

ANNEXES

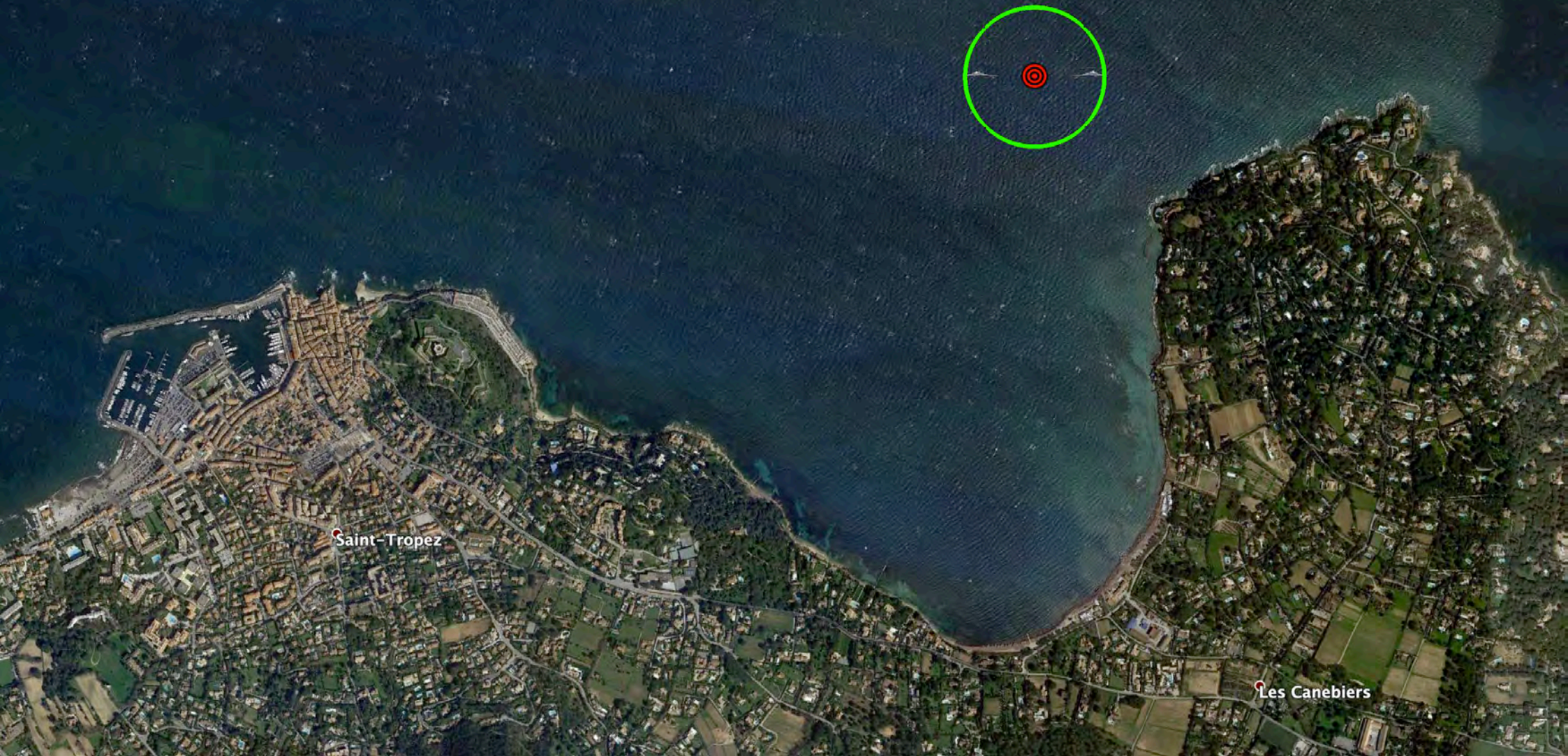
Plan de situation



5SdVg #!\$ "" [i_ W

Projet - localisation avec cercle d'évitage

Golfe de Saint-Tropez



Photographies de la zone d'implantation



Zone sableuse au niveau de l'implantation prévue du coffre d'amarrage (source SEAVIEWS, caractérisation des fonds au droit de l'ouvrage projeté, 2020)



Herbier de Posidonie peu dense entourant la zone sableuse où sera positionné le coffre d'amarrage (source SEAVIEWS, caractérisation des fonds au droit de l'ouvrage projeté, 2020)

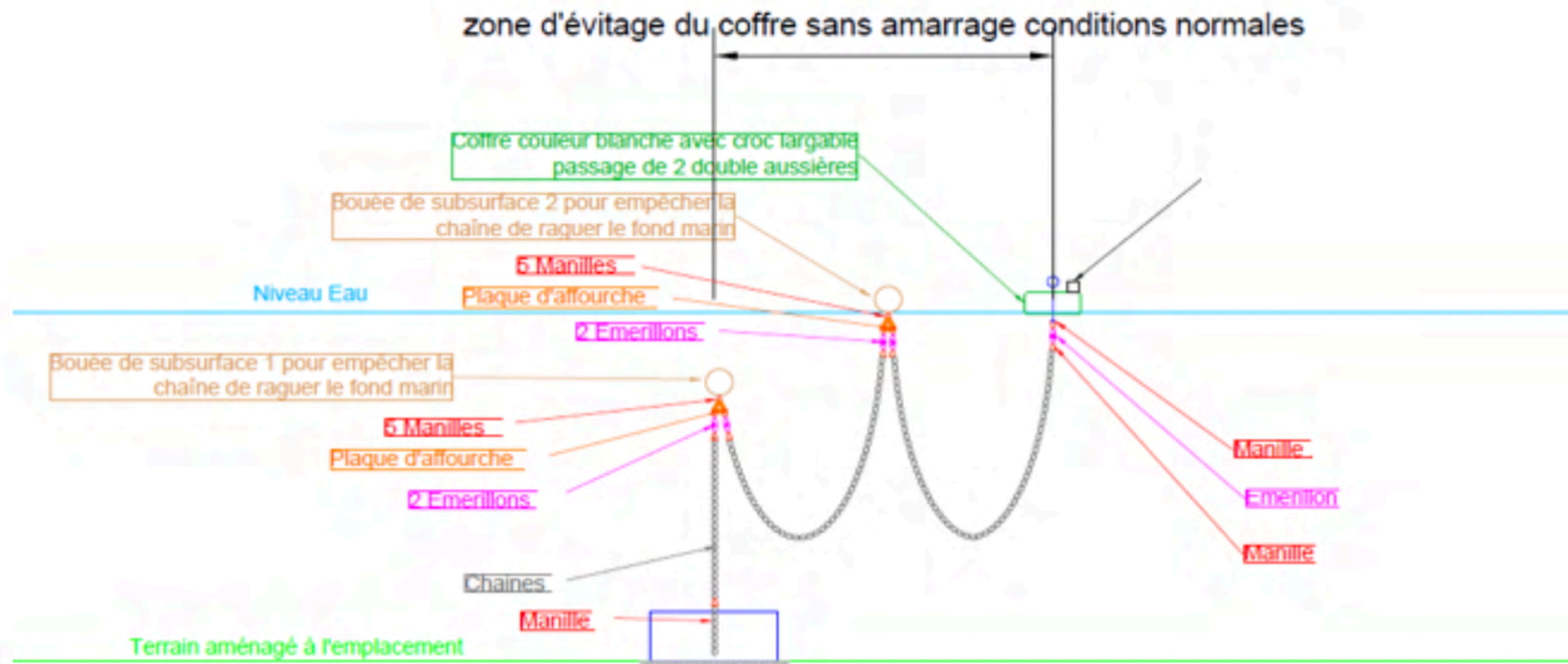
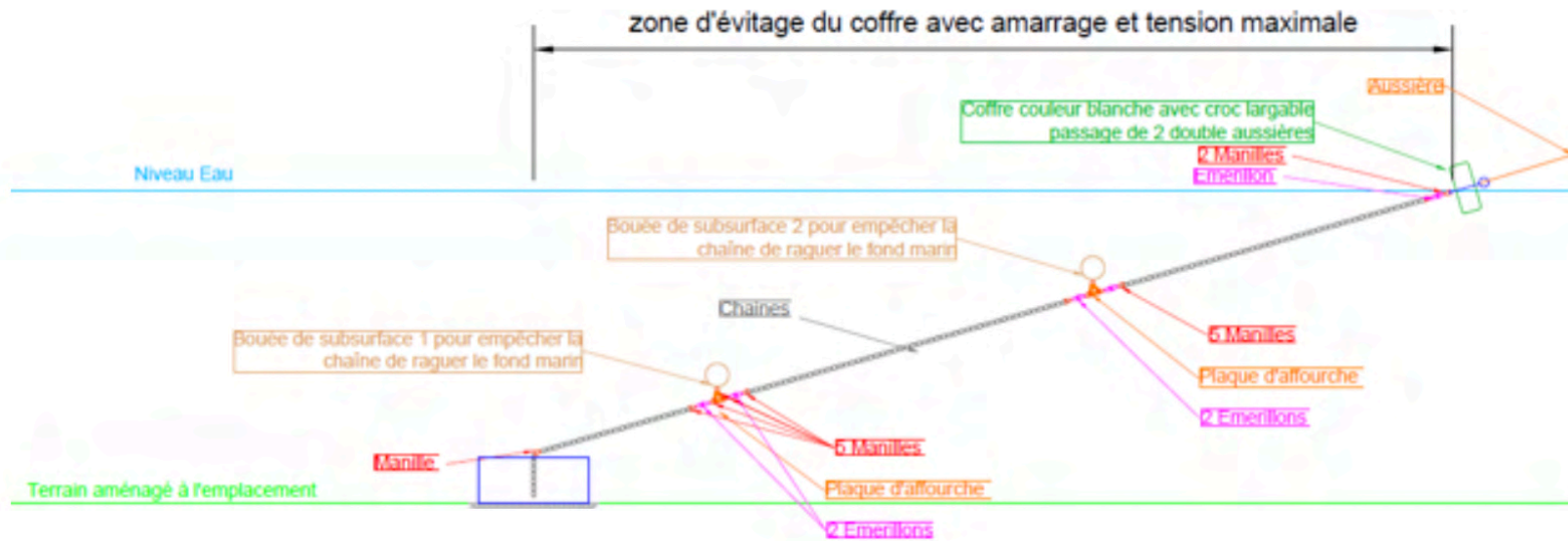
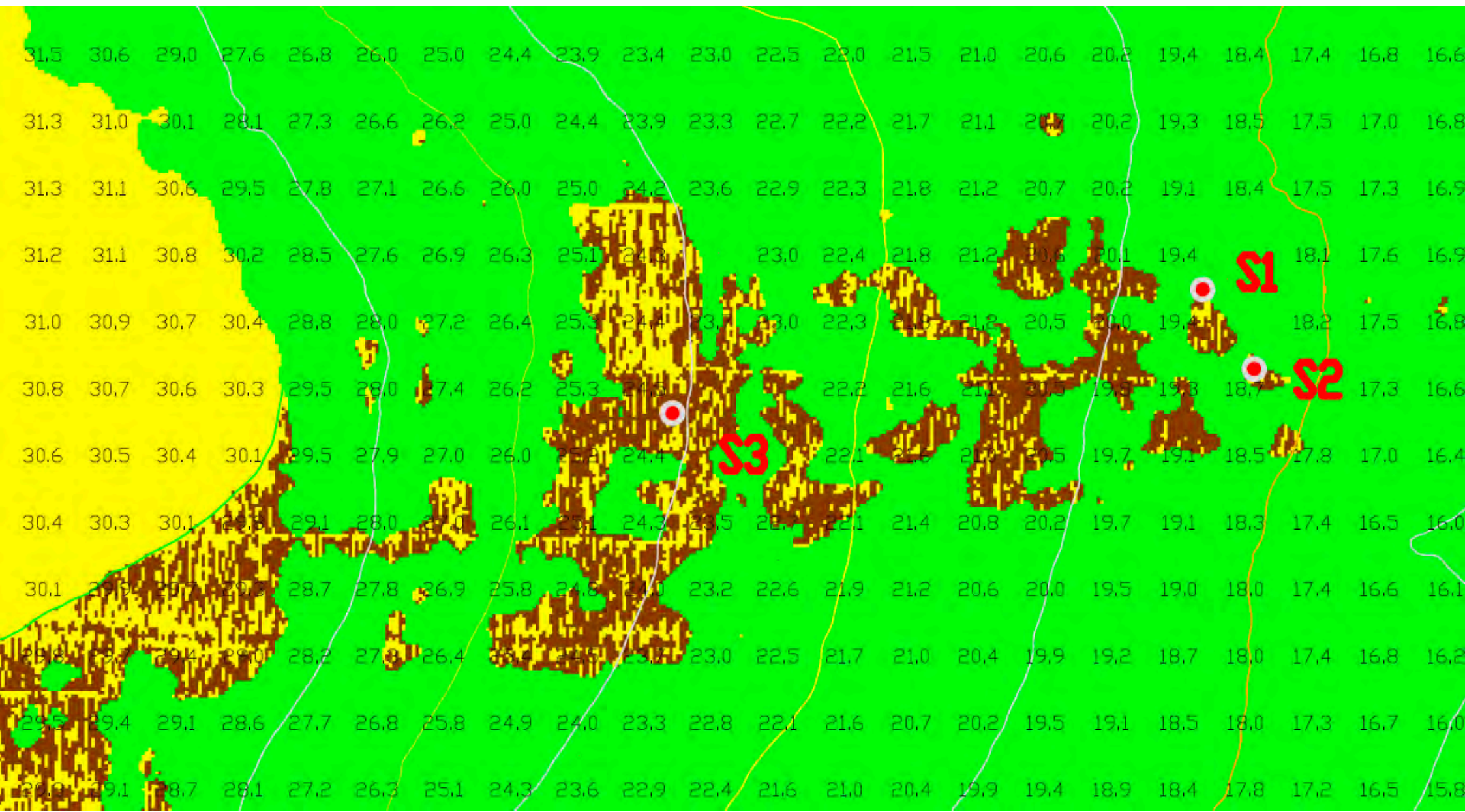


Figure 4 : Principe de montage sans unité



Zoom de la zone S3 - Localisation de la position du corps mort



Positionnement du projet vis-à-vis des zonages réglementaires

1. ZNIEFF



Localisation du projet par rapport aux ZNIEFF du golfe de Saint-Tropez (source : carto DREAL PACA, consulté le 26/02/2020)

Le projet n'est pas situé dans une ZNIEFF terrestre ou marine. Les ZNIEFF marine et terrestre « Cap de Saint-Tropez » sont les plus proches et sont situées à plus de 500m de l'emplacement du coffre d'amarrage.

ZNIEFF Terrestres :

930012548 **Cap de Saint-Tropez** : Zone linéaire suivant le liseré côtier du Cap de Saint-Tropez et présentant une alternance de caps, criques sableuses ou rocheuses, falaises escarpées et petits ravins où coulent des ruisseaux intermittents, prairies de fauches entre les salins et les Canebiers. Ce secteur est très intéressant par ses groupements littoraux, et par quelques groupements des milieux humides temporaires.

930012516 **Maures** : ensemble forestier exceptionnel dominé par le chêne liège et de chêne vert comportant des affleurements remarquables de basaltes quaternaires. Le massif des Maures possède un intérêt faunistique exceptionnel avec 104 espèces animales d'intérêt patrimonial dont 76 espèces déterminantes recensées dans la zone, notamment, le coucou geai, l'hirondelle rousseline, la Pie-grièche à tête rousse, des chiroptères, la cistude d'Europe et la tortue d'Hermann, etc.

930012543 **Maures de la presqu'île de Saint-Tropez** : Bel ensemble forestier mixte à chênes pubescents, chênes lièges et chênes verts, comportant 16 espèces animales patrimoniales dont 8 déterminantes : rapaces, cistude d'Europe, tortue d'Hermann, lézard ocellé, etc.

ZNIEFF Marines :

83023000 **Cap de Saint-Tropez** : hauts fonds entrecoupés de tâches d'herbier de Posidonies ou de sable abritant un panorama complet des espèces de ces milieux avec des paysages sous-marins de qualité exceptionnelle (falaise, tombants, etc.) et présentant un intérêt pour l'archéologie sous-marine. Les passages de grands pélagiques et de mammifères marins y sont fréquents.

93M000062 **Pointe des sardinaux et sèche à huile** : paysages sous-marins de qualité esthétique exceptionnelle falaises, tombants, grottes. C'est une zone d'intérêt archéologiques sous-marins.

2. Natura 2000



Localisation du projet par rapport aux zones Natura 2000 du golfe de Saint-Tropez (source : carto DREAL PACA, consulté le 26/02/2020)

La zone de projet est située à plus de 500m de la zone Natura 2000 la plus proche « Corniche Varoise ».

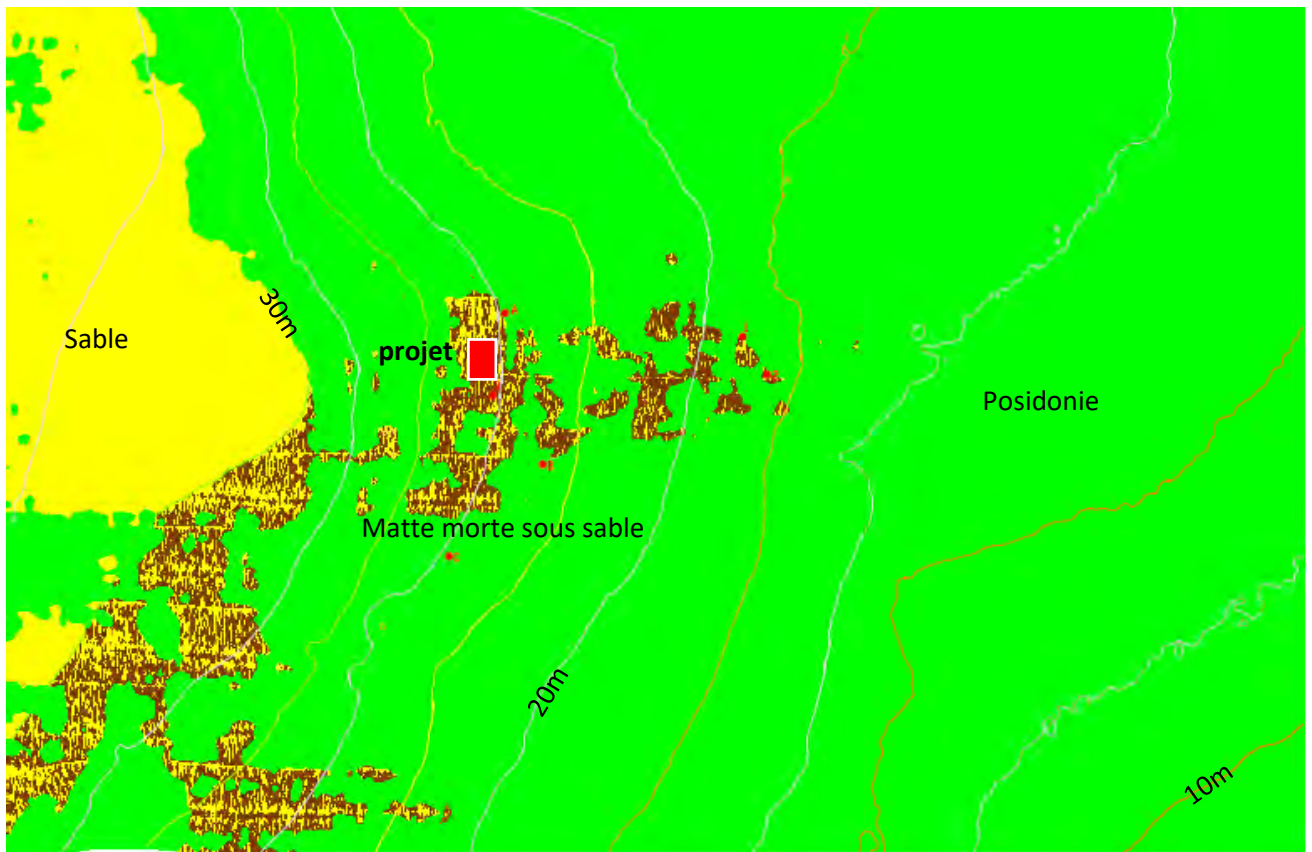
ZSC Corniche Varoise FR9301624 : vaste site marin comportant une fraction de côte rocheuse siliceuse. Les paysages sous-marins sont très diversifiés (tombants, gros éboulis, tête de canyon). Les herbiers, en protégeant le littoral, favorisent le maintien des plages et des dunes. Ils se développent sur roches dures et substrats meubles, jusqu'à 36 m de profondeur. On note une grande richesse en concrétions coralligènes, en algues (Cystoseires, concrétions à Lithophyllum). Plusieurs espèces de mammifères marins, dont le Grand dauphin (espèce la plus côtière) sont ainsi régulièrement observées dans cette zone.

ZSC La plaine et le massif des Maures FR9301622, ce site accueille un ensemble forestier exceptionnel sur les plans biologique et esthétique. La Plaine des Maures comporte une extraordinaire palette de milieux hygrophiles temporaires méditerranéens. La diversité et la qualité des milieux permettent le maintien d'un cortège très intéressant d'espèces animales d'intérêt communautaire et d'espèces végétales rares. Le site constitue un important bastion pour deux espèces de tortues : la Tortue d'Hermann et la Cistude d'Europe.

3. Biocénoses marines

L'implantation du coffre d'amarrage est prévue sur un banc de sable au cœur de l'herbier de Posidonie du cap de Saint-Tropez. Des nombreuses traces de mouillages sont observées dans cette zone. Les ancres des bateaux glissent sur le fond et arrachent des Posidonies.

Le projet, en s'implantant sur un fond sableux permet d'éviter d'impacter les herbiers de Posidonies lors de la pose, et la présence d'un coffre d'amarrage dans cette zone permettra de réduire les impacts sur les herbiers dus aux mouillages.



Carte biocénotique de la zone de projet (source SEAVIEWS, caractérisation des fonds au droit de l'ouvrage projeté, 2020)

4. Sites classés – Sites inscrits



Localisation du projet par rapport aux sites classés et inscrits du golfe de Saint-Tropez (source : carto DREAL PACA, consulté le 26/02/2020)

Le projet est situé à plus de 500m du site inscrit presqu'île de Saint-Tropez.

Presqu'île de Saint-Tropez : La presqu'île de Saint Tropez concentre toute la variété des paysages des Maures : vignobles et cultures dominant la mer, rivages rocheux rougeoyants, sauvages de beauté, plages paradisiaques, lagunes, murailles infranchissables de cannes de Provence, pinèdes sans âge, bois clairs de chênes liège, villages perchés tout droit sortis des contes provençaux, ports au charme accueillant.

Terrains du Cap des Sardineaux : Le Cap des Sardineaux qui s'élançe en pointe vers la mer est entièrement couvert par une forêt de pins maritimes. Les plages de sable au pied de la Corniche des Maures (RD559) sont aisément accessibles depuis le centre-ville de Sainte Maxime. C'est un itinéraire de choix du fait des vues en direction de Saint Tropez et de son golfe, mais qui pâtit d'une prégnance de l'automobile non maîtrisée. Les discontinuités dans la définition du site sur le littoral paraissent s'expliquer par la présence d'affleurements rocheux. Ces affleurements aux formes acérées ajoutent au pittoresque de cet ensemble.

Rapport d'investigations sous-marines

RAPPORT D'ÉTUDES

CARACTÉRISATION DE LA QUALITÉ DES MATÉRIAUX AU DROIT DE L'OUVRAGE

PRÉLÈVEMENT DE SÉDIMENTS ET MESURE DE LA VITALITÉ DES
HERBIERS DE POSIDONIES



Rédacteur : Arnaud ABADIE

Document n° : R/20/001 du 27/02/2020

Ce document constitue le rapport d'étude établi par la société SEAVIEWS relatif à la : «Caractérisation de la qualité des matériaux au droit de l'ouvrage projeté »

Ce document est confidentiel. Sa diffusion est limitée à la direction de SEAVIEWS, et au client qui s'engage à ne pas en diffuser le contenu sans son accord écrit.



Version 3 du rapport d'étude

Équipe de terrain		
Nom	Fonction	Activité durant l'étude
Christophe VIALA	Chef de mission	Acquisition des données cartographiques et des prélèvements de sédiments
Arnaud ABADIE	Biologiste marin	Acquisition des données de vitalité des herbiers et rédaction du rapport d'études
Marie LAMOURET	Ingénieure de recherche	Acquisition des données acoustiques, conditionnement des prélèvements et sécurité des plongeurs
Léo ROQUES	Technicien hydrographe	Traitement des données acoustiques

*Ce document peut être cité de la façon suivante : **Abadie A, Viala C (2020) Caractérisation de la qualité des matériaux au droit de l'ouvrage projeté et demande de validation auprès de la DDTM83. Prélèvement de sédiments et mesure de la vitalité des herbiers de posidonies. Rapport d'études. Seaviews. 27p***

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	4
1.1. Contexte.....	4
1.2. Les herbiers de posidonie.....	4
1.3. Objectifs.....	5
1.4. Lexique.....	5
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	6
2.1. Zones de mesures.....	6
2.2. Déroulement de l'acquisition des données.....	6
2.3. Méthode de cartographie des herbiers de posidonies.....	7
2.3.1. Acquisition des données acoustiques au sondeur multifaisceaux.....	7
2.3.2. Navire de mesures.....	8
2.3.3. Logiciel d'acquisition.....	8
2.3.4. Sondeur multifaisceaux.....	8
2.3.5. Centrale attitude et navigation.....	9
2.3.6. Base GNSS.....	9
2.3.7. Mesures de célérité.....	9
2.3.8. Traitement des données.....	9
2.3.8.1. Bathymétrie.....	9
2.3.8.2. Imagerie acoustique.....	10
2.3.8.3. La rugosité BATCLAS.....	10
2.3.9. Synthèse des données et génération de la carte des habitats marins.....	11
2.4. Vitalité des herbiers.....	13
2.4.1. Densité des faisceaux.....	13
2.4.2. Pourcentage de recouvrement.....	15
2.4.3. Longueur des feuilles.....	15
2.4.4. Déchaussement des rhizomes.....	15
2.5. Mesure des taches de sable.....	16
2.6. Prélèvements de sédiments.....	16
3. RÉSULTATS.....	18
3.1. Cartographie de la limite des herbiers de posidonies.....	18
3.2. Description des stations.....	18
3.2.1. Station S1.....	18
3.2.2. Station S2.....	20
3.2.3. Station S3.....	21
3.3. Vitalité des herbiers.....	23
3.3.1. Densité.....	23
3.3.2. Recouvrement.....	23
3.3.3. Longueur des feuilles.....	24
3.3.4. Déchaussement des rhizomes.....	25
3.4. Synthèse des données environnementales.....	25
4. LIVRABLES.....	26
5. BIBLIOGRAPHIE.....	27

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte

Dans le cadre de l'installation de structures sous-marines à l'est de la ville de Saint-Tropez, une étude du sédiment sur lequel elles seront déposées, ainsi que la mesure de la vitalité des herbiers à *Posidonia oceanica* (posidonie) est nécessaire.

1.2. Les herbiers de posidonie



Figure 1 : Herbière de posidonies (*Posidonia oceanica*). Photo A. Abadie.

Les herbiers de posidonies (Figure 1) jouent un rôle fondamental tant d'un point de vue économique (nursérie pour des espèces commerciales, protection contre l'érosion des plages, qualité de l'eau, Figure 2), que d'un point de vue écosystémique (export de production primaire, habitat). Cette plante endémique de Méditerranée est potentiellement présente de la surface jusqu'à plus de 40 m de profondeur. Les herbiers de posidonies sont ainsi soumis aux impacts issus des activités anthropiques et face à leur vitesse de croissance lente (1 cm par an en moyenne), toute destruction est considérée comme irréversible à l'échelle humaine.

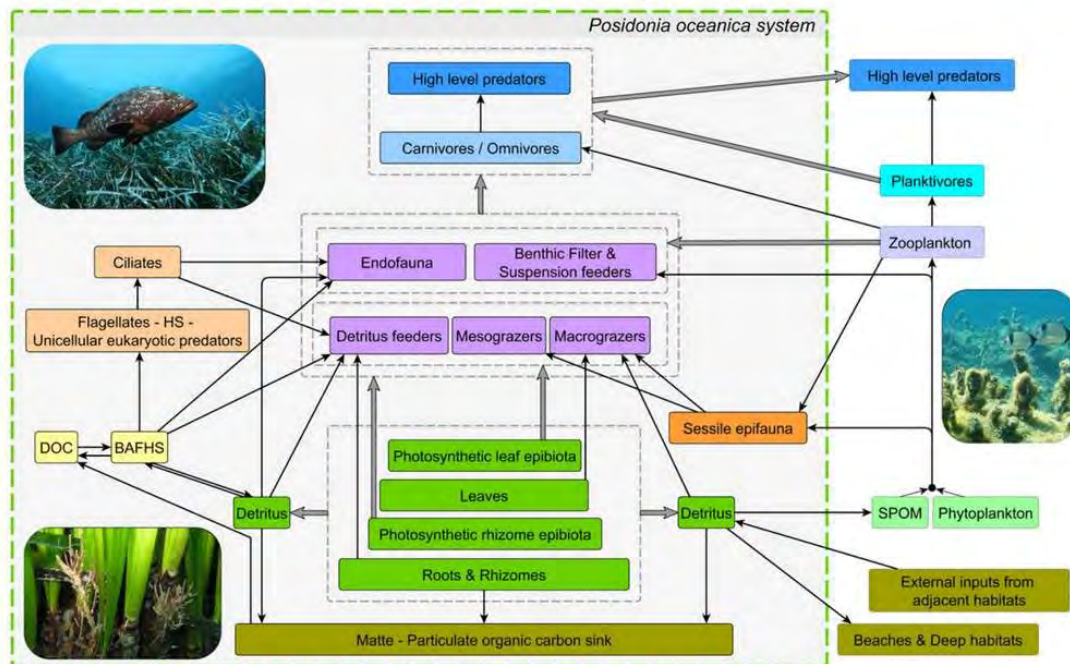


Figure 2 : Fonctionnement de l'écosystème posidonie (Giakoumi et al., 2015).

1.3. Objectifs

L'objectif de cette étude était :

- de cartographier la limite des herbiers de posidonies à proximité des zones sableuses propices à une installation ;
- de mesurer la vitalité des herbiers à l'aide d'indicateurs biologiques ;
- de mesurer à chaque station la taille des taches de sédiment dans les herbiers ;
- de prélever des échantillons de sable pour une analyse ultérieure de leurs caractéristiques physico-chimiques et des communautés benthiques qui y sont présentes.

1.4. Lexique

CAH : Certificat d'aptitude à l'hyperbarie.

GNSS : « Global Navigation Satellite System ». Il s'agit des systèmes modernes de positionnement par satellite qui n'utilisent plus uniquement les satellites américains (GPS), mais l'ensemble des constellations disponible (GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU). Cela permet d'accroître considérablement la disponibilité, et la précision du positionnement.

Isobathe : une ligne joignant des points d'égale profondeur, c'est donc une courbe de niveau, indiquant la profondeur d'une surface.

MNT : modèle numérique de terrain.

RTK : Real Time Kinetic, correction de positionnement en temps réel.

SIG : système d'information géographique.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Zones de mesures

La zone cartographiée et les trois stations de prélèvements de sédiments et de mesure de la vitalité des herbiers de posidonies sont situées à l'est de la ville de Saint-Tropez (Figure 3). La zone cartographiée couvre une surface de 11.2 ha.



Figure 3 : Emprise de la zone cartographiée.

2.2. Déroulement de l'acquisition des données

L'ensemble des données ont été acquises le lundi 24 février 2020. Le déroulement de la journée de mesures est détaillé dans le tableau 1.

Tableau 1 : Déroulement de la journée d'acquisition des données.

Horaire	Action
De 8 h à 10 h 30	Trajet vers le port de Sainte-Maxime depuis La Ciotat
De 10 h 30 à 12 h	Mise à l'eau du navire et préparation des appareils de mesure
De 12 h à 12 h 30	Navigation vers la zone d'étude à Saint-Tropez
De 12 h 30 à 13 h 15	Acquisition des données acoustiques pour la cartographie des herbiers de posidonies
De 13 h 15 à 15 h	Prélèvement des échantillons de sédiments et mesures de vitalité de l'herbier en plongée
De 15 h à 15 h 30	Navigation retour vers le port de Sainte-Maxime
De 15 h 30 à 16 h 30	Rangement du matériel et départ de Sainte-Maxime
De 16 h 30 à 18 h 30	Retour vers La Ciotat

2.3. Méthode de cartographie des herbiers de posidonies

2.3.1. Acquisition des données acoustiques au sondeur multifaisceaux

Le fonctionnement du sondeur multifaisceaux (SMF) repose sur le principe des faisceaux croisés. Généralement, l'émission de l'onde acoustique se fait dans un faisceau large transversalement et étroit longitudinalement. La réception quant à elle est réalisée, grâce à un algorithme de formation de voies, dans un lobe étroit transversalement et large longitudinalement (Abadie et Viala, 2018). L'intersection entre le faisceau d'émission et le faisceau de réception est appelée « pied de faisceau » et correspond à la zone du fond insonifiée (Figure 4). La mesure est ainsi réalisée sur une multitude de points répartis le long d'une ligne perpendiculaire à la trajectoire du navire.

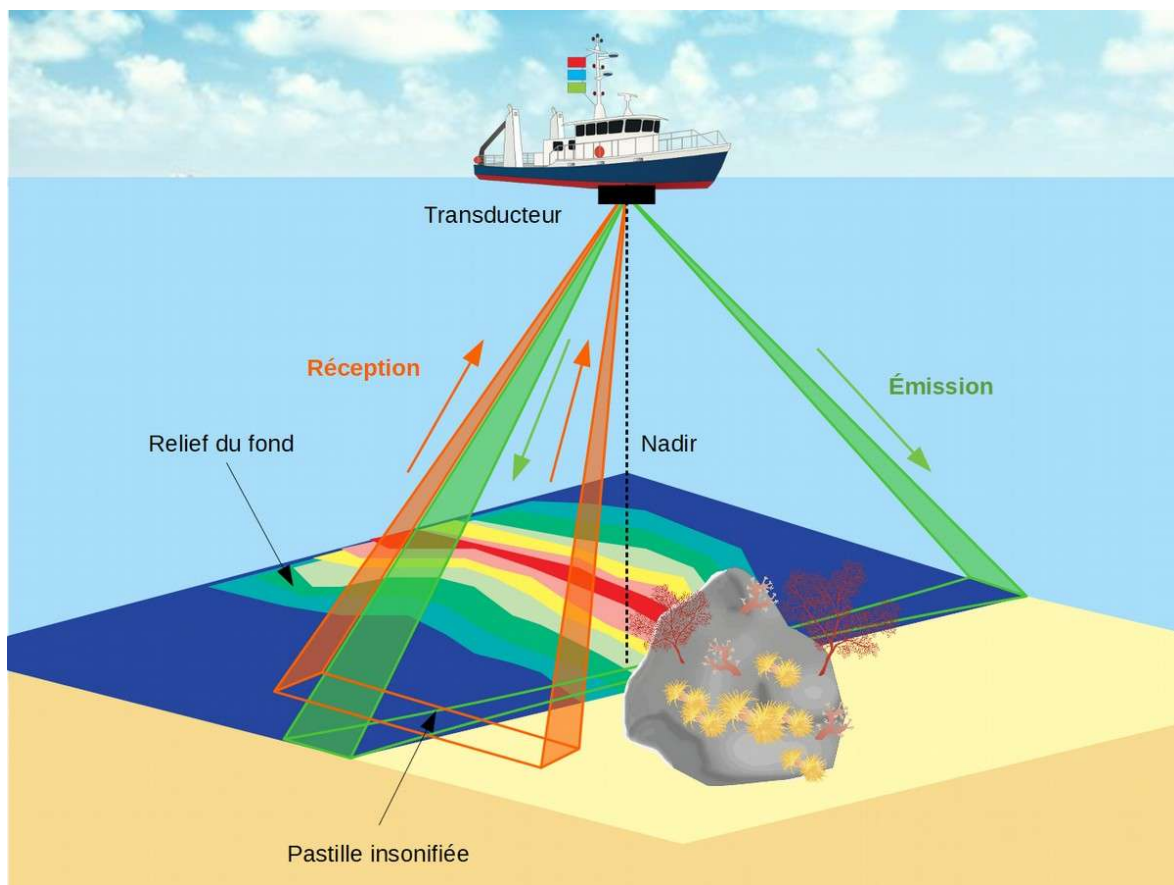


Figure 4 : Principe de fonctionnement du sondeur multifaisceaux.

2.3.2. Navire de mesures



Figure 5 : Le Seaviews One.

Les données ont été acquises à l'aide du *Seaviews One* (Figure 5), est un navire spécialement développé pour les mesures bathymétriques et sonar en milieu côtier. Il est caractérisé par un très faible encombrement (taille de 5.5 m, poids <400 kg) qui lui permet d'être déployé rapidement, ainsi qu'une grande manœuvrabilité en raison de sa petite taille. Le *Seaviews One* dispose d'une source d'énergie intégrée pour alimenter les instruments. Un puits central (40 cm * 30 cm) permet d'intégrer les instruments sans perturber ni sa stabilité ni sa manœuvrabilité. Afin de pallier aux problèmes de trajectoire des levés, un pilote automatique asservi aux trajectoires informatisées a été équipé autorisant une navigation d'une grande précision (< 0.5 m).

2.3.3. Logiciel d'acquisition

Lors de l'acquisition des données acoustiques, le logiciel ViewMap a été utilisé notamment pour le suivi des trajectoires de levé. Les caractéristiques principales sont la gestion automatique des trajectoires, la lecture des cartes marines existantes ainsi que des données SIG, la visualisation et la comparaison des profils de célérité, l'acquisition et la visualisation des paramètres de navigation (position, hauteur d'eau, célérité de surface, etc.). Il fournit également le tracé temps réel de la couverture SMF.

2.3.4. Sondeur multifaisceaux



Le sondeur multifaisceaux employé lors des levés acoustiques est un R2Sonic 2022. Il possède une large plage de fréquences de mesure allant de 200 kHz à 450 kHz pour une ouverture angulaire par faisceau de 1° x 1°. La largeur de fauchée maximale est de 160° pour des levés bathymétriques. La portée maximale du R2Sonic 2022 est de 400 m. Il permet également d'obtenir simultanément une imagerie acoustique de la réflectivité des fonds (similaire aux images sonar) et dispose d'un mode « Full Water column » pour l'imagerie de la colonne d'eau. Son horodatage très précis des données sur le temps GPS assure une synchronisation parfaite des données attitude, position et acoustiques.

2.3.5. Centrale attitude et navigation



Afin de corriger les erreurs de positionnement induites par le roulis, le tangage et le pilonnement du navire, une centrale d'attitude Applanix I2NS a été utilisée. Elle a notamment été développée en collaboration avec R2Sonic pour être couplée avec leurs sondeurs, en particulier au niveau de la synchronisation. La centrale dispose d'un mode GNSS complet (GPS, GLONASS, GALILEO) lui permettant de maintenir le positionnement malgré un masquage partiel. Elle fournit une précision en position de 1 cm en XY et de 1.5 cm en Z. Sa précision en roulis et en tangage est de 0.015 ° avec une précision en cap de 0.02°. enfin, son capteur entièrement étanche est monté sur le même support que la sonde acoustique. Ceci garantit qu'il n'y a pas de déformation du support, cet aspect n'est pas à négliger lorsque des mesures

au centième de degré sont réalisées.

2.3.6. Base GNSS

Une base GNSS est indispensable pour pouvoir atteindre une précision centimétrique lors de mesures mobiles. Nous avons utilisé durant cette étude une base GNSS Trimble BX982 nous permettant d'enregistrer et de transmettre en temps réel les observations de l'ensemble des satellites GNSS.

2.3.7. Mesures de célérité



Il est nécessaire d'apporter des corrections en fonction de la réfraction des ondes acoustiques. En effet, la trajectoire de l'onde sonore dépendra de la célérité du son dans l'eau et pourra être déviée dans le cas de profils de célérité particuliers (thermocline, arrivée d'eau douce). Chaque mesure bathymétrique s'accompagne donc obligatoirement d'un contrôle de la célérité en continu à proximité du sondeur et de la

réalisation régulière de profils de célérités en fonction de la profondeur. Ces mesures permettent ainsi de corriger la réfraction et d'éviter les artefacts induits par la mauvaise correction de la célérité.

Tout au long des mesures, deux célérimètres Valeport miniSVS ont été utilisés. Un premier célérimètre mesure en permanence la célérité de surface à proximité de la sonde. Sa donnée est indispensable à la bonne exploitation des mesures acoustiques. Un deuxième célérimètre est utilisé pour mesurer le profil de célérité. Pour cela, il est nécessaire d'arrêter le navire et d'immerger le célérimètre jusqu'au fond. La courbe donnant la célérité en fonction de la profondeur est alors mesurée. Cette donnée sera utilisée au dépouillement pour corriger la réfraction des rayons sonores. De plus, les données du célérimètre de surface sont tracées en temps réel, afin de nous aider à repérer d'éventuelles zones où le profil de célérité est inhomogène.

2.3.8. Traitement des données

Bien que la détection et la classification des fonds marins à l'aide d'instruments acoustiques aient fait d'énormes progrès ces dernières années, elle n'en reste pas moins une opération délicate qui mérite d'acquiescer et de synthétiser le maximum d'informations possibles.

2.3.8.1. Bathymétrie

Les données bathymétriques du sondeur multifaisceaux ont été traitées avec le logiciel ViewSMF développé par Seaviews. Les faux échos sont filtrés de façon semi-automatisée en utilisant des filtres d'exclusion et

d'inclusion (Figure 6). Une carte bathymétrique a ensuite été réalisée systématiquement avec un maillage 1 m (pour correspondre à celui des données Litto3D) dans le SIG ViewMap. Les données Litto3D et SMF ont ainsi été fusionnées sur le site « Posidonies de la côte palavasienne » pour une fourniture une unique carte bathymétrique de la zone.

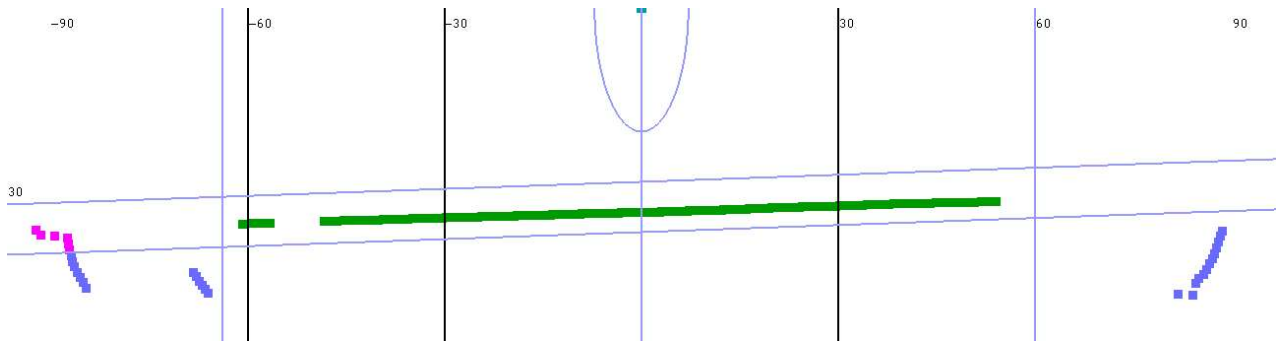


Figure 6 : Filtrage des faux échos dans le logiciel ViewSMF de Seaviews.

2.3.8.2. Imagerie acoustique

L'imagerie acoustique correspond à l'amplitude du signal réfléchi. L'amplitude du signal réfléchi dépend de la nature du fond. En traçant une carte des échos, les variations du fond sont visibles. Les données de réflectivité du SMF ont été traitées dans le logiciel ViewSMF avec l'option « snippets » afin d'obtenir une image de la meilleure qualité possible (Figure 7). Une bande bruitée est visible au nadir du fait de la verticalité de l'angle d'incidence de l'onde acoustique émise.

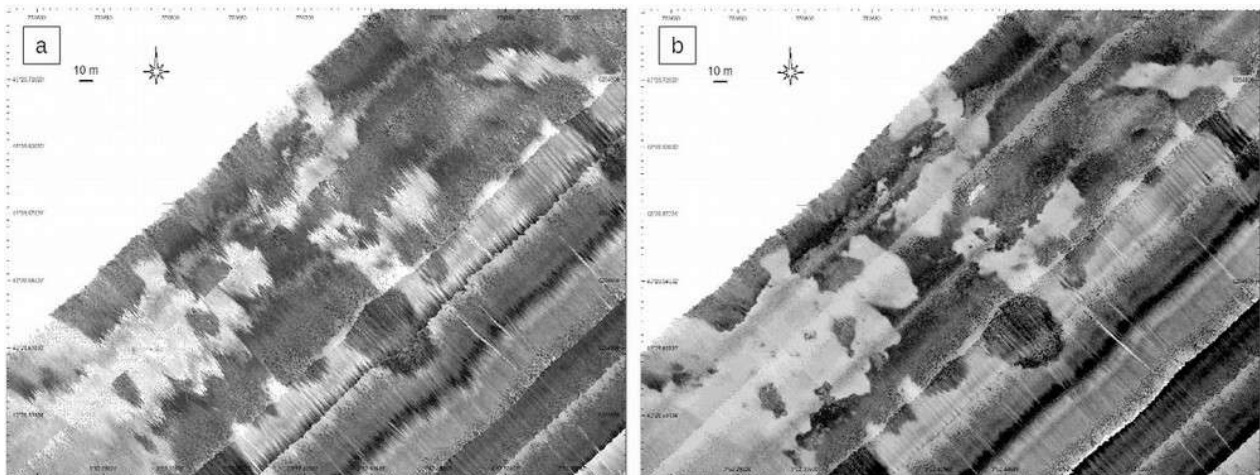


Figure 7 : Exemple de la différence de qualité entre a) une image sans traitement et b) une image avec traitement « snippets ».

2.3.8.3. La rugosité BATCLAS

La micro rugosité correspond aux déformations des structures bathymétriques au voisinage d'un écho. Seaviews a développé une méthode innovante pour extraire cette information : BATCLAS, bathymetric automated treatment for the classification of the seafloor (Abadie et al., 2018). BATCLAS fournit une valeur

en mètres de la rugosité du fond marin, ce qui permet une interprétation facilitée des échelles des couleurs présentes sur les cartes. Cet indice donne d'excellents résultats pour la détection des herbiers sous-marins et des roches (Figure 8) avec en particulier une classification surfacique. Cette nouvelle technique présente clairement un avantage par rapport aux méthodes précédentes, ces dernières présentant l'énorme inconvénient d'être uniquement ponctuelles. Cette méthode donne aussi de très bons résultats pour la détection d'objets (épave, récifs, affleurement rocheux). Dans la présente étude, l'indice BATCLAS a été calculé automatiquement suite au traitement des faux échos dans le logiciel ViewSMF.

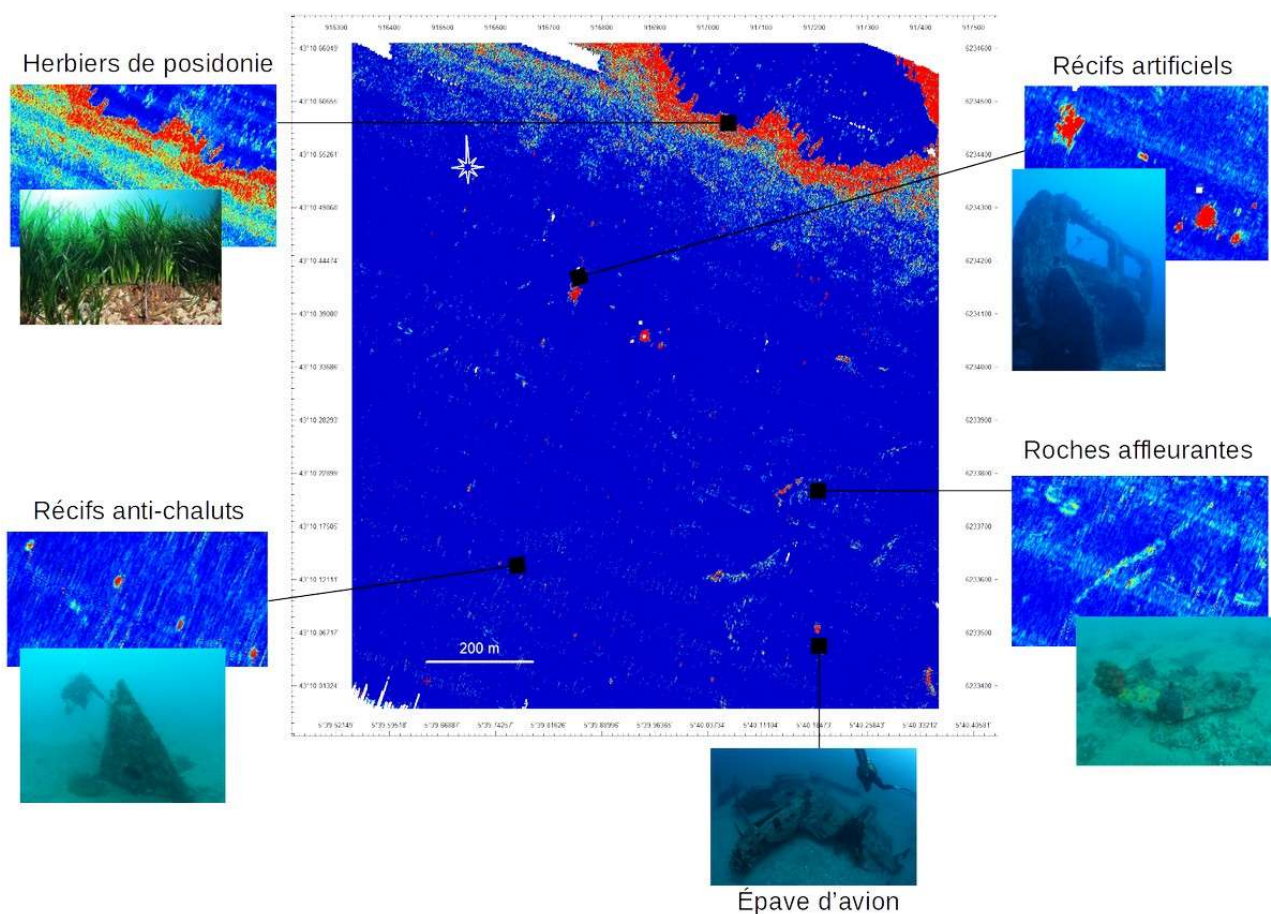


Figure 8 : Exemple de détection d'herbiers sous-marins, de roches et de récifs artificiels avec l'indice BATCLAS.

2.3.9. Synthèse des données et génération de la carte des habitats marins

La segmentation des habitats marins est réalisée en faisant la synthèse des données bathymétriques, de l'imagerie acoustique, de la carte de rugosité BATCLAS, de la carte de la pente et des données bibliographiques. Ces cinq couches de données sont confrontées dans le logiciel SIG ViewMap (Figure 9) qui permet notamment la création et l'édition de données géoréférencées vectorielles. La création des polygones des habitats marins s'est déroulée en trois étapes :

1. Un algorithme de classification conditionnelle permettant d'attribuer à chaque pixel de la carte de rugosité un habitat élémentaire en fonction de la valeur de l'indice BATCLAS a été utilisé. Cette première

- étape a fourni une carte initiale des habitats marins ne prenant en compte que l'indice de rugosité ou la pente (selon l'habitat) et la profondeur (données bathymétriques) ;
2. Validation et modification de la carte initiale en la confrontant à l'imagerie acoustique et les données bibliographiques. Cette étape a été réalisée manuellement en réajustant localement les paramètres de l'algorithme pour être en adéquation avec les données de terrain validées ;
 3. Enfin, les contours définitifs des habitats ont été automatiquement générés, toujours sous ViewMap, et exportés sous des formats exploitables (.kml, .shp) par les SIG les plus couramment utilisés (ArcGIS, QGIS).

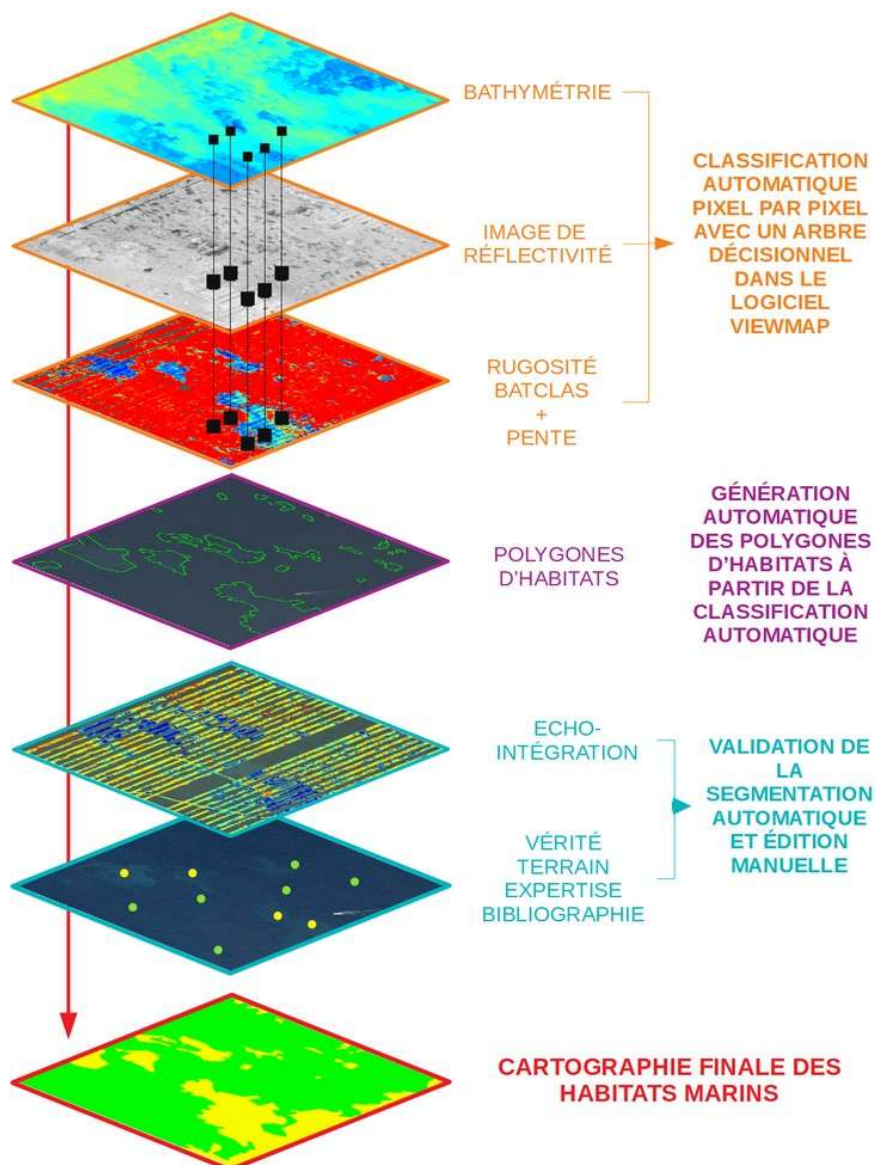


Figure 9 : Synthèse de la méthode de génération des cartes d'habitats marins à partir de la fusion des données.

2.4. Vitalité des herbiers

Les mesures de vitalité ont été réalisées en scaphandre autonome par des plongeurs CAH spécialisés en biologie marine. Trois stations ont été échantillonnées à proximité des taches de sable (Tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques des stations de mesure de la vitalité des herbiers.

Station	Coordonnées	Profondeur (m)
S1	6°39.967' E 43°16.779' N	19
S2	6°39.973' E 43°16.774' N	19
S3	6°39.912' E 43°16.763' N	24

2.4.1. Densité des faisceaux

La densité des faisceaux (Figure 10) : cette mesure consiste à compter dans un quadrat (33 cm x 33 cm dans le cadre de cette étude) le nombre de faisceaux de posidonie. Cette mesure est ensuite exprimée en nombre de faisceaux par mètre carré (faisceaux/m²). Dix mesures (quadrats) ont été réalisées par station soit un total de 30 mesures. Les valeurs de densité sont ensuite interprétées en utilisant une grille d'interprétation (Tableau 3) permettant d'évaluer l'état de santé de l'herbier en fonction de sa profondeur (UNEP-MAP-RAC/SPA, 2011).



Figure 10 : Mesure de la densité de l'herbier par un plongeur scientifique.
Photo A. Abadie.

Tableau 3 : Table d'interprétation des données de densité des herbiers.

Profondeur (en m)	High	Good	Moderate	Poor	Bad
1	> 1133	1133 to 930	930 to 727	727 to 524	< 524
2	> 1067	1067 to 863	863 to 659	659 to 456	< 456
3	> 1005	1005 to 808	808 to 612	612 to 415	< 415
4	> 947	947 to 757	757 to 567	567 to 377	< 377
5	> 892	892 to 709	709 to 526	526 to 343	< 343
6	> 841	841 to 665	665 to 489	489 to 312	< 312
7	> 792	792 to 623	623 to 454	454 to 284	< 284
8	> 746	746 to 584	584 to 421	421 to 259	< 259
9	> 703	703 to 547	547 to 391	391 to 235	< 235
10	> 662	662 to 513	513 to 364	364 to 214	< 214
11	> 624	624 to 481	481 to 338	338 to 195	< 195
12	> 588	588 to 451	451 to 314	314 to 177	< 177
13	> 554	554 to 423	423 to 292	292 to 161	< 161
14	> 522	522 to 397	397 to 272	272 to 147	< 147
15	> 492	492 to 372	372 to 253	253 to 134	< 134
16	> 463	463 to 349	349 to 236	236 to 122	< 122
17	> 436	436 to 328	328 to 219	219 to 111	< 111
18	> 411	411 to 308	308 to 204	204 to 101	< 101
19	> 387	387 to 289	289 to 190	190 to 92	< 92
20	> 365	365 to 271	271 to 177	177 to 83	< 83
21	> 344	344 to 255	255 to 165	165 to 76	< 76
22	> 324	324 to 239	239 to 154	154 to 69	< 69
23	> 305	305 to 224	224 to 144	144 to 63	< 63
24	> 288	288 to 211	211 to 134	134 to 57	< 57
25	> 271	271 to 198	198 to 125	125 to 52	< 52
26	> 255	255 to 186	186 to 117	117 to 47	< 47
27	> 240	240 to 175	175 to 109	109 to 43	< 43
28	> 227	227 to 164	164 to 102	102 to 39	< 39
29	> 213	213 to 154	154 to 95	95 to 36	< 36
30	> 201	201 to 145	145 to 89	89 to 32	< 32
31	> 189	189 to 136	136 to 83	83 to 30	< 30
32	> 179	179 to 128	128 to 77	77 to 27	< 27
33	> 168	168 to 120	120 to 72	72 to 24	< 24
34	> 158	158 to 113	113 to 68	68 to 22	< 22
35	> 149	149 to 106	106 to 63	< 63	
36	> 141	141 to 100	100 to 59	< 59	
37	> 133	133 to 94	94 to 55	< 55	
38	> 125	125 to 88	88 to 52	< 52	
39	> 118	118 to 83	83 to 48	< 48	
40	> 111	111 to 78	78 to 45	< 45	

2.4.2. Pourcentage de recouvrement

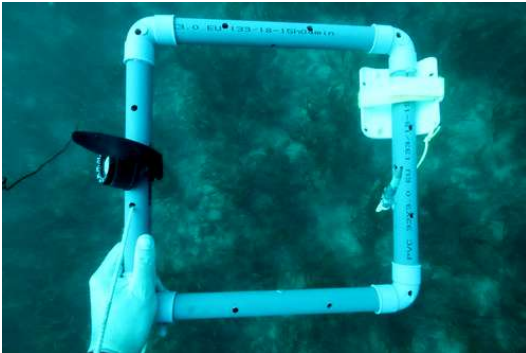


Figure 11 : Mesure du recouvrement avec un quadrat au-dessus de l'herbier.

Le pourcentage de recouvrement des herbiers de posidonies a été mesuré selon le protocole décrit par l'UNEP-MAP-RAC/SPA (2011) et préconisé par la DREAL PACA et DREAL Occitanie (2018). La méthode de mesure consiste à réaliser des photos en vue verticale des quadrats pour analyser les images ultérieurement. Les photos des quadrats pour calculer le pourcentage de recouvrement ont été réalisées simultanément aux mesures de densité. Ainsi, 10 mesures de recouvrement par station ont été effectuées soit un total de 30 mesures. Les mesures ont ensuite été interprétées en utilisant la grille de Charbonnel et al. (2000) (Tableau 4).

Tableau 4 : Table d'interprétation des données de recouvrement des herbiers.

Recouvrement (%)	Interprétation
>80 %	Très fort recouvrement
60 % ≤ valeur ≤ 80 %	Fort recouvrement
40 % ≤ valeur ≤ 60 %	Recouvrement moyen
20 % ≤ valeur ≤ 40 %	Faible recouvrement
<20 %	Très faible recouvrement

2.4.3. Longueur des feuilles

À chaque station, 10 mesures de la longueur des feuilles ont été réalisées au hasard soit un total de 30 mesures. Les feuilles ont été mesurées en utilisant un mètre pliable rigide.

2.4.4. Déchaussement des rhizomes

20 mesures de déchaussement ont été réalisées par station. Le déchaussement des rhizomes correspond (Figure 12) :

- à la distance entre le sédiment et le haut du rhizome majoré de 2 cm pour les rhizomes orthotropes
- à la distance entre le bas du rhizome et le sédiment pour les rhizomes plagiotropes

Dix mesures ont été réalisées à chaque station en sélectionnant des rhizomes aléatoirement. Les valeurs de déchaussement ont été interprétées en utilisant l'échelle d'interprétation (Tableau 5) de Boudouresque et al. (1980).

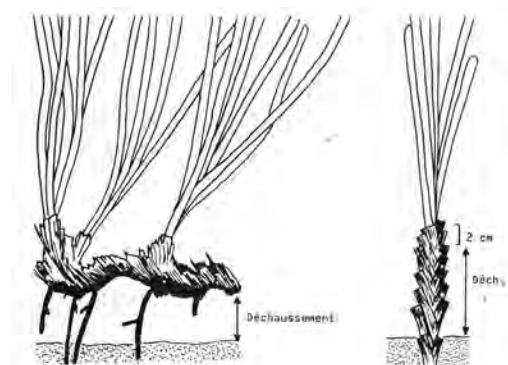


Figure 12 : Principe de mesure du déchaussement des rhizomes plagiotropes et orthotropes selon Boudouresque et al., 1980.

Tableau 5 : Table d'interprétation des données de déchaussement des rhizomes de posidonie.

Recouvrement (cm)	Interprétation
< 5 cm	Faible déchaussement
5 cm ≤ valeur ≤ 15 cm	Déchaussement moyen
> 15 cm	Fort déchaussement

2.5. Mesure des taches de sable

La largeur des zones de matte morte aux stations S1 et S2 a été mesurée en plongée en utilisant un décimètre. Leur concordance avec les mesures faites sur la cartographie des biocénoses marine a été vérifiée.

2.6. Prélèvements de sédiments



Figure 13 : Carottier en PVC utilisé pour le prélèvement de sédiments.

Dans chacune des trois taches de sable, trois échantillons de sédiments ont été prélevés en plongée sous-marine avec des carottiers en PVC (Figure 13). Le carottier est ouvert à ses deux extrémités puis enfoncé d'une trentaine de centimètres dans le sédiment (). Son ouverture haute est ensuite refermée avec un bouchon étanche puis le carottier est retiré du sédiment. Dès que l'autre extrémité émerge du substrat, elle est également scellée avec un bouchon étanche. Les carottiers pleins de sédiments sont ensuite remontés à la surface.

Une fois les carottiers pleins remontés, deux pots de prélèvement sont remplis de sédiments puis stockés au frais à l'obscurité dans une glacière pour réaliser des analyses physico-chimiques ultérieurement. Le sédiment du dernier carottier est vidé dans un pot de prélèvement dans lequel de l'alcool est également versé afin de conserver les organismes benthiques vivants dans le sédiment. Ces organismes seront identifiés ultérieurement par des biologistes spécialisés dans le benthos de substrat meuble.



Figure 14 : Prélèvement des sédiments en plongée sous-marine.

3. RÉSULTATS

3.1. Cartographie de la limite des herbiers de posidonies

La cartographie des herbiers de posidonies de la zone d'étude est présentée dans la Figure 15. Les surfaces obtenues pour les différentes biocénoses figurent dans le Tableau 6. La taille de la zone de matte morte mesurée en plongée au niveau de la station S1 est de 8.6 m, ce qui correspond aux 9 m mesurés sur la carte.

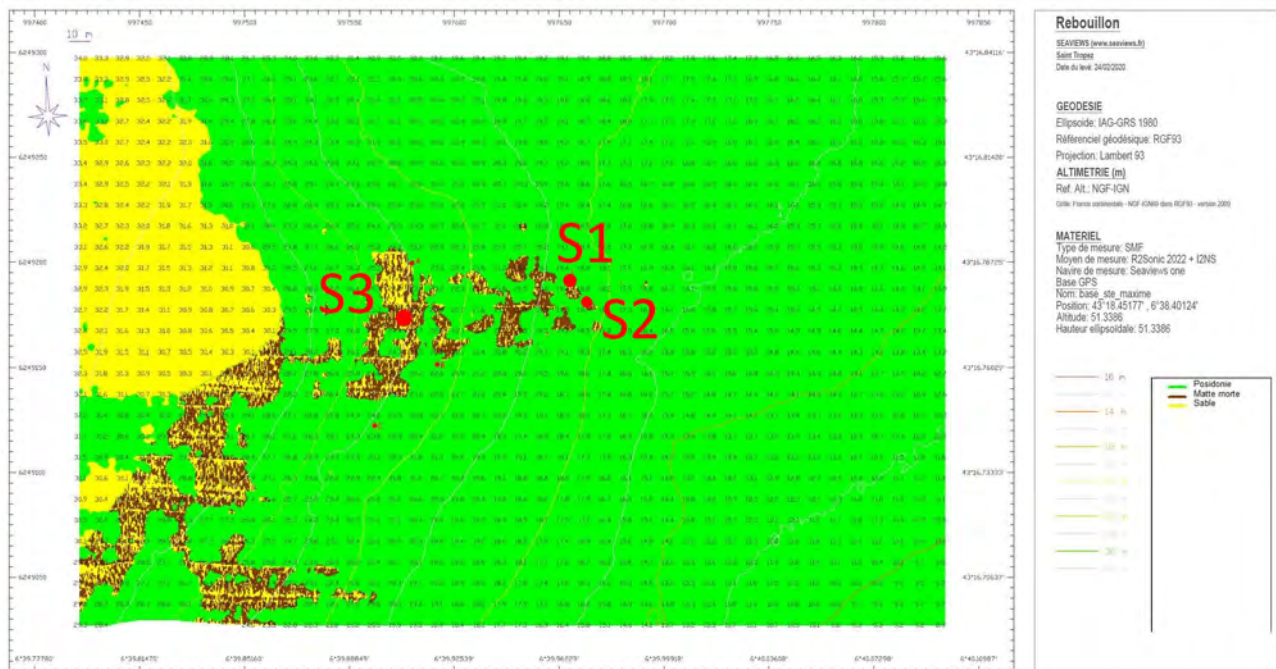


Figure 15: Carte des biocénoses marines de la zone d'étude réalisée avec un sondeur multifaisceaux.

Tableau 6 : Surface couverte par les différentes biocénoses marines de la zone d'étude.

Habitats	Surface (m ²)
Sédiments meubles	15 005
Matte morte	5 211
Posidonie	92 391

3.2. Description des stations

3.2.1. Station S1

La station S1 est une zone de matte morte (Figure 16) érodée recouverte d'algues (Figure 17). Cette zone présente des trous de quelques dizaines de centimètres de diamètre comblés par du sable. L'herbier de posidonie entourant cette tache de matte morte comporte quelques roches de petite taille (Figure 18). Aucune trace d'impact mécanique n'a été observée dans cet herbier. Cette zone de matte morte mesure 9 m x 7 m soit 63 m² (voir Figure 15).



Figure 16 : Zone nue de la station S1 composée de matte morte.



Figure 17 : Détail des algues vertes et du sédiment recouvrement la zone de matte morte de la station S1.



Figure 18 : Herbier à proximité de la station S1.

3.2.2. Station S2

La station S2 est similaire à S1 et consiste ainsi en une tache de matte morte entourée d'herbier de posidonies (Figure 19). L'herbier l'entourant est légèrement morcelé avec des petites taches de sable et des roches (Figure 20). Cette zone de matte morte mesure 7 m x 4 m soit 28 m² (voir Figure 15).



Figure 19 : Zone de matte morte de la station S2.



Figure 20 : Herbier de posidonies entourant la zone de matte morte de la station S2.

3.2.3. Station S3

La station S3 est une très large zone recouverte de sable (Figure 21) avec probablement de la matte morte quelques dizaines de centimètres en dessous. De la matte morte est visible sur son pourtour (Figure 22) et l'herbier de posidonie l'entourant est très peu dense (Figure 23). La tache de sable fait 70 m x 22 m soit 1 540 m² avec à son centre un patch d'herbier de 9 m x 12 m soit 108 m² (voir Figure 15).



Figure 21 : Zone sableuse de la station S3.



Figure 22 : Matte morte érodée et ensablée à proximité de la limite de la tache sableuse S3.



Figure 23 : Herbier de posidonies peu dense entourant la zone sableuse S3.

3.3. Vitalité des herbiers

3.3.1. Densité

Les valeurs de densités des trois stations ont des valeurs de densité moyennes à faibles selon la grille d'interprétation (Figure 24). Cela est certainement dû à une turbidité moyenne dans la zone naturellement élevée qui réduit la capacité de développement de la posidonie.

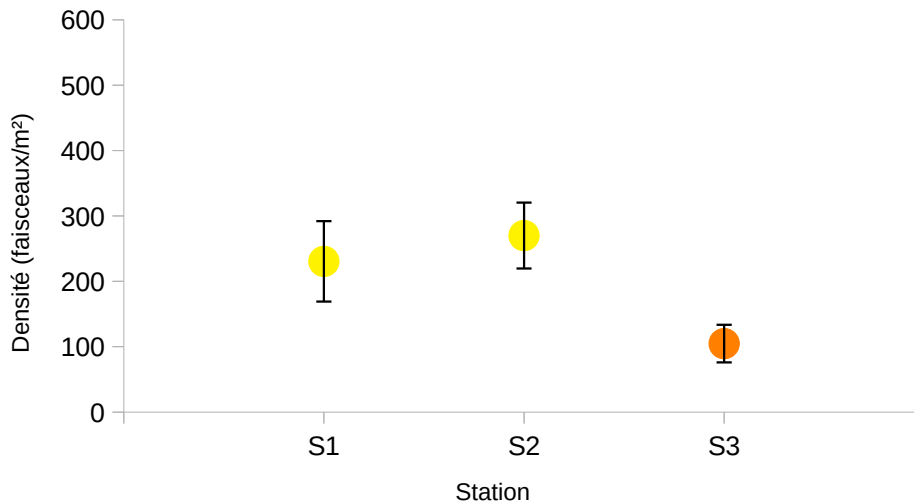


Figure 24 : Densité moyenne des herbiers (en faisceaux/m²) pour chacune des trois stations échantillonnées. Jaune : densité moyenne. Orange : densité faible. Les barres noires représentent l'écart-type.

3.3.2. Recouvrement

Le recouvrement des stations S1 et S2 est fort (compris entre 60 % et 80 %) tandis que celui de la station S3 est plus faible (Figure 25). Ces différences de recouvrement s'expliquent par la différence de profondeur entre les deux premières stations et la station S3, cette dernière, étant plus profonde et en bordure d'une grande zone de sable, est ainsi plus exposée aux courants tout en ayant moins de lumière à disposition.

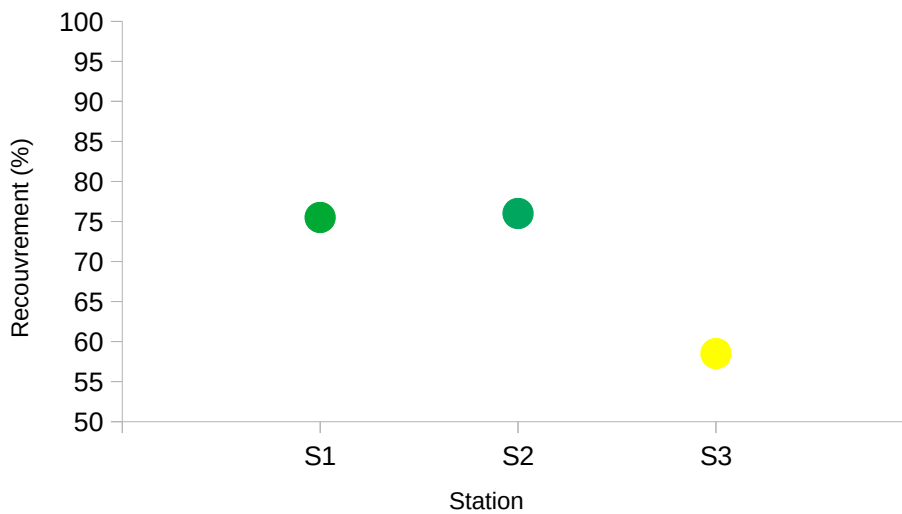


Figure 25 : Pourcentage de recouvrement moyen des herbiers (%) pour chacune des trois stations échantillonnées. Vert : fort recouvrement. Jaune : recouvrement moyen. Les barres noires représentent l'écart-type.

3.3.3. Longueur des feuilles

La longueur moyenne des feuilles est plus basse au niveau de la station S3 par rapport à celles des stations S1 et S2 (Figure 26). Cela est principalement dû à la profondeur plus importante de la station S3. De plus, au vu de la saison durant laquelle les mesures ont été réalisées (hiver), ces résultats semblent se situer dans la moyenne.

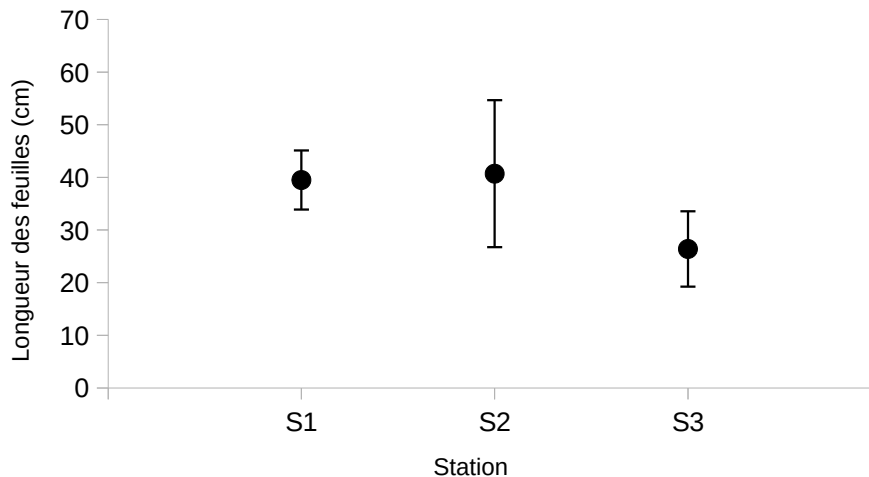


Figure 26 : Longueur moyenne des feuilles de posidonies pour chacune des trois stations échantillonnées. Les barres noires représentent l'écart-type.

3.3.4. Déchaussement des rhizomes

Le déchaussement moyen des rhizomes varie faiblement entre les stations S1 et S2 (Figure 27). Il est moyen aux stations S1 et S2, et faible à la station S3. Le plus fort déchaussement constaté aux stations S1 et S2 est certainement dû à leur plus faible profondeur et donc à leur plus forte exposition aux effets de la houle.

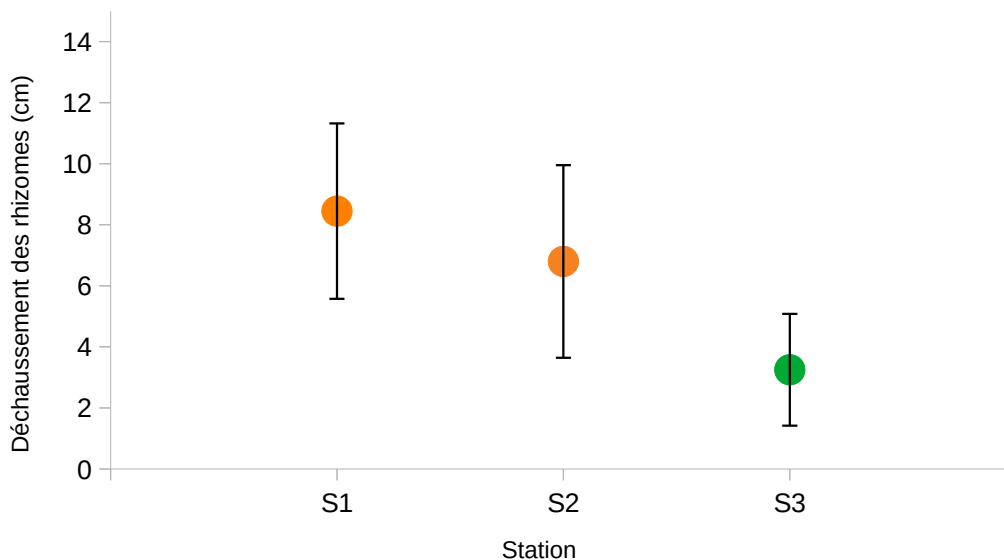


Figure 27 : Déchaussement moyen des rhizomes (cm) pour chacune des trois stations échantillonnées. Vert : faible déchaussement. Orange : déchaussement moyen. Les barres noires représentent l'écart-type.

3.4. Synthèse des données environnementales

La vitalité globalement moyenne de l'herbier de posidonie étudié aux trois stations semble principalement due aux caractéristiques naturelles du golfe de Saint-Tropez. Une turbidité naturellement supérieure à la moyenne peut expliquer les densités et le recouvrement plus faibles observés. Le déchaussement moyen observé aux stations S1 et S2 semble également d'origine naturelle, en lien avec l'hydrodynamisme. Lors des plongées aucun impact humain mécanique n'a été observé dans l'herbier.

4. LIVRABLES

Ce rapport s'accompagne de plusieurs livrables regroupant l'ensemble des données acquises durant l'étude (Tableau 6).

Tableau 6 : Description des livrables et de leur format.

Livrable	Nom du fichier	Description	Format
Couche SIG des biocénoses marines	st_tropez_biocenose_Lbr93_50cm_NGF	Fichier vectoriel de SIG comportant les polygones d'habitats marins	.kml
Raster des biocénoses marines	st_tropez_biocenose_Lbr93_50cm_NGF	Fichier image des biocénoses marines et son géoréférencement (fichier .pgw) Attention : pour ouvrir ce fichier dans un SIG il est nécessaire de garder les fichiers .png et .pgw dans le même dossier	.png
Fichier Autocad	st_tropez_Lbr93_50cm_NGF	Fichier Autocad regroupement l'ensemble des couches d'information des levés acoustiques (bathymétrie, isobathes, points de sonde, carte des biocénoses, points de prélèvement)	.dwg
Synthèse des données spatiales	st_tropez_Lbr93_50cm_NGF	PDF regroupant l'ensemble des données spatiales de l'étude sous forme de calques.	.pdf
Photos	200224_StTropez_Photos	Dossier comprenant l'ensemble des photos terrestres et sous-marines prises pendant l'étude	.zip
Données de vitalité	200224_vitalite_herbiers_SaintTropez	Fichier comprenant l'ensemble des données de vitalité des herbiers de posidonies mesurés pendant l'étude (densité, recouvrement, déchaussement des rhizomes, longueur des feuilles).	.ods
Rapport de mesure	L_20_005_rapport_mesure_bathy_27-02-2020	Ce fichier comprend l'ensemble des métadonnées du levé acoustique au sondeur multifaisceaux.	.pdf
Rapport d'études	R_20-001	Il comprend la présentation du matériel et des méthodes, la carte des limites de l'herbier de posidonies, le résultat des mesures de vitalité des herbiers ainsi que leur analyse accompagnée d'un avis d'expert sur l'état de santé des herbiers.	.pdf

5. BIBLIOGRAPHIE

- Abadie, A., Viala, C., 2018. Développement d'une méthode innovante de cartographie des habitats marins à partir des données LiDAR du programme Litto3D, in: Journées Techniques de l'AFHY. Saint-Nazaire.
- Boudouresque, C.F., Giraud, G., Panayotidis, P., 1980. Végétation marine de l'île de Port-Cros (parc National). XIX : mise en place d'un transect permanent. Trav. Sci. du Parc Natl. Port-Cros 6, 207–221.
- Charbonnel, E., Boudouresque, C.F., Meinesz, A., Bernard, G., Bonhomme, P., Patrone, J., Kruczek, R., Cottalorda, J.M., Bertrand, M.C., Foret, P., Ragazzi, M., Le Direach, L., publ., G.I.S.P., 2000. Le Réseau de Surveillance Posidonie de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie : Présentation et guide méthodologique. Année 2000. Région PACA/Agence de l'Eau RMC/GIS Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/Conseil Général 6, Marseille, France.
- DREAL PACA et DREAL Occitanie, 2018. Guide cadre Eval_Impact. Impacts des projets d'activités et d'aménagements en milieu marin méditerranéen. Recommandations des services instructeurs. Fascicule 2 - Etapes clés de l'évaluation environnementale et analyse des impacts sur les espèces et habit, CO2 commun. ed.
- UNEP-MAP-RAC/SPA, 2011. Draft guidelines for the standardization of mapping and monitoring methods of marine magnoliophyta in the Mediterranean. Working document, prepared by C Pergent-Martini for the tenth meeting of Focal Points for SPAs.

REBOUILLON PIERRE
Monsieur Pierre REBOUILLON
 1 Rue Gily
 13010 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E034902

Version du : 06/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-043274-01

Date de réception technique : 26/02/2020

Première date de réception physique : 26/02/2020

Référence Dossier : N° Projet : PR 2020

Nom Projet : Projets 2020

Nom Commande : saint Tropez

Référence Commande :

Coordinateur de Projets Clients : Marine Guth / MarineGUTH@eurofins.com / +3 88 02 90 20

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	Saint TROPEZ 1
002	Sédiments	(SED)	Saint TROPEZ 2
003	Sédiments	(SED)	Saint TROPEZ 3
004	Sédiments	(SED)	Saint TROPEZ 4

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E034902

Version du : 06/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-043274-01

Date de réception technique : 26/02/2020

Première date de réception physique : 26/02/2020

Référence Dossier : N° Projet : PR 2020

Nom Projet : Projets 2020

Nom Commande : saint Tropez

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

	001	002	003	004
	Saint	Saint	Saint	Saint
	TROPEZ 1	TROPEZ 2	TROPEZ 3	TROPEZ 4
	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	24/02/2020	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
Date de début d'analyse :	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
Température de l'air de l'enceinte :	3.9°C	3.9°C	3.9°C	3.9°C

Préparation Physico-Chimique

XXS06 : Séchage à 40°C		*	-	*	-	*	-
LSA07 : Matière sèche	% P.B.	*	57.0	*	57.3	*	74.3
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	*	4.31	*	21.9	*	26.2

Mesures physiques

LS918 : Masse volumique sur échantillon brut	g/cm³		1.63		1.84		2.08
LS995 : Perte au feu à 550°C	% MS		5.16		4.70		2.71
LS4WH : Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	%	*	1.94	*	1.47	*	1.26
LS4P2 : Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm	%	*	15.10	*	10.77	*	9.31
LSQK3 : Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	%	*	23.91	*	15.44	*	13.40
LS3PB : Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	%	*	33.20	*	19.40	*	17.49
LS9AT : Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm	%	*	100.00	*	100.00	*	100.00
LS9AS : Fraction 2 - 20 µm	%	*	13.17	*	9.30	*	8.06
LSSKU : Fraction 20 - 63 µm	%	*	8.81	*	4.67	*	4.09
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%	*	9.29	*	3.96	*	4.09
LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm	%	*	66.80	*	80.60	*	82.51

Analyses immédiates

LSL4H : pH H2O pH extrait à l'eau			8.8		9.0		9.0
---	--	--	-----	--	-----	--	-----

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E034902

Version du : 06/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-043274-01

Date de réception technique : 26/02/2020

Première date de réception physique : 26/02/2020

Référence Dossier : N° Projet : PR 2020

Nom Projet : Projets 2020

Nom Commande : saint Tropez

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001 Saint TROPEZ 1 SED	002 Saint TROPEZ 2 SED	003 Saint TROPEZ 3 SED	004 Saint TROPEZ 4 SED
24/02/2020	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
3.9°C	3.9°C	3.9°C	3.9°C

Analyses immédiates

LSL4H : pH H2O

Température de mesure du pH

°C

21 21 21

Indices de pollution

LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S.	*	0.6	*	0.8	*	<0.5
LSSKM : Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	mg/kg M.S.	*	20600	*	14800	*	13800

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-	*	-	*	-
LS862 : Aluminium (Al)	mg/kg M.S.	*	9400	*	6300	*	8140
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	*	23.9	*	12.1	*	13.7
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	*	13.8	*	10.5	*	13.5
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	15.2	*	9.23	*	11.0
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	*	308	*	262	*	467
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	16.9	*	14.4	*	21.4
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	35.0	*	29.1	*	34.8
LSA09 : Mercure (Hg)	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	20.2	*	13.3	*	20.9
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.		705		600		1070

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E034902

Version du : 06/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-043274-01

Date de réception technique : 26/02/2020

Première date de réception physique : 26/02/2020

Référence Dossier : N° Projet : PR 2020

Nom Projet : Projets 2020

Nom Commande : saint Tropez

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001 Saint TROPEZ 1 SED	002 Saint TROPEZ 2 SED	003 Saint TROPEZ 3 SED	004 Saint TROPEZ 4 SED
24/02/2020	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
3.9°C	3.9°C	3.9°C	3.9°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	0.0052	*	0.0038
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	*	0.0039	*	0.0051	*	0.0026
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.0079	*	0.023	*	0.0071
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.0059	*	0.031	*	0.014
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0055	*	0.017	*	0.0087
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.0044	*	0.022	*	0.0063
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.0041	*	0.017	*	0.0071
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	0.0053	*	0.0029
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	0.0028	*	<0.002	*	<0.002
LSRHW : Acénaphtène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	<0.002	*	<0.002
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0026	*	0.007	*	0.0044
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.0068	*	0.042	*	0.019
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.009	*	0.035	*	0.014
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.0063	*	0.011	*	0.0036
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.0059	*	0.023	*	0.0081
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.0048	*	0.018	*	0.01
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.071		0.26		0.11

Polychlorobiphényles (PCBs)

LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S.	*	0.002	*	0.0025	*	0.0033
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E034902

Version du : 06/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-043274-01

Date de réception technique : 26/02/2020

Première date de réception physique : 26/02/2020

Référence Dossier : N° Projet : PR 2020

Nom Projet : Projets 2020

Nom Commande : saint Tropez

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001 Saint TROPEZ 1 SED	002 Saint TROPEZ 2 SED	003 Saint TROPEZ 3 SED	004 Saint TROPEZ 4 SED
24/02/2020	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
3.9°C	3.9°C	3.9°C	3.9°C

Polychlorobiphényles (PCBs)

LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S.		0.005		0.006		0.006

Organoétains

LS2GK : Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2GL : Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IJ : Tétrabutylétain -Sn (TeBT)	µg Sn/kg M.S.		<10		<10		<10
LS2IK : Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IL : Triphénylétain cation-Sn (TPhT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IM : MonoOctyletain cation-Sn (MOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IN : DiOctyletain cation-Sn (DOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IP : Tricyclohexyletain cation-Sn (TcHexT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0

Sous-traitance | Eurofins Expertises Environnementales
IY031 : **Tamissage, centrifugation** g/kgIY030 : **Test Microtox sur eau interstitielle**

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E034902

Version du : 06/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-043274-01

Date de réception technique : 26/02/2020

Première date de réception physique : 26/02/2020

Référence Dossier : N° Projet : PR 2020

Nom Projet : Projets 2020

Nom Commande : saint Tropez

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001	002	003	004
Saint	Saint	Saint	Saint
TROPEZ 1	TROPEZ 2	TROPEZ 3	TROPEZ 4
SED	SED	SED	SED
24/02/2020	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
3.9°C	3.9°C	3.9°C	3.9°C

Sous-traitance | Eurofins Expertises Environnementales
Y030 : Test Microtox sur eau interstitielle

Inhibition Luminescence de <i>V. fischeri</i> (15min)	% (CE 50)	non toxique à 80%
Inhibition Luminescence de <i>V. fischeri</i> (30min)	% (CE 50)	non toxique à 80%
Inhibition Luminescence de <i>V. fischeri</i> (5min)	% (CE 50)	non toxique à 80%

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

Observations	N° Ech	Réf client
Date de prélèvement non communiquée	(004)	Saint TROPEZ 4
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Naphtalène est LQ labo/2	(001)	Saint TROPEZ 1
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 est LQ labo/2	(001) (002) (003)	Saint TROPEZ 1 / Saint TROPEZ 2 / Saint TROPEZ 3 /
Une annexe comprenant 2 pages ainsi qu'un récapitulatif statistique (le cas échéant) sont disponibles en pièce jointe portant ainsi à votre connaissance l'ensemble des données brutes qui ont conduit au résultat analytique.	(004)	Saint TROPEZ 4

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E034902

Version du : 06/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-043274-01

Date de réception technique : 26/02/2020

Première date de réception physique : 26/02/2020

Référence Dossier : N° Projet : PR 2020

Nom Projet : Projets 2020

Nom Commande : saint Tropez

Référence Commande :


Stéphanie André

Responsable Service Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 11 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour les matrices Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments, elle est définie au sein de l'avis en vigueur de l'Arrêté du 27 octobre 2011, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau. Pour la matrice d'Eau de Consommation, elle est définie selon l'Arrêté du 11 janvier 2019 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° : 20E034902

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-043274-01

Emetteur : Mr Pierre Rebouillon

Commande EOL : 006-10514-563804

Nom projet :

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
IY030	Test Microtox sur eau interstitielle Inhibition Luminescence de <i>V. fischeri</i> (15min) Inhibition Luminescence de <i>V. fischeri</i> (30min) Inhibition Luminescence de <i>V. fischeri</i> (5min)	Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3		% (CE 50) % (CE 50) % (CE 50)	Prestation soustraite à Eurofins Expertises Environnementales SAS
IY031	Tamissage, centrifugation	Technique -		g/kg	
LS2GK	Dibutylétain cation-Sn (DBT)	GC/MS/MS [Dérivation, extraction Solide/Liquide] - XP T 90-250	2	µg Sn/kg M.S.	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS2GL	Tributylétain cation-Sn (TBT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IJ	Tétrabutylétain -Sn (TeBT)		10	µg Sn/kg M.S.	
LS2IK	Monobutylétain cation-Sn (MBT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IL	Triphénylétain cation-Sn (TPHT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IM	MonoOctylétain cation-Sn (MOT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IN	DiOctylétain cation-Sn (DOT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IP	Tricyclohexylétain cation-Sn (TcHexT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS3PB	Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
LS3PC	Fraction 200 - 2000 µm		0	%	
LS3U6	PCB 118	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 16167 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)	0.001	mg/kg M.S.	
LS3U7	PCB 28		0.001	mg/kg M.S.	
LS3U8	PCB 101		0.001	mg/kg M.S.	
LS3U9	PCB 138		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UA	PCB 153		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UB	PCB 52		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UC	PCB 180		0.001	mg/kg M.S.	
LS4P2	Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm		Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%
LS4WH	Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	0		%	
LS862	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog)	5	mg/kg M.S.	
LS865	Arsenic (As)		1	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS882	Phosphore (P)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)	Volumétrie [Minéralisation] - NF EN 13342 - Méthode interne (Sols)	0.5	g/kg M.S.	
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	Gravimétrie - Méthode interne		g/cm³	

Annexe technique
Dossier N° : 20E034902

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-043274-01

Emetteur : Mr Pierre Rebouillon

Commande EOL : 006-10514-563804

Nom projet :

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS931	Cadmium (Cd)	ICP/MS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 17294-2 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog)	0.1	mg/kg M.S.	
LS934	Chrome (Cr)		0.1	mg/kg M.S.	
LS995	Perte au feu à 550°C	Gravimétrie - NF EN 12879 (annulée)	0.1	% MS	
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
LS9AT	Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm		0	%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0	%	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	% P.B.	
LSA09	Mercuré (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	0.1	mg/kg M.S.	
LSA6B	Phosphore total (P2O5)	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	
LSFEH	Somme PCB (7)			mg/kg M.S.	
LSFF9	Somme des HAP			mg/kg M.S.	
LSL4H	pH H2O pH extrait à l'eau Température de mesure du pH	Potentiométrie - Ad. NF ISO 10390 (SED) NF EN 12176 (abrogée,BOU)		°C	
LSQK3	Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)	0.002	mg/kg M.S.	
LSRHI	Fluorène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo-(a)-anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHU	Naphtalène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHW	Acénaphène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Pérylène		0.002	mg/kg M.S.	
LSSKM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	Combustion [sèche] - NF EN 15936 - Méthode B	1000	mg/kg M.S.	
LSSKU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -			

Annexe technique

Dossier N° : 20E034902

N° de rapport d'analyse :AR-20-LK-043274-01

Emetteur : Mr Pierre Rebouillon

Commande EOL : 006-10514-563804

Nom projet :

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamiséage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	1	% P.B.	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 20E034902

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-043274-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-563804

Nom projet : N° Projet : PR 2020
Projets 2020

Référence commande :

Nom Commande : saint Tropez

Sédiments

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	Saint TROPEZ 1	24/02/2020 10:00:00	26/02/2020	26/02/2020		
002	Saint TROPEZ 2		26/02/2020	26/02/2020		
003	Saint TROPEZ 3		26/02/2020	26/02/2020		
004	Saint TROPEZ 4		26/02/2020	26/02/2020		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e034902-001 (SED) - Average

Opérateur :

PKB8

Date de l'analyse :

mercredi 4 mars 2020 14:43:32

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

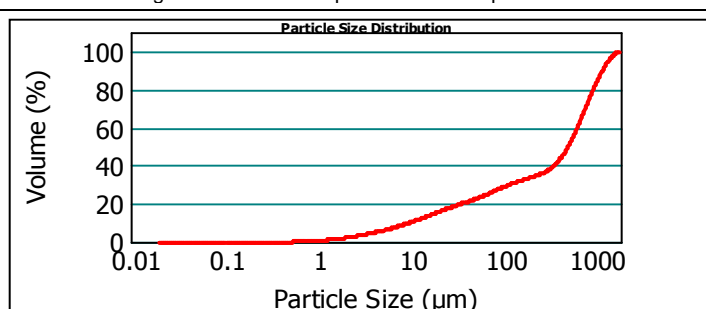
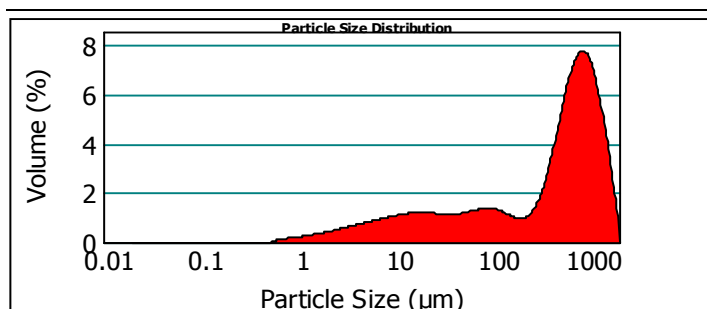
Surface spécifique : Moyenne : Médiane : Variance : Ecart type : Rapport moyenne/médiane : Mode :
0.255 m²/g 576.624 μm 539.270 μm 242902.187 μm² 492.851 μm 1.069 μm 842.120 μm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 1.94%
Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 15.10%
Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 23.91%
Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 33.20%
Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 1.94%
Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 13.17%
Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 6.95%
Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 11.15%
Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 8.81%
Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 9.29%
Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 66.80%



20e034902-001 (SED) - Average

mercredi 4 mars 2020 14:43:32

Size (μm)	Volume In %
0.020	0.55
1.000	1.39
2.000	0.68
2.500	1.87
4.000	3.85
8.000	

Size (μm)	Volume In %
8.000	1.51
10.000	3.01
15.000	0.50
16.000	1.75
20.000	3.12
30.000	

Size (μm)	Volume In %
30.000	2.14
40.000	1.69
50.000	1.86
63.000	4.08
100.000	3.32
150.000	

Size (μm)	Volume In %
150.000	1.88
200.000	1.50
250.000	1.69
300.000	4.68
400.000	6.23
500.000	

Size (μm)	Volume In %
500.000	7.01
600.000	13.72
800.000	6.00
900.000	5.25
1000.000	15.96
1500.000	

Size (μm)	Volume In %
1500.000	4.77
2000.000	

Size (μm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.55
2.000	1.94
2.500	2.61
4.000	4.48

Size (μm)	Vol Under %
8.000	8.33
10.000	9.84
15.000	12.85
16.000	13.35
20.000	15.10

Size (μm)	Vol Under %
30.000	18.22
40.000	20.36
50.000	22.05
63.000	23.91
100.000	27.99

Size (μm)	Vol Under %
150.000	31.31
200.000	33.20
250.000	34.70
300.000	36.39
400.000	41.07

Size (μm)	Vol Under %
500.000	47.30
600.000	54.30
800.000	68.02
900.000	74.03
1000.000	79.28

Size (μm)	Vol Under %
1500.000	95.23
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 μm à 2000 μm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscurisation : 7.89 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e034902-002 (SED) - Average

Opérateur :

PKB8

Date de l'analyse :

mercredi 4 mars 2020 14:51:24

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

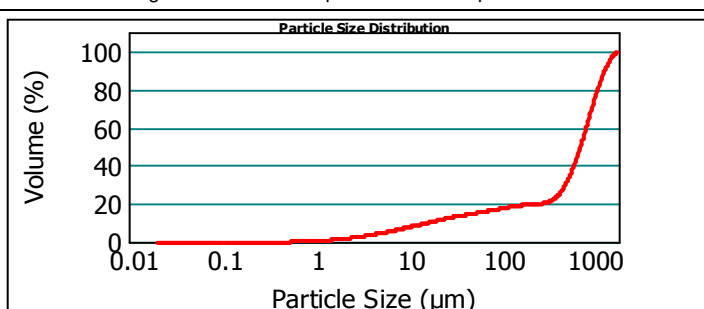
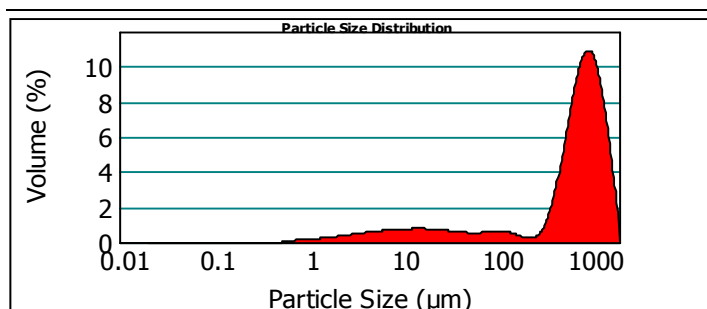
Surface spécifique : 0.186 m²/g **Moyenne :** 768.010 μm **Médiane :** 774.526 μm **Variance :** 244457.044 μm² **Ecart type :** 494.425 μm **Rapport moyenne/médiane :** 0.991 μm **Mode :** 943.616 μm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 1.47%
 Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 10.77%
 Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 15.44%
 Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 19.40%
 Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 1.47%
 Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 9.30%
 Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 3.86%
 Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 4.77%
 Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 4.67%
 Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 3.96%
 Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 80.60%



■ 20e034902-002 (SED) - Average

mercredi 4 mars 2020 14:51:24

Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %
0.020	0.42	8.000	1.06	30.000	1.17	150.000	0.72	500.000	7.27	1500.000	7.71
1.000	1.05	10.000	2.01	40.000	0.81	200.000	0.34	600.000	16.89	2000.000	
2.000	0.51	15.000	0.32	50.000	0.80	250.000	0.47	800.000	8.20		
2.500	1.43	16.000	1.11	63.000	1.72	300.000	2.58	900.000	7.50		
4.000	2.87	20.000	1.88	100.000	1.53	400.000	5.23	1000.000	24.42		
8.000		30.000		150.000		500.000		1500.000			

Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	6.28	30.000	12.66	150.000	18.69	500.000	28.01	1500.000	92.29
1.000	0.42	10.000	7.34	40.000	13.83	200.000	19.40	600.000	35.28	2000.000	100.00
2.000	1.47	15.000	9.34	50.000	14.64	250.000	19.74	800.000	52.16		
2.500	1.98	16.000	9.67	63.000	15.44	300.000	20.21	900.000	60.37		
4.000	3.41	20.000	10.77	100.000	17.15	400.000	22.78	1000.000	67.87		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 μm à 2000 μm	Indice de réfraction : 1.33
Logiciel : Malvern Application 5.60	Liquide : Water 800 mL
Modèle optique : Fraunhofer	Obscurisation : 7.90 %
Vitesse de la pompe : 3000 rpm	<i>- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure</i>

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :

20e034902-003 (SED) - Average

Opérateur :

PKB8

Date de l'analyse :

mercredi 4 mars 2020 15:23:21

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

Surface spécifique : Moyenne : Médiane : Variance : Ecart type : Rapport moyenne/médiane : Mode :

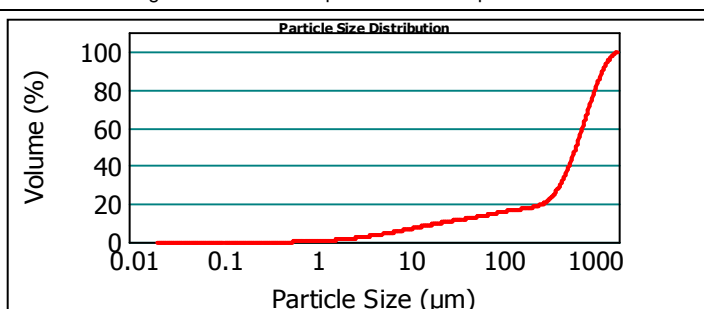
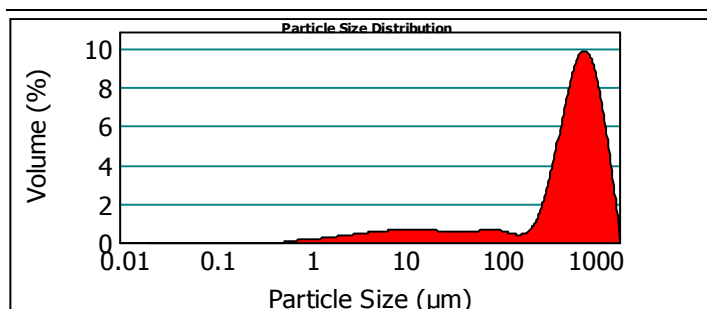
0.162 m²/g 716.881 μm 694.225 μm 220641.945 μm² 469.725 μm 1.032 μm 855.420 μm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 1.26%
 Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 9.31%
 Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 13.40%
 Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 17.49%
 Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 1.26%
 Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 8.06%
 Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 3.26%
 Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 4.92%
Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 4.09%
Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 4.09%
 Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 82.51%



■ 20e034902-003 (SED) - Average

mercredi 4 mars 2020 15:23:21

Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %
0.020	0.32	8.000	0.92	30.000	0.97	150.000	0.75	500.000	8.71	1500.000	6.17
1.000	0.94	10.000	1.74	40.000	0.74	200.000	0.92	600.000	17.27	2000.000	
2.000	0.46	15.000	0.28	50.000	0.83	250.000	1.56	800.000	7.63		
2.500	1.25	16.000	0.93	63.000	1.90	300.000	5.36	900.000	6.71		
4.000	2.48	20.000	1.54	100.000	1.44	400.000	7.61	1000.000	20.57		
8.000		30.000		150.000		500.000		1500.000			

Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	5.45	30.000	10.85	150.000	16.74	500.000	32.94	1500.000	93.83
1.000	0.32	10.000	6.37	40.000	11.82	200.000	17.49	600.000	41.65	2000.000	100.00
2.000	1.26	15.000	8.11	50.000	12.57	250.000	18.42	800.000	58.92		
2.500	1.72	16.000	8.38	63.000	13.40	300.000	19.98	900.000	66.55		
4.000	2.97	20.000	9.31	100.000	15.30	400.000	25.33	1000.000	73.26		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 μm à 2000 μm	Indice de réfraction : 1.33
Logiciel : Malvern Application 5.60	Liquide : Water 800 mL
Modèle optique : Fraunhofer	Obscurisation : 7.91 %
Vitesse de la pompe : 3000 rpm	<i>- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure</i>

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-20-IY-004703-01

Version du : 06/03/2020

Page 1/2

Dossier N° : 20G001951

Date de réception : 28/02/2020

Référence bon de commande : EUFRSA200094383

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
001	Sédiments	20E034902-004 / Saint TROPEZ 4 -	(84) (voir note ci-dessous) Une annexe comprenant 2 pages ainsi qu'un récapitulatif statistique (le cas échéant) sont disponibles en pièce jointe portant ainsi à votre connaissance l'ensemble des données brutes qui ont conduit au résultat analytique.

(84) Date de prélèvement non communiquée

N° ech **20G001951-001** | Version AR-20-IY-004703-01(06/03/2020) | Votre réf. 20E034902-004 Page 2/2

Température de l'air de l'enceinte	4.4°C	Date de réception	28/02/2020 14:33
Prélèvement effectué par	Prélevé par vos soins	Début d'analyse	06/03/2020
Date de prélèvement	Non communiquée		

Ecotoxicologie continentale

	Résultat	Unité
IY030 : Test Microtox sur eau interstitielle Prestation réalisée par nos soins <i>Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - NF EN ISO 11348-3</i>		
Inhibition Luminescence de <i>V. fischeri</i> (5min)	non toxique à 80%	% (CE 50)
Inhibition Luminescence de <i>V. fischeri</i> (15min)	non toxique à 80%	% (CE 50)
Inhibition Luminescence de <i>V. fischeri</i> (30min)	non toxique à 80%	% (CE 50)

Divers

	Résultat	Unité
IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins <i>Technique -</i>	-	g/kg



Yves Barthel
Chef de Service

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

ANNEXE AU RAPPORT D'ANALYSE : TEST D'INHIBITION DE LA LUMINESCENCE DE VIBRIO FISCHERI (norme NF EN ISO 11348-3 ; 2009)

Numéro échantillon : 19521-1 Date de réception : 28/02/20
 Lieu de prélèvement : 20 E 034902-004 Date d'analyse : 06/03/20
 Date de prélèvement : / Numéro de série analytique / opérateur : 1239 / FETy

Caractéristiques de l'échantillon :

- pH : 7,2
- couleur : /
- oxygène dissous (mg/L) : 4,1
- conductivité : 59000 µS/cm
- turbidité (visuelle) : /
- ajustement de la salinité - masse NaCl pesée : /
- autres informations - traitement préalable : /

Caractéristiques de la souche :

- origine : R-BIOPHARM
- numéro de lot : 19H4179A
- date de péremption : 09/2021
- date de livraison : 21/11/2019
- température de conservation : inférieure à - 18°C

Valeurs de luminescence mesurées

Essai 1	I ₀	I ₅	I ₁₅	I ₃₀
Témoin	99	114	114	115
10	95	115	121	120
20	96	116	114	120
40	95	115	116	124
80	95	113	110	125

Essai 2	I ₀	I ₅	I ₁₅	I ₃₀
Témoin	101	120	120	117
10	95	113	110	104
20	94	122	117	112
40	91	110	106	109
80	92	105	102	103

Résultats (moyenne des deux essais) :

CE 50%-5 min : *Non* soit / équitox/m³
 CE 50%-15 min : *toxic* soit / équitox/m³
 CE 50%-30 min : *à 80 /* soit / équitox/m³

Commentaires :

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 2 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Eurofins Expertises Environnementales SAS - Site de Maxéville
 Rue Lucien Cuenot - Site St Jacques II - BP 51005 - F-54521 Maxéville Cedex
 Tél +33 3 83 50 36 17 - fax +33 3 83 50 23 70 - site web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 71676€ RCS Nantes : 751 056 102 APE : 7120B

ANNEXE AU RAPPORT D'ANALYSE : TEST D'INHIBITION DE LA LUMINESCENCE DE VIBRIO FISCHERI
(norme NF EN ISO 11348-3 ; 2009)

Numéro échantillon : 20G001951-001

Facteurs de correction des témoins (valide si compris entre 0,6 et 1,8)

	I ₅	I ₁₅	I ₃₀
Essai 1	1,19	1,19	1,16
Essai 2	1,15	1,15	1,16
Moyenne	1,17	1,17	1,16

Substances de référence : pourcentage d'inhibition à 30 min
Valide si inhibition comprise entre 20% et 80 %

	t=0	t=30	inhibition
Témoin	92	85	#DIV/0!
3-5-dichlorophenol			
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	90	45	46%
K ₂ C ₂ O ₇			#DIV/0!

Validité des témoins (écart moyen par rapport à la moyenne)

I ₅	I ₁₅	I ₃₀
2	2	0

0 Valide si inférieur ou égal à 3.

Calcul du pourcentage de variation des taux d'inhibition de la luminescence par rapport à leur moyenne

Test valide si écart par rapport à la moyenne en points de % inférieur ou égal à 3.

temps	Conc.	essai 1 (%)		essai 2 (%)	
		Inhibition	écart %/moy	Inhibition	moyenne
5 min	10,00	0	0	0	0,0
	20,00	0	0	0	0,0
	40,00	0	0	0	0,0
	80,00	4	2	0	2,0
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

temps	Conc.	essai 1 (%)		essai 2 (%)	
		Inhibition	écart %/moy	Inhibition	moyenne
15 min	10,00	3	1	0	1,3
	20,00	0	0	0	0,0
	40,00	2	1	0	1,0
	80,00	7	3	0	3,3
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

temps	Conc.	essai 1 (%)		essai 2 (%)	
		Inhibition	écart %/moy	Inhibition	moyenne
30 min	10,00	6	3	0	2,8
	20,00	0	0	0	0,0
	40,00	0	0	0	0,0
	80,00	3	2	0	1,7
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Essai 1

CE 50%-5 min : Non toxique à 80 %
CE 50%-15 min : Non toxique à 80 %
CE 50%-30 min : Non toxique à 80 %

Essai 2

CE 50%-5 min : Non toxique à 80 %
CE 50%-15 min : Non toxique à 80 %
CE 50%-30 min : Non toxique à 80 %

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrée, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il compose 2 pages(6). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Eurofins Expertises Environnementales SAS - Site de Maxéville
Rue Lucien Cuenot - Site St-Jacques II - BP 51005 - F-54521 Maxéville Cedex
Tél +33 3 83 50 36 17 - Fax +33 3 83 50 23 70 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 71676€ RCS Nanterre : 751 056 102 APE : 7120B

MicrotoxOmni Test Report

Date: 06/03/2020 12:03 PM

Test Protocol: Basic Test

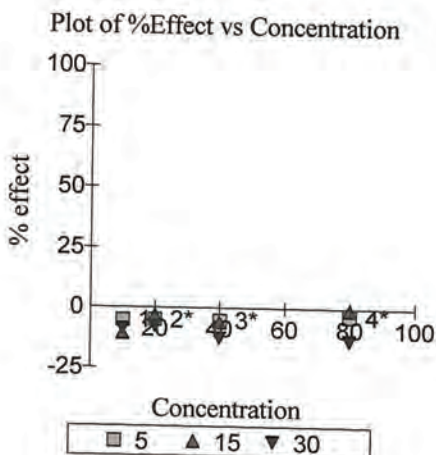
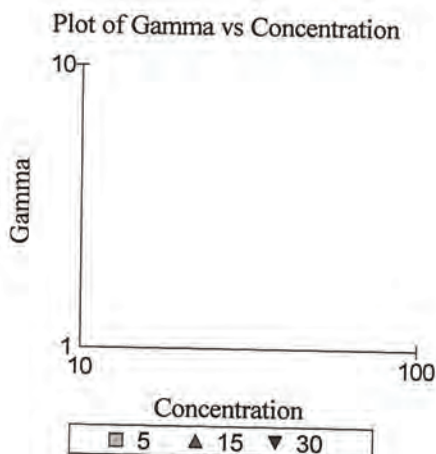
Sample: 1951-001 B

Toxicant: -

Reagent Lot no.:

Test description: 1951-001 B

Data File: Untitled Data File



Sample	Conc	5 Mins Data:				15 Mins Data:			30 Mins Data:		
		Io	It	Gamma	% effect	It	Gamma	% effect	It	Gamma	% effect
Control	0.000	99.00	114.00	1.152 #		114.00	1.152 #		115.00	1.162 #	
1	10.00	95.00	115.00-0.0487 *	-5.125%	121.00-0.0959 *	-10.61%		120.00-0.0803 *	-8.741%		
2	20.00	96.00	116.00-0.0470 *	-4.934%	114.00-0.0303 *	-3.125%		120.00-0.0707 *	-7.609%		
3	40.00	95.00	115.00-0.0487 *	-5.125%	116.00-0.0569 *	-6.039%		124.00-0.1101 *	-12.37%		
4	80.00	95.00	113.00-0.0319 *	-3.296%	110.00-0.0055 *	-0.5540%		125.00-0.1172 *	-13.27%		

- used in calculation; * - invalid data; D - deleted from calcs.

Statistical calculations could not be performed on the 5 Mins data.
 Recommend re-testing at lower initial concentration or with additional dilutions.
 Hormesis detected.
 Lowest % effect: -5.125%

Statistical calculations could not be performed on the 15 Mins data.
 Recommend re-testing at lower initial concentration or with additional dilutions.
 Hormesis detected.
 Lowest % effect: -10.61%

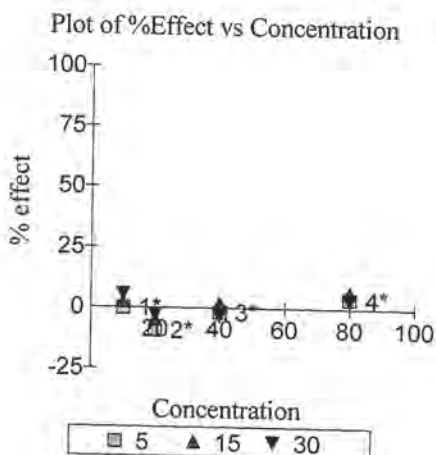
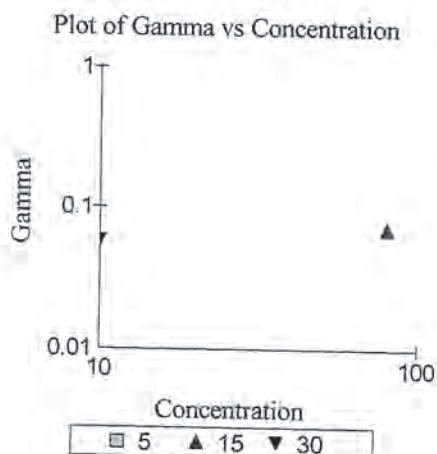
Statistical calculations could not be performed on the 30 Mins data.
 Recommend re-testing at lower initial concentration or with additional dilutions.
 Hormesis detected.
 Lowest % effect: -13.27%

There is no QA data available for this test.

MicrotoxOmni Test Report

Date: 06/03/2020 11:59 AM

Test Protocol: Basic Test
 Sample: 1951-001 A
 Toxicant: -
 Reagent Lot no.:
 Test description: 1951-001 A
 Data File: Untitled Data File



Sample	Conc	5 Mins Data:				15 Mins Data:			30 Mins Data:		
		Io	It	Gamma	% effect	It	Gamma	% effect	It	Gamma	% effect
Control	0.000	101.00	120.00	1.188 #		120.00	1.188 #		117.00	1.158 #	
1	10.00	95.00	113.00	0.0011 *	-0.1140%	110.00	0.0261 *	2.544%	104.00	0.0581	5.497%
2	20.00	94.00	122.00	0.0845 *	-9.238%	117.00	0.0454 *	-4.761%	112.00	0.0277 *	-2.855%
3	40.00	91.00	110.00	0.0171 *	-1.740%	106.00	0.0199 *	1.960%	109.00	0.0328 *	-3.400%
4	80.00	92.00	105.00	0.0410 *	3.940%	102.00	0.0716	6.685%	103.00	0.0347 *	3.354%

- used in calculation; * - invalid data; D - deleted from calcs.

Statistical calculations could not be performed on the 5 Mins data.
 Recommend re-testing at lower initial concentration or with additional dilutions.
 Hormesis detected.
 Lowest % effect: -9.238%

Statistical calculations could not be performed on the 15 Mins data.
 Highest % effect: 6.685%

Statistical calculations could not be performed on the 30 Mins data.
 Highest % effect: 5.497%

There is no QA data available for this test.

Signature: _____

Printed: 06/03/2020 12:00 PM



Mode de calcul des sommes

Contexte



Nous vous rappelons que notre laboratoire a mis en place depuis 2017 un nouveau mode de calcul des sommes.

Il s'appuie sur l'**Arrêté du 21 décembre 2007** relatif aux modalités d'établissement des redevances pour pollution de l'eau et pour modernisation des réseaux de collecte, qui définit les règles d'utilisation d'un résultat inférieur à la limite de quantification lors d'un calcul.

Ce mode de calcul est déjà appliqué aux matrices solides (sols-boues-sédiments-solides divers-enrobés routiers). Il en est désormais de même pour les matrices liquides (eaux douces-eaux résiduaires-eaux salines-éluats...) et les Gaz des Sols.

Cas général

Le résultat rendu dorénavant sur tous nos échantillons ne sera plus encadré par un intervalle de valeurs mais correspondra à un résultat unique. *LQ = limite de quantification*

1/ Existence d'une LQ réglementaire

Pour les matrices **Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments**, la LQ réglementaire est celle définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'**Arrêté du 27 octobre 2011**, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau.

Pour la **matrice d'Eau de Consommation**, la LQ réglementaire est celle définie selon l'**Arrêté du 11 janvier 2019** modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux.

Résultat d'analyse \leftarrow LQ laboratoire \leftarrow LQ réglementaire
 → Résultat = 0

Exemple pour les métaux :

Cd : LQ labo = 0.1 mg/L et LQ réglementaire = 0.1 mg/L
 Pb : LQ labo = 0.05 mg/L et LQ réglementaire = 0.1 mg/L

Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque métal sera « zéro ».

Résultat d'analyse \leftarrow LQ laboratoire \rightarrow LQ réglementaire
 → Résultat = LQ labo / 2

Exemple pour les PCB :

PCB 28 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
 PCB 52 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
 PCB 180 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
 Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque PCB sera « LQ labo/2 »

2/ Absence d'une LQ réglementaire

Résultat d'analyse \leftarrow LQ laboratoire
 → Résultat = 0

Exemple pour les BTEX :

Benzène => < 10 µg/L
 Toluène => < 10 µg/L
 Ethylbenzène => < 10 µg/L
 Xylènes => < 10 µg/L

Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque BTEX sera « zéro ».



Calcul de la somme des résultats

→ si au final la somme des résultats est égale à « zéro », alors le résultat rendu correspondra à la LQ laboratoire la plus élevée des paramètres sommés

Exemple pour les BTEX :

LQ Benzène => < 10 µg/support
 LQ Toluène => < 10 µg/support
 LQ Ethylbenzène => < 10 µg/support
 LQ Xylène => < 20 µg/support
 Le résultat de la somme sera < 20 µg/support

→ si au final la somme des résultats est différente de « zéro », alors le résultat rendu correspondra à la somme des résultats obtenus pour les différents paramètres sommés.

Exemple pour les urées :

Buturon = 0.05 µg/L
 Chlorbromuron = 0.05 µg/L
 Chlortoluron < 0.05 µg/L
 Le résultat de la somme sera de 0.05 + 0.05 + 0 = 0.10 µg/L

Cas particuliers

À partir de janvier 2020 pour les analyses nécessitant une pondération dans le rendu des résultats, le calcul des sommes sera également modifié.

Cette évolution fera l'objet d'une communication particulière prochainement.

Amarrage du yacht Symphony



Note de calcul du corps mort

Réf : A1818-035 – V provisoire

Date : 06/03/2020

Client : TP SPADA





Signatures

	Nom	Société
Préparé par	Vassili AFFENTOULIS	ACRI-IN
Contrôlé par	Christian RAFFOURT	
Autorisé par	Isabelle LESPRIT	ACRI-IN

Version

Version	Contenu	Auteur
Provisoire	Note synthèse	Ch.R.

Table des matières

1 INTRODUCTION	8
1.1 SITUATION	8
1.2 OBJET DE LA NOTE	9
2 NOTE DE CALCUL	10

1 Introduction

1.1 Situation

La société TP-SPADA a sollicité le bureau d'étude ACRI-IN pour l'amarrage du yacht Symphony en baie de Saint-Tropez aux coordonnées : 6°39.912'Est, 43°16.763' Nord (Figure 1).

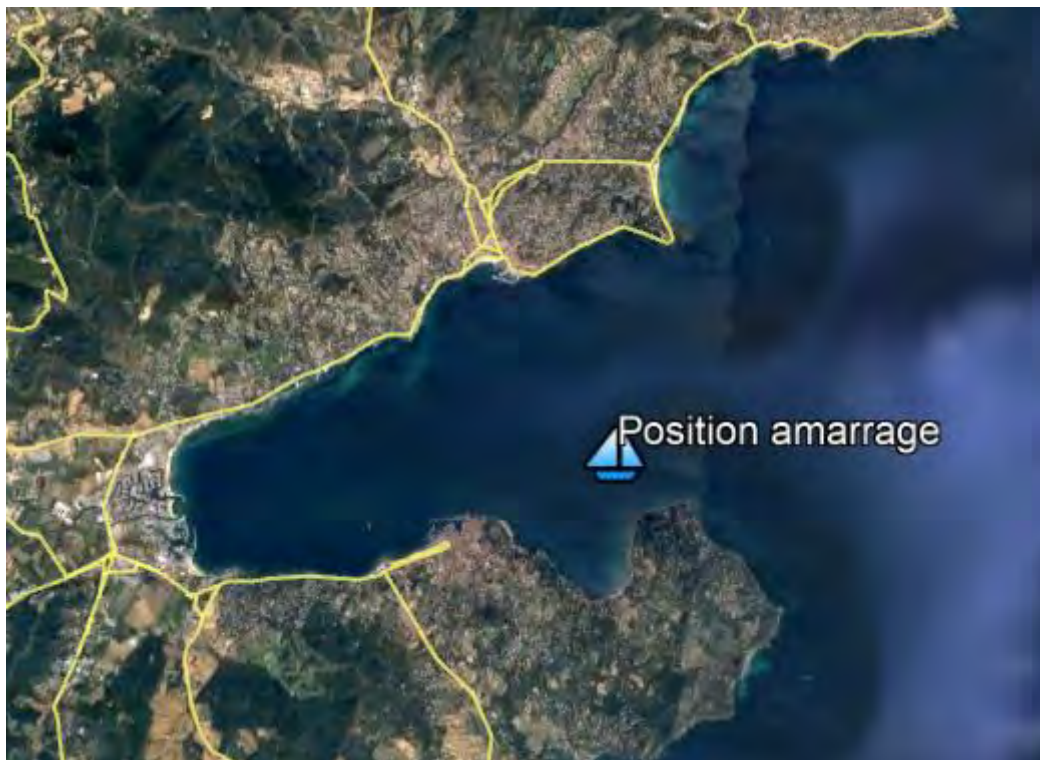


Figure 1 : Position de l'amarrage en Baie de Saint-Tropez

Le yacht Symphonie a une longueur de 101.5 mètres pour une masse de 2 816 tonnes.



Figure 2 : Vue de profil du yacht Symphony

La position d'amarrage sera assurée par un corps mort immergé par 24 m de profondeur à la position de longitude 6°39.912'Est et latitude 43°16.763' Nord (Figure 1). Un coffre d'amarrage maintient un croc d'amarrage en surface de façon à faciliter l'amarrage. Des bouées positionnées le long de la ligne d'amarrage maintiennent la chaîne hors sol pour éviter le ragage.

Le dispositif d'amarrage est dimensionné pour un amarrage pour des vents n'excédant pas Beaufort 7.

1.2 Objet de la note

L'objet de cette note de calcul est de présenter les éléments de dimensionnement du corps-mort constituant le point fixe du dispositif d'amarrage sous l'hypothèse d'un coefficient de frottement de 0.57.

2 Note de calcul

Conditions environnementales d'obtention des contraintes	
Vitesse du vent	16.9 m/s
Intensité du courant	1 m/s
Direction du courant / direction du vent	90 degrés
Hauteur significative de la houle	3.1 m
Période de la houle	9.5 s
Direction de la houle / vent	90 degrés

Configuration de la ligne d'amarrage	
Longueur de haussière	17 m
Longueur de chaîne	75.1 m
Masse totale des chaînes	9 350 kg
Flottabilité nette du coffre d'amarrage	5 000 kg
Nombre de bouées subsurface	2
Flottabilité nette des bouées	3 000 kg + 6 000 kg
Angle avec l'horizontal de la ligne d'amarrage en situation ultime	17 degrés

Contraintes physiques sur le corps mort	
F_x (effort horizontal de déplacement)	800 kN
F_z (effort vertical de soulèvement)	250 kN
tg(φ) Coefficient de frottement retenu (hors sécu.)	0.57

Valeurs des coefficients de sécurité retenues	
γ_{g1} Coefficient partiel (frottement)	1.1
C _s Coefficient de sécurité sur les efforts	1.1
Coefficient sur la masse de l'ouvrage	1.1

Dimension du massif béton	
Densité du béton	2 400 kg/m ³
Densité de l'eau de mer	1 025 kg/m ³
Poids apparent du corps-mort	200 Tonnes
Poids du corps mort	380 Tonnes
Ratio hauteur / largeur	1 / 3
Volume du massif béton	142 m ³
Hauteur du massif béton	2.51 m
Superficie du massif béton	57 m ²
Longueur du côté de l'assise	7.52 m

Amarrage du yacht Symphony



Note de synthèse des données des données de bathymétrie, houle et vent

Réf : A1818-035 – V provisoire

Date : 31-08-2018

Client : TP SPADA



Signatures

	Nom	Société
Préparé par	Vassili AFFENTOULIS	ACRI-IN
Contrôlé par	Christian RAFFOURT	
Autorisé par	Isabelle LESPRIT	ACRI-IN

Version

Version	Contenu	Auteur
Provisoire	Note synthèse	Ch.R. V.A.

Table des matières

1 INTRODUCTION	8
1.1 SITUATION	8
1.2 OBJET DE LA NOTE	9
2 BATHYMETRIE	10
3 NIVEAUX MARINS	12
3.1 VARIATION DES NIVEAUX D'EAU	12
3.2 MARÉE ASTRONOMIQUE	12
3.3 SURCOTES, DÉCOTES ET STORM SURGE	12
3.4 NIVEAUX D'EAU EXTRÊMES	12
3.5 NIVEAU D'EAU MOYEN	14
3.6 HAUTEUR D'EAU AU POINT FIXE DE LA LIGNE D'AMARRAGE	14
4 ANALYSE DES VENTS ET DES HOULES	15
4.1 DONNÉES DE VENT ET DE HOULE	15
4.2 ANALYSE DE LA HOULE ET DU VENT AU POINT 3 AM	16
4.3 EXTRAPOLATION DES HOULES D'ÉTUDE	18
5 ETUDE DE PROPAGATION DE LA HOULE DU LARGE VERS LA COTE	20
5.1 LOGICIEL	20
5.2 CONDITIONS DE HOULE RETENUES	20
5.3 PROPAGATION DES HOULES	21
5.4 HOULE SUR SITE	24

1 Introduction

1.1 Situation

La société TP-SPADA a sollicité le bureau d'étude ACRI-IN pour l'amarrage du yacht Symphony en baie de Saint-Tropez aux coordonnées : 6°39.912'Est, 43°16.763' Nord (Figure 1).

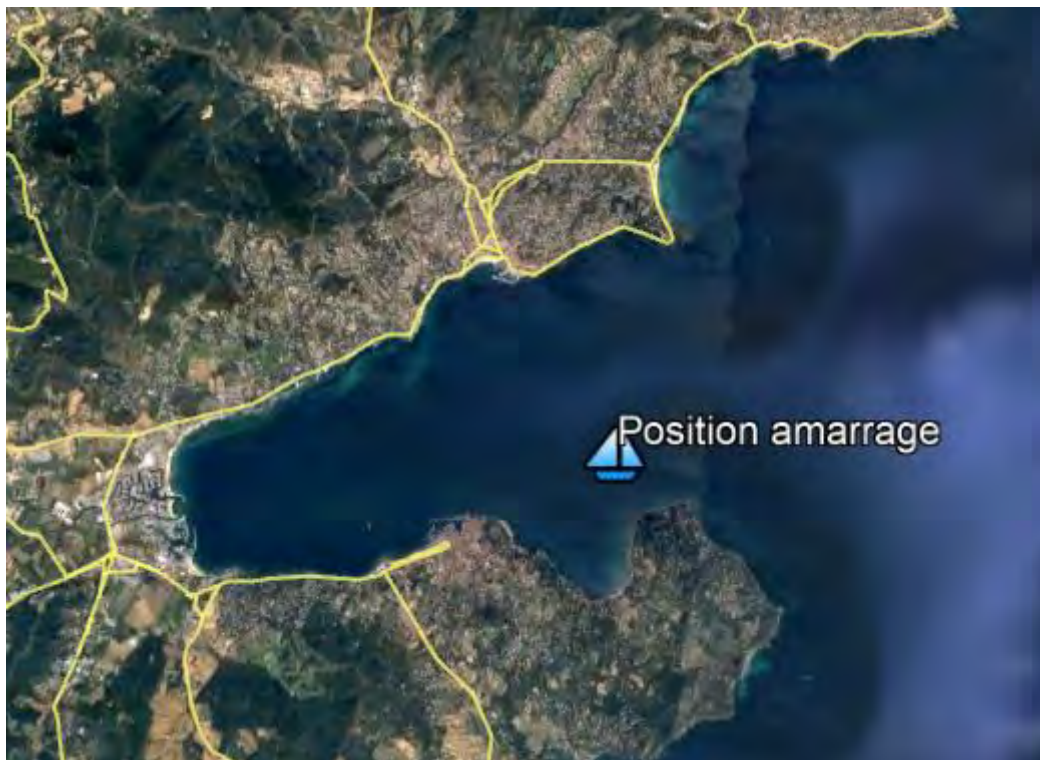


Figure 1 : Position de l'amarrage en Baie de Saint-Tropez

Le yacht Symphonie a une longueur de 101.5 mètres pour une masse de 3 463 tonnes.



Figure 2 : Vue de profil du yacht Symphony

La position d'amarrage sera assurée par un corps mort immergé par 22 m de profondeur à la position de longitude 6°39.912'Est et latitude 43°16.763' Nord (Figure 1). Un coffre d'amarrage maintient un croc d'amarrage en surface de façon à faciliter l'amarrage. Des bouées positionnées le long de la ligne d'amarrage maintiennent la chaîne hors sol pour éviter le ragage.

1.2 Objet de la note

L'objet de cette note est de présenter les données environnementales du site d'amarrage nécessaire à la constitution du DLE.

2 Bathymétrie

L'image ci-dessous présente une compilation de toutes les données bathymétriques ayant été récoltées du large à la côte ; parmi elles, la bathymétrie au large du Golfe de Saint-Tropez, extraite de la carte marine SHOM 7408P (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine), complétée par la bathymétrie plus fine du golfe de Saint-Tropez, extraite de la carte marine SHOM 7267P et la bathymétrie à 1m de Litto3D 2018 (SHOM). La figure ci-dessous (Figure 3) présente la reconstitution numérique de la bathymétrie réalisée à partir de ces deux jeux de données.

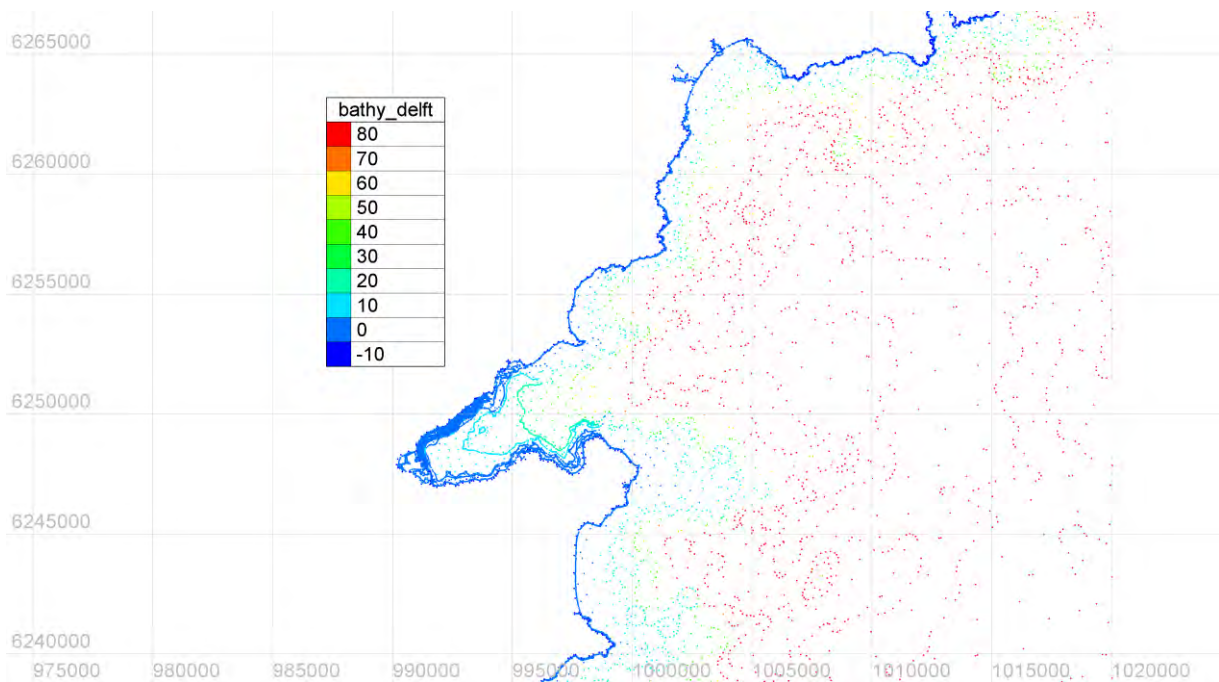


Figure 3 : Données bathymétriques au large du site d'amarrage du Symphony

Le point fixe au sol retenu pour la ligne d'amarrage est situé 6°39.912'Est, 43°16.763' Nord soit en coordonnées Lambert 93 : $x_{l93}=997582,3$ $y_{l93}=6249153,0$.

La bathymétrie fine de Litto3D indique qu'à ce point l'altitude du fond marin est à -23.8 mNGF (Figure 4).

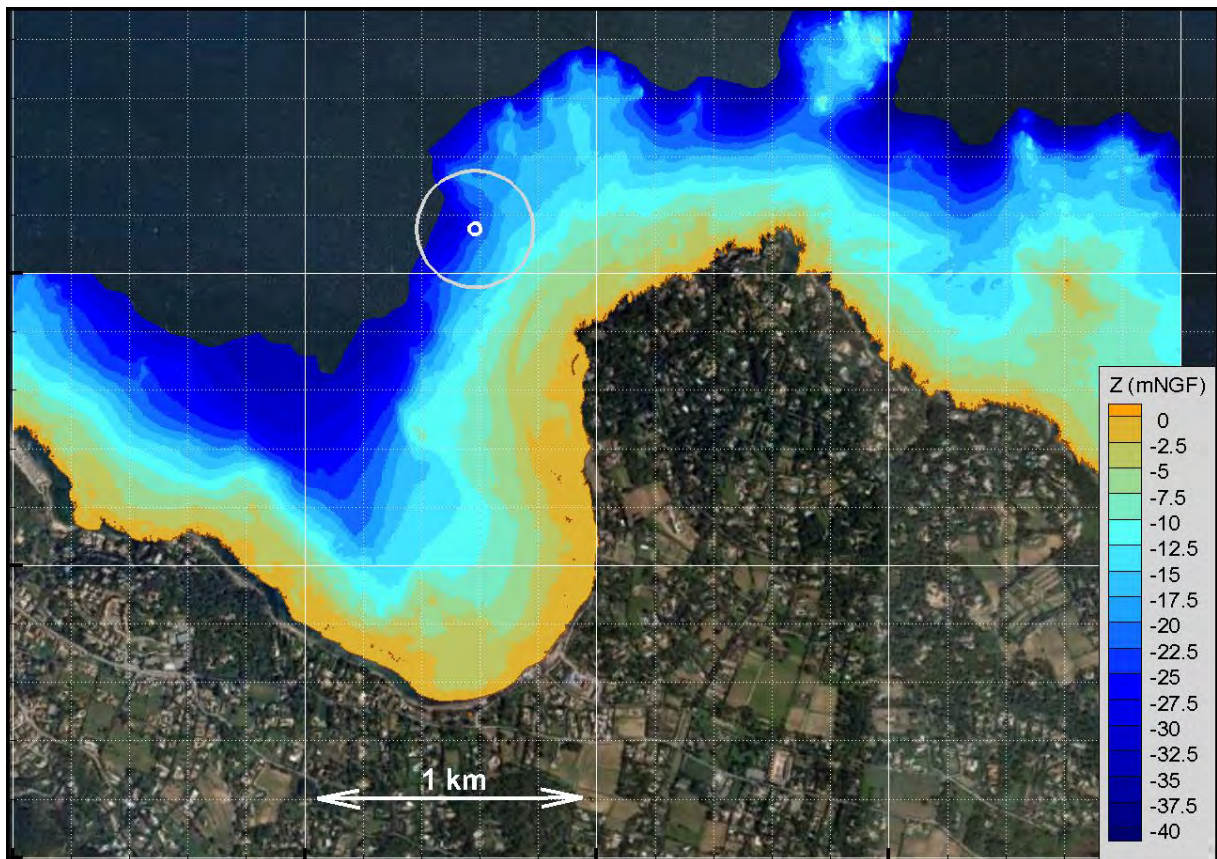


Figure 4 : Bathymétrie Litto3D proche du site d'amarrage du Symphony (cercle)

3 Niveaux marins

3.1 Variation des niveaux d'eau

Les variations du niveau de la mer ont une importance fondamentale sur les conditions hydrodynamiques.

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).

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 0.3 m sous le zéro NGF à Cogolin (source SHOM, « Références Altimétriques Maritimes » de 2012, au site de St Tropez).

3.2 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.

3.3 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.

3.4 Niveaux d'eau extrêmes

ACRI-IN dispose des mesures du niveau d'eau, sur un peu plus de 8 ans, issues des marégraphes de Nice et de Toulon. Elles ont été exploitées pour évaluer les niveaux d'eau d'occurrences extrêmes. La méthode suivante, dite du renouvellement, a été employée (voir section 2.1.3.2) :

- Sélection des pics du niveau d'eau associés à des événements climatiques indépendants entre 2000 et 2008, avec un seuil minimal de valeur pris égal à 0.65m CM, ce qui représente 3 à 5 valeurs pics par trimestre ;
- Recherche d'une courbe de régression de type Weibull avec le paramètre d'ajustement « k » le plus approprié pour réduire les écarts avec les données brutes ;
- Extrapolation des valeurs extrêmes.

La courbe d'extrapolation est tracée sur le graphe suivant. L'alignement des valeurs autour de la courbe est satisfaisant. Chaque valeur correspond à une interpolation entre les niveaux d'eau extrêmes obtenus à Toulon et à Nice.

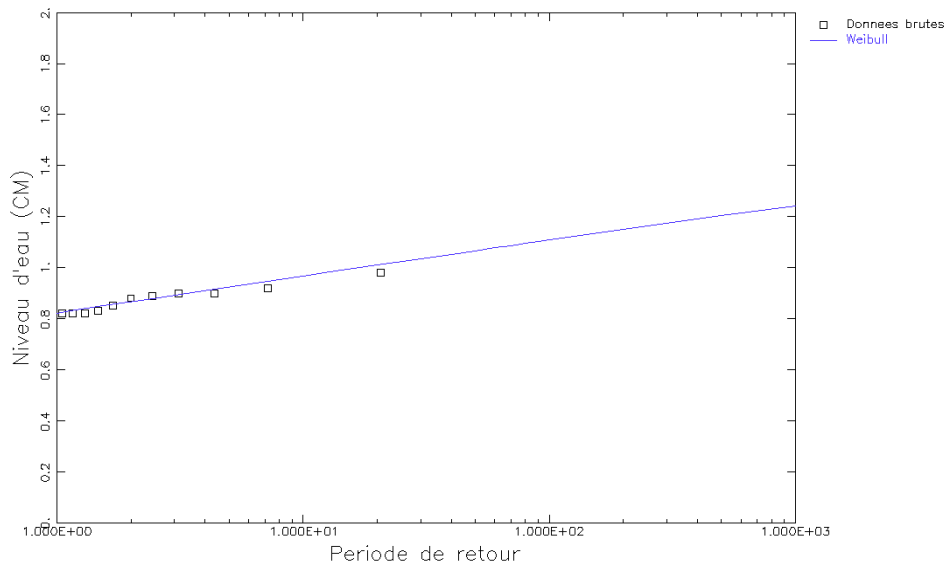


Figure 5 : Extrapolation des valeurs extrêmes de niveau d'eau (Valeurs rapportées au 0 CM, paramètre de Weibull $k=1.1$)

D'après cette analyse, on obtient les valeurs de niveau d'eau suivantes, 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 1 : Niveaux d'eau extrêmes

A titre d'information, à ces valeurs, il faudrait 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'Évolution du Climat (G.I.E.C.) pour un scénario défavorable d'évolution, la surélévation du niveau de la mer pourrait être de 50 cm dans les 100 prochaines années. Dans ces conditions, les niveaux d'eau seraient les suivants :

Période de retour	Niveaux d'eau
1 an	1 m NGF
10 ans	1.2 m NGF
50 ans	1.3 m NGF
100 ans	1.5 m NGF

Tableau 2 : Niveaux d'eau extrêmes avec prise en compte de la hausse du niveau de la mer

3.5 Niveau d'eau moyen

Selon le rapport du SHOM 2019 « Références Altimétriques Maritimes, Ports de France métropolitaine et outre-mer, cotes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée », le niveau marin moyen à Port-Ferréol est situé à environ 0.17 mNGF.

Compte tenu de la proximité du site retenu pour l'amarrage du Symphony et le Port-Ferréol, nous admettrons que le niveau marin moyen de la zone d'amarrage est le même.

3.6 Hauteur d'eau au point fixe de la ligne d'amarrage

Compte tenu des éléments exposés précédemment, la hauteur d'eau moyenne au droit du point fixe matérialisé par un corps mort sera de 24 mètres.

Lors des évènements extrêmes, les hauteurs d'eau à ce même point, seront comprises entre 24.3 mètres en conditions de période de retour annuelle et 24.8 mètres en conditions centennales. Ceci sans prendre en compte l'effet de l'élévation du niveau de la mer dû aux évolutions climatiques.

4 Analyse des vents et des houles

4.1 Données de vent et de houle

De nos jours, les données fiables de houle et de vent sur de grandes périodes proviennent de modèles numériques globaux calculant vent et houle sur de grandes étendues à l'échelle des mers et océans. Ces modèles sont alimentés en continu par les données de 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.

Par exemple, les bouées de mesure présentes sur le département des Alpes-Maritimes sont les suivantes :

- ❖ La bouée Dyfamed (station 61001) au point de coordonnées 43°24'N, 7°48'E, tenue par Météo France au large des côtes, par 2300m de profondeur, non directionnelle ;
- ❖ La bouée Candhis du CETMEF (00601), directionnelle, située au-devant de l'aéroport de Nice par 270m de fond, au point de coordonnées (43°38.3', 7°13.7'), et dont les données en temps réel.

Les modèles numériques constituent aujourd'hui le moyen le plus moderne et le plus complet pour connaître les conditions de houle à la fois fréquentes et exceptionnelles.

Certains laboratoires tels que Globocéan ou HR Wallingford ont développé des bases de données d'états de mer et de vents à l'échelle mondiale à l'aide de modèles océano-météorologiques globaux. Le pas de temps originel du modèle est souvent intrinsèquement fixé à 3 heures.

Pour Globocéan, à qui nous avons commandé des données récentes, les champs de vent ont été intégrés en entrée du modèle d'état de mer WaveWatch III, mis en œuvre à Globocéan. Ce modèle de 3^{ème} génération résout intégralement les interactions non linéaires entre bandes de fréquences.

A partir des données de tempêtes fournies, classées par événements indépendants et par secteur de provenance, la méthode du renouvellement a été appliquée afin de déterminer les caractéristiques des événements de projet. Cette méthode consiste à donner une répartition statistique aux données brutes, et à leur ajuster une loi d'extrapolation (exponentielle type Weibull ou Gumbel).

Ainsi, afin de disposer de données précises, ACRI-IN a fait l'acquisition d'un historique de 19 ans de données de houle et de vent, de 1992 à 2010, pour extraire les mers de vent le long des côtes des Alpes Maritimes et du Var, sur les 6 points indiqués sur la carte présentée sur la page suivante.

Le point le plus représentatif pour la présente étude est le point nommé 3AM (pour 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. Un autre point nommé 1 Var 1 (43°06'N ; 6°44'E) permet de valider les ordres de grandeur des houles du site. Le point 3AM est situé à une distance de 25 km de la zone d'étude.



Figure 6 : Localisation des points de données numériques de houle et vent et des bouées de mesure

On présente ci-après l'analyse des données de vent et de houle au point 3AM, le plus représentatif de la zone d'étude.

4.2 Analyse de la houle et du vent au point 3 AM

La houle au point 3 AM

Les statistiques de hauteurs de houle du large, en terme de pourcentage de temps, par secteur et par hauteur de houle, nous ont permis d'extraire la rose des directions de houle au large de Cogolin sur la période de 19 ans considérée, c'est-à-dire entre 1992 et 2010, au niveau du point le plus représentatif (point 3AM).

Les graphiques ci-après présentent la rose de houle et les histogrammes Hs/Dir à ce point.

On observe sur ces graphiques 3 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.

Les histogrammes présentent la répartition des hauteurs de houle par direction en fonction du pourcentage d'occurrence. On retrouve bien les trois régimes de houle.

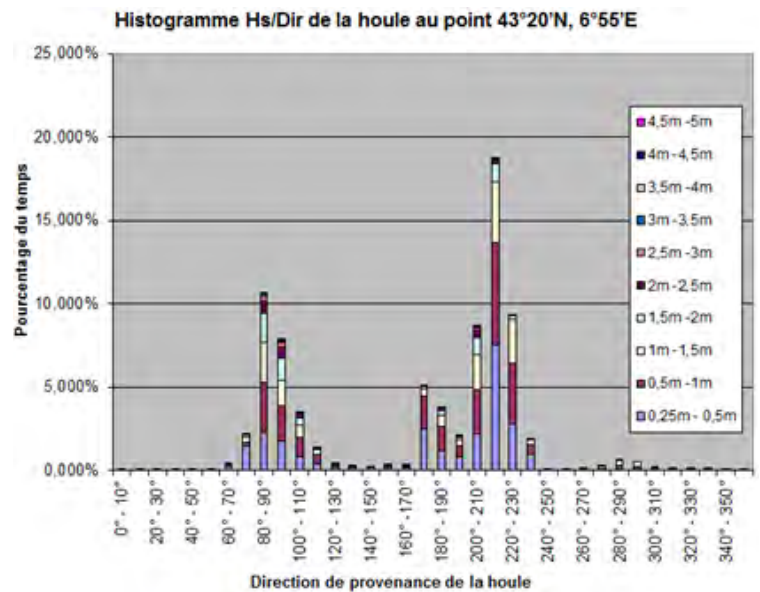
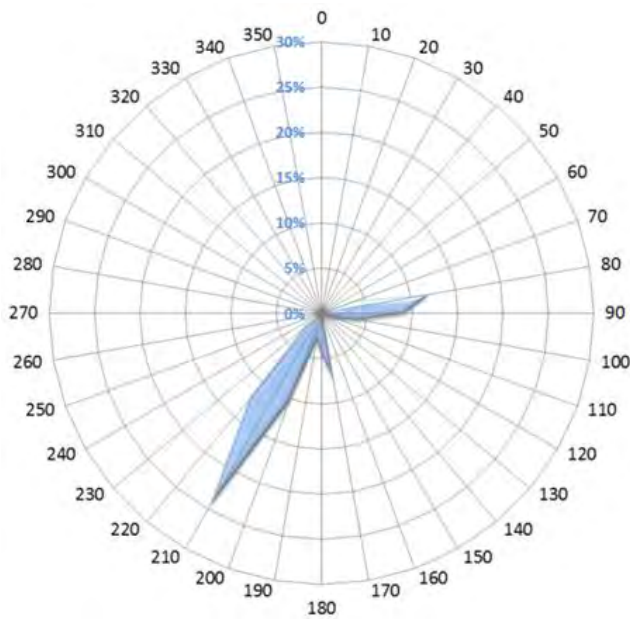


Figure 7 : Rose des houles (gauche) et histogramme hauteur/direction (droite) au point 3 AM(43°20N, 6°55'E)

Le vent au point 3 AM

A partir du traitement des données statistiques de vitesse du vent, en termes de secteurs de provenance et de vitesses enregistrées sur la période de 19 ans entre 1992 et 2010, nous avons établi les roses de directions des vents en fréquence annuelle d'observation au large de Saint Tropez pour le point 3 AM.

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

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

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 accompagnée 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 généralement dans le détroit de Gibraltar et remontent tout le bassin Méditerranéen avant d'atteindre les côtes françaises, peuvent ainsi arriver sans vent, ou accompagnées de vent d'Est ou de Sud.

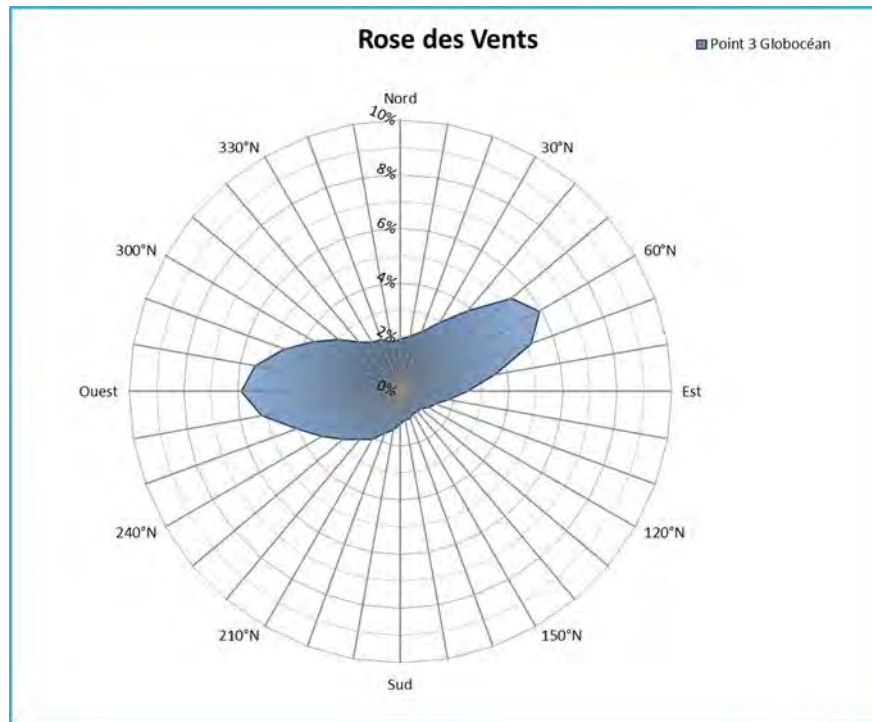


Figure 8 : Rose des vents issue des données de vents au point 3AM 43°20'N, 6°55'E

4.3 Extrapolation des houles d'étude

Pour déterminer les houles d'étude, nous avons appliqué la méthode de recherche du pic de hauteur significative de chaque tempête, sélectionné dès lors qu'il vérifie une valeur supérieure à un seuil fixé (POT=Peak Over Threshold). Cette méthode est inspirée de la méthode du renouvellement permettant d'extrapoler des caractéristiques de houles et mers de vent d'occurrence extrême à partir d'échantillons de données de tempêtes indépendantes au large. Les caractéristiques des houles de tempête sont réparties par secteur de direction, sur la base de hauteurs significatives supérieures à un certain seuil suivant les secteurs de provenance, en prenant soin de s'assurer que les différents évènements soient indépendants entre eux. Le choix du seuil est également nécessaire pour différencier les houles du large des mers de vent.

On applique une distribution de probabilités à la série de tempêtes, puis on extrapole les données par une loi classique inhérente aux valeurs extrêmes. Le logiciel HYFRAN, utilisé par Globocéan, a permis d'extrapoler les houles de projet avec un nombre important de lois statistiques classiques en hydraulique maritime telles que les lois de la famille Gamma, les lois extrêmes classiques, exponentielle...

Exemple de courbe d'extrapolation

Le calcul des valeurs de houles extrêmes d'après l'ensemble des extrapolations proposées a été effectué en sélectionnant la loi pour laquelle les écarts entre l'échantillon de hauteurs significatives brutes sélectionnées (pics au-dessus du seuil) et la courbe d'extrapolation sont minimaux. On écarte, par exemple, les courbes d'extrapolation qui sous estiment l'occurrence des plus fortes tempêtes observées.

La figure ci-dessous expose un exemple de comparaison d'ajustement effectuée avec les lois Pareto (Méthode des Moments notée PG/MM sur la figure), Weibull (Méthode des Moments notée W2/MM sur la figure), Gamma (Méthode des Moments notée G2/MM sur la figure) et Exponentielle (Méthode du Maximum de Vraisemblance, ou EX2/MM sur la figure).

Cette comparaison a été effectuée pour établir les houles de projet au point Globocéan3AM pour une incidence de houle de 90° à 120°.

Note : La période de retour d'une valeur H est telle que cette valeur y soit dépassée une fois en moyenne sur une durée de n ans. La loi de probabilité associée est la suivante : $P(H_s) = 1 - \frac{1}{n \times 8 \times 365}$

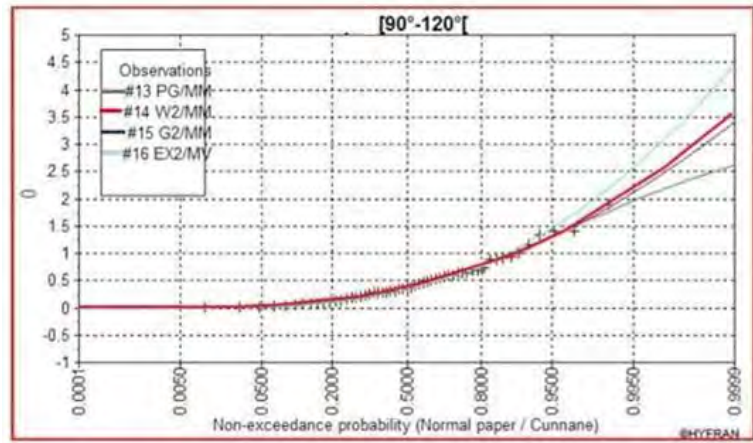


Figure 9 : Exemple de courbe d'extrapolation des houles extrêmes pour le secteur de provenance [90° - 120°]

Houles d'étude

Les houles qui pénètrent dans le golfe de Saint Tropez proviennent du secteur Est.

Les caractéristiques des houles au large du site du projet en fonction des différentes périodes de retour sont exposées dans le tableau ci-dessous.

Occurrence		1 an	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	250 ans
N65° -N85°	Hs (m)	2.8	3.7	4	4.4	4.7	5
	Tp (s)	7 à 8	9 à 10	9 à 10	9 à 10	9 à 10	9 à 10
N85° -N105°	Hs (m)	2.7	3.7	3.9	4.3	4.5	4.5
	Tp (s)	7 à 8	9 à 10	9 à 10	9 à 10	9 à 10	9 à 10
N105° -N125°	Hs (m)	1.4	2	2.2	2.4	2.5	2.7
	Tp (s)	5 à 6	7 à 8	7 à 8	7 à 8	7 à 8	7 à 8

Tableau 3 : Houles de projet

Cette étude de houle a été approfondie à l'aide d'un modèle numérique de propagation afin de déterminer les houles de projet spécifiques au site d'étude.

5 Etude de propagation de la houle du large vers la côte

5.1 Logiciel

Pour la transformation des caractéristiques de la houle vers les eaux peu profondes le logiciel SWAN est exploité. Il s'agit d'un modèle de troisième génération reposant sur des maillages structurés en grilles cartésiennes ou curvilignes ou des maillages non-structurés. Il est dédié à la propagation spectrale des états de mer, où l'équation de transport de l'action d'onde est entièrement résolue, sans imposer la forme spectrale de la densité d'énergie. La modélisation peut s'effectuer en coordonnées cartésiennes (utilisation la plus fréquente) ou sphériques dans le cas d'études sur une grande échelle. Ce logiciel a été développé par la Delft University of Technology (Pays Bas) et il est très répandu aussi bien dans le monde académique qu'industriel (Booij et al., 1999).

Les processus qui peuvent être pris en compte par le modèle sont les suivants :

- ✓ Réfraction et shoaling dus à des variations spatiales du fond et des courants ;
- ✓ Diffraction approximée (avec omission de l'information de phase), qui ne permet pas de traiter des problèmes où existent de forts gradients de hauteur de houle ;
- ✓ Blocage et réflexion par des courants opposés à la houle ;
- ✓ Apport d'énergie par le vent ;
- ✓ Dissipation par l'écume (white-capping) ;
- ✓ Dissipation par le déferlement des vagues (dû à la bathymétrie) ;
- ✓ Frottement sur le fond ;
- ✓ Interactions non-linéaires entre les différentes composantes spectrales. Du fait des modifications que subit la houle lors de son transfert du large vers la côte, il est nécessaire de mettre en place un modèle de propagation depuis les points de données de houles du large, jusqu'au site d'étude.

5.2 Conditions de houle retenues

Les caractéristiques des houles du large retenues pour être propagées sur site sont mentionnées dans le tableau ci-après.

Dir. de prov. des houles	Période de retour														
	1 an			10 ans			20 ans			50 ans			100 ans		
	Hs (m)	Tp (s)	Niveau d'eau (mNGF)	Hs (m)	Tp (s)	Niveau d'eau (mNGF)	Hs (m)	Tp (s)	Niveau d'eau (mNGF)	Hs (m)	Tp (s)	Niveau d'eau (mNGF)	Hs (m)	Tp (s)	Niveau d'eau (mNGF)
N75°	2.8	7.5	0.5	3.7	9.5	0.7	4.0	9.5	0.8	4.4	9.5	0.9	4.7	9.5	1.0
N95°	2.7	8.5		3.7	9.5		3.9	9.5		4.3	9.5		4.5	9.5	
N115°	1.4	5.5		2	6.5		2.2	7.5		2.4	7.5		2.5	7.5	

Tableau 4 : Scénarii de simulations numérique des tempêtes

5.3 Propagation des houles

Les résultats des modélisations numériques de la propagation des houles d'étude du large vers la côte sont présentés dans les 3 tableaux de figures suivants.

Houles de projet de provenance N75°

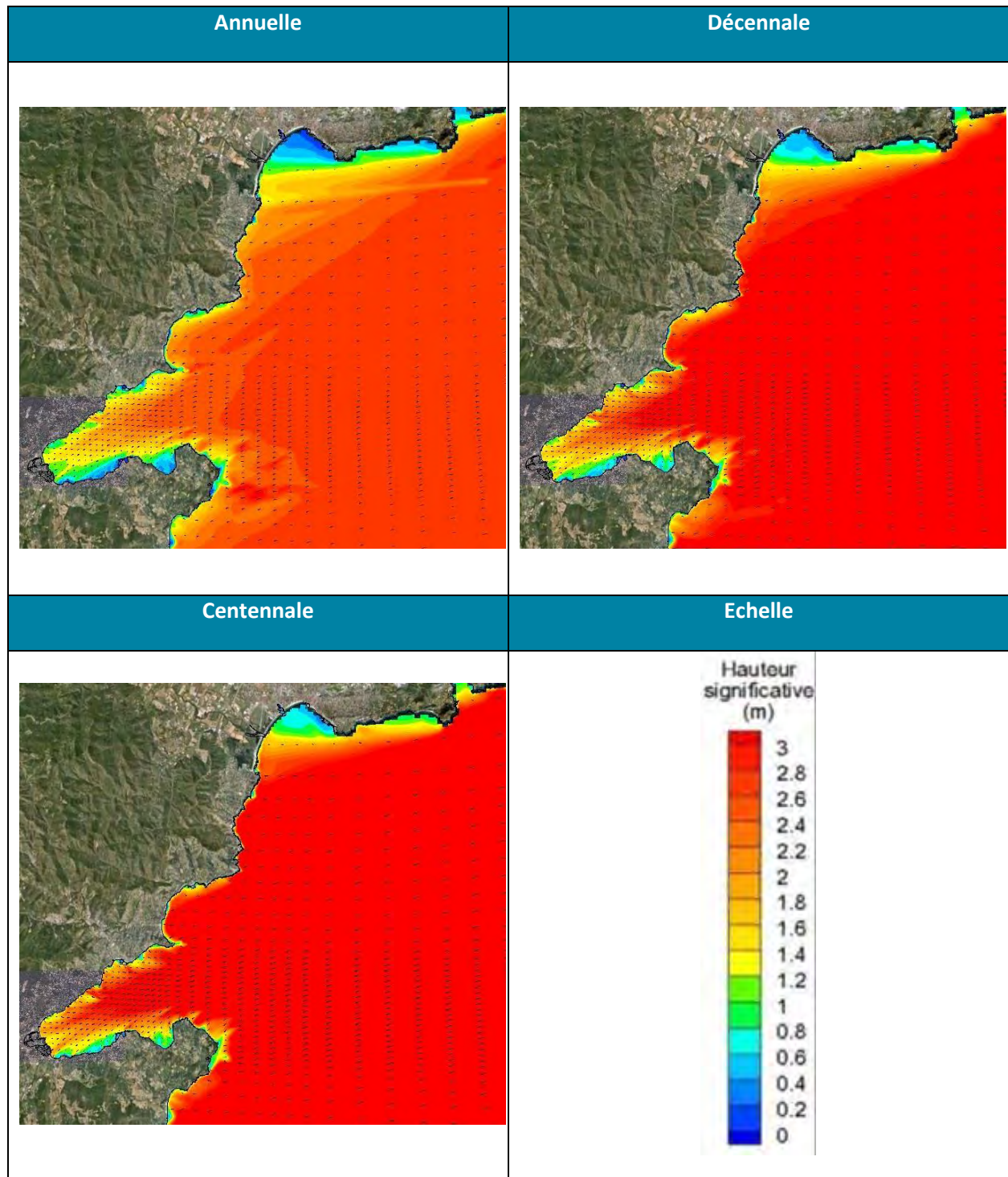


Figure 10 : Propagation des houles de secteur 75°N

Houles de projet de provenance N95°

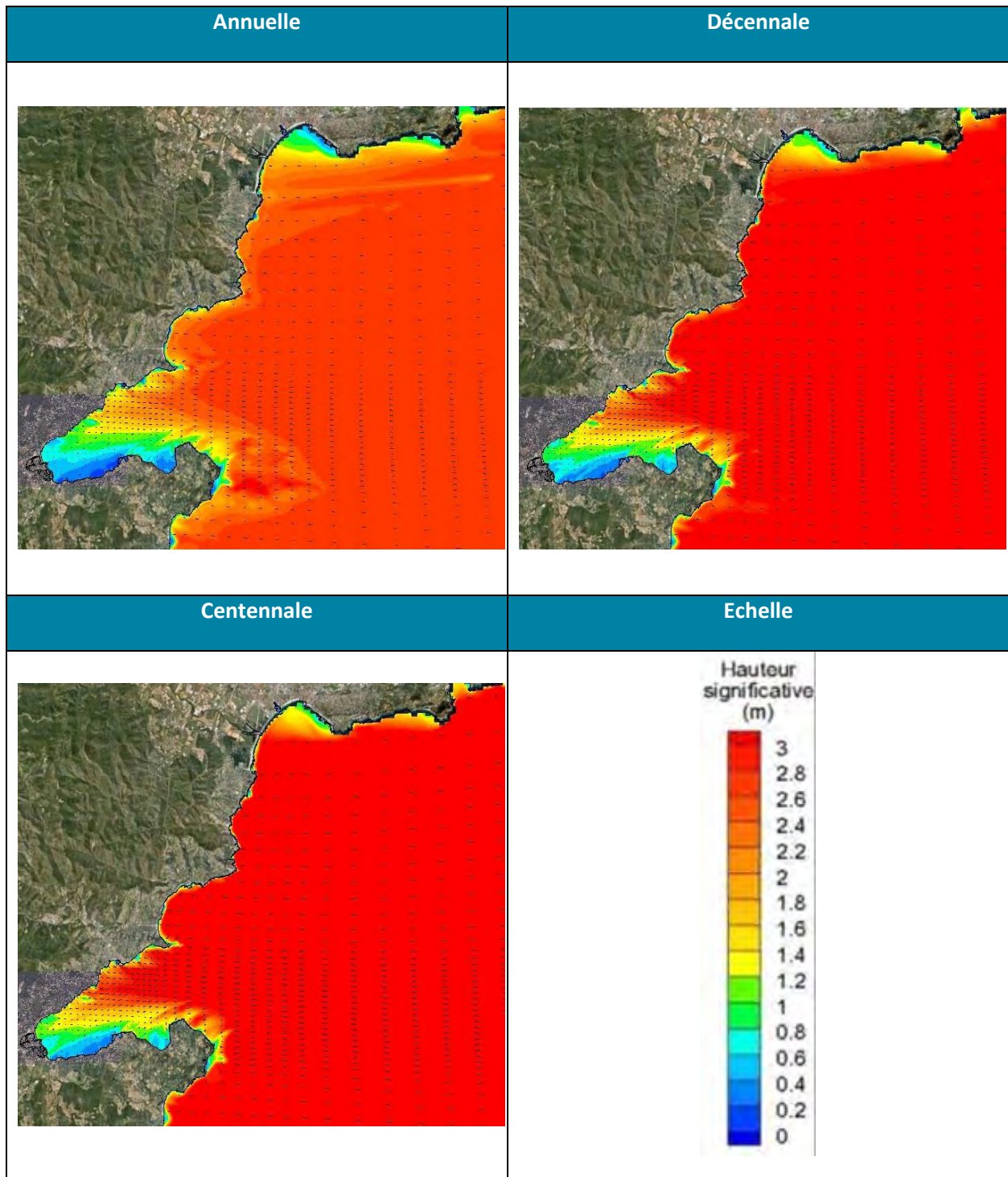


Figure 11 : Propagation des houles de secteur 95°N

Houles de projet de provenance N115°

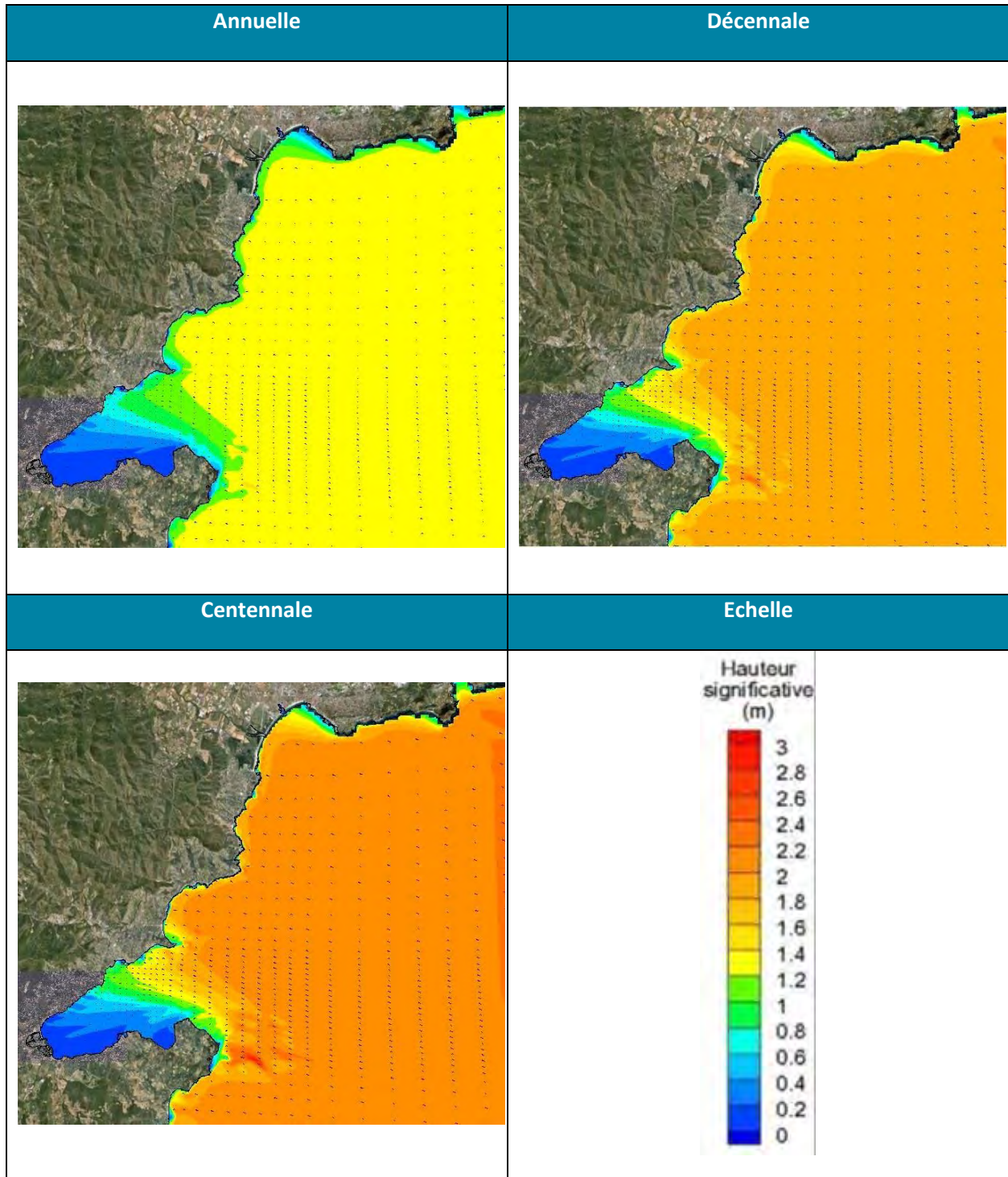


Figure 12 : Propagation des houles de secteur 115°N

5.4 Houle sur site

Les résultats de ces études de propagation permettent de connaître sur la zone d'amarrage, les conditions des houles extrêmes selon leur occurrence de retour. Pour chaque direction au large, les conditions de houle sur site sont très hétérogènes. En conditions décennales, elles peuvent avoir un Hs qui excèdent 3m comme par exemple pour la direction de provenance 75°Nord où elle atteint 3.1m (Figure 13). L'ensemble des résultats sur site sont répertoriés au Tableau 5.

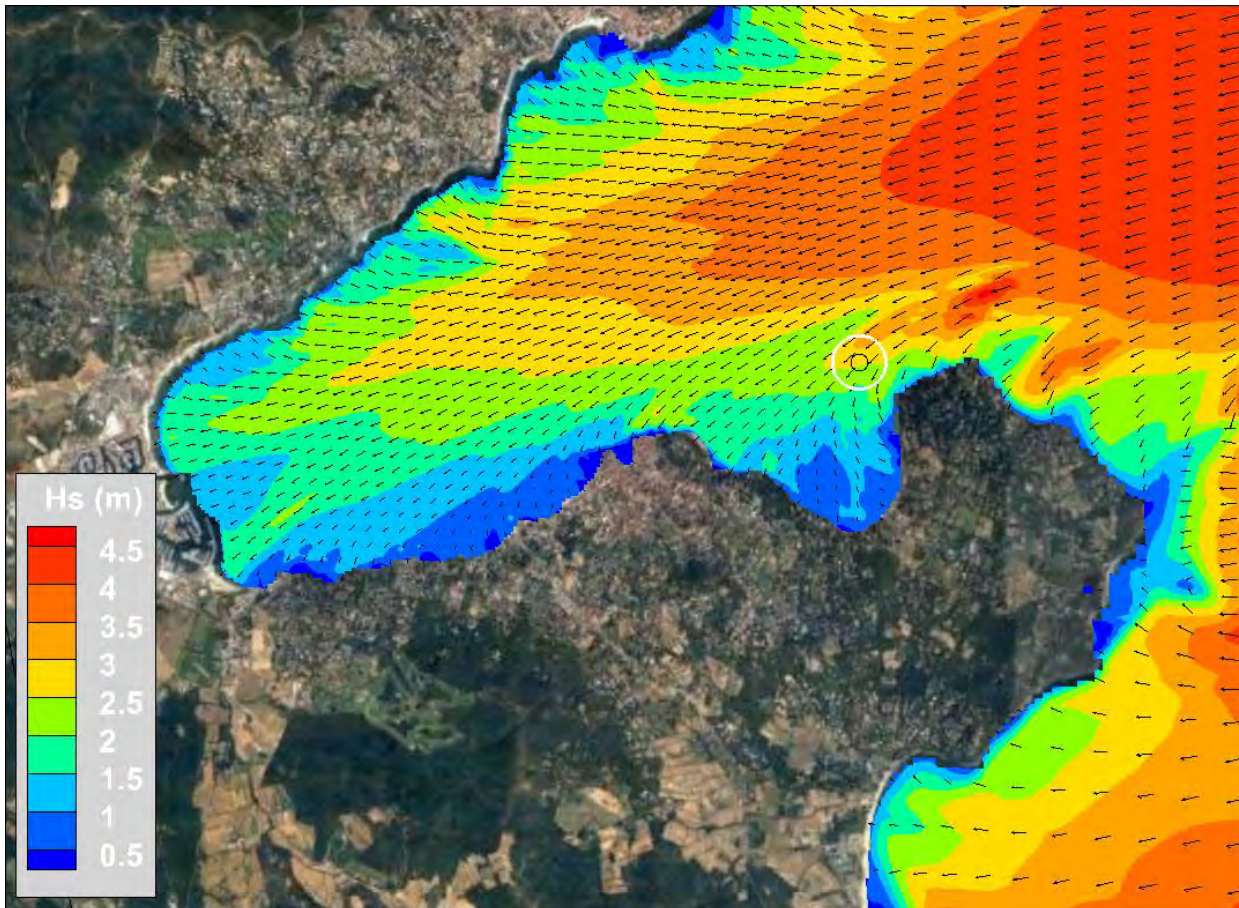


Figure 13 : Houle sur le site d'amarrage du Symphony (cercle rayon 250m)

Direction de provenance des houles	Hs sur le site d'amarrage				
	Période de retour				
	1 an	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
N75°	2.2 m	2.7 m	3.1 m	3.2 m	3.3 m
N95°	1.5 m	2.0 m	2.1 m	2.3 m	2.4 m
N115°	0.4 m	0.6 m	0.7 m	0.7 m	0.7 m

Tableau 5 : Hauteur significative de la houle sur le site d'amarrage selon la direction de provenance au large et de l'occurrence de retour