PORT DES OURSINIERES

Le Pradet (83220)



Zone 2 : Partie régie du port des Oursinieres

Travaux au niveau des quais du Port

Renforcement de la digue du Port

Travaux de désimperméabilisation du Port

Maître d'Ouvrage	Métropole TPM / Régie du Port des Oursinières
RAPPORT	Tranche ferme Zone 2 : Diagnostic/MC Courantologie / Etudes hydrauliques

57 avenue Archimède - Epsilon 2 - Lot 8 - 83700 Saint-Raphaël - Tél. 04 94 19 41 97 - Fax : 04 94 19 01 94
www.agence-guillermin.fr - contact@agence-guillermin.fr

Maître d'Ouvrage :

MDTM
Hôtel de la métropole
107 Boulevard Henri Fabre
CS 30536 Cedex 09
83041 Toulon
Et
Régie du port des Oursinières
Hôtel de ville
118 Rue Charles Gounod
83220 Le Pradet

Maitre d'Œuvre :

Agence Guillermin (Mandataire)
57 avenue Archimède, Epsilon 2, Lot8
83700 Saint-Raphaël

Et

Société Corinthe Ingénierie
890 Chemin du Peyrat
ZA du Grand Pont
83310 GRIMAUD

Et

A & TU
57 avenue Archimède, Epsilon 2, Lot8
83700 Saint-Raphaël

Edition du document

	Nom	Date
Rédigé par	Florence TRAMONI Claire DIVOUX Sébastien BERNARD Fabien VIZZINI Stéphan LENORMAND Nicolas EGEA (MANE) Ingrid PICARD (P2A Développement)	03/08/2023
Vérifié par	Etienne SAVIGNY	26/09/2023
Validé par	Stéphan LENORMAND	27/09/2023

Versions et modifications

Version	Date	Description	Modifications
0	31/08/2023	Version initiale - avancement	Initial
1	27/09/2023	Ajout Diag qualité sédiments et limites herbiers	Final

Table des matières

1 Contexte du projet 12
2 Objet du rapport 13
3 La régie du port des oursinieres (REGIEP) 13
4 Recueil des données existantes 14
4.1 Données fournis par le MOA 14
4.2 Besoins exprimés par le MOA 15
4.2.1 Les objectifs principaux voulus par le MOA 15
4.2.2 Objectifs secondaires du MOA 16
4.2.3 Problèmes soulevés par le MOA 16
5 Contexte règlementaire 17
5.1 Urbanisme 17
5.1.1 PLU 17
5.1.2 Zone Natura 2000 18
5.1.3 ZNIEFF 19
5.1.4 PAC Submersion 2019 20
6 Diagnostics : houles vents, niveaux d'eau 22
6.1 Analyse des données de houle : détermination des houles extrêmes 23
6.1.1 Estimation des valeurs extrêmes de la houle par extrapolation statistique 23
6.1.2 Vitesses de vent associées aux houles de projet 25
6.2 Analyse des données de vent : détermination des vents extrêmes 25
6.3 Niveaux d'eau 27
6.3.1 Extrapolation des niveaux d'eau 27
6.3.2 Changement climatique et élévation globale du niveau des mers 28
6.3.1 Niveaux d'eau extrêmes retenus 29
7 Bathymétrie et topographie 29
8 Missions complémentaires : Courantologies et études hydrauliques 30
8.1 Modèle de génération et de propagation des vagues 30
8.1.1 Présentation du modèle 30
8.1.2 Emprise du modèle 30
8.1.3 Rappel des conditions de simulation 31
8.1.4 Résultats des simulations 31
8.1.5 Hauteur significative de la houle devant la digue de protection 39
8.1.6 Vérification dimensionnement masse médiane blocs digue existante 40
8.2 Agitation dans l'avant-port et le port (Etudes hydrauliques) 42
8.2.1 Présentation et mise en œuvre du modèle 42
8.2.2 Résultats 46

8.3 Le risque de submersion marine (Poste courantologie) 51
8.3.1 Les phénomènes physiques en présence 51
8.3.2 Le modèle numérique 3D vague-vague : MIKE 3 WAVE 52
8.3.3 Construction du modèle 53
8.3.4 Conditions de simulation 55
8.3.5 Zones submergées 56
8.3.6 Franchissements 56
9 Diagnostics techniques des ouvrages existants 59
9.1 Contexte 59
9.1.1 Localité 59
9.1.2 Culture 60
9.1.3 Une peu d'histoire 61
9.2 Synthèse du port actuel 64
9.3 Plan d'eau et de mouillage 65
9.3.1 Le plan de mouillage 65
9.3.2 Les contrats 67
9.4 Méthode diagnostic VSC des ouvrages 68
9.4.1 Principe de la méthode 68
9.4.2 Critères d'évaluation - Descriptif général 68
9.5 Digue 71
9.5.1 Introduction 71
9.5.2 Zone émergée 72
9.5.3 Zone immergée 84
9.5.4 Application de la méthode à la digue 89
9.6 Quai 91
9.6.1 Avant-port 91
9.6.2 Quai zone rampe de mise à l'eau et quai de l'aire de carénage 95
9.6.3 Quai de l'aire de Carénage 100
9.6.4 Quai postes 119 à 134 104
9.6.5 Quai Fond du port 106
9.6.6 Quai place 85 à 59 108
9.6.7 Quai places 58 à 45 jusqu'au ponton sur pieux 114
9.6.8 Quai postes 1 à 22 et retour 115
9.6.9 Quai capitainerie 118
9.6.10 Culée ponton avant-port 120
9.6.11 Application de la méthode aux quais 121
9.7 Appontement 123
9.7.1 Appontement avant-port 123

9.7.2 Appontement postes 23 à 33 et 44 à 34 129
9.7.3 Appontement postes 88 à 103 et 118 à 104 130
9.7.4 Application de la méthode aux appontements 131
9.8 Réseaux 132
9.8.1 Alimentation eau et électricité 132
9.8.2 Réseau EP 132
9.8.3 Assainissement 132
9.9 Terre-plein 132
9.9.1 Généralités 132
9.9.2 Déchets 133
9.9.3 Sanitaire 135
9.10 Zone sableuse : Plage des Oursinières 135
9.11 Sédiments portuaires 138
9.11.1 Investigations réalisées en 2002 138
9.11.2 Investigations en 2023 139
9.12 Balisage maritime 144
9.13 Profil climatique 145
9.13.1 Températures 145
9.13.2 Précipitations 146
9.13.3 Les vents 146
9.13.4 Notre synthèse 146
10 Inventaire faune flore 147
10.1 Introduction 147
10.2 Cartographie de l'herbier de posidonie (et autres herbiers de magnoliophytes éventuels) 147
10.3 Moyens 148
10.3.1 Moyens humains 148
10.3.2 Moyens matériels 148
10.4 Inventaires quantitatifs par transects UVC 149
10.5 Résultats des observations 150
10.5.1 Cartographie de la limite des herbiers à magnoliophytes 150
10.5.2 Inventaires par transects UVC 151
10.5.3 Transects vidéo 159
10.5.4 Observations ponctuelles 162
10.5.5 Gradient de confinement 163
10.6 Conclusions 164
11 Annexes 164
11.1 Annexes : tableaux statistiques de houle au point MWM 165
12 . Références 167

Figures

Figure 1 : Déplacement de la capitainerie envisagé par MOA 16
Figure 2 : Réglement PLU zone d'étude 17
Figure 3 : Carte aléa submersion marine PAC 21
Figure 4 : Localisation des points de données issues du modèle MWM (DHI), ... 22
Figure 5 : Schématisation du secteur d'exposition de l'ouvrage de protection du port et présentation de la rose de provenance des houles au point MWM 23
Figure 6 : Schématisation du secteur d'exposition du plan d'eau aux clapots soulevés par les vents de secteur Ouest à Nord- Ouest et Rose des provenances du vent au point MWM 25
Figure 7 : Scénarii du GIEC 28
Figure 8 : Houle du large – Période de retour 1 an – houle N240° + vent N270° & houle N240° + vent N290° 32
Figure 9 : Houle du large – Période de retour 10 ans – houle N240° + vent N270° & houle N240° + vent N290° 32
Figure 10 : Houle du large – Période de retour 50 ans – houle N240° + vent N270° & houle N240° + vent N290° 33
Figure 11 : Houle du large – Période de retour 100 ans – houle N240° + vent N270° & houle N240° + vent N290° 33
Figure 12 : Directions de vents simulées pour la génération du clapot : N270° - N310° - N320° et N340° . 34
Figure 13 : Clapots soulevés par le vent– Période de retour 1 an – Vent N270° - N310° - N320° et N340° . 35
Figure 14 : Clapots soulevés par le vent– Période de retour 10 ans – Vent N270° - N310° - N320° et N340° 36
Figure 15 : Clapots soulevés par le vent– Période de retour 50 ans – Vent N270° - N310° - N320° et N34037
Figure 16 : Clapots soulevés par le vent– Période de retour 100 ans – Vent N270° - N310° - N320° et N340 38
Figure 17 : Orientation des courbes d'évolution du Hs(m) 40
Figure 18 : Présentation des deux domaines de calcul mis en œuvre pour l'étude d'agitation 44
Figure 19 : Nature des frontières physiques solides du modèle et valeur des coefficients de réflexion appliqués 44
Figure 20 : Agitation générée par les clapots de N270° (vent N270°) 48
Figure 21 : Agitation générée par les clapots de N285° (vent N310°) 48
Figure 22 : Agitation générée par les clapots de N310° (vent N340°) 49
Figure 23 : Agitation générée par la houle provenant de N240° au large 50
Figure 24 : Processus physiques en action lors d'une tempête ; agitation et surélévation du plan d'eau (source BRGM) 51
Figure 25 : Bathymétrie/topographie interpollées sur l'emprise du modèle 54
Figure 26 : Vue 3D de la topo/bathy du modèle sans la surface de la mer 55
Figure 27 : Répartition des segments au niveau desquels sont estimés les débits moyens de franchissement 57
Figure 28 : Débits moyens des franchissements au dessus de la digue de protection du port pour une houle de PR 10 ans de direction de provenance N240° associée à un vent de direction de provenance N270° 57
Figure 29 : Situation géographqiue du port des Oursinières 60
Figure 30 : Agitation houle annuelle N240° & Vent Dir N270° 66
Figure 31 : Agitation houle decenale N240° & Vent Dir N270° 66
Figure 32 : DIAG repérage zones digue partie emmergée 71
Figure 33 : Zone 1 Enracinement de la digue : Etat de la digue, protection obsolète 73
Figure 34 : Zone 2 Centrale de la digue : Abscence de mur de contre rive 74
Figure 35 : Zone 2 Centrale de la digue : Talus initial consevé 74
Figure 36 : Zone 2 Centrale de la digue : Abscence blocs qui ont roulés à l'eau. Filtre apparant 75

Figure 37 : Zone 2 Centrale de la digue : la jonction entre les zone 2 et 3 (début du mur de contre rive), la carapace est sous dimensionnée de par la constitution de la carapace par des petits blocs 0,5 / 1 t..... 75
Figure 38 : Zone 2 Centrale de la digue : Crête côté port de la digue avec blocs mal imbriqués 76
Figure 39 : Zone 3 Musoir de la digue : raccordement zones 2 et 3 78
Figure 40 : Zone 3 Musoir de la digue : corps central de la zone 3 - Petit blocs de la carapce, talus 2/1 et brèches 79
Figure 41 : Zone 3 Musoir de la digue : Brèche dans la zone centrale 80
Figure 42 : Zone 3 Musoir de la digue : Profils de digue passant de 2/1 à quasiment 1/1 à l'enracinement du musoir 80
Figure 43 : Zone 3 Musoir de la digue : Talus 1/1 sur le musoir avec des imbriquements de blocs très aléatoires 82
Figure 44 : Zone 3 Musoir de la digue : Mur de contre rive 84
Figure 45 : Platier rocheux et éboulis au droit de la zone de la digue **Zone 1** 85
Figure 46 : Pied de digue zone centrale de la digue **Zone 2 repère 1** 85
Figure 47 : Pied de digue zone centrale de la digue **Zone 2 repère 2** Blocs effondrés 86
Figure 48 : Pied de digue **Zone 3 musoir repère 4** Blocs effondrés de la carapace – Pied de digue granulométrie faible 87
Figure 49 : Pied de digue **Zone 3 musoir repère 4** Début du musoir côté mer, abscence de butée de pied87
Figure 50 : Pied de digue **Zone 3 musoir repère 4** Talus du musoir défaut d'imbrication et talus à forte pente 88
Figure 51 : Pied de digue **Zone 3 musoir repère 4 Préscence d'un « chenal »** en tête de musoir créant une bathymétrie plus profonde 88
Figure 52 : Diag sous marin digue - Identification des repères 89
Figure 53 : Gauche : Postes 154 à 152 Affouillement sous le quai poids - Droite : Postes 151 à 149 Affouillement sous le quai, prof 100 cm 92
Figure 54 : Gauche : Poste 145 Décalage de 20 cm entre les éléments de quai poids - Droite : Postes 144 à 140 Affouillement sous le quai 93
Figure 55 : Organeaux HS et nez de quai dégradé 94
Figure 56 : Enrochements contiguës à rampe de mise à l'eau : Gauche : Enrochement en pied de quai poids - Droite : Enrochements à granulométrie variable 96
Figure 57 : Rampe de mise à l'eau: Gauche : Longrine de rampe côté enrochement -Droite : Nez de cale 97
Figure 58 : Longrine côté aire de carénage: Gauche : Arrêt de la poutre de rampe - Droite : Superposition des longrines béton 98
Figure 59 : Affouillement de la maçonnerie sous les longrines de la rampe à l'angle coté quai 99
Figure 60 : Quai aire de carénage: Gauche : Affouillement sous le retour de quai poids côté rampe de mise à l'eau Droite : Epauffrement du nez de quai et état de corrosion avancé de la ceinture HEB de renfort..... 100
Figure 61 : Quai aire de carénage: Gauche : Affouillement sous le quai poids - Droite : Affouillement sous le quai et poteau HEB hors sol 101
Figure 62 : Quai aire de carénage: Gauche : Affouillement sous le quai poids et basculement en avant avec décalage d'environ 20 cm en tête - Droite : Fuite en avant du quai poids..... 102
Figure 63 : Quai aire de carénage: Affouillement et décalage des éléments de quai poids, présence d'une banquette en pied 103
Figure 64 : Gauche : Début de la banquette de pieds et décalage de quai poids au niveau de la place 133 - Droite : Banquette béton linéaire de 20 cm 105
Figure 65 : Gauche : Affouillement Profondeur 80 cm - Droite : Ancien quai coulé en place réhaussé avec des parpaings maçonnés 107
Figure 66 : Gauche : Quai ancien en maçonnerie - Droite : Ancien quai maçonné avec couche de béton additionnelle 109
Figure 67 : Gauche : Affouillement des maçonneries - Droite : Postes 74 à 76 Effondrement des maçonneries 110
Figure 68 : Gauche : Postes 74 à 76 Effondrement des maçonneries - Droite : Postes 59 à 64 Affouillement total du quai Risque d'effondrement iminent 111

Figure 69 : Gauche : Postes 59 à 64 Effondrement des maçonneries - Droite : Exutoire EP Ø 125 mm 112
Figure 70 : Gauche : Angle poste 59 Affouillement complet, plus aucun support du quai - Droite : Exutoire EP Ø 200 mm..... 113
Figure 71 : Quai palplanches 114
Figure 72 Gauche : Poste 22 retour du quai : Quai béton avec baquette en pied - Droite : Postes 19 à 11affouillement sous le quai 116
Figure 73 Gauche : Postes 11 à 3 affouillement sous le quai - Droite : Postes 3 à 1 Quai béton + treillis anti-affouillement..... 117
Figure 74 Quai béton + protection 119
Figure 75 Rupture de la dalle de transition vers le ponton 120
Figure 76 Appontements avant port 123
Figure 77 Details apuus des appontemenst fixes avant port @A.M.M 124
Figure 78 Pile 1 Gauche : Boulon de la platine HS ; Droite : Rupture de platine de fixation du ponton..... 125
Figure 79 pile N°2 : manque demi-coqille de mainten de la croix de saint andré..... 125
Figure 80 Pile N°3 Gauche : Abcsence du contreventement des pieux et de protection cathodique; droite : Silentbloc neuf mais boulon de platine corrodés 125
Figure 81 Pile N°4 Gauche : Abcsence de protection cathodique; droite : Boulonnerie manquante sur les plaines de fixation..... 126
Figure 82 Ponton flottant : Manille de fixation HS, chaine corrodées 126
Figure 83 Gauche : Culée fondé partiellement sur pieu ; Droite : Platine ok mais traverse aluminium déformée 127
Figure 84 Pile n°1 : Gauche protection cathodique HS ; Droite : Silentbloc HS , boulonnerie manquante 128
Figure 85 Pile n°2 : Gauche protection cathodique HS, fixation croix de Saint andré ensouillée ; Droite : Traverse de fixation déformée..... 128
Figure 86 Ponton flottant : Manille de fixation avec état de corrosion avancé 128
Figure 87 Gauche Chevetres des tabliers corrodés - Droite : pille beton en bon etat 129
Figure 88 tablier en bon etat 130
Figure 89 Appontement flottant interieur 130
Figure 90 Représentation graphiques des zones du terreplein Oursinières..... 133
Figure 91 Reperage collecte des dechets 134
Figure 92 Sanisette terrain de boule 135
Figure 93 Constatition de la plage Petits galets et sable + Rack à kayacs..... 135
Figure 94 Reperage zone de plage dans perimetre portuaire 136
Figure 95 Profils des eaux de baignades les Oursinières 137
Figure 96 Diagnostics qualités des sediments realisés en 2014 @ERAMM 138
Figure 97 Resultats qualités des sediments realisés en 2014 @ERAMM..... 138
Figure 98 Implanations prelevements sediments 2023 @CORINTHE /P2A 139
Figure 99 Graphique représentant les sédiments selon leur composition granulométrique 140
Figure 100 Balisage le Pradet les Oursinières 144
Figure 101 Plage de La Garonne, ©Interreg marittimo 145
Figure 102 Système de géoréférencement : DGPS flottant avec fil à plomb positionné par le plongeur + tablette équipé du logiciel de cartographie (P2A Développement). 147
Figure 103 Embarcation de service du port des Oursinières équipée avec le pavillon de plongée et le terminal DGPS, et le mobile muni de son DGPS et de balises de repérage © P2A Développement..... 148
Figure 104 Plongeurs scientifiques réalisant des investigations faune/flore (P2A Développement) 149
Figure 105 Carte prévisionnelles des stations d'étude par cartographie des limites de l'herbier, transects UVC, transects vidéo, et stations de qualité du sédiment sur un fond cartographique de la base de données Medtrix 2023 149
Figure 106 Cartographie de l'herbier de posidonie (P2A Développement) 150
Figure 107 Vues de l'herbier de posidonie : tombant de matte côté digue et herbier localisé à l'extrémité du musoir de la digue (P2A Développement) 151
Figure 108 Richesse spécifique et Abondance par transect (P2A Développement) 152

Figure 109 Carte de localisation des transects (P2A Développement) 153
Figure 110 Transect T1 avec une épibiose de padines (Padina pavonina) algue brune (P2A Développement) 154
Figure 111 Transect T2 bancs de castagnoles (Chromis chromis) et de sars (D. vulgaris et D. sargus) (P2A Développement) 155
Figure 112 Transect T3 avec un herbier de posidonie (Posidonia oceanica) très épiphyté (P2A Développement) 156
Figure 113 Transect T4 Blocs rocheux / laisses de posidonie (P2A Développement) 157
Figure 114 Transect T5 Substrat vaseux(P2A Développement) 157
Figure 115 Transect T6 avec son tapis de macrophytes en décomposition (P2A Développement) 158
Figure 116 Rougets (Mullus surmuletus) / Corbs (Sciaena umbra) (P2A Développement) 159
Figure 117 Banc de saupes juvéniles (Sarpa salpa) / Banc de sars à tête noire (Diplodus vulgaris) (P2A Développement) 159
Figure 118 Marbrés (Lithognathus mormyrus) et rouget (Mullus surmuletus)/ Labre vert (Labrus viridis) (P2A Développement) 159
Figure 119 Substrat avant-port (P2A Développement) 160
Figure 120 Laisses de posidonie, en décomposition (P2A Développement) 160
Figure 121 Herbier de posidonie localisé à l'extrémité de la panne centrale (P2A Développement) 160
Figure 122 Présence de nombreux bancs de juvéniles (P2A Développement) 161
Figure 123 Banc de saupes / Rougets et sars à tête noire (P2A Développement) 161
Figure 124 Substrat vaseux, macrophytes en décomposition (P2A Développement) 161
Figure 125 Sar commun / Blennie gattorugine (P2A Développement) 162
Figure 126 Banc de jeunes individus de corbs (P2A Développement) 162
Figure 127 Caulerpe (Caulerpa cylindracea) en sortie de port (P2A Développement) 163

Tableaux

Tableau 1 : Hauteurs Hs (m) des houles de projet au point MWM et courbe d'extrapolation associée 24
Tableau 2 : Périodes pic Tp(s) associées aux Hs des houles de projet 25
Tableau 3 : Vitesses de vent (m/s) [N24° - N320°[associées aux houles de projet retenues pour l'étude 25
Tableau 4 : Vitesses des vents extrêmes au point MWM et courbe d'extrapolation associée 26
Tableau 5 : Niveaux de marée au marégraphe de Toulon 27
Tableau 6 : Niveaux d'eau de projet (données analysées issues du marégraphe Toulon) 28
Tableau 7 : Niveaux d'eau de projet retenus pour l'étude 29
Tableau 8 : Emprise et taille du maillage du modèle de propagation de la houle + vent et vent seul 30
Tableau 9 : Caractéristiques des houles de projet + vent au large et les niveaux d'eau associés 31
Tableau 10 : Caractéristiques des vents de projet et les niveaux d'eau associés pour la génération du clapot . 31
Tableau 11 : Caractéristiques des clapots retenues au niveau de la frontière d'entrée du modèle d'agitation pour son forçage 45
Tableau 12 : Caractéristiques de la houle retenues au niveau de la frontière d'entrée du modèle d'agitation pour son forçage 45
Tableau 13 : Criteria for movements of moored ships in harbours » établi par le PIANC (Permanent International Association of navigation congresses) - Report of Working Group 24, Supplement to Bulletin 88 – 1995 46
Tableau 14 : Critères d'agitation retenus pour un petit port de plaisance – unités inférieures à 20 m 47
Tableau 15 : Echelle de repération des seuils d'agitation (Hs(m)) 47
Tableau 16 : Niveaux de risque pour les piétons vis-à-vis des débits de franchissements moyens donnés par le manuel de référence : Le Guide des Enrochements 58
Tableau 17 : Synthèse surfacique du périmetre portuaire 64
Tableau 18 : DIAG Synthèse mouillage existant 65
Tableau 19 : Synthèses contrats dits permanents 67
Tableau : 20 DIAG Digue Actions à mener 90
Tableau 21 DIAG Quais Actions à mener 122

Tableau : 22 DIAG Digue Actions à mener 131
Tableau 23 Surfaces terreplein 132
Tableau 24 Paramètres physico-chimique des sédiments 141
Tableau 25 Résumé des différentes sources et voies d'introduction des composés recherchés (RLM, Ifremer) .. 142
Tableau 26 Paramètres de qualité des sédiments 143
Tableau 27 Températures minimales moyennes de l'air en °C 145
Tableau 28 Températures maximales moyennes de l'air en °C 145
Tableau 29 Températures moyennes de l'air en °C 146
Tableau 30 Cumuls moyens des précipitations en mm 146

1 CONTEXTE DU PROJET

Dans le cadre de sa compétence aménagement de l'espace, la Métropole Toulon Provence Méditerranée a pour ambition de requalifier le quartier des Oursinières au Pradet. Dans le même temps, la Régie du port souhaite réaliser des travaux sur ses installations. Il a été jugé opportun de co-construire cette opération à travers un marché de Maîtrise d'œuvre de requalification du quartier des Oursinières au Pradet pour le groupement de commande Métropole TPM et la régie du Port des Oursinières.

Le marché se réparti comme suit :

- ✓ MTPM sur la requalification des espaces publics depuis le giratoire à l'intersection de l'avenue du port, du chemin passage des Gardéens, de l'avenue Paul Danio et de l'avenue Louis Valérie Roussel jusqu'à la place des Oursinières, au bout du port.
- ✓ Pour la régie du Port des Oursinières :
  - o Travaux au niveau des quais : réfection des réseaux et étanchéité des quais,
  - o Renforcement de la digue du port,
  - o Travaux de désimperméabilisation du port.

Ce projet consiste à concevoir et réaliser au meilleur coût et avec le minimum d'impact sur l'environnement l'aménagement du quartier au sens large, réalisé dans l'emprise existante, dans lequel la circulation automobile se fera à double sens, et doit répondre aux exigences suivantes :

- ✓ Redistribution des espaces et des différentes fonctions du site : plage, services, jeu de boules, stationnement, port… ;
- ✓ Reconsidérer la place de la voiture : limitation du nombre de véhicules sur la zone, création d'une aire de stationnement limitée, déplacement des poches de stationnement ;
- ✓ Replacer le piéton au cœur du projet de réaménagement : améliorer les cheminements piétons vers la plage et les commerces ;
- ✓ Mise en valeur des commerces ;
- ✓ Redonner des vues sur le port à la clientèle des terrasses ;
- ✓ Repenser les aménagements paysagers et le mobilier urbain pour fournir des zones ombragées ;
- ✓ Travaux au niveau des quais : réfection des réseaux et étanchéité des quais ;
- ✓ Renforcement de la digue du port ;
- ✓ Travaux de désimperméabilisation du port.

L'emprise totale du projet est d'environ 24 000 m², 12 000 m² pour les ports et 12 000 m² pour la partie MTPM.

L'enveloppe financière des travaux (niveau faisabilité) est de : 4 000 000 € HT pour le port et 4 150 000 € H.T pour l'aménagement de compétence MTPM.

2 OBJET DU RAPPORT

Le groupement formé par l'agence Guillermin et le bureau d'études Corinthe Ingénierie a été retenu pour mener à bien cette mission.

Le marché comprend les éléments de mission suivants :

- ✓ En phase conception ➔ les éléments de mission du DIAG à l'ACT,
- ✓ En phase réalisation ➔ les éléments de mission DECT, VISA, OPC et AOR.

Ce rapport présente un avancement de la mission de la Tranche ferme Zone 2 : DIAGNOSTIC / MC Courantologie / Qualité des sédiments /Etudes hydrauliques (Existant) comprenant :

- ✓ Le recueil des données existantes,
- ✓ Diagnostic technique des ouvrages existants :
  - Les digues à talus (BE Corinthe Ingénierie),
  - Les quais, les appontements (BE Corinthe Ingénierie),
  - Les réseaux de distribution des fluides (Agence Vincent Guillermin) ;
- ✓ Les données océanographiques : houles, vents, niveaux d'eau,
- ✓ Les bathymétriques et topographiques,
- ✓ La modélisation de la propagation de la houle du large et génération du clapot par le vent (Poste courantologie),
- ✓ Le risque de submersion marine (Poste courantologie) ,
- ✓ L'étude d'agitation sur le plan d'eau à l'arrière de la digue et dans l'enceinte du port (Poste études hydrauliques),
- ✓ L'inventaire et qualités des sédiment : réalisé par la société P2A Environnement. (Poste études de sol),
- ✓ L'inventaire faune flore/sédiment : réalisé par la société P2A Environnement.

3 LA REGIE DU PORT DES OURSINIERES (REGIEP)

Régie du port des Oursinieres, collectivité locale à caractère industriel ou commercial, immatriculée sous le SIREN 447631409, est en activité depuis 20 ans. Située à LE PRADET (83220), elle est spécialisée dans le secteur d'activité des autres activités récréatives et de loisirs. Son effectif est compris entre 3 et 5 salariés.

- ✓ Date création entreprise : 01/01/2003
- ✓ Forme juridique : Collectivité locale à caractère industriel ou commercial
- ✓ Numéro SIREN : 447631409
- ✓ Numéro TVA Intracommunautaire : FR49447631409
- ✓ Activité (Code NAF ou APE) : Autres activités récréatives et de loisirs (9329Z)
- ✓ Effectif (tranche INSEE à 18 mois) : 3 à 5 salariés

4 RECUEIL DES DONNEES EXISTANTES

4.1 DONNEES FOURNIS PAR LE MOA

Ci-dessous la liste des données transmise par le Maître d'ouvrage :

Titre	Auteur	Année
PLAN TOPOGRAPHIQUE D'ETAT DES LIEUX	Direction Générale des Services Techniques Territoires et Proximité	07/07/2022
Etude courantologie sédimentologie Port Oursinières	ERAMM	05/2000
Etude cartographie des biocénoses marines de la Rade de Toulon. Evolutions 2009/2001	ANDROMEDE OCEANOLOGIE	
Etude des stocks sédiments littoraux, diagnostic préliminaire	BRGM/Conseil Général/Région PACA/SCOT Provence Méditerranée/ l'Europe s'engage	10/2014
Relevé des espèces protégées – Etat zéro	EOL étude et observation du littoral	Printemps 2004
Plan des ouvrages mis à disposition de la commune du Pradet	DDE Var	1985
Procès-verbal de mis en concession	DDE Var	1985
Plan de concession des plages naturelles des Oursinières	DDTM Var service du domaine public maritime et environnement marin	04/2019
Caractérisation aléas submersion marine sur le périmètre régional PACA	ORRM/BRGM/Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement	01/2017
Etude diagnostic de la qualité environnementale du port des Oursinières	ERAMM	
Contrat type de location emplacement année 2023	Régie des ports des Oursinières	2023
Liste des postes de mouillage du port		2023
Rapport d'inspection des pieux et chevêtres sur les deux travées extérieures et la travée intérieure du bassin	Activités maritimes et mécaniques	07/11/2017
Analyse sédimentaire	Eurofins	11/2017
Servitudes d'Utilité Publique (plan ; liste)	G2C environnement	14/08/2029
Notice sanitaire	G2C environnement	21/12/2011
Carte d'aptitude des sols	Commune du Pradet	
Réseaux Adduction d'Eau Potable	Commune du Pradet	
Zonage Assainissement	Commune du Pradet	
Réseau Eaux Usées	VEOLIA	12/06/2006
Liste des règlements de lotissement en application	G2C environnement	21/12/2011

Eléments du patrimoine de la Batterie de Cap Garonne à protéger au titre de l'article L123-1.5-7	G2C environnement	21/12/2011
PER Plan d'Exposition aux Risques	DDTM Var	2011
Voies bruyantes 2023 01 09_AP01_MTPM 2023 01 09_AP02_CD83	Préfet du Var	01/2023
Inventaires et protections règlementaires ZNIEFF marine 83007000 ZNIEFF type II 83153100	Région PACA	2003
Bilan de la concertation POS PLU		31/07/2009
Révision du Bilan de la concertation POS PLU		01/04/2011
Extrait carte archéologique	DDE Var	30/08/2007
Rappel aux principaux textes PLU de Le Pradet porter à connaissance	Groupe prévention prévision	19/08/2008
Etudes sur les déplacements : un nouveau plan de circulation une autre manière de se déplacer.	GC Conseil	04/2009
Commission départementale des sites des paysages du Var	G2C environnement	30/08/2010
Zonage pluvial	Egis Eau	03/2010
Proposions de modification du périmètre de protection autour de la Villa de l'Artaude	Service départemental de l'architecture et du patrimoine du Var	01/2010

4.2 BESOINS EXPRIMES PAR LE MOA

4.2.1 Les objectifs principaux voulus par le MOA

- ✓ Redistribution des espaces en conservant les usages,
- ✓ Réduire l'emprise de la voiture,
- ✓ Piétons au cœur de l'aménagement,
- ✓ Mise en valeur des commerces,
- ✓ Valoriser la vue sur la mer et le port,
- ✓ Zones ombragées, espaces publics qualitatifs,
- ✓ Renforcement de la digue, réfection des réseaux et des quais en très mauvais état,
- ✓ Pacification de l'avant-port,
- ✓ Gestion de la coactivité plage/port,
- ✓ Déplacer la capitainerie et créer un centre d'intérêt,
- ✓ Augmenter la capacité d'accueil des navires,
- ✓ Travaux de désartificialisation du port = donner un caractère de port méditerranéen cohérent.

4.2.2 Objectifs secondaires du MOA

Réorganisation du fonctionnement du port :

- ✓ Accès aux bateaux,
- ✓ Accès aux commodités (eau, électricité, douche…),
- ✓ Tarifs.

4.2.3 Problèmes soulevés par le MOA

- ✓ Les piles bétons de certains pontons sont fatiguées par le temps et rendent certaines structures instables.
- ✓ Entrée et sortie de courants forts (par mer agitée) entraînant des difficultés, voir une impossibilité d'entrée et sortie des bateaux dans l'avant-port ;
- ✓ Par forte mer, les vagues semblent franchir la digue, générant une zone de danger pour les riverains et des dégâts importants pour l'ouvrage de protection ;
- ✓ La grue de l'aire de carénage semble reposer sur une plateforme instable, contribuant à l'insécurité de tous. De plus, la structure n'a pas été changée depuis un certain temps.
- ✓ Le bâtiment est désuet et ne semble pas non plus adapté à la règlementation liée aux bâtiments recevant du public (normes PMR notamment).
- ✓ La présence de l'émissaire pluvial séparant la zone de baignade et l'actuelle zone de stockage de Kayaks pose un problème. Par temps de pluie, celui-ci se déverse dans la mer et les effluves continue jusqu'au port. Par forte pluies, des branches, troncs, et autres macrodéchets rejoignent le port qui nécessitent plusieurs jours de nettoyage par les agents portuaires. De plus, ces effluves pourraient représenter une éventuelle menace pour les espèces de Posidonies présentent à quelques mètres de l'entrée du port dans le cas où celles-ci charriaient un volume de sédiment important.
- ✓ Actuellement, la zone de baignade et d'amarrage de certains bateaux n'est délimitée par aucune barrière physique. Par conséquent, baigneurs et hélices se retrouve à quelques mètres de distance ce qui génère un conflit d'usage.



Figure 1 : Déplacement de la capitainerie envisagé par MOA

✓ Afin de « reloger » le club de plongée potentiellement « délogé » par la nouvelle capitainerie, une solution de stockage peut être envisagée. Il s'agirait d'intégrer des box de stockage le long de la digue pour les différents pôles d'activités qui animent le port.

✓ Voir la possibilité de mettre en place des cameras car il y a eu des vols d'essence.

✓ Pour répondre aux besoins d'une capitainerie et plus globalement aux besoins de bâtiments recevant du public, la capitainerie pourrait être implantée dans l'actuel local du club de plongée. Ce dernier se verrait proposé un emplacement de stockage de matériel sur la digue.

5 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

5.1 URBANISME

5.1.1 PLU

Suivant le PLU l'objectif est de conforter l'identité des quartiers (les « villages marins ») et doit passer par la mise en valeur des Oursinières et son port en :

- ✓ Valorisant et en intégrant la présence du port dans le fonctionnement du quartier ;
- ✓ Favorisant la cohérence de l'offre commerciale existante et encourageant une présence toute l'année ;
- ✓ Valorisant la qualité architecturale du tissu historique et contrôlant l'évolution du tissu urbain ;
- ✓ Valorisant la plage Le Pin de Galle en prenant en compte les risques naturels.

La zone du projet est une zone NL : qui correspond principalement aux espaces naturels boisés significatifs de la Commune ainsi qu'à la bande littorale à préserver au titre de l'article L.146-6 du Code de l'Urbanisme **et est concernée par le Plan de Prévention des Risques.**

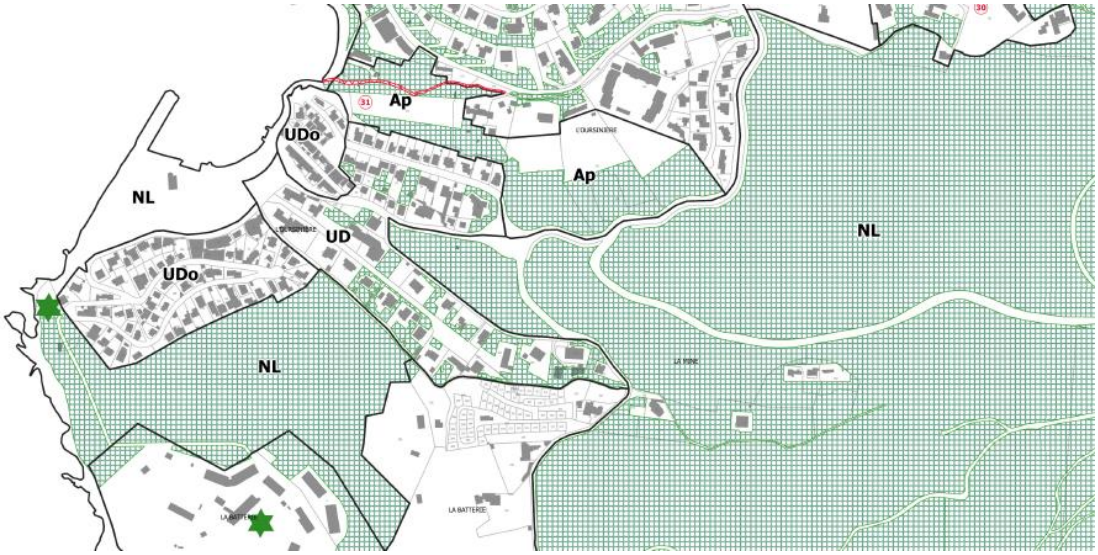


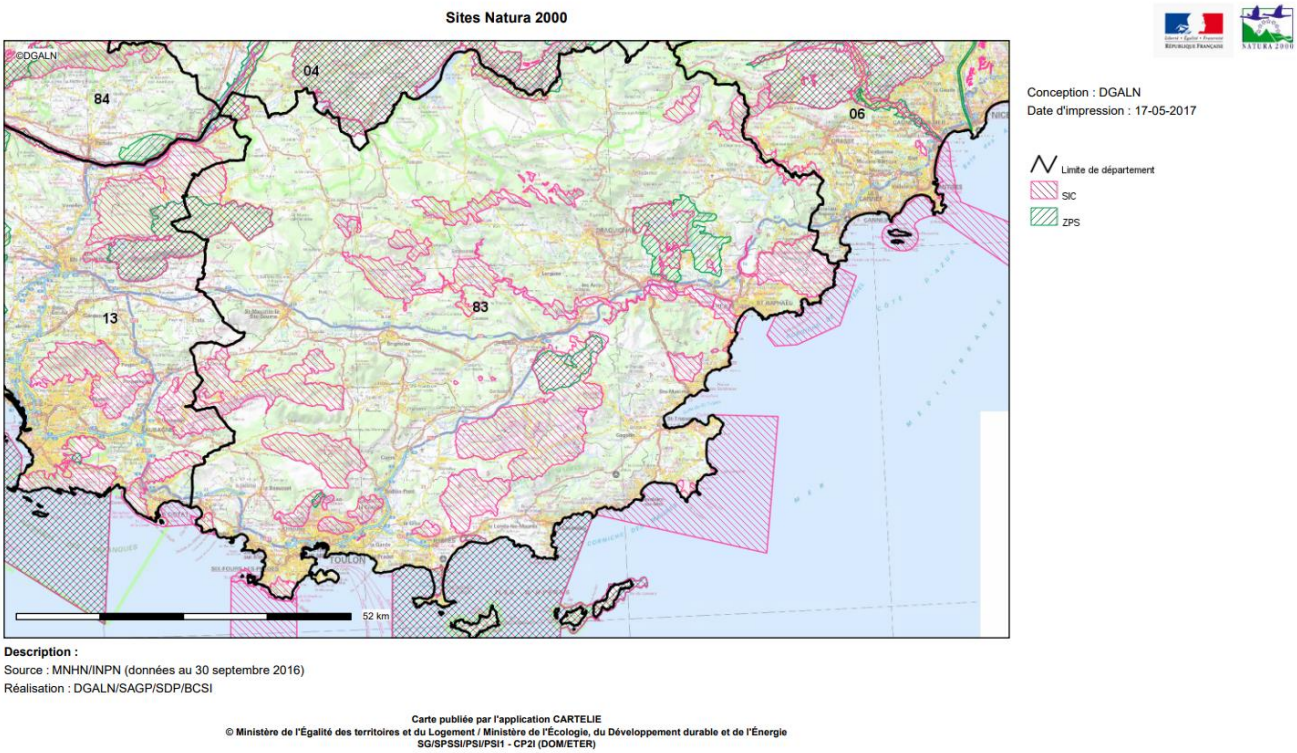
Figure 2 : Réglement PLU zone d'étude

Sont autorisées :

- ✓ Les constructions, ouvrages et installations techniques nécessaires au fonctionnement des réseaux publics existants, sous réserve de ne pas porter atteinte au caractère naturel et paysager des lieux.
- ✓ Les constructions, ouvrages et installations techniques nécessaires à l'entretien et à la fréquentation des plages, les cheminements piétonniers et cyclables et les sentes équestres, ni cimentés, ni bitumés, les objets mobiliers destinés à l'accueil ou à l'information du public, les postes d'observation de la faune ainsi que les équipements démontables liés à l'hygiène et à la sécurité, tels que les sanitaires et les postes de secours lorsque leur localisation dans ces espaces est rendue indispensable par l'importance de la fréquentation du public.
- ✓ Les aires de stationnement indispensables à la maîtrise de la fréquentation automobile et à la prévention de la dégradation de ces espaces par la résorption du stationnement irrégulier, sans qu'il en résulte un accroissement des capacités effectives de stationnement, à condition que ces aires ne soient ni cimentées ni bitumées et qu'aucune autre implantation ne soit possible.

- ✓ La réfection des bâtiments existants et l'extension limitée des bâtiments et installations nécessaires à l'exercice d'activités économiques.
  - o À l'exclusion de toute forme d'hébergement et à condition qu'ils soient en harmonie avec le site et les constructions existantes, les aménagements nécessaires à l'exercice des activités agricoles, pastorales et forestières ne créant pas plus de 50m² de surface de plancher ;
  - o Sauf indication contraire portée au document graphique, les constructions nouvelles doivent être implantées à une distance minimale de :
    - 35 m de l'alignement de la RD 559,
    - 10 m de l'alignement de la RD 2086, RD 42 et RD 86,
    - 5 m de l'alignement des voies et emprises publiques ou privées ;
  - o La hauteur de toute construction mesurée dans les conditions ci-dessus ne peut excéder 7 m. Néanmoins des hauteurs différentes peuvent être admises :
    - Pour les constructions nouvelles concourant aux missions de services publics ;
    - En cas de transformation ou d'extensions portant sur une construction existante ne respectant pas les règles précédentes, la hauteur pourra être supérieure à celle autorisée dans la limite de la hauteur préexistante ;
    - Pour les installations et constructions liées au Parc Nature.
  - o Les constructions, par leur situation, leur dimension ou leur aspect extérieur ne doivent pas être de nature à porter atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants aux sites et aux paysages.

5.1.2 Zone Natura 2000



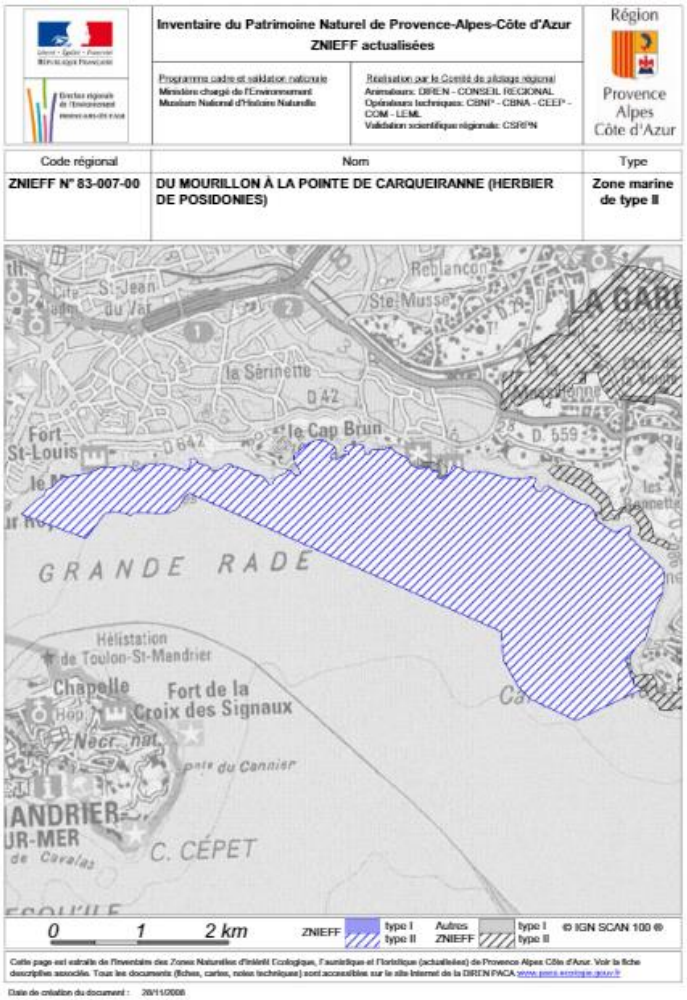


5.1.3 ZNIEFF

Terrestre



Marine



5.1.4 PAC Submersion 2019

Le PAC rappelle les éléments suivants pour la zone d'étude :

- ✓ La submersion marine est « une inondation temporaire de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques et marégraphiques sévères » (MEEDAT 1997).
- ✓ Les submersions envahissent généralement les terrains situés en dessous du niveau des plus hautes mers mais atteignent aussi parfois des altitudes supérieures si des projections d'eaux marines franchissent des ouvrages de protection ou la crête des cordons littoraux.
- ✓ Les zones basses littorales (ZBL) délimitent ces zones topographiques du littoral vulnérables à la submersion des eaux de mer.
- ✓ Dans le cas particulier de l'aléa submersion marine, les aléas à prendre en compte sont l'aléa de référence actuel et l'aléa de référence à échéance 2100 intégrant une élévation attendue du niveau marin de 60 cm. Ainsi, la cote du niveau d'eau a été obtenue par addition :
  - o D'une composante de marée, correspondant à une cote de pleine mer pour une marée moyenne de vives eaux (PMVE) ;
  - o D'une composante liée à la surcote centennale (surcote atmosphérique ou surcote de tempête) ;
  - o D'une composante liée à la surcote liée aux vagues ;
  - o D'une composante liée à la prise en compte du changement climatique à l'horizon 2100, estimée à 0,60 m.

La cartographie de l'aléa submersion marine en ZBL est présentée sous forme d'atlas permettant de disposer des hauteurs de submersions par classes d'aléa. **Concernant la zone d'étude, l'aléa se situe entre faible et moyen.** Ce qui impose pour des quais neufs une arase à +1,50 NGF et pour les bâtiments un seuil à +2,20 NGK.

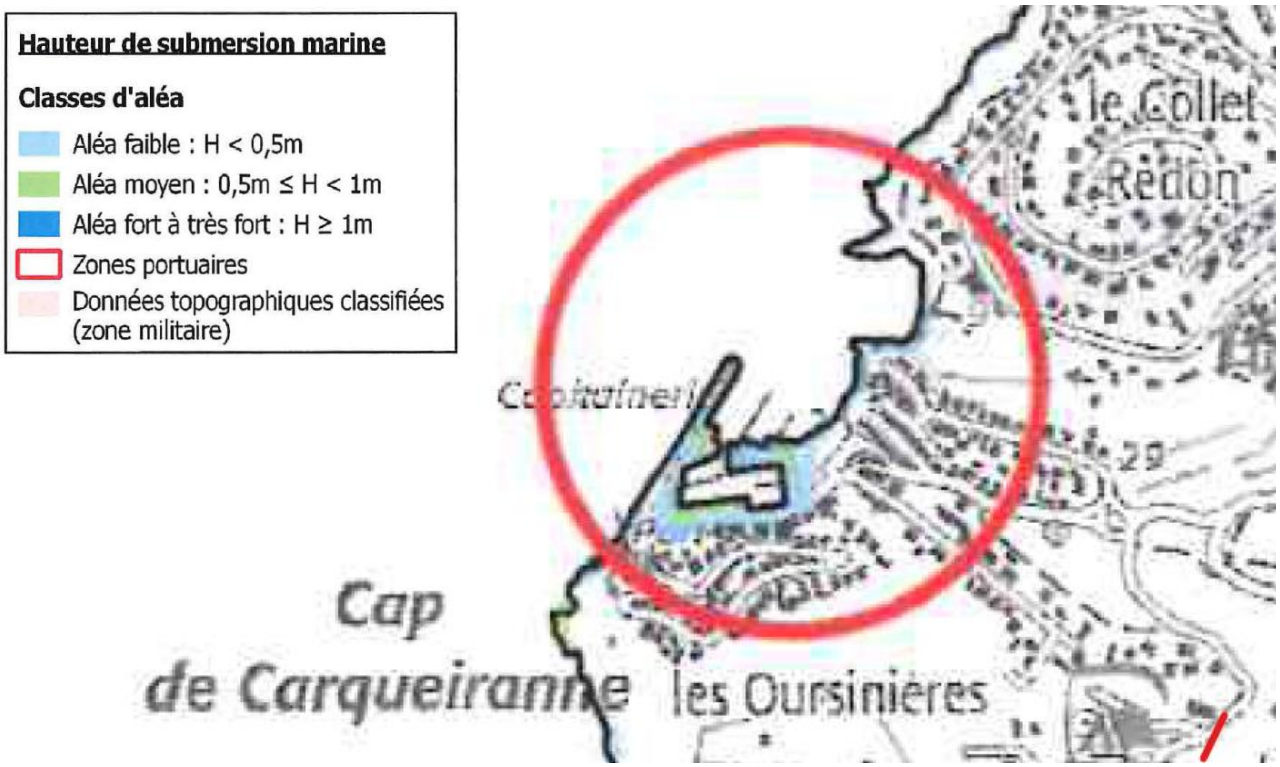


Figure 3 : Carte aléa submersion marine PAC

6 DIAGNOSTICS : HOULES VENTS, NIVEAUX D'EAU

La société Corinthe Ingénierie dispose de données d'un modèle de houle et de vent couvrant l'ensemble du bassin méditerranéen. Les données du Méditerranean Wind and Wave Model (MWM) sont issues d'un modèle global vent-houle mis en œuvre par le département d'ingénierie de l'Université de Trieste (Italie) et par la société DHI (Danemark) qui commercialise la base de données sur l'ensemble du bassin méditerranéen en tout point d'une grille de résolution très fine, allant jusqu'à 0.03° (environ 3 km) à proximité des côtes et en faibles profondeurs.

Nous disposons de 38 années de données horaires entre janvier 1979 et octobre 2017 en un point situé au large du port des Oursifiées aux coordonnées 5.814°E /42.924°N.



Figure 4 : Localisation des points de données issues du modèle MWM (DHI),

L'ouvrage de protection du port des Oursinières est exposé aux houles provenant de secteur Sud-Sud-Ouest à Sud-Ouest.

Le plan d'eau situé à l'arrière de l'ouvrage de protection, hormis lors d'évènement de submersion de celle-ci lors d'épisode de houle, et quant à lui exposé aux clapots soulevés par des vent de secteur Nord à Nord-Ouest.

L'analyse des conditions de projet de houle et de vent mis en œuvre dans l'étude a été établie à partir de cette base de données. Elle est présentée ci-après.

6.1 ANALYSE DES DONNEES DE HOULE : DETERMINATION DES HOULES EXTREMES

L'ouvrage de protection du port des Oursinières est exposé aux houles provenant de secteur Sud-Sud-Ouest à Sud-Ouest (N190° à N250°).

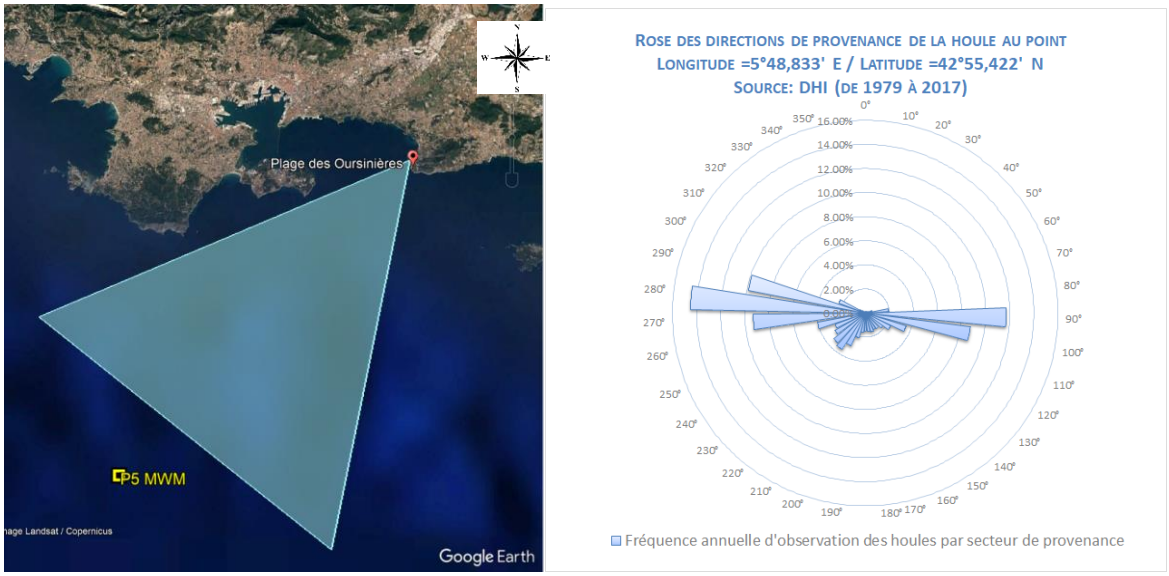


Figure 5 : Schématisation du secteur d'exposition de l'ouvrage de protection du port et présentation de la rose de provenance des houles au point MWM

La rose de direction de provenance des houles au point de données MWM met en évidence deux secteurs prédominants à l'Est et à l'Ouest et peuvent atteindre une hauteur significative Hs= 6.5m à 7.0m selon l'analyse de l'historique de données entre 1979 et 2017 (Cf. tableau de corrélation Hs/Dir en annexes du rapport).

Les houles de secteurs Sud-Sud-Ouest à Sud-Ouest qui parviennent directement jusqu'à l'ouvrage de protection sont moins fréquentes. Elles peuvent atteindre au point MWM une hauteur Hs comprise entre 5,0 m et 5,5 m. Selon l'analyse des données, ces houles sont fréquemment accompagnées de vent de secteur de provenance N240° à N320°.

6.1.1 Estimation des valeurs extrêmes de la houle par extrapolation statistique

La méthode d'extrapolation statistique des houles extrêmes au point MWM est la « méthode à seuil » ou « méthode POT » pour *Peaks Over Threshold*).

Sélection des événements de tempête

Un événement de tempête est défini au pic de son intensité par une hauteur significative de houle $H_{1/3}$ supérieure à un seuil (ST). Un unique événement de tempête s'étalant sur plusieurs heures comprend parfois plusieurs pics dont seule la valeur maximale sera prise en compte.

La valeur attribuée au seuil ST permet de sélectionner un nombre limité d'événements (allant de 2 à 10 par an en moyenne sur la durée couverte par l'historique de données) constituant un échantillon statistique représentatif des événements de tempêtes.

Un contrôle de l'échantillon obtenu sur chaque secteur est systématiquement réalisé afin de ne pas considérer un même évènement de tempête sur deux secteurs voisins séparés par une direction de provenance de la houle autour de laquelle oscille l'évènement en question.

Enfin, lorsque les résultats des tests de corrélation ne sont pas assez convenables (coefficient de corrélation trop faible), le seuil ST est augmenté ou diminué afin d'ajuster le nombre d'événements sélectionnés (taille de l'échantillon) et d'améliorer la fiabilité des valeurs extrêmes obtenues.

Calcul des ajustements statistiques

Le nombre total d'événements de tempête constituant l'échantillon étudié doit être supérieur ou égal à 20. En-dessous, l'échantillon n'est pas assez important pour ajuster une loi statistique avec suffisamment de fiabilité.

Le nombre de lois qu'il est possible d'appliquer pour un ajustement des extrêmes est important, il convient donc de faire un choix. Deux lois d'ajustement sont couramment utilisées :

La loi de Gumbel : $\mathrm{Prob}(Hs < x) = \exp\left(-\exp(-\frac{x-B}{A})\right)$

La loi de Weibull : $\mathrm{Prob}(Hs < x) = 1 - \exp\left((-\frac{x-B}{A})^k\right)$ en faisant varier son paramètre k

Les coefficients A et B des lois d'extrapolation sont déterminés en appliquant une régression linéaire sur les données de tempête.

Les valeurs extrêmes retenues sont issues de la sélection finale entre la loi de Weibull et la loi de Gumbel pour lesquelles les écarts entre l'échantillon et la courbe d'extrapolation sont minimums au sens des moindres carrés. Un contrôle visuel de la représentation graphique des différentes lois d'ajustement est également réalisé afin de valider leur allure par rapport à l'alignement des données brutes.

Le tableau suivant présente, pour le secteur de provenance N190° à N250° et chaque période de retour (PR) associée, la hauteur significative H_s de la houle de projet retenue au point MWM (au large de Cannes). Figure également la représentation graphique de la loi d'ajustement retenue (courbe d'extrapolation).

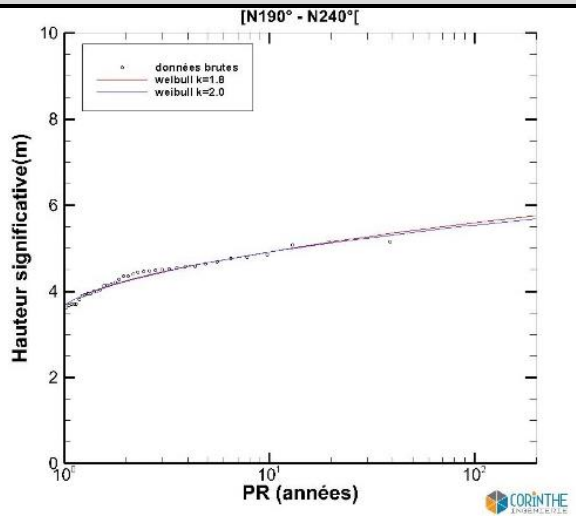
Houle de projet (Point MWM)			
Secteur	Hauteur significative de la houle au large suivant son occurrence		Graphique d'extrapolation
[N190°- N250° (	PR 1 an	Hs=3.7m	 Paramètre Weibull retenu k=1.8
	PR 10 ans	Hs=4.9m	
	PR 50 ans	Hs=5.4m	
	PR 100 ans	Hs=5.6m	

Tableau 1 : Hauteurs Hs (m) des houles de projet au point MWM et courbe d'extrapolation associée

Le tableau de corrélation hauteur de houle significative Hs(m)/période pic Tp(s) (joint en annexe du rapport) permet de déterminer les périodes Tp associées aux houles de ce secteur de provenance.

Période pic Tp(s) associée aux houles de projet de secteur [N190° - N250°[				
Période de retour	1 an	10 ans	50 ans	100 ans
Tp (s)	9	10	10.5	11

Tableau 2 : Périodes pic Tp(s) associées aux Hs des houles de projet

6.1.2 Vitesses de vent associées aux houles de projet

Selon l'analyse des données disponibles au point MWM, les houles de secteur de provenance N190° - N250° sont fréquemment accompagnées de vent de secteur de provenance N240° à N320°.

Le tableau de corrélation Hauteur Hs(m) de la houle/ vitesse du vent (m/s) pour les deux secteurs : houle et vent retenus, est présenté en annexe du rapport. Ainsi on peut retenir les vitesses de vents associées aux houles de projet suivants :

Vitesses de vent associées aux houles de projet				
Houle de période de retour	1 an	10 ans	50 ans	100 ans
Vitesse du vent associée (m/s)	15	18	20	23

Tableau 3 : Vitesses de vent (m/s) [N24° - N320°[associées aux houles de projet retenues pour l'étude

Sur le secteur de vent allant de N240° à N320°, le direction N270° où la longueur du fetch est la plus grande et la direction N290° direction moyenne (générant du clapot sur la Grande Rade pouvant pénétrer dans l'avant-port) ont été simulées dans le cadre de l'étude.

6.2 ANALYSE DES DONNEES DE VENT : DETERMINATION DES VENTS EXTREMES

Sa position et son orientation font que le plan d'eau situé à l'arrière de la protection principale est exposé aux clapots soulevés sur la Grande Rade par des vents de secteur -Ouest à Nord-Ouest.

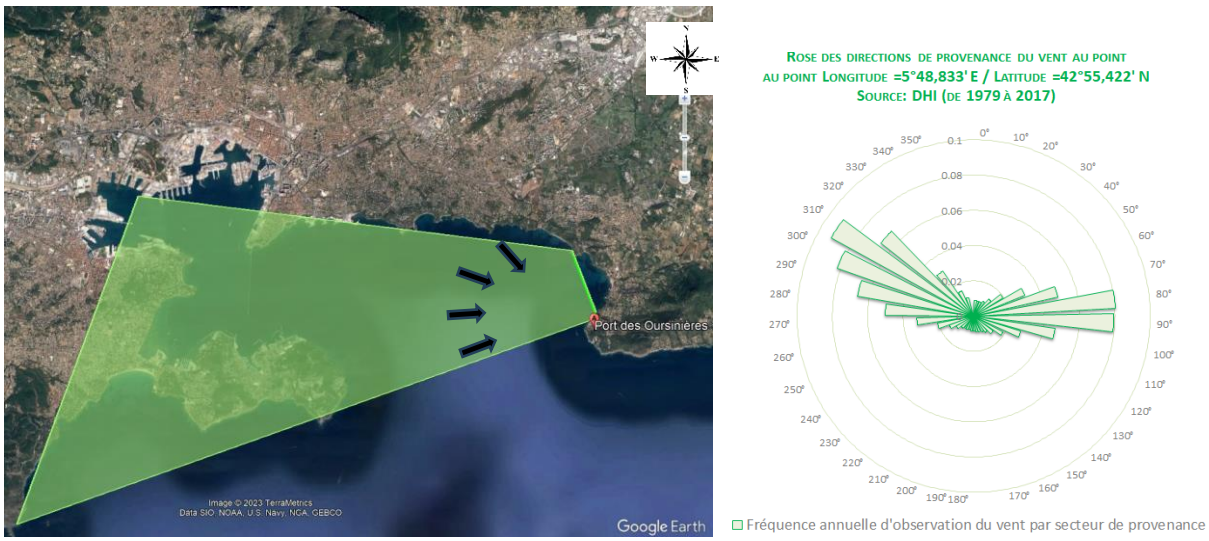


Figure 6 : Schématisation du secteur d'exposition du plan d'eau aux clapots soulevés par les vents de secteur Ouest à Nord-Ouest et Rose des provenances du vent au point MWM

S'agissant de données de vent au large, les vitesses sont parfois supérieures à celles observées localement sur le littoral pour un même secteur directionnel, tout comme la répartition des fréquences d'observation par secteur (absence d'effet de masque du relief avoisinant ou du découpage de la côte). Néanmoins, les secteurs de provenance des régimes de vent dominants régnant sur la zone de Toulon sont similaires.

La méthode d'extrapolation statistique présentée précédemment a été mise en œuvre pour définir les vents des extrêmes au point MWM.

Le tableau suivant présente, pour les secteur de provenance de vent [N250°- N300°[; [N300° à N320°[et [N325° à N360°[et chaque période de retour (PR) associée, les vitesses des vents extrêmes obtenues. Figure également la représentation graphique de la loi d'ajustement retenue (courbe d'extrapolation).

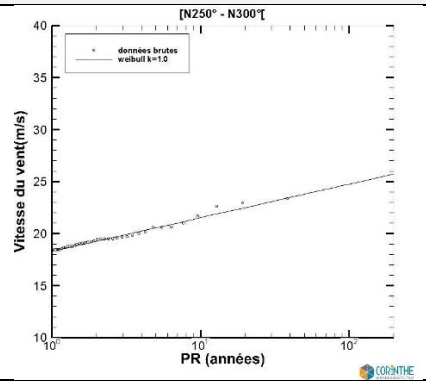
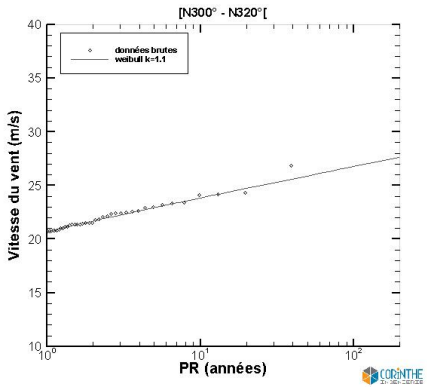
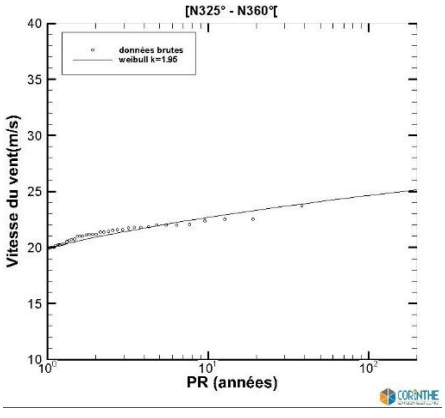
Vitesses du vent extrême (Point MWM)			
Secteur	Vitesse du vent au large suivant son occurrence		Graphique d'extrapolation
[N250°-N300°[	PR 1 an	Vv=18m/s	
	PR 10 ans	Vv=21m/s	
	PR 50 ans	Vv=24m/s	
	PR 100 ans	Vv=25m/s	
[N300°- N320° [	PR 1 an	Vv=21m/s	
	PR 10 ans	Vv=24m/s	
	PR 50 ans	Vv=26m/s	
	PR 100 ans	Vv=27m/s	
[N320°- N360° [	PR 1 an	Vv=20m/s	
	PR 10 ans	Vv=22m/s	
	PR 50 ans	Vv=24m/s	
	PR 100 ans	Vv=25m/s	

Tableau 4 : Vitesses des vents extrêmes au point MWM et courbe d'extrapolation associée

- ✓ Sur le secteur allant de N250° à N300°, les directions de provenance de vent moyenne N270° ont été simulées dans l'étude.
- ✓ Sur le secteur allant de N300° à N320°, les directions de provenance de vent N310° et N320° ont été simulées dans l'étude.
- ✓ Sur le secteur allant de N325° à N360°, la direction de provenance de vent moyenne N340° a été simulée dans l'étude.

6.3 NIVEAUX D'EAU

Plusieurs facteurs contribuent à la variation du niveau d'eau moyen dans la Rade de Toulon et sur son littoral :

- ✓ La marée,
- ✓ La pression atmosphérique,
- ✓ Le vent (onde de tempête),
- ✓ Les séries de vagues (setup).

En Méditerranée, la marée astronomique est de faible amplitude (quelques dizaines de centimètres au plus). D'après le RAM, les niveaux de marée sont les suivants (marégraphe de Toulon) :

Type	Hauteur (m CM)	Hauteur (m NGF)
PHMA Plus Haute Mer Astronomique	0.64	0.39
NM Niveau moyen	0.42	0.17
PBMA Plus Basse Mer Astronomique	0.17	- 0.08

Tableau 5 : Niveaux de marée au marégraphe de Toulon

L'effet combiné des dépressions atmosphériques et du vent peut engendrer des variations du niveau d'eau moyen significatives (onde de tempête).

Par ailleurs, le niveau général des mers et océans devrait augmenter significativement dans les prochaines décennies selon les conclusions des travaux du GIEC : une élévation globale du niveau moyen de la mer est attendue en raison du réchauffement climatique, avec des variations régionales spécifiques.

6.3.1 Extrapolation des niveaux d'eau

L'extrapolation des niveaux d'eau extrêmes a été réalisée sur la base de l'analyse statistique d'un échantillon de mesures du niveau d'eau enregistrées par le marégraphe de Toulon entre 1993 à 2020 (données REFMAR).

La méthode seuil (ou méthode POT - *Peaks Over Threshold*) d'extrapolation statistique a été mise en œuvre pour établir les niveaux d'eau de projet.

Les valeurs extrêmes retenues sont tirées de la loi de Weibull ou de la loi de Gumbel la mieux ajustée, c'est à dire pour laquelle les écarts entre l'échantillon et la courbe d'extrapolation sont minimums au sens des moindres carrés. Un contrôle visuel de la représentation graphique des différentes lois d'ajustement est également réalisé afin de valider leur allure par rapport à l'alignement des données brutes.

Le tableau ci-dessous présente les niveaux d'eau de projet obtenus :

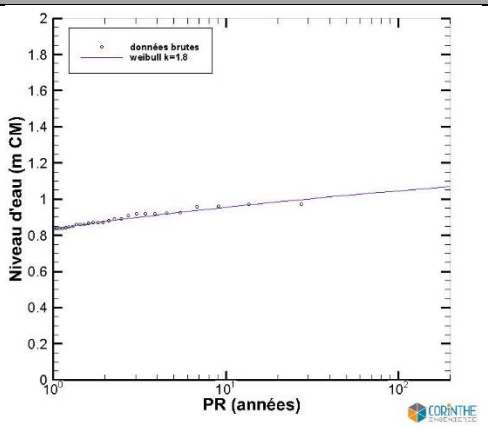
Niveau d'eau extrêmes étalbie à partir des données du marégraphe de Toulon entre 1993 et 2020			
	Réf. Alti. : CM	Réf. Alti. : CM	Graphique d'extrapolation
PR 1 an	+0.83	+0.58	
PR 10 ans	+0.97	+0.72	
PR 50 ans	+1.03	+0.78	
PR 100 ans	+1.06	+0.81	

Tableau 6 : Niveaux d'eau de projet (données analysées issues du marégraphe Toulon)

6.3.2 Changement climatique et élévation globale du niveau des mers

Le niveau général des mers devrait évoluer significativement dans les prochaines décennies selon les conclusions des derniers travaux de l'IPCC/GIEC : une élévation globale du niveau moyen de la mer est attendue en raison du réchauffement global, avec des variations régionales significatives.

Le dernier rapport AR6 [0] fait état, selon les scénarios étudiés (par ordre croissant en termes d'émissions de carbone, de réchauffement de la température moyenne globale et de leurs conséquences), de l'augmentation globale du niveau moyen des mers (GMSL) suivante dans les années qui viennent (indication de la valeur médiane + intervalle d'incertitude entre parenthèses) :

	SSP1-1.9	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5	SSP5-8.5 *Low Confidence*
Total (2030)	0.09 (0.08–0.12)	0.09 (0.08–0.12)	0.09 (0.08–0.12)	0.10 (0.08–0.12)	0.10 (0.09–0.12)	0.10 (0.09–0.15)
Total (2050)	0.18 (0.15–0.23)	0.19 (0.16–0.25)	0.20 (0.17–0.26)	0.22 (0.18–0.27)	0.23 (0.20–0.29)	0.24 (0.20–0.40)
Total (2090)	0.35 (0.26–0.49)	0.39 (0.30–0.54)	0.48 (0.38–0.65)	0.56 (0.46–0.74)	0.63 (0.52–0.83)	0.71 (0.52–1.30)
Total (2100)	**0.38 (0.28–0.55)**	**0.44 (0.32–0.62)**	**0.56 (0.44–0.76)**	**0.68 (0.55–0.90)**	**0.77 (0.63–1.01)**	**0.88 (0.63–1.60)**
Total (2150)	0.57 (0.37–0.86)	0.68 (0.46–0.99)	0.92 (0.66–1.33)	1.19 (0.89–1.65)	1.32 (0.98–1.88)	1.98 (0.98–4.82)

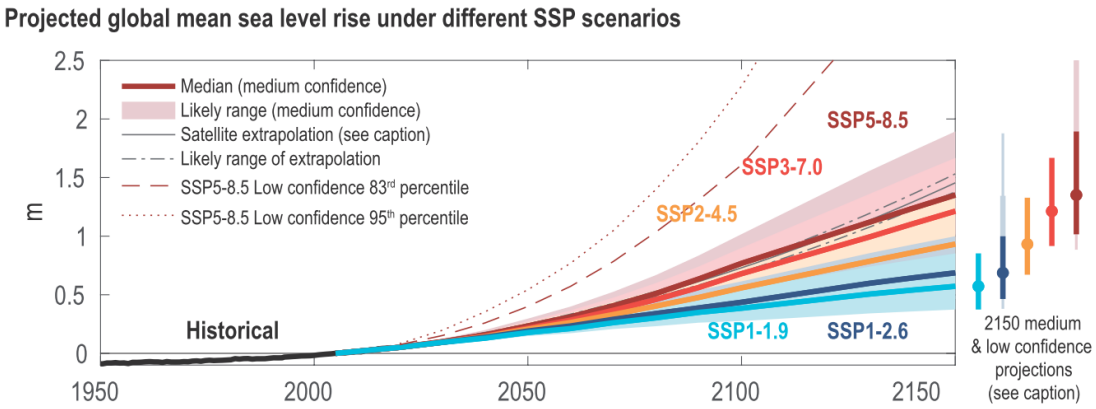


Figure 7 : Scénarii du GIEC

A l'horizon 2030, les six scénarios présentent des valeurs médianes de l'ordre de +0.1 m avec des intervalles d'incertitude assez proches.

A l'horizon 2050, les six scénarios présentent des valeurs médianes de l'ordre de +0.2 m avec des intervalles d'incertitude assez proches également.

A l'horizon 2100, la fourchette haute du scénario le plus pessimiste (SSP5-8.5 Low confidence 83e centile) qui pourrait se confirmer au regard des trajectoires actuelles des émissions de GES, conduirait même à une augmentation globale du niveau moyen des mers de l'ordre de +1.6 m.

Aujourd'hui, selon la disposition D.1-6 du PAC de 2017 (étude de référence réalisée par le BRGM) concernant la prévention du risque submersion marine, les aléas à prendre en compte doivent intégrer à échéance de 2050 une élévation du niveau marin de +20 cm, et à échéance de 2100 une élévation du niveau marin de +60 cm (recommandations ONERC de 2011). Cette dernière correspondrait aujourd'hui approximativement à la valeur médiane attendue avec le scénario SSP2-4.5 (émissions mondiales de GES constantes sans hausse ni baisse par rapport à aujourd'hui), c'est-à-dire pour un réchauffement global limité à +2.7°C à l'horizon 2100, ce qui semble optimiste au regard des trajectoires actuelles des émissions mondiales de GES qui sont plutôt à la hausse.

6.3.1 Niveaux d'eau extrêmes retenus

Les niveaux d'eau retenus :

- ✓ En condition de houle + vent : toutes les périodes de retour seront étudiées à l'horizon 2050, soit avec une augmentation du niveau des mers de +0.2 m ;
- ✓ En condition de vent seul : le niveau d'eau moyen à l'horizon 2050.

Le tableau ci-dessous reprend les différents niveaux d'eau :

Houle + Vent				Vent seul		
Période de retour (+horizon GIEC)	Niveau extrême en 2023 (m NGF)	Augmentation GIEC / PAC 2017 (m)	Niveau d'eau simulé (m NGF)	Niveau d'eau moyen (m NGF)	Augmentation GIEC / PAC 2017 (m)	Niveau d'eau simulé (m NGF)
1 an (2050)	+0.6	0.2	**+0.8**	+0.17	+0.2	**+0.37**
10 ans (2050)	+0.7		**+0.9**			
50 ans (2050)	+0.8		**+1.0**			
100 ans (2050)	+0.9		**+1.1**			

Tableau 7 : Niveaux d'eau de projet retenus pour l'étude

7 BATHYMETRIE ET TOPOGRAPHIE

Conformément à notre offre, nous avons rédigé et transmis le cahier des charges de la consultation par mail le 26/07/2023.

Ce relevé concerne plus particulièrement la zone de requalification du quartier des Oursinières, au Pradet sur la commune du Pradet (VAR 83) pour le relevé topographique et le plan d'eau du port pour la partie bathymétrie.

Dans le cadre de l'étude de propagation de la houle du large (houle + vent) et la génération du clapot soulevé par le vent sur la Grande Rade de Toulon, les sources données à grande échelle suivantes ont été utilisées :

- ✓ SHOM
- ✓ Litto3D

8 MISSIONS COMPLEMENTAIRES : COURANTOLOGIES ET ETUDES HYDRAULIQUES

8.1 MODELE DE GENERATION ET DE PROPAGATION DES VAGUES

Afin de représenter au mieux les hauteurs de vague sur le site d'étude, il est essentiel que les phénomènes liés à la génération par le vent et à la propagation de la houle soient correctement simulés, en particulier :

- ✓ Apport d'énergie par la houle du large (frontière d'entrée maritime du modèle) ;
- ✓ Apport d'énergie et génération de vagues par le vent (sur tout le domaine du modèle) ;
- ✓ Réfraction, diffraction et shoaling dus aux variations spatiales du fond ;
- ✓ Dissipation d'énergie par moutonnement et déferlement bathymétrique ;
- ✓ Frottement sur le fond ;
- ✓ Interactions non-linéaires vague-vague entre les différentes composantes fréquentielles et directionnelles.

Pour réaliser les simulations de génération de vagues par le vent et de propagation de la houle, le modèle numérique SWAN (Simulating WAves Nearshore) a été mis en œuvre.

8.1.1 Présentation du modèle

C'est un modèle dit de « troisième génération » permettant d'obtenir une estimation réaliste des paramètres des vagues en zone côtière, dans les lacs et les estuaires pour un vent, une bathymétrie et des conditions de courants donnés. Le modèle SWAN est basé sur l'équation de conservation de la densité spectro-angulaire d'action des vagues, de façon complètement spectrale (dans toutes les directions et les fréquences). SWAN calcule l'évolution de vagues aléatoires et irrégulières dans les régions côtières par eau profonde, intermédiaire et en eau peu profonde sous l'effet de courants ambiants. Le modèle SWAN rend compte de la propagation (réfraction et diffraction) due au courant et à la profondeur d'eau, et représente les processus de génération des vagues par le vent, la dissipation due au moutonnement, au frottement sur le fond, au déferlement bathymétrique et aux interactions non-linéaires entre les vagues (triplets et quadruplets de fréquences) de façon explicite par des formulations de l'état de l'art.

8.1.2 Emprise du modèle

L'emprise du modèle de propagation de la houle du large est présentée sur l'image suivante :

Caractéristiques des domaines imbriqués construits pour l'étude de propagation (houle du large et génération par le vent dans la rade de Toulon)				
Domaine	Domaine 1 (Grand domaine, maillage grossier)	Domaine 2 (Domaine intermédiaire)	Domaine 3 (Maillage fin autour de la zone d'étude)	Domaine 3 (Maillage raffiné autour de la zone d'étude)
Forçage	Houle+Vent	Houle+Vent Vent seul	Houle+Vent Vent seul	Houle+Vent Vent seul
Dimension de la grille d'Est en Ouest	35 800 m	18 420 m	1 500 m	800 m
Dimension de la grille du Nord au Sud	30 500 m	16 020 m	1 290 m	560 m
Taille de maille	100 x 100 m	60 x 60 m	30 x 30 m	10 x 10 m

Tableau 8 : Emprise et taille du maillage du modèle de propagation de la houle + vent et vent seul

8.1.3 Rappel des conditions de simulation

Dans les tableaux ci-dessous sont synthétisées les différentes conditions de simulation réalisées :

Caractéristiques des houles de projet au large + vent associé				
Direction de provenance de la houle au large : N240°				
Houle de période de retour	1 an	10 ans	50 ans	100 ans
Hauteur significative de la houle Hs(m)	3.7	4.9	5.4	5.6
Période pic Tp(s)	9	10	10.5	11
Vitesse du vent associée Vv(m/s)	15	18	20	23
Direction de provenance du vent	N270°	N270°	N270°	N270°
	N290°	N290°	N290°	N290°
Niveau d'eau (m NGF)	+0.8	+0.9	+1.0	+1.1

Tableau 9 : Caractéristiques des houles de projet + vent au large et les niveaux d'eau associés

Caractéristiques des vents de projet générant le clapot				
Vent de période de retour	1 an	10 ans	50 ans	100 ans
Vitesse du vent (m/s)	18	21	24	25
Direction de provenance du vent	N270°	N270°	N270°	N270°
Vitesse du vent (m/s)	21	24	26	27
Direction de provenance du vent	N310°	N310°	N310°	N310°
	N320°	N320°	N320°	N320°
Vitesse du vent (m/s)	20	22	24	25
Direction de provenance du vent	N340°	N340°	N340°	N340°
Niveau d'eau (m NGF)	+0.37			

Tableau 10 : Caractéristiques des vents de projet et les niveaux d'eau associés pour la génération du clapot

8.1.4 Résultats des simulations

8.1.4.1 Propagation de la houle provenant du large

8.1.4.1.1 Houle PR 1 an

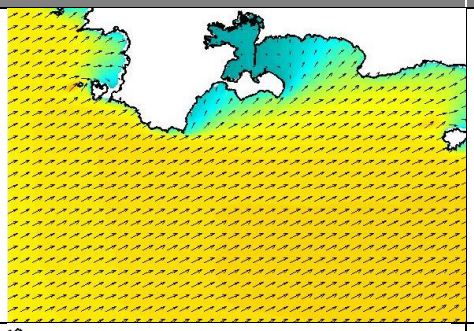
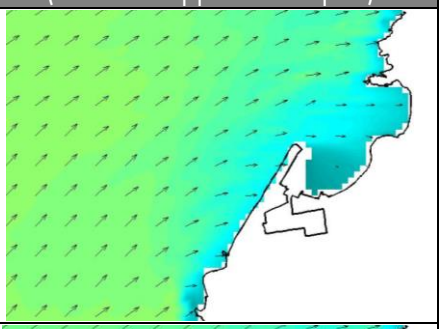
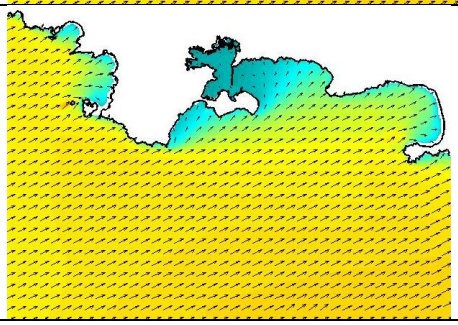
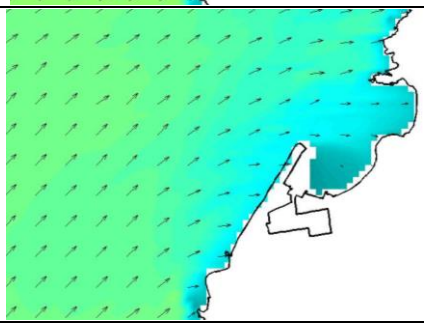
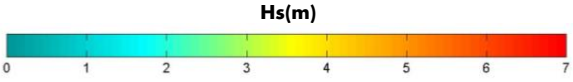
Direction de provenance de la houle et vent	Période de retour de la houle 1 AN	Période de retour de la houle 1 AN (Zoom à l'approche du port)
N240° Hs=3.7m, Tp=9s Vent N270° 15m/s		
N240° Hs=3.7m, Tp=9s Vent N290° 15m/s		
		

Figure 8 : Houle du large – Période de retour 1 an – houle N240° + vent N270° & houle N240° + vent N290°

8.1.4.1.2 Houle PR 10 ans

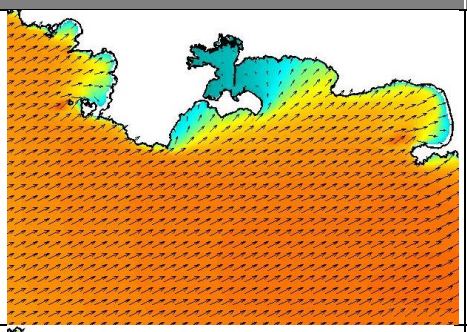
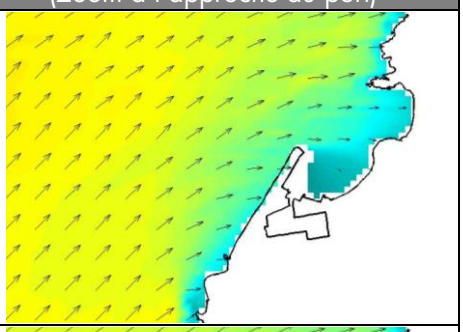
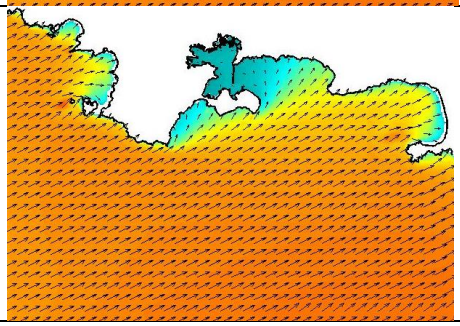
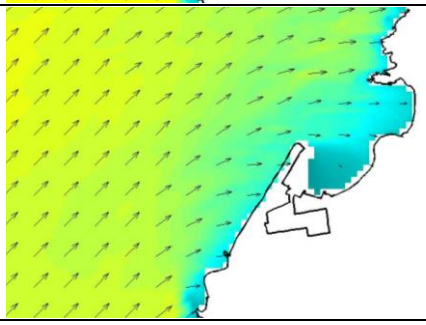
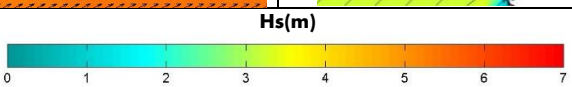
Direction de provenance de la houle et vent	Période de retour de la houle 10 ANS	Période de retour de la houle 10 ANS (Zoom à l'approche du port)
N240° Hs=4.9m, Tp=10s Vent N270° 18m/s		
N240° Hs=4.9m, Tp=10s Vent N290° 18m/s		
		

Figure 9 : Houle du large – Période de retour 10 ans – houle N240° + vent N270° & houle N240° + vent N290°

8.1.4.1.3 Houle PR 50 ans

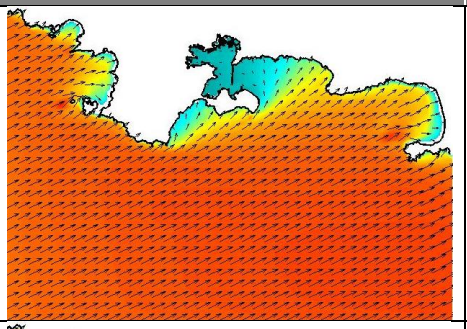
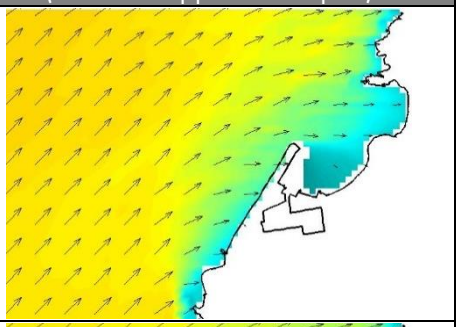
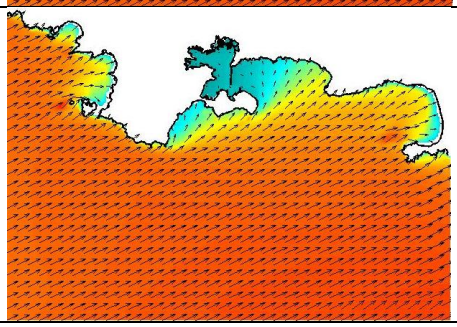
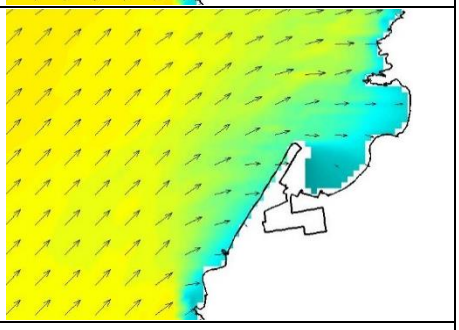
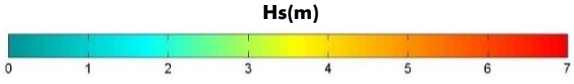
Direction de provenance de la houle et vent	Période de retour de la houle 50 ANS	Période de retour de la houle 50 ANS (Zoom à l'approche du port)
N240° Hs=5.4m, Tp=10.5s Vent N270° 20m/s		
N240° Hs=5.4m, Tp=10.5s Vent N290° 20m/s		
		

Figure 10 : Houle du large – Période de retour 50 ans – houle N240° + vent N270° & houle N240° + vent N290°

8.1.4.1.4 Houle PR 100 ans

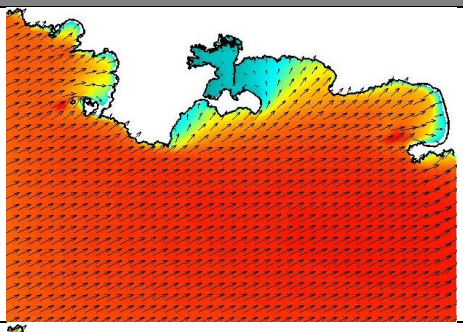
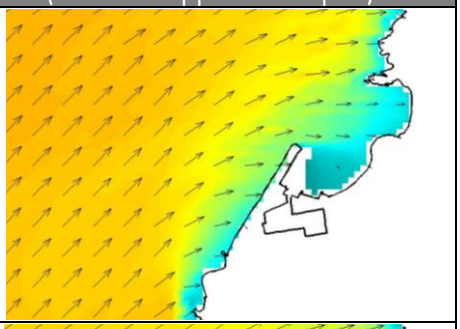
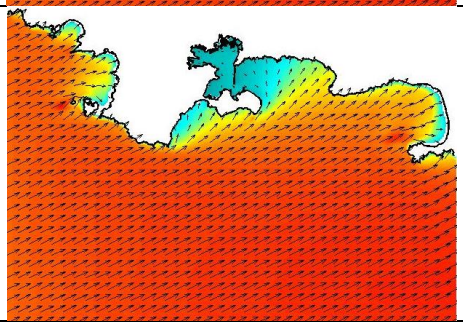
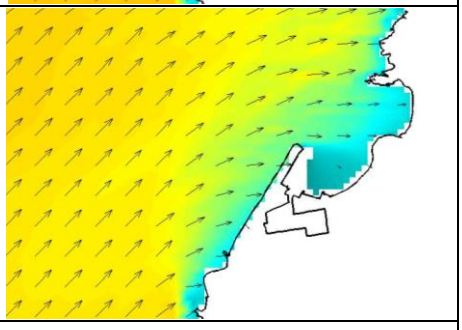
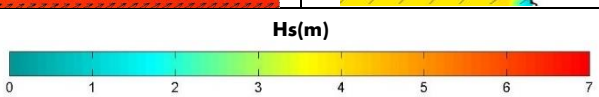
Direction de provenance de la houle et vent	Période de retour de la houle 100 ANS	Période de retour de la houle 100 ANS (Zoom à l'approche du port)
N240° Hs=5.6m, Tp=11s Vent N270° 23m/s		
N240° Hs=5.6m, Tp=11s Vent N290° 23m/s		
		

Figure 11 : Houle du large – Période de retour 100 ans – houle N240° + vent N270° & houle N240° + vent N290°

8.1.4.1 Clapots soulevés par les vents

L'image ci-dessous présente les directions de vent simulées pour la génération des clapots jusqu'à la zone d'étude :



Figure 12 : Directions de vents simulées pour la génération du clapot : N270° - N310° - N320° et N340°

La direction de provenance du vent pour laquelle la longueur de fetch est la plus importante est le N270°, suivie dans le cadre des simulations par la direction N310°, N320° et enfin la direction N340°.

8.1.4.1.1 Vent PR 1 an

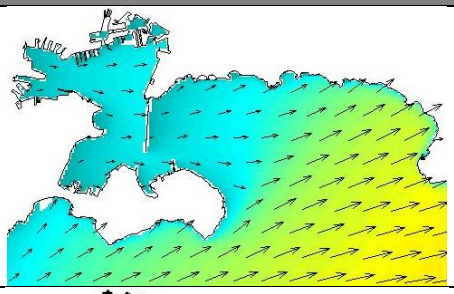
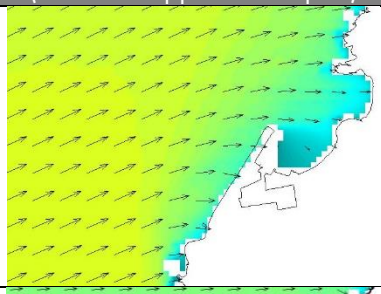
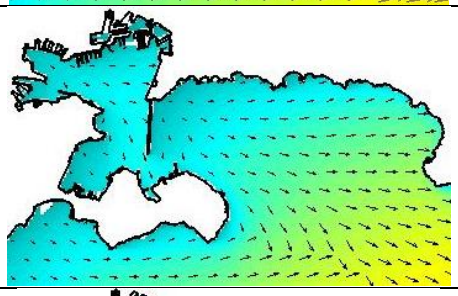
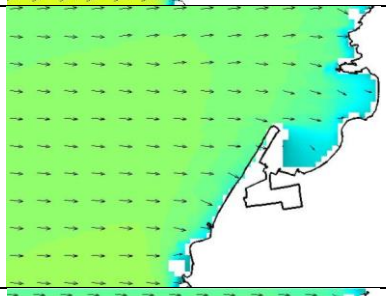
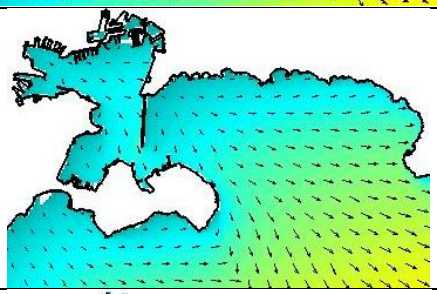
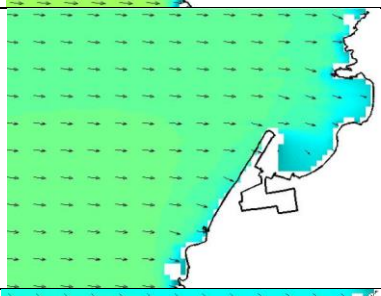
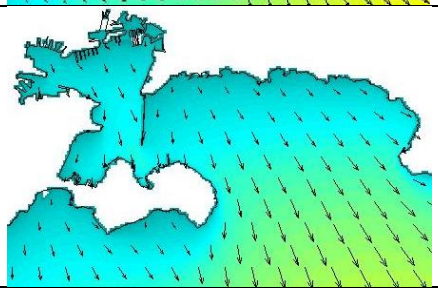
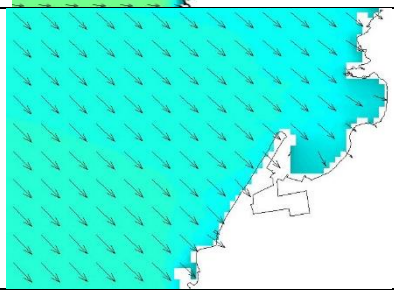
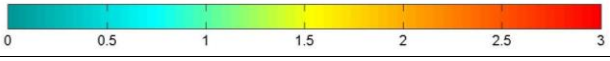
Direction de provenance du vent	Période de retour 1 AN	Période de retour 1 AN (Zoom à l'approche du port)
N270° Vv=18 m/s		
N310° Vv=21 m/s		
N320° Vv= 21 m/s		
N340° Vv= 20 m/s		
		

Figure 13 : Clapots soulévés par le vent– Période de retour 1 an – Vent N270° - N310° - N320° et N340°

8.1.4.1.2 Vent PR 10 ans

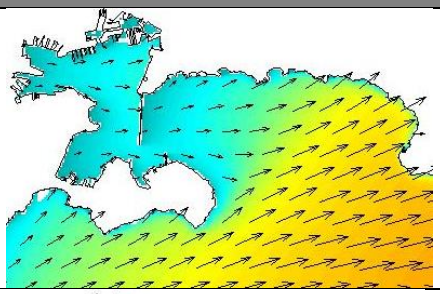
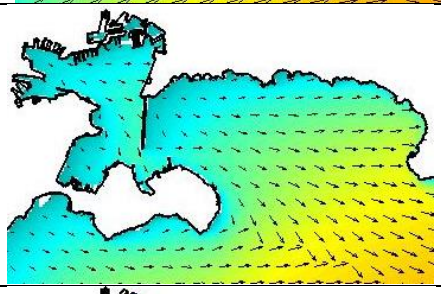
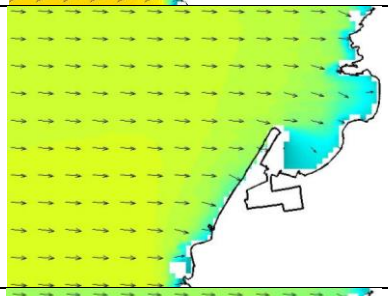
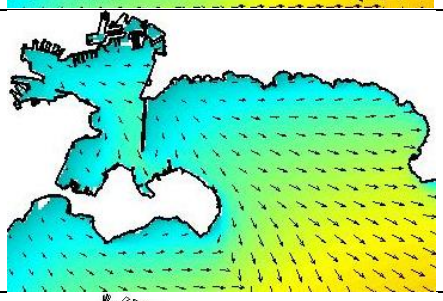
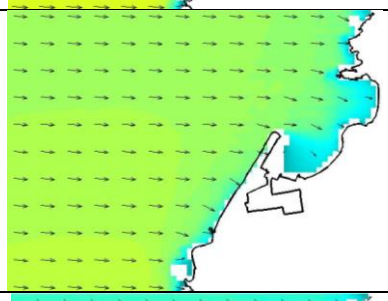
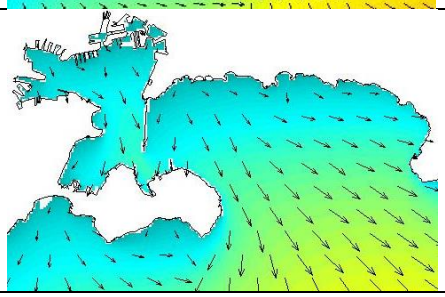
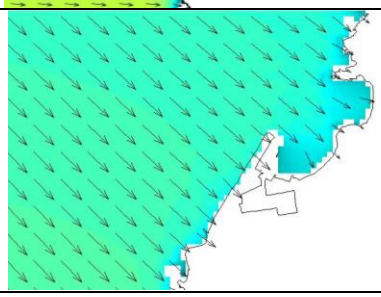
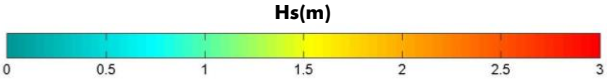
Direction de provenance du vent	Période de retour 10 ANS	Période de retour 10 ANS (Zoom à l'approche du port)
N270° Vv=21 m/s		
N310° Vv=24 m/s		
N320° Vv= 24 m/s		
N340° Vv= 22 m/s		
		

Figure 14 : Clapots soulévés par le vent– Période de retour 10 ans – Vent N270° - N310° - N320° et N340°

8.1.4.1.3 Vent PR 50 ans

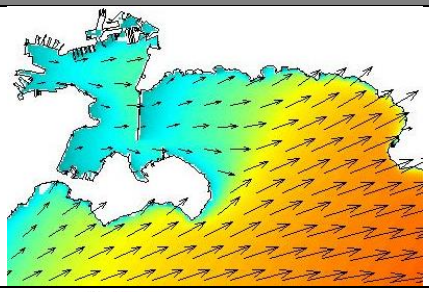
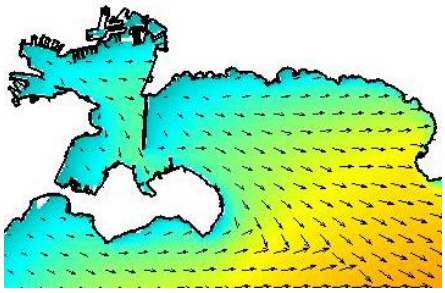
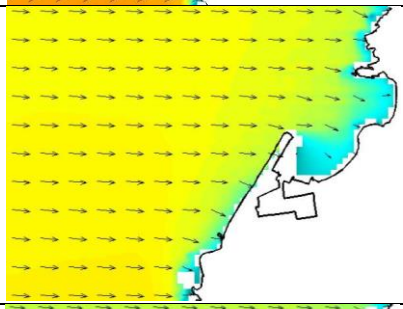
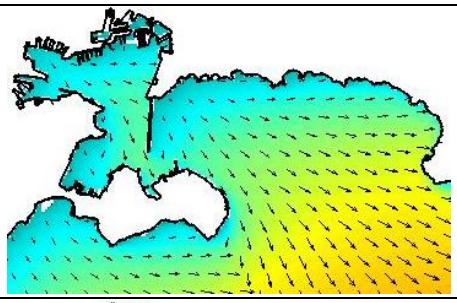
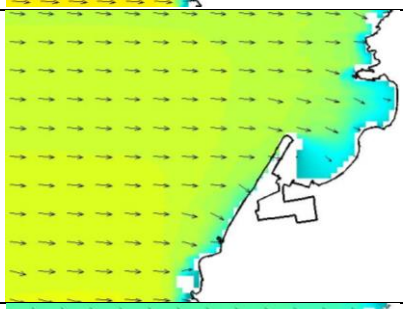
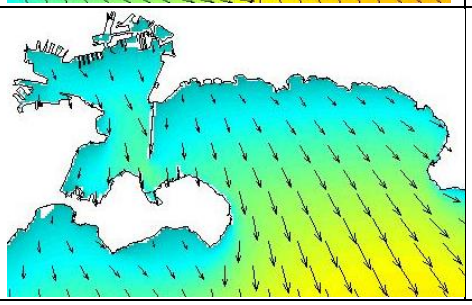
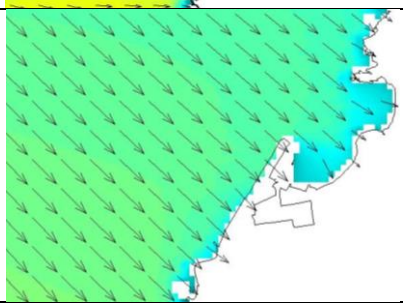
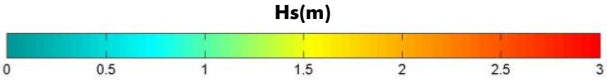
Direction de provenance du vent	Période de retour 50 ANS	Période de retour 50 ANS (Zoom à l'approche du port)
N270° Vv=24 m/s		
N310° Vv=26 m/s		
N320° Vv= 26 m/s		
N340° Vv= 24 m/s		
		

Figure 15 : Clapots soulévés par le vent– Période de retour 50 ans – Vent N270° - N310° - N320° et N340

8.1.4.1.4 Vent PR 100 ans

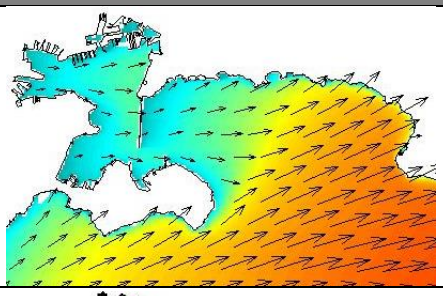
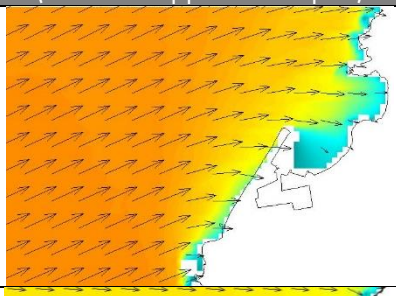
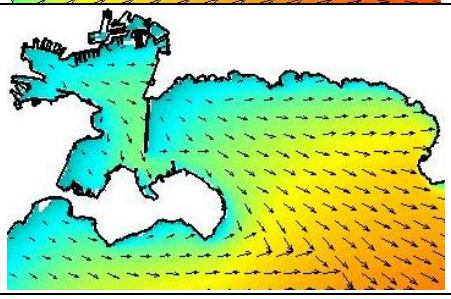
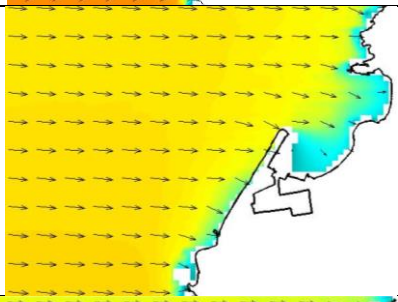
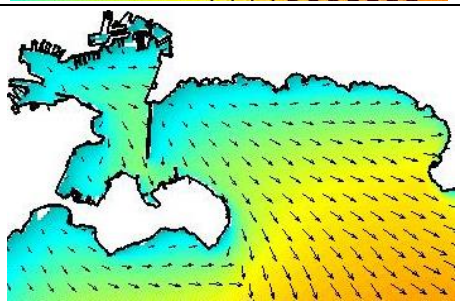
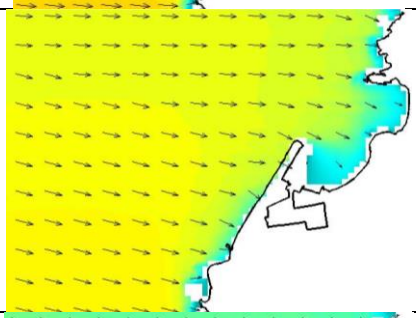
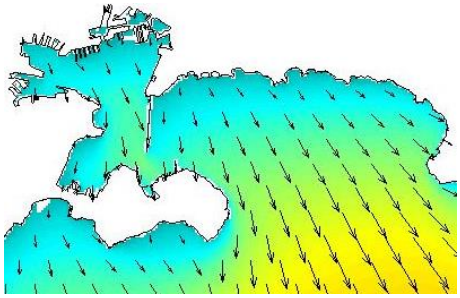
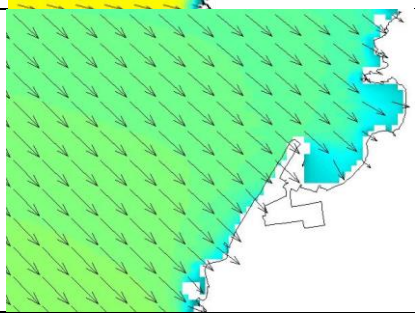
Direction de provenance du vent	Période de retour 100 ANS	Période de retour 100 ANS (Zoom à l'approche du port)
N270° Vv=25 m/s		
N310° Vv=27 m/s		
N320° Vv= 27 m/s		
N340° Vv= 25 m/s		
		

Figure 16 : Clapots soulévés par le vent– Période de retour 100 ans – Vent N270° - N310° - N320° et N340

8.1.4.2 Conclusion

Les résultats de la modélisation mettent en avant les observations suivantes :

- ✓ **Houle du large :** A l'approche de la zone d'étude la hauteur significative de la houle est plus élevée lorsque la houle est accompagnée d'un vent de N270° qu'avec un vent de N290°. Ce qui peut s'expliquer par une longueur de fetch plus importante sur la direction de vent N270° et une orientation plus alignée avec l'entrée de la petite anse.

- ✓ **Clapots** soulevés par le vent de secteur Ouest à Nord-Ouest :
  - Les vents de provenance N270° dont la longueur de fetch est la plus grande génèrent les clapots avec une hauteur significative plus importante que pour les autres directions simulées. Même en comparaison avec les clapots générés par les vents de provenance N310° dont l'intensité est plus élevée.

    Sur ce secteur de provenance du vent (N270°) s'ajoute également une part d'énergie du clapot relativement important généré plus au large et qui pénètre par diffraction autour de la presqu'île de Saint Mandrier et poursuit sa route en direction de la zone d'étude. A l'approche de la zone d'étude, les clapots sont orientés N260° à N270°.
  - Pour de mêmes intensités du vent, les clapots générés par les vents de N310° sont plus élevés à l'approche de la zone d'étude que les clapots soulevés par les vents de direction N320°. Ce qui peut s'expliquer par une longueur de fetch plus importante sur la direction de provenance N310°. A l'approche de la zone d'étude, les clapots sont orientés Ouest-Nord-Ouest : N285°.
  - Les clapots générés par les vents de direction de provenance N340° dont le fetch est plus court que les autres directions de vent simulées et avec une intensité inférieure sont logiquement moins importants. Néanmoins à l'entrée de la petite anse, ils sont davantage orientés Nord-Ouest (N310°) et peuvent pénétrer plus directement dans l'avant-port.

8.1.5 Hauteur significative de la houle devant la digue de protection

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution de la hauteur significative incidente sur la digue de protection pour les conditions suivantes :

- ✓ Houle N240° + Vent N270°
- ✓ Houle N240° + Vent N290°

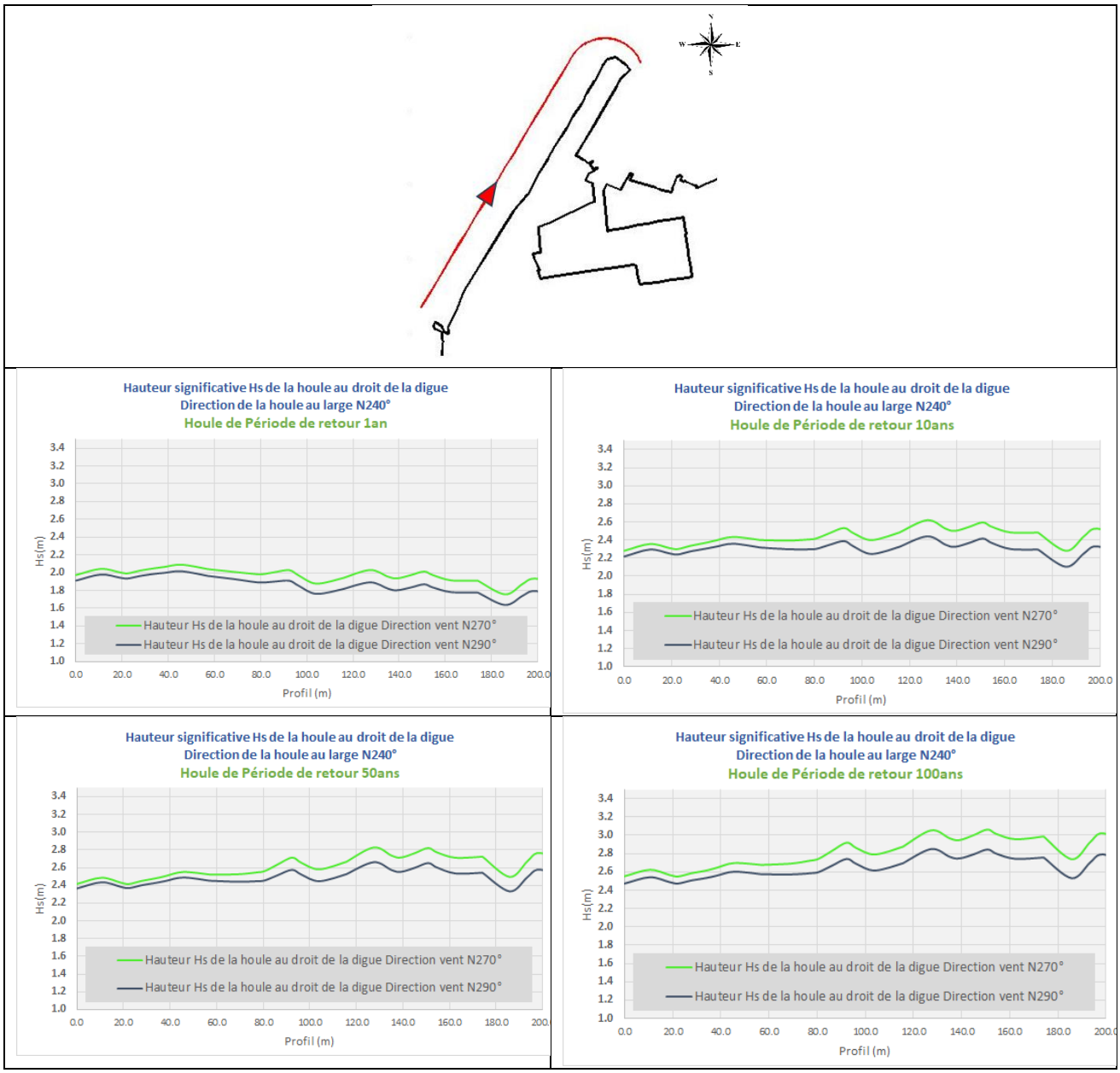


Figure 17 : Orientation des courbes d'évolution du Hs(m)

La houle de N240° accompagnée d'un vent de N270° présente une hauteur significative Hs(m) au droit de la digue de protection plus élevée que pour la direction de vent simulée N290°.

On observe sur les courbes que la hauteur Hs est plus importante au droit de la moitié Nord de la protection que sur la partie Sud.

Par ailleurs, on observe sur la partie Sud que la hauteur Hs de la houle évolue peu en fonction de la période de retour de la houle. Cette observation est liée à la présence d'un platier rocheux au droit de cette zone où la profondeur d'eau plus faible, fait déferler la houle sur l'ouvrage.

8.1.6 Vérification dimensionnement masse médiane blocs digue existante

A partir de la hauteur de houle incidente devant la digue de protection et des caractéristiques de l'ouvrage, nous pouvons estimer analytiquement la masse médiane des blocs en enrochements constituant la carapace de protection de l'ouvrage côté mer à partir des formules analytiques d'Hudson et celle de Van der Meer [1].

8.1.6.1 Hypothèses de vérification

- ✓ Masse volumique des enrochements naturels : 2.65T/m^3 ;
- ✓ Masse volumique eau de mer : 1.025T/m^3 ;
- ✓ Type de houle : déferlante ;
- ✓ Caractéristiques de la houle :

Localisation	Pente talus (sur la base des profils dont on dispose)	Profondeur pied	PR 10 ans	PR 50 ans	PR 100ans
Musoir profil en travers	3/2	-5m NGF	Hs=2.5 Tp=10 Niv=0.9	Hs=2.7 Tp=10.5 Niv=1.0	Hs=3.0 Tp=11 Niv=1.1
Section courant profondeur -4m NGF	2/1 à 3/2	-4m NGF	Hs=2.5 Tp=10 Niv=0.9	Hs=2.7 Tp=10.5 Niv=1.0	Hs=3.0 Tp=11 Niv=1.1
Section courante profondeur -2m NGF	2/1 à 3/2	-2m NGF	Hs=2.2 Tp=10 Niv=0.9	Hs=2.3 Tp=10.5 Niv=1.0	Hs=2.5 Tp=11 Niv=1.1

- ✓ Pourcentage de dommage admis compris entre 0 et 5% ;
- ✓ Respect de la règle des filtres (sous-couche) ;
- ✓ La présence d'un noyau en TVC ;
- ✓ Une berme constituée, sur sa première partie, d'au minimum 3 à 4 blocs de même granulométrie que celle constituant le talus (la partie horizontale pouvant être plus large dans sa globalité) ;
- ✓ Pas de bouchonnage réalisé avec des blocs sous-dimensionnés ;
- ✓ Direction d'incidence de la houle : considérée arrivant perpendiculairement à l'ouvrage ;
- ✓ Le niveau d'eau : associé à la même occurrence de houle ;
- ✓ Hudson (déferlement) :
  - Coefficient de stabilité Kd=2 sur la partie courante,
  - Coefficient de stabilité sur le musoir Kd=1.9 sur le musoir ;
- ✓ Van Der Meer :
  - Pente de fond devant l'ouvrage 3%,
  - Coefficient de dommage admis Sd=2 (début de dommage),
  - Perméabilité nominale de l'ouvrage P=0.4,
  - La cambrure de la houle : calculée dans l'application des formules de Van Der Meer (permettant de définir le type d'équation à considérer : eau profonde ou eau peu profonde),
  - La durée de l'état de mer considéré en méditerranée, il est d'usage de considérer des durées allant de 3 heures à 6 heures,
  - Un spectre de JONSWAP avec un coefficient d'élancement de 3.3 :
    - Période moyenne Tm/Tp=0.8,
    - Période moyenne énergétique Tp=1.1* Tm-1.0,
  - Calcul de la hauteur dépassée par 2% des hauteurs de vagues incidentes, H2% par l'application de la méthode de Battjes et Groenendijk et leurs abaques en eau peu profonde,

- Condition eau profonde si hauteur d'eau en pied d'ouvrage h > 3 * Hs en pied d'ouvrage.

8.1.6.2 Résultats Hudson

Localisation	Pente talus	PR 10 ans	PR 50 ans	PR 100 ans
Musoir profil en travers	3/2	M_{50}=5.5t	M_{50}=7.0t	M_{50}=9.5t
Section courant prof -4m NGF	3/2	M_{50}=3.5t	M_{50}=4.4t	M_{50}=6.0t
	2/1	M_{50}=3.0t	M_{50}=3.5t	M_{50}=4.5t
Section courante prof -2m NGF	3/2	M_{50}=2.4t	M_{50}=2.7t	M_{50}=3.5t
	2/1	M_{50}=2.0t	M_{50}=2.0t	M_{50}=2.5t

8.1.6.3 Résultats Van Der Meer

Localisation	Pente talus	PR 10 ans		PR 50 ans		PR 100 ans	
	Durée évènement	3h	6h	3h	6h	3h	6h
Musoir profil en travers	3/2	M_{50}=5.4t	M_{50}=6.6t	M_{50}=6.0t	M_{50}=7.5t	M_{50}=8.0t	M_{50}=9.8t
Section courant prof -4mNGF	3/2	M_{50}=3.7t	M_{50}=4.6t	M_{50}=4.4t	M_{50}=5.4t	M_{50}=5.8t	M_{50}=7.2t
	2/1	M_{50}=2.7t	M_{50}=3.3t	M_{50}=3.2t	M_{50}=4.0t	M_{50}=4.2t	M_{50}=5.2t
Section courante prof -2m NGF	3/2	M_{50}=2.2t	M_{50}=2.7t	M_{50}=2.4t	M_{50}=2.9t	M_{50}=3.1t	M_{50}=3.8t
	2/1	M_{50}=1.9t	M_{50}=2.3t	M_{50}=2.2t	M_{50}=2.7t	M_{50}=2.8t	M_{50}=3.5t

8.1.6.4 Conclusion

La description de la carapace de protection est détaillée dans le chapitre 9.5. Celle-ci est composée d'enrochements de 0,5/1 t localement et d'enrochements de 3/4 t.

Au regard de cette grande disparité de masse des blocs en enrochement constituant la carapace de l'ouvrage et la variation des pentes de talus sur quelques mètres, il est difficile de caractériser la houle pour laquelle celle-ci est dimensionnée.

8.2 AGITATION DANS L'AVANT-PORT ET LE PORT (ETUDES HYDRAULIQUES)

Le modèle numérique d'agitation mis en œuvre est le modèle ARTEMIS de la suite OPEN TELEMAC-MASCARET [2].

8.2.1 Présentation et mise en œuvre du modèle

Modélisation ARTEMIS (modèle d'agitation) : ARTEMIS est un modèle numérique de simulation de propagation de vagues, d'agitation côtière et portuaire locale, sur une emprise allant jusqu'à quelques kilomètres carrés. Le domaine peut spécifiquement être agrandi au-delà pour la simulation des ondes longues ou l'étude des phénomènes de résonance. La dépendance en fréquence et l'étalement directionnel de l'énergie des vagues est pris en compte par ARTEMIS. Le calcul permet de considérer les principales caractéristiques des ondes sur tout le domaine : hauteur significative des vagues, l'incidence des vagues, des vitesses orbitales, taux de dissipation, …

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

- ✓ Réfraction,
- ✓ Diffraction par des obstacles,
- ✓ Déferlement induit par le fond,
- ✓ Frottement de fond,
- ✓ Réflexions totales ou partielles contre les parois verticales, brise-lames, digues, etc. (frontières physiques).

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

Le maillage :

Le maillage du modèle a été optimisé selon les caractéristiques des vagues à simuler (nombre minimum de mailles par longueur d'onde). Le domaine de calcul est constitué d'un assemblage d'éléments triangulaires de taille variable formant le maillage du modèle. Le maillage déstructuré (mailles triangulaires) en éléments finis autorise une grande souplesse pour représenter finement les zones de géométrie complexe grâce à la distorsion permise localement entre les mailles.

Une résolution correcte du schéma numérique d'ARTEMIS nécessite un minimum absolu de trois points de calcul par longueur d'onde de la houle, ce qui permet d'estimer la taille minimale des mailles. L'idéal étant de disposer de cinq à sept points de calcul minimum par longueur d'onde, la construction du maillage s'est basée pour cette étude sur une période minimale de 2 s pour les simulations en lien avec le clapot et 6 s pour les simulations en lien avec la houle afin d'optimiser la résolution du maillage sur les plus petites longueurs d'onde.

Mise en œuvre du modèle :

L'emprise du modèle mis en œuvre pour simuler les clapots de secteur Nord-Ouest couvre l'ensemble de l'anse et s'étend à l'Est jusqu'environ 100 m devant la digue de protection.

L'emprise du modèle mis en œuvre pour simuler la houle de secteur Sud-Ouest couvre l'ensemble de l'anse et s'étend à l'Est jusqu'environ 1 km devant la digue de protection et au Sud jusqu'environ 400 m.

Les caractéristiques des clapots et de la houle (hauteur, direction, période…) forcées le long des frontières d'entrée des deux modèles d'agitation ont été extraites du modèle de génération/propagation SWAN.

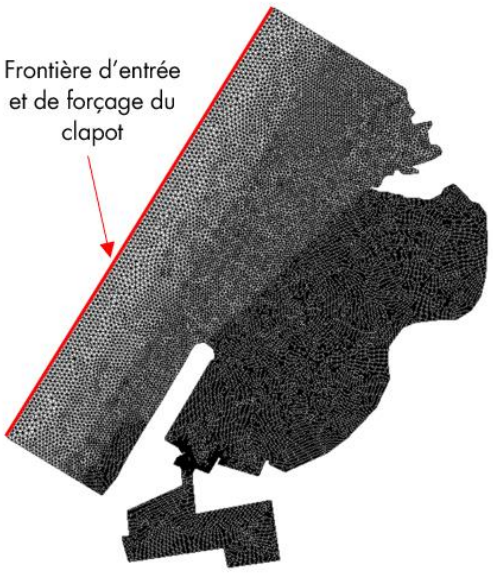
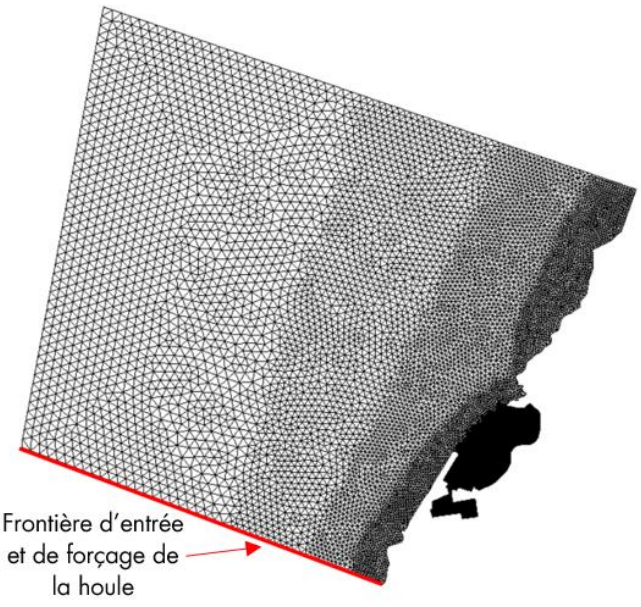
Présentation des deux domaines de calcul mis en œuvre pour la simulation de l'agitation générée par le clapot et la houle	
	
Emprise du modèle d'agitation pour la simulation des clapot soulevés par les vents de Nord-Ouest	Emprise du modèle d'agitation pour la simulation de la houle provenant de N240° (Vent N270°)

Figure 18 : Présentation des deux domaines de calcul mis en œuvre pour l'étude d'agitation

Les coefficients de réflexion (rapport entre l'amplitude des ondes incidentes et l'amplitude des ondes réfléchies) appliqués sur chacune des frontières physiques solides du modèle varient selon la nature des ouvrages ou du littoral naturel qu'elles représentent : pente douce d'une plage, massifs rocheux plongeant dans la mer, plan incliné d'une cale de mise à l'eau, quai vertical, ouvrage poreux en enrochements, etc.

Dans le cadre de la présente étude, les coefficients de réflexion appliqués sont les suivants :

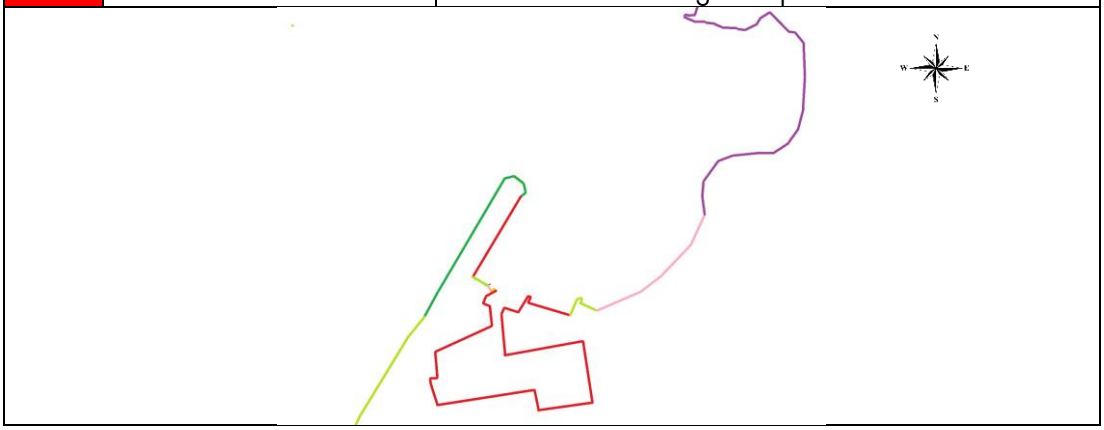
Coefficients de réflexion appliqués aux frontières physiques solides du modèle d'agitation		
	Kr=0.1	Plage ou rampe de mise à l'eau
	Kr=0.2	Massif rochaeux plongeant dans la mer
	Kr=0.4	Enrochements faible profodneur (petit talus)
	Kr=0.5	Talus en enrochements
	Kr=0.99	Ouvrage ou quai vertical
		

Figure 19 : Nature des frontières physiques solides du modèle et valeur des coefficients de réflexion appliqués

Conditions de forçage sur les frontières d'entrée des modèles de calcul :

Seules les conditions les plus pertinentes ou préjudiciables pour l'agitation dans le port et l'avant-port ont été simulées.

Caractéristiques des clapots générés par le vent selon le secteur de provenance et la période de retour			
Niveau d'eau moyen de +0.37 m NGF avec hausse du niveau marin de 20 cm à l'horizon 2050			
Direction provenance du vent	**N270°**		
Période de retour	Hs(m)	Tp(s)	Dir(N°)
1 an	1.3	3.6	270°
10 ans	1.5	4.0	
50 ans	1.7	4.2	
100 ans	1.8	4.3	
Direction provenance du vent	**N310°**		
Période de retour	Hs(m)	Tp(s)	Dir(N°)
1 an	1.2	3.3	285°
10 ans	1.4	3.5	
50 ans	1.5	3.6	
100 ans	1.6	3.7	
Direction provenance du vent	**N340°**		
Période de retour	Hs(m)	Tp(s)	Dir(N°)
1 an	0.8	2.6	310°
10 ans	0.9	2.8	
50 ans	1.0	2.9	
100 ans	1.1	3.0	

Tableau 11 : Caractéristiques des clapots retenues au niveau de la frontière d'entrée du modèle d'agitation pour son forçage

Caractéristiques de la houle forcée en fonction de la période de retour				
Avec hausse du niveau marin de 20 cm en l'horizon 2025				
Conditions de houle	**Houle N240° avec vent N270°**			
Période de retour	Hs(m)	Tp(s)	Dir(N°)	Niveau d'eau m(NGF)
1 an	2.7	9	225°	+0.8
10 ans	3.6	10		+0.9
50 ans	4.0	10.5		+1.0
100 ans	4.4	11		+1.1

Tableau 12 : Caractéristiques de la houle retenues au niveau de la frontière d'entrée du modèle d'agitation pour son forçage

8.2.2 Résultats

La modélisation permet de définir en tout point du modèle les paramètres spectraux d'agitation du plan d'eau suivants :

- ✓ Hs : hauteur significative totale (ondes incidentes + ondes réfléchies)
- ✓ Tp : période pic

Les sorties de modèle ne rendent compte que d'un champ de hauteurs totales d'agitation constitué de la superposition de toutes les ondes incidentes et réfléchies. Celles-ci comprennent les ondes pénétrant le domaine de calcul par forçage à la frontière d'entrée ainsi que la multitude d'ondes qui, une fois partiellement ou totalement renvoyées par les frontières physiques solides, se propagent dans de multiples directions sur l'ensemble du domaine modélisé.

On notera que le modèle d'agitation ne calcule que sur l'étendue fluide jusqu'à ses frontières physiques avec leurs conditions aux limites (réflexion, transmission, etc.). Le modèle ne calcule donc spatialement qu'à l'intérieur de ses frontières et ne sait donc pas reproduire ni rendre compte des éventuels débordements et submersions des quais et terrepleins hors d'eau.

Critères d'agitation dans un port de plaisance :

On considère ici des navires de petite plaisance, soit de taille inférieure à 20 m.

Le guide pratique des critères de déplacement des navires amarrés dans les ports « « Criteria for movements of moored ships in harbours » établi par le PIANC (Permanent International Association of navigation congresses) - Report of Working Group 24, Supplement to Bulletin 88 – 1995 [3], présente des recommandations quant aux critères d'agitation dans un port, pour obtenir le confort des petits bateaux de plaisance.

Longueur des bateaux	Houles de travers pour les bateaux		Houles de face pour les bateaux	
	Période (s)	Hauteur H_S (m)	Période (s)	Hauteur H_S (m)
4m-10m	< 2.0	0.2	< 2.5	0.20
	2.0 - 4.0	0.1	2.5 - 4.0	0.15
	> 4.0	0.15	> 4.0	0.20
10m-16m	< 3.0	0.25	< 3.5	0.30
	3.0 - 4.0	0.15	3.5 - 4.5	0.20
	> 5.0	0.20	> 5.5	0.30
20m	< 4.0	0.30	< 4.5	0.30
	4.0s - 6.0	0.15	4.5 - 7.0	0.25
	> 6.0	0.25	> 7.0	0.30

Tableau 13 : Criteria for movements of moored ships in harbours » établi par le PIANC (Permanent International Association of navigation congresses) - Report of Working Group 24, Supplement to Bulletin 88 – 1995

La fréquence acceptable d'occurrence est d'une à quelques fois par an.

Dans le supplément du bulletin n°38/Vol1 de 1981, le 3rd PIANC (page 3) [4], précise les éléments suivants :

- ✓ Pour une exigence de confort des hauteurs de vague de 0.2 à 0.3 m sont acceptables, mais que dans le cas où les usagers dorment à bord de leurs petites unités, une hauteur significative de 0.2 m est plus adaptée.
- ✓ D'un point de vue sécuritaire, des hauteurs de vagues de 0.2 à 0.6 m sont acceptables si le système d'amarrage est flexible, ramenées à 0.3 à 0.4 m si l'amarrage est rigide.
- ✓ Un amarrage flexible étant défini celui où les chaînes d'amarrage sont longues et sont constituées d'amortisseurs.

Pour des hauteurs au-delà de 0.5 à 0.6 m (suivant la taille de l'unité) des possibilités d'échouages sont envisageables.

Sur cette base, nous retiendrons un critère de confort avec une hauteur significative comprise entre 0.2 m et 0,3 m, admise pour quelques rares évènements dans l'année et un critère de sécurité compris entre H_S=0,5 m et 0,6 m pour des occurrences rares.

Critère	Période de retour	Seuil d'acceptabilité (Hauteur significative)
Confort	1 an	0.3 m
Sécurité	10 ans	0.5 m
	50 ans	0.6 m

Tableau 14 : Critères d'agitation retenus pour un petit port de plaisance – unités inférieures à 20 m

Les planches d'agitation obtenues par modélisation ARTEMIS seront analysées par la suite au regard de ces critères.

L'échelle de couleur adoptée permet d'évaluer l'acceptabilité de l'agitation :

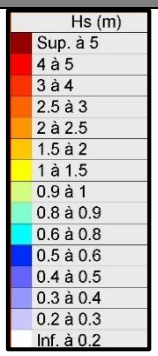
Echelle de couleur d'agitation	
Les valeurs de Hs supérieures à 0,6m sont associées aux teintes allant du bleu logon au rouge	
Les valeurs de Hs de 0,4m à 0,5m sont associées aux teintes bleu foncé	
Les valeurs de Hs de 0m à 0,3m sont associées aux teintes allant du blanc au bleu	

Tableau 15 : Echelle de repération des seuils d'agitation (Hs(m))

8.2.2.1 Agitation générée par le clapot de secteur Ouest à Nord-Ouest

Les planches ci-dessous présentent les résultats de l'agitation dans l'avant-port et le port des Oursinières pour des clapots soulevés par des vents de secteur Ouest à Nord-Ouest.

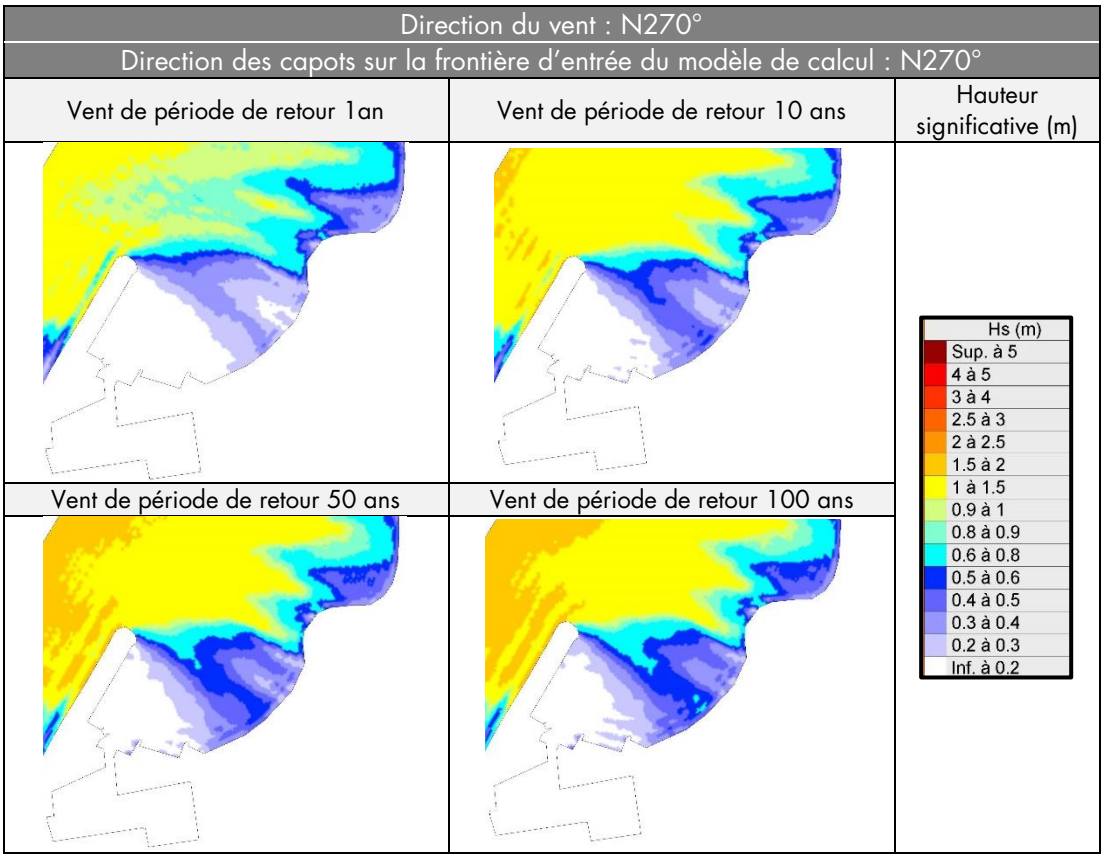


Figure 20 : Agitation générée par les clapots de N270° (vent N270°)

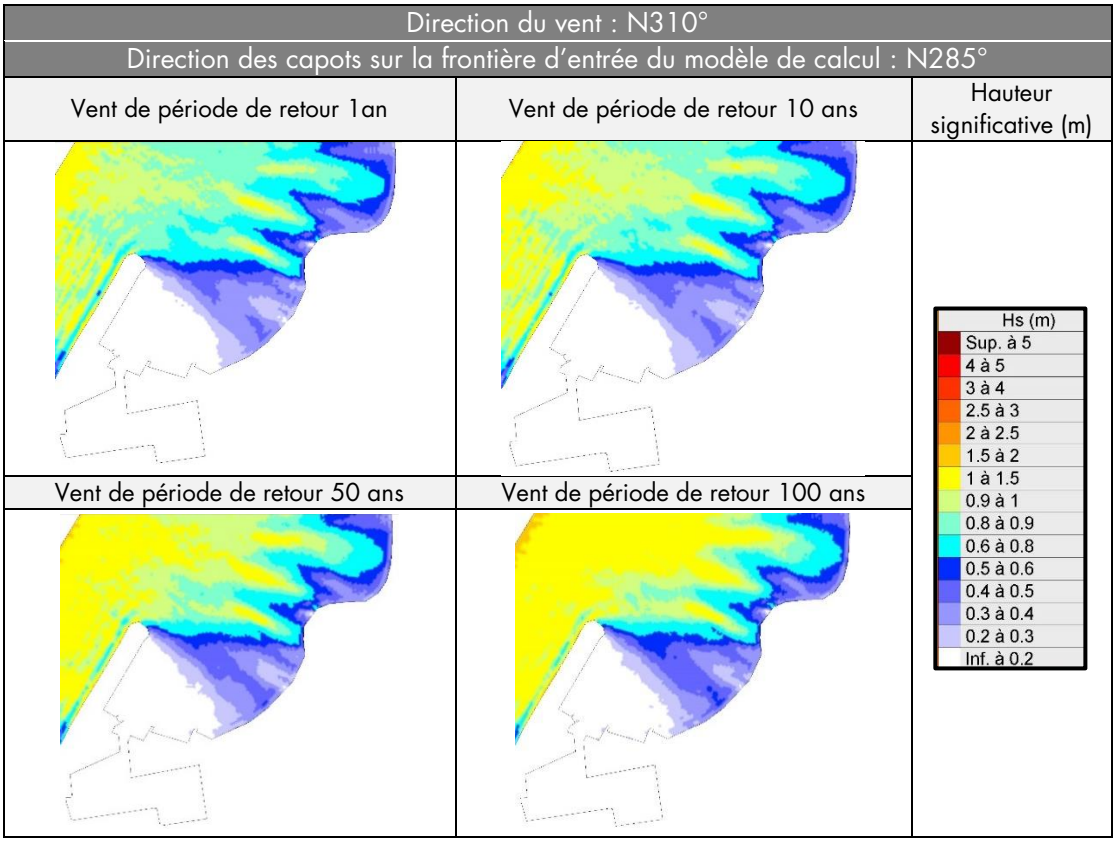


Figure 21 : Agitation générée par les clapots de N285° (vent N310°)

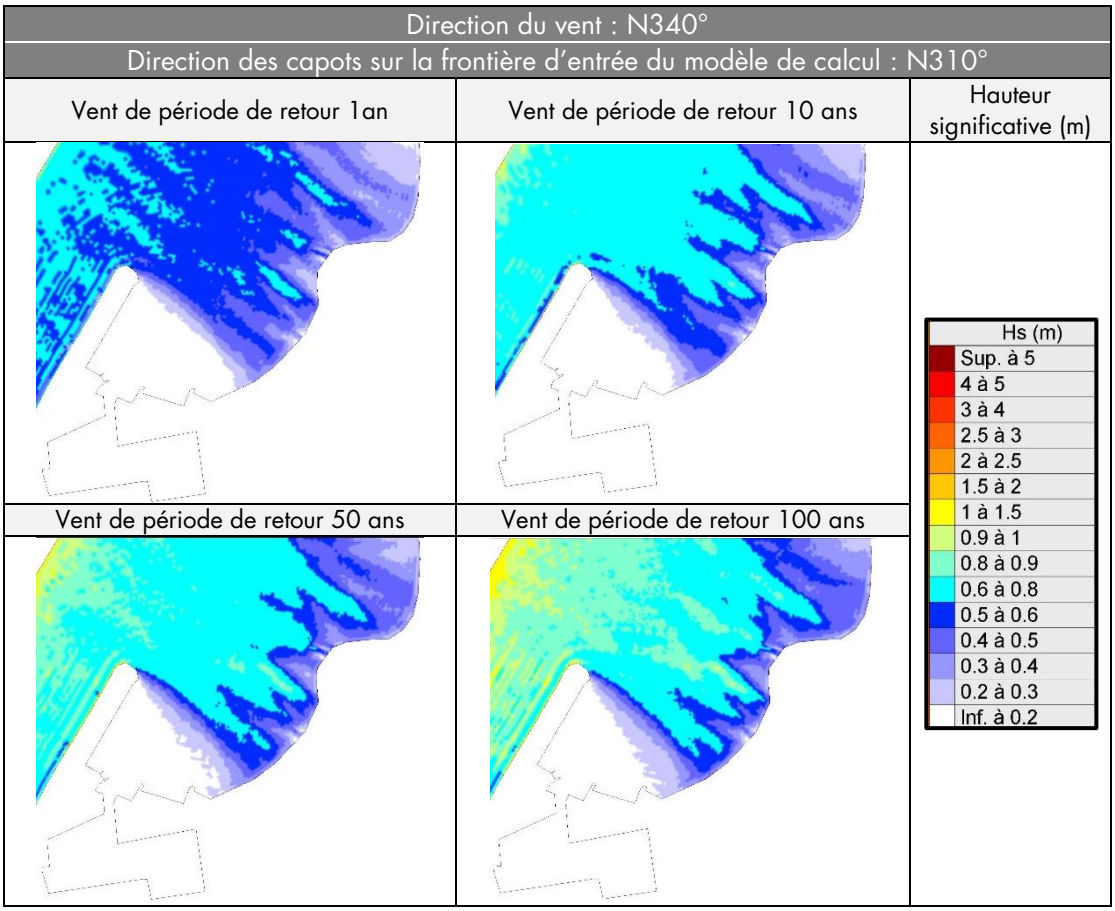


Figure 22 : Agitation générée par les clapots de N310° (vent N340°)

Les clapots soulevés par les vents de Nord-Ouest pénètrent dans la petite anse mais ne génère pas d'agitation significative au niveau de l'avant-port et du port des Oursinières.

8.2.2.2 Agitation générée par la houle de secteur Sud-Ouest N240°

Les planches ci-dessous présentent les résultats de l'agitation dans l'avant-port et le port des Oursinières pour une houle de secteur de provenance au large N240°.

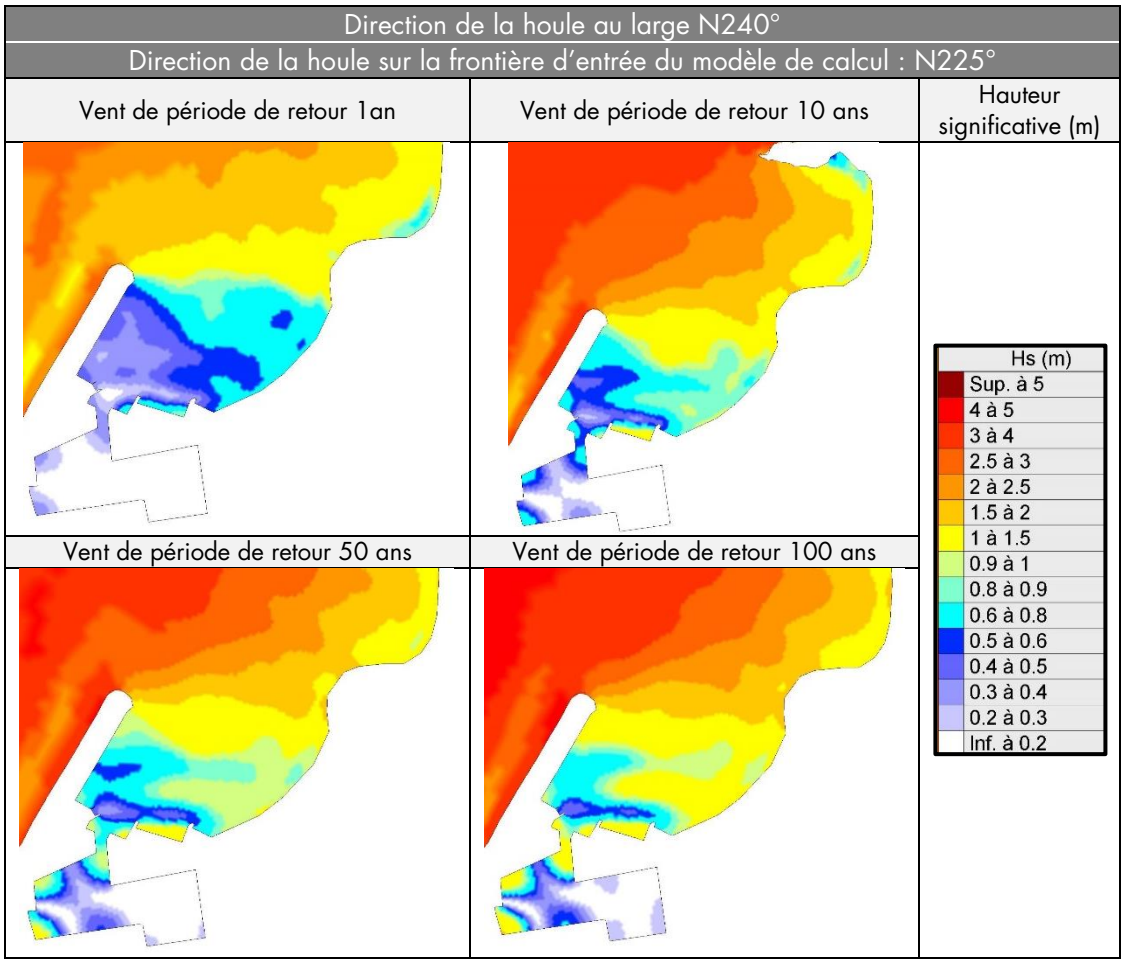


Figure 23 : Agitation générée par la houle provenant de N240° au large

L'agitation résiduelle générée par la houle provenant du secteur Sud-Ouest au large (N240° simulée dans l'étude) dépasse les critères d'agitation retenus sur une très grande surface du plan d'eau dans l'avant-port et sur la zone Ouest du plan d'eau du port pour chaque période de retour simulée.

Etant donné, l'agitation générée par la houle de Sud-Ouest et sa longueur d'onde associée, la mise en place d'ouvrage de protection léger de type brise-lames flottants ou sur pieux dont l'efficacité est avérée pour de petites longueur d'onde (type clapots) n'est pas envisageable.

Pour améliorer à la fois le confort et la sécurité des navires, des ouvrages de protection complémentaires contre la houle doivent être réalisés. Ces protections devront tenir compte de la présence des espèces protégées situées à proximité.

Une mission d'inspection faune et flore de la zone a été confiée à la société P2A Environnement ce qui permettra de bien définir l'implantation des espèces à enjeu et proposer des aménagements envisageables pour améliorer l'agitation sur le plan d'eau.

8.3 LE RISQUE DE SUBMERSION MARINE (POSTE COURANTOLOGIE)

8.3.1 Les phénomènes physiques en présence

Les processus physiques mis en jeu lors des phénomènes de tempêtes sont liés principalement à l'action de la pression atmosphérique et du vent sur le plan d'eau (voir Figure 24) :

- ✓ La chute de la pression atmosphérique entraine une surélévation du niveau du plan d'eau. C'est le phénomène de baromètre inverse. Une diminution de 1 hPa équivaut approximativement à une élévation de 1 cm du plan d'eau.
- ✓ Le vent a un double effet sur le plan d'eau :
  - o il est à l'origine de l'agitation du plan d'eau et de la formation des vagues dont les caractéristiques, hauteur, période, secteur de provenance, sont directement liées à celles du vent et au *fetch* du bassin maritime (distance sur laquelle souffle le vent à la surface du plan d'eau) ;
  - o il exerce une contrainte à la surface de l'eau en générant une modification du niveau du plan d'eau statique (surcote ou décote) et des courants.

Les vagues, générées au large par le vent, se propagent vers la côte. Lorsqu'elles déferlent au niveau du littoral, elles transfèrent leur énergie sur la colonne d'eau, ce qui provoque une surélévation moyenne du niveau de la mer (le *wave set-up*, ou *set-up*, ou surcote liée aux vagues) pouvant s'élever à plusieurs dizaines de centimètres.

Ainsi, dans ces conditions de tempête, le niveau d'eau à la côte est alors déterminé par :

- ✓ le niveau de la marée : il reste faible dans le contexte méditerranéen mais avec un marnage pouvant atteindre environ 0.5 m au maximum, il peut se cumuler à la surcote et ainsi favoriser la pénétration des eaux marines sur les terres émergées ;
- ✓ l'importance de la « surcote atmosphérique » ou « surcote de tempête » qui résulte de l'effet baromètre inverse et de l'élévation du niveau du plan d'eau sous l'effet du vent ;
- ✓ le niveau de surcote liée au déferlement des vagues (wave set-up) ;
- ✓ le niveau maximal atteint par la mer, qui est défini comme la limite du « jet-de-rive » (swash). On appelle run-up, le niveau maximal atteint par le jet-de-rive par rapport au niveau marin au repos.

C'est la détermination de l'ensemble de ces composantes (marée, surcote, *wave set-up*, *run-up*), et leur addition qui permet de calculer les niveaux de référence du niveau marin pour la caractérisation d'un aléa « submersion marine » pour une période de retour et une échéance donnée.

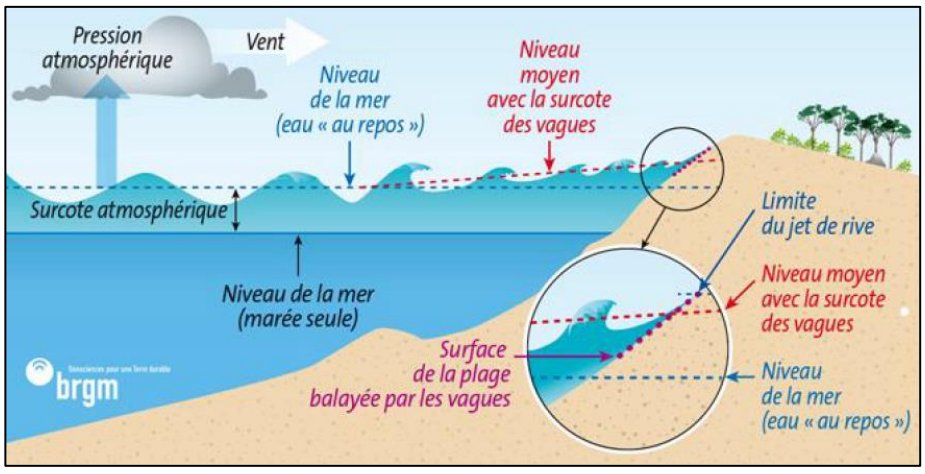
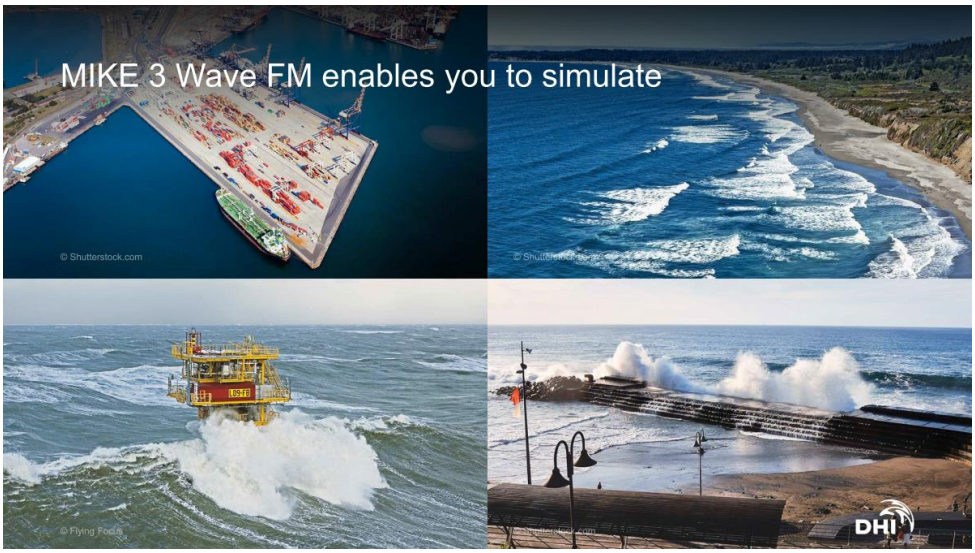
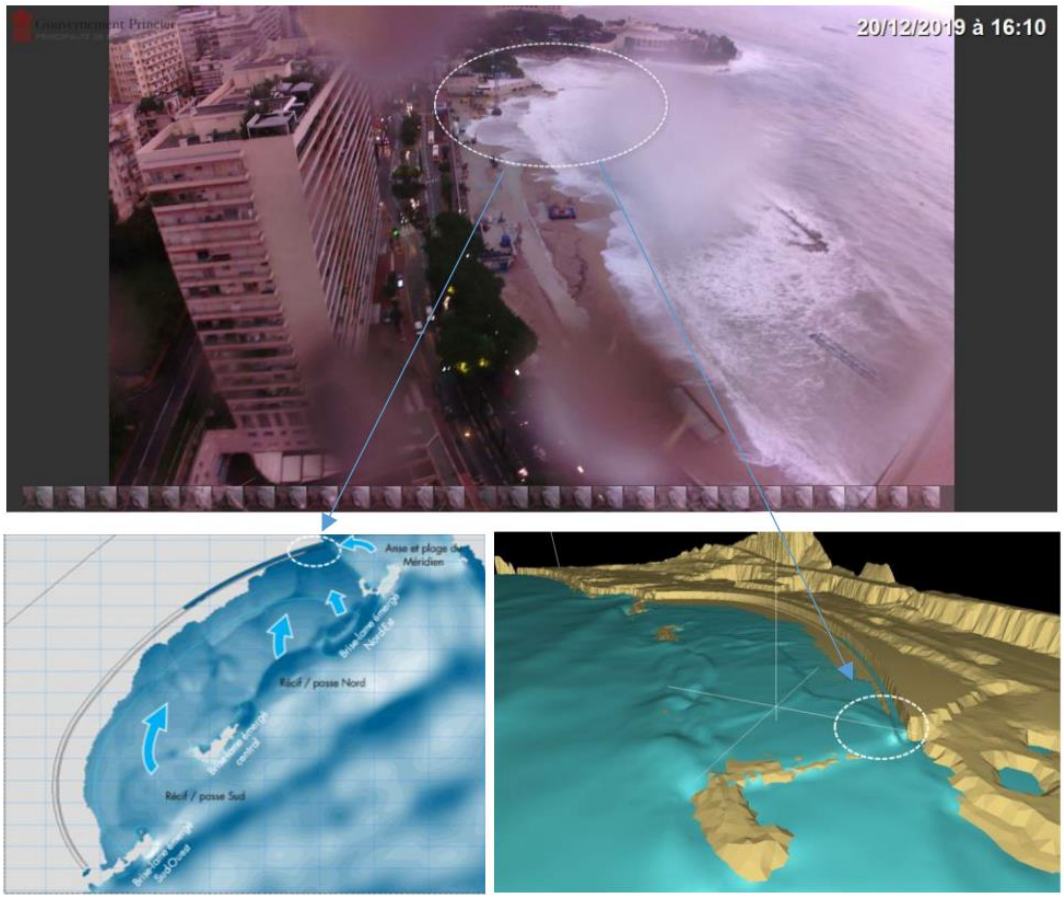


Figure 24 : Processus physiques en action lors d'une tempête ; agitation et surélévation du plan d'eau (source BRGM)

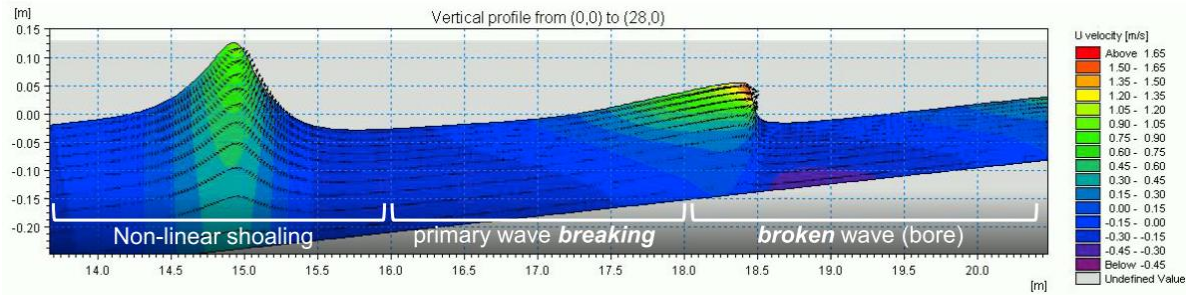
8.3.2 Le modèle numérique 3D vague-vague : MIKE 3 WAVE

MIKE 3 WAVE FM (M3WFM) est un modèle 3D vague à vague, à résolution de phase. Ce modèle avancé de dernière génération, développé par DHI Group et commercialisé depuis 2018, peut être mis en application pour des études aux thématiques aussi diverses que l'industrie offshore et maritime, les ports et terminaux de commerce, les zones côtières et les submersions marines.





Source CORINTHE Ing.



Source DHI

Le calcul précis des phénomènes de transformation des vagues depuis les eaux profondes jusqu'à atteindre les structures marines côtières, le littoral et au-delà – franchissements par paquets de mer et jets de rive - est un élément important pour les concepteurs, constructeurs, autorités… Ces calculs sont à la base du design et de la conception des infrastructures maritimes exposées aux sollicitations et aux impacts des vagues.

M3WFM aide à calculer rapidement et précisément ces processus de transformation des vagues. Les caractéristiques principales de ce modèle sont les suivantes :

- ✓ Capable de modéliser les ondes de gravité de manière non-linéaire et dispersive, un avantage clé comparé aux applications de modélisation de vagues traditionnelles.
- ✓ Utilisation d'un maillage flexible et non-structuré (à la base des modèles multidisciplinaires de qualité).
- ✓ Pas de limitation de hauteur ou de période de vague : M3WFM permet de résoudre simplement et de manière fiable l'ensemble des phénomènes physiques dans l'espace et dans le temps.
- ✓ Permet un rendu réaliste et quantitatif des phénomènes de submersion côtière et de franchissement d'ouvrage.
- ✓ Calcule les vitesses d'écoulement instantanées et moyennes induites par la houle (3D et 2D moyennées sur la verticale).
- ✓ Calcule la pression hydrodynamique sur l'ensemble du maillage 3D (estimation possible des pressions induites sur les ouvrages modélisés).

8.3.3 Construction du modèle

Le modèle a été construit à partir de données topographiques et bathymétriques suivantes :

- ✓ Litto3D 5.0 x 5.0 m sur la grille globale du modèle pour la bathymétrie,
- ✓ Litto3D 1.0 x 1.0 m localement sur les ouvrages (quais, digues, épis, etc.) et terrains littoraux.

La cohérence de la topographie a été vérifiée avec le plan topographique du port.

Le maillage du modèle comporte 72 000 éléments 2D sur 10 couches, soit un total de 720 000 d'éléments 3D.

Les éléments 2D ont une surface de l'ordre de 40 m² au large à environ 5 m² sur le littoral. Le maillage s'affine jusqu'à environ 2 m² au niveau du port.

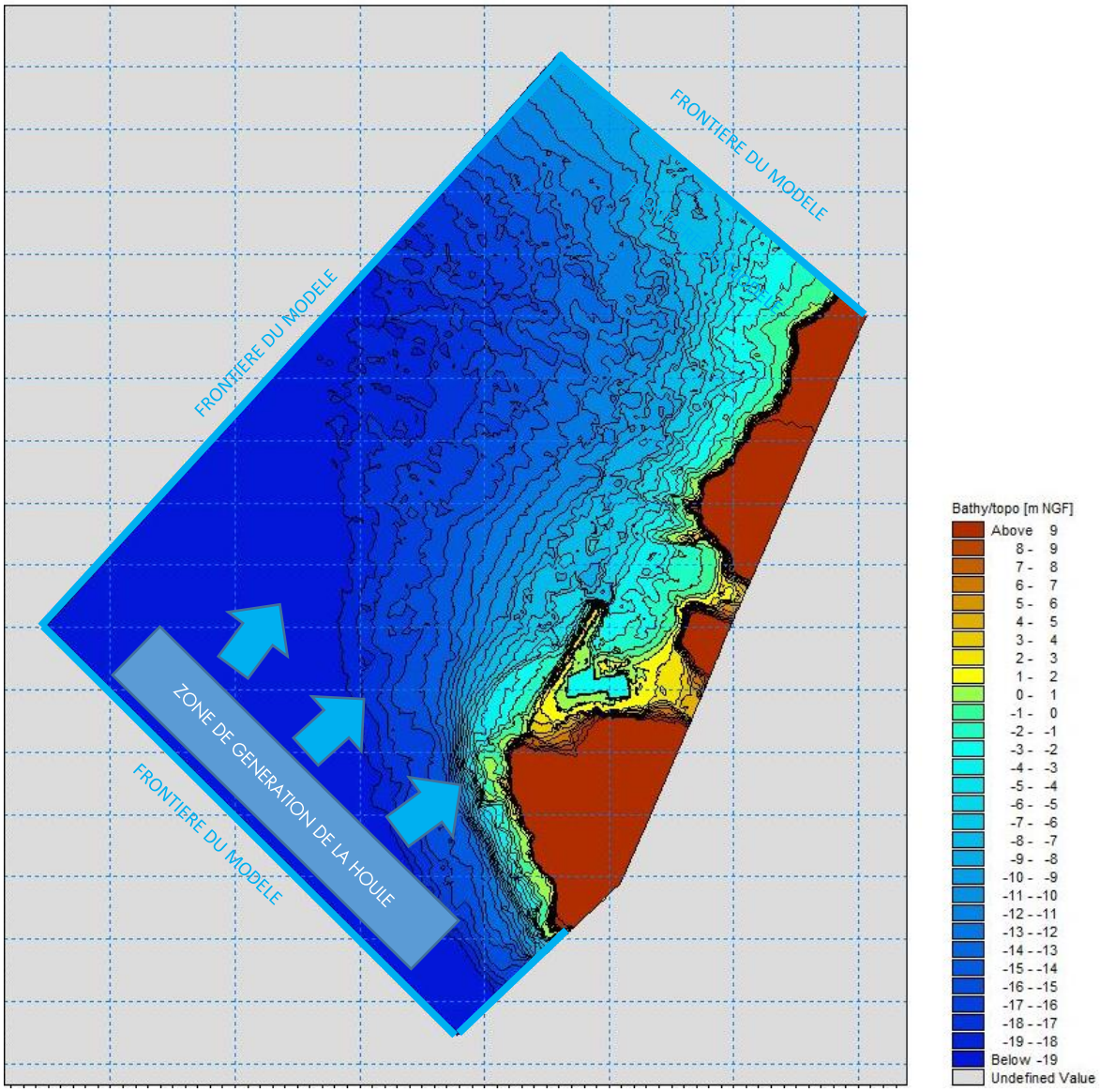


Figure 25 : Bathymétrie/topographie interpollées sur l'emprise du modèle

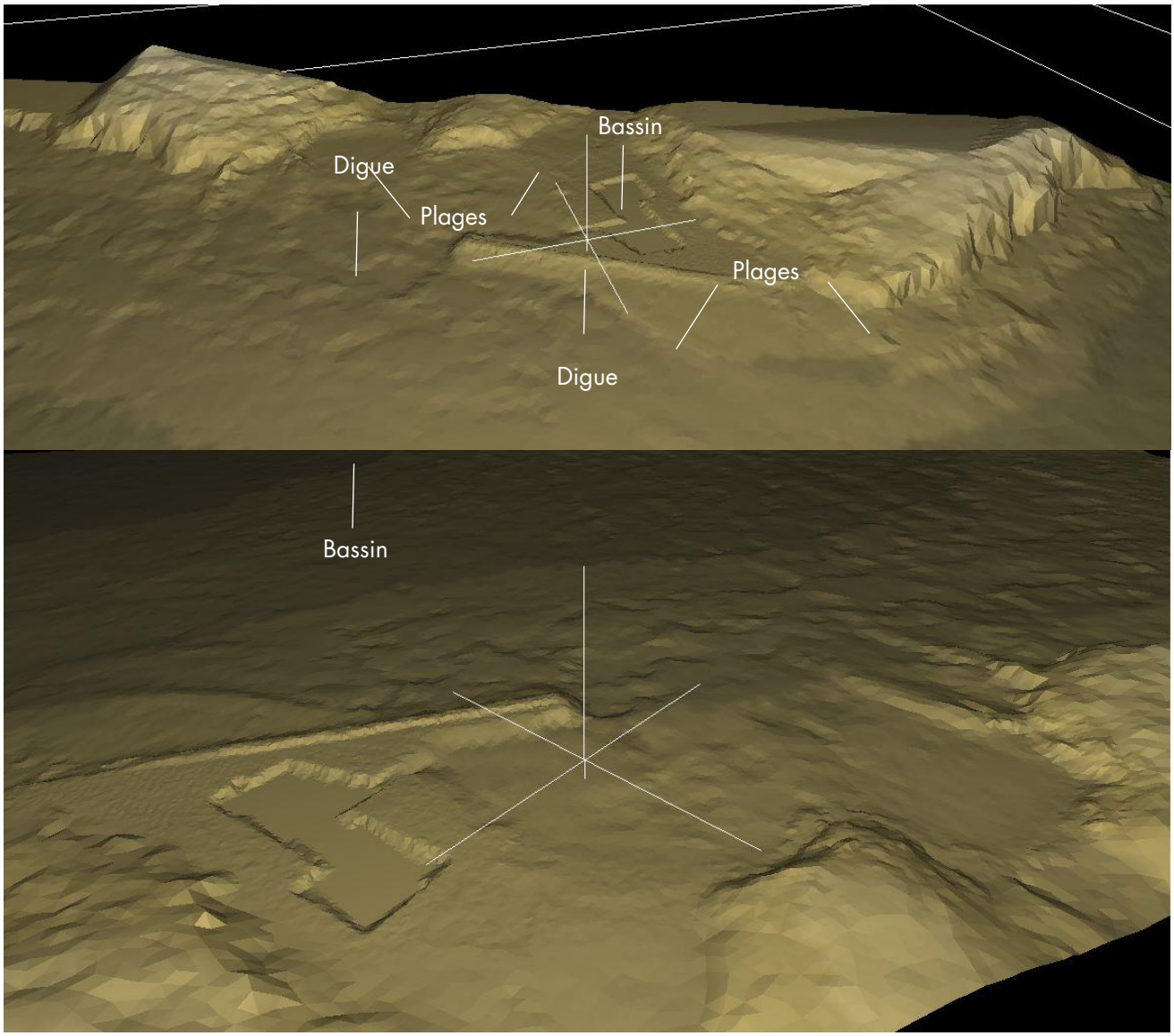


Figure 26 : Vue 3D de la topo/bathy du modèle sans la surface de la mer

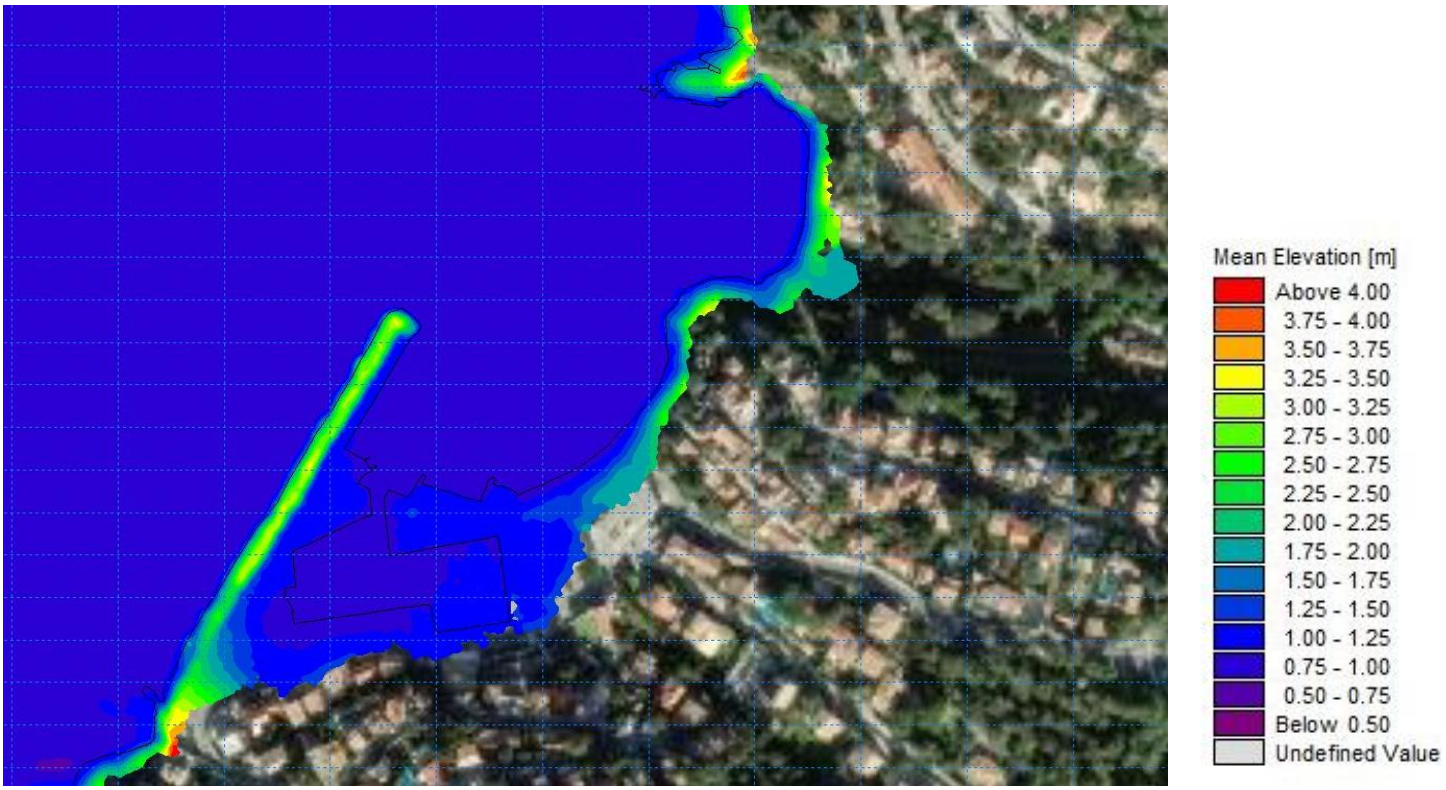
8.3.4 Conditions de simulation

Les conditions de houle les plus pénalisantes devant la zone d'étude issues des simulations de propagation ont été retenues : il s'agit des résultats obtenus pour une houle de direction de provenance N240°, associée à un vent de direction de provenance N270°.

La période de retour étudiée pour estimer les franchissements au-dessus de la digue ainsi que la submersion des quais dans le port et ses environnants, est la période de retour 10 ans.

Les caractéristiques de houle ont été extraites du modèle de propagation SWAN sur la frontière d'entrée du modèle de submersion (devant la zone de génération de la houle). Une hauteur significative de houle de 3.6 m pour une période pic de 10 s a donc été simulée pour le modèle de submersion. Le niveau d'eau associé retenu à horizon 2050 est de +0.9 m NGF.

8.3.5 Zones submergées



Pour l'évènement de houle simulé (Houle PR 10 ans direction provenance N240° avec un vent de N270°), la simulation met en évidence une submersion de l'ensemble des quais du port.

Dans le port l'altitude des quais est d'environ +0.8 à +0.9 m NGF ce qui correspond à peu près au niveau d'eau de PR 10 ans à horizon 2050 simulée dans l'étude. Ce qui signifie que la plus petite agitation implique une submersion des quais.

Pour les conditions de houle simulées, l'altitude atteinte par l'eau (vague +niveau eau) est comprise entre +1.0 et +1.2m NGF. L'altitude la plus basse des quais étant à +0.8 m NGF, la hauteur d'eau maximale atteinte au-dessus des quais est donc d'environ 0.4 m.

La digue dont l'arase est à environ +2.5/+3.0 m NGF est elle aussi submergée par le passage des plus grosses vagues.

8.3.6 Franchissements

La simulation dynamique a permis d'estimer les débits moyens induits par les vagues franchissant la digue de protection du port. Les valeurs des franchissements ont été extraites du modèle au niveau de 21 segments de 10 ml chacun (sauf le premier ne faisant que 4 m), répartis uniformément le long de la digue.



Figure 27 : Répartition des segments au niveau desquels sont estimés les débits moyens de franchissement

L'histogramme suivant présente le débit moyen de franchissement (en l/s/m) au niveau de chaque segment.

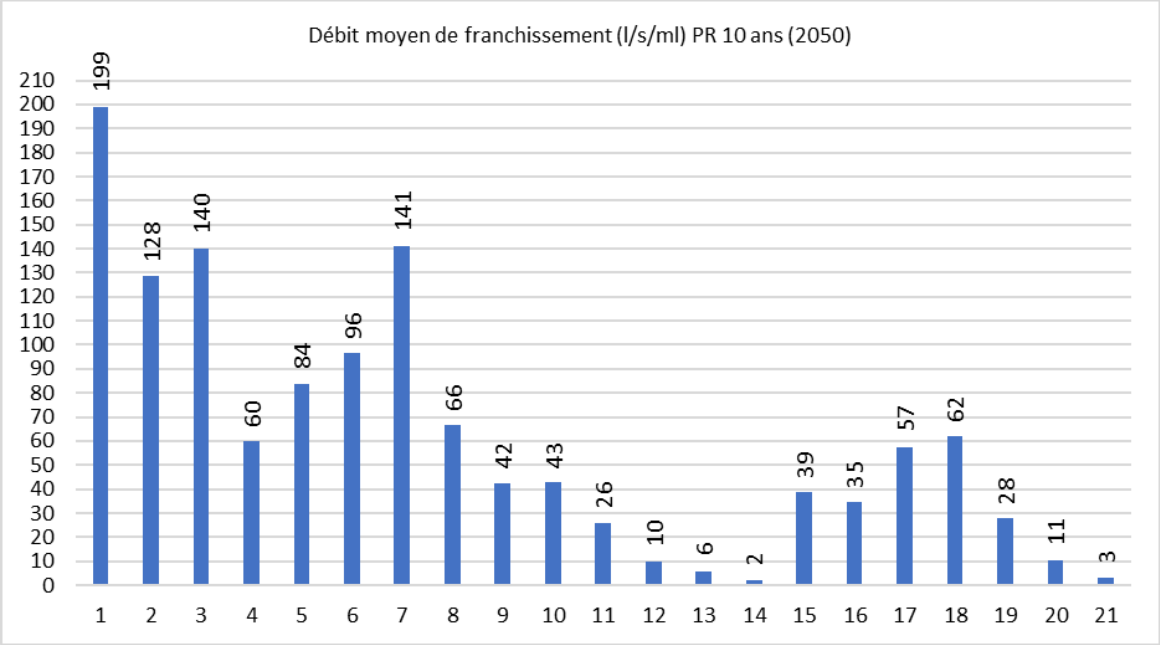


Figure 28 : Débits moyens des franchissements au dessus de la digue de protection du port pour une houle de PR 10 ans de direction de provenance N240° associée à un vent de direction de provenance N270°

En termes de niveau de risque, le Guide Enrochement présente les seuils de référence suivants concernant l'exposition aux franchissements des piétons :

	q **Débit franchissant moyen** **(l/s par m)**
Piétons	
Dangereux pour des piétons ignorant les risques, plutôt facilement contrariés ou effrayés ; pas de visibilité claire sur la mer, passages étroits ou bord très proche	$q > 3.10^{-2}$
Dangereux pour des piétons conscients des risques, pas facilement contrariés ou effrayés, capables de tolérer d'être mouillés ; bonne visibilité sur la mer, passage plus large	$q > 0.1$
Dangereux pour le personnel formé, bien chaussé et protégé, qui s'attend à être mouillé ; franchissement à des niveaux bas seulement, pas de retombées, faible risque de chute depuis le passage	$q > 1 - 10$

Tableau 16 : Niveaux de risque pour les piétons vis-à-vis des débits de franchissements moyens donnés par le manuel de référence : Le Guide des Enrochements

On considère sur cette base que :

- ✓ Le risque est nul ou acceptable pour la circulation des piétons lorsque le débit moyen q < 0.03 l/s/m ;
- ✓ Pour un débit de franchissement compris entre 0.03 et 0.1 l/s/m, le risque devient préoccupant pour des personnes lambda à qui la circulation sur zone est déconseillée ; ce niveau de risque reste acceptable pour des professionnels conscients du danger (services de secours, etc.) ;
- ✓ Pour un débit compris entre 0.1 et 1.0 l /s/m, le risque doit conduire à interdire formellement l'accès aux personnes lambda ; les professionnels conscients du risque peuvent encore circuler si nécessaire ;
- ✓ Le risque devient maximal lorsque le débit moyen q > 1.0 l/s/m, alors tout accès aux zones concernées par de tels franchissements doit être formellement interdit.

La digue est fortement franchie au cours de la tempête de PR 10 ans. Sur tout le linéaire, les franchissements sont supérieurs à 1.0 l/s/ml. Les débits maximaux sont compris entre 100 et 200 l/s/ml. **Cependant, la modélisation ne prend pas en compte la porosité de la digue. Ces débits sont donc conservatifs.**

9 DIAGNOSTICS TECHNIQUES DES OUVRAGES EXISTANTS

9.1 CONTEXTE

9.1.1 Localité

Les Oursinières est un hameau appartenant à la commune du Pradet, ville située dans le département du Var et la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Le site des Oursinières est surtout connu pour son port typiquement méditerranéen, qui accueille notamment pendant la période estivale de nombreux plaisanciers.

Le port des Oursinières se situe au Sud de la commune du Pradet, vers le cap de Carqueiranne, à l'Est de la Grande Rade Toulonnaise.

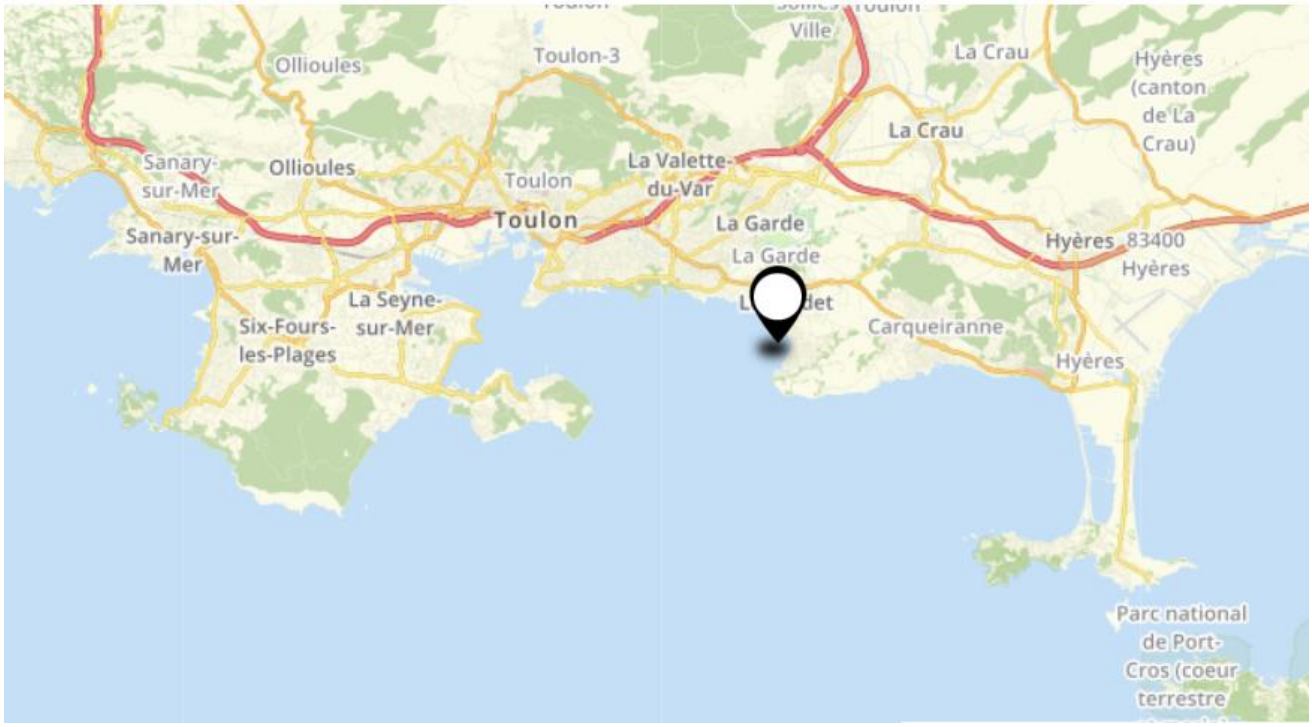
Ce port de plaisance est protégé par une jetée de 220 mètres de long constituée d'enrochements et d'un mur d'abri maçonné à son extrémité.

Les 238 places du port sont réparties entre deux bassins, une partie intérieure au Sud et la deuxième au Nord.

La partie Nord du port qui s'étend sur 5 600 m² est ouverte sur la baie de la Garonne, il constitue l'avant-port. Cette première partie est constituée de deux appontements fixes de 70 et 50 mètres parallèles à la digue et de deux quais en béton, l'un à l'Ouest adossé à la digue et protégé par un mur en pierre maçonné et l'autre à l'Est entre les deux appontements.

L'accès au bassin Sud, bassin d'origine du port, s'effectue par un passage étroit situé entre la cale de mise à l'eau vers l'aire de carénage et la capitainerie sur le terre-plein Ouest. Le bassin Sud, de 4 000 m², permet l'amarrage des bateaux directement sur les quais en béton et de part et d'autre de deux appontements flottants de 30 et 40 mètres de long.

La capitainerie Pierre Ségony (établissement portuaire) se caractérise par son plan longitudinal terminé sur une façade arrondie. Le port est situé dans une zone résidentielle qui s'est développée à flanc de colline.



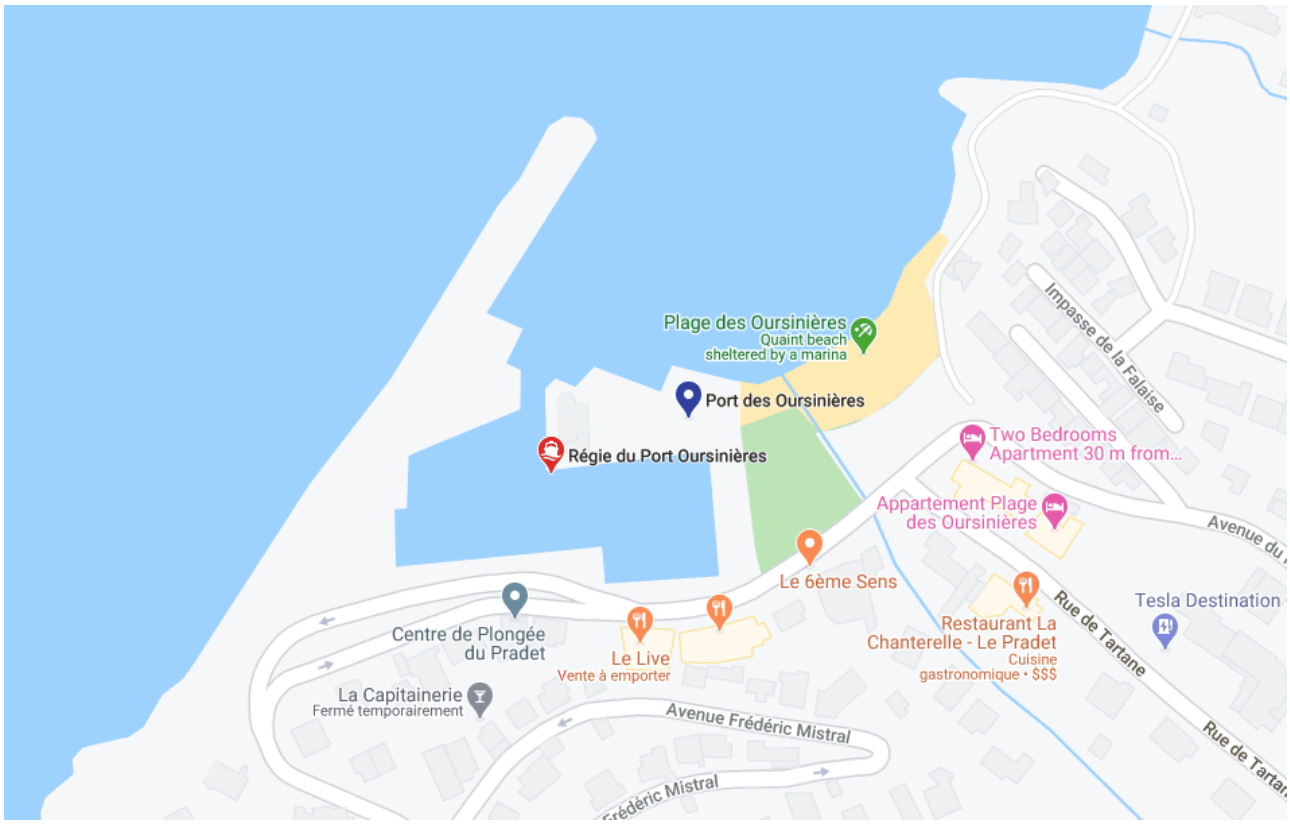


Figure 29 : Situation géographqiue du port des Oursinières

9.1.2 Culture

Une stèle, placée aux Oursinières le 11 avril 2011, honore la mémoire du capitaine de frégate Philippe Tailliez, pionnier avec Jacques-Yves Cousteau et Frédéric Dumas de la plongée sous-marine en scaphandre autonome.







9.1.3 Une peu d'histoire

En 1887, le port des Oursinières était un port abri marécageux protégé par une digue constituée d'amas rocheux autour duquel étaient installés des cabanons de pêcheurs.

En 1892, ce monticule est aménagé en jetée avec estacade, complété d'un mur de protection en pierre.

En 1940, une centaine de militaires de la Marine, du corps d'artillerie les Bigors, approfondissent le petit port existant et aménagent des quais. Ce premier bassin correspond à la partie intérieure du port actuel.

En 1950, le port est protégé par un remblai en enrochement, il est alors constitué d'un bassin de 2000 m² séparé par des petits môles intérieurs au bassin. L'entrée du port s'effectue déjà par un passage étroit entre les terre-pleins.

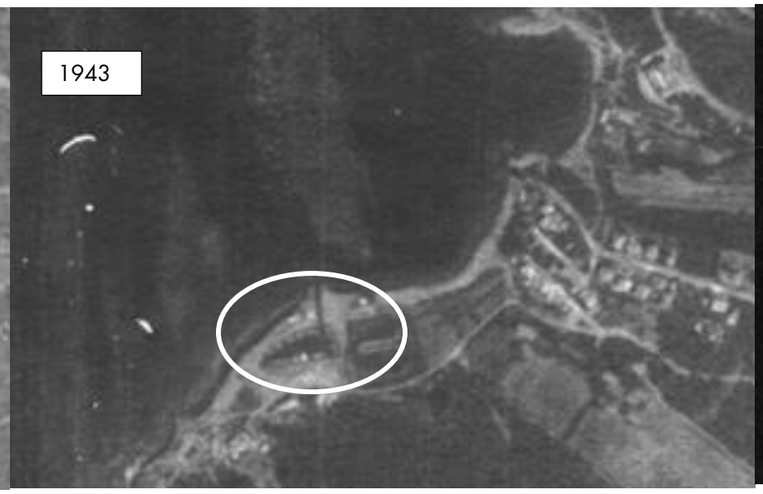
Dans les années 1960, la jetée est prolongée de près de 80 m, elle est réalisée en enrochements dont le côté intérieur est aménagé en un large quai pouvant accueillir des bateaux.

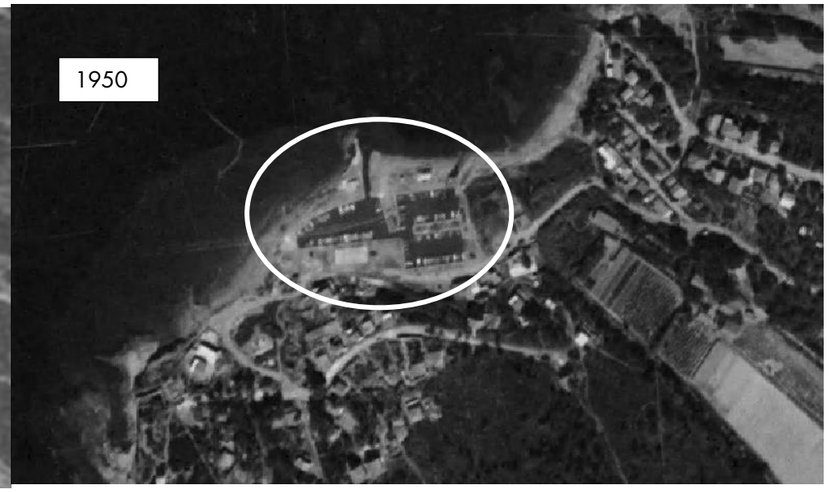
En 1975, les môles situés dans le bassin sont détruits au profit de deux appontements flottants. A l'extérieur deux appontements fixes sont construits.

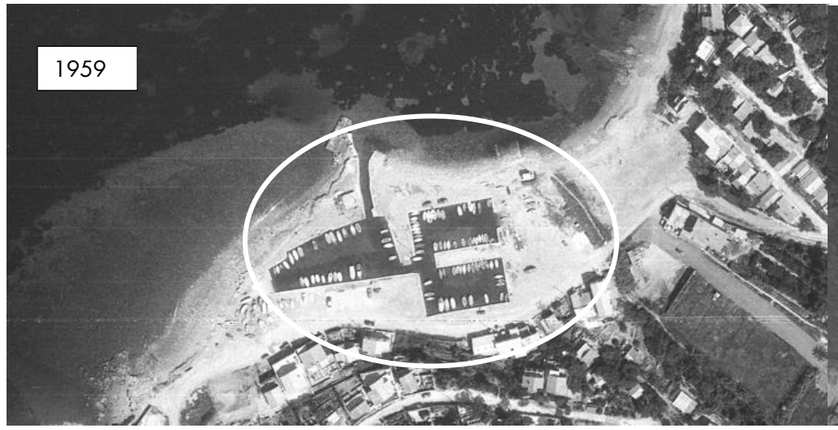
Au début des années 1980, le port continue son réaménagement avec l'agrandissement du bassin intérieur de 1000 m², et construit en 1988 la capitainerie.

En 1994, la digue principale est renforcée par la réalisation d'un mur de soutènement.


1931


1943

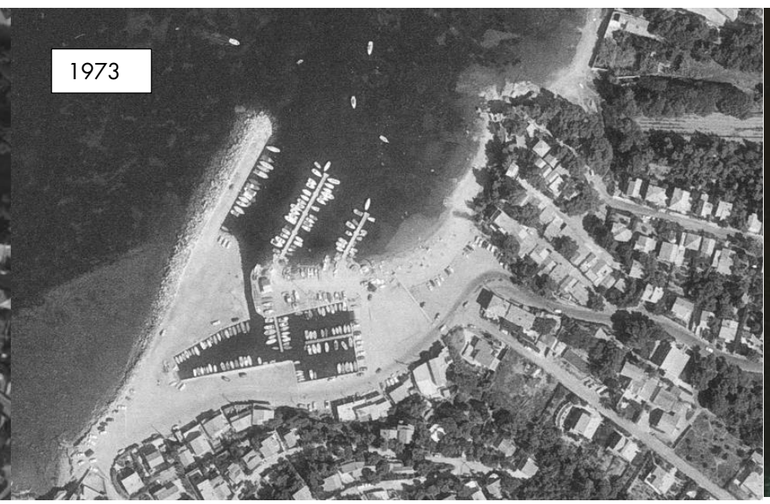

1950


1959


1964


1966


1969

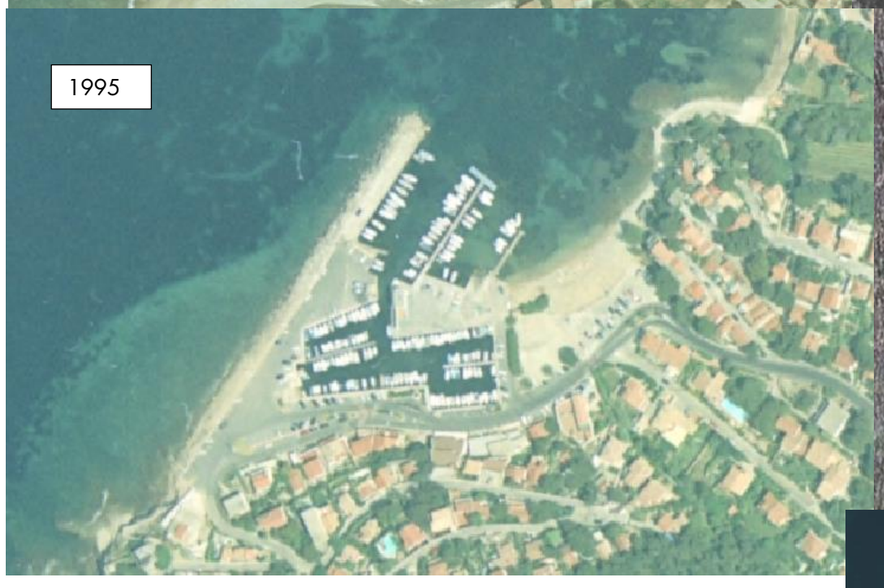

1973


1983


1989


1991


1993


1995


2002


2006


2011

9.2 SYNTHESE DU PORT ACTUEL

Le port présente la particularité de communier avec les habitations, les commerces et la voie de dessertes routières.

Il accueille différentes surfaces aux utilités différentes :

- ✓ Terreplein et voies de circulation,
- ✓ Plan d'eau,
- ✓ Plage,
- ✓ Terrain de boule.

Tableau 17 : Synthèse surfacique du périmetre portuaire

Synthese Port des Oursinères		
Surfaces	**Unité**	**Port actuel**
Surface emmergée	m²	**11 144**
Surface terre plein	m²	**8 308**
Surface chantier et/ou aire de carenage	m²	*240*
Surface Digue	m²	**1 598**
Surface plage	m²	**326**
Surface Terrain de boule	m²	**912**
Surface totale	**m²**	**40 056**
Ouvrages		
Lineaire de quai	ml	**495**
Lineaire de quai verticaux	ml	*474*
Lineaire de quai talus ammortisseur	ml	*22*
Lineaire de ponton	ml	**168**
Cale de mise a l'eau	Unité	**1**
Poste d'amarrage		
Nombre de poste	Unité	238
Largeur moyenne poste	ml	2,48
Longeur moyenne poste	ml	5,94
Surface "commercialisée"	m²	3 527
% plan d'eau/surface commercialisée	%	40,24%
Ratio en m² surface "commercialisée"/Nbre de navire	m²	14,82

9.3 PLAN D'EAU ET DE MOUILLAGE

9.3.1 Le plan de mouillage

Le port est de type petit port méditerranéen qui participe au développement de cette partie de la Commune. Il y abrite une flotte de petite plaisance n'excédant pas 10 mètres.

Le tableau ci-dessous présente une synthèse du plan de mouillage suivant deux zones dites, l'une protégée et l'autre non protégée.

Pour la synthèse des postes d'amarrage nous avons considéré 8 catégories de navires **sans toutefois tenir compte de la particularité des contrats dit « Permanents » qui ne prennent en compte que la surface réelle du navire suivant son acte de francisation…**

Tableau 18 : DIAG Synthèse mouillage existant

Commune du Pradet Port des Oursinières Port Existant - Postes d'amarrage					
Categorie	**Largeur**	**Long mini**	**Surface**	**Nombre**	**Surface totale**
Port zone protégée					
A	1,2	3	3,60		-
B	2	5	10,00	52	520,00
C	2,5	5,5	13,75	47	646,25
D	2,5	6	15,00	57	855,00
E	3	7	21,00	10	210,00
F	3	8	24,00	8	192,00
G	3	9	27,00	5	135,00
H	4	10	40,00	2	80,00
Designation	**Largeur moyenne**	**Longueur moyenne**	**Surface moyenne**	**Nombre de poste**	**Surface des postes**
Sous totaux	**2,44**	**5,85**	**14,58**	**181**	**2 638**
Port zone non protégée					
A	1,2	3	3,60	1	3,60
B	2	5	10,00	12	120,00
C	2,5	5,5	13,75	12	165,00
D	2,5	6	15,00	15	225,00
E	3	7	21,00	12	252,00
F	3	8	24,00	4	96,00
G	3	9	27,00	1	27,00
H	4	10	40,00	0	-
Designation	**Largeur moyenne**	**Longueur moyenne**	**Surface moyenne**	**Nombre de poste**	**Surface des postes**
Sous totaux	**2,52**	**6,04**	**15,59**	**57**	**889**

Designation	**Largeur moyenne**	**Longueur moyenne**	**Surface moyenne**	**Nombre de poste**	**Surface des postes**
Total	**2,48**	**5,94**	**15,08**	**238**	**3 527**

En effet, suivant les observations transmises par l'autorité portuaire et les études d'agitation réalisées dans le cadre la mission, une seule partie du plan d'eau est pacifiée.

Ce qui impose que les postes des pannes extérieures (avant-port) ne sont que partiellement utilisés en saison hivernale du fait des risques sécuritaires pour les navires.

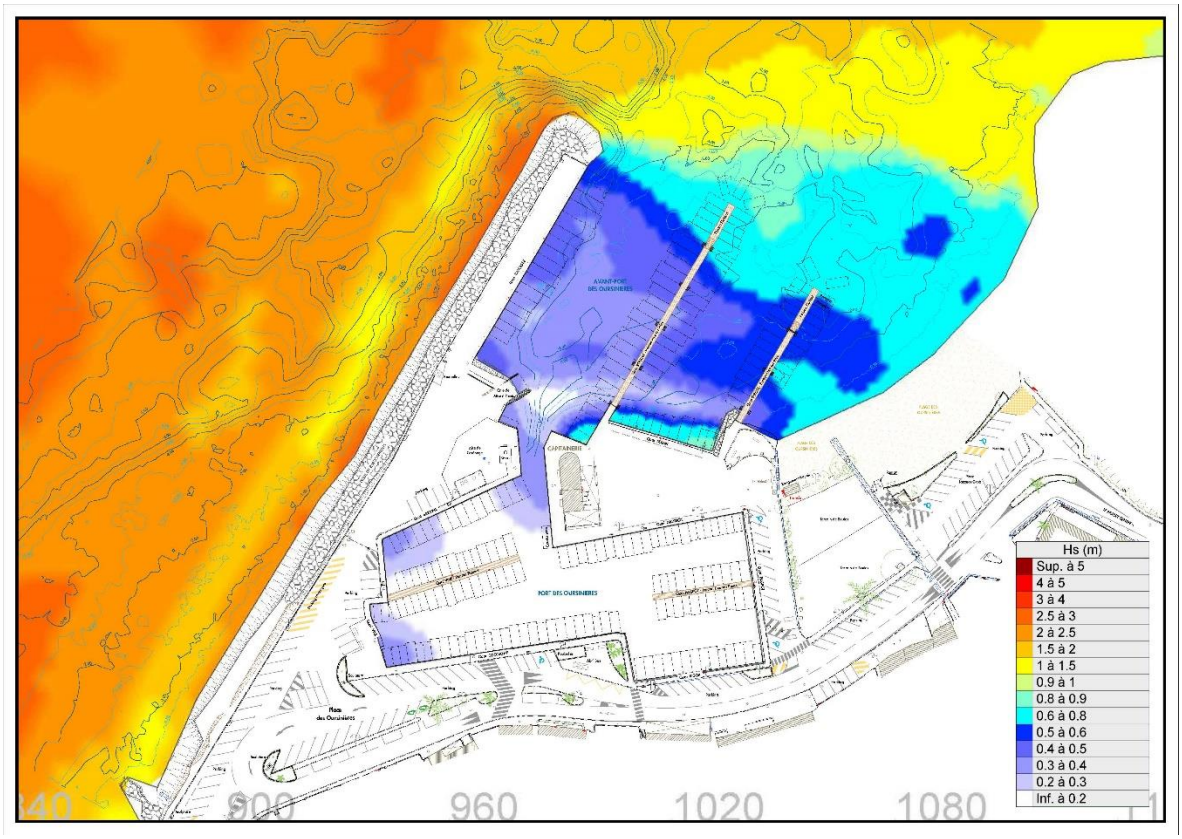


Figure 30 : Agitation houle annuelle N240° & Vent Dir N270°

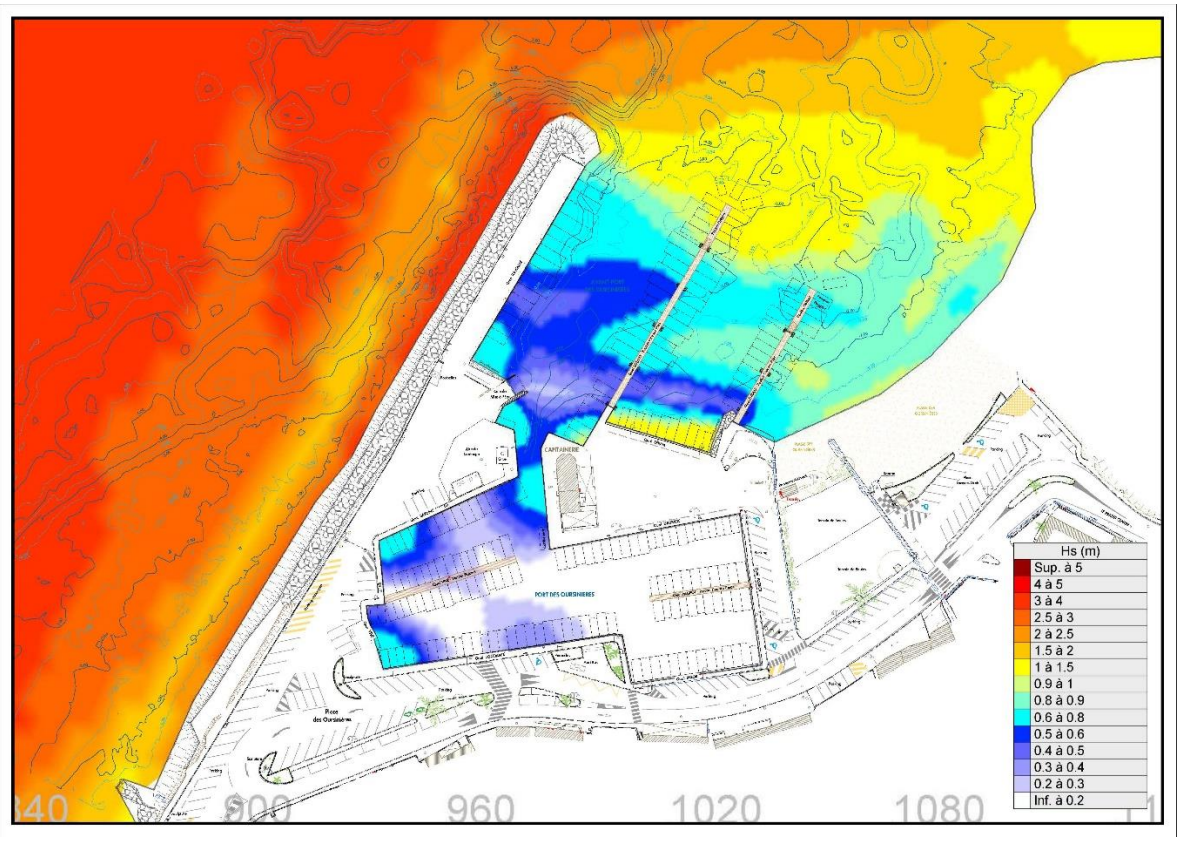


Figure 31 : Agitation houle decenale N240° & Vent Dir N270°

9.3.2 Les contrats

Suivant l'autorité portuaire, les pratiques de contrats sont les suivantes :

- ✓ Contrat de location annuel dit « Permanents »,
- ✓ Contrat de location annuel « nouveaux contrats »,
- ✓ Contrat de courte durée (Passage et hivernage).

Les contrats, dits « Permanent » sont de contrats « très ancien » ; Ils sont au nombre de 42 unités et voient leurs tarifs augmentés chaque années de 15 à 20 % avec l'objectif de retrouver le niveau des tarifs des dits « Contrats nouveaux ».

Tableau 19 : Synthèses contrats dits permanents

Commune du Pradet
Port des Oursinières
Postes d'amarrage dit Permanents et tarifs

Catégorie	Largeur	Long mini	Surface	Nombre	Tarifs TTC/m²	Total	Catégorie suivant synthèse	
??	2,00	4,50	9,00	1	82,60	743,40 €		
ULTRA 450	1,90	4,50	8,55	1	82,60	706,23 €		
MONELLA	1,95	5,00	9,75	1	93,15	908,23 €	B	10,00
??	1,80	5,25	9,45	1	89,27	843,57 €		
ULTRA 470	2,00	4,70	9,40	1	82,60	776,44 €		
ESTEOU 530	2,11	5,30	11,18	1	96,73	1 081,75 €		
CAPESTAN	2,36	5,52	13,03	1	82,67	1 076,95 €		
LEADER 545 M	2,35	5,16	12,13	1	82,60	1 001,61 €		
CAP CAMARAT 535	2,17	5,34	11,59	1	82,60	957,15 €		
ULTRA 515	2,20	5,15	11,33	1	98,16	1 112,17 €		
VHB	2,03	5,18	10,52	1	88,59	931,57 €		
SIR 580 (CNM)	2,20	5,25	11,55	1	82,60	954,03 €		
FLYER SERIE 5	2,30	5,48	12,60	1	87,60	1 104,09 €		
SIR	2,20	5,85	12,87	1	98,87	1 272,45 €	C	13,75
INVADER V197	2,41	5,64	13,59	1	87,23	1 185,73 €		
??	2,10	5,09	10,69	1	91,10	973,77 €		
SIR 530	2,00	5,25	10,50	1	88,60	930,30 €		
CAP CAMARAT 5.5 CC-2	2,33	5,21	12,14	1	87,79	1 065,71 €		
??	2,21	5,20	11,49	1	82,34	946,24 €		
ARCOA 520	2,00	5,16	10,32	1	93,04	960,15 €		
OPEN 3000	2,45	5,60	13,72	1	82,60	1 133,27 €		
SIR 530	2,26	5,25	11,87	1	94,47	1 120,94 €		
POINTU	2,23	6,75	15,05	1	86,79	1 306,34 €		
CAPFERRAT LUXE	2,43	5,80	14,09	1	82,60	1 164,16 €		
pointue	2,30	6,20	14,26	1	82,60	1 177,88 €	D	15,00
CAP-CORSE	2,43	5,80	14,09	1	91,37	1 287,75 €		
RIO 600 CABIN	2,36	5,98	14,11	1	82,60	1 165,72 €		
CAP CAMARAT 635	2,48	6,05	15,00	1	86,90	1 303,83 €		
GLASTRON GX 235	2,52	6,98	17,59	1	82,60	1 452,86 €		
GUY GOUACH 660	2,45	6,54	16,02	1	98,77	1 582,67 €		
CAP CAMARAT 755 WA	2,59	7,50	19,43	1	86,36	1 677,51 €		
640 XGOM	2,41	6,42	15,47	1	86,67	1 341,00 €	E	21,00
MERRY FISHER	2,77	6,97	19,31	1	85,86	1 657,75 €		
OVERSEA 20	2,55	6,40	16,32	1	86,85	1 417,43 €		
SIRIUS	2,47	6,30	15,56	1	96,86	1 507,25 €		
CAP CAMARAT 625	2,42	6,25	15,13	1	86,77	1 312,33 €		
BSC 75 DIVING	3,19	7,48	23,86	1	82,60	1 970,94 €		
SEVENFIFTY	2,97	7,40	21,98	1	85,47	1 878,38 €	F	24,00
GIB SEA 74	2,95	7,30	21,54	1	85,53	1 841,79 €		
FIRST 29	3,02	8,75	26,43	1	98,14	2 593,37 €	G	27,00
VEDETTE DE PLONGÉE	3,45	10,00	34,50	1	84,60	2 918,82 €	H	40,00
SUN ODYSSEY 31	3,19	9,15	29,19	1	84,76	2 473,97 €		
			Surface total	**292,31**				

Désignation	Largeur moyenne	Longueur moyenne	Surface moyenne	Nombre de poste
Sous totaux	**2,39**	**6,06**	**14,91**	**42**

Ils représentent donc :

- ✓ 42 postes d'amarrage soit 18 % de la flotte,
- ✓ 627 m² de surface commercialisée soit aussi 18 % de la surface totale commercialisable,
- ✓ Un tarif moyen annuel de 87,54 euros TTC/m² soit une différence de 59,46 euros TTC /m², ou une différence de recette de 37 233 euros TTC /an.

9.4 METHODE DIAGNOSTIC VSC DES OUVRAGES

9.4.1 Principe de la méthode

La méthode VSC (Visite Simplifiée Comparée), qui a été développée par les services techniques de l'Etat du CEREMA, permet de suivre l'évolution d'un ouvrage selon des critères mécaniques connus.

Les critères utilisés pour le présent diagnostic sont présentés dans la suite de ce document et le bilan de l'évaluation des deux digues s'appuie sur ces éléments.

9.4.2 Critères d'évaluation - Descriptif général

9.4.2.1 Indices stratégiques (IS)

L'attribution d'un indice stratégique peut être réalisée pour chaque ouvrage, en concertation avec le Maître d'Ouvrage, afin de prendre en considération leur ordre de priorité.

Les paramètres pouvant être pris en compte sont pour exemple :

- ✓ Enjeux sécuritaires,
- ✓ Impératifs liés à l'exploitation,
- ✓ Caractère esthétique, patrimonial,
- ✓ Préservation de l'environnement,
- ✓ Substituabilité de l'ouvrage,
- ✓ …

Ces paramètres peuvent être utilisés pour classer la valeur stratégique des différents ouvrages constituant un site portuaire :

IS	*Importance stratégique des ouvrages*
1	Très stratégique
2	Stratégique
3	Moyennement stratégique
4	Peu stratégique

9.4.2.2 Indices d'état (IE}

L'indice d'état est défini comme tel : IE = valeur minimum entre IEm et IEu, avec IEm l'indice d'état mécanique et IEu l'indice de l'état d'usage {cf. suite).

9.4.2.3 Indice d'état mécanique (IEm)

Il s'agit de la caractérisation de l'état physique de l'ouvrage en se basant sur les dégâts et les désordres constatés, et sur l'évaluation des risques de ruine potentiels.

Le tableau suivant présente la classification de l'indice d'état mécanique (IEm) :

Niveau des actions	*Indice d'état méca-nique après visite*	*Catégories d'actions*	
1	IEm = 1	➢ Actions immédiates de mise en sécurité ➢ Diagnostics et investigations complémentaires ➢ Travaux provisoires ➢ Haute surveillance ➢ Travaux de remplacement à l'identique ➢ Travaux de suppression de l'existant	Actions immédiates de mise en sécurité
2	IEm = 2	➢ Diagnostic et investigations complémentaires ➢ Etudes et recherche de dossiers ➢ Travaux provisoires ➢ Travaux de renforcement des structures et des fondations ➢ Surveillance renforcée ➢ Travaux de remplacement à l'identique ➢ Travaux de suppression de l'existant	Actions curatives
3	IEm = 3	➢ Diagnostic et investigations complémentaires ➢ Etudes et recherche de dossiers ➢ Travaux d'entretien spécialisé des structures et des fondations	Actions préventives d'entretien spécialisé
4	IEm = 4	➢ Travaux d'entretien courant ➢ Surveillance continue	Actions préventives d'entretien courant
	IEm = NE	➢ Diagnostic et investigations complémentaires ➢ Etudes et recherche de dossiers	Objet non-évalué

9.4.2.4 Indice d'état d'usage (IEu)

Cet indice permet de définir quel est le lien entre l'état de l'ouvrage et son utilisation (et/ou sa fréquentation).

Le tableau suivant présente la classification de l'indice de l'état d'usage (1 Eu) :

IEu=1	**Dégradation des éléments d'usage** **Problème de sécurité immédiate**
IEu=2	**Dégradation des éléments d'usage créant des difficultés d'exploitation**
IEu=3	**Dégradation des éléments d'usage créant des problèmes d'inconfort**
IEu=4	**Bon état des équipements ou des éléments d'usage**

9.4.2.5 Actions à mener

Afin de relier l'évaluation de l'état des ouvrages avec les actions à mener, deux tableaux sont proposés dans la méthode VSC :

Catégorie des actions envisageables et affiliation possible avec l'indice IE:

	IE=1	IE=2	IE=3	IE=4	IE=NE(*)
Actions immédiates de mise en sécurité	OUI				
Travaux provisoires	OUI	OUI			
Travaux de renforcement des superstructures et des équipements		OUI			
Travaux d'entretien courant		OUI	OUI	OUI	
Action de surveillance	OUI	OUI	OUI	OUI	
Travaux de remplacement à l'identique (structures, superstructures, équipements)		OUI			
Suppression de l'existant car inemployé ou dangereux	OUI	OUI			

Actions et temporalité selon l'évaluation de l'ouvrage :

	Évaluation de l'état	Actions		
	Usage	Niveau	Type	Temporalité
1	Dégradation des éléments d'usage - Problèmes de sécurité immédiate	Mise en sécurité immédiate		Immédiat (Quelques jours ou semaines)
2	Dégradation des éléments d'usage créant des difficultés d'exploitation	Renforcement / confortement	Curatif	Court terme (1 à 2 ans)
3	Dégradation des éléments d'usage créant des problèmes d'inconfort	Entretien spécialisé	Préventif	Moyen terme (3 à 4 ans)
4	Bon état des équipements ou des éléments d'usage	Entretien courant		Long terme (5-6 ans)

9.5 DIGUE

9.5.1 Introduction

On notera que les plans de construction ne sont pas disponibles et que nous n'avons pas d'information du MOA sur les travaux d'entretien qui ont pu être réalisées dans le passé.

La carapace est au fil du temps, suivant les tronçons considérés, devenue totalement obsolète sur l'enracinement, dégradée mais avec son profil d'origine sur sa partie centrale et relativement fragilisée sur la zone du musoir.

La blocométrie de la carapace est assez hétérogène (blocs de 200 kg à 4 tonnes) mais ne montre pas de tassements sur son linéaire.

A l'origine, il est probable que l'ouvrage ait été construit de la manière suivante :

- ✓ Réalisation du quai poids à l'avancement avec le noyau et la carapace immergée,
- ✓ Mise en place de la digue émergée avec réalisation du mur de contre rive.

Selon l'historique du port, la digue est donc un ouvrage ayant subi de multiples transformations. Il s'agissait initialement d'un quai + muret de faible hauteur, avec une simple protection en enrochements de taille limitée. Par la suite, la digue a été étendue pour faire ce qui est l'avant-port aujourd'hui.

Globalement donc, la digue présente des défauts avec notamment un talus en enrochements désorganisés :

- ✓ Peu ou pas de berme + forte pente ; Malgré un amas important d'enrochements en pied de digue ;
- ✓ Manque d'enrochements + blocs existants hétérogènes ;
- ✓ Carapace insuffisante, nombreux points en retrait du mur ;
- ✓ Avec une pente moyenne de l'ordre de 3/2 (estimatif d'après les profils), avec parfois des pentes raides de 1/1.

On considèrera, suivant le diagnostic visuel réalisé, 3 zones différentes de la digue :

- ✓ **La zone 1** : Dite « enracinement » construite sur un haut fond naturel,
- ✓ **La zone 2 :** Dite « protection centrale »,
- ✓ **La zone 3 :** Dite « Musoir ».



Figure 32 : DIAG repérage zones digue partie emmergée

Il convient de faire ressortir le désordre suivant :

- ✓ **La zone 1** n'a plus de protection, ou très peu, et est soumise au risque des effets de la houle (submersion) ;
- ✓ **La zone 2** présente un profil mais présente des manques d'enrochements et des blocs existants hétérogènes ;
- ✓ **La zone 3** présente une carapace avec des profils inexistants et une carapace insuffisante, présence de creux importants et de blocs instables, avec un risque supérieur de dégradation à court terme.

Il est rappelé que la **proximité de l'herbier** est une contrainte qui devra être prise en considération pour la réalisation des travaux.

9.5.2 Zone émergée

9.5.2.1 Zone 1 « Enracinement de la digue »

Confère les images historiques ci avant, cette partie de la digue a disparu sous les effets des coups de mer et favorise le franchissement de la houle vers le port. Cette zone représente 79 mètres linéaires de la digue.

Cependant cette partie de la digue est implantée au droit d'un platier (haut fond) historique qui, par conséquent, génère le deferlement de houle avant l'ouvrage, ce qui a pour effet de diminuer les franchissements sur le terre plein du port (parking). **Néanmoins, la protection de type carapace est obsolète.**







Figure 33 : Zone 1 Enracinement de la digue : Etat de la digue, protection obsolète

9.5.2.2 Zone 2 « Centrale de la digue »

Cette zone reste la mieux conservée. On retrouve le profil d'origine avec un talus 3/2. Cette zone s'étend sur environ 74 mètres.



Figure 34 : Zone 2 Centrale de la digue : Abscence de mur de contre rive

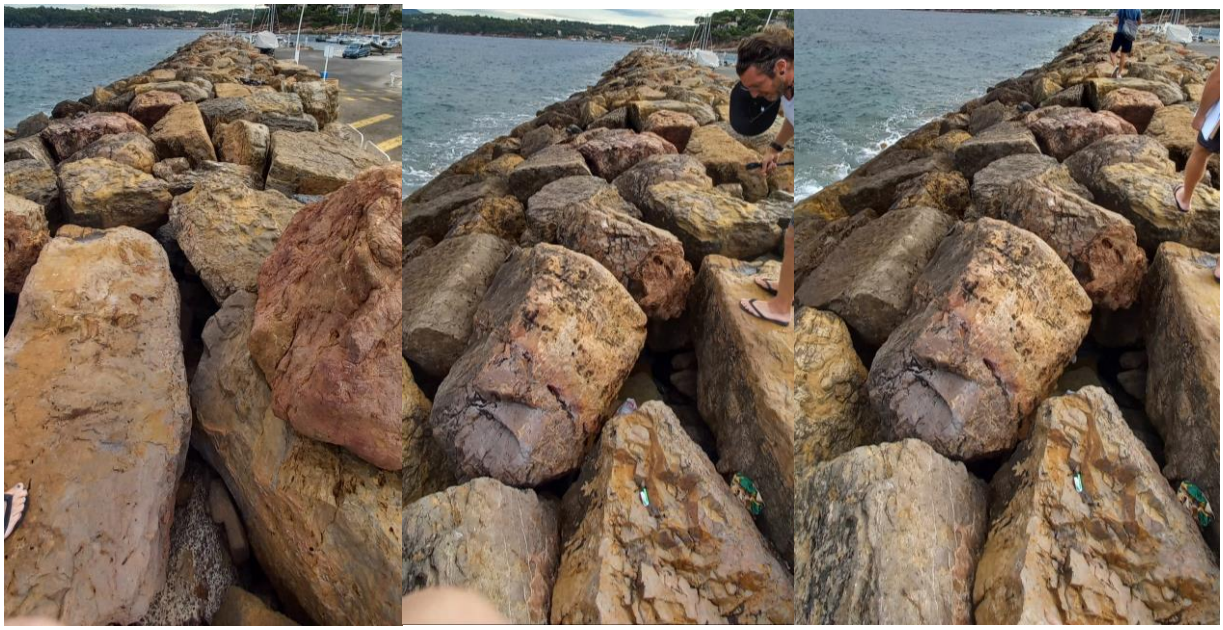


Figure 35 : Zone 2 Centrale de la digue : Talus initial consevé
Quelques rocking de blocs ; Blocométrie relativement homogène de catégorie 2/4 tonnes



Figure 36 : Zone 2 Centrale de la digue : Abscence blocs qui ont roulés à l'eau. Filtre apparant

La zone de liaison entre les zones 2 et 3, dans l'amorce du mur de contre rive de la zone 3, la carapace est dépourvue de gros blocs (2/4 t) comme dans la partie centrale. La carapace est constituée par se que l'on pourrait considérer comme un gros filtre 0,5/1 t qui peuvent être du filtre de la digue, provenant certainement massivement de la zone d'enracinement, par la houle lors de coup de mer.

La carapace est donc sous dimensionnée sur cette zone de liaison.



Figure 37 : Zone 2 Centrale de la digue : la jonction entre les zone 2 et 3 (début du mur de contre rive), la carapace est sous dimensionnée de par la constitution de la carapace par des petits blocs 0,5 / 1 t



Figure 38 : Zone 2 Centrale de la digue : Crête côté port de la digue avec blocs mal imbriqués

On notera que sur cette zone il n'existe pas de mur de contre rive. Par conséquent les blocs pourraient être menés à tomber sur le terre-plein, projetés et ou déplacés par les vagues. Par ailleurs, lors des franchissements, le fluide est en écoulement libre et se déverse directement sur le terre-plein du port.

Le corps de digue ne semble pas avoir fait l'objet que de faibles tassements depuis sa réalisation.

La nature des blocs est un calcaire dolomitique qui présente des caractéristiques intrinsèques de bonne qualité en générale.

9.5.2.3 Zone 3 « Musoir »

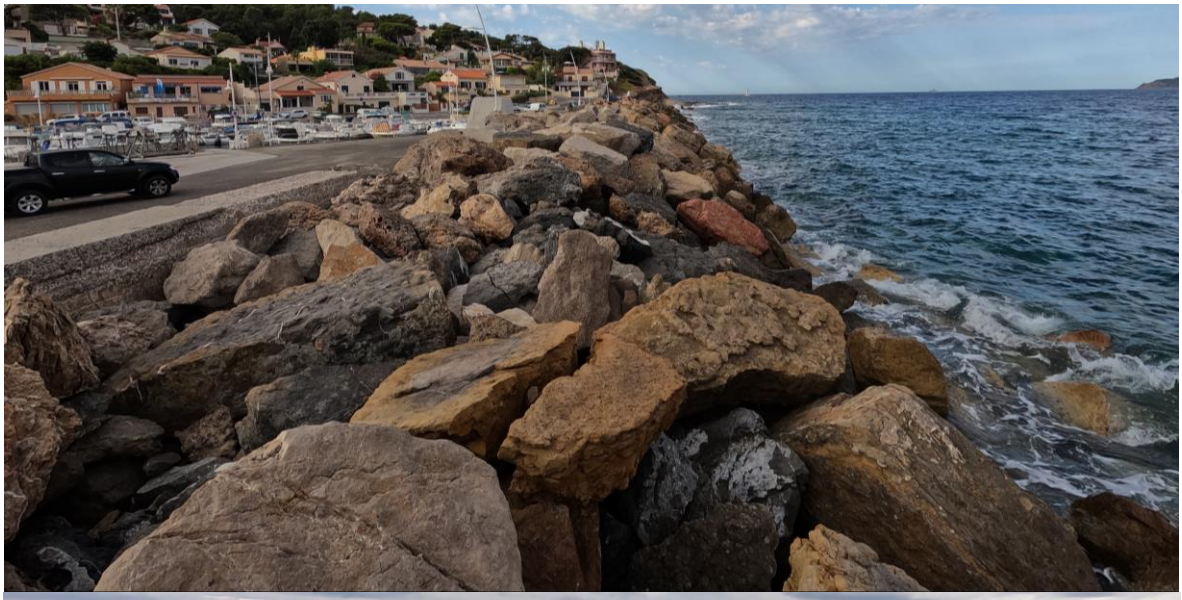
Contrairement aux zones précédentes, elle est équipée d'un mur de contre rive construit en 1994. Il est composé d'un mur béton avec pierres maçonnées. Le couronnement présente des éclatements de béton liés à la corrosion des armatures béton.

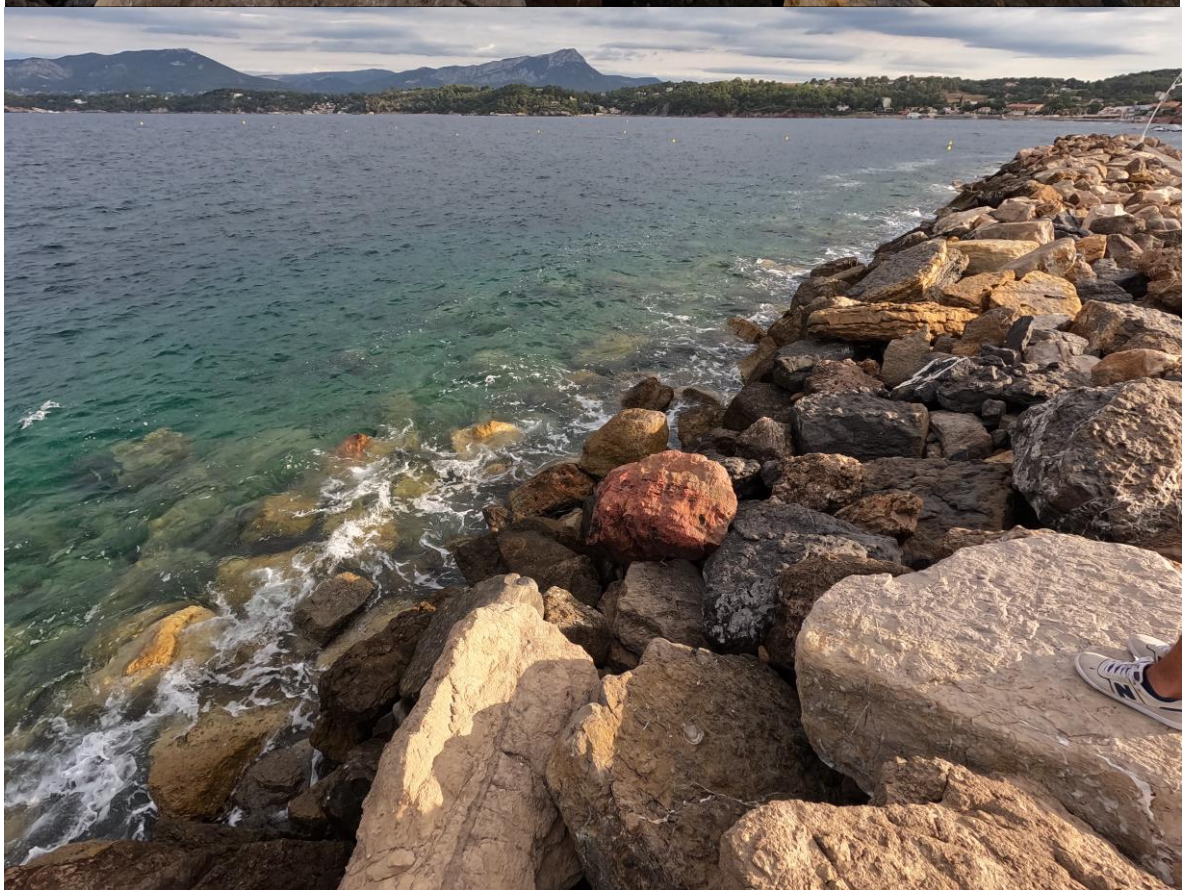
Cette zone protège à la fois le plan d'eau contre la houle et le quai d'amarrage. Sa longueur est d'environ 75 mètres. Le musoir s'ajoute avec un rayon approximatif de 12,80 mètres et sur une longueur de 17 mètres.

Cette zone est manifestement celle qui subit le plus les effets hydrodynamiques de la houle vu son état relativement dégradé. **En effet, les profils initiaux de la digue ont été très largement modifiés pouvant présenter des talus variant de 3/2 à 1/1.**

Par ailleurs, les blocs formant la carapace sont très hétérogènes, variant d'une granulométrie de 0,5/1 t à 3/4 t.

Ce constat est assez alarmant au regard de la stabilité globale de la digue, le filtre étant à découvert sur de nombreuses zones.





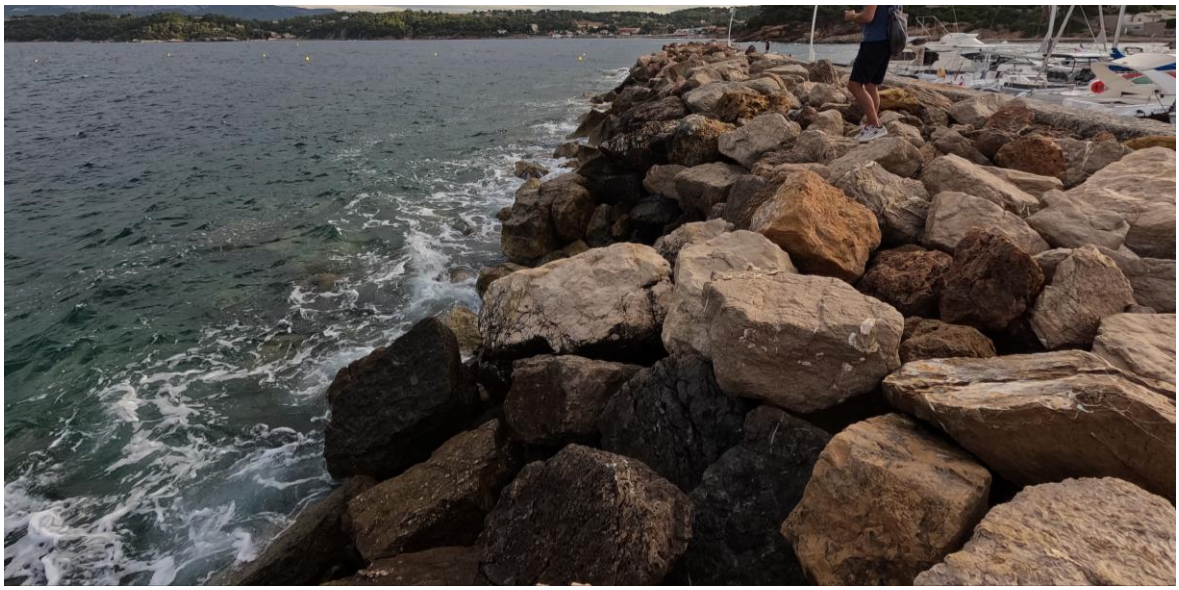


Figure 39 : Zone 3 Musoir de la digue : raccordement zones 2 et 3

On distingue qu'à l'amorce de cette zone, le profil de 3/2 initial, semble-t-il, est toujours globalement dessiné. Néanmoins, la digue présente des brèches relativement nombreuses et étendues laissant apparaitre le filtre.

Aussi, les blocs de la carapace sont assez hétérogènes (0,8/3 t) et mal imbriqués. Ce qui démontre qu'ils ne sont pas stables aux effets de la houle.

Quelques tassements de la digue en crête côté mur de rive sont observés. La berme de la digue étant relativement peu large, les effets de réflexions du fluide contre le mur ont eu pour effet d'emporter partiellement le noyau (tout venant 0/300) de la digue.

Or, le noyau, par définition, a pour objectifs d'assurer :

- ✓ Un effet de masse contre les pressions hydrodynamiques (stabilité externe de la digue à talus),
- ✓ « L'étanchéité » contre la migration du fluide vers le quai (sous pression).

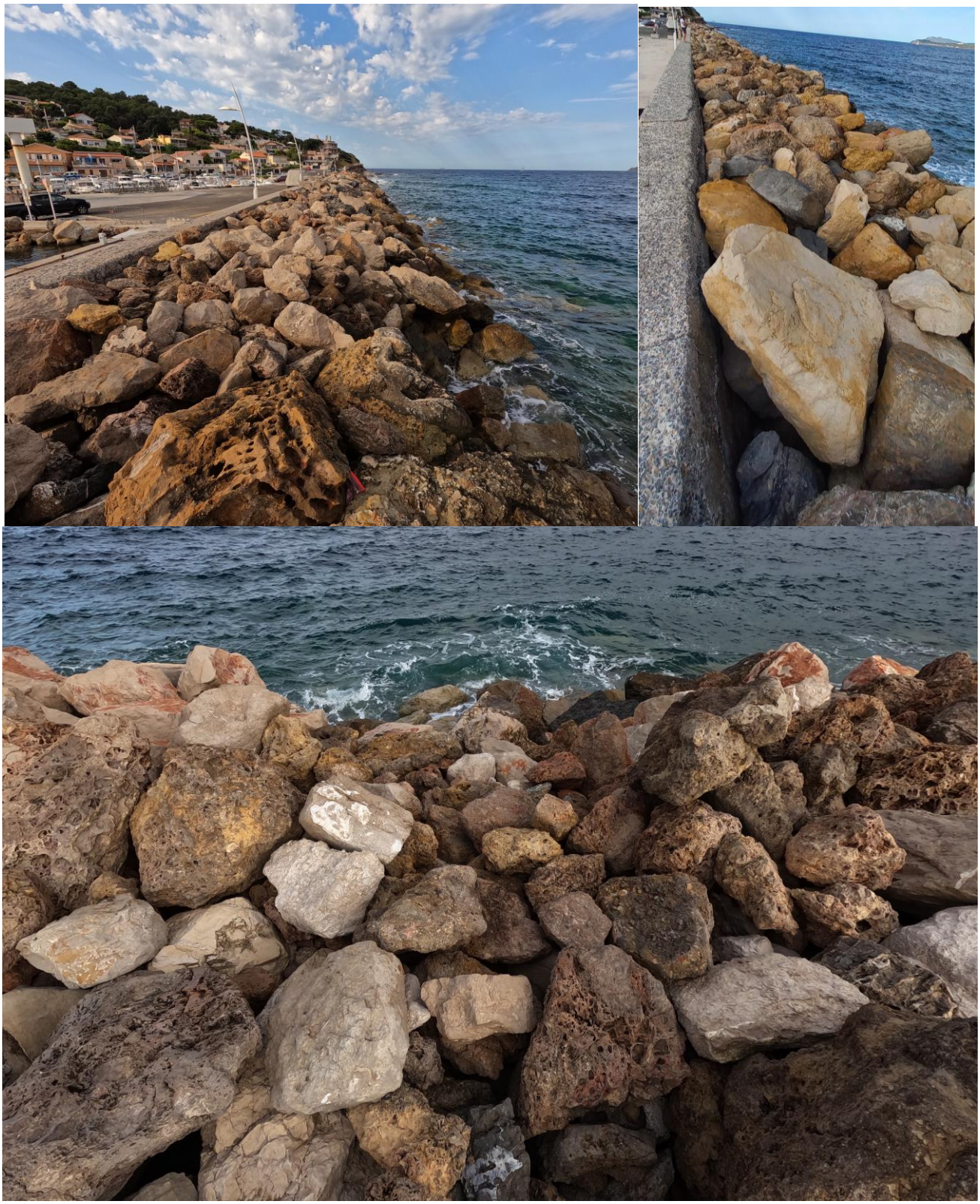


Figure 40 : Zone 3 Musoir de la digue : corps central de la zone 3 - Petit blocs de la carapce, talus 2/1 et brèches

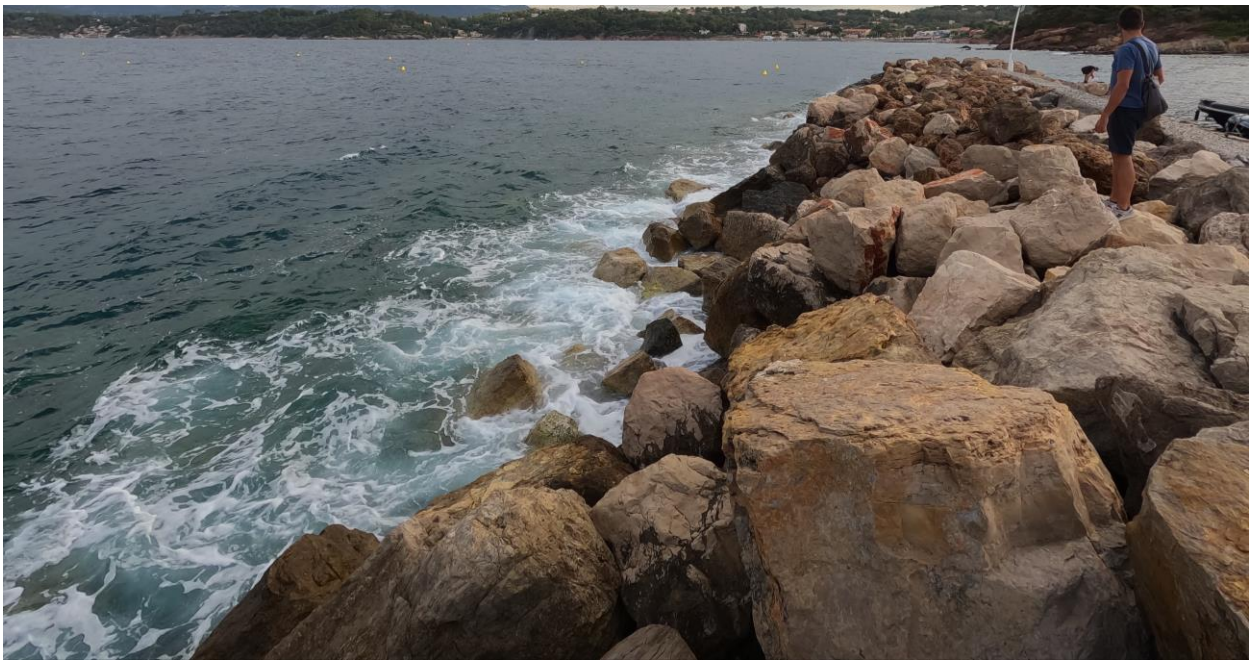


Figure 41 : Zone 3 Musoir de la digue : Brèche dans la zone centrale

Sur la partie centrale de la zone 3, le talus de la digue se raidit pour attendre un profil proche de 2/1e qui est très faible et précurseur d'un **risque d'instabilité. Cette zone est donc à mettre sous surveillance après chaque coup de mer**. Aussi, les blocs de la carapace présentent sur la berme, et partiellement dans le talus, une granulométrie très faible 0,8/2 t avec des brèches relativement étendues qui mettent à jour le filtre.

Cela peut à nouveau engendrer des dégâts lors de coups de mer et des projections de blocs au droit du quai, voire dans le bassin portuaire.

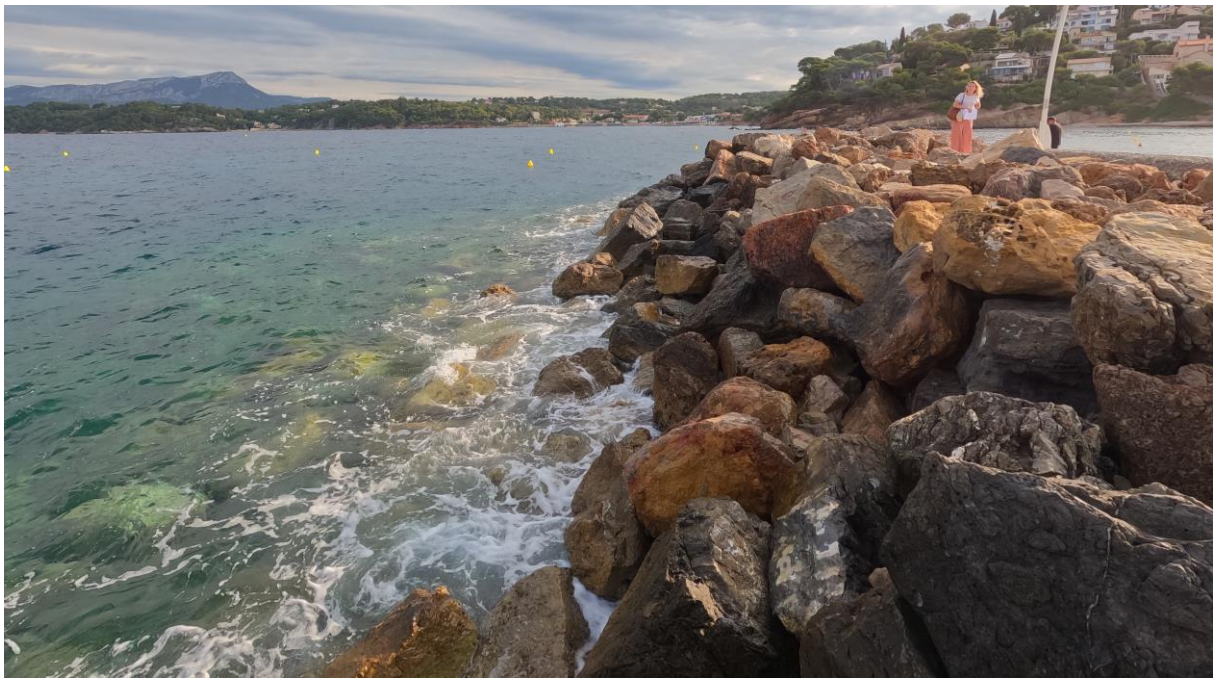
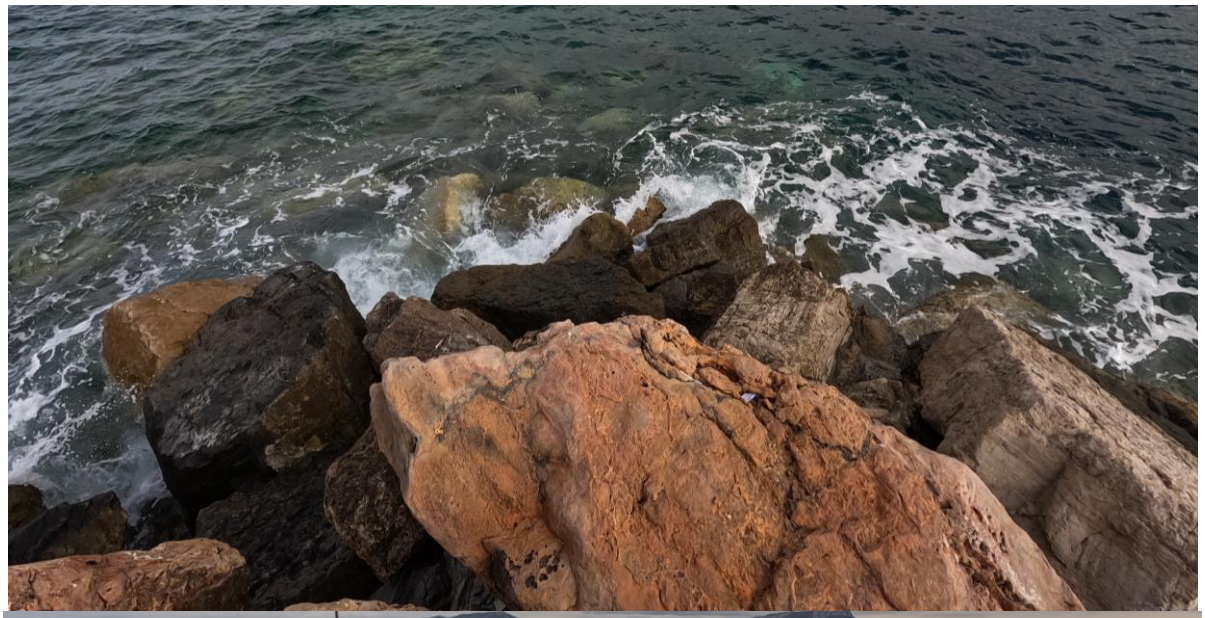


Figure 42 : Zone 3 Musoir de la digue : Profils de digue passant de 2/1 à quasiment 1/1 à l'enracinement du musoir





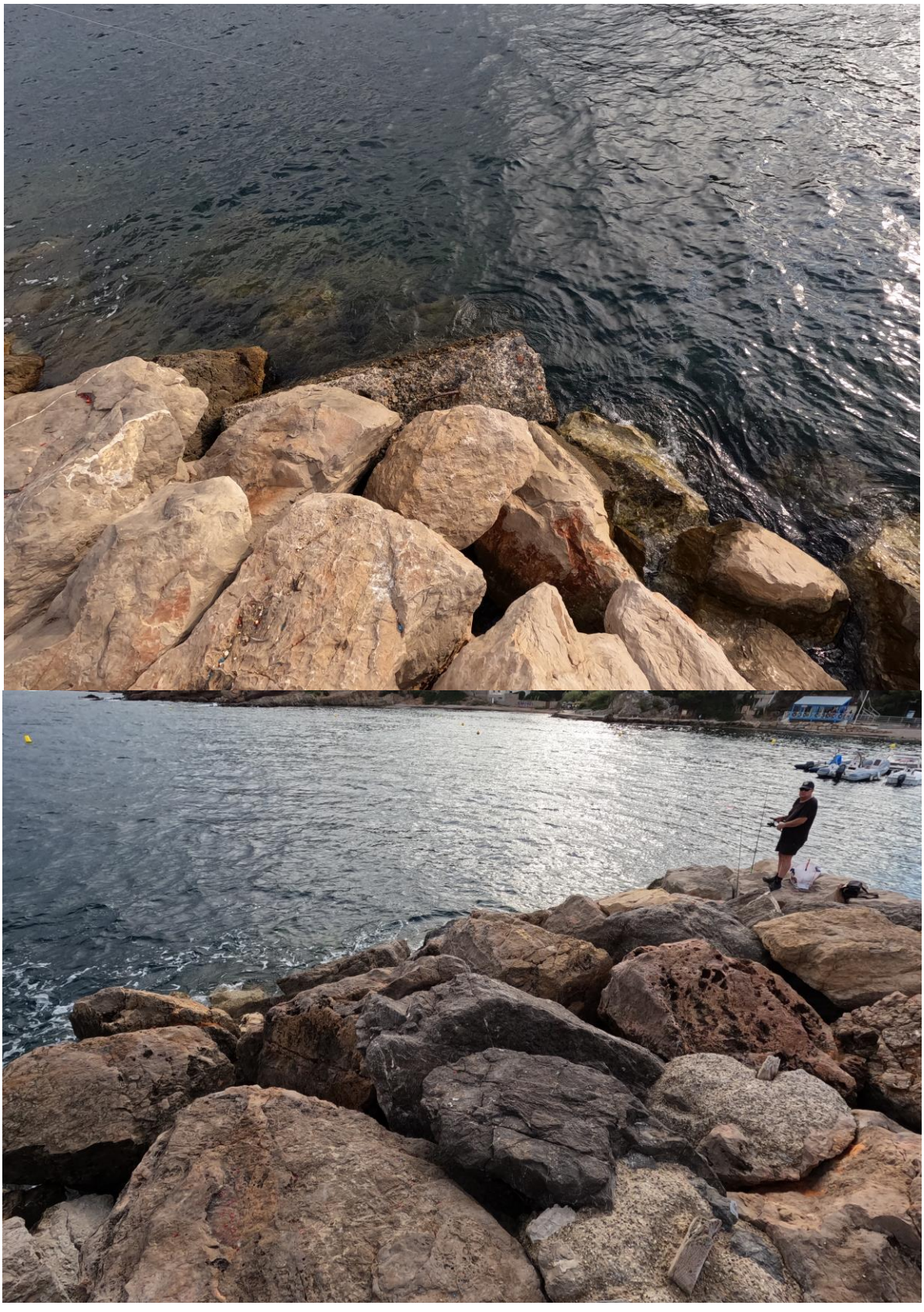


Figure 43 : Zone 3 Musoir de la digue : Talus 1/1 sur le musoir avec des imbriquements de blocs très aléatoires

La pente du talus du musoir est très raide et déroge aux règles de conception, notamment avec de blocs de carapace identifiés de 3 / 4 t. Par ailleurs, on constate une mauvaise imbrication des blocs qui ont pour effet **d'augmenter la porosité de la digue pour plus de 30% dans certaines zones.**

Ce qui aura pour effet, lors de coups de mer important, de faciliter l'emportement de blocs par la houle.

Le musoir d'une digue est la partie d'ouvrage la plus sollicitée par les événements climatiques.

En effet, il est soumis à une action renforcée de la houle par effet de concentration, de convergence et diffraction de la houle. Il est donc très souvent de forme arrondie avec un talus à minima de 3/2 et des blocs (pour la zone des Oursinières) de l'ordre de 2/5 tonnes.

En l'état le musoir actuel présente des fragilités importantes par son profil très pentu et des défauts d'imbrication des blocs de la carapace. Sa stabilité précaire tient à la présence d'une granulométrie de blocs relativement homogène avec des blocs de 2/4 tonnes.

9.5.2.4 Mur de contre rive

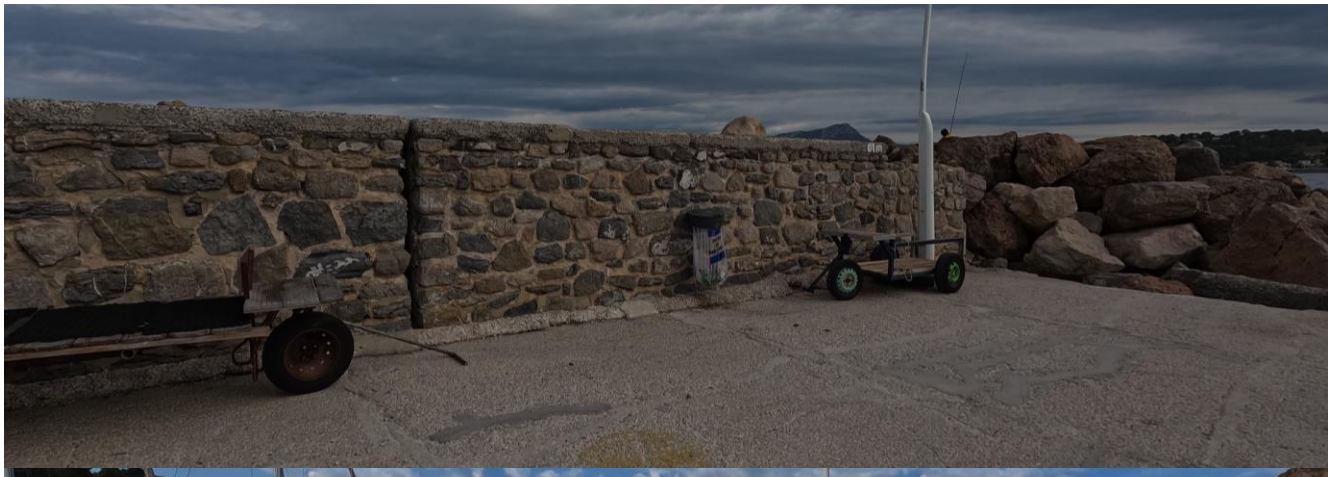




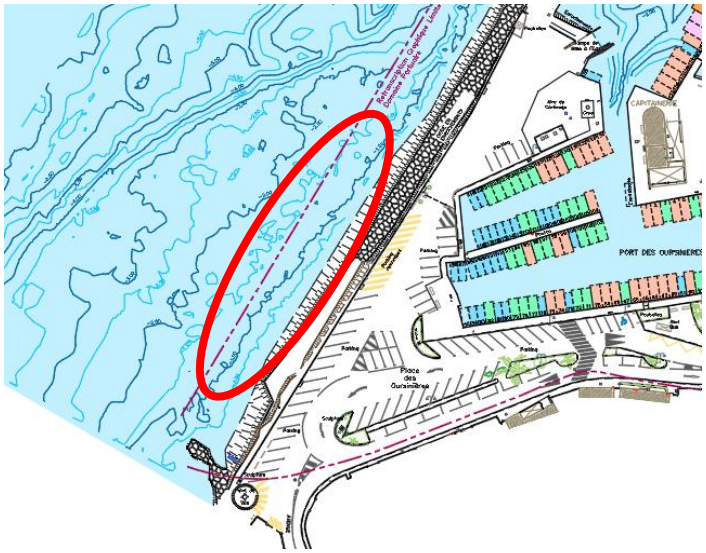


Figure 44 : Zone 3 Musoir de la digue : Mur de contre rive

9.5.3 Zone immergée

9.5.3.1 Zone 1 « Enracinement »

La plongée réalisée le 10 août 2023, par la société MANE, a mis en évidence un platier rocheux au droit de l'enracinement de la digue. Ce platier fait office de protection naturelle et fait déferler la houle, ce qui explique que les franchissements ne génèrent pas de dégâts importants sur le port en l'absence de digue de protection.



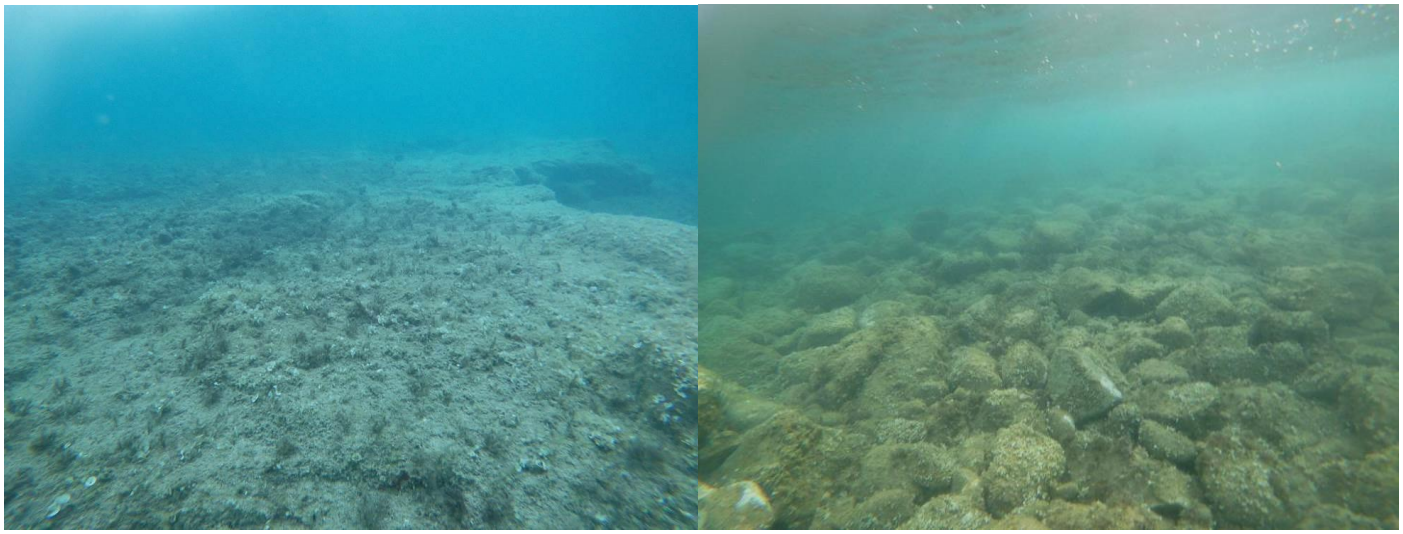


Figure 45 : Platier rocheux et éboulis au droit de la zone de la digue ***Zone 1***

9.5.3.2 Zone 2 « Centrale de la digue »

- ✓ **Repère 1 :** Digue composée d'enrochements 3-5 t en carapace. Pied de digue stable avec éboulements ponctuels de blocs ;
- ✓ **Repère 2 :** La zone de jonction vers une digue avec des blocs plus petits. Indentification d'un trou dans la carapace de la digue. Eboulement des blocs renforçant le pied de digue.



Figure 46 : Pied de digue zone centrale de la digue ***Zone 2 repère 1***



*Figure 47 : Pied de digue zone centrale de la digue **Zone 2** **repère 2** Blocs effondrés*

9.5.3.3 Zone 3 « musoir »

- ✓ **Repère 3 :** Digue composée de blocs d'enrochement, granulométrie étalée et faible 1-2 t, plus petit que la zone 2. Également éboulement ponctuel.



*Figure 48 : Pied de digue **Zone 3 musoir repère 4** Blocs effondrés de la carapace – Pied de digue granulométrie faible*

- ✓ **Repère 4 :** Blocs de taille correcte, pente talus très raide à ce niveau ; Identification d'une marche de 3 m environ à l'entrée du port.

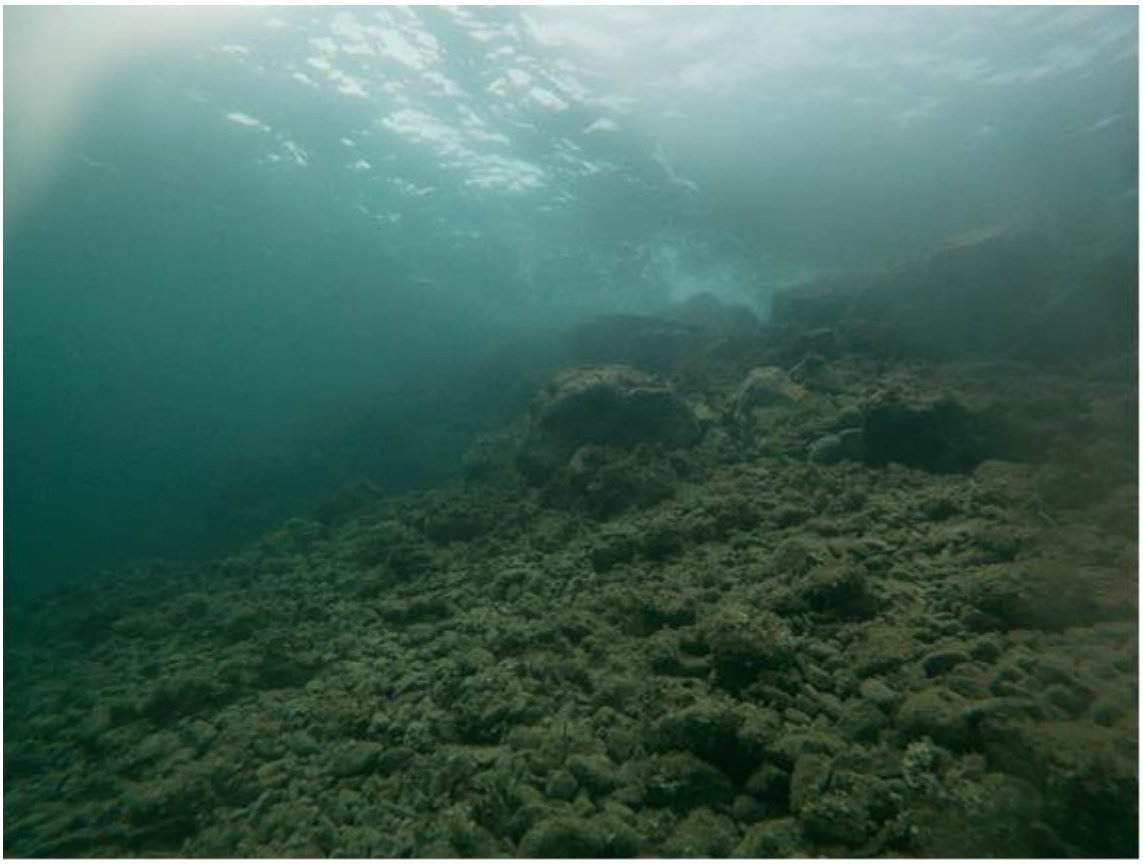


*Figure 49 : Pied de digue **Zone 3 musoir repère 4** Début du musoir côté mer, abscence de butée de pied*

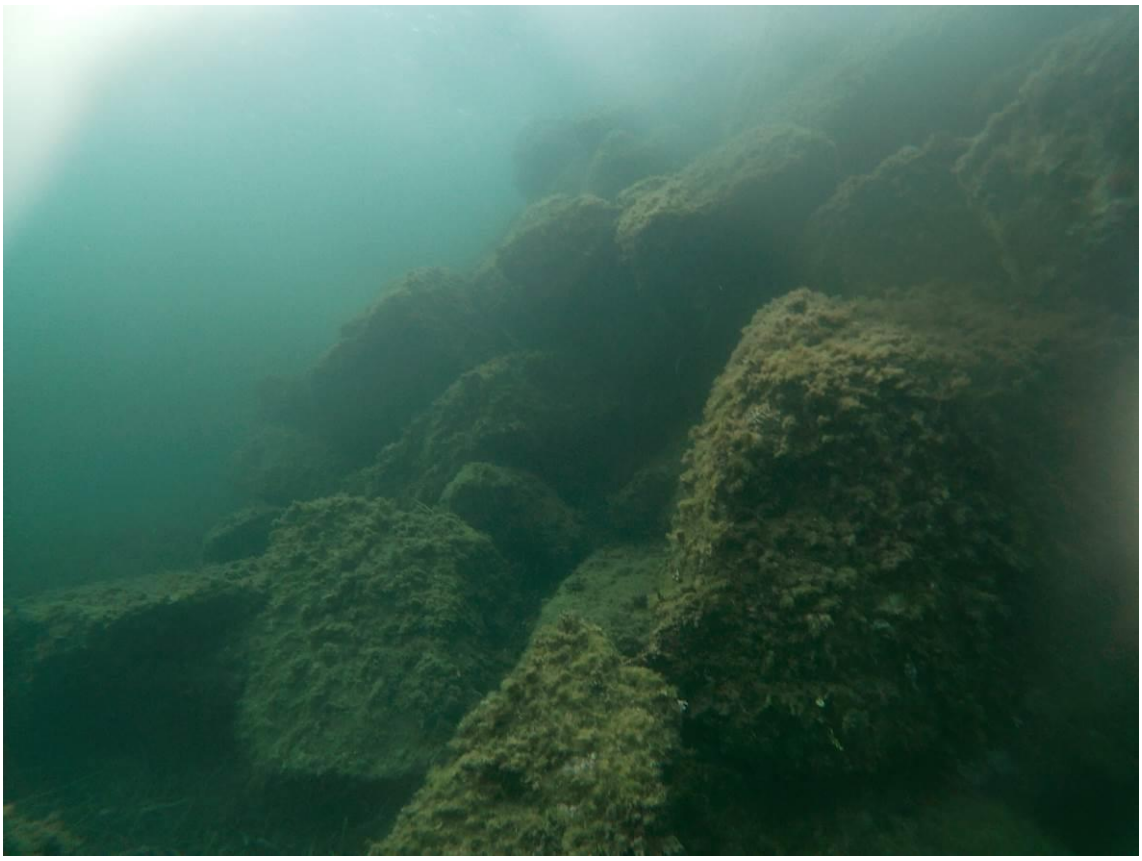


*Figure 50 : Pied de digue **Zone 3 musoir repère 4** Talus du musoir défaut d'imbrication et talus à forte pente*



*Figure 51 : Pied de digue **Zone 3 musoir repère 4 Préscence d'un « chenal »** en tête de musoir créant une bathymétrie plus profonde*

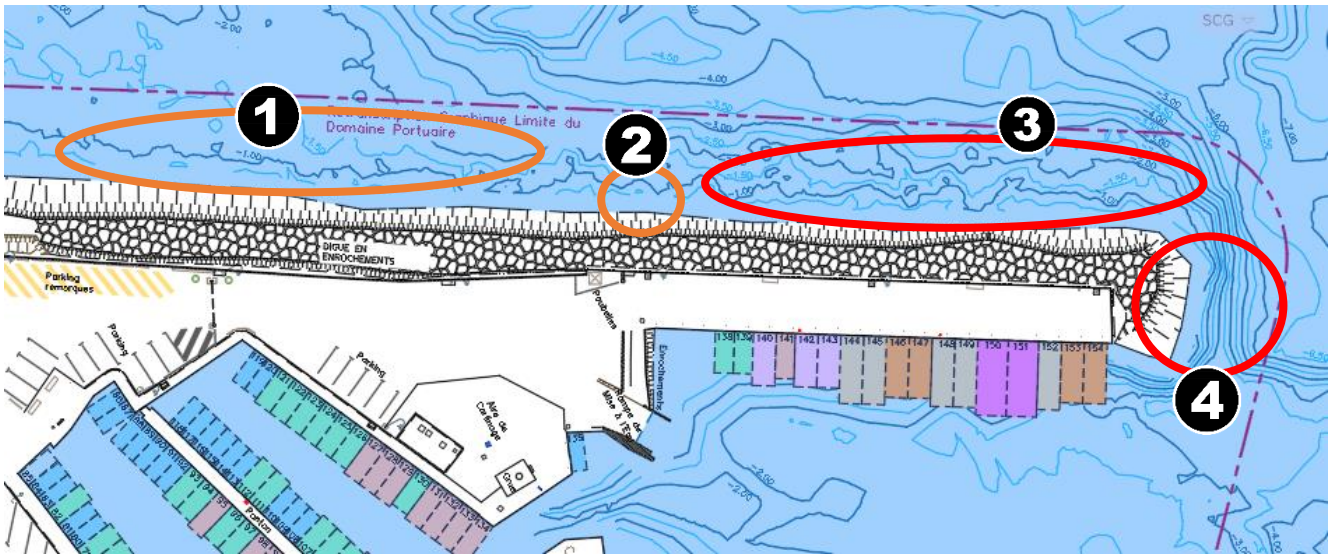


Figure 52 : Diag sous marin digue - Identification des repères

9.5.4 Application de la méthode à la digue

9.5.4.1 Evaluation

L'évaluation des critères en fonction du diagnostic des ouvrages est la suivante :

- ✓ Indice sécuritaire IS = 2 stratégique
- ✓ Indice d'état mécanique IEm : Em = 2 désordres mécaniques graves sans risque immédiat

  Le secteur d'enracinement de la digue est obsolète ; cependant du fait de la faible profondeur d'eau en pied d'ouvrage, le risque reste les volumes de franchissement ; **Le secteur central** est en relatif bon état, même si on constate un manque d'imbrication des blocs, une hétérogénéité également et des trous relativement importants laissant apparaitre le filtre ; **Le secteur du musoir** présente des profils très abrupts et sensibles mais semble-t-il présent depuis de ces dernières années, mais évolutif en fonction des coups de mer. Aussi une hétérogénéité des blocs de la carapace.
- ✓ Indice d'état d'usage Eu= 2 difficultés d'exploitation

  Le quai à l'arrière de la digue est lui aussi exploitable et les usagers peuvent y circuler. La partie supérieure de la digue, ouvrage technique de défense du port, est ouverte au public ; cependant sa vétusté constitue un problème d'exploitation à gérer.
- ✓ Indice d'état IE = 2 (minimum entre IEm et IEu)

9.5.4.2 Précision

Le rapport a permis de mettre en avant un aspect particulier de l'état des ouvrages. La situation est sensible pour les secteurs « Enracinement » et « musoir » de la digue, mais l'ouvrage est apparemment stable à court terme et contre surveillance.

Cette observation ne signifie pas qu'une détérioration brutale ne puisse pas se dérouler, mais elle permet de relativiser le caractère d'urgence des interventions à programmer. Cet élément est pris en compte dans les recommandations générales d'intervention.

9.5.4.3 Action à mener

En conséquence, les actions à envisager d'après la méthode VSC sont :

- ✓ Actions mécaniques envisageables :
  - Actions immédiates de mise en sécurité,
  - Travaux provisoires,
  - Investigations complémentaires (quai, mur, franchissement, Posidonies),
  - Action de surveillance (mise en place d'un suivi régulier de l'évolution de la digue),
  - Suppression des parties dangereuses (et reconstruction),
  - Travaux de renforcement des secteurs moins critiques (comblement des trous).
- ✓ Ce qui nous amène aux recommandations suivantes :

Tableau : 20 DIAG Digue Actions à mener

IE	Actions Digue		
	Niveau	Type	Temporalité
IE2	Restreindre l'accès lors des coups de mer sur le quai et protection des navires voire leur enlèvement en hiver (**Secteur Musoir**)	Action sécuritaire des personnes	Immédiat (MOA)
	Restreindre l'accès au parking en période de coup de mer (submersion parking **(secteur enracinement)**	Action sécuritaire des personnes	Immédiat (MOA)
	Restreindre l'accès sur la digue aux piétons ou contre surveillance. (risque de chutes liées à la désorganisation des blocs de la carapace). Installer une signalisation de danger et d'interdiction d'accès à la digue (tous secteurs)	Action sécuritaire des personnes	Immédiat (MOA)
	Mise en place d'un plan de suivi après chaque coup de mer	Action sécuritaire des biens	Immédiat (MOA)
	Relevé des Posidonies		En cours (Moe)
	Etudes des houles de projet et de submersion		En cours (Moe)
	Travaux provisoires de comblement des trous secteur central et musoir	Confortement ou réparations Action sécuritaire des biens	Court terme < 1 an
	Faire une étude de stabilité de la digue (carapace), de niveau d'arase de la digue (franchissement)	Renforcement	En cours (Moe)

9.6 Quai

9.6.1 Avant-port

Quai à l'arrière de la digue : Quai Poids sur tout le linéaire jusqu'aux enrochements, à l'angle.

L'ensemble des Organeaux d'origine sont hors-service, le nez de quai est également dégradé.

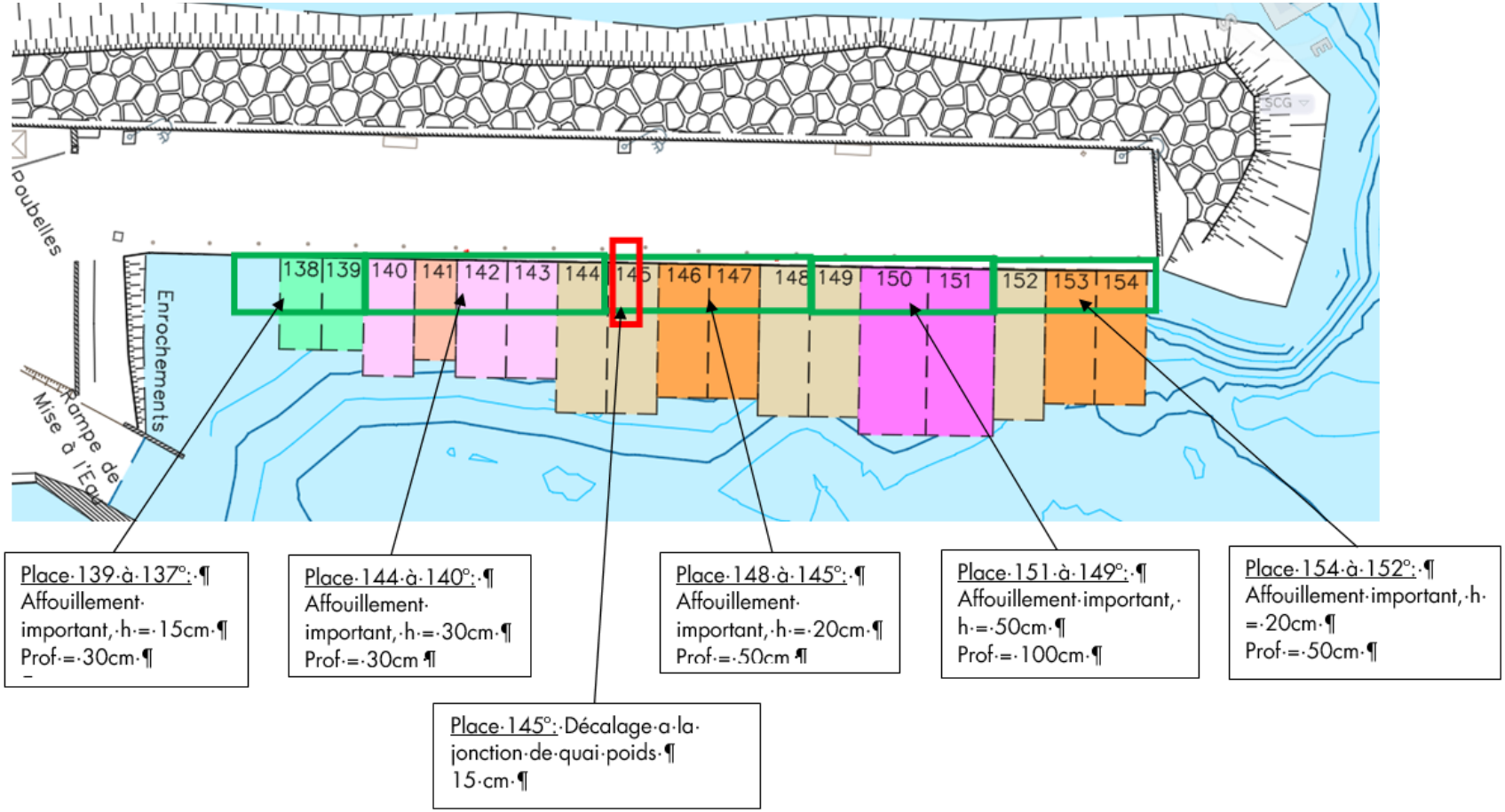




Figure 53 : Gauche : Postes 154 à 152 Affouillement sous le quai poids - Droite : Postes 151 à 149 Affouillement sous le quai, prof 100 cm

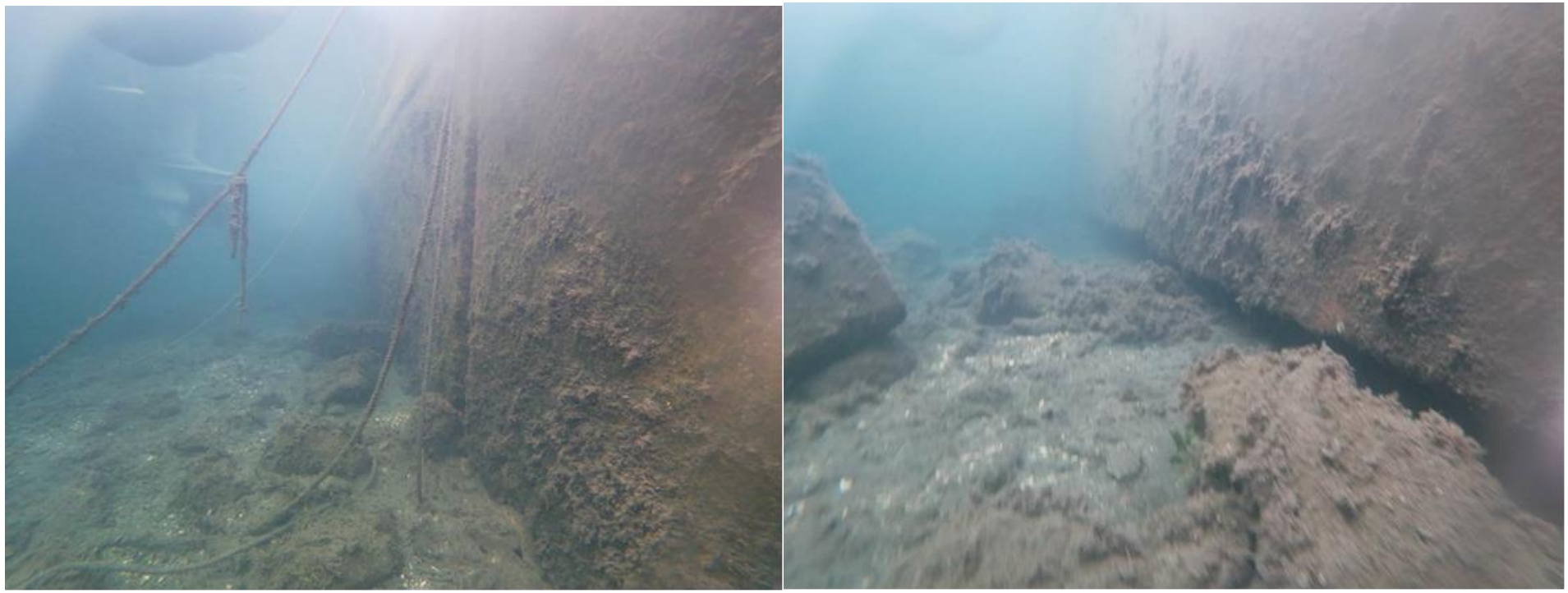
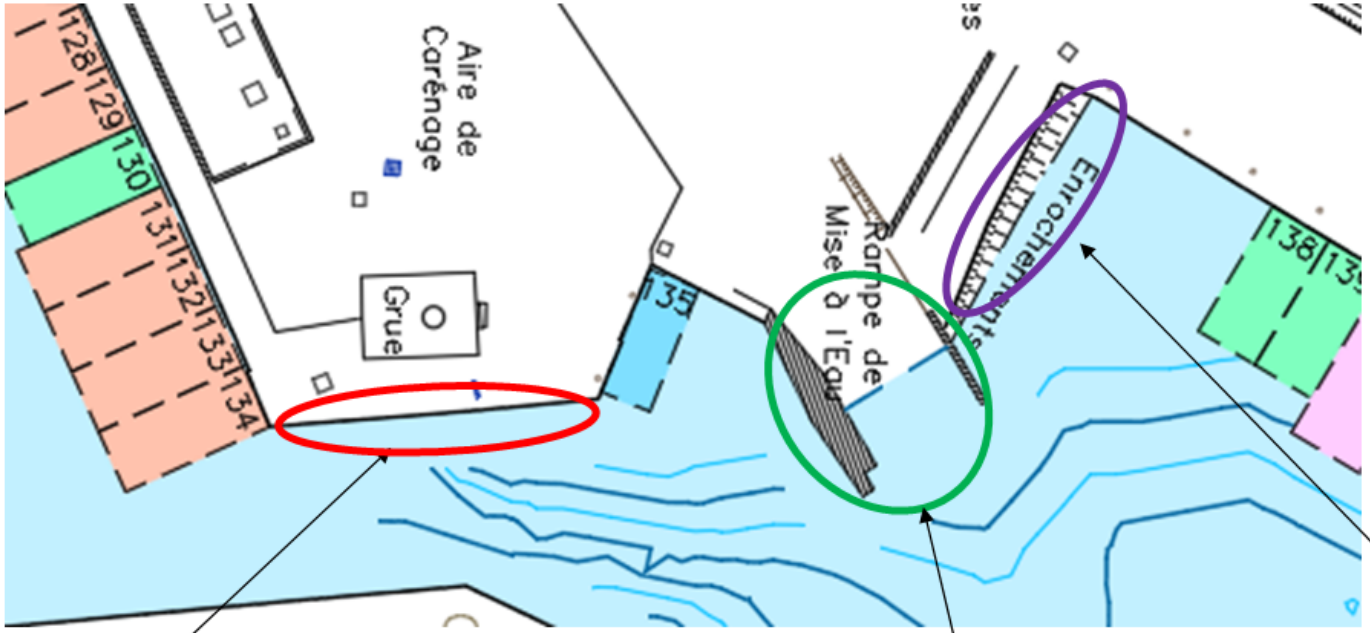


Figure 54 : Gauche : Poste 145 Décalage de 20 cm entre les éléments de quai poids - Droite : Postes 144 à 140 Affouillement sous le quai



Figure 55 : Organeaux HS et nez de quai dégradé

9.6.2 Quai zone rampe de mise à l'eau et quai de l'aire de carénage



Zone·de·carénage°:·¶
Autour·de·la·place·135·un·affouillement·est·visible·sous·le·Quai·Poids.·¶
Le·quai·face·a·la·capitainerie·a·été·renforcé·avec·des·profilé·HEB.·L'ensemble·de·ces·profilé·sont·Hors·service·avec·une·corrosion·très·avancée·et·aucunes·protection.·Ils·ne·reposent·plus·sur·le·font·marin.·¶
Un·affouillement·important·h·=·50cm·&·Prof·=·80cm·tout·le·long·du·quai·a·provoqué·sont·basculement·en·avant.·Nous·remarquons·également·de·nombreuses·épaufrures·en·nez·de·quai.·¶

Zone·rampe·de·mise·à·l'eau°:·¶
La·rampe·de·mise·à·l'eau·est·supportée·par·deux·longrine·béton·fondé·sur·des·ancienne·maçonneries·elles·aussi·en·bon·état·coté·enrochement·↵
La·rampe·en·elle·même·possède·une·banquette·d'arrêt·en·bout·de·rampe·en·bon·état·également·¶
Coté·air·de·carénage·on·constate·une·superposition·de·3·éléments·béton·fondé·sur·une·ancienne·maçonnerie·partialement·affouillé·¶

Enrochement·avant·la·calle·de·mise·a·l'eau.·¶
Cet·enrochement·est·composé·de·petit·blocs·a·granulométrie·éparse·¶

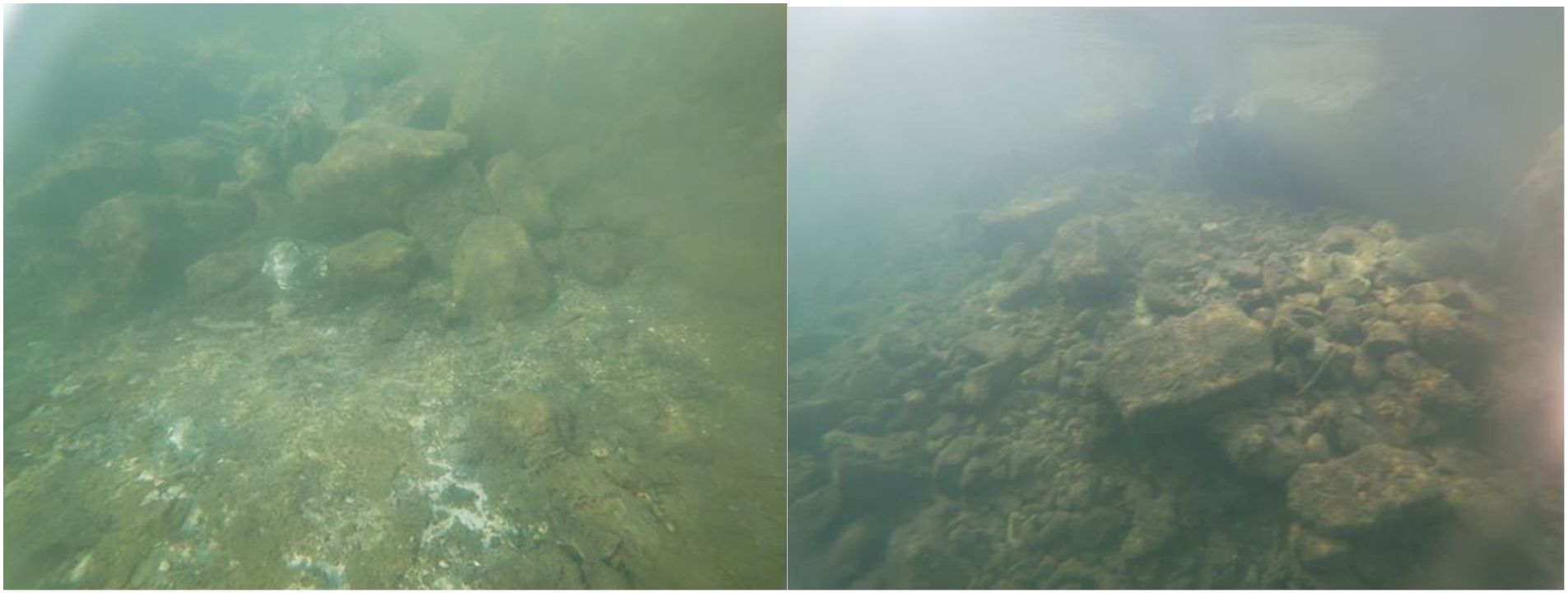


Figure 56 : Enrochements contiguës à rampe de mise à l'eau : Gauche : Enrochement en pied de quai poids - Droite : Enrochements à granulométrie variable

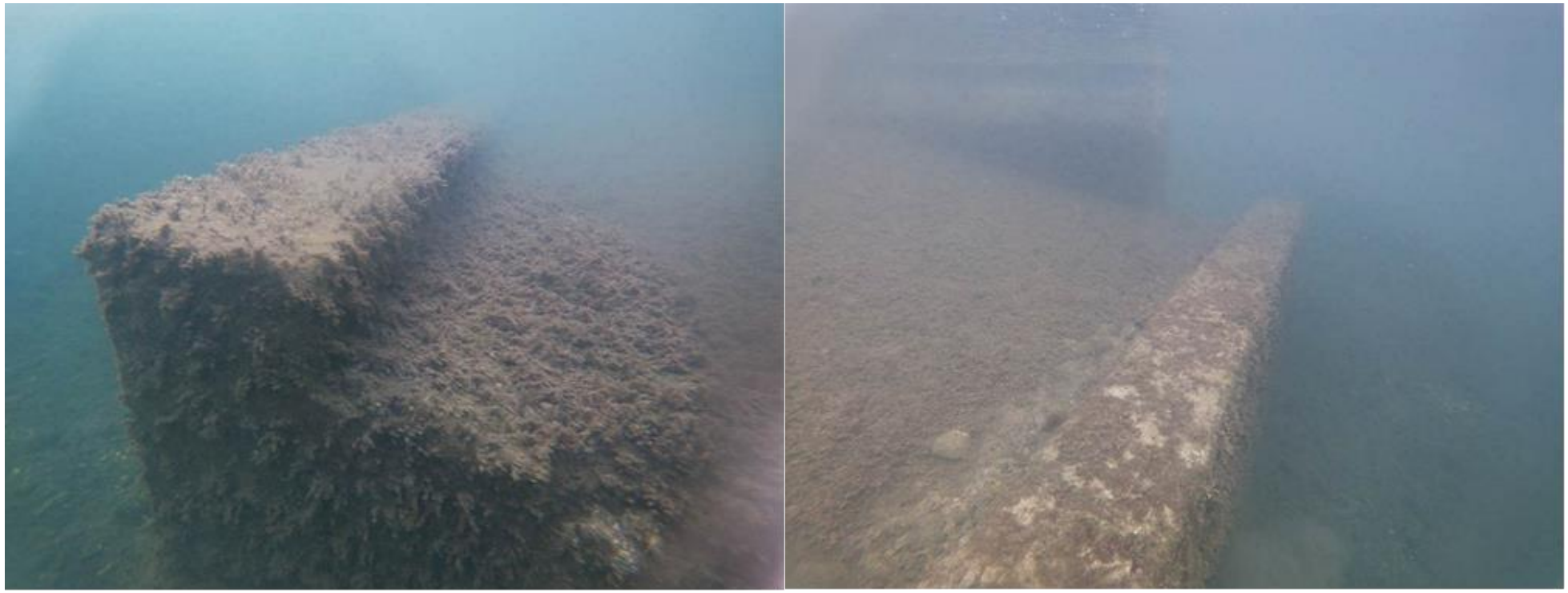


Figure 57 : Rampe de mise à l'eau: Gauche : Longrine de rampe côté enrochement -Droite : Nez de cale

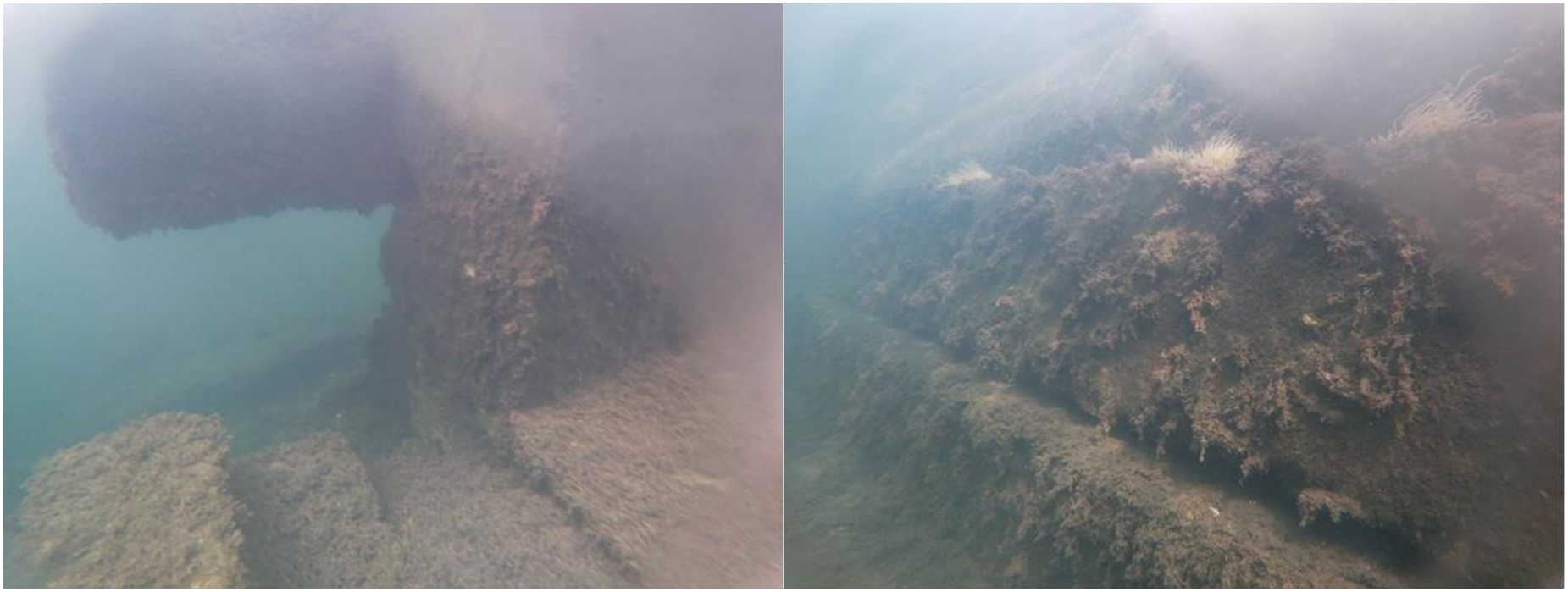


Figure 58 : Longrine côté aire de carénage: Gauche : Arrêt de la poutre de rampe - Droite : Superposition des longrines béton

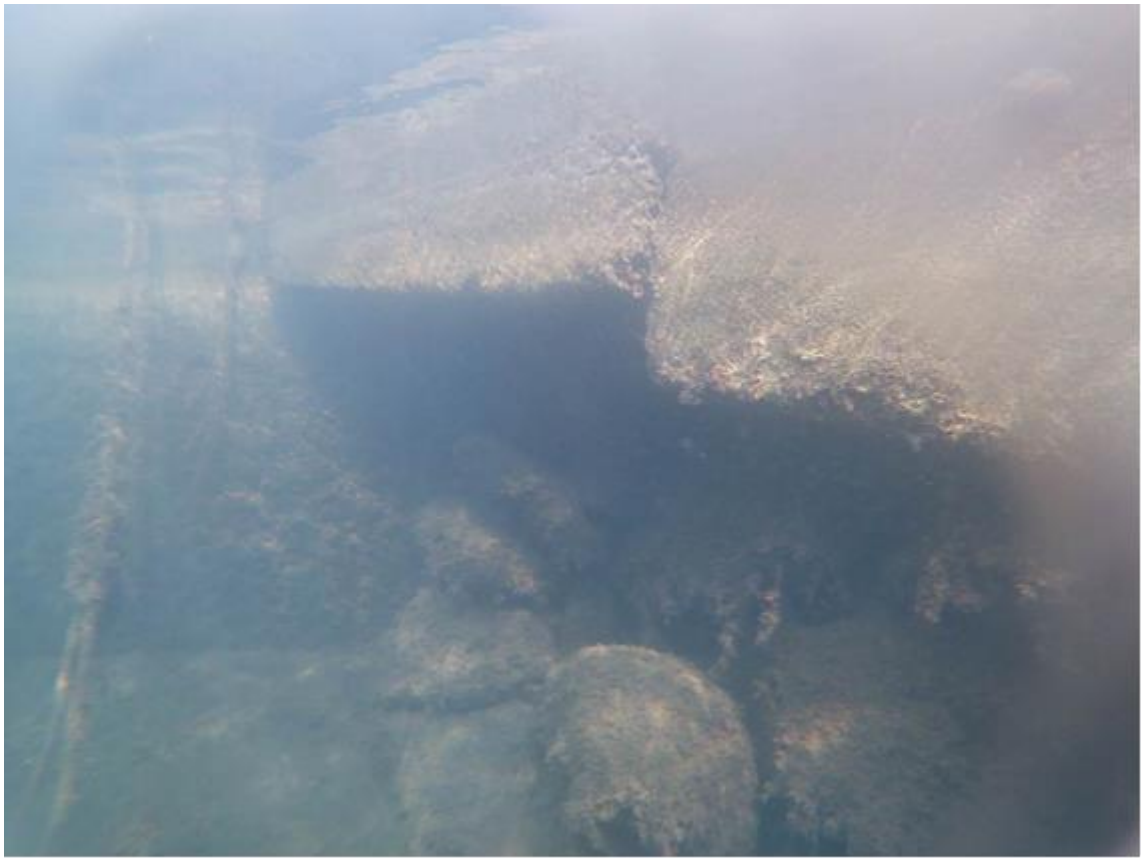


Figure 59 : Affouillement de la maçonnerie sous les longrines de la rampe à l'angle coté quai

9.6.3 Quai de l'aire de Carénage

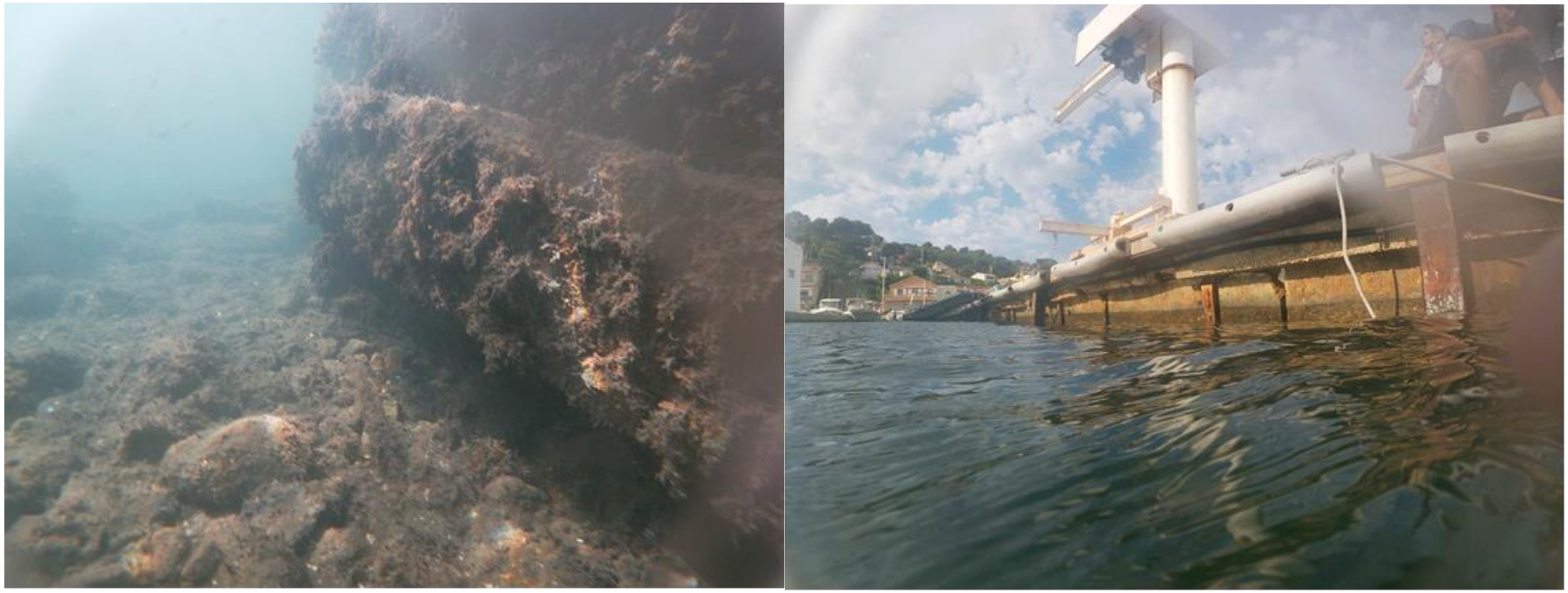


Figure 60 : Quai aire de carénage: Gauche : Affouillement sous le retour de quai poids côté rampe de mise à l'eau
Droite : Epauffrement du nez de quai et état de corrosion avancé de la ceinture HEB de renfort



Figure 61 : Quai aire de carénage: Gauche : Affouillement sous le quai poids - Droite : Affouillement sous le quai et poteau HEB hors sol



Figure 62 : Quai aire de carénage: Gauche : Affouillement sous le quai poids et basculement en avant avec décalage d'environ 20 cm en tête - Droite : Fuite en avant du quai poids



Figure 63 : Quai aire de carénage: Affouillement et décalage des éléments de quai poids, présence d'une banquette en pied

9.6.4 Quai postes 119 à 134

Quai poids avec poutre de couronnement coulée en place, banquette de pied sur tout le linéaire.

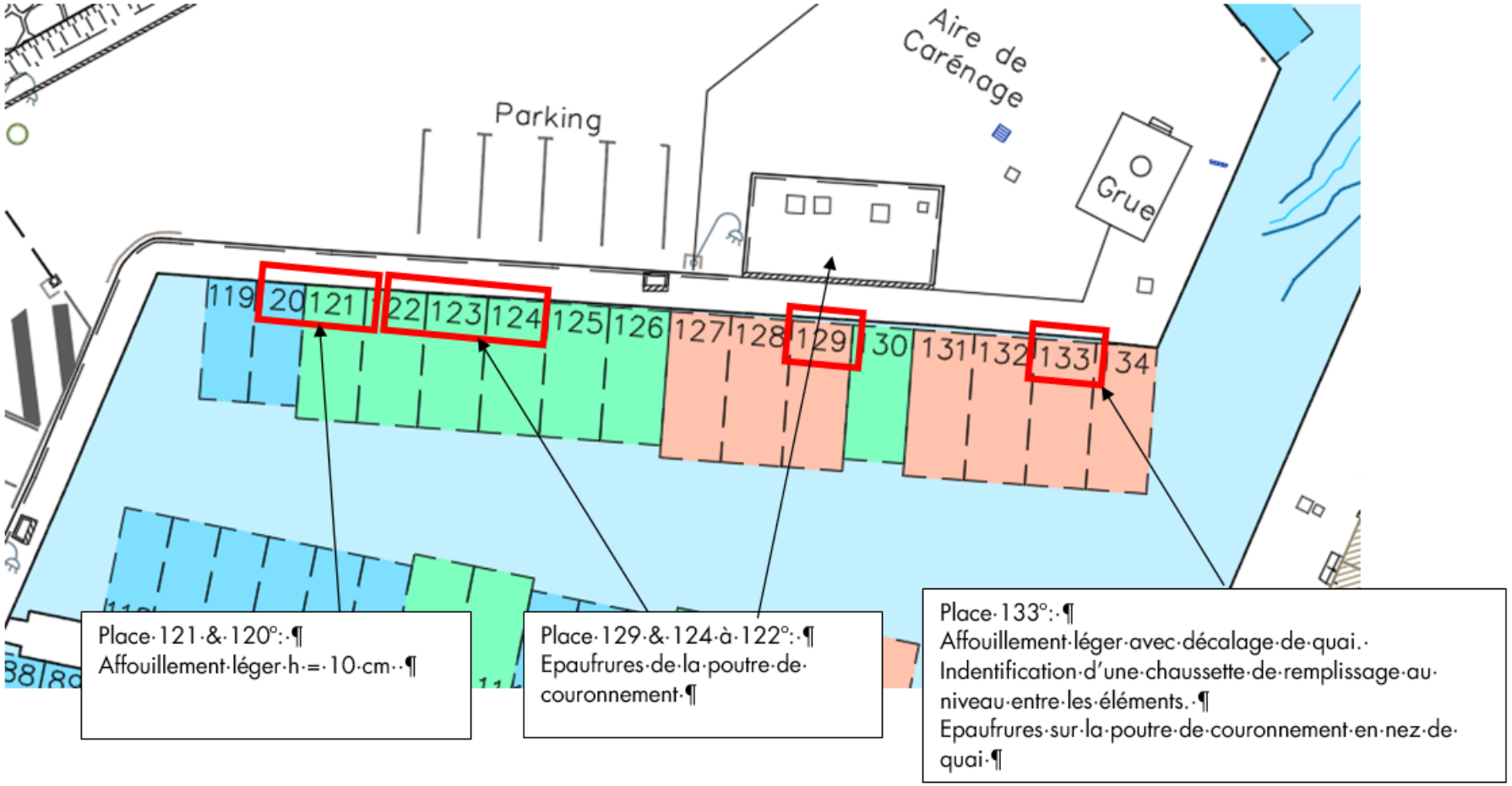




Figure 64 : Gauche : Début de la banquette de pieds et décalage de quai poids au niveau de la place 133 - Droite : Banquette béton linéaire de 20 cm

9.6.5 Quai Fond du port

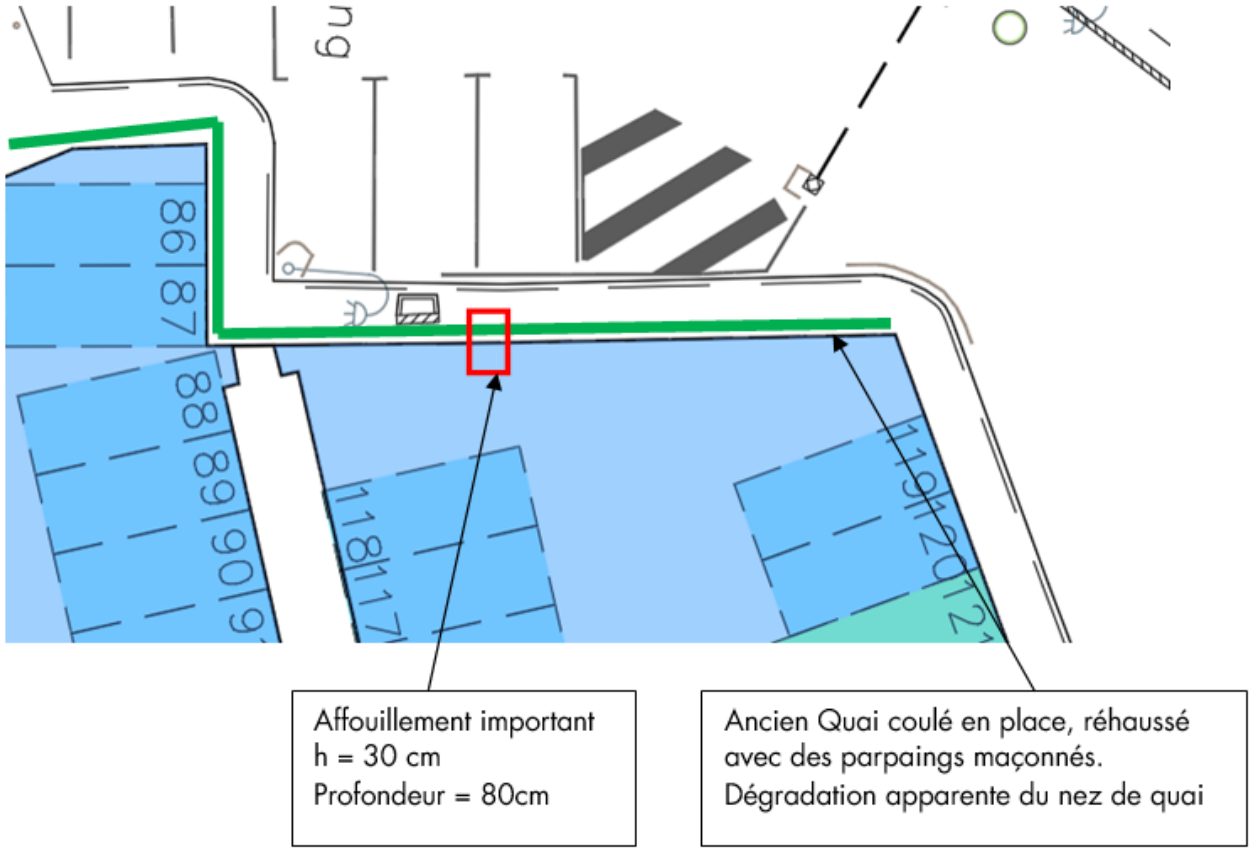




Figure 65 : Gauche : Affouillement Profondeur 80 cm - Droite : Ancien quai coulé en place réhaussé avec des parpaings maçonnés

9.6.6 Quai place 85 à 59



Angle de la place 59 :
Présence d'un exutoire eau pluviale Ø200 mm

Place 64 à 59 :
Affouillement complet de l'ancien quai maçonné h = 100 cm
Prof = 120 cm
Plus aucuns support sur cette partie avec un risque d'effondrement important
Place 63 : Exutoire EP Ø120 mm

Place 76 à 74 :
Affouillement important
h = 50 cm ; Prof = 50 cm

Place 85 à 81 :
Ancien Quai maçonné rechargé successivement avec des couches de béton coulé en place
Affouillement important sous ces couches des anciennes maçonneries.



Figure 66 : Gauche : Quai ancien en maçonnerie - Droite : Ancien quai maçonné avec couche de béton additionnelle



Figure 67 : Gauche : Affouillement des maçonneries - Droite : Postes 74 à 76 Effondrement des maçonneries



Figure 68 : Gauche : Postes 74 à 76 Effondrement des maçonneries - Droite : Postes 59 à 64 Affouillement total du quai Risque d'effondrement iminent



Figure 69 : Gauche : Postes 59 à 64 Effondrement des maçonneries - Droite : Exutoire EP Ø 125 mm



Figure 70 : Gauche : Angle poste 59 Affouillement complet, plus aucun support du quai - Droite : Exutoire EP Ø 200 mm

9.6.7 Quai places 58 à 45 jusqu'au ponton sur pieux

Quai palplanche + poutre de couronnement. On notera que la présence de palplanche pourrait révéler que le sous-sol est meuble sur une profondeur d'au moins 3 mètres (Fiche et stabilité rideau de palplanches).

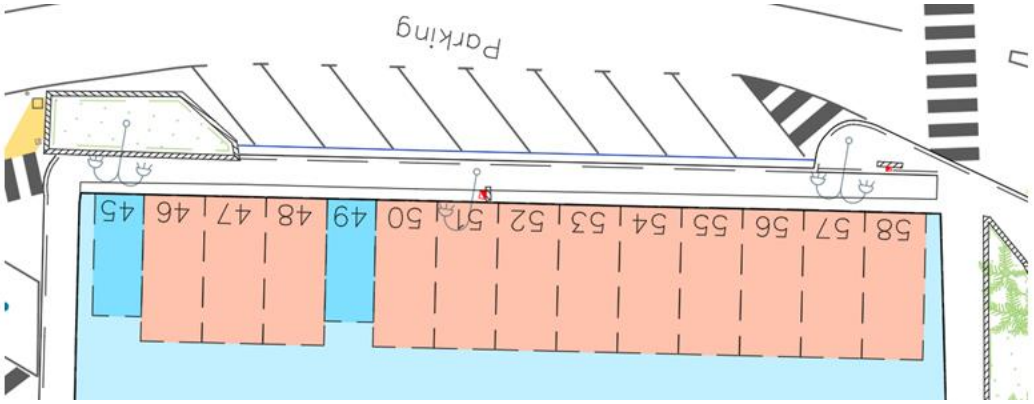




Figure 71 : Quai palplanches

9.6.8 Quai postes 1 à 22 et retour

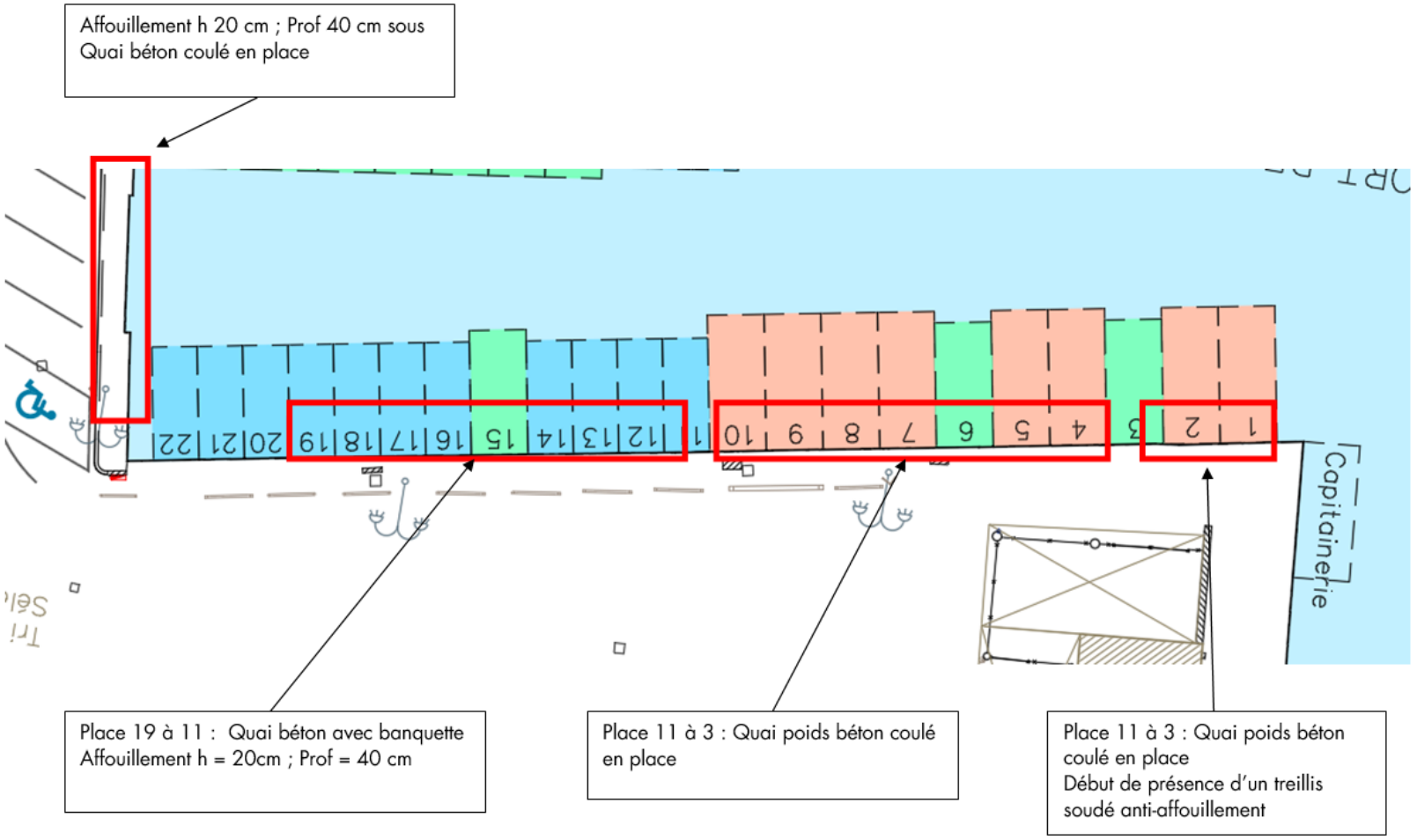




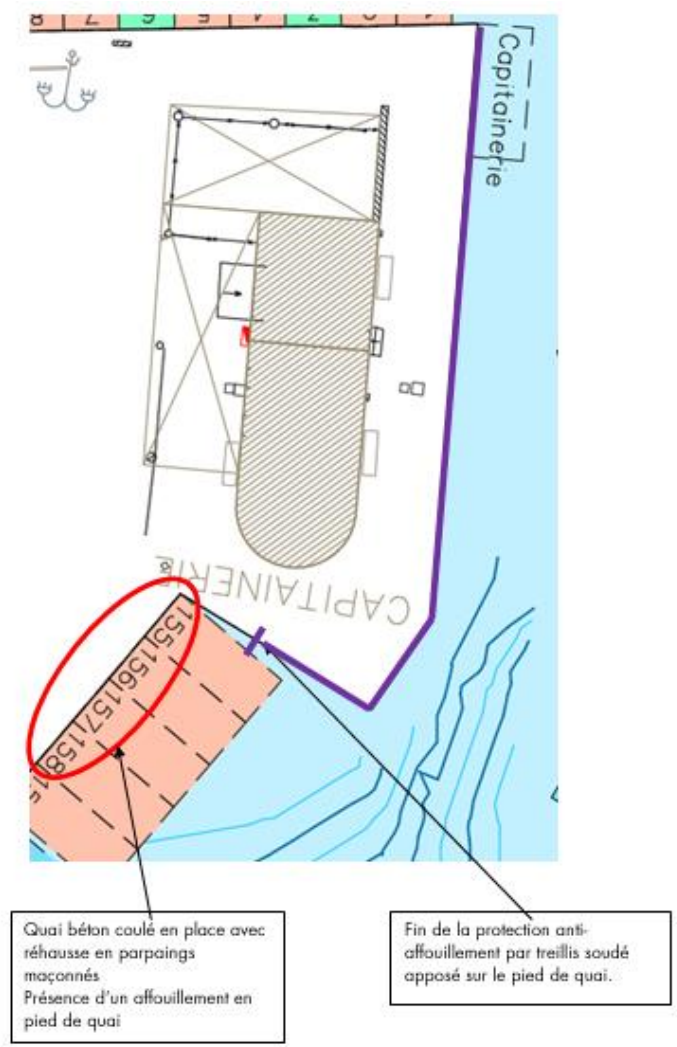
Figure 72 Gauche : Poste 22 retour du quai : Quai béton avec baquette en pied - Droite : Postes 19 à 11affouillement sous le quai



Figure 73 Gauche : Postes 11 à 3 affouillement sous le quai - Droite : Postes 3 à 1 Quai béton + treillis anti-affouillement

9.6.9 Quai capitainerie

L'ensemble est un quai béton poids avec une nappe de treillis soudé ajoutée afin d'empêcher les affouillements. Cette méthode semble avoir fonctionné bien que nous ne soyons pas en mesure de contrôler ce qu'il se passe à l'arrière du treillis.



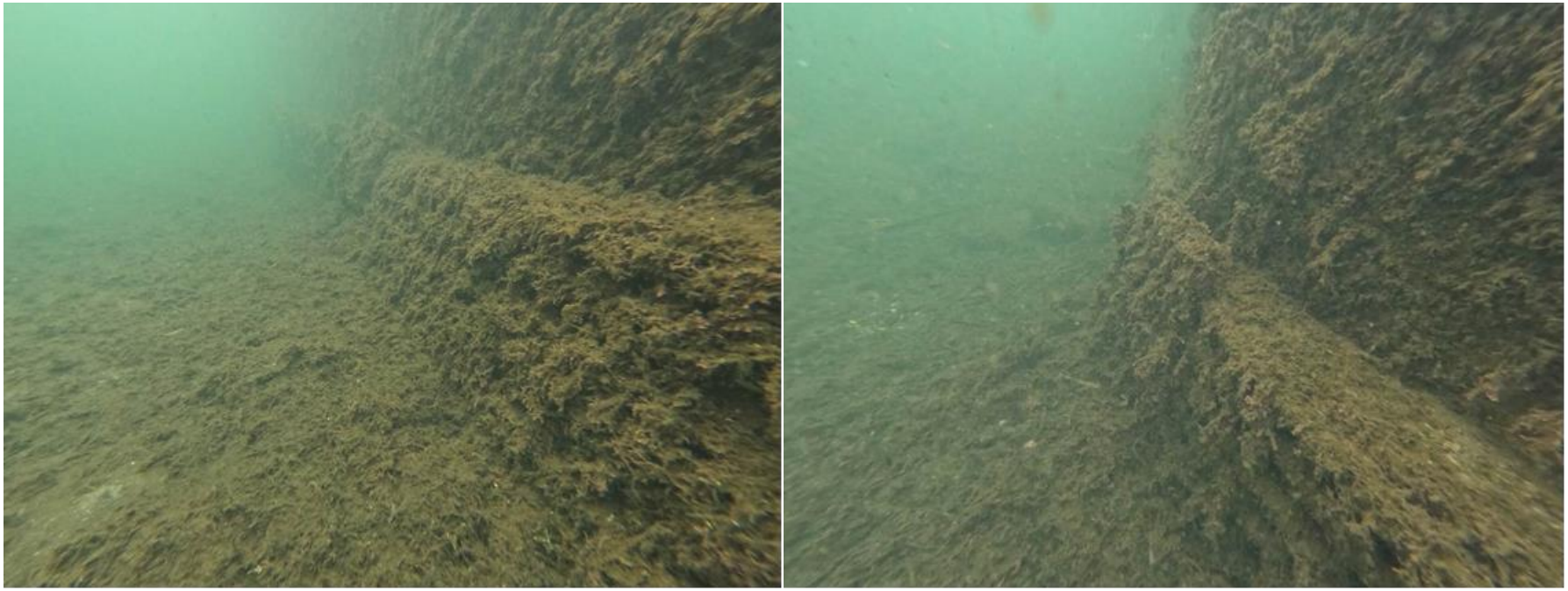


Figure 74 Quai béton + protection

9.6.10 Culée ponton avant-port

L'ouvrage présente une dalle a la limite de la rupture. L'ensemble présente un risque d'effondrement



Figure 75 Rupture de la dalle de transition vers le ponton

9.6.11 Application de la méthode aux quais

9.6.11.1 Evaluation

L'évaluation des critères en fonction du diagnostic des ouvrages est le suivant :

- ✓ Quais aire de carénage, des postes 85 à 59 et culée ponton avant-port
  - Indice sécuritaire IS : 1 Objectif sécuritaire
  - Indice d'état mécanique IEm : 1 désordres mécaniques graves avec risque immédiat

  Ces zones présentent des zones d'affouillement très importantes générant des risques de basculements des quais et ou des maçonneries. Mais aussi une total absence de maçonnerie et où ne reste que la dalle et/ou le couronnement en tête qui sont sujets à effondrement imminent
  - Indice d'état d'usage IEu : 2 difficultés d'exploitation

    Si le quai en fond de port et l'arrière de la plateforme de l'aire de carénage ne présentent que de risques faibles le bord a quai sur 2 mètres de profondeur présente des risques forts d'effondrement.
  - Indice d'état IE: 1(minimum entre IEm et IEu)
- ✓ Autres quais
  - Indice sécuritaire IS : 2 stratégique

    Indice d'état mécanique IEm : 2 désordres mécaniques graves sans risque immédiat

  Les quais dans l'ensemble présentent des dégradations importants dans pour leurs structures que leurs organeaux d'amarrage
  - Indice d'état d'usage IEu : 2 difficultés d'exploitation

  Les risques de ruptures d'organeaux, et bollards cumulés à la corrosion des armatures béton pourrait rendre inapproprié les apparaux d'amarrage voir entrainer la déstabilisation des quais dont la structures est dégradée
  - Indice d'état IE: 2 (minimum entre IEm et IEu)

9.6.11.2 Précision

Le rapport a permis de mettre en avant un aspect particulier de l'état des ouvrages. La situation est très sensible pour les secteurs de l'aire de carénage et pour le quai des postes 85 à 59 ou le risque d'effondrement est envisageable à court terme. Pour les autres quais les ouvrages sont apparemment stables à court terme et par contre soumis à surveillance

Cette observation ne signifie pas qu'une détérioration brutale ne puisse pas se dérouler, mais elle permet de relativiser le caractère d'urgence des interventions à programmer. Cet élément est pris en compte dans les recommandations générales d'intervention.

9.6.11.3 Action à mener

En conséquence, les actions à envisager d'après la méthode VSC sont :

- ✓ Actions mécaniques envisageables :
  - Actions immédiates de mise en sécurité
  - Travaux provisoires
  - Investigations complémentaires (quai, mur, franchissement, posidonies)
  - Action de surveillance (mise en place d'un suivi régulier de l'évolution de la digue)
  - Suppression des parties dangereuses (et reconstruction)
  - Travaux de renforcement des secteurs moins critiques (Comblement des trous)
- ✓ Ce qui nous amène aux recommandations suivantes :

Tableau 21 DIAG Quais Actions à mener

IE	Actions quais		
	Niveau	**Type**	**Temporalité**
IE1	Quai des postes 85 à 59 Restreindre l'accès des a présent. Combler et ou étayer le quai pour assurer l'amarrage des navires	Action sécuritaire des personnes et des biens	Immédiat (MOA)
	Quai de l'aire de carénage : Les affouillements trés importants observés montrent que le quai, sur une profondeur importante, est affouillé et présente un risque d'effondrement Par ailleurs l'utilisation de la gue de levage pourrait paraitre dangereuse en cas d'entrainement des matériaux de remblais du terreplein au droit de la grue. Il est fortement conseillé de plus utiliser la grue tant que les affouillements ne sont pas comblés	Action sécuritaire des personnes	Immédiat (MOA)
	Quais de l'aire de carénage et des postes 85 à 59 : Mise en place d'un plan de suivi de l'évolution des affouillements, du nivellement des quais et de la plateforme	Action sécuritaire des biens	Immédiat (MOA)
	Quais de l'aire de carénage et des postes 85 à 59 : Faire un étude de reconstruction des quai et de portance de la grue	Action sécuritaire des biens	Immédiat (MOA)
IE2	Ensemble des quais : Mise en place de mesures observationnelles des affouillements constaté (*Evolution*) et de la stabilité des quais en maçonneries et/ou gabion	Action sécuritaire des personnes et des biens	Immédiat (MOA)
	Ensemble des quais : Changements des organeaux présentant une corrosion avancée,	Action sécuritaire des personnes et des biens	Immédiat (MOA)
	Ensemble des quais : Prévoir des travaux de comblement des affouillement de quai et/ou de remplacement des quais en maçonneries et de réparations des bétons (Couronnement)	Action sécuritaire des personnes et des biens	Court terme < 1 an

	Culée ponton avant-port : Restreindre l'accès des a présent. Combler et ou étayer le quai pour assurer l'amarrage des navires	Action sécuritaire des personnes et des biens	Immédiat (MOA)

9.7 APPONTEMENT

9.7.1 Appontement avant-port

Deux ponton sont existant et sont constitués :

- ✓ D'une partie fixe reposant sur des piles ;
- ✓ D'une partie flottante en about

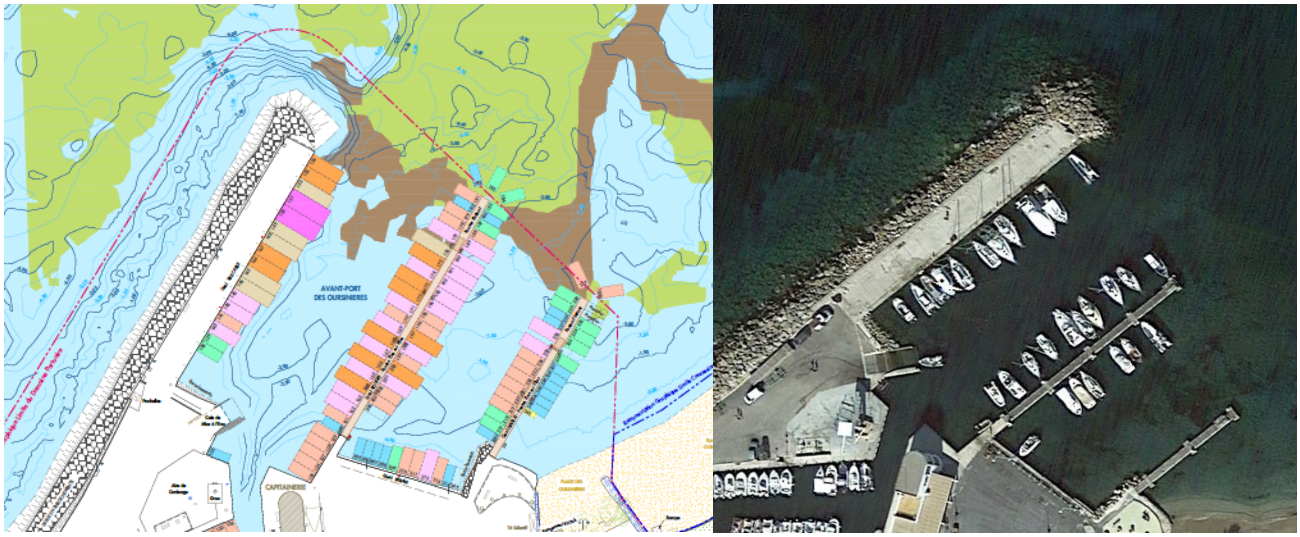


Figure 76 Appontements avant port

Les piles d'appuis sont de type bi-pieux entretoisés avec chevêtre béton

Ils comprennent :

- ✓ 3 pieux acier ø 115 ; Pieux remplis de coulis de béton et armature en barre d'acier interne ø 20mm
- ✓ Entretoise HEB avec colliers
- ✓ Chevêtre et poutres BA de rive,
- ✓ Platelage bois

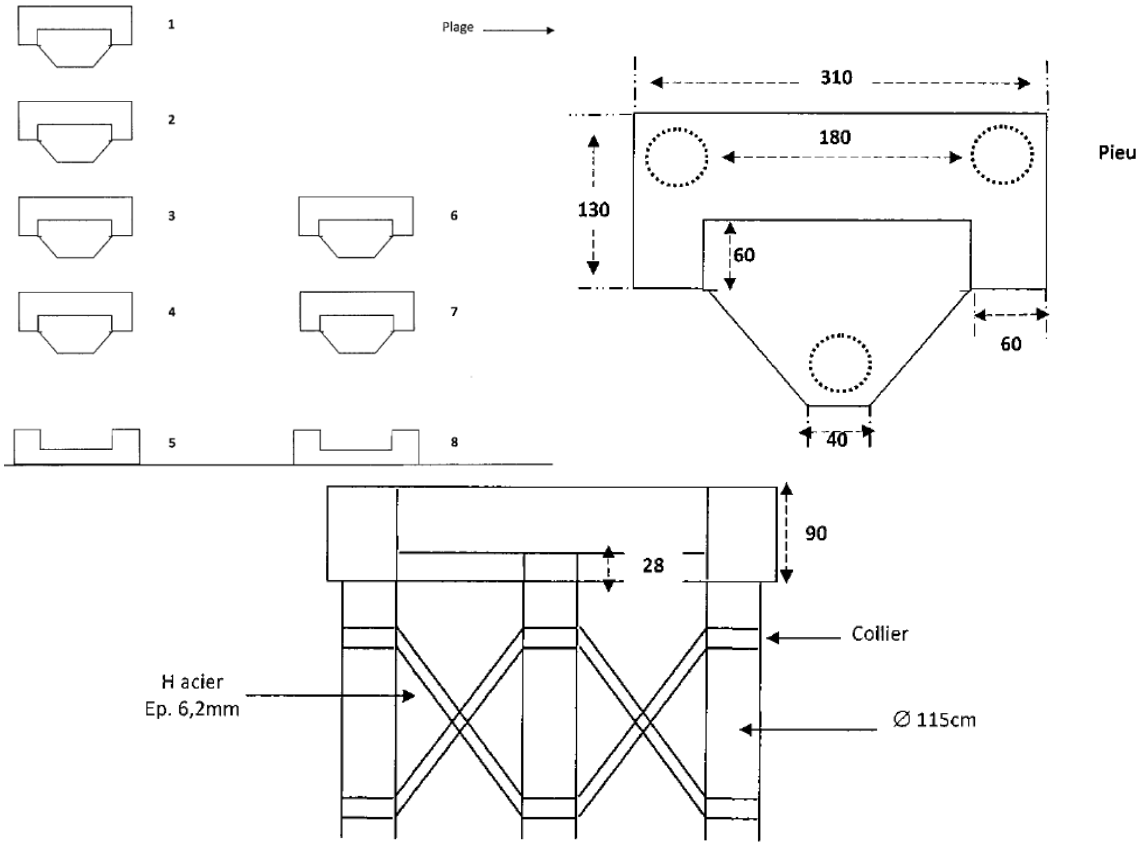


Figure 77 Details apuus des appontemenst fixes avant port @A.M.M

9.7.1.1 Ponton fixe sur piles n°1 postes 158 à 204

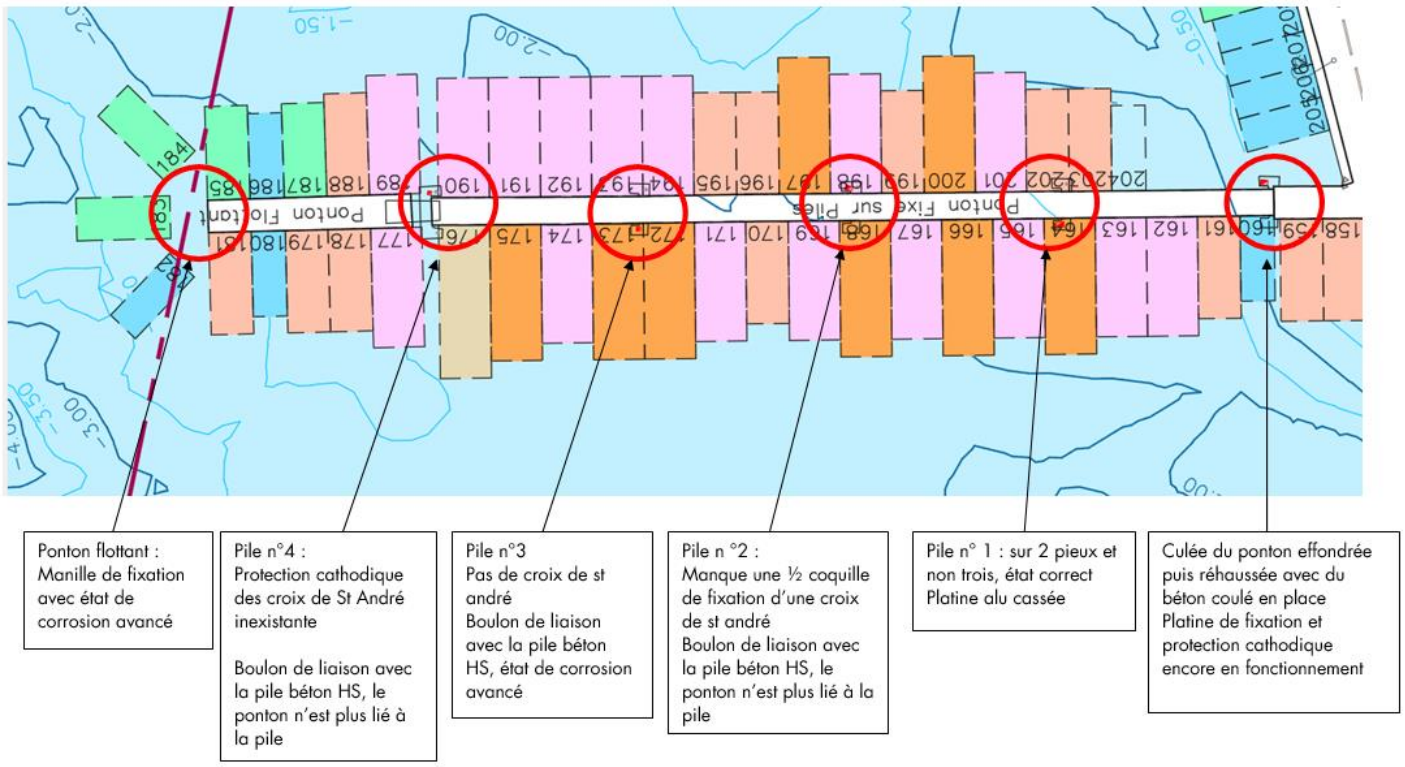




Figure 78 Pile 1 Gauche : Boulon de la platine HS ; Droite : Rupture de platine de fixation du ponton

En l'état le tablier, en cas de chocs (Houles et ou navires), peut se déplacer et se renverser



Figure 79 pile N°2 : manque demi-coqille de mainten de la croix de saint andré



Figure 80 Pile N°3 Gauche : Abcsence du contreventement des pieux et de protection cathodique; droite : Silentbloc neuf mais boulon de platine corrodés



Figure 81 Pile N°4 Gauche : Abcsence de protection cathodique; droite : Boulonnerie manquante sur les plaines de fixation

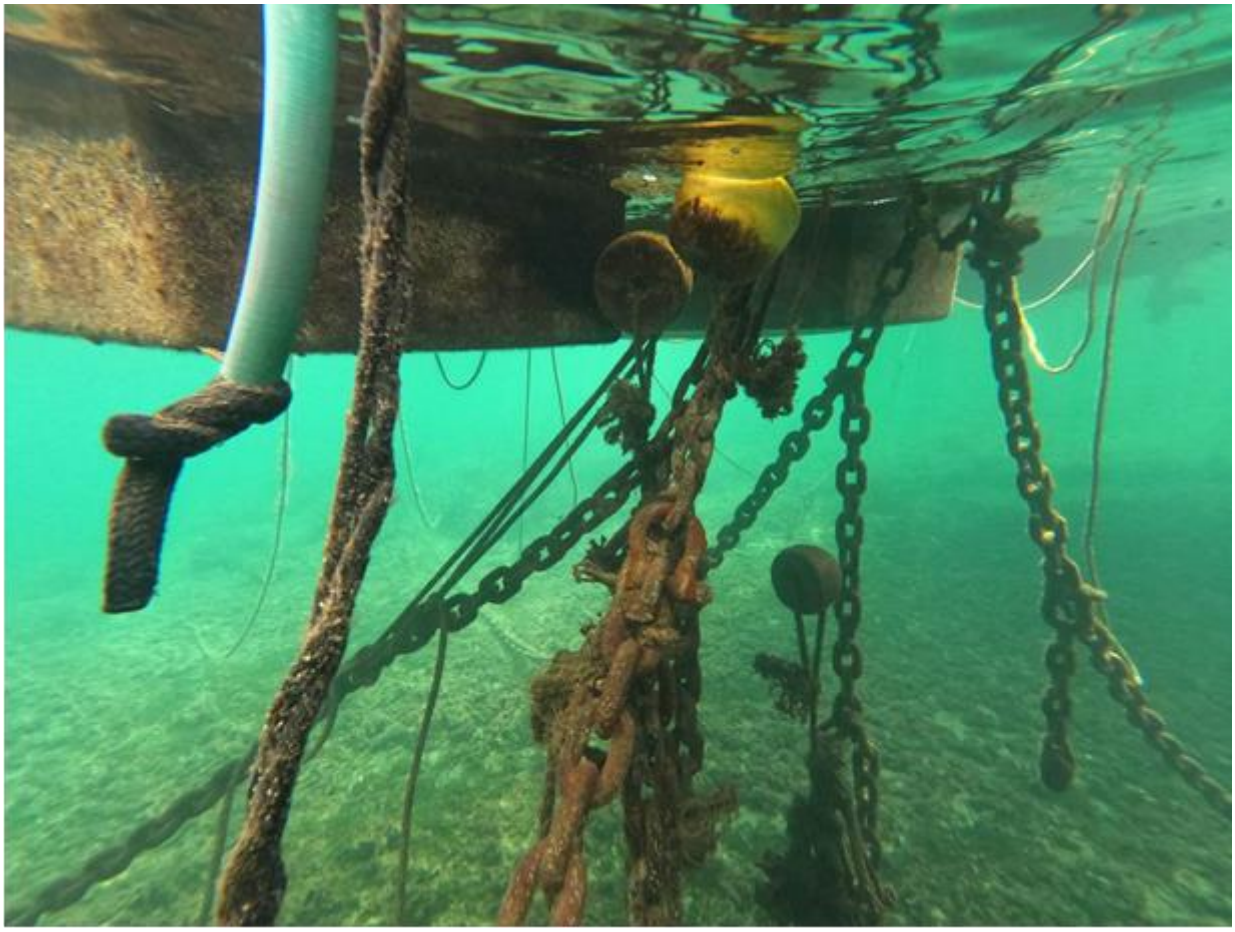


Figure 82 Ponton flottant : Manille de fixation HS, chaine corrodées

9.7.1.2 Ponton fixe sur piles n°2 postes 158 à 204

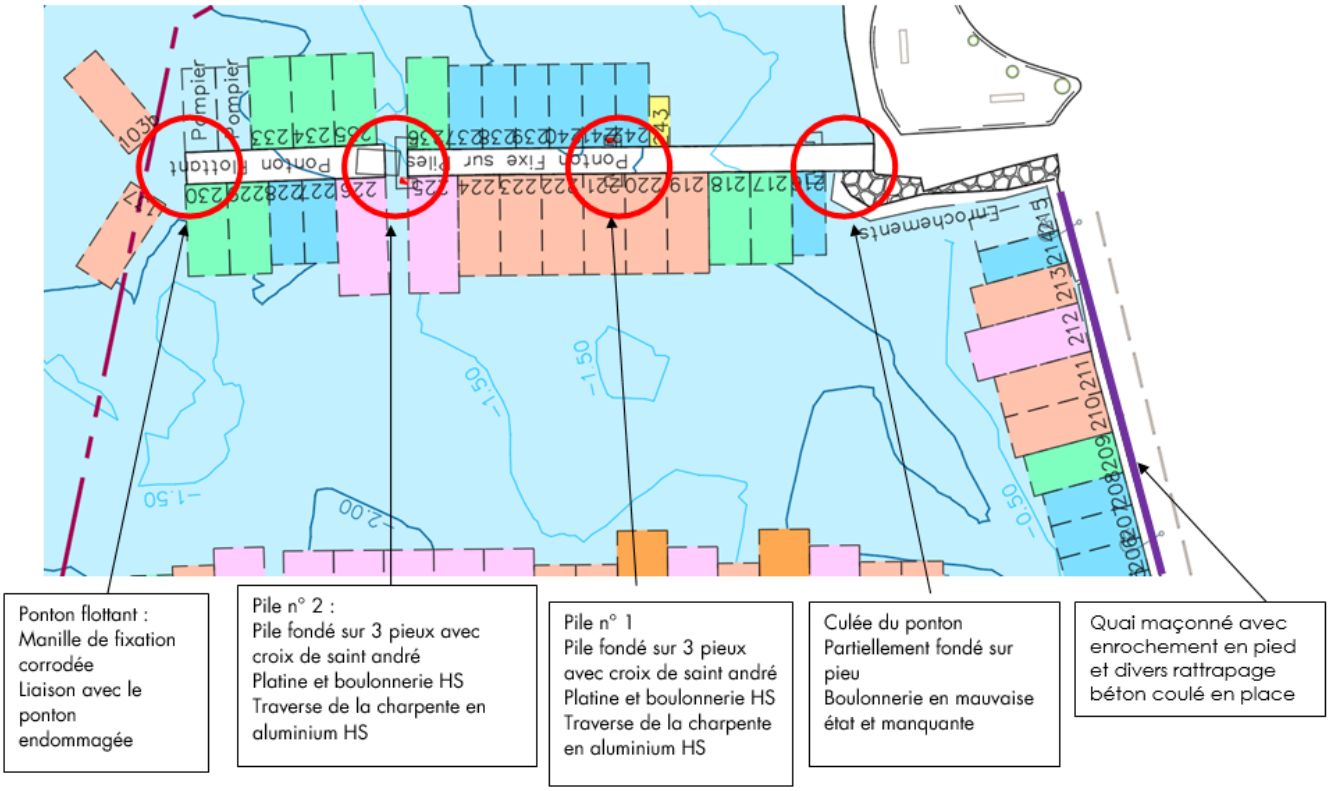




Figure 83 Gauche : Culée fondé partiellement sur pieu ; Droite : Platine ok mais traverse aluminium déformée



Figure 84 Pile n°1 : Gauche protection cathodique HS ; Droite : Silentbloc HS , boulonnerie manquante



Figure 85 Pile n°2 : Gauche protection cathodique HS, fixation croix de Saint andré ensouillée ; Droite : Traverse de fixation déformée

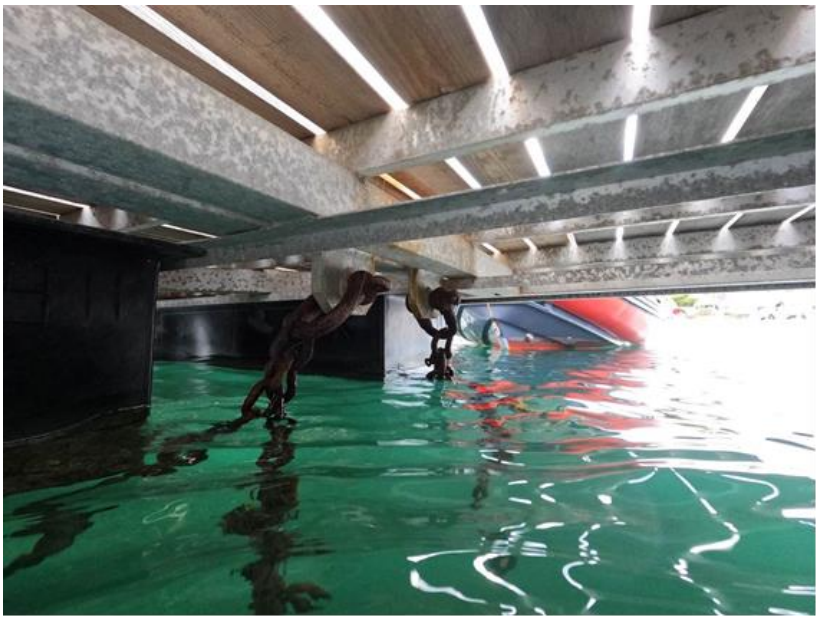


Figure 86 Ponton flottant : Manille de fixation avec état de corrosion avancé

9.7.2 Appontement postes 23 à 33 et 44 à 34

Un appontement est fixe et repose sur :

- ✓ Piles béton
- ✓ Chevêtres acier avec 4 IPN 200 mm,
- ✓ Poutre de rive long 12 ml IPN 200
- ✓ Tablier bois acier

L'ouvrage est vétuste et en fin de vie avec des partie métalliques très agressées par la corrosion notamment les chevêtres des tabliers

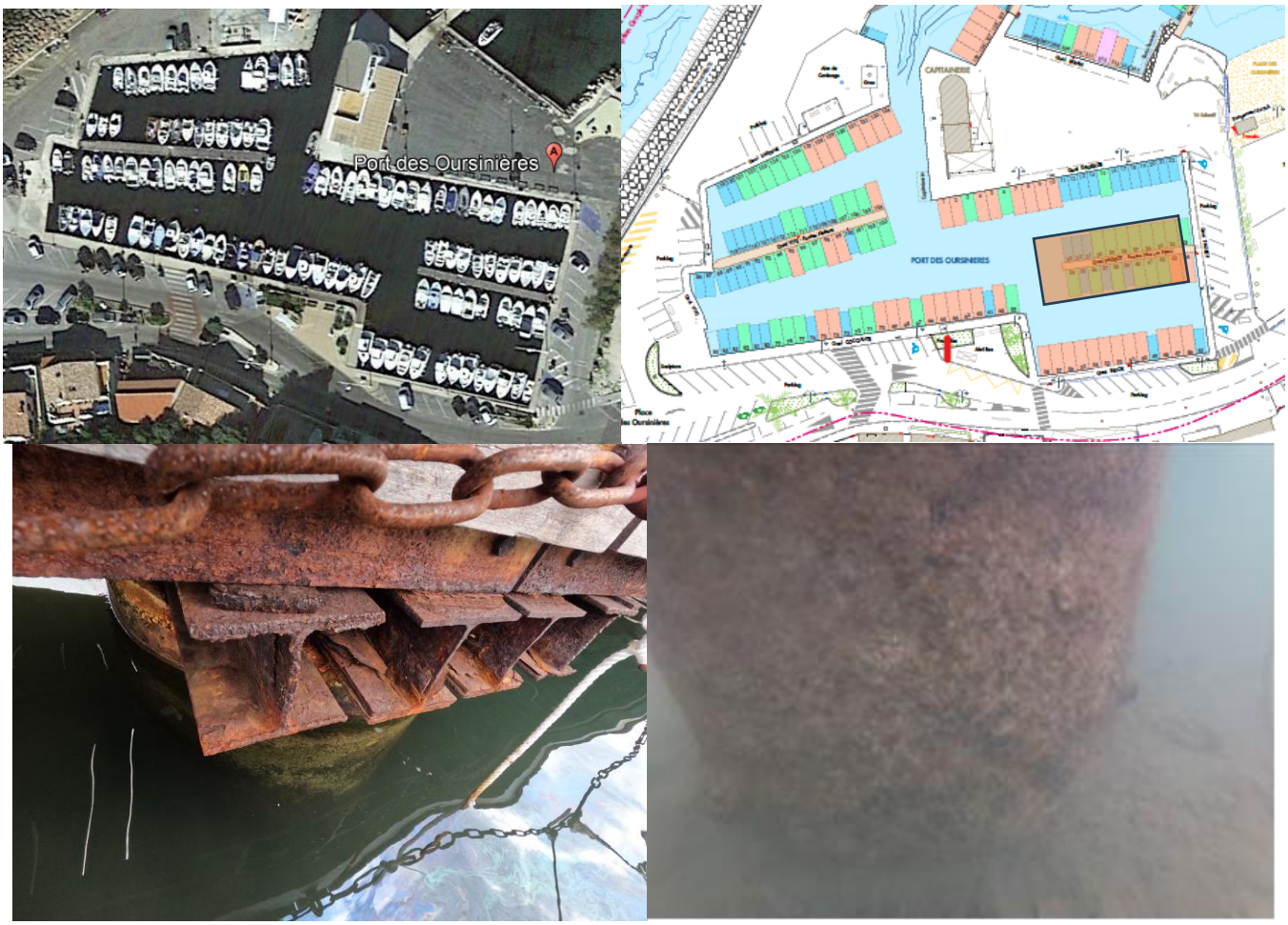


Figure 87 Gauche Chevetres des tabliers corrodés - Droite : pille beton en bon etat



Figure 88 tablier en bon etat

9.7.3 Appontement postes 88 à 103 et 118 à 104

Un appontement Flottant qui **présente un état de fatigue avancé et notamment des chaines de fixation**



Figure 89 Appontement flottant interieur

9.7.4 Application de la méthode aux appontements

9.7.4.1 Evaluation

L'évaluation des critères en fonction du diagnostic des ouvrages est la suivante :

- ✓ Indice sécuritaire IS = 2 stratégique
- ✓ Indice d'état mécanique IEm : 1 désordres nécessitant des actions préventives

  Il est nécessaire d'assurer le contreventement des pieux et la protection cathodique. Les liaisons tablier piles sont à remplacer, chaines des pontons flottants a mettre en ordre et manilles a remplacer

  Le tabliers flottants présentent une usure avancée
- ✓ Indice d'état d'usage Eu= 2 difficultés d'exploitation

  L'absence de contreventements des pieux, l'état des silentblocs dégradés comme les pontons flottants et ou chaines associées pourrait être une sources de renversement des tabliers en cas de chocs
- ✓ Indice d'état IE = 3 (minimum entre IEm et IEu)

9.7.4.2 Précision

Le rapport a permis de mettre en avant un aspect particulier de l'état des ouvrages. La situation est sensible pour la culée du ponton 1 qui présente un risque d'effondrement

Les ouvrages semblent néanmoins stables hormis les parties flottantes

Cette observation ne signifie pas qu'une détérioration brutale ne puisse pas se dérouler, mais elle permet de relativiser le caractère d'urgence des interventions à programmer. Cet élément est pris en compte dans les recommandations générales d'intervention.

9.7.4.3 Action à mener

En conséquence, les actions à envisager d'après la méthode VSC sont :

- ✓ Actions mécaniques envisageables :
  - Actions immédiates de mise en sécurité,
  - Travaux provisoires,
  - Investigations complémentaires (quai, mur, franchissement, Posidonies),
  - Action de surveillance (mise en place d'un suivi régulier de l'évolution de la digue),
  - Suppression des parties dangereuses (et reconstruction),
  - Travaux de renforcement des secteurs moins critiques (comblement des trous).Ce qui nous amène aux recommandations suivantes :

Tableau : 22 DIAG Digue Actions à mener

IE	Actions Appontements		
	Niveau	Type	Temporalité
IE2	Reprendre les contreventements des pieux et silentblocs. Conforter la culée de l'appontement 1	Action sécuritaire des personnes et des biens	Immédiat (MOA)
	Mise en place d'un plan de suivi après chaque coup de mer	Action sécuritaire des biens	Immédiat (MOA)

9.8 RESEAUX

9.8.1 Alimentation eau et électricité

L'alimentation des postes d'amarrage se fait via un réseau crampée sur les bords à quai pour 1 borne à chaque ponton et tous les 20 m à quai

Globalement hormis les bornes qui semblent en bon état les réseaux sont obsolètes

9.8.2 Réseau EP

L'ensemble du réseau est minimal. Globalement les eaux de surface des terrepleins s'écoulent directement dans le port C

3 exutoires se jettent dans le port (Diamètres 125 à 200 mm) sans qu'il soit connu ce qu'ils drainent

9.8.3 Assainissement

La capitainerie est raccordée à l'assainissement

9.9 TERRE-PLEIN

9.9.1 Généralités

Le terreplein représente **11 144 m²** et se compose de certaines particularités en recevant à la fois :

- ✓ Les terrepleins propres au port,
- ✓ Une aire de carénage,
- ✓ Un terrain de boule,
- ✓ Une plage,
- ✓ Une digue,
- ✓ Les voies de dessertes pour les véhicules du hameau, des habitations et des commerces

Ces différentes zones sont décrites en surface dans le tableau et géographiquement repérées ci-dessous

Principalement le revêtement est bitumineux dans un état moyen

Tableau 23 Surfaces terreplein

Synthese
Port des Oursinères

Surfaces	Unité	Port actuel
Surface emmergée	m²	**11 144**
Surface terre plein	m²	**8 308**
Surface chantier et/ou aire de carenage	m²	*240*
Surface Digue	m²	**1 598**
Surface plage	m²	**326**
Surface Terrain de boule	m²	**912**

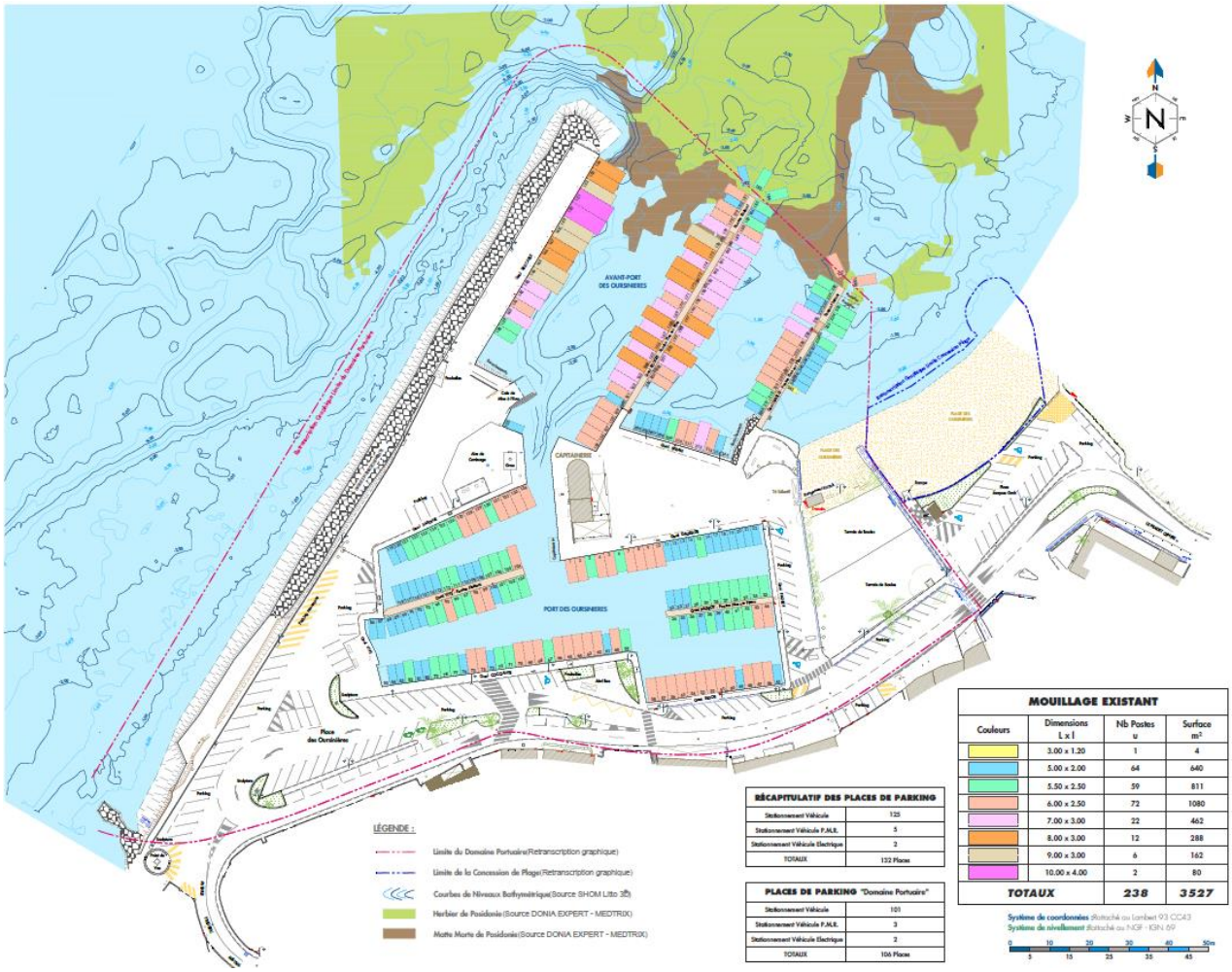


Figure 90 Représentation graphiques des zones du terreplein Oursinières

9.9.2 Déchets

La gestion des déchets est faites via des containers et tri avec un point propre en dehors du périmètre portuaire

Suivant la référence ports propres ces équipements sont en deçà du minimum. Inexistence de traitement des rejets sur l'aire de carénage ni de point propre







Figure 91 Reperage collecte des dechets

9.9.3 Sanitaire



Figure 92 Sanisette terrain de boule

La capitainerie abrite 1 toilette, 1 douche et 1 lavabo pour 238 postes à quai.

Au droit de la plage et du terrain de boule est installé une sanisette

Pour mémoire le Règlement Sanitaire Départemental prévoit des équipements en rapport *avec* le nombre de postes à ·quai selon les critères exposés suivants :

- ✓ Par tranche de 25 postes d'amarrage : 1 WC, 1 urinoir, 1 douche, 1 lavabo,
- ✓ Par tranche de 50 postes : 1 bac à laver,
- ✓ Capacité > 400 postes mais < 1000 : Abattement de 5 % par tranche supplémentaire de 100 postes applicable au nombre total d'appareils résultant du calcul précédent

L'installation est donc insuffisante

9.10 Zone sableuse : Plage des Oursinieres

Plage adaptée aux familles. Sable et galets, fond sableux et rocheux, 100 M de long. Environnement naturel exceptionnel et protégé. 1 parking gratuit, 1 sanisette.

Une partie de la plage est dans le périmètre portuaire et représente un ensemble avec le domaine de plage naturelle. La partie portuaire reçoit les installations de stockage de kayak géré par la régie

Il s'agit d'une plage de poche à faible profondeur (Largeur de plage) donc soumise aux effets de la houle et de la submersion

Les sable sont assez grossiers présentant un mélange de sable et petits galets (20 mm moyen)



Figure 93 Constatition de la plage Petits galets et sable + Rack à kayacs



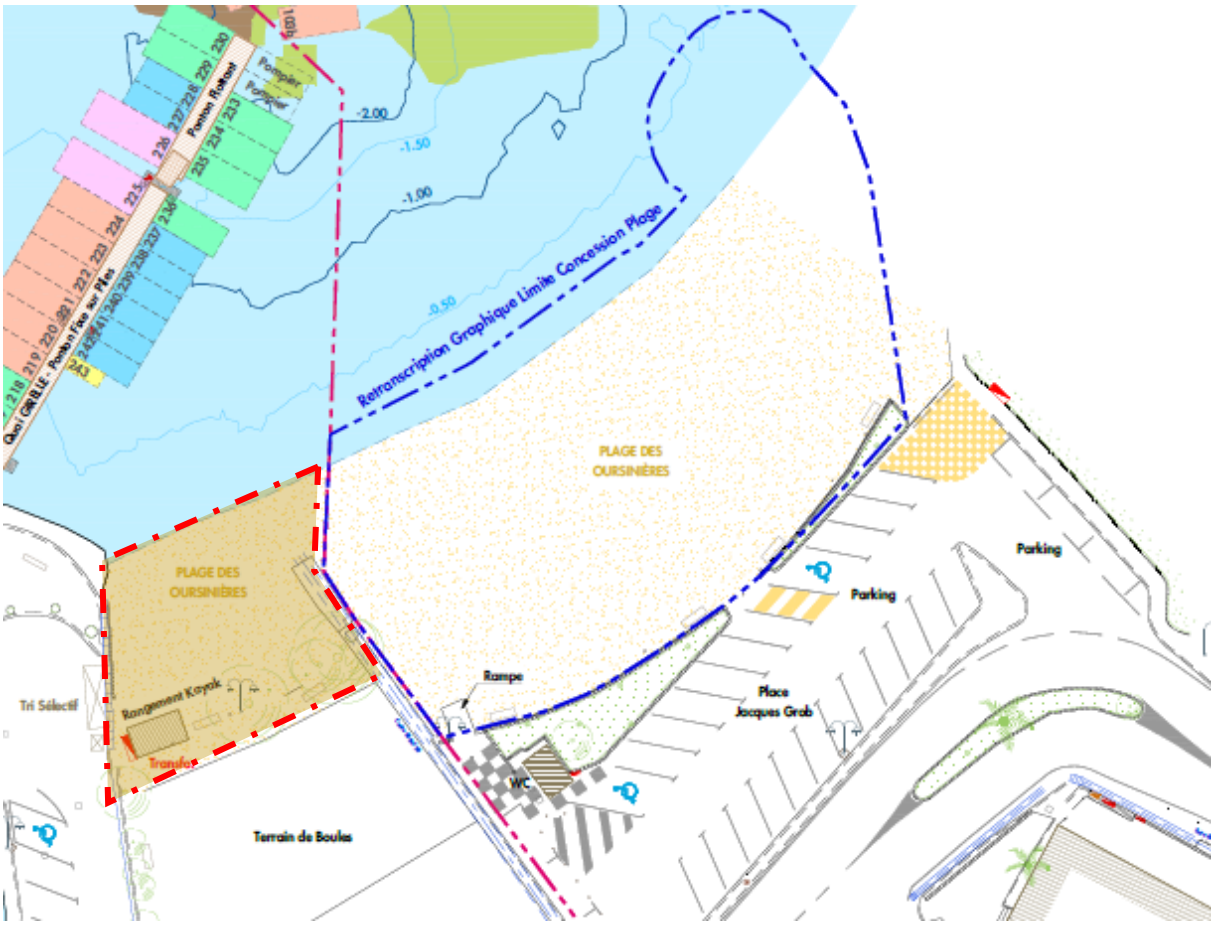


Figure 94 Reperage zone de plage dans perimetre portuaire

Le profil des eaux de baignade y est excellent malgré les sources de pollutions que représentent :

- ✓ Le port,
- ✓ Les canaux pluviaux et déversoir d'orage,
- ✓ Le poste de relevage des eaux usées

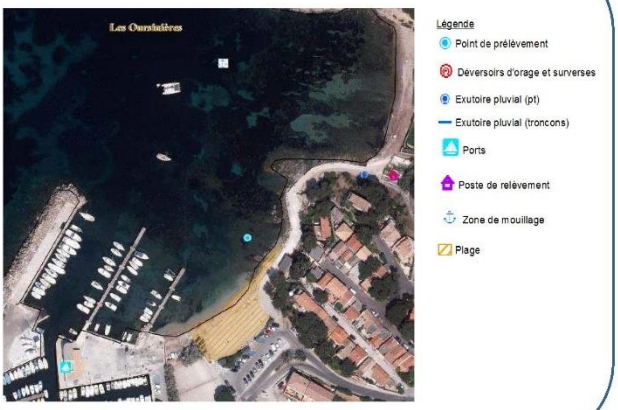
PROFIL DE LA ZONE DE BAIGNADE DES OURSINIERES
LE PRADET

Date d'élaboration du profil : juin 2023

Caractéristiques de la zone de baignade

Nom : Plage des Oursinières
Commune : Le Pradet
Département : VAR
Région : Provence Alpes Côte d'Azur
Responsable baignade : Le Maire M. Hervé STASSINOS
Période de surveillance : Plage surveillée du 27 au 29 mai, puis du 1er juin au 31 août 2023.
Fréquentation moyenne journalière saison balnéaire : **300 estivants**

Carte de la zone de baignade



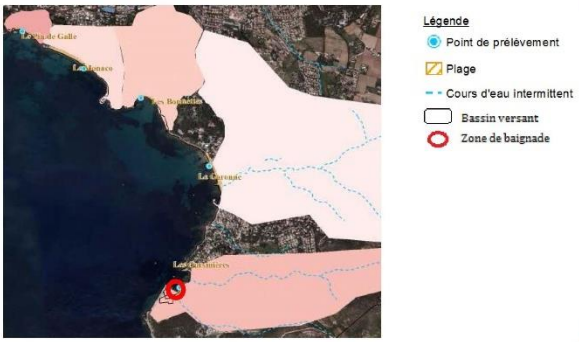
Qualité bactériologique de la zone de baignade

Années	2019	2020	2021	2022
Classement	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent

Episodes de pollution des 4 dernières années

Date	Type de pollution	Origine de la pollution	Fermeture de la plage
-	-	-	-

Carte de la zone d'étude



Inventaire des sources de pollution et mesures de gestion

Sources de pollution	Impact	Indicateurs		Mesures de gestion/procédures		Plan d'actions
Port	***			Société Nautique du Ports des Oursinières (SNPO)	Réalisation d'analyses en **Gestion Active** Si : -Analyse bactériologique non conforme - Identification d'un rejet potentiellement polluant Campagne d'analyses rapides : **Gestion de crise**	
Canaux pluviaux	*	Ecoulement et odeur par l'exutoire	Auto surveillance *E. coli* x<250bact/100ml *Entérocoques* x<370bact/100ml	Commune du Pradet : suivi du collecteur pluvial / vérification visuelle: débit nul		
Déversoir d'orage	**	Ecoulement et odeur par l'exutoire				
Zone de mouillages	**					Sensibilisation des plaisanciers
Poste de relevage et réseau EU	**	Déversement du poste de relevage		Veolia et TPM assainissement : suivi du poste de relevage et du réseau EU / alerte en cas de dysfonctionnement		Contrôle, entretien et maintenance / Maitrise des rejets pluviaux

Figure 95 Profils des eaux de baignades les Oursinières

9.11 SEDIMENTS PORTUAIRES

9.11.1 Investigations réalisées en 2002

La société ERAMM a réalisé un diagnostic environnemental et notamment sur la qualité des sédiments dans le port suivant le schéma ci-dessous

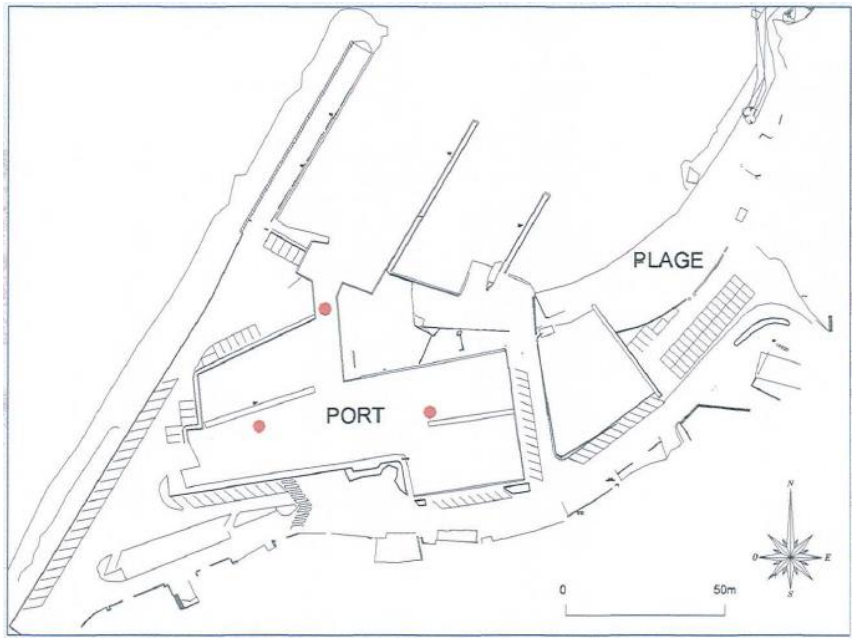


Figure 96 Diagnostics qualités des sediments realisés en 2014 @ERAMM

Cette campagne a mis en évidence des sols pollues avec des dépassements de niveau 2 en Arsenic, Cuivre, Mercure, Plomb

Date du prélèvement : 11/09/02		Niveau N°1	Niveau N°2
Métaux lourds (mg/kg sec)		(mg/kg sec)	(mg/kg sec)
Aluminium	45070	-	-
Arsenic	36,2	25	50
Cadmium	0,35	1,2	2,4
Chrome	27	90	180
Cuivre	181	45	90
Mercure	0,72	0,4	0,8
Nickel	14	37	74
Plomb	128	100	200
Zinc	162	276	552
Polychlorobiphényles (PCB) (mg/kg sec)			
PCB totaux		500	1000
PCB congénère 28	0,94	25	50
PCB congénère 52	1,36	25	50
PCB congénère 101	10,50	50	100
PCB congénère 118	12	25	50
PCB congénère 138	10,71	50	100
PCB congénère 153	14,20	50	100
PCB congénère 180	4,94	25	50

Hydrocarbures polyaromatiques (HPA) (µg/kg)	
Anthracène	2
Pyrène	128
Benzo(a)anthracène	115
Chrysène	77
Benzo(b)fluoranthène	105
Benzo(k)fluoranthène	59
Benzo(a)pyrène	58
Dibenzo(a,h)anthracèn	15
Benzo(g,h,i)pérylène	81
Indéno(1;2;3;d)pyrèn	89
Naphtalène	11
Acénaphtylène	57
Acénaphtène	<1
Fluorène	<1
Phénanthrène	19
Fluoranthène	123
Organostanniques (µg/kg)	
TBT	383
DBT	152
MBT	135

Figure 97 Resultats qualités des sediments realisés en 2014 @ERAMM

9.11.2 Investigations en 2023

Une nouvelle campagne a été réalisée au titre de la présente mission de maitrise d'œuvre suivant le plan d'implantation ci-dessous

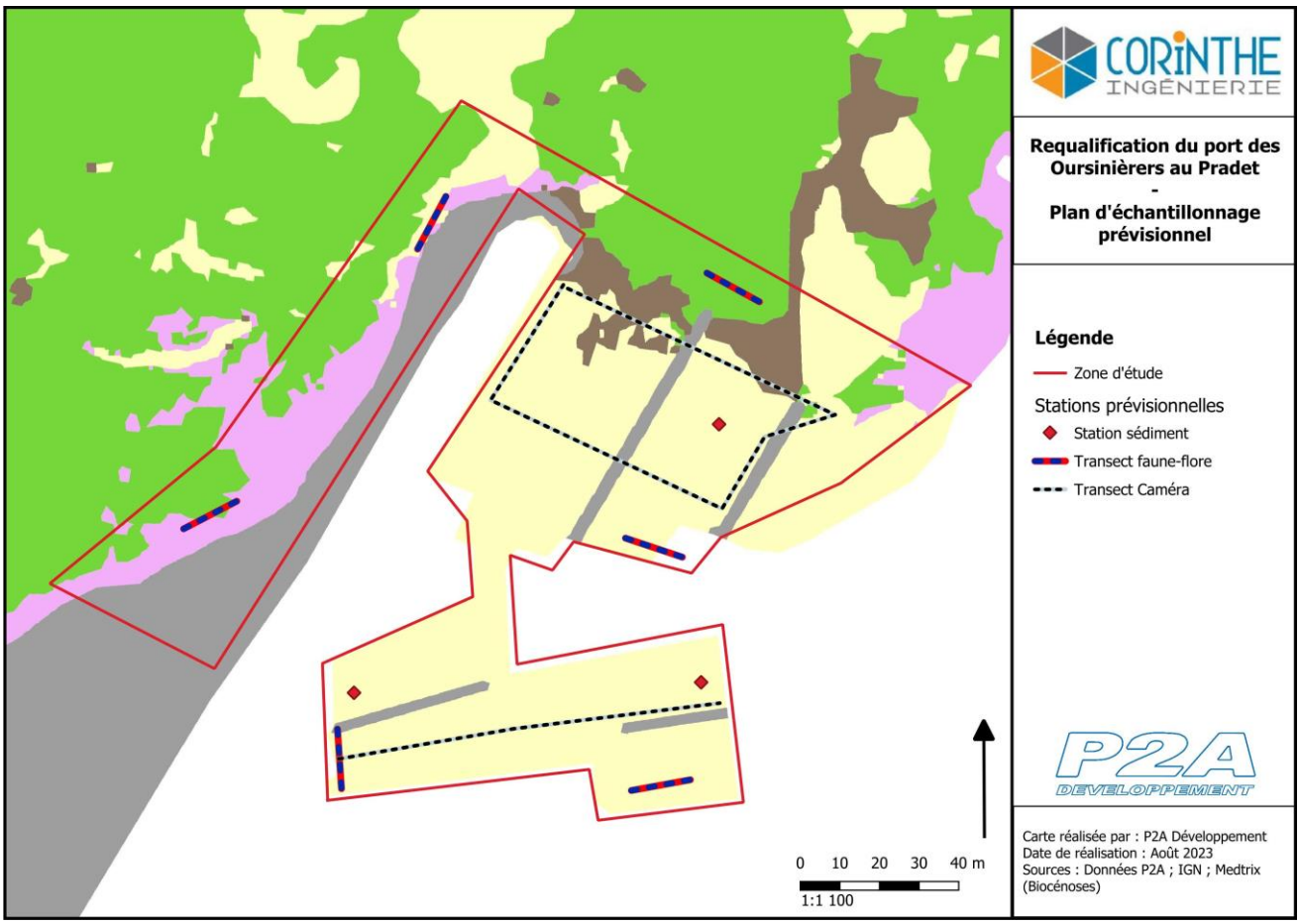


Figure 98 Implanations prelevements sediments 2023 @CORINTHE /P2A

Station	Profondeur	Coord.GPS	Couleur	Odeur	Observations (faune / flore, etc.)
S1	1,40	43,08482 6,01965	Noire	Oui	Macro-déchets
S2	1,20	43,08482 6,01858	Noire	Oui	Macro-déchets
S3	3,40	43,08539 6,01972	Gris foncé	Un peu	

Les échantillons prélevés ont été analysés par le laboratoire Eurofins. Les résultats sont présentés ci- dessous.

9.11.2.1 Granulométrie

La figure ci-dessous représente la composition granulométrique des échantillons de sédiments mesurée par la granulométrie laser (particules <2 mm).

Du point de vue de la granulométrie, les sédiments marins se divisent en deux grandes catégories :

- ✓ Les sédiments fins, composés de particules inférieures à 63 µm de diamètre. Riches en matière organique, ils contiennent une quantité appréciable de sulfures et, présents en quantités, ils favorisent l'apparition de conditions anoxiques qui renforcent l'immobilisation de nombreux contaminants, tant qu'ils ne sont pas remis en suspension.
- ✓ Les sédiments grossiers, constitués d'éléments dont la granulométrie est supérieure à 63 µm, sont subdivisés en sables (de 63 µm à 2mm) et graviers (>2 mm). Généralement pauvres en matière organique ces sédiments ont une faible capacité de rétention des contaminants. Ces matériaux sont en général peu contaminés, sauf s'ils se trouvent à proximité d'un rejet. (RLM, Ifremer)

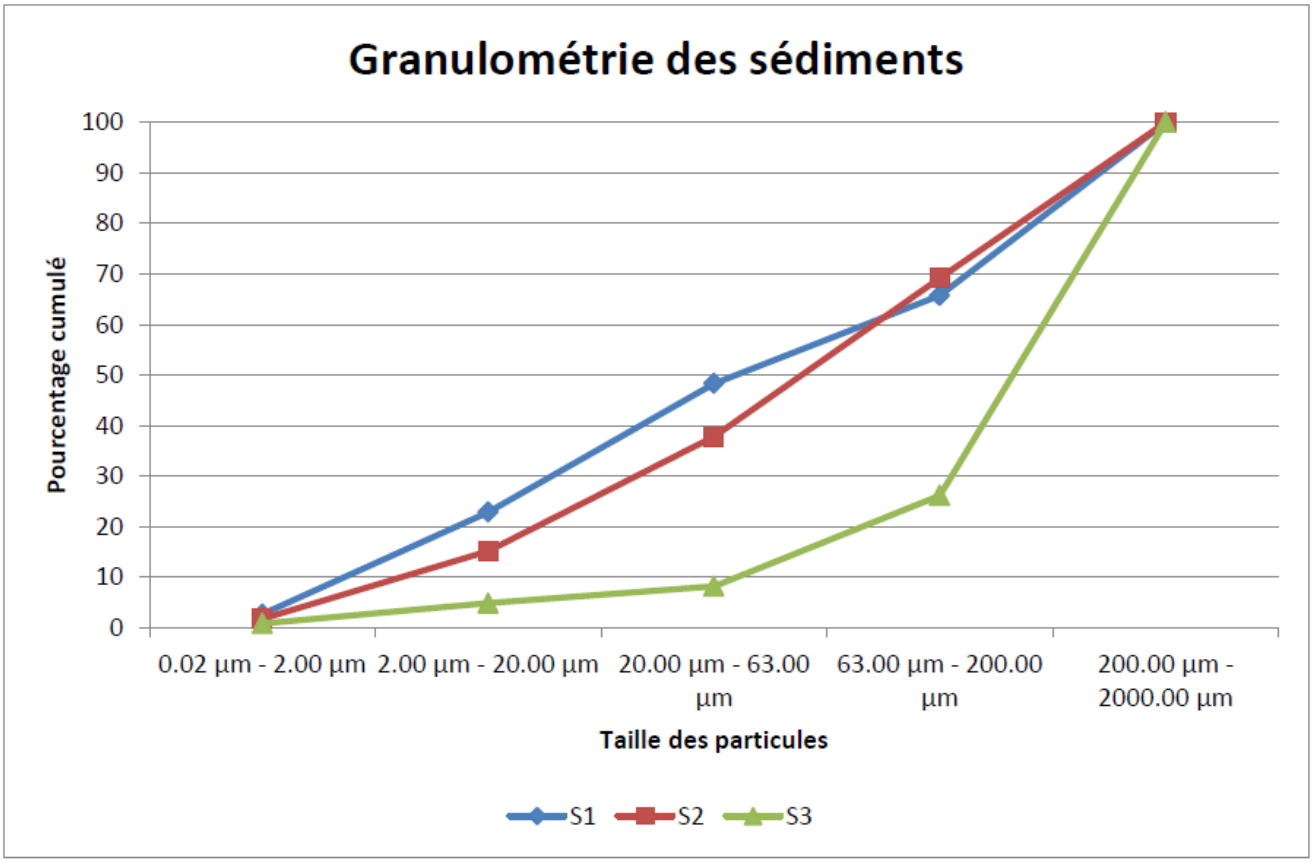


Figure 99 Graphique représentant les sédiments selon leur composition granulométrique

On observe que les sédiments sont de nature plutôt homogène pour les stations S1 et S2, avec une proportion importante de particules fines (40 à 50 %) tandis que la station S3 présente moins de 10% de fines.

Station	S1	S2	S3
Limons et argiles (%<63 µm)	48,3	37,8	8,2
Sables fins (63 µm < % < 200	17,4	31,4	18,0
Sables moyens à grossiers (200	34,3	30,1	73,9
Refus pondéral à 2 mm (% PB)	22,1	37,5	<1
Médiane	68,489	94,187	289,85
Typologie des sédiments	Vases sableuses	Vases sableuses	Sables fins plus ou moins envasés

Les sédiments du port sont de type vases sableuses alors que la station située dans l'avant-port est de type sables fins, plus ou moins envasés.

9.11.2.2 Qualité physicochimique

Les analyses de la qualité des sédiments menées en laboratoire ont fourni les résultats suivants :

Tableau 24 Paramètres physico-chimique des sédiments

Paramètres	unité	S1	S2	S3
Matière sèche	% P.B.	32,2	19,7	70,8
Masse volumique	g/cm³	1,33	1,15	1,68
Matière organique (Perte au	% MS	13,2	17,8	16,8
pH		8,8	8,2	8,9
Azote Kjeldahl	g/kg MS	4,6	6,9	<0,5
Carbone Organique Total	mg/kg MS	53 500	92 400	<5 010
Phosphore	mg/kg MS	392	380	72,6
Phosphore total (P2O5)	mg/kg MS	898	872	166
Aluminium	mg/kg MS	6 120	4 180	1200

L'aluminium, hors apport spécifique, est généralement considéré comme un constituant des argiles et donc représentatif des sédiments fins. Dans ce cas, un sédiment riche en aluminium adsorbera plus les contaminants qu'un sédiment pauvre en cet élément.

De la même façon, les sédiments fins et riches en carbone organique ont une forte capacité d'adsorption des contaminants organiques. (RLM, Ifremer)

Les teneurs en nutriments (azote, phosphore) sont très basses dans l'avant-port. Le taux d'aluminium et de COT est plus élevé pour les stations S1 et S2, en cohérence avec la grande quantité de particules fines observée au niveau granulométrique.

9.11.2.3 Paramètres de contamination

Tableau 25 Résumé des différentes sources et voies d'introduction des composés recherchés (RLM, Ifremer)

Contaminants	Utilisations	Sources
Métaux		
Arsenic	Pesticides Traitement des bois Préparations phytosanitaires Industrie du verre	Sols Combustion du charbon Agriculture
Cadmium	Batteries, peintures, traitement de surface des aciers, décoration des porcelaines, antiseptiques.	Activités métallurgiques Incinération des déchets Caoutchouterie Emaillerie
Chrome	Traitement des bois Technologie des matériaux	Industrie chimique Métallurgie
Cuivre	Peintures antis-salissures, traitement des bois, produits phytosanitaires, réseaux de distribution d'eau	Zones portuaires, Agriculture Industries électriques et chimiques
Mercure	Fabrication de chlore, catalyseurs, pigments, fongicides, piles	Incinération des déchets, combustion de charbon Industries chimiques, Agricultures
Nickel	Combustibles fossiles Production de métaux non ferreux	Activité volcanique Erosion éolienne Métallurgie
Plomb	Carburant (antidétonant), fabrication d'accumulateurs	Véhicules motorisés, industries électriques
Zinc	Peintures antis-salissures Produits pharmaceutiques et phytosanitaires Piles Réseaux d'évacuation des eaux pluviales, etc.	Erosion des sols, végétation et volcanisme Métallurgie et chimie Zones portuaires, agriculture Combustion des bois et des charbons, incinération des déchets
Contaminants organiques		
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)		Rejets pétroliers, déchets urbains et industriels, lessivage des sols, feu de forêts, combustion des charbons et pétroles
Polychlorobiphényles (PCB)	Fluides diélectriques	Remplissage et retraitement des systèmes clos, rejets urbains, décharges
TBT	Peintures antis-salissures	Zones portuaires Industrie chimique

Tableau 26 Paramètres de qualité des sédiments

	Station	S1	S2	S3	NIVEAU N1	NIVEAU N2
	Date	11/08/2023				
Paramètres	unité					
Éléments traces						
Arsenic	mg/kg	29,50	27,90	8,34	25	50
Cadmium	mg/kg	0,55	1,40	<0.10	1,2	2,4
Chrome	mg/kg	28,90	28,60	5,31	90	180
Cuivre	mg/kg	929,00	691,00	13,00	45	90
Mercure	mg/kg	0,48	0,29	<0.10	0,4	0,8
Nickel	mg/kg	15,70	19,80	3,65	37	74
Plomb	mg/kg	116,00	87,50	10,40	100	200
Zinc	mg/kg	509,00	704,00	43,30	276	552
Polychlorobiphényles (PCB)						
PCB congénère 28	µg/kg	<1,1	<1,1	<1	5	10
PCB congénère 52	µg/kg	2,0	<1,1	<1	5	10
PCB congénère 101	µg/kg	4,2	<1,1	<1	10	20
PCB congénère 118	µg/kg	6,7	<1,1	<1	10	20
PCB congénère 138	µg/kg	9,2	3,6	<1	20	40
PCB congénère 153	µg/kg	9,9	3,7	<1	20	40
PCB congénère 180	µg/kg	2,7	1,4	<1	10	20
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)						
Naphtalène	µg/kg	110	1700	<2	160	1 130
Acénaphtène	µg/kg	28	44	<2	15	260
Acénaphtylène	µg/kg	26	27	<2	40	340
Fluorène	µg/kg	45	160	<2	20	280
Anthracène	µg/kg	40	22	<2	85	590
Phénanthrène	µg/kg	290	210	<2	240	870
Fluoranthène	µg/kg	190	110	<2	600	2 850
Pyrène	µg/kg	160	100	<2	500	1 500
Benzo [a] anthracène	µg/kg	82	77	2,70	260	930
Chrysène	µg/kg	93	83	3,40	380	1 590
Benzo [b] fluoranthène	µg/kg	150	110	3,70	400	900
Benzo [k] fluoranthène	µg/kg	51	45	<2	200	400
Benzo [a] pyrène	µg/kg	86	73	<2	430	1 015
Di benzo [a,h] anthracène	µg/kg	22	31	<2	60	160
Benzo [g,h,i] pérylène	µg/kg	81	70	<2	1 700	5 650
Indéno [1,2,3-cd] pyrène	µg/kg	82	61	2,30	1 700	5 650
Tributylétain						
Tributylétain (TBT)	µg/kg	300	210	<2.0	100	400
Dibutylétain (DBT)	µg/kg	190	130	<2.0		
Tétrabutylétain (TeBT)	µg/kg	<10	<10	<10		
Monobutylétain (MBT)	µg/kg	200	100	2,2		
Triphénylétain (TPhT)	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0		
MonoOctyletain (MOT)	µg/kg	3,1	2,9	<2.0		
DiOctyletain (DOT)	µg/kg	3,1	6,1	<2.0		
Tricyclohexyletain (TcHexT)	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0		

On observe que **les sédiments sont inférieurs au niveau N1,** pour tous les paramètres testés**, pour la station S3**. En revanche, on constate des **dépassements des seuils pour plusieurs paramètres pour les stations S1 et S2**, pour l'arsenic, le cadmium (seulement S2), le cuivre (supérieur à N2), le mercure et le plomb (uniquement pour S1), le zinc (supérieur à N2 pour S2), ainsi que pour plusieurs HAP et pour le TBT.

9.12 BALISAGE MARITIME

Le balisage est issu de l'ARRETE PREFECTORAL N° 079/2019 règlementant la navigation, le mouillage des navires, la plongée sous-marine et la pratique des sports nautiques de vitesse dans la bande littorale des 300 mètres bordant la commune du PRADET (Var)

Pour la zone d'étude la plage des Oursinières comprend :

- ✓ Une zone interdite aux embarcations motorisées ou à moteur (ZIEM) d'une largeur de 652 mètres et sur une profondeur maximale de 130 mètres telle que représentée sur les cartes, s'étendant du Collet Redon et du Vieux Moulin situé à l'est du port des Oursinières jusqu'à la digue du Port de la Garonne.
- ✓ Un chenal portuaire d'une largeur de 30 mètres jusqu'à la limite de la bande littorale des 300 mètres. Les véhicules nautiques à moteur sont autorisés à l'emprunter.

Les chenaux définis sont réservés aux navires, embarcations et engins immatriculés motorisés ou à moteur ainsi qu'aux véhicules nautiques à moteur (VNM).

Ces chenaux, qui ne peuvent être empruntés que par l'une des extrémités, sont destinés au transit et ne doivent pas être utilisés comme zones d'évolution. A l'intérieur de ces chenaux, la navigation limitée à 5 nœuds doit s'effectuer de manière directe et continue. Le stationnement et le mouillage ainsi que la plongée sous-marine y sont interdits. Les engins non immatriculés de type planche à voile et dériveurs légers venant du large sont autorisés pour rejoindre le rivage, à transiter par le chenal portuaire de la Garonne.

Dans les ZIEM définies à l'article 1, la navigation et le mouillage des navires (ainsi qu'à leurs annexes motorisées), embarcations et engins immatriculés motorisés ou à moteur sont interdits. Ces interdictions s'appliquent également, lorsqu'ils viennent du large, aux engins non immatriculés motorisés ou à moteur. La pratique de la plongée sous-marine y est également interdite

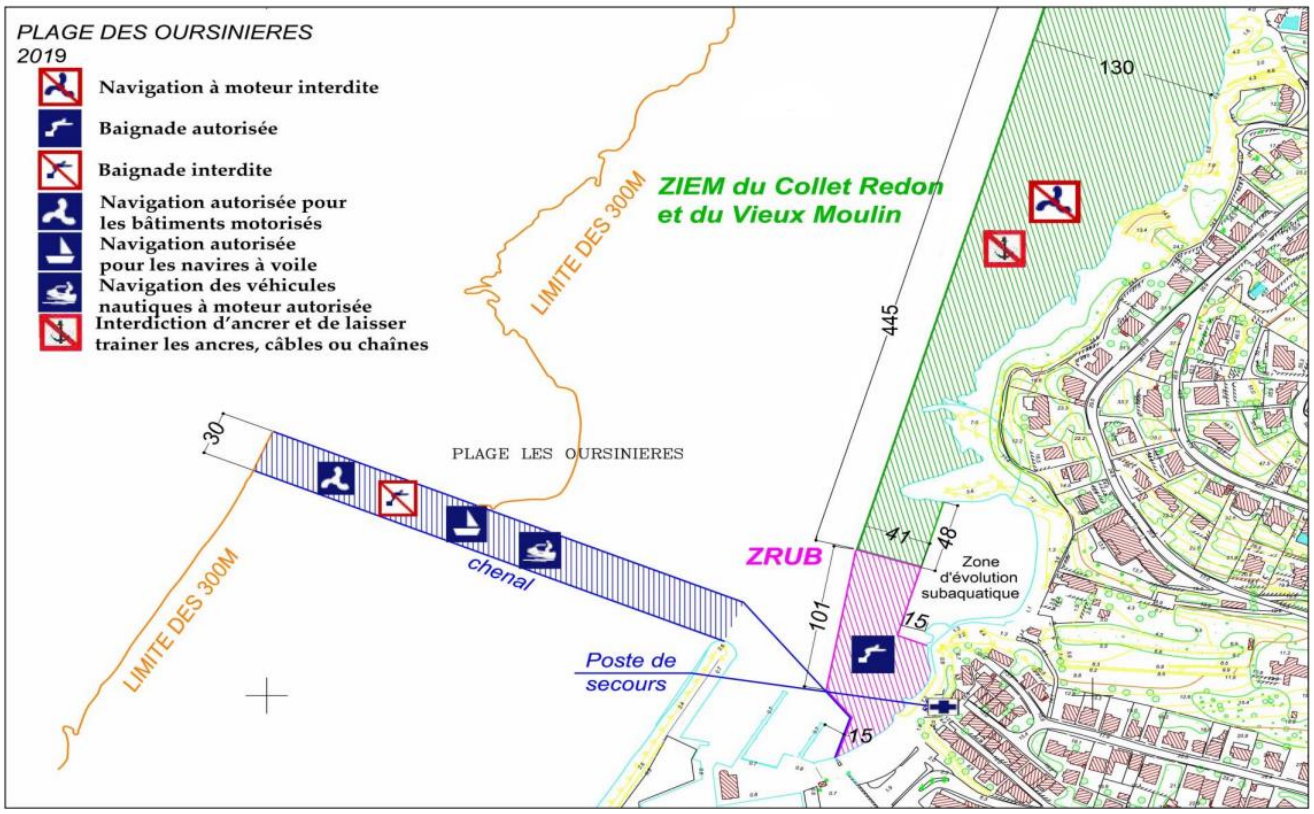


Figure 100 Balisage le Pradet les Oursinières

9.13 PROFIL CLIMATIQUE

Par ses caractéristiques physiques et environnementales, sa position géographique, son caractère urbain, forestier et marin, son économie locale, mais aussi les imbrications d'échelles et le changement global, **la commune du Pradet** est particulièrement exposée aux effets directs et indirects de l'évolution rapide du climat, comme tous les territoires du bassin méditerranéen.



Figure 101 Plage de La Garonne, ©Interreg marittimo

Situé sur le littoral varois, Le Pradet est un territoire communal qui bénéficie d'un climat typiquement méditerranéen, avec des hivers relativement doux, une période estivale caractérisée par de faibles pluies et des températures de l'air élevées, un fort apport radiatif solaire saisonnier et annuel.

9.13.1 Températures

Le climat est de type méditerranéen. Les mois de juillet et août sont particulièrement chauds malgré la proximité de la mer, avec des températures moyennes proches de 30°C, ce qui signifie que les valeurs maximales sont susceptibles de dépasser ce seuil avec un risque de canicule, même si la proximité de la mer modère ce dernier.

Il est observé que plus on se dirige vers le port des Oursinières, plus les zones de température moyenne sont fraîches. De l'ordre de -3 à -4°C

Tableau 27 Températures minimales moyennes de l'air en °C

Station/période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	H	P	E	A	An
Toulon	6,2	6,3	8,2	10,1	13,6	17	19,7	19,8	16,9	14,1	9,8	7,2	6,6	10,6	18,8	13,6	12,4
Hyères	4,4	4,3	6,3	8,4	11,9	15,3	17,8	17,8	15,2	12,5	8,4	5,5	4,5	8,9	17,0	12,0	10,7
Hyères-plage	*3,6*	*3,5*	*5,6*	*8,1*	*12,2*	*15,1*	*17,1*	*17,3*	*14,3*	*11,8*	*7,2*	*4,4*	*3,8*	*8,6*	*16,5*	*11,1*	*10,1*

H : hiver (décembre-février) P : printemps (mars-mai) E : été (juin-août) A : automne (septembre-novembre) An : an

Tableau 28 Températures maximales moyennes de l'air en °C

Station/période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	H	P	E	A	An
Toulon	12,9	13,5	16	18,3	22,3	26,4	29,6	29,7	25,9	21,3	16,4	13,5	13,3	18,9	28,6	21,2	20,5
Hyères	13,1	13,4	15,5	17,4	21,3	25,1	28,2	28,4	25,0	21,0	16,6	13,9	13,5	18,1	27,2	20,9	19,9
Hyères-plage	*14,1*	*15*	*17,2*	*19,6*	*24,0*	*28,3*	*30,4*	*30,6*	*26,5*	*22,3*	*17,6*	*14,6*	*14,6*	*20,3*	*29,8*	*22,1*	*21,7*

H : hiver (décembre-février) P : printemps (mars-mai) E : été (juin-août) A : automne (septembre-novembre) An : an

Tableau 29 Températures moyennes de l'air en °C

Station/période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	H	P	E	A	An
Toulon	9,6	9,9	12,1	14,2	18,0	21,7	24,7	24,7	21,4	17,7	13,1	10,3	9,9	14,8	23,7	17,4	16,5
Hyères	8,7	8,9	10,9	12,9	16,6	20,2	23,0	23,1	20,1	16,8	12,5	9,7	9,1	13,5	22,1	16,5	15,3
Hyères-plage	*8,8*	*9,3*	*11,4*	*13,8*	*18,1*	*21,7*	*23,8*	*23,9*	*20,4*	*17,1*	*12,4*	*9,5*	*9,2*	*14,4*	*23,1*	*16,6*	*15,9*

H : hiver (décembre-février) P : printemps (mars-mai) E : été (juin-août) A : automne (septembre-novembre) An : an

Nota : Sur les températures moyennes annuelles régionales, l'évolution au réchauffement est nette depuis 1960 : +0,3 °C par décennie. Les années les plus chaudes sont après 2000.

9.13.2 Précipitations

Du côté des précipitations, les cumuls annuels oscillent entre 616 mm à Toulon et environ 650 mm à Hyères et Hyères-plage (Tableau 4). Sur l'est de la métropole Toulon-Provence-Méditerranée, les cumuls de précipitations moyens sont plus élevés, ce qui est confirmé par les cartes des précipitations au pas mensuel, saisonnier et annuel

Les pluies sont irrégulières tout au long de l'année : les étés sont très secs (moins de 6 mm à Toulon en juillet), avec des périodes de sécheresse marquées (en moyenne, moins de 2 jours de pluie en juillet et août) et les mois d'octobre humides avec des cumuls moyens supérieurs à 100 mm. Les mois de novembre, décembre, janvier et avril sont également des mois relativement humides.

Tableau 30 Cumuls moyens des précipitations en mm

Station/période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	H	P	E	A	An
Toulon	70,6	47,6	36,6	61,5	38,7	25,1	5,6	21,7	63,6	103,2	74,4	67,5	61,9	45,6	17,5	80,4	616,1
Hyères	79,1	52,6	40,7	60,4	40,6	35,8	7,5	19,3	55,4	105,4	81,3	73,9	68,5	47,2	20,9	80,7	652,0
Hyères-plage	*70,7*	*31,1*	*34,0*	*59,0*	*59,5*	*22,8*	*10,6*	*13,5*	*70,0*	*100,8*	*96,4*	*80,7*	*60,9*	*50,8*	*15,6*	*89,1*	*649,1*

H : hiver (décembre-février) P : printemps (mars-mai) E : été (juin-août) A : automne (septembre-novembre) An : an

9.13.3 Les vents

Le vent est également un paramètre important sur ce territoire : il souffle toute l'année avec une vitesse moyennée sur 10 mn comprise selon les mois entre 3,9 et 5 m/s à Toulon, soit 14 et 18 km/h, et 3,5 et4,3 m/s à Hyères, soit 12,6 et 15,5 km/h. Les périodes les plus calmes se produisent de juin à septembre.

9.13.4 Notre synthèse

Avec les évolution climatiques qui annonces des hausses de températures, des hausses de cycles de vents et la baisse de la moyenne des précipitations avec toute de même une augmentation des cycles de précipitations importante en densité il y a lieu de tirer les conseils suivants :

- ✓ Les îlots de fraicheur sont réels et peuvent apporter jusqu'à 4°C de moins (Ombrage, arbres…)
- ✓ Le revêtements de surface er enrobé doit se limiter aux voies circulées qui peuvent cumulés plus de 30 C° en comparaison avec des revêtements naturels et/ou minéraux ;
- ✓ Rapprocher au mieux le plan d'eau des zones urbanisée (Fraicheur maritime)

10 INVENTAIRE FAUNE FLORE

10.1 INTRODUCTION

La société P2A Développement a été missionnée par Corinthe Ingénierie pour réaliser le suivi environnemental du milieu marin dans le cadre du projet de maitrise d'œuvre pour la requalification du quartier des Oursinières au Pradet (Var).

Afin d'identifier les éventuels enjeux environnementaux concernant le milieu marin, et de pouvoir proposer un projet présentant le minimum d'impacts sur l'environnement, une mission de diagnostic du milieu marin a été réalisée.

La mission d'investigation de terrain sous-marine, réalisée le 11 août 2023, visait à :

- ✓ Réaliser la cartographie de la limite supérieure de l'herbier de posidonie,
- ✓ Faire des analyses de la qualité des sédiments,
- ✓ Réaliser des inventaires des espèces de faune et de flore marine observées (enjeux écologiques).

10.2 CARTOGRAPHIE DE L'HERBIER DE POSIDONIE (ET AUTRES HERBIERS DE MAGNOLIOPHYTES EVENTUELS)

Les limites de l'enveloppe des herbiers de posidonie (Posidonia oceanica Delile 1813) a été réalisée par délimitation directe à vue en détourant depuis la surface l'interface herbier vivant / autres substrats. En effet, la visibilité aux alentours du port, du large de la digue jusque dans l'avant-port à proximité des extrémités des pannes était de l'ordre de 10 à 15 mètres. Ceci a permis de ne pas oublier de mottes isolées notamment.

Les profondeurs s'échelonnaient de 1,8 m côté plage, à 3 ou 4 mètres devant le musoir au plus profond de la zone d'étude.

Les enveloppes ont été délimitées dans le périmètre de la zone d'étude qui a été définie selon les besoins du maître d'œuvre et des travaux envisagés.

Les mottes isolées ont été soit géoréférencées par point isolé, soit rassemblées dans l'enveloppe si elles étaient distantes de moins de 2 mètres du reste de l'herbier. Les trouées sableuses ou seulement constituées de matte morte ont été détaillées si elles se situaient à moins de 2 mètres de la limite d'enveloppe.

Le système pendulaire est muni d'un enrouleur qui permet au plongeur d'ajuster le lest servant à suivre les limites au plus près du fond en fonction de la bathymétrie.

Les levés étaient annotés directement depuis le plongeur par portée de voix jusqu'à l'opératrice cartographie sur le support surface situé dans un rayon de 20 à 30 mètres.



Figure 102 Système de géoréférencement : DGPS flottant avec fil à plomb positionné par le plongeur + tablette équipé du logiciel de cartographie (P2A Développement).

10.3 Moyens

La campagne de terrain s'est déroulée le vendredi 11 août 2023 de 8h à 17h.

Conditions météo : les conditions environnementales étaient favorables, beau temps, vent modéré se levant en début d'après-midi.

10.3.1 Moyens humains

L'équipe mobilisée était constituée des personnels suivants :

- ✓ Jean-Yves Jouvenel, gérant de P2A Développement, océanologue et plongeur professionnel CAH2B,
- ✓ Cyrille Gournay, plongeuse professionnelle CAH 1B.

10.3.2 Moyens matériels

L'embarcation mobilisée a été celle de service du port des Oursinières, les équipements ont pu y être installé de manière efficace (pavillon de plongée, casier de la tablette de cartographie notamment);

Un appareil en caisson Nikon D7000 équipé d'un objectif très grand angle et d'éclairages additionnels de 10 000 lumens ;

Un ensemble de 2 caméras très haute définition Gopro 8 avec éclairages d'appoint (13 000 lumens) ont été utilisés pour réaliser les prises de vue sous-marines.

Un système de géoréférencement DGPS d'une précision submétrique avec un équipement redondant ont également été mis en œuvre. Le DGPS est installé sur un mobile flottant équipé d'un fil à plomb pour augmenter la précision des levés.



Figure 103 Embarcation de service du port des Oursinières équipée avec le pavillon de plongée et le terminal DGPS, et le mobile muni de son DGPS et de balises de repérage © P2A Développement

10.4 INVENTAIRES QUANTITATIFS PAR TRANSECTS UVC

Un total de 6 transects de 20 m de longueur et de 4 m de largeur a été réalisé par dénombrement en plongée (UVC = underwater visual censuses selon la méthodologie développées par Harmelin-Vivien et al, 1984) concernant notamment l'ichtyofaune avec un focus particuliers sur la présence de juvéniles caractéristiques de la fonctionnalité « nurserie » du site.



Figure 104 Plongeurs scientifiques réalisant des investigations faune/flore (P2A Développement)

Les espèces inventoriées ont été dénombrées et classées selon qu'il s'agissait d'individus adultes ou bien au stade juvénile. Une attention particulière a aussi été portée sur les espèces patrimoniales ou protégées (enjeux écologiques forts).

Ces transects ont été répartis sur l'extérieur de la digue (2 transects) mais également dans les bassins intérieurs dans les zones devant subir des travaux.

Deux parcours sur de grandes distances ont été réalisés avec une prise systématique d'images afin d'inventorier l'enceinte portuaire afin de ne pas manquer d'enjeux écologiques importants. L'un dans la partie ouverte de l'avant-port, l'autre dans la zone des bassins intérieurs, beaucoup plus confinée.

Le parcours entre ces transects a aussi fait l'objet d'observations ponctuelles documentées également par des images et géoréférencées.

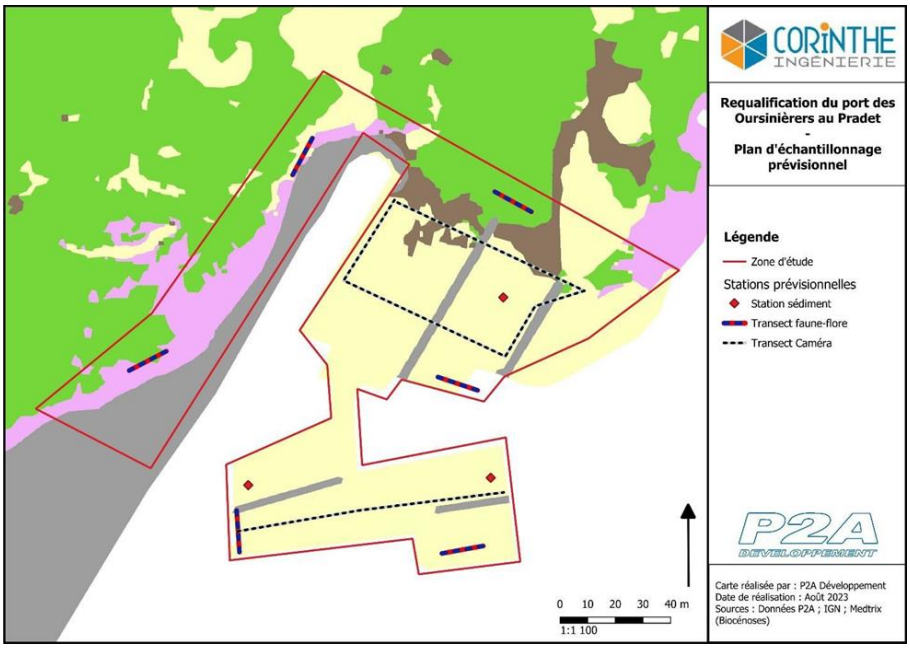


Figure 105 Carte prévisionnelles des stations d'étude par cartographie des limites de l'herbier, transects UVC, transects vidéo, et stations de qualité du sédiment sur un fond cartographique de la base de données Medtrix 2023

10.5 RESULTATS DES OBSERVATIONS

10.5.1 Cartographie de la limite des herbiers à magnoliophytes

La cartographie de la limite supérieure de l'herbier de posidonie a permis de produire une carte de localisation des herbiers présents dans la zone d'étude.

On observe la présence d'un herbier clairsemé à dense à proximité immédiate des ouvrages portuaires, au niveau de la sortie du port. Côté digue Ouest, l'herbier est observé directement en pied de digue au Nord de celle-ci et à une distance tout juste supérieure à 10 m des enrochements de surface sur son flanc Ouest.

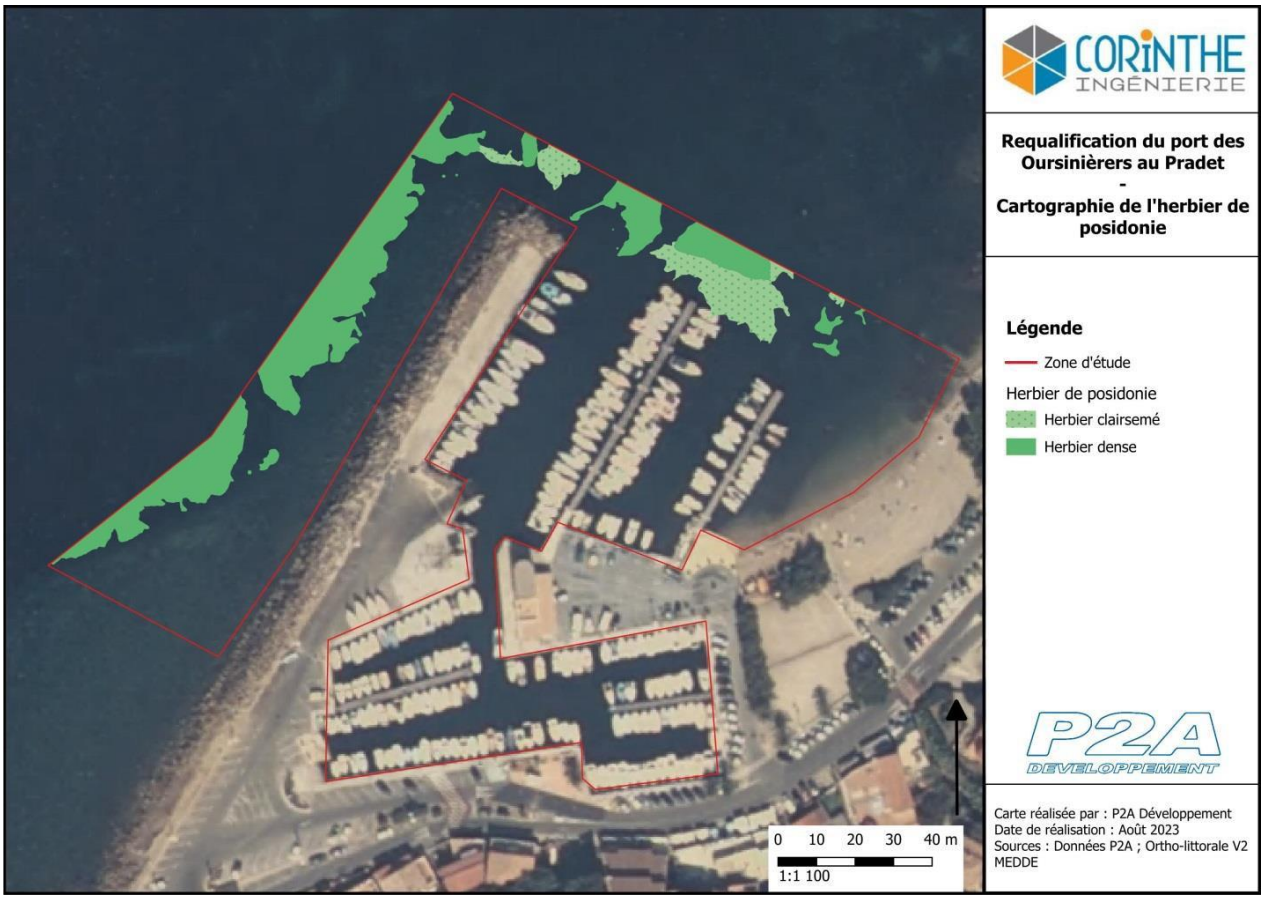


Figure 106 Cartographie de l'herbier de posidonie (P2A Développement)





Figure 107 Vues de l'herbier de posidonie : tombant de matte côté digue et herbier localisé à l'extrémité du musoir de la digue (P2A Développement)

10.5.2 Inventaires par transects UVC

Au cours des inventaires par comptages visuels, 31 espèces différentes ont été observées, pour une abondance totale de 839 individus.

		Stations												
		T1		T2		T3		T4		T5		T6		
Espèces	**Nom vernaculaire**	**J**	**A**	**J**	**A**	**J**	**A**	**J**	**A**	**J**	**A**	**J**	**A**	**Abondance**
Engraulis encrasicolus	Anchois commun		200					50						**250**
Apogon imberbis	Apogon		1											**1**
Parablennius gattorugine	Blennie gattorugine		2											**2**
Chromis chromis	Castagnole	80	22	50	40		2							**194**
Symphodus roissali	Crénilabre à 5 tâches		2	1										**3**
Centrolabrus melanocercus	Crénilabre à queue noire				1		1							**2**
Symphodus cinereus	Crénilabre cendré						4							**4**
Symphodus ocellatus	Crénilabre ocellé	23	6	1	1	1		1						**33**
Symphodus tinca	Crénilabre paon	5	8		8	1	9		1					**32**
Spondyliosoma cantharus	Dorade grise			1										**1**
Sparus aurata	Dorade royale							1		2				**3**
Coris julis	Girelle		4		5		12		3					**24**
Thalassoma pavo	Girelle-paon				1									**1**
Gobius cruentatus	Gobie à bouche rouge								1					**1**
Gobius geniporus	Gobie à joues poreuses						1				1			**2**
Holothuria tubulosa	Holothurie						11							**11**
Labrus merula	Labre merle	1												**1**
Lithognathus mormyrus	Marbré							2						**2**
Epinephelus marginatus	Mérou brun	1												**1**
Mugil sp	Muge Oblade								12	30	1	25		**68**
Oblada melanura	Poisson lapin	23	1		15									**39**
Siganus sp	Poulpe			1										**1**
Octopus vulgaris	Rouget de roche			1				1						**2**
Mullus surmuletus	Sar à tête noire						1	3	10	2				**16**
Diplodus vulgaris	Sar commun	3	1	2	34	1		5	1	1				**48**
Diplodus sargus	Saupe	1	2		1		5		2	5				**16**
Sarpa salpa	Sériole de Duméril		11	7		37	5		10				1	**71**
Seriola dumerlii	Serran écriture			1										**1**
Serranus scriba	Sparaillon		1		1		1							**3**
Diplodus annularis	Sublet					2								**2**
Symphodus rostratus					1	1	1		1					**4**
Richesse spécifique		**8**	**13**	**9**	**11**	**6**	**12**	**7**	**9**	**5**	**2**	**1**	**1**	
		15		**17**		**15**		**14**		**6**		**2**		
Abondance		**137**	**261**	**65**	**108**	**43**	**53**	**63**	**41**	**40**	**2**	**25**	**1**	
		398		**173**		**96**		**104**		**42**		**26**		

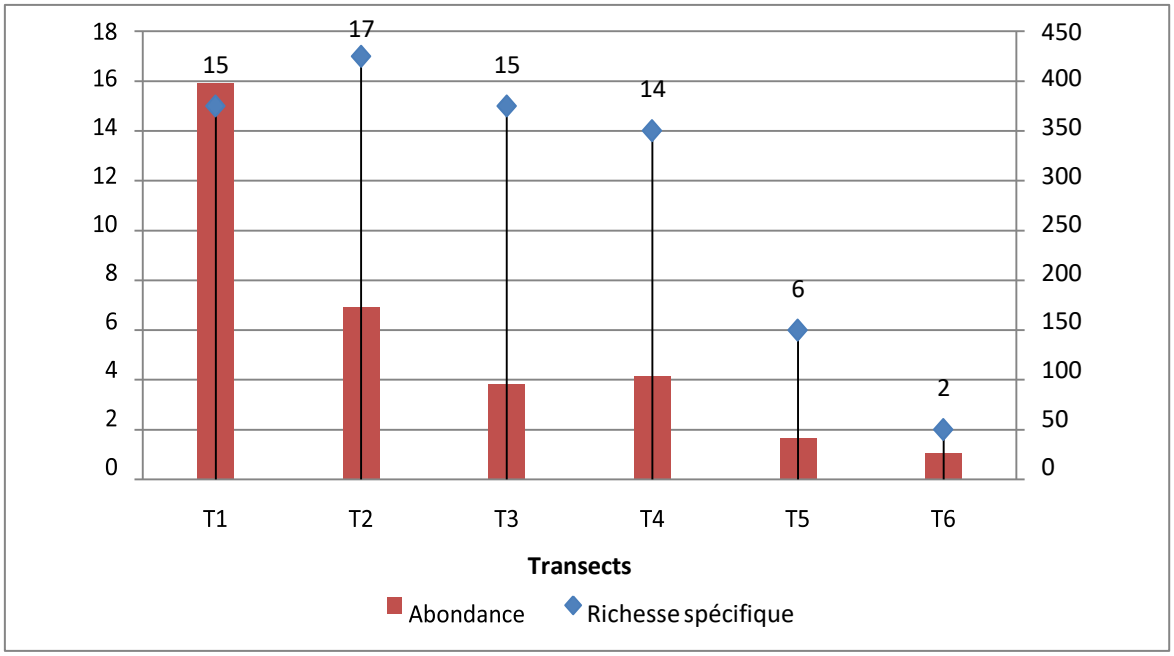


Figure 108 Richesse spécifique et Abondance par transect (P2A Développement)

La répartition par transects montre des disparités importantes selon les transects, avec une richesse spécifique (nombre d'espèces observées) comprise entre 14 et 17 pour les 4 transects situés dans l'avant-port et à l'extérieur de la digue, tandis qu'elle n'est que de 2 et 6 pour les transects réalisés dans le port même.

En ce qui concerne l'abondance, elle est la plus élevée au niveau du transect 1 (extérieur digue Ouest) avec 398 individus observés, incluant cependant un banc d'environ 200 clupéidés. L'abondance est comprise entre 96 et 173 individus pour les transects T2, T3 et T4 et elle est la plus faible, de nouveau, pour les transects localisés dans le port, avec seulement 26 et 42 individus pour T6 et T5 respectivement.

A noter la présence d'une espèce remarquable, avec l'observation d'un mérou brun (*Epinephelus marginatus*) sur le transect 1, à l'Ouest de la digue. Espèce réglementée, figurant dans l'amendement du protocole de Barcelone : Annexe III ainsi que dans la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) : Annexe III, le mérou brun fait partie des espèces de mérous dont la pêche est interdite, selon l'arrêté n°2013357-0004 du 23 décembre 2013 portant réglementation de la pêche de différentes espèces de mérous dans les eaux territoriales en Méditerranée continentale, valable 10 ans.

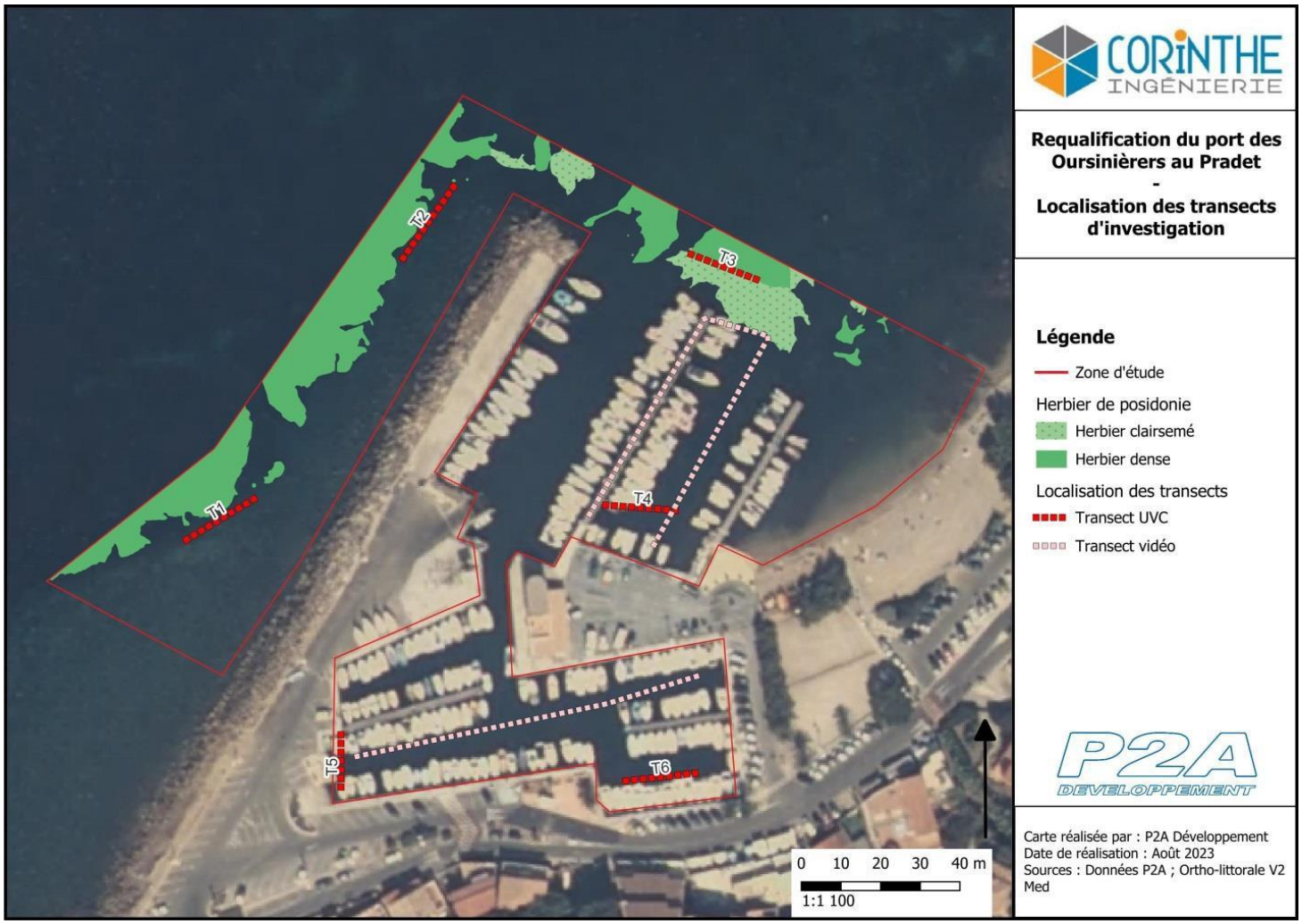


Figure 109 Carte de localisation des transects (P2A Développement)

Des vues des transects investigués sont présentées ci-après.



Figure 110 Transect T1 avec une épibiose de padines (Padina pavonina) algue brune (P2A Développement)



Figure 111 Transect T2 bancs de castagnoles (Chromis chromis) et de sars (D. vulgaris et D. sargus) (P2A Développement)



Figure 112 Transect T3 avec un herbier de posidonie (Posidonia oceanica) très épiphyté (P2A Développement)

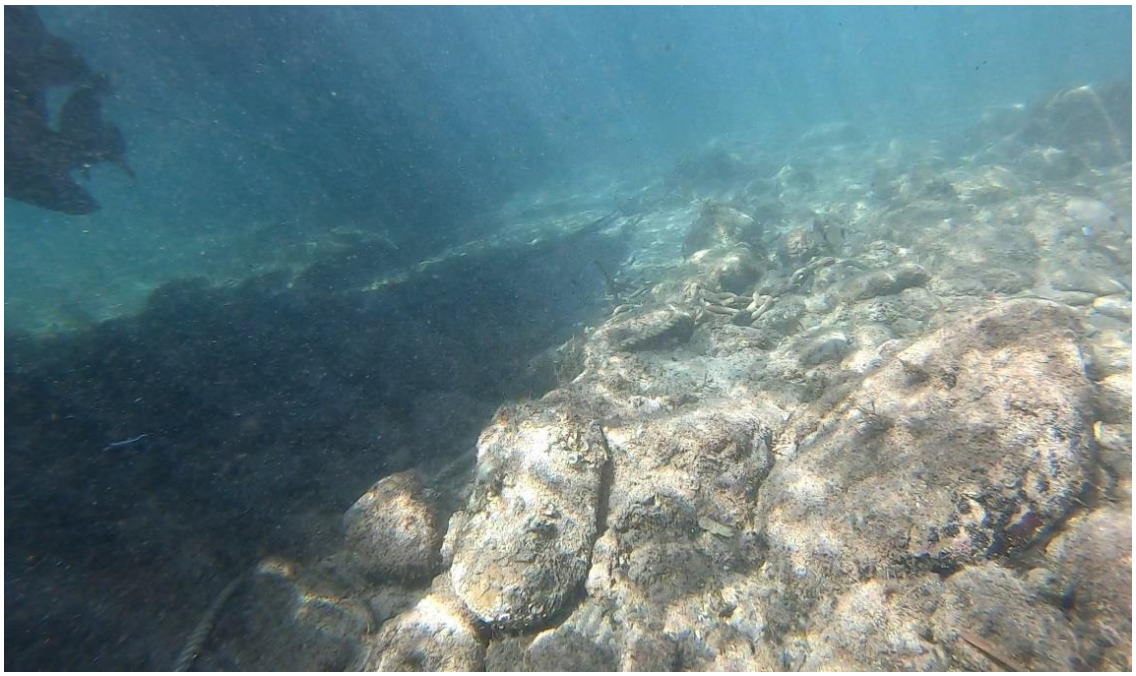




Figure 113 Transect T4 Blocs rocheux / laisses de posidonie (P2A Développement)

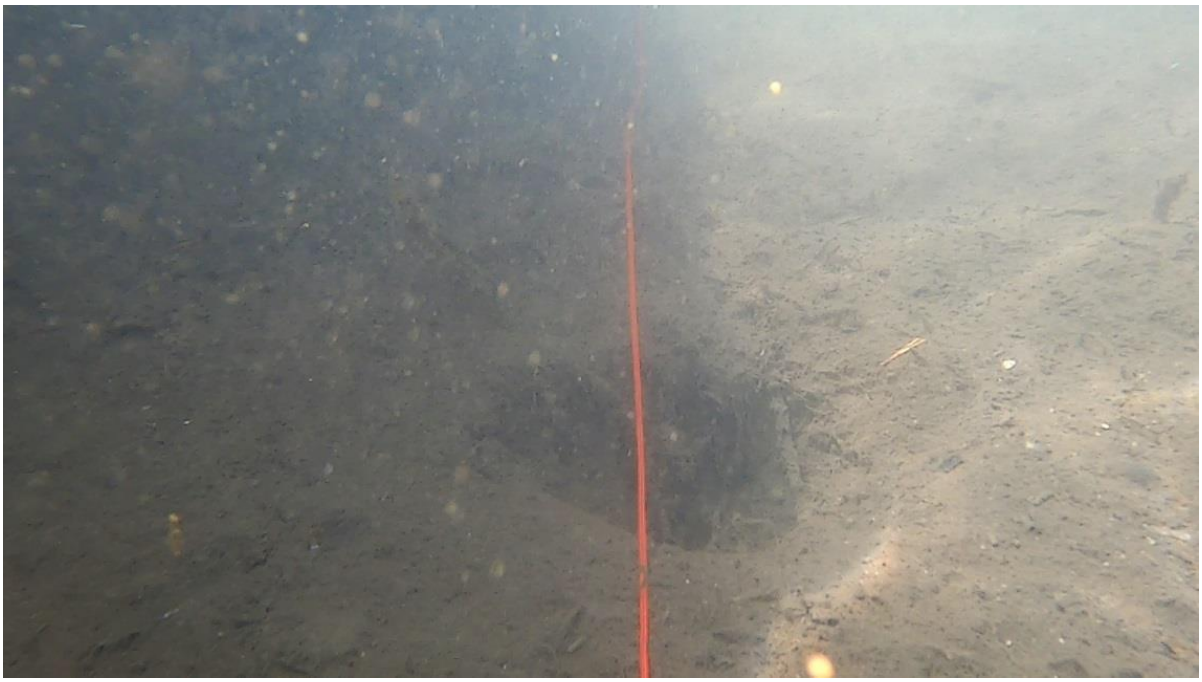


Figure 114 Transect T5 Substrat vaseux(P2A Développement)



Figure 115 Transect T6 avec son tapis de macrophytes en décomposition (P2A Développement)



Figure 116 Rougets (Mullus surmuletus) / Corbs (Sciaena umbra) (P2A Développement)



Figure 117 Banc de saupes juvéniles (Sarpa salpa) / Banc de sars à tête noire (Diplodus vulgaris) (P2A Développement)



Figure 118 Marbrés (Lithognathus mormyrus) et rouget (Mullus surmuletus)/ Labre vert (Labrus viridis) (P2A Développement)

10.5.3 Transects vidéo

10.5.3.1 Avant-port

Le transect d'investigation réalisé dans l'avant-port a permis d'observer la présence d'un substrat de type sableux avec des zones couvertes de laisses de posidonie, en phase de décomposition plus ou moins avancée.



Figure 119 Substrat avant-port (P2A Développement)



Figure 120 Laisses de posidonie, en décomposition (P2A Développement)

La limite supérieure de l'herbier de posidonie est observée juste à l'extrémité de la panne centrale. L'herbier est fortement sédimenté, il présente des feuilles courtes et recouvertes de particules fines.



Figure 121 Herbier de posidonie localisé à l'extrémité de la panne centrale (P2A Développement)

De nombreux bancs de juvéniles de poissons ont été observés le long du transect.



Figure 122 Présence de nombreux bancs de juvéniles (P2A Développement)

Outre les juvéniles, plusieurs espèces de poissons ont également été vues : saupes, oblades, rougets, sars, marbrés, girelles, crénilabres.



Figure 123 Banc de saupes / Rougets et sars à tête noire (P2A Développement)

10.5.3.2 Transect vidéo port

La zone investiguée dans le port révèle la présence d'un substrat vaseux, avec une proportion importante de particules fines qui se mettent rapidement en suspension, entraînant une turbidité élevée et une faible visibilité.



Figure 124 Substrat vaseux, macrophytes en décomposition (P2A Développement)

Seuls quelques poissons ont été observés,



Figure 125 Sar commun / Blennie gattorugine (P2A Développement)

Aucun enjeu écologique n'a été recensé dans cette zone.

10.5.4 Observations ponctuelles

10.5.4.1 Présence du mérou brun (Epinephelus marginatus)

Un individu subadulte de mérou brun a pu être observé (mais pas filmé) sur le tombant de galets de la digue à proximité de la limite de l'herbier qui est relativement dense dans cette zone. Il semble bien profiter de la présence de nombreux poissons plus petits, mais aussi de jeunes poulpes (Octopus vulgaris) qui ont été observé en abondance à proximité et qui constituent les proies préférentielles des mérous.

Cette espèce remarquable est protégée de la pêche par un moratoire jusqu'en décembre 2023.

10.5.4.2 Présence du Corb (Sciaena umbra)

Un banc de jeunes individus de corb a été observé en pied de musoir. Ce banc comptait a minima 8 individus d'une vingtaine de centimètres âgés d'à peine plus de 2 ans.



Figure 126 Banc de jeunes individus de corbs (P2A Développement)

C'est une observation assez rare car si le corb est protégé notamment vis-à-vis de la pêche sous-marine, il peut aussi être vulnérable à la pratique de la pêche à la ligne très pratiquées à partir de ces enrochements. Généralement, cette espèce ne s'observe que plus profond et dans des zones moins anthropisés qu'une passe de port.

C'est un bon indicateur de la qualité écologique de l'environnement immédiat du port des Oursinières, ainsi que du bon respect de la règlementation en vigueur de la part des usagers de la zone.

En outre, le corb dispose du même statut international que le mérou. Il figure à l'annexe III de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (convention de Berne, 1977) et à l'annexe III de la convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (convention de Barcelone). De même, comme pour le mérou, la pêche sous-marine et la pêche de loisir au moyen d'hameçons, lignes, palangres et palangrottes du corb est interdite selon l'arrêté R93-2018-12-20-002 du 2 décembre 2018 portant réglementation de la pêche du corb (Sciena umbra) dans les eaux maritimes de Méditerranée continentale, valable 5 ans.

10.5.4.3 Observation de caulerpe

Des implantations de caulerpe cylindracée (Caulerpa cylindracea) aussi appelée racemosa, ont été observées dans l'herbier de posidonie situé à la sortie du port.

Cette espèce est considérée comme une espèce envahissante en France métropolitaine (MNHN, 2023)



Figure 127 Caulerpe (Caulerpa cylindracea) en sortie de port (P2A Développement)

10.5.5 Gradient de confinement

Au fur et à mesure que l'on progresse vers l'intérieur du port, la concentration en sédiments fins augmente avec l'apparition d'une turbidité devenant de plus en plus importante jusqu'à ne plus permettre de voir au-delà d'un mètre de distance.

Ceci se manifeste par l'augmentation de la densité de détritivores tels que les holothuries et les ophiuridés.

10.6 CONCLUSIONS

Les investigations sous-marines réalisées le 11 août 2023 ont permis d'identifier plusieurs aspects remarquables au niveau de la zone d'étude.

Tout d'abord, la **présence d'herbiers de posidonie** à proximité des ouvrages portuaires. L'herbier est présent aussi bien à l'Ouest, côté digue, qu'en sortie de port. Il est implanté très près des structures portuaires et une attention particulière devra donc être apportée à la conception des nouveaux ouvrages et au déroulé des travaux pour limiter au maximum les impacts sur cette espèce protégée au niveau national.

En ce qui concerne les autres **espèces de faune et de flore**, il a été observé une forte biodiversité au niveau des transects réalisés dans l'avant-port et sur le bord de la digue. Les espèces observées sont celles communément présentes dans les zones de petits fonds côtiers méditerranéens. A noter cependant la **présence d'un mérou brun et de plusieurs corbs**, côté digue, qui sont des espèces réglementées et protégées par des moratoires en interdisant la pêche (jusqu'en décembre 2023).

En revanche, **la diversité et l'abondance des espèces dans le port sont très faibles**. La forte turbidité liée au substrat vaseux ne constitue pas un environnement favorable et limitent la présence d'espèces.

A noter la **présence de caulerpe cylindracée**, espèce invasive, dont il est indispensable de limiter la propagation. De mesures seront à prévoir pour empêcher toute dissémination lors des travaux.

En ce qui concerne la **qualité des sédiments**, les analyses ont permis de constater que dans le port, le substrat est de type vases sableuses, avec une proportion importante de particules fines. Plusieurs composés montrent des teneurs dépassant les seuils N1 et N2 pour plusieurs métaux lourds (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc) ainsi que plusieurs HAP (naphtalène, acénaphtène, fluorène et phénanthrène) et le TBT. Les teneurs élevés en contaminants sont liés à la forte proportion de particules fines dans les sédiments, qui facilitent l'adsorption des contaminants. En outre, au vu des composés mesurés, il est probable que c'est l'activité de plaisance qui est la principale responsable des dépassements observés, les métaux lourds identifiés et les TBT ayant trait avec les peintures antisalissures ou le traitement des bois et les HAP étant issus d'une combustion incomplète des carburants.

En revanche, la station S3, située dans l'avant-port, est composée de sables fins plus ou moins envasés et ne révèle aucune contamination.

11 ANNEXES

11.1 ANNEXES : TABLEAUX STATISTIQUES DE HOULE AU POINT MWM

Tableau de corrélation hauteur de houle Hs (m) et direction de provenance

Corrélation Hauteu houle Hs/ Direction houle

		Intervalle Dir (°N)																																			
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	
Intervalle Hs (m)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	Total
6.50	7.00										3							2																				5
6.00	6.50										21						2	1	1																				25
5.50	6.00										52	13					1		1										1									68
5.00	5.50									2	102	9	4			1		1	1			3	1		1	2	4	5										136
4.50	5.00									9	330	30	6	1	4	1		4	4		5	6	12	5	4	12	7	16	12	10	2							480
4.00	4.50									21	695	101	23	6	4	2	4	3	5	7	15	22	30	32	26	11	11	21	53	24	9								1 125
3.50	4.00									74	1 441	221	51	26	14	9	3	6	12	19	23	32	59	39	26	16	34	113	250	86	43	1							2 598
3.00	3.50								2	197	2 570	372	54	32	34	23	9	21	18	43	35	76	84	91	76	51	73	223	840	530	300	35	1						5 790
2.50	3.00	1		2	1	2	1	7	17	457	3 607	747	205	121	60	59	27	45	39	66	100	139	222	176	142	173	175	508	2 147	2 079	1 176	218	20	16	3	6	3	12 767
2.00	2.50	11	4	6	12	6	10	31	85	1 089	4 488	901	339	207	132	117	79	104	136	148	224	410	540	437	271	261	428	1 025	4 622	6 418	3 629	469	96	35	20	17	9	26 816
1.50	2.00	25	31	28	35	45	61	110	279	1 937	6 454	1 565	651	438	361	286	210	257	252	301	491	893	1 268	898	561	515	671	2 033	7 822	#####	4 681	691	172	76	60	44	44	44 831
1.00	1.50	78	78	112	121	116	182	280	671	3 235	8 845	2 986	1 512	1 046	758	790	641	701	709	823	1 059	1 532	2 103	1 736	1 033	957	1 309	3 799	#####	#####	4 389	725	279	160	109	121	94	66 498
0.50	1.00	128	141	163	177	249	332	582	1 372	5 607	#####	5 368	3 251	2 480	1 941	1 845	1 957	2 030	1 607	1 680	1 873	2 629	3 444	3 497	2 986	2 554	3 324	7 260	#####	#####	3 043	813	408	279	215	199	157	97 650
	0.50	90	97	76	119	137	200	353	891	3 691	7 675	4 966	3 351	2 582	2 261	2 206	2 193	2 582	2 097	2 138	2 392	2 743	3 657	5 294	5 483	4 533	4 247	5 793	5 096	2 706	935	377	223	159	114	93	77	81 627
	Total	333	351	387	465	555	786	1 363	3 317	#####	#####	#####	9 447	6 939	5 569	5 339	5 126	5 757	4 882	5 225	6 217	8 485	#####	#####	#####	9 085	#####	#####	#####	#####	#####	3 329	1 199	725	521	480	384	**340 416**

Corrélation Direction houle / Direction vent

		Dir houle (°N)																																			
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	
Dir vent (°N)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	Total
0	10	16	8	12	12	20	29	29	52	193	407	110	49	63	47	30	41	48	27	32	27	53	52	66	42	38	67	130	303	461	181	92	49	41	17	27	21	2 892
10	20	10	13	14	23	13	17	56	67	213	439	122	67	52	38	50	44	64	39	29	39	50	62	63	45	33	47	149	294	462	154	77	39	31	27	18	14	2 974
20	30	8	8	9	15	20	27	27	93	274	564	140	67	59	58	72	47	59	32	42	41	45	69	65	45	31	54	129	302	387	158	56	19	22	20	25	13	3 102
30	40	12	13	15	18	18	30	68	128	394	716	163	107	68	62	56	58	74	42	57	51	67	63	57	53	49	72	162	345	425	143	44	27	15	18	17	14	3 721
40	50	17	14	15	19	29	46	58	208	720	1 145	296	152	124	117	98	82	100	56	59	68	87	85	86	65	59	93	216	431	520	186	77	45	21	21	23	14	5 452
50	60	15	25	28	29	51	76	129	373	1 306	1 889	500	307	234	197	162	130	131	117	81	107	88	135	129	101	99	136	312	532	519	212	92	63	35	33	28	32	8 433
60	70	33	34	40	45	66	85	150	535	2 428	3 514	996	505	393	313	279	217	199	157	122	141	158	175	159	136	110	196	387	575	554	223	101	78	57	35	45	33	13 274
70	80	24	29	36	43	62	86	139	480	3 285	8 137	1 924	985	651	438	400	336	314	240	221	219	274	271	239	202	140	168	414	534	451	211	91	59	39	43	31	33	21 249
80	90	20	28	13	32	21	53	106	301	2 656	14 542	3 990	1 744	958	668	567	368	381	328	294	309	346	345	310	235	197	201	352	397	382	140	48	47	39	16	22	16	30 472
90	100	13	15	15	22	20	37	44	116	1 048	7 159	3 332	1 720	1 170	724	611	503	459	289	364	362	386	437	337	246	180	162	287	344	237	71	38	30	22	12	11	9	20 832
100	110	10	7	9	11	17	20	33	79	397	2 304	1 850	1 019	819	624	586	514	431	308	322	349	396	382	358	281	160	163	224	223	186	64	24	23	18	14	6	8	12 239
110	120	5	7	4	10	10	14	16	36	189	899	802	566	433	435	395	345	346	325	330	306	340	324	273	270	158	147	184	182	140	62	32	13	8	5	9	3	7 623
120	130	3	1	4	3	5	10	14	22	150	451	385	282	259	259	238	285	319	280	299	289	318	350	270	224	160	104	160	123	88	41	20	8	8	5	2	3	5 442
130	140	5	3	4	2	1	3	13	24	93	247	239	148	162	157	168	205	247	213	252	274	316	356	269	240	139	90	126	125	66	30	13	9	6	4	5	1	4 255
140	150	4	1	2	2	3	6	8	20	71	171	150	114	100	97	124	138	201	204	247	281	308	367	250	213	124	97	113	94	62	16	10	7	5	3	1	1	3 615
150	160	2		3	1	4	3	9	19	49	134	94	83	79	66	102	110	189	190	256	295	340	404	265	170	131	87	83	72	46	27	8	4	3	3	4		3 335
160	170	2	1	2	3	4	4	3	14	41	79	89	56	52	79	69	114	127	183	215	303	371	392	258	196	104	64	68	75	39	21	6	9	3	1	1	2	3 050
170	180	1		1	2	1	1	5	17	34	90	67	43	43	29	62	78	118	112	183	289	419	426	335	196	122	86	78	69	37	3	5	1	3	5	2	1	2 964
180	190		1	2	1	1		8	12	35	67	56	47	44	42	54	59	109	115	148	265	435	475	361	208	129	75	86	54	26	14	5	4	4	1	2		2 945
190	200		2	2	1	3	3	6	9	31	82	41	43	45	38	58	49	81	83	125	215	375	530	381	224	134	61	88	59	34	17	4	2	1	2		1	2 830
200	210	1	4	4	4	5	5	2	13	39	65	49	35	38	39	41	49	58	82	98	149	317	476	436	208	134	97	94	62	38	15	8	1	1	2	3	3	2 675
210	220		2		1	1	3	5	8	36	84	54	46	29	40	47	38	61	68	91	141	275	533	439	247	150	104	110	73	41	9	11	8	6	4	3		2 768
220	230	3			2	6	5	7	11	47	93	57	49	43	46	42	40	81	77	72	112	241	429	546	363	204	129	151	98	43	19	12	3	2	4	2	2	3 041
230	240	2		4	2	3	7	7	18	55	99	64	49	34	40	53	53	71	73	77	144	204	406	561	472	224	189	208	139	47	22	7	6	2	2	4	2	3 350
240	250	2	3	2	1	1	4	9	18	59	124	82	50	58	55	49	66	95	88	98	104	187	417	593	575	410	358	400	199	72	24	15	7	3	4	4	4	4 240
250	260	2	3	6	6	1	6	8	17	93	145	96	73	66	60	73	96	117	94	102	140	208	444	738	735	650	626	904	336	91	27	13	9	6	3	5	4	6 003
260	270	5	6	9		7	11	13	33	103	241	100	97	101	76	73	93	121	136	111	122	252	452	752	819	765	939	1 788	1 145	177	32	18	9	7	10	11	4	8 638
270	280	11	9	11	18	15	14	31	50	162	270	149	98	98	90	98	107	166	156	139	167	277	487	756	795	864	1 199	2 749	3 957	602	99	37	25	13	14	9	13	13 755
280	290	10	10	11	11	24	16	47	57	204	351	194	118	119	106	123	145	187	134	155	169	318	457	744	834	932	1 234	3 038	7 590	2 336	210	65	38	20	14	13	6	20 040
290	300	16	16	22	25	22	31	54	89	337	440	214	158	120	147	144	193	215	176	181	201	287	473	667	748	917	1 238	2 786	8 585	6 047	532	112	55	38	35	31	24	25 376
300	310	19	18	21	27	30	28	58	82	334	511	212	134	111	106	131	181	187	173	139	166	252	403	550	608	692	938	2 256	8 061	11 455	1 711	180	75	51	29	33	23	29 985
310	320	15	22	16	19	21	28	61	84	317	461	176	119	88	86	101	119	141	111	101	136	184	287	327	362	403	576	1 327	4 825	12 611	5 672	200	59	48	27	31	27	29 188
320	330	9	15	13	19	16	23	44	81	267	497	151	84	65	56	54	74	85	59	71	96	114	160	222	205	212	252	569	1 635	4 562	5 312	540	76	35	22	18	21	15 734
330	340	17	12	15	11	9	18	24	63	257	421	116	92	53	48	41	57	72	46	45	57	78	136	137	116	115	116	296	695	1 559	1 700	735	87	26	13	7	15	7 305
340	350	8	12	10	17	10	18	37	38	207	405	120	63	59	50	35	46	57	38	36	47	63	93	119	77	70	74	194	407	807	555	387	106	33	25	10	8	4 341
350	360	13	9	13	8	15	19	35	50	195	374	99	78	49	36	53	46	46	31	31	36	56	67	87	53	46	44	179	315	549	294	146	99	53	28	17	9	3 278
	Total	333	351	387	465	555	786	1 363	3 317	16 319	47 617	17 279	9 447	6 939	5 569	5 339	5 126	5 757	4 882	5 225	6 217	8 485	11 420	12 205	10 609	9 085	10 283	20 797	43 255	46 159	18 207	3 329	1 199	725	521	480	384	340 416

Corrélation Hauteur Hs(m) / Période pic Tp(s)		[N190°-N250°[													
		Intervalle Tp (s)													
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	
Intervalle Hs (m)		2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	Total
5.00	5.50	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	7
4.50	5.00	0	0	0	0	0	0	0	5	29	10	0	0	0	0	44
4.00	4.50	0	0	0	0	0	0	0	39	66	31	0	0	0	0	136
3.50	4.00	0	0	0	0	0	0	6	97	70	22	0	0	0	0	195
3.00	3.50	0	0	0	0	0	1	64	212	114	22	0	0	0	0	413
2.50	3.00	0	0	0	0	2	52	383	333	163	13	6	0	0	0	952
2.00	2.50	0	0	0	0	20	400	976	518	213	11	5	0	0	0	2 143
1.50	2.00	0	0	0	10	383	1 628	1 892	624	63	11	10	2	2	1	4 626
1.00	1.50	0	0	9	388	2 131	3 630	1 949	262	19	21	4	3	4	0	8 420
0.50	1.00	0	50	850	5 116	7 350	2 767	621	171	45	8	5	0	0	0	16 983
0.00	0.50	73	2 612	9 609	8 842	2 137	579	177	46	25	2	0	0	0	0	24 102
	Total	73	2 662	10 468	14 356	12 023	9 057	6 068	2 308	810	154	30	5	6	1	58 021

Corrélation Hauteur Hs(m) / Vitesse du vent (m/s)		Houle : [N190°-N250°[										Vent: [N240 - N320°[												
		Vitesse du vent (m/s)																						
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	
Intervalle Hs (m)		2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	Total
5.00	5.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
4.50	5.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	1	0	3	0	1	0	3	17
4.00	4.50	0	0	2	1	0	0	3	1	0	1	3	2	6	7	10	11	5	1	5	3	1	0	0	62
3.50	4.00	0	0	0	0	4	7	1	2	8	6	6	7	11	8	7	5	5	7	3	2	1	0	1	91
3.00	3.50	0	1	2	6	2	7	7	20	19	19	14	31	24	22	15	20	4	5	3	1	1	0	0	223
2.50	3.00	1	0	3	5	11	22	28	21	40	43	68	61	59	62	37	16	13	4	0	1	0	0	0	495
2.00	2.50	4	8	21	28	47	59	83	117	117	114	117	113	77	47	31	16	4	2	2	0	0	0	0	1 007
1.50	2.00	9	33	51	104	137	164	205	247	236	257	168	103	48	36	14	4	2	0	2	0	0	0	0	1 820
1.00	1.50	20	97	166	275	387	491	589	536	417	219	102	56	27	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	3 393
0.50	1.00	125	400	701	1 026	1 339	1 317	929	458	179	52	20	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6 558
0.00	0.50	518	1 551	2 369	2 423	1 517	606	131	30	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9 157
	Total	677	2 090	3 315	3 868	3 444	2 673	1 976	1 432	1 025	714	499	383	256	190	120	76	34	20	19	7	4	0	4	22 826

12 . REFERENCES

[0] « *Chapter 9 - Ocean, Cryosphere and Sea Level Change* » in « *Climate Change 2021: The Physical Science Basis* », contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR6 2021-2022)

[1] Guide enrochement (2007), CETMEF, CIRIA, CUR.

[2] http://www.opentelemac.org/index.php/presentation?id=19.

[3]https://books.google.fr/books?id=DhfPur5m3aEC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

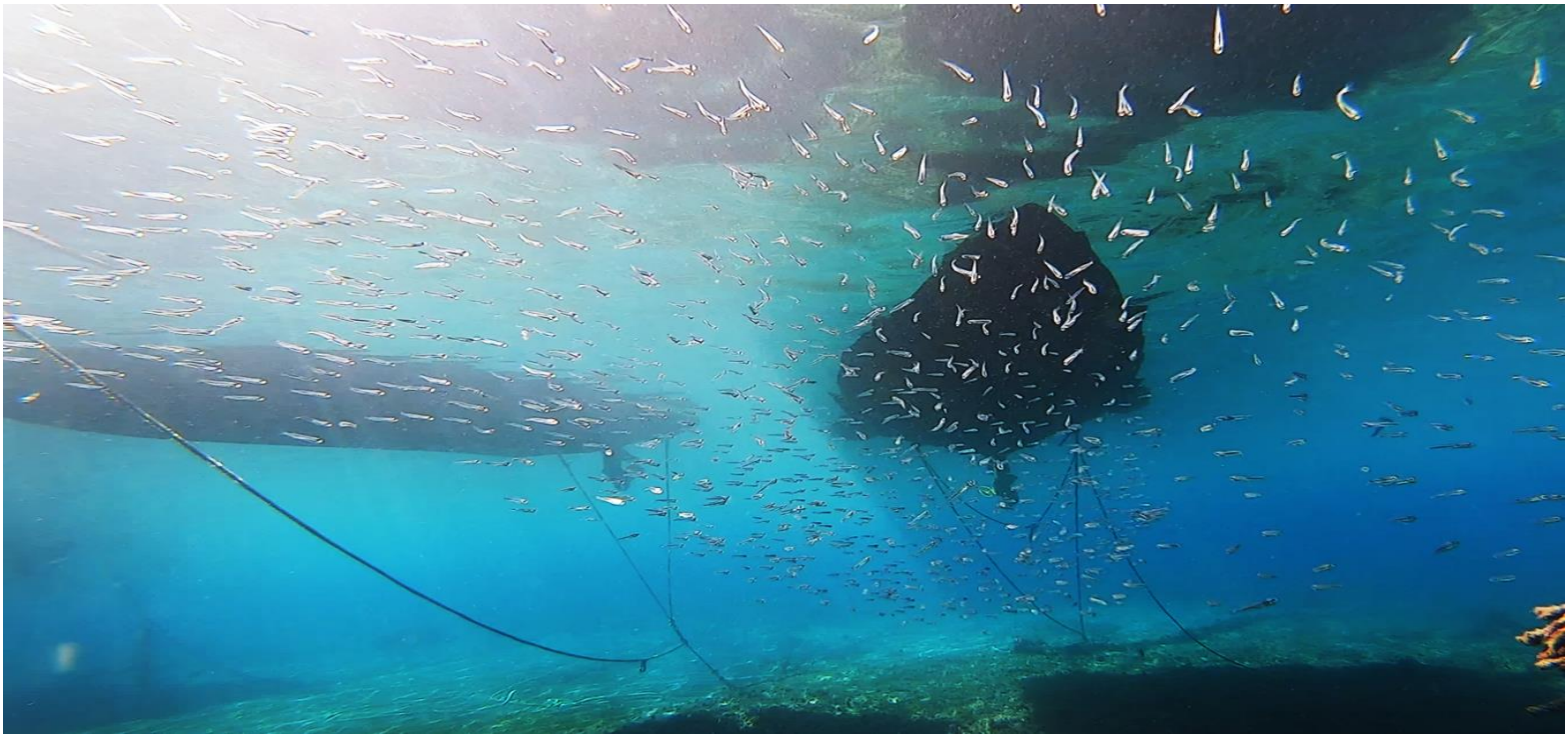
[4]https://books.google.fr/books?id=mYYvyvLjkykC&pg=PP1&lpg=PP1&dq=International+Commission+for+Sport+and+Pleasure+Navigation,+PIANC+bulletin+38&source=bl&ots=TwEgUsEQLp&sig=zgvf0WZsj-x_J6iZOp-hpco_kck&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwjbht_5pZbQAhXBlxoKHf-ZCpMQ6AEIIjAB#v=onepage&q=International%20Commission%20for%20Sport%20and%20Pleasure%20Navigation%2C%20PIANC%20bulletin%2038&f=false

REQUALIFICATION DU PORT DES OURSINIERES

LE PRADET

–

EXPERTISE ENVIRONNEMENTALE MILIEU MARIN



Août 2023

P2A Développement SARL
Siège : 87, avenue Ferdinand de Lesseps – Impasse Algrin
34110 Frontignan

Tel : 04 67 51 17 06 / 06 60 89 55 24
E-mail : contact@p2adev.com
Site web: www.p2adev.com

Citation du document :

Jouvenel J.-Y., Picard I. 2023. Projet de restauration du port des Oursinières– Expertise Faune / Flore. P2A Développement. (40 p).

Sommaire

1. INTRODUCTION 6

2. METHODOLOGIE D'INVESTIGATION 7

2.1. CARTOGRAPHIE DE L'HERBIER DE POSIDONIE (ET AUTRES HERBIERS DE MAGNOLIOPHYTES EVENTUELS) 7
2.2. QUALITE DES SEDIMENTS 8
2.3. INVENTAIRES QUANTITATIFS PAR TRANSECTS UVC 9
2.4. TRANSECTS VIDEO 10
2.5. OBSERVATIONS PONCTUELLES 10
2.6. CARTOGRAPHIE DE LA STRATEGIE D'ETUDE 10

3. CAMPAGNE DE TERRAIN 11

3.1. MOYENS HUMAINS 11
3.2. MOYENS MATERIELS 11

4. RESULTATS DES OBSERVATIONS 12

4.1. CARTOGRAPHIE DE LA LIMITE DES HERBIERS A MAGNOLIOPHYTES 12
4.2. QUALITE DES SEDIMENTS 14
4.2.1. Granulométrie 14
4.2.2. Qualité physico-chimique 16
4.2.3. Paramètres de contamination 17
4.3. INVENTAIRES PAR TRANSECTS UVC 19
4.4. TRANSECTS VIDEO 26
4.4.1. Transect vidéo avant-port 26
4.4.2. Transect vidéo port 28
4.5. OBSERVATIONS PONCTUELLES 29
4.5.1. Présence du mérou brun (Epinephelus marginatus) 29
4.5.2. Présence du Corb (Sciaena umbra) 29
4.5.3. Observation de caulerpe 30
4.5.4. Gradient de confinement 30

5. CONCLUSIONS 31

6. BIBLIOGRAPHIE 32

7. ANNEXES 33

7.1. FICHE PRELEVEMENT DE SEDIMENTS 33
7.2. RAPPORT EUROFINS 34

Tables des illustrations

Figure 1 – Localisation de la zone d'étude (en jaune) - (GoogleEarth modifié P2A).....6
Figure 2 – Système de géoréférencement : DGPS flottant avec fil à plomb positionné par le plongeur + tablette équipé du logiciel de cartographie (P2A Développement). 7
Figure 3 - Prélèvements de sédiment à la pelle, homogénéisation en surface et conditionnement (P2A Développement).....8
Figure 4 – Plongeurs scientifiques réalisant des investigations faune/flore (P2A Développement) 9
Figure 5 - Carte prévisionnelles des stations d'étude par cartographie des limites de l'herbier, transects UVC, transects vidéo, et stations de qualité du sédiment sur un fond cartographique de la base de données Medtrix 2023 10
Figure 6 - Embarcation de service du port des Oursinières équipée avec le pavillon de plongée et le terminal DGPS, et le mobile muni de son DGPS et de balises de repérage © P2A Développement..... 11
Figure 7 – Cartographie de l'herbier de posidonie (P2A Développement)..... 12
Figure 8 – Vues de l'herbier de posidonie : tombant de matte côté digue et herbier localisé à l'extrémité du musoir de la digue (P2A Développement) 13
Figure 9 – Localisation des stations qualité des sédiments (P2A Développement)..... 14
Figure 10 – Graphique représentant les sédiments selon leur composition granulométrique..... 15
Figure 11 – Richesse spécifique et Abondance par transect (P2A Développement) 19
Figure 12 – Carte de localisation des transects UVC (P2A Développement) 20
Figure 13 – Transect T1 avec une épibiose de padines (*Padina pavonina*) algue brune (P2A Développement)..... 21
Figure 14 – Transect T2 bancs de castagnoles (*Chromis chromis*) et de sars (*D. vulgaris et D. sargus*) (P2A Développement)..... 22
Figure 15 – Transect T3 avec un herbier de posidonie (*Posidonia oceanica*) très épiphyté (P2A Développement)..... 23
Figure 16 – Transect T4 Blocs rocheux / corps-morts et laisses de posidonie (P2A Développement) 23
Figure 17 – Transect T5 Substrat vaseux (P2A Développement) 24
Figure 18 – Transect T6 avec son tapis de macrophytes en décomposition (P2A Développement)..... 24
Figure 19 – Rougets (*Mullus surmuletus*) / Corbs (*Sciaena umbra*) (P2A Développement) 25
Figure 20 – Banc de saupes juvéniles (*Sarpa salpa*) / Banc de sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) (P2A Développement)..... 25
Figure 21 – Marbrés (*Lithognathus mormyrus*) et rouget (*Mullus surmuletus*)/ Labre vert (*Labrus viridis*) (P2A Développement) 25
Figure 22 – Localisation des transects vidéo (P2A Développement) 26
Figure 23 – Substrat avant-port (P2A Développement)..... 26
Figure 24 – Laisses de posidonie, en décomposition (P2A Développement) 27
Figure 25 – Herbier de posidonie localisé à l'extrémité de la panne centrale (P2A Développement) 27
Figure 26 – Présence de nombreux bancs de juvéniles (P2A Développement)..... 27
Figure 27 – Banc de saupes / Rougets et sars à tête noire (P2A Développement)..... 28
Figure 28 – Substrat vaseux, macrophytes en décomposition (P2A Développement)..... 28
Figure 29 – Sar commun / Blennie gattorugine (P2A Développement)..... 28
Figure 30 – Banc de jeunes individus de corbs (P2A Développement)..... 29
Figure 31 – Caulerpe (*Caulerpa cylindracea*) en sortie de port (P2A Développement)..... 30

Tableau 1 : Caractéristiques des stations de prélèvements des sédiments (P2A Développement) 14
Tableau 2 : Classification des sédiments selon leur composition granulométrique 16
Tableau 3 : Paramètres physico-chimique des sédiments 16
Tableau 4 : Résumé des différentes sources et voies d'introduction des composés recherchés (RLM, Ifremer) 17
Tableau 5 : Paramètres de qualité des sédiments 18
Tableau 6 : Résultats des comptages visuels –transects UVC (P2A Développement) 19

1.Introduction

La société P2A Développement a été missionnée par Corinthe Ingénierie pour réaliser le suivi environnemental du milieu marin dans le cadre du projet de maitrise d'œuvre pour la requalification du quartier des Oursinières au Pradet (Var).

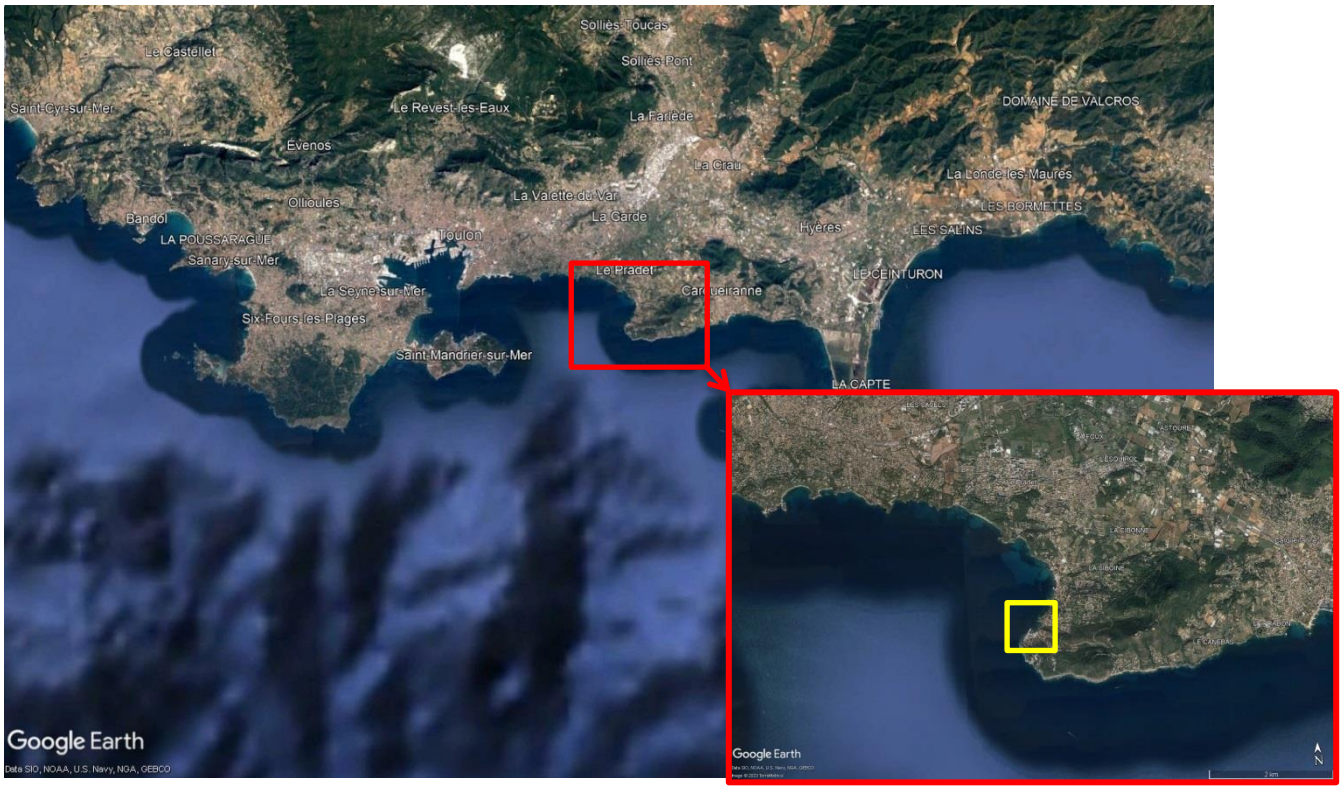


Figure 1 – Localisation de la zone d'étude (en jaune) - (GoogleEarth modifié P2A)

Afin d'identifier les éventuels enjeux environnementaux concernant le milieu marin, et de pouvoir proposer un projet présentant le minimum d'impacts sur l'environnement, une mission de diagnostic du milieu marin a été réalisée.

La mission d'investigation de terrain sous-marine, réalisée le 11 août 2023, visait à :

- Réaliser la cartographie de la limite supérieure de l'herbier de posidonie,
- Faire des analyses de la qualité des sédiments,
- Réaliser des inventaires des espèces de faune et de flore marine observées (enjeux écologiques).

2.Méthodologie d'investigation

Le port doit être requalifié dans son ensemble, aussi il a été décidé d'inventorier prioritairement les zones qui doivent être réaménagées, mais également d'obtenir une vue d'ensemble du contexte écologique du port.

2.1. Cartographie de l'herbier de posidonie (et autres herbiers de magnoliophytes éventuels)

Les limites de l'enveloppe des herbiers de posidonie (*Posidonia oceanica* Delile 1813) a été réalisée par délimitation directe à vue en détourant depuis la surface l'interface herbier vivant / autres substrats. En effet, la visibilité aux alentours du port, du large de la digue jusque dans l'avant-port à proximité des extrémités des pannes était de l'ordre de 10 à 15 mètres. Ceci a permis de ne pas oublier de mottes isolées notamment.

Les profondeurs s'échelonnaient de 1,8 m côté plage, à 3 ou 4 mètres devant le musoir au plus profond de la zone d'étude.

Les enveloppes ont été délimitées dans le périmètre de la zone d'étude qui a été définie selon les besoins du maître d'œuvre et des travaux envisagés.

Les mottes isolées ont été soit géoréférencées par point isolé, soit rassemblées dans l'enveloppe si elles étaient distantes de moins de 2 mètres du reste de l'herbier. Les trouées sableuses ou seulement constituées de matte morte ont été détaillées si elles se situaient à moins de 2 mètres de la limite d'enveloppe.

Le système pendulaire est muni d'un enrouleur qui permet au plongeur d'ajuster le lest servant à suivre les limites au plus près du fond en fonction de la bathymétrie.

Les levés étaient annotés directement depuis le plongeur par portée de voix jusqu'à l'opératrice cartographie sur le support surface situé dans un rayon de 20 à 30 mètres.



Figure 2 – Système de géoréférencement : DGPS flottant avec fil à plomb positionné par le plongeur + tablette équipé du logiciel de cartographie (P2A Développement).

2.2. Qualité des sédiments

Les prélèvements et analyses seront réalisés conformément à la circulaire n°2000-62 du 14 juin 2000 relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire défini par l'arrêté interministériel.

Au total, 3 stations ont été échantillonnées.

Les sédiments ont été prélevés à l'aide d'une pelle en aluminium préalablement « rincée » avec les sédiments devant être prélevés.

La pelle a été enfoncée sous le couvert de matière organique constitué par un épais tapis d'algues en décomposition. Il a donc été nécessaire de percer ce tapis et d'atteindre la vase sous-jacente pour les stations de fond de port S1 et S2.

Concernant la station S3 le substrat était plus franchement sableux et exempt de tapis d'algue. Néanmoins la charge en matière organique rendait le sable très dense et très collant.

Les pelletées étaient directement introduites in situ dans le sac de prélèvement afin de ne pas diluer le sédiment. Plusieurs pelletées ont été réalisées à chaque station sur une surface d'environ 10 m² afin de moyenner les éventuels écarts de concentration en contaminants.

Le sac est ensuite vidé dans un contenant en plastique et soigneusement homogénéisé avant d'être conditionné dans les flacons d'analyses fournis par le laboratoire Eurofins (accrédité COFRAC).

Les flacons sont ensuite rassemblés dans un conteneur isotherme équipés de packs eutectiques en quantités suffisante pour conserver une température au-dessous de 8°C. Dans cette optique, la capitainerie a bien aimablement mis son congélateur à disposition pour garantir des packs les plus froids possible.

Les flacons sont étiquetés individuellement avec les étiquettes de traçabilité fournies par Eurofins.



Figure 3 - Prélèvements de sédiment à la pelle, homogénéisation en surface et conditionnement (P2A Développement)

La qualité est évaluée en utilisant les seuils de référence N1 et N2 fournis par l'arrêté du 9 août 2006[1] et par l'arrêté du 17 juillet 2014[2] pour les contaminants (métaux lourds, HAP et PCB).

Il est considéré que la qualité est bonne si la valeur est inférieure au seuil N1, moyenne si elle se situe entre le seuil N1 et le N2, et mauvaise si elle dépasse le seuil N2. Un code couleur associé permet de visualiser rapidement la qualité globale des sédiments.

Valeur	< N1 : Bonne qualité	N1<valeur <N2 : Qualité moyenne	> N2 : Qualité mauvaise

2.3. Inventaires quantitatifs par transects UVC

Un total de 6 transects de 20 m de longueur et de 4 m de largeur a été réalisé par dénombrement en plongée (UVC = underwater visual censuses selon la méthodologie développées par Harmelin-Vivien et al, 1984) concernant notamment l'ichtyofaune avec un focus particuliers sur la présence de juvéniles caractéristiques de la fonctionnalité « nurserie » du site.



Figure 4 – Plongeurs scientifiques réalisant des investigations faune/flore (P2A Développement)

Les espèces inventoriées ont été dénombrées et classées selon qu'il s'agissait d'individus adultes ou bien au stade juvénile. Une attention particulière a aussi été portée sur les espèces patrimoniales ou protégées (enjeux écologiques forts).

Ces transects ont été répartis sur l'extérieur de la digue (2 transects) mais également dans les bassins intérieurs dans les zones devant subir des travaux.

[1] Arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement

[2] Arrêté du 17 juillet 2014 modifiant l'arrêté du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement - Article 1.

2.4. Transects vidéo

Deux parcours sur de grandes distances ont été réalisés avec une prise systématique d'images afin d'inventorier l'enceinte portuaire afin de ne pas manquer d'enjeux écologiques importants. L'un dans la partie ouverte de l'avant-port, l'autre dans la zone des bassins intérieurs, beaucoup plus confinée.

2.5. Observations ponctuelles

Le parcours entre ces transects a aussi fait l'objet d'observations ponctuelles documentées également par des images et géoréférencées.

2.6. Cartographie de la stratégie d'étude

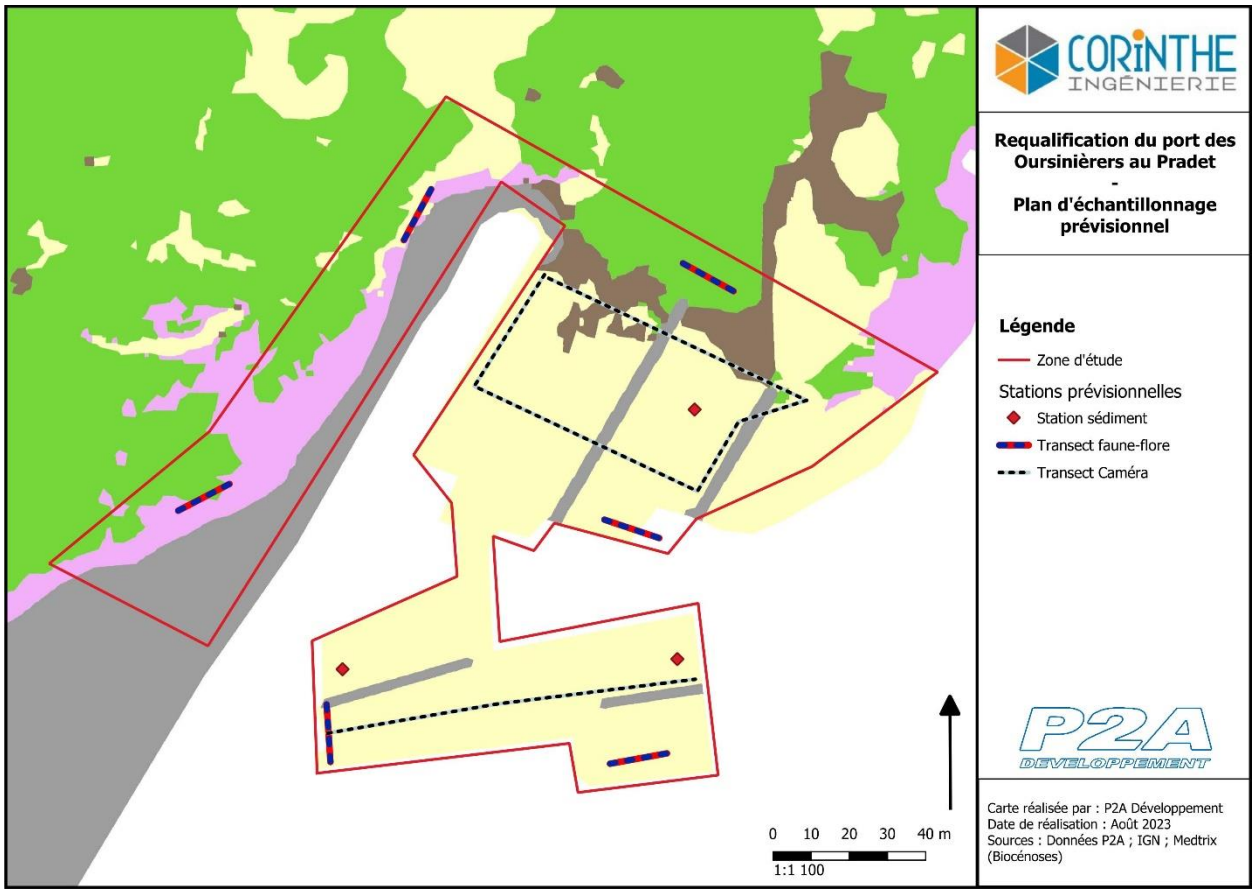


Figure 5 - Carte prévisionnelles des stations d'étude par cartographie des limites de l'herbier, transects UVC, transects vidéo, et stations de qualité du sédiment sur un fond cartographique de la base de données Medtrix 2023

3.Campagne de terrain

La campagne de terrain s'est déroulée le vendredi 11 août 2023 de 8h à 17h.

Conditions météo : les conditions environnementales étaient favorables, beau temps, vent modéré se levant en début d'après-midi.

3.1. Moyens humains

L'équipe mobilisée était constituée des personnels suivants :

- Jean-Yves Jouvenel, gérant de P2A Développement, océanologue et plongeur professionnel CAH2B,
- Cyrille Gournay, plongeuse professionnelle CAH 1B.

3.2. Moyens matériels

L'embarcation mobilisée a été celle de service du port des Oursinières, les équipements ont pu y être installé de manière efficace (pavillon de plongée, casier de la tablette de cartographie notamment);

Un appareil en caisson Nikon D7000 équipé d'un objectif très grand angle et d'éclairages additionnels de 10 000 lumens ;

Un ensemble de 2 caméras très haute définition Gopro 8 avec éclairages d'appoint (13 000 lumens) ont été utilisés pour réaliser les prises de vue sous-marines.

Un système de géoréférencement DGPS d'une précision submétrique avec un équipement redondant ont également été mis en œuvre. Le DGPS est installé sur un mobile flottant équipé d'un fil à plomb pour augmenter la précision des levés.



Figure 6 - Embarcation de service du port des Oursinières équipée avec le pavillon de plongée et le terminal DGPS, et le mobile muni de son DGPS et de balises de repérage © P2A Développement

4. Résultats des observations

4.1. Cartographie de la limite des herbiers à magnoliophytes

La cartographie de la limite supérieure de l'herbier de posidonie a permis de produire une carte de localisation des herbiers présents dans la zone d'étude.

On observe la présence d'un herbier clairsemé à dense à proximité immédiate des ouvrages portuaires, au niveau de la sortie du port. Côté digue Ouest, l'herbier est observé directement en pied de digue au Nord de celle-ci et à une distance tout juste supérieure à 10 m des enrochements de surface sur son flanc Ouest.

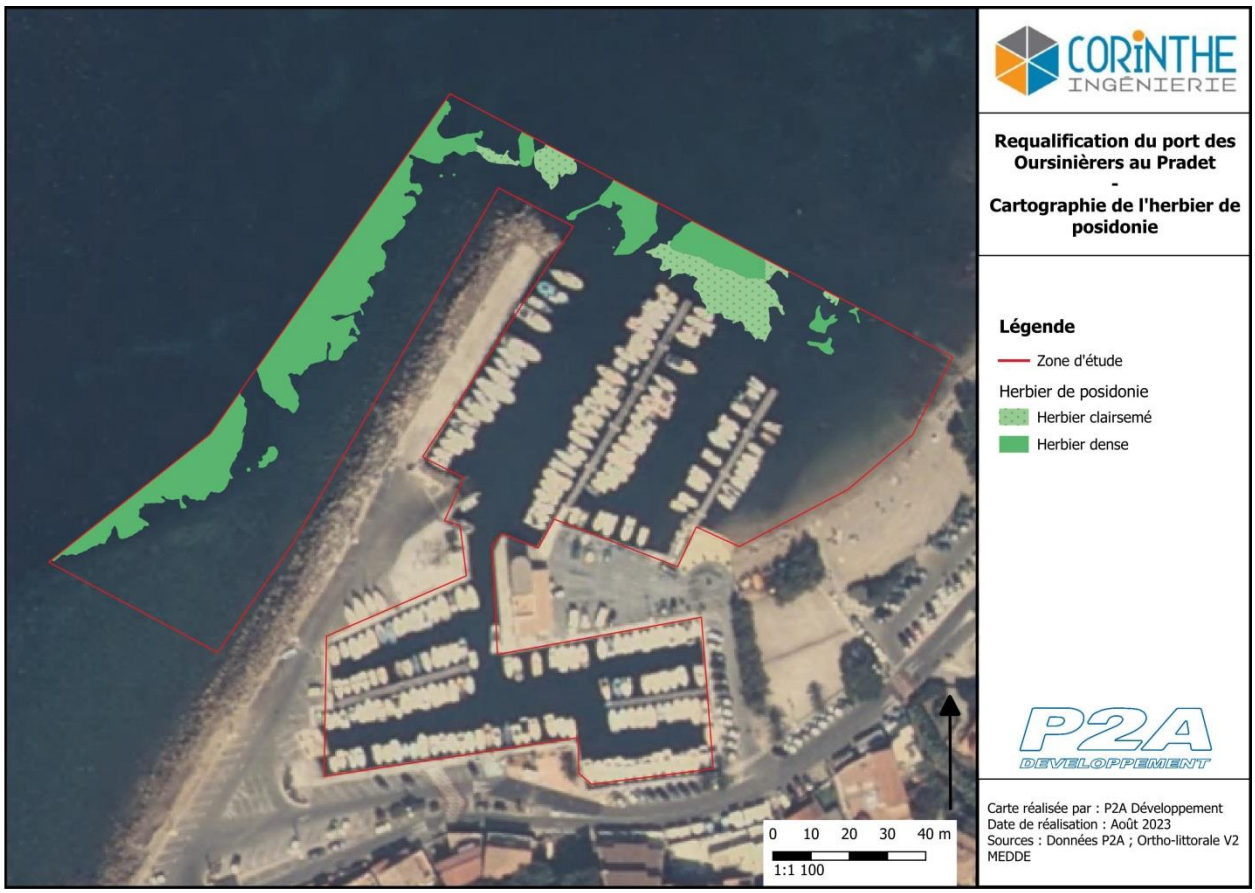


Figure 7 – Cartographie de l'herbier de posidonie (P2A Développement)



Figure 8 – Vues de l'herbier de posidonie : tombant de matte côté digue et herbier localisé à l'extrémité du musoir de la digue (P2A Développement)

4.2. Qualité des sédiments

Trois stations ont été échantillonnées selon les localisations indiquées sur la carte ci-après.

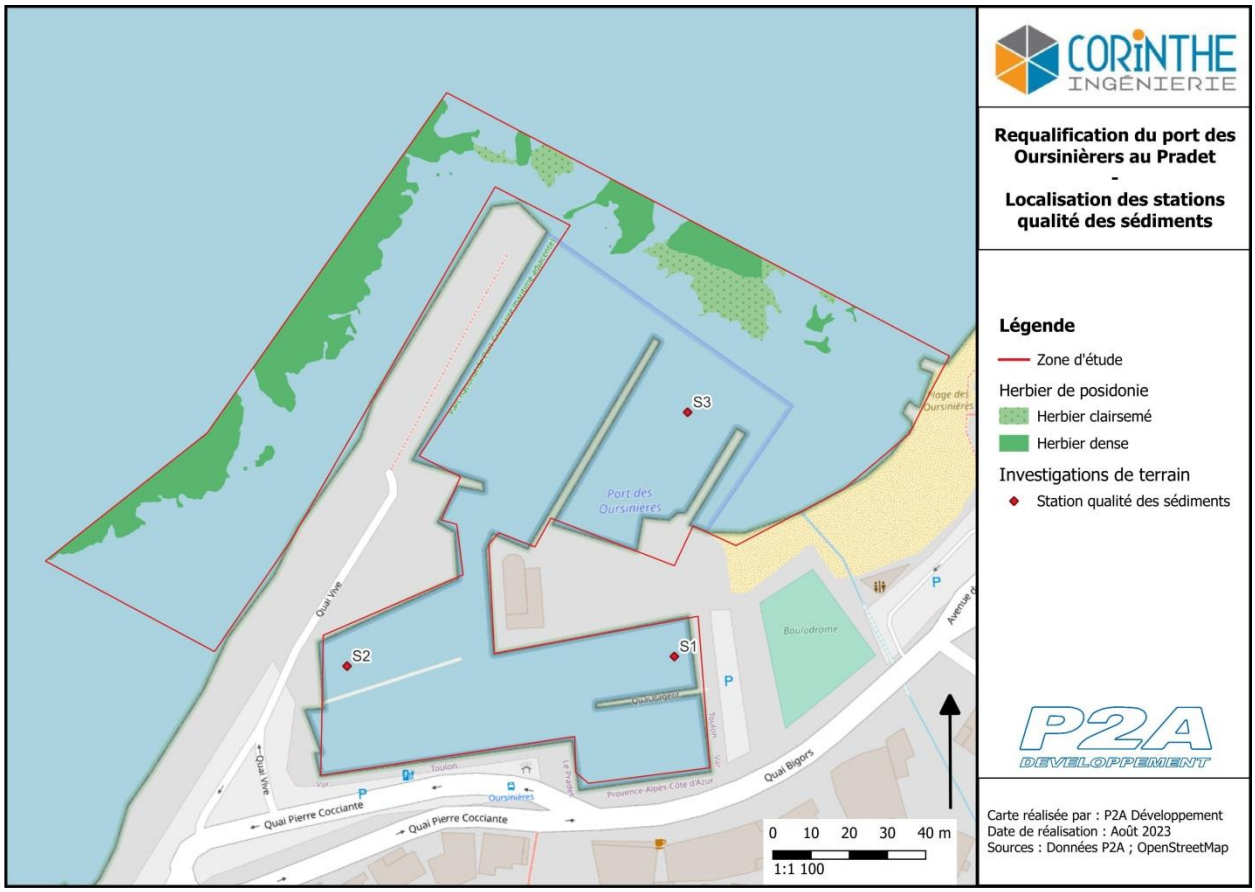


Figure 9 – Localisation des stations qualité des sédiments (P2A Développement)

Tableau 1 : Caractéristiques des stations de prélèvements des sédiments (P2A Développement)

Station	Profondeur	Coord.GPS	Couleur	Odeur	Observations (faune / flore, etc.)
S1	1,40	43,08482 6,01965	Noire	Oui	Macro-déchets
S2	1,20	43,08482 6,01858	Noire	Oui	Macro-déchets
S3	3,40	43,08539 6,01972	Gris foncé	Un peu	

Les échantillons prélevés ont été analysés par le laboratoire Eurofins. Les résultats sont présentés ci-dessous.

4.2.1. Granulométrie

La figure ci-dessous représente la composition granulométrique des échantillons de sédiments mesurée par la granulométrie laser (particules <2 mm).

Du point de vue de la granulométrie, les sédiments marins se divisent en deux grandes catégories :

- Les sédiments fins, composés de particules inférieures à 63 µm de diamètre. Riches en matière organique, ils contiennent une quantité appréciable de sulfures et, présents en quantités, ils favorisent l'apparition de conditions anoxiques qui renforcent l'immobilisation de nombreux contaminants, tant qu'ils ne sont pas remis en suspension.

- Les sédiments grossiers, constitués d'éléments dont la granulométrie est supérieure à 63 µm, sont subdivisés en sables (de 63 µm à 2mm) et graviers (>2 mm). Généralement pauvres en matière organique ces sédiments ont une faible capacité de rétention des contaminants. Ces matériaux sont en général peu contaminés, sauf s'ils se trouvent à proximité d'un rejet. (RLM, Ifremer).

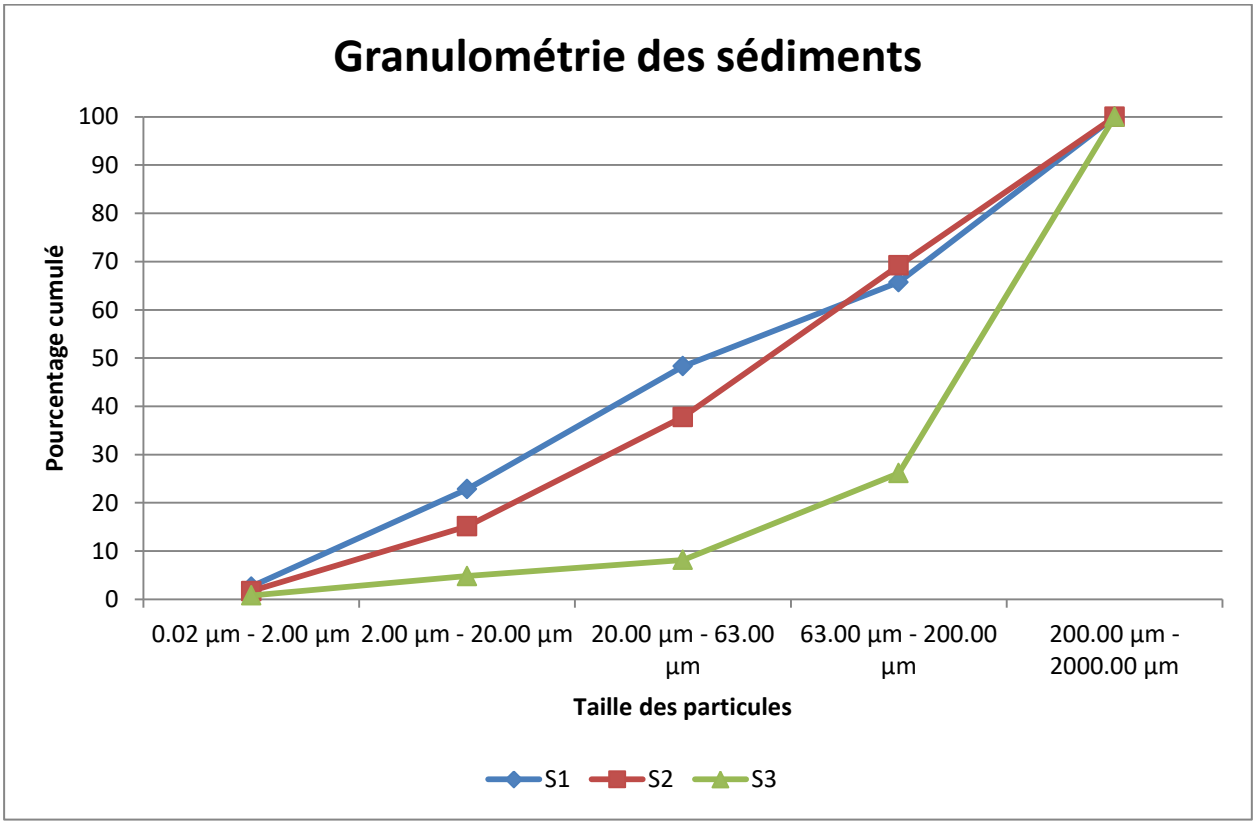


Figure 10 – Graphique représentant les sédiments selon leur composition granulométrique

On observe que les sédiments sont de nature plutôt homogène pour les stations S1 et S2, avec une proportion importante de particules fines (40 à 50 %) tandis que la station S3 présente moins de 10% de fines.

Tableau 2 : Classification des sédiments selon leur composition granulométrique

Station	S1	S2	S3
Limons et argiles (%<63 µm)	48,3	37,8	8,2
Sables fins (63 µm < % < 200 µm)	17,4	31,4	18,0
Sables moyens à grossiers (200 µm < % < 2 mm)	34,3	30,1	73,9
Refus pondéral à 2 mm (% PB)	22,1	37,5	<1
Médiane	68,489	94,187	289,85
Typologie des sédiments	Vases sableuses	Vases sableuses	Sables fins plus ou moins envasés

Les sédiments du port sont de type vases sableuses alors que la station située dans l'avant-port est de type sables fins, plus ou moins envasés.

4.2.2. Qualité physico-chimique

Les analyses de la qualité des sédiments menées en laboratoire ont fourni les résultats suivants :

Tableau 3 : Paramètres physico-chimique des sédiments

Paramètres	unité	S1	S2	S3
Matière sèche	% P.B.	32,2	19,7	70,8
Masse volumique	g/cm³	1,33	1,15	1,68
Matière organique (Perte au feu)	% MS	13,2	17,8	16,8
pH		8,8	8,2	8,9
Azote Kjeldahl	g/kg MS	4,6	6,9	<0,5
Carbone Organique Total	mg/kg MS	53 500	92 400	<5 010
Phosphore	mg/kg MS	392	380	72,6
Phosphore total (P2O5)	mg/kg MS	898	872	166
Aluminium	mg/kg MS	6 120	4 180	1200

L'aluminium, hors apport spécifique, est généralement considéré comme un constituant des argiles et donc représentatif des sédiments fins. Dans ce cas, un sédiment riche en aluminium adsorbera plus les contaminants qu'un sédiment pauvre en cet élément.

De la même façon, les sédiments fins et riches en carbone organique ont une forte capacité d'adsorption des contaminants organiques. (RLM, Ifremer)

Les teneurs en nutriments (azote, phosphore) sont très basses dans l'avant-port. Le taux d'aluminium et de COT est plus élevé pour les stations S1 et S2, en cohérence avec la grande quantité de particules fines observée au niveau granulométrique.

4.2.3. Paramètres de contamination

Tableau 4 : Résumé des différentes sources et voies d'introduction des composés recherchés (RLM, Ifremer)

Contaminants	Utilisations	Sources
Métaux		
Arsenic	Pesticides Traitement des bois Préparations phytosanitaires Industrie du verre	Sols Combustion du charbon Agriculture
Cadmium	Batteries, peintures, traitement de surface des aciers, décoration des porcelaines, antiseptiques.	Activités métallurgiques Incinération des déchets Caoutchouterie Emaillerie
Chrome	Traitement des bois Technologie des matériaux réfractaires	Industrie chimique Métallurgie
Cuivre	Peintures antis-salissures, traitement des bois, produits phytosanitaires, réseaux de distribution d'eau	Zones portuaires, Agriculture Industries électriques et chimiques
Mercure	Fabrication de chlore, catalyseurs, pigments, fongicides, piles	Incinération des déchets, combustion de charbon Industries chimiques, Agricultures
Nickel	Combustibles fossiles Production de métaux non ferreux	Activité volcanique Erosion éolienne Métallurgie
Plomb	Carburant (antidétonant), fabrication d'accumulateurs	Véhicules motorisés, industries électriques
Zinc	Peintures antis-salissures Produits pharmaceutiques et phytosanitaires Piles Réseaux d'évacuation des eaux pluviales, etc.	Erosion des sols, végétation et volcanisme Métallurgie et chimie Zones portuaires, agriculture Combustion des bois et des charbons, incinération des déchets
Contaminants organiques		
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)		Rejets pétroliers, déchets urbains et industriels, lessivage des sols, feu de forêts, combustion des charbons et pétroles
Polychlorobiphényles (PCB)	Fluides diélectriques	Remplissage et retraitement des systèmes clos, rejets urbains, décharges
TBT	Peintures antis-salissures	Zones portuaires Industrie chimique

Tableau 5 : Paramètres de qualité des sédiments

	Station	S1	S2	S3	NIVEAU N1	NIVEAU N2
	Date	11/08/2023				
Paramètres	unité					
Éléments traces						
Arsenic	mg/kg	29,50	27,90	8,34	25	50
Cadmium	mg/kg	0,55	1,40	<0.10	1,2	2,4
Chrome	mg/kg	28,90	28,60	5,31	90	180
Cuivre	mg/kg	929,00	691,00	13,00	45	90
Mercure	mg/kg	0,48	0,29	<0.10	0,4	0,8
Nickel	mg/kg	15,70	19,80	3,65	37	74
Plomb	mg/kg	116,00	87,50	10,40	100	200
Zinc	mg/kg	509,00	704,00	43,30	276	552
Polychlorobiphényles (PCB)						
PCB congénère 28	µg/kg	<1,1	<1,1	<1	5	10
PCB congénère 52	µg/kg	2,0	<1,1	<1	5	10
PCB congénère 101	µg/kg	4,2	<1,1	<1	10	20
PCB congénère 118	µg/kg	6,7	<1,1	<1	10	20
PCB congénère 138	µg/kg	9,2	3,6	<1	20	40
PCB congénère 153	µg/kg	9,9	3,7	<1	20	40
PCB congénère 180	µg/kg	2,7	1,4	<1	10	20
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)						
Naphtalène	µg/kg	110	1700	<2	160	1 130
Acénaphtène	µg/kg	28	44	<2	15	260
Acénaphtylène	µg/kg	26	27	<2	40	340
Fluorène	µg/kg	45	160	<2	20	280
Anthracène	µg/kg	40	22	<2	85	590
Phénanthrène	µg/kg	290	210	<2	240	870
Fluoranthène	µg/kg	190	110	<2	600	2 850
Pyrène	µg/kg	160	100	<2	500	1 500
Benzo [a] anthracène	µg/kg	82	77	2,70	260	930
Chrysène	µg/kg	93	83	3,40	380	1 590
Benzo [b] fluoranthène	µg/kg	150	110	3,70	400	900
Benzo [k] fluoranthène	µg/kg	51	45	<2	200	400
Benzo [a] pyrène	µg/kg	86	73	<2	430	1 015
Di benzo [a,h] anthracène	µg/kg	22	31	<2	60	160
Benzo [g,h,i] pérylène	µg/kg	81	70	<2	1 700	5 650
Indéno [1,2,3-cd] pyrène	µg/kg	82	61	2,30	1 700	5 650
Tributylétain						
Tributylétain (TBT)	µg/kg	300	210	<2.0	100	400
Dibutylétain (DBT)	µg/kg	190	130	<2.0		
Tétrabutylétain (TeBT)	µg/kg	<10	<10	<10		
Monobutylétain (MBT)	µg/kg	200	100	2,2		
Triphénylétain (TPhT)	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0		
MonoOctyletain (MOT)	µg/kg	3,1	2,9	<2.0		
DiOctyletain (DOT)	µg/kg	3,1	6,1	<2.0		
Tricyclohexyletain (TcHexT)	µg/kg	<2.0	<2.0	<2.0		

On observe que **les sédiments sont inférieurs au niveau N1,** pour tous les paramètres testés**, pour la station S3**. En revanche, on constate des **dépassements des seuils pour plusieurs paramètres pour les stations S1 et S2**, pour l'arsenic, le cadmium (seulement S2), le cuivre (supérieur à N2), le mercure et le plomb (uniquement pour S1), le zinc (supérieur à N2 pour S2), ainsi que pour plusieurs HAP et pour le TBT.

4.3. Inventaires par transects UVC

Au cours des inventaires par comptages visuels, 31 espèces différentes ont été observées, pour une abondance totale de 839 individus.

Tableau 6 : Résultats des comptages visuels –transects UVC (P2A Développement)

		Stations												
		T1		T2		T3		T4		T5		T6		
Espèces	Nom vernaculaire	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	Abondance
Engraulis encrasicolus	Anchois commun		200					50						**250**
Apogon imberbis	Apogon		1											**1**
Parablennius gattorugine	Blennie gattorugine		2											**2**
Chromis chromis	Castagnole	80	22	50	40		2							**194**
Symphodus roissali	Crénilabre à 5 tâches		2	1										**3**
Centrolabrus melanocercus	Crénilabre à queue noire				1		1							**2**
Symphodus cinereus	Crénilabre cendré						4							**4**
Symphodus ocellatus	Crénilabre ocellé	23	6	1	1	1		1						**33**
Symphodus tinca	Crénilabre paon	5	8		8	1	9		1					**32**
Spondyliosoma cantharus	Dorade grise			1										**1**
Sparus aurata	Dorade royale							1		2				**3**
Coris julis	Girelle		4		5		12		3					**24**
Thalassoma pavo	Girelle-paon				1									**1**
Gobius cruentatus	Gobie à bouche rouge								1					**1**
Gobius geniporus	Gobie à joues poreuses						1				1			**2**
Holothuria tubulosa	Holothurie						11							**11**
Labrus merula	Labre merle	1												**1**
Lithognathus mormyrus	Marbré							2						**2**
Epinephelus marginatus	Mérou brun	1												**1**
Mugil sp	Muge								12	30	1	25		**68**
Oblada melanura	Oblade	23	1		15									**39**
Siganus sp	Poisson lapin			1										**1**
Octopus vulgaris	Poulpe			1				1						**2**
Mullus surmuletus	Rouget de roche						1	3	10	2				**16**
Diplodus vulgaris	Sar à tête noire	3	1	2	34	1		5	1	1				**48**
Diplodus sargus	Sar commun	1	2		1		5		2	5				**16**
Sarpa salpa	Saupe		11	7		37	5		10				1	**71**
Seriola dumerlii	Sériole de Duméril			1										**1**
Serranus scriba	Serran écriture		1		1		1							**3**
Diplodus annularis	Sparaillon					2								**2**
Symphodus rostratus	Sublet				1	1	1		1					**4**
Richesse spécifique		**8**	**13**	**9**	**11**	**6**	**12**	**7**	**9**	**5**	**2**	**1**	**1**	
		15		**17**		**15**		**14**		**6**		**2**		
Abondance		**137**	**261**	**65**	**108**	**43**	**53**	**63**	**41**	**40**	**2**	**25**	**1**	
		398		**173**		**96**		**104**		**42**		**26**		

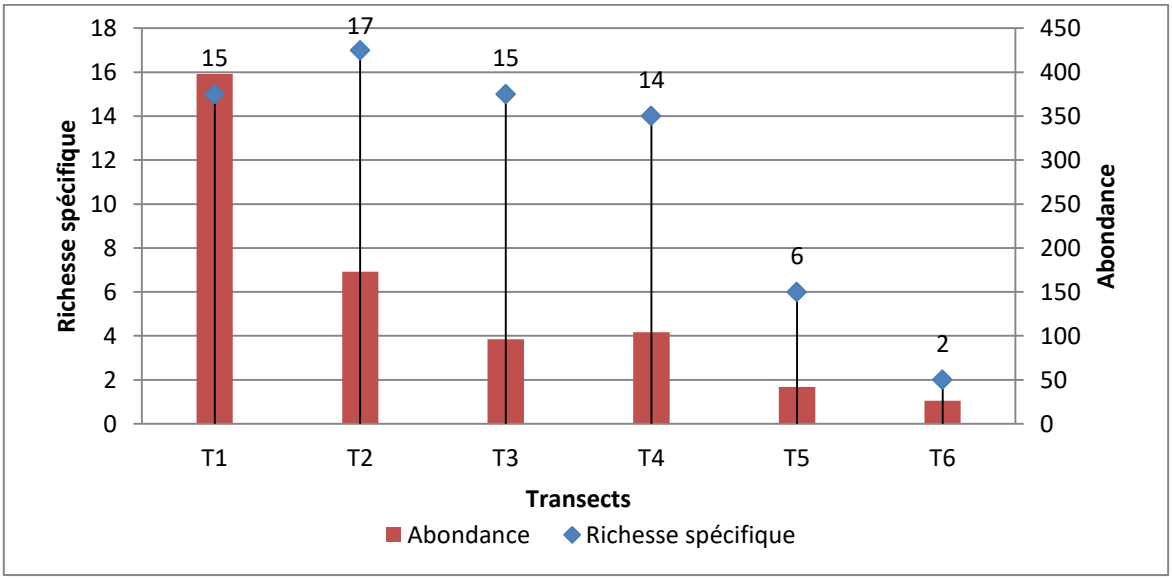


Figure 11 – Richesse spécifique et Abondance par transect (P2A Développement)

La répartition par transects montre des disparités importantes selon les transects, avec une richesse spécifique (nombre d'espèces observées) comprise entre 14 et 17 pour les 4 transects situés dans l'avant-port et à l'extérieur de la digue, tandis qu'elle n'est que de 2 et 6 pour les transects réalisés dans le port même.

En ce qui concerne l'abondance, elle est la plus élevée au niveau du transect 1 (extérieur digue Ouest) avec 398 individus observés, incluant cependant un banc d'environ 200 clupéidés. L'abondance est comprise entre 96 et 173 individus pour les transects T2, T3 et T4 et elle est la plus faible, de nouveau, pour les transects localisés dans le port, avec seulement 26 et 42 individus pour T6 et T5 respectivement.

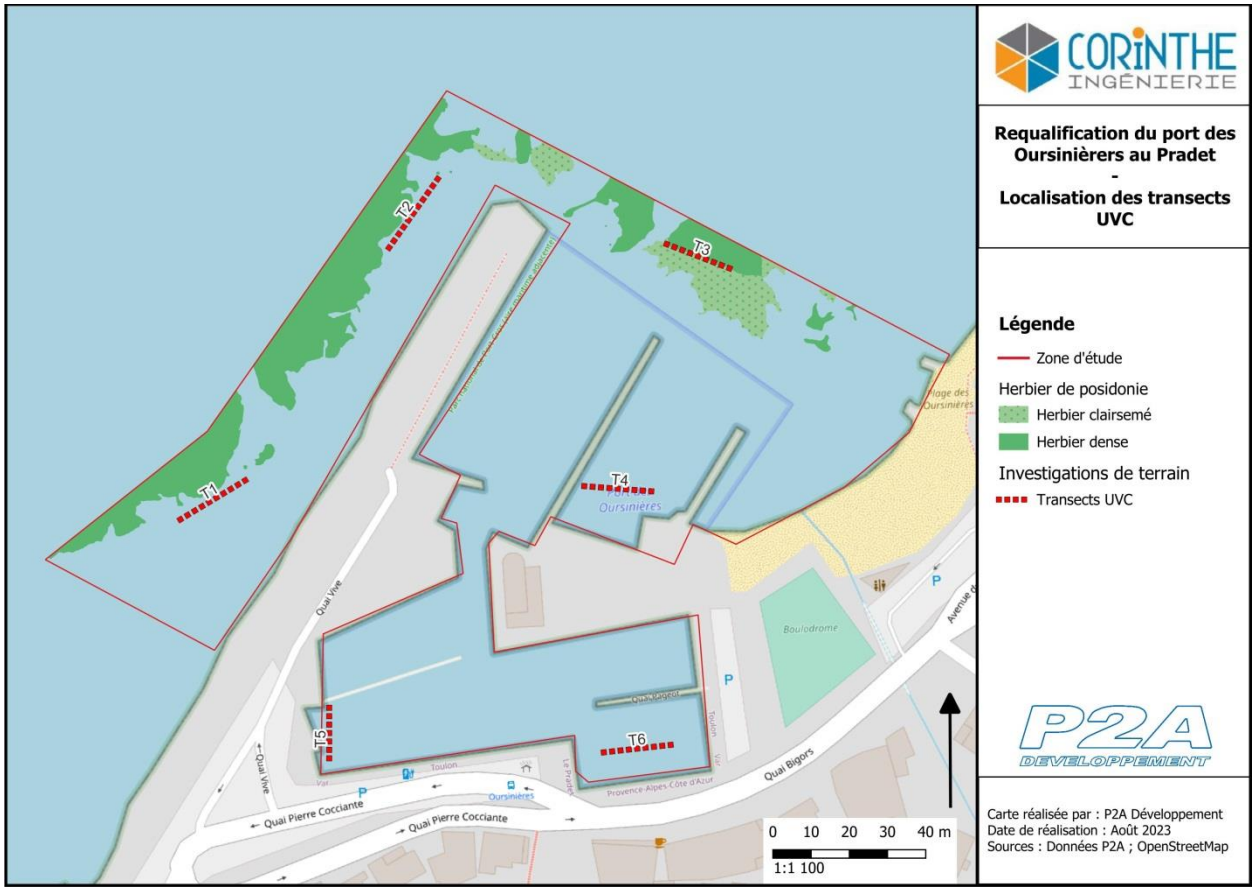


Figure 12 – Carte de localisation des transects UVC (P2A Développement)

A noter la présence d'une espèce remarquable, avec l'observation d'un mérou brun (*Epinephelus marginatus*) sur le transect 1, à l'Ouest de la digue. Espèce réglementée, figurant dans l'amendement du protocole de Barcelone : Annexe III ainsi que dans la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) : Annexe III, le mérou brun fait partie des espèces de mérous dont la pêche est interdite, selon l'arrêté n°2013357-0004 du 23 décembre 2013 portant réglementation de la pêche de différentes espèces de mérous dans les eaux territoriales en Méditerranée continentale, valable 10 ans.

Des vues des transects investigués sont présentées ci-après.

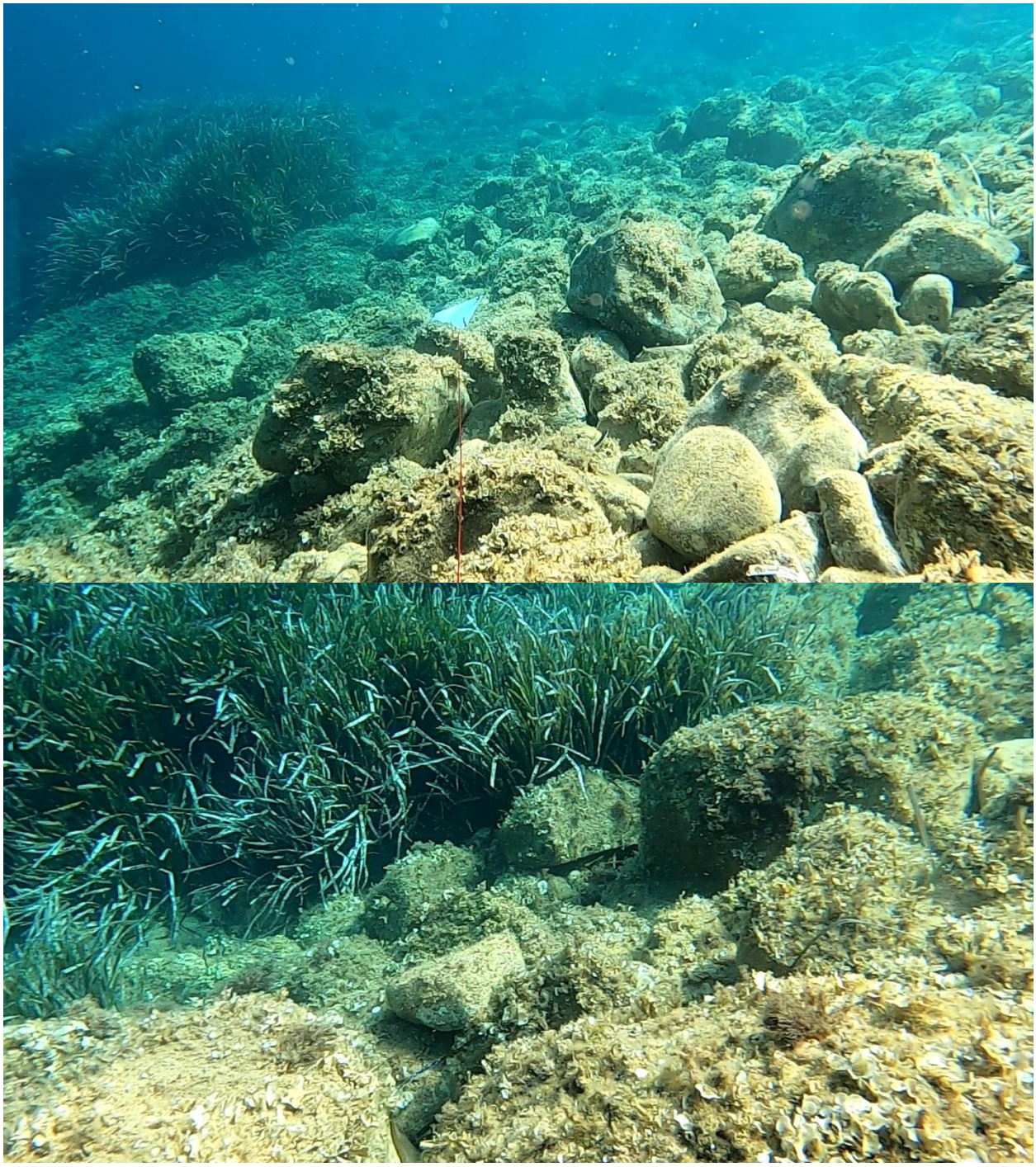


Figure 13 – Transect T1 avec une épibiose de padines (*Padina pavonina*) algue brune (P2A Développement)



Figure 14 – Transect T2 bancs de castagnoles (*Chromis chromis*) et de sars (*D. vulgaris et D. sargus*) (P2A Développement)



Figure 15 – Transect T3 avec un herbier de posidonie (*Posidonia oceanica*) très épiphyté (P2A Développement)





Figure 16 – Transect T4 Blocs rocheux / corps-morts et laisses de posidonie (P2A Développement)

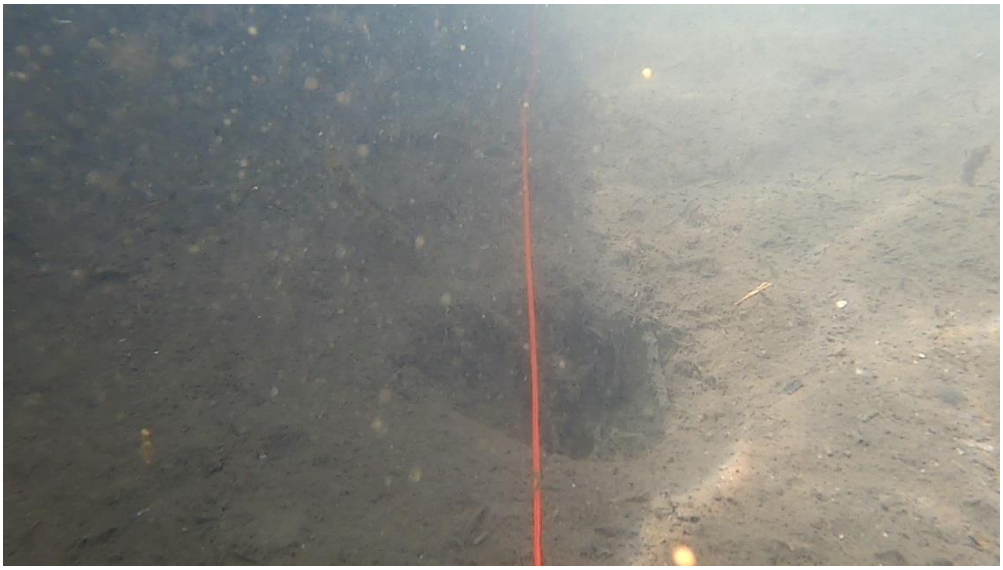


Figure 17 – Transect T5 Substrat vaseux (P2A Développement)



Figure 18 – Transect T6 avec son tapis de macrophytes en décomposition (P2A Développement)

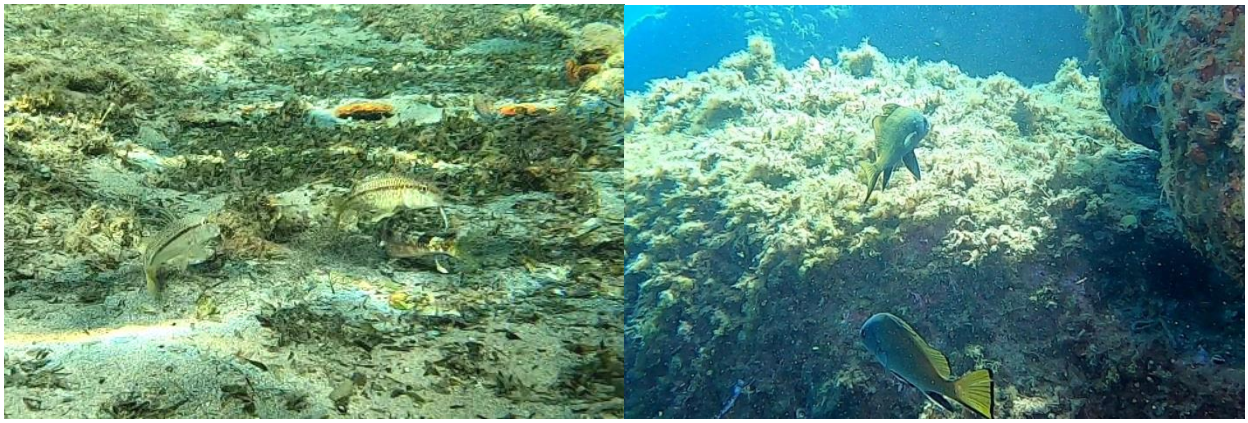


Figure 19 – Rougets (*Mullus surmuletus*) / Corbs (*Sciaena umbra*) (P2A Développement)



Figure 20 – Banc de saupes juvéniles (*Sarpa salpa*) / Banc de sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) (P2A Développement)



Figure 21 – Marbrés (*Lithognathus mormyrus*) et rouget (*Mullus surmuletus*)/ Labre vert (*Labrus viridis*) (P2A Développement)

4.4. Transects vidéo

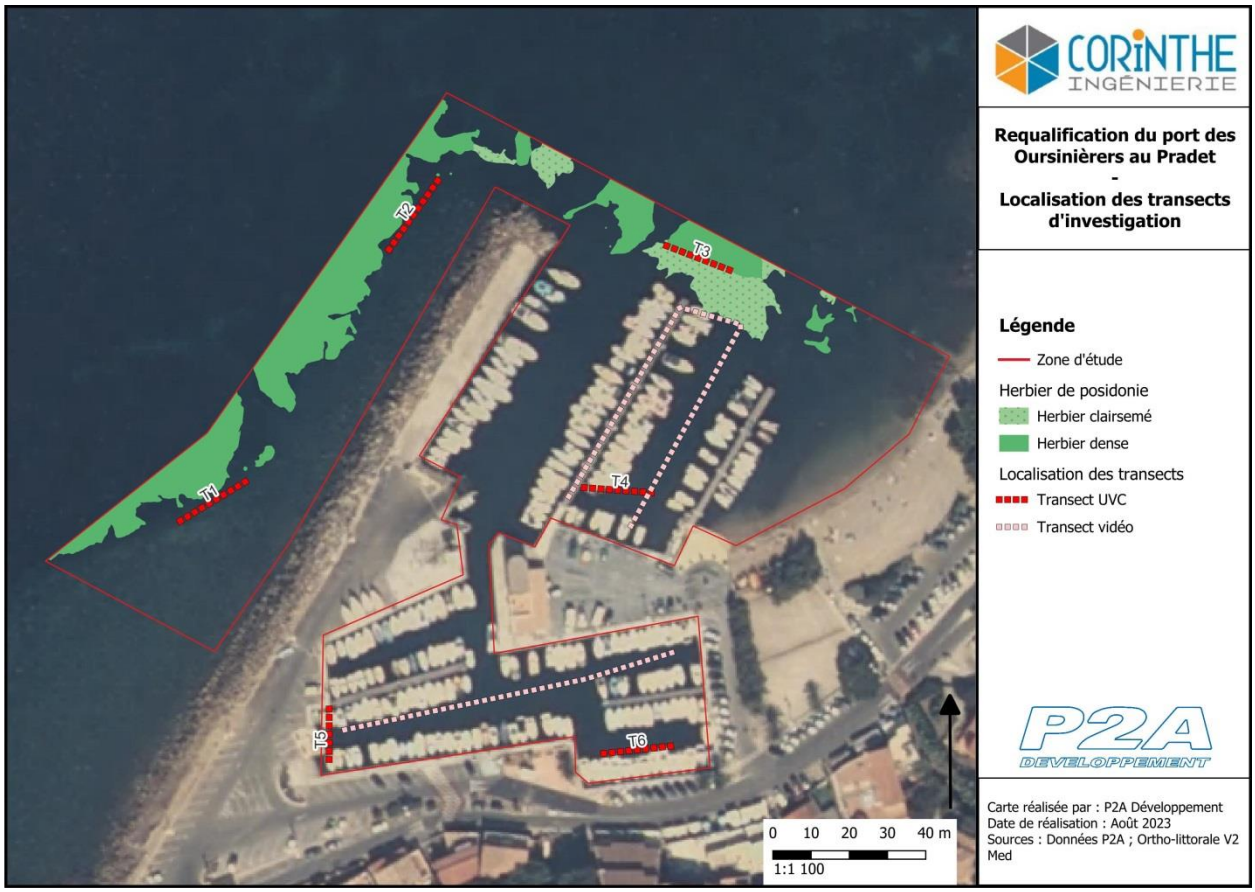


Figure 22 – Localisation des transects vidéo (P2A Développement)

4.4.1. Transect vidéo avant-port

Le transect d'investigation réalisé dans l'avant-port a permis d'observer la présence d'un substrat de type sableux avec des zones couvertes de laisses de posidonie, en phase de décomposition plus ou moins avancée.



Figure 23 – Substrat avant-port (P2A Développement)



Figure 24 – Laisses de posidonie, en décomposition (P2A Développement)

La limite supérieure de l'herbier de posidonie est observée juste à l'extrémité de la panne centrale. L'herbier est fortement sédimenté, il présente des feuilles courtes et recouvertes de particules fines.



Figure 25 – Herbier de posidonie localisé à l'extrémité de la panne centrale (P2A Développement)

De nombreux bancs de juvéniles de poissons ont été observés le long du transect.

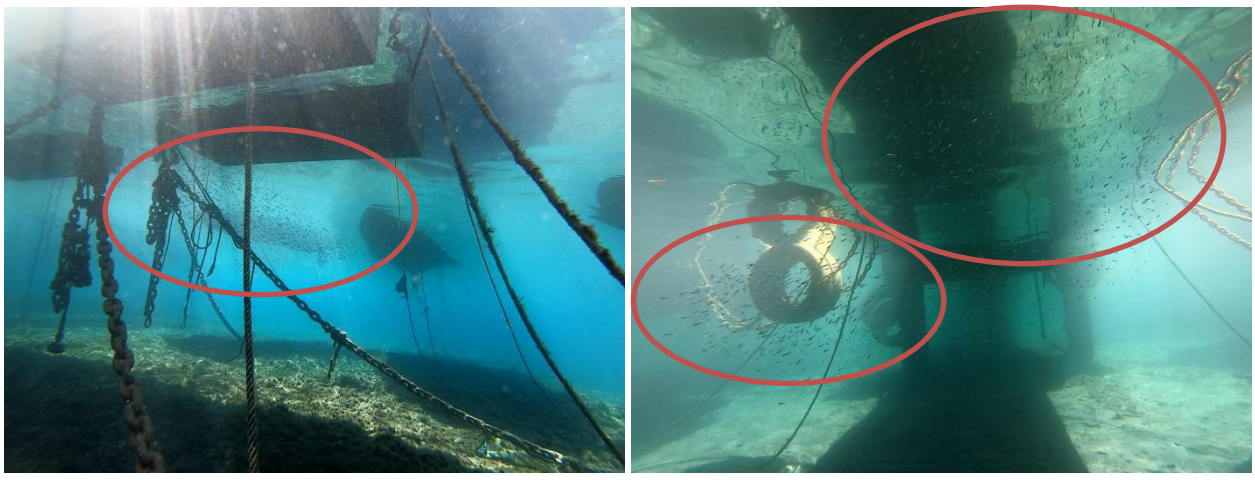


Figure 26 – Présence de nombreux bancs de juvéniles (P2A Développement)

Outre les juvéniles, plusieurs espèces de poissons ont également été vues : saupes, oblades, rougets, sars, marbrés, girelles, crénilabres.

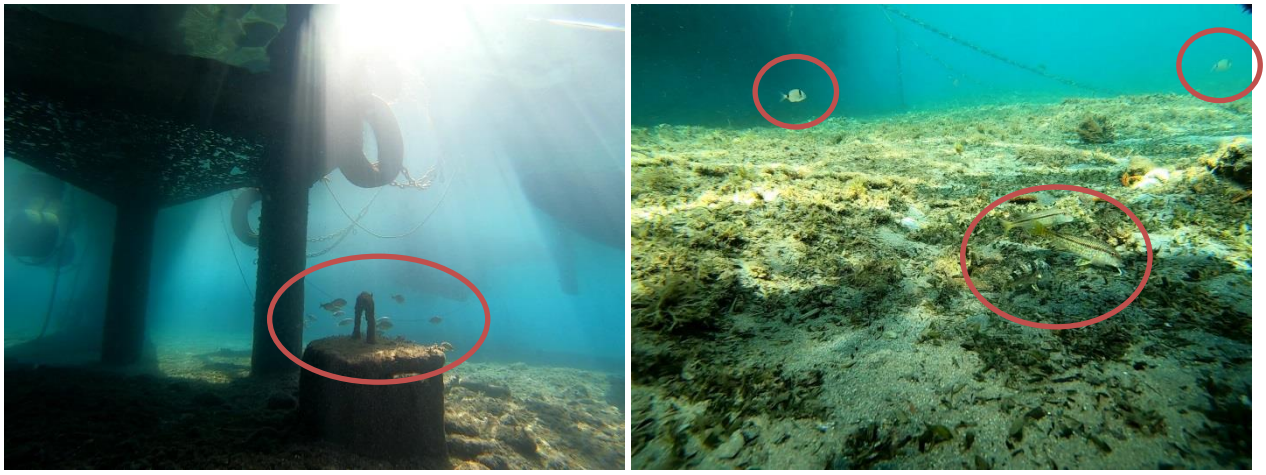


Figure 27 – Banc de saupes / Rougets et sars à tête noire (P2A Développement)

4.4.2. Transect vidéo port

La zone investiguée dans le port révèle la présence d'un substrat vaseux, avec une proportion importante de particules fines qui se mettent rapidement en suspension, entraînant une turbidité élevée et une faible visibilité.



Figure 28 – Substrat vaseux, macrophytes en décomposition (P2A Développement)

Seuls quelques poissons ont été observés,



Figure 29 – Sar commun / Blennie gattorugine (P2A Développement)

Aucun enjeu écologique n'a été recensé dans cette zone.

4.5. Observations ponctuelles

4.5.1. Présence du mérou brun (Epinephelus marginatus)

Un individu subadulte de mérou brun a pu être observé (mais pas filmé) au départ du transect T1, sur le tombant de galets de la digue à proximité de la limite de l'herbier qui est relativement dense dans cette zone. Il semble bien profiter de la présence de nombreux poissons plus petits, mais aussi de jeunes poulpes (*Octopus vulgaris*) qui ont été observé en abondance à proximité et qui constituent les proies préférentielles des mérous.

Cette espèce remarquable est protégée de la pêche par un moratoire jusqu'en décembre 2023.

4.5.2. Présence du Corb (Sciaena umbra)

Un banc de jeunes individus de corbs a été observé en pied de musoir. Ce banc comptait a minima 8 individus d'une vingtaine de centimètres âgés d'à peine plus de 2 ans.



Figure 30 – Banc de jeunes individus de corbs (P2A Développement)

C'est une observation assez rare car si le corb est protégé notamment vis-à-vis de la pêche sous-marine, il peut aussi être vulnérable à la pratique de la pêche à la ligne très pratiquées à partir de ces enrochements. Généralement, cette espèce ne s'observe que plus profond et dans des zones moins anthropisés qu'une passe de port.

C'est un bon indicateur de la qualité écologique de l'environnement immédiat du port des Oursinières, ainsi que du bon respect de la règlementation en vigueur de la part des usagers de la zone.

En outre, le corb dispose du même statut international que le mérou. Il figure à l'annexe III de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (convention de Berne, 1977) et à l'annexe III de la convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (convention de Barcelone). De même, comme pour le mérou, la pêche sous-marine et la pêche de loisir au moyen d'hameçons, lignes, palangres et palangrottes du corb est interdite selon l'arrêté R93-2018-12-20-002 du 2 décembre 2018 portant réglementation de la pêche du corb (*Sciena umbra*) dans les eaux maritimes de Méditerranée continentale, valable 5 ans. Il serait opportun de

sensibiliser la capitainerie à ce sujet de manière à ce la règlementation d'interdiction de pêche sur les ouvrages portuaires soit respectée afin de protéger ces espèces.

4.5.3. Observation de caulerpe

Des implantations de caulerpe cylindracée (*Caulerpa cylindracea*) aussi appelée *C. racemosa*, ont été observées dans l'herbier de posidonie situé à la sortie du port.

Cette espèce est considérée comme une espèce envahissante en France métropolitaine (MNHN, 2023)



Figure 31 – Caulerpe (*Caulerpa cylindracea*) en sortie de port (P2A Développement)

4.5.4. Gradient de confinement

Au fur et à mesure que l'on progresse vers l'intérieur du port, la concentration en sédiments fins augmente avec l'apparition d'une turbidité devenant de plus en plus importante jusqu'à ne plus permettre de voir au-delà d'un mètre de distance.

Ceci se manifeste par l'augmentation de la densité de détritivores tels que les holothuries et les ophiuridés.

5.Conclusions

Les investigations sous-marines réalisées le 11 août 2023 ont permis d'identifier plusieurs aspects remarquables au niveau de la zone d'étude.

Tout d'abord, la **présence d'herbiers de posidonie** à proximité des ouvrages portuaires. L'herbier est présent aussi bien à l'Ouest, côté digue, qu'en sortie de port. Il est implanté très près des structures portuaires et une attention particulière devra donc être apportée à la conception des nouveaux ouvrages et au déroulé des travaux pour limiter au maximum les impacts sur cette espèce protégée au niveau national.

En ce qui concerne les autres **espèces de faune et de flore**, il a été observé une forte biodiversité au niveau des transects réalisés dans l'avant-port et sur le bord de la digue. Les espèces observées sont celles communément présentes dans les zones de petits fonds côtiers méditerranéens. A noter cependant la **présence d'un mérou brun et de plusieurs corbs**, côté digue, qui sont des espèces réglementées et protégées par des moratoires en interdisant la pêche (jusqu'en décembre 2023).

En revanche, **la diversité et l'abondance des espèces dans le port sont très faibles**. La forte turbidité liée au substrat vaseux ne constituent pas un environnement favorable et limitent la présence d'espèces.

A noter la **présence de caulerpe cylindracée**, espèce invasive, dont il est indispensable de limiter la propagation. De mesures seront à prévoir pour empêcher toute dissémination lors des travaux.

En ce qui concerne la **qualité des sédiments**, les analyses ont permis de constater que dans le port, le substrat est de type vases sableuses, avec une proportion importante de particules fines. Plusieurs composés montrent des teneurs dépassant les seuils N1 et N2 pour plusieurs métaux lourds (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc) ainsi que plusieurs HAP (naphtalène, acénaphtène, fluorène et phénanthrène) et le TBT. Les teneurs élevés en contaminants sont liés à la forte proportion de particules fines dans les sédiments, qui facilitent l'adsorption des contaminants. En outre, au vu des composés mesurés, il est probable que c'est l'activité de plaisance qui est la principale responsable des dépassements observés, les métaux lourds identifiés et les TBT ayant trait avec les peintures anti-salissures ou le traitement des bois et les HAP étant issus d'une combustion incomplète des carburants.

En revanche, la station S3, située dans l'avant-port, est composée de sables fins plus ou moins envasés et ne révèle aucune contamination.

6. Bibliographie

https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/680102/tab/statut, consulté le 25 août 2023

RLM, Ifremer. Les guides méthodologiques du RLM. Evaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment. 60 p.

7.Annexes

7.1. Fiche prélèvement de sédiments

Prélèvement de sédiments					
DATE :	**11/08/2023**		**SITE :**	**Port des Oursinières**	
Heure début de mission	**14h40**		**OPERATEURS :**	**JYJ/CG**	
Heure de fin de mission	**15h25**				
METEO Vent, houle, ensoleillement	**Légère brise**				
Observations complémentaires					

Détails des stations

Station	Profondeur	Coord.GPS	Couleur	Odeur	Observations (faune / flore, etc.)
S1	1,40	43,08482 6,01965	Noire	Oui	Macro-déchets
S2	1,20	43,08482 6,01858	Noire	Oui	Macro-déchets
S3	3,40	43,08539 6,01972	Gris foncé	Un peu	

7.2. Rapport Eurofins

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E151320
N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-180054-01

Version du : 01/09/2023
Date de réception technique : 17/08/2023
Première date de réception physique : 17/08/2023

Référence Dossier : N° Projet : Oursinières
Nom Projet : Oursinières
Nom Commande : Oursinières
Référence Commande :

N° Echantillon		001	002	003
Référence client :		S1	S2	S3
Matrice :		SED	SED	SED
Date de prélèvement :		04/08/2023	04/08/2023	04/08/2023
Date de début d'analyse :		18/08/2023	18/08/2023	18/08/2023
Température de l'air de l'enceinte :		8.6°C	8.6°C	8.6°C
Préparation Physico-Chimique				
XXS06 : **Prétraitement et séchage à 40°C**		* Fait	* Fait	* Fait
LSA07 : **Matière sèche**	% P.B.	* 32.2	* 19.7	* 70.8
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 22.1	* 37.5	* <1.00
Mesures physiques				
LS918 : **Masse volumique sur échantillon brut**	g/cm³	1.33	1.15	1.68
LS995 : **Perte au feu à 550°C**	% MS	13.2	17.8	16.8
Granulométrie				
LS4WH : **Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm**	%	* 2.64	* 1.69	* 0.80
LS4P2 : **Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm**	%	* 22.82	* 15.15	* 4.84
LSQK3 : **Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm**	%	* 48.30	* 37.78	* 8.17
LS3PB : **Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm**	%	* 65.73	* 69.22	* 26.15
LS9AT : **Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm**	%	* 100.00	* 100.00	* 100.00
LS9AS : **Fraction 2 - 20 µm**	%	* 20.18	* 13.46	* 4.04
LSSKU : **Fraction 20 - 63 µm**	%	* 25.48	* 22.63	* 3.32
LS9AV : **Fraction 63 - 200 µm**	%	* 17.43	* 31.44	* 17.98
LS3PC : **Fraction 200 - 2000 µm**	%	* 34.27	* 30.78	* 73.85
Analyses immédiates				
LSL4H : **pH H2O**				
pH extrait à l'eau		8.8	8.2	8.9
Température	°C	21	21	21

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

eurofins

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E151320
N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-180054-01

Version du : 01/09/2023
Date de réception technique : 17/08/2023
Première date de réception physique : 17/08/2023

Référence Dossier : N° Projet : Oursinières
Nom Projet : Oursinières
Nom Commande : Oursinières
Référence Commande :

N° Echantillon		001	002	003
Référence client :		S1	S2	S3
Matrice :		SED	SED	SED
Date de prélèvement :		04/08/2023	04/08/2023	04/08/2023
Date de début d'analyse :		18/08/2023	18/08/2023	18/08/2023
Température de l'air de l'enceinte :		8.6°C	8.6°C	8.6°C
Indices de pollution				
:S0HH : **Carbone organique total (COT) par combustion sèche**				
Carbone Organique Total par Combustion	mg C/kg M.S.	* 53500	* 92400	* <5010
Carbone Organique Total	% C	* 5.35	* 9.24	* <0.50
.S916 : **Azote Kjeldahl (NTK)**	g/kg M.S.	* 4.6	* 6.9	* <0.5
Métaux				
XS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* Fait	* Fait	* Fait
.S862 : **Aluminium (Al)**	mg/kg M.S.	* 6120	* 4180	* 1200
.S865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 29.5	* 27.9	* 8.34
.S874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 929	* 691	* 13.0
.S881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 15.7	* 19.8	* 3.65
.S882 : **Phosphore (P)**	mg/kg M.S.	* 392	* 380	* 72.6
.S883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 116	* 87.5	* 10.4
.S894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 509	* 704	* 43.3
.SA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 0.48	* 0.29	* <0.10
.S931 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* 0.55	* 1.40	* <0.10
.S934 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 28.9	* 28.6	* 5.31
.SA6B : **Phosphore total (P2O5)**	mg/kg M.S.	898	872	166
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)				
.SRHU : **Naphtalène**	mg/kg M.S.	* 0.11	* 1.7	* <0.002
.SRHI : **Fluorène**	mg/kg M.S.	* 0.045	* 0.16	* <0.002
.SRHJ : **Phénanthrène**	mg/kg M.S.	* 0.29	* 0.21	* <0.002
.SRHM : **Pyrène**	mg/kg M.S.	* 0.16	* 0.1	* <0.002
.SRHN : **Benzo-(a)-anthracène**	mg/kg M.S.	* 0.082	* 0.077	* 0.0027
.SRHP : **Chrysène**	mg/kg M.S.	* 0.093	* 0.083	* 0.0034
.SRHS : **Indeno (1,2,3-cd) Pyrène**	mg/kg M.S.	* 0.082	* 0.061	* 0.0023

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tel 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

cofrac ESSAIS

eurofins

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E151320
N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-180054-01

Version du : 01/09/2023
Date de réception technique : 17/08/2023
Première date de réception physique : 17/08/2023

Référence Dossier : N° Projet : Oursinières
Nom Projet : Oursinières
Nom Commande : Oursinières
Référence Commande :

N° Echantillon			001		002		003
Référence client :			S1		S2		S3
Matrice :			SED		SED		SED
Date de prélèvement :			04/08/2023		04/08/2023		04/08/2023
Date de début d'analyse :			18/08/2023		18/08/2023		18/08/2023
Température de l'air de l'enceinte :			8.6°C		8.6°C		8.6°C
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)							
LSRHT : **Dibenzo(a,h)anthracène**	mg/kg M.S.	*	0.022	*	0.031	*	<0.002
LSRHV : **Acénaphthylène**	mg/kg M.S.	*	0.026	*	0.027	*	<0.002
LSRHW : **Acénaphtène**	mg/kg M.S.	*	0.028	*	0.044	*	<0.002
LSRHK : **Anthracène**	mg/kg M.S.	*	0.04	*	0.022	*	<0.002
LSRHL : **Fluoranthène**	mg/kg M.S.	*	0.19	*	0.11	*	<0.002
LSRHQ : **Benzo(b)fluoranthène**	mg/kg M.S.	*	0.15	*	0.11	*	0.0037
LSRHR : **Benzo(k)fluoranthène**	mg/kg M.S.	*	0.051	*	0.045	*	<0.002
LSRHH : **Benzo(a)pyrène**	mg/kg M.S.	*	0.086	*	0.073	*	<0.002
LSRHX : **Benzo(ghi)Pérylène**	mg/kg M.S.	*	0.081	*	0.07	*	<0.002
LSFF9 : **Somme des HAP**	mg/kg M.S.		1.5		2.9		0.012
Polychlorobiphényles (PCBs)							
LS3U7 : **PCB 28**	mg/kg M.S.	*	<0.0011	*	<0.0011	*	<0.001
LS3UB : **PCB 52**	mg/kg M.S.	*	0.002	*	<0.0011	*	<0.001
LS3U8 : **PCB 101**	mg/kg M.S.	*	0.0042	*	<0.0011	*	<0.001
LS3U6 : **PCB 118**	mg/kg M.S.	*	0.0067	*	<0.0011	*	<0.001
LS3U9 : **PCB 138**	mg/kg M.S.	*	0.0092	*	0.0036	*	<0.001
LS3UA : **PCB 153**	mg/kg M.S.	*	0.0099	*	0.0037	*	<0.001
LS3UC : **PCB 180**	mg/kg M.S.	*	0.0027	*	0.0014	*	<0.001
LSFEH : **Somme PCB (7)**	mg/kg M.S.		0.035		0.011		0.004
Organoétains							
LS2GK : **Dibutylétain cation-Sn (DBT)**	µg Sn/kg M.S.	*	190	*	130	*	<2.0
LS2GL : **Tributylétain cation-Sn (TBT)**	µg Sn/kg M.S.	*	300	*	210	*	<2.0
LS2IJ : **Tétrabutylétain -Sn (TeBT)**	µg Sn/kg M.S.		<10		<10		<10

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

cofrac ESSAIS

eurofins

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E151320
N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-180054-01

Version du : 01/09/2023
Date de réception technique : 17/08/2023
Première date de réception physique : 17/08/2023

Référence Dossier : N° Projet : Oursinières
Nom Projet : Oursinières
Nom Commande : Oursinières
Référence Commande :

N° Echantillon		001		002		003
Référence client :		S1		S2		S3
Matrice :		SED		SED		SED
Date de prélèvement :		04/08/2023		04/08/2023		04/08/2023
Date de début d'analyse :		18/08/2023		18/08/2023		18/08/2023
Température de l'air de l'enceinte :		8.6°C		8.6°C		8.6°C
Organoétains						
LS2IK : **Monobutylétain cation-Sn (MBT)**	µg Sn/kg M.S.	* 200	*	100	*	2.2
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.	* 3.1	*	2.9	*	<2.0
LS2IN : **DiOctyletain cation-Sn (DOT)**	µg Sn/kg M.S.	* 3.1	*	6.1	*	<2.0
LS2IP : **Tricyclohexyletain cation-Sn (TcHexT)**	µg Sn/kg M.S.	* <2.0	*	<2.0	*	<2.0

Observations	N° d'échantillon	Référence client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ règlementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28 est LQ labo/2	(001)	S1
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ règlementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118 est LQ labo/2	(002)	S2
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ règlementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 est LQ labo/2	(003)	S3

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

cofrac ESSAIS

eurofins | Environnement

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :
23e151320-001 (SED) - Average

Opérateur :
GFL6

Date de l'analyse :
jeudi 24 août 2023 11:30:39

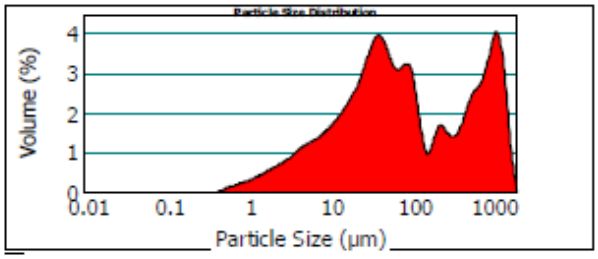
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

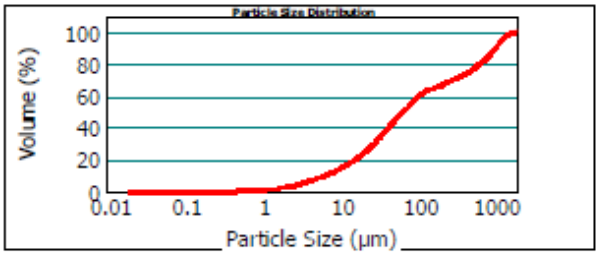
Données statistique

Surface spécifique : 0.382 m²/g
Moyenne : 313.672 µm
Médiane : 68.489 µm
Variance : 200667.328 µm²
Ecart type : 447.959 µm
Rapport moyenne/mediane : 4.579 µm
Mode : 1155.792 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 2.64%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 22.82%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 48.30%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 65.73%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 2.64%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 20.18%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 20.31%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 22.61%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 25.45%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 17.43%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 34.27%





23e151320-001 (SED) - Average jeudi 24 août 2023 11:30:39

Size (µm)	Volume In %
0.020	
1.000	0.76
2.000	1.88
2.500	0.93
4.000	2.55
6.000	3.02

Size (µm)	Volume In %
6.000	
8.000	2.48
10.000	2.18
15.000	4.78
16.000	0.88
20.000	3.35

Size (µm)	Volume In %
20.000	
30.000	7.63
40.000	7.00
50.000	5.67
63.000	5.18
100.000	9.53

Size (µm)	Volume In %
100.000	
150.000	5.91
200.000	1.99
250.000	2.36
300.000	1.85
400.000	2.66

Size (µm)	Volume In %
400.000	
500.000	2.64
600.000	2.77
800.000	5.04
900.000	2.37
1000.000	2.42

Size (µm)	Volume In %
1000.000	
1500.000	9.84
2000.000	2.32

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.76
2.000	2.64
2.500	3.57
4.000	6.12

Size (µm)	Vol Under %
6.000	9.13
8.000	11.62
10.000	13.80
15.000	18.58
16.000	19.47

Size (µm)	Vol Under %
20.000	22.82
30.000	30.45
40.000	37.45
50.000	43.13
63.000	48.30

Size (µm)	Vol Under %
100.000	57.83
150.000	63.74
200.000	65.73
250.000	68.09
300.000	69.95

Size (µm)	Vol Under %
400.000	72.61
500.000	75.25
600.000	78.02
800.000	83.06
900.000	85.43

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	87.84
1500.000	97.68
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 800 mL
Obscuration : 8.36 %

- 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.

eurofins | Environnement

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :
23e151320-002 (SED) - Average

Opérateur :
GFL6

Date de l'analyse :
vendredi 25 août 2023 10:26:03

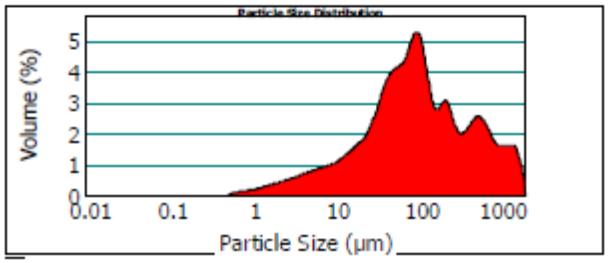
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

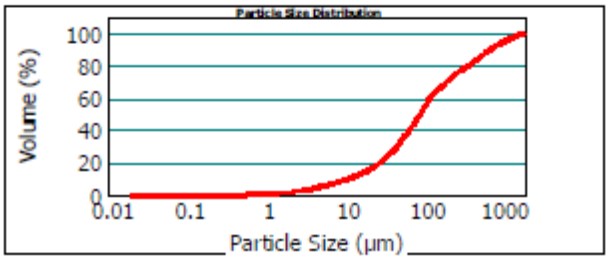
Données statistique

Surface spécifique : 0.268 m²/g
Moyenne : 250.946 µm
Médiane : 94.187 µm
Variance : 138529.552 µm²
Ecart type : 372.195 µm
Rapport moyenne/mediane : 2.664 µm
Mode : 100.582 µm

*** Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.69%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 15.15%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 37.78%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 69.22%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.69%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 13.46%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 16.43%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 37.64%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 22.63%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 31.44%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 30.78%





23e151320-002 (SED) - Average vendredi 25 août 2023 10:26:03

Size (µm)	Volume in %
0.020	0.00
0.023	0.00
0.026	0.00
0.030	0.00
0.035	0.00
0.040	0.00
0.046	0.00
0.053	0.00
0.061	0.00
0.071	0.00
0.081	0.00
0.094	0.00
0.108	0.00
0.124	0.00
0.143	0.00
0.165	0.00
0.190	0.00
0.219	0.00
0.252	0.00
0.291	0.00
0.335	0.00
0.386	0.00
0.445	0.00
0.512	0.00
0.590	0.00
0.680	0.00
0.783	0.00
0.902	0.00
1.039	0.00
1.197	0.00
1.379	0.00
1.588	0.00
1.830	0.00
2.108	0.00
2.428	0.00
2.797	0.00
3.222	0.00
3.712	0.00
4.276	0.00
4.926	0.00
5.675	0.00
6.538	0.00
7.532	0.00
8.677	0.00
10.000	0.00

Size (µm)	Volume in %
0.020	0.00
1.000	0.45
2.000	1.34
2.500	0.63
4.000	1.72
6.000	1.98

Size (µm)	Volume in %
6.000	1.66
8.000	1.44
10.000	3.16
15.000	0.60
16.000	2.28
20.000	

Size (µm)	Volume in %
20.000	5.29
30.000	5.60
40.000	5.54
50.000	6.21
63.000	14.28
100.000	

Size (µm)	Volume in %
100.000	11.82
150.000	5.34
200.000	4.42
250.000	2.95
300.000	3.81
400.000	

Size (µm)	Volume in %
400.000	3.37
500.000	3.04
600.000	4.21
800.000	1.37
900.000	1.11
1000.000	

Size (µm)	Volume in %
1000.000	4.25
1500.000	2.26
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
0.023	0.00
0.026	0.00
0.030	0.00
0.035	0.00
0.040	0.00
0.046	0.00
0.053	0.00
0.061	0.00
0.071	0.00
0.081	0.00
0.094	0.00
0.108	0.00
0.124	0.00
0.143	0.00
0.165	0.00
0.190	0.00
0.219	0.00
0.252	0.00
0.291	0.00
0.335	0.00
0.386	0.00
0.445	0.00
0.512	0.00
0.590	0.00
0.680	0.00
0.783	0.00
0.902	0.00
1.039	0.00
1.197	0.00
1.379	0.00
1.588	0.00
1.830	0.00
2.108	0.00
2.428	0.00
2.797	0.00
3.222	0.00
3.712	0.00
4.276	0.00
4.926	0.00
5.675	0.00
6.538	0.00
7.532	0.00
8.677	0.00
10.000	0.00

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.45
2.000	1.69
2.500	2.31
4.000	4.03

Size (µm)	Vol Under %
6.000	6.02
8.000	7.68
10.000	9.11
15.000	12.27
16.000	12.87

Size (µm)	Vol Under %
20.000	15.15
30.000	20.44
40.000	26.04
50.000	31.58
63.000	37.78

Size (µm)	Vol Under %
100.000	52.06
150.000	63.88
200.000	69.22
250.000	73.63
300.000	76.58

Size (µm)	Vol Under %
400.000	80.39
500.000	83.76
600.000	86.80
800.000	91.00
900.000	92.38

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	93.49
1500.000	97.74
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm
Logiciel : Malvern Application 5.60
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Indice de réfraction : 1.33
Liquide : Water 800 mL
Obscuration : 8.90 %

- 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.

eurofins | Environnement

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :
23e151320-003 (SED) - Average

Opérateur :
GFL6

Date de l'analyse :
jeudi 24 août 2023 11:37:56

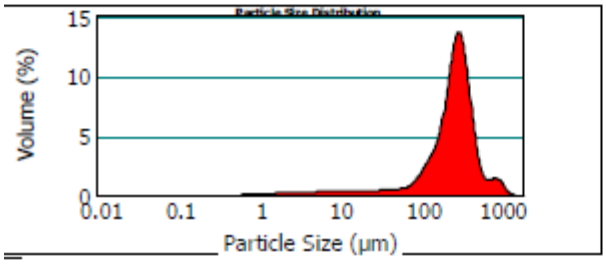
Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

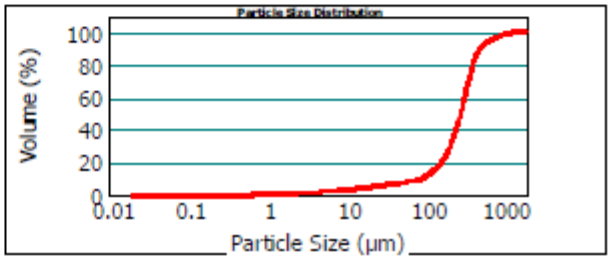
Données statistique

Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/mediane :	Mode :
0.109 m²/g	311.111 µm	289.850 µm	40435.196 µm²	201.085 µm	1.073 µm	320.418 µm

* **Pourcentages cumulés :**
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.80%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 4.84%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 8.17%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 26.15%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :
Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.80%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 4.04%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 2.50%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 18.80%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 3.32%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 17.98%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 73.85%





23e151320-003 (SED) - Average jeudi 24 août 2023 11:37:56

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.00
1.000	0.23
2.000	0.58
2.500	0.25
4.000	0.65
6.000	0.70

Size (µm)	Volume In %
6.000	0.53
8.000	0.43
10.000	0.83
15.000	0.14
16.000	0.49
20.000	

Size (µm)	Volume In %
20.000	0.96
30.000	0.80
40.000	0.74
50.000	0.82
63.000	2.64
100.000	

Size (µm)	Volume In %
100.000	6.68
150.000	8.67
200.000	12.19
250.000	14.68
300.000	24.56
400.000	

Size (µm)	Volume In %
400.000	11.84
500.000	4.22
600.000	2.72
800.000	1.06
900.000	0.96
1000.000	

Size (µm)	Volume In %
1000.000	1.63
1500.000	0.00
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.23
2.000	0.80
2.500	1.06
4.000	1.71

Size (µm)	Vol Under %
6.000	2.41
8.000	2.95
10.000	3.38
15.000	4.21
16.000	4.35
20.000	

Size (µm)	Vol Under %
20.000	4.84
30.000	5.80
40.000	6.61
50.000	7.35
63.000	8.17
100.000	

Size (µm)	Vol Under %
100.000	10.80
150.000	17.48
200.000	26.15
250.000	38.34
300.000	53.02
400.000	

Size (µm)	Vol Under %
400.000	77.58
500.000	89.42
600.000	93.63
800.000	96.36
900.000	97.42
1000.000	

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	98.37
1500.000	100.00
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
		Liquide :	Water 800 mL
Logiciel :	Malvern Application 5.60	**Obscuration :**	8.25 %
Modèle optique :	Fraunhofer		
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.

Commune du PRADET



ELABORATION DU SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES

PHASES 1 ET 2 : ETAT DES LIEUX DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL ET DIAGNOSTIC DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

Rapport de présentation

GRI 95429L

Octobre 2010

TABLE DES MATIERES

1. CADRE ET OBJET DU SCHEMA 1
1.1. Objet du Schéma Directeur 1
1.2. analyse de la problématique des ruissellements pluviaux sur la commune 2
2. PHASE 1 : ETAT DES LIEUX DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL 3
2.1. Recueil de données 3
2.1.1. Recueil de données générales 3
2.2. Reconnaissance de terrain et levés topographiques 4
2.2.1. Reconnaissance de terrain 4
2.2.2. Recensement des projets en cours 5
2.2.3. Mise à jour des réseaux pluviaux et levés topographiques complémentaires 6
2.2.4. Données pluviométriques 6
2.2.5. Recherche des évènements historiques et des secteurs à problèmes 7
2.3. Méthodologie pour le Diagnostic quantitatif actuel par bassin versant 8
2.3.1. Méthodologie générale pour le diagnostic 8
2.3.2. Présentation du modèle hydrologique et hydraulique 11
2.3.3. Construction des pluies de projet 11
2.3.4. Découpage en bassins versants 14
2.4. Diagnostic - Bassins versants « Mas de La Solitude » et « Les Gravettes » 15
2.4.1. Description des Bassins Versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes » 15
2.4.2. Urbanisation future sur les Bassins Versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes » 16
2.4.3. Analyse hydrologique - Bassins Versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes » 16
2.4.4. Diagnostic hydraulique - Bassins Versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes » 19
2.5. Diagnostic - Bassin versant secteur Centre ville et avenue Le leap 22
2.5.1. Description du Bassin Versant secteur Centre-Ville et Avenue Le Leap 22
2.5.2. Urbanisation future sur le Bassin Versant Centre-Ville et Avenue Le Leap 24
2.5.3. Analyse hydrologique - Bassin Versant Centre-Ville et Avenue Le Leap 24
2.5.4. Diagnostic hydraulique - Bassin Versant Centre-Ville et Avenue Le Leap 28
2.6. Diagnostic - Bassin versant de l'Artaude 33
2.6.1. Description du Bassin Versant de l'Artaude 33
2.6.2. Urbanisation future sur le Bassin Versant de l'Artaude 35
2.6.3. Analyse hydrologique - Bassin Versant de l'Artaude 38
2.6.4. Diagnostic hydraulique - Bassin Versant de l'Artaude 40
2.7. Diagnostic - Bassins versants de la Bayette et de l'Esquirol 43

2.7.1. Description des Bassins Versants de la Bayette et de l'Esquirol 43
2.7.2. Analyse hydrologique - Bassins Versants de la Bayette et de l'Esquirol 45
2.7.3. Diagnostic hydraulique - Bassins Versants de la Bayette et de l'Esquirol 47
2.8. Diagnostic - Bassins versants des clapiers et de la navicelle 49
2.9. Diagnostic - Bassins versants des bonettes et de Monaco 52
2.10. Diagnostic - Bassin versant « Garonne Nord » et « Garonne Sud » 54
2.11. Diagnostic - Bassins versants « impasse philip » et « Collet Redon » 59
2.12. Diagnostic - Bassin versant « Lotissement arc en ciel » 62
2.13. Diagnostic - Bassin versant « oursinières plage» 65
2.14. Diagnostic - Bassin versant « oursinières port» 67

LISTE DES ANNEXES 70

ANNEXES

1. Résultats de la Modélisation
2. Cahier avec Fiches tronçons

1. CADRE ET OBJET DU SCHEMA

1.1. OBJET DU SCHEMA DIRECTEUR

Par délibération du 30 Mai 2008, le Conseil Municipal de la commune du Pradet a prescrit l'élaboration d'un nouveau projet de Plan Local d'Urbanisme, afin de permettre un développement harmonieux de son territoire.

Dans le cadre de cette démarche, la commune du Pradet confrontée à plusieurs problèmes concernant son assainissement pluvial a décidé de faire un bilan global sur ces problématiques, en engageant l'étude d'un « Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial ».

Le Schéma Directeur Pluvial doit répondre aux objectifs suivants :

- Faire le point sur les données existantes relatives au réseau pluvial de la commune, en effectuer la synthèse et la mise à jour en vue d'acquérir une connaissance détaillée de ces infrastructures,
- Faire l'état des lieux de l'assainissement pluvial et des inondations associées aux dysfonctionnements du réseau,
- établir un diagnostic du fonctionnement des réseaux et proposer une stratégie d'évacuation des eaux pluviales,
- Examiner l'ensemble des problèmes possibles, qu'ils soient existants ou prévisibles à moyen terme (5 ans) et à long terme (30 ans),
- Etablir les zonages pluviaux au sens de l'article 35 de la loi sur l'Eau,
- Examiner au niveau faisabilité l'ensemble des solutions envisageables pour résoudre les problèmes existants et anticiper les problèmes prévisibles,
- Définir une politique générale en matière d'assainissement pluvial à l'échelle de la commune, développée et adaptée à chaque contexte communal,
- Analyser au niveau études préliminaires les solutions retenues,
- Aboutir à un schéma directeur incluant un programme de travaux et d'actions.

Le Schéma Directeur Pluvial est décomposé en trois phases :

- Phase 1 : analyse de l'existant,
- Phase 2 : diagnostic de l'assainissement pluvial,
- Phase 3 : élaboration du schéma directeur d'assainissement pluvial.

1.2. ANALYSE DE LA PROBLEMATIQUE DES RUISSELLEMENTS PLUVIAUX SUR LA COMMUNE

Schématiquement, les écoulements pluviaux sur la commune du Pradet peuvent être divisés en 2 sous ensembles en fonction de leur exutoire :

- les bassins versants dont les eaux de ruissellement s'écoulent directement **vers la mer.** Ces bassins concernent les secteurs suivants : Garonne, Oursinières, Bonnettes,…)
- les autres bassins versant s'écoulant **vers le ruisseau de l'Eygoutier** (Centre Ville, Artaude, Esquirol,…)

Lors des fortes pluies, la plupart des réseaux se dirigeant vers l'Eygoutier sont saturés notamment sur leur partie aval du fait des très faibles pentes à l'approche de la plaine.

A coté de cela, certains réseaux comme celui du Centre Ville sont très insuffisants. Les écoulements se propagent en surface sur l'avenue Gabriel Péri et l'avenue **de la 1ère DFL**, puis s'écoulent en partie par le **Parc Cravéro** . Certains commerces sont inondés de façon récurrente.

Pour établir un diagnostic pertinent de la capacité du réseau pluvial actuel, il est indispensable de connaitre précisément l'ensemble des ouvrages hydrauliques constituant le réseau communal.

La connaissance des réseaux pluviaux enterrés étant médiocre sur l'ensemble de la commune, dans le cadre de l'élaboration du schéma directeur, une **partie importante de la mission a été accordée à la réalisation de relevés de terrain**.

Les informations ainsi obtenues ont été restituées sous la forme de plans de manière à ce qu'elles soient consolidables : des plans sont fournis à la commune, qui pourront être amendés en fonction des travaux effectués dans l'avenir ou encore de découverte d'anciens réseaux jusqu'alors inconnus.

Pour définir les propositions d'aménagement, des investigations de terrains ont été menées sur la commune afin d'identifier **certains espaces** sur la commune qui pourraient être destinés à de la **rétention des eaux pluviales**. Ces espaces ont repérés sur les photos aériennes et visités sur le terrain. Les emplacements ont été discutés avec les responsables de la commune afin d'étudier les possibilités d'implanter des zones de rétention.

Pour rechercher les solutions d'amélioration, plusieurs solutions innovantes ont été envisagées en complément des solutions plus classiques comme par exemple :

- **l'infiltration** déjà pratiquée près du **complexe sportif de la Batie**,
- **le ruissellement de surface maitrisé**, face à de très lourdes dépenses, un écoulement de surface maitrisé qui ne crée aucun dommage est une alternative à la pose de gros collecteurs,
- **la rétention des eaux en amont par des bassins de rétention,**
- **la régulation des eaux par des chaussées réservoirs**
- **etc…**

2. PHASE 1 : ETAT DES LIEUX DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

Cette première phase d'étude est primordiale car elle apporte les connaissances indispensables à la bonne réalisation des prestations liées au schéma directeur :

- reconnaissances de terrain, appréciation des caractéristiques du réseau : état des collecteurs, singularités susceptibles de perturber les écoulements…
- compilation des études existantes,
- identification des zones à problèmes,
- réalisation des levés topographiques nécessaires à la modélisation des réseaux,
- relevés complémentaires des réseaux pluviaux existants et mises à jour des plans des réseaux existants.

2.1. RECUEIL DE DONNEES

2.1.1. Recueil de données générales

L'ensemble des documents nécessaires à la bonne réalisation du schéma pluvial a été collecté au cours **de plusieurs réunions avec les responsables de la commune et des différentes administrations pouvant disposer de données sur cette thématique :**

- plans cadastraux,
- documents réglementaires (PPRI),
- plans topographiques disponibles sur la commune (photogrammétrie réalisée en 2001),
- plans de réseaux pluviaux disponibles,
- données disponibles auprès de **VEOLIA (exploitant du réseau d'assainissement de la commune),**
- données disponibles auprès de la Direction technique de **VEOLIA dans la cadre du projet GIRAC,**
- photos aériennes existantes,
- éléments du PLU en cours et projets d'urbanisation à court, moyen et long terme,
- des données pluviométriques disponibles auprès de Météo France,
- des études existantes, notamment les diagnostics de réseaux et le schéma directeur d'assainissement eaux usées,
- les plans de récolement des opérations anciennes et récentes (comme la **ZAC de l'Esquirol)**.
- les études **SIAHE pour la Règue**,

Des réunions avec les services techniques, les riverains, et l'exploitant du réseau d'assainissement (Véolia) nous ont permis d'identifier les secteurs et les problèmes à

étudier plus particulièrement : réseau encrassé, zones de débordement, collecteurs en mauvais état, déversoirs d'orage fonctionnant fréquemment, apports de sable ou gravier, etc…

2.2. RECONNAISSANCE DE TERRAIN ET LEVES TOPOGRAPHIQUES

2.2.1. Reconnaissance de terrain

Les investigations de terrain ont permis une reconnaissance du réseau hydrographique de surface et du réseau enterré dans les zones urbaines et urbanisables.

Le support topographique utilisé est celui de la photogrammétrie, et localement le cadastre.

Les reconnaissances de terrains ont été effectuées bassin versant par bassin versant. Le plan 2.2 fourni ci-après montre que la commune a été divisée en 17 **bassins versants**.

Les reconnaissances ont permis d'identifier l'ossature principale des réseaux et des fossés qui ont fait l'objet d'un lever topographique et de la modélisation.

Les reconnaissances ont portées sur :

a) Le réseau enterré

- repérage de surface à partir des plans disponibles complétés par des enquêtes de terrain,
- localisation des exutoires du réseau enterré dans le réseau hydrographique,
- conditions d'écoulement du ruissellement superficiel en cas d'insuffisance des réseaux enterrés (axes d'écoulement et zones d'accumulation), à partir d'enquêtes auprès des riverains,
- un parcours de l'ossature du réseau et en particulier des principaux nœuds avec **visite détaillée des collecteurs** pour les collecteurs principaux,
- localisation des points noirs où des problèmes particuliers se posent (capacité hydraulique, colmatage, graisse, dépôts, corrosion, septicité, odeur, infiltration, déversement au milieu récepteur),

b) Le réseau à ciel ouvert et les propriétaires

Ces investigations se feront également sur le même principe.

Chaque fossé ou ruisseau a été défini par une fiche sur laquelle sont renseignées les caractéristiques principales (cf. Cahier des tronçons en Annexe 2).

- constitution : lit en terre, protections de berges, enrochements, cuvelage,
- état général, végétation, érosion, affouillement, dépôts de graves ou de limons,
- estimation de la rugosité,
- pente calculée avec les éléments géomètres.

2.2.2. Recensement des projets en cours

Les projets ont été recensés lors de réunions spécifiques avec les élus de la commune ou avec les représentants des différentes administrations : conseil général du Var, Communauté d'agglomération Toulon Provence Métropole, Syndicat Intercommunal d'Aménagement Hydraulique de l'Eygoutier,…

L'ensemble des projets recensés est localisé sur le plan 2.8 « Zones de développement et projets envisagés sur la commune et pouvant avoir une incidence sur le ruissellement pluvial » à l'échelle 1/5000.

2.2.2.1. Les projets d'urbanisation de la commune (PLU en cours)

En fonction des éléments du PLU disponibles et de **réunions avec les Elus concernés**, les principaux projets d'urbanisation ou zones de développement identifiés sur la commune sont les suivants :

- La zone 1AU de l'Artaude,
- La zone 2AU de l'Autaude,
- La zone 2AU de la Grenouille comprenant le projet d'écoquartier et le projet de collège (Conseil général)

2.2.2.2. Les projets d'aménagement du conseil général

Sur la commune du Pradet, la Direction des Routes du Conseil Général a les projets suivants :

- **l'aménagement d'une voie verte dans la traversée du Pradet** (aménagement d'une piste cyclable). Le projet débute à l'Ouest au niveau du Pont de la Clue (boulevard du littoral), puis longe l'avenue Général Brosset (RD559) jusqu'au chemin des Gravettes. La voie verte suit ensuite la piste cyclable existante jusqu'à l'intersection avec l'avenue Jean Moulin (RD86) puis s'étire vers l'Est le long de l'avenue Alain Le Leap jusqu'à l'intersection avec l'avenue Gabriel Péri. Le linéaire total est d'environ 2400 mètres.
- **l'aménagement de la RD86 entre La Garde et Le Pradet** avec création d'un carrefour giratoire à l'intersection de l'avenue Jean Moulin avec l'avenue Alain Le Leap,

Le Conseil Général du var prévoit également la **construction d'un collège 600 et des équipements sportifs afférents** dans le futur écoquartier de la Grenouille.

2.2.2.3. Le projet d'aménagement de la Communauté d'Agglomération TPM

La communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée prévoir la requalification du Chemin de la Foux sur les communes de La Garde et du Pradet.

Le projet prévoit une reprise des carrefours, un élargissement des voies de circulation ainsi que la création de trottoirs, ainsi que la reprise d'un système d'assainissement pluvial de la voie.

2.2.2.4. Le projet d'aménagement du Syndicat Intercommunal d'Aménagement Hydraulique de l'Eygoutier

Le SIAHE (Syndicat Intercommunal d'Aménagement Hydraulique de l'Eygoutier) a établi en 1999 un schéma d'aménagement hydraulique du ruisseau de la Règue. Ce schéma comprend un recalibrage du ruisseau de la Règue ainsi qu'un cuvelage sur certains tronçons, ainsi que la réalisation de bassins de rétention dont un bassin très important (60 000 m3) sur la commune de La Garde.

2.2.3. Mise à jour des réseaux pluviaux et levés topographiques complémentaires

Les planches réseaux pluviaux ont été mises à jour suite à la reconnaissance de terrain.

Ces plans intègrent l'ensemble des levés topographiques complémentaires effectués par le cabinet Géomètre OPSIA (levé des regards du réseau existant et levé des profils en long des ruisseaux ou fossés à ciel ouvert).

Les plans sont géo-référencés et établi au format autocad (dwg).

Les plans du réseau pluvial de la commune sont présentés à l'échelle 1/2500 sur 3 planches :

- Plan 2.4 « Plan du réseau pluvial - Planche 1 sur 3 (secteur Nord) »,
- Plan 2.5 « Plan du réseau pluvial - Planche 2 sur 3 (secteur bassins versants Garonne et Bonnettes) »
- Plan 2.6 « Plan du réseau pluvial - Planche 3 sur 3 (secteur bassins versants Oursinières et Collet Redon) »

2.2.4. Données pluviométriques

Les données pluviométriques ont été collectées auprès des stations Météo France de Hyères et de Toulon La Mitre qui sont les deux stations les proches du secteur d'étude qui disposent d'enregistrements à pas de temps de 6 mn. Ces enregistrements permettent d'établir des courbes intensité-durée-fréquence utilisées pour la construction des pluies de Projet.

Les données pluviométriques sont présentées en détail au chapitre 2.3.3.

2.2.5. Recherche des évènements historiques et des secteurs à problèmes

Différents orages ont affecté la commune du Pradet dans les dernières années.

Notre présence sur site nous a permis d'identifier un certain nombre de **points noirs récurrents (Boulevard Jean Jaurès, carrefour de la Bâtie, 1ère DFL, rond Point 4 saisons, RD559 au droit de l'école des Gravettes, RD559 en direction du Pont de La Clue) etc…).**

Au cours de nos entretiens auprès des riverains et des services techniques de la commune, nous avons identifié des points récurrents dysfonctionnements et les points fréquents de débordements du réseau pluvial : ces points noirs sont repérés sur le plan 2.7 « Diagnostic de la capacité du réseau pluvial existant » à l'échelle 1/5000.

Nous avons également réalisés des enquêtes de terrains suites aux précipitations de juin 2010.



2.3. METHODOLOGIE POUR LE DIAGNOSTIC QUANTITATIF ACTUEL PAR BASSIN VERSANT

2.3.1. Méthodologie générale pour le diagnostic

Tous les secteurs étudiés ont été couverts par une modélisation hydraulique.

La modélisation a pour objectifs d'étayer l'état des lieux sur les problèmes possibles (débordements, dimensionnements, mise en charge, singularités hydrauliques anormales).

L'objectif de cette phase d'étude est de mettre en évidence les dysfonctionnements existants sur la zone d'étude ainsi que leur origine.

La modélisation du fonctionnement du réseau pluvial est réalisée dans le but :

- de localiser les mises en charges, les points de débordement et les volumes débordés (aspect qualitatif),
- de donner une estimation de l'impact des débordements : secteurs touchés, caractéristiques de l'inondation.

Le choix des coefficients de ruissellement des bassins versants pour les parties rurales ou taux d'imperméabilisation pour les parties urbaines est effectué :

- à partir de nos reconnaissances de terrain,
- à partir des photos aériennes disponibles.

Le modèle mathématique qui sera utilisé est PC SWMM développé par le CHI.

Ce diagnostic a été effectué pour des pluies de période de retour 5, 10 et 30 ans.

Le réseau pluvial de la commune du Pradet a été décomposé en différents secteurs.

Les caractéristiques des bassins versants et des sous-bassins sont données en annexe 1 et les plans des bassins versants sont joints au dossier :

- Plan 2.2 « Plan général des bassins versants » à l'échelle 1/10 000,
- Plan 2.3 « Plan détaillé des bassins versants et des sous-bassins versants » à l'échelle 1/ 5 000.

Le choix des coefficients de ruissellement des bassins versants pour les parties rurales ou taux d'imperméabilisation pour les parties urbaines ont été déterminés en fonction de l'occupation du sol : Zone naturelle, Espace vert, Résidentiel diffus, Résidentiel dense, Habitat collectif, Zone industrielle et commerciale, Parking, Zone urbaine dense (Centre ville).

En terme de calage hydrologique et hydraulique, aucune donnée précise n'a pu être récoltée de façon à caler les modèles. Le calage a donc été effectué en fonction de l'état des conduites et cours d'eau observés au moment de nos reconnaissances de terrain, et des enquêtes de terrain sur les inondations historiques.

Le plan 2.7 « Diagnostic de la capacité du réseau pluvial existant » établit une synthèse des périodes de retour des insuffisances par chaque tronçon de réseau et localise les points de débordements fréquents.

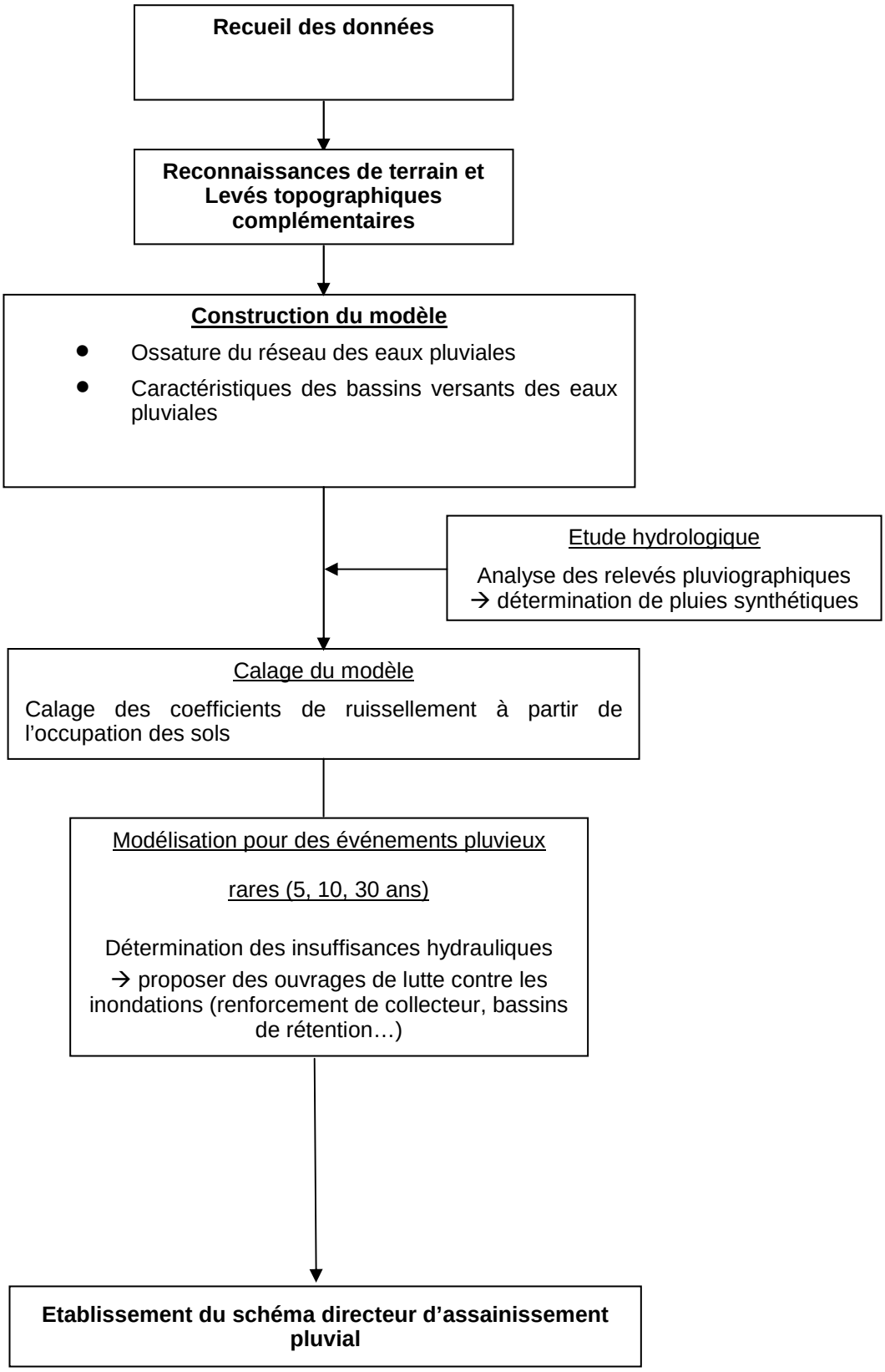
Sur le plan 2 .7 « **Diagnostic de la capacité du réseau pluvial existant »,** les collecteurs sont classés selon un code couleur par degré d'insuffisance **:**

- rouge capacité << T = 5 ans (capacité nettement inférieure à T 5ans, capacité inférieure à T 5ans / 2)
- orange : capacité < T = 5 ans
- jaune : T = 5 ans < capacité 10 ans
- vert : T = 10 ans < capacité < T = 30 ans
- bleu : T > 30 ans

Cette présentation des résultats permet d'identifier rapidement **les points critiques** et donc les secteurs **les plus urgents à aménager** et de confronter les projets d'urbanisation aux possibilités offertes par la structure d'assainissement pluvial actuellement en place.

Les résultats du diagnostic sont analysés par secteur ci après :

- secteur Bassins versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes »,
- secteur Bassin Versant « Centre Ville » et « Avenue Le Léap »,
- secteur Bassin versant de l'Artaude (y compris chemin de la Foux),
- secteur Bassins Versants de la Rayette et de l'Esquirol,
- secteurs Bassins versants des Clapiers et de la Navicelle,
- secteur Bassins Versants des Bonnettes et de Monaco,
- secteur Bassin versant « Garonne Nord »
- secteur Bassin versant « Garonne Sud »
- secteur Bassins versants « Impasse Philip » et « Collet Redon »
- secteur Bassin versant « Lotissement Arc en Ciel »
- secteur Bassin versant « Oursinières Plage »
- secteur Bassin versant « Oursinières Port »


Recueil des données
Reconnaissances de terrain et Levés topographiques complémentaires
Construction du modèle
Ossature du réseau des eaux pluviales
Caractéristiques des bassins versants des eaux pluviales
Etude hydrologique
Analyse des relevés pluviographiques
→ détermination de pluies synthétiques
Calage du modèle
Calage des coefficients de ruissellement à partir de l'occupation des sols
Modélisation pour des événements pluvieux
rares (5, 10, 30 ans)
Détermination des insuffisances hydrauliques
→ proposer des ouvrages de lutte contre les inondations (renforcement de collecteur, bassins de rétention…)
Etablissement du schéma directeur d'assainissement pluvial

2.3.2. Présentation du modèle hydrologique et hydraulique

Le modèle mathématique utilisé est PC SWMM développé par le CHI.

Il permet, à partir du découpage du bassin principal en sous-bassins homogènes, de :

- Générer le ruissellement sur chacun d'entre eux à l'aide d'un modèle pluie-débit (spécifique au problème de ruissellement en modèle urbain),
- Propager les débits ainsi produits dans le réseau en reproduisant le fonctionnement de toutes les singularités rencontrées (passage en siphon, station de relevage, bassin de rétention, déversoir, contrôles aval divers...).

L'ensemble des réseaux structurants a été modélisé.

Toutes les singularités significatives recensées sont prises en compte dans le modèle (changement de section, chute, passage en siphon, déversoir, bassin de rétention...).

Des nœuds ont été créés aux points singuliers du réseau :

- changement de direction,
- changement de pente,
- changement de section,
- regard avec des arrivées en chutes,
- points particuliers (postes de refoulement,…),
- exutoires

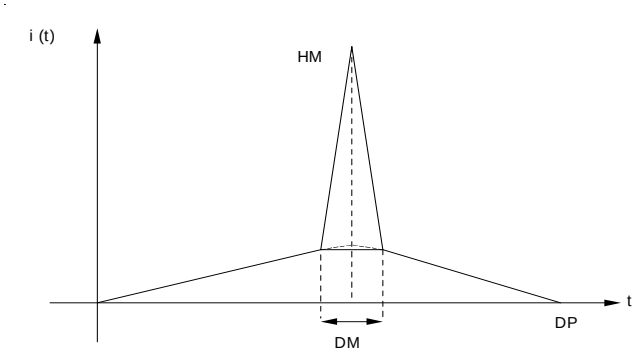
2.3.3. Construction des pluies de projet

Il s'agit de définir le type de pluie à modéliser.

Dans le cadre de cette étude, le type de pluies de projet utilisé est **la pluie de projet** synthétique de type « DESBORDES ».

Une « pluie de projet » est une pluie théorique définie par un hyétogramme statistiquement représentatif des pluies réelles du secteur étudié. Il est possible de lui associer une période de retour.

Le type de pluie de projet de « Debordes » s'applique aux bassins versants urbains, et peut être étendu aux bassins ruraux limitrophes. Ces pluies se caractérisent par une période de pluie intense relativement courte à l'intérieur d'une séquence de pluie de quelques heures.



La forme choisie est une pluie « double-triangle » définie par 5 paramètres :

- la durée totale DP, prise égale à 6 heures. Ce choix est justifié par les données bibliographiques,
- la hauteur totale HT de pluie tombée pendant la durée totale DP de l'épisode pluvieux ; la période de retour de cette hauteur est choisie légèrement inférieure à celle de la période intense afin de représenter un évènement « global » de période de retour T
- la durée DM de la période intense qui varie de 15 minutes à 2 heures. Elle est fonction des temps de concentration des bassins versants étudiés. Plusieurs tests pourront être effectués et la durée retenue sera celle qui engendre les plus grands débits de pointe.
- la hauteur HM de pluie tombée au cours de la période intense ; cette hauteur a la période de retour T choisie pour la pluie de projet ;
- la position de la période intense au sein de l'averse, considéré ici au centre.

On suppose également que la pluie tombe de manière uniforme sur l'ensemble de chaque sous-bassin versant, sans amortissement. Cette hypothèse va dans le sens de la sécurité.

Le module hydrologique du logiciel PC SWMM transforme ces pluies en débits générés par chaque sous bassin versant.

Dans le deuxième cas, les débits à propager dans les conduites sont nettement plus élevés.

Les données pluviométriques qui sont utilisées dans le cadre de ce schéma directeur sont celles de la station de TOULON LA MITRE, c'est la station la plus proche du secteur d'étude qui dispose d'enregistrements pluviométriques à faibles pas de temps (6 mn). Elles ont été récupérées auprès de Météo France pour la période 1971-2007.

Météo France dispose de postes pluviométriques plus proches, mais seules les données de pluies journalières sont disponibles sur ces postes, , aucune donnée horaire n'existe à ces postes.

Les données de la station de Toulon La mitre sont considérées comme étant représentatives de l'ensemble des pluies du littoral de la commune du Pradet. Compte tenu de la taille réduite des bassins versants urbains qui seront étudiés, il est nécessaire de disposer de données pluviographiques sur de courtes périodes d'observation

(inférieures à 30 minutes). La station de Toulon La Mitre est la seule station sur le littoral permettant de disposer de ce type d'information pour des pluies de courtes durées et sur une longue période permettant de réaliser des statistiques.

Pour une période de retour des pluies fixée, la détermination des coefficients dits de Montana (coefficients « a » et « b » ci-dessous) permettra de calculer pour une durée donnée « t » (en minutes), la hauteur « h » d'eau précipitée (en millimètres) à l'aide de la relation suivante :

$$h\ (mm) = at^{1-b}$$

Les ajustements statistiques effectués pour différents périodes de retour à partir des données de la station de Toulon La Mitre fournissent les résultats suivants :

TOULON	6mn < t < 1 h		1 h < t < 6 h	
Période de retour	a	b	a	b
5 ans	3.87	-0.438	8.2	-0.629
10 ans	4.48	-0.415	10.65	-0.637
30 ans	5.23	-0.368	15.28	-0.651

Tableau 1 : Valeurs des coefficients de Montana pour des durées de pluie respectives de 6min à 1h et de 1h à 6h

TOULON	Hauteur précipitée				
Période de retour	15 mn	30 mn	60 mn	120 mn	360 mn
5 ans	18 mm	26 mm	39 mm	48 mm	73 mm
10 ans	22 mm	33 mm	49 mm	61 mm	90 mm
30 ans	29 mm	45 mm	70 mm	81 mm	119 mm

Tableau 2 : Calcul de hauteurs d'eau précipitée (en mm) en application de la relation de Montana

2.3.4. Découpage en bassins versants

Un premier découpage en bassin versant a été réalisé à partir des visites de terrain et des données topographiques fournies par la commune.

Ensuite, les principaux bassins versants sont redécoupés en sous bassins versants à partir des reconnaissances détaillées de terrain et des levés des réseaux et des fossés réalisées par le cabinet géomètre OPSIA en janvier et en mars 2010. En milieu urbain, les limites topographiques exactes des bassins ne peuvent être appréciées correctement que sur le terrain rue par rue.

Chaque bassin sera découpé en sous-bassins pour lesquels les caractéristiques (pentes, surface, longueur et coefficient de ruissellement) seront consignées dans un tableau de synthèse joint en annexe.

Les limites des bassins versants et de leurs sous-bassins versants sont reportées sur les plans suivants :

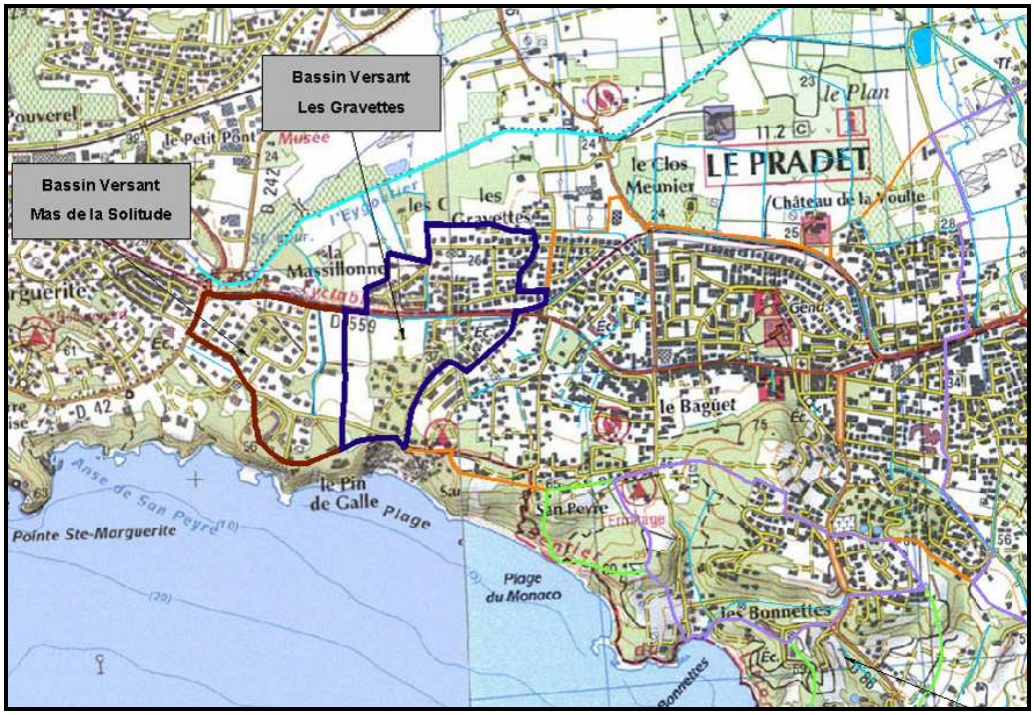
- Plan 2.2 : Plan général des bassins versants (Format A1 / Echelle 1/10 000),
- Plan 2 .3 : Plan détaillé des bassins versants et des sous-bassins versants (Format A0 / Echelle 1/5 000)

2.4. DIAGNOSTIC - BASSINS VERSANTS « MAS DE LA SOLITUDE » ET « LES GRAVETTES »

2.4.1. Description des Bassins Versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes »

Le bassin versant « Mas de la Solitude » a une superficie de 17,2 ha, comprise dans l'entité géographique du bassin versant de l'Eygoutier.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 56 mNGF, et son exutoire se situe à la cote 22 mNGF.



Carte 1 : Bassins versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes »

Le bassin versant du Mas de la Solitude est drainé par deux axes d'écoulement principaux :

- un axe d'écoulement orienté Sud Nord, qui débute par un fossé au nord de la rue du Général Weygand (au niveau du centre de vacances Iglesa), puis qui s'écoule vers le nord jusqu'à l'avenue du Général Brosset (RD 559).
- un deuxième axe d'écoulement orienté Ouest-Est qui est constitué d'un fossé qui s'écoule le long de l'avenue du Général Brosset.

Ces deux écoulements se rejoignent en amont de la RD559 pour traverser sous la RD559 et la piste cyclable dans un cadre béton (largeur 60 cm x hauteur 40 cm) prolongé par un ouvrage Arche. Plus en aval, les eaux pluviales s'écoulent dans un fossé encombré de macro-déchets pour rejoindre l'Eygoutier. A l'amont immédiat du rejet dans l'Eygoutier le fossé est canalisé par une buse de diamètre 600 mm.

Le linéaire du plus long thalweg est de 800 m depuis l'amont de la rue du Général Weygand (cote du point haut à 56 mNGF) jusqu'au raccordement en aval dans le ruisseau de l'Eygoutier. La pente varie entre 5 % en amont de la RD559, puis diminue à 1,3% en aval de la RD559. Le fil d'eau du fossé au niveau du rejet est à la cote 21,0 mNGF.

La partie amont du bassin versant est occupée par des habitations individuelles regroupées en lotissements. A l'aval de la RD559, l'habitat est plus diffus.

2.4.2. Urbanisation future sur les Bassins Versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes »

L'urbanisation ne devrait pas se densifier sur ces deux bassins versants.

Sur ce secteur, il existe un projet de réaménagement de la RD559 et de la piste cyclable par le Conseil Général du Var. Des mesures compensatoires spécifiques seront prévues dans le cadre de ce projet.

2.4.3. Analyse hydrologique - Bassins Versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes »

Le tableau suivant présente les résultats hydrologiques par sous bassins versants, pour les différentes périodes de retour étudiées.

Les débits de pointe sont calculés en considérant que la totalité du débit produit par les sous-bassins versants est transmis en aval. En réalité, les capacités des collecteurs ou fossés pouvant être inférieures au débit de pointe, il peut se produire des débordements qui participent à l'écrêtement (et donc la réduction) du débit de pointe en aval.

Nom du point de calcul	Surface (hectares)	Débit 5 ans	Débit 10 ans	Débit 30 ans
Bassin versant « Mas de la Solitude »				
T009, T014, T015 et T017 (Franchissement RD559, puis Exutoire Fossé dans le ruisseau de l'Eygoutier)	17,2 ha	2,1 m^3/s	3,0 m^3/s	4,9 m^3/s
Bassin versant « Les Gravettes »				
T020 à T023 Exutoire Ouest dans l'Eygoutier – Fossé collectant le lotissement Clos Cardinal	2,8 ha	0,25 m^3/s	0,35 m^3/s	0,6 m^3/s
T031 Amont Franchissement RD559	4,0 ha	0,5 m^3/s	0,7 m^3/s	1,1 m^3/s
T036 Exutoire Ouest dans l'Eygoutier – Fossé collectant lotissements Massillone - Artemisia	13,1 ha	1,2 m^3/s	1,6 m^3/s	2,6 m^3/s

Tableau : Résultats hydrologiques des Bassins versants «Mas de la Solitude» et «Les Gravettes »



Figure 4 : Schéma du réseau pluvial des bassins versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes » modélisé.

Aux exutoires des différents fossés dans le ruisseau de l'Eygoutier, les débits décennaux sont estimés :

- à 3,0 m^3/s pour le bassin versant « Mas de la Solitude »,
- à 0,35 m^3/s pour le bassin versant « Les Gravettes – rejet Ouest »,
- à 1,6 m^3/s pour le bassin versant « Les Gravettes – rejet Est »,

2.4.4. Diagnostic hydraulique - Bassins Versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes »

Les résultats de la modélisation indiquent :

Pour les écoulements du bassin versant « Mas de la Solitude »

La capacité des réseaux et des fossés est inférieure à l'occurrence 5 ans sur l'ensemble du bassin versant avec pour certains tronçons une capacité nettement inférieure à l'occurrence 5 ans.

Les fossés longeant la RD559 ont une pente très faible réduisant le débit capable : sur certains tronçons il existe des points bas où l'eau stagne. Des débordements fréquents se produisent sur ce secteur de la RD559.

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
MA004 / T001	buse	0.5 m	0.5 m		0.002 m/m	60	0,15 m3/s	0,29 m³/s	0,40 m3/s	0,65 m³/s	capacité inférieure à Q5
MA005 / T002	trap	1 m	2 m	0.125 m/m	0.001 m/m	30	2,1 m3/s	0,29 m3/s	0,40 m3/s	0,65 m3/s	capacité supérieure à Q30
MA006 / T003	buse	0.5 m	0.5 m		0.001 m/m	60	0,1 m3/s	0,75 m3/s	1,03 m3/s	1,67 m3/s	capacité << inférieure à Q5
MA007 / T004	trap	0.8 m	0.7 m	0.71 m/m	0.001 m/m	30	0,3 m3/s	0,75 m3/s	1,03 m3/s	1,67 m3/s	capacité << inférieure à Q5
MA008 / T005	buse	0.5 m	0.5 m		0.006 m/m	60	0,25 m3/s	0,75 m3/s	1,03 m3/s	1,67 m3/s	capacité << inférieure à Q5
MA009 / T006	trap	0.8 m	0.7 m	0.71 m/m	0.002 m/m	30	0,6 m3/s	0,75 m3/s	1,03 m3/s	1,67 m3/s	capacité inférieure à Q5
MA010 / T007	buse	0.28 m	0.28 m		0.005 m/m	60	0,05 m3/s	0,75 m3/s	1,03 m3/s	1,67 m3/s	capacité << inférieure à Q5
MA011 / T010	trap	0.4 m	0.5 m	0.4 m/m	0.050 m/m	25	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	1,8 m3/s	capacité inférieure à Q5
MA012b / T012	trap	0.4 m	0.5 m	0.4 m/m	0.005 m/m	30	0,15 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	1,8 m3/s	capacité << inférieure à Q5
MA012a / T012	buse	0.4 m	0.4 m		0.005 m/m	60	0,12 m3/s	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,7 m3/s	capacité << inférieure à Q5
MA014a / T009	dalot	0.4 m	0.8 m		0.011 m/m	60	0,6 m3/s	2,1 m³/s	3,0 m³/s	4,9 m³/s	capacité << inférieure à Q5
MA014b / T014	Arche	0.6 m	0.4 m		0.011 m/m	60	0,35 m3/s	2,1 m3/s	3,0 m3/s	4,9 m3/s	capacité << inférieure à Q5
MA015 / T015	trap	0.5 m	0.5 m	0.3 m/m	0.013 m/m	25	0,3 m3/s	2,1 m3/s	3,0 m3/s	4,9 m3/s	capacité << inférieure à Q5
MA016 / T016	trap	0.6 m	0.7 m	0.28 m/m	0.013 m/m	25	0,6 m3/s	2,1 m3/s	3,0 m3/s	4,9 m3/s	capacité << inférieure à Q5
MA017 / T017	buse	0.6 m	0.6 m		0.013 m/m	60	0,55 m3/s	2,1 m3/s	3,0 m3/s	4,9 m3/s	capacité << inférieure à Q5

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon pour le bassin versant « Mas de la Solitude »

Pour les écoulements du bassin versant « Les Gravettes »

Pour le fossé côté Ouest collectant les eaux de ruissellement du lotissement Clos Cardinal, la capacité du fossé est nettement supérieure à l'occurrence 10 ans, mais les ouvrages de franchissement des voies d'accès aux habitations ont une capacité inférieure ou égale au débit d'occurrence 5 ans.

Pour le fossé côté Est, les fossés ont une capacité au moins égale à l'occurrence 5 ans. L'ouvrage le plus limitant est l'ouvrage de traversée sous la RD559 (une buse de diamètre 400mm) dont la capacité est nettement inférieure au débit 5 ans. Plus en aval, la canalisation Ø600mm traversant sous les voies du lotissement limite également le débit par rapport à la capacité des fossés amont et aval. Le débit capable de cette canalisation est proche du débit de pointe d'occurrence 5 ans.

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
GR020a / T020	buse	0.4 m	0.4 m		0.007 m/m	60	**0,15 m3/s**	0,25 m3/s	0,35 m3/s	0,60 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
GR020b / T020	trap	0.5 m	0.6 m	0.75 m/m	0.007 m/m	30	**0,8 m3/s**	0,25 m3/s	0,35 m3/s	0,60 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GR021 / T021	buse	0.5 m	0.5 m		0.007 m/m	60	**0,25 m3/s**	0,25 m3/s	0,35 m3/s	0,60 m3/s	**capacité égale à Q5**
GR022 / T022	trap	0.5 m	0.6 m	0.75 m/m	0.007 m/m	30	**0,8 m3/s**	0,25 m3/s	0,35 m3/s	0,60 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GR030g / T030	trap	0.5 m	0.5 m	1 m/m	0.006 m/m	30	**0,25 m3/s**	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
GR031a / T031	buse	0.4 m	0.4 m		0.016 m/m	60	**0,2 m3/s**	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	**capacité << inférieure à Q5**
GR031b / T031	dalot	0.7 m	0.5 m		0.016 m/m	60	**0,8 m3/s**	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	**capacité supérieure à Q10**
GR032a / T032	trap	0.8 m	0.8 m	0.5 m/m	0.007 m/m	30	**1,1 m3/s**	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	**capacité égale à Q30**
GR032b / T032	dalot	1.1 m	0.56 m		0.007 m/m	60	**1,0 m3/s**	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	**capacité supérieure à Q10**
GR032c / T032	trap	0.8 m	0.8 m	0.5 m/m	0.007 m/m	30	**1,1 m3/s**	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	**capacité égale à Q30**
GR033 / T033	buse	0.6 m	0.6 m		0.012 m/m	60	**0,55 m3/s**	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	**capacité supérieure à Q5**
GR035a / T034	trap	0.5 m	0.7 m	0.8 m/m	0.020 m/m	30	**1,3 m3/s**	1,2 m3/s	1,6 m3/s	2,6 m3/s	**capacité supérieure à Q5**
GR035b / T035	buse	0.8 m	0.8 m		0.013 m/m	60	**1,3 m3/s**	1,2 m3/s	1,6 m3/s	2,6 m3/s	**capacité supérieure à Q5**
GR035c / T035	trap	0.5 m	0.7 m	0.8 m/m	0.010 m/m	30	**0,9 m3/s**	1,2 m3/s	1,6 m3/s	2,6 m3/s	**capacité inférieure à Q5**

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon pour le bassin versant «Les Gravettes »

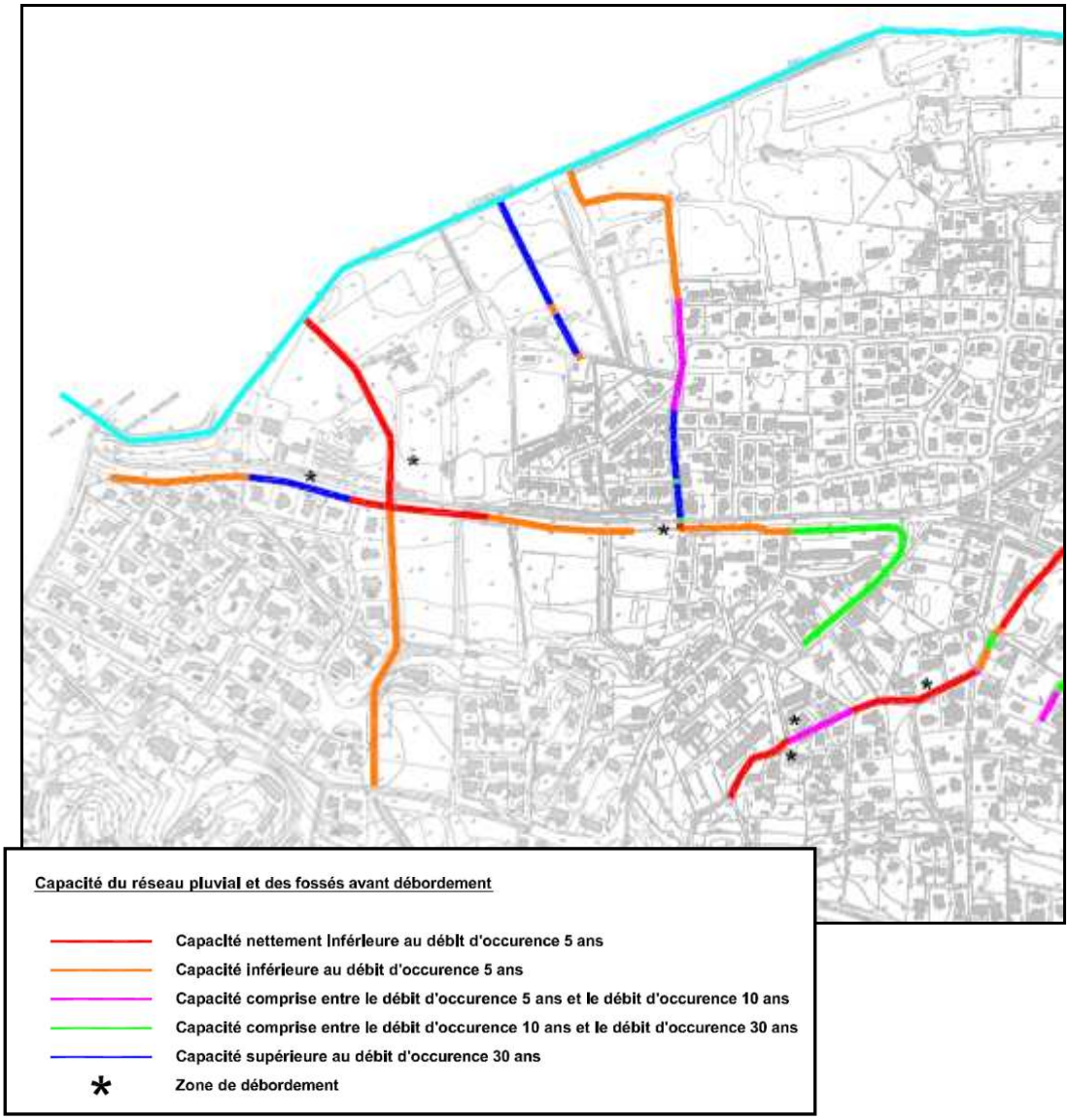


Figure : Capacité du réseau pluvial des bassins versants « Mas de la Solitude » et « Les Gravettes »

2.5. DIAGNOSTIC - BASSIN VERSANT SECTEUR CENTRE VILLE ET AVENUE LE LEAP

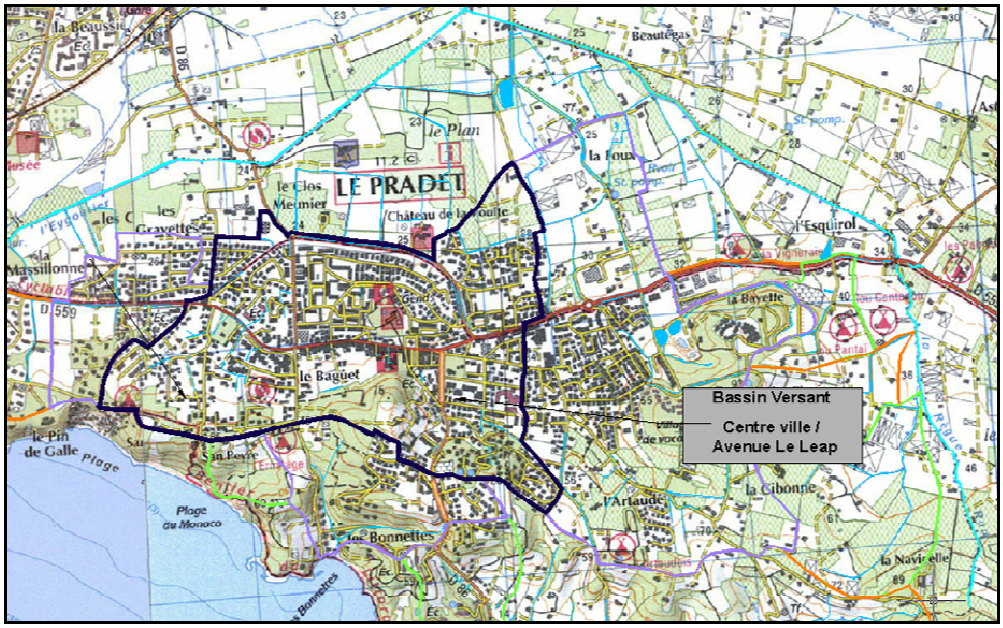
2.5.1. Description du Bassin Versant secteur Centre-Ville et Avenue Le Leap

Cette entité géographique comprend l'ensemble des bassins versants situés entre la rue du pin de Galle à l'ouest et le ruisseau de l'Artaude à l'Est et se rejetant dans le ruisseau de l'Eygoutier.

L'exutoire final de ce bassin versant s'effectue dans le ruisseau de l'Eygoutier, environ 50 mètres en amont de la traversée de la RD86 (avenue Jean moulin). Le rejet dans l'Eygoutier s'effectue par une buse arche de 1 m de largeur pour 1,5 m de hauteur.

Le bassin versant Centre-Ville et Avenue Le Leap (cf. périmètre sur l'extrait de plan ci-dessous) a une superficie de 133 ha, comprise dans l'entité géographique du bassin versant de l'Eygoutier.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 76 mNGF, et son exutoire dans l'Eygoutier se situe à la cote 21,2 mNGF.



Carte : Bassin versant Centre-Ville et Avenue Le Leap

Le bassin versant Centre-Ville Avenue Le Leap est drainé par six axes d'écoulement principaux orientés Sud-Nord. Ces écoulements sont décrits ci-après d'Ouest en Est :

- l'écoulement n°1 le plus à l'ouest de ce bassin versant collecte les eaux du « Camping Pin de Galle ». Les eaux sont alors canalisées sous la voie d'accès au camping dans une canalisation de diamètre 300 mm. Plus en aval, cet écoulement collecte également les eaux de ruissellement de la résidence des Elfes (ensemble de bâtiments et de parkings fortement imperméabilisé). L'écoulement traverse alors entre les parcelles privées dans un caniveau en U pour rejoindre le chemin de l'Avenir sous lequel il existe une canalisation de diamètre 300 mm. L'écoulement chemine sous le chemin de San Peyre puis traverse en fossé à l'Est des locaux de l'ONF. La traversée de la RD559 s'effectue par un cadre de largeur 50 cm pour 70 cm de hauteur, puis par une buse de diamètre 800 mm en aval jusqu'à la piste cyclable puis devant le gymnase Sebastia. La traversée de la RD86 s'effectue dans un cadre de largeur 70 cm par 100 cm de hauteur, l'écoulement se poursuit en aval dans un fossé enherbé.
- Le deuxième axe d'écoulement se situe en limite Est du Groupe Scolaire Marcel Pagnol. Plus en amont, cet écoulement est alimenté par deux canalisations provenant des résidences des Roches Bleues. Le long du groupe scolaire, l'écoulement s'effectue dans un fossé prolongé par une canalisation de diamètre 800 mm en aval du groupe scolaire. Cette conduite traverse dans des parcelles privées pour rejoindre la rue Marie Mauron, puis se raccorder sur la conduite située sous la piste cyclable (raccordement sur l'écoulement n°1).
- Le troisième axe d'écoulement débute sur l'avenue Raimu par une conduite de diamètre 500 mm prolongée par une 600 mm. A l'intersection entre l'avenue Raimu et l'avenue de la 1ère DFL., l'écoulement collecte une canalisation de diamètre 500 mm provenant de l'avenue de la 1ère DFL. L'écoulement se poursuit sous l'avenue Jean Moulin par une canalisation de diamètre 800 mm. A l'aval du Rond Point des Combattants d'Indochine, la canalisation est prolongée par un fossé pour rejoindre l'Eygoutier.
- Le quatrième axe d'écoulement est constitué d'une canalisation de diamètre 500mm. Il débute en contrebas de l'avenue de la 1ère DFL et traverse entre les bâtiments de la résidence « Isly », puis rejoint la rue Fromentin. La canalisation traverse alors l'Esplanade du 3ème zouave au niveau du giratoire Ouest puis continue vers le nord en longeant les bâtiments de la résidence Santa-Cruz. Après avoir traversé la rue du Maréchal Lyautey, la conduite s'évacue dans le fossé longeant la piste cyclable de l'avenue Le Leap.
- Le cinquième axe d'écoulement débute au point haut de l'avenue De Lattre de Tassigny puis emprunte la rue Lantrua avant de bifurquer (changement de direction avec un angle très aigu) vers l'avenue Jean Jaurès. Sous l'avenue Jean-Jaurès, l'écoulement est canalisé dans une conduite de diamètre 800 mm. En partie basse de l'avenue Jean-Jaurès (au niveau de l'intersection avec la rue Paulin David), la conduite bifurque vers la gauche sous avenue Péri et la section et la pente de la conduite diminuent (diamètre entre 400 et 600 mm sous l'avenue Péri selon les tronçons). A partir de l'avenue Péri, la conduite traverse vers le nord sous des bâtiments (Caisse d'Epargne) et rejoint la rue Gounod, la conduite a alors un diamètre de 500 mm. Au nord de la rue Gounod, la conduite se prolonge vers le nord au niveau du giratoire Est de l'avenue du 3ème zouave puis sous le passage piétonnier et enfin à l'intérieure de parcelles privées. Le rejet de la canalisation ∅500 s'effectue dans le fossé longeant la piste cyclable de l'avenue Le Léap.
- L'écoulement le plus à L'Est de ce bassin versant début en haut du Lotissement Gasquet. Il conflue avec un écoulement provenant du lotissement « Le verger de Beauvoir », puis se prolonge vers le nord sous la rue Vincent Truc dans une conduite de diamètre 800 mm puis 600 mm. Au niveau de la rue Paulin David, l'écoulement bifurque vers l'Ouest dans une conduite ∅500 puis emprunte la traverse Paulin David

dans un cadre de 1m par 1 m. Après avoir traversé l'avenue Péri dans une conduite de diamètre 800 mm, l'écoulement longe la piste cyclable de l'avenue Le Leap ; selon les tronçons il est soit canalisé soit en fossé. Le fossé de la piste cyclable traverse l'avenue le Leap en plusieurs points pour rejoindre la zone de la Bâtie et l'exutoire dans le ruisseau de l'Eygoutier.

Le linéaire du plus long cheminement hydraulique est d'environ 2000 m depuis l'amont du bassin versant (amont du lotissement Gasquet, puis avenue Le Leap) jusqu'au raccordement en aval dans le ruisseau de l'Eygoutier en amont de la RD86.

La pente varie entre 8% en amont de l'avenue Péri, puis diminue à 1% en aval de l'avenue Péri le long de l'avenue Le Leap pour se réduire à 0,3 % dans la zone en aval de l'avenue Le Leap à proximité de l'Eygoutier.

L'occupation actuelle du bassin versant est à dominante urbaine sur la partie centrale du bassin versant. La partie amont est occupée par des lotissements ou des zones boisées pour les parties les plus pentues. La partie centrale du bassin versant qui comprend le centre ville correspond à une zone urbaine dense. Sur la partie aval du bassin versant, au sud de l'avenue Le Leap il existe des habitats individuels regroupés fréquemment en lotissements, au nord et au nord-ouest de l'avenue Le Leap, le bassin versant est occupé par des zones agricoles ou des terrains en friches, et quelques rares habitations (Château de la Voulte, centre de loisirs).

2.5.2. Urbanisation future sur le Bassin Versant Centre-Ville et Avenue Le Leap

L'urbanisation ne devrait pas se densifier significativement sur ce bassin versant.

Sur ce secteur, il existe un projet de réaménagement de la RD86 et de l'avenue Le Leap avec sa piste cyclable par le Conseil Général du Var. Des mesures compensatoires spécifiques seront prévues dans le cadre de ce projet.

2.5.3. Analyse hydrologique - Bassin Versant Centre-Ville et Avenue Le Leap

Le tableau suivant présente les résultats hydrologiques par sous bassins versants, pour les différentes périodes de retour étudiées.

Les débits de pointe sont calculés en considérant que la totalité du débit produit par les sous-bassins versants est transmis en aval. En réalité, les capacités des collecteurs ou fossés pouvant être inférieures au débit de pointe, il peut se produire des débordements qui participent à l'écrêtement (et donc la réduction) du débit de pointe en aval.

Nom du point de calcul	Surface (hectares)	Débit 5 ans	Débit 10 ans	Débit 30 ans
Ecoulement n°1 : voie d'accès camping Pin de Galle, Chemin de l'avenir, Chemin San Peyre, piste cyclable, Gymnase Sébastia				
T101 (Aval voie d'accès camping)	4 ha	0,35 m^3/s	0,5 m^3/s	0,84 m^3/s
T103 (Intersection Chemin de l'avenir / Chemin de San Peyre)	14,5 ha	1,1 m^3/s	1,6 m^3/s	2,8 m^3/s
T107 Amont Franchissement RD559	18,5 ha	1,8 m^3/s	2,5 m^3/s	3,9 m^3/s
T110 Amont Gymnase Sébastia	39,3 ha	3,0 m3/s	4,6 m^3/s	7,8 m^3/s
T114 Rejet Global Bassin versant dans l'Eygoutier	132,8 ha	8,0 m3/s	11,1 m^3/s	18,6 m^3/s
Ecoulement n°2 : résidences des Roches Bleues, Grou pe scolaire Pagnol, rue Mauront, piste cyclable				
T121 Aval RD559 / Amont Groupe scolaire Marcel Pagnol	9 ha	0,75 m^3/s	1,1 m^3/s	2,5 m^3/s
T127 Amont rue Mauront	13,8 ha	1,4 m^3/s	2,0 m^3/s	3,0 m^3/s
T128 Amont piste cyclable	15,7 ha	1,5 m^3/s	2,1 m^3/s	3,2 m^3/s
Ecoulement n°3 : avenue Raimu, confluence avec rése au avenue 1ère DFL, avenue Jean moulin, Rd point des combattants d'Indochine.				
T144 Aval intersection avenue Raimu – Avenue 1ère DFL (Amont avenue Jean Moulin)	15,6 ha	0,9 m^3/s	1,2 m^3/s	2,6 m^3/s
T143 Aval Avenue 1ère DFL	10,2 ha	0,5 m^3/s	0,9 m^3/s	1,9 m^3/s
T146 Aval avenue Jean Moulin	23,6 ha	1,0 m^3/s	1,4 m^3/s	3,0 m^3/s

Nom du point de calcul	Surface (hectares)	Débit 5 ans	Débit 10 ans	Débit 30 ans
Ecoulement n°4 : contrebas de l'avenue de la 1ère DFL , résidence « Isly », rue Fromentin. résidence Santa-Cruz, fossé piste cyclable				
T160 (Aval rue Fromentin)	3,1 ha	0,35 m^3/s	0,5 m^3/s	0,8 m^3/s
T161 (rue Maréchal Lyautey)	4,5 ha	0,57 m^3/s	0,8 m^3/s	1,1 m^3/s
T162 Amont rejet fossé piste cyclable	6,3 ha	0,6 m^3/s	0,9 m^3/s	1,2 m^3/s
Ecoulement n°5 : avenue De Lattre de Tassigny, rue Lantrua, avenue Jean-Jaurès, avenue Péri, rue Gounod, giratoire Est de l'esplanade du 3ème zouave, passage piétonnier, fossé piste cyclable				
T170 Aval avenue De Lattre de Tassigny	7,1 ha	0,5 m^3/s	0,7 m^3/s	1,2 m^3/s
T175 Aval avenue Jean Jaurès	9,3 ha	1,1 m^3/s	1,5 m^3/s	2,3 m^3/s
T178 Aval avenue Péri	13,1 ha	1,1 m^3/s	1,6 m^3/s	2,6 m^3/s
T181 Amont rue Gounod	16,3 ha	1,2 m^3/s	1,7 m^3/s	2,9 m^3/s
T183 Giratoire Ouest Esplanade 3ème zouave	21 ha	1,9 m^3/s	2,8 m^3/s	4,3 m^3/s
T184 Aval rue Maréchal Lyautey – Amont fossé piste cyclable	23,2 ha	2,2 m^3/s	3,1 m^3/s	4,7 m^3/s
Ecoulement n°6 : lotissement Gasquet, rue Vincent T ruc, rue Paulin David, traverse Paulin David, avenue Le Leap, fossé piste cyclable				
T190 Amont rue Vincent Truc	9,1 ha	0,8 m^3/s	1,1 m^3/s	1,7 m^3/s
T195 Traverse Paulin David	14,1 ha	1,2 m^3/s	1,7 m^3/s	2,9 m^3/s
T196 Amont avenue Le Leap	14,1 ha	1,2 m^3/s	1,7 m^3/s	2,9 m^3/s
T137 Avenue Le Leap – partie centrale	22,8 ha	2,0 m^3/s	2,6 m^3/s	4,4 m^3/s

Tableaux : Résultats hydrologiques du Bassin versant «Centre Ville – Avenue Le Leap »

Les débits de pointe n'ont pas été majorés pour tenir compte de l'urbanisation future de certaines zones, car ces zones comprendront des mesures compensatoires spécifiques.

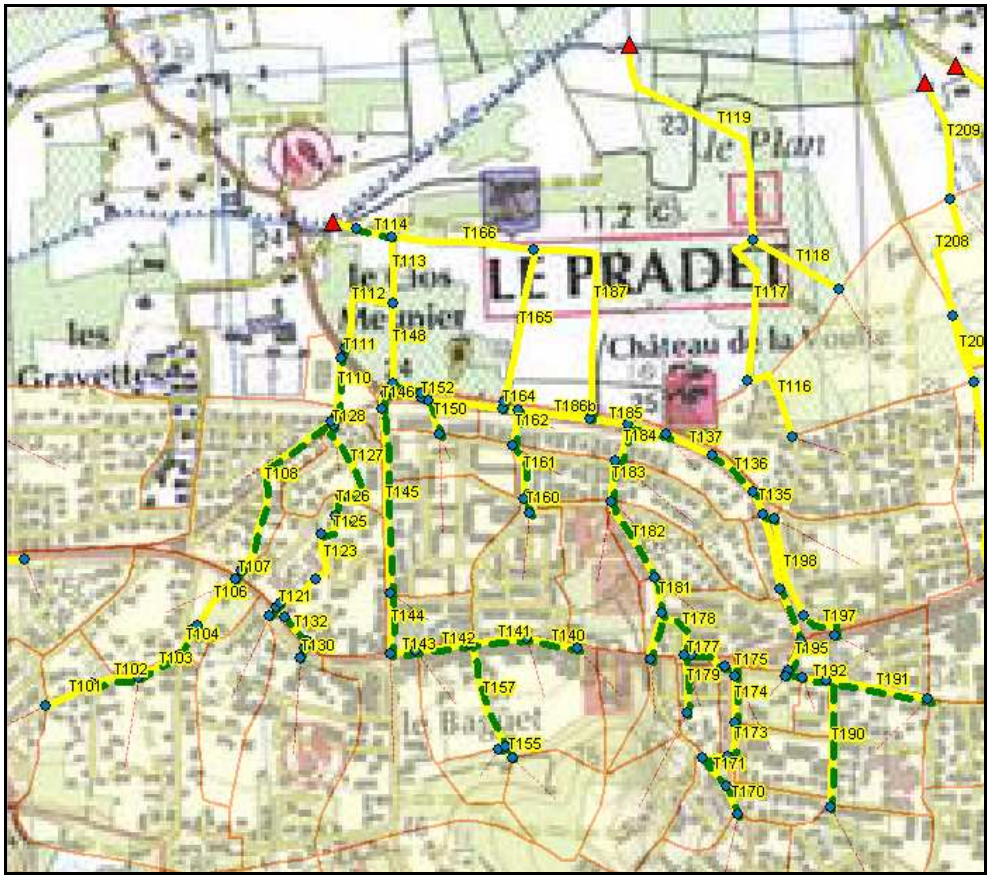


Figure : Schéma du réseau pluvial du bassin versant « Centre ville – Avenue Le Leap » modélisé.

A l'exutoire de l'ensemble des écoulements du bassin versant centre-ville – avenue Le Leap (en considérant que la totalité du débit est transféré en aval et non pas écrêté par les nombreux débordements), le débit décennal est estimé à 11,1 m^3/s (tronçon T115).

2.5.4. Diagnostic hydraulique - Bassin Versant Centre-Ville et Avenue Le Leap

Les résultats de la modélisation « état actuel » sont présentés dans les tableaux ci-dessous (les tronçons sont repérés en fonction des numéros de tronçon identifiés sur les fiches tronçons et sur les noms du modèle) et sur le plan de synthèse (plan 2.7) avec des codes couleurs en fonction des capacités.

Pour l'axe d'écoulement n°1 (voie d'accès camping Pin de Galle, Chemin de l'avenir, Chemin San Peyre, piste cyclable, Gymnase Sébastia)

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
CE101 / T101	buse	0.3 m	0.3 m		0.027 m/m	60	0,13 m3/s	0,35 m³/s	0,50 m3/s	0,84 m³/s	capacité << inférieure à Q5
CE102 / T101	U	0.5 m	0.4 m		0.022 m/m	50	0,42 m3/s	0,35 m3/s	0,50 m3/s	0,84 m3/s	capacité entre Q5 et Q10
CE103 / T102	buse	0.3 m	0.3 m		0.027 m/m	60	0,13 m3/s	0,39 m3/s	0,55 m3/s	0,89 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE104a / T103	dalot	0.8 m	0.5 m		0.014 m/m	60	1,0 m3/s	1,1 m3/s	1,6 m3/s	2,7 m3/s	capacité proche de Q5
CE104b / T104	buse	0.7 m	0.7 m		0.012 m/m	60	0,85 m3/s	1,1 m3/s	1,6 m3/s	2,7 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE104c / T105	dalot	1 m	0.7 m		0.017 m/m	60	2,4 m3/s	1,1 m3/s	1,6 m3/s	2,7 m3/s	capacité supérieure à Q10
CE105 / T105	buse	0.58 m	0.58 m		0.017 m/m	60	0,6 m3/s	1,1 m3/s	1,6 m3/s	2,7 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE106 / T106	trap	0.5 m	0.6 m	0.17 m/m	0.021 m/m	25	0,46 m3/s	1,1 m3/s	1,6 m3/s	3,1 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE107a / T107	dalot	0.5 m	0.7 m		0.009 m/m	50	0,5 m3/s	1,8 m3/s	2,5 m3/s	3,9 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE107b / T108	buse	0.8 m	0.8 m		0.009 m/m	60	1,0 m3/s	1,8 m3/s	2,5 m3/s	3,9 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE108 / T108	buse	0.8 m	0.8 m		0.009 m/m	60	1,0 m3/s	1,8 m3/s	2,5 m3/s	3,9 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE110 / T110	buse	0.8 m	0.8 m		0.002 m/m	60	0,5 m3/s	2,7 m3/s	4,2 m3/s	7,1 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE111 / T111	dalot	1.75 m	0.8 m		0.003 m/m	60	2,5 m3/s	2,7 m3/s	4,2 m3/s	7,1 m3/s	capacité supérieure à Q5
CE112 / T112	trap	0.8 m	1.2 m	0.5 m/m	0.004 m/m	25	1.6 m3/s	2,7 m3/s	4,2 m3/s	7,1 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE113 / T113	trap	0.8 m	1.5 m	0.57 m/m	0.004 m/m	25	2,7 m3/s	4,4 m3/s	6,2 m3/s	10,4 m3/s	capacité inférieure à Q5

Pour l'axe d'écoulement n°2 (résidences des Roches Bleues, Groupe scolaire Pagnol, rue Mauront, piste cyclable)

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
CE132 / T132	buse	0.38 m	0.38 m		0.004 m/m	60	0,1 m3/s	0,5 m³/s	0,80 m3/s	1,3 m³/s	capacité << inférieure à Q5
CE133a / T133	U	0.6 m	0.85 m		0.009 m/m	60	1,0 m3/s	0,5 m3/s	0,70 m3/s	1,1 m3/s	capacité supérieure à Q10
CE133d / T120	buse	0.4 m	0.4 m		0.025 m/m	60	0,27 m3/s	0,2 m3/s	0,4 m3/s	0,7 m3/s	capacité supérieure à Q5
CE122a / T121	dalot	0.8 m	0.5 m		0.010 m/m	60	0,85 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	1,7 m3/s	capacité supérieure à Q5
CE122b / T122	buse	0.4 m	0.4 m		0.015 m/m	60	0,21 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	1,7 m3/s	capacité << inférieure à Q5 (mais dalot en //)
CE123 / T123	trap	0.8 m	0.8 m	0.5 m/m	0.010 m/m	30	1,3 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	1,7 m3/s	capacité supérieure à Q10
CE124 / T125	buse	0.8 m	0.8 m		0.006 m/m	60	0,86 m3/s	1,1 m3/s	1,5 m3/s	2,4 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE127 / T127	buse	0.75 m	0.75 m		0.003 m/m	60	0,5 m3/s	1,4 m3/s	2,0 m3/s	3,0 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE128 / T128	dalot	0.7 m	1 m		0.005 m/m	60	1,2 m3/s	1,5 m3/s	2,1 m3/s	3,2 m3/s	capacité inférieure à Q5

Pour l'axe d'écoulement n°3 (avenue Raimu, confluence avec réseau avenue 1ère DFL, avenue Jean moulin, Rd point des combattants d'Indochine)

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
CE140b / T140	buse	0.4 m	0.4 m		0.005 m/m	60	0,12 m3/s	0,1 m³/s	0,2 m3/s	0,3 m³/s	capacité supérieure à Q5
CE140c / T141	buse	0.5 m	0.5 m		0.004 m/m	60	0,2 m3/s	0,4 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE140d / T142	buse	0.5 m	0.5 m		0.008 m/m	60	0,28 m3/s	0,4 m3/s	0,8 m3/s	1,5 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE157 / T157	buse	0.35 m	0.35 m		0.060 m/m	60	0,3 m3/s	0,2 m3/s	0,3 m3/s	0,5 m3/s	capacité égale à Q10
CE144c / T144	buse	0.8 m	0.8 m		0.017 m/m	60	1,4 m3/s	0,9 m3/s	1,2 m3/s	2,6 m3/s	capacité supérieure à Q10
CE152 / T153	buse	0.8 m	0.8 m		0.004 m/m	30	0,7 m3/s	1,3 m3/s	1,7 m3/s	2,4 m3/s	capacité inférieure à Q5

Pour l'axe d'écoulement n°4 (contrebas de l'avenue de la 1ère DFL , résidence « Isly », rue Fromentin. résidence Santa-Cruz, fossé piste cyclable) et écoulement n°5 (avenue De Lattre de Tassigny, rue Lantrua, avenue Jean-Jaurès, avenue Péri, rue Gounod, giratoire Est de l'esplanade du 3ème zouave, passage piétonnier, fossé piste cyclable)

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
CE170a / T170	buse	0.5 m	0.5 m		0.064 m/m	60	0,8 m3/s	0,5 m³/s	0,7 m3/s	1,1 m³/s	capacité supérieure à Q10
CE170b / T170	dalot	1 m	0.5 m		0.064 m/m	60	2,9 m3/s	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	capacité supérieure à Q30
CE171a / T171	buse	0.8 m	0.8 m		0.016 m/m	60	1,0 m3/s	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	capacité supérieure à Q10
CE171b / T172	buse	0.4 m	0.4 m		0.016 m/m	60	0,21 m3/s	0,2 m3/s	0,3 m3/s	0,5 m3/s	capacité ègale à Q5
CE172 / T172	cadre	1 m	0.5 m		0.017 m/m	60	1,5 m3/s	0,6 m3/s	0,9 m3/s	1,7 m3/s	capacité supérieure à Q10
CE171b / T172	buse	0.4 m	0.4 m		0.016 m/m	60	0,21 m3/s	0,6 m3/s	0,9 m3/s	1,7 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE172 / T172	dalot	1 m	0.5 m		0.038 m/m	60	2,3 m3/s	0,6 m3/s	0,9 m3/s	1,7 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE173 / T173	buse	0.8 m	0.8 m		0.025 m/m	60	1,3 m3/s	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,9 m3/s	capacité supérieure à Q30
CE174 / T174	dalot	0.9 m	0.5 m		0.012 m/m	60	1,1 m3/s	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,5 m3/s	capacité supérieure à Q10
CE175a / T175	buse	0.5 m	0.5 m		0.012 m/m	60	0,35 m3/s	1,1 m3/s	1,5 m3/s	2,3 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE175b / T176	buse	0.4 m	0.4 m		0.012 m/m	60	0,2 m3/s	1,1 m3/s	1,5 m3/s	2,3 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE177 / T178	buse	0.6 m	0.6 m		0.015 m/m	60	0,63 m3/s	1,1 m3/s	1,6 m3/s	2,6 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE178a / T183	buse	0.5 m	0.5 m		0.015 m/m	60	0,38 m3/s	1,9 m3/s	2,7 m3/s	4,3 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE176a / T179	buse	0.5 m	0.5 m		0.010 m/m	60	0,31 m3/s	0,2 m3/s	0,3 m3/s	0,5 m3/s	capacité égale à Q10
CE176b / T179	buse	0.5 m	0.5 m		0.010 m/m	60	0,31 m3/s	0,2 m3/s	0,3 m3/s	0,5 m3/s	capacité égale à Q10
CE176c / T179	buse	0.5 m	0.5 m		0.015 m/m	60	0,38 m3/s	0,2 m3/s	0,3 m3/s	0,5 m3/s	capacité supérieure à Q5
CE179a / T178	buse	0.5 m	0.5 m		0.030 m/m	60	0,55 m3/s	1,1 m3/s	1,6 m3/s	2,6 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE179b / T178	buse	0.5 m	0.5 m		0.030 m/m	60	0,55 m3/s	1,1 m3/s	1,6 m3/s	2,6 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE179c / T180	buse	0.3 m	0.3 m		0.012 m/m	60	0,1 m3/s	0,1 m3/s	0,15 m3/s	0,25 m3/s	capacité ègale à Q5
CE160 / T160	buse	0.5 m	0.5 m		0.007 m/m	60	0,26 m3/s	0,4 m3/s	0,8 m3/s	1,5 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE164 / T164	dalot	1 m	0.55 m		0.003 m/m	60	0,75 m3/s	1,4 m3/s	1,6 m3/s	1,9 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE165 / T165	trap	1 m	1 m	0.5 m/m	0.003 m/m	25	1,2 m3/s	1,4 m3/s	1,6 m3/s	1,9 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE166 / T166	trap	0.8 m	1.5 m	0.57 m/m	0.002 m/m	25	2,3 m3/s	3,5 m3/s	5,0 m3/s	8,3 m3/s	capacité inférieure à Q5

Pour l'axe d'écoulement n°6 (lotissement Gasquet, rue Vincent Truc, rue Paulin David, traverse Paulin David, avenue Le Leap, fossé piste cyclable)

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
CE190a / T190	trap	0.5 m	0.5 m	1 m/m	0.125 m/m	50	3,6 m3/s	0,7 m³/s	1,0 m3/s	1,7 m³/s	capacité supérieure à Q30
CE190b / T190	buse	0.6 m	0.6 m		0.1250 m/m	60	1,8 m3/s	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,7 m3/s	capacité supérieure à Q30
CE190c / T190	trap	0.5 m	0.5 m	1 m/m	0.074 m/m	50	2,7 m3/s	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,7 m3/s	capacité supérieure à Q30
CE190d / T190	buse	0.8 m	0.8 m		0.028 m/m	60	1,8 m3/s	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,7 m3/s	capacité supérieure à Q30
CE190e / T190	buse	0.6 m	0.6 m		0.028 m/m	60	0,86 m3/s	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,7 m3/s	capacité supérieure à Q5
CE190f / T192	buse	0.5 m	0.5 m		0.002 m/m	60	0,14 m3/s	1,2 m3/s	1,6 m3/s	2,6 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE191 / T191	buse	0.5 m	0.5 m		0.009 m/m	60	0,3 m3/s	0,3 m3/s	0,4 m3/s	0,7 m3/s	capacité égale à Q5
CE194 / T195	dalot	1 m	1 m		0.040 m/m	60	5,7 m3/s	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,9 m3/s	capacité supérieure à Q30
CE195 / T196	buse	0.8 m	0.8 m		0.010 m/m	60	1,1 m3/s	1,2 m3/s	1,6 m3/s	2,8 m3/s	capacité égale à Q5
CE196 / T199	U	0.7 m	0.8 m		0.018 m/m	60	1,7 m3/s	1,2 m3/s	1,6 m3/s	2,8 m3/s	capacité supérieure à Q10
CE136 / T136	buse	0.8 m	0.8 m		0.020 m/m	60	1,5 m3/s	2,0 m3/s	2,6 m3/s	4,4 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE137 / T137	U	0.94 m	0.78 m		0.007 m/m	60	1,4 m3/s	2,0 m3/s	2,6 m3/s	4,4 m3/s	capacité inférieure à Q5
CE138 / T138	buse	0.8 m	0.8 m		0.004 m/m	60	0,7 m3/s	2,4 m3/s	3,4 m3/s	5,4 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE139 / T185	trap	0.8 m	0.7 m	0.5 m/m	0.005 m/m	30	0,45 m3/s	4,1 m3/s	5,6 m3/s	9,0 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE186a / T186	2 dalots	1 m	0.55 m		0.002 m/m	60	1,2 m3/s	2,8 m3/s	4,3 m3/s	7,7 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE187 / T187	trap	0.8 m	0.5 m	0.7 m/m	0.002 m/m	30	0,33 m3/s	2,8 m3/s	4,3 m3/s	7,7 m3/s	capacité << inférieure à Q5
CE197b / T197	buse	0.5 m	0.5 m		0.010 m/m	60	0,31 m3/s	0,25 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	capacité supérieure à Q5
CE198a / T198	U	0.8 m	0.6 m		0.010 m/m	60	1,1 m3/s	0,25 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	capacité supérieure à Q30
CE198b / T198	buse	0.4 m	0.4 m		0.020 m/m	60	0,24 m3/s	0,25 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	capacité supérieure à Q10
CE199 / T134	dalot	0.5 m	0.7 m		0.020 m/m	60	0,9 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	3,0 m3/s	capacité supérieure à Q5

Tableaux : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon

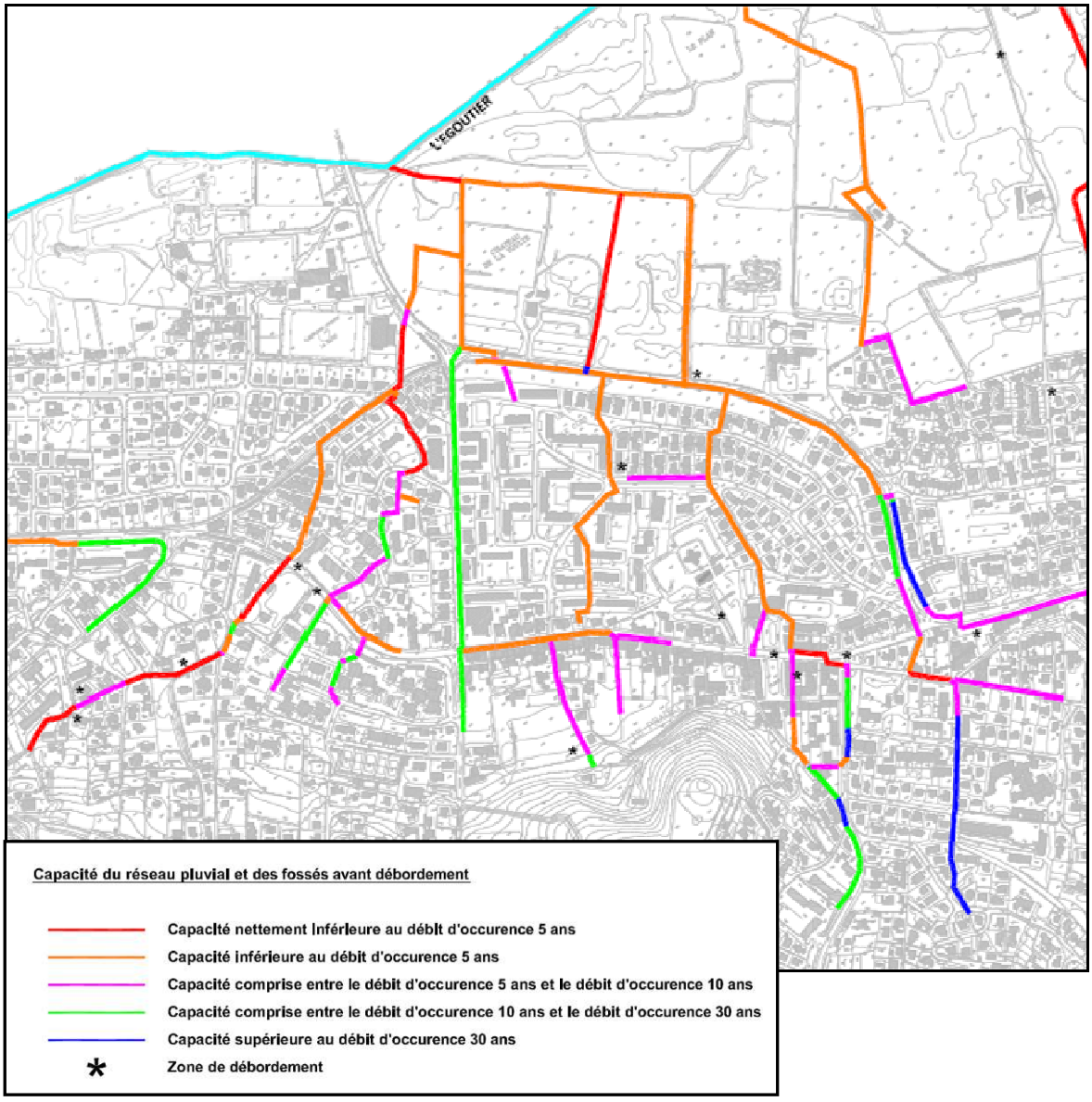


Figure: Capacité du réseau pluvial du bassin versant « Centre Ville – Avenue Le Leap »

2.6. DIAGNOSTIC - BASSIN VERSANT DE L'ARTAUDE

2.6.1. Description du Bassin Versant de l'Artaude

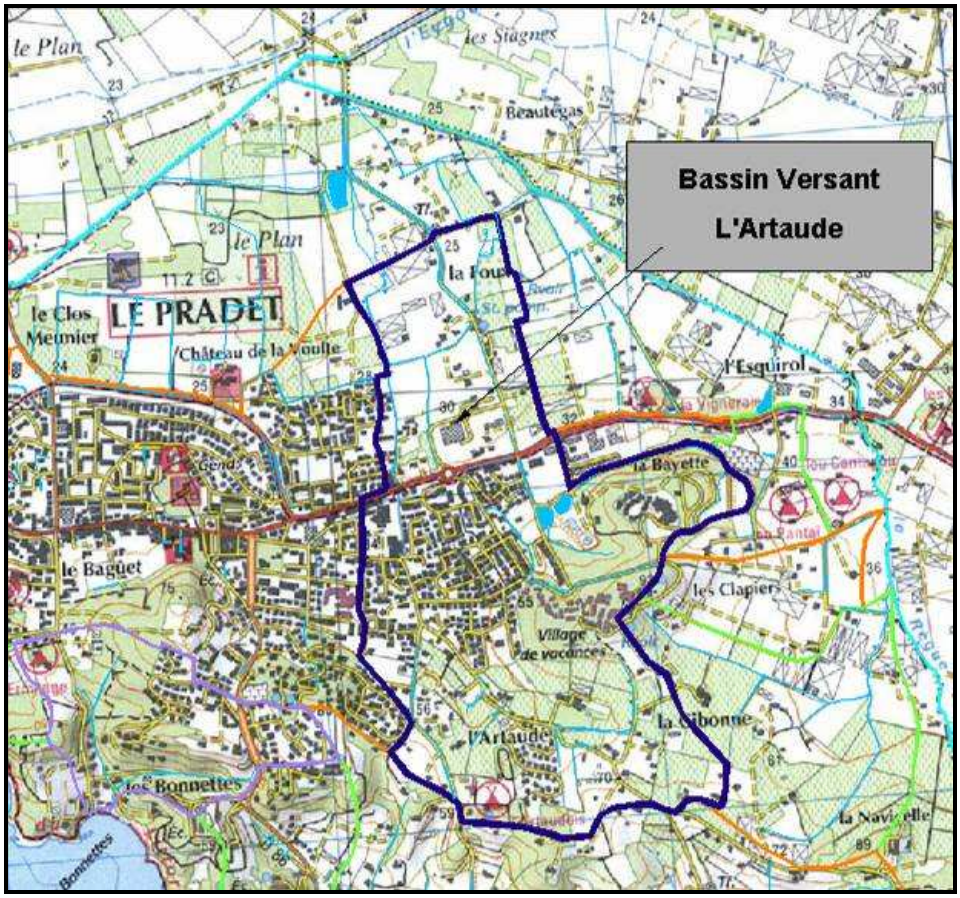
L'ensemble des bassins versants concernés par cette étude ont été **délimités par nos soins sur la base des plans topographiques existants et à partir de notre reconnaissance de terrain** (en milieu urbain, les limites topographiques exactes des bassins ne peuvent être appréciées correctement que sur le terrain rue par rue).

Les limites des bassins versants ainsi que les collecteurs pluviaux sont reportés sur les plans.

Chaque bassin est découpé en sous-bassins pour lesquels les caractéristiques (pentes, surface, longueur et coefficient de ruissellement) sont déterminées.

Le bassin versant de l'Artaude a une superficie de 129 ha, comprise dans l'entité géographique du bassin versant de l'Eygoutier.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 85 mNGF, et son exutoire se situe à la cote 24 mNGF.



Carte : Bassin versant de l'Artaude

Le bassin versant de l'Artaude est drainé par trois axes d'écoulement principaux orientés Sud-Nord:

- l'axe principal d'écoulement qui chemine en amont chemin de la Cibonne, rue du docteur Coulet, puis rue Paul Guiol. L'écoulement traverse sous l'avenue Ganzin (RD559) dans un cadre, puis longe les lotissements Saint Avy, Le Chêne et L'Albizia dans un fossé. En aval des lotissements, l'écoulement la zone agricole du Plan par un fossé dont les berges sont en remblai par rapport au niveau du sol. Ce fossé se raccorde sur le fossé longeant le Chemin de la Foux au niveau du bassin de rétention existant, puis rejoint l'Eygoutier au niveau du Pont du Chemin de la Foux.
- Le deuxième axe draine en amont la voie d'accès au centre de vacances VVF, puis chemine en fond de vallon entre la rue des fonds verts à l'Ouest et le chemin de la Carraire à l'Est avant de rejoindre la rue des fonds verts jusqu'au rond-point D'Estienne d'Orves. En aval du rond-point, le fossé longe la rue Jean Monnet avant de continuer en traversant les zones agricoles pour se raccorder sur l'axe principal d'écoulement décrit ci-dessus.
- Le troisième axe d'écoulement récupère les eaux de ruissellement du centre de vacances AREPOS qui rejoignent le chemin de la Carraire après avoir transitées par des bassins de rétention. L'écoulement traverse sous la RD559 dans une canalisation de diamètre 600mm avant de rejoindre le fossé longeant le chemin de la Foux côté Ouest.

Le linéaire du plus long thalweg est de 2300 m depuis l'amont du bassin versant (chemin de la Carraire, puis Chemin de la Cibonne) jusqu'au raccordement en aval dans le bassin de rétention existant à l'ouest du Chemin de la Foux. La pente varie entre 2,6% en amont de la RD559, puis diminue à 1% en aval de la RD559 pour se réduire à 0,4 % dans la zone aval à proximité de l'Eygoutier.

L'occupation actuelle du bassin versant est à dominante urbaine sur la partie centrale du bassin versant. La partie amont est occupée par des habitats diffus, puis l'urbanisation devient rapidement résidentielle (habitats individuels) avec la présence de nombreux lotissements (la palmeraie, Le Kentia, L'Howea, Le verger de Beauvoir, La Colombe, Lou Rigaou, Clémentine,…). A proximité de la RD559, il existe des zones fortement revêtues (centre commercial, espace arts, route départementale,…). Sur sa partie aval, le bassin versant est occupée par des zones agricoles ou des terrains en friches.





Axe principal d'écoulement sur le bassin versant :
fossé traversant le secteur de la Grenouille.




Deuxième axe d'écoulement : fossé longeant la rue Jean Monnet
et se prolongeant en aval vers le secteur de la Grenouille.



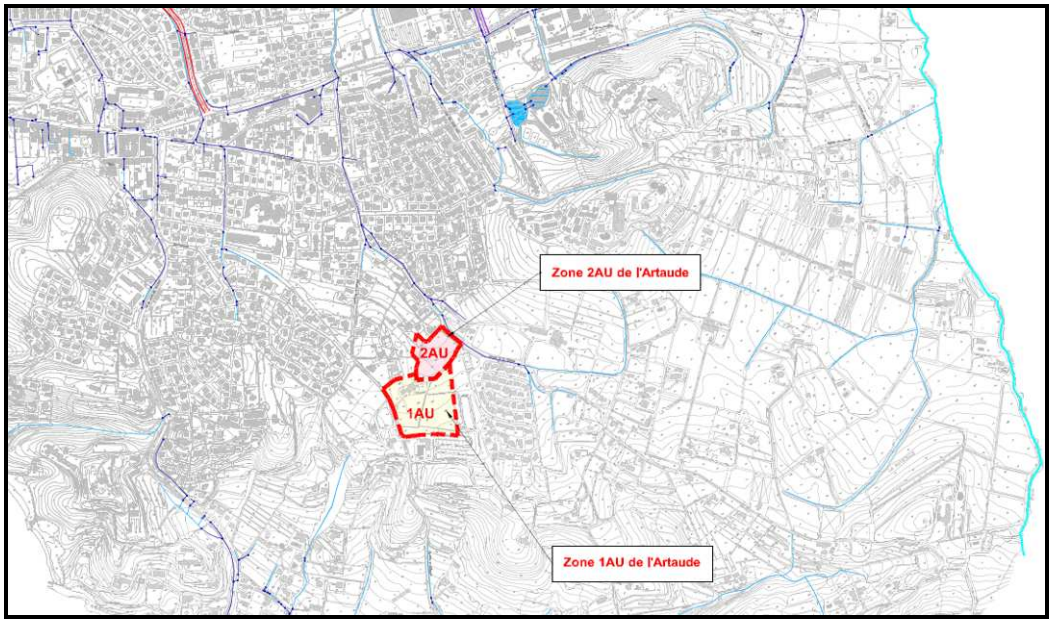

Troisième axe d'écoulement débutant au niveau du centre de vacances
(Chemin de la Carraire) et longeant en aval le Chemin de la Foux

2.6.2. Urbanisation future sur le Bassin Versant de l'Artaude

En termes d'urbanisation future, les principales zones de développement de la commune se situent sur le bassin versant de l'Autaude.

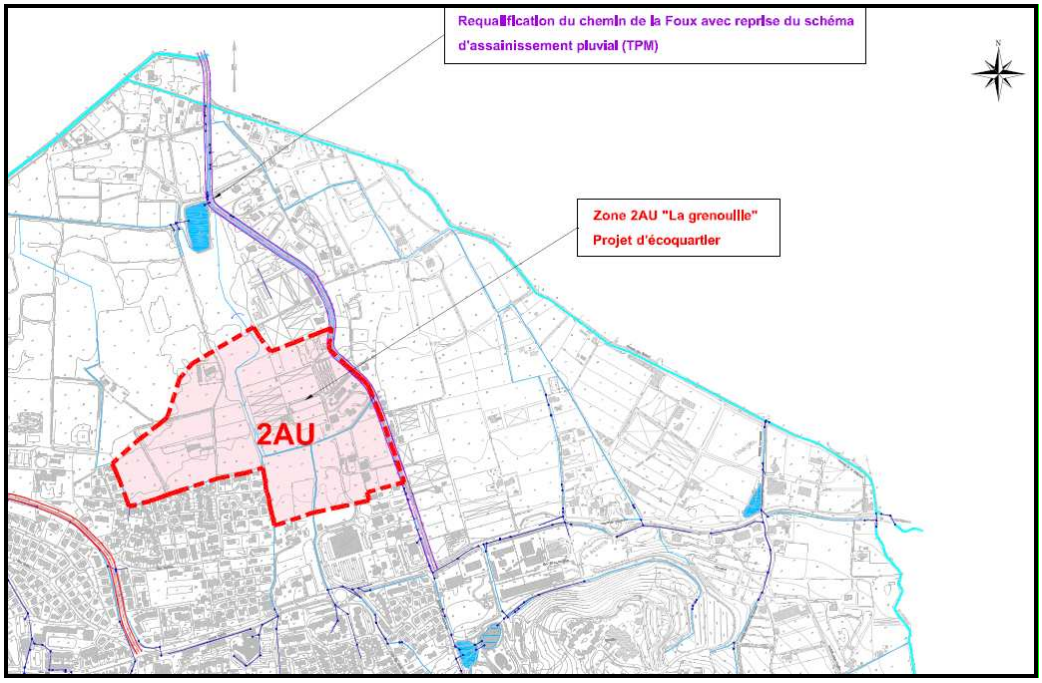
En partie amont du bassin versant il existe 2 zones de développement :

- la zone 1AU de l'Artaude de superficie 2,2 ha environ, qui se situe à l'Est du Chemin de la Cibonne et à l'Ouest du Chemin de l'Artaude., et entre les lotissements de La Colombe et de La palmeraie,
- la zone 2AU de l'Artaude, d'environ 1 ha, qui est limitrophe avec la zone 1AU et se situe au Nord contre le chemin de la Cibonne.



Carte 2 : Zones d'urbanisation future – Zones 2AU et 1AU de l'Artaude

En partie aval, la zone 2AU de La Grenouille de superficie environ 18 ha sur laquelle il est prévu un projet d'écoquartier.



Carte 3 : Zones d'urbanisation future – Zone 2AU de la Grenouille

2.6.3. Analyse hydrologique - Bassin Versant de l'Artaude

Le tableau suivant présente les résultats hydrologiques par sous bassins versants, pour les différentes périodes de retour étudiées.

Les débits de pointe sont calculés en considérant que la totalité du débit produit par les sous-bassins versants est transmis en aval. En réalité, les capacités des collecteurs ou fossés pouvant être inférieures au débit de pointe, il peut se produire des débordements qui participent à l'écrêtement (et donc la réduction) du débit de pointe en aval.

Nom du point de calcul	Surface (hectares)	Débit 5 ans	Débit 10 ans	Débit 30 ans
Ecoulement n°1 : axe principal d'écoulement : chemi n de la Cibonne, rue du docteur Coulet, rue Paul Guiol. Puis le long des lotissements Saint Avy, Le Chêne et L'Albizia				
T204	61,7 ha	3,0 m^3/s	4,3 m^3/s	8,0 m^3/s
T206 (Franchissement RD559)	66,3 ha	3,5 m^3/s	4,7 m^3/s	8,3 m^3/s
T207 Aval lotissement l'Albizia et amont Ecoquartier	67,9 ha	3,6 m^3/s	4,8 m^3/s	8,5 m^3/s
T209 Exutoire Fossé principal dans Bassin du Chemin de la Foux	96,1 ha	5,6 m3/s	7,6 m^3/s	13,3 m^3/s
Ecoulement n°2 : rue des fonds verts, rond-point D' Estienne d'Orves, rue Jean Monnet				
T214 intersection Rue des fonds verts – Rond-point Etienne d'Orves	12,5 ha	1,1 m^3/s	1,4 m^3/s	2,5 m^3/s
T216 Aval rue Jean Monnet et amont Ecoquartier	20,3 ha	1,6 m^3/s	2,1 m^3/s	3,6 m^3/s
Ecoulement n°3 : chemin de la Carraire, franchissem ent RD559, chemin de la Foux côté Ouest				
T226 intersection Chemin de la Carraire et RD559	19,2 ha	0,5 m^3/s	0,6 m^3/s	1,0 m^3/s
T230 Chemin de la Foux	26,3 ha	0,8 m^3/s	1,2 m^3/s	2,0 m^3/s
T231 Exutoire du fossé du Chemin de la Foux	32,6 ha	1,0 m^3/s	1,5 m^3/s	2,5 m^3/s

Tableau : Résultats hydrologiques du Bassin versant de l'Artaude

Les débits de pointe n'ont pas été majorés pour tenir compte de l'urbanisation future de certaines zones, car ces zones comprendront des mesures compensatoires spécifiques.



Figure : Schéma du réseau pluvial du bassin versant de l'Artaude modélisé.

A l'exutoire des axes d'écoulement n°1 et n°2, le d ébit décennal est estimé à 13,3 m^3/s (tronçon T209).

2.6.4. Diagnostic hydraulique - Bassin Versant de l'Artaude

Les simulations seront réalisées pour les crues 5, 10 et 30 ans.

Les résultats de la modélisation « état actuel » indiquent :

Pour l'axe d'écoulement principal

- la capacité des réseaux et des fossés varient fortement selon les secteurs,
- sur la partie amont du bassin versant, notamment sur le chemin de la Cibonne, la capacité du réseau est inférieure à l'occurrence 5 ans sur plusieurs tronçons, cependant les écoulements débordent sur la route pour s'écouler alors en surface.
- Plus en aval la capacité des ouvrages augmentent (collecteur de diamètre 1200mm notamment sous la rue Paul Guiol) jusqu'au franchissement de la RD559, et les débordements sur voiries diminuent (capacité des réseaux entre 10 et 30 ans).
- En aval de la RD559, les eaux pluviales s'écoulent dans un fossé de capacité limitée (capacité inférieure à 5 ans). Des débordements peuvent se produisent notamment en rive droite, mais également en rive gauche vers les lotissements.
- En cas de fortes précipitations, les eaux pluviales s'écoulent dans le fossé, mais également en nappe de part et d'autre du fossé. Les eaux pluviales traversent alors le secteur de la Grenouille sur lequel est prévu un projet d'urbanisation.
- Dans le secteur de la Grenouille et en aval, la capacité du fossé d'évacuation des eaux pluviales diminuent encore, notamment à cause de la pente du fossé qui devient très faible. Par ailleurs, les berges du fossé sont en remblai par rapport au terrain naturel, ce qui constitue des digues très étroites dont le risque de rupture est élevé.
- Dans le secteur du bassin de rétention longeant situé à l'ouest du Chemin de la Foux, les eaux pluviales s'écoulent peu par les fossés qui sont rapidement saturés, l'écoulement se fait en nappe dans la zone humide qui fonctionne comme une zone d'expansion de crue.

Pour l'axe d'écoulement n°2 (rue des fonds verts, rue Jean Monnet)

- Comme pour l'axe d'écoulement n°1, la capacité des réseaux et des fossés situés en amont de la RD559 est supérieure aux ouvrages situés en aval de la route départementale. Par ailleurs, la pente étant plus importante en amont de la RD, les débordements du réseau pluvial lorsqu'il est saturé se produisent essentiellement sur les voiries.
- En aval de la RD, l'écoulement s'effectue dans un fossé trapézoïdal béton longeant la rue Jean Monnet (capacité comprise entre les occurrences 5 et 10 ans),
- En aval de la rue Jean Monnet, la pente du fossé se réduit et sa capacité diminue fortement. Des débordements de surface se produisent de part et d'autre du fossé à l'entrée de la zone de la Grenouille.
- Plus en aval, les écoulements rejoignent le fossé principal d'écoulement (dans le secteur de la Grenouille).

Concernant plus particulièrement le secteur de la Grenouille, il est particulièrement exposé aux débordements qui peuvent se produire lors des précipitations :

- les deux fossés traversant la zone ont une capacité d'évacuation d'environ 3 m3/s en amont de la zone (1,8 m3/s pour le fossé principal et 1,2 m3/s pour l'écoulement n°2),

et une capacité qui se réduit à 1,2 m3/s pour les deux fossés réunis en aval de la zone, alors que le débit décennal de pointe est estimé à 7,6 m3/s.

- les deux fossés traversant la zone sont endigués avec des digues très étroites avec de nombreux arbres dans les berges, ce qui entraine un risque de rupture important en cas de crue.

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
AR201f / T201	buse	0.6 m	0.6 m		0.018 m/m	60	**0,7 m3/s**	1,2 m³/s	1,8 m3/s	3,6 m³/s	**capacité inférieure à Q5**
AR201e / T201	buse	0.5 m	0.5 m		0.025 m/m	60	**0,5 m3/s**	1,2 m3/s	1,8 m3/s	3,6 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
AR201d / T201	trap	0.5 m	1.5 m	0.5 m/m	0.025 m/m	30	**3,5 m3/s**	1,2 m3/s	1,8 m3/s	3,6 m3/s	**capacité proche de Q30**
AR201c / T201	dalot	1 m	1 m		0.025 m/m	50	**3,3 m3/s**	1,2 m3/s	1,8 m3/s	3,6 m3/s	**capacité proche de Q30**
AR201b / T201	buse	0.5 m	0.5 m		0.023 m/m	60	**0,5 m3/s**	1,2 m3/s	1,8 m3/s	3,6 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
AR201a / T201	buse	0.4 m	0.4 m		0.023 m/m	60	**0,26 m3/s**	1,2 m3/s	1,8 m3/s	3,6 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
AR201b / T201	buse	0.5 m	0.5 m		0.023 m/m	60	**0,5 m3/s**	1,2 m3/s	1,8 m3/s	3,6 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
AR201a / T201	buse	0.4 m	0.4 m		0.023 m/m	60	**0,26 m3/s**	1,2 m3/s	1,8 m3/s	3,6 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
AR202 / T202	buse	0.8 m	0.8 m		0.018 m/m	60	**1,5 m3/s**	1,2 m3/s	1,8 m3/s	3,8 m3/s	**capacité entre Q5 et Q10**
AR203 / T203	buse	1.2 m	1.2 m		0.019 m/m	60	**4,5 m3/s**	1,2 m3/s	1,8 m3/s	3,6 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
AR204 / T204	dalot	1.2 m	1 m		0.019 m/m	60	**4,5 m3/s**	3,0 m³/s	4,3 m³/s	8,0 m³/s	**capacité supérieure à Q10**
AR205 / T205	dalot	1.4 m	1.5 m		0.013 m/m	60	**8,0 m3/s**	3,5 m3/s	4,7 m3/s	8,3 m3/s	**capacité proche de Q30**
AR206a / T206a	U	1.2 m	1.2 m		0.013 m/m	40	**3,5 m3/s**	3,5 m3/s	4,7 m3/s	8,3 m3/s	**capacité égale à Q5**
AR206b / T206b	trap	1.1 m	0.9 m	0.5 m/m	0.010 m/m	30	**2,0 m3/s**	3,5 m3/s	4,7 m3/s	8,3 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
AR207 / T207	trap	1 m	1 m	0.5 m/m	0.006 m/m	25	**1,8 m3/s**	3,6 m3/s	4,9 m3/s	8,7 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
AR209a / T209	trap	1 m	1 m	0.5 m/m	0.003 m/m	25	**1,2 m3/s**	5,6 m3/s	7,6 m3/s	13,3 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
AR209b / T209	trap	0.8 m	1.1 m	0.001 m/m	0.006 m/m	25	**0,6 m3/s**	5,6 m3/s	7,6 m3/s	13,3 m3/s	**capacité inférieure à Q5**

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon

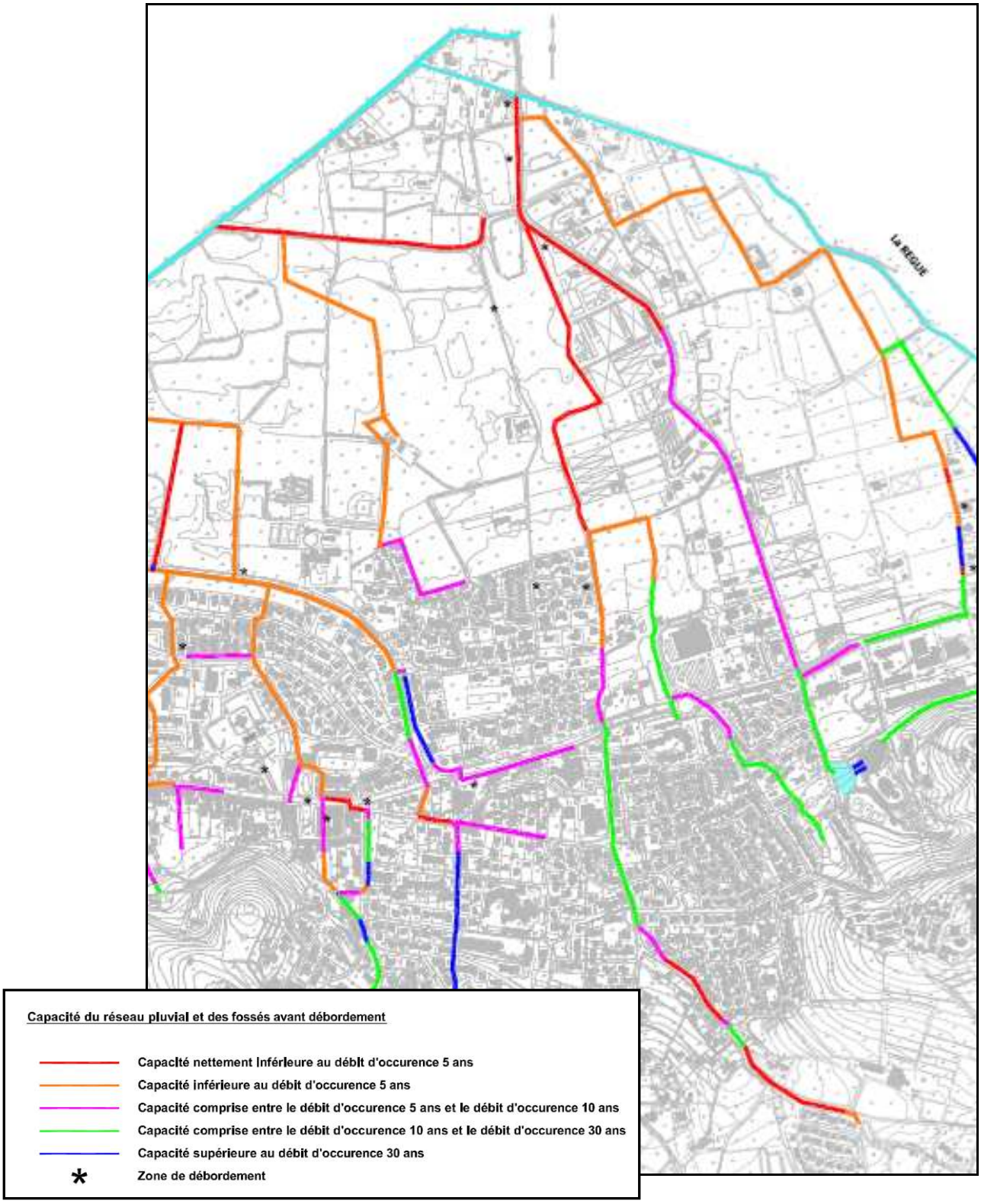
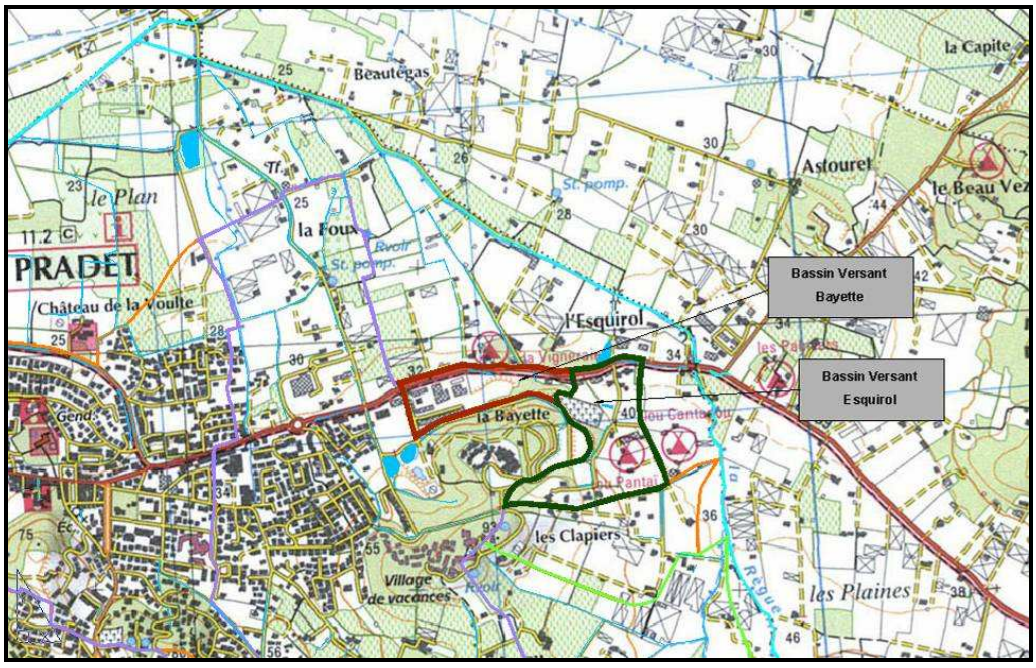


Figure : Capacité du réseau pluvial du bassin versant de l'Artaude

2.7. DIAGNOSTIC - BASSINS VERSANTS DE LA BAYETTE ET DE L'ESQUIROL

2.7.1. Description des Bassins Versants de la Bayette et de l'Esquirol



Carte : Bassins versants de « Bayette » et de « L'Esquirol »

Le bassin versant « Bayette » a une superficie de 6,3 ha, comprise dans l'entité géographique du bassin versant de l'Eygoutier.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 42 mNGF, et son exutoire se situe à la cote 30 mNGF, à l'aval immédiat de la RD559.

Le bassin versant de Bayette est drainé par deux axes d'écoulement principaux débutant à l'aval de la RD559 et situé de part et d'autre du Rond point Schoelcher :

- un axe d'écoulement orienté Sud Nord, qui débute par un fossé à l'ouest du Rond point Schoelcher. Ce fossé longe un chemin d'accès aux habitations du secteur (habitations situées en rive droite et terrain agricole situé en rive gauche). Plus en aval ce fossé se prolonge dans le secteur de la Foux pour s'évacuer dans le fossé longeant le Chemin de la Foux en amont immédiat de son rejet dans le ruisseau de la Règue (au niveau du franchissement par le Chemin de la Foux).
- Le deuxième axe d'écoulement orienté également Sud Nord débute par un fossé/caniveau à l'est du Rond point Schoelcher. Ce fossé longe un chemin d'accès aux habitations du secteur (habitations situées principalement en rive gauche). Plus en aval ce fossé conflue avec le premier écoulement.

Ces deux écoulements se rejoignent donc dans le fossé longeant le chemin de la Foux en amont du rejet du fossé dans le ruisseau de la Règue. Le cheminement de ces fossés dans la zone de la Foux est relativement long et la pente des fossés très faibles.

Le linéaire du plus long thalweg est de 350 m depuis l'amont du bassin versant (cote du point haut à 42 mNGF) jusqu'au franchissement de la RD559. EN val de la RD550 le cheminement du plus long fossé est de 1600 m pour rejoindre l'exutoire au niveau du chemin de la Foux.

La pente varie entre 6 % en amont de la RD559, puis diminue à 1,0% le long de la RD559, et enfin se réduit à 0,5% dans la zone de la Foux. Le fil d'eau du fossé au niveau du rejet dans le fossé du Chemin de la Foux est à la cote 22,5 mNGF.

La partie amont du bassin versant est occupée par la zone artisanale de la Bayette, ainsi que la RD559. En aval de la RD, il existe des habitations individuelles, ainsi que de nombreuses zones agricoles

Le bassin versant « Esquirol » a une superficie de 20,1 ha, comprise dans l'entité géographique du bassin versant de l'Eygoutier.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 80 mNGF, et son exutoire se situe à la cote 32 mNGF, à l'aval immédiat de la RD559. Plus en aval, le rejet dans le ruisseau de la Règue s'effectue vers la cote 29 mNGF.

Le bassin versant de l'Esquirol est drainé par un axe principal d'écoulement débutant à l'amont du cimetière de l'Esquirol sur le chemin du Haut des Clapiers. L'écoulement suit le chemin du Haut des Clapiers jusqu'au cimetière puis emprunte le Chemin de Clapiers à partir du cimetière et jusqu'à la RD559. La traversée sous la RD559 s'effectue dans un cadre de hauteur 50 cm pour 40 cm de largeur. En aval de la RD559, l'écoulement est canalisé sous le chemin des Plaines par des buses de diamètre compris entre 400 mm et 550 mm selon les tronçons (un tronçon également en fossé bétonné). Le rejet s'effectue dans le ruisseau de la Règue à l'aval immédiat de l'ouvrage de franchissement de la Règue par le Chemin des plaines.

L'occupation actuelle du bassin versant de l'Esquirol est à dominante rurale sauf à proximité de la RD559. En partie amont, les terrains sont occupés par des habitats diffus et des secteurs agricoles, puis par le cimetière de l'Esquirol. A proximité de la RD559, la zone est occupée par des activités commerciales ou artisanales. Plus en aval, entre la RD559 et la Règue, il existe quelques activités commerciales mais surtout des zones agricoles ou des terrains en friches.

L'urbanisation ne devrait pas se densifier significativement sur ces deux bassins versants.

2.7.2. Analyse hydrologique - Bassins Versants de la Bayette et de l'Esquirol

Le tableau suivant présente les résultats hydrologiques par sous bassins versants, pour les différentes périodes de retour étudiées.

Les débits de pointe sont calculés en considérant que la totalité du débit produit par les sous-bassins versants est transmis en aval. En réalité, les capacités des collecteurs ou fossés pouvant être inférieures au débit de pointe, il peut se produire des débordements qui participent à l'écrêtement (et donc la réduction) du débit de pointe en aval.

Nom du point de calcul	Surface (hectares)	Débit 5 ans	Débit 10 ans	Débit 30 ans
Bassin Versant Bayette – Axe d'Ecoulement n°1 : zone d'activités de la Bayette, Franchissement RD559 Ouest Rd Pt Schoelcher, fossé longeant habitations				
T300 (Franchissement RD559)	4 ha	0,6 m^3/s	0,8 m^3/s	1,2 m^3/s
T303 (Fossé en aval Franchissement RD559)	4 ha	0,6 m^3/s	0,8 m^3/s	1,2 m^3/s
T306 Aval confluence écoulement Ouest (écoulement n°1) et écoulement Est (écoulement n°2)	6,3 ha	0,7 m^3/s	0,9 m^3/s	1,4 m^3/s
Bassin Versant Bayette – Axe d'Ecoulement n°2 : zone d'activités de la Bayette, Franchissement RD559 Est Rd Pt Schoelcher, fossé longeant habitations				
T310 (Franchissement RD559)	2,3 ha	0,35 m^3/s	0,45 m^3/s	0,7 m^3/s
T312 (Fossé-caniveau en aval Franchissement RD559)	2,3 ha	0,35 m^3/s	0,45 m^3/s	0,7 m^3/s
Bassin Versant Esquirol – Axe d'Ecoulement : Chemin du Haut des Clapiers, Chemin des Clapiers, franchissement RD559, Chemin des plaines				
T320 (Chemin des clapiers aval cimetière)	8,7 ha	0,5 m^3/s	0,8 m^3/s	1,4 m^3/s
T322 (Franchissement RD559)	11,7 ha	0,8 m^3/s	1,1 m^3/s	2,0 m^3/s
T324 (Fossé Chemin des plaines avant rejet dans la Règue)	11,7 ha	0,8 m^3/s	1,1 m^3/s	2,0 m^3/s

Tableau : Résultats hydrologiques du Bassins versants de la Bayette et de l'Esquirol

Les débits de pointe n'ont pas été majorés pour tenir compte de l'urbanisation future de certaines zones, car ces zones comprendront des mesures compensatoires spécifiques.

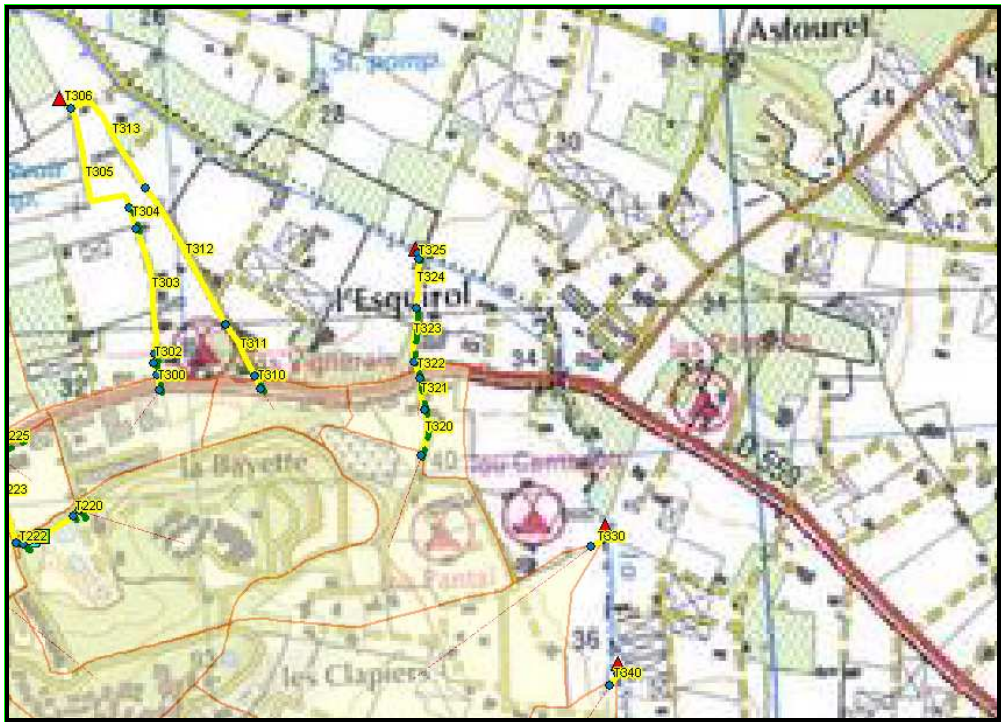


Figure : Schéma du réseau pluvial des bassins versants « Bayette » et « Esquirol » modélisés

A la confluence des axes d'écoulement n°1 et n°2 du bassin versant de Bayette, le débit décennal est estimé à 1,4 m^3/s (tronçon T306).

A l'exutoire du bassin versant de l'Esquirol dans le ruisseau de la Règue, le débit décennal est estimé à 1,1 m^3/s (tronçon T325).

2.7.3. Diagnostic hydraulique - Bassins Versants de la Bayette et de l'Esquirol

Les résultats de la modélisation « état actuel » sont présentés dans les tableaux ci-dessous (les tronçons sont repérés en fonction des numéros de tronçon identifiés sur les fiches tronçons et sur les noms du modèle) et sur le plan de synthèse (plan 2.7) avec des codes couleurs en fonction des capacités.

Pour l'axe d'écoulement « Bassin versant Bayette »

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
BA300b / T300	dalot	1.4 m	0.4 m		0.005 m/m	60	0,9 m3/s	0,6 m³/s	0,8 m3/s	1,2 m³/s	capacité supérieure à Q10
BA300c / T301	trap	0.8 m	0.8 m	0.5 m/m	0.0030 m/m	30	0,8 m3/s	0,6 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	capacité égale à Q10
BA300d / T302	buse	0.6 m	0.6 m		0.003 m/m	60	0,28 m3/s	0,6 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	capacité << inférieure à Q5
BA301 / T303	trap	0.8 m	0.9 m	0.33 m/m	0.003 m/m	30	0,9 m3/s	0,6 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	capacité supérieure à Q10
BA302 / T303	buse	1 m	1 m		0.003 m/m	60	1,1 m3/s	0,6 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	capacité supérieure à Q10
BA303a / T303	trap	1 m	0.7 m	0.57 m/m	0.010 m/m	30	1,5 m3/s	0,6 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	capacité supérieure à Q30
BA303b / T303	trap	0.5 m	0.5 m	0.8 m/m	0.007 m/m	30	0,45 m3/s	0,6 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	capacité inférieure à Q5
BA304a / T304	dalot	0.29 m	0.5 m		0.009 m/m	60	0,19 m3/s	0,6 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	capacité << inférieure à Q5
BA304b / T304	buse	0.6 m	0.6 m		0.006 m/m	60	0,40 m3/s	0,6 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	capacité inférieure à Q5
BA305 / T305	trap	0.5 m	0.5 m	1 m/m	0.006 m/m	30	0,45 m3/s	0,6 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	capacité inférieure à Q5
BA306 / T313	trap	0.5 m	0.5 m	1 m/m	0.007 m/m	30	0,5 m3/s	0,3 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	capacité supérieure à Q10
BA307 / T306	trap	0.5 m	0.5 m	1 m/m	0.005 m/m	30	0,42 m3/s	0,6 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	capacité inférieure à Q5
BA310b / T310	dalot	1.4 m	0.5 m		0.012 m/m	60	2,2 m3/s	0,3 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	capacité supérieure à Q30
BA311 / T311	U	0.9 m	0.6 m		0.024 m/m	60	2,0 m3/s	0,3 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	capacité supérieure à Q30
BA312a / T312	U	0.5 m	0.4 m		0.018 m/m	60	0,45 m3/s	0,3 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	capacité supérieure à Q10
BA312b / T312	U	0.8 m	0.6 m		0.005 m/m	60	0,75 m3/s	0,3 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	capacité supérieure à Q30
BA313 / T313	trap	0.5 m	0.5 m	1 m/m	0.007 m/m	30	0,5 m3/s	0,3 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	capacité supérieure à Q10

Pour l'axe d'écoulement « bassin versant Esquirol »

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
ES320b / T320	buse	0.5 m	0.5 m		0.025 m/m	60	0,5 m3/s	0,5 m³/s	0,8 m3/s	1,4 m³/s	capacitéégale à Q5
ES321 / T321	buse	0.6 m	0.6 m		0.0150 m/m	60	0,63 m3/s	0,5 m3/s	0,8 m3/s	1,4 m3/s	capacité supérieure à Q5
ES322 / T322	dalot	0.4 m	0.5 m		0.027 m/m	60	0,54 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	1,9 m3/s	capacité inférieure à Q5
ES323a / T323	buse	0.4 m	0.4 m		0.022 m/m	60	0,26 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	1,9 m3/s	capacité << inférieure à Q5
ES323b / T323	buse	0.55 m	0.55 m		0.017 m/m	60	0,53 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	1,9 m3/s	capacité inférieure à Q5
ES324 / T324	trap	0.5 m	0.6 m	0.41 m/m	0.017 m/m	40	0,9 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	2,0 m3/s	capacité supérieure à Q5
ES325 / T325	buse	0.5 m	0.5 m		0.017 m/m	60	0,41 m3/s	0,8 m3/s	1,2 m3/s	2,0 m3/s	capacité inférieure à Q5

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon

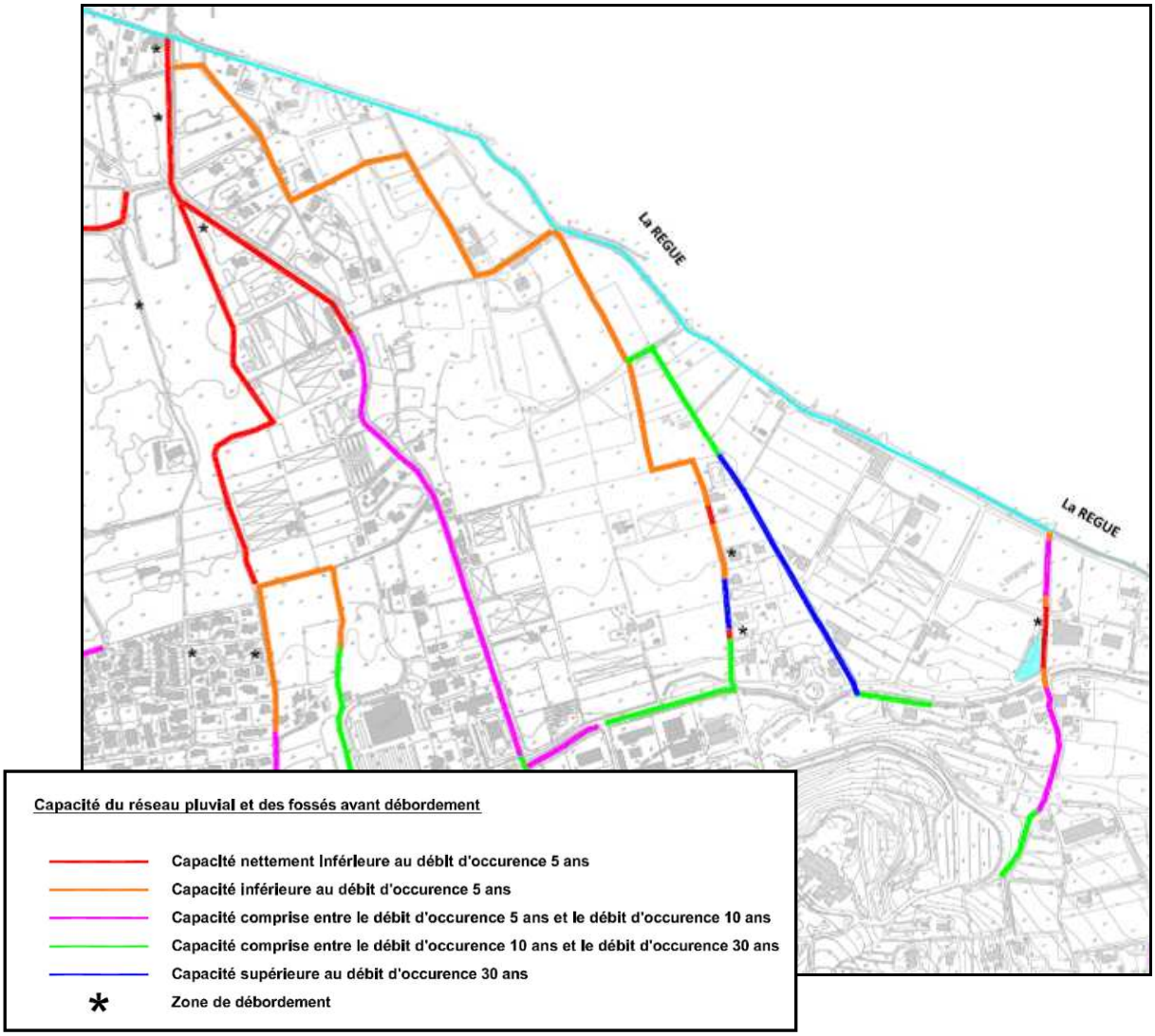


Figure : Capacité du réseau pluvial des bassins versants de la Bayette et de l'Esquirol

2.8. DIAGNOSTIC - BASSINS VERSANTS DES CLAPIERS ET DE LA NAVICELLE

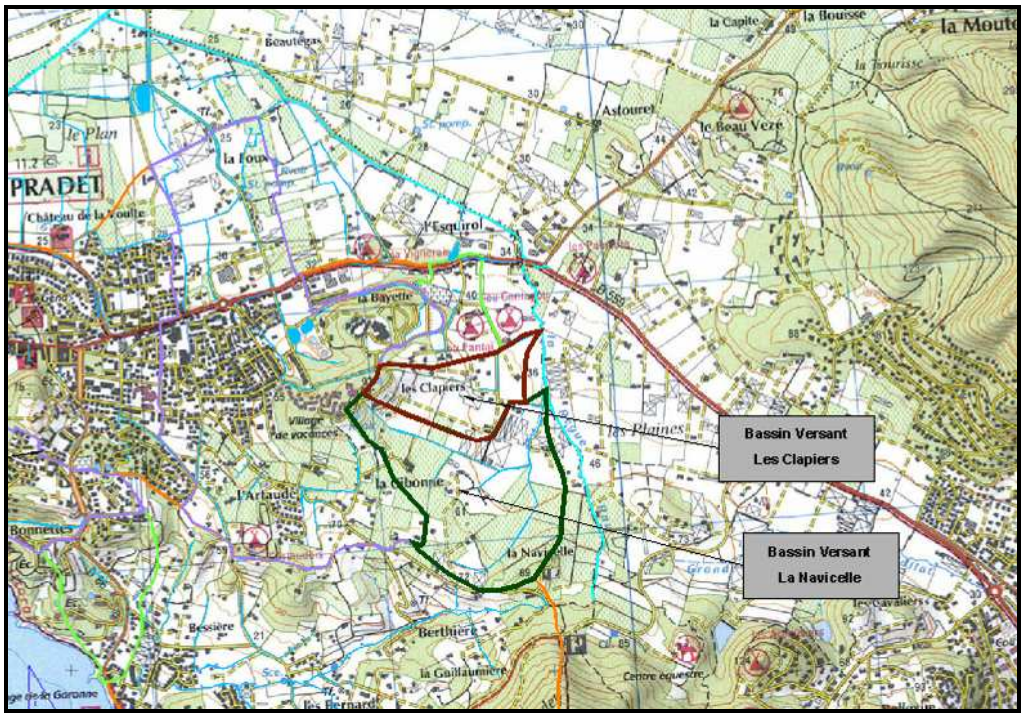
Le bassin versant « Clapiers » a une superficie de 16,3 ha, comprise dans l'entité géographique du bassin versant de la Règue.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 92 mNGF, et son exutoire dans la Règue se situe à la cote 36 mNGF.

Le bassin versant « Navicelle » a une superficie de 43,2 ha, comprise dans l'entité géographique du bassin versant de la Règue.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 89 mNGF, et son exutoire dans la Règue se situe à la cote 38 mNGF.

L'urbanisation ne devrait pas se densifier significativement sur ces deux bassins versants.



Carte : Bassins versants des Clapiers et de la Navicelle

Le tableau suivant présente les résultats hydrologiques par sous bassins versants, pour les différentes périodes de retour étudiées.

Nom du point de calcul	Surface (hectares)	Débit 5 ans	Débit 10 ans	Débit 30 ans
Bassin Versant Clapiers				
T330 (Exutoire dans la Règue)	16,3 ha	0,5 m^3/s	0,8 m^3/s	1,6 m^3/s
Bassin Versant Navicelle				
T310 T340 (Exutoire dans la Règue)	43,2 ha	0,9 m^3/s	1,5 m^3/s	3,1 m^3/s

Tableau : Résultats hydrologiques du Bassins versants des Clapiers et de la Navicelle



Figure : Schéma du réseau pluvial des bassins versants des Clapiers et de la Navicelle modélisés

A l'exutoire du bassin versant des Clapiers, le débit décennal est estimé à 0,8 m^3/s (tronçon T330).

A l'exutoire du bassin versant de Navicelle dans le ruisseau de la Règue, le débit décennal est estimé à 1,5 m^3/s (tronçon T340).

Les résultats de la modélisation « état actuel » sont présentés dans les tableaux ci-dessous (les tronçons sont repérés en fonction des numéros de tronçon identifiés sur les fiches tronçons et sur les noms du modèle) et sur le plan de synthèse (plan 2.7) avec des codes couleurs en fonction des capacités.

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
CL330d / T330	dalot	0.5 m	0.5 m		0.015 m/m	60	**0,55 m3/s**	0,5 m^3/s	0,8 m3/s	1,6 m^3/s	**capacité supérieure à Q5**
CL330e / T330	trap	0.5 m	0.7 m	0.5 m/m	0.015 m/m	30	**0,95 m3/s**	0,5 m3/s	0,8 m3/s	1,6 m3/s	**capacité supérieure à Q10**
NA340d / T340	buse	0.8 m	0.8 m		0.015 m/m	60	**1,3 m3/s**	0,9 m3/s	1,5 m3/s	3,1 m3/s	**capacité supérieure à Q5**
NA340e / T340	trap	0.8 m	0.8 m	0.43 m/m	0.015 m/m	30	**1,7 m3/s**	0,9 m3/s	1,5 m3/s	3,1 m3/s	**capacité supérieure à Q10**

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon

2.9. DIAGNOSTIC - BASSINS VERSANTS DES BONETTES ET DE MONACO

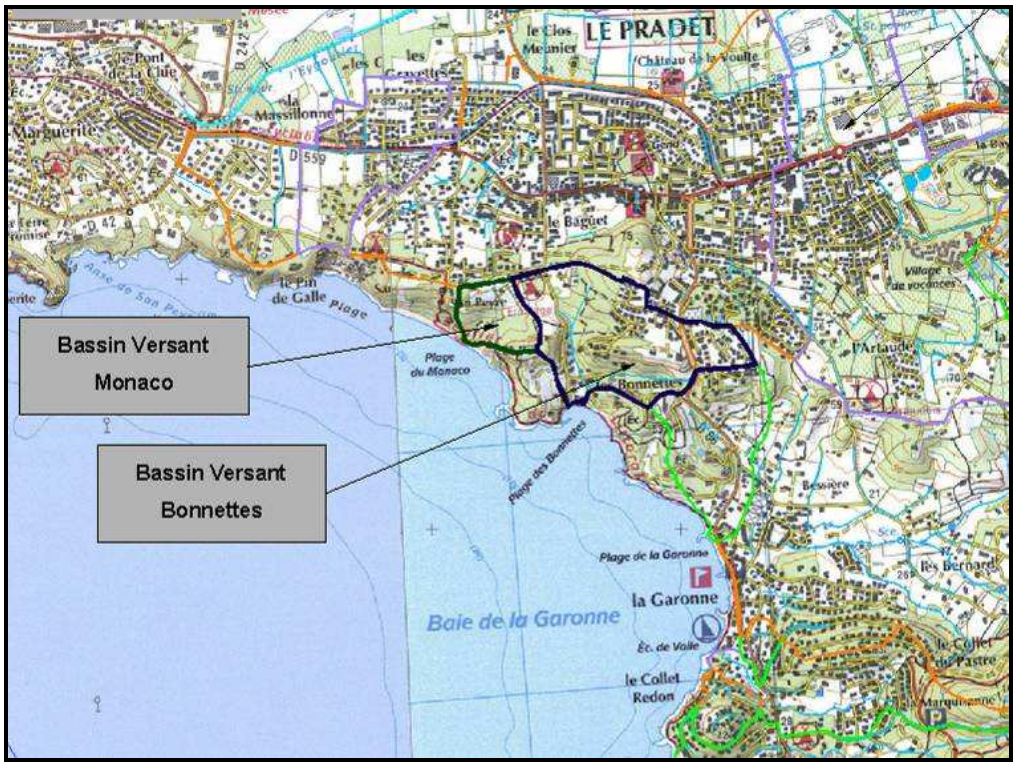
Le bassin versant « Bonnettes » a une superficie de 31 ha.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 79 mNGF, et son exutoire se fait directement en mer.

Le bassin versant « Monaco » a une superficie de 7,3 ha.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 52 mNGF, et son exutoire se fait directement en mer.

L'urbanisation ne devrait pas se densifier significativement sur ces deux bassins versants.



Carte : Bassins versants des Bonnettes et de Monaco



Figure : Schéma du réseau pluvial des bassins versants des Bonnettes et de Monaco modélisés

A l'exutoire du bassin versant des Bonnettes, le débit décennal est estimé à 2,4 m^3/s (tronçon T400).

Les résultats de la modélisation « état actuel » sont présentés dans les tableaux ci-dessous (les tronçons sont repérés en fonction des numéros de tronçon identifiés sur les fiches tronçons et sur les noms du modèle) et sur le plan de synthèse (plan 2.7) avec des codes couleurs en fonction des capacités.

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
BO400c / T400	dalot	1.95 m	1 m		0.080 m/m	60	**20 m3/s**	1,6 m^3/s	2,4 m3/s	4,2 m^3/s	**capacité supérieure à Q30**

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon

2.10. DIAGNOSTIC - BASSIN VERSANT « GARONNE NORD » ET « GARONNE SUD »

Le bassin versant « Garonne Sud » a une superficie de 20,9 ha.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 71 mNGF, et son exutoire se fait directement en mer sur la plage de la Garonne.

Le bassin versant « Garonne Nord » a une superficie de 182,8 ha.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 290 mNGF, et son exutoire se fait directement en mer sur la plage de la Garonne.

L'urbanisation ne devrait pas se densifier significativement sur ces deux bassins versants.





Carte : Bassins versants « Garonne Sud et Garonne Nord »



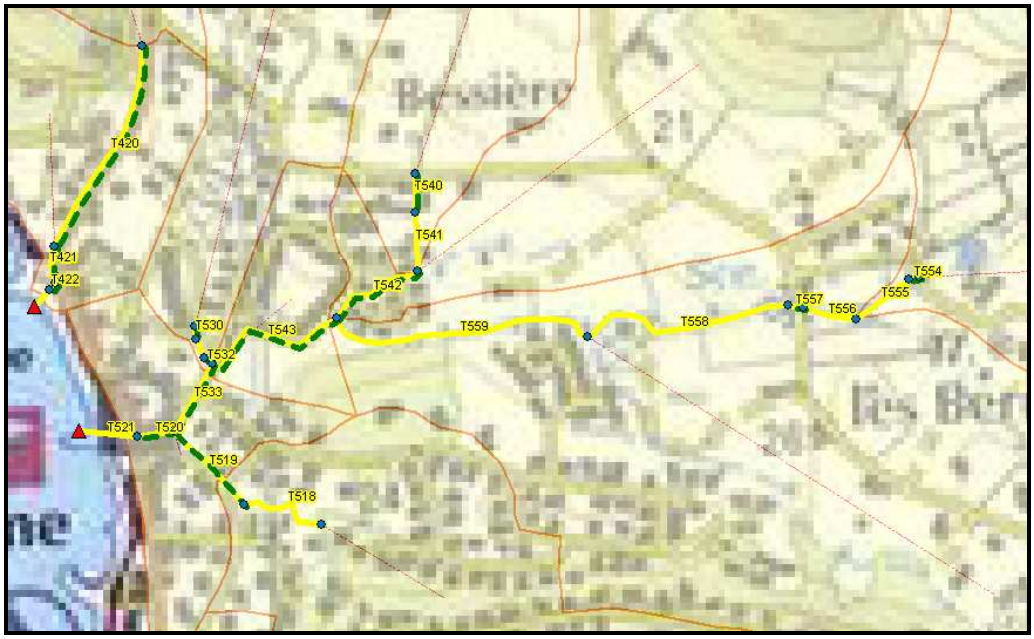


Figure : Schéma du réseau pluvial des bassins versants « Garonne Sud et Garonne Nord » modélisés

A l'exutoire du bassin versant « Garonne Nord », le débit décennal est estimé à 2,2 m^3/s (tronçon T422).

A l'exutoire du bassin versant « Garonne Sud », le débit décennal est estimé à 8,5 m^3/s (tronçon T521).

Les résultats de la modélisation « état actuel » sont présentés dans les tableaux ci-dessous (les tronçons sont repérés en fonction des numéros de tronçon identifiés sur les fiches tronçons et sur les noms du modèle) et sur le plan de synthèse (plan 2.7) avec des codes couleurs en fonction des capacités.

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
GN420c / T420	buse	0.5 m	0.5 m		0.051 m/m	60	**0,7 m3/s**	0,8 m³/s	1,2 m3/s	2,2 m³/s	**capacité inférieure à Q5**
GN421 / T421	buse	0.5 m	0.5 m		0.040 m/m	60	**0,63 m3/s**	1,6 m3/s	2,2 m3/s	3,8 m3/s	**capacité << inférieure à Q5**
GN422 / T422	buse	0.5 m	0.5 m		0.100 m/m	60	**1,0 m3/s**	1,6 m3/s	2,2 m3/s	3,8 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
GS530g / T530	buse	1 m	1 m		0.030 m/m	60	**3,5 m3/s**	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,7 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS530h / T531	trap	1 m	1.2 m	0.33 m/m	0.030 m/m	30	**5,3 m3/s**	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,7 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS532 / T543	dalot	1.5 m	1.3 m		0.013 m/m	60	**8,1 m3/s**	3,6 m3/s	5,5 m3/s	11,0 m3/s	**capacité supérieure à Q10**
GS540b / T540	dalot	1.1 m	0.65 m		0.025 m/m	60	**3,0 m3/s**	0,3 m3/s	0,5 m3/s	0,9 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS541 / T541	trap	1 m	1.1 m	0.45 m/m	0.028 m/m	30	**5,0 m3/s**	0,3 m3/s	0,5 m3/s	0,9 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS542b / T542	dalot	1.5 m	1.3 m		0.049 m/m	60	**15,8 m3/s**	0,9 m3/s	1,5 m3/s	2,9 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS556a / T555	trap	1.1 m	4 m	0.73 m/m	0.050 m/m	25	**110 m3/s**	1,1 m3/s	2,0 m3/s	4,2 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS556c / T556	trap	2 m	1 m	1 m/m	0.040 m/m	25	**10,0 m3/s**	1,1 m3/s	2,0 m3/s	4,2 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS557 / T557	Arche	2.3 m	1.1 m		0.060 m/m	60	**13,0 m3/s**	1,1 m3/s	2,0 m3/s	4,2 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS558 / T558	trap	2 m	1.2 m	0.91 m/m	0.019 m/m	25	**6,0 m3/s**	1,1 m3/s	2,0 m3/s	4,2 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS559b / T559	trap	1 m	2.5 m	1 m/m	0.057 m/m	25	**55 m3/s**	2,6 m3/s	4,0 m3/s	7,6 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS518d / T518	U	1 m	1 m		0.048 m/m	60	**6,3 m3/s**	1,0 m3/s	1,4 m3/s	2,3 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
GS519 / T519	ovoïde	0.6 m	1 m		0.020 m/m	60	**1,1 m3/s**	1,0 m3/s	1,4 m3/s	2,3 m3/s	**capacité supérieure à Q5**

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon

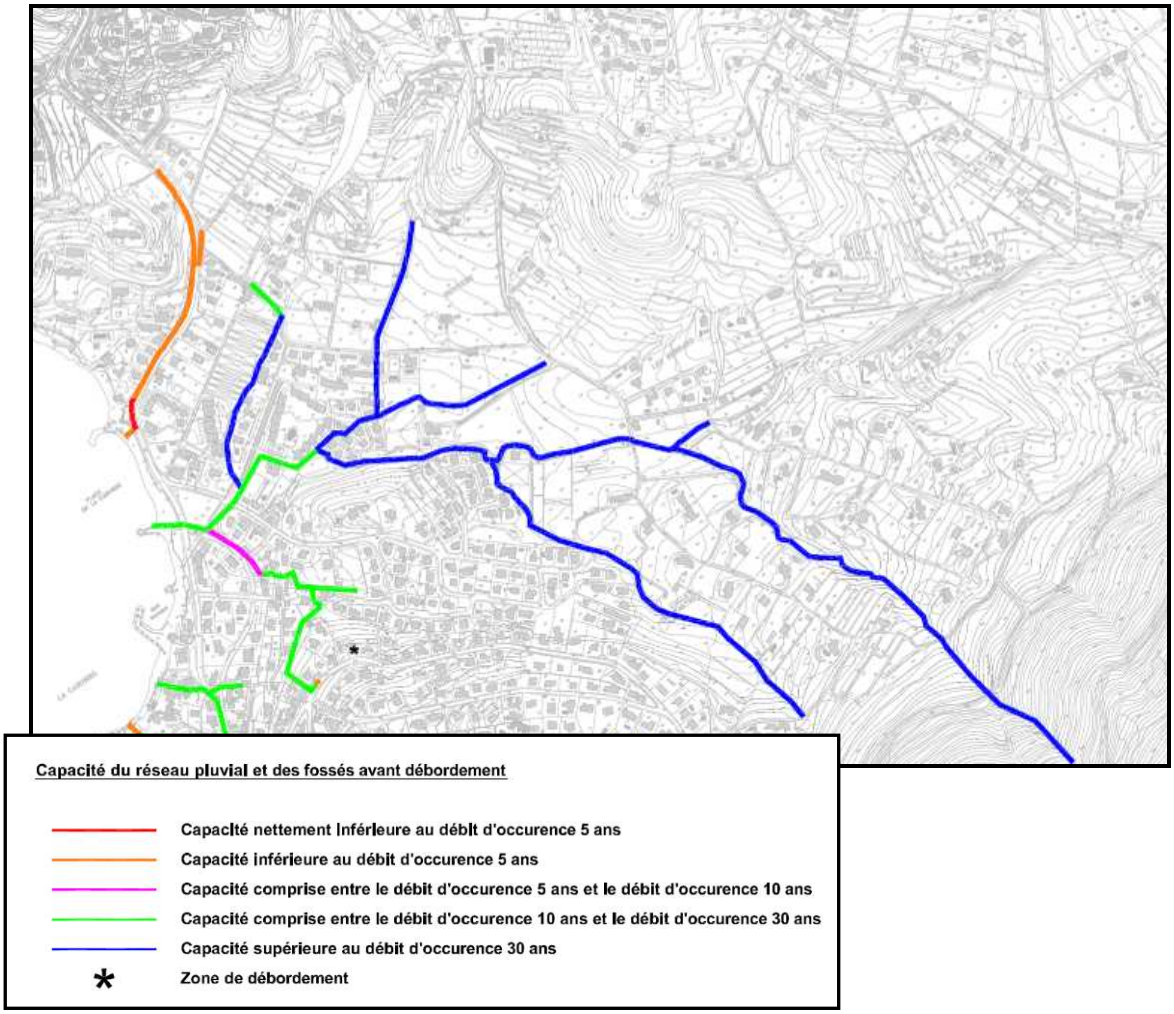


Figure : Capacité du réseau pluvial des bassins versants « Garonne Sud et Garonne Nord »

2.11. DIAGNOSTIC - BASSINS VERSANTS « IMPASSE PHILIP » ET « COLLET REDON »

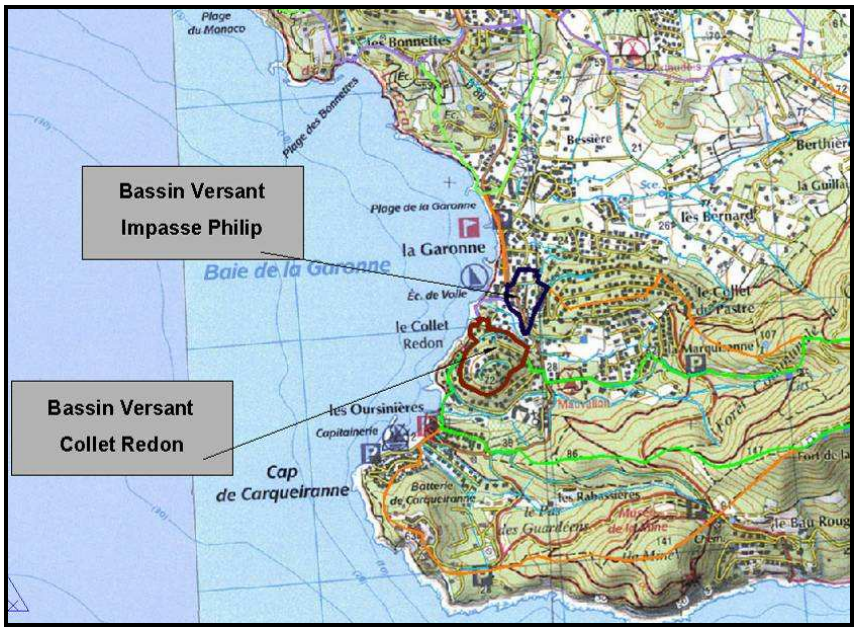
Le bassin versant « Impasse Philip » a une superficie de 2,5 ha.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 35 mNGF, et son exutoire se fait directement en mer.

Le bassin versant « Collet Redon » a une superficie de 5,4 ha.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 70 mNGF, et son exutoire se fait directement en mer.

L'urbanisation ne devrait pas se densifier significativement sur ces deux bassins versants.



Carte : Bassins versants « Impasse Philip » et « Collet Redon »

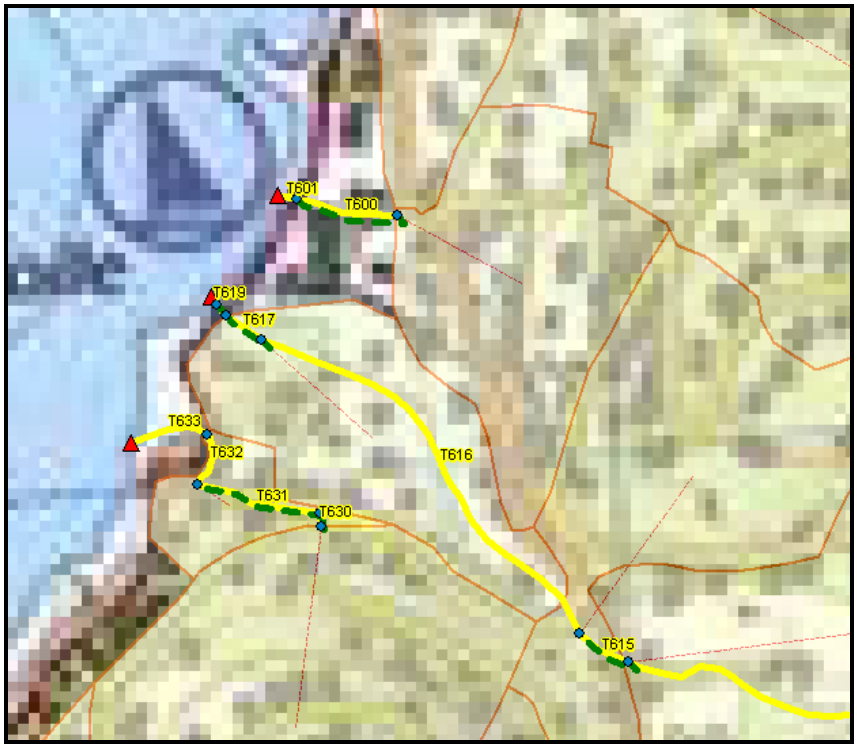


Figure : Schéma du réseau pluvial des bassins versants « Impasse Philip » et « Collet Redon » modélisés

A l'exutoire du bassin versant « Impasse Philip », le débit décennal est estimé à 0,35 m^3/s (tronçon T601).

A l'exutoire du bassin versant « Collet Redon », le débit décennal est estimé à 0,7 m^3/s (tronçon T633).

Les résultats de la modélisation « état actuel » sont présentés dans les tableaux ci-dessous (les tronçons sont repérés en fonction des numéros de tronçon identifiés sur les fiches tronçons et sur les noms du modèle) et sur le plan de synthèse (plan 2.7) avec des codes couleurs en fonction des capacités.

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
IM600d / T600	buse	0.4 m	0.4 m		0.106 m/m	60	0,55 m3/s	0,25 m³/s	0,35 m3/s	0,6 m³/s	capacité supérieure à Q10
IM600f / T601	buse	0.4 m	0.4 m		0.106 m/m	60	0,55 m3/s	0,25 m3/s	0,35 m3/s	0,6 m3/s	capacité supérieure à Q10
CO630c /T630	dalot	0.4 m	0.4 m		0.066 m/m	60	0,64 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	1,0 m3/s	capacité supérieure à Q10
CO631a / T631	U	0.45 m	0.45 m		0.066 m/m	60	0,88 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	1,0 m3/s	capacité supérieure à Q10
CO631b / T631	buse	0.4 m	0.4 m		0.066 m/m	60	0,44 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	1,0 m3/s	capacité supérieure à Q5
CO631c / T631	dalot	0.55 m	0.55 m		0.066 m/m	60	1,5 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	1,0 m3/s	capacité supérieure à Q30
CO631d / T631	buse	0.5 m	0.5 m		0.170 m/m	60	1,2 m3/s	0,4 m3/s	0,6 m3/s	1,0 m3/s	capacité supérieure à Q30
CO632 / T632	U	0.5 m	0.5 m		0.170 m/m	50	1,8 m3/s	0,5 m3/s	0,7 m3/s	1,2 m3/s	capacité supérieure à Q30

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon

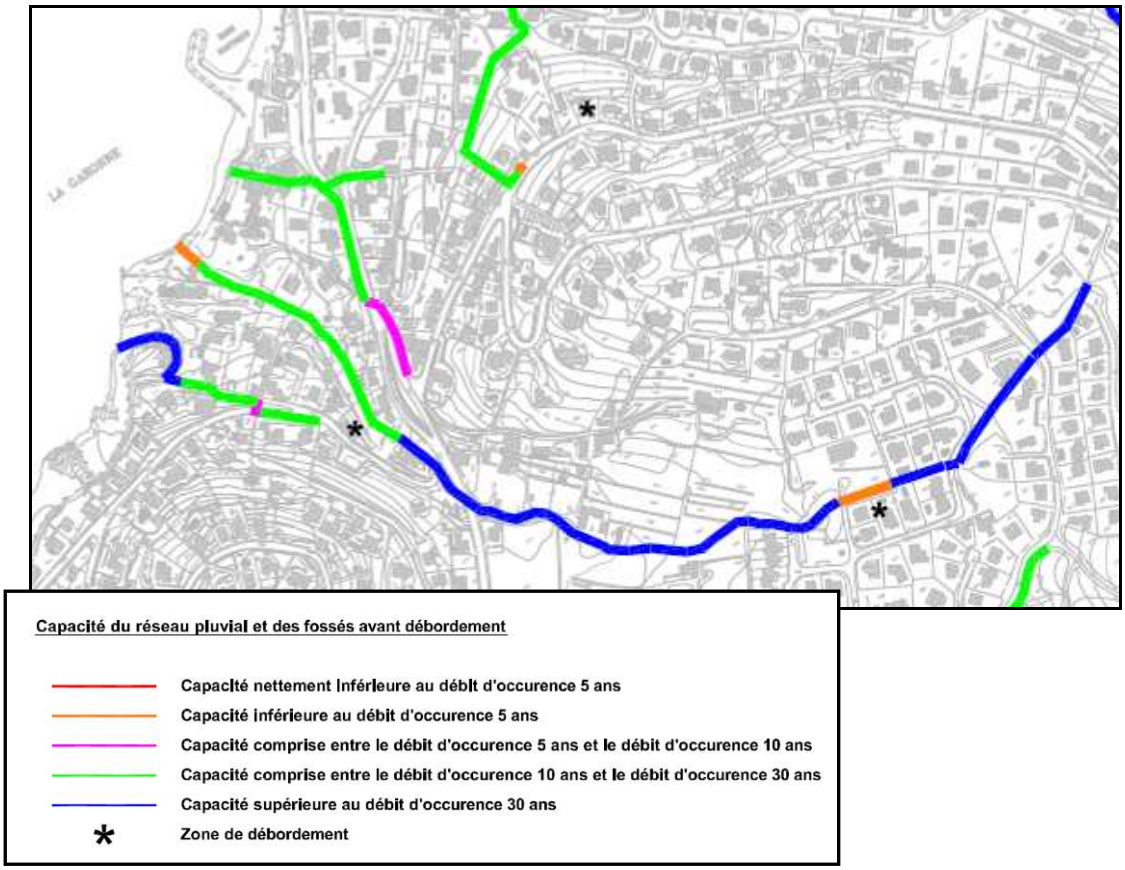


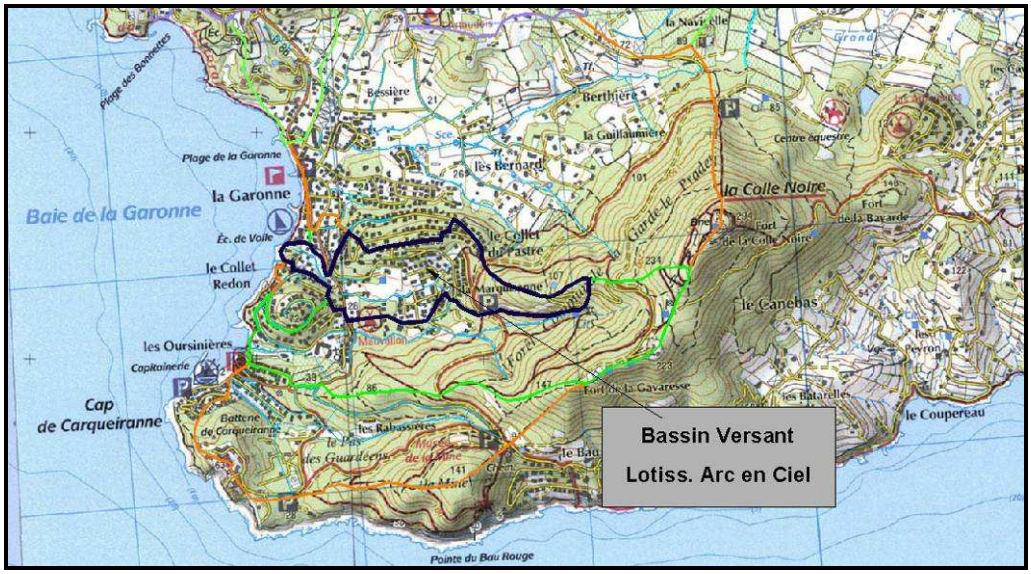
Figure : Capacité du réseau pluvial des bassins versants « Impasse Philip » et « Collet Redon »

2.12. DIAGNOSTIC - BASSIN VERSANT « LOTISSEMENT ARC EN CIEL »

Le bassin versant « Lotissement Arc-En-Ciel » a une superficie de 29 ha.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 170 mNGF, et son exutoire se fait directement en mer.

L'urbanisation ne devrait pas se densifier significativement sur ce bassin versant.



Carte : Bassin versant « Lotissement Arc-En-Ciel »



Figure : Schéma du réseau pluvial du Bassin versant « Lotissement Arc-En-Ciel »modélisé

A l'exutoire du bassin versant « Lotissement Arc En Ciel », le débit décennal est estimé à 3,0 m^3/s (tronçon T619).

Les résultats de la modélisation « état actuel » sont présentés dans les tableaux ci-dessous (les tronçons sont repérés en fonction des numéros de tronçon identifiés sur les fiches tronçons et sur les noms du modèle) et sur le plan de synthèse (plan 2.7) avec des codes couleurs en fonction des capacités.

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
LO611d / T610	buse	0.8 m	0.8 m		0.033 m/m	60	**2,0 m3/s**	0,7 m³/s	1,0 m3/s	1,9 m³/s	**capacité supérieure à Q30**
LO612 / T611	U	1 m	2 m		0.092 m/m	60	**19 m3/s**	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,9 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
LO613a / T612	buse	0.6 m	0.6 m		0.013 m/m	60	**0,58 m3/s**	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,9 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
LO613b / T613	buse	0.4 m	0.4 m		0.072 m/m	60	**0,45 m3/s**	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,9 m3/s	**capacité inférieure à Q5**
LO614 / T614	trap	1.5 m	1.5 m	0.5 m/m	0.042 m/m	25	**13 m3/s**	0,7 m3/s	1,0 m3/s	1,9 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
LO615 / T615	dalot	2 m	2.3 m		0.058 m/m	60	**50 m3/s**	1,3 m3/s	2,0 m3/s	3,5 m3/s	**capacité supérieure à Q30**
LO616 / T616	trap				0.050 m/m	25		1,5 m3/s	2,3 m3/s	4,2 m3/s	**capacité supérieure à Q10**
LO617 / T617	buse	0.7 m	0.7 m		0.050 m/m	60	**1,7 m3/s**	1,7 m3/s	3,0 m3/s	4,6 m3/s	**capacité égale à Q5**
LO618 / T618	ovoïde	0.6 m	1 m		0.050 m/m	60	**1,7 m3/s**	1,7 m3/s	3,0 m3/s	4,6 m3/s	**capacité égale à Q5**

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon

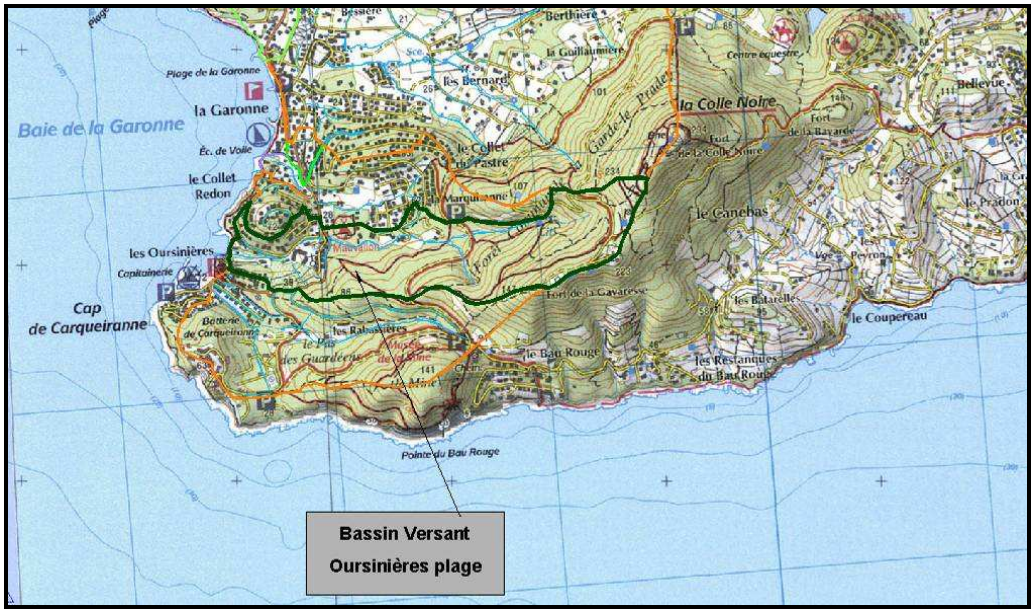
La capacité du réseau pluvial du bassin versant « Lotissement Arc En Ciel » est présenté au chapitre précédent avec les bassins versants « Impasse Philip » et « Collet Redon »

2.13. DIAGNOSTIC - BASSIN VERSANT « OURSINIERES PLAGE»

Le bassin versant « Oursinière Plage » a une superficie de 62 ha.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 220 mNGF, et son exutoire se fait directement en mer.

L'urbanisation ne devrait pas se densifier significativement sur ce bassin versant.



Carte : Bassin versant « Oursinière Plage »

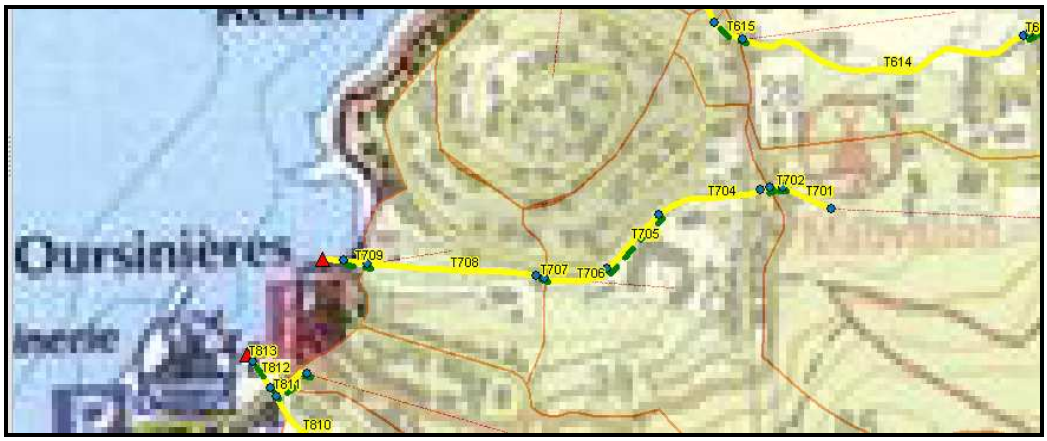


Figure : Schéma du réseau pluvial du Bassin versant « Oursinière Plage »modélisé

A l'exutoire du bassin versant « Oursinières Plage», le débit décennal est estimé à 2,2 m^3/s (tronçon T709).

Les résultats de la modélisation « état actuel » sont présentés dans les tableaux ci-dessous (les tronçons sont repérés en fonction des numéros de tronçon identifiés sur les fiches tronçons et sur les noms du modèle) et sur le plan de synthèse (plan 2.7) avec des codes couleurs en fonction des capacités.

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
OP703a / T701	trap	1.5 m	2 m	0.37 m/m	0.024 m/m	25	14 m3/s	0,7 m^3/s	1,1 m3/s	2,3 m^3/s	capacité supérieure à Q30
OP703b /T702	Arche	2.6 m	2.2 m		0.022 m/m	60	30 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	2,3 m3/s	capacité supérieure à Q30
OP703c /T703	buse	2.2 m	2.2 m		0.018 m/m	50	18 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	2,3 m3/s	capacité supérieure à Q30
OP704 / T704	trap	1.5 m	2 m	0.37 m/m	0.045 m/m	25	12 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	2,3 m3/s	capacité supérieure à Q30
OP705 / T705	buse	2.2 m	2.2 m		0.070 m/m	50	36 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	2,3 m3/s	capacité supérieure à Q30
OP706 / T706	trap	2 m	2 m	0.37 m/m	0.042 m/m	25	20 m3/s	0,7 m3/s	1,1 m3/s	2,3 m3/s	capacité supérieure à Q30
OP707 / T707	buse	2.2 m	2.2 m		0.042 m/m	50	28 m3/s	1,1 m3/s	1,8 m3/s	3,5 m3/s	capacité supérieure à Q30
OP708 / T708	trap	2 m	2 m	0.25 m/m	0.041 m/m	25	22 m3/s	1,5 m3/s	2,2 m3/s	4,2 m3/s	capacité supérieure à Q30
OP709 / T709	dalot	2 m	1.2 m		0.050 m/m	60	21 m3/s	1,5 m3/s	2,2 m3/s	4,2 m3/s	capacité supérieure à Q30

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon

La capacité du réseau pluvial du bassin versant « Oursinières Plage » est présenté au chapitre suivant avec le bassin versant « Oursinières Port ».

2.14. DIAGNOSTIC - BASSIN VERSANT « OURSINIERES PORT»

Le bassin versant « Oursinière Port » a une superficie de 59,9 ha.

Le point haut du bassin versant se situe à la cote de 220 mNGF, et son exutoire se fait directement en mer.

L'urbanisation ne devrait pas se densifier significativement sur ce bassin versant.



Carte : Bassin versant « Oursinière Port »

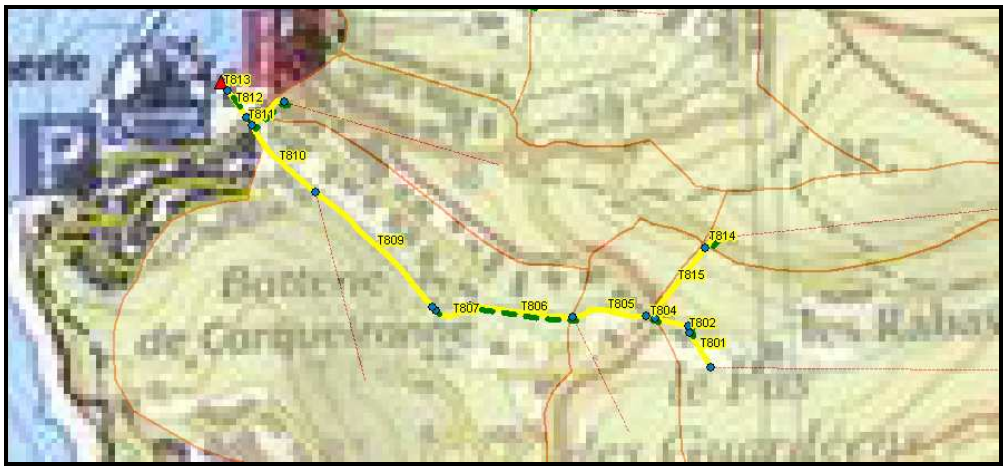


Figure : Schéma du réseau pluvial du Bassin versant « Oursinière Port »modélisé

A l'exutoire du bassin versant « Oursinières Port », le débit décennal est estimé à 3,0 m^3/s (tronçon T813).

Les résultats de la modélisation « état actuel » sont présentés dans les tableaux ci-dessous (les tronçons sont repérés en fonction des numéros de tronçon identifiés sur les fiches tronçons et sur les noms du modèle) et sur le plan de synthèse (plan 2.7) avec des codes couleurs en fonction des capacités.

Ouvrage	Type ouvrage *	Largeur ou diamètre **	Hauteur (dalot ou trap)	Pente (l/h) (si trap)	Pente ouvrage	Coeff de rugosité	Débit capable	Q5	Q10	Q30	Diagnostic
PO801a / T801	trap	1.1 m	0.6 m	0.33 m/m	0.055 m/m	25	2,1 m3/s	0,5 m^3/s	0,9 m3/s	1,9 m^3/s	capacité supérieure à Q30
PO801b / T801	U	1 m	1.2 m		0.055 m/m	60	8 m3/s	0,5 m3/s	0,9 m3/s	1,9 m3/s	capacité supérieure à Q30
PO802 /T801	U	1.2 m	0.8 m		0.055 m/m	60	6 m3/s	0,5 m3/s	0,9 m3/s	1,9 m3/s	capacité supérieure à Q30
PO803 / T802	trap	1.2 m	1.5 m	0.5 m/m	0.033 m/m	25	9 m3/s	0,5 m3/s	0,9 m3/s	1,9 m3/s	capacité supérieure à Q30
PO804 /T804	Arche	1.7 m	1.4 m		0.047 m/m	60	12 m3/s	0,6 m3/s	1,1 m3/s	2,3 m3/s	capacité supérieure à Q30
PO805 / T805	trap	1.2 m	1.5 m	0.4 m/m	0.047 m/m	25	10 m3/s	0,6 m3/s	1,1 m3/s	2,3 m3/s	capacité supérieure à Q30
PO806d /T806	buse	1 m	1 m		0.047 m/m	50	3,6 m3/s	0,8 m3/s	1,4 m3/s	2,8 m3/s	capacité supérieure à Q30
PO807 / T807	trap	2.5 m	1.8 m	0.41 m/m	0.047 m/m	25	30 m3/s	0,8 m3/s	1,4 m3/s	2,8 m3/s	capacité supérieure à Q30
PO808 / T808	buse	1.5 m	1.5 m		0.032 m/m	60	10 m3/s	0,8 m3/s	1,4 m3/s	2,8 m3/s	capacité supérieure à Q30
PO809 / T809	trap	1.2 m	2.5 m	0.3 m/m	0.032 m/m	25	18 m3/s	0,8 m3/s	1,4 m3/s	2,8 m3/s	capacité supérieure à Q30
PO810 /T810	U	1.5 m	1.2 m		0.032 m/m	60	11 m3/s	1,6 m^3/s	2,6 m3/s	4,9 m^3/s	capacité supérieure à Q30
PO811e /T820	buse	0.5 m	0.5 m		0.014 m/m	60	0,37 m3/s	0,3 m3/s	0,5 m3/s	0,8 m3/s	capacité supérieure à Q5
PO811f /T811	dalot	1 m	0.8 m		0.013 m/m	60	2,4 m3/s	1,9 m3/s	3,0 m3/s	5,6 m3/s	capacité supérieure à Q5
PO812 / T812	dalot	1.1 m	0.8 m		0.013 m/m	60	2,8 m3/s	1,9 m3/s	3,0 m3/s	5,6 m3/s	capacité supérieure à Q5
PO813 / T813	trap	0.5 m	0.6 m	0.75 m/m	0.013 m/m	60	0,7 m3/s	1,9 m3/s	3,0 m3/s	5,6 m3/s	capacité << inférieure à Q5

Tableau : Débit de pointe pour les différents tronçons et capacité de chaque tronçon

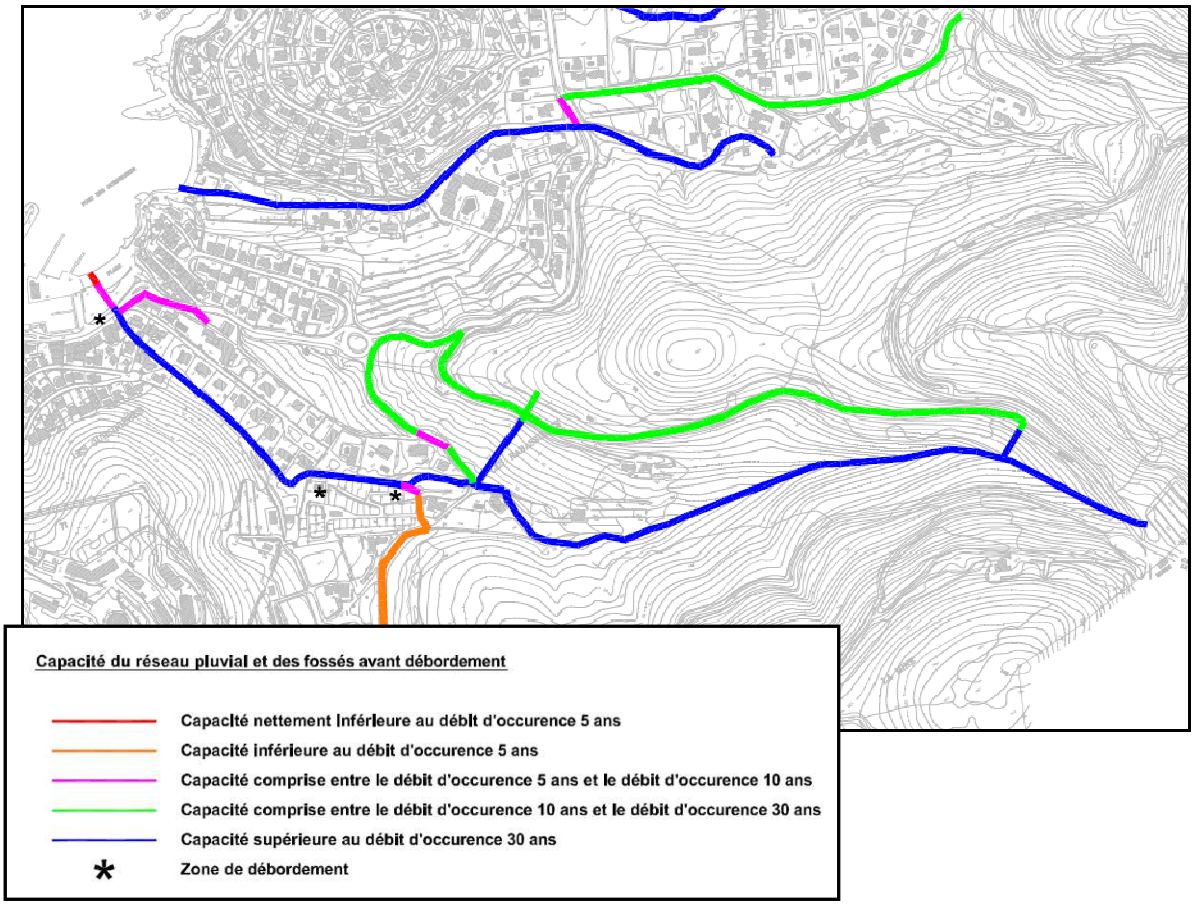


Figure : Capacité du réseau pluvial des bassins versants « Oursinières Plage » et « Oursinières Port »

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Caractéristiques des bassins versants

Annexe 2 : Fiches Tronçons