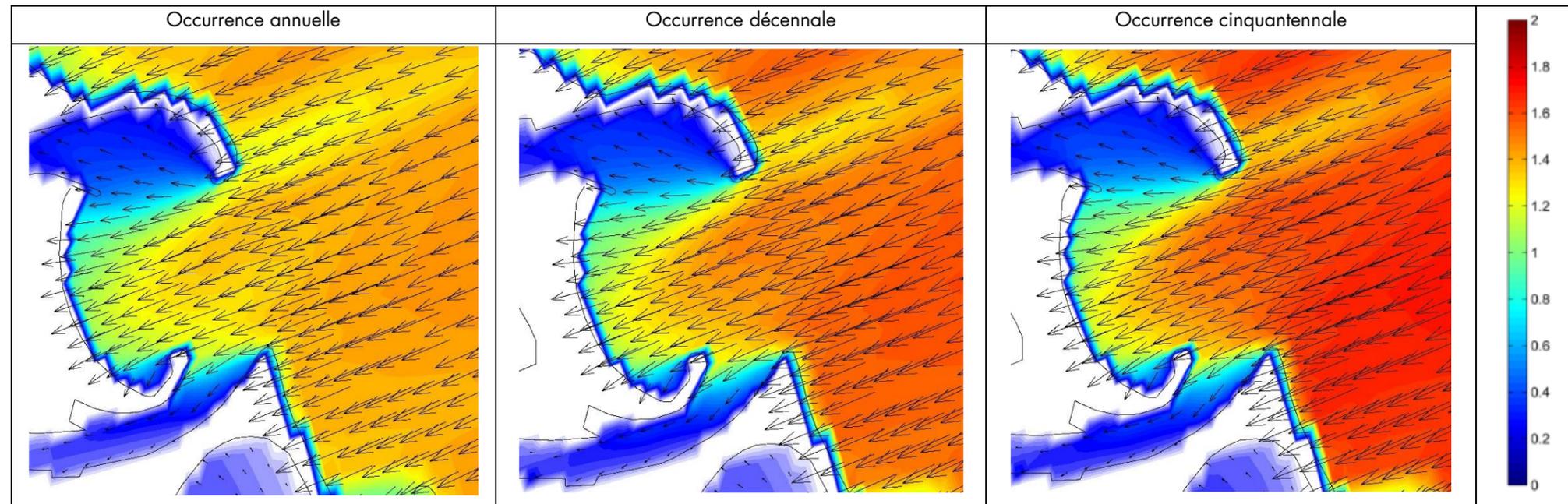


Figure 34 : Hauteur significative de la houle (m)

Les hauteurs de houle sont de plus en plus fortes quand l'occurrence augmente. L'embouchure de la Giscle et la passe d'entrée restent calmes quel que soit l'occurrence. La houle déferle devant la plage pour toutes les occurrences. La houle est diffractée par les digues de Ports Grimaud et des Marines de Cogolin pour toutes les occurrences.

Les images ci-dessous présentent les vitesses de courant en surface et sur le fond après 24h de tempête.

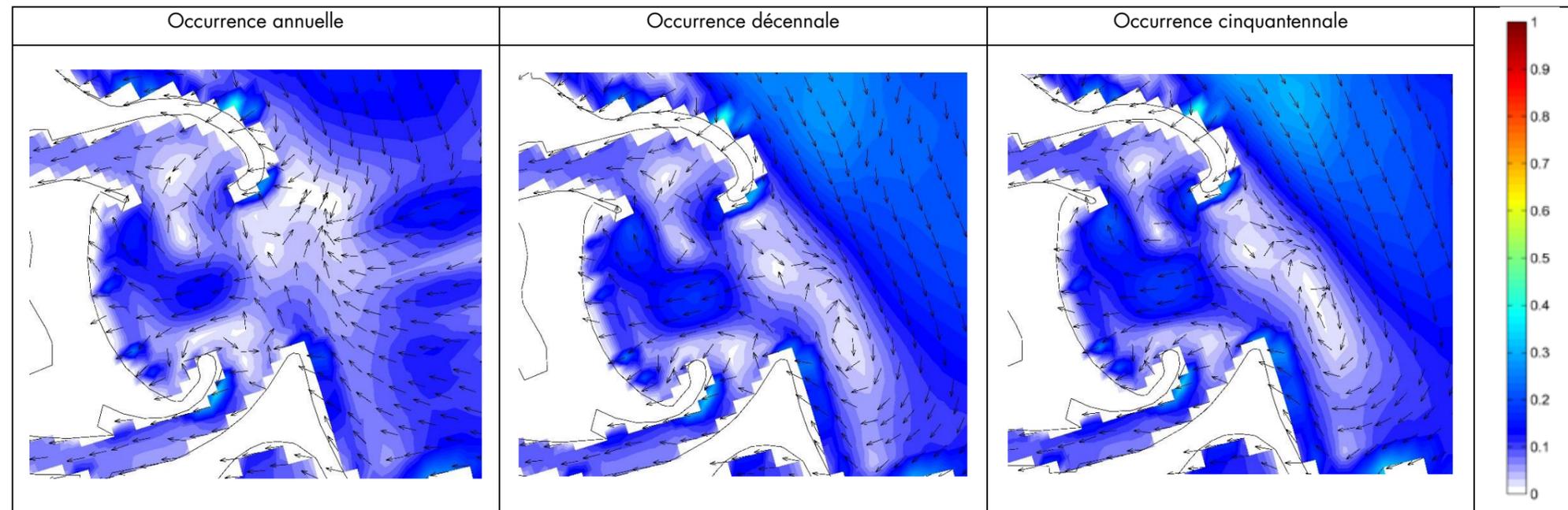


Figure 35 : Vitesse couche de surface (m/s)

Les vitesses du courant en surface dans la zone d'avant-port sont semblables pour toutes les occurrences.

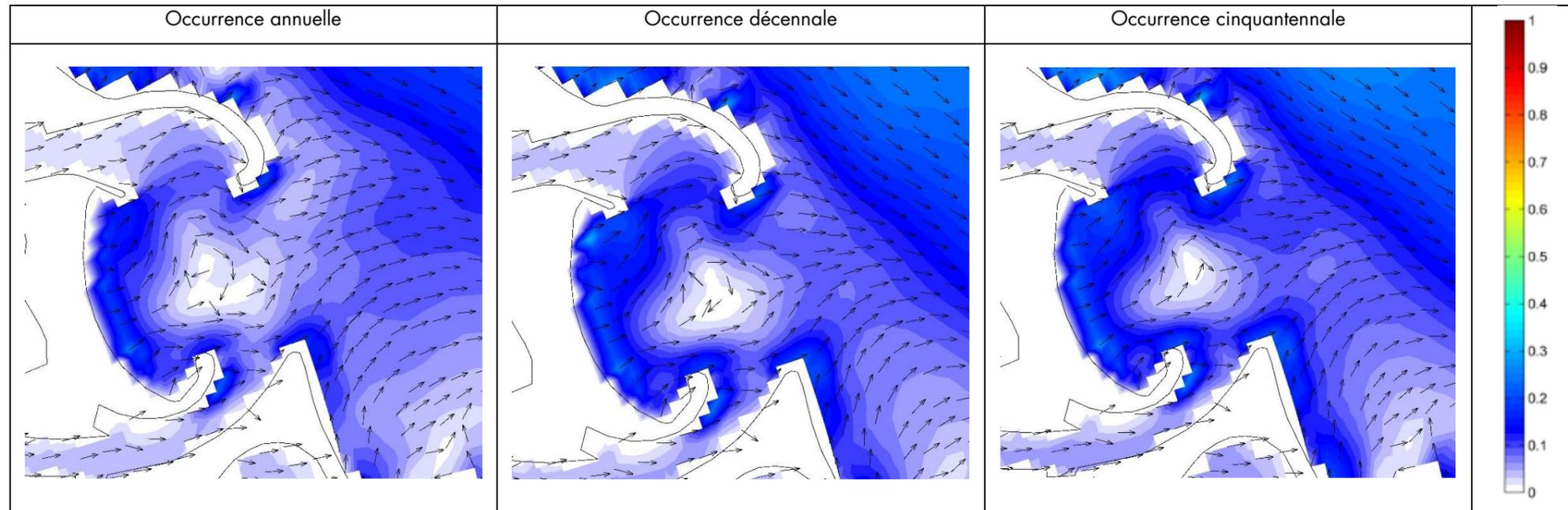


Figure 36 : Vitesse couche de fond (m/s)

Les directions du courant au fond dans la zone d'avant-port sont semblables pour toutes les occurrences. Les vitesses sont légèrement supérieures lorsque l'occurrence augmente.

L'image ci-dessous présente les volumes de sédiment transportés en $m^3/m/s$ après 5 24 h de tempête.

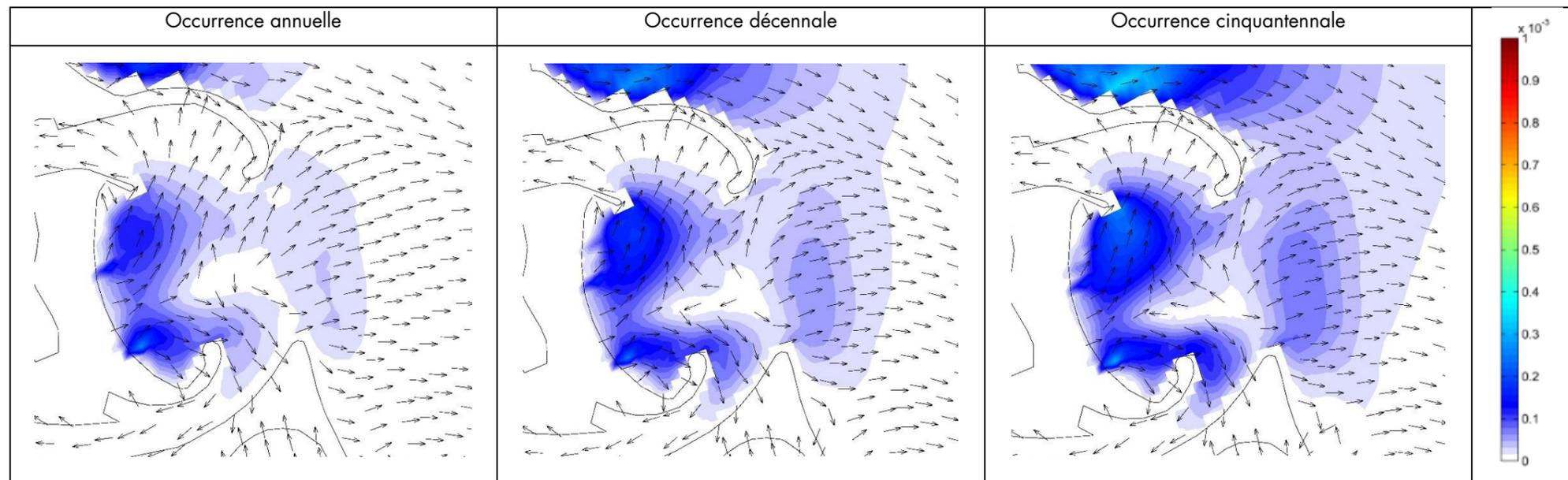


Figure 37 : Transport total ($m^3/m/s$) après 24h de tempête

Les directions du transport sédimentaire dans la zone d'avant-port sont semblables pour toutes les occurrences. Les volumes sont légèrement supérieurs lorsque l'occurrence augmente.

L'image ci-dessous présente les phénomènes d'accrétion et d'érosion sur la zone d'étude.

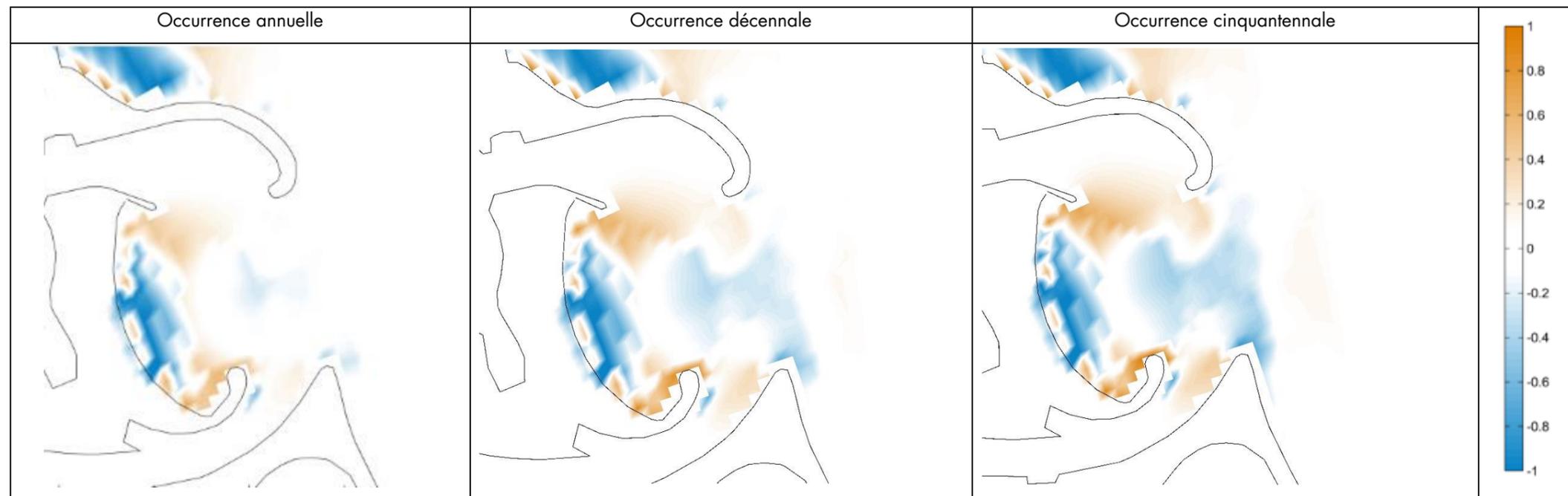


Figure 38 : Cumules d'Erosion/Accrétion (m) après 24h de tempête

Les zones d'érosion et d'accrétion sont les mêmes pour les différentes occurrences. Les volumes de sable concernés augmentent avec l'occurrence.

Les modèles numériques pour les différentes occurrences de houle montrent donc les mêmes phénomènes sédimentaires avec des intensités différentes. Ils ne représentent donc pas tous les phénomènes sédimentaires de la zone d'étude. C'est pourquoi la stratégie de modélisation avec les quatre cas Houle, Giscle, Houle et Giscle, et Giscle puis Houle a été utilisées.

5.2 RESULTATS DU MODELE NUMERIQUE

Les résultats du modèle hydrosédimentaire sont présentés ci-dessous.

Les images ci-dessous présentent les hauteurs de houle après 24h de tempête.

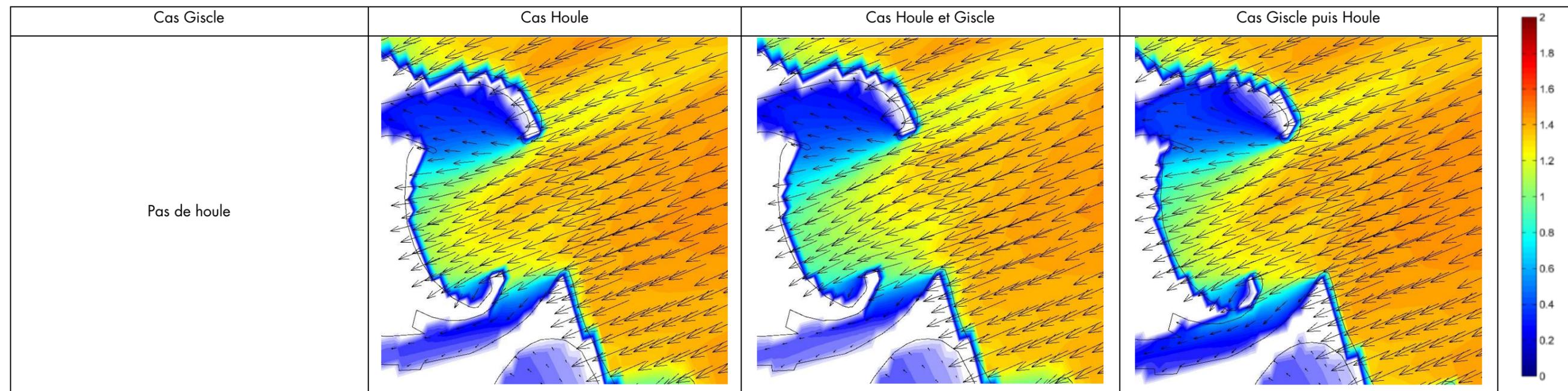


Figure 39 : Hauteur significative de la houle (m)

La houle de N75° arrive directement sur la zone d'étude.

La houle déferle devant les digues.

La plage entre les deux digues est elle aussi largement exposée à cette houle. Cela entraîne une mise en suspension des sédiments dans cette zone.

Le plan d'eau de l'avant-port de Port Grimaud et de l'embouchure de la Gisle sont plutôt calmes. Ces zones sont protégées des vagues par les digues. Dans ces zones calmes, les sédiments auront donc tendance à se déposer.

Dans le cas houle et Gisle, les hauteurs de houle devant la plage sont plus faibles. Le courant de la Gisle réduit l'agitation devant la plage, ce qui est plus propice au dépôt de sédiment.



Les images ci-dessous présentent les vitesses de courant en surface et sur le fond après 24h de tempête.

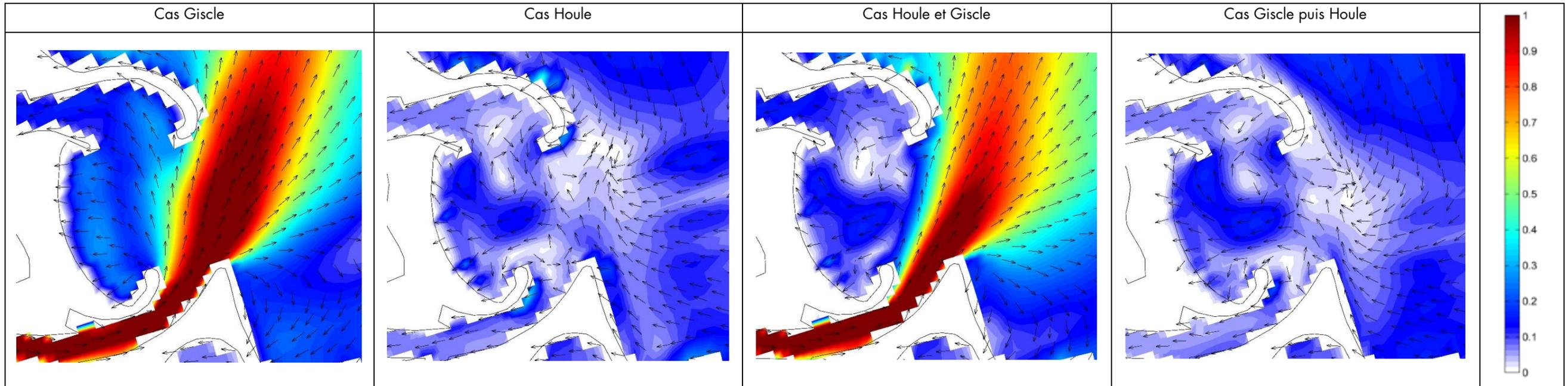


Figure 40 : Vitesse couche de surface (m/s)

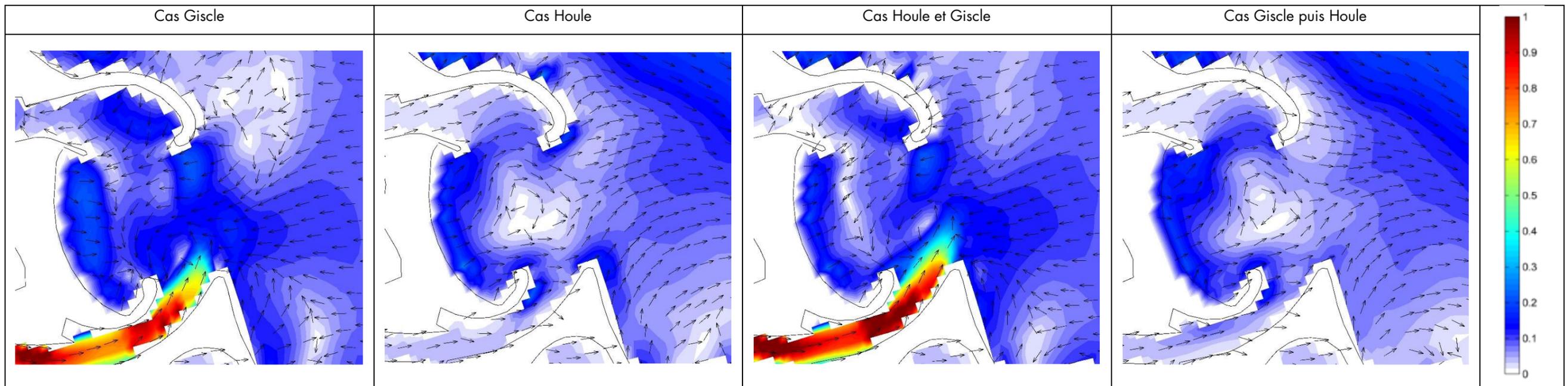


Figure 41 : Vitesse couche de fond (m/s)

Lorsque qu'il y a un débit dans la Gisle, on observe le courant sortir de la Gisle. Une grande partie part vers le large. Une faible partie est redirigée vers l'entrée du port. Dans les cas où la houle est aussi présente, les vitesses sortant de la Gisle après l'embouchure sont moins importantes. Dans le cas où il n'y a que la houle, les vitesses de courant sont très faibles. Les vitesses en surface sont beaucoup plus importantes que celles au fond. Devant la contre-jetée de Port Grimaud, les vitesses du courant au fond sont dirigées vers l'entrée du port. Dans la passe d'entrée, ces vitesses sont plus faibles (de l'ordre de 0.1 m/s) et dirigées vers la sortie. Les sédiments auront donc tendance à rentrer dans le port puis se déposent dans les zones d'eau calme. Les vitesses de l'onde de sortie du port étant trop faibles pour remettre en suspension ces sédiments.



L'image ci-dessous présente les volumes de sédiment transportés en $m^3/m/s$ après 5 et 24 h de tempête.

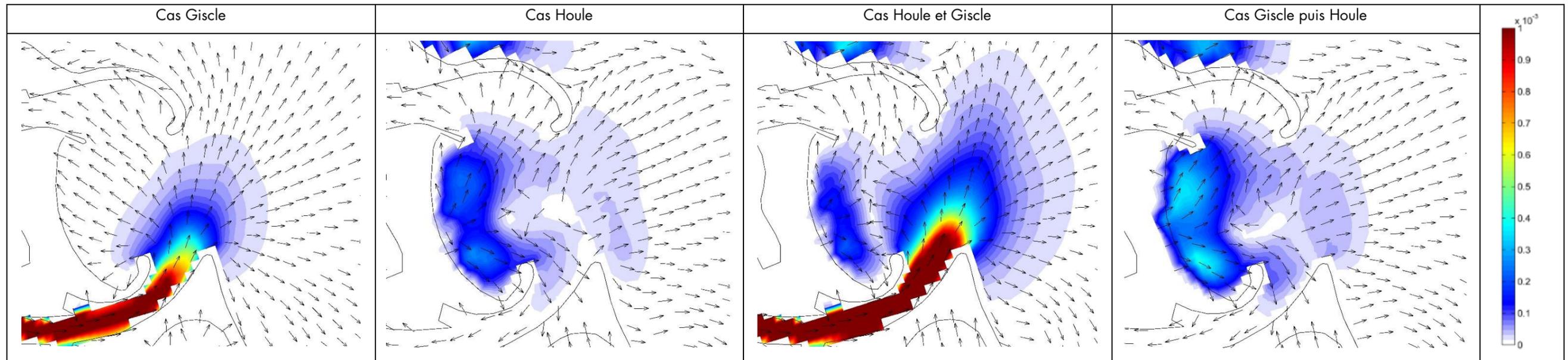


Figure 42 : Transport total ($m^3/m/s$) après 5h de tempête

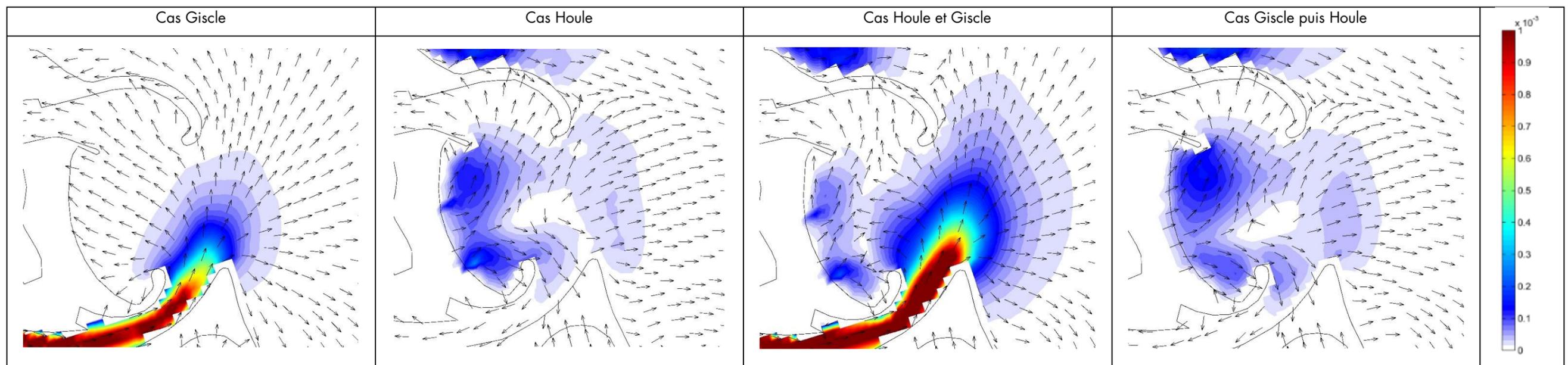


Figure 43 : Transport total ($m^3/m/s$) après 24h de tempête

Dans le cas d'un épisode de pluie (influence de la Gisle seule), le transport est limité au cours d'eau et diminue très rapidement à l'embouchure ; le transport dû à la Gisle reste donc confiné à l'embouchure de celle-ci et ne dépasse pas la zone de « bosse » sableuse.

Dans le cas d'un épisode de coup de mer, le transport sédimentaire s'effectue :

- Pour les profondeurs au-delà de 10 m, (au-delà de la bosse), les sédiments sont transportés principalement vers le large.
- Pour la zone de l'avant-port et le long de la page, les sédiments sont transportés avec une orientation principalement vers la passe d'entrée et pour une partie vers la plage et l'embouchure de la Gisle

Cette répartition du transport est similaire dans le cas de coup de mer et de pluie combinés, à l'exception de l'embouchure même de la Gisle qui charrie cette fois des sédiments. On note cependant une intensité moindre, probablement due à l'opposition des courants de la Gisle qui semblent résulter en une réduction des phénomènes hydrodynamiques dans la zone.

Dans toutes les conditions, aucun transport n'est observé devant la digue de Port Grimaud. Le sable ne se déplace donc pas entre la plage au Nord et la zone d'étude. Il n'y a ni apport ni perte de sédiment par la plage au Nord de la digue. L'image ci-dessous présente les phénomènes d'accrétion et d'érosion sur la zone d'étude.

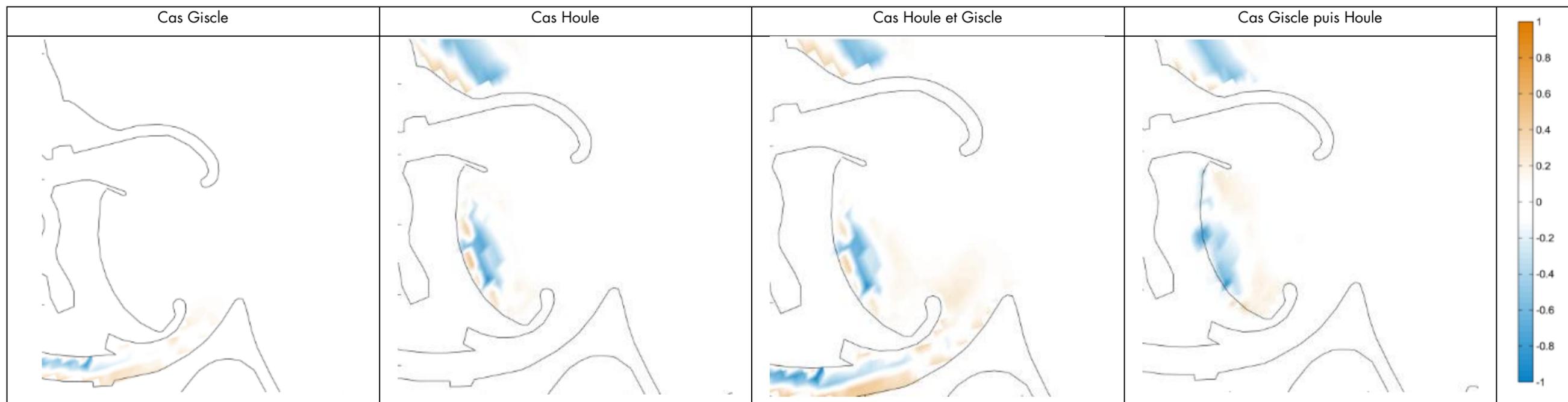


Figure 44 : Cumules d'Erosion/Accrétion (m) après 5h de tempête

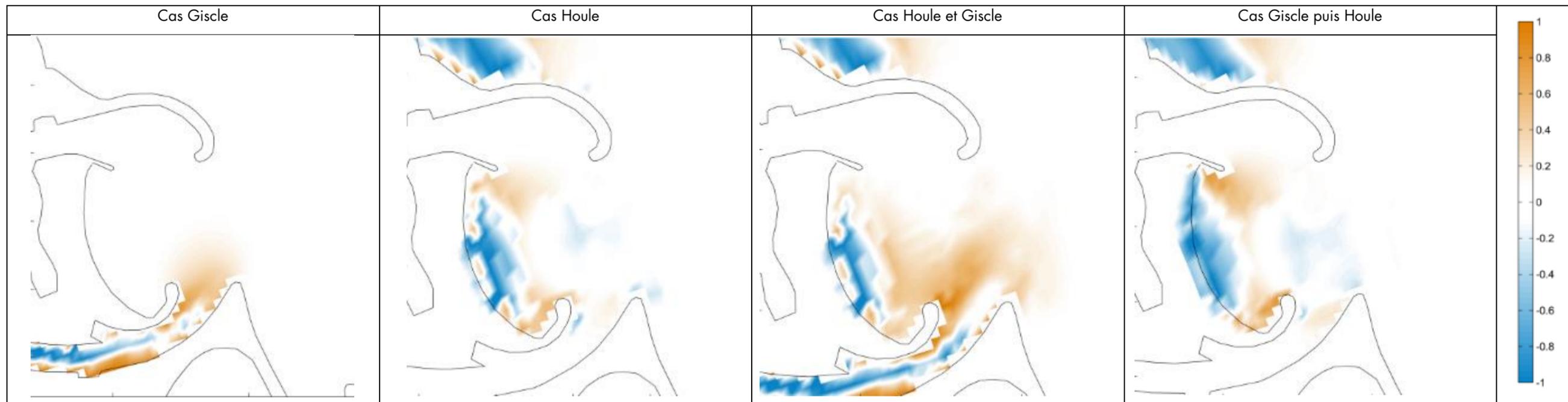


Figure 45 : Cumules d'Erosion/Accrétion (m) après 24h de tempête

Dans le cas d'un épisode pluvieux, les mouvements des fonds sont, logiquement, cantonnés au lit de la Gisle. A l'embouchure, un phénomène d'accrétion est observé du fait de l'apport de sédiments qui s'y déposent. Le dépôt reste limité à l'embouchure immédiate. Dans le cas d'un coup de mer, le fond se creuse logiquement devant la plage alors que la passe d'entrée et l'embouchure de la Gisle s'ensablent. Dans le cas de coup de mer et de pluie combinés, l'embouchure de la Gisle s'ensable fortement et du sable est stocké devant la plage. En cas de coup de mer suite à un épisode de pluie, la passe d'entrée de Port Grimaud s'ensable fortement, le sable déposé par la Gisle à son embouchure est repoussé vers la passe d'entrée par la houle.



5.3 CONCLUSION SUR LA SITUATION ACTUELLE

Les résultats du modèle numérique sont donc en cohérence avec les observations faites des évolutions bathymétriques sur la zone d'étude.

La modélisation numérique permet une meilleure compréhension des phénomènes de transport sédimentaire du site.

L'image ci-dessous propose une schématisation de ces phénomènes :

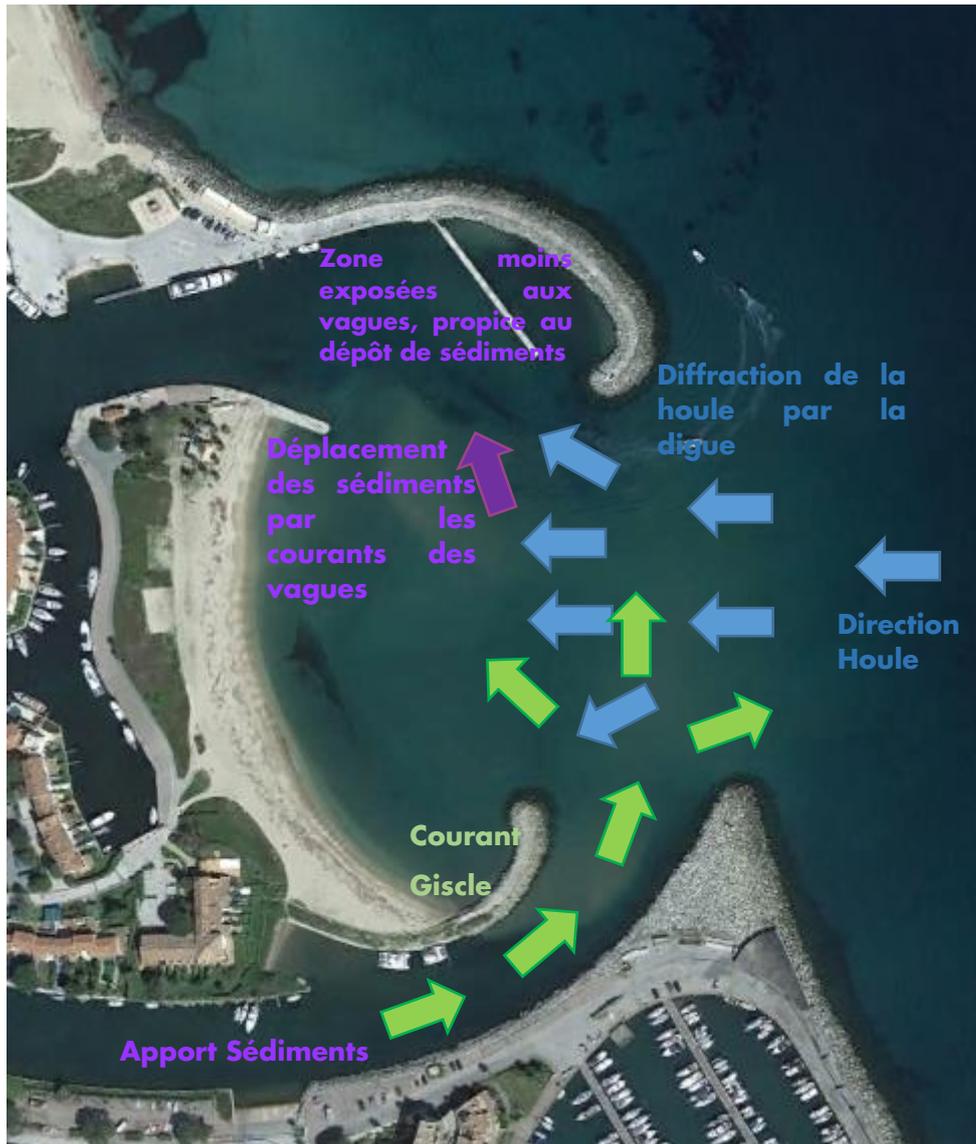


Figure 46 : Phénomènes sédimentaires sur la zone d'étude

L'apport principal de sédiments dans la zone se fait par la Gisèle. Elle dépose des sédiments au niveau de son embouchure immédiate, formant ainsi une structure sédimentaire, la « bosse de sable ».

Lors des coups de mer, les courants de houle créent un mouvement d'ensemble déplaçant les sédiments de l'embouchure de la Gisèle vers la passe d'entrée de l'avant-port du Port Grimaud.



A noter qu'à ces processus liés à des phénomènes météorologiques « intenses », s'ajoute le phénomène de « reconstruction » des plages par temps calme. En effet, pour des houles de faible intensité, les courants sont faibles mais les vas et vient des particules d'eau au fond génèrent une remontée lente de sable depuis les petits fonds vers la plage. Ce phénomène, non représenté ici car de faible intensité à l'échelle d'une période de quelques heures, contribue également au dépôt sédimentaire dans l'embouchure de la Giscle et devant la passe d'entrée de Port Grimaud.

Dans la suite de l'étude hydrosédimentaire, les scénarios suivants pour limiter l'ensablement sont étudiés :

- La modification de la passe d'entrée de Port Grimaud ;
- La modification de l'embouchure de la Giscle.

6 CAS PROJET

Afin de répondre aux problématiques, deux solutions sont proposées. La première répond à la problématique du bouchon sédimentaire à l'embouchure de la Giscle en supprimant le coude de la digue des marines de Cogolin (en bleu). La seconde répond à la problématique d'ensablement de la passe d'entrée de Port Grimaud en modifiant les digues de protection de la passe (en vert).

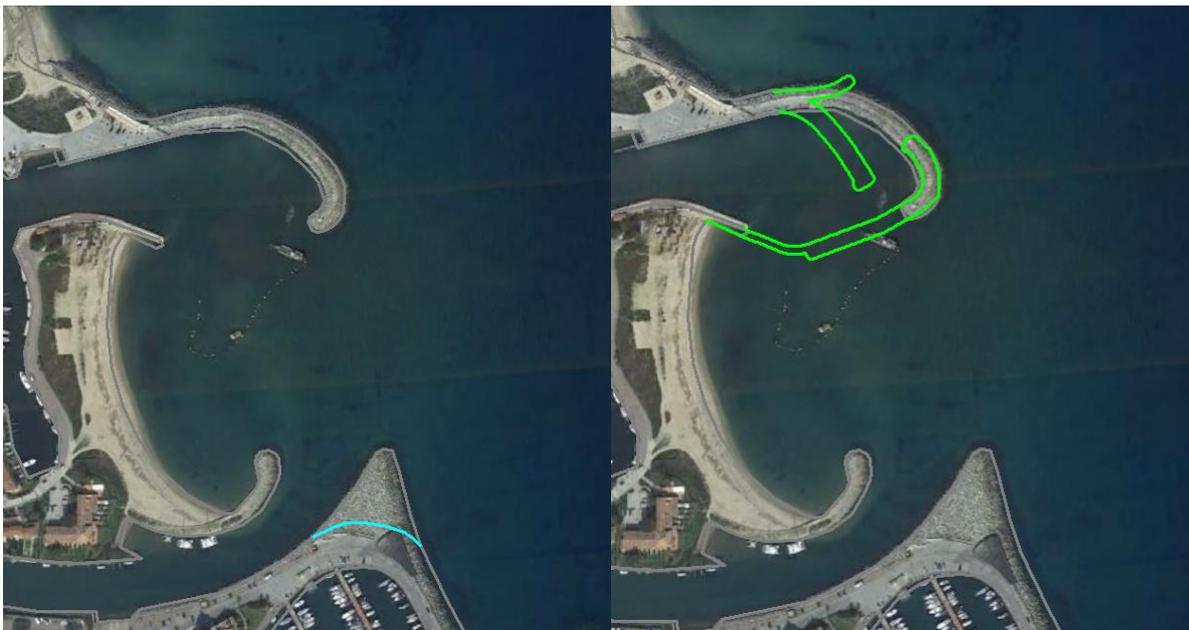


Figure 47 : Solution 1 (à gauche) et solution 2 (à droite)

Ces deux solutions ont été modélisées. Les résultats sont présentés ci-dessous.

6.1 SOLUTION 1 : MODIFICATION DE L'EMBOUCHURE DE LA GISCLE

Les résultats pour la solution 1 qui modifie l'embouchure de la Giscle sont présentés dans ce paragraphe. Les résultats du cas actuel sont repris dans la première ligne des tableaux afin de permettre la comparaison avec le cas projet. Les images ci-dessous présentent les hauteurs de houle après 24h de tempête.

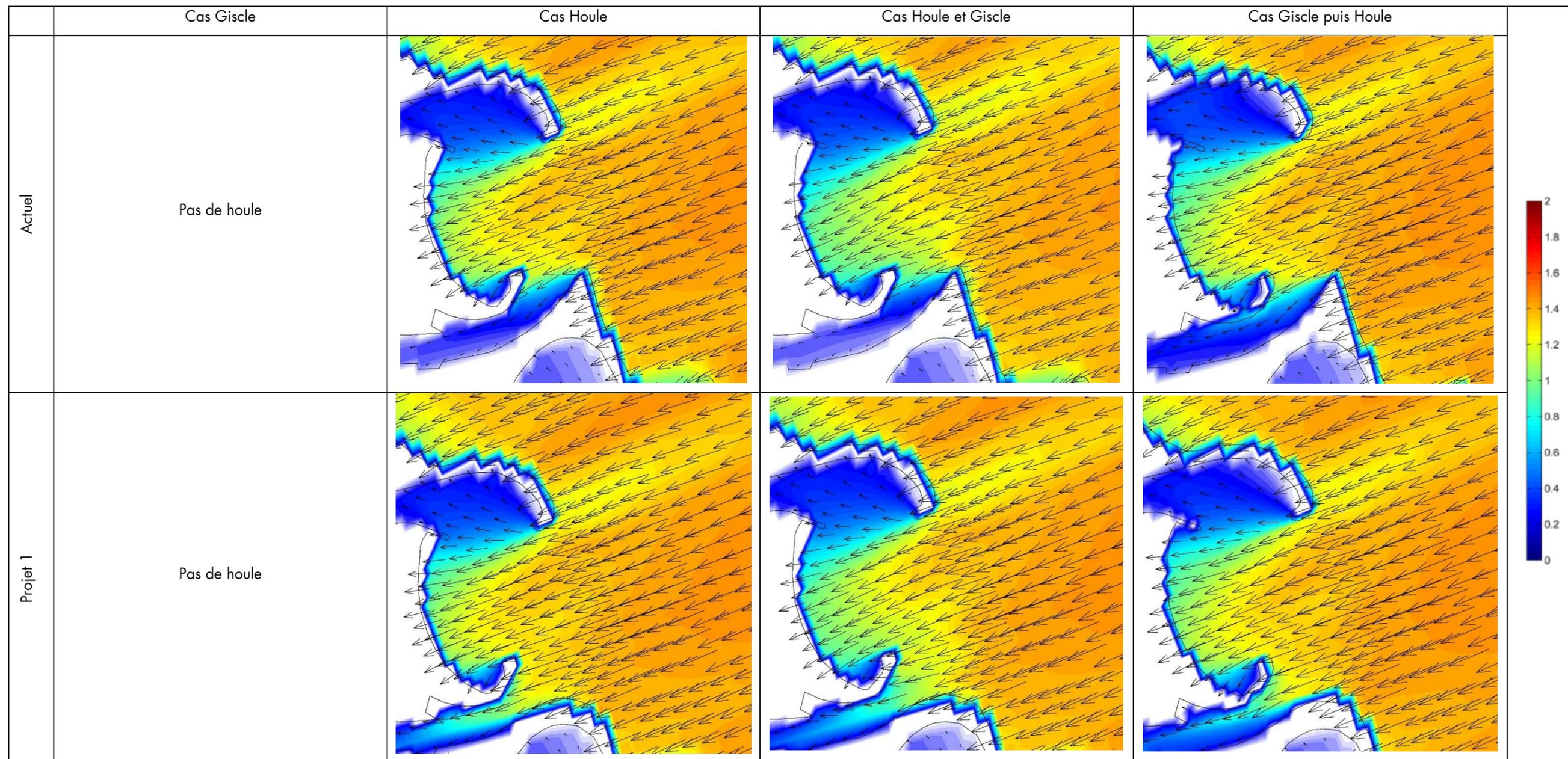


Figure 48 : Hauteur significative de la houle (m)

Le projet ne modifie pas les conditions de houle dans la passe d'entrée de Ports Grimaud. En revanche, la hauteur de houle à l'embouchure de la Giscle est plus élevée lorsque le coude des Marines de Cogolin est supprimé. Les vagues entrent dans l'embouchure, puis deviennent plus petites dans la Giscle.



Les images ci-dessous présentent les vitesses de courant en surface et sur le fond après 24h de tempête.

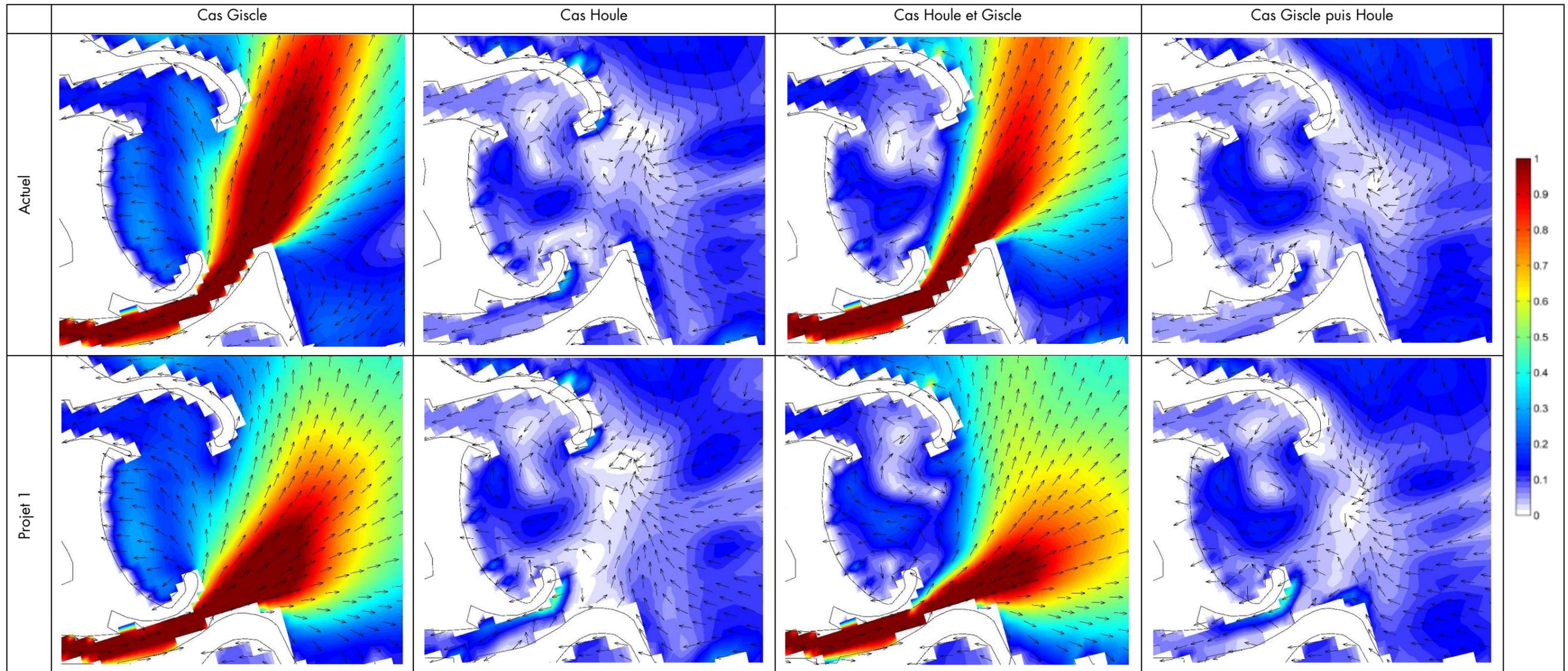


Figure 49 : Vitesse couche de surface (m/s)

Dans les cas où la houle est présente, le projet a pour effet d'augmenter la vitesse des courants de surface devant l'épi à l'embouchure de la Gisclé. Sinon les vitesses ailleurs sur la zone d'étude sont semblables. Dans le cas où le courant de la Gisclé est présent, le courant de surface se disperse à l'embouchure de la Gisclé de manière plus prononcée dans le cas projet. L'eau sort plus rectiligne de la Gisclé dans le cas projet, les vitesses des courants de la Gisclé sont moins importantes mais la zone de présence est plus importante.

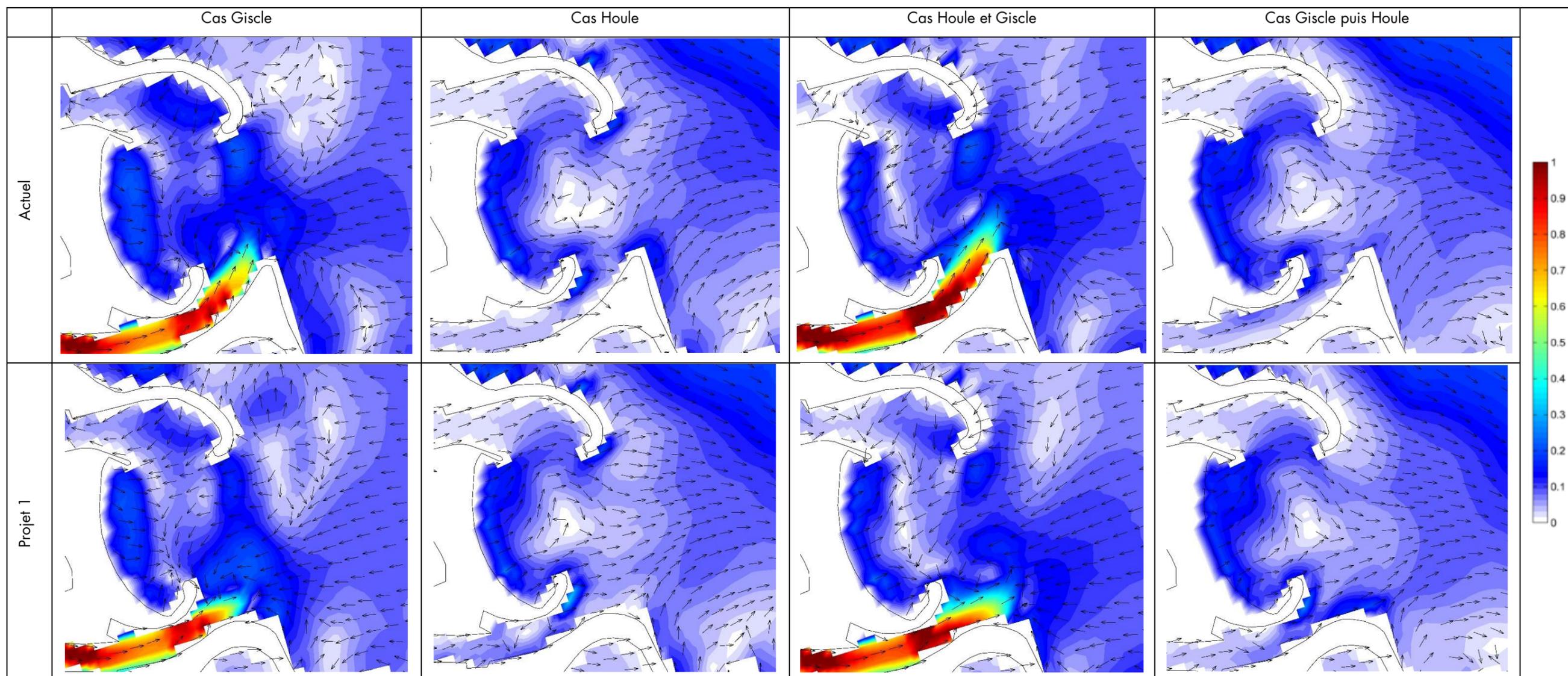


Figure 50 : Vitesse couche de fond (m/s)

Comme pour les courants de surface, dans les cas où la houle est présente, le projet a pour effet d'augmenter la vitesse des courants de fond devant l'épi à l'embouchure de la Gisle. Sinon les vitesses ailleurs sur la zone d'étude sont semblables. Dans le cas où le courant de la Gisle est présent, les courants au fond sont moins importants dans le cas projet. Les courants se dissipent rapidement à l'embouchure de la Gisle.

L'image ci-dessous présente les volumes de sédiment transportés en $m^3/m/s$ après 24 h de tempête.

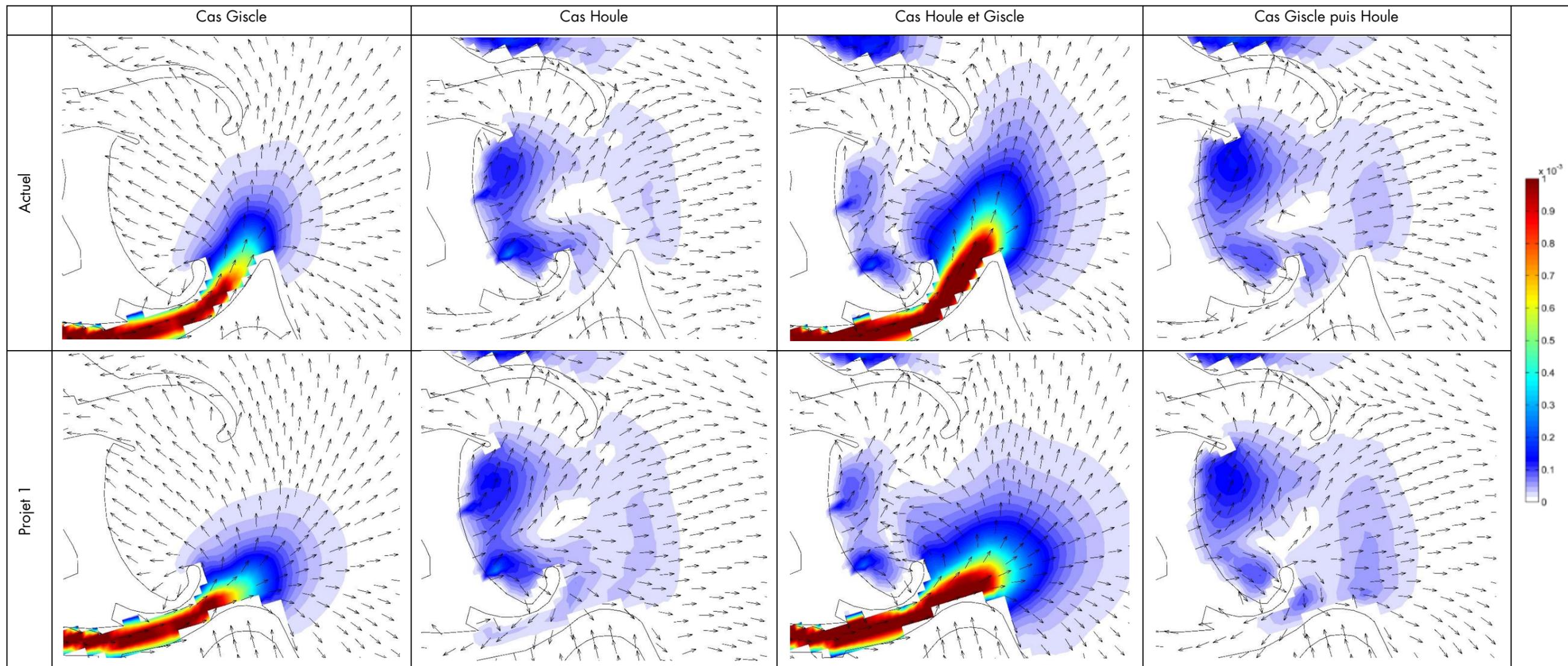


Figure 51 : Transport total ($m^3/m/s$) après 24h de tempête

Les quantités de sable transportés sont semblables avec et sans le projet. Seulement, le transport sédimentaire a plus tendance à se diriger vers la passe d'entrée des Marines de Cogolin étant donné que le coude de la digue ne le bloque plus. Le sable aura donc tendance à se déposer derrière l'arrondi de la digue de Cogolin, soit proche de la passe d'entrée.

L'image ci-dessous présente les phénomènes d'accrétion et d'érosion sur la zone d'étude après 24 h de tempête.

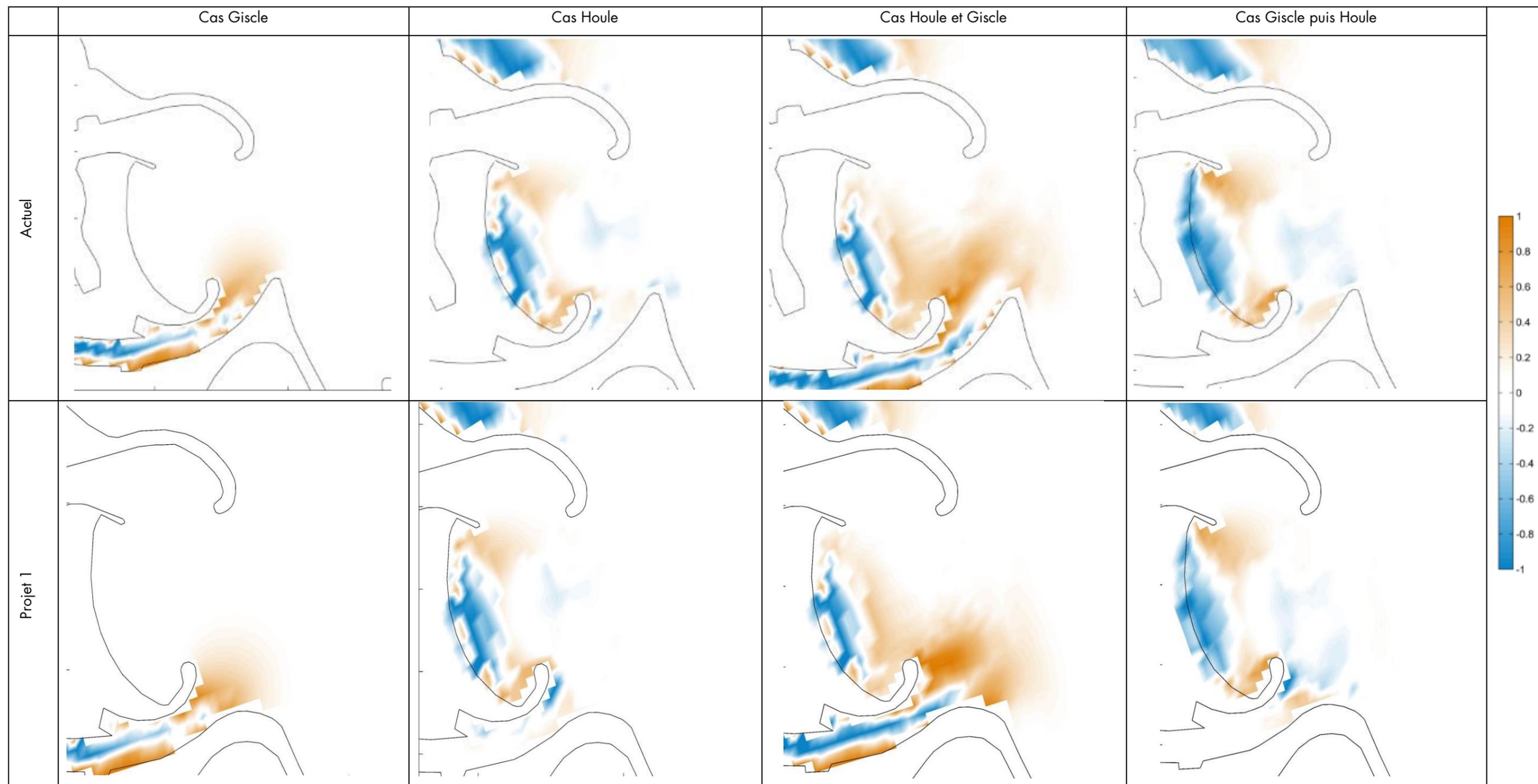


Figure 52 : Cumules d'Erosion/Accrétion (m) après 24h de tempête

Avec la solution, le sable continue de se déposer à l'embouchure de la Gisle, mais un peu plus au large, vers le Sud. De plus, un bouchon de sable se crée devant la digue, risquant d'ensabler la passe d'entrée des Marines de Cogolin. La passe d'entrée de Port Grimaud s'ensable toujours suite aux coups de mer.

6.2 SOLUTION 2 : MODIFICATION DE LA PASSE D'ENTREE DE PORTS GRIMAUD

La solution projet 1 n'apportant pas d'amélioration substantielle nous avons donc travaillé sur une solution accès sur la protection de la passe de Ports Grimaud. En effet après plus de 30 années d'exploitation la passe d'entrée et l'avant-port sont soumis à des inconvénients de plus en plus importants. **Dans un premier temps le bassin de l'avant-port n'a jamais pu être exploiter sur 12 mois de l'année. En effet ce plan d'eau n'est pacifié que 5 à 6 mois de l'année et la digue est régulièrement franchie** par les vagues occasionnant des pertes d'exploitation et des dégâts considérables sur les ouvrages en présences notamment les ouvrages d'accostage en présence. Aussi depuis plusieurs années le port de la cité lacustre de Grimaud réalise des campagnes de dragage importantes. Or cette contrainte au-delà du cout financier, et d'accessibilité de la passe d'entrée en devient une contrainte administrative aussi

Les résultats pour la solution 2 qui modifie la passe d'entrée de Port Grimaud sont présentés dans ce paragraphe. Les résultats du cas actuel sont repris dans la première ligne des tableaux afin de permettre la comparaison avec le cas projet.

Les images ci-dessous présentent les hauteurs de houle après 24h de tempête.

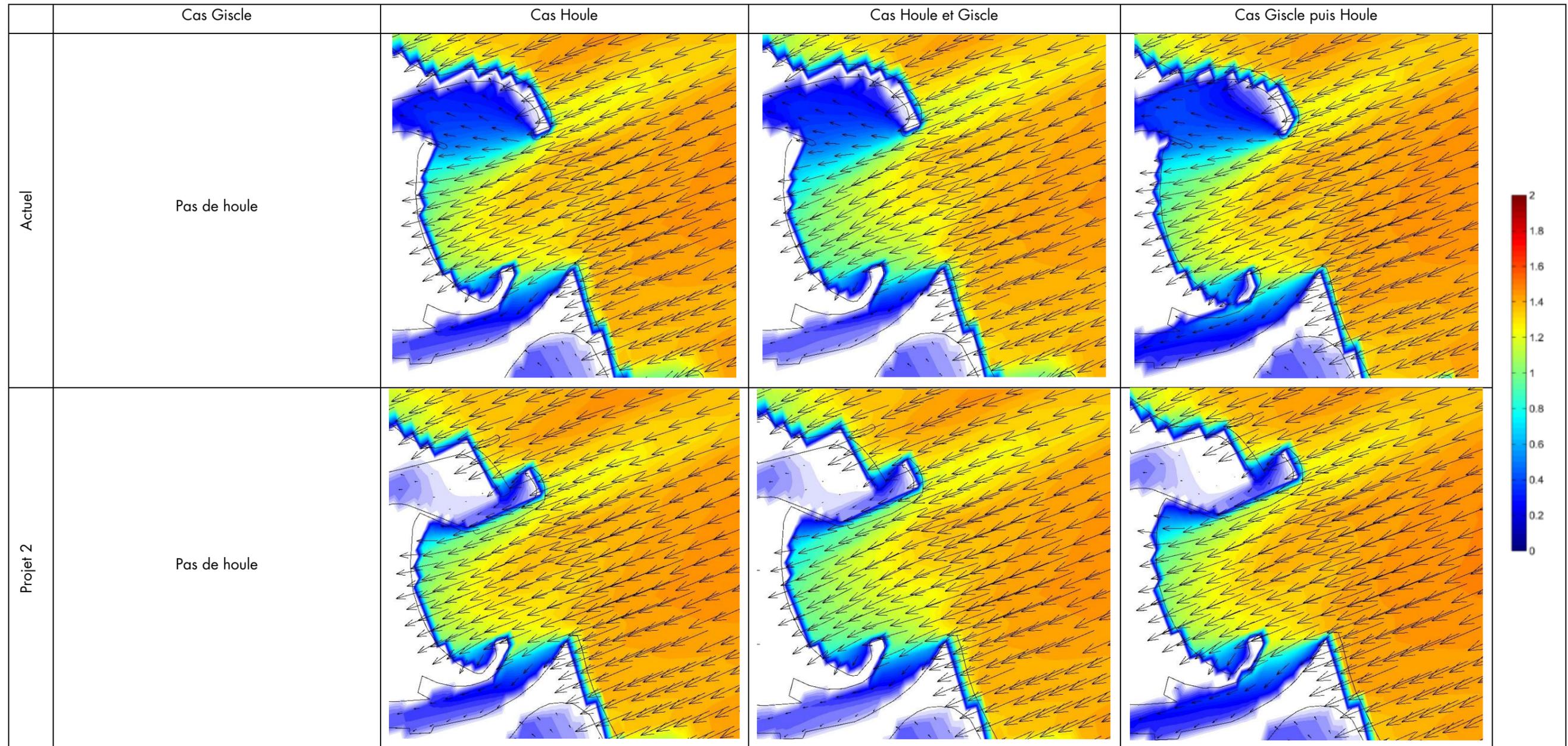


Figure 53 : Hauteur significative de la houle (m)

La passe d'entrée de Ports Grimaud est beaucoup plus calme. En revanche, la hauteur de houle sur le reste de la zone d'étude reste semblable à celle du cas actuel.

Les images ci-dessous présentent les vitesses de courant en surface et sur le fond après 24h de tempête.

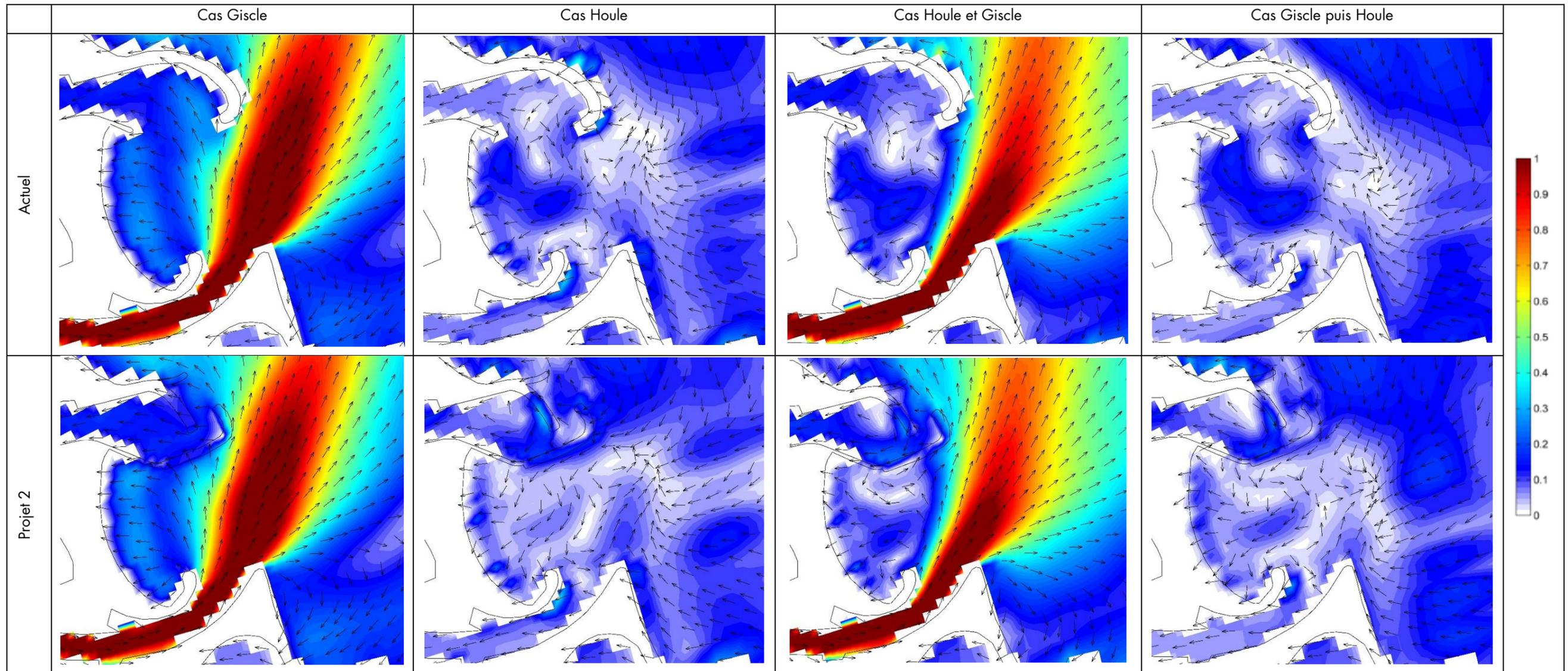


Figure 54 : Vitesse couche de surface (m/s)

Dans les cas où la houle est présente, le projet a pour effet de diminuer la vitesse des courants de surface devant la plage. A l'embouche de la Gisle, les courants de surface sont semblables entre le cas actuel et le cas projet. Dans le cas où le courant de la Gisle est présent, le courant de surface le plus important à l'embouche de la Gisle n'est presque pas modifié par le projet. Les courants de surface dans la passe d'entrée de Ports Grimaud sont différents du cas actuel mais restent faibles dans tous les cas.

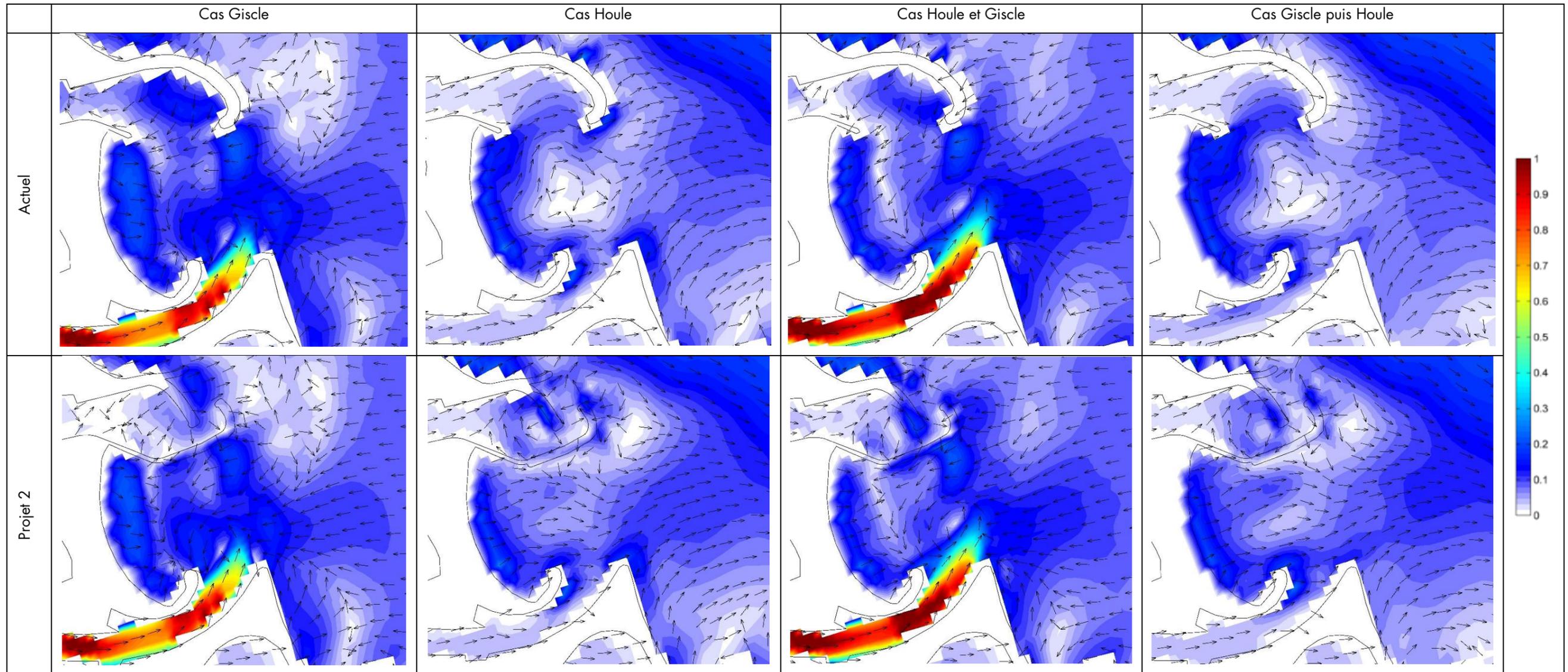


Figure 55 : Vitesse couche de fond (m/s)

Les courants de fond sont semblables entre le cas actuel et le cas projet sur toute la zone d'étude excepté dans la passe d'entrée de Ports Grimaud. Dans la passe d'entrée, les courants de fond sont plus faibles dans le cas projet.

L'image ci-dessous présente les volumes de sédiment transportés en $m^3/m/s$ après 24 h de tempête.

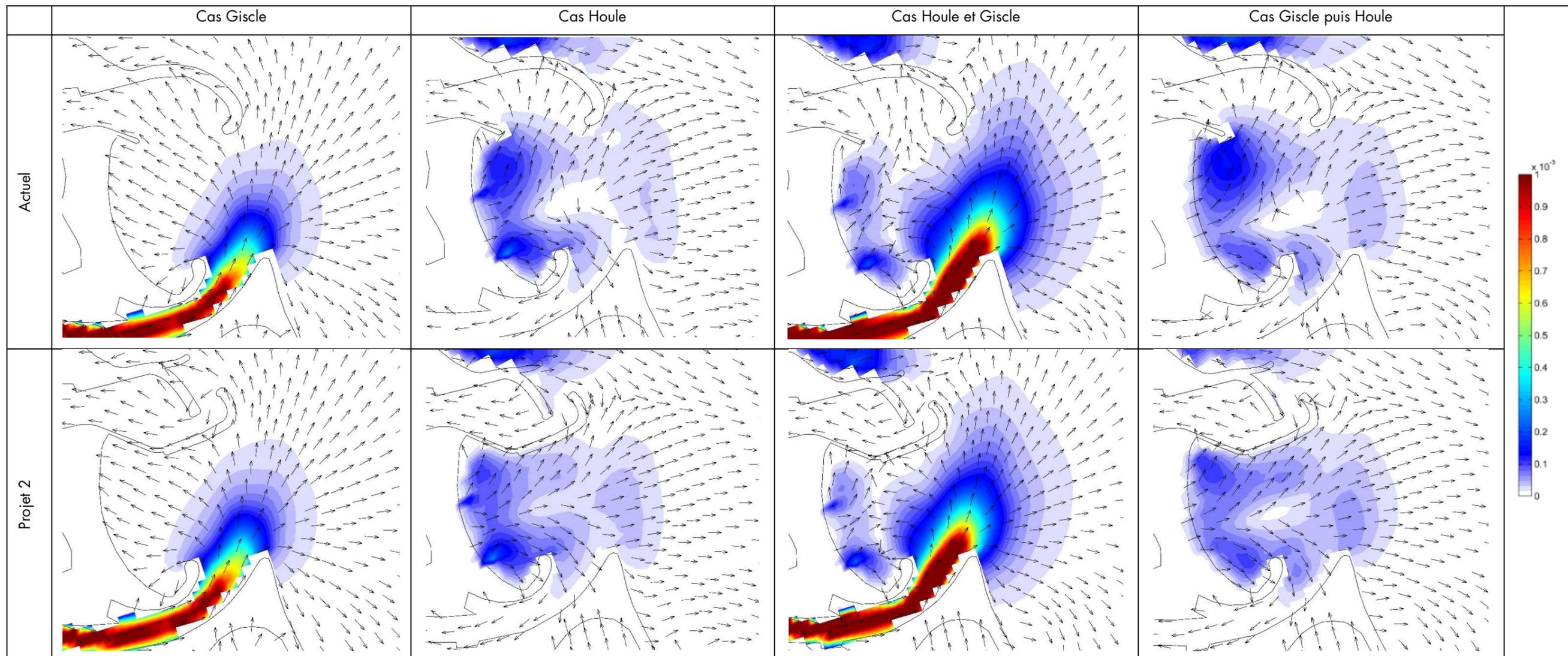


Figure 56 : Transport total ($m^3/m/s$) après 24h de tempête

Les quantités de sable transportés sont semblables avec et sans le projet. Pour la solution, le transport sédimentaire est bloqué par la digue et redirigé vers le large. Il y a peu de transport devant la passe d'entrée pour la solution.



L'image ci-dessous présente les phénomènes d'accrétion et d'érosion sur la zone d'étude après 24 h de tempête.

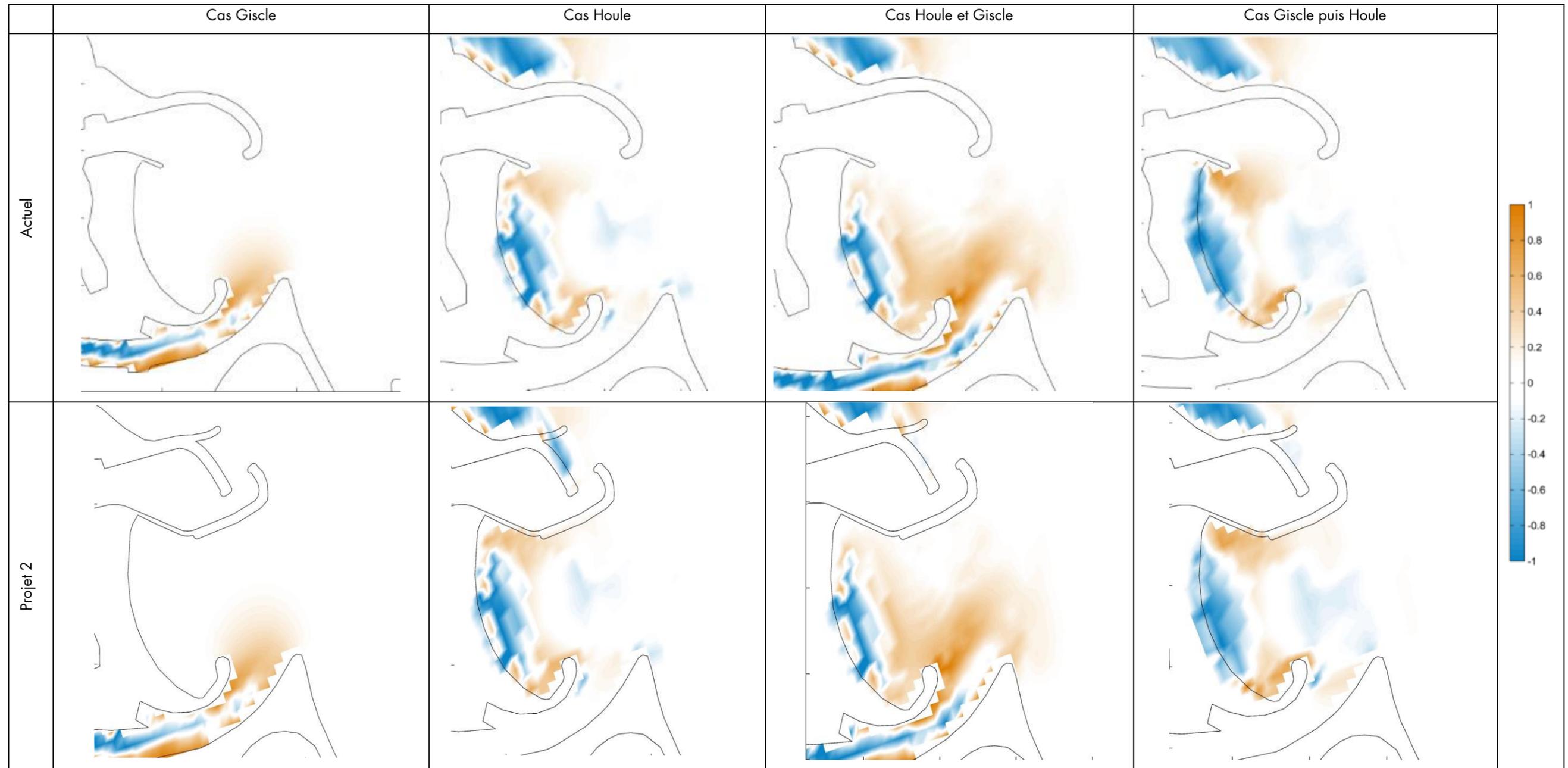


Figure 57 : Cumules d'Erosion/Accrétion (m) après 24h de tempête

Avec la solution, le sable continue de se déposer à l'embouchure de la Gisèle. De plus, le bouchon de sable qui se crée devant l'ancienne passe d'entrée reste bloqué par la digue devant la plage, la plage s'ensable devant la digue Sud de l'entrée de port Grimaud. Pour la solution, l'entrée du port est moins ensablée que pour le cas actuel, et l'avant-port n'est plus ensablé. La petite contre-digue sur la digue Nord permet de bloquer le sable apporté par la dérive littorale. L'embouchure de la Gisèle s'ensable toujours.



7 CONCLUSION

L'étude permet d'étudier les phénomènes physiques en jeu entre la passe d'entrée de Ports Grimaud et l'embouchure de la Gisle. Plusieurs solutions sont ensuite proposées afin de limiter les inconvénients d'ensablement.

Le modèle numérique a été appelé sur le cas actuel. Les résultats sont en cohérence avec les observations faites des évolutions bathymétriques sur la zone d'étude. Le modèle permet une meilleure compréhension des phénomènes de transport sédimentaire du site. Ces phénomènes sont rappelés ci-dessous.

- L'apport principal de sédiments dans la zone se fait par la Gisle. Elle dépose des sédiments au niveau de son embouchure immédiate, formant ainsi une structure sédimentaire, la « bosse de sable ».
- Par coup de mer, les courants de houle créent un mouvement d'ensemble déplaçant les sédiments de la zone vers la passe d'entrée.
- Durant les temps calme, les sables sont remontés lentement depuis les petits fonds vers la plage.

Deux solutions sont proposées afin de réduire l'ensablement de la zone. Elles sont présentées sur les images ci-dessous.

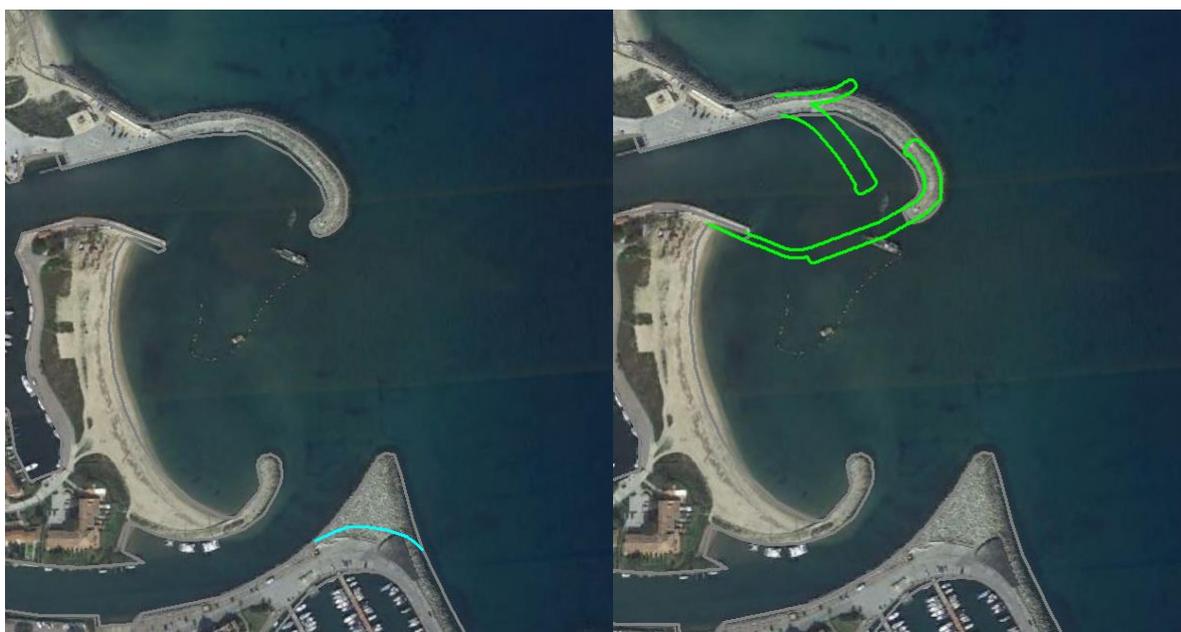


Figure 58 : Solution 1 (à gauche) et solution 2 (à droite)

Pour la première solution, le sable continue de se déposer à l'embouchure, mais un peu plus au large. La passe d'entrée de Port Grimaud s'ensable toujours suite à des coups de mer. De plus, un bouchon de sable se crée devant la digue, risquant d'ensabler la passe d'entrée des Marines de Cogolin. Cette solution n'est donc pas conseillée.

La solution 2 permet de réduire considérablement l'ensablement de la passe d'entrée et de pacifier le plan d'eau de l'avant-port qui aujourd'hui ne l'est pas. En effet, cette solution permet de ne plus avoir l'entrée du port face à la sortie de la Gisle. Par contre, l'entrée du port se retrouve face au transit littoral. Cependant, le modèle numérique ne prend pas en compte le transit littoral. Afin de limiter le risque de générer un léger ensablement dans la passe d'entrée, la réalisation d'un téton de digue placé perpendiculaire à la digue Nord permet de bloquer ce transit et ainsi diminuer très largement l'ensablement de la passe d'entrée. Cependant, les mouvements de sable à l'embouchure de la Gisle restent les mêmes avec donc une tendance à l'ensablement de son embouchure.



Aucune de ces deux solutions ne règle donc toutes les problématiques d'ensablement de la zone. Une solution serait de faire des pièges à sédiments et de les exploiter en amont de la Gisle afin de piéger les sédiments avant que ceux-ci arrivent sur le littoral.

8 ESTIMATIONS DU COUT DES SOLUTIONS ÉTUDIÉES

Nous avons travaillé sur deux solutions.

La première dans l'idée de réduire le transfert sédimentaire des sédiments vers la plage et la passe d'entrée du port Grimaud lié à la configuration courbe de la sortie de la Gisle de par la forme en « coude de la contre digue des Marines de Cogolin.

La seconde ne se focalisant que sur la protection de la passe d'entrée de Port Grimaud.

8.1 SOLUTION 1

Cette solution consisterait à supprimer le « coude » dans l'embouchure de la Gisle en déposant le musoir nord de la contre digue des Marines de Cogolin en corrélation avec la bathymétrie existante.

Cette disposition nécessite donc la dépose des enrochement existants et le rehaussement du la digue existante pour lutter contre les franchissements qui peuvent être importants en ce lieu

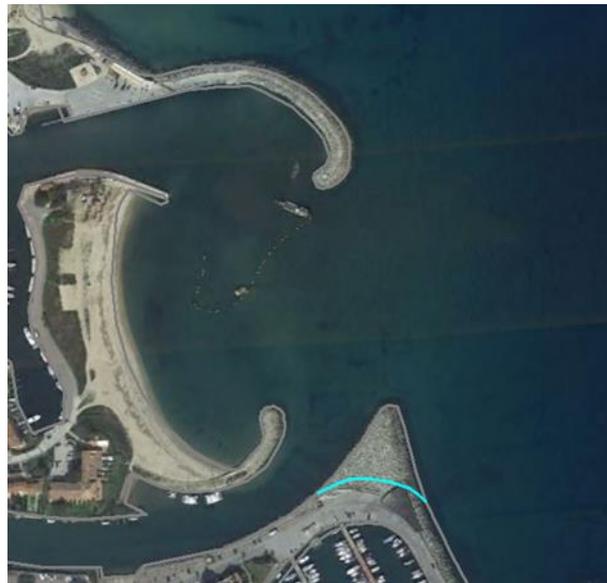


Figure 59 Solution 1 réduction du coude en sortie de la Gisle



8.1.1 Estimation sommaire des travaux

N°			Désignation	U	Travaux portuaires		
					Qté	PU	Total HT
1	1		Quai inférieur port	Ft	1,00	1 228 500,00	1 228 500,00
1	2		Dépose digue existante	Ft	1,00	220 000,00	220 000,00
1	3		Depose enrochement existants	t	22 648,00	21,00	475 608,00
1	4		Repose des blcs pour traitement fond	t	8 493,00	28,00	237 804,00
1	5		Rehausse digue existante	t	9 500,00	23,00	218 500,00
1	6		Rehausse contre mur	Ft	1,00	180 000,00	180 000,00
1	7		Evacuation blocs exedentaires	t	4 655,00	18,00	83 790,00
1	8		Depose et repose phare	Ft	1,00	25 000,00	25 000,00
Total Travaux							2 669 202,00
2	1		Installation de chantier, Amenée repli matériels, études d'exécution, qualité, sécurité, OPC,...	Ft	15%		400 380,30
2	2		Maitrise d'œuvre, bureau de contrôle, CSPCS, assurance	Ft	7%		173 498,13
2	3		Assurance, frais financiers, maîtrise d'ouvrage	Ft	3%		80 076,06
Total							653 954,49
Total							3 323 156,49
Aléas 5 %							166 157,82
Total HT							3 489 314,31
TVA 20%							697 862,86
Total TTC							4 187 177,18

8.2 SOLUTION 2

Après plus de 30 années d'exploitation la passe d'entrée et l'avant-port sont soumis à des inconvénients de plus en plus importants.

- Tout d'abord, le bassin de l'avant-port n'a jamais pu être exploité sur 12 mois de l'année. En effet, ce plan d'eau n'est pacifié que 5 à 6 mois de l'année et la digue est régulièrement franchie par les vagues occasionnant des pertes d'exploitation et des dégâts considérables sur les ouvrages en présences, notamment la panne d'accueil.
- Aussi, depuis plusieurs années, le port de la cité lacustre de Grimaud réalise des campagnes de dragage importantes. Or, cette contrainte, au-delà du coût financier et d'accessibilité de la passe d'entrée, en devient une contrainte administrative aussi.
- La digue du large est franchie par la houle.

L'étude permet d'étudier les phénomènes physiques en jeu dans la passe d'entrée. Plusieurs solutions sont ensuite proposées afin de limiter les inconvénients cités ci-dessus.

Cette solution permet de réduire considérablement l'ensablement de la passe d'entrée et de pacifier le plan d'eau de l'avant-port. Cependant elles prévoient des aménagements importants qui pourraient être financé par la création de poste de mouillages complémentaires dans l'avant-port qui pourraient être dédiés à la grande plaisance.

Elle aura un effet vertueux de protéger les ports Grimaud des phénomènes d'ensablement de la passe d'entrée et de pacifier le plan d'eau qui ne l'est pas aujourd'hui.

Ainsi la pacification du plan d'eau permettrait d'exploiter à l'année cet espace. Nous avons donc dans le cadre de la présente étude esquissé un plan d'aménagement de mouillage avec une tendance de navires de grande plaisance. Bien évidemment tout type d'aménagements du plan de mouillage est envisageable selon les souhaits et les besoins des exploitants et ou de la commune en fonction de leur vision. Il n'est donc donné qu'à titre indicatif

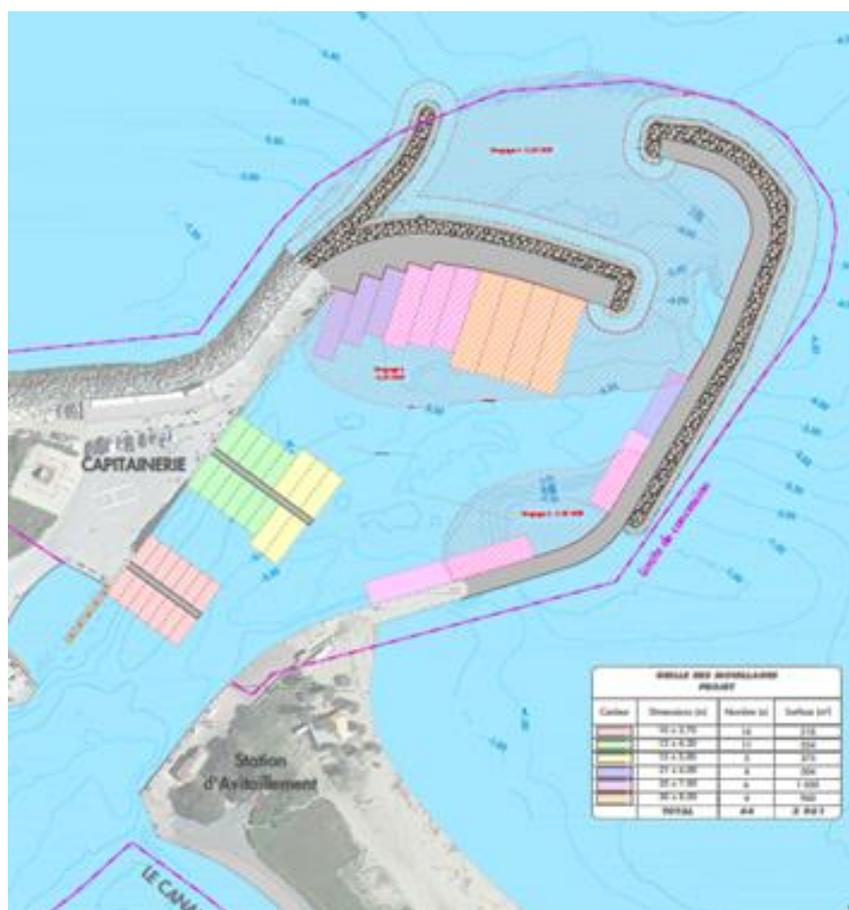


Figure 60 Solution 2 passe d'entrée port Grimaud

8.2.1 Estimation sommaire des travaux

N°		Désignation	U	Travaux portuaires		
				Qté	PU	Total HT
1	1	Quai intérieur port	Ft	1,00	1 228 500,00	1 228 500,00
1	2	Dépose digue existante	Ft	1,00	220 000,00	220 000,00
1	3	Adaptation contre digue existante	Ft	1,00	58 000,00	58 000,00
1	4	Prolongement contre digue actuelle pour future digue	Ft	1,00	1 691 949,00	1 691 949,00
1	5	Création contre digue	Ft	1,00	795 984,00	795 984,00
1	6	Plus value Musoir	Ft	2,00	180 000,00	360 000,00
1	7	Dragage	Ft	1,00	316 800,00	316 800,00
1	8	Voirie, réseaux, Aménagement de surface	Ft	1,00	585 540,00	585 540,00
1	9	Ponton (A voir avec optimisation ponton existants)	Ft	1,00	96 800,00	96 800,00
1	10	Appareux de mouillage	Ft	1,00	101 500,00	101 500,00
1	11	Équipements de signalisation et éclairage	Ft	1,00	75 000,00	75 000,00
1	12	Transfo et dilatation câble électrique "Grand Rue"	Ft	1,00	165 000,00	165 000,00
Total Travaux						5 695 073,00
2	1	Installation de chantier, Amenée repli matériels, études d'exécution, qualité, sécurité, OPC,...	Ft	15%		854 260,95
2	2	Maitrise d'œuvre, bureau de contrôle, CSPCS, assurance	Ft	7%		370 179,75
2	3	Assurance, frais financiers, maitrise d'ouvrage	Ft	3%		170 852,19
Total #REF!						1 395 292,89
Total						7 090 365,89
Aléas 5 %						354 518,29
Total HT						7 444 884,18
TVA 20%						1 488 976,84
Total TTC						8 933 861,02



8.2.2 Estimation Sommaire des recettes envisageables

Cette estimation est toute relative en effet elle dépend de nombreux paramètres notamment la durée des contrats de droit d'usage envisagée, le plan de mouillage (Ici alternative grande plaisance) ...

Cette disposition permettrait de créer /

- 14 places d'amarrages de 10*3.70,
- 12 places d'amarrages de 12*4,20,
- 5 places d'amarrages de 15*5,00,
- 4 places d'amarrages de 21*6,
- 6 places d'amarrages de 25*7,00,
- 4 places d'amarrages de 30*8,00,

Selon notre connaissance du marché et de façon conservative nous estimons les recettes annuelles à 542 540.00 euros TTC **soit 452 117,00euros HT** par année de location suivant tarif Port Grimaud 2013 disponible sur internet

Navire	Qté	Location annuelle	Total TTC pour 9 ans
10*3.70	14	4 779,00	66 906,00
12*4,20	12	7 907,00	94 884,00
15*5,00	5	10 566,00	52 830,00
21*6,00	4	16 555,00	66 220,00
25*7,00	6	22 750,00	136 500,00
30*8,00	4	31 300,00	125 200,00
Total TTC			542 540,00
Total HT (Arrondi)			452 117,00

8.2.3 Bilan financier

Sur un principe et une analyse simple l'investissement en considérant une recette annuelle de 452 117 euros HT sera amortit sur 16 années

9 APPROCHE RÉGLEMENTAIRE

Les travaux réalisés en contact avec le milieu marin doivent faire l'objet de différentes procédures, conformément aux textes et à la réglementation en vigueur, et notamment le Code de l'environnement.

Il convient de préciser, à titre liminaire, qu'un cadrage préalable auprès des services de l'État concernés (DREAL PACA et DDTM/DML notamment) sera indispensable afin de présenter le projet et de cadrer les procédures à mener.



9.1 ÉTUDE D'IMPACT

9.1.1 Cadre d'application

Une importante réforme de l'évaluation environnementale a fait l'objet de deux textes :

- L'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016 relative à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes ;
- Le décret n°2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes.



Ces textes ont notamment modifié l'annexe à l'article R122-2 du Code de l'environnement, précisant quels sont les projets soumis à étude d'impact ou à examen au cas par cas. Désormais, cette annexe précise :

<u>Catégories de projets</u>	<u>Projets soumis à évaluation environnementale</u>	<u>Projets soumis à examen au cas par cas</u>
MILIEUX AQUATIQUES, LITTORAUX ET MARITIMES		
9. Infrastructures portuaires, maritimes et fluviales		b) Construction de ports et d'installations portuaires, y compris ports de pêche (projets non mentionnés à la colonne précédente)
11. Travaux, ouvrages et aménagements en zone côtière		a) Ouvrages et aménagements côtiers destinés à combattre l'érosion et travaux maritimes susceptibles de modifier la côte par la construction notamment de digues, môles, de jetées, d'enrochements, d'ouvrages de défense contre la mer et d'aménagements côtiers constituant un système d'endiguement b) Reconstruction d'ouvrages ou aménagements côtiers existants
12. Récupération de territoires sur la mer		Tous travaux de récupération de territoires sur la mer
25. Extraction de minéraux par dragage marin ou fluvial		a) Dragage et/ou rejet y afférent en milieu marin (...)

Tableau 6 : Extraits de l'annexe à l'article R122-2 du Code de l'environnement

Le projet prévoit de :

- Prolonger et modifier les ouvrages de protection du port existants ;
- Créer des surfaces de quais destinées à accueillir des navires ;
- Réaliser des dragages ;
- Modifier le chenal existant ;
- Aussi la possibilité de sortir de la concession portuaire.

Conformément aux dispositions de l'annexe à l'article R122-2 du Code de l'environnement, un dossier d'examen au cas par cas doit être constitué. À l'issue de l'instruction de ce dossier par la DREAL PACA, un dossier d'étude d'impact pourra être constitué (cf. paragraphe « Procédure d'instruction »).

9.1.2 Contenu du dossier d'examen au cas par cas

Le dossier d'examen au cas par cas est constitué d'un formulaire Cerfa n°14734*03 et de ses annexes. Ce dossier peut être transmis à la DREAL PACA par plusieurs moyens décrits sur le site du Ministère de l'environnement : <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/saisir-l-autorite-environnementale-a4000.html>



9.1.3 Contenu du dossier d'étude d'impact

L'article R122-5 du Code de l'environnement détaille le contenu du dossier d'étude d'impact. Le contenu de cette étude est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine. Le contenu du dossier d'étude d'impact est le suivant :

« 1° Un résumé non technique des informations prévues ci-dessous. Ce résumé peut faire l'objet d'un document indépendant ;

2° Une description du projet, y compris en particulier :

– une description de la localisation du projet ;

– une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition nécessaires, et des exigences en matière d'utilisation des terres lors des phases de construction et de fonctionnement ;

– une description des principales caractéristiques de la phase opérationnelle du projet, relatives au procédé de fabrication, à la demande et l'utilisation d'énergie, la nature et les quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisés ;

– une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus, tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation, et des types et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement.

Pour les installations relevant du titre 1er du livre V du présent code et les installations nucléaires de base mentionnées à l'article [L. 593-1](#), cette description pourra être complétée dans le dossier de demande d'autorisation en application des articles [R. 181-13](#) et suivants et de l'article [8](#) du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives ;

3° Une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée "scénario de référence", et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles ;



4° Une description des facteurs mentionnés au III de l'article [L. 122-1](#) susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet : la population, la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris les aspects architecturaux et archéologiques, et le paysage ;

5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres :

a) De la construction et de l'existence du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition ;

b) De l'utilisation des ressources naturelles, en particulier les terres, le sol, l'eau et la biodiversité, en tenant compte, dans la mesure du possible, de la disponibilité durable de ces ressources ;

c) De l'émission de polluants, du bruit, de la vibration, de la lumière, la chaleur et la radiation, de la création de nuisances et de l'élimination et la valorisation des déchets ;

d) Des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ;

e) Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

– ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article [R. 181-14](#) et d'une enquête publique ;

– ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ;

f) Des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique ;

g) Des technologies et des substances utilisées.

La description des éventuelles incidences notables sur les facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 porte sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet ;

6° Une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences



négligables notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ;

7° Une description des solutions de substitution raisonnables qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine ;

8° Les mesures prévues par le maître de l'ouvrage pour :

– éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;

– compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.

La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments mentionnés au 5° ;

9° Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées ;

10° Une description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement ;

11° Les noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation ; (...) »

9.1.4 Procédure d'instruction

9.1.4.1 Examen au cas par cas

L'autorité environnementale dispose d'un délai de 35 jours pour prendre sa décision à compter de la réception du formulaire complet. En l'absence de réponse dans le délai de 35 jours, naît une décision implicite valant obligation de réaliser une étude d'impact.

A compter de la date de réception (accusé de la réception électronique, postal ou décharge) l'autorité environnementale peut, dans un délai de 15 jours, demander de compléter le formulaire afin qu'elle dispose des éléments nécessaires pour prendre sa décision. En l'absence d'une telle demande, le formulaire est réputé complet.

9.1.4.2 Étude d'impact

Les délais d'instruction d'une étude d'impact sont d'environ 12 mois, une fois le dossier réputé complet, comprenant l'organisation d'une enquête publique.



9.2 INSPECTION FAUNE-FLORE-HABITAT

Lorsqu'un projet fait l'objet d'une étude d'impact, une étude Faune-Flore-Habitat doit être réalisée (articles L110-1 et L122-1 du Code de l'environnement), afin de déterminer :

- La présence d'espèces faunistiques ou floristiques protégées ;
- La présence d'habitats communautaires à préserver ;
- Les interactions éventuelles du projet les sites Natura 2000 à proximité.

9.3 LOI SUR L'EAU

Deux textes relatifs à l'autorisation environnementale ont été publiés au mois de janvier 2017 :

- Décret n°2017-81 du 26 janvier 2017 relatif à l'autorisation environnementale ;
- Ordonnance n°2017-80 du 26 janvier 2017 relatif à l'autorisation environnementale.

Ces textes concernent l'autorisation environnementale des projets soumis à autorisation au titre de la législation sur l'eau ou de la législation des installations classées. Ils sont entrés en vigueur le 1^{er} mars 2017. Néanmoins, jusqu'au 30 juin 2017, ainsi que pour certains projets, les procédures antérieures resteront applicables, au choix du pétitionnaire.

9.3.1 Cadre d'application

L'article R214-1 du Code de l'environnement présente la nomenclature eau applicable aux projets réalisés en contact avec les milieux aquatiques et marins, et susceptibles d'avoir des incidences sur ces milieux. La partie IV concerne les impacts sur le milieu marin. Compte tenu de la nature du projet, les rubriques suivantes seront applicables :

4.1.1.0. Travaux de création d'un port maritime ou d'un chenal d'accès ou travaux de modification des spécifications théoriques d'un chenal d'accès existant (A).

4.1.2.0. Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu :

1° D'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros (A) ;

2° D'un montant supérieur ou égal à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros (D).

4.1.3.0. Dragage et/ ou rejet y afférent en milieu marin :

1° Dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence N2 pour l'un au moins des éléments qui y figurent (A) ;

2° Dont la teneur des sédiments extraits est comprise entre les niveaux de référence N1 et N2 pour l'un des éléments qui y figurent :

a) Et, sur la façade métropolitaine Atlantique-Manche-mer du Nord et lorsque le rejet est situé à 1 kilomètre ou plus d'une zone conchylicole ou de cultures marines :

I.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 50 000 m³ (A) ;

II.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à 50 000 m³ (D) ;

b) Et, sur les autres façades ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines :

I.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m³ (A) ;



II.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à 5 000 m³ (D) ;

3° Dont la teneur des sédiments extraits est inférieure ou égale au niveau de référence N1 pour l'ensemble des éléments qui y figurent :

a) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 500 000 m³ (A) ;

b) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m³ sur la façade Atlantique-Manche-mer du Nord et à 500 m³ ailleurs ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines, mais inférieur à 500 000 m³ (D).

Tableau 7 : Extraits de l'article R214-1 du Code de l'environnement

Les projets envisagés modifiant les spécifications théoriques du chenal d'accès existant, un dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau doit être constitué et ou leurs montants estimatifs des travaux respectifs seront supérieurs à 1 900 000 euros TTC.

9.3.2 Contenu du dossier d'autorisation

Conformément aux dispositions de l'article R181-13 du Code de l'environnement, le dossier d'autorisation environnementale comprend :

« 1° Lorsque le pétitionnaire est une personne physique, ses nom, prénoms, date de naissance et adresse et, s'il s'agit d'une personne morale, sa dénomination ou sa raison sociale, sa forme juridique, son numéro de SIRET, l'adresse de son siège social ainsi que la qualité du signataire de la demande ;

2° La mention du lieu où le projet doit être réalisé ainsi qu'un plan de situation du projet à l'échelle 1/25 000, ou, à défaut au 1/50 000, indiquant son emplacement ;

3° Un document attestant que le pétitionnaire est le propriétaire du terrain ou qu'il dispose du droit d'y réaliser son projet ou qu'une procédure est en cours ayant pour effet de lui conférer ce droit ;

4° Une description de la nature et du volume de l'activité, l'installation, l'ouvrage ou les travaux envisagés, de ses modalités d'exécution et de fonctionnement, des procédés mis en œuvre, ainsi que l'indication de la ou des rubriques des nomenclatures dont le projet relève. Elle inclut les moyens de suivi et de surveillance, les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident ainsi que les conditions de remise en état du site après exploitation et, le cas échéant, la nature, l'origine et le volume des eaux utilisées ou affectées ;

5° Soit, lorsque la demande se rapporte à un projet soumis à évaluation environnementale, l'étude d'impact réalisée en application des articles [R. 122-2](#) et [R. 122-3](#), s'il y a lieu actualisée dans les conditions prévues par le III de l'article [L. 122-1-1](#), soit, dans les autres cas, l'étude d'incidence environnementale prévue par l'article [R. 181-14](#) ;

6° Si le projet n'est pas soumis à évaluation environnementale à l'issue de l'examen au cas par cas prévu par l'article [R. 122-3](#), la décision correspondante, assortie, le cas échéant, de l'indication par le pétitionnaire des modifications apportées aux caractéristiques et mesures du projet ayant motivé cette décision ;



7° Les éléments graphiques, plans ou cartes utiles à la compréhension des pièces du dossier, notamment de celles prévues par les 4° et 5° ;

8° Une note de présentation non technique. »

9.3.3 Procédure d'instruction

Les délais d'instruction d'une étude d'impact sont d'environ 12 mois, une fois le dossier réputé complet, comprenant l'organisation d'une enquête publique.

9.4 ENQUETE PUBLIQUE

Les projets soumis à autorisation au titre de la « loi sur l'eau » et ceux soumis à étude d'impact font obligatoirement l'objet d'une enquête publique au titre du Code de l'environnement (articles L123-2 du et R214-8 du Code de l'environnement).

Le Code de l'environnement permet d'organiser une **enquête publique unique**, comme l'énonce l'article L123-6 du Code de l'environnement :

« Lorsque la réalisation d'un projet, plan ou programme est soumise à l'organisation de plusieurs enquêtes publiques dont l'une au moins en application de l'article [L. 123-2](#), il peut être procédé à une enquête unique (...) ».

Le dossier d'enquête publique doit comprendre, conformément aux dispositions de l'article R123-8 du Code de l'environnement :

« 1° Lorsqu'ils sont requis, l'étude d'impact et son résumé non technique, le rapport sur les incidences environnementales et son résumé non technique, et, le cas échéant, la décision prise après un examen au cas par cas par l'autorité environnementale mentionnée au IV de l'article L. 122-1 ou à l'article L. 122-4, ainsi que l'avis de l'autorité environnementale mentionné au III de l'article L. 122-1 et à l'article L. 122-7 du présent code ou à l'[article L. 104-6 du code de l'urbanisme](#) ;

2° En l'absence d'évaluation environnementale le cas échéant, la décision prise après un examen au cas par cas par l'autorité environnementale ne soumettant pas le projet, plan ou programme à évaluation environnementale et, lorsqu'elle est requise, l'étude d'incidence environnementale mentionnée à l'article L. 181-8 et son résumé non technique, une note de présentation précisant les coordonnées du maître d'ouvrage ou de la personne publique responsable du projet, plan ou programme, l'objet de l'enquête, les caractéristiques les plus importantes du projet, plan ou programme et présentant un résumé des principales raisons pour lesquelles, notamment du point de vue de l'environnement, le projet, plan ou programme soumis à enquête a été retenu ;

3° La mention des textes qui régissent l'enquête publique en cause et l'indication de la façon dont cette enquête s'insère dans la procédure administrative relative au projet, plan ou programme considéré, ainsi que la ou les décisions pouvant être adoptées au terme de l'enquête et les autorités compétentes pour prendre la décision d'autorisation ou d'approbation ;

4° Lorsqu'ils sont rendus obligatoires par un texte législatif ou réglementaire préalablement à l'ouverture de l'enquête, les avis émis sur le projet plan, ou programme ;



5° Le bilan de la procédure de débat public organisée dans les conditions définies aux articles L. 121-8 à L. 121-15, de la concertation préalable définie à l'article L. 121-16 ou de toute autre procédure prévue par les textes en vigueur permettant au public de participer effectivement au processus de décision. Il comprend également l'acte prévu à l'article L. 121-13. Lorsque aucun débat public ou lorsque aucune concertation préalable n'a eu lieu, le dossier le mentionne ;

6° La mention des autres autorisations nécessaires pour réaliser le projet dont le ou les maîtres d'ouvrage ont connaissance.»

Les projets étant soumis à minima à un dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau, une enquête publique sera organisée, au titre du Code de l'environnement.

9.5 ÉVALUATION DES INCIDENCES NATURA 2000

La commune de Grimaud se situe dans le périmètre de la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) FR9301622 La Plaine et le Massif des Maures. Néanmoins, la zone de projet n'est pas directement située dans cette zone Natura 2000.

L'article L414-4 du Code de l'environnement précise que les projets susceptibles d'affecter de manière significative un site Natura 2000 doivent faire l'objet d'une Évaluation des incidences Natura 2000. 29 cas sont prévus par la liste nationale de l'article R 414-19 du code de l'Environnement.

Compte tenu de l'éloignement de la zone d'étude par rapport aux zones Natura 2000, une évaluation simplifiée des incidences sera suffisante et sera intégrée dans le dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau.

9.6 DECLARATION DE PROJET

Au titre de l'article L126-1 du Code de l'environnement :

« Lorsqu'un projet public de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages a fait l'objet d'une enquête publique en application du chapitre III du présent titre, l'autorité de l'État ou l'organe délibérant de la collectivité territoriale ou de l'établissement public responsable du projet se prononce, par une déclaration de projet, sur l'intérêt général de l'opération projetée. »

Une enquête publique au titre du Code de l'environnement doit être réalisée et permet à son issue de déclarer la réalisation du projet d'intérêt général.

Deux conditions cumulatives doivent être remplies pour qu'il y ait une déclaration de projet :

- Il doit s'agir d'une opération qui, en raison de sa nature, de sa consistance ou du caractère des zones concernées, est susceptible d'affecter l'environnement. Cette opération doit donc donner lieu à une enquête publique ;
- Il doit s'agir d'un projet public de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages, c'est-à-dire d'une opération nécessairement publique.

Le projet d'aménagement de la passe d'entrée de Port Grimaud 1, compte tenu de sa nature publique et de son impact sur l'environnement, entrera a priori dans le cadre de la déclaration de projet au sens du Code de l'environnement.



9.7 INSTRUCTION AU TITRE DU CODE DES TRANSPORTS

L'instruction au titre du Code des transports concerne la création ou l'extension de ports relevant des collectivités territoriales. Les procédures concernées sont les suivantes :

- Pour une création ou extension portuaire, article R5314-1 du Code des transports ;
- L'instruction de l'autorité compétente se fera suivant les articles R 5314-2 à R5314-4 du même code ;
- Décision de création ou d'extension suivant les articles R 5314-2 à R5314-8 du Code des transports ;
- Si décision de transfert de gestion du DPM : articles L2123-3 et R2123-9 du CGPPP¹ ;
- Si délimitation du périmètre portuaire : articles R5311-1 et R5314-22 du Code des transports.

Conformément aux dispositions de l'article R5314-2 du Code des transports :

« Les avant-projets de travaux de construction, d'extension et de modernisation des infrastructures des ports départementaux et communaux sont soumis, avant décision de la collectivité compétente, à une instruction menée par le directeur du port »

Le dossier d'instruction au titre du Code des transports (article R5314-3 du même code) comprend les éléments suivants :

- L'étude d'impact lorsqu'elle est requise ;
- La ou les rubriques de la nomenclature eau (article R214-1 du Code de l'environnement) dont relève le projet ;
- Le dossier d'autorisation ou de déclaration au titre de la « loi sur l'eau », sauf si l'étude d'impact en tient lieu.

Conformément à l'article R5314-4 du Code des transports, l'instruction comprend les formalités suivantes, qui doivent être effectuées de manière simultanée :

- 1° Consultation du conseil portuaire ;
- 2° Consultation des collectivités et des services locaux intéressés ;
- 3° Consultation du concessionnaire, lorsqu'il n'est pas maître d'ouvrage ;
- 4° Consultation de la chambre de commerce et d'industrie compétente, lorsqu'elle n'est pas le concessionnaire ;
- 5° Consultation, s'il y a lieu, de la commission nautique dont les conditions de fonctionnement sont fixées par le décret n° 86-606 du 14 mars 1986 relatif aux commissions nautiques. La grande commission nautique est consultée sur les opérations comportant une modification des ouvrages extérieurs du port ou des chenaux d'accès. La commission nautique locale est consultée dans les autres cas ;
- 6° Consultation s'il y a lieu de la commission régionale pour l'amélioration des conditions de débarquement des produits de la pêche ;
- 7° Enquête publique s'il y a lieu.

Cette instruction, menée concomitamment à celle de la loi sur l'eau, nécessite la consultation des Commissions nautiques. En l'espèce, la Grande Commission sera compétente étant donné que les travaux modifient les spécifications d'un chenal existant.

¹ Code Général de la Propriété des Personnes Publiques (ou CGPPP ou CG3P)



9.8 TRANSFERT DE GESTION ET EXTENSION PORTUAIRE

Conformément à l'article L2123-3 et L 2123-4 pour la partie législative R 2123-9 à R2123-14 pour la partie réglementaire du CG3P :

« Les personnes publiques mentionnées à [l'article L. 1](#) peuvent opérer, entre elles, un transfert de gestion des immeubles dépendant de leur domaine public pour permettre à la personne publique bénéficiaire de gérer ces immeubles en fonction de leur affectation. »

Le transfert de gestion concerne les extensions portuaires. Ce transfert n'impose pas obligatoirement de limite dans le temps.

Le dossier de transfert de gestion doit préciser l'objet, le motif et les caractéristiques essentielles du projet de façon à établir que celui-ci répond à un intérêt général. Ce dossier précise également l'ensemble des procédures préalables menées pour ce projet.

Les services de l'État disposent alors d'un délai de 4 mois pour se prononcer. L'absence de réponse à l'issue de ce délai valant refus de consentir au transfert de gestion.

En l'espèce, une des solutions proposées suppose de sortir du périmètre de la concession portuaire. À ce titre, si cette solution est retenue, il est nécessaire de présenter un dossier de transfert de gestion valant extension portuaire auprès des services de l'État.

10 RÉFÉRENCES

- [1] Etudes d'AVP pour la mission de Maitrise d'œuvre d'aménagement du littoral de Grimaud, ACRI-IN pour la commune de Grimaud, 2012.
- [2] Faisabilité d'aménagement de la passe d'entrée, ACRI-IN, 2014
- [3] Protection du littoral de Grimaud, Aménagement des ouvrages maritimes, ACRI-IN pour la commune de Grimaud, 2012.
- [4] Rapport d'étape 2, Hydrologie, hydraulique, transport solide et hydrogéologie, ACRI-IN pour la commune de Cogolin, 2013.
- [5] Audit et Maitrise d'œuvre des infrastructures et des équipements portuaires du port de Grimaud 1 : diagnostic sédimentaire, CORINTHE Ingénierie, 2016.
- [6] Étude hydraulique et hydromorphologique & définition du schéma d'aménagement des bassins versants de la Gisle, du Bélieu et du Bourrian, Phase 2 construction du modèle hydraulique et diagnostic hydraulique, SCE, 2016.
- [7] Analyses sédimentaires de sédiments, Embouchure de la Gisle, INSA, 2017.
- [8] Etude hydraulique calcul d'écoulement sur la Gisle, HGM, 2011