



RECHARGEMENT DES PLAGES DU PARC BALNÉAIRE DU PRADO SUR LA PÉRIODE 2022-2032

**DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE
UNIQUE AU TITRE DE L'ARTICLE L.181-1 À L.181-4 DU
CODE DE L'ENVIRONNEMENT**

VOLET B – EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

24 avril 2021



Ville de Marseille



Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s) S. Cherkaoui / D. Beltramelli
Version V3
Référence MAPG011EIT

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Rédigé par	Visé par	Modifications
V1	24 Juil-2020	S.Cherkaoui	D.Beltramelli	
V2	03-Mars-2021	S.Cherkaoui	D.Beltramelli	Ajout résultat campagne benthos
V3	27 Avril 2021	S.Cherkaoui	D.Beltramelli	Ajout résultat inventaire terrestre

DESTINATAIRES

Nom	Entité
L. Andriamamonjy	Ville de Marseille

SOMMAIRE

1 - RÉSUMÉ NON TECHNIQUE.....	11
2 - DESCRIPTION DU PROJET	12
2.1 - Localisation du projet.....	12
2.2 - Caractéristiques de la phase travaux	13
2.3 - Caractéristiques de la phase opérationnelle	13
3 - DESCRIPTION DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ÉTAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LEUR ÉVOLUTION – « SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE ».....	14
4 - DESCRIPTION DES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'ÊTRE AFFECTÉS DE MANIÈRE NOTABLE PAR LE PROJET	16
4.1 - Définition des aires d'étude.....	16
4.2 - Milieu physique terrestre	17
4.2.1 - Climat.....	17
4.2.1.1 Température et ensoleillement.....	17
4.2.1.2 Pluviométrie	18
4.2.1.3 Régime des vents.....	19
4.2.2 - Sol et sous-sol.....	20
4.2.2.1 Géologie	20
4.2.2.2 Topographie.....	20
4.2.3 - Hydrologie.....	21
4.2.3.1 Cours d'eau.....	21
4.2.3.2 Réseau pluvial.....	22
4.2.3.3 Réseau d'assainissement de la ville de Marseille	23
4.3 - Milieu physique marin.....	24
4.3.1 - Conditions océanographiques	24
4.3.1.1 Niveaux d'eau.....	24
4.3.1.2 Houles et mers du vent	26
4.3.1.3 Courantologie.....	31
4.3.2 - Géomorphologie de la zone côtière	36
4.3.2.1 Zonage morpho-sédimentaire	36
4.3.2.2 Description du contexte morpho-bathymétrique.....	37
4.3.2.3 Description et évolution du trait de côte de 1927 à nos jours.....	39
4.3.2.4 Travaux d'entretien des plages	48
4.3.2.5 Évolution topo-bathymétrique de la zone d'étude entre 2008 et 2020.....	49
4.3.3 - Nature des fonds marins et origine des sédiments superficiels	53
4.3.3.1 Nature des fonds	53
4.3.3.2 Caractéristiques et origine des sédiments superficiels.....	54
4.3.4 - Dynamique sédimentaire de l'aire d'étude	57

4.3.4.1	Apports sédimentaires aux exutoires des cours d'eau.....	58
4.3.4.2	Entrainement des sédiments non cohésifs sous l'action des houles et des courants	58
4.3.4.3	Caractéristiques du transit littoral lié à la houle	59
4.3.4.4	Étude de la forme à l'équilibre des plages sous l'influence de la houle.....	61
4.3.4.5	Transit éolien	67
4.3.4.6	Synthèse de la dynamique hydrosédimentaire actuelle du littoral et des facteurs d'érosion	68
4.4	- Qualité du milieu.....	72
4.4.1	- Qualité des sédiments	72
4.4.2	- Qualité des sédiments de l'Huveaune.....	72
4.4.3	- Qualité de l'eau : description et objectifs de bon état des masses d'eau concernées.....	73
4.4.3.1	La masse d'eau côtière FRDC06b.....	73
4.4.3.2	La masse d'eau superficielle FRDR121B.....	75
4.4.4	- Qualité bactériologique des eaux de baignade.....	77
4.4.4.1	Rappel de la réglementation.....	77
4.4.4.2	Résultats	78
4.4.4.3	Les sources de pollution bactérienne.....	78
4.4.4.4	Fermeture des plages.....	80
4.5	- Milieu naturel.....	81
4.5.1	- Espaces naturels règlementés et zonages d'inventaires	81
4.5.1.1	Parc national des Calanques	81
4.5.1.2	Sites du réseau Natura 2000.....	83
4.5.1.3	Les zones d'inventaires.....	86
4.5.1.4	Les récifs artificiels de la baie du Prado	89
4.5.2	- Inventaire écologique marin	91
4.5.2.1	Caractéristiques des habitats et des biocénoses marines	91
4.5.2.2	Caractéristiques de la faune marine	97
4.5.3	- Inventaire écologique terrestre	102
4.5.3.1	Habitats naturels et flores.....	103
4.5.3.2	Faunes.....	104
4.5.4	- Risques naturels	111
4.5.4.1	Risque inondation.....	111
4.5.4.2	Risque d'inondation par submersion marine.....	112
4.5.4.3	Risque de feu de forêt	113
4.5.4.4	Risque lié au mouvement de terrain.....	113
4.5.4.5	Risque sismique.....	114
4.6	- Santé humaine.....	114
4.6.1	- Qualité de l'air	114
4.6.2	- Paysage et Patrimoine.....	116
4.6.2.1	Le paysage et le patrimoine protégés	116
4.6.2.2	Patrimoine archéologique terrestre et maritime	120
4.6.2.3	Les composantes du paysage.....	121

4.6.3 - Ambiance sonore.....	121
4.6.4 - Risques technologiques	124
4.6.5 - Activités socio-économiques.....	125
4.6.5.1 Profil social des plages	125
4.6.5.2 Les pratiques et usages des plages.....	127
4.6.5.3 Poids économique des plages	137
4.6.5.4 Câbles sous-marins.....	137
4.7 - Synthèse des enjeux environnementaux.....	137

5 - DESCRIPTION DES INCIDENCES NOTABLES ET MESURES ASSOCIÉES QUE LE PROJET EST SUSCEPTIBLE D'AVOIR SUR L'ENVIRONNEMENT . 140

5.1 - Incidences notables du projet et mesures associées140

5.1.1 - Incidences sur le milieu physique et mesures associées 140

5.1.1.1 Incidences sur le climat et mesures associées.....	140
5.1.1.2 Incidences sur le sol et sous-sol et mesures associées.....	141
5.1.1.3 Incidences sur l'hydrologie et mesures associées.....	141
5.1.1.4 Incidences sur les conditions océanographiques et mesures associées.....	141
5.1.1.5 Incidences sur la géomorphologie et mesures associées.....	142
5.1.1.6 Incidences sur la nature des fonds et mesures associées.....	142
5.1.1.7 Incidences sur la dynamique sédimentaire et mesures associées.....	143

5.1.2 - Incidences sur la qualité du milieu et mesures associées 143

5.1.2.1 Incidences sur la qualité des sédiments et mesures associées.....	143
5.1.2.2 Incidences sur la qualité des eaux et mesures associées.....	144

5.1.3 - Incidences sur le milieu nature et mesures associées..... 145

5.1.3.1 Incidences sur les espaces naturels réglementés et mesures associées.....	145
5.1.3.2 Incidences sur la faune et la flore marine et mesures associées.....	146
5.1.3.3 Incidences sur la faune et la flore terrestre et mesures associées.....	146
5.1.3.4 Incidences sur les risques naturels et mesures associées.....	147

5.1.4 - Incidences sur la santé humaine et mesures associées 147

5.1.4.1 Incidences sur la qualité de l'air et mesures associées.....	147
5.1.4.2 Incidences sur le paysage et patrimoine et mesures associées.....	147
5.1.4.3 Incidences sur l'ambiance sonore et mesures associées.....	148
5.1.4.4 Incidences sur les activités socio-économiques et mesures associées.....	148

5.2 - Incidences du projet sur le climat et vulnérabilité au changement climatique.....148

5.2.1 - Incidences du projet sur le climat..... 148

5.2.2 - Vulnérabilité du projet au changement climatique..... 149

5.3 - Synthèse des incidences 150

6 - DESCRIPTION DU CUMUL DES INCIDENCES AVEC D'AUTRES PROJETS EXISTANTS OU APPROUVÉS 153

6.1 - Règlementation..... 153

6.2 - Présentation des projets connus retenus 153

6.3 - Analyse des effets cumulés	154
7 - DESCRIPTION DES INCIDENCES NÉGATIVES NOTABLES ATTENDUS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT RÉSULTANT DE LA VULNÉRABILITÉ DU PROJETS À DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURS	156
7.1 - La gestion des risques	156
7.1.1 - Les origines des risques.....	156
7.1.2 - Les incidences des risques.....	156
7.2 - Évaluation sommaire des risques et des dispositions prises dans le cadre du projet	156
7.2.1 - Les risques d'origine naturelle	156
7.2.1.1 Risques d'inondation.....	156
7.2.1.2 Risques de mouvement de terre.....	157
7.2.2 - Les risques technologiques	157
7.2.3 - Les risques d'origine humaine	158
7.2.4 - Les risques liés à la conception et à la réalisation	158
7.2.5 - Évaluation des incidences négatives notables du projet résultant de la vulnérabilité du projet face à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs	159
8 - DESCRIPTION DES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION RAISONNABLES	160
8.1 - Objectifs du projet	160
8.2 - Solutions de substitution envisagées	160
8.3 - Raison du projet retenu	165
9 - MESURES ET MODALITÉS DE SUIVI PRÉVUES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE	166
9.1 - Mesures prévues par le maitre d'ouvrage	166
9.1.1 - Adaptation des périodes de chantier (R3.1b).....	166
9.1.2 - Réduction du risque de pollution accidentelle (R2.1)	166
9.1.3 - Adaptation des sédiments de rechargement (E3.1c).....	166
9.1.4 - Réduction de l'impact sur la sécurité des personnes (R3.1c)	166
9.2 - Modalités de suivi des mesures ERC prévues par le maitre d'ouvrage	166
10 - DESCRIPTION DES MÉTHODES DE PRÉVISION	167
10.1 - Collecte des données nécessaires pour l'état initial	167
10.2 - Études spécialisées	168
10.2.1 - Levés bathymétriques	168
10.2.2 - Analyses sédimentaires	168
10.2.3 - Cartographie des biocénoses	168
10.2.4 - État de vitalité de l'herbier à Posidonies.....	169

11 - NOMS, QUALITÉS ET QUALIFICATIONS DU OU DES EXPERTS.....	170
11.1 - Les noms et qualités des auteurs de l'étude d'impact.....	170
11.2 - Les noms, qualités et qualification des auteurs des études ayant contribuées à la réalisation de l'étude d'impact	170
ANNEXES.....	171
Inspection géophysique – SEMANTIC 06/2020	171
Cartographie des biocénoses marines et état de vitalité de l'herbier à Posidonies – GALATEA 06/2020	172
Diagnostic écologique sur le site du Stade Nautique du Roucas Blanc à Marseille – Biotope 2018	173
Diagnostic écologique du Parc Balnéaire du Prado à Marseille – Egis 2021	174

FIGURES

Figure 1 Localisation du Parc Balnéaire du Prado.....	12
Figure 2 Définition des aires d'études.....	17
Figure 3 : Valeurs mensuelles moyennes d'ensoleillement à la station Marseille – Marignane (source météoFrance).....	18
Figure 4 : Cumul mensuel moyen des précipitations (source météoFrance sur la période 1981-2010).....	19
Figure 5: Rose des vents, station Marseille-Longchamp de 2000 à 2009.....	19
Figure 6 Extrait de la carte géologique du BRGM n° 1044.....	20
Figure 7 Topographie de l'aire d'étude (source topographic-map-2021 DEMs modèle).....	21
Figure 8 Carte du réseau hydrographique dans l'aire d'étude (source Geoportail 2020).....	22
Figure 9 Carte du réseau pluvial de la ville de Marseille (source PLU).....	23
Figure 10 Plan du réseau d'eaux usées à proximité de la zone de baignade Borély (source SERAMM).....	24
Figure 11 Référentiel altimétrique à Marseille (Corniche).....	24
Figure 12 Conditions d'exposition aux houles de l'aire d'étude.....	27
Figure 13 : Plans de vagues pour une goule annuelle de secteur Sud-Ouest et Ouest.....	30
Figure 14 : Plans de vagues pour une houle centennale de secteur Sud-Ouest.....	31
Figure 15 : Circulation des eaux du Golfe de Marseille en surface (gauche) et au fond (droite) par temps calme (source BETREM / EDF Sud Ingénierie, 1992 in Créocéan 2003).....	32
Figure 16 : Circulation des eaux du golfe de Marseille EN SURFACE (GAUCHE) ET AU FOND (DROITE) par vent de Nord-Nord-Ouest (Source : Beterem / Edf Sud ingénierie, 1992 in Creocan, 2003).....	33
Figure 17 Circulation des eaux du golfe de Marseille EN SURFACE (GAUCHE) ET AU FOND (DROITE) par vent d'Est - Sud Est (Source : Beterem / Edf Sud ingénierie, 1992 in Creocan., 2003).....	33
Figure 18 : Circulation littorale induite sur la zone de projet à l'état actuel par les houles de tempête annuelles de secteur sud-ouest (haut) et ouest (bas) au large.....	35
Figure 19 Extrait de la carte bathymétrique du SHOM n°7392.....	37
Figure 20 Extrait de la carte marine SHOM 7391.....	38
Figure 21 : Représentation bathymétrique de l'aire d'étude – Modèle numérique de terrain bathymétrique (semantic 2020).....	39
Figure 22 Les plages du Prado dans les années 50.....	40
Figure 23 Les étapes de construction du PBP (HAUT ; in F. Gourmelon et M. Robin, 2005) et comparaison d'images aériennes avant-après construction (bas ; SUANEZ, 2005).....	41
Figure 24 : Evolution bathymétrique entre 2008 et 2018-2020 (gauche) et entre 2012 et 2018-2020 (droite).....	50
Figure 25 : Evolution bathymétrique entre 2018 et 2020 sur la zone de recouvrement des levés.....	52
Figure 26 : Nature des fonds marins sur l'aire d'étude (source data.shom.fr).....	54
Figure 27 : Surface et nature des plages de l'aire d'étude (Ville de Marseille).....	55
Figure 28 Granulométrie des petits fonds et des plages du Prado.....	57
Figure 29 : Transit littoral potentiel induit sur la zone de projet à l'état actuel par les houles de tempête annuelles de secteurs O et SO au large.....	60
Figure 30 : Etude de la forme en plan à l'équilibre des plages du Petit & Grand Roucas et de David.....	62
Figure 31 : Etude de la forme en plan à l'équilibre des plages de l'Huveaune et Borély.....	63
Figure 32: Etude de la forme en plan à l'équilibre de la plage de Bonneveine.....	64
Figure 33: Etude de la forme en plan à l'équilibre de la plage de l'Anse de Vieille Chapelle.....	65
Figure 34 : Etude de la forme en plan à l'équilibre de la plage de Pointe Rouge.....	66

Figure 35 : envols éoliens plage de l’Huveaune (gauche) et Nettoyage des terrasses ensablées par mistral (Droite) (Egis, 2017).....	68
Figure 36 : Schéma de principe du fonctionnement hydrosédimentaire actuel du littoral étudié	71
Figure 37 Plan d’échantillonnage des campagnes d’analyse	72
Figure 38 Charge bactériologique des sédiments dans les zones d’accumulation du lit de l’Huveaune	73
Figure 39 Charges bactériennes estimées pour chaque zone d’accumulation.....	73
Figure 40 : Localisation de la masse d’eau FRDC06b.....	74
Figure 41 : Caractérisation de l’état écologique et chimique dans le cadre du programme de surveillance de la DCE de la Masse d’eau FRDC06b.	75
Figure 42 Résultats du suivi de la qualité des eaux à la station Huveaune à Marseille 2	76
Figure 43 : Périmètre du parc national des calanques (source parc national des calanques).....	82
Figure 44 Zones Natura 2000 à proximité de l’aire d’étude.....	85
Figure 45 Les Zones Naturelles d’Intérêt Écologiques Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF) et les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) dans l’aire d’étude.....	88
Figure 46 Localisation de la zone des récifs.....	89
Figure 47 Poisson plant dans le sable fin bien calibré (source Galatea).....	91
Figure 48 Sables grossiers formant des rides (source Galatea).....	92
Figure 49 Enrochements de digues (source Galatea)	92
Figure 50 Roches infralittorales à algues photophiles avec îlot de posidonies (source Galatea) ..	93
Figure 51 Hebrier de posidonie (source Galatea)	94
Figure 52 Localisation des habitats et biocénoses (source Galatea 2020).....	96
Figure 53 Cartographie des habitats marins dans la rade sud de Marseille	98
Figure 54. Localisation des deux balisages de limite inférieure d’herbier de posidonie et du balisage de référence RSP (vert pâle : herbier de posidonie ; orange : matte morte ; jaune : fonds sableux détritiques), GIS Posidonie.....	99
Figure 55 Transect au large de l’embouchure de l’Huveaune (source Galatea 2020).....	100
Figure 56 Exemples de macrodéchets observés au niveau de la limite supérieure de l’herbier à posidonies.....	101
Figure 57 Grande nacre morte identifiée (source Galatea)	102
Figure 58 : Habitats naturels terrestre et flore (source Biotope 2018)	104
Figure 59 : Enjeu écologique liés aux insectes (source Biotope 2018)	105
Figure 60 Lézards des murailles dans l’aire d’étude (Source Egis 2021).....	106
Figure 61 Tarentes de Maurétanie photographiées dans l’aire d’étude (Source EGIS 2021)	106
Figure 62 Cartographie des reptiles observés dans l’aire d’étude (Source EGIS 2021)	107
Figure 63 : Enjeu écologique lié aux chiroptères (source biotope 2018).....	108
Figure 64 Moineaux domestiques. Espèce très abondante dans l’aire d’étude.....	109
Figure 65 : Cartographie des oiseaux observés dans l’aire d’étude (Source EGIS 2021).....	110
Figure 66 : Caractérisation de l’aléa inondation, PPRI de l’Huveaune (2017)	112
Figure 67 Cartographie de l’aléa submersion marine (source BRGM 2017)	113
Figure 68 : Caractérisation du risque de mouvement de terrain (source ville de Marseille)	114
Figure 69 : Repartition des émissions de polluant (source AtmoSud 2016)	115
Figure 70 : qualité de l’air selon l’ISA 2018 (atmoSud 2018).....	116
Figure 71 Protections réglementaires : sites et monuments naturels classés et inscrits les plus proches de l’aire d’étude	117
Figure 72 Sites classés, patrimoine architectural et servitudes.....	118
Figure 73 Le site classé de la presqu’île de la Pointe Rouge	119
Figure 74 : Zone 22 de présomption de prescription archéologique	120
Figure 75 : Cartographie du bruit dans l’environnement (source aix marseille provence).....	122

Figure 76 : Zones de moindre bruit où le niveau sonore Lden est inférieur à 55 dB(a) (source PPBE 2018)	123
Figure 77 Identification des risques industriels sur la ville de Marseille (source www.marseille.fr).....	124
Figure 78 Canalisation de transport de matières dangereuses (source ministère de la transition écologique et solidaire).....	125
Figure 79 Répartition spatiale des activités par plages	130
Figure 80 Zones réglementées par arrêtés afin d'assurer la sécurité de la baignade	136
Figure 81 Localisation des câbles sous-marins atterrissant sur les plages du Prado (source Geoportail).....	137

TABLEAUX

Tableau 1 Description du "scénario de référence"	14
Tableau 2 : Niveaux caractéristiques de la marée à Marseille.....	25
Tableau 3 : Estimation des surcotes extrêmes de Marseille (CETMEF, 2013).....	25
Tableau 4 : Niveaux d'eaux extrêmes (en m NGF)	26
Tableau 5 Termes techniques liés à la houle	26
Tableau 6 : Caractéristiques des états de mer au large de l'aire d'étude retenus pour les modélisations numériques hydrodynamiques.....	34
Tableau 7 : Principales caractéristiques des plages de la zone d'étude.....	39
Tableau 8 Synthèse des données de rechargement et de reprofilage sur la période 2013-2017.....	49
Tableau 9 Objectifs d'état à atteindre pour la masse d'eau FRDC06b	74
Tableau 10. Objectifs de qualité de la masse d'eau FDR121b	76
Tableau 11 Normes de qualité des eaux de baignade (arrêté du 22 septembre 2008 modifié par l'arrêté du 4 octobre 2011).	77
Tableau 12 Evolution du classement des plages de l'aire d'étude entre 2013 et 2016 (Source ARS)	78
Tableau 13 nombre de jours de fermeture préventive sur l'année 2018	80
Tableau 14 Orientations et mesures dans l'AMA définies par la Charte du parc.....	83
Tableau 15 : Liste des ZNIEFF terrestres	86
Tableau 16 : Liste des ZNIEFF marines	86
Tableau 17 : Identification des plans de prévention des risques naturels	111
Tableau 18 : Identification des monuments inscrits et classés	118
Tableau 19 : Voies classées en infrastructures bruyantes dans l'aire d'étude	123
Tableau 20 Les différents usages pratiqués sur le PBP (DGST VDM 2009).....	127
Tableau 21 : une journée à la plage.....	128
Tableau 22 Synthèse des enjeux environnementaux.....	138
Tableau 23 Synthèse des incidences du projet.....	150
Tableau 24 Liste des projets faisant l'objet d'une évaluation environnementale	153
Tableau 25 Analyse multicritère des solutions de substitution	161
Tableau 26 Méthodes utilisées pour la réalisation de l'état initial du site	167

1 - RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

Cf. Volet D – Note de présentation non technique

2 - DESCRIPTION DU PROJET

2.1 - Localisation du projet

Au sein du département des Bouches du Rhône, au cœur de la rade Sud de Marseille, le Parc Balnéaire du Prado (PBP) constitue le principal espace côtier meuble de la ville et de la métropole marseillaise. Le parc s'étend sur 26 hectares et 3,5 km de littoral dont 5 hectares de pelouses et d'espaces boisés.



FIGURE 1 LOCALISATION DU PARC BALNÉAIRE DU PRADO

Aménagé à partir des années 1970, ce site a perdu sa morphologie originelle au profit d'équipements portuaires (Port de la Pointe Rouge, Base nautique du Roucas Blanc), balnéaires (plages du Prado) et fluviaux (artificialisation de l'Huveaune).

Cet espace concentre une grande diversité d'usages et d'usagers et héberge de nombreux événements d'envergure locale, métropolitaine voir nationale ou internationale. Il s'agit de ce fait d'un lieu emblématique pour l'image de la Ville de Marseille, mais qui est soumis à une forte érosion littorale, mettant en péril activités et infrastructures existantes (route notamment) et nécessite de ce fait un entretien récurrent de la part des services de la Ville.

2.2 - Caractéristiques de la phase travaux

La construction du PBP, ainsi que la création du port de la Pointe Rouge a profondément modifié le transit sédimentaire littoral dans la Rade Sud.

Le projet de rechargement a pour objectif de rétablir annuellement les profils de plage et maintenir un volume sédimentaire minimal pour offrir des espaces balnéaires praticables et sécurisés aux usagers.

Les travaux de rechargement sont prévus avant l'ouverture de la saison balnéaire pour une durée de 10 jours ouvrés.

La phase travaux est caractérisée par les opérations suivantes :

- Approvisionnement directement au site d'extraction (carrière du Beausset), il se fera au fur et à mesure de l'état d'avancement des travaux pour éviter l'envol en cas de fort vent et minimiser l'emprise de stockage ;
- Transport des sédiments par camion benne et livraison sur site très tôt le matin (avant 10h) sur des aires de stockage définies en bordure de plage ;
- Régalage des sédiments réalisé de nuit (entre 21h et 6h) pour ne pas gêner la fréquentation et les usages des sites ;
- Nivellement mécanique pour retrouver une pente conforme aux commodités d'usage et à la sécurisation des sites balnéaires ;

Les matériaux apportés sont de granulométries identiques aux matériaux endogènes : sable (diamètre entre 0,2 et 0,4 mm), gravillons ou « grains de riz » (diamètre entre 3 et 8 mm) et galets roulés (diamètre entre 20 et 60 mm). Ces matériaux sont préalablement lavés pour éviter le relargage de particules fines par lessivage au contact de l'eau de mer.

Le volume total de matériaux à déposer est estimé à 1500 m³ /an durant une période de 10 ans.

Les sites de rechargement pourront varier d'une année à l'autre en fonction de l'état d'érosion des plages après les périodes hivernales. Avant chaque opération de rechargement, le porteur de projet s'engage à informer la Police de l'eau du plan des travaux de rechargement.

2.3 - Caractéristiques de la phase opérationnelle

La phase opérationnelle de ce projet correspond à l'exploitation des plages. Seuls des opérations de nettoyage et tamisage sont à prendre en compte.

3 - DESCRIPTION DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ÉTAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LEUR ÉVOLUTION – « SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE »

Le présent chapitre répond aux exigences de l'article R.122-5 du code de l'environnement prévoyant :

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

Concernant le projet de Rechargement des plages du Parc Balnéaire du Prado, les aspects pertinents détaillés dans ce chapitre sont :

- Dynamique hydrosédimentaire ;
- Qualité des eaux côtières ;
- Sites naturels protégés ;
- Activités socio-économiques.

TABLEAU 1 DESCRIPTION DU "SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE"

Paramètres pertinents	Description de l'état actuel	Évolution en cas de mise en œuvre du projet	Évolution en l'absence de mise en œuvre du projet
Dynamique hydrosédimentaire	Les plages du Parc Balnéaire du Prado présentent une tendance érosive hétérogène. Les origines de ces tendances érosives sont assez diverses selon les plages. Les plages les plus sensibles à l'érosion sont les plages de l'Huveaune, Borély et Bonneveine.	La réalisation du rechargement des plages du Parc Balnéaire du Prado aura un effet positif en rétablissant les profils de plage. Cela induira le maintien d'un volume sédimentaire minimal.	L'absence de mise en œuvre du projet entraînerait un effet négatif avec une accentuation de la tendance érosive observée. Cela mettrait en péril les activités et infrastructures existantes.

<p>Qualité des eaux côtières</p>	<p>La masse d'eau côtière « Pointe d'Endoume – Cap Croisette et Iles du Frioul » borde les plages du PBP. Celle-ci est caractérisée par un bon état chimique et écologique. Par ailleurs, des pollutions bactériennes ponctuelles sont observées à la suite d'épisodes pluvieux significatifs, par les rejets des réseaux d'assainissement ou encore au cours de la saison estival en raison de la forte fréquentation du parc.</p>	<p>Lors de la phase chantier du projet de rechargement, une légère perturbation ponctuelle de la qualité de l'eau pourrait être observée par la dispersion des sables de carrières dans l'eau, entraînant de la turbidité aux abords des plages rechargées. Toutefois les matériaux apportés seront préalablement lavés réduisant ainsi la potentielle perturbation. De plus, le régalaage sera réalisé à plus de 5 mètres de la zone d'action des vagues. Celle-ci n'entraînera pas d'effet à long terme sur l'évolution de la qualité des eaux.</p>	<p>Peu de changement concernant la qualité de la masse d'eau serait observé en cas de non mise en œuvre du projet. Une diminution de la fréquentation des plages serait un aspect positif pour la qualité des eaux mais engendrait peu de changement vis-à-vis de la situation actuelle.</p>
<p>Sites naturels protégés</p>	<p>Le Parc Balnéaire du Prado se situe à proximité du Parc National des Calanques, l'aire maritime adjacente de celui-ci intègre les plages du PBP. Les « Herbiers de posidonie de la Baie du Prado » (ZNIEFF de type II) sont également à proximité des plages. Quatre sites Natura 2000 sont également à proximité de l'aire d'étude.</p>	<p>Malgré la proximité avec les sites protégés, les effets des opérations de rechargement n'entraîneront pas d'effets perturbants permanents sur l'évolution de ceux-ci.</p>	<p>En absence de la réalisation du projet, les usages du site se réduiront entraînant une diminution des interactions avec les sites naturels protégés. L'état des sites naturels protégés ne présentera pas de changement important, la tendance évolutive actuelle se poursuivra.</p>
<p>Activités socio-économiques</p>	<p>Le Parc Balnéaire du Prado concentre une grande diversité d'usages, d'activités et héberge de nombreux événements d'envergure locale, métropolitaine voir national ou international. Une forte fréquentation des plages est observée lors de la saison estivale. Il s'agit de ce fait d'un lieu emblématique pour l'image de la Ville de Marseille.</p>	<p>Le projet de rechargement des plages du Parc Balnéaire du Prado aura un effet positif pour le maintien des activités et des usages ainsi que sur la sécurité des personnes fréquentant le site.</p>	<p>L'absence de mise en œuvre du rechargement des plages entrainera un effet négatif sur les activités et les usages du parc. Sans rechargement, les plages se verront diminuer ne permettant plus l'accueil des activités balnéaires.</p>

4 - DESCRIPTION DES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'ÊTRE AFFECTÉS DE MANIÈRE NOTABLE PAR LE PROJET

4.1 - Définition des aires d'étude

Il est important de définir des aires d'étude pour l'établissement de l'état initial et l'étude des incidences du projet sur l'environnement.

L'aire d'étude d'un projet correspond à la zone géographique sur laquelle le projet est susceptible d'avoir un impact. En fonction des thématiques abordées, et notamment les milieux marin et terrestre, les analyses mais aussi les niveaux de précision requis diffèrent selon les zones étudiées.

Les aires d'étude suivantes ont été définies :

- Aire d'étude éloignée = Bouches du Rhône : cette aire d'étude permet l'appréhension, la connaissance et l'analyse des grands ensembles (masses d'eau, géologie...), phénomènes à grande échelle (dispersion atmosphérique régionale, climat...) et macro-activités (macro-économie, répartitions urbaines...).
- Aire d'étude rapprochée : Il s'agit de l'aire d'étude qui sera potentiellement concernée par des impacts directs, en particulier lors de la phase travaux (8^e arrondissement de Marseille et la Rade Sud).
- Aire d'étude immédiate : il s'agit de la zone d'emprise du projet retenu. Elle correspond à l'ensemble des plages du Prado ainsi que la route bordant ces plages.

Les aires d'étude sont présentées sur la figure suivante.

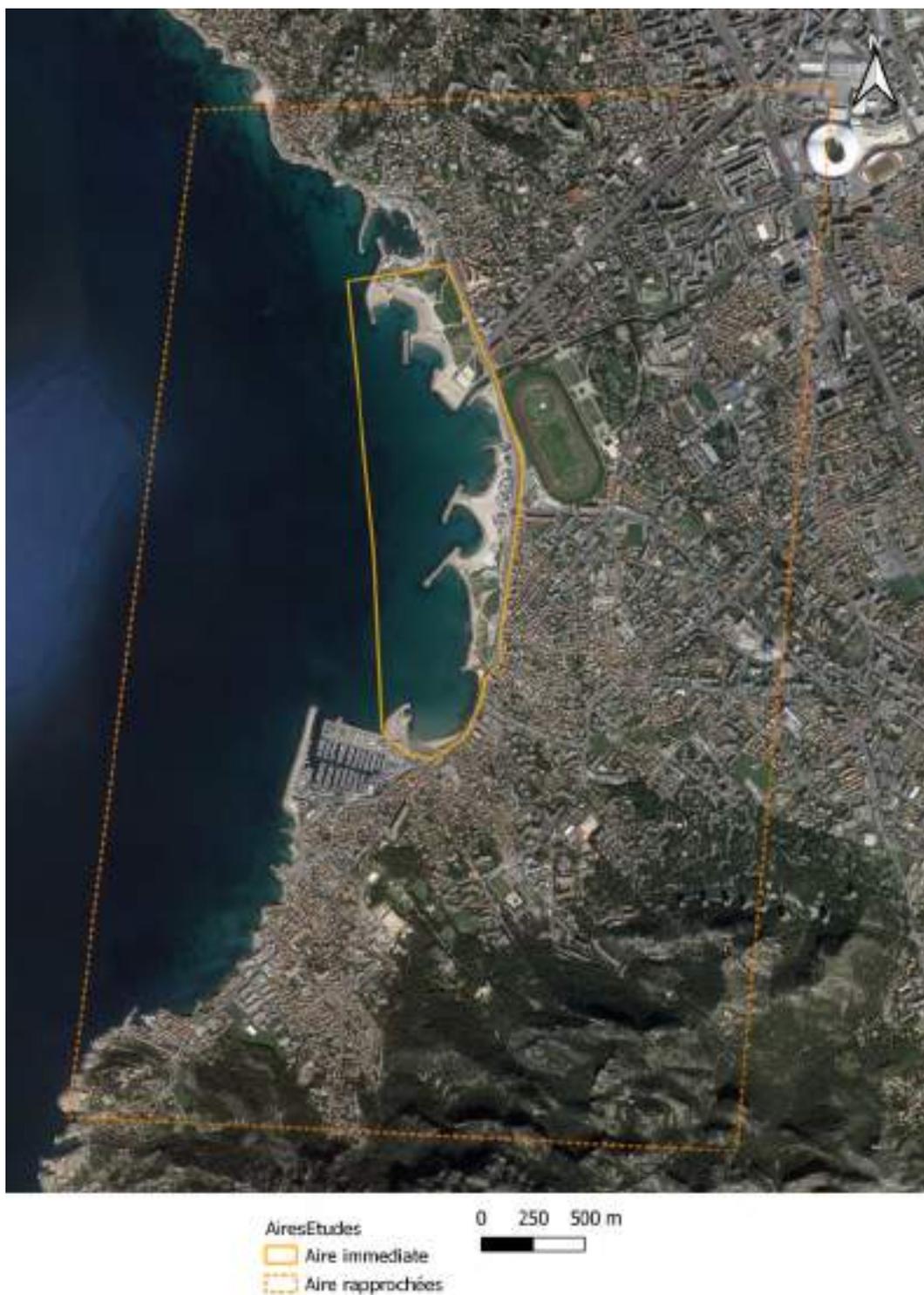


FIGURE 2 DÉFINITION DES AIRES D'ÉTUDES

4.2 - Milieu physique terrestre

4.2.1 - Climat

Les données climatiques annuelles sont recensées par la station de Marseille-Marignane.

4.2.1.1 - Température et ensoleillement

La moyenne des températures minimales enregistrée sur la période de 1981 à 2010 est de 10,8°C et de 20,2°C pour les températures maximales. Sur la période de 1991 à 2010, il est recensé un total de 169,85 jours présentant une moyenne élevée d'ensoleillement.



FIGURE 3 : VALEURS MENSUELLES MOYENNES D'ENSOLEILLEMENT À LA STATION MARSEILLE - MARIGNANE (SOURCE MÉTÉOFRANCE)

4.2.1 2 - Pluviométrie

En région méditerranéenne, la pluviométrie est caractérisée par des orages très violents qui peuvent provoquer de nombreux dégâts liés à un sous dimensionnement des réseaux d'assainissement pluvial et notamment au niveau du secteur d'étude où le réseau unitaire date du début du siècle.

Si à Marseille, la pluviométrie annuelle est l'une des plus faibles en France, les pluies sont souvent importantes en automne avec des maximums de précipitations en septembre et octobre (hauteur moyenne = 77,1 mm pour le mois de septembre). Les minimums se situent au mois de juillet (9,2 mm en moyenne).

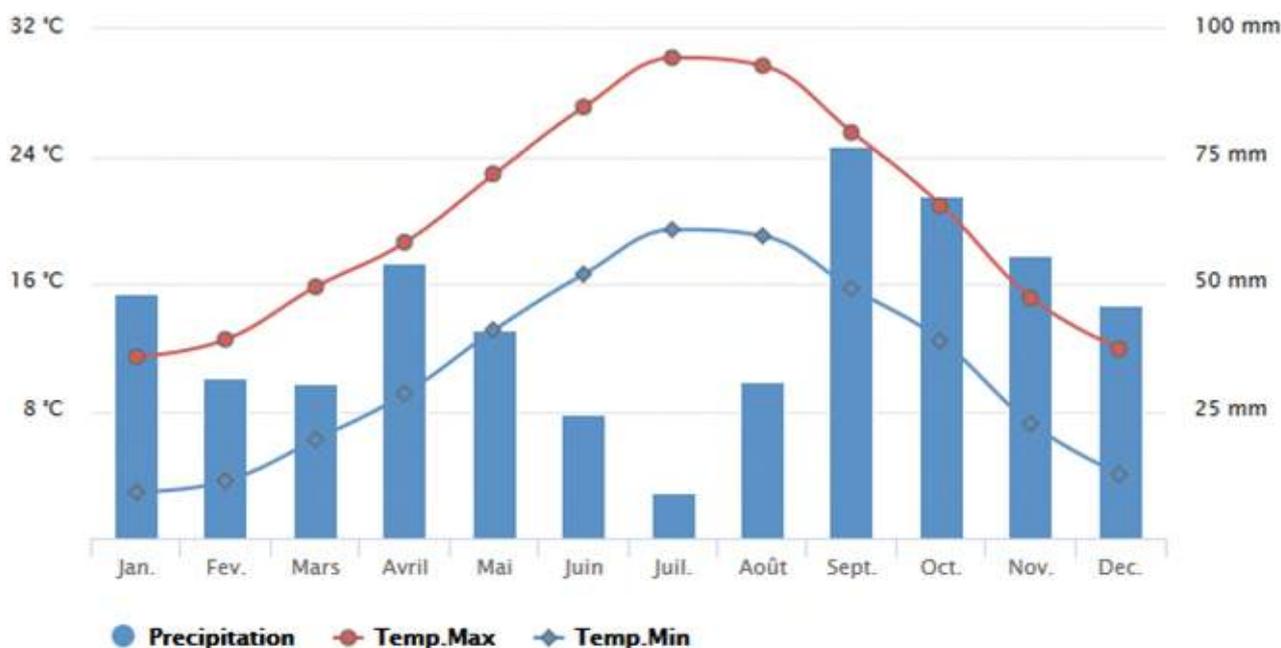


FIGURE 4 : CUMUL MENSUEL MOYEN DES PRÉCIPITATIONS (SOURCE MÉTÉOFRANCE SUR LA PÉRIODE 1981-2010)

4.2.1.3 - Régime des vents

Le secteur d'étude est soumis à l'influence de deux grands vents dominants :

- Le Mistral, vent de Nord-Nord-Ouest souvent puissant et prédominant sur la ville de Marseille. A la station Météo-France de Marseille-Longchamp, l'axe de fréquence maximal de ce vent se situe sur l'azimut 320°. Les vents de Mistral supérieurs à 5 m/s et d'azimuts compris entre 300° et 340° représentent 18 % des vents (près de 28 % des vents, toutes vitesses confondues).
- Les vents d'Est à Sud-Est, dont les azimuts se situent entre 100° et 160°. Ils représentent environ 20 % des vents sur la ville de Marseille.

La position du site en bordure de littoral se caractérise également par l'apparition de brises marines. La figure suivante récapitule la fréquence des vents enregistrés à la station de Marseille-Longchamp entre 2000 et 2009, répartis en fonction des groupes de vitesse et du pourcentage de direction.

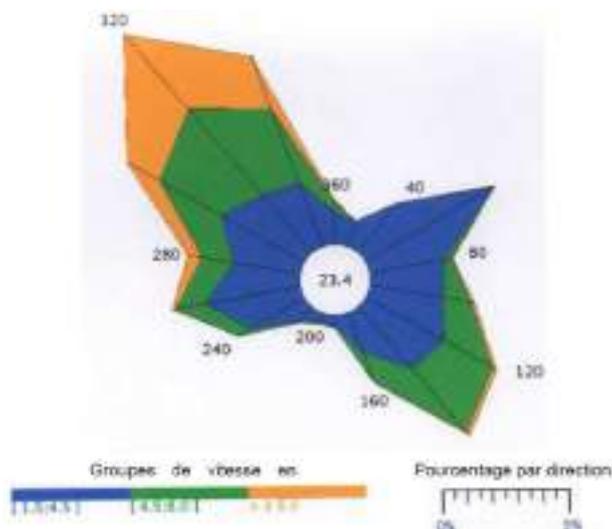


FIGURE 5: ROSE DES VENTS, STATION MARSEILLE-LONGCHAMP DE 2000 À 2009

4.2.2 - Sol et sous-sol

4.2.2.1 - Géologie

L'aire d'étude appartient à l'estuaire de l'Huveaune. Dans sa partie aval, le fleuve sillonne dans son lit majeur formant une plaine littorale. Repérable en gris clair sur la carte ci-dessous, cette dernière est constituée d'alluvions arrachées aux massifs montagneux environnants et charriées par le fleuve pendant des millénaires. La partie marine est tapissée de sables fins de fonds de baie.

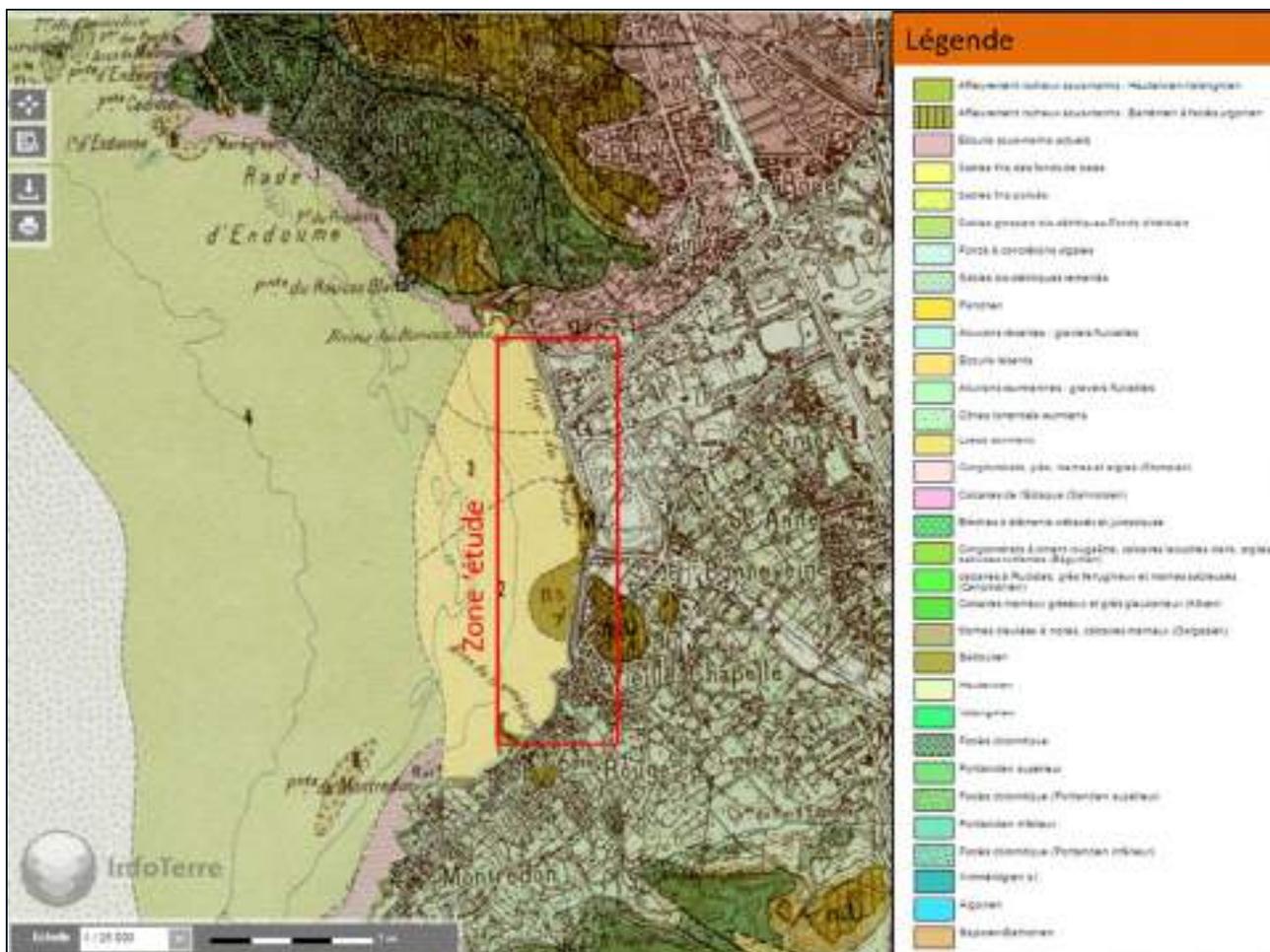


FIGURE 6 EXTRAIT DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DU BRGM N° 1044

L'aire d'étude ayant fait l'objet par le passé d'importants aménagements, une forte épaisseur de terrains anthropiques est rencontrée en couverture des terrains naturels constitués par les alluvions de la plaine littorale de l'Huveaune. Une surface de 40 ha a été gagnée sur la mer grâce à l'apport de remblais de plus de 15 m d'épaisseur issus du percement de la deuxième ligne de métro et du deuxième collecteur de dévoiement de l'Huveaune.

4.2.2.2 - Topographie

L'aire d'étude se situe au sein de la plaine alluviale de l'Huveaune, de ce fait la topographie du site est assez plane.

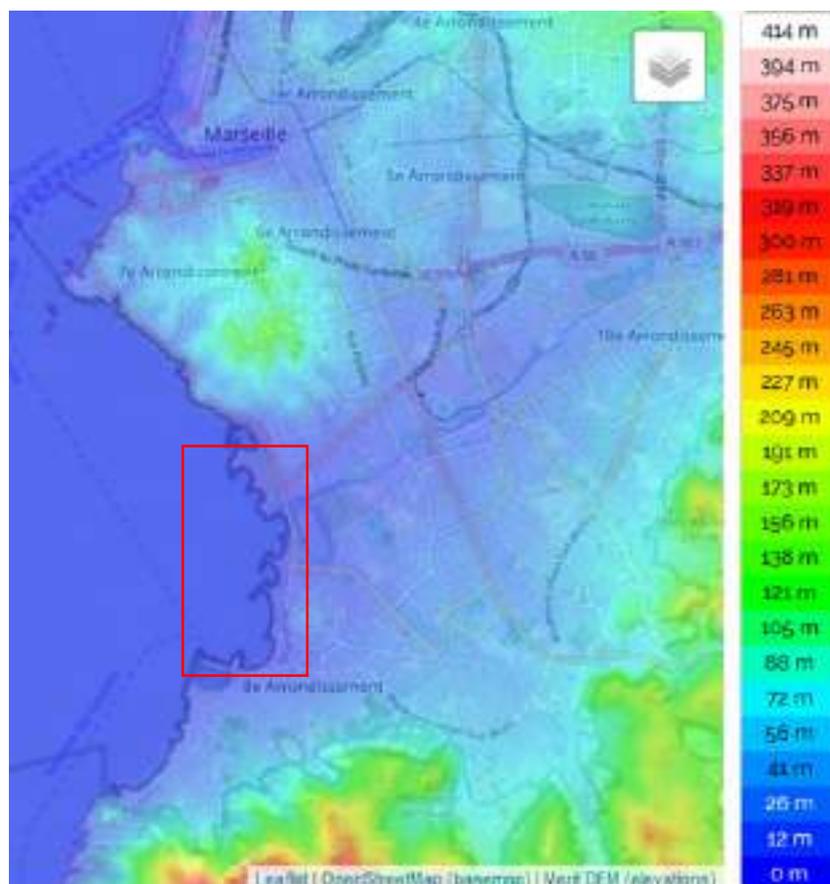


FIGURE 7 TOPOGRAPHIE DE L'AIRE D'ÉTUDE (SOURCE TOPOGRAPHIC-MAP-2021 DEMS MODÈLE)

4.2.3 - Hydrologie

4.2.3.1 - Cours d'eau

L'aire d'étude est marquée par la présence de l'embouchure naturelle du fleuve de l'Huveaune. C'est un petit fleuve côtier d'une longueur de 52 km, prenant sa source dans le massif de la Sainte-Baume. Au XIX^e siècle, le fleuve a servi à collecter les rejets urbains (réseau unitaire) mais également les rejets agricoles et industriels de la vallée de l'Huveaune située à l'est de la ville. En 1954, il a été dévié depuis le barrage de La Pugette pour acheminer les eaux usées au sud de la ville à la Calanque de Cortiou. En 1987, les eaux usées sont traitées avant rejet par une station d'épuration dotée d'un traitement biologique depuis 2008.

Son bassin versant s'étend à l'est, jusqu'au massif de la Sainte-Baume, au nord jusqu'au massif de l'Etoile et du Garlaban et au sud jusqu'au massif des Calanques. Il constitue un territoire d'une superficie supérieur à 520 km².



FIGURE 8 CARTE DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DANS L'AIRE D'ÉTUDE (SOURCE GEOPORTAIL 2020)

4.3.3.2 - Réseau pluvial

D'après les documents issus du Plan Local d'Urbanisme de la ville de Marseille, l'aire d'étude est interceptée par différents rejets du réseau pluvial (cf figure suivante):

- L'exutoire de l'Huveaune,
- Au niveau de la plage Borély,
- Au niveau de la Pointe Rouge.

Pluvial et unitaire
Huveaune

Pluvial Borély

Pluvials Pointe Rouge



FIGURE 9 CARTE DU RÉSEAU PLUVIAL DE LA VILLE DE MARSEILLE (SOURCE PLU)

4.2.3.3 - Réseau d'assainissement de la ville de Marseille

Le réseau d'assainissement de la ville de Marseille est de type unitaire au niveau du centre-ville et séparatif sur sa périphérie. Le réseau des eaux usées est composé de réseaux principaux débouchant à la station d'épuration. Il s'agit du Collecteur Littoral Nord, du Collecteur périphérique, des collecteurs des vallées de l'Huveaune et du Jarret et du Collecteur Littoral Sud. La collecte des eaux usées de la commune de Marseille est assurée par un linéaire de 2 000 km de réseaux d'eaux d'assainissement dont 350 unitaire, 1000 en sanitaire, 600 en pluvial et 50 en ruisseaux.

La construction du bassin Ganay, entré en service en septembre 2017, a permis d'abaisser la ligne d'eau sur l'amont de l'Emissaire 1. Le rapport final du Schéma de Modernisation du Réseau Unitaire II (SMUR II) montre une réduction de 18% du volume déversé dans le secteur Prado/Borély pour une pluie de période de retour 1 an grâce au bassin Ganay.



FIGURE 10 PLAN DU RÉSEAU D'EAUX USÉES À PROXIMITÉ DE LA ZONE DE BAINNADE BORÉLY (SOURCE SERAMM)

4.3 - Milieu physique marin

4.3.1 - Conditions océanographiques

4.3.1.1 - Niveaux d'eau

4.3.1.1.1 - Niveau de référence

L'ensemble des cotes altimétriques évoquées dans cette étude sera rapporté au zéro NGF ou zéro du nivellement général français, situé environ 0.33 m au-dessus du zéro hydrographique correspondant au niveau des plus basses mers (soit 0 m NGF = + 0.33 m ZH).

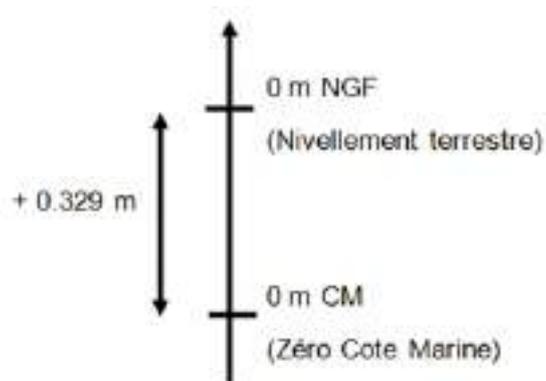


FIGURE 11 RÉFÉRENTIEL ALTIMÉTRIQUE À MARSEILLE (CORNICHE)

4.3.1.1.2 - Marée astronomique

La variation du niveau des eaux liées à la marée astronomique est faible, inférieure à 0,5 m (milieu microtidal). La marée est de type semi-diurne avec une légère inégalité diurne.

TABLEAU 2 : NIVEAUX CARACTÉRISTIQUES DE LA MARÉE À MARSEILLE

Marseille (Corniche)	Niveau (m NGF)	Niveau (m ZH)
PHMA (Plus Haute Mer Astronomique)	0,37	0,70
NM (Niveau Moyen)	0,16	0,49
PBMA (Plus Basse Mer Astronomique)	- 0,06	0,27

4.3.1.1.3 - Surcotes et décotes

Le niveau d'eau subit des variations plus importantes sous l'effet du vent et des dépressions atmosphériques (marée météorologique). La surcote météorologique est la différence positive entre la marée prédite et la hauteur d'eau observée. Les surcotes sont liées au passage dépressionnaire de la tempête (effet de barométrique inverse, surélévation due au vent - *wind setup* - et effet dynamique lié à la vitesse de déplacement de la dépression). Enfin, la configuration du littoral joue un rôle important, dans la mesure où les effets dynamiques dus aux vents, aux courants, au déferlement des vagues, sont très dépendants de la morphologie du rivage.

Lors des tempêtes, les deux effets générateurs de surcotes (dépression et vent de mer) coexistent et de ce fait, toute tempête survient avec des niveaux hauts de la mer.

TABLEAU 3 : ESTIMATION DES SURCOTES EXTRÊMES DE MARSEILLE (CETMEF, 2013)¹

Loi exponentielle – seuil 30 cm :

Période de retour Ts (ans)	5	10	20	50	100	1000
Surcote horaire (cm)	78	89	99	113	124	158
Intervalle de confiance à 70%	72 - 85	81 - 96	91 - 108	103 - 124	112 - 135	142 - 174

Loi GPD – seuil 24 cm :

Période de retour Ts (ans)	5	10	20	50	100	1000
Surcote horaire (cm)	76	85	93	104	111	134
Intervalle de confiance à 70 %	69 - 83	75 - 94	80 - 106	85 - 122	88 - 134	93 - 175

On constate par exemple que, pour une période de retour décennale ($T_r = 10$ ans), les valeurs de surcotes atteignent environ 85 cm. La surcote de pleine mer maximale observée sur la période considérée a été de 89 cm le 28/12/1999.

¹ Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. Analyse des surcotes extrêmes le long des côtes métropolitaines. CETMEF (Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales), 2013.

4.3.1.1.4 - Niveaux d'eau extrêmes

Les niveaux d'eau extrêmes à Marseille référencés au niveau moyen en 2000, ainsi que ceux finalement retenus tenant compte des évolutions séculaires à l'horizon 2050 sont reportés dans le tableau suivant.

TABLEAU 4 : NIVEAUX D'EAUX EXTRÊMES (EN M NGF)

Période de retour T_r (ans)	10	50	100
Niveaux d'eau extrêmes (m NGF) (réf. année 2000)	1,07	1,21	1,26
Niveaux d'eau extrêmes en 2050 (+ 36 cm) (m NGF)	1,43	1,57	1,62

4.3.1.2 - Houles et mers du vent

4.3.1.2.1 - Définition des termes techniques

TABLEAU 5 TERMES TECHNIQUES LIÉS À LA HOULE

Déferlement	Le déferlement des vagues est la déformation rapide du profil de l'onde, associé à la production de turbulence. L'onde qui déferle perd ainsi son énergie. outre la production d'énergie turbulente, le déferlement aboutit aussi à un transfert de quantité de mouvement : c'est le déferlement des vagues qui est la cause principale de l'accélération des courants de surface que l'on associe au vent (le vent génère les vagues qui génèrent le courant), ainsi que le courant de dérive littorale.
Direction moyenne	Direction moyenne de provenance des vagues dans le cas d'une houle aléatoire L'angle est compté positivement, suivant le sens des aiguilles d'une montre, entre le Nord géographique et la direction de provenance des vagues.
H_s ou $H_{1/3}$	Hauteur significative (H_s) des vagues (crête à creux) issue de l'analyse spectrale d'un signal de houle. H_s est à peu près équivalente à la hauteur moyenne du 1/3 des plus grosses vagues d'une tempête. Si une tempête génère 100 vagues, on relève les hauteurs crête à creux des 33 plus grosses et on calcule leur hauteur moyenne pour obtenir $H_{1/3}$.
H_{m0}	Estimation de la hauteur significative des vagues à partir du moment d'ordre zéro de la densité spectrale.
H_{smax}	Hauteur significative maximale rencontrée lors d'une journée de forte houle. La hauteur significative H_s étant donnée toutes les heures ou toutes les 3h par les mesures in-situ ou les modèles, H_{smax} est la valeur maximale de hauteur significative des vagues enregistrées durant 1h à 3h à l'apogée de la tempête.
H_{max}	Hauteur maximale atteinte par une vague apparaissant dans un enregistrement temporel de houle. Sur un enregistrement de plusieurs dizaines de milliers de vagues, H_{max} peut statistiquement atteindre $1.8 \times H_s$ (en Méditerranée), voire $2 \times H_s$ (dans les océans).
Réfraction	La diminution de la célérité avec la profondeur conduit à des phénomènes de réfraction. Un élément de crête arrivant obliquement par rapport aux isobathes (lignes d'égale profondeur) possède une extrémité qui se trouve sur une profondeur inférieure à celle de l'autre extrémité. Les longueurs d'onde étant différentes, la crête bascule de manière à se rapprocher de la direction de l'isobathe. De manière imagée on dit que les hauts fonds freinent les vagues.
Shoaling	Gonflement des houles avec la remontée des fonds marins
Surcote	Niveau d'eau associé à une tempête (au-dessus du niveau moyen des eaux)
T_p	Période Pic (temps de passage entre deux crêtes) issue de l'analyse spectrale d'un signal de houle
T_{pmax}	Période Pic maximale sur le signal

4.3.1.2.2 - Exposition de l'aire d'étude

Comme illustré sur la figure suivante, le littoral de l'aire d'étude est en partie protégé par l'archipel du Frioul au Nord-Ouest, par les hauts-fonds du Planier à l'Ouest et par les Goudes et l'île Maire au Sud. Il est orienté globalement Nord-Sud et est principalement exposé aux houles et mers du vent de secteur Ouest à Sud-Ouest, ainsi qu'aux clapots de Nord-Ouest levés entre le Frioul et les plages du Prado par temps de Mistral.

Par rapport aux principales conditions météorologiques :

- Les tempêtes de Mistral génèrent des houles de Nord-Ouest au large qui réfractent et diffractent autour du Frioul et qui arrivent quasiment Ouest devant les ouvrages. Ce même Mistral génère localement des clapots (entre Frioul et les plages) qui arrivent Nord-Ouest.
- Les tempêtes de secteur Est à Sud-Est n'arrivent pas sur le site qui est protégée par les Goudes et l'île Maire.
- Les houles et mers du vent de secteur Ouest à Sud-Ouest, plus rares, sont contrariées par les hauts-fonds du Planier qui peuvent atténuer ou concentrer l'énergie dans la rade.

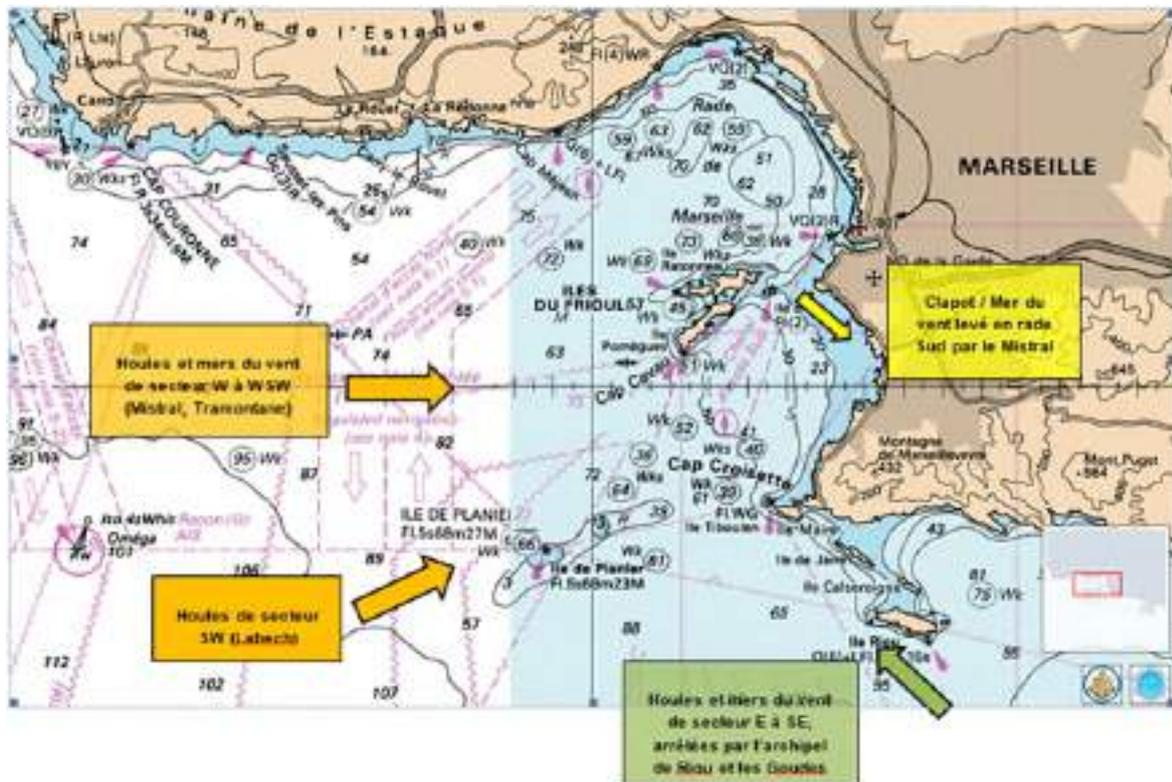


FIGURE 12 CONDITIONS D'EXPOSITION AUX HOULES DE L'AIRES D'ÉTUDE

D'après les statistiques des états de mer globaux au large (-70 m) établies sur la base des données modélisées à partir des vents Météo-France sur la période 2009-2012 (4 années),

- Les houles les plus fortes au large de Marseille proviennent des deux secteurs principaux suivants :
 - les houles en provenance du secteur WSW N220°-N270°,
 - les houles en provenance du secteur SSE N120°-N160°.
- Sur la période 2009-2012, les houles les plus fortes ont atteint :
 - environ $H_{m0} = 4.5$ m pour le secteur Sud-Ouest compris entre N250° et N270°, avec des périodes de pic de l'ordre de 9 à 11 s ;

DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE AU TITRE DE L'ARTICLE L.181-1 À L.181-4 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

- environ $H_{m0} = 4.0$ m pour le secteur Sud-Est compris entre $N120^\circ$ et $N160^\circ$, avec des périodes de pic de l'ordre de 9 à 12 s.

Les états de mer en provenance du Sud-Est n'atteignent pas l'aire d'étude, protégée par les Goudes et l'île Maire. Ainsi, les houles au large les plus dommageables et qui seront considérées dans le cadre des calculs de dimensionnement des ouvrages de protection contre l'érosion, sont les houles de secteur $N220^\circ$ - $N270^\circ$.

4.3 1.2 3 - Houles à la côte

Les clapots ou mers du vent levés en baie du Prado par les vents de secteur Nord-Ouest ont été évalués sur la base des données de vent disponibles à l'entrée Sud du Port (4 années)². Des fetchs, distance sur laquelle agit le vent ont été définis pour plusieurs secteurs directionnels, en considérant que les mers du vent levées en rade Nord ne traversent quasiment pas la passe située entre Endoume et le Frioul.

On constate pour les mers du vent levées en baie du Prado que :

- les clapots les plus forts sur l'aire d'étude proviennent principalement du secteur $N310^\circ$ - $N330^\circ$;
- sur la période 2009-2012, les clapots les plus forts ont atteint environ $H_s = 1$ m, associés à une période de pic de l'ordre de 3 à 4 s.

Les états de mer du large définis pour les tempêtes de périodes de retour 1 an et 100 ans définies précédemment ont été propagés grâce à un modèle numérique (logiciel SMC-MOPLA)³ jusqu'au droit de l'aire d'étude.

Les résultats sont donnés sous la forme de plans de vagues présentant de manière synthétique les hauteurs et direction moyenne de la houle sur l'aire d'étude, ainsi que des vues 2D synthétiques de la surface libre. Ces cartes mettent notamment en évidence les zones de concentration de l'énergie de la houle sur la zone de projet.

À l'approche du rivage, la houle incidente est réfractée par les fonds marins. Lorsque la houle arrive près des côtes, les crêtes des vagues tendent à s'aligner avec les lignes iso-bathymétriques et tournent de manière à atteindre la côte avec un angle de plus en plus proche de la normale à celle-ci. Ce phénomène est visible sur tout le littoral étudié, en particulier à l'approche de la plage de la Pointe Rouge où la houle s'oriente plus nettement vers le Sud-Est, tandis qu'elle s'oriente plutôt au Nord-Est au niveau des plages du Roucas (cf. figures suivantes), et est amplifiée pour les houles de plus grande période.

² Méthode SMB 1973 (Sverdrup-Munk-Bretschneider)

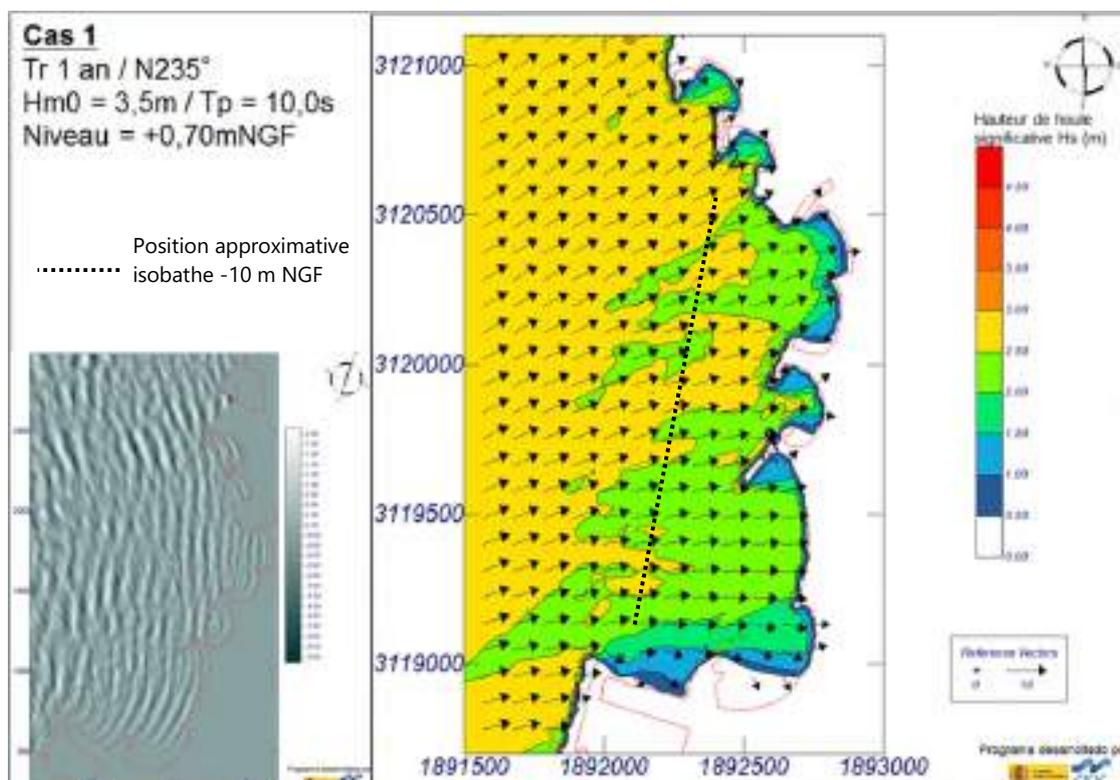
³ Le logiciel SMC-MOPLA, en appui à l'expertise de cette étude, fait partie de la suite logicielle SMC (Système de Modélisation Côtière) développé par l'université de Cantabrie (Espagne) dans le cadre du projet de recherche : "Modèle d'Aide à la Gestion du Littoral" développé par le Ministère de l'Environnement Espagnol. Cette suite logicielle permet, à partir d'un ensemble de documents et d'outils numériques, d'analyser, de façon simple et structurée la stabilité, la fonctionnalité de plages existantes, mais aussi de dimensionner des aménagements, concevoir des rechargements artificiels, et évaluer l'impact d'ouvrages sur les plages adjacentes (évolution de la position du trait de côte, etc.).

Le modèle numérique MOPLA utilisé calcule la propagation des états de mer (houle aléatoire multidirectionnelle) entre le large et la plage en prenant en compte les phénomènes locaux de réflexion/diffraction sur les fonds et les ouvrages littoraux mais aussi les phénomènes de shoaling et déferlement des vagues. Ainsi MOPLA permet de connaître les zones de concentrations et de dissipations d'énergie et calcule la hauteur de houle à la côte.

À partir des données de houle transférées du large au rivage, ce modèle permet également de calculer les courants induits en zone de déferlement qui sont le moteur principal des évolutions des plages et des petits fonds marins, et peut finalement en déduire les mouvements sédimentaires potentiels à court terme (événements de durée inférieure à 72 h).

Néanmoins, les fonds remontant lentement sur la zone, la direction des houles à la côte est peu dépendante de la période de houle et varie donc peu parmi les cas simulés. Les houles atteignent le rivage avec un angle sensiblement frontal en tous points du littoral étudié.

L'effet de la réfraction est néanmoins visible sur les zones de concentration/expansion d'énergie, induisant une légère variabilité dans les hauteurs de houle au droit des différents ouvrages de protection. La bathymétrie est cependant relativement régulière le long de la zone de projet, avec des isobathes sensiblement parallèles au rivage. La hauteur de houle le long de la zone étudiée est de fait plus dépendante de la direction de provenance au large, comme le montrent les éléments graphiques qui suivent.



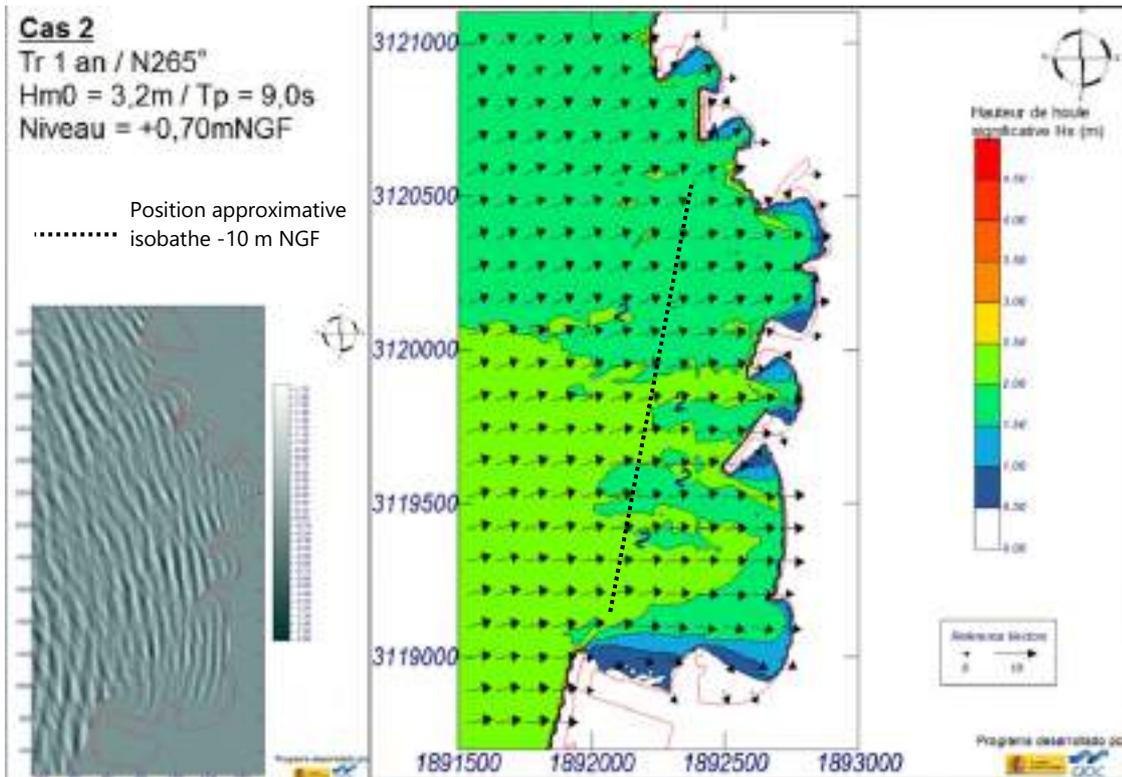
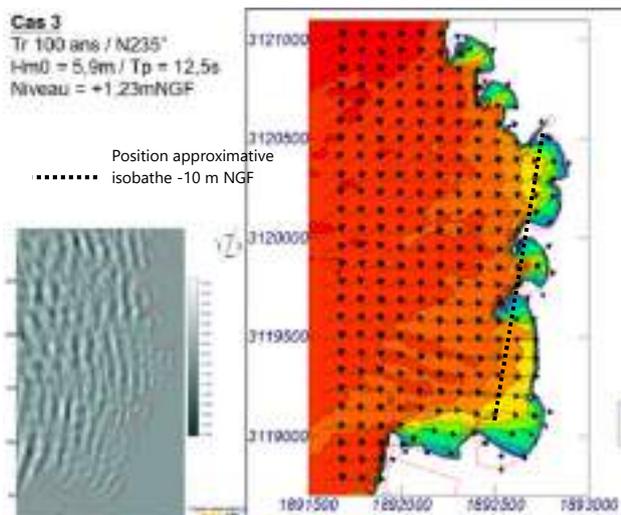


FIGURE 13 : PLANS DE VAGUES POUR UNE GOULE ANNUELLE DE SECTEUR SUD-OUEST ET OUEST

Les secteurs Nord sont plus exposés en cas de houle de secteur Sud-Ouest, tandis que les secteurs Sud sont plus exposés en cas de houle de secteur Ouest. La direction moyenne de la houle à la côte est néanmoins sensiblement la même dans les deux cas.



Analyse :

Un niveau d'eau bas induit essentiellement une concentration d'énergie plus importante sur la partie Sud de l'aire d'étude.

Autour de l'isobathe – 10 m NGF, la hauteur de houle est principalement dépendante de la la hauteur de houle au large.

Néanmoins, à l'approche de la côte, la houle va commencer à déferler, ici dans des fonds voisins de – 5 m NGF, c'est-à-dire à proximité ou avant les ouvrages de protection de l'aire d'étude. Ce phénomène est mis en évidence sur les images ci-contre par l'atténuation des hauteurs de houle au rivage. De ce fait, la houle au droit des ouvrages est peu dépendante de la hauteur de houle au large, et sera plus importante pour un niveau d'eau plus haut.

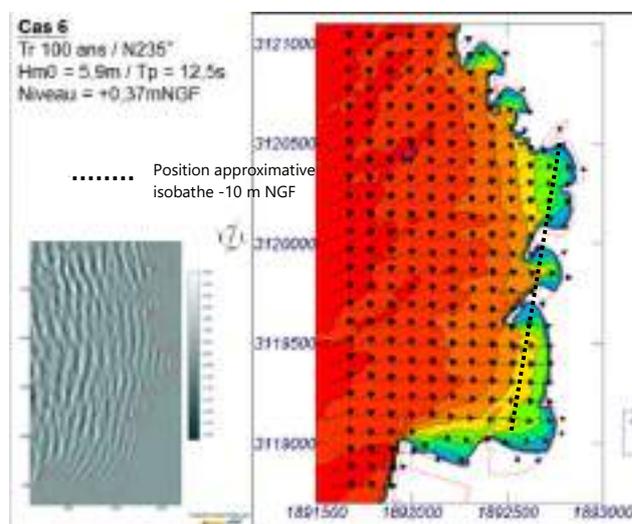
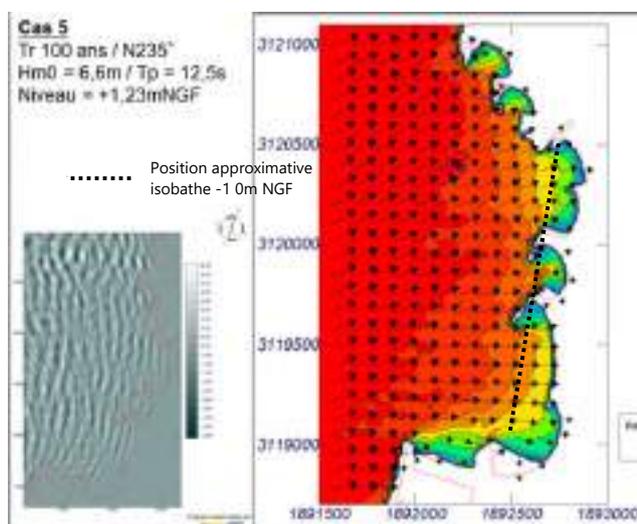


FIGURE 14 : PLANS DE VAGUES POUR UNE HOULE CENTENNALE DE SECTEUR SUD-OUEST

4.3.1.3 - Courantologie

Les courants sur l'aire d'étude résultent essentiellement de l'action du vent et de la houle.

4.3.1.3.1 - Circulation générale

Dans la rade de Marseille, les très faibles marnages n'entraînent pas de courants de marée influençant la circulation générale des eaux. La situation du golfe de Marseille, en retrait de la ligne générale du littoral provençal, le place à l'écart de la circulation générale des masses d'eau de la Méditerranée occidentale. En particulier, il ne subit pas directement l'action du courant liguro-provençal dont la limite d'extension est située au large. Cependant, l'influence indirecte de ce courant dans le golfe de Marseille n'est pas nulle puisqu'il peut induire un contre-courant (dit de la Nerthe) contribuant, avec les vents dominants, à l'établissement de circulations locales.

Suivant la direction et l'intensité des vents, on distingue trois types de situations correspondant respectivement aux régimes de beau temps, de Nord Nord-Ouest (vent de Mistral) et d'Est Sud-Est.

4.3.1.3.2 - Régime de beau temps

Le régime de beau temps est observé principalement en été et au début de l'automne. La circulation est alors influencée par le contre-courant de la Nerthe. Dans la rade sud, les courants de surface s'écoulent en direction du Sud vers le large. Les eaux de fond créent un courant compensatoire.

Dans la rade Nord de Marseille, les eaux superficielles et intermédiaires, sur les trente premiers mètres, forment deux cellules tourbillonnaires de sens opposé. La cellule située la plus à l'Est tourne dans le sens horaire. La vitesse d'écoulement est de l'ordre de 0.1 m/s.

Les eaux de fond circulent en sens inverse et forment un courant compensatoire de vitesse inférieure (0.05 à 0.07 m/s) se dirigeant vers le large suivant la pente des fonds. Une partie des eaux de surface et de fond située au droit de l'entrée du Vieux-Port se dirigent vers la rade sud de Marseille.

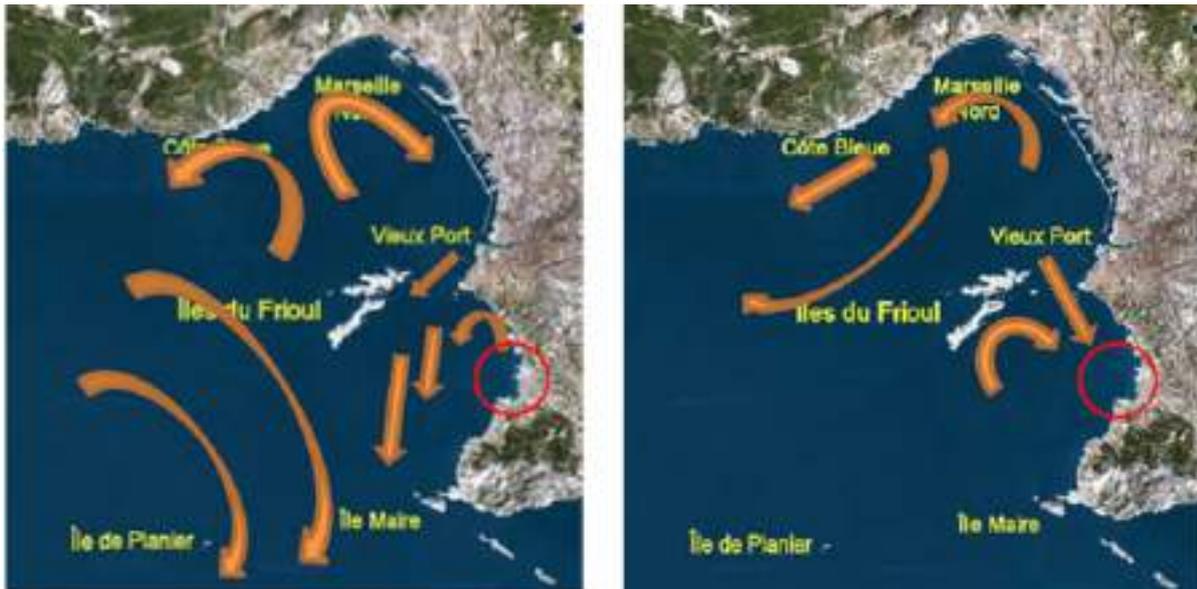


FIGURE 15 : CIRCULATION DES EAUX DU GOLFE DE MARSEILLE EN SURFACE (GAUCHE) ET AU FOND (DROITE) PAR TEMPS CALME (SOURCE BETREM / EDF SUD INGÉNIERIE, 1992 IN CRÉOCÉAN 2003)

4.3.1.3.3 - Régime de Nord Nord-Ouest

Le régime de Nord Nord-Ouest (vent de Mistral) induit une circulation des eaux de surface des deux rades vers le large en direction du Sud. Le passage des eaux entre la rade Nord et la rade Sud se fait entre l'archipel du Frioul et la côte. Le flux des eaux de surface provoque la création d'un contre-courant de fond avec remontée d'eaux profondes à la côte.

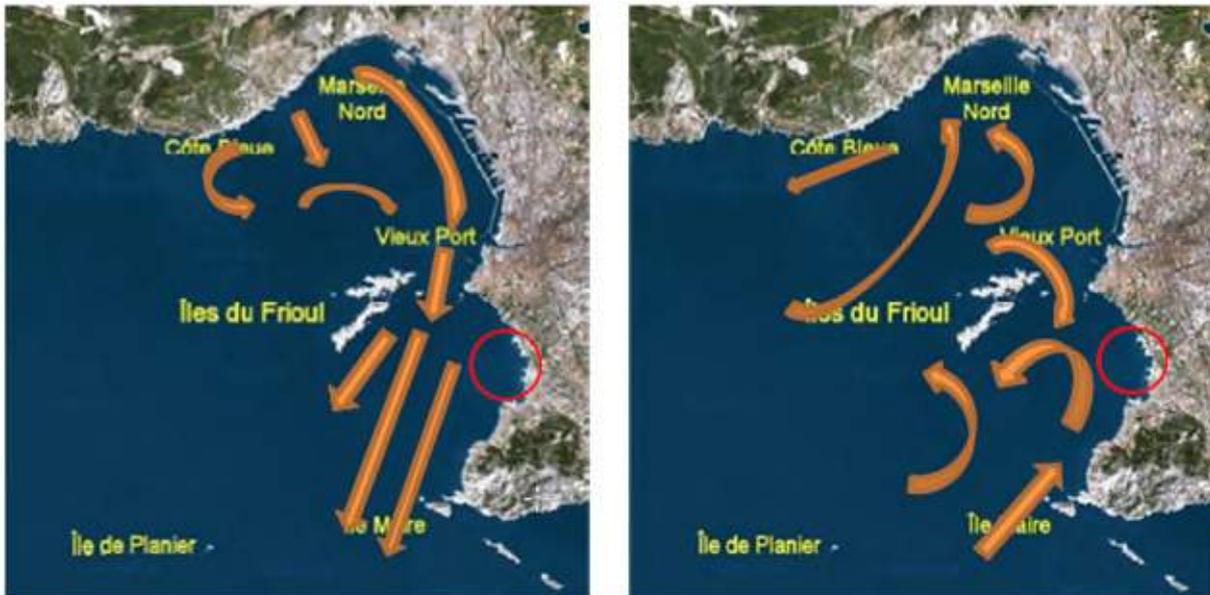


FIGURE 16 : CIRCULATION DES EAUX DU GOLFE DE MARSEILLE EN SURFACE (GAUCHE) ET AU FOND (DROITE) PAR VENT DE NORD-NORD-OUEST (● : ZONE DU PROJET) (SOURCE : BETEREM / EDF SUD INGÉNIERIE, 1992 IN CROCEAN, 2003)

4.3.1.3.4 · Régime d'Est-Sud-Est

Le régime d'Est-Sud-Est engendre une circulation inversée par rapport à celle observée par Mistral. Les eaux de surface se dirigent vers le Nord et un courant de retour se met en place en profondeur, vers le large. Les vitesses observées proches de la surface sont de l'ordre de 0.10 à 0.15 m/s dans le Nord du golfe.



FIGURE 17 CIRCULATION DES EAUX DU GOLFE DE MARSEILLE EN SURFACE (GAUCHE) ET AU FOND (DROITE) PAR VENT D'EST - SUD EST (● : ZONE DU PROJET) (SOURCE : BETEREM / EDF SUD INGÉNIERIE, 1992 IN CROCEAN., 2003)

Les circulations décrites ci-dessus sont valables en régime établi : il existe en réalité de nombreuses situations transitoires.

4.3.1.3.5 - Courants de dérive liés à la houle

A la côte, la houle est le principal moteur des mouvements sédimentaires (avec le vent, en partie émergée dans le cas des plages de sable fin).

Les courants de dérive liés à la houle ont fait l'objet d'une modélisation numérique avec le logiciel SMC-MOPLA afin de préciser la

dynamique sédimentaire induite par les vagues. Quatre cas de houles ont été retenus dans la configuration actuelle de l'aire d'étude. Ces conditions sont représentatives d'états de mer d'occurrence environ mensuelle à annuelle au large du site. Elles sont reportées dans le tableau suivant.

TABEAU 6 : CARACTÉRISTIQUES DES ÉTATS DE MER AU LARGE DE L'AIRE D'ÉTUDE RETENUS POUR LES MODÉLISATIONS NUMÉRIQUES HYDRODYNAMIQUES

Cas	Objectif	Période de retour	Direction	H _{m0} (m)	T _p (s)	Niveau d'eau (m NGF)
M1	Conditions usuelles modérées / Appréhension de la dynamique littorale en tempête	1 mois	N235°	2.20	8	0.37
M2			N265°	2.20	7	
1	Conditions usuelles fortes / Appréhension de la dynamique littorale en tempête	1 an	N235°	3.50	10	0.70
2			N265°	3.20	9	

Les résultats sont présentés en Annexe du rapport des études préalables⁴ au travers de cartes des vitesses du courant lié au déferlement de la houle, avec la direction matérialisée par des vecteurs.

Les courants de dérive varient en intensité et direction selon le secteur d'origine des houles, leur hauteur, et leur période. Néanmoins, on constate sur les figures suivantes ci-après que :

- la circulation liée à la houle est complexe sur la zone, avec de nombreuses gyres, en particulier au niveau des plages de l'Huveaune, Borély et Pointe Rouge ;
- la dérive littorale atteint des vitesses maximales de l'ordre de 0.1 à 0.2 m/s pour des événements mensuels de secteurs ouest et sud-ouest, et jusqu'à environ 0.5 m/s localement pour des houles annuelles de secteur sud-ouest et ouest, dans une moindre mesure. Les vitesses les plus fortes sont atteintes le long de l'épi séparant les plages de l'Huveaune et de Borély ;
- pour les cas de houle simulés, la dérive littorale est systématiquement orientée vers le Nord le long de la plage de l'Huveaune, vers le Sud le long de la plage Borély et vers le Sud-Ouest le long de la plage de Pointe Rouge.
- dans le cas de houles de secteur Sud-Ouest, une dérive orientée vers le Sud apparaît le long du littoral de la Vieille Chapelle, se poursuivant pour partie vers la plage de Pointe Rouge, pour partie vers le port de Pointe Rouge ;
- La circulation à l'intérieur de l'anse de Bonneveine est moins évidente, avec néanmoins des vitesses plus importantes au centre de la plage et à l'entrée de l'anse entre les deux brise-lames ;
- Plus au nord, au niveau des plages du Roucas et de David, la circulation induite par les houles de secteurs Ouest et Sud-Ouest est relativement réduite.

⁴ Ville de Marseille. Etudes préalables. Egis, avril 2017.

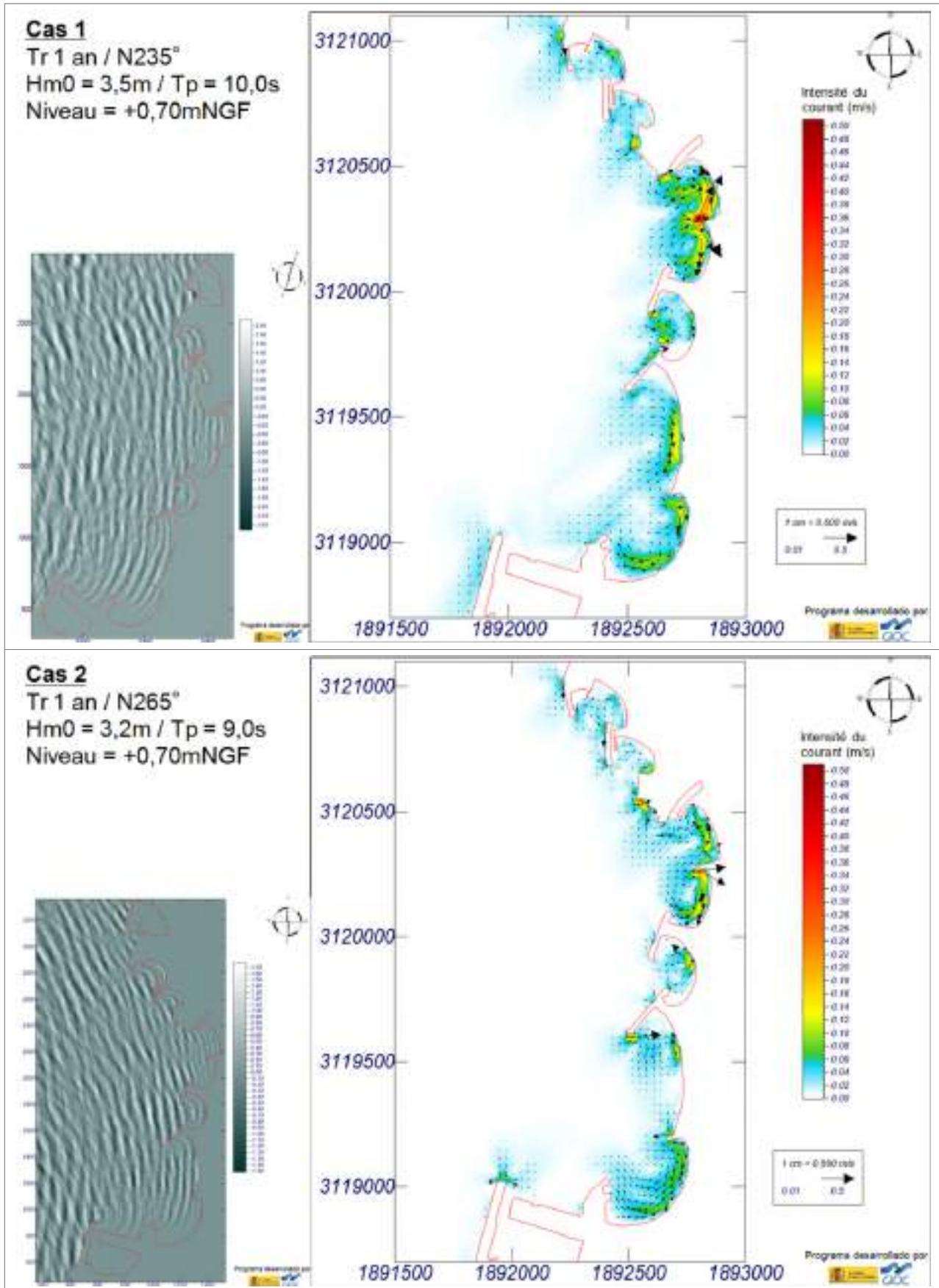


FIGURE 18 : CIRCULATION LITTORALE INDUITE SUR LA ZONE DE PROJET À L'ÉTAT ACTUEL PAR LES HOULES DE TEMPÊTE ANNUELLES DE SECTEUR SUD-OUEST (HAUT) ET OUEST (BAS) AU LARGE

4.3.2 - Géomorphologie de la zone côtière

4.3.2.1 - Zonage morpho-sédimentaire

L'étude de l'évolution du trait de côte des Bouches du Rhône réalisée en 2009⁵, propose un découpage de l'aire d'étude basé sur des entités définies dans le cadre du SDAGE bassin Rhône Méditerranée et bassin Corse (1996) : d'une part, les zones homogènes⁶ et d'autre part, les cellules hydrosédimentaires⁷. Ainsi, tout aménagement réalisé au sein d'une cellule n'aura d'impact sur les littoraux avoisinants situés dans cette même cellule. Les grands estuaires, les caps et ouvrages littoraux suffisamment avancés en mer constituent les limites classiques pour ce type de segmentation.

L'aire d'étude se situe dans la zone homogène 19 : « Rade de Marseille (du tunnel du Rove au cap Croisette) ». Le littoral de cette zone est marqué par une alternance de :

- petites plages de poche, en pied de côte rocheuse plus ou moins aménagées en haut de plage (cabanons ou restaurants, par exemple),
- et plages formées, plus ou moins naturellement, à l'abri de digues ou brise-lames avec de nombreux aménagements en haut de plage.

En revanche, l'aire d'étude n'est pas caractérisée par une seule cellule hydrosédimentaire définie à l'échelle de cette étude. On peut de ce fait considérer que les effets d'aménagements réalisés sur l'aire d'étude restent localisés, la cellule pouvant être globalement limitée :

- Au Nord, par la base nautique du Roucas Blanc, qui marque une limite physique nette ainsi qu'un changement d'orientation du trait de côte,
- Au Sud, par le port de Pointe Rouge.

Cette zone peut elle-même être découpée en sous-unités plus ou moins constituées par chaque plage alvéolaire, entre lesquelles les échanges sont vraisemblablement réduits par les digues et les brise-lames, mais non nuls. D'après les résultats du modèle hydrosédimentaire mis en œuvre, on peut estimer que les échanges sédimentaires sont :

- relativement limités mais non nuls entre les plages du Roucas / David et celles de l'Huveaune et Borély, l'ensemble pouvant être considéré comme une sous-cellule hydrosédimentaire, alimentée potentiellement par les sédiments apportés par l'Huveaune ;
- quasiment nuls entre la plage de Bonneveine et les plages situées de part et d'autre, excepté par les transferts de sédiments par jet de rive en provenance de la plage de la Vieille Chapelle ;
- enfin probablement faibles mais non nuls, entre l'anse de la Vieille Chapelle et la plage de Pointe Rouge ; l'ensemble géographique allant de la partie Nord de la plage de Bonneveine à l'extrémité sud-ouest de la plage de Pointe Rouge pouvant de ce fait être considéré comme une seconde sous-cellule hydrosédimentaire.

⁵ Conseil Départemental 13. Étude de l'évolution du trait de côte du littoral des Bouches-du-Rhône au regard de l'érosion marine. 2009, Safege.

⁶ Les zones homogènes sont « des unités cohérentes de gestion du littoral qui, à l'image des bassins versants des rivières, constituent une échelle géographique de travail optimal pour une approche intégrée de la gestion, de la restauration et de l'exploitation de la frange littorale » (SDAGE bassin Rhône Méditerranée et bassin Corse, 1996).

⁷ Les cellules hydrosédimentaires sont des compartiments « ayant un fonctionnement relativement autonome par rapport aux compartiments voisins. Entre deux cellules voisines, les échanges sont faibles voire nuls. Sous l'action des facteurs naturels (houles, vents,...), le sable reste à l'intérieur de la cellule ou sort définitivement du système littoral (perte au large, à terre...) » (*Ibid.*)

4.3.2.2 - Description du contexte morpho-bathymétrique

4.3.2.2.1 - Description de la topo-bathymétrie et morphologie de la zone d'étude

Les cartes et données disponibles⁸ mettent en évidence les hauts-fonds autour de l'île du Planier au large de la zone (brusque remontée des fonds depuis environ -70 m), de dimensions environ 9 km sur 1,5 km, susceptibles de concentrer une partie de l'énergie de la houle. Autour, les fonds sous-marins sont globalement en pente douce (2 % environ) en direction du centre de la rade sud de Marseille ; seul le liseré côtier rocheux, au sud de l'aire d'étude, est abrupt sur les dix premiers mètres de profondeur.

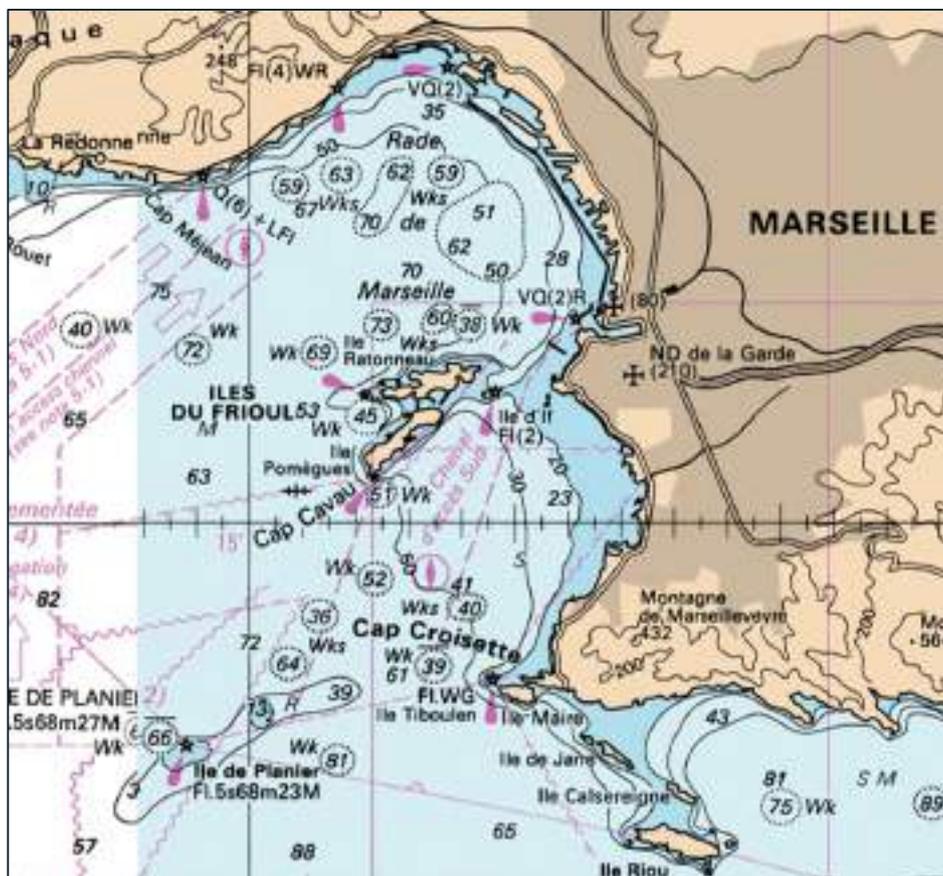


FIGURE 19 EXTRAIT DE LA CARTE BATHYMETRIQUE DU SHOM N°7392

Entre -70 m et -5 m, les isobathes deviennent plus régulières et relativement parallèles à la côte, globalement orientée vers l'Ouest, selon une pente moyenne de 0.6 % environ, qui augmente jusqu'à 1.2 % environ entre -20 m et -5 m.

Entre -5 m et la côte, la pente est plus variable, mais les fonds restent relativement réguliers. Elle augmente du nord au sud de l'Huveaune jusqu'au début de l'anse de la Vieille Chapelle, et diminue ensuite. Elle est

9

- Bathymétrie multifaisceaux réalisée par ANDROMEDE OCEANOLOGIE sur la baie du Prado en 2008, fourni par la Ville de Marseille,
- Levé topographique de l'aire d'étude (date non identifiée), fourni par la Ville de Marseille,
- Produit altimétrique Litto3D® PACA 2015, disponible sur le site internet du SHOM ; la partie bathymétrique a été réalisée par Lidar bathymétrique en Mai-Juin 2012
- Carte marine SHOM 7391 au 1/25 000 pour compléter les données bathymétriques au large de la zone couverte par le levé multifaisceaux de 2008.
- Bathymétries multifaisceaux réalisées par SEMANTIC TS sur la zone d'étude le 30/05/2018 en partie Sud de l'Huveaune, et le 23/04/2020 en partie Nord.

DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE AU TITRE DE L'ARTICLE L.181-1 À L.181-4 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

d'environ 1,1 % pour la plage de l'Huveaune, 1,4 % pour la plage Borély, 1,9 % à Bonneveine, entre 2,4 % et 1,9 % pour l'Anse de la vieille Chapelle, et d'environ 1,3 % au niveau de la plage de Pointe Rouge.

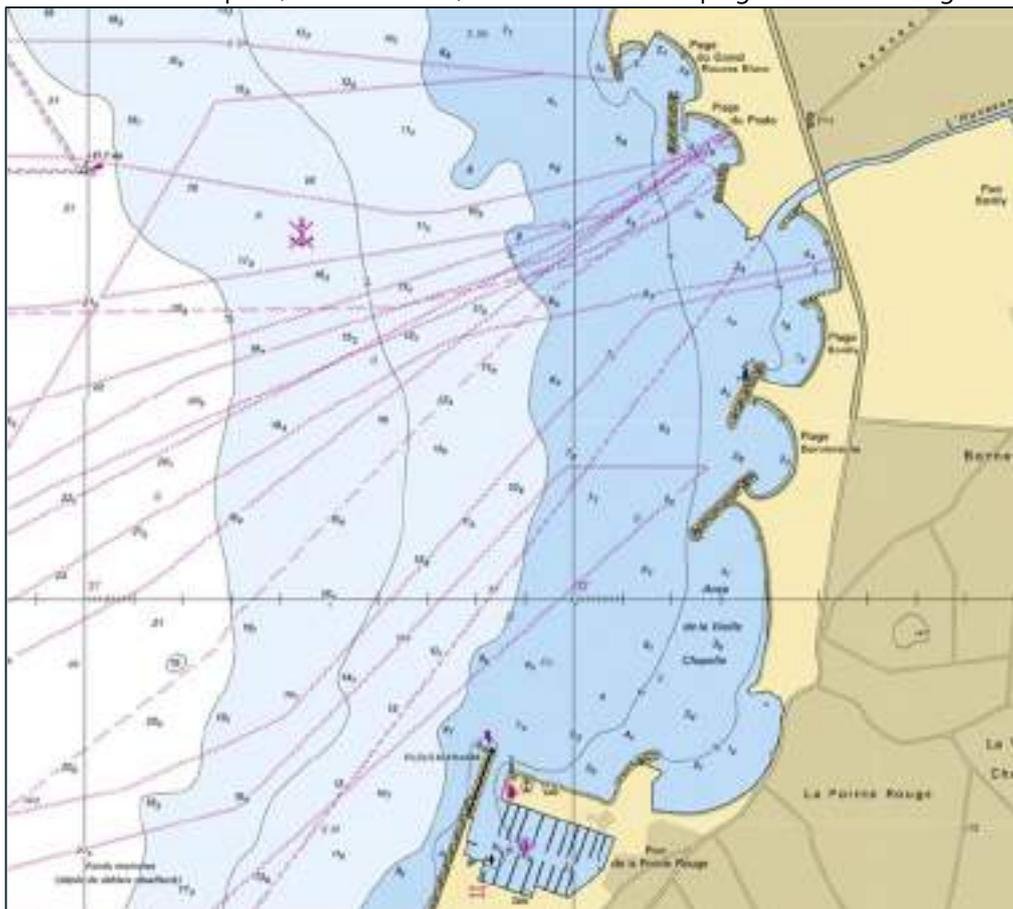


FIGURE 20 EXTRAIT DE LA CARTE MARINE SHOM 7391

Le long de l'aire d'étude, la côte est soit rocheuse - au sud du port de Pointe Rouge et au nord du parc balnéaire -, soit presque intégralement artificialisée et protégée longitudinalement et/ou latéralement pour les plages artificielles, par des enrochements naturels.

Le terrain naturel (TN) à l'arrière immédiat de l'aire d'étude s'élève à environ + 1 à +2 m NGF au niveau de la plage de l'Huveaune, et monte progressivement en direction du Sud, avec environ + 2 à +3 m NGF au niveau des plages Borély et Bonneveine, et + 3 m à + 6 m NGF plus au Sud.

La figure suivante présente la bathymétrie de la zone d'étude réalisée au moyen d'un SMF (sondeur multifaisceaux) par SEMANTIC TS le 30/05/2018 en partie Sud de l'Huveaune, et le 23/04/2020 en partie Nord.

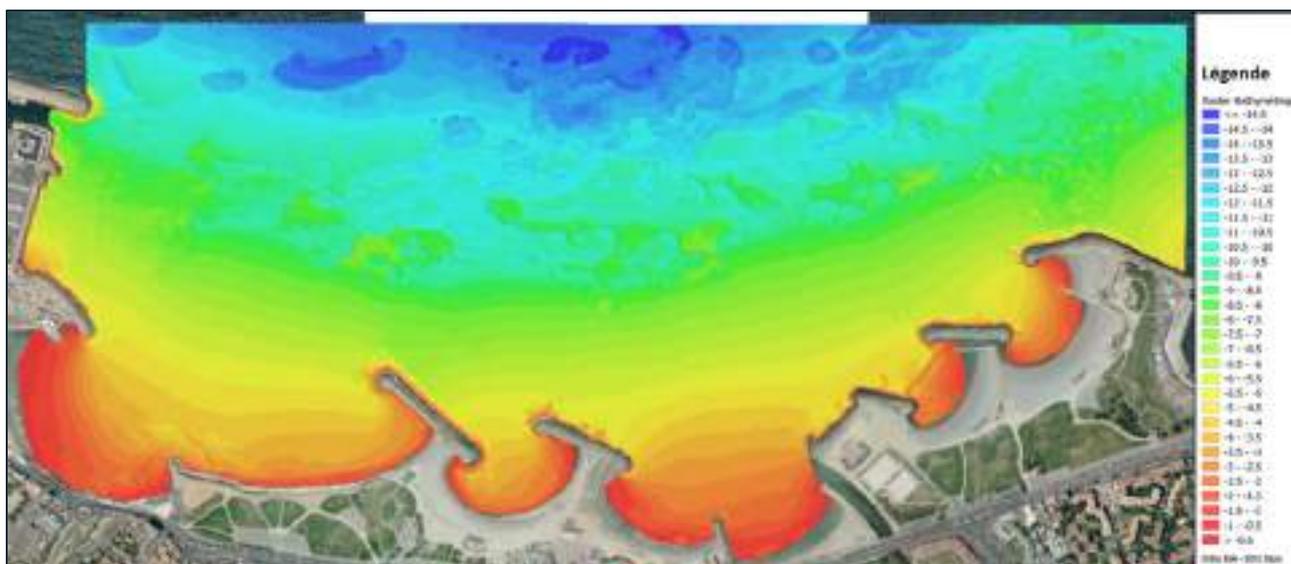


FIGURE 21 : REPRÉSENTATION BATHYMÉTRIQUE DE L'AIRE D'ÉTUDE – MODÈLE NUMÉRIQUE DE TERRAIN BATHYMÉTRIQUE (SEMANTIC 2020)

4.3.2.2.2 - Dimensions caractéristiques des plages de la zone d'étude

Le tableau suivant présente l'ouverture, la longueur et la largeur des plages de la zone d'étude :

Plage	Ouverture	Longueur (m)	Largeur (m)
Plages du Petit et Grand Roucas	Sud-Ouest	350	50 à 80
Plage du David	Sud-Ouest	250	15 à 50
Plage de l'Huveaune	Ouest-Sud-Ouest	270	<5 à 60
Plage Borély	Ouest	270	<5 à 20
Plage Bonneveine	Ouest-Sud-Ouest	470	15 à 50
Plage de la Vieille Chapelle	Ouest	560	<5 à 15
Plage de la Pointe Rouge	Nord-Ouest	300	< 5 à 50

TABLEAU 7 : PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES PLAGES DE LA ZONE D'ÉTUDE

4.3.2.3 - Description et évolution du trait de côte de 1927 à nos jours

4.3.2.3.1 - Données disponibles et caractérisation de la dynamique d'évolution

L'analyse de l'évolution du trait de côte s'appuie sur les photographies aériennes chronologiques correspondant aux années 1927, 1950, 1977, 1992, 1998 et 2003⁹. La marge d'erreur globale est de l'ordre de +/- 6 m, variable selon les secteurs et les clichés considérés.

La dynamique d'évolution du littoral mise en évidence (érosion ou engraissement) par comparaison de la position des traits de côte extraits de ces documents a été caractérisée dans l'étude référencée (note de bas de page) en termes de variations de surface entre chaque campagne de photographie aérienne, et sur la période 1927-2003.

4.3.2.3.2 - Évolution du trait de côte

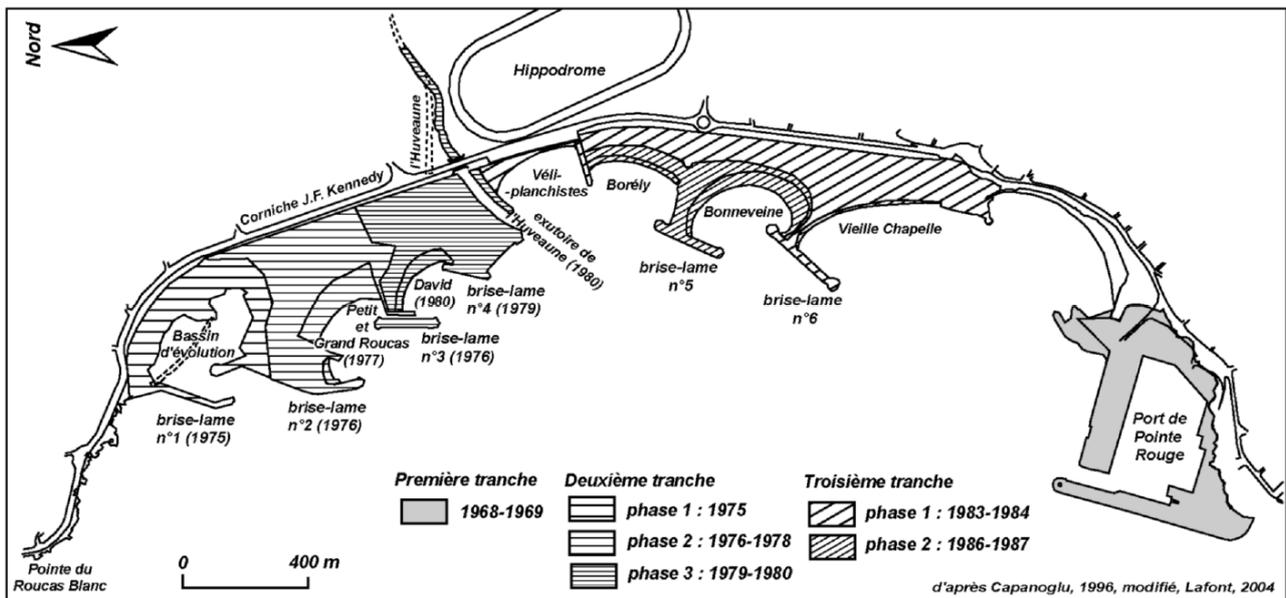
À l'origine, l'aire d'étude était constituée d'une plage peu développée qui longeait le littoral, s'étendant sur environ 1 500 m de part et d'autre du débouché de l'Huveaune qui l'avait formée (cf. figure suivante).

⁹ Ce paragraphe est en grande partie extrait de l'étude de « l'évolution du trait de côte des Bouches du Rhône au regard de l'érosion marine ».



FIGURE 22 LES PLAGES DU PRADO DANS LES ANNÉES 50

La figure suivante illustre les différentes étapes de la construction du parc balnéaire du Prado.



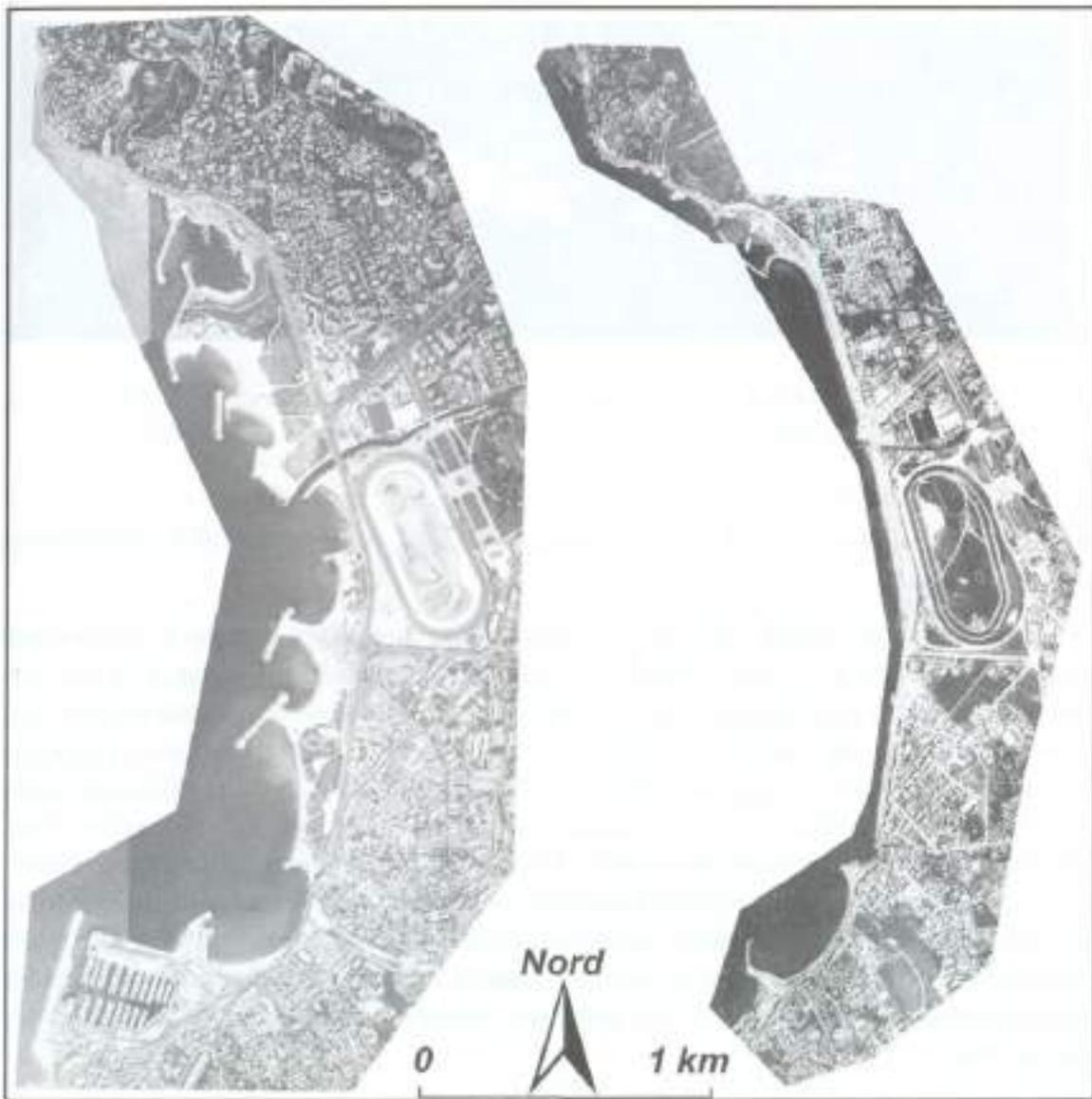


FIGURE 23 LES ÉTAPES DE CONSTRUCTION DU PBP (HAUT ; IN F. GOURMELON ET M. ROBIN, 2005) ET COMPARAISON D'IMAGES AÉRIENNES AVANT-APRÈS CONSTRUCTION (BAS ; SUANEZ, 2005)

À l'exception de la plage de l'Huveaune et de la Pointe Rouge, toutes les plages actuelles ont été artificiellement formées en arrière de digue de protection, en plusieurs étapes :

- les plages de graviers du Petit et Grand Roucas et la plage de David au Nord de l'embouchure de l'Huveaune, mises en place entre 1976 et 1979 ;
- les plages de Borély et Bonneveine composées d'un mélange de sables fins ou grossiers, de graviers et de galets, modelées entre 1984 et 1992.

Seule la plage de sable fin de l'Huveaune correspond à la plage d'origine. Cette plage est toutefois comprise entre la digue à l'embouchure de l'Huveaune au Nord et une digue la séparant de la plage de Borély au Sud.

Depuis leur création, les plages au Nord de l'embouchure de l'Huveaune, de même que la plage de la Pointe Rouge, sont relativement stables et ne montrent pas de signes d'érosion sur la période 1992-2003 ou plus récemment concernant la plage résiduelle de l'anse de la Vieille Chapelle. Les plages les plus touchées par l'érosion sont les plages de l'Huveaune (partie centrale), Borely (partie Nord) et Bonneveine (moitié Nord).

Cependant chaque plage est caractérisée par des conditions propres à leurs situations :

Situées au nord de l'embouchure de l'Huveaune, les **plages du petit et grand Roucas, ainsi que celle du David** sont constituées de matériau grossier, de type « grain de riz » (limitant leur envol et leur mobilisation par les courants), et caractérisées par une grande largeur (jusqu'à 80 m environ pour le Roucas). Ces plages alvéolaires sont protégées par des ouvrages en enrochements qui les protègent de l'exposition directe à la houle du large, et derrière lesquels elles sont parvenues à la forme en équilibre actuelle. Quelques accumulations sableuses peuvent être constatées contre les ouvrages, potentiellement remontées depuis les petits fonds par les houles de beau temps.

Secteur Roucas / David



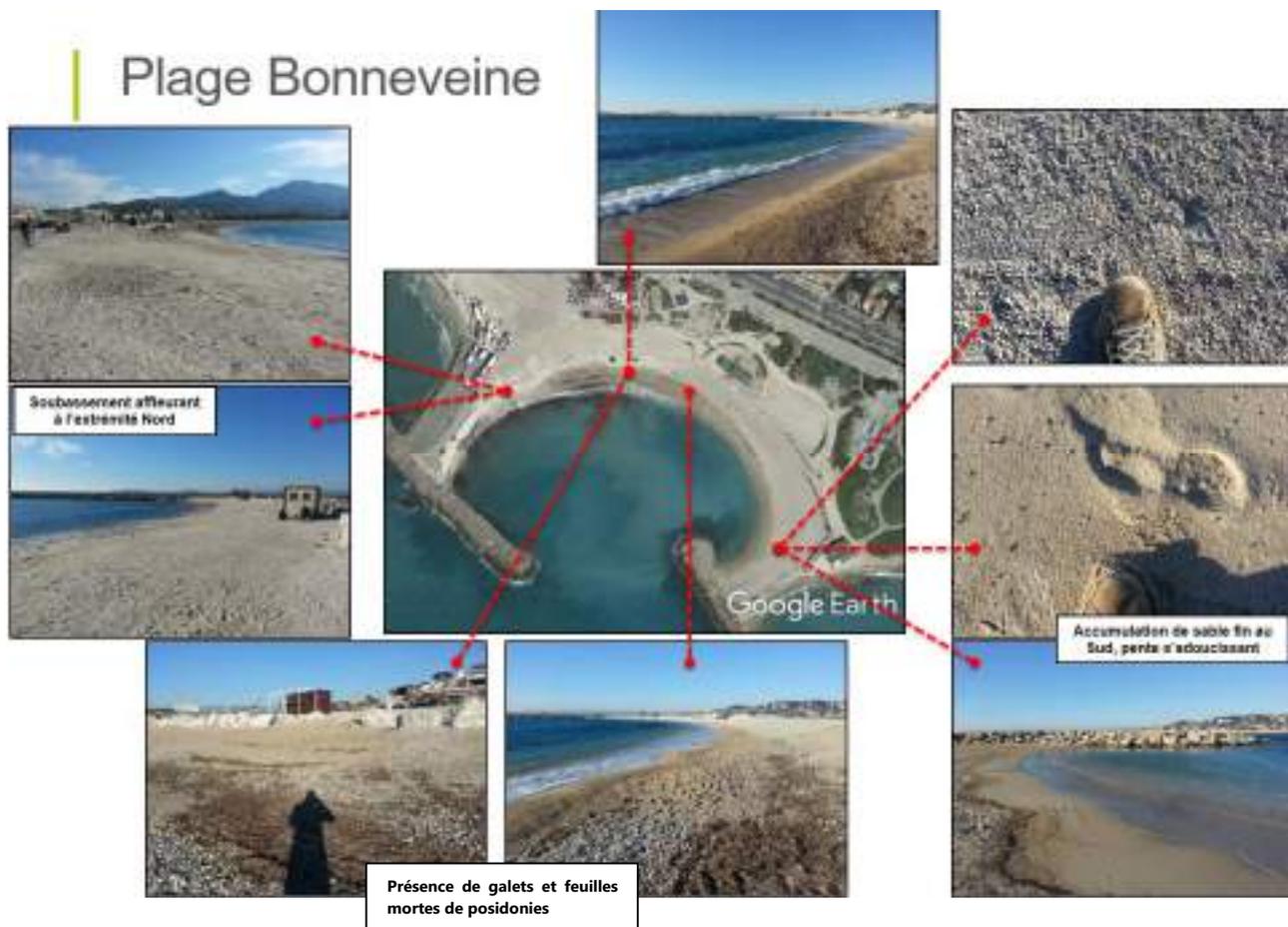
La **plage de l'Huveaune** est caractérisée par une largeur plus importante au Nord (jusqu'à 60 m environ en bordure de digue), laissant supposer une dynamique principale locale du Sud vers le Nord, et une portion de plage très étroite au centre (parfois inférieure à 5 m). Plus au Sud, cette zone n'est probablement pas protégée de l'action de la houle par les digues localisées de part et d'autre de la plage. Sur la partie Sud de cette plage, des enrochements ont notamment été mis en place en haut de plage afin de protéger l'esplanade. L'analyse des photographies aériennes confirme le phénomène d'érosion au Sud de la plage, plus important entre 1992 et 1998.



La **plage de Borély** est marquée par une largeur moins importante au centre de la zone qu'au pied des digues situées de part et d'autre. L'analyse des photographies aériennes met en évidence un recul de la limite basse sur la moitié Nord de la plage, phénomène qui tend à s'estomper entre 1998 et 2003 (accrétion). Les enrochements naturels placés ces dernières années en pied de plage à titre provisoire et expérimental, ont contribué également à stabiliser la position du trait de côte.

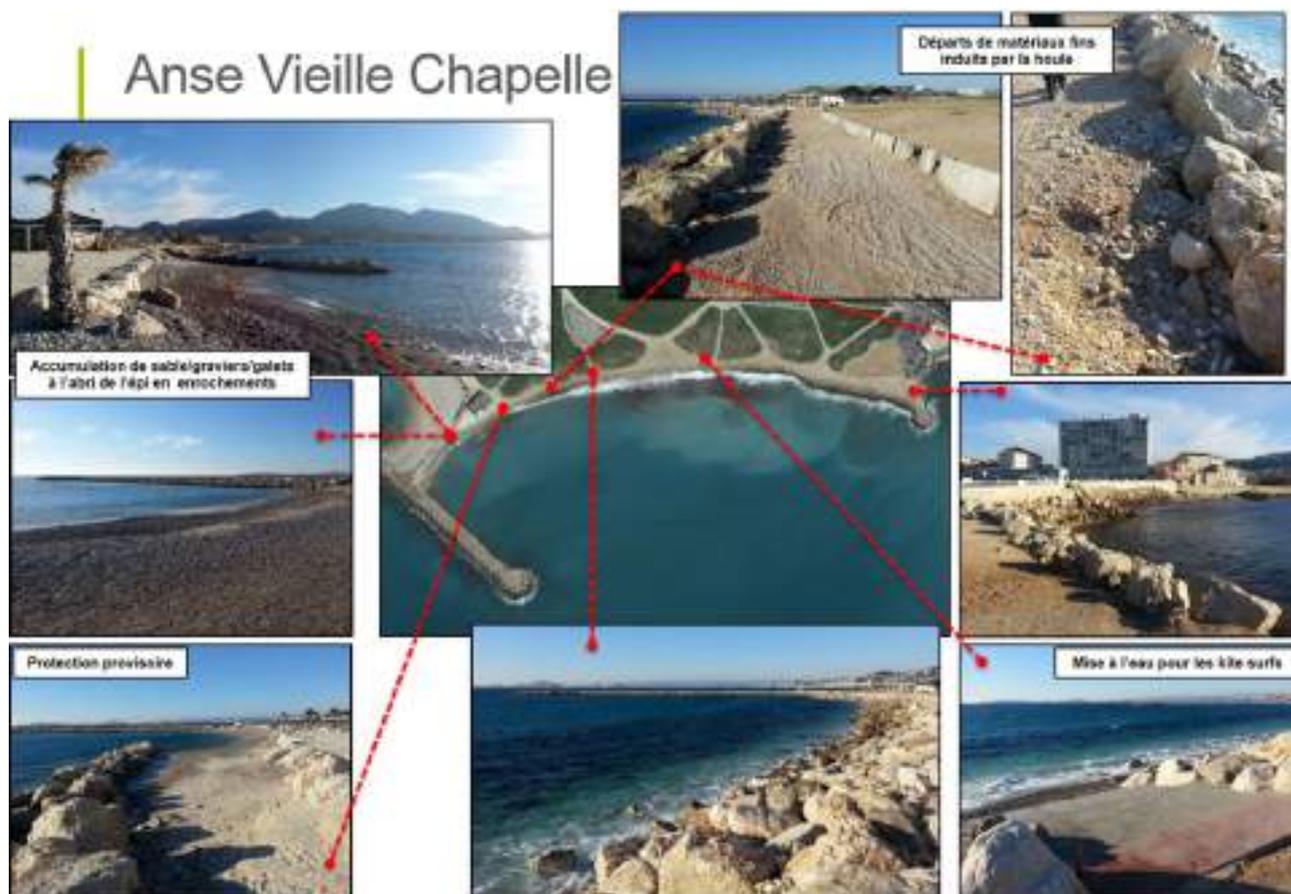


La largeur de la **plage de Bonneveine**, située plus au Sud, est plus grande au Sud qu'au Nord. Cette plage mieux protégée que la précédente par deux brise-lames rattachés aux digues en extrémité de plage, se caractérise par une largeur plus importante. La partie centrale de cette plage est toutefois soumise à un rétrécissement, plus marqué entre 1992 et 1998 qu'entre 1998 et 2003.



La **plage de l'anse de la Vieille Chapelle** est une plage artificielle de galets et une exploitation de plage en sable créées entre 1977 et 1992. Cette plage est marquée par une faible largeur et a tendance à disparaître au Sud d'après l'analyse des photographies aériennes sur la période 1992-2003. En 1992, la plage s'étendait jusqu'à la digue à l'extrémité Sud de l'esplanade sur une distance de l'ordre de 550 m alors qu'en 2003 celle-ci n'était observée que sur une longueur inférieure à 200 m. La plage n'est désormais présente que dans la zone protégée de l'action de la houle par le brise-lames sur une surface environ 4,5 fois plus petite qu'en 1992.

La zone meuble observée au pied de la digue à l'extrémité Sud de la plage précédente entre 1977 et 1998, n'existe plus désormais, suite à des phénomènes d'érosion. Les pertes surfaciques entre 1992 et 1998 (de l'ordre de -900 m²) sont liées à la mise en place d'aménagements en haut de plage.



La **plage de la Pointe Rouge**, protégée de l'action de la houle par la digue du port de la Pointe Rouge, prolongée lors de la création du port entre 1950 et 1977, a fortement augmenté en termes de surface entre 1950 et 1977, probablement suite à des rechargements (gain de l'ordre de 4 400 m²) et se trouve relativement stable depuis 1992. Les variations de surface sont liées aux aménagements réalisés en haut de plage (restauration). Le comportement de la plage varierait néanmoins en fonction des conditions météorologiques.



L'analyse visuelle de photographies aériennes complémentaires rassemblées dans l'étude Egis de 2017 met par ailleurs en évidence les **tendances d'évolution** suivantes :

- la plage a longtemps conservé une même forme à l'équilibre, a priori définie par la position de l'extrémité de l'ancienne jetée de Pointe Rouge ;
- on observe un élargissement après-guerre de la plage, longtemps restée relativement étroite ; cette évolution est peut-être liée à des rechargements, comme le suggère l'étude du CG13 (Safege, 2009) ;
- un début de bascule de la plage vers le Sud-Ouest est observé fin des années 60 suite à la construction du port, et principalement début des années 70 suite à la mise en œuvre du môle voile légère au Nord du port, qui a agrandi la jetée historique, déjà présente avant-guerre. Ce môle est venu modifier le point d'influence de l'ouvrage sur la forme à l'équilibre de la plage ;
- après une période stable d'une dizaine d'années, la plage semble s'être élargie à nouveau à la fin des années 80, probablement en lien avec la mise en œuvre de la plage de l'Anse de la Vieille Chapelle. En effet, à sa construction la plage non protégée (ni vraiment fermée côté Pointe Rouge) présentait un linéaire de près de 550m, susceptible d'alimenter la plage de Pointe Rouge par la dérive littorale induite par la houle. Ce sable a alors pu se répartir le long de la plage de Pointe Rouge selon la même forme en équilibre, contribuant ainsi à ensabler davantage la cale de mise à l'eau située à l'Ouest de la plage ;
- à partir des années 1990-2000, la plage émergée semble démaigrir légèrement ; cette évolution régressive de la plage, a priori stabilisée, pourrait être liée à l'arrêt de l'alimentation en matériaux fins depuis l'anse de la Vieille Chapelle, désormais protégée par des enrochements sur l'essentiel de son linéaire.

DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE AU TITRE DE L'ARTICLE L.181-1 À L.181-4 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

4.3.2.4 - Travaux d'entretien des plages

Les plages de la zone d'étude font l'objet d'un entretien régulier, consistant d'une part en un nettoyage et ramassage des débris (toute l'année), d'autre part en un reprofilage ou rechargement, selon la plage concernée, avant la saison estivale.

4.3.2.4.1 - Nettoyage des plages

Concernant le système de nettoyage, le nettoyage des plages est effectué par les services métropolitains de la ville sous conventionnement. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Le tamisage des plages est effectué :

- 3 fois par semaine, en période hivernale (novembre à mi-avril) ;
- de manière plus soutenue, quotidiennement, en période estivale ;
- exception faite pour la plage de Borély, 2 fois par semaine toute l'année.

Les opérations de tamisage sont irrégulières et leur fréquence notamment varie d'une plage à l'autre. Il est à noter que l'entretien régulier des plages permet de mieux les maintenir, contribuant au nivellement des plages (Safege, 2009). Toutefois, la pratique du tamisage s'accompagne de l'enlèvement inévitable de petites quantités de sable.

4.3.2.4.2 - Opérations de rechargement et de reprofilage au cours des années

Au cours des dernières années, plusieurs opérations de rechargement et de reprofilage de plage ont eu lieu avant chaque saison estivale. Le tableau suivant présente la synthèse des volumes liés aux opérations de rechargement et reprofilage sur la période 2013-2017.

Les opérations de **reprofilage** ou nivellement des plages permettent :

- d'éviter de recharger certaines plages ;
- un meilleur tamisage car le sable est moins tassé à l'issue de ces opérations.

Sur la zone d'étude, environ 19 000 tonnes (environ 14 000 m³) de matériel sont ainsi déplacées, dont près de 80% pour le reprofilage des plages du Roucas (petit et grand) et David, et 20% pour celui des plages de Vieille Chapelle et Pointe Rouge, en vue de rétablir leur forme initiale.

Les interventions sur la plage de l'Huveaune consistent essentiellement en l'enlèvement des macrodéchets et de gros matériaux de type : briques, cailloux qui s'accumulent à proximité de l'embouchure de l'Huveaune (Safege, 2009).

Les zones nécessitant annuellement des **rechargements** sédimentaires sont :

- la partie centrale de la plage de l'Huveaune ;
- la partie Nord de la plage Borely (galets) et la partie Nord de la plage Bonneveine.

Environ 2400 t de sédiments (1 700m³) sont utilisés chaque année pour recharger ces plages, et ainsi rendre l'espace balnéaire pris par l'hiver. La part des galets, graviers et du sable est variable mais se situe environ à 30% de galets.

Les matériaux sont lavés avant d'être déposés sur les plages.

En 2018-2019, les zones suivantes ont également fait l'objet de rechargements d'appoint, avec un total de 2500m³ de sable, graviers et galets :

- la partie Nord de la plage de l'Huveaune (sable),
- la partie Sud de la plage Borely (sable ; galets en partie Nord),
- la partie Sud de la plage de Bonneveine (gravier « grain de riz » ; sable en partie Nord),
- le cordon séparant les plages de Bonneveine de celle de l'anse de vieille chapelle (galets).

TABLEAU 8 SYNTHÈSE DES DONNÉES DE RECHARGEMENT ET DE REPROFILAGE SUR LA PÉRIODE 2013-2017

Plage		Linéaire	Reprofilage	Rechargement		Nature sédimentaire
		Mètres	En tonnes	En tonnes	En m ³	
Prado	Roucas (petit et grand)	330	5 770			Grains de riz
	David	330	9 360			Grains de riz
	Huveaune	270		400	286	Sable
	Borely	265		600	429	Sable et galets
	Bonneveine	270		1 400	1 000	Sable, grains de riz et galets
	Vieille Chapelle	102	2000			Sable
Pointe Rouge		283	2000			Sable
Totaux		1 850	19 130	2 400	1 715	

4.3.2.5 - Évolution topo-bathymétrique de la zone d'étude entre 2008 et 2020

4.3.2.5.1 - Évolution de la plage émergée

Les données topographiques à notre disposition sont issues du produit Litto3D® PACA 2015 ; au niveau des plages, il s'agit pour l'essentiel de données acquises au moyen d'un LiDAR Topo en Novembre 2012.

Nous ne disposons pas, cependant, d'un autre jeu de données permettant d'évaluer les mouvements sédimentaires dans le temps de la partie émergées des plages du secteur d'étude.

4.3.2.5.2 - Évolution des fonds marins

Les jeux de données bathymétriques issus des levés multifaisceaux de 2008 (ANDROMEDE OCEANOLOGIE), 2018 et 2020 (SEMANTIC TS) sont a priori comparables en termes de densité de points et précision altimétrique (précision verticale d'ordre centimétrique à décimétrique en théorie).

Un premier différentiel bathymétrique a donc été réalisé à partir de ces jeux de données pour estimer l'évolution des fonds, et donc les secteurs en érosion et les zones d'accumulation de sédiments dans le secteur d'étude, entre 2008 et 2018-2020. Le résultat de cette analyse est présenté sur la figure suivante.

Les données bathymétriques du produit Litto3D® PACA 2015 sont quant à elles issues de la compilation de plusieurs jeux de données (Lidar bathy et multifaisceaux), acquis à différentes dates. Dans les petits fonds néanmoins, l'essentiel des données provient a priori de levés LIDAR Bathy réalisés en Mai-Juin 2012.

La précision verticale de ces données bathymétriques est de l'ordre de 0.5m d'après les informations mises à disposition. Une comparaison de ces données bathymétriques avec les levés multifaisceaux disponibles n'est donc a priori pertinente qu'en cas d'évolutions significatives des fonds, d'ordre 0.5 au minimum. Celle-ci a néanmoins été réalisée, dans la mesure où la période 2012 à 2018-2020 intègre la période documentée par la Ville de Marseille en termes de rechargements d'appoint sur les plages du secteur. Cette comparaison de données pourrait donc permettre, en théorie, d'identifier le devenir des sédiments rechargés.

La figure suivante présente les évolutions bathymétriques calculées entre 2008¹⁰ et 2018-2020 d'une part (planche de gauche), et entre 2012 et 2018-2020 d'autre part (planche de droite). Les bilans volumiques calculés sur plusieurs zones du secteur d'étude sont précisés sur la figure (accrétion si >0, érosion si <0), de même que les volumes de rechargements recensés sur la période 2013-2019 (planche de droite).

¹⁰ Il est important de noter que le référentiel altimétrique du levé bathymétrique de 2008 mis à disposition par la Ville de Marseille n'est pas clairement identifié. Dans la mesure où la précision verticale est en théorie équivalente à celle des levés réalisés en 2018-2020, le choix du référentiel s'est fait de manière à obtenir des évolutions les plus réduites possibles dans les zones les plus profondes du secteur d'étude, censées évoluer plus lentement ; un rattachement du levé 2008 au repère NGF/IGN69 a ainsi été finalement retenu.

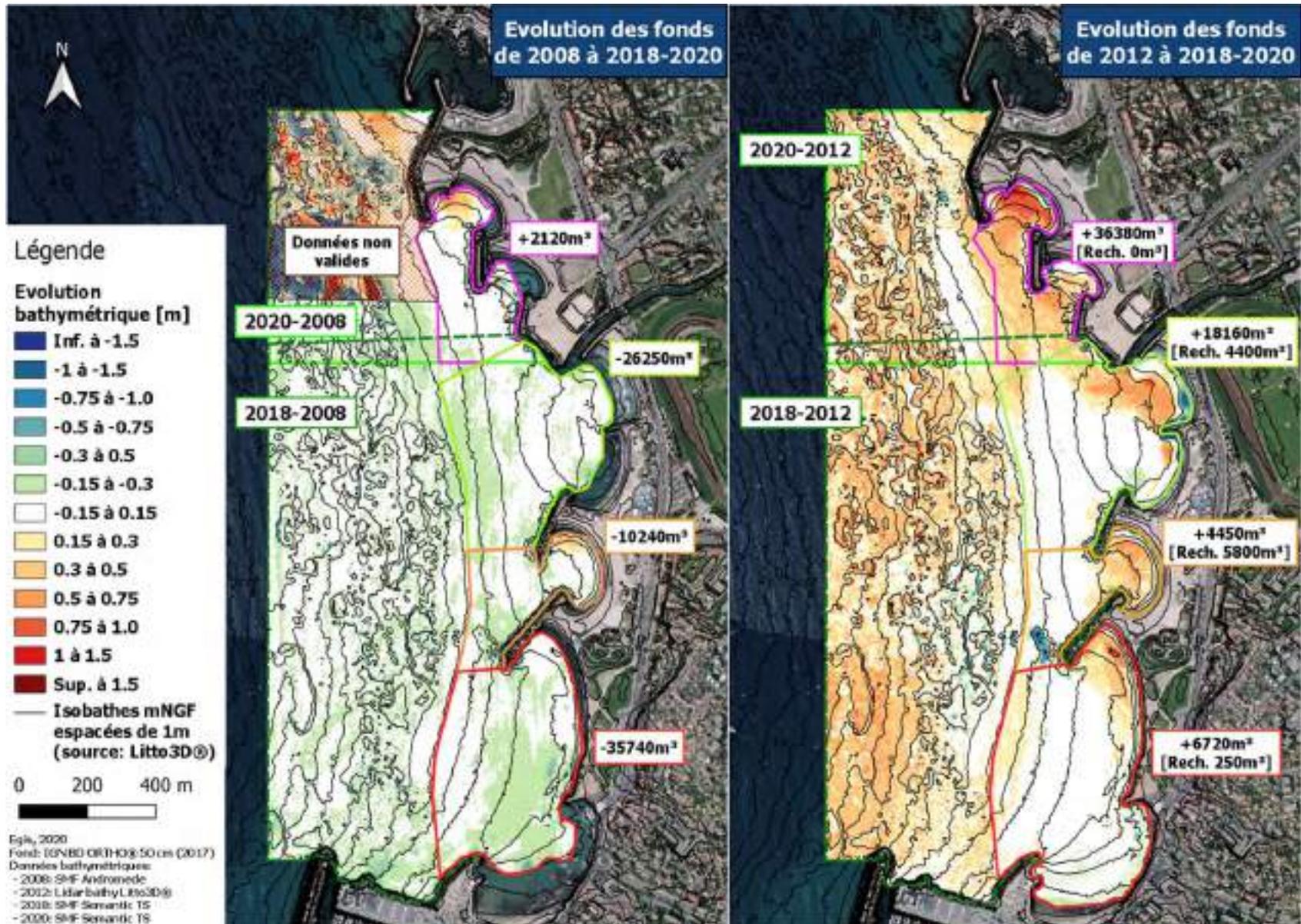


FIGURE 24 : EVOLUTION BATHYMETRIQUE ENTRE 2008 ET 2018-2020 (GAUCHE) ET ENTRE 2012 ET 2018-2020 (DROITE)

L'analyse de ces résultats amène les commentaires suivants :

- La couverture du levé bathymétrique de 2008 au niveau des plages est plus réduite que pour les levés récents de 2018-2020 ; la comparaison de ces levés est globalement limitée aux fonds supérieurs à -2 à -3mNGF, ce qui limite l'interprétation des résultats en termes de bilan sédimentaire des plages du secteur étudié ;
- D'après la comparaison 2008 à 2018-2020 :
 - les fonds ont vraisemblablement peu évolué en 10 à 12 ans, et/ou ont évolué avec une tendance plutôt érosive sur l'essentiel de la zone d'étude ;
 - seul le secteur Nord, au niveau des plages du Roucas et de David présente un bilan positif, sinon nul, cohérent avec la stabilité reconnue de ces plages ne faisant l'objet que d'un reprofilage régulier ; la date exacte de réalisation du levé de 2008 n'étant pas connue, de même que l'évolution du haut de plage, il est par ailleurs possible que la zone en accrétion identifiable au droit de ces plages soit liée à un transfert de matériaux du haut de plage vers les petits fonds suite à des coups de mer hivernaux ;
 - en dehors des plages du Roucas et David, seule la plage de Bonneveine présente une zone en accrétion, dans la partie Nord de l'alvéole ;
 - l'érosion la plus marquée, si cette tendance est avérée, se situerait en zone Sud de l'anse de Vieille Chapelle, zone pourtant relativement indurée a priori, et au droit de la plage de Pointe Rouge, pourtant a priori relativement stable sur la période étudiée.
- La comparaison 2012 à 2018-2020 présente quant à elle une meilleure couverture, mais est entachée d'une incertitude plus importante sur les différentiels obtenus.
 - Les éléments suivants amènent notamment à s'interroger sur la validité de la comparaison :
 - une accrétion significative peut être observée sur la zone des herbiers, situés au-delà de -8m à -9mNGF ;
 - l'ensembles des plages étudiées, à l'exception de Bonneveine, présentent un bilan sédimentaire positif significatif, très supérieur au cumul des volumes de rechargement recensés ; compte tenu des résultats obtenus sur la période 2008-2020, soit ce résultat traduit un transfert de matériaux du haut de plage vers les petits fonds particulièrement important en 2018-2020 par rapport à 2012, ce qui semble peu probable étant donné que la saisonnalité des levés est respectée dans le cadre de cette comparaison (levés réalisés autour de Mai dans les deux cas ; hypothèse d'autant plus improbable au niveau de la plage de la vieille chapelle disposant d'un stock sédimentaire a priori limité), soit il est cohérent avec les artefacts d'accrétions plus au large, ce qui semble plus probable ;
 - la comparaison des levés bathymétriques de 2018 et 2020, réalisés par le même prestataire (SEMANTIC TS) avec le même matériel, ne mettent pas en évidence d'évolution significative des fonds sur une période de 2 ans sur la zone de recouvrement située au Nord immédiat du débouché de l'Huveaune (cf. figure suivante), ce malgré l'occurrence de plusieurs coups de mer dans l'intervalle ;
 - un point singulier apparaît au droit de l'extrémité Sud du brise-lames séparant la plage de Bonneveine et l'Anse de la vieille Chapelle. Une érosion ponctuelle importante des fonds y est observée (de l'ordre de -0.5m à -1.5m sur une distance d'environ 50m). Cet abaissement important pourrait cependant n'être qu'un artefact, si l'on considère le résultat de la comparaison des levés multifaisceaux de 2008 et 2018.
 - Les éléments intéressants suivants peuvent néanmoins être retenus de cette analyse :
 - Les bilans calculés au niveau de l'anse de Bonneveine sont relativement cohérents sur cette période d'analyse, si l'on prend pour hypothèse que l'essentiel des volumes rechargés a été transféré du haut vers le pied de plage ;
 - Les analyses granulométriques réalisées sur les échantillons prélevés sur les plages du Roucas et de David ont révélé la présence de sable fin à grossier en quantités supérieures à ce à quoi on pourrait s'attendre de plages artificiellement chargées uniquement en matériaux de type « grains de riz » ; l'accrétion visible sur le différentiel

bathymétrique 2012-2020 pourrait être cohérent avec ces résultats, traduisant de possibles remontées de sable depuis les petits fonds ;

- Des zones en érosion sont mises en évidence à proximité de la ligne d'eau en parties centrale du Grand Roucas, Sud de la plage de l'Huveaune et Nord de celle de Borély ; cette distribution est a priori cohérente avec les courants liés à la houle décrits précédemment (cf. §4.3.1.3.5 - p.33), divergents à la jonction Huveaune-Borély ;
- La zone en accrétion de l'Anse de Vieille Chapelle se situe à l'arrière de la digue de protection, susceptible de favoriser une accumulation de matériaux à l'arrière dans certaines conditions d'agitation ; bien que les volumes en accrétion soient très certainement surestimés, une tendance à l'accrétion n'est pas irréaliste.

On peut retenir de cette analyse les éléments suivants :

- Tendance évolutive globalement relativement stable ou légèrement à l'érosion sur la zone d'étude, essentiellement dans les fonds inférieurs à -9mNGF ;
- Probables transferts sédimentaires dans le profil, a priori du haut de plage vers les petits fonds sur les secteurs de l'Huveaune, Borély et Bonneveine (en cohérence avec les modélisations numériques de courants liés à la houle), et potentiellement dans les deux sens au niveau des plages du Roucas notamment ;
- Anse de Bonneveine probablement relativement isolée des autres secteurs, avec un bilan sédimentaire 2012-2018 relativement proche du bilan des volumes rechargés sur une durée comparable (2013-2019).

On retiendra néanmoins également que les données topobathymétriques disponibles sont soit lacunaires (absence de données topographiques récentes permettant une analyse de l'évolution de la partie émergée des plages étudiées, recouvrement des levés bathymétriques limités à l'isobathe -2 voir -3mNGF pour l'analyse de l'évolution des fonds de 2008 à 2018-2020), soit entachées d'incertitudes du fait de la plus faible précision verticale des données bathymétriques issues du produit Litto3D®. Les comparaisons proposées doivent de ce fait être considérées plus en termes de tendances d'évolution des fonds que de bilans volumétriques précis des plages, et ne peuvent que donner des hypothèses quant au devenir des matériaux rechargés. Les volumes rechargés (environ 10 400 m³ au total entre 2013 et 2019) sont en effet relativement faibles au regard des probables mouvements annuels saisonniers et interannuels sur la zone ; ces volumes, s'ils étaient uniformément répartis sur la zone de calcul des bilans sédimentaires (4 zones contiguës) représenteraient en effet en moyenne une accrétion inférieure à 2 cm, très en deçà de la précision des moyens de mesure disponibles et mis en œuvre.



FIGURE 25 : EVOLUTION BATHYMETRIQUE ENTRE 2018 ET 2020 SUR LA ZONE DE RECOUVREMENT DES LEVES

4.3.3 - Nature des fonds marins et origine des sédiments superficiels

Les données granulométriques disponibles sur la zone permettant de caractériser les matériaux en place sont issues des cartographies accessibles via Internet sur le site du SHOM (data.shom.fr), du BRGM, et des résultats d'investigations complémentaires (biocénoses et sédiments).

4.3.3.1 - Nature des fonds

La carte ci-dessous est un extrait de la carte sédimentologique éditée par le SHOM. Elle met en évidence la présence dans les petits fonds de sables principalement, ainsi que de sédiments sablo-vaseux dans l'axe du débouché de l'Huveaune, probablement apportés par le cours d'eau. La carte indique également la présence importante d'un mélange de cailloutis et graviers plus au large, dans des fonds d'environ - 10 m à - 20 m. Plus au large, les sédiments fins prédominent.

En complément des données du SHOM, les reconnaissances sous-marines réalisées sur la zone d'étude par Andromède en 2017 puis Galatée en 2020, ont permis d'identifier les habitats présents au sein de l'aire d'étude. Les habitats suivants sont identifiés et cartographiés (cf. §4.5.2.1 - p.91) :

- **Les sables fins de haut niveau** (code N2000 : 1110-5) : C'est une bande de sable immergée jusqu'à 5,5 à 3 m de profondeur, il succède aux plages émergées et constitue la basse plage. C'est la zone d'hydrodynamisme maximum des plages. Le sédiment est dominé par du sable fin, mais il est mélangé à une fraction sableuse plus hétérogène et grossière. La valeur écologique de cet habitat est liée à sa participation au maintien de l'équilibre des plages ; son engraissement conforte la haute plage.
- **Les sables fins bien calibrés** (code N2000 : 1110-6) : Cet habitat est une étendue de sable fins de granulométrie généralement homogène et d'origine terrigène, qui succède, en profondeur, aux sables fins de haut niveau. La biocénose débute vers 2-3m et peut atteindre la profondeur de 25m. De même que pour les sables fins de haut niveau, cet habitat participe au maintien de l'équilibre des plages.
- **Les sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond** (code N2000 : 1110-7) : Cet habitat est constitué de sables grossiers quasiment dépourvus de phase fine. Il s'étend généralement entre 3 et 4m et 20 à 25m de profondeur. Cet habitat est fréquemment observé dans les cheneaux dits « d'intermattes » creusés par les courants dans les herbiers à posidonies. Les sables grossiers sont représentés sous deux formes : des sables grossiers avec rides et sous la forme d'un mélange avec des petits galets infralittoraux appelés « sables grossiers et petits galets ». Cet habitat strictement soumis aux courants de fond ne peut persister qu'en leur présence.

Par ailleurs, au-delà des fonds de -8m à -9mNGF, les herbiers de posidonie (et mattes mortes) recouvrent une partie importante des fonds marins de la zone d'étude.

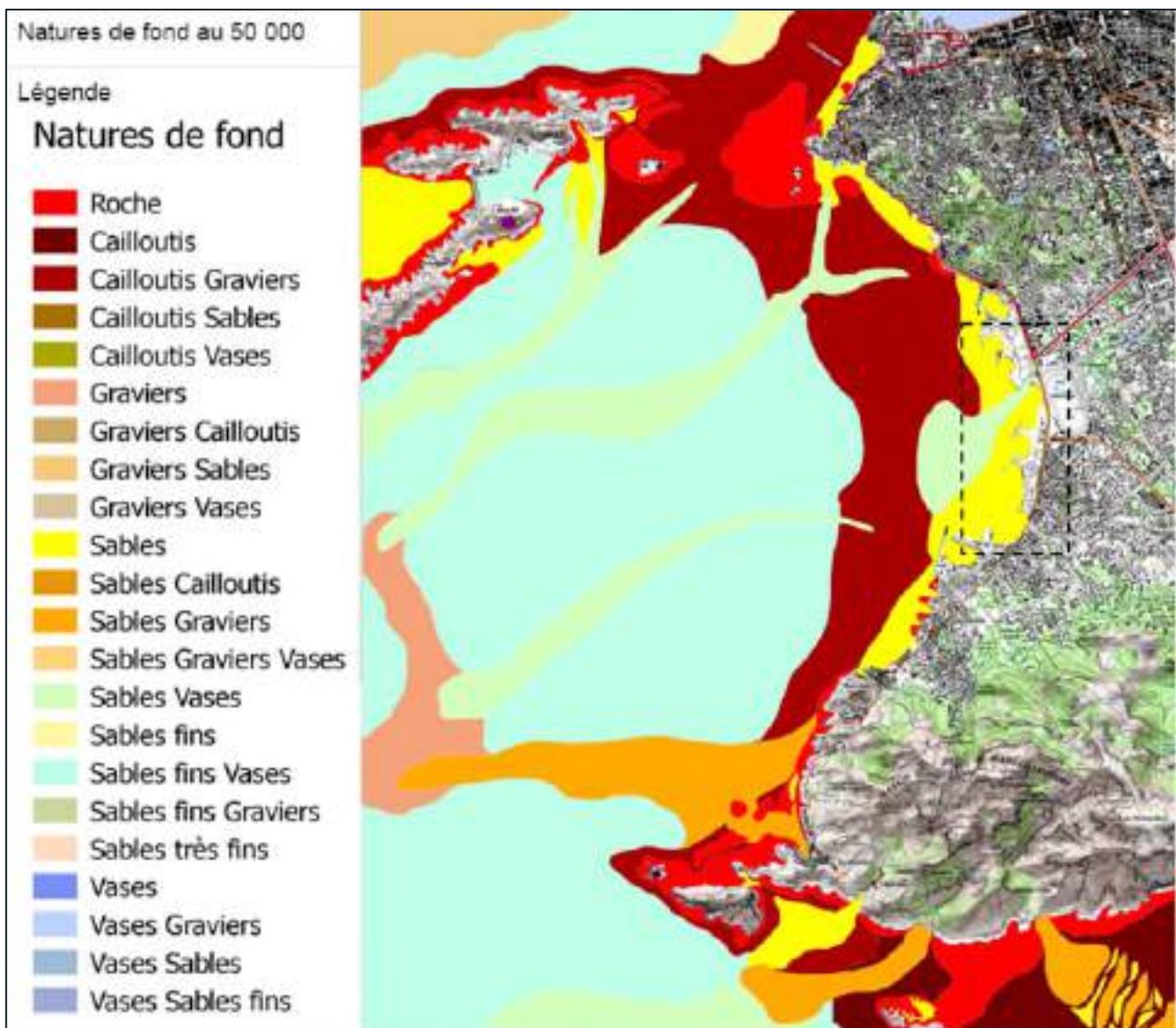


FIGURE 26 : NATURE DES FONDS MARINS SUR L'AIRE D'ÉTUDE (SOURCE DATA.SHOM.FR)

4.3.3.2 - Caractéristiques et origine des sédiments superficiels

Comme introduit au §4.2.2.1 - p. 20, l'aire d'étude ayant fait l'objet par le passé d'importants aménagements (construction du métro et de la station d'épuration), une forte épaisseur de terrains anthropiques est rencontrée en couverture des terrains naturels, en particulier au niveau des plages, constituée de plus de 15 m de remblais divers (alluvions de la plaine littoral de l'Huveaune), eux-mêmes recouverts de sables, graviers et galets.

Les plages du Parc Balnéaire du Prado sont d'une nature sédimentaire variée, détaillée précédemment. Les plages naturelles (Huveaune et Pointe Rouge) sont constituées de sable marin et alluvial naturellement déposé. Les plages artificielles sont quant à elles constituées de matériaux de carrière plus grossiers de type « grains de riz », parfois complétées par des galets de la Durance pour les zones les plus exposées (plage de Borély principalement).

La figure suivante présente la nature et la taille théorique des sédiments en place sur les plages de l'aire d'étude. La ville de Marseille a fait le choix d'un diamètre de sable plus grossier (type grain de riz), accompagné parfois de galets, sur la plupart des plages pour limiter les pertes sous l'action du vent et de la houle.



Surfaces et nature des plages du littoral Sud



FIGURE 27 : SURFACE ET NATURE DES PLAGES DE L'AIRE D'ÉTUDE (VILLE DE MARSEILLE)

Enfin, deux campagnes d'analyse sédimentaire réalisées en 2018 et 2020 ont permis de préciser la composition granulométrique des sédiments au sein de la zone d'étude. Un total de 11 échantillons ont été prélevés et analysés en laboratoire, dont 8 réalisés sur les plages (1 au centre de chaque plage). Les prélèvements sur les plages ont été réalisés environ 50 cm au-dessus de la laisse de mer, dans la zone de jet de rive ; les diamètres caractéristiques du sable peuvent donc s'avérer plus élevés qu'en haut de plage.

Les résultats sont retranscrits sur la figure suivante, mettant en évidence le type de matériau sableux en fonction de son diamètre médian (D50), ainsi que les fractions en sédiments cohésifs ($D < 63\mu\text{m}$) et graveleux ($D > 2\text{mm}$). Ces résultats confirment :

- la présence dominante de sables fins à très fins dans les petits fonds (stations PC1 à PC3 et B1 à B3) ;
- la dominance des matériaux sableux ($63\mu\text{m} < D < 2\text{mm}$) sur les plages de l'Huveaune (sable moyen) et de la pointe rouge (sable grossier) ;
- une forte proportion de matériaux graveleux ($> 40\%$) sur les plages du Roucas, de David, et de Bonneveine, ayant été alimentées en matériau de type « grains de riz » ;
- une situation intermédiaire sur les plages de Borély et de la Vieille Chapelle, avec entre 20% et 30% de matériaux $> 2\text{mm}$.

À noter enfin, que les matériaux sableux prélevés sur la plage du Petit Roucas sont des sables fins, mélangés à une forte proportion de matériaux graveleux. Ces matériaux pourraient être remontés sur la plage depuis les petits fonds en période de beau temps / petite houle.



FIGURE 28 GRANULOMÉTRIE DES PETITS FONDS ET DES PLAGES DU PRADO

4.3.4 - Dynamique sédimentaire de l'aire d'étude

Les paragraphes qui suivent visent à préciser les mécanismes en jeu, à l'origine des mouvements sédimentaires observés sur la zone d'étude.

D'après la commune de Marseille, les plages les plus touchées par les phénomènes d'érosion sont :

- la plage de Borély,
- la plage de l'Huveaune,

- et partiellement la plage de Bonneveine.

Les plages de Pointe-Rouge et de l'Huveaune ne se comportent pas de manière homogène sur toute leur longueur et présentent des secteurs en érosion et d'autres en accrétion. Leur comportement varie en fonction des conditions météorologiques. Le linéaire de l'Anse de la Vieille Chapelle est également soumis à une érosion en pied de protection, ainsi qu'à des dépôts de matériaux à l'arrière de la protection.

4.3.4.1 - Apports sédimentaires aux exutoires des cours d'eau

L'absence d'accumulation sédimentaire à l'exutoire de l'Huveaune tend à montrer que les apports sédimentaires sont réduits. Il n'existe cependant pas d'historique de dragage du débouché et/ou de comparaison bathymétrique permettant de préciser ce point.

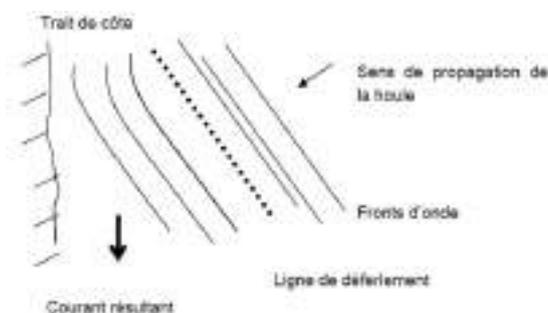
L'analyse des photographies aériennes historiques met néanmoins en évidence l'existence historique d'une étroite bande de sable bordant la côte entre le débouché de l'Huveaune et la Pointe Rouge, vraisemblablement alimentée par l'Huveaune. La modification à la fois de l'occupation des sols en amont du débouché (urbanisation), de la morphologie de l'Huveaune (recalibrée et endiguée) et de la morphologie littorale à l'aval (construction du parc balnéaire), a néanmoins largement réduit la capacité d'alimentation du littoral de la zone d'étude par les sédiments provenant de ce bassin versant.

4.3.4.2 - Entraînement des sédiments non cohésifs sous l'action des houles et des courants

Le transport sédimentaire littoral résulte des déplacements alternatifs des sédiments suivant les deux directions propres au littoral : la direction longitudinale localement parallèle au trait de côte, et la direction transversale localement perpendiculaire au trait de côte. Les déplacements sédimentaires sont étroitement liés aux caractéristiques énergétiques des conditions environnementales (vent, houle, courant, etc.). Ils sont donc saisonniers, et peuvent s'effectuer avec des fluctuations importantes d'une année à l'autre.

Comment la houle agit-elle sur le transport sédimentaire ?

- elle remet en suspension les sédiments (plus particulièrement dans la zone de déferlement),
- elle crée un courant littoral de compensation dans la zone de déferlement ; longitudinal lorsqu'elle déferle avec une incidence oblique par rapport au trait de côte (cf. Figure suivante), perpendiculaire à la plage pour des houles d'incidence frontale (mouvement dans le profil),



- elle favorise le transport des graviers et galets sur l'estran (« en dent de scie » dans la zone de « jet de rive »),
- elle crée des courants d'expansion liés aux variations longitudinales de la hauteur de vague. Le sens du courant est contraire à celui du gradient de hauteur de vague (les masses d'eaux se déplacent des zones plus agitées vers les zones moins agitées). Ces variations sont liées aux transformations des ondes au cours de leur propagation au voisinage de la côte (notamment les phénomènes de diffraction).

Les vitesses d'entraînement des sédiments sont issues de la conjonction des courants de masse (liés à la marée, au déferlement de la houle, au vent, etc.) et des vitesses orbitales au passage des vagues. La courantologie générale ne permet pas d'atteindre ces valeurs (de l'ordre de 0,1 m/s). En cas de tempête, on peut néanmoins estimer que la dérive due au vent puisse ponctuellement atteindre 0,5 m/s en surface (cette vitesse décroissant rapidement avec la profondeur).

Néanmoins, l'agitation caractérisée constitue ici le moteur essentiel des mouvements. Les houles seules, dès 0,25 m de hauteur, par un mètre de hauteur d'eau, sont susceptibles d'engendrer des vitesses orbitales sur le fond atteignant

les valeurs critiques de mise en mouvement des sédiments. Les courants de dérive liés à la houle (les plus énergétiques en cas de coup de mer) et, dans une moindre mesure, liés au vent, sont susceptibles ensuite de transporter les sédiments mobilisés et/ou remis en suspension.

4.3.4.3 - Caractéristiques du transit littoral lié à la houle

Le transit littoral lié à la houle est approché par une modélisation numérique identique à celle qui a été utilisée pour propager les houles du large à la côte et simuler les courants liés au déferlement de la houle.

L'analyse des résultats montre que :

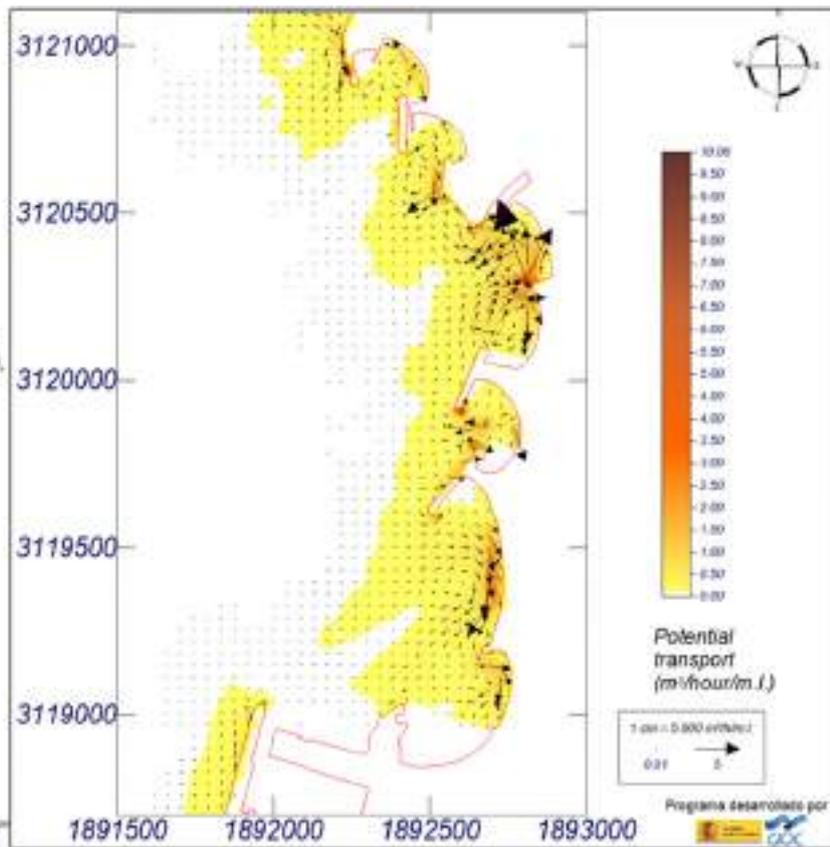
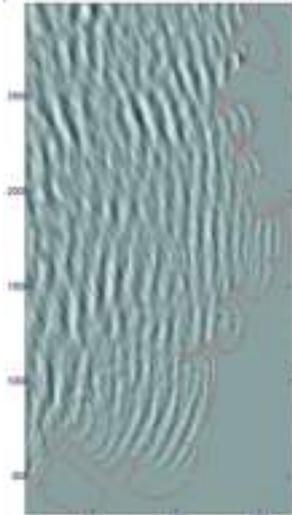
- les houles d'occurrence mensuelles sont tout juste suffisantes pour induire des mouvements sédimentaires au niveau des plages de l'Huveaune, Borély et Pointe Rouge (au niveau de l'Anse de la Vieille Chapelle également, mais cette zone ne présente plus de sable fin mobilisable dans ces conditions hydrodynamiques) ;
- les capacités de transport les plus importantes sont relevées au niveau de la plage de l'Huveaune, à l'entrée de l'alvéole de Bonneveine, en partie centrale du Grand Roucas, en pied de protection sur la partie centrale de l'Anse de la Vieille Chapelle (dont les fonds sont constitués de graviers et galets), et en partie Nord de la plage de Pointe Rouge, aujourd'hui dépourvue de sable ;
- quoique limités, des échanges sédimentaires sont possibles entre la plage de Bonneveine et les plages situées de part et d'autre ;
- les échanges sont limités entre la plage de David et celles du Roucas d'une part, et entre la plage de Pointe Rouge et le port de Pointe Rouge d'autre part.

Ces résultats confortent les observations sur site et l'analyse menée sur les conditions d'agitation :

- seuls les états de mer de secteur Ouest à Sud-Ouest sont susceptibles d'induire une réponse morphologique significative des plages du littoral étudié ; en dehors de ce type d'évènements, l'intensité du transit littoral est *a priori* négligeable, les mers du vent de secteur Nord-Ouest présentant en effet des hauteurs de houle et des périodes beaucoup moins énergétiques ;
- les zones soumises à de forts transits sédimentaires potentiels correspondent aux zones présentant des phénomènes d'érosion chronique et/ou actuellement dépourvues de matériaux sableux : partie centrale du grand Roucas, partie centrale et sud de la plage de l'Huveaune, partie nord de la plage Borély, partie centrale de la plage de Bonneveine, partie centrale de l'anse de la vieille chapelle, partie Nord de la plage de Pointe Rouge ;
- les mouvements potentiels de sédiments sont plus ou moins orientés de manière identique en conditions de houles de secteur Ouest ou Sud-Ouest.

Cas 1

Tr 1 an / N235°
Hm0 = 3,5m / Tp = 10,0s
Niveau = +0,70mNGF



Cas 2

Tr 1 an / N265°
Hm0 = 3,2m / Tp = 9,0s
Niveau = +0,70mNGF

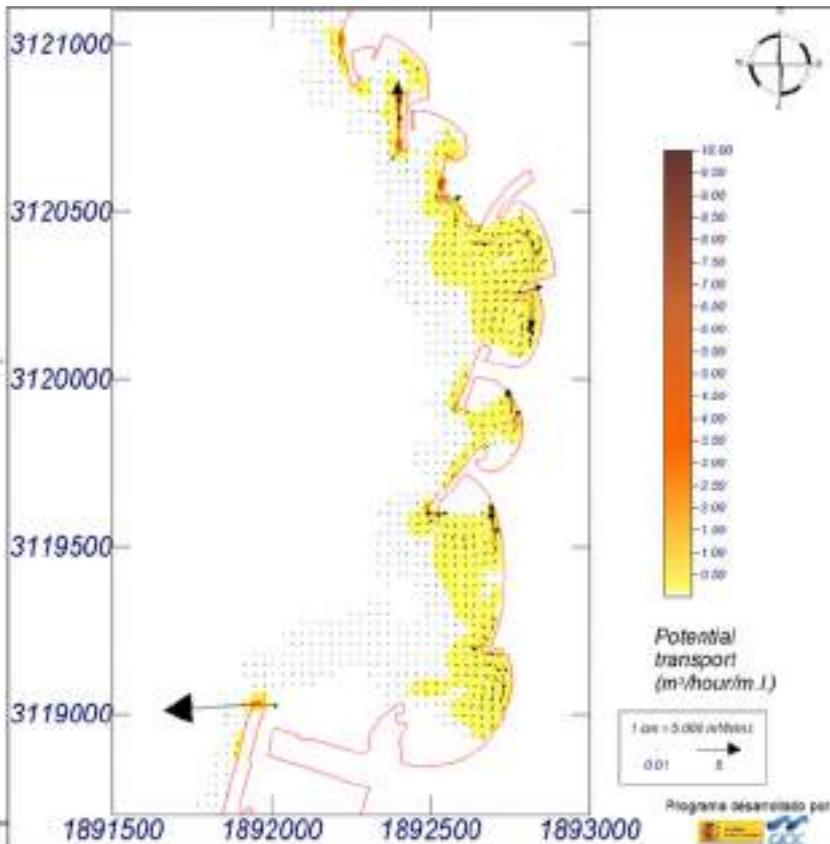
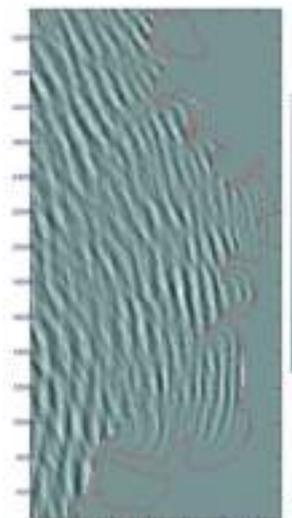


FIGURE 29 : TRANSIT LITTORAL POTENTIEL INDUIT SUR LA ZONE DE PROJET À L'ÉTAT ACTUEL PAR LES HOULES DE TEMPÊTE ANNUELLES DE SECTEURS O ET SO AU LARGE

4.3.4.4 - Étude de la forme à l'équilibre des plages sous l'influence de la houle

La forme à l'équilibre du trait de côte d'une plage sableuse semi-fermée, soumise à une protection naturelle (pointe, cap, par exemple) ou à l'influence d'un ouvrage artificiel (forme incurvée entre deux épis, ou tombolo à l'arrière d'un brise-lames, par exemple) est gouvernée par les caractéristiques annuelles moyennes de la houle incidente, et de la position du ou des points de diffraction influençant la position du rivage.

À partir d'une situation connue (état initial), cette approche pragmatique permet de définir très rapidement l'impact de nouveaux aménagements sur le littoral. L'objectif ici est, à partir des éléments rassemblés précédemment, de vérifier l'influence des ouvrages actuels sur le littoral et leur rôle de maintien du sable, et d'en déduire l'importance d'autres facteurs morpho-sédimentaires identifiés par ailleurs (transit littoral intercepté, transit transversal, transit éolien, etc.). Au besoin, ce modèle permet par la suite de :

- dimensionner et étudier les rechargements nécessaires ;
- définir l'effet de nouveaux aménagements sur le trait de côte de l'aire d'étude.

Les figures suivantes présentent l'application de la méthodologie aux plages de l'aire d'étude.

Concernant les plages situées au Nord de l'Huveaune, cette analyse met en évidence la prépondérance des conditions de houle de secteur Ouest à Sud-Ouest sur l'équilibre des plages. La superposition des traits de côte reconstitués avec le trait de côte Histolitt® est en effet très satisfaisante en considérant un flux moyen de secteur Ouest, en particulier pour les plages du Petit Roucas et de David.

Concernant les plages situées plus au Sud, de même que précédemment, la superposition des traits de côte reconstitués avec le trait de côte Histolitt® est très satisfaisante en considérant un flux moyen de secteur Ouest, et permet de conforter l'hypothèse d'un flux d'Ouest dominant du point de vue de l'équilibre de ces plages.

De légers écarts peuvent apparaître pour certaines portions de plage comme pour la plage de Bonneveine ou du Grand Roucas, en particulier en leur centre. Ceci peut être dû soit à une mésestimation des paramètres définissant la forme de la plage, soit au fait qu'il s'agit d'un trait de côte légèrement variable, n'étant pas vraiment à l'équilibre actuellement puisque faisant l'objet de reprofilages et rechargements ponctuels réguliers.

Cette analyse met par ailleurs en évidence une orientation des ouvrages de protection qui ne semble pas en adéquation avec la direction moyenne des houles sur la zone. L'orientation actuelle des ouvrages de type brise lames situés de part et d'autre de la plage de Bonneveine joue en effet vraisemblablement plus un rôle de protection/confort des baigneurs vis-à-vis des mers du vent de secteur Nord-Ouest.

Comment lire les cartes qui suivent ?

Les traits de côte résultants sont mis en évidence avec un code couleur propre à chaque plage, permettant par ailleurs de repérer les points de diffraction de la houle contrôlant ces formes.

Le trait de côte Histolitt®, servant de référence, est matérialisé en rouge.

La direction du flux moyen d'énergie considéré pour chaque point de diffraction est indiquée par des flèches mauves.



FIGURE 30 : ETUDE DE LA FORME EN PLAN À L'ÉQUILIBRE DES PLAGES DU PETIT & GRAND ROUCAS ET DE DAVID



FIGURE 31 : ETUDE DE LA FORME EN PLAN À L'ÉQUILIBRE DES PLAGES DE L'HUVEAUNE ET BORÉLY



FIGURE 32: ETUDE DE LA FORME EN PLAN À L'ÉQUILIBRE DE LA PLAGE DE BONNEVEINE

L'analyse de la forme en équilibre de la plage de la Vieille Chapelle (cf. Figure suivante) met en évidence la protection apportée par le court épi ajouté dernièrement devant le bâtiment public (cerclé de rouge sur la figure) en vue de le protéger. En effet, le trait de côte à l'équilibre, sous la seule influence du brise-lames séparant cette plage de celle de Bonneveine, visible en bleu sur la figure, traverse le bâtiment public.

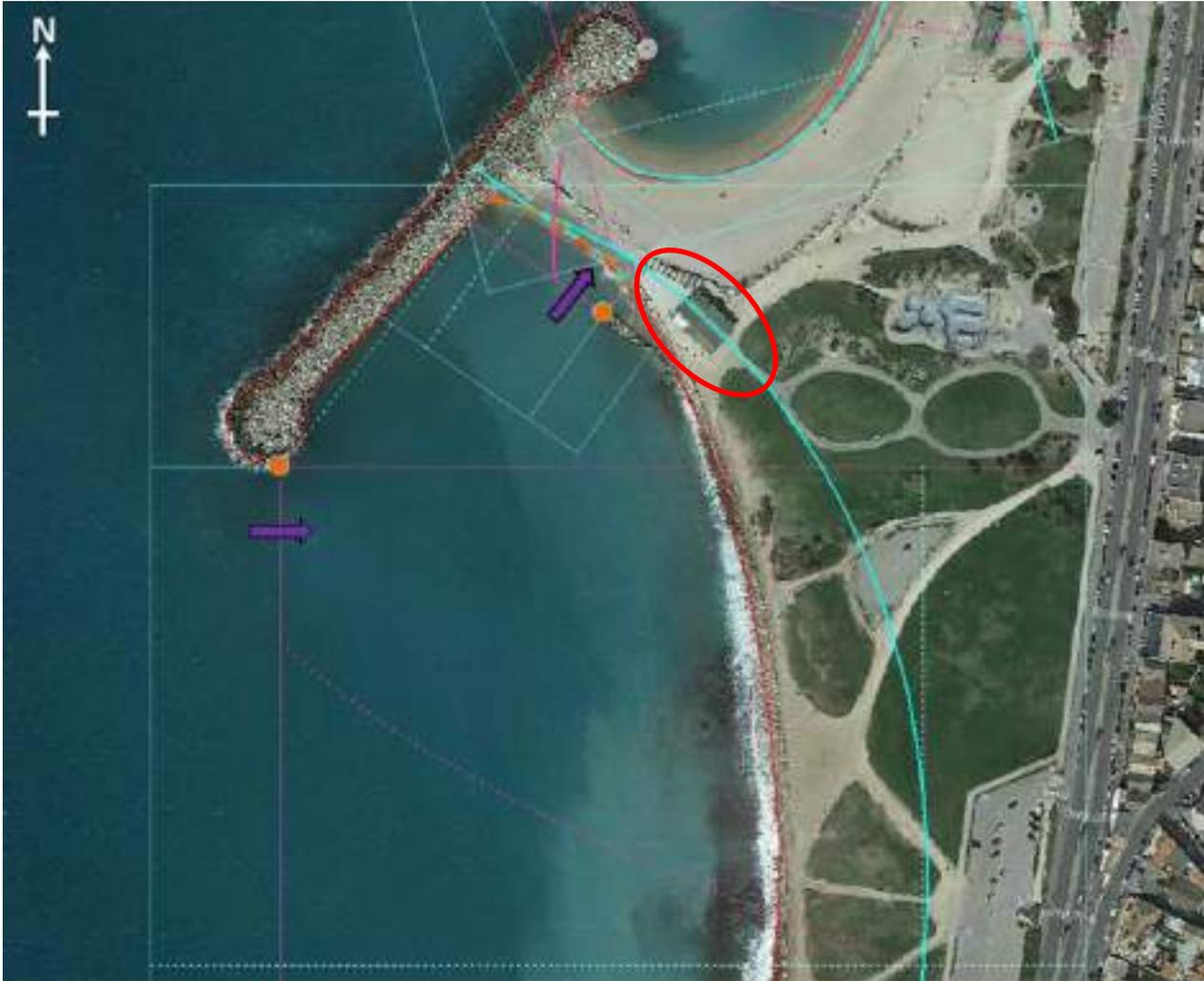


FIGURE 33: ETUDE DE LA FORME EN PLAN À L'ÉQUILIBRE DE LA PLAGE DE L'ANSE DE VIEILLE CHAPELLE

Enfin, l'analyse du trait de côte de la plage de Pointe Rouge met en évidence l'influence de l'extrémité Nord du môle voiles légères, construit au début des années 1970, sur la position actuelle de la plage (point et courbe en bleu).

Une analyse sommaire de la possible position de la plage avant construction de ce môle, liée à la seule influence de l'ancienne jetée (point et courbe en vert), conforte l'hypothèse que la construction du môle est à l'origine de l'effet de bascule de la plage observé depuis les années 1970, de l'Est vers l'Ouest.

L'analyse du trait de côte actuel montre néanmoins que ce dernier a vraisemblablement plus ou moins atteint un équilibre aujourd'hui (hors pertes éoliennes et/ou dans le profil, et apports éventuels par rechargement).



FIGURE 34 : ETUDE DE LA FORME EN PLAN À L'ÉQUILIBRE DE LA PLAGE DE POINTE ROUGE

4.3.4.5 - Transit éolien

Le vent est également susceptible de jouer sur les mouvements et bilans sédimentaires des plages de la zone d'étude, en particulier pour les plages majoritairement constituées de matériaux sableux (Huveaune et Pointe Rouge).

4.3.4.5.1 - Plage de l'Huveaune

Les vents dominants à la station de Marseille-Longchamp sont les vents de secteur Nord à Nord-Ouest (Mistral).

Le transit éolien potentiel sur la plage de l'Huveaune est estimé à environ 20 000 m³/an¹¹. Cette estimation est très supérieure aux pertes annuelles relevées sur cette plage, assimilables en 1^{ère} approche aux volumes rechargés annuellement. Il est néanmoins important de noter qu'il s'agit d'une capacité de transport potentiel, ne prenant pas en compte la présence d'obstacles à proximité, où le taux d'humidité du sable en place.

Par ailleurs, le sable mobilisé se retrouvera vraisemblablement :

- par vent de Nord à Est essentiellement : dans les petits fonds, avant de revenir ensuite sur la plage sous l'action des courants et de l'agitation (cela pourrait concerner environ 50 % du transit potentiel) ;
- par vent de Sud à Nord-Ouest (en passant par l'Ouest) : partiellement bloqué en haut de plage, partiellement sur l'Avenue Mendès-France (cf. figure suivante) et/ou dans le cours de l'Huveaune, les sédiments pouvant dans ce dernier cas revenir vers la plage avec les crues suivantes.

Les pertes éoliennes définitives sur cette plage sont de ce fait essentiellement limitées au sable fin s'accumulant sur l'avenue, rarement réintroduit sur la plage. Le volume réel, a priori non négligeable vis-à-vis des pertes globales de la plage est néanmoins difficile à estimer précisément en l'absence d'estimation des volumes récupérés dans le cadre des travaux d'entretien de la voirie.

4.3.4.5.2 - Plage de Pointe Rouge

Sur la plage de Pointe Rouge, présentant une granulométrie moyenne de sédiments comparable sinon supérieure à celle de l'Huveaune, le transit éolien potentiel est probablement du même ordre de grandeur, sinon double (du fait de son orientation et de la largeur de plage plus importante), mais les pertes éoliennes sont vraisemblablement plus réduites du fait de son confinement par les restaurants (observations d'accumulations contre les établissements) et le mur de haut de plage. Par ailleurs, il est important de noter que la situation de la plage en contrebas de la route induit probablement des conditions de vent locales différentes de celles pouvant être attendues au niveau de la plage de l'Huveaune ou du Vieux Port. Les estimations de transit potentiel sur ce site sont de ce fait plus qualitatives que quantitatives.

On peut néanmoins remarquer que les vents de secteur Est à Sud-Est sont susceptibles de participer au déplacement du sable de la plage en direction de l'école de voile, avec des dépôts de matériaux vers les petits fonds, qui seront difficilement ramenés par les courants et l'agitation (cela pourrait concerner environ 15 % du transit potentiel). Ce phénomène est par ailleurs vraisemblablement exacerbé depuis la bascule de la plage en direction de l'Ouest suite à la construction du môle voile légère, offrant plus de surface disponible pour les vents de secteur Est à Sud-Est.

4.3.4.5.3 - Plages constituées de matériaux plus grossiers

Pour une granulométrie moyenne comprise entre 3 mm et 8 mm, la capacité de transport potentiel est réduite de moitié, sinon nulle pour les sédiments les plus grossiers (par rapport à des sédiments de diamètre 0,2-0,4 mm). Ces plages sont de fait beaucoup plus stables à l'action du vent (seuls les éléments les plus fins sont

¹¹ Application de la formule de White adaptée par Arens (1995), aux statistiques de vitesse du vent définies au niveau du Port à partir des données de modèle Météo-France (Egis, 2017).

mobilisés) et ne nécessitent un reprofilage que suite à des coups de mer de secteur Ouest à Sud-Ouest pour l'essentiel. Il est à noter que des projections de galets sur l'allée piétonne et sur l'aire de jeu en arrière plage sont observées sur la plage de Borély.

Les pertes éoliennes en sédiments sur ces plages sont de ce fait réelles (des envols ont par exemple été observés lors d'un déplacement sur site en mars 2017 ; cf. illustration suivante), mais vraisemblablement réduites vis-à-vis des autres facteurs érosifs (action de la mer principalement), ou équivalentes par exemple aux pertes liées au nettoyage des plages, difficile à quantifier cependant, et ne concernant que la partie la plus fine des volumes rechargés dans le cadre de l'entretien de ces plages.



FIGURE 35 : ENVOLS ÉOLIENS PLAGE DE L'HUVEAUNE (GAUCHE) ET NETTOYAGE DES TERRASSES ENSABLÉES PAR MISTRAL (DROITE) (EGIS, 2017)

4.3.4.6 - Synthèse de la dynamique hydrosédimentaire actuelle du littoral et des facteurs d'érosion

L'analyse des données disponibles, bien que lacunaires par exemple en termes d'évolution topographique, tend à confirmer la tendance érosive du littoral de l'aire d'étude, hétérogène néanmoins en intensité et dans les facteurs qui en sont à l'origine.

Cette érosion est relativement réduite, mais chronique, et nécessite de ce fait un entretien régulier de l'aire d'étude à l'aide de reprofilages (Petit et Grand Roucas, David, Vieille Chapelle et Pointe Rouge) et de rechargements ponctuels (Huveaune, Borély, Bonneveine) avant la saison estivale.

Synthèse des facteurs responsables de l'érosion sur la zone d'étude

Il est rappelé que les plages les plus touchées par l'érosion sont les plages de l'Huveaune (partie centrale et Sud), Borely (partie Nord) et Bonneveine (moitié Nord). La plage résiduelle de l'anse de la Vieille Chapelle, ainsi que la plage de Pointe Rouge sont en effet relativement stables depuis quelques années. Les plages au Nord du débouché de l'Huveaune, constituées de matériaux grossiers et mieux protégées par les ouvrages en enrochements, sont les plus stables de la zone d'étude.

Par ailleurs, il est important de garder à l'esprit que les plages de la zone d'étude sont des plages artificielles, ou ayant perdu leur caractère naturel (Huveaune et Pointe Rouge), a priori désormais sans alimentation en sédiments par les cours d'eau, ni stock sédimentaire au large susceptible de les « recharger » de manière significative en conditions de beau temps, et dont la protection prévue initialement par des ouvrages en enrochements n'a pas été achevée en ce qui concerne les plages situées au Sud du débouché de l'Huveaune. Ces dernières plages, de par leurs caractéristiques, sont de ce fait vouées à démaigrir plus ou moins lentement.

Les principaux facteurs responsables de l'érosion chronique, identifiés par la Ville de Marseille, et/ou suite à l'analyse des données disponibles, sont synthétisés ci-après (les plages du Petit et Grand Roucas ainsi que celle du David, a priori stables, ne sont donc pas abordées ci-dessous) :

- **Plage de l'Huveaune : Houle et Vent**

- Absence de protection vis-à-vis de la houle de secteur Ouest à Sud-Ouest induisant un transit sédimentaire potentiellement important le long de la plage et des pertes de matériaux, en particulier en provenance de sa moitié Sud, aboutissant vraisemblablement plus au large dans les petits fonds et au débouché de l'Huveaune ;
- Présence de sédiments fins (0.2-0.4mm) et absence d'éléments verticaux permettant de limiter l'action du vent sur cette plage, favorisant la mobilisation des sédiments par le vent, susceptibles de se déposer soit en mer, soit sur l'avenue située à l'arrière.

- **Plage Borely : Houle et Vent**

- Absence de protection vis-à-vis de la houle de secteur Ouest à Sud-Ouest (excepté en partie Sud, mais insuffisante) induisant un transit sédimentaire potentiellement important le long de la plage et des pertes de matériaux, en particulier sur sa moitié Nord, aboutissant vraisemblablement plus au large dans les petits fonds ;
- Présence locale de sédiments fins (0.2-0.4mm) et absence d'éléments verticaux permettant de limiter l'action du vent sur cette plage, favorisant la mobilisation des sédiments par le vent, susceptibles de se déposer soit en mer, soit sur les espaces situés à l'arrière (les pertes sont néanmoins certainement plus faibles que pour la plage de l'Huveaune, intégralement constituée de sable fin).

- **Plage de Bonneveine : Houle**

- Ouvrages de protection inadaptés vis-à-vis des états de mer de secteur Ouest à Sud-Ouest (ouvrages orientés en vue de réduire l'agitation en cas de mer du vent de secteur Nord-Ouest).
- Migration probable de sédiments visant à atteindre une forme à l'équilibre légèrement autre que la forme maintenue artificiellement par rechargement et reprofilage, en particulier sur sa moitié Nord. Pertes possibles de sédiments dans les petits fonds, restant néanmoins vraisemblablement cantonnées pour l'essentiel à la zone alvéolaire.

- **Plage de l'anse de la Vieille Chapelle : Houle**

- Ouvrages de protection inadaptés vis-à-vis des états de mer de secteur Ouest à Sud-Ouest :
 - Brise-lame au Nord orienté en vue de réduire l'agitation en cas de mer du vent de secteur Nord-Ouest, ayant nécessité la construction d'une protection locale complémentaire pour protéger le bâtiment public situé à l'arrière ;
 - Absence de brise-lames pour le reste de cette portion de littoral directement exposée aux houles du large, et induisant un transit sédimentaire potentiellement important le long de l'anse et des pertes de matériaux (approfondissement des fonds en pied d'ouvrage) ;
 - Protection linéaire en enrochements pour le reste de cette portion de littoral autorisant d'importants franchissements, à l'origine de départs de matériaux à l'arrière de la protection du fait de l'absence de couche filtre et/ou géotextile sous les enrochements (à l'exception de l'extrémité Sud de ce linéaire, ne présentant pas ces

dysfonctionnements). Ces départs de matériaux fins du talus, associé aux possibles départs de matériaux en pied d'ouvrage par la dérive littorale, favorise la déstabilisation des enrochements de protection sous l'action de la houle.

- Altitude peu élevée du haut de plage, autorisant un transfert de matériaux par jet de rive et/ou vent en direction de l'extrémité Sud de la plage de Bonneveine.

- **Plage de Pointe Rouge : Houle et Vent**

- Présence du môle voile légère qui a favorisé, suite à sa construction, un processus érosif sur la partie Nord-Est de la plage en induisant une bascule de la plage en direction de l'Ouest, désormais stabilisée a priori.
- Présence de sédiments fins (0.2-0.4mm), favorisant la mobilisation des sédiments par les vents de secteur Est à Sud-Est, susceptibles de se déposer en mer.

La pluie (ruissellement) et les opérations de nettoyage des plages contribuent vraisemblablement de manière négligeable au processus érosif observé sur les plages de la zone d'étude. Les dispositifs suivants, cependant pourraient être envisagés :

- Canalisation en amont des écoulements d'origine pluviale et/ou issus de l'arrosage des espaces verts adjacents ;
- Amélioration des pratiques relatives au nettoyage des plages.

Il est rappelé en conclusion que l'aire d'étude n'est pas soumise à des courants liés au vent ou marée significatifs. Elle est principalement soumise aux mers du vent de secteur Nord à Nord-Ouest, et aux houles de secteur Ouest à Sud-Ouest, ces dernières constituant la principale sollicitation hydrodynamique pour les plages concernées. L'absence d'ouvrages de protection, ou l'existence d'ouvrages inadaptés à ces conditions représente la principale cause d'érosion sur l'aire d'étude.

Le vent agissant sur les plages de sable fin du secteur (Huveaune, Borély, Pointe Rouge) est également à l'origine de départs de matériaux en mer ou sur les voiries (plage de l'Huveaune).

Synthèse graphique de la dynamique sédimentaire sur la zone d'étude

Le schéma de la page suivante propose une synthèse graphique de la dynamique hydrosédimentaire du littoral actuel.

Pour rappel, la zone peut être délimitée en deux sous-cellules sédimentaires relativement indépendantes l'une de l'autre (hors évènements extrêmes) :

- Une première sous-cellule s'étendant du sud de la base nautique du Roucas Blanc jusqu'au nord de la plage de Bonneveine, et qui inclut le débouché de l'Huveaune, représentant la principale source d'apport de matériaux de l'aire d'étude (néanmoins vraisemblablement réduite depuis l'artificialisation du bassin versant et du cours d'eau) ;
- Une seconde sous-cellule s'étendant du nord de la plage de Bonneveine jusqu'à l'entrée du port de Pointe Rouge.

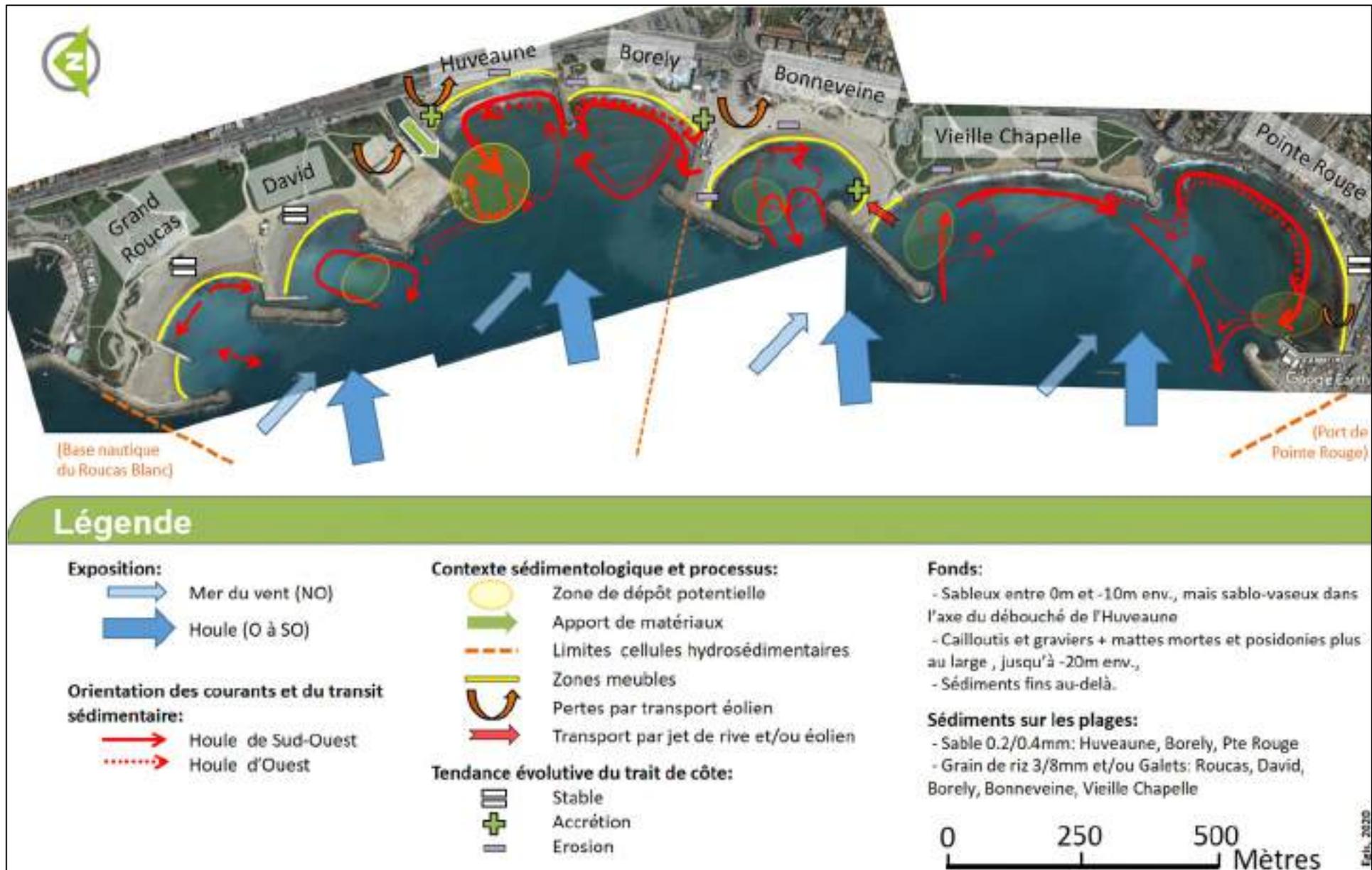


FIGURE 36 : SCHÉMA DE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT HYDROSÉDIMENTAIRE ACTUEL DU LITTORAL ÉTUDIÉ

DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE AU TITRE DE L'ARTICLE L.181-1 À L.181-4 DU
CODE DE L'ENVIRONNEMENT

71/175

VOLET B – EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

24 avril 2021

4.4 - Qualité du milieu

4.4.1 - Qualité des sédiments

Deux campagnes réalisées sur l'aire d'étude en 2018 et 2020 (cf plan d'échantillonnage suivant) ont permis d'analyser la qualité des sédiments.



FIGURE 37 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DES CAMPAGNES D'ANALYSE

Les résultats des analyses sédimentaires présentent des teneurs faibles sur l'ensemble des paramètres mesurés. Seules les teneurs en carbone organique total et en phosphore total sont considérées comme moyennes. Les résultats sont comparables au bruit de fond environnemental. Les deux rapports présentant les résultats détaillés de chaque campagne sont en annexe de ce rapport.

4.4.2 - Qualité des sédiments de l'Huveaune

Sont considérés ici les sédiments du lit de l'Huveaune dans les zones de sédimentation qui peuvent être lessivées lors d'épisodes pluvieux et contribuer, en plus des rejets des déversoirs, à la pollution de la plage de l'Huveaune par relargage des bactéries contenues dans la fraction fine des sédiments.

L'analyse des sédiments a été faite dans le cas d'une étude ayant pour objectif d'expliquer les phénomènes de persistance de la pollution bactériologique sur la plage de l'Huveaune dans les jours qui suivent un épisode pluvieux ainsi que l'établissement de propositions de gestion adaptées¹².

L'ensemble des sédiments échantillonnés dans les zones d'accumulation présente des concentrations bactériennes significatives, comprises entre $1E+03$ et $6,3E+04$ pour les *E. coli* et $1,5E+02$ et $4,6E+03$ pour les Entérocoques fécaux.

¹² Ville de Marseille. Étude sur les phénomènes de persistance de la pollution bactérienne de la plage de l'Huveaune après un épisode pluvieux. Rapport intermédiaire. SERRAM et Rivages Protech.



Zone d'accumulation	<i>Escherichia coli</i> (NPP /100mL sédiments)	Entérocoques fécaux (NPP /100mL sédiments)
P2 A	6,3E+04	4,3E+03
P3 D	1,1E+04	1,8E+03
P4 B	6,0E+03	8,9E+02
P5 C	1,1E+03	1,6E+02
P5A	1,3E+03	1,8E+02
P5D	6,7E+02	1,0E+02
Z3B	1,1E+04	1,6E+03
P13 D	1,9E+04	4,6E+03
P14 A	1,4E+03	1,4E+03
P14,5 A	2,5E+03	9,7E+02

FIGURE 38 CHARGE BACTÉRIOLOGIQUE DES SÉDIMENTS DANS LES ZONES D'ACCUMULATION DU LIT DE L'HUVEAUNE

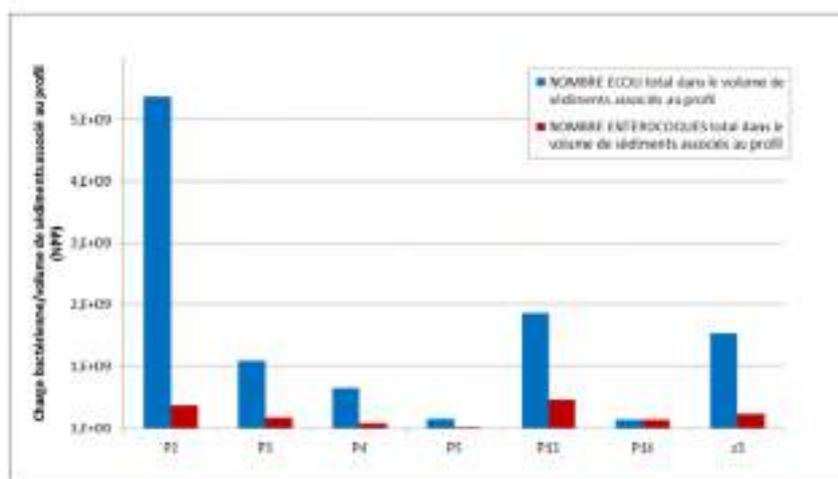


FIGURE 39 CHARGES BACTÉRIENNES ESTIMÉES POUR CHAQUE ZONE D'ACCUMULATION

Dans l'hypothèse de la remise en suspension des sédiments associés lors de la reprise du lit par le cours d'eau, ces résultats suggèrent que les sédiments mobilisables présentent un potentiel important de dégradation de la qualité des eaux du cours d'eau. En particulier, les ordres de grandeurs obtenus sur les sédiments sont tout à fait comparables à ceux obtenus pour les flux bactériens issus d'un exutoire pollué.

4.4.3 - Qualité de l'eau : description et objectifs de bon état des masses d'eau concernées

L'aire d'étude du projet intercepte deux masses d'eau :

- la masse d'eau côtière FRDC06b « Pointe d'Endoume, cap Croisette et Iles du Frioul » qui englobe l'ensemble de la rade sud de Marseille,
- la masse d'eau superficielle FRDR121B « L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer qui a une influence directe sur la qualité de la masse d'eau côtière précédente.

4.4.3.1 - La masse d'eau côtière FRDC06b

Les masses d'eau côtières sont caractérisées sur les résultats acquis dans le cadre du programme de surveillance de la DCE 2000/60/CE. Ce bilan, basé sur les critères DCE 2000/60/CE, est réalisé à partir des derniers résultats validés. Il ne se substitue pas à l'état des lieux officiel des masses d'eau réactualisé en 2013.

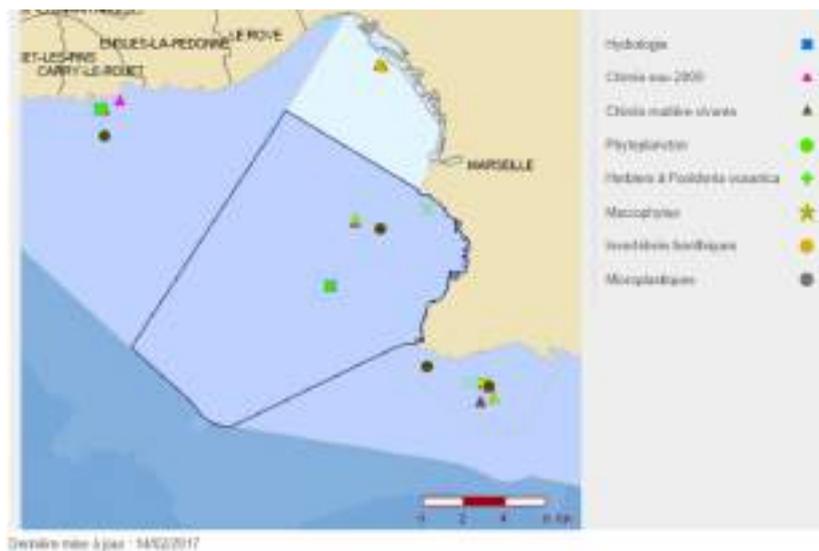


FIGURE 40 : LOCALISATION DE LA MASSE D'EAU FRDC06B

Le SDAGE 2016-2021 fixe les objectifs environnementaux à atteindre pour chaque masse d'eau et définit les échéances d'atteinte de ces objectifs. Le tableau suivant qualifie les objectifs environnementaux de la masse d'eau FRDC06b.

TABLEAU 9 OBJECTIFS D'ÉTAT À ATTEINDRE POUR LA MASSE D'EAU FRDC06B

Code masse d'eau	Nom masse d'eau	Catégorie masse d'eau	Objectif d'état écologique				Objectif d'état chimique		
			Objectif d'état	Statut	Échéance	Motivation en cas de recours aux dérogations	Échéance sans ubiquiste	Échéance avec ubiquiste	Motivation en cas de recours aux dérogations
FRDC06B	Pointe d'Endoume, cap Croisette et Iles du Frioul	Eaux côtières	Bon état	MEN	2015		2015	2015	

D'après le contrôle de surveillance, la masse d'eau côtière FRDC06b présente un bon état chimique et un bon état écologique ce qui est en cohérence avec les objectifs fixés par le SDAGE ci-dessus.

Etat chimique		Etat écologique			Etat			
Niveau de confiance		Niveau de confiance			Niveau de confiance			
Etat chimique	Etat biologique	Etat hydromorphologique	Etat physico-chimique	Etat				
contaminants chimiques	(I)	Phytoplancton	(I)	hydromorphologie	(E)	température	(NP)	Microplastiques
Métaux lourds	(I)	macroalgues	(I)			oxygène dissous	(I)	
Pesticides	(I)	angiosperme	(I)			nutriments	(IND)	
Polluants industriels	(I)	invertébrés benthiques	(I)			salinité	(NP)	
Autres	(I)					Transparence	(I)	
						polluants spécifiques	(DNP)	

Etat écologique ou global		Etat chimique	
Non pertinent		Non pertinent	
Inconnu		Inconnu	
Très bon		Bon	
Bon		Mauvais	
Moyen			
Médiocre			
Mauvais			
Inférieur au très bon état			

DI - Données insuffisantes
DNP - Descripteur non prospecté dans cette masse d'eau
ENS - Elément de qualité non suivi
IND - Indicateur non défini
NP - Indicateur non pertinent (absent ou non représentatif)
NS - Pas de contrôle de surveillance dans cette masse d'eau
E - Classement basé sur un avis d'expert
I - Classement basé sur l'indicateur

Niveau de confiance

1: faible
2: moyen
3: élevé
gris : pas d'information

FIGURE 41 : CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT ÉCOLOGIQUE ET CHIMIQUE DANS LE CADRE DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE DE LA DCE DE LA MASSE D'EAU FRDC06B.

4.4.3.2 - La masse d'eau superficielle FRDR121B

La masse d'eau superficielle FRDR121B correspond à la partie aval du fleuve de l'Huveaune. C'est un fleuve permanent dont le régime est soumis à une géologie karstique prenant sa source dans le vallon de la Castelette, sur la commune de Nans-les-Pins (Var). Il parcourt approximativement 50 kilomètres jusqu'à son embouchure naturelle à Marseille, au niveau des plages aménagées du Prado. Ce fleuve est également dévié au barrage de la Pugette pour acheminer les eaux usées traitées jusqu'à la Calanque de Cortiou.

Au regard du SDAGE 2016-2021, les objectifs d'état écologique, quantitatif et chimique à atteindre pour la masse d'eau concernée sont présentés dans le tableau 7.

TABLEAU 10. OBJECTIFS DE QUALITÉ DE LA MASSE D'EAU FRDR121B ¹³

Code masse d'eau	Nom d'eau	masse	Catégorie masse d'eau	Objectif d'état écologique				Objectif d'état chimique			Paramètres faisant l'objet d'un adaptation
				Objectif d'état	Statut	Échéance	Motivation en cas de recours aux dérogations	Échéance sans ubiquiste	Échéance avec ubiquiste	Motivation en cas de recours aux dérogations	
FRDR121b	l'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer		Cours d'eau	Bon potentiel	MEFM	2015		2015	2027	FT	Benzo(g,h,i)perylène + Indenol(1,2,3-cd)pyrène

Le réseau de contrôle de surveillance mis en place par l'agence de l'eau permet de suivre la qualité des eaux de l'Huveaune en partie aval sur la station « Huveaune à Marseille 2 ». Le tableau suivant définit la qualité des eaux depuis 2012.

	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Physico-chimie								
Débit de l'oxygène	TBE							
Température	IND							
Nutriments azotés	BE							
Nutriments phosphorés	BE							
Acidification	BE							
Polluants spécifiques	BE	BE	BE	BE	MAUV	BE	BE	BE
Biologie								
Invertébrés benthiques								
Diatomées	BE	MOY	BE	BE	BE	BE	BE	BE
Macrophytes								
Poissons								
Hydromorphologie								
Pressions Hydromorphologiques								
Etat écologique								
Potentiel écologique	BE	MOY	BE	BE	MOY	BE	BE	BE
ETAT CHIMIQUE	MAUV	BE	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV

ETAT ÉCOLOGIQUE		ETAT CHIMIQUE	
TBE	Très bon état	BE	Bon état
BE	Bon état	MED	Etat médiocre
MOY	Etat moyen	MAUV	Non atteinte du bon état
MED	Etat médiocre	IND	Information insuffisante pour attribuer un état
MAUV	Etat mauvais		
IND	Etat indéterminé		

FIGURE 42 RÉSULTATS DU SUIVI DE LA QUALITÉ DES EAUX À LA STATION HUVEAUNE À MARSEILLE 2

¹³ Bassin Rhône-méditerranée. Etat des lieux 2013. Approuvé par le Préfet coordonnateur de bassin, le 13 décembre 2013.

Les résultats de ce suivi, identifient un potentiel écologique en Bon état en 2019 avec deux années précédentes présentant un état moyen. Cependant, l'état chimique est en mauvaise état.

4.4.4 - Qualité bactériologique des eaux de baignade

4.4.4.1 - Rappel de la réglementation

La directive européenne 2006/7/CE du 15 février 2006 concernant la qualité des eaux de baignade remplace, depuis le 31 décembre 2014, l'ensemble des dispositions prévues par la directive 76/160/CEE du 8 décembre 1975.

L'application de cette nouvelle directive entraîne notamment un renforcement de l'information du public et apporte des modifications dans les modalités de classement qui porteront non plus sur une seule saison mais sur quatre années de surveillance. L'accent est ainsi mis sur la prévention par une meilleure gestion des ouvertures et fermetures des plages lorsque les eaux de baignade sont soumises à des risques de pollution.

Pour atteindre cet objectif, des études ou « profils » des eaux de baignade, sont imposées aux gestionnaires des plages. Ces profils visent à identifier toutes les sources de pollutions susceptibles d'affecter la qualité des eaux de baignade et de présenter un risque pour la santé des baigneurs. Cette meilleure connaissance permettra d'une part, de programmer les travaux nécessaires à la mise à l'abri des plages vis-à-vis des pollutions, et d'autre part de gérer de manière plus fiable les fermetures temporaires préventives des plages et leurs réouvertures.

Le classement annuel des plages est dressé par l'Agence Régionale de Santé. Les critères d'évaluation de la qualité des eaux de baignade reposent sur deux catégories d'indicateurs sanitaires :

- Les paramètres microbiologiques au travers de trois germes ou catégories de germes : les *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux,
- Les paramètres physico-chimiques qui font l'objet d'une mesure ou d'une appréciation visuelle ou olfactive sur le point d'échantillonnage.

La nouvelle méthode de calcul du classement de la qualité des eaux prévue par la directive 2006/7/CE, applicable depuis la fin de la saison 2013, attribue à l'eau de baignade, une des quatre classes de qualité suivantes : insuffisante, suffisante, bonne et excellente. Le classement se fait par une méthode statistique sur la base des analyses microbiologiques réalisées pendant quatre années consécutives.

TABLEAU 11 NORMES DE QUALITÉ DES EAUX DE BAINADE (ARRÊTÉ DU 22 SEPTEMBRE 2008 MODIFIÉ PAR L'ARRÊTÉ DU 4 OCTOBRE 2011).

Les normes de "qualité" des eaux de baignades
Pour les eaux côtières et les eaux de transition (eaux de mer)

Paramètre (CE 2006)	Excellente qualité	Bonne qualité	Qualité suffisante	Méthodes de référence pour l'analyse
Entérocoques intestinaux (UFC/100ml)	100 **	200 **	105 **	ISO 7899-1 ou ISO 7899-2
Escherichia coli (UFC/100ml)	250 **	500 **	500 **	ISO 9209-2 ou ISO 9209-1

* Evaluation au 95^e percentile
** Evaluation au 90^e percentile

* eaux les moins bonnes pour les
eaux inférieures. (sauf d'écouls)

E s c h e r i c h i a	P e r c e n t i l e	Entérocoques intestinaux			
		Percentile 95 < 300	100 < Percentile 95 < 200	Percentile 95 > 200 et Percentile 90 < 300	Percentile 90 > 500
c o l i	Percentile 95 ≤ 250	Excellente	Bonne	Suffisante	Insuffisante
	250 < Percentile 95 < 500	Bonne	Bonne	Suffisante	Insuffisante
	Percentile 95 > 500 et percentile 90 < 500	Suffisante	Suffisante	Suffisante	Insuffisante
	Percentile 90 > 500	Insuffisante	Insuffisante	Insuffisante	Insuffisante

Les eaux de qualité excellente, bonne et suffisante sont conformes à la directive. Les eaux de qualité insuffisante peuvent rester temporairement conformes à la directive si des mesures de gestion sont prises telles que : l'identification des causes de cette mauvaise qualité, des mesures pour réduire la pollution, l'interdiction ou l'avis déconseillant la baignade. Cependant, si la qualité des eaux est de qualité insuffisante pendant 5 années à la suite, une interdiction ou à un avis déconseillant la baignade de manière permanente doit être prononcée et il est considéré que ces eaux sont définitivement non conformes.

4.4.4.2 - Résultats

Le tableau ci-dessous indique l'évolution de la qualité bactériologique des eaux de baignade sur les dernières années. Bien que la qualité soit constante sur l'ensemble des plages entre 2013 et 2018, la plage de l'Huveaune, longtemps classée en qualité insuffisante d'année en année, a vu sa qualité s'améliorer et redevenir insuffisante pour l'année 2018. Bien qu'en amélioration constante la plage de Borély est également à surveiller avec une dégradation de la qualité sur l'année 2018 également.

TABLEAU 12 EVOLUTION DU CLASSEMENT DES PLAGES DE L'AIRE D'ÉTUDE ENTRE 2013 ET 2016 (SOURCE ARS)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Plage du Grand Roucas	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente
Plage David	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Bonne
Plage de l'Huveaune	Insuffisante	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Insuffisante	Insuffisante
Plage Borély	Bonne	Excellente	Excellente	Bonne	Bonne	Suffisante	Bonne
Plage Bonneveine	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente
Plage de la Vieille Chapelle	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente
Plage de la Pointe Rouge	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente	Excellente

La qualité sanitaire des plages est majoritairement qualifiée de bonne voire excellente sauf pour la plage de l'Huveaune. Celle-ci est marquée par des pollutions bactériennes induites par les eaux de l'Huveaune se rejetant dans la baie du Prado notamment par le rejet d'eaux pluviales non traitées lors d'épisodes puvieux.

4.4.4.3 - Les sources de pollution bactérienne

Les causes de pollution bactériologique potentielles des zones de baignade sont encore nombreuses. Elles ont été analysées dans le cadre de la réalisation des profils de vulnérabilité des cinq zones de baignade du territoire d'étude réalisés par la Ville de Marseille en 2011 : Prado Nord, Prado Sud, L'Huveaune, Borély, Bonneveine, Vieille Chapelle et Pointe Rouge¹⁴.

4.4.4.3.1 - L'Huveaune

L'une des principales causes de pollution des zones de baignade est l'Huveaune et son affluent le Jarret. Leur exutoire naturel est le parc balnéaire du Prado. Lors de la conception du parc, il est vite apparu

¹⁴ Ville de Marseille. Profils de zones de baignade : Prado Nord, Prado Sud, L'Huveaune, Borély, Bonneveine, Vieille Chapelle, Pointe Rouge. Rivages Protech, avril 2011.

indispensable de détourner les eaux polluées de l’Huveaune pour préserver la qualité des eaux de baignade. Depuis 1986, l’Huveaune, et son principal affluent, le Jarret, sont détournés par temps sec au niveau du site de la Pugette vers la Calanque de Cortiou afin de préserver la qualité des plages du Prado. Lors d’un épisode pluvieux significatif (> 8 mm/heure ou 30 m³/s), la vanne barrage du site de la Pugette est abaissée et l’Huveaune reprend son cours naturel jusqu’aux plages du Prado.

Les eaux de l’Huveaune représentent une source de pollution bactériologique importante qui affecte notamment la plage de l’Huveaune. Ces événements se produisent en moyenne deux à trois fois durant la saison estivale entraînant la fermeture momentanée des plages impactées. Par ailleurs, la pollution peut perdurer pendant plusieurs jours après l’épisode pluvieux sur la plage de l’Huveaune alors que ce phénomène n’est pas observé sur les autres plages. Au-delà de 72 h, cela impacte le classement de la zone de baignade. Même si la qualité de l’eau de la plage de l’Huveaune est « suffisante » pour la première fois à l’issue de la saison balnéaire 2014, la plage de l’Huveaune reste une plage en risque en raison de la proximité du cours d’eau.

4.4.3.2 - Le réseau d’assainissement

La collecte des eaux usées se fait selon plusieurs modes à Marseille :

- Dans le centre-ville, le réseau est unitaire : les eaux usées et les eaux de pluie sont collectées dans un réseau unique jusqu’à la station d’épuration biologique Géolide, implantée sous le stade Delors.
- Dans le reste du territoire, le réseau est séparatif : les eaux pluviales sont collectées dans un réseau spécifique puis rejetées dans le milieu naturel via des surverses, évitant ainsi des effets de saturation.
- Sur le littoral Sud, le réseau d’eau pluvial est dit « unitaire par temps sec » : par temps sec et en cas de petits épisodes pluvieux, les eaux pluviales sont envoyées dans le réseau sanitaire par une vanne by-pass. Ce système permet de traiter les premières eaux de ruissellement (faible pluie, nettoyage de voirie, rejets issus des climatisations) et de préserver les plages de ces pollutions. Lorsque les précipitations sont supérieures à 3 mm, les eaux pluviales partent directement en mer sans traitement préalable.

Les principales sources de pollutions bactériennes proviennent :

- du déversoir d’orage du Prado : il sert de point de délestage du réseau unitaire en cas de pluie supérieure à 12 mm/h et représente également une source de pollution par temps sec (eaux contaminées entre le poste de relèvement Gironne et l’exutoire du déversoir),
- du ruisseau de Bonneveine, source de pollution par temps de pluie mais également par temps sec (eaux stagnantes),
- du lac Borély : il génère une pollution liée à sa surverse dans l’Huveaune et en cas de vidange.
- du réseau sanitaire du secteur Pointe-Rouge, en particulier le collecteur Littoral Sud sous-dimensionné.
- Plusieurs exutoires pluviaux proches des zones de baignade de Vieille-Chapelle et Pointe-Rouge.
- Plusieurs postes de relèvement : CMV4, Muette, Ponson, Borély, Gironne, Bonneveine, Hambourg, Molinari, Zizinia ; les postes de relèvement Molinari-Parangon, Pointe Rouge, Néréides et relais Fleuri (plage de Vieille Chapelle).
- du déversoir du Prado qui sert de point de délestage instrumentalisé du réseau unitaire en cas de pluies supérieures à 12 mm/h. Il est également une source de pollution par temps sec en relation avec la présence d’un volume d’eaux contaminées entre le poste de relèvement Gironne (qui pompe les eaux de temps sec) et l’exutoire du déversoir.

4.4.3.3 - La fréquentation balnéaire

L'importante fréquentation des plages pendant la saison balnéaire a une incidence sur la qualité bactériologique des eaux, en particulier sur la plage de la Pointe-Rouge, aggravée par la fermeture des sanitaires publics la nuit.

4.4.3.4 - Les autres sources de pollution

D'autres sources potentielles de pollution sont à mentionner :

- Le phytoplancton : les analyses réalisées durant la saison 2010 au niveau de la zone de baignade de l'Huveaune voisine ont caractérisé un risque potentiel de prolifération d'*Ostreopsis ovata*¹⁵,
- Les méduses : tout comme l'ensemble du littoral marseillais, la zone de baignade Prado Nord est soumise aux arrivées de méduses. À ce jour aucun recensement n'est effectué ; le risque ne peut donc être évalué,
- Les macrodéchets qui peuvent provenir de l'Huveaune et son bassin versant, des différentes activités industrielles ou commerciales situées à proximité des zones de baignade et de la fréquentation,
- Les hydrocarbures susceptibles de provenir du lessivage des rues du bassin versant, des aires d'avitaillement (Pointe Rouge, Bassin Roucas Blanc) et des transit des ferries.

4.4.4 - Fermeture des plages

Les résultats d'analyses bactériologiques indiquant des pics de pollution conduisent la ville de Marseille à la fermeture momentanée des plages.

Le tableau ci-après indique le nombre de jours de fermeture préventive sur l'année 2018.

	Plage du Grand Roucas	Plage David	Plage de l'Huveaune	Plage Borély	Plage Bonneveine	Plage de la Vieille Chapelle	Plage de la Pointe Rouge
Nb de jours de fermeture préventive	7,5	8,5	25	23	6	7	10,5

¹⁵ *Ostreopsis ovata* est une algue microscopique unicellulaire, produisant une toxine particulière dite palytoxine, qui vit habituellement dans les eaux chaudes des mers tropicales. Lorsque la concentration dans l'eau de mer d'*Ostreopsis ovata* est importante, l'inhalation d'aérosols marins contaminés (exposition par voie respiratoire) peut provoquer des effets sanitaires tels que : rhume, toux, fièvre, difficultés respiratoires et irritations de la bouche, de la gorge et des yeux. Des éruptions cutanées (rougeurs et démangeaisons), qui surviennent rapidement après contact direct de la peau avec de l'eau de mer contaminée, ont également été observées. *Ostreopsis ovata* a été repérée pour la première fois dans les eaux tempérées en 2003 en Grèce et en Espagne. L'inhalation d'embruns marins contaminés a été responsable d'une épidémie en 2005 à Gênes avec admission aux urgences de 225 personnes et 20 hospitalisations (syndromes respiratoires fébriles et irritations cutanées).

En septembre 2006 à Marseille, des baigneurs et plongeurs fréquentant une calanque des îles du Frioul ont présenté des symptômes en liens avec *Ostreopsis*. Depuis 2007, la Direction Générale de la Santé a mis en œuvre un dispositif associant une surveillance épidémiologique et environnementale, ainsi qu'une gestion préventive du risque lié à la présence d'*Ostreopsis* dans les eaux de baignade. Source : <http://www.icarsante-paca.fr/article.php?larub=460&titre=2-1-1-3-baignades-et-ostreopsis-ovata>

4.5 - Milieu naturel

4.5.1 - Espaces naturels règlementés et zonages d'inventaires

4.5.1.1 - Parc national des Calanques

4.5.1.1.1 - Périmètre et espaces

Le décret de création du parc national des calanques le 18 avril 2012, a scellé la naissance du dixième parc national français. Établissement public administratif, financé par l'État, le Parc national, à la fois terrestre et marin et péri-urbain, est un outil de protection de l'environnement par excellence au niveau français et reconnu au niveau international pour la qualité exceptionnelle de ses patrimoines naturels paysagers et culturels.

Les différents espaces du Parc sont :

- Le **cœur du parc** est la partie la plus protégée. Il bénéficie d'une protection renforcée via la réglementation spécifique. En plus du cœur terrestre, le Parc national des Calanques a la particularité de posséder un cœur marin couvrant 90 % du cœur total.
- **L'aire d'adhésion** à terre constitue le territoire en solidarité écologique avec le cœur, sur lequel les communes s'engagent volontairement pour favoriser son développement durable avec l'appui du parc National. Dans le parc national des Calanques les communes de Marseille, Cassis et la Penne-sur-Huveaune ont fait le choix d'adhérer à ce périmètre.
- **En mer, l'aire maritime adjacente** exprime également des orientations de développement durable à la différence près que les communes n'ont pas à y adhérer.

Le parc balnéaire du Prado est situé dans l'aire maritime adjacente.



FIGURE 43 : PÉRIMÈTRE DU PARC NATIONAL DES CALANQUES (SOURCE PARC NATIONAL DES CALANQUES)

4.5.1.1.2 - L'aire maritime adjacente (AMA)

Au cœur marin d'un parc national, l'Aire maritime adjacente (AMA) constitue l'équivalent marin de l'Aire d'adhésion (AA) à terre. Défini par le décret de création de l'Établissement public du Parc national, l'AMA intègre le Domaine Public Maritime (DPM) et les eaux sous souveraineté de l'État ainsi que l'espace aérien recouvrant ces derniers (Art. L 331-1 et R 331-46 CE). L'AMA fait donc partie du périmètre du parc national et est reconnue comme une aire marine protégée au sens du Code de l'Environnement.

La Charte du Parc¹⁶ définit les orientations de protection, de mise en valeur et de développement durable applicables à l'AMA, ainsi que les moyens de les mettre en œuvre.

L'orientation première de l'AMA est de garantir que les activités humaines (portuaires, nautiques, subaquatiques...) qui se développent en périphérie ou à destination du cœur marin ne nuisent pas à la qualité des eaux et aux patrimoines paysagers, naturels et culturels du cœur. Ces usages ne doivent en effet pas risquer de compromettre les efforts de protection du cœur marin mis en œuvre par l'Établissement public du Parc national (EPPN) et ses partenaires.

¹⁶ Charte du Parc national des Calanques, volume 1, avril 2012.

TABLEAU 14 ORIENTATIONS ET MESURES DANS L'AMA DÉFINIES PAR LA CHARTE DU PARC

Orientations	Mesures
Orientation I - Contribuer à protéger les patrimoines maritimes du cœur	<p>AMA - Mesure n°1 : Protéger et restaurer les patrimoines naturels, paysagers et culturels des fonds côtiers par une meilleure maîtrise des usages.</p> <p>AMA - Mesure n°2 : Contribuer à l'amélioration de la qualité des eaux côtières</p> <p>AMA - Mesure n° 3 : Contribuer à l'amélioration des connaissances sur les patrimoines naturels, paysagers et les usages des milieux littoraux et marins</p> <p>AMA – Mesure n° 4 : Préserver les cétacés</p>
Orientation II - Soutenir le développement durable des activités maritimes	<p>AMA - Mesure n° 5 : Favoriser la pérennisation de la pêche artisanale aux petits métiers dans ses spécificités méditerranéennes</p> <p>AMA - Mesure n°6 : Améliorer la qualité environnementale des ports</p> <p>AMA - Mesure n°7 : Favoriser le développement des démarches de bonnes pratiques environnementales</p>

4.5.1 2 - Sites du réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 couvre actuellement 32,5 % de la superficie terrestre de la commune de Marseille ainsi qu'un vaste territoire marin. Actuellement, sont dénombrés sur Marseille :

- une Zone Spéciale de Conservation (ZSC) ;
- deux propositions de Sites d'Intérêt Communautaire (pSIC) ;
- une Zone de Protection Spéciale (ZPS).

4.5.1.2 1 - Les sites issus de la Directive Habitats

La directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages établit un cadre pour les actions communautaires de conservation d'espèces de faune et de flore sauvages ainsi que de leur habitat.

Les Zones Spéciales de Conservation et les propositions de Sites d'Intérêt Communautaire arrêtées à Marseille ou à grande proximité offrent des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire. Il s'agit de :

- la ZSC chaîne de l'Étoile-massif du Garlaban (FR9301603) : site terrestre de 10 067 ha arrêté en 2010 ;
- la pSIC Côte Bleue - chaîne de l'Estaque (FR9301601) : site terrestre de 5 565 ha, situé hors Marseille mais à très grande proximité (limite ouest de la commune) ;
- la pSIC Calanques et îles marseillaises - Cap Canaille et massif du Grand Caunet (FR9301602) : vaste site terrestre et marin de 50 127 ha, qui s'étend à 87 % en mer. Il a été « déclassé » SIC depuis l'intégration de la partie marine en 2008, qui constitue le prolongement en mer du massif des Calanques. L'extension marine englobe les archipels du Frioul et de Riou, eux-mêmes classés en Zones de Protection Spéciale (ZPS).

4.5 1.2 2 - Les sites issus de la Directive Oiseaux

La directive 9/409/CEE du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages propose la conservation à long terme des espèces d'oiseaux sauvages de l'Union Européenne en ciblant 181 espèces et sous-espèces menacées qui nécessitent une attention particulière.

À Marseille, deux sites ont été identifiés pour répondre à cet objectif de préservation :

- la Zone de Protection Spéciale (ZPS) îles marseillaises (FR9312007) : classée en 2002, elle s'étend sur 39 246 ha, à 99 % en mer. Sur terre, elle comprend les archipels de Riou, du Frioul et l'île du Planier. Sur le Frioul, certains espaces ont été exclus du périmètre : ZAC du Fioul, port du Frioul et hôpital Caroline.
- la ZPS falaise de Vaufrèges (FR9312018) : classé en 2006, ce site terrestre de 165 ha se situe dans le massif des Calanques, aux franges du territoire urbain de la commune.

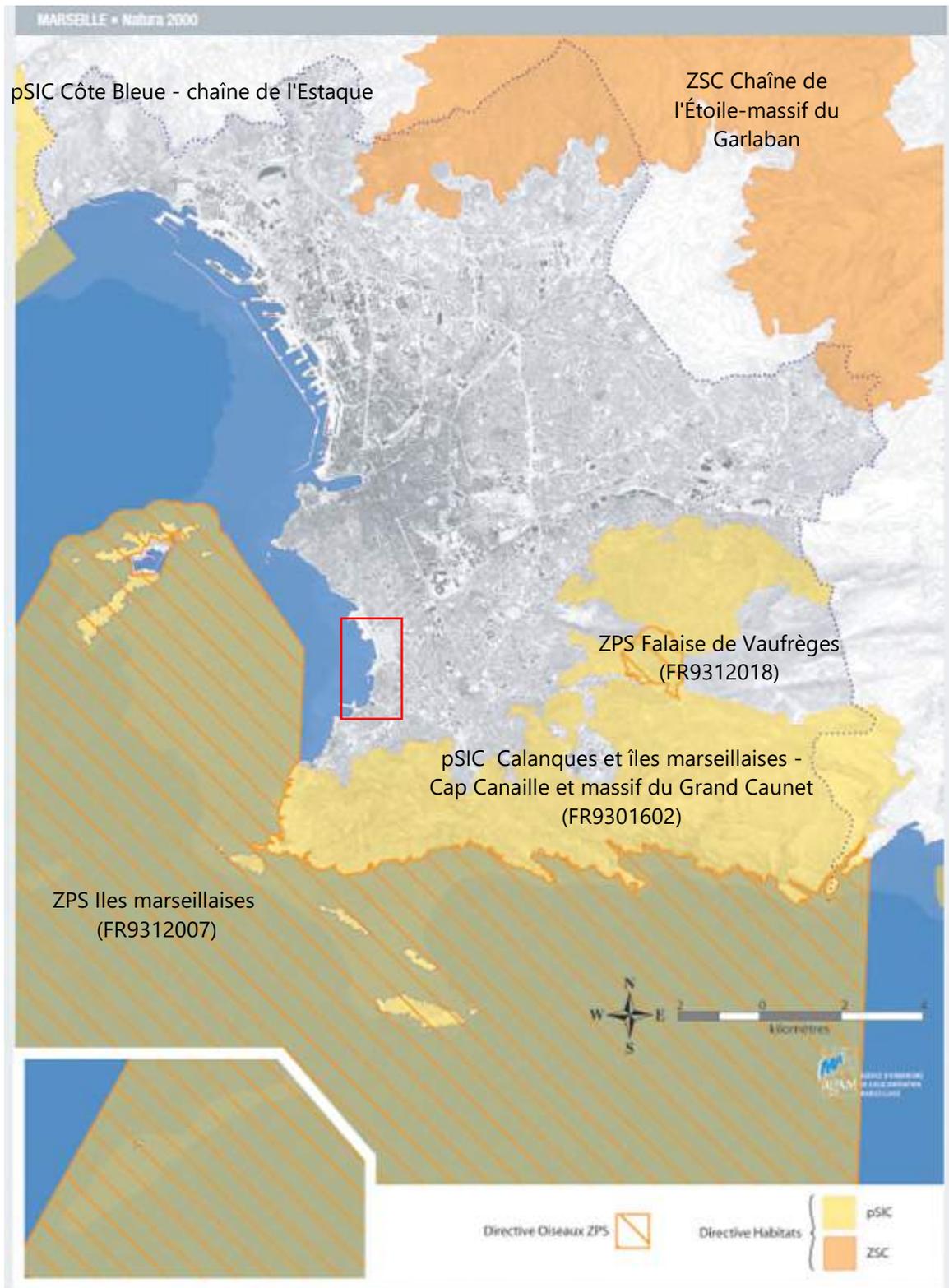


FIGURE 44 ZONES NATURA 2000 À PROXIMITÉ DE L'AIRE D'ÉTUDE

4.5.1.3 - Les zones d'inventaires

4.5.1.3.1 - Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologiques Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF)

Le territoire de Marseille est couvert à plus de 40 % par des ZNIEFF, qui correspondent principalement aux grands massifs et aux archipels. Ces inventaires mettent en évidence une grande richesse naturelle sur le territoire de Marseille et ses franges ainsi que dans le milieu marin. :

- 5 ZNIEFF terrestres de type I,
- 6 ZNIEFF terrestres de type II.
- 6 ZNIEFF marines de type I ;
- 4 ZNIEFF marines de type II.

TABLEAU 15 : LISTE DES ZNIEFF TERRESTRES

ZNIEFF TERRESTRES DE TYPE 1			
N° DE ZONE	NOM	SUPERFICIE (ARRONDIE)	MISE À JOUR
13-100-106	Archipel de Riou	166 ha	2003
13-152-126	Le Marinier - Moulin du Diable	173 ha	2003
13-123-137	Plateau de la Mûre	216 ha	2003
13-124-136	Sablère d'Anjarre et col du Roy d'Espagne	68 ha	2003
13-124-165	Mont-Rose - Cap Croisette - calanque des Marseillais	105 ha	2003

ZNIEFF TERRESTRES DE TYPE 2			
N° DE ZONE	NOM	SUPERFICIE (ARRONDIE)	MISE À JOUR
13-119-100	Massif du Garlaban	4 020 ha	1997
13-123-100	Chaîne de l'Étoile	6 855 ha	1997
13-124-100	Montagne de Marseilleveyre	1 220 ha	2003
13-125-100	Archipel du Frioul - Iles d'Endoume	199 ha	2003
13-126-100	Massif des Calanques	7 456 ha	2003
13-152-100	Chaîne de l'Estaque et de la Nerthe - massif du Rove - collines de Carro	11 102 ha	2003

TABLEAU 16 : LISTE DES ZNIEFF MARINES

LES ZNIEFF MARINES DE TYPE 1			
N° DE ZONE	NOM	SUPERFICIE (ARRONDIE)	MISE À JOUR
13-000-009	Ilot Tiboulon du Frioul	25 ha	2001
13-000-010	Ilot du Planier et Banc du Veyron	1 235 ha	2001
13-000-011	Sud de l'île Maire	34 ha	2001
13-000-012	Iles Jarre, Jarron, et Plane	275 ha	2001
13-000-013	Ile de Riou, îlots Congloué et Impériaux	311 ha	2001
13-000-014	Calanques de Marseille à Cassis	648 ha	2001

LES ZNIEFF MARINES DE TYPE 2			
N° DE ZONE	NOM	SUPERFICIE (ARRONDIE)	MISE À JOUR
13-006-000	Pointe du Banc et Grand Salaman	63 ha	2001
13-007-000	Sud Pomègues	65 ha	2001
13-008-000	Herbier de Posidonies de la baie du Prado	1 207 ha	2001
13-009-000	Tête du Canyon de la Cassidagne	6 163 ha	2001

La ZNIEFF la plus proche de la aire d'étude est la ZNIEFF de type II n° 13-007-000 « Herbier de posidonie de la baie du Prado » qui couvre 1 207 ha en mer.

4.5 1.3 2 - Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)

Les ZICO correspondent à un inventaire scientifique sur la base duquel sont établies les Zones de Protection Spéciale ou ZPS (Cf. paragraphe 2.3.2 Sites Natura 2000). Les ZICO ne représentent pas une protection juridique en tant que telle. Seules les îles de Marseille sont concernées par cet inventaire :

- l'île de Pomègues pour l'archipel du Frioul,
- l'ensemble des îles et îlots qui composent l'archipel de Riou (Maire, Tiboulen de Maire, Jarron, Jarre, Calseraigne, Riou, Moyade, les Empereurs, le Petit et le Grand Congloué, etc).



FIGURE 45 LES ZONES NATURELLES D'INTÉRÊT ÉCOLOGIQUES FAUNISTIQUES ET FLORISTIQUES (ZNIEFF) ET LES ZONES IMPORTANTES POUR LA CONSERVATION DES OISEAUX (ZICO) DANS L'AIRE D'ÉTUDE

4.5.1.4 - Les récifs artificiels de la baie du Prado

4.5.1.4.1 - L'opération Récifs PRADO

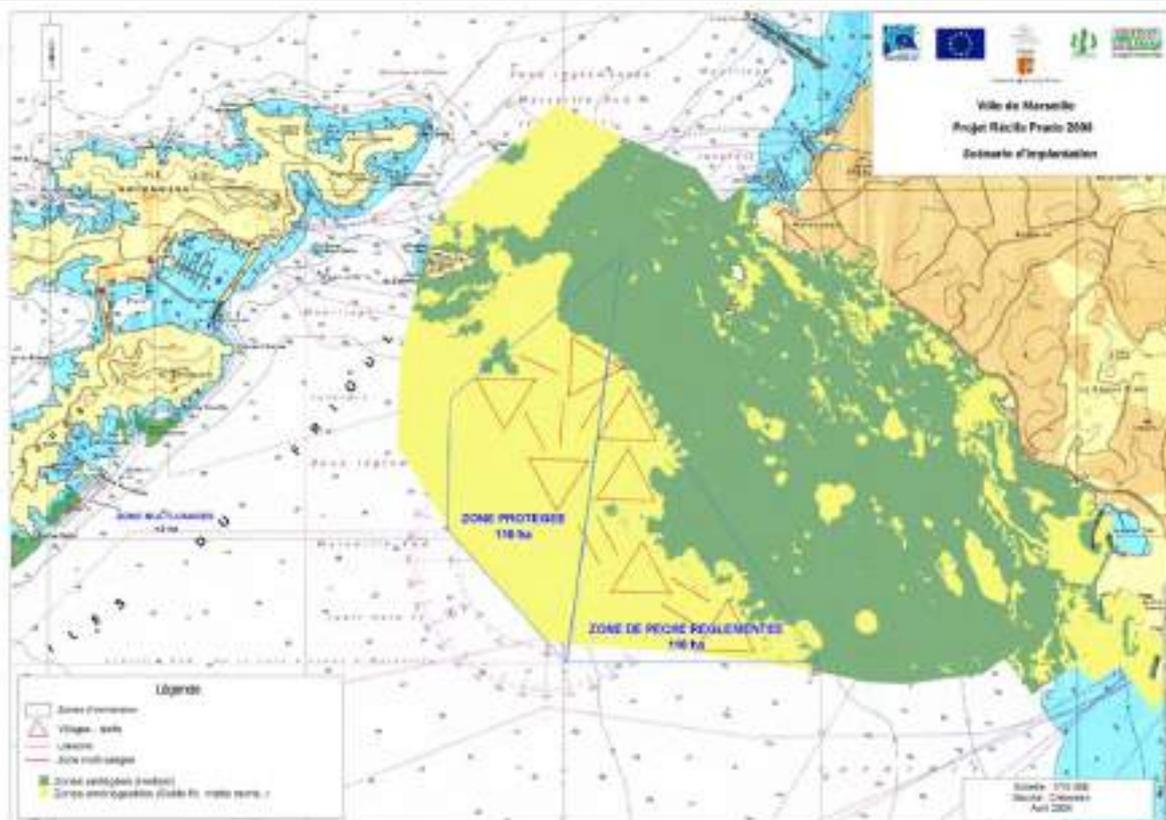
Au début des années 2000, la ville de Marseille lance un vaste programme d'aménagement des fonds marins de la baie du Prado, au moyen d'habitats écologiques immergés, appelé tout d'abord 'RECIFS PRADO 2006', puis 'Opération Récifs PRADO'. Le projet vise à la fois la valorisation économique et écologique de la baie du Prado. Il est surtout très ambitieux puisqu'il constitue le plus vaste champ de récifs artificiels en France et un des plus importants de Méditerranée, avec 27 300 m³ immergés pour un budget global de 6 millions d'euros.

La zone d'immersion des récifs artificiels retenue se situe dans la baie du Prado, au large d'Endoume, au Sud du Château d'If. La zone comprend deux secteurs distincts, dont l'une à terme resterait zone sanctuaire de 110 ha et l'autre une zone de pêche réglementée de 110 ha. Les récifs artificiels sont implantés entre la limite inférieure de l'herbier de posidonie et l'isobathe - 32 m, sur des fonds de matte morte.

Quelque 401 récifs ont été immergés entre octobre 2007 et juillet 2008 (400 immergés et 1 témoin sur la base navale du Roucas Blanc), représentant un volume enveloppe total estimé à 27 300 m³. Les différents modules ont été complexifiés par ajout de pots à poulpe, de pochons de coquilles d'huître, de parpaings et de filières sur le sommet des modules.

Le module témoin présent sur la base navale du Roucas Blanc sera déplacé sur au sein du Parc Balnéaire du Prado à l'été 2021 lors des travaux d'aménagement de la marina olympique.

FIGURE 46 LOCALISATION DE LA ZONE DES RÉCIFS¹⁷



Ces récifs sont disposés en 'villages' de forme triangulaire de 300 m de côté, ils sont au nombre de six. Ces villages sont liés entre eux par des 'liaisons' constituées d'une succession de récifs, qui jouent un

¹⁷ Ville de Marseille, 2006. Récifs PRADO 2006. Etude d'impact.

rôle de corridors biologiques, aussi bien entre les villages, que vers les habitats naturels adjacents comme l'herbier de posidonie. La zone sanctuaire, au Nord de la concession, regroupe les villages 1, 2 et 3, et la zone règlementée, au Sud, regroupe les villages 4, 5 et 6. Ces deux zones sont actuellement fermées à tout type de prélèvement.

Un suivi scientifique biologique et technique dans la zone d'immersion a été conduit pendant les cinq premières années (de l'été 2009 au printemps 2014) après l'immersion des récifs artificiels. Ce suivi, demandé par l'Etat concessionnaire, a pour objectif d'évaluer les effets biologiques de l'opération et de contrôler le comportement des récifs dans la zone d'immersion.

4.5 1.4 2 - Impact de la concession de récifs sur les communautés de poissons et d'invertébrés

Le peuplement de poissons a vu sa richesse spécifique augmenter rapidement dès les premiers mois d'immersion. Six ans après la fin des immersions, celle-ci continue toujours d'augmenter. La densité et la biomasse ont montré des fluctuations saisonnières au cours des 5 années de suivi, influencées par la variation de l'abondance d'espèces planctonophages mais également par une augmentation de la taille moyenne et donc de la biomasse de plusieurs espèces cibles.

Les populations de poissons benthiques et sédentaires (rascasses, chapon, mostelle, serran chevrette, rouget, congre) ont mieux bénéficié des effets 'protection' et 'habitat' que les espèces démersales mobiles telles que les sars et le loup, espèces moins inféodées aux récifs.

Quant aux invertébrés, la diversité et les occurrences d'observations ont progressé tout le long du suivi. Rapidement les espèces pionnières (hydrides et certains bryozoaires) ont colonisé les récifs puis, annélidés, serpulidés, et certaines ascidies ont même dominé le peuplement sur une courte période. Les communautés se sont peu à peu structurées et la composition des assemblages benthiques diversifiées (macrophytes, éponges, malacostracés, mollusques céphalopodes). L'importante diversité d'organismes est garante d'une meilleure fonctionnalité écologique des récifs (ressources trophiques, abris, etc.).

Une patrouille maritime municipale a été créée en 2016 pour sensibiliser les usagers et veiller au respect des interdictions dans cette zone.

4.5 1.4 3 - L'impact de la concession sur le milieu

Les fonds mixtes de sédiments détritiques côtiers et de matre morte sont caractérisés par une dynamique sédimentaire naturelle importante. Des variations de cette dynamique ont donc été observées au sein de la concession. Au contact des récifs, des zones de dépression et de sédimentation ont été observées tout au long du suivi. Ces mouvements sédimentaires restent cependant de très faible ampleur et concernent des surfaces très réduites.

L'herbier de posidonie présent au sein de la concession poursuit sa progression constatée depuis les années 1980. La présence de la concession n'a engendré aucune régression significative de l'herbier.

L'herbier très clairsemé (recouvrement de 4 % en 2009) balisé dans la zone Nord en 2009 a disparu au cours du suivi. Situé 2 m plus bas que la limite inférieure de l'herbier de la rade Sud, il n'est pas représentatif de la dynamique de l'herbier du Prado. Sa disparition n'est en aucun cas imputable à l'immersion des récifs.

La création d'habitats benthiques a une influence à la fois sur les peuplements situés dans la colonne d'eau et sur ceux situés sur le fond. En raison de l'importance des volumes immergés, cette influence porte sur l'ensemble des peuplements de la baie en ce qui concerne les espèces mobiles et localement pour les espèces sédentaires, en modifiant la chaîne trophique et en favorisant les prédateurs de haut niveau (espèces cibles de la pêche) et les filtreurs.

L'impact sur les peuplements provient de modifications au niveau fonctionnel, par exemple en favorisant le regroupement des sexes ou des individus, en concentrant des proies et des prédateurs, en facilitant

les échanges entre la côte et le large, en proposant une certaine continuité d'habitats à l'échelle de la baie.

4.5.2 - Inventaire écologique marin

4.5.2.1 - Caractéristiques des habitats et des biocénoses marines

Deux campagnes de reconnaissance sous-marine (Andromède 2017 et Galatea 2020) ont permis d'identifier les habitats présents au sein de l'aire d'étude. Les habitats suivants sont identifiés et cartographiés :

Les sables fins de haut niveau (code N2000 : 1110-5) : C'est une bande de sable immergée jusqu'à 5,5 à 3 m de profondeur, il succède aux plages émergées et constitue la basse plage. C'est la zone d'hydrodynamisme maximum des plages. Le sédiment est dominé par du sable fin, mais il est mélangé à une fraction sableuse plus hétérogène et grossière. La valeur écologique de cet habitat est liée à sa participation au maintien de l'équilibre des plages. Son engraissement conforte la haute plage. De plus, il est une zone de nourrissage des juvéniles de poissons plats.

Les sables fins bien calibrés (code N2000 : 1110-6) : Cet habitat est une étendue de sable fins de granulométrie généralement homogène et d'origine terrigène. La biocénose débute vers 2-3m et peut atteindre la profondeur de 25m. Elle occupe parfois de très grandes superficies le long des côtes et dans les baies larges. Cet habitat succède, en profondeur, aux sables fins de haut niveau. De même que pour les sables fins de haut niveau, cet habitat participe au maintien de l'équilibre des plages. Sa valeur écologique réside dans le fait qu'il est une zone de nourrissage des poissons plats également.



FIGURE 47 POISSON PLANT DANS LE SABLE FIN BIEN CALIBRÉ (SOURCE GALATEA)

Les sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond (code N2000 : 1110-7) : Cet habitat est constitué de sables grossiers quasiment dépourvus de phase fine ? Il s'étend généralement entre 3 et 4m et 20 à 25m de profondeur. Cet habitat est fréquemment observé dans les cheneaux dits « d'intermattes » creusés par les courants dans les herbiers à posidonies. Les sables grossiers sont représentés sous deux formes : des sables grossiers avec rides et sous la forme d'un mélange avec des petits galets infralittoraux appelés « sables grossiers et petits galets ». Cet habitat strictement soumis aux courants de fond ne peut persister qu'en leur présence. La valeur écologique de cet habitat est liée à la présence d'anfractuosités très riches en méiofaune et en mésopsammon, groupes écologiques mal connus mais qui ont une grande importance dans l'alimentation des autres organismes.



FIGURE 48 SABLES GROSSIERS FORMANT DES RIDES (SOURCE GALATEA)

La roche supralittorale (code N2000 : 1170-10) : L'étage supralittoral est situé au-dessus du niveau de la mer. Il est humecté par les embruns et par les vagues lors des tempêtes. L'extension verticale de cette zone varie en fonction de l'hygrométrie. En mode agité ou battu, ce qui est plutôt le cas des zones d'étude parcourues ici, elle peut atteindre 5 à 6m. Cet habitat présente une très forte variabilité des conditions ambiantes selon la topographie qui détermine la forme de la côte et son orientation par rapport aux vagues et au vent, ainsi que selon la saison qui conditionne l'ensoleillement et la dessiccation du milieu. Cet habitat n'est représenté, sur la zone d'étude, que sous la forme d'enrochements de digues.



FIGURE 49 ENROCHEMENTS DE DIGUES (SOURCE GALATEA)

La roche médiolittorale supérieure et inférieure (code N2000 :1170-11 et 12) : À l'étage médiolittoral, zone de balancement du niveau de la mer, les potentialités biotiques des substrats rocheux sont conditionnées par la fréquence des submersions. Celles-ci sont dues aux vagues, aux variations irrégulières du niveau de la mer en fonction de la pression atmosphérique et aux vents.

Deux horizons distincts sont définis par des valeurs moyennes différentes des facteurs dominants (humectation, lumière, nutriments, topographie et type de substrat) :

- Le médiolittoral supérieur est l'horizon où les conditions environnementales sont les plus contraignantes. Suivant l'hydrodynamisme et la topographie locale, il peut s'étendre de quelques centimètres à 2m.

- La roche médiolittorale inférieure présente des caractéristiques qui résultent de la présence de vagues, des variations irrégulières de la pression hydrostatique et des vents, et de l'influence des marées.

L'humectation y est constante et plus forte que dans l'horizon supérieur et constitue le facteur dominant, suivi de la lumière. L'amplitude de l'habitat peut varier de quelques centimètres à 1 m.

De même que pour la roche supralittorale, cet habitat n'est représenté, sur la zone d'étude, que sous la forme d'enrochements de digues.

La roche infralittorale à algues photophiles (code N2000 :1170-13) : Cet habitat est situé dans l'étage infralittoral qui s'étend depuis la zone où les émergences ne sont plus qu'accidentelles jusqu'à la limite au-delà de laquelle les phanérogames marines et les algues photophiles ne peuvent plus survivre. Tous les substrats rocheux de l'étage infralittoral où règnent des conditions de lumière suffisantes sont recouverts par des peuplements extrêmement riches et variés d'algues photophiles.

Toutes les digues présentes sur la zone d'étude peuvent être considérées, dans leur partie inférieure au niveau de l'étage infralittoral, comme des roches infralittorales à algues photophiles. Les roches dites « naturelles », apparaissant comme « Roches infralittorales à algues photophiles » sur les cartographies des biocénoses endogènes sont également présentes sur l'aire d'étude, notamment aux pieds des digues.



FIGURE 50 ROCHES INFRALITTORALES À ALGUES PHOTOPHILES AVEC ILOT DE POSIDONIES (SOURCE GALATEA)

L'herbier à Posidonie (*Posidonia oceanica*) (code N2000 : 1120-1) : Sur les côtes françaises de Méditerranée, la posidonie forme des « prairies » sous-marines débutant à quelques mètres de profondeur jusqu'à 20/30m, et parfois 40m. C'est cette forme qui est appelée herbier dense. Parfois, la posidonie se présente sous forme de taches qui ne constituent pas vraiment un herbier.

Grâce à la densité des feuilles de posidonies, l'herbier piège une grande quantité de sédiment. Les rhizomes réagissent par une croissance verticale de quelques millimètres à quelques centimètres par an et édifient ainsi la matte. Lorsque la posidonie meurt, seule la matte reste en place. Ce substrat, formé d'un enchevêtrement de rhizomes morts colmatés par des éléments de granulométrie très hétérogène, du fin gravier à la vase, est particulièrement compact et favorise l'établissement d'une faune relativement spécialisée. Ce substrat est représenté sur les cartographies des biocénoses, en tant qu'habitat à part entière, sous l'appellation « Matte morte ».

L'herbier à posidonies est considéré comme l'écosystème le plus important de la Méditerranée et ce pour diverses raisons :

- L'importance de sa production primaire ;
- La richesse et la diversité de sa faune ;
- Sa participation au maintien des rivages en équilibre et à l'exportation de matières organiques vers d'autres écosystèmes ;
- Son rôle de frayères et de nurseries ;
- La haute valeur esthétique de ses paysages sous-marins.

L'herbier à posidonies se révèle être un excellent indicateur de la qualité du milieu marin dans son ensemble.

L'herbier à posidonies (*Posidonia oceanica*) est présent dans toute la moitié ouest de la zone d'étude. La posidonie, espèce protégée, est essentiellement présente ici sous la forme d'herbiers sur matre d'épaisseur notable (jusqu'à 2 m). Des îlots de posidonies sont également présents sur des fonds sableux et sur la roche infralittorale à algues photophiles.



FIGURE 51 HERBIER DE POSIDONIE (SOURCE GALATEA)

4.5 2.1.1 - Cartographie des biocénoses et répartition des habitats

La figure suivante représente la cartographie des biocénoses observées sur la zone d'étude lors des plongées de reconnaissance.

Les habitats observés et leur répartition sur ce secteur sont les suivants :

- Les substrats rocheux :
 - Les enrochements de la digue occupent ici la majeure partie du trait de côte, dans la partie est de la zone.
 - Le substrat représenté en rouge sur la carte, sous l'appellation « roche infralittorale à algues photophiles », est constitué des roches « naturelles » formant cet habitat et couvre des surfaces limitées, essentiellement dans la partie est de la zone, en pied des digues.
- Les sables :
 - Les sables fins bien calibrés sont majoritaires en partie centrale de la zone d'étude. Ils représentent quasiment 50% de la superficie de la zone.
 - Les sables fins de haut niveau sont présents uniquement dans les deux criques qui forment des plages entre les digues.

- Les sables grossiers sont essentiellement présents sous forme de patchs sur la matre morte de posidonies et dans les intermattes sableuses au sein de l'herbier à posidonies. Ils forment des rides (ripple marks) et peuvent être également rencontrés en mélange avec des petits galets.
- L'herbier à posidonies est présent sous la forme d'un herbier de plaine morcelé dans la moitié ouest de la zone d'étude. La limite supérieure de l'herbier se situe à environ 200 m du trait de côte, au plus proche, dans la partie nord de la zone.



Biocénoses et Habitats

- Sable grossier et petits galets
- Sable grossier avec rides
- Sable fin bien calibré
- Sables fins de haut niveau
- Roche infralittorale à algues photophiles
- RIAP avec petits îlots et faisceaux de posidonies
- Matte morte
- Herbier à posidonies
- Enrochement

0 100 200 m



FIGURE 52 LOCALISATION DES HABITATS ET BIOCÉNOSES (SOURCE GALATEA 2020)

4.5.2.2 - Caractéristiques de la faune marine

4.5.2.2.1 - L'herbier de Posidonie : espèce protégée

Posidonia oceanica est la seule espèce protégée observée sur l'aire d'étude. C'est une phanérogame marine endémique stricte de la Méditerranée, où elle constitue des herbiers caractéristiques de l'étage infralittoral (de quelques dizaines de centimètre jusqu'à 30 à 40m). Sur substrat meuble, ceux-ci constituent l'un des principaux climax méditerranéens.

Par la croissance en hauteur des rhizomes, en réaction à l'accumulation de sédiment, la posidonie construit un sol appelé la matte. Celle-ci est formée par l'entrelacement de rhizomes et de racines compactés par des sédiments. Cette matte peut atteindre plusieurs mètres à raison d'un mètre par siècle.

Les herbiers formés par la posidonie sont de taille variable et peuvent atteindre plusieurs centaines d'hectares sans discontinuité. La régression des herbiers (pollution, action mécanique, etc.) conduit à des étendues de matte morte qui se recouvrent peu à peu de sédiment.

De nombreux épiphytes (animaux ou végétaux vivants dessus) se fixent sur les rhizomes et les feuilles de posidonies. On y trouve des algues, des bryozoaires, des vers plats, des hydraires, des foraminifères, des spongiaires, des crustacés, des ascidies... L'herbier est également un abri pour de nombreuses espèces (antédon, seiche, grande nacre, saupe, crénilabre, rascasse, hyppocampes, etc.).

La matte, quant à elle, est très riche en invertébrés (vers polychètes, crustacés, mollusques, etc.).

La posidonie (*Posidonia oceanica*) est une espèce protégée en droit français par l'arrêté ministériel du 19 juillet 1988.

L'herbier à posidonies est pris en considération en tant que biotope dans le décret d'application (n°89.694 du 20 septembre 1989) de la Loi littorale (n°86.2 du 3 janvier 1986). Ce document impose notamment la réalisation d'une notice d'impact spécifique sur le milieu marin, et en particulier sur l'herbier à posidonies, pour tout projet d'aménagement littoral. De plus, la présence d'herbiers doit également être prise en compte dans les dossiers d'aménagement et les études d'impact (Loi sur l'eau n°92.3 du 3 janvier 1992 ; Loi relative à la protection de la nature n°76.629 du 10 juillet 1976. Lois désormais codifiées dans le Code de l'Environnement).

La « Directive Habitats » de l'Union Européenne, du 21 mai 1992, relative à la conservation des habitats naturels et de la faune et la flore sauvage inclut les herbiers à posidonies dans son annexe 1.

La posidonie apparaît dans les annexes de la Convention de Barcelone adoptée en décembre 1995. Elle est strictement protégée par la Convention de Berne de septembre 1979, adoptée à Strasbourg en décembre 1997 et confirmée en France par décret du ministère des affaires étrangères le 7 juillet 1999. Enfin, les herbiers marins sont pris en compte par l'Unesco depuis la conférence de Rio de 1992.

Les fonds de la Baie du Prado sont essentiellement des fonds meubles infralittoraux sur lesquels se développe un vaste herbier de Posidonie (*Posidonia oceanica*), s'étendant des îles du Frioul à la Pointe Rouge, entre 8 m et 26 m de profondeur. L'herbier n'est pas continu, mais fragmenté, formant une mosaïque sur la matte, notamment au niveau de ses limites supérieures et inférieures.

Un herbier en progression depuis les années 80 :

Cet herbier a commencé à présenter, en certains endroits, une dynamique de progression à la suite de la mise en service d'une station d'épuration et du détournement de l'Huveaune, qui ont entraîné une

diminution de l'apport en particules fines et par conséquent de la turbidité ainsi qu'une baisse des apports en matière organique¹⁸.

Habitats de la rade sud de Marseille

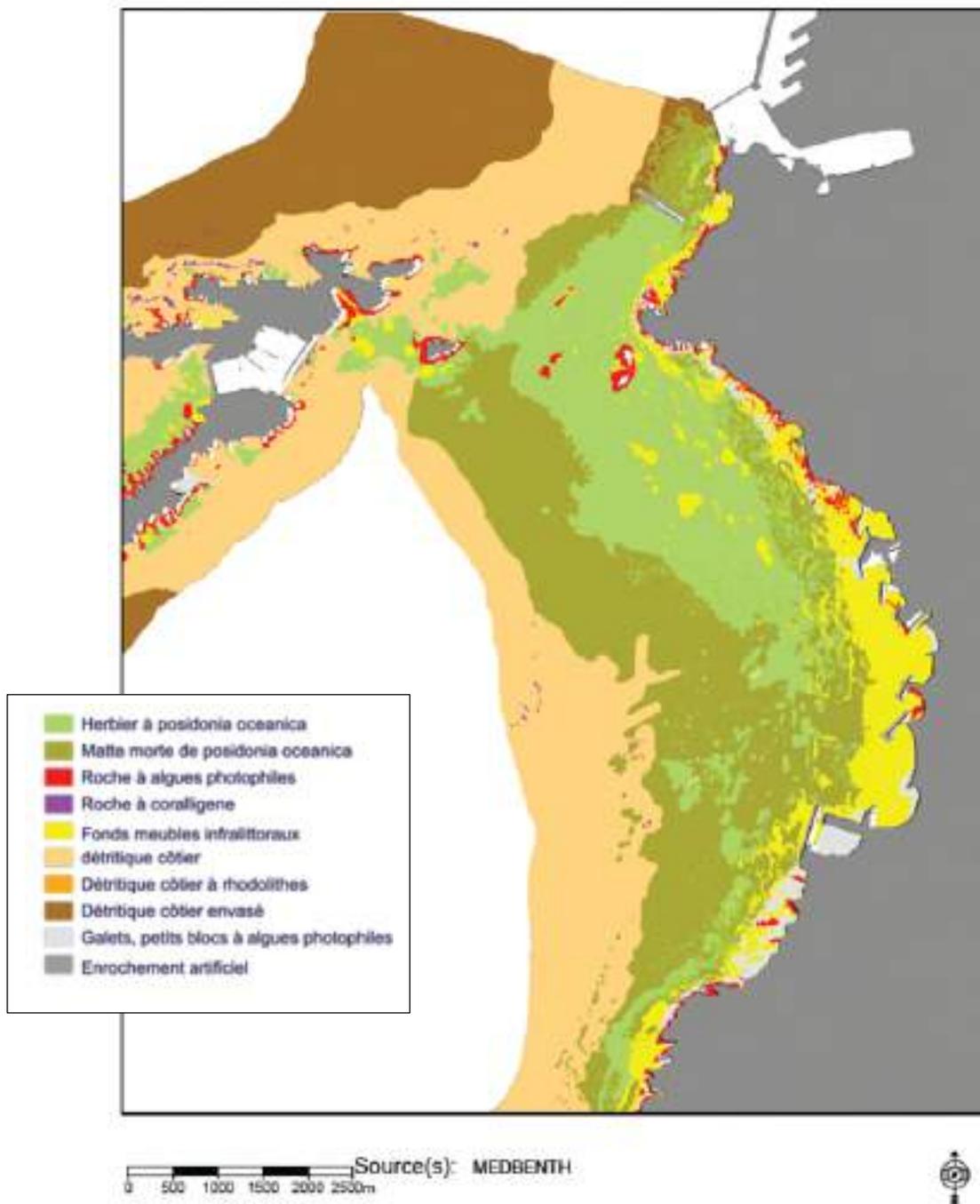


FIGURE 53 CARTOGRAPHIE DES HABITATS MARINS DANS LA RADE SUD DE MARSEILLE

L'évolution de la dynamique de l'herbier a été étudiée avec précision dans le cadre du suivi des récifs Prado, afin d'identifier un éventuel impact direct ou indirect imputable à la concession de récifs

¹⁸ S. Sartoretto et C. Baucour. Méditerranée occidentale, état biologique -Caractéristiques biologiques – biocénoses - Habitats particuliers de l'infralittoral : herbier à *Posidonia oceanica*. AAMP/IFREMER, juin 2012.

(modification de l'hydrodynamisme local). Deux sites ont été choisis pour leur proximité avec la concession de récifs artificiels afin de surveiller un éventuel impact des récifs sur l'herbier, un premier dans la zone Nord et un second au Sud. Deux nouveaux balisages ont été installés.

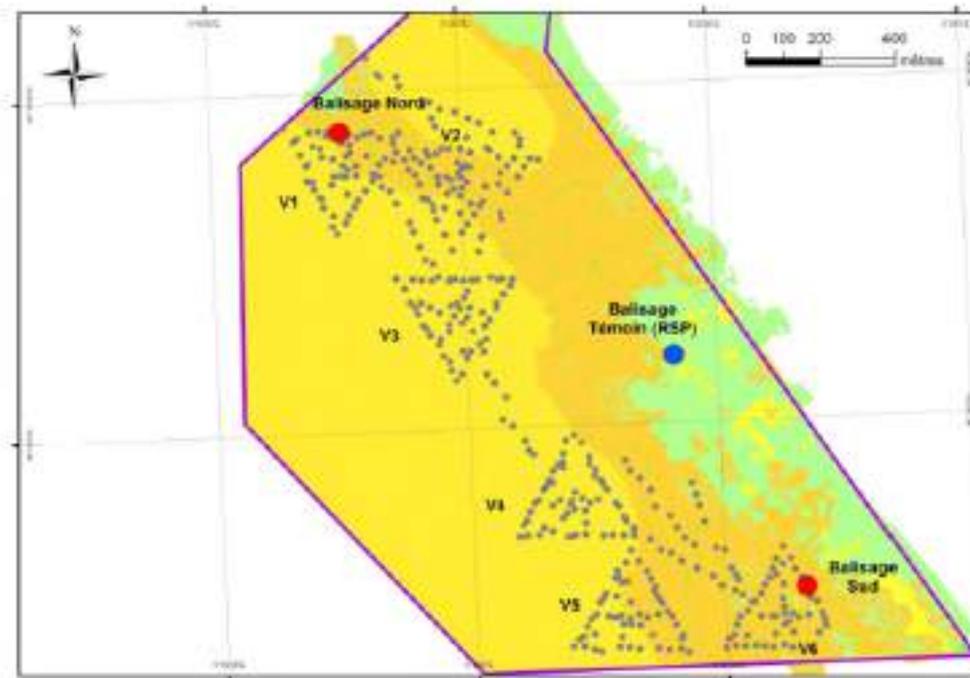


FIGURE 54. LOCALISATION DES DEUX BALISAGES DE LIMITE INFÉRIEURE D'HERBIER DE POSIDONIE ET DU BALISAGE DE RÉFÉRENCE RSP (VERT PÂLE : HERBIER DE POSIDONIE ; ORANGE : MATTE MORTE ; JAUNE : FONDS SABLEUX DÉTRITIQUES), GIS POSIDONIE

Le balisage de la limite inférieure de l'herbier de posidonies suivie dans le cadre du Réseau de Surveillance Posidonie, est situé au niveau de la rade Sud de Marseille, à quelques centaines de mètres des récifs artificiels, en face de la plage du Prophète. Ce balisage, installé en 1986, a fait l'objet de 7 suivis, tous les 3 ans jusqu'en 2004. Malgré un contexte particulier (turbidité, proximité de l'Huveaune et de la zone aménagée du Prado), il s'agit d'une limite d'herbier stable à progressive. Le balisage est suffisamment proche de la concession (mêmes conditions environnementales) et éloigné des récifs (absence d'impact direct) pour être sélectionné comme station de référence.

Chaque balisage a été inspecté et suivi tous les deux ans au cours de l'étude. Il y a donc eu trois suivis consécutifs entre 2009 et 2014.

L'herbier de posidonie de la baie du Prado est globalement en progression. Le balisage témoin montre de très nets signes d'expansion mis en évidence depuis les années 1980. Le balisage Sud, présente une dynamique stable à progressive pouvant être conditionnée par les mouvements sédimentaires. L'herbier du balisage témoin montre toujours des signes évidents de la progression entamée depuis les années 1980.

L'herbier du balisage Nord a complètement disparu. Il s'agit d'un cas particulier, plus profond que les autres sites (environ - 28 m contre - 26 m pour les deux autres). Il était également beaucoup moins développé, et a sans doute disparu à la suite de variations de la dynamique sédimentaire, favorisées par sa localisation dans la passe entre le château d'If et Endoume.

État de santé de l'herbier de posidonie

Deux campagnes d'investigation sous-marine ont permis de définir l'état de santé de l'herbier de posidonie identifié sur l'aire d'étude. Celui-ci se présente sous forme de collines de hauteur et de taille variables (en moyenne 3 à 5 mètres de diamètre) qui sont parfois très éloignées les unes des autres (en particulier face au port de la pointe rouge) et, dans d'autres zones, plus proches. Elles peuvent alors former un herbier quasi continu.

Sur la zone investiguée, en limite supérieure, les collines d'herbier sont observées sur un fond de matte morte avec présence de grandes intermattes érosives (tombants de matte supérieurs à 50cm de haut). Au pied de ces intermattes est présent du sable, substrat que l'on rencontre aussi sous forme de plus grandes étendues autour des taches d'herbier continu. Les ripple-marks observées sur ces fonds sableux traduisent un important hydrodynamisme, paramètre souvent nécessaire à la présence d'herbier de type colline.

Certaines collines sont formées par un herbier continu alors que d'autres présentent une intermatte à leur sommet.

Le sédiment de la matte au sommet des collines se maintient mal à cause de l'hydrodynamisme et les rhizomes se déchaussent. Les rhizomes déchaussés sont vulnérables, de telle sorte qu'une intermatte se forme. Avec le temps, cette intermatte s'élargit, jusqu'à ce que la colline soit entièrement (ou presque) détruite. La durée de vie d'une colline, entre sa naissance et sa destruction, serait de l'ordre d'un siècle (Boudouresque et al., 1985a, 1986a). Il semble que la destruction ne soit pas toujours complète, et qu'une nouvelle colline puisse naître des restes d'une ancienne colline.

Au cours des deux missions de terrain, l'herbier a été échantillonné. Plusieurs paramètres de vitalité ont été relevés sur l'herbier afin de le caractériser. Celui-ci présente un type morpho-structurel de type herbier de plaine morcelé (mosaïque d'herbier, de matte et de sable). On note la présence de nombreux îlots le long de la limite supérieure.

L'ensemble des paramètres indiquent que la vitalité de l'herbier est bonne à moyenne, il n'y a pas de différence significative de la densité moyenne sur les transects à part sur une station localisée en face de la plage Borély qui présente une densité significativement inférieure. T2 est située à 1-2 m plus profond que les autres transects, pouvant expliquer en partie cette différence.

Pour les autres paramètres, on observe une équivalence des résultats avec :

- Un recouvrement fort sur l'ensemble des transects,
- Un pourcentage de plagiotropes (ou rhizomes) faible sur l'ensemble des transects, pouvant traduire une stabilité de l'herbier. Toutefois, le morcellement de la limite témoigne de la régression passée de l'herbier.

Les rapports détaillés des deux études sont annexés au présent document.

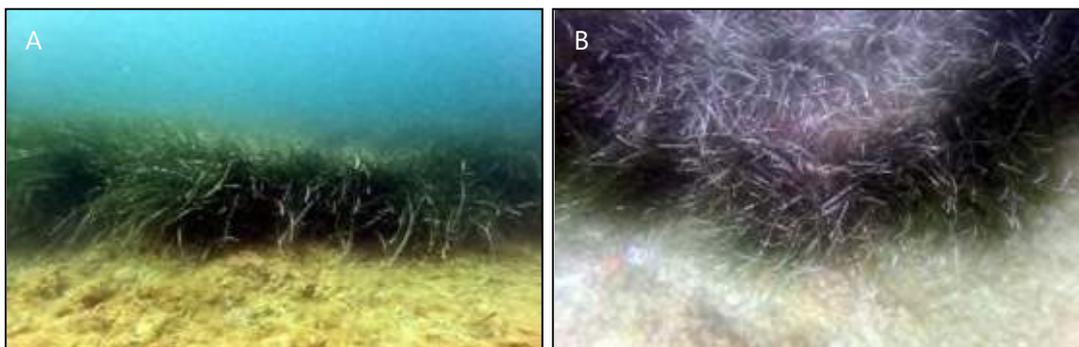


FIGURE 55 TRANSECT AU LARGE DE L'EMBOUCHURE DE L'HUVEAUNE (SOURCE GALATEA 2020)

Quelques pressions ont été observées sur le site mais pas dans l'herbier. La présence de *Caulerpa cylindracea* et de nombreux macrodéchets sont à noter (bouteille en plastique, canettes) sur les roches près de la côte et sur les fonds meubles entre l'herbier et ces roches.



FIGURE 56 EXEMPLES DE MACRODÉCHETS OBSERVÉS AU NIVEAU DE LA LIMITE SUPÉRIEURE DE L'HERBIER À POSIDONIES

On notera également la présence à proximité de l'aire d'étude de l'embouchure du fleuve côtier de l'Huveaune qui prend sa source dans le massif de la Sainte-Baume et se jette à Marseille au Nord de l'aire d'étude. Ce dernier peut avoir une influence sur l'état de santé des habitats marins à proximité.

4.5.2.2.2 - Autres espèces faunistiques

De nombreuses espèces associées à l'herbier ont été observées. Ainsi, l'herbier abrite des oursins comestibles (*Paracentrotus lividus*), des holothuries, des poissons (Sars, Saupes, Girelles, Crénilabres, Serrans ...), des organismes filtreurs (ascidies, spirographes).

Une seule coquille de grande nacre (*Pinna nobilis*) a été observée en face de la plage de la Vieille Chapelle. L'individu était mort. La grande nacre est une espèce protégée qui connaît depuis quelque années une mortalité presque totale en raison d'un parasite.



FIGURE 57 GRANDE NACRE MORTE IDENTIFIÉE (SOURCE GALATEA)

4.5.2.3 - Etat des peuplements benthiques

Afin de déterminer et d'évaluer l'état écologique des peuplements benthiques de l'aire d'étude, une campagne de prélèvement a été le 8 décembre 2020 sur trois zones, le rapport détaillé est annexé au présent rapport.

Les résultats des analyses définissent les peuplements benthiques de la zone comme caractéristique des substrats meubles de type sableux. Les espèces les plus représentées aux trois stations sont celles des biocénoses des Sables Fins Bien Calibrés.

La densité observée ainsi que la richesse spécifique sont particulièrement faibles. Toutefois, il est à noter que les échantillons ont été prélevés près du trait de côte, une zone habituellement moins riche en peuplement benthique que les zones au large.

Les indices de diversité et d'équitabilité ont montré que seule la zone Sud (Vieille Chapelle et Pointe Rouge) présente un bon état écologique au regard de ces critères, tandis que les peuplements présents sur la zone plus au nord sont dans un état écologique considéré comme moyen voire pauvre.

On note que, pour la majorité des paramètres étudiés, le peuplement benthique de la station au niveau de la plage de l'Huveaune présente les paramètres les plus dégradés : très faible densité, très faible richesse spécifique, très faible biomasse et peuplement pauvre avec un état écologique moyen. Ces résultats peuvent s'expliquer par la proximité avec l'embouchure de l'Huveaune. Si le débit de ce fleuve côtier est intermittent, il se peut qu'il entraîne, au cours de l'année, une variabilité plus importante des conditions environnementales, notamment en termes de salinité. Ceci pourrait être un facteur limitant des peuplements de la zone. De plus, les échantillons ont été prélevés dans des zones moins abritées des vagues. En effet, le régime de Nord-Ouest (Mistral) est le celui le plus fréquent. Ainsi, les conditions hydrodynamiques de la zone pourraient également être un facteur limitant au développement des populations benthiques.

Les apports d'eau douce de l'Huveaune ainsi que les conditions hydrodynamiques de la zone pourraient avoir une influence non-négligeable sur les peuplements benthiques à proximité.

D'après les résultats de ces analyses, les peuplements benthiques de la zone d'étude présentent des espèces communes sans intérêts patrimoniaux.

4.5.3 - Inventaire écologique terrestre

Afin d'identifier les différents enjeux écologiques terrestres de la zone d'étude, le présent chapitre se base sur des données issues de recherches bibliographiques (base de données Silene PACA) mais

également d'inventaires floristiques et faunistiques réalisés par Biotope en 2018 et une prospection complémentaire par Egis en 2021.

Les inventaires de Biotope ont été centré uniquement sur la partie Nord de l'aire d'étude (du Roucas Blanc jusqu'à l'Huveaune), c'est pourquoi un inventaire complémentaire a été réalisé par EGIS en 2021 afin de confirmer et de compléter celui-ci avec la partie Sud de l'aire d'étude.

4.5.3 1 - Habitats naturels et flores

L'ensemble de l'aire d'étude est constitué d'un paysage artificiel sans intérêt pour la conservation de la biodiversité. On y trouve essentiellement deux éléments : les zones bâties et des de petits parcs et squares citadins. Le seul habitat semi-naturel recensé est le bosquets subspontanés composés d'espèces ornementales et d'essences forestières méditerranéennes comme le Pin maritime, l'Olivier et le Chêne vert. Le sous-bois est appauvri et entretenu et nettoyé réduisant considérablement la fonctionnalité écologique. Un faciès dominé par des tamaris se maintient ponctuellement sans représenter non plus un intérêt floristique. Ces boisements présentent un caractère artificiel et sont sans réelle dynamique.

Le reste de l'aire d'étude est concernée par des terrains artificialisés tels que :

- Des pelouses récréatives,
- Des zones rudéralisées et végétalisées ;
- Des plages ;
- Des zones anthropiques comme des pistes, aires de jeux...

La diversité floristique toute relative qu'elle soit dans ce contexte artificiel se concentre au sein des zones rudéralisées végétalisées qui sont colonisées par une flore spontanée à caractère nitrophile. Cette végétation est banale et classique des terrains secondaires et remaniés.

Aucune espèce patrimoniale n'a été recensée dans l'emprise de l'aire d'étude.

Un individu de Lys maritime, *Pancreatium maritimum*, a été repéré en rive gauche de l'Huveaune en 2018 (hors site d'étude). Le Lys maritime est protégé en PACA. Toutefois, cette espèce n'a pas été recontactée lors de la prospection en 2021. De plus, il est inféodé aux dunes blanches, dunes mobiles et cet habitat est absent de l'aire d'étude.



FIGURE 58 : HABITATS NATURELS TERRESTRE ET FLORE (SOURCE BIOTOPE 2018)

4.5.3.2 - Faunes

4.5.3.2.1 - Insectes

La présence de trois espèces de lépidoptères est renseignée dans la base de données SILENE : le Souci (*Colias crocea*), le Vulcain (*Vanessa atalanta*) et la Piéride du Chou (*Pieris brassicae*). Ces espèces ne sont ni protégées ni patrimoniales et constituent un enjeu très faible pour la conservation.

Les cortèges entomologiques observées sont particulièrement limités et ne comprennent que des espèces à forte plasticité écologique. Étant donné le faible degré de naturalité des habitats présents et leurs isollements important, l'enjeu associé aux insectes est faible.



FIGURE 59 : ENJEU ÉCOLOGIQUE LIÉS AUX INSECTES (SOURCE BIOTOPE 2018)

4.5.3.2.2 - Amphibiens

La base de données SILENE nous renseigne de la présence du Crapaud épineux (*Bufo spinosus*) dans un périmètre de 2 km autour de l'aire d'étude. Cependant, aucun micro-habitat favorable à cette espèce n'est disponible dans l'aire d'étude. Cette espèce est probablement observée dans le parc Borely où des habitats favorables sont disponibles pour cet amphibien. L'Huveaune, le cours d'eau qui est en contact avec la limite nord de l'aire d'étude pourrait servir d'habitat pour le transit des amphibiens et même pour la reproduction des Grenouilles rieuses (*Pelophylax ridibundus*). Toutefois, l'aire d'étude n'est en contact qu'avec son embouchure dont la salinité est trop élevée pour les amphibiens.

Sur l'ensemble de l'aire d'étude, aucune espèce d'amphibiens n'est présente de façon régulière.

Aucun secteur n'est essentiel pour le bon accomplissement du cycle biologique des amphibiens, le rôle fonctionnel des habitats présents localement étant nul en période de reproduction.

Au regard de ces différents éléments, l'aire d'étude rapprochée présente un intérêt considéré comme négligeable pour les amphibiens.

4.5.3.2.3 - Reptiles

La base de données Silene nous renseigne de la présence de la Coronelle girondine (*coronella girondica*) dans un périmètre de 2 km. Cette espèce très ubiquiste n'est pas potentielle dans l'aire d'étude très urbanisée et très fréquentée une grande partie de l'année par les visiteurs.

Les principaux secteurs à enjeux concernent les lisières des fourrés, les talus bien exposés (en bordure de piste ou au sein des pelouses), les enrochements et les digues. Les espèces observées ou potentielles sont toutes communes à l'échelle de la région.

Deux espèces ont été observées dans l'aire d'étude : le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*) et la Tarente de Maurétanie (*Tarentola mauritanica*).

Le Lézard des murailles est très abondant sur les enrochements, digues et les bordures des parcs dans l'ensemble de l'aire d'étude.



© M. BEDDEK. EGIS

FIGURE 60 LÉZARDS DES MURAILLES DANS L'AIRE D'ÉTUDE (SOURCE EGIS 2021)

La Tarente de Maurétanie affectionne les zones bâties et les bordures boisées des parcs. Elle est également présente sur les digues.



© M. BEDDEK. EGIS

FIGURE 61 TARENTES DE MAURÉTANIE PHOTOGRAPHIÉES DANS L'AIRE D'ÉTUDE (SOURCE EGIS 2021)

La carte ci-dessous localise les différentes observations de reptile réalisées lors de la prospection faite par EGIS en 2021.



FIGURE 62 CARTOGRAPHIE DES REPTILES OBSERVÉS DANS L'AIRE D'ÉTUDE (SOURCE EGIS 2021)

Au regard de ces éléments, l'aire d'étude rapprochée constitue un enjeu globalement faible pour les reptiles

4.5.3.2.4 - Chiroptères

Sur la partie Nord de l'aire d'étude, les milieux boisés ne présentent pas de réel intérêt pour les chiroptères. Les arbres observés sont soit trop jeunes pour développer un réseau de cavités favorables aux chiroptères soit il s'agit d'arbre ornementaux dont le port n'est pas propice aux cavités arboricoles (palmiers per exemple).

Concernant les gîtes anthropiques, ils n'ont pas fait l'objet d'une expertise particulière, cependant aucun élément favorable aux chauves-souris n'a été noté comme par exemple du bâti abandonné. Les bâtiments modernes sont cependant parfois des gîtes pour des espèces communes telles que les pipistrelles.

Toutefois, 3 espèces ont été observées lors des inventaires : Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl et Molosse de Cestoni.

Les habitats anthropiques, la faible diversité d'espèces, leur caractère commun ainsi que l'absence de fonctionnalité écologique, permet de définir des enjeux écologiques faibles pour les chiroptères sur le site.



FIGURE 63 : ENJEU ÉCOLOGIQUE LIÉ AUX CHIROPTÈRES (SOURCE BIOTOPE 2018)

4.5.3.2.5 - Oiseaux

L'extraction des données Silene sur une dalle de 2X2 km révèle la présence d'un total de 63 espèces d'oiseaux dans et autour de l'aire d'étude. La plupart de ces espèces sont observées en dehors de l'aire d'étude ou pendant une halte migratoire ou un passage. Le contexte très urbanisé et la banalisation de milieu font que très peu d'espèces sont potentielles pour la nidification dans l'aire d'étude. Seules les espèces adaptées aux milieux très anthropisés peuvent nicher dans l'aire d'étude : Moineau domestique (*passer domesticus*), Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*), Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*). Ces espèces ne représentent que des enjeux très faibles pour la conservation.

Certaines espèces patrimoniales sont listées dans les données (base de données Silene) comme le Martin pêcheur (*Alcedo atthis*). Cette espèce n'est pas attendue comme nicheuse dans l'aire d'étude, elle peut éventuellement venir pêcher près de l'embouchure du Huveaune. D'autres espèce sont également notées dans l'aire d'étude, mais ne visitent celles-ci qu'en haltes migratoires ou pour s'alimenter durant les périodes d'hivernage comme le Chavalier cul-blanc (*tringa ochropu*) ou l'Huïtrier pie (*Haematopus ostralegus*).

Toutes les espèces observées sont communes. Les cortèges d'oiseaux sont peu diversifiés. Ils sont principalement liés au boisement du parc pour leur nidification.

L'ensemble des oiseaux nicheurs du site fréquentent les arbres et bosquets du parc pour la nidification. Les plus représentés sont l'Etourneau sansonnet, la Mésange charbonnière, la Bergeronnette grise et le Serin cini. Ces espèces ont une amplitude écologique relativement large et s'accommodent à différents types de milieux.

Plusieurs espèces utilisent la zone uniquement pour y chercher leur nourriture. C'est le cas pour l'Hirondelle rustique, le Martinet noir, et le Goéland leucopée ou le Grand Cormoran. Le Canard colvert

a également été observé sur l'Huveaune et les Cormorans viennent se nourrir en mer, à proximité des plages.

Quelques espèces migratrices ont été observées lors des passages sur le site au mois de mai 2018. La Bergeronnette printanière a été observé dans les pelouses du parc avec les Bergeronnettes grises, quelques Hirondelles de rivage ont été vu en vol au-dessus de l'Huveaune et également un groupe d'une vingtaine d'Étourneaux rosélins été présents lors du passage fin mai. Les observations d'étourneaux rosélins sont rares en France mais il existe quelques phénomène d'« invasion » pendant les périodes migratoires.

La présence de l'Huveaune, des plages et de la mer Méditerranée rend le site favorable aux haltes migratoires de certaines espèces d'oiseaux, notamment pour les limicoles (Chevalier guignette et sylvain, Echasse blanche, gravelots). Quelques passereaux migrateurs peuvent également être présent dans le parc (pipits, traquet motteux).

Lors du passage en 2021, un total de 13 espèces d'oiseaux a été observé dans l'aire d'étude. La plupart des espèces contactées sont de passage ou utilisent l'aire d'étude pour l'alimentation de manière opportuniste. Au moins 3 espèces sont nicheuses localement : le Moineau domestique, la Tourterelle turque et la Fauvette mélanocéphale. Cette dernière occupe les zones de parcs boisés. Le Moineau domestique est abondant sur le site et utilise les zones bâties pour la nidification.



© M. BEDDEK. EGIS

FIGURE 64 MOINEAUX DOMESTIQUES. ESPÈCE TRÈS ABONDANTE DANS L'AIRE D'ÉTUDE.

Parmi les espèces nicheuses dans l'aire d'étude, une seule espèce a un enjeu de conservation régionale modéré : la Fauvette mélanocéphale. Toutes les autres espèces nicheuses ne représentent que des enjeux très faibles pour la conservation à l'échelle de la région. Certaines espèces à enjeu régional fort comme l'Huîtrier pie ne sont sur l'aire d'étude qu'en halte migratoire (donnée bibliographique), elles constituent ainsi un enjeu de conservation négligeable. L'enjeu de l'avifaune dans l'aire d'étude est évalué à faible à modéré.



FIGURE 65 : CARTOGRAPHIE DES OISEAUX OBSERVÉS DANS L'AIRES D'ÉTUDE (SOURCE EGIS 2021)

4.5.4 - Risques naturels

Le département des Bouches du Rhône est marqué par son attractivité, la densité du patrimoine naturel et un mode de développement très consommateur d'espace, alimentant ainsi une pression foncière qui se renforce au fil du temps. Par sa géographie physique et le régime climatique méditerranéen, ce territoire est fortement soumis à la présence de différents types de risques naturels tels que :

- Feux de forêt ;
- Inondation ;
- Mouvement de terrain ;
- Séisme.

La ville de Marseille est quant à elle soumise aux différents plans de prévention suivant :

TABLEAU 17 : IDENTIFICATION DES PLANS DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS

	Plan de Prévention du Risque Naturel	Approbation
Marseille	PPRi Aygalades	Approuvé le 21 juin 2019
	PPR Incendie de forêt	Approuvé le 22 mai 2018
	PPR inondation	Approuvé le 24 février 2017
	PPR retrait gonflement argile	Approuvé le 27 juin 2012
	PPR mouvement de terrain	Approuvé le 29 octobre 2002

4.5.4.1 - Risque inondation

L'aire d'étude intersecte l'exutoire naturel de l'Huveaune en son centre au niveau de la plage de l'Huveaune.

Le bassin versant de l'Huveaune est concerné par deux types de réponses composant les ondes de crues, selon le milieu dans lequel elles s'établissent :

- en zones rurales et karstiques, la réponse est plutôt lente et nettement influencée par l'état initial des massifs calcaires, avec souvent un fort apport en volume ;
- en zones urbanisées, la réponse est plus rapide en cas de fortes intensités de pluies, avec une incidence moindre de l'état initial.

Le niveau d'urbanisation est déterminant pour le comportement hydraulique de l'Huveaune.

Les crues de l'Huveaune sont en grande partie influencées par la nature des épisodes de pluies qui en sont à l'origine. Deux grandes catégories se distinguent :

- Les épisodes de grande ampleur géographique, s'étendant sur un à plusieurs départements. Leurs intensités ne sont pas nécessairement remarquables mais ils peuvent aboutir à des cumuls importants lorsqu'ils se prolongent sur plusieurs jours, comme ce fut le cas lors des inondations de janvier 1978.
- Les pluies localisées très intenses, qui peuvent déverser d'énormes quantités d'eau. Ces épisodes, souvent qualifiés de cévenols ou méditerranéens, sont principalement liés à des phénomènes météorologiques causés par l'apport d'humidité et de chaleur de la Méditerranée, entraînant ainsi la formation de systèmes orageux. Ce type d'épisode, qui peut être intensifié par le relief, se produit le plus souvent en automne.

À travers sa position en front de mer, la zone du projet est soumise à l'aléa inondation de l'Huveaune. La carte d'aléa issue du PPRI 2017 de Marseille définit la zone en aléa modéré à fort.

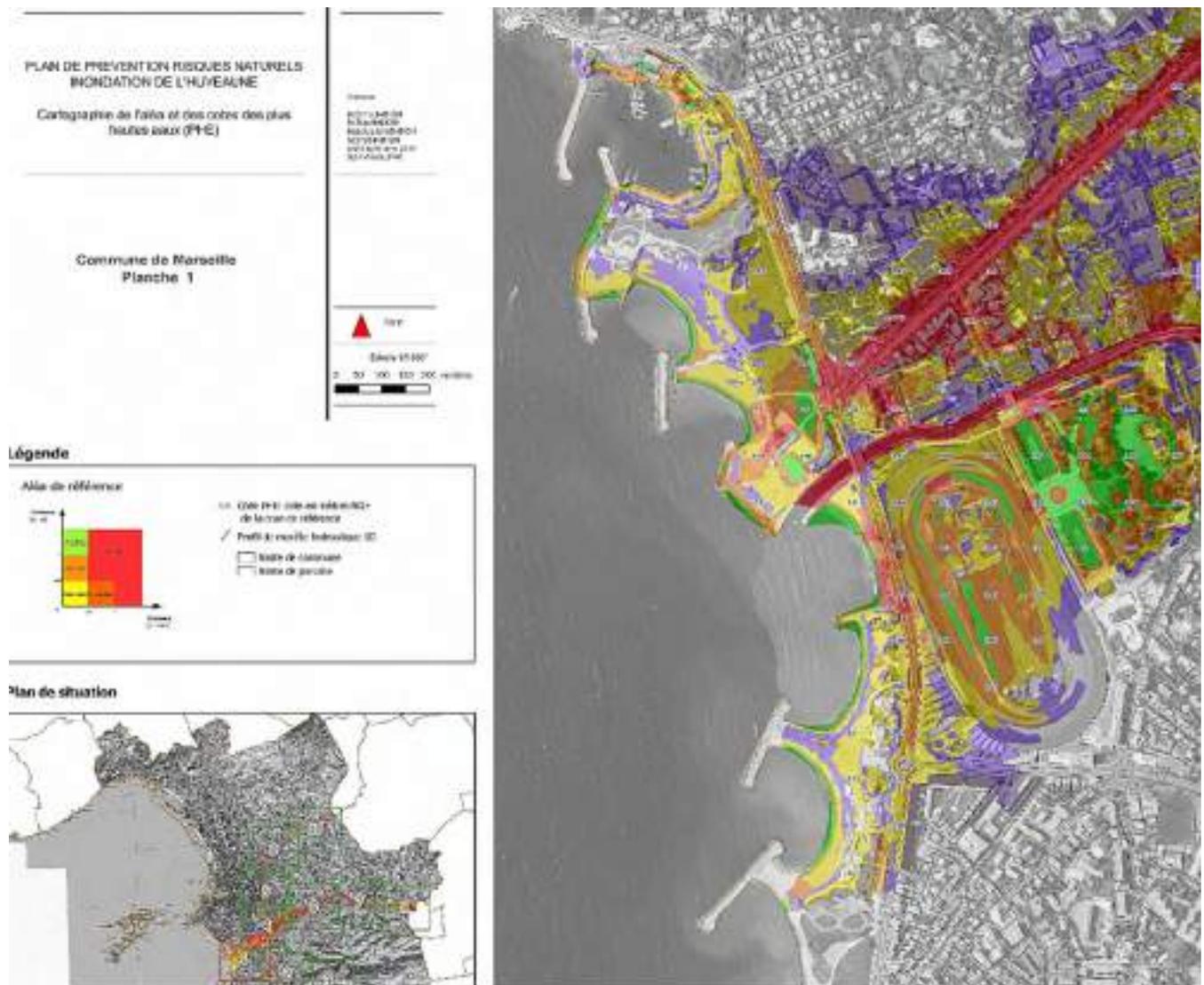


FIGURE 66 : CARACTÉRISATION DE L'ALÉA INONDATION, PPRI DE L'HUVEAUNE (2017)

4.5.4 2 - Risque d'inondation par submersion marine

D'après le rapport du BRGM sur la caractérisation de l'aléa submersion marine en région PACA (2017), l'aire d'étude est un secteur potentiellement exposé à l'aléa submersion cependant les zones en arrière sont protégées en raison de la construction et de l'entretien des plages du Prado conservant ainsi une hauteur importante par l'entretien régulier (rechargement et reprofilage).

La cartographie ci-dessous illustre les hauteurs de submersion marin, un aléa faible est identifié sur certains secteurs de l'aire d'étude (plage David, plage Bonneveine et plage de la Pointe rouge). Seul un aléa moyen est identifié au niveau de l'Huveaune en raison de sa topographie basse ainsi l'interaction des phénomènes d'inondation et de submersion marine.

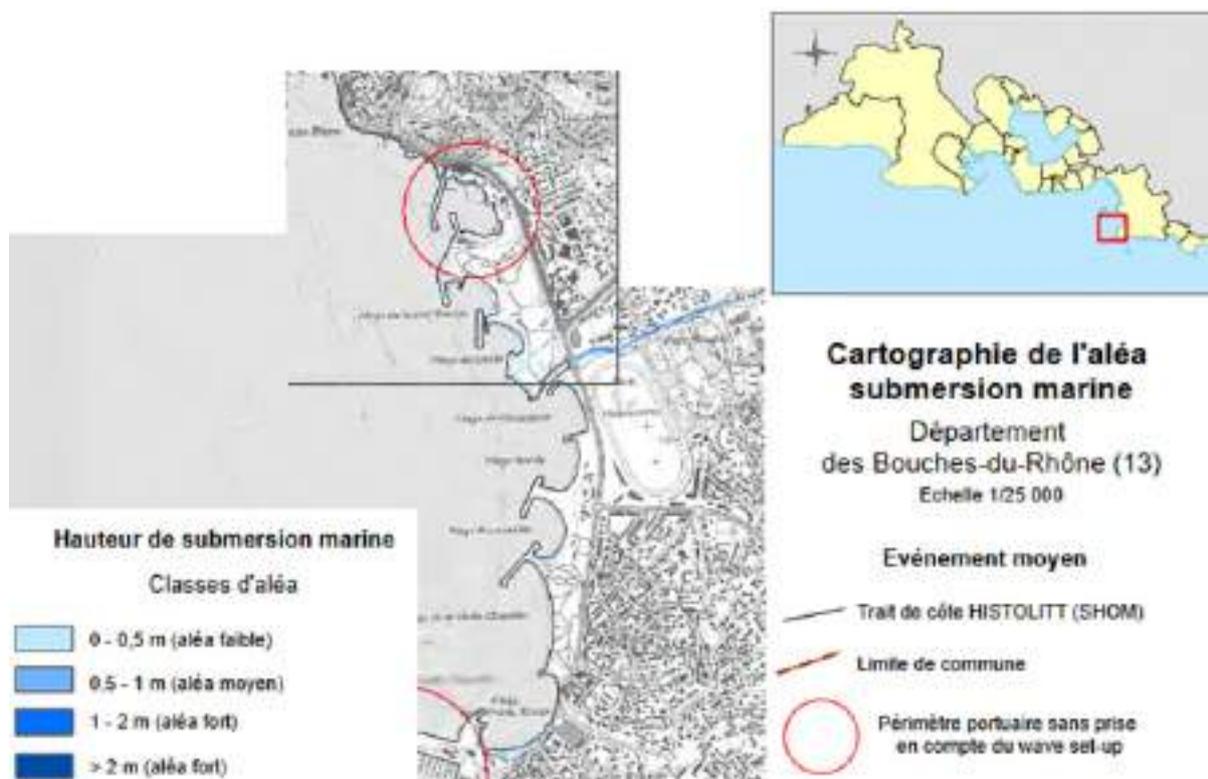


FIGURE 67 CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA SUBMERSION MARINE (SOURCE BRGM 2017)

4.5.4.3 - Risque de feu de forêt

En région méditerranéenne, les zones de contact entre l'urbanisation et les massifs forestiers sont particulièrement vulnérables aux incendies de forêt et concentrent également la plupart des départs de feu.

La zone du projet se situe au cœur d'une zone fortement urbanisée, elle n'est donc pas concernée par cet aléa.

4.5.4.4 - Risque lié au mouvement de terrain

Les mouvements de terrain sont des déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou résultant d'activités humaines (origine anthropique). Les volumes en jeu sont compris entre quelques mètres et quelques millions de mètres cubes. Toutes les communes des Bouches-du-Rhône sont concernées par le phénomène de retrait-gonflement des argiles et près de la moitié d'entre-elles par le mouvement de terrain.

Le retrait-gonflement des argiles est un phénomène lié aux variations de la teneur en eau de certains minéraux argileux que contiennent les sols : ils gonflent avec l'humidité et se rétractent avec la sécheresse.



FIGURE 68 : CARACTÉRISATION DU RISQUE DE MOUVEMENT DE TERRAIN (SOURCE VILLE DE MARSEILLE)

D'après la carte des risques majeurs sur le territoire de la ville de Marseille l'aire d'étude est concerné par un risque faible de tassement au niveau de l'exutoire de l'Huveaune.

4.5.4.5 - Risque sismique

Selon le décret n°2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique et le décret n°2010-1255 délimitant les zones de sismicité du territoire français, la commune de Marseille présente un aléa sismique faible.

4.6 - Santé humaine

4.6.1 - Qualité de l'air

Les données sur la qualité de l'air du département des Bouches du Rhône sont collectées par AtmoSud, Association agréée par le ministère en charge de l'Environnement pour la Surveillance de la Qualité de l'Air de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. D'après les résultats obtenus en 2018, près de 37 000 personnes restent exposées au dépassement des valeurs limites des polluants réglementés (dioxyde d'azote et particules fines) dans les Bouches-du-Rhône (56 000 en 2017). Les principales zones sont les agglomérations, les grands axes routiers, les secteurs industrialisés et la zone portuaire qui génèrent des émissions polluantes.

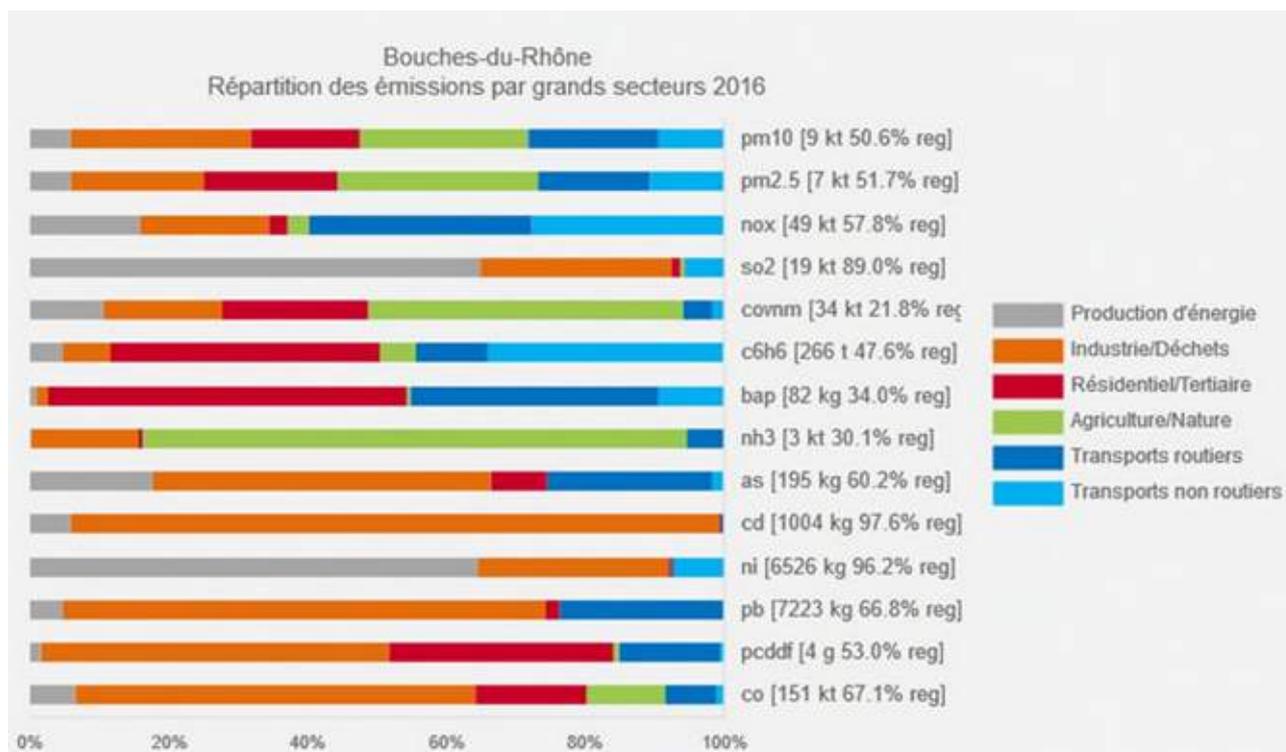


FIGURE 69 : REPARTITION DES ÉMISSIONS DE POLLUANT (SOURCE ATMOSUD 2016)

Les transports, l'industrie, et le secteur résidentiel/tertiaire sont les trois principaux secteurs d'émissions des polluants réglementés qui restent préoccupants sur le territoire avec :

- 60 % des NOx émis par les transports routiers et non routiers
- 32 et 25 % respectivement de PM10 et de PM2,5 émis par les industries et unités de traitement des déchets
- Le secteur résidentiel tertiaire (chauffage, brulages...) est émetteur à hauteur de 19 % pour les particules PM2,5 et 52 % des émissions de benzo(a)pyrène.

La figure suivante caractérise la situation de la qualité de l'air selon l'indice synthétique Air 2018. La qualité de l'air de l'aire d'étude est qualifiée de médiocre fortement influencée par le trafic routier de la voie littorale.



FIGURE 70 : QUALITÉ DE L'AIR SELON L'ISA 2018 (ATMOSUD 2018)

4.6.2 - Paysage et Patrimoine

4.6.2.1 - Le paysage et le patrimoine protégés

4.6.2.1.1 - Sites et monuments naturels

Marseille est riche de sites à très forte valeur patrimoniale ayant un intérêt paysager, architectural ou remarquables par leurs richesses naturelles. Dix sites classés sont répartis sur la commune de Marseille. Le massif des Calanques (espaces classés terrestres et marins) représente à lui seul plus de 99 % de cette surface.

■ Sites classés

Les **sites classés** les plus proches du projet sont :

- Les **parcelles de terrain de la presqu'île de la Pointe-Rouge** à Marseille, comprises entre le DPM et le chemin vicinal n°8 de Montredon, classé par l'arrêté du 22 juillet 1924 (servitude AC2/13/1879 au PLU de Marseille),
- Les **parcelles de terrain de la Promenade de la Corniche** à Marseille, comprises entre la promenade et le DPM, classé par l'arrêté du 22 juillet 1924 (servitude AC2/13/1878 au PLU de Marseille),
- **Le site du massif des Calanques** classé par décret du 29 août 1975 et arrêté du 27 décembre 1976 pour le DPM (servitude AC2/13/1765 au PLU de Marseille). Il se répartit entre les communes de Marseille et de Cassis et se divise en quatre sites qui s'étendent sur plus de 8 500 ha :
 - le massif des calanques (5 601,5 ha),
 - la forêt domaniale de la Gardiole (814,5 ha),
 - les calanques d'En-Vau et de Port Pin (14 ha),
 - le domaine public maritime (2 224,6 ha) : cette partie du site classé correspond à une bande d'une largeur de 500 m en partant de la côte.

L'ensemble de l'archipel de Riou est compris dans le site classé.

■ Site inscrit

Le site inscrit le plus proche est l'ensemble formé par les Calanques et leurs abords, à Cassis et à Marseille (4 880 ha). Il comprend : l'archipel de Riou. Le site a fait l'objet d'une inscription le 24 novembre 1959.

DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE AU TITRE DE L'ARTICLE L.181-1 À L.181-4 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT



FIGURE 71 PROTECTIONS RÉGLEMENTAIRES : SITES ET MONUMENTS NATURELS CLASSÉS ET INSCRITS LES PLUS PROCHES DE L'AIRE D'ÉTUDE

4.6.2.1.2 - Patrimoine architectural

La zone du projet est proche d'un monument inscrit et d'un monument classé dont les périmètres de protection jouxtent la zone d'aménagement.

TABLEAU 18 : IDENTIFICATION DES MONUMENTS INSCRITS ET CLASSÉS

Servitude au PLU	Statut	Désignation	Arrêté
AC1/17/2081	Monument inscrit (MI 13)	Chapelle (ancienne), Ancienne mosquée de l' Arsenal des Galères ou Mosquée des Galériens Turcs (cad. H 15)	15 septembre 1965
AC1/17/2041	Monument classé (MC15)	Château Borély (ancien)	21 septembre 1936

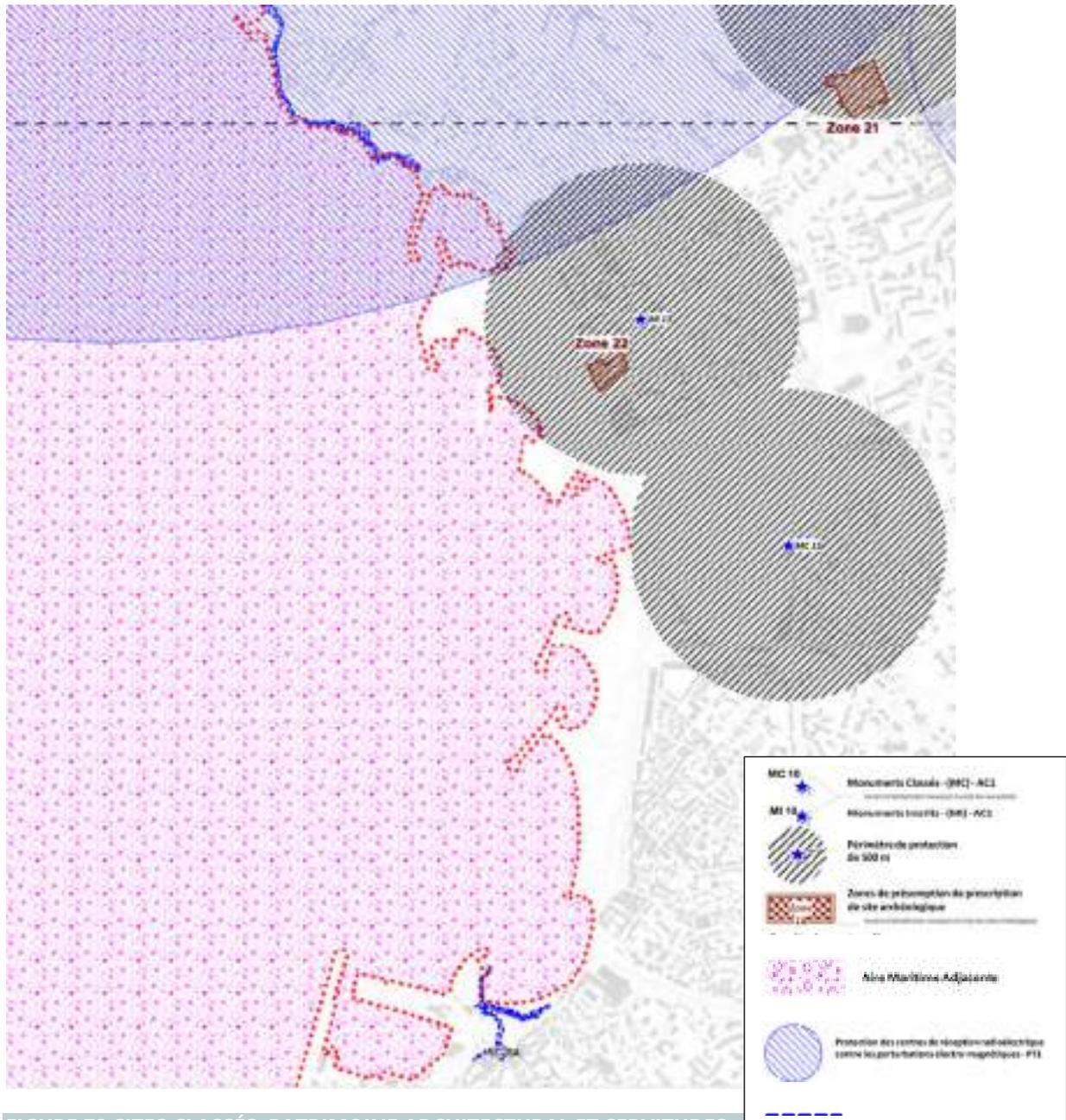
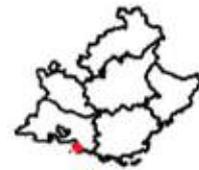


FIGURE 72 SITES CLASSÉS, PATRIMOINE ARCHITECTURAL ET SERVITUDES



République Française
Préfecture de la Région Provence Alpes Côte d'Azur

- Site Classé concerné
- Site Classé avoisinant
- Site Inscrit avoisinant
- Zone de protection



Date de la procédure : 22/07/1924

Site Classé Presqu'île de la Pointe Rouge



Fiche créée le : 18/07/2016
Périmètre numérisé au 1/25 000

DREAL

Adresse postale :
Le Tholonet DREAL PACA CS80065
Allée Louis Phalbert 13182 Aix en Provence cedex 5
www.paca.developpement-durable.gouv.fr

©IGN scan25,100,250 BDcarto®



FIGURE 73 LE SITE CLASSÉ DE LA PRESQU'ÎLE DE LA POINTE ROUGE

4.6.2.1.3 - Paysage sous-marin

Comme évoqué précédemment, les fonds marins de l'aire d'étude sont principalement caractérisés par des fonds sableux, quelques zones d'enrochement ainsi que des herbiers de posidonies.

Les premiers mètres à proximité des plages sont caractérisés par des paysages sableux et artificialisés avec les présences des enrochements. Les petits fonds plus éloignés sont principalement structurés par les herbiers de posidonie. Ceux-ci sont souvent comparés à des prairies terrestres, ils représentent un paysage sous-marin de haute valeur esthétique.

4.6.2.2 - Patrimoine archéologique terrestre et maritime

L'arrêté préfectoral modificatif n° 13 055-2013 du 11 février 2013 (arrêté modifié : n° 13055-2003 du 31 juillet 2003), détermine 34 zones géographiques conduisant à envisager la présence d'éléments du patrimoine archéologique comme le prévoit l'article L 522-5 alinéa 2 du code du patrimoine.

La zone terrestre de prescription archéologique la plus proche du projet est le site 22 : « Embouchure de l'Huveaune, qui est hors du champ d'aménagement possible.



FIGURE 74 : ZONE 22 DE PRÉSUMPTION DE PRESCRIPTION ARCHÉOLOGIQUE

4.6.23 - Les composantes du paysage

L'atlas départemental des paysages des Bouches-du-Rhône distingue le bassin de Marseille en tant qu'unité paysagère.

« L'unité de paysage est aisément lisible car inscrite dans le vaste amphithéâtre naturel des massifs. Elle est ouverte sur la mer par la large échancrure de la rade ponctuée d'îles. Ce paysage contrasté renvoie le reflet d'un territoire aménagé, dessiné par l'homme et dépendant d'un milieu naturel contraignant, repoussé sur ses franges mais omniprésent avec les collines, les massifs et la mer ».

L'organisation spatiale de l'unité de paysage du bassin de Marseille est divisée en plusieurs sous-unités dont le littoral et en particulier les plages du Prado. Cette sous-unité est décrite en ces termes :

« Entrepris en 1977, l'aménagement des plages du Prado a créé un exceptionnel espace de loisirs sur la frange littorale à l'embouchure de l'Huveaune. Les terrains gagnés sur la mer ont été modelés en buttes souples et douces, en anses sablonneuses protégées par des digues rocheuses. Des pelouses couvrent les à-plats. Des bosquets de pins et des arbustes évoquant la garrigue cloisonnent l'espace où se nichent les cabanes des installations balnéaires et des aires ludiques. Une urbanisation mesurée à l'architecture discrète accompagne le remodelage littoral au Nord de l'avenue du Prado. Au Sud, quelques unités commerciales sont implantées en bordure de la plage Borély qui prolonge l'ouverture spatiale du champ de course. Les plages du Prado sont l'un des lieux marseillais les plus fréquentés ».

4.6.3 - Ambiance sonore

La cartographie du bruit sur le territoire Marseille Provence, a été approuvée en Conseil de Territoire le 26 juin 2018. Ce diagnostic a donné lieu au Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) approuvé le 24 septembre 2019. Il écrit les actions permettant de prévenir les effets du bruit, de réduire les niveaux sonores et de protéger les zones calmes.



FIGURE 75 : CARTOGRAPHIE DU BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT (SOURCE AIX MARSEILLE PROVENCE)

Le bruit routier est la principale nuisance sonore et sur les 18 communes de la métropole, 68% de la population sont exposés à des niveaux sonores du bruit routier supérieurs à 55 dB(A). Les nuisances ne touchent plus que 47 % de la population en période nocturne pour un dépassement de la valeur limite de 50 dB(A).

L'espace des plages du Prado / Pointe-Rouge est traversé par « l'axe littoral » constitué des avenues Pierre Mendès France, de la Pointe-Rouge et de Montredon. Cette route du bord de mer est un axe important pour la desserte des quartiers Sud de Marseille. Elle est fréquemment saturée l'été et la traversée des piétons y est difficile. Elle génère d'importantes nuisances sonores.

Suivant le classement sonore du réseau routier du département des Bouches du Rhône de 2016, les voies littorales de l'aire d'étude décrites dans le tableau suivant, sont classées en infrastructures bruyantes¹⁹.

¹⁹ La loi du 31 décembre 1992 sur les infrastructures bruyantes prévoit, dans son article 13, que le préfet dans chaque département recense et classe les infrastructures de transport terrestre en fonction de leurs caractéristiques sonores et du trafic. Les secteurs

TABLEAU 19 : VOIES CLASSÉES EN INFRASTRUCTURES BRUYANTES DANS L'AIRE D'ÉTUDE

Voie	Tenant	Aboutissant	Tissu urbain	Catégorie	Largeur maximal affectée (m)
Promenade Georges Pompidou	Cor du président John F Kennedy	Avenue du Prado	ouvert	3	100
Avenue Pierre Mendès-France	Rondpoint de la plage	Avenue des Goumiers	ouvert	3	100
Avenue de la Pointe Rouge	Avenue Mendès France	Avenue Montredon	ouvert	3	100
Avenue de la Madrague de Montredon	Avenue de Montredon	Boulevard de la Grotte Rolland	ouvert	3	100
Avenue d'Odessa	Avenue Montredon	Boulevard amphitrite	Rue en U	2	250

D'après les cartographies issues du PPBE, des zones calmes sont également identifiées :

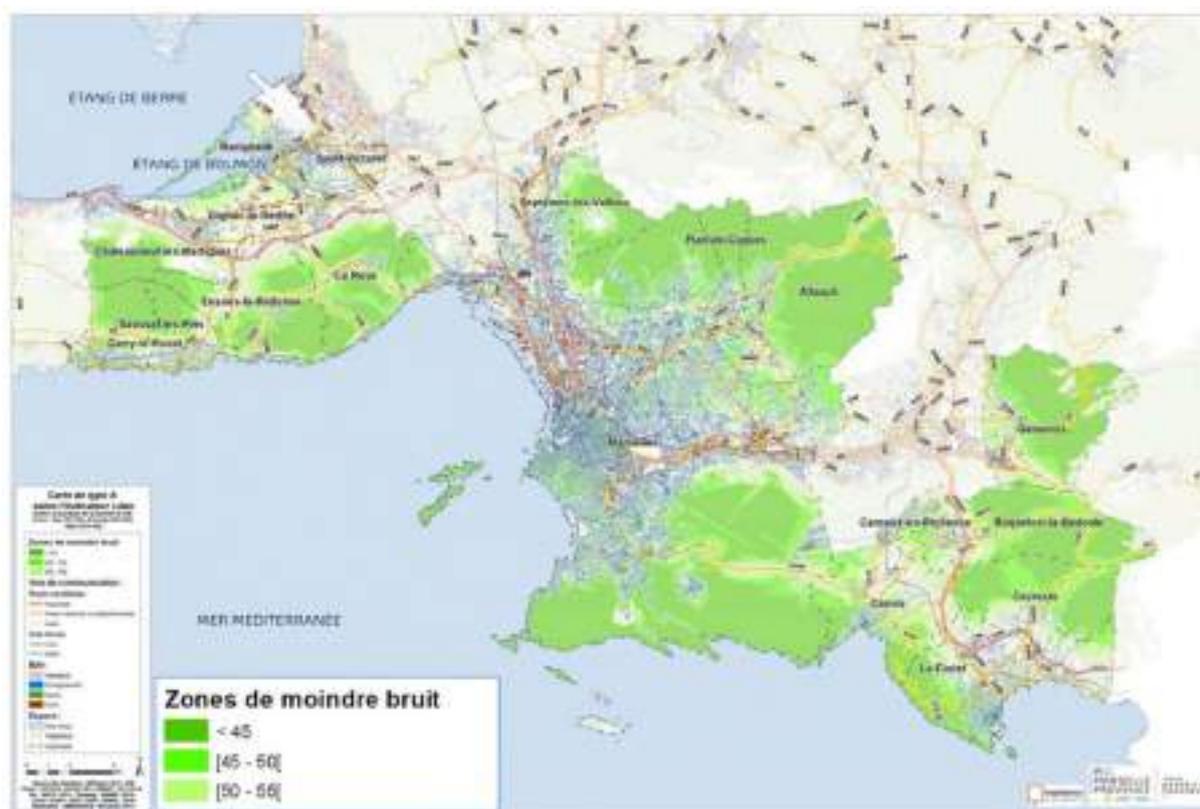


FIGURE 76 : ZONES DE MOINDRE BRUIT OÙ LE NIVEAU SONORE LDEN EST INFÉRIEUR À 55 DB(A) (SOURCE PPBE 2018)

On constate que l'aire d'étude fait partie des zones partiellement « calmes » en raison de son ouverture sur la façade maritime.

ainsi déterminés et les prescriptions qui s'y appliquent sont reportés dans le PLU., au titre de l'article R 123-13 du code de l'urbanisme.

4.6.4 - Risques technologiques

D'après le dossier départemental sur les risques majeurs dans les Bouches-du-Rhône, les risques technologiques sont caractérisés par les risques industriels, les risques nucléaires, le risque lié au Transport de Marchandises Dangereuses et le risque de rupture de barrage.

Le risque d'accident lié aux activités industriels induit la mise en place de Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT). Le PPRT est un document élaboré par l'État permettant de faciliter la maîtrise de l'urbanisation autour des sites industriels à hauts risques. Il permet également de limiter les effets d'accidents susceptibles de survenir dans ces installations et pouvant entraîner des effets sur la salubrité, la santé et la sécurité publique, directement ou indirectement par pollution du milieu. Ces plans délimitent un périmètre d'exposition aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité des risques technologiques et des mesures de prévention mises en œuvre.

L'usine d'ARKÉMA est concernée par un PPRT approuvé le 4 novembre 2013, celui-ci se trouve éloigné du Parc Balnéaire du Prado (Cf. figure suivante).



FIGURE 77 IDENTIFICATION DES RISQUES INDUSTRIELS SUR LA VILLE DE MARSEILLE (SOURCE WWW.MARSEILLE.FR)

Les risques liés au transport de marchandise dangereuse sont présents sur la ville de Marseille car induit par les activités du Grand Port Maritime de Marseille-Fos. Toutefois, aucune canalisation ne sont localisées à proximité du PBP, la figure ci-après identifie ces canalisations plus au Nord. Ces canalisations transportent principalement du gaz.



FIGURE 78 CANALISATION DE TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES (SOURCE MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE)

L'aire d'étude du projet de rechargement des plages du PBP n'est pas concernée par les risques technologiques.

4.6.5 - Activités socio-économiques

4.6.5.1 - Profil social des plages

4.6.5.1.1 - Des plages urbaines

Les plages du Prado sont typiquement des plages urbaines revêtant la particularité singulière de s'intégrer aux espaces publics urbains et devenant ainsi des « lieux d'urbanité émergeant »²⁰ sur fond de paysage marin plus ou moins domestiqué. Les usagers viennent y trouver le spectacle de la mer, mais également un lieu de sociabilité. Comme tout espace public, les plages urbaines deviennent des scènes où se côtoient différents groupes sociaux ayant des pratiques propres.

Les plages du Prado furent construites à la fin des années 1970 sur le double modèle : balnéaire type hawaïen et espace public type « parc urbain/ espace vert » dans le somptueux décor que constitue la Rade Sud. À la différence des grands équipements similaires (plages du Mourillon à Toulon) ou d'autres plages urbaines de la Côte d'Azur par exemple, ce ne sont pas les motivations touristiques qui ont prévalu²¹ au moins pour la première tranche, mais la réponse à une demande sociale intérieure. En effet, avant la création de ces plages artificielles, aucune plage marseillaise n'avait la capacité d'accueillir une fréquentation de masse.

D'une capacité d'accueil comprise entre 3 000 à 5 000 personnes par jour, l'ancienne plage naturelle du Prado n'était pas aux dimensions de la deuxième ville de France. De plus, les conditions sanitaires d'alors étaient déplorables : l'Huveaune était un égout et la plage pouvait parfois tenir lieu de décharge publique. Le Parc Balnéaire du Prado (PBP) fût conçu dès l'origine comme un espace balnéaire et un

²⁰ RIEUCAU J. et LAGEISTE J., « La plage, un territoire singulier : entre hétérotopie et antimonde », *Géographie et cultures*, 67 (2009).

²¹ HERAT Arlette, « Les plages du Prado, émergence d'un espace public par une construction sociale de l'urbanité », université de Provence mémoire de DEA, 2000.

espace public estival d'orientation populaire et favorisant les sports nautiques. La réception par le public des plages de la première tranche fût un succès dès 1977.

4.6.5.1.2 - Données quantitatives : fréquentation et capacité d'accueil des plages

Les plages du Prado ont une capacité d'accueil de 20 000 baigneurs/ jour et 50 000 personnes/jour. Le nombre d'utilisateurs des espaces publics et plages du Parc Balnéaire du Prado atteint environ 3,5 millions par an depuis les années 2000 / 2010 ²².

À titre de comparaison, les Calanques accueillent 1,3 million de visiteurs par an sur 7 200 ha ²³. Bien que l'objectif initial du PBP ait été avant tout de répondre à la demande locale, cet équipement métropolitain est de plus en plus fréquenté par des non marseillais²⁴. La croissance du tourisme national et international à Marseille peut expliquer le nombre sans cesse croissant d'utilisateurs.

Le nombre de touristes est en effet passé de 2,7 millions en 1996 à 4,1 millions en 2011. En 2013, année de Marseille « Capitale Européenne de la culture », 6 millions de visiteurs ont fréquenté la Ville.

Le profil des usagers des plages

Les usagers sont :

- plutôt jeunes ; les 10-30 ans représentent 50 % des usagers mais les petites classes d'âges (moins de 9 ans) sont moins bien représentées.
- d'origine géographique diverse : 45 % des usagers sont marseillais, 40 % sont des Français hors Bouches du Rhône.

(Source : enquête estivale initiée en 2006 par l'Office de la Mer "Ma plage, moi je la respecte")

Les plages du PBP sont fréquentées toute l'année :

- en période estivale (juin à septembre), cette fréquentation peut être estimée à 2,5 millions d'utilisateurs (soit les 2/3 de la fréquentation annuelle), ce qui porte le nombre de baigneurs les jours de forte affluence à 40 000 personnes/ jour. Si on considère les cinq principales plages du PBP (Petit et Grand Roucas, David, Huveaune, Borély, Bonneveine), la moyenne estivale est de 8 000 personnes/jour par plage.
- hors saison, la fréquentation est estimée à 1 million de personnes et, à la différence de la saison balnéaire, cette dernière est concentrée sur les fins de semaines.

Exemple de la plage de la Pointe Rouge

La fréquentation estivale durant la saison balnéaire 2019 (du 1 juin au 1^{er} septembre) était 2900 personnes/jour²⁵. Peu de données décrivent les usagers de la Pointe Rouge, toutefois la notoriété de cette plage est familiale, marseillaise et populaire. La saisonnalité de cette plage semble plus marquée que sur Prado. En effet, cette plage ne bénéficie pas d'une arrière plage pouvant accueillir des pratiques urbaines banalisées. En d'autres termes, il est difficile d'utiliser cette plage autrement que pour des usages « traditionnels ». Toutefois, deux restaurants sur neuf restent ouverts quasiment toute l'année et trois autres restent ouverts en mi saison, ces établissements permettant donc au public un accès indirect à la plage quasiment à l'année.

²² Ville de Marseille (DGST). Parc Balnéaire du Prado, projet de réaménagement. Notice d'impact. BETEREM, janvier 2005.

²³ Source GIP Calanques

²⁴ Source enquête « Ma plage, moi je la respecte », Office de la mer 2006

²⁵ Synthèse du profil de la zone de baignade Pointe Rouge» Ville de Marseille (Janvier 2020).

4.6.5.2 - Les pratiques et usages des plages

4.6.5.2.1 - Les plages de Marseille, lieux de pratiques urbaines banalisées

L'ensemble de la société marseillaise fréquente ces plages et espaces publics. De tous âges, de toute origine géographique et de toute condition sociale, les usagers du Prado « prennent possession » de l'espace de façon temporaire et réversible, s'appropriant le territoire très rapidement, seuls ou en groupe. Les usages sont très nombreux. On dénombre pas moins de 35 usages différents²⁶ répartis entre :

- 8 usages de type détente : bains, promenade, pique-nique, shopping, jeux,
- 27 sports et jeux : 3 sports de glisse à terre, 4 sports de route, 7 grandes familles de sports nautiques, 7 sports collectifs).

Cette variété d'usages, dont la liste n'est pas exhaustive, confirme la diversité de l'origine sociale des usagers du Parc balnéaire du Prado.

TABLEAU 20 LES DIFFÉRENTS USAGES PRATIQUÉS SUR LE PBP (DGST VDM 2009)

Usages		Saison pratiquée	
		Été seulement	Toutes saisons
Sport et jeux	Sports de glisse à terre	Skate board	Oui
		Bi cross	Oui
		Roller	Oui
	Sport de "route"	Roller acrobatique	Oui
		Roller randonnée	Oui
		Promenade à vélo	Oui
		Course à pied	Oui
	Sports nautique	Surf, body board	Oui
		Kayak, aviron, progue	Oui
		Voile, planche à voile, kite surf	Oui
		Pêche	Oui
		Motonautisme	Oui
		Natation	Oui
		Chasse sous marine	Oui
	Sports collectifs	Tennis ballon	Oui
		Football	Oui
		Sand Ball	Oui
		Beach soccer	Oui
		Beach volley	Oui
		Beach rugby	Oui
Pétanque		Oui	
Détente	Bain de soleil	Oui	
	Bain de mer	Oui	Pas massivement
	Promenade	Oui	
	Pique nique	Oui	
	Restauration	Oui	
	Shopping	Oui	
	Jeux d'enfants	Oui	
	Cerf volant	Oui	
Totaux	35	3	31

Le PBP est vécu comme un lieu central de la ville permettant aux citadins qui les fréquentent de s'évader du centre urbain dense et d'échapper à ses incommodités (trafic routier, bruits, pollutions, absence d'horizon. Tout en s'inscrivant dans le système urbain, le PBP comme tout parc ou espace public de qualité, est pourvoyeur d'aménités. Parmi les activités urbaines banalisées, le shopping trouve également sa place au PBP. L'Escale Borély comprend trois boutiques de surf wear. Des restaurants, bars et cafés accueillent aussi une clientèle diurne et nocturne sans aucun rapport avec les usages balnéaires.

■ Des activités sportives tout au long de l'année

²⁶ Ville de Marseille. Pour une stratégie de gestion et d'aménagement du PBP. DGST, 2009

La nature de ces pratiques est plurielle. Certaines pratiques sont autonomes (jogging, marche rapide, roller, promenade...) et peuvent être intégrées dans un circuit plus vaste que les plages du Prado (axe Corniche/ PBP/ Pointe Rouge ou avenue du Prado/ Parcs Borély/ PBP).

D'autres mettent en scène des pratiques acrobatiques d'origine californiennes (planche à voile, surf, skate-board, roller, BMX...) ou françaises (kite-surf). Les sports collectifs ont très tôt trouvé leur place au Prado, d'abord sur les pelouses (football), puis sur le sable (beach-volley). La Ville de Marseille a participé à légitimer ces sports en autorisant la fréquentation des pelouses et en proposant des activités sportives populaires ou en organisant des rencontres sportives professionnelles ou semi-professionnelles (beach-rugby, beach-volley, sand-ball...). Les activités nautiques font partie intégrante du PBP et ce depuis la création de la première tranche avec le Centre Municipal de Voile qui sert de base de départ à un grand nombre d'utilisateurs plutôt jeunes. Cette pratique s'accomplit dans un cadre de loisirs (CMV et club La Pelle) ou de compétition (présence du pôle France et accueil de compétitions internationales). Chacune des activités sportives possède son propre calendrier, ces pratiques ont lieu tout au long de l'année, en tout point du PBP.

■ **Activités de détente**

Pétanque, cerf-volant, jeux d'enfants trouvent également leur place sur les espaces publics d'arrière-plage. Ce type d'activités contribue à attirer des usagers de tous âges et en toutes saisons.

■ **Activités balnéaires estivales**

La totalité des activités balnéaires traditionnelles sont présentes sur les plages du Prado : bains de mer, bains de soleil, jeux de plage. La répartition spatio-temporelle de ces usages permet à chaque groupe social et chaque tranche d'âge de s'approprier les plages, les différents usagers se succédant, parfois se mêlant, depuis le lever du soleil jusque très tardivement dans la nuit. Le tableau suivant récapitule une journée type à la plage.

TABLEAU 21 : UNE JOURNÉE À LA PLAGE

A quelle heure ?	Qui ?
entre 5 et 6 h du matin.	<ul style="list-style-type: none"> les employés chargés du ramassage des déchets, les adeptes des détecteurs de métaux, les jeunes à leur sortie des discothèques
6 h 30	<ul style="list-style-type: none"> les premiers pêcheurs à la ligne, les pêcheurs à pied, les joggeurs
8 h 30	<ul style="list-style-type: none"> le personnel des commerces qui approvisionnent, mettent en place les installations nécessaires au fonctionnement économique de la plage (ouverture des guinguettes, disposition des chaises longues, bâchage des pergolas...), les livreurs de boissons.
9 h	Les pêcheurs se retirent laissant le bord de mer aux premiers baigneurs.
10 h	Les personnes âgées et les très jeunes enfants recherchent l'estran sableux faiblement occupé.
11 h	Les parents des jeunes enfants s'installent à leur tour en première ligne.
12 h	Les jeunes de 18 à 25 ans investissent le sable en deuxième ligne de plage.
Entre 12 h et 15 h	En été, pointe de fréquentation de la plage : mélange de toutes les classes d'âge, usagers régionaux et nationaux.

- Entre 13 h et 14 h Les touristes étrangers habitués à déjeuner plus tôt que les nationaux, se retirent de la plage.
- 15 h Les personnes âgées de toutes nationalités délaissent la plage devenue surfréquentée, évitent la forte chaleur.
- 17 h Les personnes âgées reviennent accompagnées de leurs petits-enfants.
- 18 h Les dernières familles quittent la plage.
- Entre 18 h et 22 h La vie de la plage diminue d'intensité.

4.6.5.2.2 - Répartition spatiale des activités par plages

Il est possible de distinguer des profils d'utilisateurs « socio type » par séquence de plages. Chaque séquence trouve ainsi sa catégorie d'usagers légitimes, ces derniers mettent en scène leur pratiques de façon plus ou moins flagrantes. Les plus spectaculaires sont évidemment les pratiquants des sports de glisse adulés des « non légitimes » et dont les acrobaties servent peut-être à marquer leur territoire et s'affirmer comme en étant les incontestables détenteurs.



FIGURE 79 RÉPARTITION SPATIALE DES ACTIVITÉS PAR PLAGES

Plage de l'Huveaune

Cette plage est fréquentée par des habitués (forte fréquentation balnéaire surtout dans sa partie nord, plage la plus large) car c'est l'une des seules plages historiques de sable fin qui restent après l'aménagement de la deuxième tranche du parc du Prado. Hors saison et en semaine, le stationnement est facile, ce qui en augmente l'attractivité.



La base nautique de l'Huveaune gérée par la mairie, service jeunesse et sports, propose la pratique du canoë et du kayak

(parcours et portes sur la partie aval)



La partie aval de l'Huveaune s'ensable et doit être entretenue.

En été, la zone le long de la digue face au poste de secours, une ZRUB sécurise la baignade de fin mai à début septembre. La pratique des autres sports nautiques est alors possible sur la moitié sud de la plage.

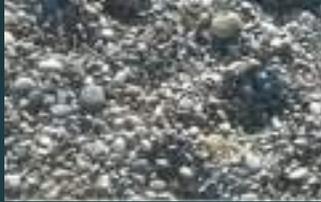
Hors saison, cette plage est pratiquée à la fois par les adeptes de surf, body board et planches à voiles (la pratique du kitesurf n'est plus autorisée depuis l'arrêt de balisage 2020).

Les sports nautiques qui utilisent cette plage sont principalement la planche et le surf (dès qu'il y a des vagues). Par Mistral, le départ pour les planches se fait vent travers, cap vers le Sud-Est. Les surfers utilisent généralement la moitié Sud de l'anse et aussi les vagues qui se développent le long de l'épi qui sépare cette plage de Borély. Vu l'implantation du club, ils peuvent être nombreux (par Mistral mais surtout par SW à W). Dans certaines conditions, un fort courant off-shore est perçu au centre de cette plage.



Plage Borély.

Cette plage est constituée de galets sur sa partie nord et de sable et galets sur sa partie sud.



L'Escale Borély, aménagée en 1992, accueille une vingtaine de commerces, essentiellement des bars et des restaurants, dont beaucoup possèdent des terrasses. Le site est hyperfréquenté durant la saison estivale et les week-ends de beau temps, mais peu pratiqué hors saison et les jours de Mistral.

De fin mai à début septembre, une ZRUB occupe toute cette plage et rend donc impossible toute exploitation par les sports nautiques tels que la Planche à Voile. Seule l'activité balnéaire y est possible

Hors saison, cette plage est pratiquée par quelques surfeurs, surtout sur sa face Nord. Peu de planchistes l'utilisent.



Plage de Bonneveine



Une ZRUB à l'année (arrêté municipal 2016) occupe toute cette plage et rend donc impossible toute exploitation par les sports nautiques tels que la Planche à Voile.

Cette plage est entièrement dédiée à l'activité balnéaire. En saison, des plages privées-guinguette s'installent en bordure de l'eau, y compris sur l'espace entre la plage Borély et la plage de Bonneveine.

En mars 2017, est constaté la pratique non réglementée du kitesurf à partir du poste de secours. La partie Sud-Ouest de la plage est utilisée pour le gonflement des ailes et la mise à l'eau se fait sur la plage de Vieille-Chapelle hors saison. La plage était balisée avec des cônes de chantier pour l'envol des ailes, et un panneau avertissait les autres usagers.



Plage de la Vieille Chapelle.



Une ZRUB est ouverte de fin mai à début septembre de la pointe de la digue Nord à la hauteur de l'établissement de plage, et le reste de l'année le long de la digue nord sur une largeur de 15 m. La zone le long de la digue de séparation avec Bonneveine est fréquentée par les nageurs en mer.

En saison, la partie nord de cette plage est uniquement balnéaire, le kite-surf se pratique à partir la rampe réalisée dans le talus, quand les conditions de vent permettent ce sport. Quelques planchistes utilisent aussi cette zone.

Hors saison, les kite surfers utilisent la partie nord de cette zone pour partir en mer. L'accès par la rampe en partie centrale, n'est quasiment pas utilisé car il n'est pas facile.



Plage de la Pointe Rouge

Le plan d'eau est occupé à la fois par les pratiquants de l'école de voile, mais aussi par des planchistes et kite-surfers en pratique libre. Ceux-ci partent à la fois de la Vieille Chapelle et de l'école de voile.

Les quais sont réservés uniquement aux bateaux des écoles de voile et du centre municipal.



La partie nord, espace littoral artificialisé sans aménagement car forte exposition à la houle et à la pollution induit par les exutoires présents.

La partie Ouest, qui jouxte le môle de l'école de voile, la plage de sable se réduit progressivement. En été, cette zone constitue une mise à l'eau secondaire pour les écoles de voile.

La partie centrale qui abrite une plage qui s'élargit du nord au sud. Sur cette plage, de nombreux établissements de restauration sont installés (en jaune). Sur la zone la plus nord de la plage de sable, certains établissements ont quasiment les pieds dans l'eau (plage très étroite), suivant l'évolution saisonnière de la plage et les coups de mer. Cette zone est protégée en été par une ZRUB.



4.6.5.2.3 - Zones réglementées par arrêtés

Sur le parc balnéaire du Prado et la plage de la Pointe Rouge, 8 **ZRUB (Zone Réservées Uniquement à la Baignade)** sont installées, ces zones sont matérialisées de fin mai à début septembre (cf arrêté préfectoral n°118/2020 réglementant la navigation, le mouillage des navires, la plongée sous-marine et la pratique des sports nautiques de vitesse dans la bande littorale des 300 m bordant la commune de Marseille).

Dans ces zones, toutes activités autres que la baignade, sont rigoureusement interdites.

Des chenaux d'accès à la mer sont matérialisés par :

- un chenal pour PNT (Planche Nautique Tractée (kite-surf) en place Vieille Chapelle (réduit en été).
- Un autre chenal pour engins à moteurs localisé au droit du plan incliné du port de Pointe Rouge.

La figure ci-dessous donne la localisation des zones réglementées par arrêté préfectoral (n°118/2020 du 15 juin 2020) et par arrêté municipal n°2020-00804-VDM du 4 juin 2020). Cette localisation est révisée annuellement.



FIGURE 80 ZONES RÉGLEMENTÉES PAR ARRÊTÉS AFIN D'ASSURER LA SÉCURITÉ DE LA BAIGNADE

4.6.5.3 - Poids économique des plages

La vie économique sur les plages est animée par des sociétés commerciales qui, du fait de leur emplacement sur le Domaine Public Maritime, doivent bénéficier d'autorisations spécifiques. Sur le PBP, la Ville de Marseille doit délivrer des sous-traités de concession.

L'activité économique et commerciale des plages du Parc Balnéaire du Prado est concentrée, mais pas exclusivement, à l'Escale Borély. La plage de la Pointe Rouge constitue le second pôle d'attractivité. On compte des dizaines de commerces sur le PBP et la Pointe Rouge ainsi qu'à leurs abords. Des manifestations sont également soumises à autorisations et à redevances pour celles ayant un caractère commercial.

4.6.5.4 - Câbles sous-marins

En raison de sa situation géographique, Marseille est devenu depuis une dizaine d'année une zone d'atterrage des câbles sous-marins. Marseille est la porte d'accès numérique pour le raccordement d'une dizaine de liaisons câblées sous-marines vers l'Europe, l'Africain, vers le Moyen-Orient et bientôt vers l'Asie.

Marseille est le centre d'interconnexion qui connaît la plus forte croissance en Europe et notamment sur l'aire d'étude du projet de rechargement. La figure ci-dessous identifie les différents câbles sous-marins atterrissant sur les plages du Prado.

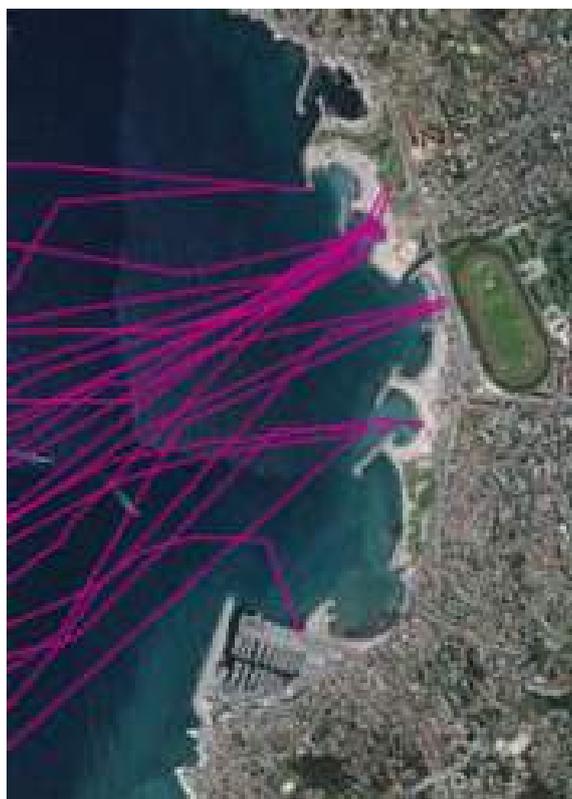


FIGURE 81 LOCALISATION DES CÂBLES SOUS-MARINS ATTEISSANT SUR LES PLAGES DU PRADO (SOURCE GEOPORTAIL)

4.7 - Synthèse des enjeux environnementaux

L'analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet permet de mettre en évidence les **principaux enjeux environnementaux** affectant l'aire d'étude vis-à-vis d'une opération de rechargement de plage sur les plages du Parc Balnéaire du Prado.

À partir de la description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, les principaux enjeux environnementaux sont identifiés et hiérarchisés, selon l'échelle suivante.

TABLEAU 22 SYNTHÈSE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Enjeu	Signification
Fort	L'enjeu est fort lorsque le paramètre considéré est très sensible aux opérations d'aménagement (travaux et exploitation). Le risque d'altération du paramètre est fort et potentiellement permanent.
Moyen	L'enjeu est moyen lorsque le paramètre considéré est sensible aux opérations d'aménagement (travaux et exploitation). Le risque d'altération du paramètre est présent.
Faible	L'enjeu est faible lorsque le paramètre considéré est peu sensible aux opérations d'aménagement (travaux et exploitation). Les altérations potentielles du paramètre sont considérées comme faibles.
Non significatif	L'enjeu est inexistant ou n'est pas significatif pour le paramètre considéré.

Thème	Synthèse	Enjeu
Milieu physique terrestre		
Climat	L'aire d'étude est caractérisée par un climat Méditerranéen présentant un climat doux et ensoleillé. La région est soumise à une faible pluviométrie avec des orages pouvant être violent en automne.	Faible
Sol et sous-sol	Le PBP se situe au sein de l'estuaire de l'Huveaune caractérisé par une plaine alluvionnaire littorale. La topographie est définie comme plane.	Faible
Hydrographie et hydraulique	L'exutoire du fleuve de l'Huveaune se situe au sein de l'aire d'étude au niveau de la plage de l'Huveaune. De plus, trois exutoires du réseau d'eau pluvial de la ville de Marseille sont également identifiés dans l'aire d'étude.	Moyen
Qualité de l'air	La qualité de l'air est fortement influencée par le trafic routier de la voie littorale à proximité de l'aire d'étude, de ce fait la qualité de l'air annuelle est qualifiée de moyenne.	Faible
Milieu physique marin		
Agitation	La zone d'étude est soumise aux mers du vent de secteur Nord à Nord-Ouest, et aux houles de secteur Ouest à Sud-Ouest,	Faible
Courantologie	La courantologie de l'aire d'étude est définie par : - une intensité variée pour les courants de dérive - une direction variée selon le secteur d'origine des houles, leur hauteur, et leur période. - de nombreuses gyres, en particulier au niveau des plages de l'Huveaune, Borély et Pointe Rouge. - une dérive littorale systématiquement orientée vers le Nord le long de la plage de l'Huveaune, vers le Sud le long de la plage Borély et vers le Sud-Ouest le long de la plage de Pointe Rouge en cas de forte houle.	Moyen
Géomorphologie	Le PBP est caractérisé par des petits fonds côtiers représentés par des pentes douces en direction du centre de la rade sud de Marseille et un liseré côtier rocheux abrupt sur les dix premiers mètres de profondeur. Ces dernières années, le trait de côte a fortement évolué du principalement à l'aménagement des différents ouvrages de protection.	Moyen
Nature des fonds marins	Les petits fonds de l'aire d'étude sont composés de manière générale par des sables fins avec quelques enrochements. Quant aux plages, celles-ci sont majoritairement composées de sables grossiers.	Moyen
Dynamique hydrosédimentaire	La dynamique hydrosédimentaire de l'aire d'étude se traduit par une tendance érosive hétérogène en intensité avec des origines diverses selon les plages. Les plages les plus sensibles à l'érosion sont Huveaune, Borély et Bonneveine	Fort
Qualité du milieu		
Qualité des sédiment	Les sédiments présentent de faibles teneurs sur l'ensemble des paramètres mesurés. Cela est comparable au bruit de fond environnemental.	Faible

Qualité des sédiments de l'Huveaune	Après un épisode pluvieux, les sédiments de l'Huveaune présentent des concentrations bactériennes significatives pouvant être remobilisé dans les eaux côtières.	Moyen
Qualité des eaux	Les eaux côtières présentent un bon état chimique et écologique. Pour les eaux superficielles en aval de l'Huveaune, le suivi de l'agence de l'eau permet d'identifier un bon état écologique des eaux mais un état chimique mauvais.	Fort
Qualité des eaux de baignade	L'évolution de la qualité bactériologique des eaux de baignade montre ces dernières années une stabilité sur l'ensemble des plages sauf pour la plage de l'Huveaune fortement influencé par l'exutoire du fleuve. Les principales sources de pollution bactériennes sont les rejets du fleuve, les rejets du réseau d'eaux pluviales et la fréquentation balnéaire en période estivale.	Fort
Milieu naturel		
Sites protégés	L'aire d'étude intersecte l'aire maritime adjacente du Parc Naturel des Calanques et se situe à proximité avec la ZNIEFF de type II « Herbière de posidonie de la baie du Prado »	Fort
Sites Natura 2000	- 4 sites Natura 2000 (une ZSC, deux pSIC et une ZPS) sont identifiés à proximité de l'aire d'étude.	Fort
Inventaire écologique marin	La biocénose identifiée au sein de l'aire d'étude est représentée en grande partie par les herbiers de posidonie. Cet habitat représente une forte valeur écologique. De nombreuses espèces sont retrouvées au sein de cet habitat. Seule la posidonie est une espèce protégée au sein de l'aire d'étude. Concernant les peuplements benthiques, ceux-ci sont relativement pauvres, caractéristiques des milieux très dynamiques	Fort
Inventaire écologique terrestre	L'aire d'étude est le résultat d'un aménagement artificiel, les plages sont donc des zones fortement artificialisées. L'inventaire écologique montre la présence d'espèces végétales et animales ne présentant pas d'intérêt écologique fort.	Faible
Risques naturels	Les risques naturels identifiés sont induits par l'aléa inondation modéré à faible de l'Huveaune ainsi que l'aléa faible pour le risque de tassement à l'exutoire de l'Huveaune.	Faible
Cadre de vie		
Paysage et Patrimoine	Le PBP est un paysage urbain et artificiel, il est localisé à proximité des parcelles de terrain de la presqu'île de la Pointe-Rouge répertoriées en site classé. Un périmètre de protection de monument historique est intersecté au par l'aire d'étude, ainsi que la zone terrestre de prescription archéologique de l'embouchure de l'Huveaune. Le paysage sous-marin est quant à lui caractérisé principalement par les herbiers, définis comme un paysage à haute valeur écologique.	Moyen
Ambiance sonore	L'axe littoral le long du PBP est classé en infrastructure bruyante, cependant elle est classé en zone partiellement « calme » en raison de son ouverture sur la façade maritime.	Faible
Activités socio-économique	Le PBP est la seule zone balnéaire de la ville de Marseille. De ce fait une forte fréquentation des plages est observée en période estivales. Cette zone est également marquée par une forte concentration d'activités économiques ainsi que de nombreux usages et activités (minimum 35 différents). La zone est également marquée par la présence d'une dizaine de câbles sous-marins de communication.	Fort

5 - DESCRIPTION DES INCIDENCES NOTABLES ET MESURES ASSOCIÉES QUE LE PROJET EST SUSCEPTIBLE D'AVOIR SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1 - Incidences notables du projet et mesures associées

Les travaux engendrés par le rechargement des plages de l'Huveaune, Borély, Bonneveine et Vieille Chapelle sont détaillés dans le chapitre précédemment : 2.2 - Caractéristiques de la phase travaux.

La présente analyse vise à identifier les incidences négatives et positives, directes et indirectes, temporaires et permanentes du projet sur les composantes identifiées et étudiées dans le cadre de l'état initial présentant une sensibilité au projet de rechargement des plages du Prado.

Les travaux de rechargement de plages sont susceptibles de générer des effets sur les différentes composantes de l'environnement, et notamment sur la ressource en eau et le milieu aquatique. Ces effets peuvent être d'intensité variable et être à l'origine d'incidences hiérarchisées de négligeables à fortes négatives ou positives lorsqu'elles sont bénéfiques au milieu.

La caractérisation de l'incidence porte :

- sur les enjeux identifiés au cours de la réalisation de l'état initial (Négligeable à Fort)
- sur la durée de l'effet : temporaire ou permanente. Un effet temporaire peut s'échelonner sur quelques jours, semaines ou mois, mais cesse au bout d'un certain temps,
- sur son influence directe ou indirecte sur l'environnement et ses composantes.

La clé de lecture du niveau d'incidence étant la suivante :

Hiérarchisation des incidences				
Négligeable	Faible	Moyen	Fort	Positive

Concernant la classification des mesures, celle-ci s'appuie sur le « Guide d'aide à la définition des mesures ERC » (CGDD, 2018).

La séquence « éviter, réduire, compenser » a pour objectif d'établir des mesures visant à éviter les atteintes à l'environnement, à réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, à compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

Le respect de l'ordre de cette séquence constitue une condition indispensable et nécessaire pour en permettre l'effectivité et ainsi favoriser l'intégration de l'environnement dans le projet.

Cette analyse est menée pour chaque composante concernée par la phase travaux et par la phase dite d'exploitation du projet (phase durant laquelle les plages sont exploitées).

5.1.1 - Incidences sur le milieu physique et mesures associées

5.1.1.1 - Incidences sur le climat et mesures associées

■ En phase travaux

Les engins utilisés en phase chantier vont générer des émissions de gaz à effet de serre. Le Parc Balnéaire du Prado se situe à une interface entre le littoral et la ville de Marseille, de ce fait le parc est longé par des axes routiers fréquentés. L'émission des engins de chantier n'induit donc pas un effet plus important que ceux déjà présentés liés au trafic routier. De plus, ce chantier est de faible ampleur et de courte durée réduisant ainsi les émissions.

☞ Incidences négligeables

■ En phase d'exploitation

Aucune incidence n'est attendue au cours de la phase d'exploitation du projet de rechargement des plages du Parc Balnéaire du Prado.

☞ Incidences négligeables

5.1.1.2 - Incidences sur le sol et sous-sol et mesures associées

Aucune incidence sur le sol et le sous-sol n'est à prévoir au cours des travaux de rechargement des plages et également au cours de l'exploitation des plages. Les opérations prévues ne comportent que des interventions superficielles.

☞ Incidences négligeables

5.1.1.3 - Incidences sur l'hydrologie et mesures associées

Les opérations de rechargement ainsi que l'exploitation des plages n'auront pas d'interaction avec l'hydrologie locale. Aucunes incidences n'induiront des modifications sur le fleuve de l'Huveaune.

☞ Incidences négligeables

5.1.1.4 - Incidences sur les conditions océanographiques et mesures associées

■ En phase travaux

Niveau d'eau

Les opérations de rechargement des plages du PBP n'agissent pas sur les niveaux d'eau, ceux-ci dépendant de facteurs astronomiques (marée) et météorologique (vent, pression atmosphérique).

☞ Incidences négligeables

Houles et mers de vent

Les opérations de rechargement n'agissent pas sur les houles et les vents, ceux-ci dépendent essentiellement de facteurs météorologiques.

☞ Incidences négligeables

Courants

Les courants sont potentiellement affectés lorsque les évolutions morphologiques sont suffisamment marquées pour avoir des effets sur ceux-ci. Dans le cadre du projet de rechargement, un volume d'environ 1 500 m³ sera apporté sur certaines plages. Ce volume ne permet pas d'apporter une modification significative de la morphologie de l'aire d'étude. Toutefois, l'hydrodynamisme de la zone induit un départ de volume de sédiment rendant nécessaire de renouveler les opérations de rechargement. Les incidences sur les courants sont donc temporaires et relativement faibles.

☞ Incidences faibles, temporaires et indirectes

■ En phase d'exploitation

Aucune incidence n'est à prévoir sur les vents. Toutefois la mise en œuvre du rechargement est susceptible de dissiper la houle à la côte.

De plus, après la mise en œuvre des rechargements, la courantologie de l'aire d'étude s'adapte en permanence aux évolutions de la zone. Les incidences sont donc négligeables.

☞ Incidences faibles, temporaires et indirectes

5.111 - Incidences sur la géomorphologie et mesures associées

■ En phase travaux

L'objectif des opérations de rechargement des plages est l'élargissement et le rehaussement des plages par l'apport ponctuel de nouveaux matériaux (environ 1 500 m³). Ces opérations induiront une légère modification locale de la géomorphologie des plages concernées par le rechargement, afin de limiter l'érosion de celles-ci. Ces incidences sont néanmoins temporaires puisque les sédiments nouvellement apportés seront progressivement remaniés et déplacés sous l'action conjuguée de la houle, des courants et des vents.

L'objectif de ces travaux étant de maintenir le trait de côte en ralentissant les phénomènes d'érosion sur les plages du Parc Balnéaire du Prado, les incidences des rechargements sur la géomorphologie seront positives.

☞ Incidences positives, temporaires et directes

■ En phase d'exploitation

L'aire d'étude est marquée par une tendance évolutive stable voire légèrement en érosion pour les fonds inférieurs à -9 mNGF.

Des transferts sédimentaires du haut de plage vers les petits fonds sont attendus sur les plages de l'Huveaune, Borély, Bonneveine et Roucas pendant la phase d'exploitation. Il est à noter que l'apport des volumes rechargés est faible et chronique au regard des probables mouvements annuels saisonniers et interannuels sur l'aire d'étude. Les incidences de la phase d'exploitation sont donc considérées comme faibles et locales.

☞ Incidences faibles, temporaires et indirectes

5.112 - Incidences sur la nature des fonds et mesures associées

■ En phase travaux

Les plages du Parc Balnéaire du Prado sont d'une nature sédimentaire variée : sables très fins à grossier, matériaux graveleux type « grain de riz », et même galets selon les plages.

Les opérations de rechargements prévoient un apport de matériaux de même nature que les sédiments présents, n'induisant donc que peu de modifications d'un point de vue granulométrique. Certains rechargements pourront néanmoins être réalisés à partir de matériaux de granulométrie plus importante, permettant de limiter les envols et améliorer la stabilité de la plage à l'action de la houle et des courants.

☞ Incidences positives faibles, permanentes et directes

COMPATIBILITÉ DES SÉDIMENTS DE RECHARGEMENT (E3.1C)					
E	R	C	A	E3.1c : Evitement technique en phase travaux	
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage	Air / Bruit
Description de la mesure		Afin d'éviter une modification de la nature des sédiments, des analyses granulométriques seront effectuées sur les matériaux envisagés pour les opérations de rechargement. La granulométrie des matériaux choisis devra être au moins similaire à la granulométrie des plages du Parc Balnéaire du Prado, sinon plus grossière.			
Modalités de suivi envisageables		Vérification du respect des prescriptions			

■ En phase d'exploitation

En phase exploitation, les plages évolueront naturellement, avec un tri des matériaux analogue à la situation existante ; il n'y aura donc aucune modification substantielle durable de la nature des sédiments.

☞ Incidences négligeables

5.1.1.3 - Incidences sur la dynamique sédimentaire et mesures associées

En phase travaux, le rechargement de certaines plages est susceptible d'induire une modification locale de la dynamique sédimentaire en déplaçant le transit littoral plus au large. Néanmoins, au vu du faible volume apporté localement, et en considérant les incidences sur les deux sous-cellules sédimentaires identifiées de l'aire d'étude, cela peut être considéré comme négligeable.

En phase d'exploitation, la dynamique sédimentaire des deux sous-cellules n'est pas modifiée de manière significative, aucune incidence n'est identifiée.

☞ Incidences négligeables

5.1.2 - Incidences sur la qualité du milieu et mesures associées

5.1.2.1 - Incidences sur la qualité des sédiments et mesures associées

■ En phase travaux

Les sédiments du Parc Balnéaire du Prado ne présentent pas de contamination, ils sont définis comme de bonne qualité. Les opérations de rechargements prévoient un apport de matériaux identique aux sédiments présents n'induisant donc que peu de modifications d'un point de vu qualité.

☞ Incidences faibles, permanentes et directes

Par ailleurs, l'intervention d'engins de chantier sur la plage est cependant susceptible d'entraîner des pollutions accidentelles occasionnées par des fuites de carburant et d'huile.

☞ Incidences faibles, temporaires et directes

Pour limiter ces incidences, la mesure suivante est définie :

COMPATIBILITÉ DES SÉDIMENTS DE RECHARGEMENT (E3.1C)				
E	R	C	A	E3.1c : Evitement technique en phase travaux
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage Air / Bruit
Description de la mesure		Afin d'éviter une modification de la nature et de la qualité des sédiments, des analyses granulométriques et physico-chimiques seront effectuées sur les matériaux envisagés pour les opérations de rechargement. Les matériaux choisis devront respecter et être similaire aux sédiments présents sur les plages du Parc Balnéaire du Prado.		
Modalités de suivi envisageables		Vérification du respect des prescriptions		

MISE EN PLACE DE DISPOSITIFS PRÉVENTIFS CONTRE LA POLLUTION (R2.1D)				
E	R	C	A	R.2.1 : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale		Milieux naturels		Paysage Air / Bruit

MISE EN PLACE DE DISPOSITIFS PRÉVENTIFS CONTRE LA POLLUTION (R2.1D)

Description de la mesure	<p>Afin de réduire les risques de pollution dans le cadre des travaux, les mesures suivantes seront prises :</p> <ul style="list-style-type: none"> → Mettre à disposition permanentes des kits anti-pollution à proximité des plages ; → Mise en place d'une aire étanche réservée au stationnement des engins de chantier → Zones de stockages des produits dangereux et potentiellement polluants → Former le personnel à l'utilisation de ces kits anti-pollution ; → Mettre en place un plan d'intervention d'urgence : consignes de sécurité à respecter, liste des personnes et organismes à prévenir, moyens d'action à mettre en œuvre, etc. ; → Contrôler régulièrement les équipements, afin d'éviter notamment les ruptures de flexibles qui pourraient entraîner des rejets accidentels ; → Sensibiliser l'entreprise en charge des travaux sur les enjeux environnementaux. <p>En cas d'incident pouvant entraîner une pollution accidentelle, les travaux seront interrompus et les dispositions nécessaires seront prises afin de limiter les incidences sur le milieu.</p> <p>En cas de fuite d'hydrocarbures, qui représente le risque principal d'accident, les kits-anti-pollution (barrage anti-pollution et matériaux absorbants) seront utilisés.</p>
Modalités de suivi envisageables	<p>Vérification du respect des prescriptions (dispositifs présents et conformes, personnel formé)</p> <p>Tableau de suivi de la surveillance des dispositifs</p>

Suite à la mise en œuvre de la mesure, **les incidences résiduelles sont considérées comme négligeables.**

■ En phase d'exploitation

L'exploitation des plages et notamment le nettoyage mécanique n'induit aucune incidence sur la qualité des sédiments.

[☞ Incidences négligeables](#)

5.1.2.2 - Incidences sur la qualité des eaux et mesures associées

■ En phase travaux

Au cours des opérations de rechargement, l'apport des sédiments est réalisé par camion-benne avec un régalaage des sédiments directement sur les plages. Aucune opérations maritimes ne sont prévues, réduisant ainsi les incidences avec les eaux côtières. Par ailleurs, un panache turbide peut apparaître lors de la mise en contact des sédiments apportés et les premiers mètres immergés de l'estran. Toutefois, cela est limité par un lavage préalable des matériaux apportés ainsi qu'un régalaage à plus de 5 m du rivage.

L'intervention d'engins de chantier sur la plage est susceptible d'entraîner une dégradation de la qualité chimique de l'eau en cas de pollution accidentelle, occasionnée par des fuites d'huile et de carburant.

[☞ Incidences faibles, temporaires et directes](#)

Pour limiter ces incidences, la mesure suivante est définie :

MISE EN PLACE DE DISPOSITIFS PRÉVENTIFS CONTRE LA POLLUTION (R2.1D)

E	R	C	A	R.2.1 : Réduction technique en phase travaux			
Thématique environnementale				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; background-color: #76b82a; color: white;">Milieux naturels</td> <td style="width: 33%;">Paysage</td> <td style="width: 34%;">Air / Bruit</td> </tr> </table>	Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit
Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit					
Description de la mesure				<p>Afin de réduire les risques de pollution dans le cadre des travaux, les mesures suivantes seront prises :</p> <ul style="list-style-type: none"> → Mettre à disposition permanentes des kits anti-pollution à proximité des plages : barrage flottant pour retenir la pollution et la collecter via une pompe ; → Mise en place d'une aire étanche réservée au stationnement des engins de chantier → Zones de stockages des produits dangereux et potentiellement polluants → Former le personnel à l'utilisation de ces kits anti-pollution ; → Mettre en place un plan d'intervention d'urgence : consignes de sécurité à respecter, liste des personnes et organismes à prévenir, moyens d'action à mettre en œuvre, etc. ; → Contrôler régulièrement les équipements, afin d'éviter notamment les ruptures de flexibles qui pourraient entraîner des rejets accidentels ; → Sensibiliser l'entreprise en charge des travaux sur les enjeux environnementaux. <p>En cas d'incident pouvant entraîner une pollution accidentelle, les travaux seront interrompus et les dispositions nécessaires seront prises afin de limiter les incidences sur le milieu.</p> <p>En cas d'incident pouvant entraîner une pollution accidentelle, les travaux seront interrompus et les dispositions nécessaires seront prises afin de limiter les incidences sur le milieu.</p> <p>En cas de fuite d'hydrocarbures, qui représente le risque principal d'accident, les kits-anti-pollution (barrage anti-pollution et matériaux absorbants) seront utilisés.</p>			
Modalités de suivi envisageables				<p>Vérification du respect des prescriptions (dispositifs présents et conformes, personnel formé)</p> <p>Tableau de suivi de la surveillance des dispositifs</p>			

Suite à la mise en œuvre de la mesure, **les incidences résiduelles sont considérées comme négligeables.**

■ En phase d'exploitation

En phase d'exploitation, aucune intervention n'aura lieu sur les plages du Parc Balnéaire du Prado. Le projet sera donc sans incidences sur la qualité des eaux.

[Incidences négligeables](#)

5.1.3 - Incidences sur le milieu nature et mesures associées

5.1.3.1 - Incidences sur les espaces naturels règlementés et mesures associées

■ En phase travaux

L'aire d'étude du projet inclus une partie de la ZNIEFF de type II « Herbière de Posidonie de la baie du Prado ». Cette zone présente un intérêt particulier tant au niveau de la flore avec la présence de posidonie une espèce protégée, que de la faune avec notamment la présence de biotope favorables au développement de nombreuses espèces.

Cependant, les travaux de rechargement interviennent uniquement sur les plages du Parc Balnéaire du Prado, aucuns espaces naturels règlementés ne sont affectés par ces travaux. Les incidences sont donc négligeables.

☞ Incidences négligeables

■ En phase d'exploitation

En phase d'exploitation, aucune intervention n'aura lieu sur les plages du Parc Balnéaire du Prado. Le projet sera donc sans incidences sur les espaces naturels règlementés.

☞ Incidences négligeables

5.1.3.2 - Incidences sur la faune et la flore marine et mesures associées

5.1.3.2.1 - Incidences sur les herbiers de posidonie

■ En phase travaux

L'aire d'étude est principalement marquée par la présence d'herbier de posidonie, ces zones d'herbiers ne sont pas directement concernées par les travaux de rechargement. Le projet ne comportant ni dragage, ni transport des matériaux de rechargement par voie maritime, les risques liés à la destruction accidentelle ou de dégradation par la turbidité sont nuls.

☞ Incidences négligeables

■ En phase d'exploitation

En phase d'exploitation, aucune intervention n'aura lieu sur les plages du Parc Balnéaire du Prado. Le projet sera donc sans incidences sur les herbiers de posidonie.

☞ Incidences négligeables

5.1.3.2.2 - Incidences sur les populations benthiques

Les plages du Parc Balnéaire du Prado présentent des espèces benthiques communes, ne présentant aucun enjeu de conservation des peuplements benthiques. Ils sont régulièrement perturbés du fait des conditions hydrodynamiques du site. Après chaque opération de rechargement, les peuplements benthiques pourront donc recolonisés le milieu, les incidences peuvent donc être considéré comme faibles.

☞ Incidence faible, directe et temporaire

5.1.3.3 - Incidences sur la faune et la flore terrestre et mesures associées

■ En phase travaux

Les travaux de rechargement sont susceptibles d'induire des incidences sur le milieu naturel à travers le déplacement des engins de chantier. Les aller-retour des camions transportant les matériaux peuvent induire une perturbation sur les espèces localisées dans les bosquets à proximité des voies de circulation.

Par ailleurs, la faune et la flore terrestres identifiées au sein du PBP est caractéristique d'une biodiversité commune dans un contexte fortement urbanisé justifiant ainsi des enjeux écologiques faibles.

Toutefois, concernant l'avifaune, la zone concernée par les travaux n'est favorable à la reproduction ou au stationnement prolongée d'aucune espèce nicheuse ou hivernante. Les incidences sur les oiseaux se limitent aux dérangements négligeables pendant la phase chantier que ce soit en période de reproduction ou en période d'hivernage.

Pour les reptiles, les digues et enrochements sont hors emprises travaux, ces zones ne subiront donc aucune incidence.

☞ Incidences négligeables

■ En phase d'exploitation

En phase d'exploitation, aucune intervention n'aura lieu sur les plages du Parc Balnéaire du Prado. Le projet sera donc sans incidences sur la faune et la flore terrestre.

☞ Incidences négligeables

5.1.3.4 - Incidences sur les risques naturels et mesures associées

■ En phase travaux

Les travaux de rechargement n'auront aucune incidence négative sur les risques naturels pendant la phase travaux compte tenu de sa durée limitée.

Par ailleurs, les travaux permettront de contribuer à

- Limiter les évolutions érosives du trait de côte ;
- protéger les ouvrages de protection du front de mer en assurant un niveau de plage tel que les fondations de ces ouvrages ne seront pas découvertes

Cela apporte donc des incidences positives pour la réduction des risques liés à l'érosion marine.

Par ailleurs, les rechargements permettent également la dissipation des houles à la côte limitant ainsi le risque de submersion marine.

☞ Incidences positives, permanentes et directes

■ En phase d'exploitation

En phase d'exploitation, le projet n'aura aucune incidence sur les risques naturels identifiés (inondation par submersion, feu de forêt, mouvement de terrain et risque sismique).

☞ Incidences négligeables

5.1.4 - Incidences sur la santé humaine et mesures associées

5.1.4.1 - Incidences sur la qualité de l'air et mesures associées

■ En phase travaux

Les travaux liés au rechargement de plage induiront la circulation d'engins notamment des camions chargés du transport des matériaux.

La qualité de l'air est susceptible d'être altérée par les rejets d'échappement liés à la circulation des engins de chantier. Néanmoins, les engins respecteront la réglementation en vigueur pour être conforme et ne circuleront que sur des périodes limitées.

La circulation des engins de chantier sera également susceptible de soulever des poussières.

☞ Incidences faibles, temporaires et directes

■ En phase d'exploitation

En phase d'exploitation, le projet n'aura aucune incidence sur la qualité de l'air.

☞ Incidences négligeables

5.1.4.2 - Incidences sur le paysage et patrimoine et mesures associées

■ En phase travaux

Deux sites classés bordent l'aire d'étude au Nord et au Sud, une incidence sur la perception paysagère pourra être présente au cours de la phase chantier. La présence d'engins de chantier peut créer une dépréciation des sites. Néanmoins, les sites sont localisés au sein d'un paysage fortement urbanisé réduisant ainsi la dégradation

visuelle des sites classés.

☞ Incidences faibles, temporaires et indirectes

■ En phase d'exploitation

En phase d'exploitation, le projet n'aura aucunes incidences sur le paysage et patrimoine.

☞ Incidences négligeables

5.1.4.3 - Incidences sur l'ambiance sonore et mesures associées

■ En phase travaux

En période de travaux, l'ambiance sonore de l'aire d'étude sera augmentée par des sources de bruits, principalement induits par des engins de chantier et le trafic de camions.

Néanmoins, avec la distance, les nuisances sonores du chantier s'atténueront (divergence géométrique). Les premières habitations sont localisées derrière l'axe littoral en limite de l'aire d'étude (entre 50 et 200 m des plages). Cet axe routier est qualifié comme infrastructure bruyante, les bruits émanant du chantier ne seront pas plus important que ceux de l'axe routier. Les incidences du chantier sur l'ambiance sonore de l'aire d'étude seront donc faibles et temporaire, le temps du chantier.

☞ Incidences faibles, temporaires et directes

■ En phase d'exploitation

En phase d'exploitation, le projet n'aura aucunes incidences sur l'ambiance sonore.

☞ Incidences négligeables

5.1.4.4 - Incidences sur les activités socio-économiques et mesures associées

■ En phase travaux

La phase travaux pourra générer des nuisances à plusieurs titres sur les activités socio-économique. En effet, le Parc Balnéaire du Prado est très attractif et présente une offre importante d'activités et d'usages. Toutefois, le planning des travaux a pris en compte ce paramètre et les travaux seront réalisés en période nocturne pour le régalaage des sédiments et les sédiments seront apporté par camion avant 10h du matin pour limiter la perturbation du site. Par ailleurs, les rechargements se faisant plage après plage, les activités pourront poursuivre sur les plages voisines, non impactées par les travaux.

☞ Incidences faibles, temporaires et directes

■ En phase d'exploitation

En phase d'exploitation, l'attractivité balnéaires des plages du Parc Balnéaire du Prado sera renforcée et maintenue par la présence de plages plus larges et rehaussées permettant ainsi la préservation des activités pratiquées au sein du Parc Balnéaire du Prado.

☞ Incidences positives, temporaires et directes

5.2 - Incidences du projet sur le climat et vulnérabilité au changement climatique

5.2.1 - Incidences du projet sur le climat

Le projet de rechargement des plages du Parc Balnéaire du Prado n'a pas pour vocation d'augmenter les émissions de gaz à effet de serre tant lors de sa phase travaux que lors de son exploitation. Toutefois, des engins seront nécessaire lors des travaux pour le transport des matériaux émettant ainsi des GES et alimentant le changement climatique.

Cependant, la période de chantier étant limitée dans le temps et les quantités de GES émises étant faibles, la phase travaux sera de nature à avoir une incidence négligeable sur le changement climatique.

5.2.2 - Vulnérabilité du projet au changement climatique

D'après les données Météo France, les tendances évolutives à l'horizon 2071-2100 sans politique climatique pourraient tendre vers :

- Un réchauffement pouvant dépasser 4°C,
- Peu d'évolution des précipitations annuelles mais des contrastes saisonniers avec une augmentation dans la fréquence des événements climatiques extrêmes,
- Diminution du nombre de jour de gel et augmentation du nombre de journées chaudes,
- Assèchement des sols de plus en plus marqué.

Concernant le littoral et le milieu marin, il est avéré que ceux-ci limitent le réchauffement global ainsi que les changements climatiques en absorbant 30% du dioxyde de carbone (CO₂) émis par les activités humaines et en captant environ 90% de la chaleur supplémentaire générée par le réchauffement de la planète.

Toutefois, cet effet tampon n'est pas sans conséquences et à Marseille il est observé que le niveau de la mer est monté de près de 20 cm au cours du XXI^{ème} siècle et pourrait atteindre 80 cm à la fin du siècle. La vitesse d'élévation du niveau de mer a tendance à s'accélérer et pourrait se combiner à une augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes pour les prochaines décennies. Les risques sur littoral sont donc présents et notamment par l'érosion des plages.

Les effets du changement climatique ne se font pas encore ressentir au-delà de la variabilité naturelle et du déficit sédimentaire en lien avec les actions humaines sur les bassins versants qui ne livrent plus suffisamment de sables aux plages. L'augmentation des effets du changement climatique pourrait augmenter le risque d'érosion nuisant ainsi à l'exploitation des plages du Parc Balnéaire du Prado.

5.3 - Synthèse des incidences

Le tableau suivant s'attache à présenter, de manière synthétique, les incidences du projet

TABLEAU 23 SYNTHÈSE DES INCIDENCES DU PROJET

Phase	Thématique	Effet	Cause	Durée	Force	
Phase chantier	Milieu physique	Climatologie	Contribution aux phénomènes climatiques globaux.		Négligeable	
		Sol et sous-sol	Modification légère par des interventions superficielles		Négligeable	
		Hydrologie	Aucune interaction avec l'hydrologie locales		Négligeable	
		Conditions océanographiques	Modification chronique légère de la morphologie des plages, peu de modification sur les courants.	Indirecte	Temporaire	Faible
		Géologie et géomorphologie	Modification légère et localisée de la géomorphologie littorale induisant l'élargissement et le rehaussement des plages	Directe	Permanente	Positive
		Nature des fonds	Apport de sédiments pouvant entraîner une homogénéisation du niveau altimétrique	Directe	Permanente	Positive
		Dynamique sédimentaire	Modification locale du transit littoral plus au large		Négligeable	
		Qualité des sédiments	Apport de nouveaux sédiments	Directe	Permanente	Faible
		Qualité des eaux	Apparition de turbidité lors du contact des sédiments de rechargement avec les eaux côtières. Pollution accidentelle susceptible des engins de chantier	Directe	Temporaire	Faible
	Milieu naturel	Espaces naturels protégés et inventoriés	Modification temporaire de la qualité physico-chimique de la colonne d'eau induisant une perturbation indirecte sur le milieu marin au sein des périmètres protégés.	Indirecte	Temporaire	Faible
		Habitats, faunes, flores terrestres	Possible dérangement des espèces induit par le passage des engins.		Négligeable	
Habitats et biocénoses		Recouvrement des habitats et dérangement des peuplements benthiques	Directe	Temporaire	Faible	

Phase	Thématique		Effet	Cause	Durée	Force
		Cétacés	Perturbation sonores, Risque de collision et risque lié à la turbidité et pollution des eaux	Directe	Temporaire	Faible
	Milieu humain	Patrimoine et paysage	Perturbation visuelle temporaire depuis la terre, liées aux navires. Perturbation visuelle temporaire du paysage sous-marin engendrée par les es travaux d'ensouillage	Directe	Temporaire	Faible
		Qualité de l'air	Augmentation des émissions de polluant dans l'atmosphère à travers les gaz à échappement	Directe	Temporaire	Faible
		Port maritime	Perturbation temporaire des activités du port de commerce (gêne à la navigation)	Directe	Temporaire	Faible
		Activités de la pêche professionnelle	Activité de pêche professionnelle interdite par arrêté préfectoral.	Négligeable		
		Activités nautiques et aquatiques	Perturbation temporaire des activités nautiques et aquatiques	Directe	Temporaire	Faible
Exploitation	Milieu physique	Climatologie	Contribution aux phénomènes climatiques globaux	Négligeable		
		Conditions océanographiques	Modification localisée de la fréquence d'occurrence et de la hauteur des houles et houles cycloniques durant la phase d'ensouillage	Négligeable		
		Géomorphologie des fonds marins	Modification localisée de la géologie littorale et maritime	Négligeable		
		Qualité des eaux	Augmentation temporaire de la turbidité, remise en suspension des sédiments	Négligeable		
			Remobilisation temporaire de contaminants contenus dans les sédiments	Négligeable		
			Risque de contamination accidentelle par des substances polluantes ou collision	Négligeable		
	Milieu naturel	Espaces naturels protégés et inventoriés	Modification temporaire de la qualité physico-chimique de la colonne d'eau induisant une perturbation indirecte sur le milieu marin au sein des périmètres protégés.	Négligeable		
		Habitats et biocénoses	Modification de l'habitat, ajout d'un substrat colonisable et perturbation liée à l'augmentation de température	Directe	Permanent	Faibles
		Mammifères marins	Perturbations / modifications comportementales lors des opérations de maintenance. Perturbation de l'habitat par l'augmentation des champs magnétiques	Négligeable		

Phase	Thématique	Effet	Cause	Durée	Force
	Milieu humain	Patrimoine et paysage	Aucune incidence n'est attendu		Négligeable
		Qualité de l'air	Augmentation des émissions de polluant dans l'atmosphère à travers les gaz à échappement		Négligeable
		Port maritime	Perturbation temporaire des activités du port de commerce (gêne à la navigation)		Négligeable
		Activités de la pêche professionnelle	Activité de pêche professionnelle interdite par arrêté préfectoral.		Négligeable
		Activités nautiques et aquatiques	Perturbation temporaire des activités nautiques et aquatiques		Négligeable

6 - DESCRIPTION DU CUMUL DES INCIDENCES AVEC D'AUTRES PROJETS EXISTANTS OU APPROUVÉS

6.1 - Règlements

Conformément à l'article R.122-5 du Code de l'environnement, l'étude d'impact doit comporter une analyse des « effets cumulés avec d'autres projets connus ». L'article précise que les autres projets connus sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact, ont fait l'objet :

- D'un document d'incidences au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
- D'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Dans le cadre de cette analyse ont été pris en compte, parmi les projets, répondant à l'un des deux critères ci-dessus, les projets qui du fait de leur localisation à proximité du projet et/ou de leurs impacts potentiels, susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet de rechargement du Parc Balnéaire du Prado à Marseille.

6.2 - Présentation des projets connus retenus

L'évaluation a permis d'identifier les projets ayant fait l'objet d'une évaluation environnementale, les plus proches du Parc Balnéaire du Prado. Néanmoins les projets identifiés sont localisés à plus de 4 kilomètres de distances du PBP (Cf Tableau suivant).

TABLEAU 24 LISTE DES PROJETS FAISANT L'OBJET D'UNE ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Projet	Date d'avis de rendu de l'AE	Distance avec le projet
Installation de groupes électrogènes de secours du data center INTERXION MRS4	1 octobre 2020	10 km
Construction de 4 ilots au sein de la ZAC Littoral	23 juin 2020	8 km
Construction de « Hôpital privé Marseille »	30 avril 2020	6 km
Installation d'un parc photovoltaïque de la Michèle	10 avril 2020	15 km
Renouvellement et extension de la carrière de Sainte-Marthe	3 juin 2019	11,5 km
Parc Aygalade : opération d'aménagement du secteur de Bougainville à Marseille	15 mai 2019	8 km
Création de la ZAC Château Gombert	28 décembre 2018	11,5 km
Projet Eurolinks SIPR défense	3 juin 2018	11 km
Création et Exploitation du Musée subaquatique de Marseille	18 avril 2017	4,5 km

Par ailleurs, sur les quatre dernières années aucun projet faisant l'objet d'une enquête publique n'est identifié à proximité du Parc Balnéaire du Prado.

D'après cette analyse, aucun projet ayant fait l'objet d'une enquête publique ou d'une évaluation environnementale n'est retenu pour l'analyse des effets cumulés avec le projet de rechargement des plages du PBP.

Toutefois, suite à la consultation de la DDTM des Bouches-du-Rhône et de la DREAL PACA, quatre projets ont été listés :

- Projet de réaménagement du stade nautique du Roucas Blanc pour l'accueil des Jeux Olympiques 2024 ;
- Reconversion de l'hippodrome en espace vert ouvert au public ;
- Agrandissement de la plage de la Pointe Rouge ;
- Intégration des flux routiers et TC de voirie du BUS en construction.

Il est à noter également que ces projets sont actuellement encore à l'étude. L'analyse des effets cumulés est réalisée selon des effets potentiels des projets.

6.3 - Analyse des effets cumulés

L'analyse des effets cumulés portera sur les projets encore à l'étude. Ces projets d'aménagement futurs sont localisés en limite du Parc Balnéaire du Prado notamment pour le Projet de réaménagement du stade nautique du Roucas Blanc pour l'accueil des JO 2024, la reconversion de l'hippodrome en espace vert et l'agrandissement de la plage de la Pointe Rouge.

Ces projets font partie intégrante du programme pour la valorisation globale du Parc Balnéaire du Prado envisagé par la Ville de Marseille.

Ainsi, les interactions potentielles, en phase de chantier et d'exploitation, des projets retenus pour l'évaluation des effets cumulés concernent essentiellement les composantes environnementales suivantes.

■ Effets cumulés sur la qualité des eaux

Le risque de pollution accidentelle des sols et eaux douces (eaux superficielles et souterraines) est inhérent à tout chantier (accident ou avarie d'un engin de chantier, erreur de manipulation, etc.) et reste possible pour certains projets lors des opérations de maintenance ou en exploitation.

Le risque d'effets cumulés est limité à l'occurrence de pollutions accidentelles sur une même entité (sol, cours d'eau, masse d'eau souterraine). Bien que très peu probable, il existe un risque de cumul de pollutions accidentelles sur les eaux douces et plus particulièrement les sols. Ce cumul est restreint par l'application de mesures de prévention et gestion efficace des pollutions accidentelles lors de la phase de chantier et d'exploitation. Ainsi, l'effet cumulé est estimé localisé, temporaire, indirect, incertain, faible, voire négligeable.

■ Effets cumulés sur la qualité des eaux marines

Le risque de dégradation de la qualité des eaux marines peut être causé par une augmentation de la turbidité du fait de la remobilisation éventuelle de sédiments et par une pollution accidentelle au cours d'un chantier ou de l'exploitation (déversement de déchets ou autres substances polluantes dans les eaux côtières).

Le risque d'effets cumulés réside notamment dans la production de turbidité au cours de chantiers simultanés. L'évaluation des effets cumulés avec le projet de rechargement des plages du Prado se limite donc au chantier de Projet de réaménagement du stade nautique du Roucas Blanc et l'agrandissement de la plage de la Pointe Rouge, qui sont susceptibles de produire une faible augmentation de la turbidité par les mouvements de matériaux.

Néanmoins, la phase travaux du projet de rechargement est prévu en amont de ceux des autres projets, l'effet cumulé est estimé localisé, temporaire, indirect et négligeable en considérant l'application de mesures de prévention et de gestion de la turbidité sur chacun des projets.

Toute activité littorale ou maritime implique le risque de pollution des eaux côtières (déversement de déchets ou autres substances polluantes dans les eaux côtières), cet effet est considéré pour chacun des projets. Toutefois, le cumul est restreint par l'application de mesures de prévention des pollutions accidentelles et de gestion des déchets. Ainsi, l'effet cumulé est estimé localisé, temporaire, indirect, incertain, et négligeable.

■ Effets cumulés sur le paysage

La conjonction de zones d'influences peut potentiellement entraîner des effets cumulés positifs (valorisation de la qualité paysagère) ou négatifs (nuisances visuelles) sur le paysage.

Le projet de rechargement des plages du Prado entraîne une amélioration du paysage en recréant les plages du Parc balnéaire. Les autres projets présagent également une amélioration paysagère avec la reconversion de l'hippodrome, la modernisation de la base nautique et l'agrandissement de la plage de la Pointe Rouge.

Le cumul de ces effets positifs concerne particulièrement le Parc Balnéaire du Prado avec pour objectif sa valorisation globale.

Toutefois, des nuisances visuelles temporaires sont à prévoir lors de la réalisation de ces projets.

■ Effets cumulés sur le trafic routier

Le Parc Balnéaire du Prado est bordé par l'avenue Pierre Mendès-France aussi appelé « axe littoral ». Très fréquenté cet axe recense un flux routier important. Le projet de rechargement des plages du Prado entraîne ponctuellement une légère augmentation du trafic par la circulation des camions de transport des sédiments.

Le risque d'effets cumulés réside principalement par l'augmentation du flux de trafic routier au cours de chantiers simultanés ainsi que par l'exploitation de la voirie du BUS.

Néanmoins, la phase travaux du projet de rechargement est prévu en amont de ceux des autres projets, l'effet cumulé est estimé localisé, temporaire, et négligeable.

7 - DESCRIPTION DES INCIDENCES NÉGATIVES NOTABLES ATTENDUS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT RÉSULTANT DE LA VULNÉRABILITÉ DU PROJETS À DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURS

Les projets en général peuvent être confrontés à des risques d'accidents majeurs, qu'ils soient d'origine naturelle (tempête, inondation, mouvement de terrain...), technologique (nuage toxique, explosion, radioactivité...), ou à des situations d'urgence particulières (intrusion de personnes étrangères...) susceptible de causer de graves dommages aux personnes et aux biens ou entraîner un danger grave, immédiat ou différé, pour la santé humaine et/ou pour l'environnement.

Ce chapitre vise à évaluer les risques d'accidents ou de catastrophes majeurs pouvant toucher le projet (en phase d'exploitation). Les mesures prévues pour réduire voire éviter ces risques sont également détaillées.

7.1 - La gestion des risques

7.1.1 - Les origines des risques

Les risques d'accidents majeurs peuvent avoir des origines de différentes natures :

- Les risques externes liés à l'environnement (événements climatiques, catastrophes naturelles ou technologiques, inondations...);
- Les risques d'origine humaine liés aux personnes, leurs comportements (malveillance, attentat, accident de la route...);
- Les risques d'origine interne (erreur de conception...).

7.1.2 - Les incidences des risques

Les risques sont classés selon leurs incidences sur :

- L'intégrité des aménagements (incendie, effondrement...);
- Les personnes (accidents corporels, voire des décès...);
- L'environnement (pollutions, inondations...).

7.2 - Évaluation sommaire des risques et des dispositions prises dans le cadre du projet

7.2.1 - Les risques d'origine naturelle

7.2.1.1 - Risques d'inondation

À travers sa position en front de mer, la zone du projet est soumise à l'aléa inondation de l'Huveaune qualifié de modéré à fort. Pour l'aléa submersion marine, la majorité de l'aire d'étude est caractérisée par un aléa faible sauf au niveau de l'Huveaune en raison de sa topographie.

Évènement	Effets	Intensité de l'effet
Inondation Submersion marine	- Inondation du site par inondation de l'Huveaune et submersion marine	Modéré
Mesures associées en amont de l'évènement		
- Bulletins de suivi régionaux établi par Météo France ; - Respect des règles du PPRi ; - Mise en place de panneaux d'information relatifs aux risques au niveau de la zone pour informer les usagers.		

Mesures associées pendant la crise

- Bulletins de suivi régionaux établis par Météo France ;
- Les usagers pourront se référer aux panneaux d'informations relatifs aux risques mis en place sur la zone ;
- Déclenchement du plan ORSEC qui prévoit l'organisation générale des secours et des moyens mis en œuvre ;
- Mise en œuvre du Plan Communal de Sauvegarde.

7.2.1.2 - Risques de mouvement de terre

Le territoire de la ville de Marseille l'aire d'étude est concerné par un risque faible de tassement au niveau de l'exutoire de l'Huveaune.

Évènement	Effets	Intensité de l'effet
Mouvement de terrain	<ul style="list-style-type: none">- Peut toucher les aménagements et entraîner leurs déstabilisations- Peut toucher les espaces publics / réseaux	Faible
Mesures associées en amont de l'évènement		
<ul style="list-style-type: none">- Conception et équipement des aménagements adaptés au risque ;- Respect des règles du PPRi ;		
Mesures associées pendant la crise		
<ul style="list-style-type: none">- Évacuation du site et travaux de confortement ;- Mise en œuvre du Plan Communal de Sauvegarde ;- Déclenchement du plan ORSEC qui prévoit l'organisation générale des secours et des moyens mis en œuvre.		

7.2.2 - Les risques technologiques

Les axes de transit de matières dangereuses ne sont pas localisés à proximité immédiate du projet. Par ailleurs, ces installations et ces convois font l'objet de réglementation particulière. L'apparition de risque en cas d'incident sur ces installations ou convois est principalement gérée par une coordination rapprochée de l'exploitation avec les services de secours.

En effet, en cas d'accident sur les voies publiques, la Préfecture déclenche un Plan de Secours Spécialisé (PSS) pour faire face aux conséquences sur les populations, les biens et l'environnement. La Cellule Mobile d'Intervention Chimique (CMIC) des sapeurs-pompiers est mobilisée sur les lieux de l'évènement. En complément, une organisation communale peut être mise en place par le biais du Plan Communal de Sauvegarde (PCS) afin de mettre en œuvre les actions de sauvegarde appropriées (alerte et information aux populations, mise en place d'un périmètre de sécurité en lien avec les services de secours et des déviations de la circulation associées, accompagnement des populations sinistrées).

Évènement	Effets	Intensité de l'effet
Déversement d'une substance polluante sur la chaussée	<ul style="list-style-type: none">- Concerne les espaces publics	Faible
Mesures associées en amont de l'évènement		
<ul style="list-style-type: none">- Dispositif de piégeage de la pollution mise en place au niveau des bassins de traitement des eaux pluviales		
Mesures associées pendant la crise		

- Mise en œuvre de Plan de Surveillance et d'Intervention (PSI) ;
- Déclenchement du Plan de secours spécialisé ;
- Déclenchement du plan ORSEC qui prévoit l'organisation générale des secours et des moyens mis en œuvre ;
- Mobilisation de la Cellule Mobile d'Intervention Chimique ;
- Arrêt de la fuite, endiguement du déversement ;
- Si possible pompage ou collecte du produit déversé avant déversement à l'aval ;
- Nettoyage de la chaussée.

Aucun site relevant de la base de données GEORISQUES n'est recensé dans l'aire d'étude immédiate du projet, le risque technologique est donc considéré comme négligeable.

7.2.3 - Les risques d'origine humaine

Ces risques sont liés principalement à un défaut de comportement d'une personne. Les risques de malveillance peuvent aller de la simple incivilité aux actes criminels ou de terrorisme :

- Une collision entre véhicule et un tiers ;
- Les menaces contre les biens matériels : effraction, vol, pillage, dégradation, vandalisme, incendie volontaire... ;
- Les menaces contre les personnes : attentat, incivilité, agression, homicide, harcèlement, racket...

En cas de comportement suspect identifié, les forces de l'ordre seront contactées.

Évènement	Effets	Intensité de l'effet
Accident de la route	- Atteinte à la population	Faible
Mesures associées en amont de l'évènement		
- Limitation de la vitesse de circulation ;		
- Sécurisation des cheminements piétons et modes doux.		
Mesures associées pendant la crise		
- Intervention des services de secours		

Évènement	Effets	Intensité de l'effet
Malveillance	- Atteinte à la population	Fort
Attentat	- Peut impacter l'ensemble des biens matériels	
Mesures associées en amont de l'évènement		
- Plan Vigipirate		
Mesures associées pendant la crise		
- Intervention des services de Police ;		
- Déclenchement du plan ORSEC selon l'ampleur du phénomène.		

7.2.4 - Les risques liés à la conception et à la réalisation

L'ensemble des aménagements réalisés sera conçu suivant les normes en vigueur et les contraintes identifiées sur l'aire d'étude.

7.2.5 - Évaluation des incidences négatives notables du projet résultant de la vulnérabilité du projet face à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs

D'après les analyses présentées dans les chapitres précédents, il apparaît que les principales incidences notables du projet sur l'environnement résultant de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs sont maîtrisées.

Par conséquent le projet n'aura pas d'incidences négatives notables résultant de sa vulnérabilité à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs.

8 - DESCRIPTION DES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION RAISONNABLES

8.1 - Objectifs du projet

Le Parc Balnéaire du Prado est lieu emblématique pour la Ville de Marseille, il concentre une grande diversité d'usages et d'usagers. Aménagé à partir des années 1970, ce site a perdu sa morphologie originelle au profit d'équipements portuaires (Port de la Pointe Rouge, Base nautique du Roucas Blanc), balnéaires (plages du Prado) et fluviaux (artificialisation de l'Huveaune).

Aujourd'hui, en raison de la configuration des ouvrages de protection, le site est soumis à une forte érosion littorale, le projet de Rechargement des plages permet donc la mise en place d'un entretien régulier de ces plages avec un apport de matériaux d'environ 1 500 m³ par an. Les principales plages concernées par les opérations de rechargement sont les plages centrales : plage Borély, plage Bonneveine et la plage de la Vieille Chapelle.

8.2 - Solutions de substitution envisagées

Face aux différents constats révélant la situation érosive des plages du Parc Balnéaire du Prado et donc le besoin d'entretien du site, plusieurs solutions et techniques permettant de limiter les pertes de sables sur les littoraux sableux aménagés sont étudiées.

Ces solutions techniques peuvent être classées en deux catégories :

- Les protections contre les pertes éoliennes de sédiments à travers :
 - Le maintien du sable sur la plage en réduisant les effets du vent plutôt que de le piéger une fois qu'il a été mis en mouvement. L'objectif est d'empêcher le transport éolien du sable depuis la plage en limitant les vitesses de vent ;
 - Le blocage du sable et son stockage, avant qu'il ne rejoigne la route. L'objectif est de conserver le sable dans une zone conçue à cet effet sans avoir à procéder à son évacuation (par exemple création d'une dune).
- Les protections contre les pertes de sédiments liées à l'action de la mer à travers :
 - les méthodes « passives » (aménagements statiques) basées sur la construction d'ouvrages lourds en mer ou sur le rivage, généralement réalisés en enrochements naturels, et qui incluent également les matériaux nouveaux (les ouvrages sont réalisés par exemple en géotextile ; marques stabiplate®, géotube®) ;
 - les méthodes « actives » (aménagements dynamiques) utilisant et agissant sur les matériaux naturels. Ces méthodes sont plus généralement dénommées méthodes « douces », et incluent les procédés « nouveaux » comme le drainage de la plage ; procédé « Ecoplage® ».

Afin d'identifier la ou les solutions les plus adaptées à la problématique du Parc Balnéaire du Prado, une analyse multicritère est réalisée. Les critères retenus pour cette analyse reposent sur les avantages et inconvénients techniques et réglementaires, sur le coût de l'opération ainsi que sur les enjeux environnementaux du milieu physique et naturel. Le tableau suivant réalise cette analyse.

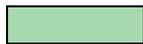
TABLEAU 25 ANALYSE MULTICRITÈRE DES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION

Technique envisagée	Principe	Technique et réglementaire		Coûts	Thématiques environnementales		Synthèse
		Avantages	Inconvénients		Milieu physique	Milieu naturel	
Protection contre les pertes éoliennes de sédiments							
Augmentation de la granulométrie des sédiments	Rechargement/substitution des matériaux fins de la plage par des sédiments plus grossiers, type grain de riz par exemple, moins sensibles à l'action du vent		<ul style="list-style-type: none"> - Perte d'intérêt de la plage pour les usagers. - Contraintes réglementaires liées au rechargement de sable. 	++	<ul style="list-style-type: none"> - Sédiments moins mobilisables par le vent : - Réduction des mouvements et pertes liés au vent. 		
Mise en place de ganivelle	Le principe de ce dispositif de type brise-vent est de bloquer le sable déjà mis en mouvement et d'assurer son stockage avant qu'il ne sorte des limites de la plage. Il s'agit d'un obstacle semi-perméable qui permet de réduire la vitesse du vent sans induire de forte déflation, susceptible d'aggraver la situation à proximité du dispositif.		<ul style="list-style-type: none"> - Besoin d'un rechargement préalable ; - Besoin d'un entretien périodique du fait de possibles dégradations et vandalisme par le public ; - Si apport important de sable, les ganivelles sont rapidement saturées en hauteur ; - Contraintes réglementaires liées au rechargement de sable. - Technique non adaptée pour le Parc Balnéaire du Prado, les plages ne présentent pas assez de largeur pour installer ce dispositif et répondre aux critères des usagers du site. 	+	<ul style="list-style-type: none"> - Conserve les sédiments mobilisés par le vent dans l'emprise de la plage 	<ul style="list-style-type: none"> - Intérêt écologique et paysager 	
Mise en place de filet	Les filets sont similaires aux ganivelles dans leur fonctionnement et caractéristiques générales, mais permettent une répartition plus fine de la sédimentation lors de son piégeage, qui pourra ainsi être plus importante côté plage qu'avec les ganivelles.	<ul style="list-style-type: none"> - Fonctionnement précis 	<ul style="list-style-type: none"> - Durabilité limitée ; - Besoin d'un entretien périodique du fait de possibles dégradations et vandalisme par le public ; - Si apport important de sable, les filets sont rapidement saturés en hauteur ; - Technique non adaptée pour le Parc Balnéaire du Prado, les plages ne présentent pas assez de largeur pour installer ce dispositif et répondre aux critères des usagers du site. 	+	<ul style="list-style-type: none"> - Conserve les sédiments mobilisés par le vent dans l'emprise de la plage 	<ul style="list-style-type: none"> - Esthétique discutable sur le plan paysager ; 	

Végétalisation du haut de plage	Le principe est d'installer un dispositif constitué de végétation permettant de bloquer le sable déjà mis en mouvement et d'assurer son stockage avant qu'il ne sorte des limites de la plage. Il s'agit d'un obstacle semi-perméable qui permet de réduire la vitesse du vent sans induire de forte déflation, susceptible d'aggraver la situation à proximité du dispositif	- Peu d'entretien ;	- Besoin d'un rechargement préalable ; - Nécessite l'aménagement de passages régulièrement espacés pour les usagers. - Contraintes réglementaires liées au rechargement de sable. - Technique non adaptée pour le Parc Balnéaire du Prado, les plages artificielles ne permettent pas sa mise en œuvre.	+	- Réduit la mobilisation des sédiments par le vent	- Valorisation paysagère.	
Protection contre les pertes de sédiments liées à l'action de la mer							
Reprofilage des plages	Ce procédé dont l'objectif est de rétablir un profil régulier de la plage, consiste à effectuer des emprunts de matériaux (sable, galets) sur le haut ou le bas de plage et à répartir ces matériaux sur le profil.		- Efficacité du procédé temporaire et dépendante des conditions hydrodynamiques locales et des caractéristiques des matériaux.	+	- Meilleure répartition des sédiments dans le profil et amortissement de l'agitation;	- Risque de dégradation de la végétation par les engins de travaux non concerné pour l'aire d'étude du Parc Balnéaire du Prado;	
Rechargement par apport artificiel de matériaux	L'apport artificiel de matériaux va permettre d'augmenter le volume et d'élargir la plage, ce qui assure une diminution des dégradations imputables aux fortes agitations hivernales puisque la largeur de plage va permettre un meilleur amortissement de l'agitation et une dissipation de l'énergie des houles.		- Efficacité du procédé limitée dans le temps et l'espace nécessitant des rechargements d'entretien périodiques ;	++	- Engraisse rapidement la plage, rétablissement du profil d'équilibre de la plage ; - Meilleur amortissement de l'agitation ; - Impact sédimentaire à l'aval transit	- Excellente intégration paysagère ; - Perturbation de la faune benthique ;	

<p>Construction d'ouvrage longitudinaux de haut de plage (perrés, digues, murs...)</p>	<p>Construits entre la plage et les aménagements privés ou publics situés immédiatement en arrière (maisons, promenade de front de mer, routes littorales), ils sont souvent le dernier rempart à l'invasion de la mer.</p>	<p>Protège l'arrière plage si l'ouvrage est bien dimensionné ; Entretien peu coûteux (si l'ouvrage est bien dimensionné)</p>		<p>++ +</p>	<p>- Entraîne un abaissement du profil des plages ; - Aggrave les tendances érosives en particulier sous l'action des houles de tempêtes ; en pied d'ouvrage, et de part et d'autre de la structure ;</p>	<p>- Contribue à l'artificialisation du haut de plage.</p>	
<p>Construction d'ouvrage longitudinaux de bas de plage et de petits fonds (brise-lames)</p>	<p>Ces ouvrages de type brise-lames, classiques, faiblement émergents ou immergés, créent une zone abritée favorisant l'engraissement de la plage et empêchant les sables de se déplacer vers le large mais ils favorisent un recul du rivage entre deux ouvrages voisins et à l'aval dans le sens du transit littoral.</p>	<p>Blocage des apports naturels ou artificiels des sédiments de la plage et de l'avant-côte.</p>		<p>++ +</p>	<p>- Protection contre les houles frontales ; - Stabilisation rapide du trait de côte et augmentation de la largeur des plages (tomboles/saliants) ; - Induit une érosion en aval de l'ouvrage s'il n'y a pas de mesures complémentaires associées ; - Diminution des échanges courantologiques en arrière des ouvrages risque d'entraîner une légère dégradation de la qualité des eaux de baignades.</p>	<p>- Impact paysager fort sauf en cas d'ouvrages immergés ou faiblement émergés ;</p>	
<p>Construction d'ouvrages transversaux (épis)</p>	<p>Ouvrages perpendiculaires au trait de côte, les épis fonctionnent en interceptant une partie ou la totalité de la charge sédimentaire de la dérive littorale. Ils piègent et réduisent les volumes de sable transportés parallèlement à la côte.</p>	<p>Facile à mettre en œuvre et coûts d'entretien modérés.</p>		<p>++ +</p>	<p>- Blocage d'une partie du débit solide de la dérive littorale (transit longitudinal ; - favorise l'élargissement de la plage à l'amont de l'épi) ; - Participent au maintien de la ligne de rivage (réalignement du trait de côte) ; - Les épis sont inefficaces pour amortir les houles frontales</p>	<p>- Mauvaise intégration paysagère.</p>	

					(pertes de sédiments dans le profil) ; - Les plages en aval ont une tendance à l'érosion du fait de la sous-alimentation de la dérive littorale (solution locale) ;		
Construction de butées de pied de plage	Les butées de pied permettent de maintenir une plage avec une pente plus faible en « suspendant » la plage et évitant ainsi les départs de sable vers le large.		Relative fragilité / sensibilité des ouvrages en géotextiles remplis de sable ; Identification de gisement de sable nécessaire pour la mise en œuvre de boudins en géotextiles.	++ +	- Limite la perte de sable dans le profil ; - Participe à l'amortissement des houles frontales ;	- Bonne intégration paysagère,	

 Éléments favorables

 Éléments défavorables

 Éléments discriminants

Cette analyse multicritère a permis, pour chaque technique, d'identifier les avantages et les inconvénients. Des éléments discriminants ont pu être identifiés permettant ainsi de qualifier ces techniques comme inappropriées pour le Parc Balnéaire du Prado.

En éliminant ces techniques, les solutions retenues favorables sont :

- L'augmentation de la granulométrie des sédiments
- Le reprofilage des plages
- Le rechargement par apport artificiel de matériaux.

Chacune de ces solutions sont déjà mises en place sur le Parc Balnéaire du Prado depuis plusieurs années. Ces solutions sont adaptées et acceptées par les usagers. Elles permettent de répondre chaque année aux différents usages du Parc Balnéaire du Prado.

8.3 - Raison du projet retenu

Afin de pallier aux problématiques érosives des plages du Parc Balnéaire du Prado, le projet de rechargement des plages a donc retenu la solution de rechargement par apport artificiel de matériaux ainsi que le reprofilage des plages. Ces solutions sont déjà régulièrement mises en place depuis de nombreuses années en raison de la configuration des ouvrages de protection. Ces solutions sont donc adaptées au site du Parc Balnéaire du Prado ainsi qu'à ses usagers.

Habituellement les sédiments de rechargement sont originaires de la carrière du Beausset, cependant une réflexion est en cours afin d'étudier d'autres possibilités comme l'utilisation de sédiments issus de dragage. Un schéma d'orientation territorialisés des opérations de dragage et des filières de gestion des sédiments sont actuellement en cours de rédaction par la Ville de Marseille en partenariat avec la Métropole ainsi que trois autres Maître d'ouvrage. Ce schéma pourrait permettre l'identification de sédiment compatible avec une valorisation pour les besoins locaux.

9 - MESURES ET MODALITÉS DE SUIVI PRÉVUES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE

9.1 - Mesures prévues par le maitre d'ouvrage

9.1.1 - Adaptation des périodes de chantier (R3.1b)

Les travaux seront réalisés en dehors de la période estivale pour éviter le dérangement des activités balnéaires. Les opérations se dérouleront en période nocturne pour le régalage des sédiments et les sédiments seront apporté par camion avant 10h du matin pour limiter la perturbation du site. Par ailleurs, les rechargements se faisant plage après plage, les activités pourront poursuivre sur les plages voisines, non impactées par les travaux.

9.1.2 - Réduction du risque de pollution accidentelle (R2.1)

Afin de réduire les risques de pollution dans le cadre des travaux, les mesures suivantes seront prises :

- Mettre à disposition permanentes des kits anti-pollution à proximité des plages ;
- Mise en place d'une aire étanche réservée au stationnement des engins de chantier
- Zones de stockages des produits dangereux et potentiellement polluants
- Former le personnel à l'utilisation de ces kits anti-pollution ;
- Mettre en place un plan d'intervention d'urgence : consignes de sécurité à respecter, liste des personnes et organismes à prévenir, moyens d'action à mettre en œuvre, etc. ;
- Contrôler régulièrement les équipements, afin d'éviter notamment les ruptures de flexibles qui pourraient entraîner des rejets accidentels ;
- Sensibiliser l'entreprise en charge des travaux sur les enjeux environnementaux.

En cas d'incident pouvant entraîner une pollution accidentelle, les travaux seront interrompus et les dispositions nécessaires seront prises afin de limiter les incidences sur le milieu. En cas de fuite d'hydrocarbures, qui représente le risque principal d'accident, les kits-anti-pollution (barrage anti-pollution et matériaux absorbants) seront utilisés.

9.1.3 - Adaptation des sédiments de rechargement (E3.1c)

Afin d'éviter une modification de la nature et de la qualité des sédiments, des analyses granulométriques et physico-chimiques seront effectuées sur les matériaux envisagés pour les opérations de rechargement.

Les matériaux choisis devront respecter et être similaire aux sédiments présents sur les plages du Parc Balnéaire du Prado.

9.1.4 - Réduction de l'impact sur la sécurité des personnes (R3.1c)

Lorsque les engins de chantier seront en circulation, l'accès aux différentes zones de travaux (zone de rechargement) sera interdit au public. Toute la zone de chantier sera balisée et des panneaux d'information seront disposés au niveau de tous les accès piétons à la plage. Une surveillance des périmètres de sécurité sera mise en œuvre.

9.2 - Modalités de suivi des mesures ERC prévues par le maitre d'ouvrage

Un dispositif de suivi des mesures en faveur de l'environnement et plus généralement de la prise en compte de l'environnement dans le projet sera mis en place dans le cadre du projet de rechargement des plages du Parc Balnéaire du Prado. Les objectifs de ce suivi sont avant tout de vérifier la pertinence et l'efficacité des mesures mises en place et de proposer éventuellement des adaptations.

Les modalités de suivi des mesures énoncées dans ce document sont intégrées dans le volet A – Autorisation environnement unique. Par ailleurs, le coût de chacun des suivis est intégré au coût prévu des travaux.

10 - DESCRIPTION DES MÉTHODES DE PRÉVISION

10.1 - Collecte des données nécessaires pour l'état initial

La première étape de l'analyse de l'état initial du projet consiste à confirmer les champs d'investigation : les aires d'étude et les thèmes environnementaux à étudier. Différentes aires d'études ont ainsi été identifiées, de l'aire immédiate à des aires d'études plus lointaines en corrélation avec les différents aspects environnementaux à étudier (par exemple, les aspects paysagers, la qualité de l'air ou le changement climatique nécessitent parfois de s'éloigner de manière importante de l'emprise même de la zone de travaux).

Les thématiques environnementales à prendre en compte ont également été identifiées. Le code de l'environnement définit les thématiques que doit aborder l'étude des impacts d'un projet à l'art. R122-5 II 4° proportionnellement à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et à la nature des travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysages projetés.

Une fois les champs d'investigation déterminés, les données nécessaires à l'analyse des impacts pour chaque thème environnemental doivent être réunies, afin de pouvoir caractériser l'état de chaque thème environnemental. Les données ainsi recueillies sont analysées et traitées afin de connaître les sensibilités et potentialités du territoire concerné, les risques potentiels (naturels ou provenant des activités humaines) et la situation par rapport à des normes réglementaires ou des objectifs de qualité, en fonction des différentes thématiques environnementales.

Ainsi, deux types de données peuvent être requis :

- des données bibliographiques et documentaires : il peut s'agir d'études déjà réalisées (spécialistes, scientifiques) ou de données rendues disponibles par les services publics compétents (demande directe ou mise en ligne) ;
- les investigations de terrain : elles vont de la simple reconnaissance pour compléter les données documentaires précitées aux inventaires et mesures par thématique (essentiellement sur les aspects paysagers, faune/flore, bruit, environnement urbain).

L'analyse exposée ci-dessus ne fait pas l'objet d'une méthodologie clairement établie, mais constitue davantage une façon de procéder communément adoptée de manière implicite par les bureaux d'étude spécialisés.

TABLEAU 26 MÉTHODES UTILISÉES POUR LA RÉALISATION DE L'ÉTAT INITIAL DU SITE

Thématique environnementale	Méthodologie
Climat	Données Météo France issu de la station météorologique de Marseille-Marignane
Conditions océanographiques	Recherches bibliographiques Consultation des données du SHOM, du Centre d'études et de Recherches de Biologie et d'Océanographie, du BRGM et IFREMER
Topographie et géologie	Recherches bibliographiques Consultation des données du sous-sol émises par le BRGM
Bathymétrie	Réalisation d'une cartographie bathymétrique de l'aire d'étude par le bureau d'étude SEMANTIC TS en 2018 et 2020
Eau de surface	Recherches bibliographiques Consultation des services administratifs Recherches réglementaires : outils de gestion de la ressource en eau, la qualité/quantité des masses d'eau et différents cours d'eau

Environnement naturel et biologique (habitats / faune / flore)	Recherches bibliographiques et réglementaires (zones et espèces protégées) Réalisation d'inventaires de la faune et de la flore par le bureau d'étude Galatéea 2020 (biocénose marine) et Biotope 2018 (biodiversité terrestre)
Risques naturels et technologiques	Consultation des services administratifs (DREAL) Bibliographie (DDRM, BRGM, Ville de Marseille)
Documents de planification	Consultation et analyse des documents en vigueur
Air	Données de la surveillance réglementaire de la qualité de l'air issues d'ATMOSUD
Nuisances sonores	Consultation des cartographies du Bruit et du Plan d'Exposition du Bruit de la Métropole Aix-Marseille
Paysage	Consultation des documents d'urbanisme faisant mention de la notion de paysage (PLU, SCOT) Consultation du site de la DREAL et utilisation de la cartotheque
Patrimoine	Consultation des services administratifs Consultation des documents d'urbanisme
Activités socio-économiques	Recherches Bibliographies

10.2 - Études spécialisées

10.2.1 - Levés bathymétriques

Afin de déterminer la bathymétrie de l'ensemble de la zone d'étude, une étude géophysique a permis de compléter les données déjà acquises en 2018 par SEMANTIC TS.

Cette campagne géophysique permettant de dresser la cartographie des fonds marins a été réalisée au mois d'Avril 2020. Dans un premier temps, les instruments déployés (sondeur multifaisceaux et sonar latéral haute résolution) ont permis d'obtenir une couverture bathymétrique et une imagerie acoustique complète du fond.

Les données bathymétriques ont été acquises par la même chaîne de mesure et les mêmes processus d'acquisition et de traitement que les données acquises en 2018 sur la zone au Sud de l'Huveaune. Ceci a permis d'établir un modèle numérique de terrain continu entre les deux zones puisqu'une zone de recouvrement a été réalisée.

10.2.2 - Analyses sédimentaires

Des prélèvements sédimentaires ont eu lieu en mai 2020, permettant d'identifier la granulométrie et la qualité physico-chimique des sédiments présents sur les plages du Parc Balnéaire du Prado. Les prélèvements ont été réalisés par le bureau d'études SEMANTIC TS et analysés par le laboratoire EUROFINs.

10.2.3 - Cartographie des biocénoses

L'objectif de cette étude est de compléter et valider les données déjà acquises en 2018 par Andromède Océanologie par des prospections sous-marines de vérité terrain. Celle-ci permettra d'établir l'état initial complet de la zone du Parc Balnéaire du Prado.

Suite aux interventions de Semantic TS, bureau d'étude en environnement et en océanographie acoustique, ceux-ci ont fourni une pré-cartographie basée sur l'exploitation de la fusion des données acoustiques et des données de vidéo sous-marines géoréférencées. Celle-ci présente une classification des habitats potentiels en fonction de la signature acoustique des différents ensembles. Ce procédé permet un détournement de précision des différents ensembles et permet ainsi, couplé à l'imagerie aérienne, de planifier de manière plus rationnelle et plus efficace

les missions de terrain en plongées afin de réaliser une vérité terrain et de lever les doutes sur les levées acoustiques.

La zone d'étude a ainsi été parcourue, après planification en lien avec les données récoltées par Semantic TS, en plongée sous-marine par une équipe formée selon la réglementation en vigueur relative aux activités professionnelles en milieu hyperbare. Les plongées ont été réalisées en juin 2020 par le bureau d'études GALATEA.

Les deux plongeurs déterminent la nature des habitats et biocénoses en se basant sur la typologie des habitats côtiers Natura 2000 (Bensettiti et al, 2004). Les limites des habitats et biocénoses rencontrés sont relevées au moyen d'un GPS RTK (corrections Orphéon, précision de la position ± 2 cm), placé sur un support flottant relié à un des plongeurs qui veille à ce que le support se situe à son aplomb lorsque les relevés sont réalisés.

Les diverses informations sont notées sur des plaquettes immergeables, des photographies sont réalisées et leur position est déterminée par post-traitement en synchronisant les horloges du GPS et de l'appareil photo sous-marin. La cartographie est réalisée au moyen d'un logiciel de Système d'Information Géographique (ArcGIS Pro). Les données GPS, les photos sous-marines et les observations sont intégrées au logiciel afin de construire la cartographie des biocénoses et habitats marins.

Les habitats et biocénoses sont représentés sous la forme des polygones dont les limites sont tracées à partir des données GPS qui constituent des vérités terrain et permettent l'interprétation d'images aériennes récentes. Selon le cahier technique du gestionnaire relatif aux méthodes de surveillance des herbiers de posidonies (Noel et al, 2012), cette méthode est la meilleure solution pour cartographier les zones de petits fonds, de par ses excellentes précision et résolution. Les données cartographiques sont projetées selon le système de projection WGS84 Web Mercator (Auxiliary Sphere).

10.2.4 - État de vitalité de l'herbier à Posidonies

Le bureau d'étude GALATEA a également été missionné afin de déterminer l'état de vitalité de l'herbier à Posidonie identifié au sein de la zone d'étude.

La vitalité de l'herbier à posidonies est ainsi établie à partir de mesures réalisées le long de cinq transects (T1, T2, T3, T4 et T5) d'une centaine de mètres positionnés au niveau de la limite supérieure de l'herbier. Il ne s'agit donc pas de lignes droites mais bien de lignes suivant le contour de la limite de l'herbier. Le long de chacun des transects, les mesures des paramètres permettant de déterminer la vitalité de l'herbier (densité, recouvrement, proportion de rhizomes plagiotropes, profondeur) sont réalisées tous les 20 mètres, ce qui donne donc six stations de mesure par transect. Des photographies de l'herbier sont également effectuées à chacune de ces six stations.

Ainsi, les cinq transects qui font l'objet du présent suivi sont répartis le long de la limite supérieure de l'herbier à posidonies, entre la base nautique du Roucas Blanc au nord et le port de la Pointe Rouge au sud.

Les 30 stations (5 transects de 6 stations) sont géolocalisées à l'aide d'un GPS situé en surface lors de la détermination de leur position.

L'évaluation de la vitalité de l'herbier à posidonies consiste en la mesure, à chaque station des deux transects, des paramètres suivants :

- Type de limite et d'herbier
- Taux de recouvrement de l'herbier
- Densité des faisceaux de posidonies
- Profondeur des mesures
- Proportion de rhizomes plagiotropes

11 - NOMS, QUALITÉS ET QUALIFICATIONS DU OU DES EXPERTS

11.1 - Les noms et qualités des auteurs de l'étude d'impact

L'étude d'impact a été réalisée par le bureau d'étude Egis :



Chef de projet : Delphine BELTRAMELLI

Rédaction du dossier : Sonia CHERKAOUI (Chargée d'études environnement marin)

Camille LEQUETTE (expert sédimentologie/hydrodynamique)

11.2 - Les noms, qualités et qualification des auteurs des études ayant contribué à la réalisation de l'étude d'impact

Le dossier a été réalisé en se basant sur les études réalisées par :

■ **SEMANTIC TS** : études géophysiques et sédimentaires

Chef de projet : Simon MARCHETTI



■ **GALATEA** : Cartographie des biocénoses marines et état de vitalité de l'herbier à Posidonie

Chef de projet : Anne MOULIN

Chargés d'études : Brice DURIEUX et Pierre GRILLON



ANNEXES

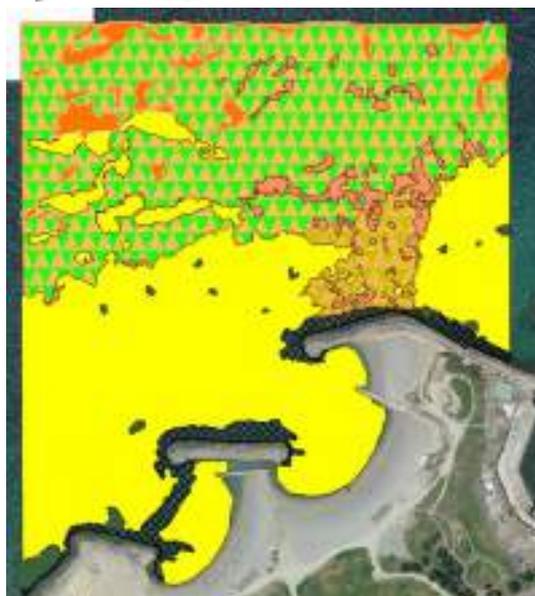
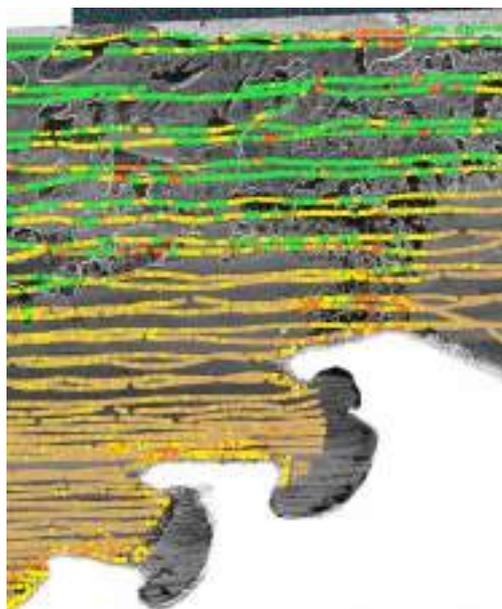
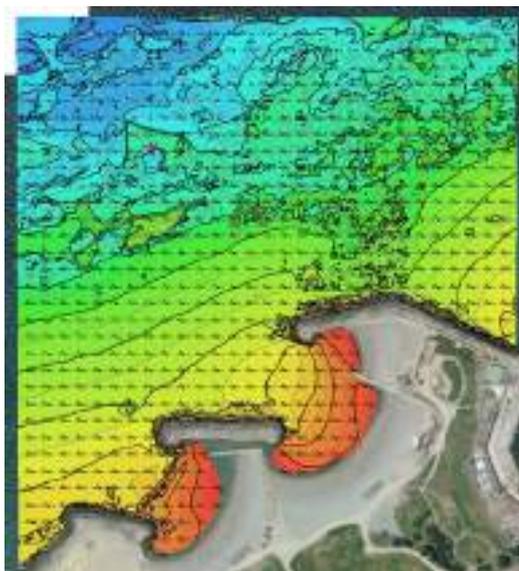
Inspection géophysique – SEMANTIC 06/2020

Rapport de mission

Mesures géophysiques

-

Prado - Nord Huveaune



Destinataire : EGIS
Référence client : Notification 2019_45004_0037
Rédacteur : MARCHETTI Simon
Document Ref. SEMANTIC TS : N° R/20/059/SM du 22/06/2020
Référence affaire SEMANTIC TS : 20/569 - Marseille_Prado_EGIS

V	Date	Référence	Évolution	Rédacteur
1	22/06/2020	R/20/059/SM	Document initial	MARCHETTI Simon

Visa Contrôle Qualité	Visa Contrôle Administratif
Nom : BAUER Eric Fonction : Contrôle Qualité Date : 22/06/2020 Visa :	Nom : TEMMOS Jean Marc Fonction : Directeur Date : 22/06/2020 Visa :

SOMMAIRE

I. Introduction.....	4
I.1) Objectifs de la mission.....	4
II. Descriptif des levés.....	5
II.1) Déroulement chronologique.....	5
II.2) Relevé de l'échelle de marée.....	5
III. Les équipes.....	5
III.1) Bathymétrie.....	5
III.2) Sonar latéral.....	5
III.3) Vidéo / Prélèvements sédimentaires.....	5
IV. Les navires.....	6
IV.1) Mini navire océanographique : MINO.....	6
IV.2) Navire océanographique : LE SEMANTIC.....	7
V. Moyens et méthodologie du positionnement des porteurs.....	8
V.1) Installation d'une base GPS de référence.....	8
V.2) Post traitement de la navigation.....	9
VI. Moyens et méthodologie d'acquisition des données bathymétriques.....	10
VI.1) La chaîne de mesure.....	10
VI.2) Acquisition des données.....	12
VI.3) Calibration du système.....	13
VII. Résultats bathymétriques.....	16
VII.1) Bathymétrie.....	16
VII.2) Indice topographique.....	18
VII.3) Recollement avec les données au sud de l'Huveaune.....	19
VIII. Moyens et méthodologie d'acquisition des données sonar latéral.....	21
VIII.1) La chaîne de mesure.....	21
IX. Résultats sonar latéral.....	22
IX.1) Mosaïque sonar.....	22
IX.2) Amélioration de la mosaïque.....	23
X. Moyens et méthodologie d'acquisition des données saclaf.....	25
X.1) La chaîne de mesure.....	25
X.2) Calibration du système.....	25
XI. Résultats saclaf.....	26
XII. Moyens et méthodologie d'acquisition des données video.....	27
XII.1) La chaîne de mesure.....	27
XIII. Résultats des données vidéos.....	27
XIV. Fusion des données.....	30
XV. Conclusion.....	31

I. INTRODUCTION

SEMANTIC TS a déployé son navire instrumenté dédié à la mesure des fonds marins pour la réalisation de travaux de cartographie bathymétrique multi-faisceaux à Prado - Nord Huveaune. Les mesures ont été réalisées les

- 23/04/2020 : Bathymétrie, sonar latéral, SACLAF
- 21/05/2020 : Vidéo sous marine et Prélèvements sédimentaire.

Ce rapport présente les travaux de levés et de traitement des données, ainsi que les cartographies obtenues.

I.1) Objectifs de la mission

L'objectif des présents travaux était de réaliser l'acquisition de données géophysiques sur la zone en vert suivante la zone en rouge étant déjà cartographiée en 2018 (bathymétrie SEMANTIC, carte des biocénoses ANDROMEDE OCEANOLGIE)



Figure 1 : Zone d'étude

Les données géophysiques issues de ces travaux ont servi de base pour la cartographie des biocénoses de la zone réalisée par GALATEA

II. DESCRIPTIF DES LEVÉS

II.1) Déroulement chronologique

Date	Heure	
23/04/2020	06:30 - 18h30	Mesures géophysiques
23-28/04/2020		Traitement des données – Envoi Galathea
21/05/2020	08:30 - 12h30	Mesure vidéo
21/05/2020	13h00 - 18h00	Prélèvements sédimentaires
05-06/2020	12h30 - 18h30	Traitement des données

II.2) Relevé de l'échelle de marée

Néant. Utilisation d'un couple GPS – RTK Base-Mobile.

III. LES ÉQUIPES

La première mission s'est déroulée pendant la période de confinement du mois de mars/avril de l'année 2020.. Dans un souci des respects des gestes barrière, deux navires avec chacun une seule personne à bord ont été déployés sur zone afin de ne pas effectuer de travail isolé. Les données de bathymétrie et de sonar latéral ont été acquises dans cette période.

Les vidéos et les prélèvements sédimentaires nécessitant a minima deux personnes à bord, ces travaux ont été réalisés à la sortie du confinement tout en respectant les gestes barrières (port masque et gants) sur le navire.

III.1) Bathymétrie

Chef de projet :	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Opérateurs/pilotes:	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Traitement des données	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe

III.2) Sonar latéral

Chef de projet :	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Opérateurs/pilotes:	COQUET	Michel	Ingénieur

III.3) Vidéo / Prélèvements sédimentaires

Chef de projet :	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Chef de mission:	MARCHETTI	Simon	Ingénieur océanographe
Opérateurs/pilotes:	MARCHETTI BESSE	Simon Felix	Ingénieur océanographe Technicien océanographe

IV. LES NAVIRES

IV.1) Mini navire océanographique : MINO

Le « MINO » navire instrumenté dédié à la mesure des fonds marins a été déployé avec les instruments suivants :

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sondeur multi-faisceaux R2SONIC 2020 • Centrale d'attitude SBG APOGEE • 2 D-GPS RTK Trimble centimétrique • Centrale de navigation • Station d'acquisition • Réseau Internet et VPN haut débit • Profileur de célérité Mini-SVS VALEPORT • Mini-SVS VALEPORT de coque | <ul style="list-style-type: none"> Bathymétrie multi-faisceaux Positionnement et correction d'attitude Positionnement et correction d'attitude Pilote automatique sur radiales pré-définies Enregistrement des données Réception / transmission de données Acquisition des profils verticaux de célérité Acquisition de la célérité en surface |
|--|--|



Figure 2 : Le MINO (Mini Navire Océanographique)

Le navire est inscrit au commerce

Le bateau utilisé avec tous les instruments à bord est transporté sur remorque.

Le navire présente les caractéristiques suivantes :

- Masse : 150 Kg – Longueur : 4 m
- Puissance : 20 CV
- Tirant d'eau : 0,2 m
- Énergie disponible : 12 / 220 V – 400 W
- Gabarit routier sur remorque
- Réseau Internet et VPN haut débit
- Propulsion thermique ou électrique
- Puits d'instrumentation

IV.2) Navire océanographique : LE SEMANTIC

Le «SEMANTIC» navire instrumenté dédié à la mesure des fonds marins a été déployé sur zone avec les instruments suivants :

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sondeur interféromètre de coque • Sondeur mono faisceau de classification • Système de vidéo géo-référencées • Centrale d'attitude CODA OCTOPUS • 2 D-GPS RTK Novatel centimétrique • Centrale de navigation • Station d'acquisition • Réseau Internet et VPN haut débit • Profileur de célérité Mini-SVS VALEPORT • Mini-SVS VALEPORT de coque | <ul style="list-style-type: none"> • Sonar latéral très bien géoréférencé • Sondeur SIMRAD • Système ENO - SEMANTIC • Positionnement et correction d'attitude • Positionnement et correction d'attitude • Pilote automatique sur radiales pré-définies • Enregistrement des données • Réception / transmission de données • Acquisition des profils verticaux de célérité • Acquisition de la célérité en surface |
|--|---|



Le navire est inscrit au commerce

Le bateau utilisé avec tous les instruments à bord est transporté sur remorque

Le navire présente les caractéristiques suivantes :

- Masse : 1 tonne - Longueur : 6.5 m
- Puissance : 135 CV
- Tirant d'eau : 0,3 m
- Énergie disponible : 12 / 220 V - 1000 W
- Gabarit routier sur remorque
- Rack à bouteilles de plongée
- Réseau Internet et VPN haut débit
- Puits d'instrumentation



Cabine du navire SEMANTIC

Stations de pilotage et d'acquisition multi-capteurs

V. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE DU POSITIONNEMENT DES PORTEURS

V.1) Installation d'une base GPS de référence

Une base de référence est installée sur le parking de la base nautique. Elle sert de point pivot après son rattachement au réseau de l'IGN afin de garantir des mesures avec une précision centimétrique.



Figure 3 : Installation de la base de référence

Le rattachement au réseau IGN donne la référence ARP à :

POSITION RGF93 COORDONNEES GEOGRAPHIQUES :
 LONGITUDE 5.3717982387 ° LATITUDE 43.2664415240 ° HELL 53.2257
 E 005 22 18.473659 N 43 15 59.189487 53.2257
 LAMBERT-93 : E = 892652.751m N = 6243700.146m IGN69 : Alt = 4.306m

EXACTITUDE ESTIMEE (2*SIGMA) :

MRSP E_N : 8.3 mm E_E : 7.3 mm E_H : 19.0 mm

V.2) Post traitement de la navigation

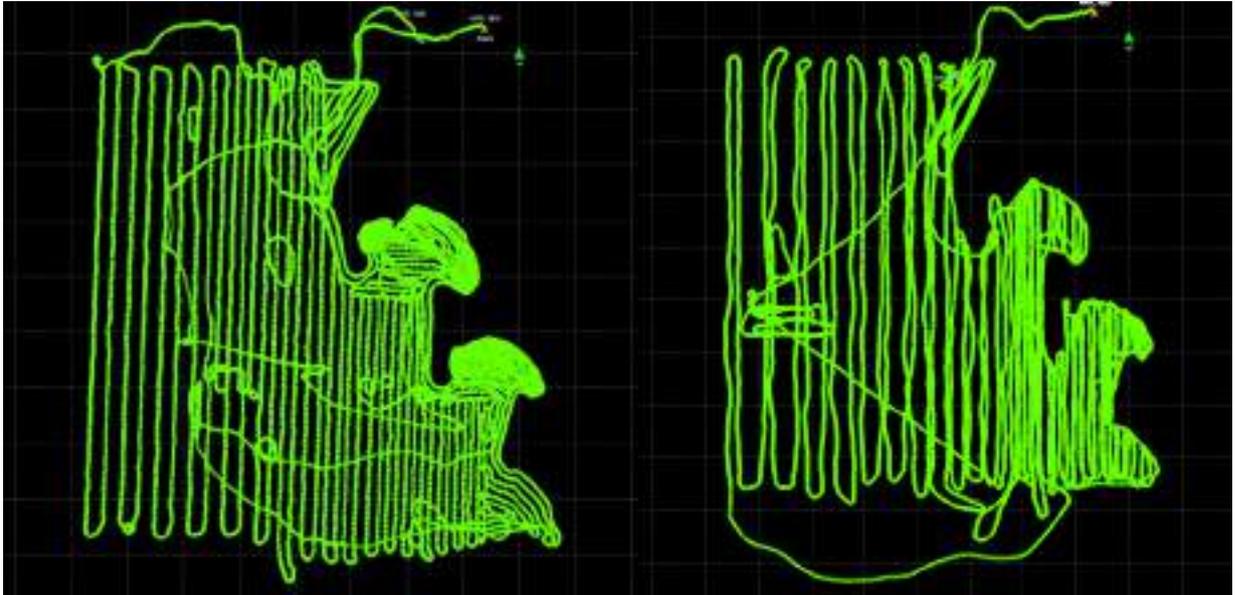


Figure 4 : à Gauche Navigation du porteur bathymétrique / A droite navigation du porteurs sonar SACLAF

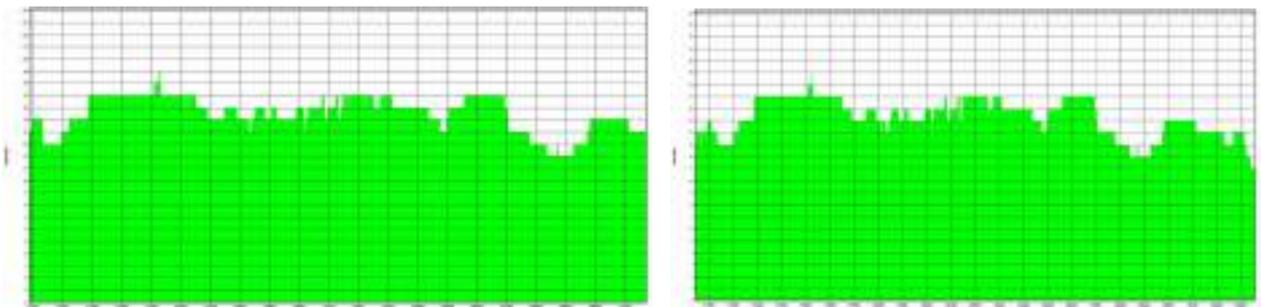


Figure 5 : à gauche couverture satellites du porteur bathymétrique / A droite couverture satellites du porteur sonar SACLAF

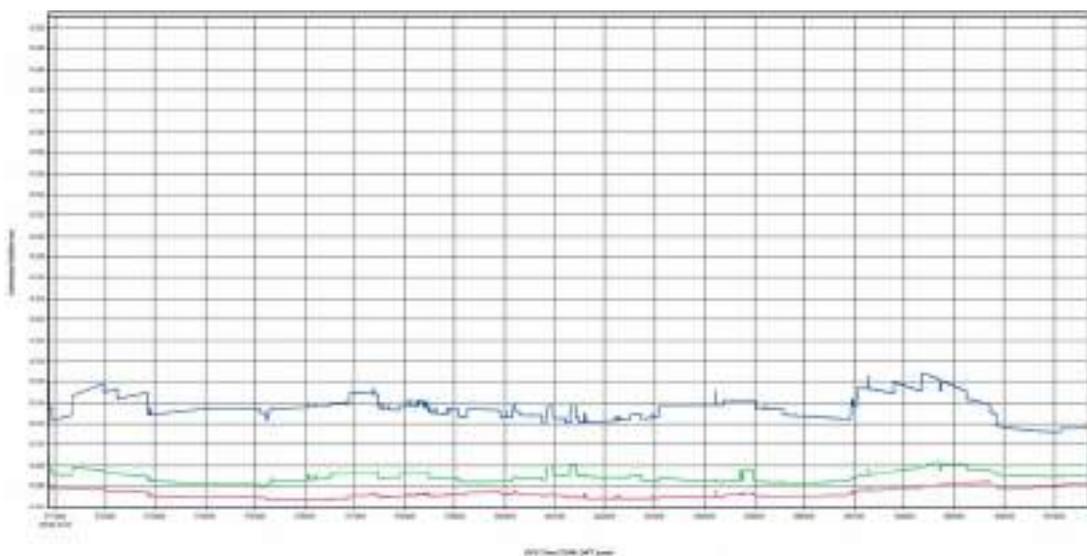


Figure 6 :Précision de la détermination de la position de l'antenne

Le post traitement des données des deux porteurs indiquent une très bonne couverture satellites et des précision de mesure de l'antenne GPS à :

- ± 1 cm en planimétrie
- ± 2 cm en altimétrie

VI. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE D'ACQUISITION DES DONNÉES BATHYMÉTRIQUES

VI.1) La chaîne de mesure

VI.1.a) Positionnement et Centrale Inertielle

Un sondeur multi-faisceaux étant un instrument de coque, l'attitude du bateau doit être connue avec une précision importante, c'est pourquoi SEMANTIC TS met en œuvre une **centrale inertielle haut de gamme**.

L'APOGÉE-U de SBG est une centrale inertielle de navigation, elle fusionne la mesure de position, de cap GNSS, d'attitude et de pilonnement dans un filtre de Kalman interne et calcule à haute cadence une mesure de position, disponible même en cas de masquage des signaux GNSS.

C'est une solution légère (2.1 kg/air – 0.95 kg/eau), compacte robuste étanche à l'immersion, très peu consommatrice d'énergie (3 W) parfaitement adaptée aux systèmes de levé bathymétrique multi-faisceaux haute résolution.

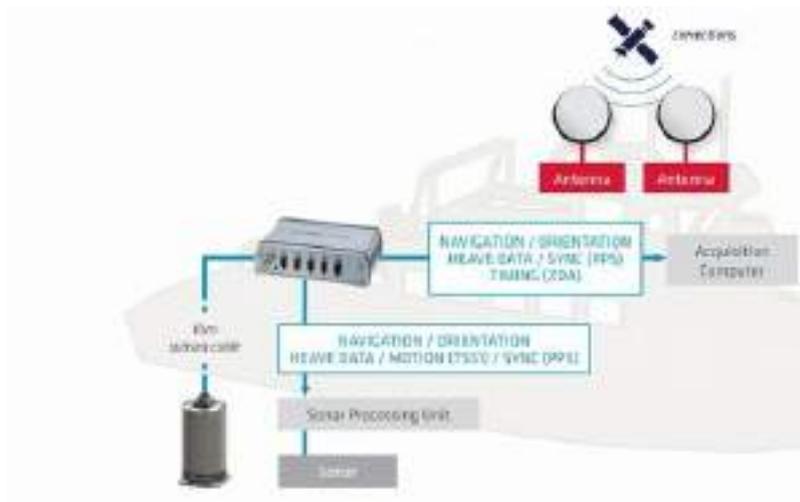


Figure 7 : Mesure de l'inertie et du positionnement du navire – Centrale inertielle SBG Apogée U et Split Box TRIMBLE

VI.1.b) Mesures acoustiques

Le sondeur R2SONIC 2020 est un sondeur multi-faisceaux nouvelle génération.

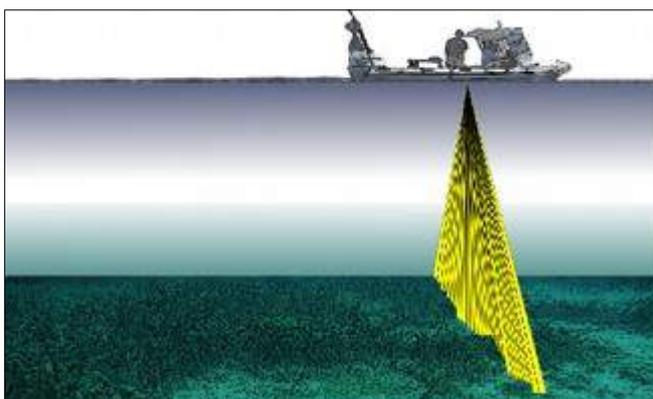


Figure 8 :
à gauche : Principe d'acquisition d'un sondeur multi-faisceaux
à droite : R2SONIC 2020, sondeur multi-faisceaux ultra compact

Le R2SONIC 2020, sondeur multi-faisceaux de 5^e génération, permet d'obtenir des données à haute résolution. Couplé avec une centrale d'attitude très performante (centrale inertielle asservie par des D-GPS RTK), cette architecture offre une qualité de mesure exceptionnelle dans les gammes de profondeurs de ce projet.

Le navire support développé autour de ce sondeur permet une inclinaison de l'ensemble centrale inertielle et sondeur par un système ingénieux.

VI.1.c) Mesures d'environnement

Outre un célérimètre couplé au R2SONIC 2020 permettant de connaître la célérité au niveau de la céramique pour le bon calcul de ces formations de voie il est nécessaire d'utiliser un profileur de célérité sur la colonne d'eau.

En effet, les variations de température et de salinité influent fortement sur la vitesse et le trajet de la propagation des ondes acoustiques en milieu sous marin. La connaissance de la célérité en fonction de la profondeur en différents points de la zone à cartographier est importante dans le but de ne pas dégrader la qualité et la précision des mesures. Les profils verticaux de célérité sont mesurés à l'aide d'un profileur Mini SVS VALEPORT P.



Figure 9 : Mini SVS VALEPORT P



Figure 10 : Profil de célérité a fort gradient

VI.1.d) Chaîne de mesures et précision des levés

Le schéma suivant illustre le principe de la chaîne de mesure et la mise en œuvre des composants d'un levé bathymétrique multi-faisceaux :

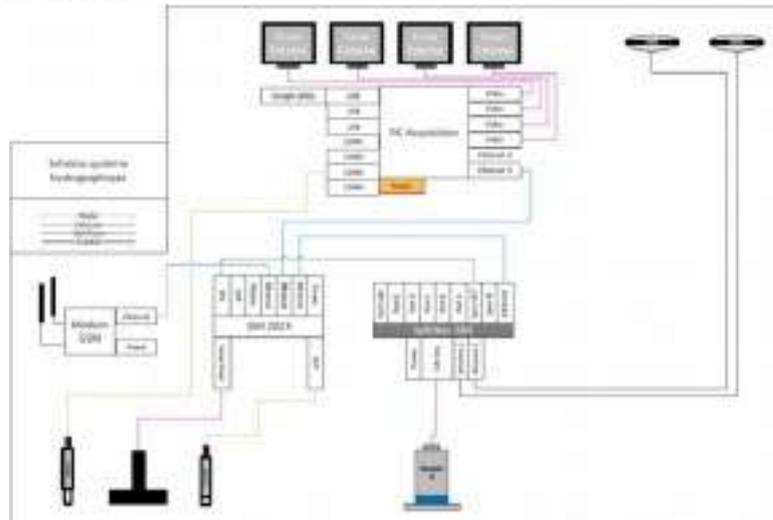


Figure 11 : Chaîne de mesures

L'utilisation des instruments proposés et dont les offsets sont totalement maîtrisés conduit à un positionnement des sondes avec une couverture exhaustive des zones avec une précision de :

Bilan d'erreur	MAX THU	MAX TVU
Base GPS (voir PT_GPS.pdf)	0 cm	0 cm
Position RTK du porteur (voir PT_GPS.pdf)	2 cm	4 cm
Mesure des offset	1 cm	1 cm
Sondeurs bathymétrique	0 cm	1,25 cm
Transformation Altitude → Cote Marine	0 cm	0 cm
Bilan de chaîne	3 cm	6,25 cm

VI.2) Acquisition des données

QINSy (**Q**uality **I**ntegrated **N**avigation **S**ystem) est un progiciel d'acquisition, de navigation et de traitement de données hydrographiques. La suite d'applications peut être utilisée pour différents types de mesures, allant de simples relevés à des travaux complexes de construction et d'ingénierie offshore. Pour ce projet, QINSy est paramétré pour :

- ✓ Enregistrer et stocker les données de navigation, de bathymétrie et de laser scanner
- ✓ Contrôler en temps réel la qualité du positionnement.

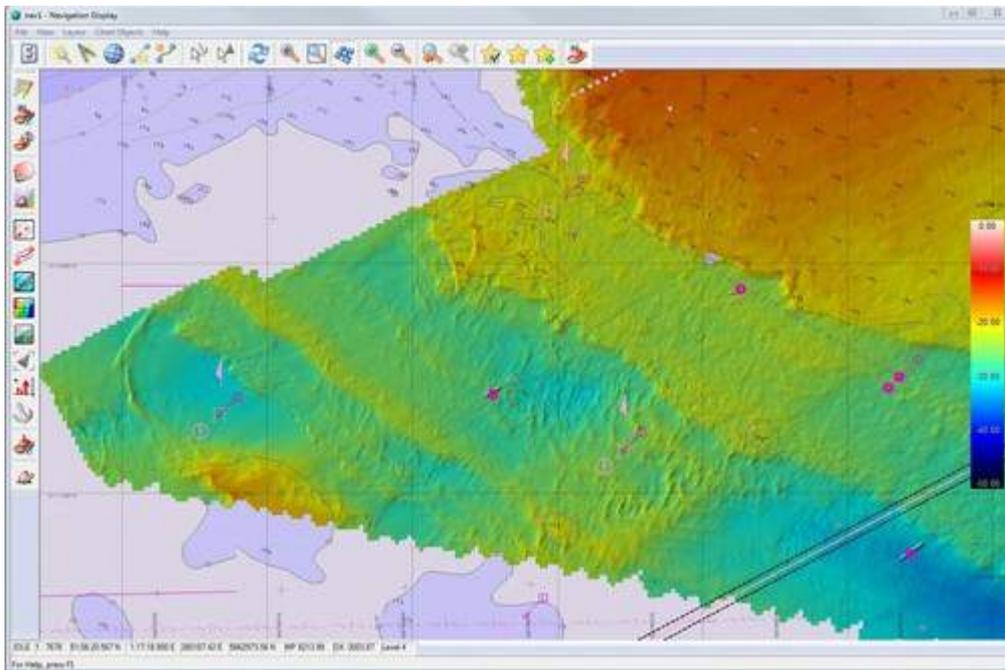


Figure 12 : Bathymétrie temps réel avec QINSy

Lors de cette mission SEMANTIC TS a réalisé :

- 131 lignes de mesures bathymétriques
- 6 passes de calibration
- Vitesse moyenne de levé : ~ 2 m/s
- 3 profils bathy-célérimétrique

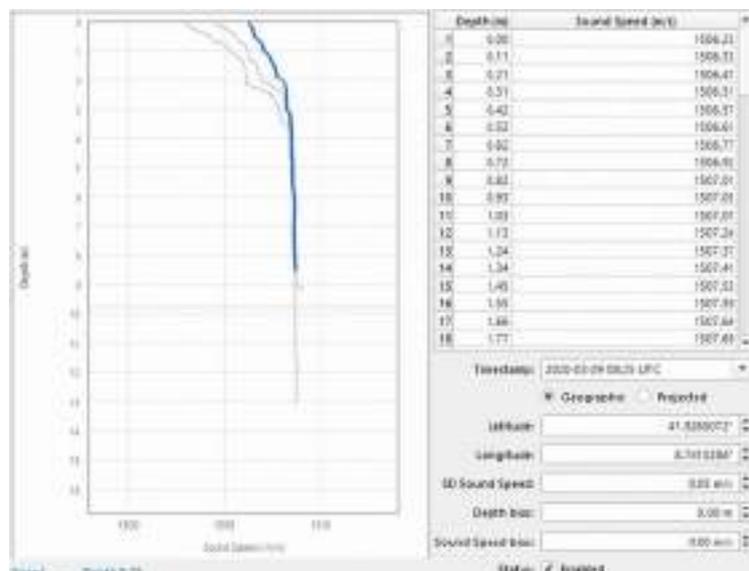


Figure 13 :Exemple de profil de bathy-célérimétrie

VI.3) Calibration du système

Montage de l'ensemble inertiel/acoustique sur une pièce mécanique placée dans un puits d'instrumentation du navire.

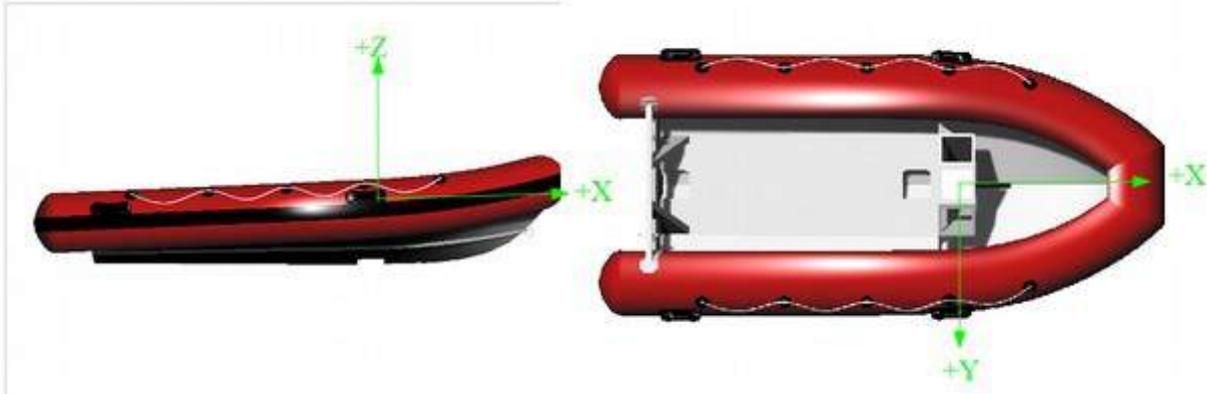


Figure 14 : Convention des axes du navire pour les explications

Les offsets d'installation en translation sont parfaitement connus. Les offsets d'installation en rotation, connus pour être proches de 0 à la conception du système, sont déterminés sur zone par un protocole de calibration.

La calibration, le traitement des sondes etc. sont effectués sous le logiciel QIMERA

VI.3.a) Offset de roulis

Cet offset concerne le désalignement constant entre la centrale et le sondeur selon une rotation autour de l'axe X de la figure 11. Pour lever cet offset, les passes de calibration consistent à effectuer un aller-retour en sens contraire sur fond plat et minimiser l'erreur d'alignement du fond dans le sens perpendiculaire à l'avancement du navire.

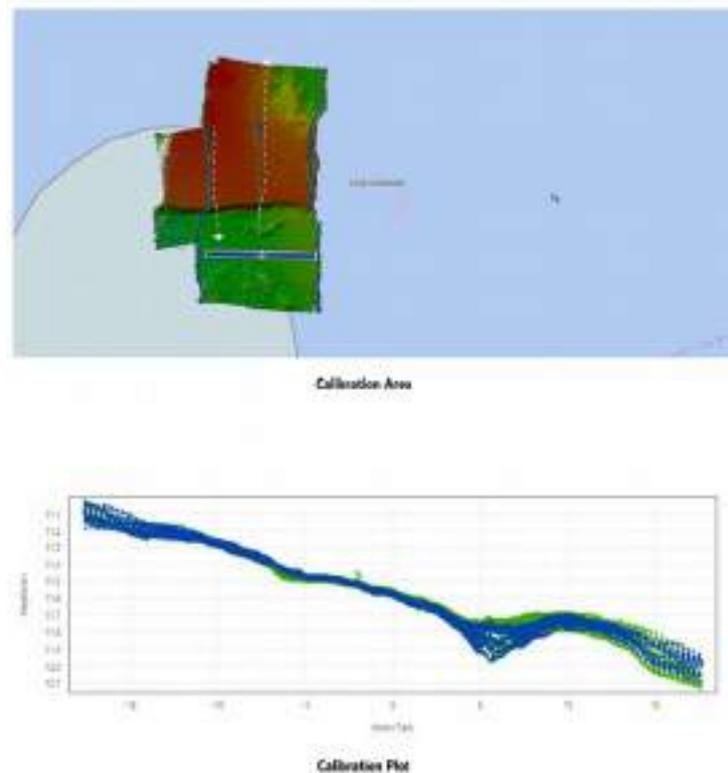


Figure 15 : Rapport calibration de l'offset de roulis

VI.3.b) Offset de tangage

Cet offset concerne le désalignement constant entre la centrale et le sondeur selon une rotation autour de l'axe Y de la figure 11. Pour lever cet offset, les passes de calibration consistent à effectuer un aller-retour en sens contraire sur un fond qui remonte régulièrement et minimiser l'erreur d'alignement du fond à l'aplomb du navire.

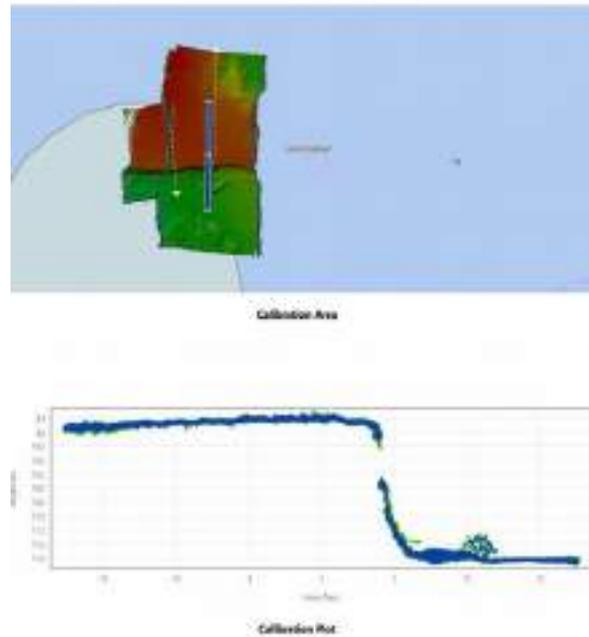


Figure 16 : Rapport calibration de l'offset de tangage

VI.3.c) Offset de cap

Cet offset concerne le désalignement constant entre la centrale et le sondeur selon une rotation autour de l'axe Z de la figure 11. Pour lever cet offset, les passes de calibration consistent à effectuer un aller-retour dans le même sens sur une structure irrégulière et minimiser l'erreur d'alignement du fond entre les deux passages du navire.

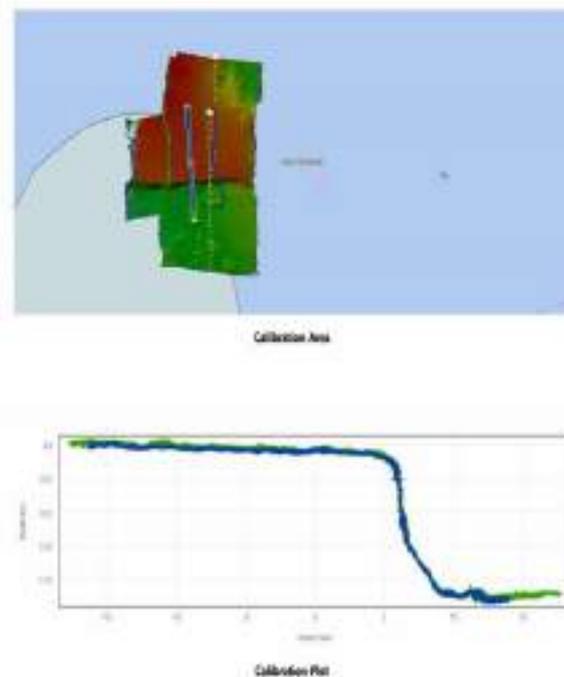


Figure 17 : Rapport calibration de l'offset de cap

VI.3.d) Offset d'installation en position centrale – Système inertielle positionnement

Starboard (m)	Forward (m)	Up (m)
-0.430	-0.160	1.488

VI.3.e) Offset d'installation en position centrale – Système acoustique**Summary**

System	Parameter	Original Value	New Value	Delta
MBES - 2020	Tx Pitch	0.00	0.04	0.04
MBES - 2020	Rx Roll	0.00	0.13	0.13
MBES - 2020	Tx Heading	0.00	0.05	0.05

VII. RÉSULTATS BATHYMÉTRIQUES

VII.1) Bathymétrie

Après fusion et traitement des données un modèle numérique de terrain avec une résolution de 50 cm x 50 cm a été généré en considérant la moyenne des sondes dans chacune des mailles.

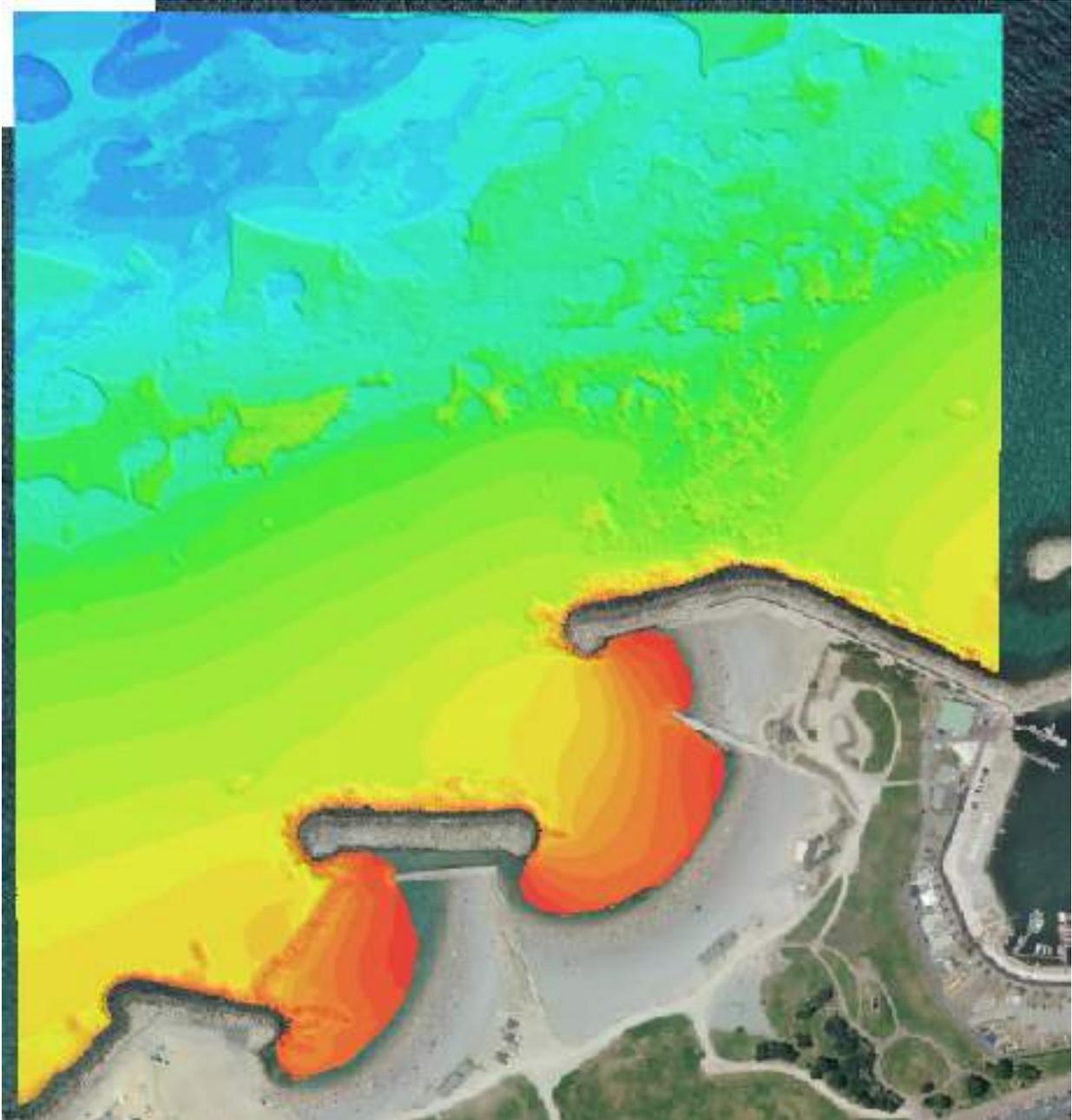


Figure 18 : Modèle numérique de terrain bathymétrique

Ce modèle numérique de terrain permet d'établir des isobathes sur la zone ainsi que l'extraction de sondes régulières dans la zone. Ces informations sont utiles à GALATEA pour la planification et l'organisation de leur plongée. Ces informations, livrés dans le cadre de ce marché pourront aussi servir de base de travail pour de futurs travaux.

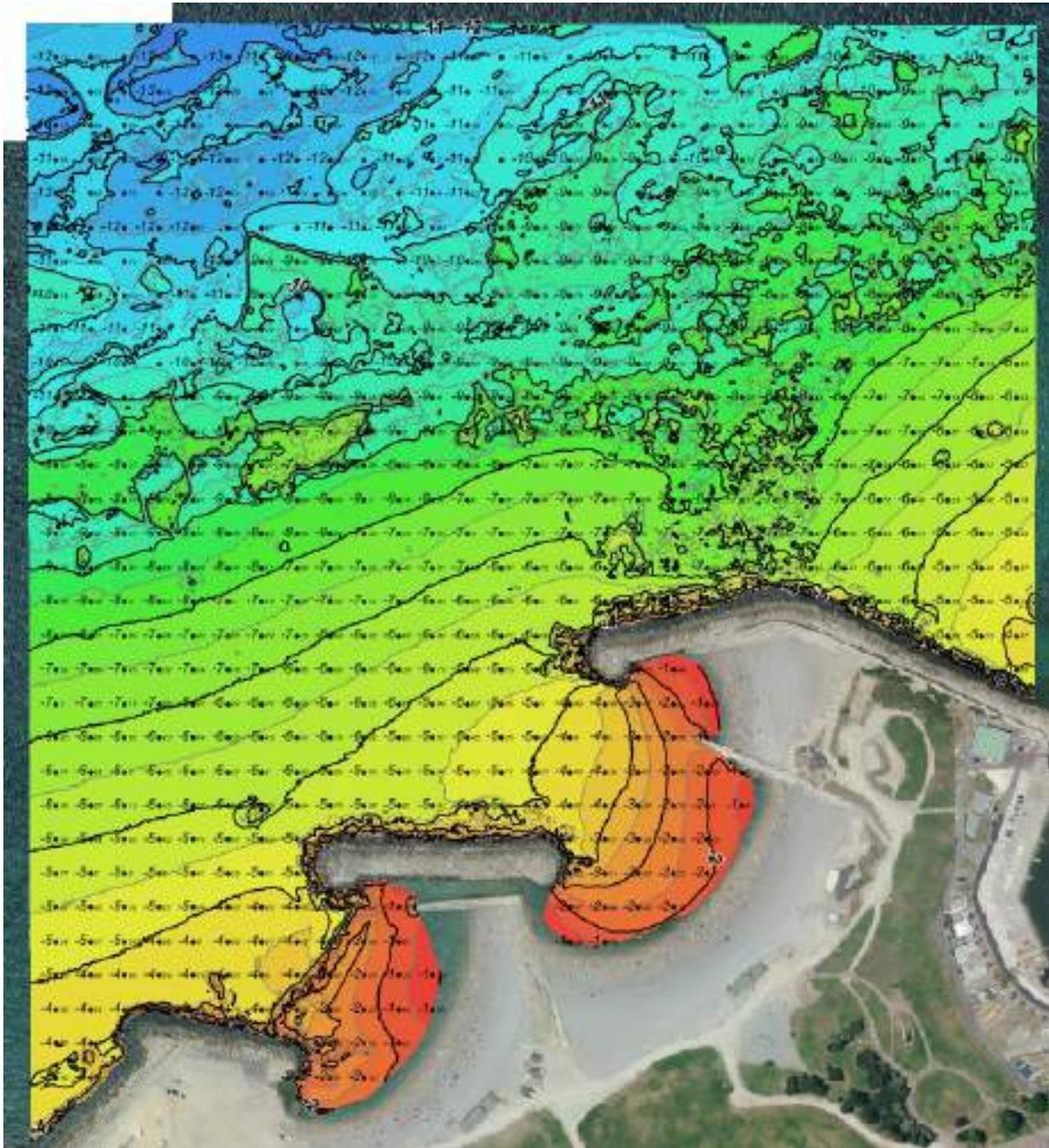


Figure 19 : Isobathes et sondes sur MNT

VII.2) Indice topographique

Afin d'exploiter ces données bathymétriques très précises de la zone, SEMANTIC TS applique un algorithme de traitement de l'indice topographique afin de mettre en évidence les discontinuités bathymétriques de la zone. Ces informations seront utilisées pour la répartition spatiale des probabilités de présence de substrats sur le fond.

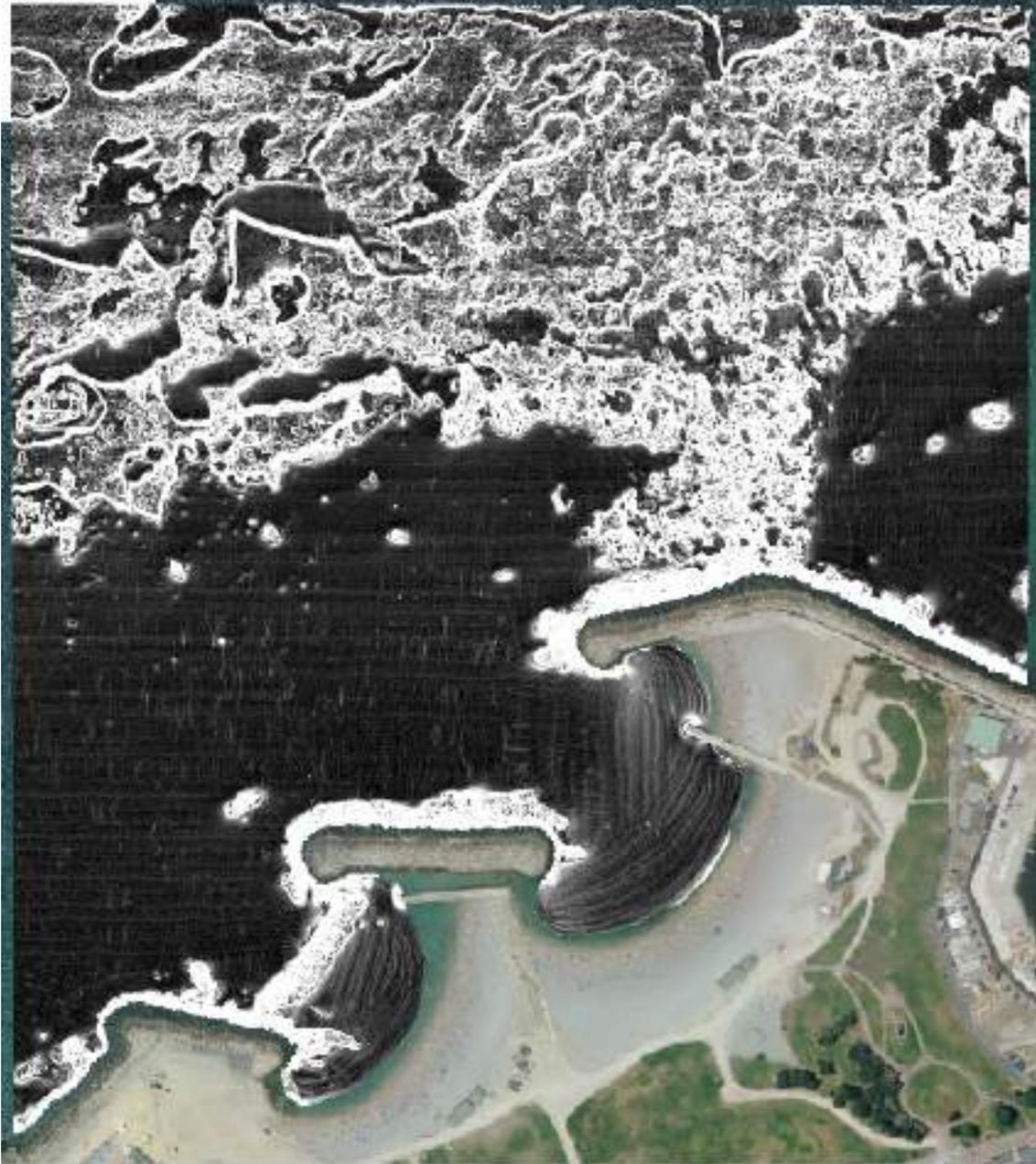


Figure 20 : Indice topographique du fond

VII.3) Recollement avec les données au sud de l'Huveaune

Les données bathymétriques ont été acquises par la même chaîne de mesure et les même process d'acquisition et de traitement que les données acquises en 2018 sur la zone au sud de l'Huveaune. Ceci permet d'établir un modèle numérique de terrain continu entre les deux zones puisqu'une zone de recouvrement a été tréalisée.

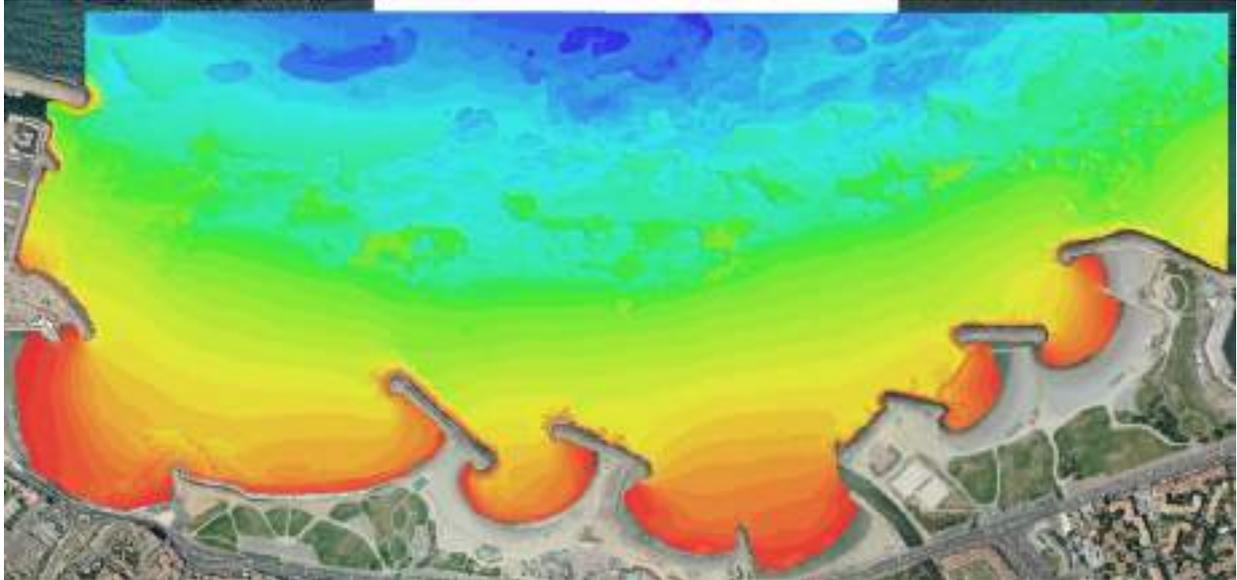


Figure 21 : Modèle numérique de terrain bathymétrique de l'ensemble de la zone

Au niveau du raccordement des deux jeux de données en prenant comme référence la continuités des isobathes nous observons :

- un raccord parfait au niveau des zones profondes

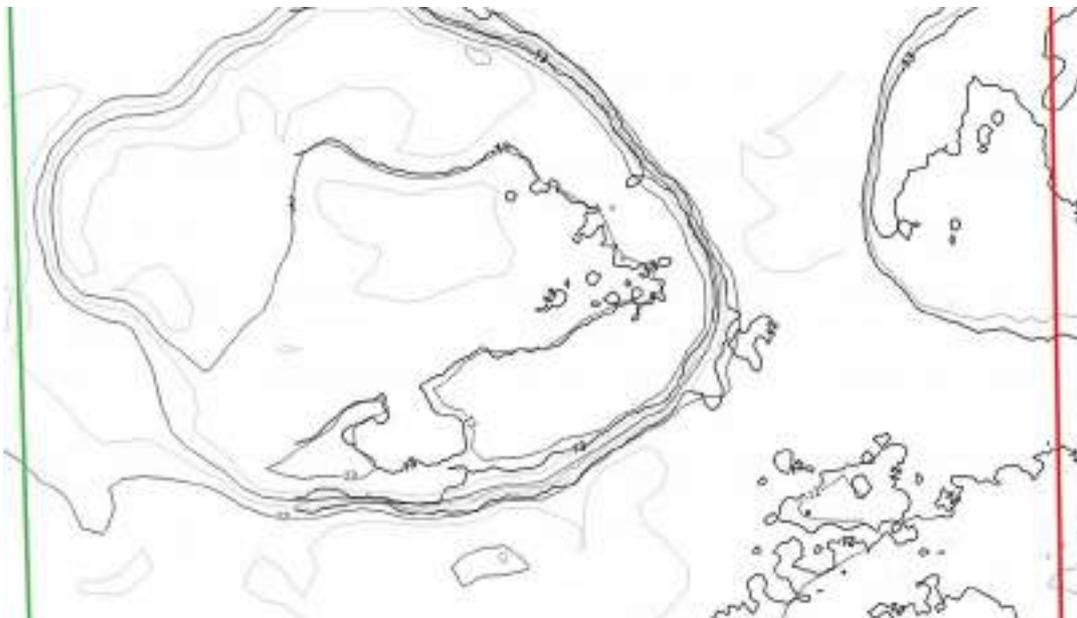


Figure 22 : Raccord des isobathes en partie profondes

- un raccordement imparfait dans les zones sableuses intermédiaires

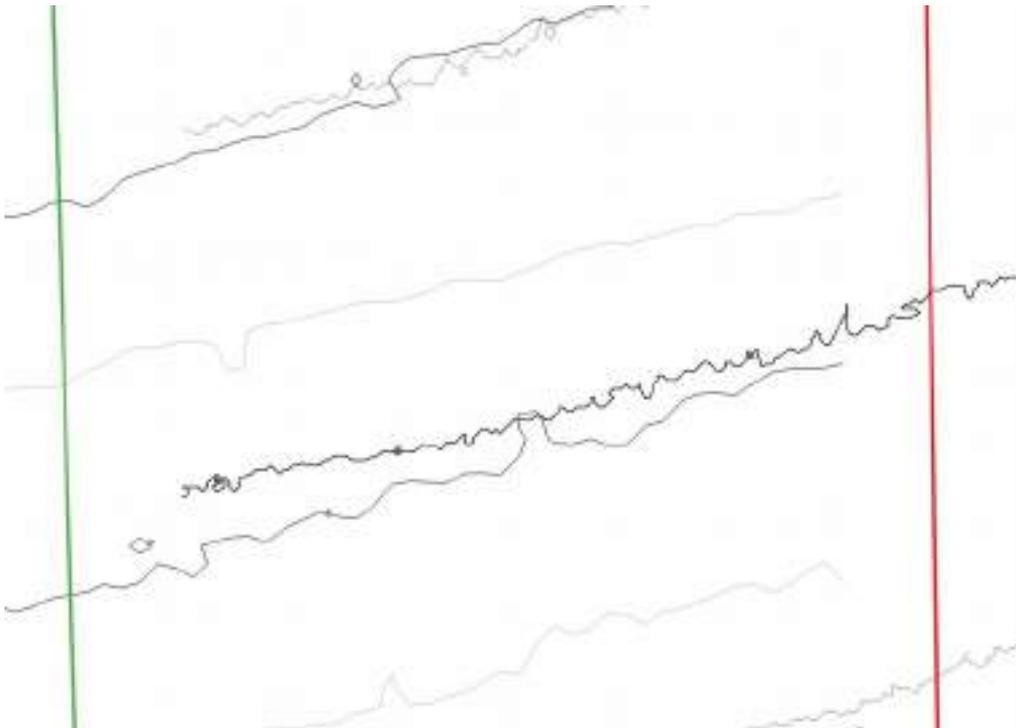


Figure 23 : Raccord des isobathes en partie médiane

- un raccordement parfait au niveau des ouvrages



Figure 24 : Raccord des isobathes en partie peu profond

La divergence entre es deux levés au niveau de la partie sableuse est sans conteste imputable au mouvemnt de sable au sein de la zone.

VIII. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE D'ACQUISITION DES DONNÉES SONAR LATÉRAL

VIII.1) La chaîne de mesure

VIII.1.a) Positionnement et Centrale Inertielle

Pour le positionnement de son navire SEMANTIC TS met en œuvre une centrale d'attitude CODA OCTOPUS FS185+ couplant un module GNSS RTK double antennes et une centrale inertielle. L'attitude est obtenue par fusion des données entre la centrale inertielle et ses doubles antennes GPS RTK. Le système est relié par GSM en temps réel avec la base GNSS à terre, assurant un positionnement en temps réel centimétrique (RTK).

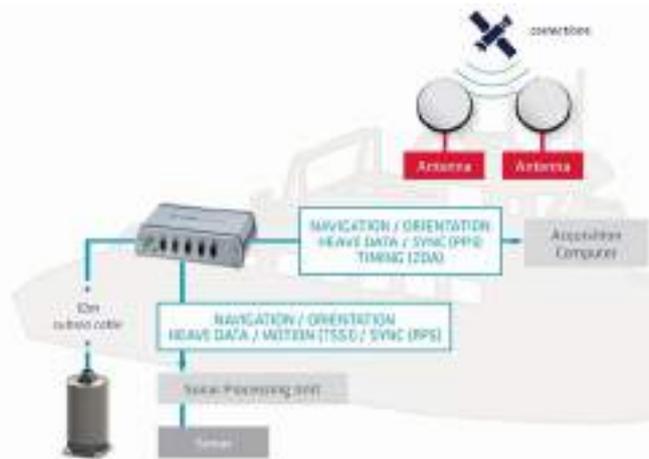


Figure 25 : Mesure de la position et de l'inertie du navire

VIII.1.b) Mesures acoustiques

Le sonar latéral réalise, à l'aide d'ondes sonores, des images acoustiques détaillées de la réflectivité des fonds marins. Ces images sont obtenues en balayant un faisceau sonore étroit, en incidence rasante sur le fond. L'écho recueilli au cours du temps est une représentation de la réflectivité du fond et surtout de la présence d'irrégularités ou de petits obstacles. Ce signal enregistré latéralement à la direction d'avancée du sonar (d'où son nom : side scan sonar) constitue ligne après ligne une image acoustique du fond.

Pour que les images soient de bonne qualité, l'incidence des ondes sonores doit être très rasante, le poisson doit donc être positionné à une altitude proche du fond (typiquement 10 m - 15 m). Pour les fonds inférieurs à 15 m, comme c'est le cas dans le secteur d'étude, le poisson peut être installé sous la coque du navire. Les données acoustiques mesurées latéralement sont géo-référencées au moment de l'acquisition. Les profils acquis peuvent être ajoutés les uns aux autres, par superposition ou par fusion, afin de constituer l'image acoustique appelée « mosaïque sonar ». Elle représente la valeur de la réflectivité du fond en niveaux de gris.

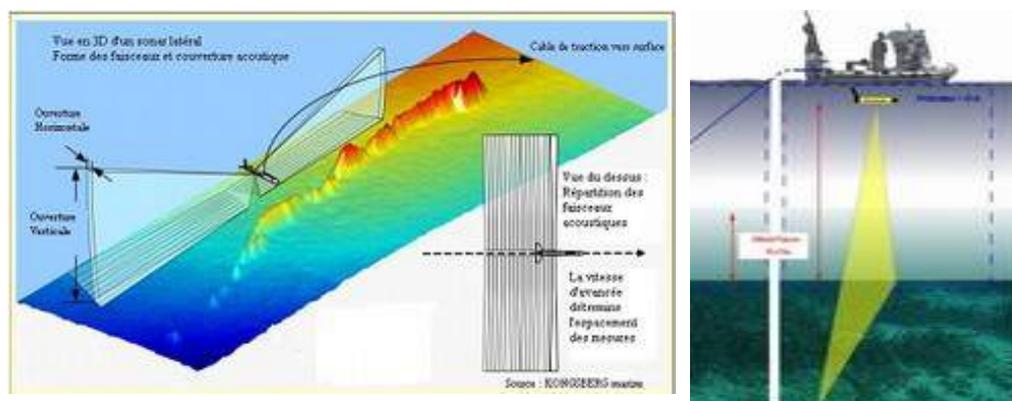


Figure 26 : Principe de la mesure par sonar latéral - Schéma de principe simplifié de l'acquisition sonar latéral.

IX. RÉSULTATS SONAR LATÉRAL

IX.1) Mosaïque sonar

Après fusion et traitement des données une mosaïque sonar avec une résolution de 25 cm x 25 cm a été générée en considérant la moyenne des sondes dans chacune des mailles. Cette image met en évidence les substrats qui réponde de manière homogène ou non aux ondes acoustiques.



Figure 27 : Mosaïque sonar latéral de la zone

IX.2) Amélioration de la mosaïque

Un process interne a SEMANTIC TS permet l'amélioration intrinsèque de la mosaïque sonar.



Figure 28 : Mosaïque sonar latéral améliorée

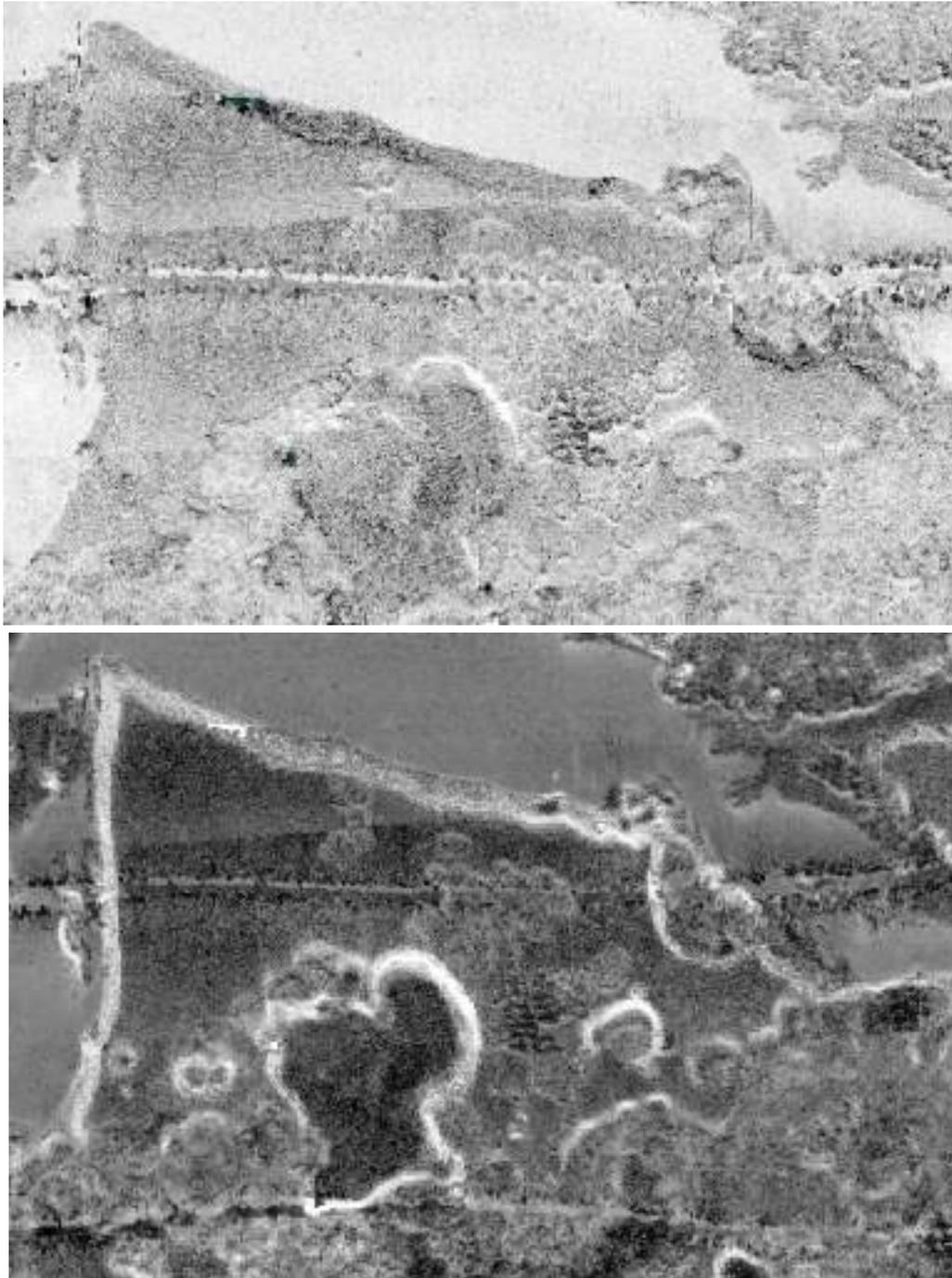


Figure 29 : Zoom sur un plateau de matte, avec patch d'herbier et tache de sable :
En haut avant traitement
En bas après traitement avancé

Ces informations seront utilisées pour la répartition spatiale des probabilités de présence de substrats sur le fond.

X. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE D'ACQUISITION DES DONNÉES SACLAF

X.1) La chaîne de mesure

X.1.a) Positionnement et Centrale Inertielle

Pour le positionnement de son navire SEMANTIC TS met en œuvre une centrale d'attitude CODA OCTOPUS FS185+ couplant un module GNSS RTK double antennes et une centrale inertielle. L'attitude est obtenue par fusion des données entre la centrale inertielle et ses doubles antennes GPS RTK. Le système est relié par GSM en temps réel avec la base GNSS à terre, assurant un positionnement en temps réel centimétrique (RTK).

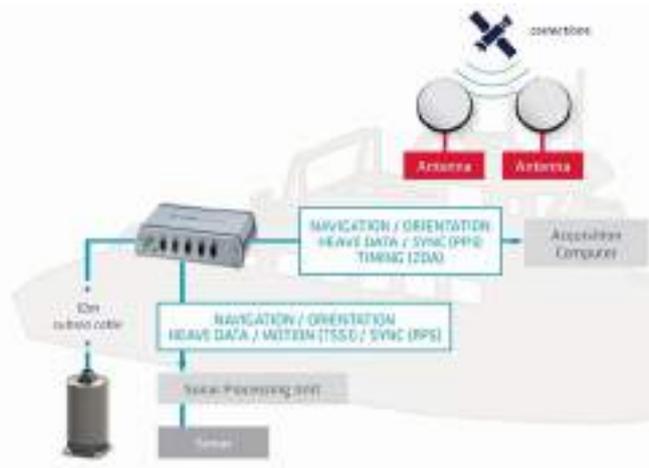


Figure 30 : Mesure de la position et de l'inertie du navire

X.1.b) Mesures acoustiques

Le principe de la mesure est le suivant : SEMANTIC TS utilise un sondeur mono-faisceau scientifique de grande précision fixé sous la coque du navire. Ce dernier émet une onde acoustique qui se réfléchit au fond et revient vers la surface. Cette onde subit une déformation qui est fonction de la nature du fond. Le signal reçu est enregistré par le sondeur et sa comparaison avec le signal émis permet au **Système Acoustique de Classification Automatique des natures de Fonds (SACLAF)** de classer les fonds.

Deux modules de traitement du signal peuvent être mis en œuvre :

- **SACLAF-DIVA** : Présence / absence de végétation sur le fond
- **SACLAF-CLASS** : Classification des sédiments superficiels

Couplées à des mesures sonar latéral les méthodes DIVA et CLASS permettent d'obtenir une cartographie surface des fonds (substrats) et des biocénoses.

X.2) Calibration du système

Le système de traitement semi-automatique de classification est paramétré de telle sorte à obtenir :

- 2 classes de sédiments
- 1 classe pour l'herbier à Posidonie
- 1 classe pour la détection de la matie

XI. RÉSULTATS SACLAF

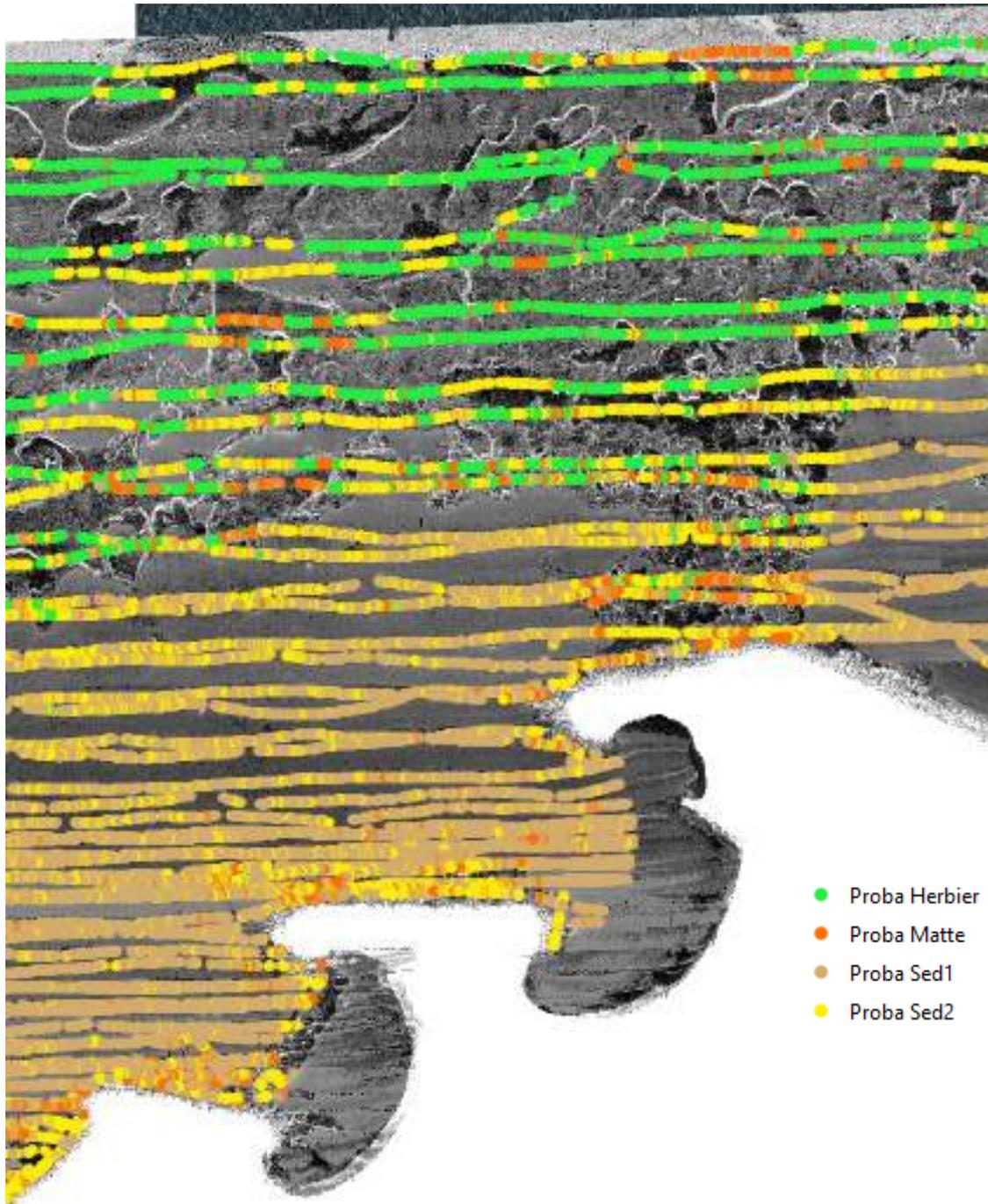


Figure 31 : Superposition des points de SACLAF sur la mosaïque sonar.

Ces résultats permettent de pré-classifier par algorithme les grands ensembles délimitables sur les données surfaciques de bathymétrie et sonar.

XII. MOYENS ET MÉTHODOLOGIE D'ACQUISITION DES DONNÉES VIDEO

XII.1) La chaîne de mesure

XII.1.a) Positionnement

Pour le positionnement de la caméra, SEMANTIC TS reporte la position du porteur auquel s'ajoute une longueur de câble filé afin de géoréférencé à un ou deux metres près le support immergé

XII.1.b) Acquisition des données

Le système ENO développé par SEMANTIC est utilisé et permet l'enregistremet et le retour temps réel des images sous marine pour cibler les inspections.



Figure 32 : Système ENO SEMANTIC

XIII. RÉSULTATS DES DONNÉES VIDÉOS

Les vidéos sont alors géo-référencées et il est possible de rejouer les passages dans un plugin développé spécialement pour évaluer la nature des fonds par vidéo.

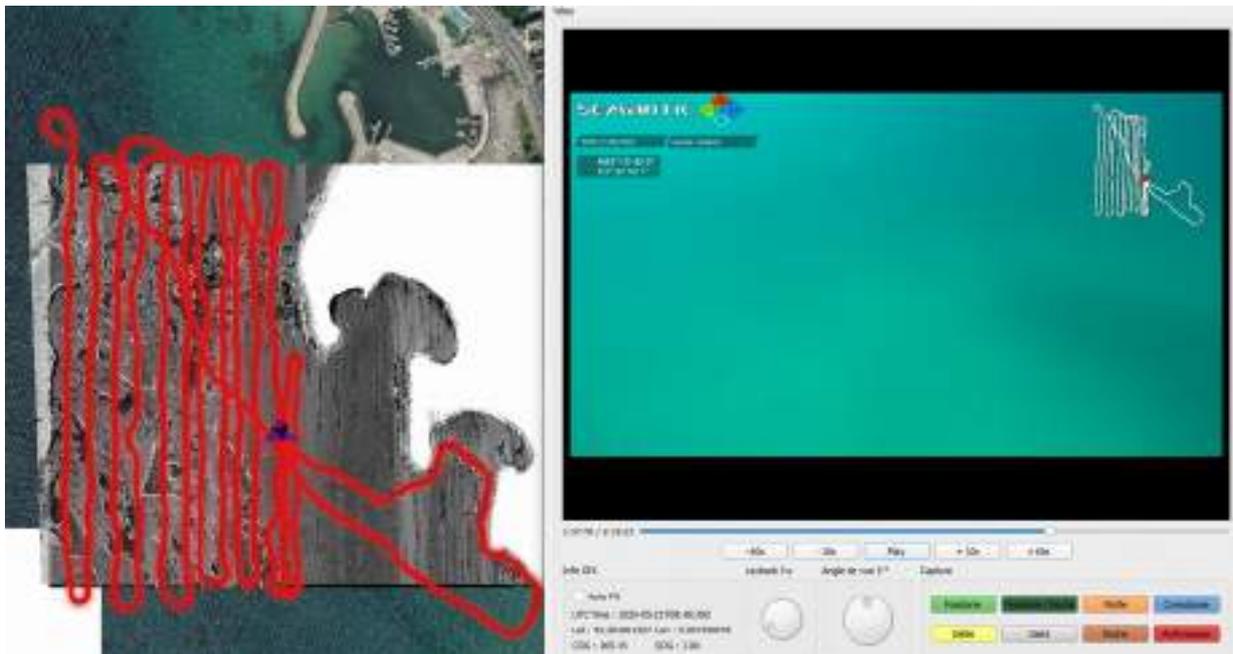


Figure 33 : Eco système ENO SEMANTIC

Quelques aperçus



Figure 34 : Herbier de Posidonie



Figure 35 : Cable qui traverse l'herbier

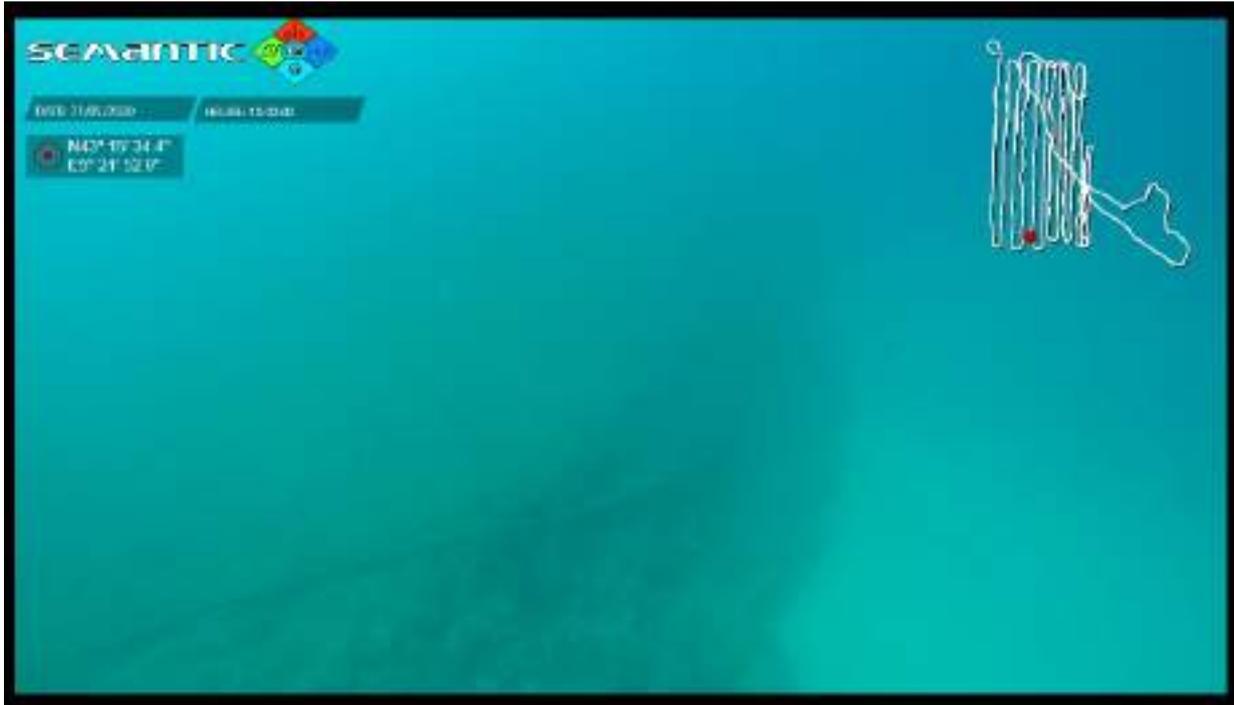


Figure 36 : Limite franche entre matte morte et sable



Figure 37 : Sable

XIV. FUSION DES DONNÉES

L'ensemble des données permet d'effectuer une fusion des informations et grâce à un algorithme de classification semi automatisé, il est possible de générer une carte de probabilité de répartition spatial des biocénoses.

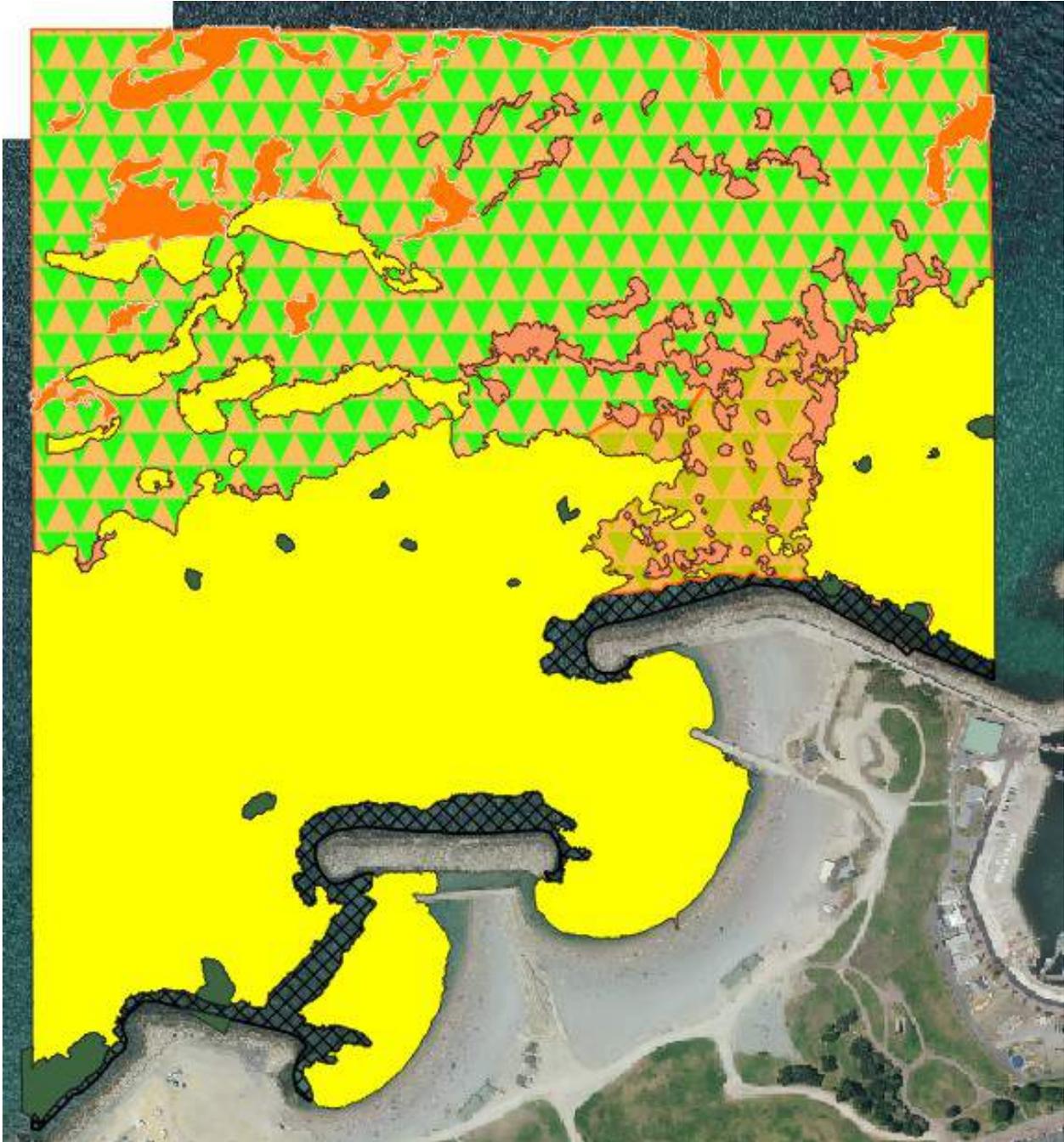
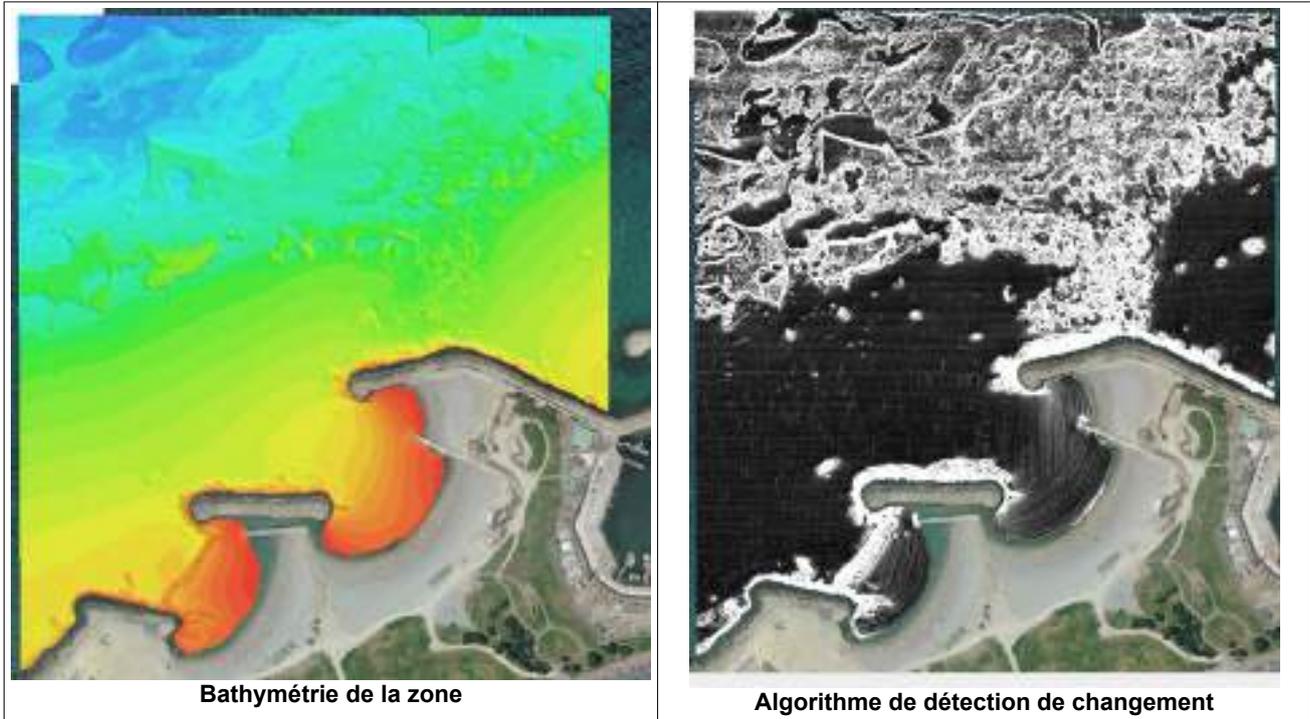


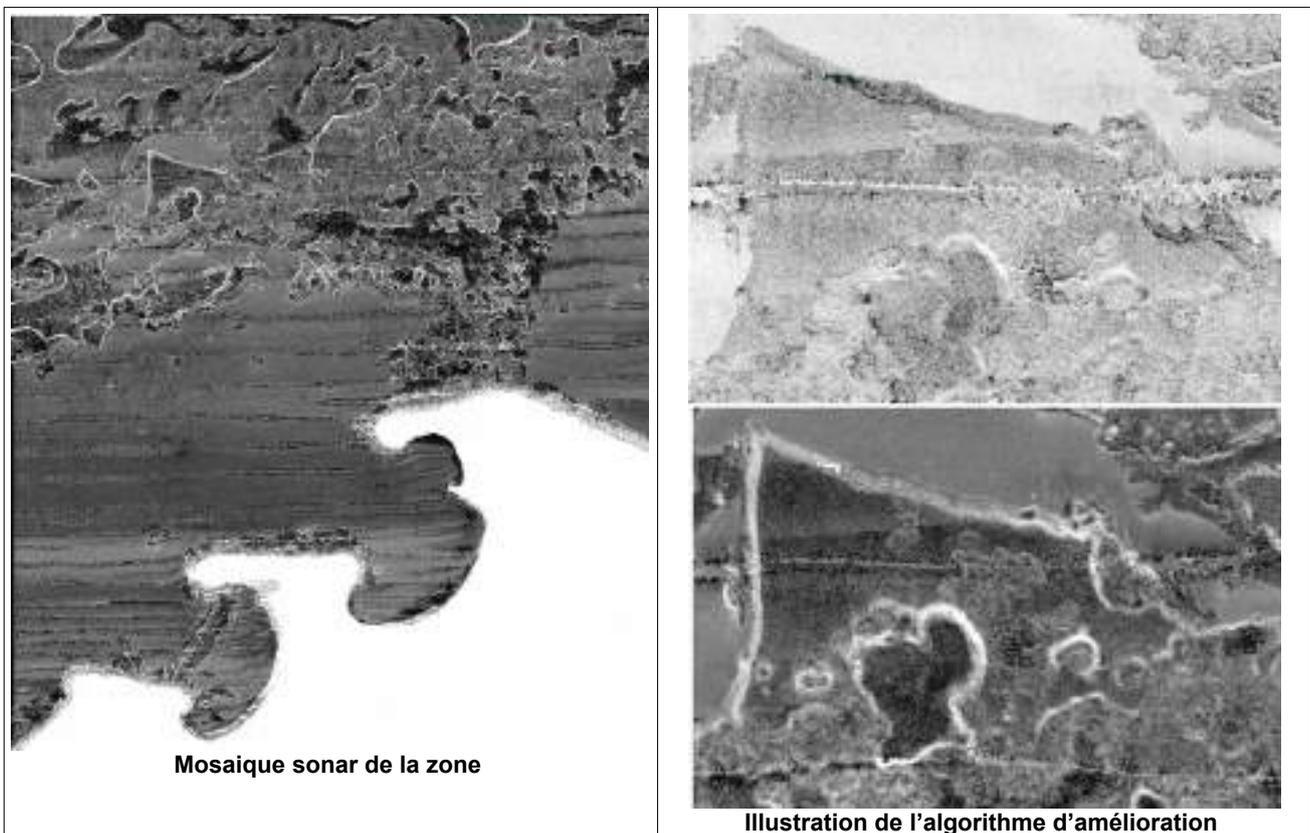
Figure 38 : Cartographie de répartition spatiale des biocénoses sans vérification en plongée.

XV. CONCLUSION

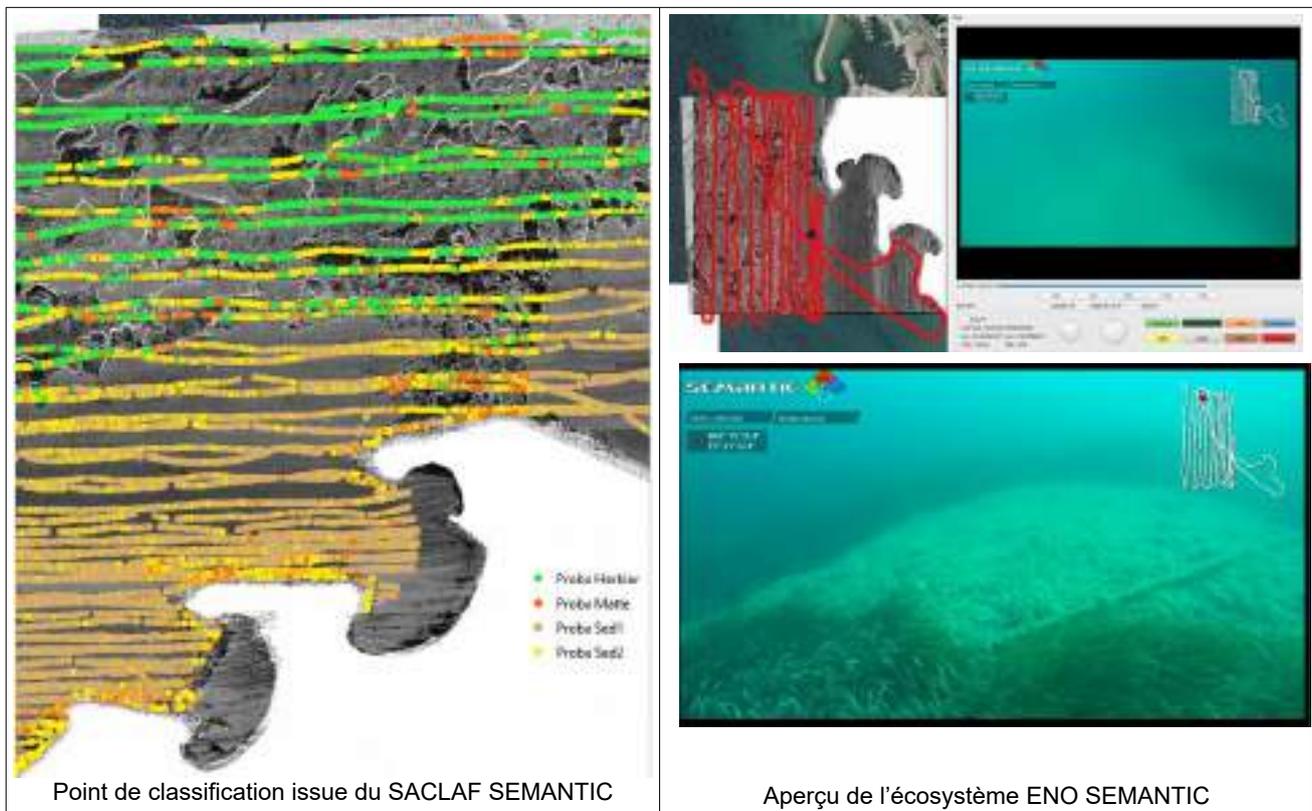
La mise en œuvre d'un sondeur bathymétrique haute résolution permet de connaître la bathymétrie très précise de la zone et d'en extraire les informations relatives aux limites topographiques



Complétée par une mesure au sonar latéral et l'amélioration de la donnée par injection des données bathymétriques, une mosaïque sonar permet de déterminer des zones acoustiques homogènes.



Dans un dernier temps pour classifier ces zones homogènes, l'ajout de données issues du système de classification des fonds et les données vidéos permettent l'interprétation de la zone en termes de répartition des biocénoses.



Finalement la fusion de toutes ces informations au sein d'un algorithme supervisé permet d'établir une carte de répartition a priori des biocénoses sur la zone d'étude :

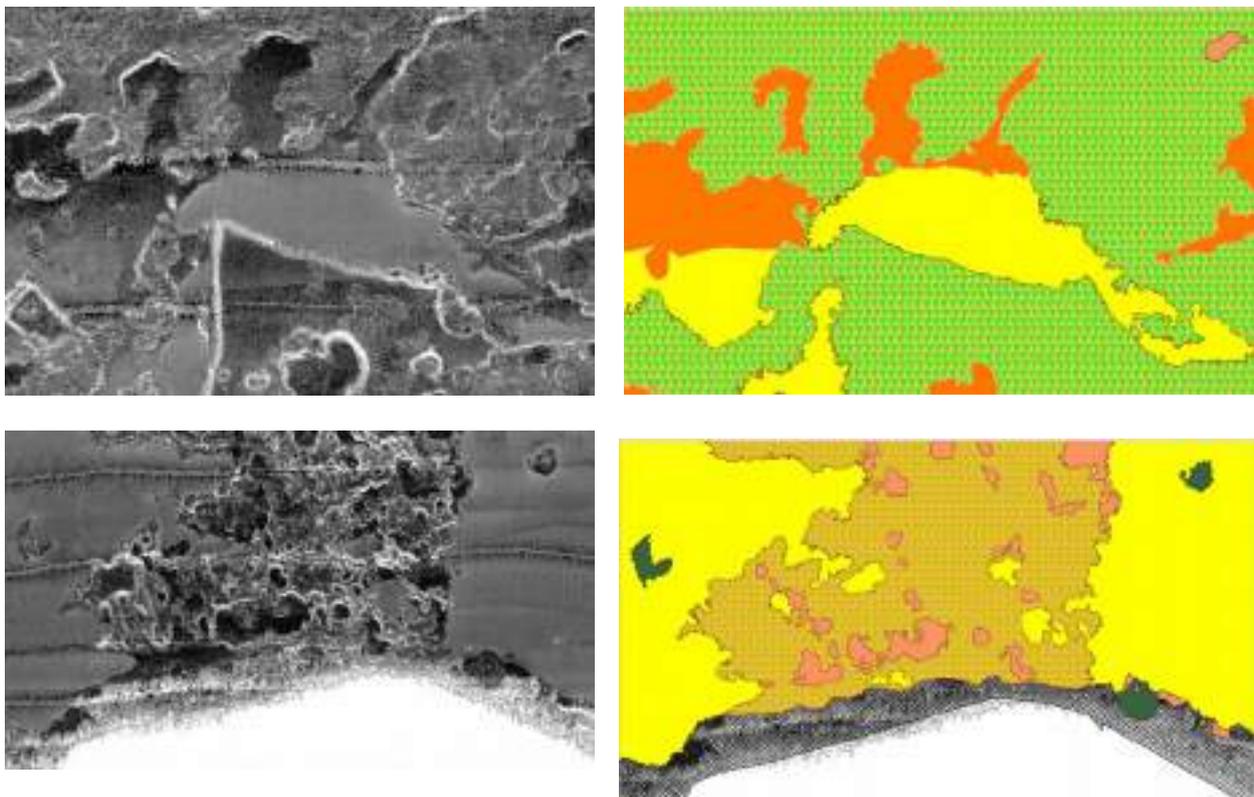


Figure 39 : Exemple de résultat de la segmentation semi-automatisée sur une zone de l'aire d'étude

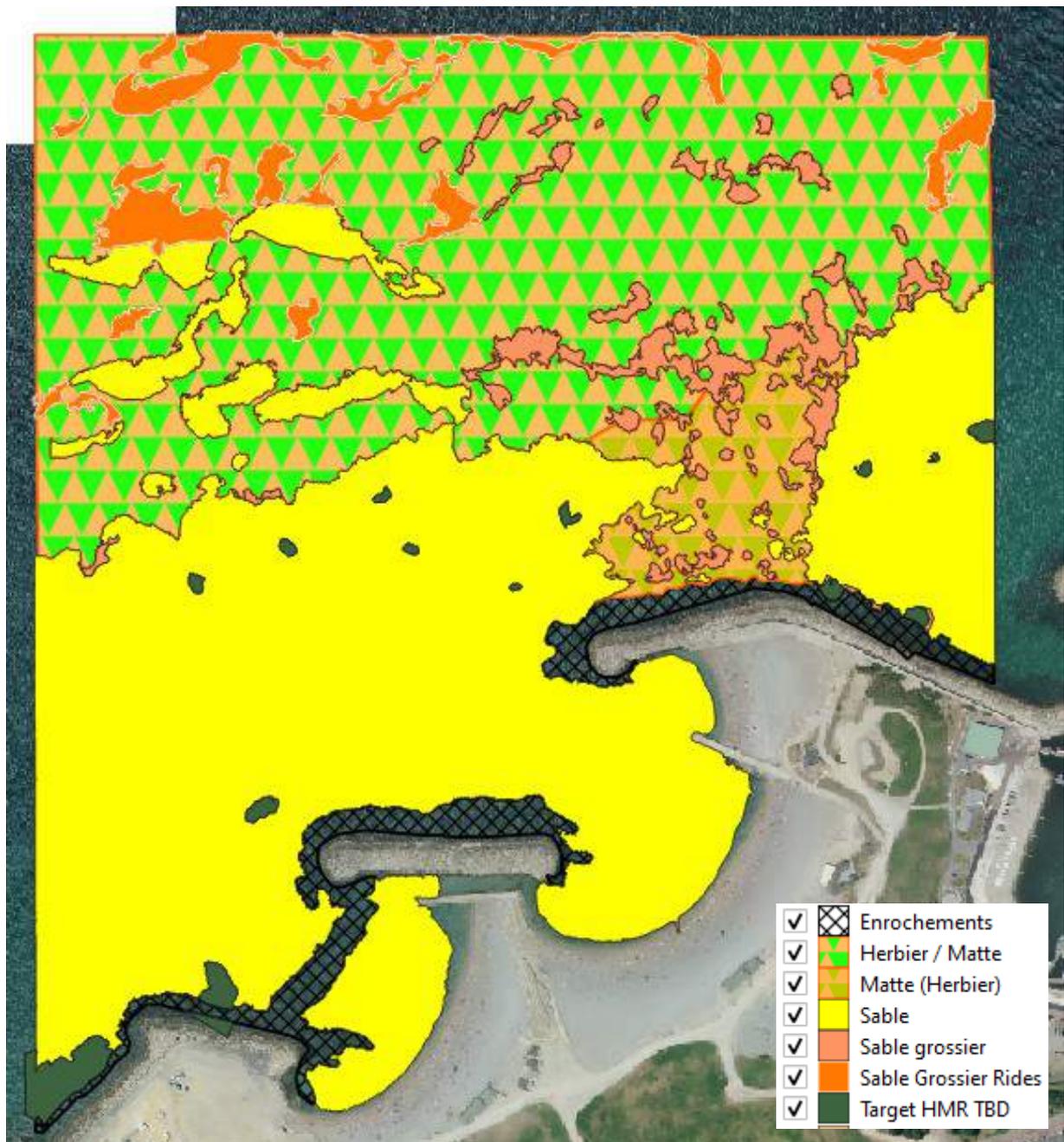


Figure 40 : Répartition des biocénoses sur la zone par méthode géophysique

Cette pré-cartographie, basée sur l'exploitation de la fusion données acoustiques et des données de vidéos sous-marines géoréférencées est transmise à Galatea avant son intervention sur site. Elle permet de disposer d'une base fiable pour l'optimisation et la rationalisation des interventions en plongée. Celles-ci sont nécessaires afin de mieux appréhender la répartition exacte entre la matte morte et l'herbier dans la partie la plus éloignée de la côte ainsi que dans le secteur qui jouxte la digue. Les plongées et l'inventaire réalisés par Galatea permettent la validation et la réalisation d'une carte des biocénoses en combinant les données issues des données géophysiques et les données de l'observation terrain.

**Cartographie des biocénoses marines et état de vitalité de l'herbier à Posidonies
– GALATEA 06/2020**

**CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSES MARINES ET
ETAT DE VITALITE DE L'HERBIER A POSIDONIES
ETAT INITIAL
PARC BALNEAIRE PRADO
VILLE DE MARSEILLE**



DATE	REVISION	PREPARE PAR	VERIFIE PAR	APPROUVE PAR
29/06/2020	0	B DURIEUX P GRILLON	A MOULIN	A MOULIN

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	1
2	RELEVÉ DES HABITATS.....	4
2.1	METHODOLOGIE.....	4
2.2	TYPES D’HABITATS OBSERVÉS SUR LA ZONE D’ÉTUDE	6
2.2.1	L’HERBIER A POSIDONIES (<i>POSIDONIA OCEANICA</i>) (CODE N2000: 1120-1).....	6
2.2.2	LES FONDS MEUBLES	7
2.2.3	LES SUBSTRATS ROCHEUX.....	9
2.3	ESPECE PROTÉGÉE OBSERVÉE : LA POSIDONIE (<i>POSIDONIA OCEANICA</i>)	11
2.4	CARTOGRAPHIES DES BIOCENOSSES, RÉPARTITION DES HABITATS ET PHOTOGRAPHIES PAR ZONE D’ÉTUDE	12
2.4.1	CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSSES ET RÉPARTITION DES HABITATS	12
2.4.2	PHOTOS SOUS-MARINES DE LA ZONE D’ÉTUDE	14
2.5	SYNTHÈSE DE LA RECONNAISSANCE SOUS-MARINE.....	22
3	VÉRITÉ TERRAIN POUR VÉRIFICATION DE LA CARTOGRAPHIE EXISTANTE SUR LA ZONE AU SUD DE L’HUYEAUNE	23
3.1	METHODOLOGIE.....	23
3.2	COMPARAISON ENTRE LA CARTOGRAPHIE DES HABITATS ET LES DONNÉES RECOLTÉES EN PLONGÉES	25
3.3	PHOTOGRAPHIES PRISES LORS DES PROSPECTIONS SOUS-MARINES	27
3.3.1	PLAN DE LOCALISATION DES PHOTOS	27
3.3.2	PHOTOS PRISES SUR LA ZONE D’ÉTUDE.....	28
3.3.3	TABLEAU DESCRIPTIF DES PHOTOS.....	33
3.4	ACCUMULATION DE MACRO-DECHETS.....	34
4	SUIVI DE L’HERBIER A POSIDONIE.....	35
4.1	METHODOLOGIE.....	35
4.2	LOCALISATION DES STATIONS	39
4.3	RÉSULTATS.....	40
4.3.1	PHOTOS.....	40
4.3.2	DESCRIPTION DE L’HERBIER ET DE LA NATURE DES FONDS.....	70
4.3.3	FAUNE ET FLORE ASSOCIÉES.....	70
4.3.4	DENSITÉ.....	71
4.3.5	RECouvreMENT	73
4.3.6	POURCENTAGE DE RHIZOMES PLAGIOTROPES	74
4.4	SYNTHÈSE	75
5	CONCLUSION.....	76
6	BIBLIOGRAPHIE	78

1 INTRODUCTION

La ville de Marseille prévoit de réaliser des travaux d'aménagement au niveau des plages du Parc Balnéaire du Prado (Figure 1) en vue de l'organisation des épreuves nautiques des jeux olympiques de Paris 2024.



Figure 1 : Plan de situation du parc balnéaire du Prado

La zone concernée (Figure 2, p3) est délimitée par la base nautique du Roucas Blanc au nord et par le port de la Pointe Rouge au sud. Une cartographie des habitats a déjà été réalisée en 2017 par Andromède Océanologie dans les deux tiers sud de la zone, entre l'embouchure de l'Huveaune et le port de la Pointe Rouge.

Les objectifs de cette étude sont ainsi de :

- Vérifier la validité de la cartographie des habitats réalisée par Andromède Océanologie par des prospection sous-marines de vérité terrain ;
- Réaliser la cartographie détaillée des biocénoses du tier nord de la zone compris entre la base nautique du Roucas Blanc et l'embouchure de l'Huveaune, avec l'aide des données récoltées par le bureau d'études Semantic TS ;
- Réaliser un état de vitalité de l'herbier à posidonies au niveau deux cinq transects de suivi répartis le long de la limite supérieure de l'herbier sur l'ensemble de la zone.

Les résultats de cette étude permettent ainsi d'établir un état initial de la zone, avant le début des travaux d'aménagement.



Figure 2 : Zones d'étude

2 RELEVÉ DES HABITATS

2.1 METHODOLOGIE

Suite aux interventions de Semantic TS, bureau d'étude en environnement et en océanographie acoustique, ceux-ci nous ont fourni une pré-cartographie basée sur l'exploitation de la fusion des données acoustiques et des données de vidéo sous-marines géoréférencées. Celle-ci présente une classification des habitats potentiels en fonction de la signature acoustique des différents ensembles. Ce procédé permet un détournement de précision des différents ensembles et permet ainsi, couplé à l'imagerie aérienne, de planifier de manière plus rationnelle et plus efficace les missions de terrain en plongées afin de réaliser une vérité terrain et de lever les doutes sur les levés acoustiques.

La zone d'étude a ainsi été parcourue, après planification en lien avec les données récoltées par Semantic TS, en plongée sous-marine par une équipe formée selon la réglementation en vigueur relative aux activités professionnelles en milieu hyperbare. Les plongées ont été réalisées en juin 2020. Deux plongeurs scientifiques procèdent à la reconnaissance sous-marine et un opérateur en surface est chargé de leur surveillance à partir d'une embarcation.

Les deux plongeurs déterminent la nature des habitats et biocénoses en se basant sur la typologie des habitats côtiers Natura 2000 (Bensettiti *et al*, 2004). Les limites des habitats et biocénoses rencontrés sont relevées au moyen d'un GPS RTK (corrections Orphéon, précision de la position ± 2 cm), placé sur un support flottant relié à un des plongeurs qui veille à ce que le support se situe à son aplomb lorsque les relevés sont réalisés.

Les diverses informations sont notées sur des plaquettes immergeables, des photographies sont réalisées et leur position est déterminée par post-traitement en synchronisant les horloges du GPS et de l'appareil photo sous-marin.

La cartographie est réalisée au moyen d'un logiciel de Système d'Information Géographique (ArcGIS Pro). Les données GPS, les photos sous-marines et les observations sont intégrées au logiciel afin de construire la cartographie des biocénoses et habitats marins.

Les habitats et biocénoses sont représentés sous la forme des polygones dont les limites sont tracées à partir des données GPS qui constituent des vérités terrain et permettent l'interprétation d'images aériennes récentes. Selon le cahier technique du gestionnaire relatif aux méthodes de surveillance des herbiers de posidonies (Noel *et al*, 2012), cette méthode est la meilleure solution pour cartographier les zones de petits fonds, de par ses excellentes précision et résolution.

2.2 TYPES D'HABITATS OBSERVES SUR LA ZONE D'ETUDE

Ce chapitre présente les différents habitats observés lors des prospection sous-marines. Les habitats sont désignés ici, lorsque la correspondance existe, selon la typologie Natura 2000 (Bensettiti *et al*, 2004). La répartition de ces habitats est présentée au chapitre traitant de la cartographie des biocénoses de la zone d'étude (§ 2.4, p12).

2.2.1 L'HERBIER A POSIDONIES (*POSIDONIA OCEANICA*) (CODE N2000: 1120-1)

Sur les côtes françaises de Méditerranée, la posidonie forme des « prairies » sous-marines débutant à quelques mètres de profondeur jusqu'à 20/30m, et parfois 40m. C'est cette forme qui est appelée herbier dense. Parfois, la posidonie se présente sous forme de taches qui ne constituent pas vraiment un herbier.

Grâce à la densité des feuilles de posidonies, l'herbier piège une grande quantité de sédiment. Les rhizomes réagissent par une croissance verticale de quelques millimètres à quelques centimètres par an et édifient ainsi la matte. Lorsque la posidonie meurt, seule la matte reste en place. Ce substrat, formé d'un enchevêtrement de rhizomes morts colmatés par des éléments de granulométrie très hétérogène, du fin gravier à la vase, est particulièrement compact et favorise l'établissement d'une faune relativement spécialisée. Ce substrat est représenté sur les cartographies des biocénoses, en tant qu'habitat à part entière, sous l'appellation « Matte morte ».

L'herbier à posidonies est considéré comme l'écosystème le plus important de la Méditerranée et ce pour diverses raisons :

- L'importance de sa production primaire ;
- La richesse et la diversité de sa faune ;
- Sa participation au maintien des rivages en équilibre et à l'exportation de matières organiques vers d'autres écosystèmes ;
- Son rôle de frayères et de nurseries ;
- La haute valeur esthétique de ses paysages sous-marins.

L'herbier à posidonies se révèle être un excellent indicateur de la qualité du milieu marin dans son ensemble.

L'herbier à posidonies (*Posidonia oceanica*) est présent dans toute la moitié ouest de la zone d'étude. La posidonie, espèce protégée, est essentiellement présente ici sous la forme d'herbiers sur matte d'épaisseur notable (jusqu'à 2 m). Des îlots de posidonies sont également présents sur des fonds sableux et sur la roche infralittorale à algues photophiles.

2.2.2 LES FONDS MEUBLES

Les fonds sableux regroupent ici deux types d'habitats :

- Les sables fins de haut niveau ;
- Les sables fins bien calibrés ;
- Les sables grossiers et fins graviers sous l'influence des courants de fond.

2.2.2.1 SABLES FINS DE HAUT NIVEAU (CODE N2000 : 1110-5)

Cet habitat est une bande de sable immergée jusqu'à 2,5 à 3 m de profondeur. Il succède aux plages émergées et constitue la basse plage. C'est la zone d'hydrodynamisme maximum des plages. Le sédiment est dominé par du sable fin, mais il est mélangé à une fraction sableuse plus hétérogène et grossière.

L'extension altitudinale de cet habitat est directement liée au degré d'hydrodynamisme qu'il subit. Plus en profondeur, cet habitat laisse la place aux sables fins bien calibrés (1110-6).

La valeur écologique de cet habitat est liée à sa participation au maintien de l'équilibre des plages. Son engraissement conforte la haute plage. De plus, il est une zone de nourrissage des juvéniles de poissons plats. Ceux-ci ont en effet été observés au cours de plongées de prospection réalisées ici.

2.2.2.2 SABLES FINS BIEN CALIBRES (CODE N2000 : 1110-6)

Cet habitat est une étendue de sable fin de granulométrie généralement homogène et d'origine terrigène. La biocénose débute vers 2-3m et peut atteindre la profondeur de 25m. Elle occupe parfois de très grandes superficies le long des côtes et dans les baies larges. Cet habitat succède, en profondeur, aux sables fins de haut niveau.

L'herbier à posidonies est au contact de cet habitat et des îlots de posidonies se sont effectivement fixés sur le sable.

De même que pour les sables fins de haut niveau, cet habitat participe au maintien de l'équilibre des plages. De plus, sa valeur écologique réside ici dans le fait qu'il est une zone de nourrissage des poissons plats (Photo 1, p8) qui ont été observés en densité relativement importante lors des plongées de prospection.



Photo 1 : Poisson plat dans la sables fins bien calibrés

2.2.2.3 SABLES GROSSIERS ET FINS GRAVIERS SOUS INFLUENCE DES COURANTS DE FOND (CODE N2000 : 1110-7)

Cet habitat est constitué de sables grossiers quasiment dépourvus de phase fine. Il s'étend généralement entre 3 à 4 m et 20 à 25 m de profondeur. Cet habitat est fréquemment observé, comme c'est le cas ici, dans les cheneaux dits « d'intermattes » creusés par les courants dans les herbiers à posidonies.

Les sables grossiers sont représentés sous deux formes sur la cartographie de biocénoses (Figure 4, p13). Ils apparaissent ainsi sous l'appellation de « sables grossiers avec rides » (Ripple marks) ainsi que sous la forme d'un mélange avec de petits galets infralittoraux sous l'appellation de « sables grossiers et petits galets ».

Cet habitat strictement soumis aux courants de fond ne peut persister qu'en leur présence. La valeur écologique de cet habitat est liée à la présence d'anfractuosités très riches en méiofaune et en mésopsammon, groupes écologiques mal connus mais qui ont une grande importance dans l'alimentation des autres organismes.

2.2.3 LES SUBSTRATS ROCHEUX

Les substrats rocheux regroupent les habitats suivants, du plus émergé au plus profond :

- La roche supralittorale
- La roche médiolittorale (supérieure et inférieure)
- La roche infralittorale à algues photophiles

Ces trois habitats sont ici représentés, en majorité, par les enrochements de digues. En effet, celles-ci couvrent une amplitude altitudinale allant de la partie émergée (roche supralittorale) à environ 5 à 7 m de profondeur (roche infralittorale à algues photophiles).

Les enrochements de digue regroupent les trois types d'habitats. Les roches médio et supralittorales ne sont pas représentées sur les cartographies puisqu'elles se superposent à la roche infralittorale qui est la seule représentée. Pour ce dernier habitat, nous faisons la distinction entre les enrochements, blocs béton constitutifs des digues, et la roche « naturelle » (non apportée par l'homme). Ces deux catégories sont respectivement représentées sous les appellations « Enrochement » et « Roches infralittorales à algues photophiles ».

2.2.3.1 LA ROCHE SUPRALITTORALE (CODE N2000 : 1170-10)

L'étage supralittoral est situé au-dessus du niveau de la mer. Il est humecté par les embruns et par les vagues lors des tempêtes. L'extension verticale de cette zone varie en fonction de l'hygrométrie. En mode agité ou battu, ce qui est plutôt le cas des zones d'étude parcourues ici, elle peut atteindre 5 à 6m.

Cet habitat présente une très forte variabilité des conditions ambiantes selon la topographie qui détermine la forme de la côte et son orientation par rapport aux vagues et au vent, ainsi que selon la saison qui conditionne l'ensoleillement et la dessiccation du milieu.

Cet habitat n'est représenté, sur la zone d'étude, que sous la forme d'enrochements de digues.

2.2.3.2 LA ROCHE MEDIOLITTORALE SUPERIEURE ET INFERIEURE (CODE N2000 : 1170-11 ET 12)

A l'étage médiolittoral, zone de balancement du niveau de la mer, les potentialités biotiques des substrats rocheux sont conditionnées par la fréquence des submersions. Celles-ci sont dues aux vagues, aux variations irrégulières du niveau de la mer en fonction de la pression atmosphérique et aux vents.

Deux horizons distincts sont définis par des valeurs moyennes différentes des facteurs dominants (humectation, lumière, nutriments, topographie et type de substrat) :

- Le médiolittoral supérieur est l'horizon où les conditions environnementales sont les plus contraignantes. Suivant l'hydrodynamisme et la topographie locale, il peut s'étendre de quelques centimètres à 2m.

- La roche médiolittorale inférieure présente des caractéristiques qui résultent de la présence de vagues, des variations irrégulières de la pression hydrostatique et des vents, et de l'influence des marées. L'humectation y est constante et plus forte que dans l'horizon supérieur et constitue le facteur dominant, suivi de la lumière. L'amplitude de l'habitat peut varier de quelques centimètres à 1 m.

De même que pour la roche supralittorale, cet habitat n'est représenté, sur la zone d'étude, que sous la forme d'enrochements de digues.

2.2.3.3 LA ROCHE INFRALITTORALE A ALGUES PHOTOPHILES (CODE N2000 : 1170-13)

Cet habitat est situé dans l'étage infralittoral qui s'étend depuis la zone où les émergences ne sont plus qu'accidentelles jusqu'à la limite au-delà de laquelle les phanérogames marines et les algues photophiles ne peuvent plus survivre. Tous les substrats rocheux de l'étage infralittoral où règnent des conditions de lumière suffisantes sont recouverts par des peuplements extrêmement riches et variés d'algues photophiles.

Toutes les digues présentes sur la zone d'étude peuvent être considérées, dans leur partie inférieure au niveau de l'étage infralittoral, comme des roches infralittorales à algues photophiles. Les roches dites « naturelles », apparaissant comme « Roches infralittorales à algues photophiles » sur les cartographies des biocénoses sont également présentes sur la zone d'étude, notamment aux pieds des digues.

2.3 ESPECE PROTEGEE OBSERVEE : LA POSIDONIE (*POSIDONIA OCEANICA*)

Posidonia oceanica est la seule espèce protégée observée sur la zone d'étude. C'est une phanérogame marine endémique stricte de la Méditerranée, où elle constitue des herbiers caractéristiques de l'étage infralittoral (de quelques dizaines de centimètre jusqu'à 30 à 40m). Sur substrat dur ou meuble, ceux-ci constituent l'un des principaux climax méditerranéens.

Par la croissance en hauteur des rhizomes, en réaction à l'accumulation de sédiment, la posidonie construit un sol appelé la matte. Celle-ci est formée par l'entrelacement de rhizomes et de racines compactés par des sédiments. Cette matte peut atteindre plusieurs mètres à raison d'un mètre par siècle.

Les herbiers formés par la posidonie sont de taille variable et peuvent atteindre plusieurs centaines d'hectares sans discontinuité. La régression des herbiers (pollution, action mécanique, etc.) conduit à des étendues de matte morte qui se recouvrent peu à peu de sédiment.

De nombreux épiphytes (animaux ou végétaux vivants dessus) se fixent sur les rhizomes et les feuilles de posidonies. On y trouve des algues, des bryozoaires, des vers plats, des hydraires, des foraminifères, des spongiaires, des crustacés, des ascidies... L'herbier est également un abri pour de nombreuses espèces (antédon, seiche, grande nacre, saupe, crénilabre, rascasse, hippocampes, etc.).

La matte, quant à elle, est très riche en invertébrés (vers polychètes, crustacés, mollusques, etc.).

La posidonie (*Posidonia oceanica*) est une espèce protégée en droit français par l'arrêté ministériel du 19 juillet 1988.

L'herbier à posidonies est pris en considération en tant que biotope dans le décret d'application (n°89.694 du 20 septembre 1989) de la Loi littorale (n°86.2 du 3 janvier 1986). Ce document impose notamment la réalisation d'une notice d'impact spécifique sur le milieu marin, et en particulier sur l'herbier à posidonies, pour tout projet d'aménagement littoral. De plus, la présence d'herbiers doit également être prise en compte dans les dossiers d'aménagement et les études d'impact (Loi sur l'eau n°92.3 du 3 janvier 1992 ; Loi relative à la protection de la nature n°76.629 du 10 juillet 1976. Lois désormais codifiées dans le Code de l'Environnement).

La « Directive Habitats » de l'Union Européenne, du 21 mai 1992, relative à la conservation des habitats naturels et de la faune et la flore sauvage inclut les herbiers à posidonies dans son annexe 1.

La posidonie apparaît dans les annexes de la Convention de Barcelone adoptée en décembre 1995. Elle est strictement protégée par la Convention de Berne de septembre 1979, adoptée à Strasbourg en décembre 1997 et confirmée en France par décret du ministère des affaires étrangères le 7 juillet 1999. Enfin, les herbiers marins sont pris en compte par l'Unesco depuis la conférence de Rio de 1992.

2.4 CARTOGRAPHIES DES BIOCENOSSES, REPARTITION DES HABITATS ET PHOTOGRAPHIES PAR ZONE D'ETUDE

2.4.1 CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSSES ET REPARTITION DES HABITATS

La figure suivante (Figure 4 p13) représente la cartographie des biocénoses observées sur la zone d'étude lors des plongées de reconnaissance.

Les habitats observés et leur répartition sur ce secteur sont les suivants :

- **Les substrats rocheux :**
 - o Les **enrochements de la digue** occupent ici **la majeure partie du trait de côte, dans la partie est de la zone.**
 - o Le substrat représenté en rouge sur la carte, sous l'appellation « **roche infralittorale à algues photophiles** », est constitué des roches « naturelles » formant cet habitat et couvre des surfaces limitées, essentiellement dans la partie est de la zone, en pied des digues.
- **Les sables :**
 - o Les **sables fins bien calibrés** sont **majoritaires en partie centrale de la zone d'étude.** Ils représentent quasiment 50% de la superficie de la zone.
 - o Les **sables fins de haut niveau** sont présents **uniquement dans les deux criques qui forment des plages entre les digues.**
 - o Les **sables grossiers** sont essentiellement présents sous forme de **patchs sur la matte morte** de posidonies et **dans les intermattes sableuses** au sein de l'herbier à posidonies. Ils forment des rides (ripple marks) et peuvent être également rencontrés en mélange avec des petits galets.
- **L'herbier à posidonies** est présent sous la forme d'un **herbier de plaine morcelé dans la moitié ouest de la zone d'étude.** La **limite supérieure** de l'herbier se situe à environ 200 m du trait de côte, au plus proche, dans la partie nord de la zone.

Une espèce protégée a été observée sur le secteur :

- La **posidonie (*Posidonia oceanica*)** est présente sur une grande partie de la zone telle que décrite ci-dessus, sous la forme d'un herbier de plaine morcelé. De plus, on retrouve de petits ilots et des faisceaux isolés de posidonies sur la matte morte et sur les roches infralittorales à algues photophiles en pied de la digue située dans la partie nord de la zone. Dans ce secteur, la posidonie est à proximité immédiate du trait de côte.

2.4.2 PHOTOS SOUS-MARINES DE LA ZONE D'ETUDE

2.4.2.1 PLAN DE LOCALISATION DES PHOTOS

La figure ci-dessous présente la localisation de photos présentées dans la section suivante. Les numéros sur la carte correspondent aux numéros des photos.

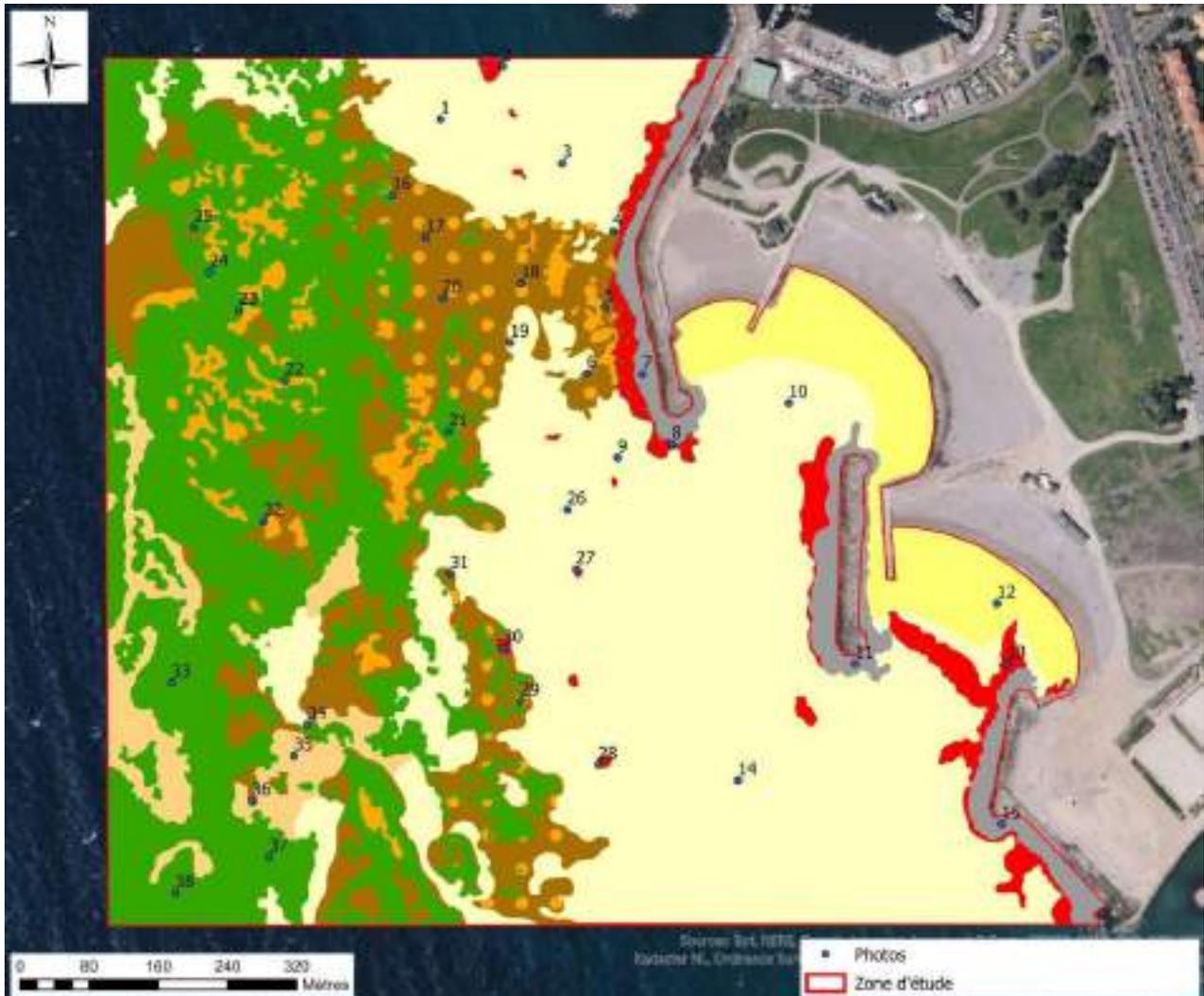


Figure 5 : Plan de localisation des photos de la zone d'étude

2.4.2.2 PHOTOS PRISES SUR LA ZONE D'ETUDE















2.4.2.3 TABLEAU DESCRIPTIF DES PHOTOS

Numéro	Description
1	Sables fins bien calibrés
2	Petits îlots de posidonies sur roches infralittorales à algues photophiles
3	Sables fins bien calibrés
4	Îlot de posidonies sur zone de matte morte
5	Limite entre matte morte et sables grossiers
6	Îlot de posidonies sur zone de matte morte
7	Enrochement de digue
8	Petit îlot de posidonies sur roches infralittorales à algues photophiles
9	Sables fins bien calibrés
10	Sables fins bien calibrés
11	Enrochement de digue
12	Sables fins de haut niveau
13	Roches infralittorales à algues photophiles
14	Sables fins bien calibrés
15	Enrochement de digue
16	Limite entre herbier à posidonies avec petit tombant de matte sur sables grossiers et petits galets
17	Limite entre matte morte de posidonies et sables grossiers et petits galets
18	Matte morte de posidonies
19	Limite entre matte morte de posidonies et sables fins bien calibrés
20	Faisceaux isolés de posidonies sur matte morte
21	Herbier à posidonies de type herbier de plaine
22	Limite entre herbier à posidonies avec petit tombant de matte sur sables grossiers et petits galets
23	Limite entre herbier à posidonies sur sable et sables grossiers et petits galets
24	Herbier à posidonies de type herbier de plaine
25	Limite entre herbier à posidonies et matte morte
26	Sables fins bien calibrés
27	Roches infralittorales à algues photophiles avec îlot de posidonies
28	Faisceaux isolés de posidonies sur roches infralittorales à algues photophiles
29	Limite entre herbier à posidonies et matte morte
30	Faisceaux isolés de posidonies sur roches infralittorales à algues photophiles
31	Matte morte de posidonies
32	Limite entre herbier à posidonies avec petit tombant de matte sur sables grossiers et petits galets
33	Herbier à posidonies de type herbier de plaine
34	Limite entre herbier à posidonies sur matte et sables fins bien calibrés
35	Sables grossiers formant des rides
36	Matte morte en premier plan et îlot de posidonies sur sables grossiers
37	Herbier à posidonies de type herbier de plaine
38	Herbier à posidonies de type herbier de plaine

Tableau 1 : Tableau descriptif des photos de la zone d'étude

2.5 SYNTHÈSE DE LA RECONNAISSANCE SOUS-MARINE

La prospection sous-marine réalisée sur la zone d'étude a permis de mettre en évidence la présence des habitats suivants qui, lorsque l'équivalence existe, sont désignés ici selon la typologie Natura 2000 :

- **Herbier à posidonies** (Code N2000 : 1120-1) : il est présent sur la moitié est de la zone d'étude, sous la forme d'un herbier de plaine morcelé.
- **Matte morte**
- **Sables fins de haut niveau** (Code N2000 : 1110-5) ;
- **Sables fins bien calibrés** (Code N2000 : 1110-6) ;
- **Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond** (code n2000 : 1110-7) ;
- **Les roches infralittorales à algues photophiles** (Code N2000 : 1170-13)
- **Les roches médiolittorales** qui comprennent : la roche médiolittorale inférieure (Code N2000 : 1170-12), la roche médiolittorale supérieure (Code N2000 : 1170-11) et la roche supralittorale (Code N2000 : 1170-10).

Au sein de ces habitats, une seule espèce protégée a été observée. Il s'agit de la **posidonie** (*Posidonia oceanica*), espèce formant l'herbier à posidonies. Elle a également été observée sous forme d'ilots et de faisceaux isolés, sur les roches infralittorales à algues photophiles et sur la matte morte, en pied de digue, dans la partie nord de la zone, à proximité immédiate du trait de côte.

La présence de posidonie sous ses différentes formes confère un très fort enjeu écologique à la zone cartographiée ici.

3 VERITE TERRAIN POUR VERIFICATION DE LA CARTOGRAPHIE EXISTANTE SUR LA ZONE AU SUD DE L'HUVEAUNE

3.1 METHODOLOGIE

Des plongées ont été réalisées sur la zone comprise entre l'embouchure de l'Huveaune au nord et le port de la Pointe Rouge au sud, afin de réaliser une vérification de la cartographie des biocénoses réalisée en décembre 2017 par Andromède océanologie sur cette zone.

Ainsi, des transects orientés du nord vers le sud ont été parcourus en plongées dans la zone cartographiée. Au cours de ces prospections, les plongeurs prennent régulièrement des photos sous-marines qui sont géoréférencées, comme cela est également fait pour les plongées en vue de la réalisation de la cartographie des biocénoses (§ 2.1, p4). Ainsi, les photos prises en plongées et géoréférencées sont ensuite superposées à la cartographie des habitats marins à l'aide du logiciel de Système d'Information Géographique (ArcGIS Pro).

La cartographie dont nous disposons aux fins de vérification est au format pdf (Figure 6, p24). Nous ne disposons pas des fichiers de formes sources directement utilisables avec le logiciel de SIG ArcGIS Pro. C'est donc une image que nous avons géoréférencée à l'aide d'orthophotographies littorale de la zone, provenant de l'Institut Géographique National (IGN).

Lorsque l'image est géoréférencée, les photos, elles aussi géoréférencées, y sont superposées afin de vérifier si les éléments cartographiques correspondent avec les données récoltées en plongées. Ces données font office de vérité terrain. Cette comparaison a toutefois été limitée par le matériel disponible. En effet, l'image cartographique à notre disposition n'est pas géoréférencée et souffre d'une mauvaise définition. De plus, le géoréférencement manuel peut présenter une précision relative.

Cartographie fine des habitats marins et analyses écologiques (BAT/BIOSED)
PROJET D'AMENAGEMENT EN MER - MARSEILLE -

CARTOGRAPHIE : HABITATS MARINS



Légende

HABITAT

- | | |
|--------------------------|---|
| Galets infralittoraux | Roche infralittorale à algues photophiles |
| Habitats artificiels | Sable fin bien calibré |
| Herbier de posidonie | Sable fin de haut niveau |
| Matte morte de posidonie | Sable grossier à ripple marks |

Sources des données :

- ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2017 : Habitats, Iso bathes, MNT, Sonar, Station herbier, Station sédiments, Transect plongeur
- Esri, DigitalGlobe, GeoEye Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community : Imagerie aérienne

Figure 6 : Cartographie des habitats marins réalisée par Andromède Océanologie en décembre 2017

3.2 COMPARAISON ENTRE LA CARTOGRAPHIE DES HABITATS ET LES DONNEES RECOLTEES EN PLONGEES

Il apparait, en comparant la cartographie réalisée en 2017 et les données récoltées en plongées, en juin 2020, que :

- Les limites des grands ensembles (herbier à posidonies, matte morte, sables fins bien calibrés...) semblent relativement fidèles à la réalité. La précision de la définition des limites des différents habitat nous apparait satisfaisante. Cette observation serait toutefois à vérifier à l'aide des fichiers sources créés pour le rendu cartographique. En effet, comme cela a déjà été indiqué, l'image cartographique dont nous disposons n'est pas géoréférencée et souffre d'une définition faible.
- Une zone où est présent l'habitat « Roches infralittorales à algues photophiles » n'est pas mentionnée. Elle est représentée, sur la cartographie de 2017, comme « matte morte ».
- Des ilots et des faisceaux isolés de posidonies ont été observés en densités plus ou moins importante en pieds des digues de la zone, sur la roche infralittorale à algues photophiles. Cette présence n'est pas indiquée sur la cartographie réalisée par Andromède Océanologie en 2017 (Figure 7, p26).
- Des ilots non-indiqués sur la cartographie réalisée en 2017 ont également été observés sur la matte morte à l'extrémité sud de la zone, à proximité immédiate du port de la Pointe Rouge (Figure 7, p26).

Ainsi, si la cartographie des habitats de cette zone apparait, dans son ensemble, relativement proche de la réalité du terrain, notamment en ce qui concerne les limites des différents habitats représentés, une présence non négligeable d'ilots et de faisceaux isolés de posidonies a été mise en évidence sur la roche infralittorale à algues photophiles, au pieds des digues, à proximité immédiate du trait de côte.

La posidonie est une espèce protégée et sa présence en pieds des digues (voir les photos 19, 20 et 25 du § 3.3.2, p28) présente ainsi un enjeux écologique fort dans cette zone. On note que ceux sont seulement quelques faisceaux épars qui ont été observés le long de la longue digue orientée du nord vers le sud, dans la partie sud de la zone. Par contre, en pied de la digue orientée du nord-est vers le sud-ouest, au centre est de la zone, les ilots de posidonies sont présents en densité relativement importante.

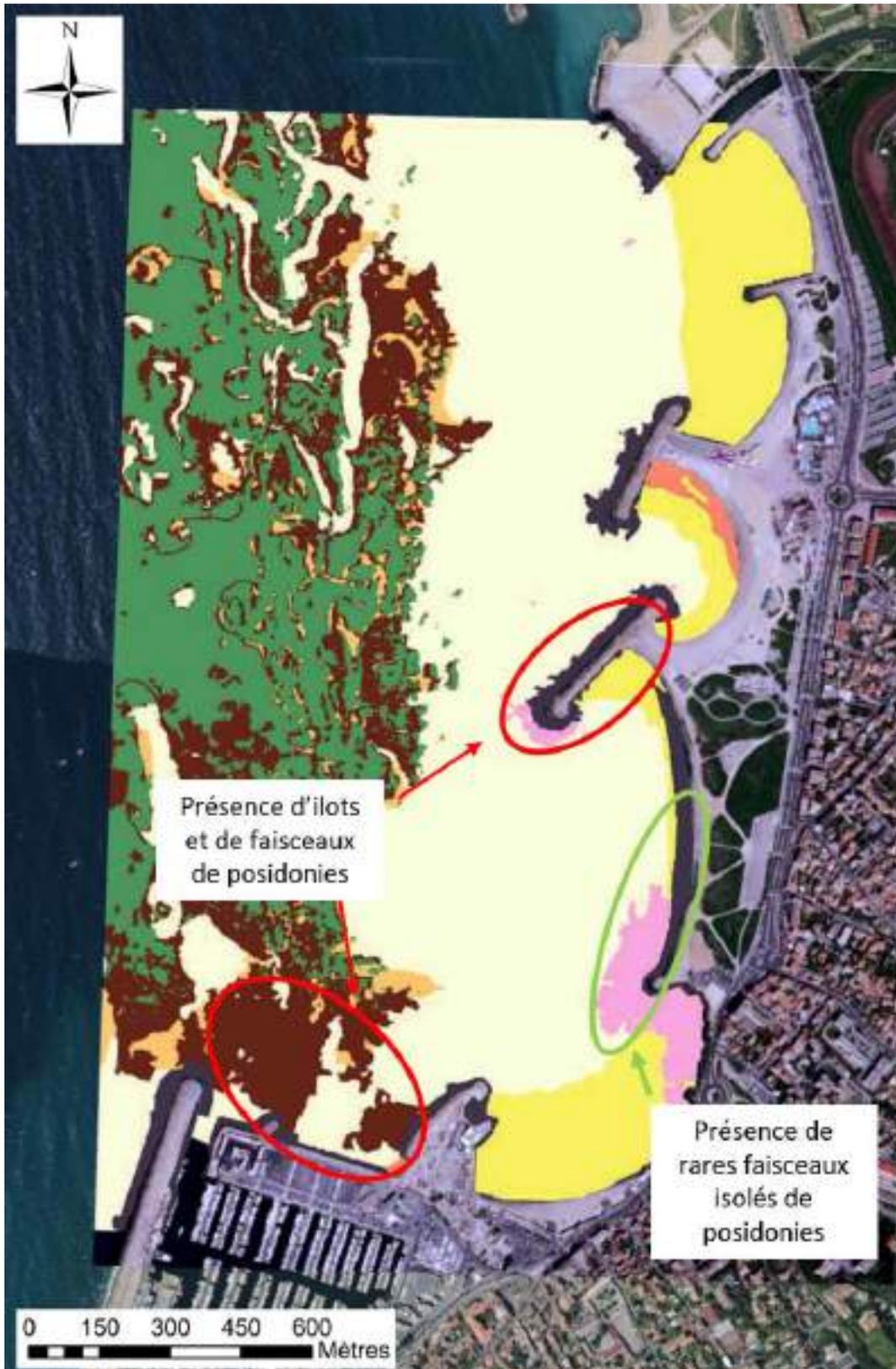


Figure 7 : Zones de présence d'îlots et de faisceaux isolés de posidonies non-indiqués sur la cartographie réalisée en 2017 par Andromède Océanologie

3.3 PHOTOGRAPHIES PRISES LORS DES PROSPECTIONS SOUS-MARINES

3.3.1 PLAN DE LOCALISATION DES PHOTOS

La figure ci-dessous présente la localisation de photos présentées dans la section suivante. Les numéros sur la carte correspondent aux numéros de photos. La localisation des photos est superposée à la cartographie des habitats réalisée, en 2017, par Andromède Océanologie.



Figure 8 : Plan de localisation des photos de la zone cartographiée en 2017 par Andromède Océanologie

3.3.2

PHOTOS PRISES SUR LA ZONE D'ETUDE









25



26



3.3.3

TABLEAU DESCRIPTIF DES PHOTOS

Numéro	Description	Comparaison avec cartographie 2017
1	Herbier à posidonies et matte morte	Cohérent avec la cartographie
2	Intermatte de sable grossier avec rides	Cohérent avec la cartographie
3	Herbier à posidonies de type herbier de plaine	Cohérent avec la cartographie
4	Limite entre herbier à posidonies et matte morte	Cohérent avec la cartographie
5	Limite entre herbier à posidonies et matte morte	Cohérent avec la cartographie
6	Limite entre matte morte de posidonies et sables grossiers	Cohérent avec la cartographie
7	Sables fins bien calibrés	Cohérent avec la cartographie
8	Sables fins bien calibrés	Cohérent avec la cartographie
9	Limite entre herbier à posidonies et sables grossiers	Cohérent avec la cartographie
10	Limite entre herbier à posidonies et matte morte	Cohérent avec la cartographie
11	Limite entre matte morte de posidonies et sables fins bien calibrés	Cohérent avec la cartographie
12	Limite entre herbier à posidonies et sables grossiers	Cohérent avec la cartographie
13	Limite entre matte morte de posidonies et sables fins bien calibrés	Cohérent avec la cartographie
14	Sables fins bien calibrés	Cohérent avec la cartographie
15	Roches infralittorales à algues photophiles avec ilots de posidonies	Contradiction avec la cartographie qui décrit cette zone comme « matte morte »
16	Sables fins bien calibrés	Cohérent avec la cartographie
17	Sables fins bien calibrés	Cohérent avec la cartographie
18	Matte morte de posidonies en pied de digue	Non indiqué sur la cartographie
19	Petits ilots de posidonies sur RIAP	Non indiqué sur la cartographie
20	Petits ilots de posidonies sur RIAP	Non indiqué sur la cartographie
21	Sables fins bien calibrés	Cohérent avec la cartographie
22	Sables fins bien calibrés	Cohérent avec la cartographie
23	Roches infralittorales à algues photophiles	Cohérent avec la cartographie
24	Limite RIAP et sables fins de haut niveau	Cohérent avec la cartographie
25	Faisceaux isolés de posidonies sur RIAP	Non indiqué sur la cartographie
26	Sables fins de haut niveau	Cohérent avec la cartographie

Tableau 2 : Tableau descriptif des photos de la zone cartographiée en 2017 par Andromède Océanologie

3.4 ACCUMULATION DE MACRO-DECHETS

Au cours des plongées réalisées sur la zone cartographiée en 2017, il est à noter que de très nombreux macrodéchets ont été observés le long de la limite supérieure de l'herbier à posidonies (Photo 2). Ces déchets semblent provenir de la plage et être transportés par les courants vers le large où ils sont piégés par la limite de l'herbier. Ceci crée donc une zone d'accumulation de ces déchets au niveau de la limite entre les sables fins bien calibrés et l'herbier de plaine.



Photo 2 : Exemples de macrodéchets observés au niveau de la limite supérieure de l'herbier à posidonies

4 SUIVI DE L'HERBIER A POSIDONIE

4.1 METHODOLOGIE

La vitalité de l'herbier à posidonies est établie à partir de mesures réalisées le long de cinq transects (T1, T2, T3, T4 et T5) d'une centaine de mètres positionnés au niveau de la limite supérieure de l'herbier. Il ne s'agit donc pas de lignes droites mais bien de lignes suivant le contour de la limite de l'herbier. Le long de chacun des transects, les mesures des paramètres permettant de déterminer la vitalité de l'herbier (densité, recouvrement, proportion de rhizomes plagiotropes, profondeur) sont réalisées tous les 20 mètres, ce qui donne donc six stations de mesure par transect. Des photographies de l'herbier sont également effectuées à chacune de ces six stations.

Ainsi, les cinq transects qui font l'objet du présent suivi sont répartis le long de la limite supérieure de l'herbier à posidonies, entre la base nautique du Roucas Blanc au nord et le port de la Pointe Rouge au sud.

Les 30 stations (5 transects de 6 stations) sont géolocalisées à l'aide d'un GPS situé en surface lors de la détermination de leur position.

L'évaluation de la vitalité de l'herbier à posidonies consiste en la mesure, à chaque station des deux transects, des paramètres suivants :

- Type de limite et d'herbier
- Taux de recouvrement de l'herbier
- Densité des faisceaux de posidonies
- Profondeur des mesures
- Proportion de rhizomes plagiotropes

Le **type de limite** peut apporter des informations importantes quant à l'état de santé d'un herbier.

D'après Charbonnel *et al* (2000), on peut classer la limite supérieure d'un herbier en 5 catégories :

- La limite progressive est caractérisée par la présence de rhizomes plagiotropes en avant de la limite. Ceci indique une colonisation de l'herbier.
- Les limites franches montrent une démarcation bien nette entre les derniers rhizomes de posidonies et le sédiment (absence de matte morte en aval de la limite). Elle est caractérisée par la présence de rhizomes généralement orthotropes (à croissance verticale), mais sans édification d'une véritable matte. Ce type de limite traduit une stabilité de l'herbier.
- Une limite érosive de l'herbier présente un tombant de matte marquant la limite entre les posidonies et le sédiment. La formation de ce tombant de matte, de hauteur variable (20 cm à 1 m), résulte de l'hydrodynamisme. L'action des courants érode l'herbier et interdit toute progression.
- La limite régressive de l'herbier est caractérisée par la présence d'une étendue de matte morte, recouverte ou non par le sédiment, en amont de la limite de l'herbier. Ce type de limite traduit une régression de l'herbier.

- La limite morcelée traduit un déséquilibre du milieu. La limite supérieure de l'herbier, généralement franche, se morcelle. Selon l'importance du déséquilibre (rejets, aménagements, mouillages, dessalure, etc), le morcellement de la limite d'herbier sera d'abord visible sous formes d'ondulations puis d'invaginations de son rebord et enfin d'un véritable fractionnement en taches et îlots de posidonies dont les tailles diminueront progressivement selon le gradient de proximité de la nuisance, pour aboutir à de petites touffes et groupes de faisceaux isolés (Charbonnel *et al*, 1995 in Charbonnel *et al*, 2000).

Le type d'herbier dépend des caractéristiques du milieu, et notamment de l'hydrodynamisme et du substrat. On distingue l'herbier continu, l'herbier discontinu en mosaïque (alternance d'herbier et de matte morte, dans ce cas, la proportion de matte morte sera estimée), l'herbier de plaine (herbier sub-horizontal, sans relief particulier), herbier de colline, herbier ondoyant, etc. (Charbonnel *et al*, 2000. Boudouresque *et al*, 2006).

Le recouvrement correspond au pourcentage de couverture du substrat par les feuilles de posidonies, par rapport aux zones non couvertes (sable, matte morte, roche). Les valeurs de recouvrement varient selon l'état de vitalité de l'herbier. Dans le cas d'un herbier continu, présentant une vitalité élevée, le recouvrement atteint 80 à 100%. Ce recouvrement peut présenter des valeurs beaucoup plus faibles lorsque l'herbier est soumis à des conditions de développement défavorables.

Les valeurs diminuent selon la profondeur (au niveau de la limite inférieure, le recouvrement est généralement compris entre 5% et 40%) et avec la proximité de zones perturbées par des aménagements ou des rejets. Le recouvrement varie également de manière naturelle, selon la saison d'observation (du fait de la variation de la longueur des feuilles), ou par exemple, dans des secteurs soumis à un fort hydrodynamisme ou à une hyper-sédimentation (Charbonnel *et al*, 2000).

Le recouvrement est mesuré conformément à la méthode de Gravez *et al*. (1995 in Charbonnel *et al*, 2000) au moyen d'une plaque en plastique translucide de 30x30cm, divisée en 9 carrés de 10 cm de côtés. Le plongeur nage à au moins 2m au-dessus du fond (si possible) en tenant la plaque à bout de bras et compte le nombre de carrés occupés par *Posidonia oceanica* (Figure 9). Cinq mesures de recouvrement sont réalisées à chacune des six stations du suivi et c'est la moyenne des recouvrements des six stations qui est retenue pour le taux de recouvrement du transect. Ainsi, ce sont 30 répliqués qui sont réalisés sur un transect pour obtenir l'estimation du taux de recouvrement.

Une échelle d'évaluation du recouvrement (faible, moyen, fort) est proposée, en fonction des valeurs moyennes mesurées. Notons que le recouvrement diminue de façon naturelle avec la profondeur.

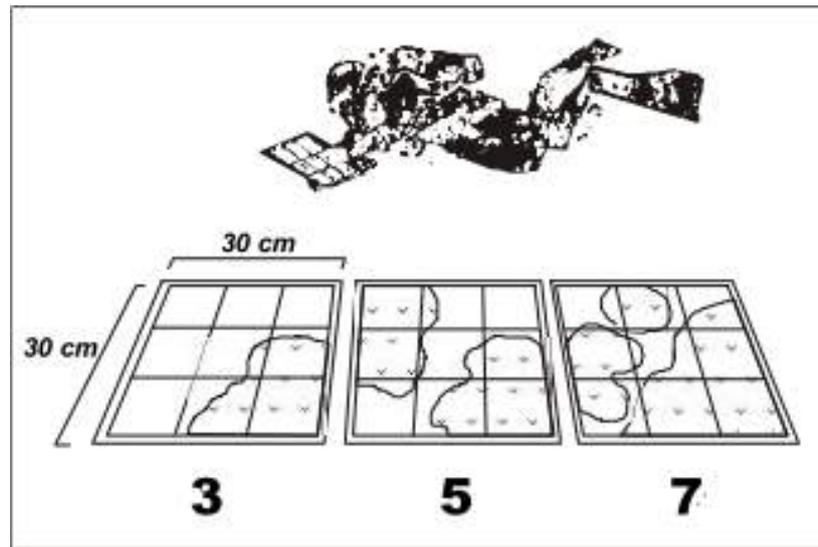


Figure 9 : Méthode d'évaluation du recouvrement de l'herbier de posidonie sur le SUBSTRAT (d'après Gravez et al., 1995 *in* Charbonnel et al, 2000).

La **densité** correspond au nombre de faisceaux de posidonie par unité de surface (m^2). La densité de l'herbier est calculée au niveau de chaque transect à partir des cinq mesures effectuées à l'aide de quadrats de $0,04 m^2$ ($0,20 \times 0,20 m$) à chacune des six stations formant le transect. Ce sont donc 30 répliquats qui sont réalisés afin d'estimer la densité moyenne de l'herbier dans la zone du transect. Celle-ci varie en fonction de la profondeur et des conditions du milieu (lumière, type de substrat où l'herbier est implanté). Du fait de l'intensité lumineuse élevée près de la surface, un herbier présentera des valeurs de densité très élevées dans des secteurs superficiels, alors qu'elles seront beaucoup plus faibles en ou dans des zones présentant une turbidité élevée (Pergent et al., 1995 actualisé dans Pergent, 2007).

La grille de classification de la densité (Tableau 3, p38) établie par Pergent (2007) permet de classer l'herbier en cinq catégories en prenant en compte la densité mesurée et la profondeur : densité très bonne, bonne, moyenne, médiocre et mauvaise.

La variabilité du facteur densité est expliquée à 54% par la profondeur (qui intègre également la pénétration de la lumière). Les 46% de variabilité restant sont liés à d'autres paramètres comme la turbidité moyenne, la pollution, l'hydrodynamisme ou la nature du substrat (Pergent-Martini, 1994).

La **profondeur** de chacune des stations du transect est donc mesurée au profondimètre.

Profondeur (m)	Classes de densité (faisceaux.m ⁻²)				
	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
1	>1195	1195 - 964	964 - 732	732 - 501	<501
2	>1126	1126 - 903	903 - 679	679 - 456	<456
3	>1061	1061 - 846	846 - 630	630 - 415	<415
4	>1000	1000 - 792	792 - 585	585 - 377	<377
5	>942	942 - 742	742 - 543	543 - 343	<343
6	>887	887 - 696	696 - 504	504 - 312	<312
7	>836	836 - 652	652 - 468	468 - 284	<284
8	>788	788 - 611	611 - 435	435 - 259	<259
9	>742	742 - 573	573 - 404	404 - 235	<235
10	>699	699 - 538	538 - 376	376 - 214	<214
11	>659	659 - 504	504 - 350	350 - 195	<195
12	>621	621 - 473	473 - 325	325 - 177	<177
13	>585	585 - 444	444 - 303	303 - 161	<161
14	>551	551 - 416	416 - 282	282 - 147	<147

Tableau 3 : Grille de classification de la densité (faisceaux/m²) de l'herbier de posidonie en fonction de la profondeur (m) (d'après Pergent, 2007 in Rouanet *et al*, 2014)

La présence de **rhizomes plagiotropes** exprime sa tendance à coloniser les zones voisines. Elle est donc signe de bonne santé. La **proportion de rhizomes plagiotropes** est estimée par comptage au niveau des six stations formant le transect, et en faisant le rapport entre le nombre de rhizomes plagiotropes et de rhizomes orthotropes. Les résultats sont interprétés par rapport à l'échelle définie par Charbonnel *et al* (2000).

Pourcentage de rhizomes plagiotropes (valeurs seuils)	
< 30%	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
30 % à 70%	Légère tendance à la progression
> 70%	Nette tendance à la progression

Tableau 4 : Interprétation de la vitalité de l'herbier (tendance à la progression) en fonction des pourcentages moyens mesurés le long de la limite supérieure d'un herbier (d'après Charbonnel *et al*, 2000)

4.2 LOCALISATION DES STATIONS

Cinq transects de six stations chacun (T1, T2, T3, T4 et T5) ont été réalisés le long de la limite supérieure de l'herbier. Ils sont répartis entre la base nautique du Roucas Blanc au nord et le port de la Pointe Rouge au sud. Les stations de chaque transect sont éloignées d'environ 20m les unes des autres. La figure suivante présente le plan de localisation des stations. Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des stations relevées au GPS.



Figure 10 : Localisation des stations sur les transects

Transects	Stations	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Transects	Stations	Latitude (°N)	Longitude (°E)
1	1	43,262974	5,365016	4	1	43,252603	5,368020
	2	43,262858	5,365011		2	43,252423	5,368045
	3	43,262763	5,365036		3	43,252352	5,368216
	4	43,262659	5,365131		5	43,252156	5,368256
	5	43,262578	5,365074		5	43,252036	5,368216
	6	43,262503	5,365164		6	43,251998	5,368090
2	1	43,261103	5,365481	5	1	43,249083	5,366813
	2	43,261048	5,365599		2	43,248924	5,366690
	3	43,260936	5,365598		3	43,248761	5,366727
	4	43,260936	5,365428		4	43,248576	5,366805
	5	43,260832	5,365383		5	43,248452	5,366933
	6	43,260709	5,365366		6	43,248309	5,366782
3	1	43,256689	5,368770				
	2	43,256529	5,368721				
	3	43,256312	5,368730				
	4	43,256249	5,368542				
	5	43,256120	5,368386				
	6	43,256017	5,368210				

Tableau 5 : Coordonnées Géographiques des stations (WGS84)

4.3 RESULTATS

4.3.1 PHOTOS

Cette section présente les photos prises au niveau des 15 stations de suivi de l'herbier à posidonies.

4.3.1.1 TRANSECT 1



Station 1

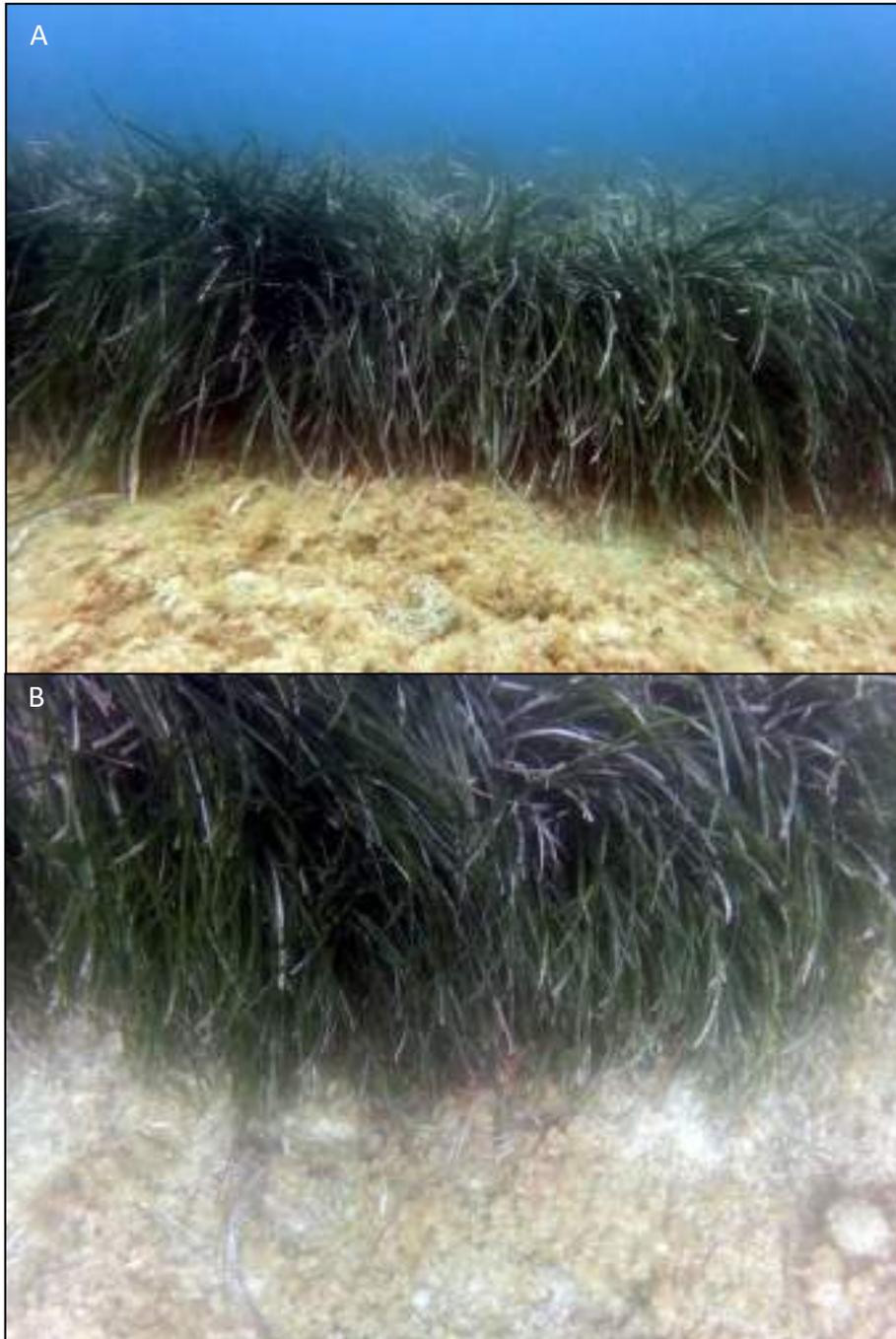


Figure 11 : Station 1 – Transect 1– A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 2



Figure 12 : Station 2 – Transect 1 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 3

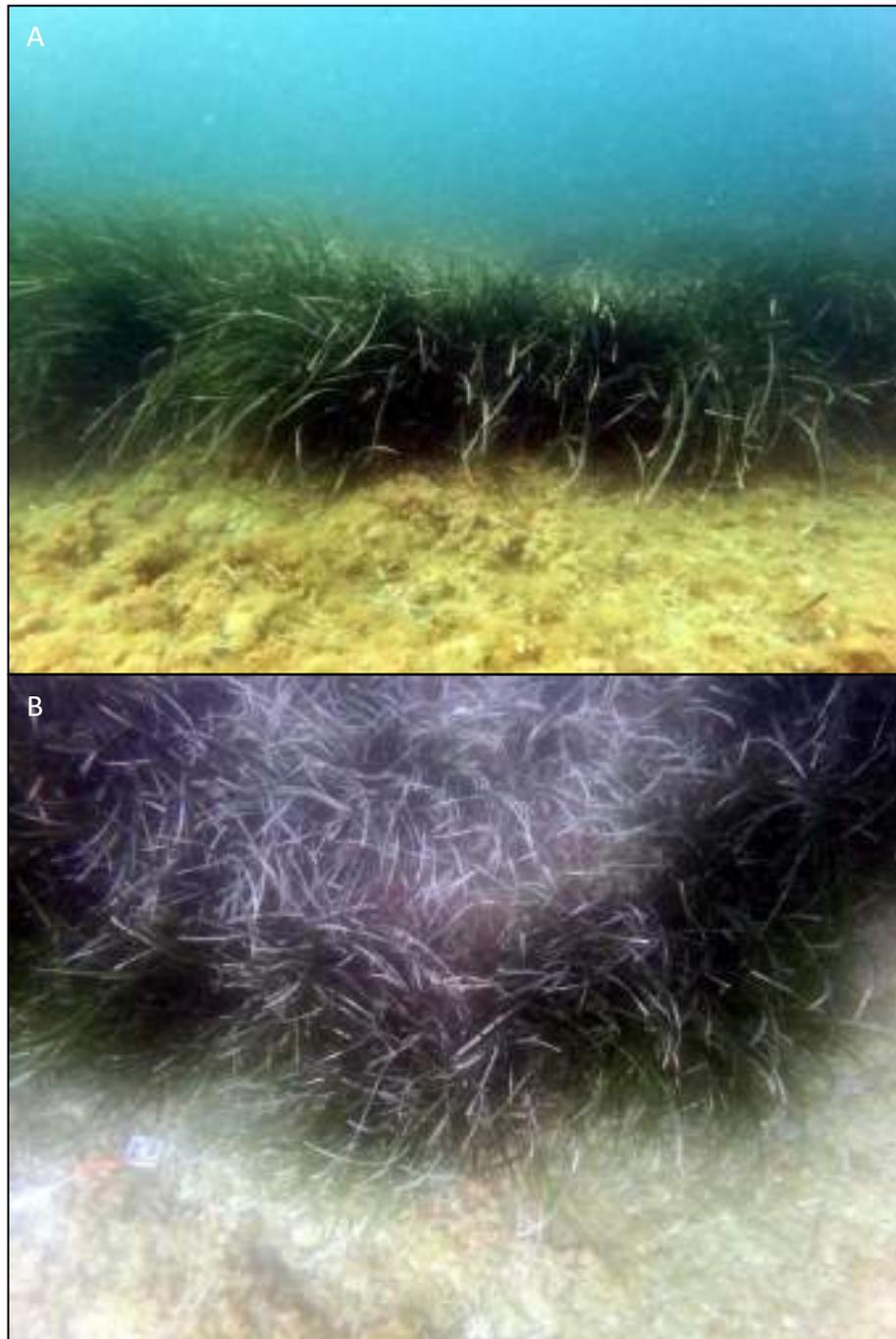


Figure 13 : Station 3 – Transect 1 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 4



Figure 14 : Station 4 – Transect 1– A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 5

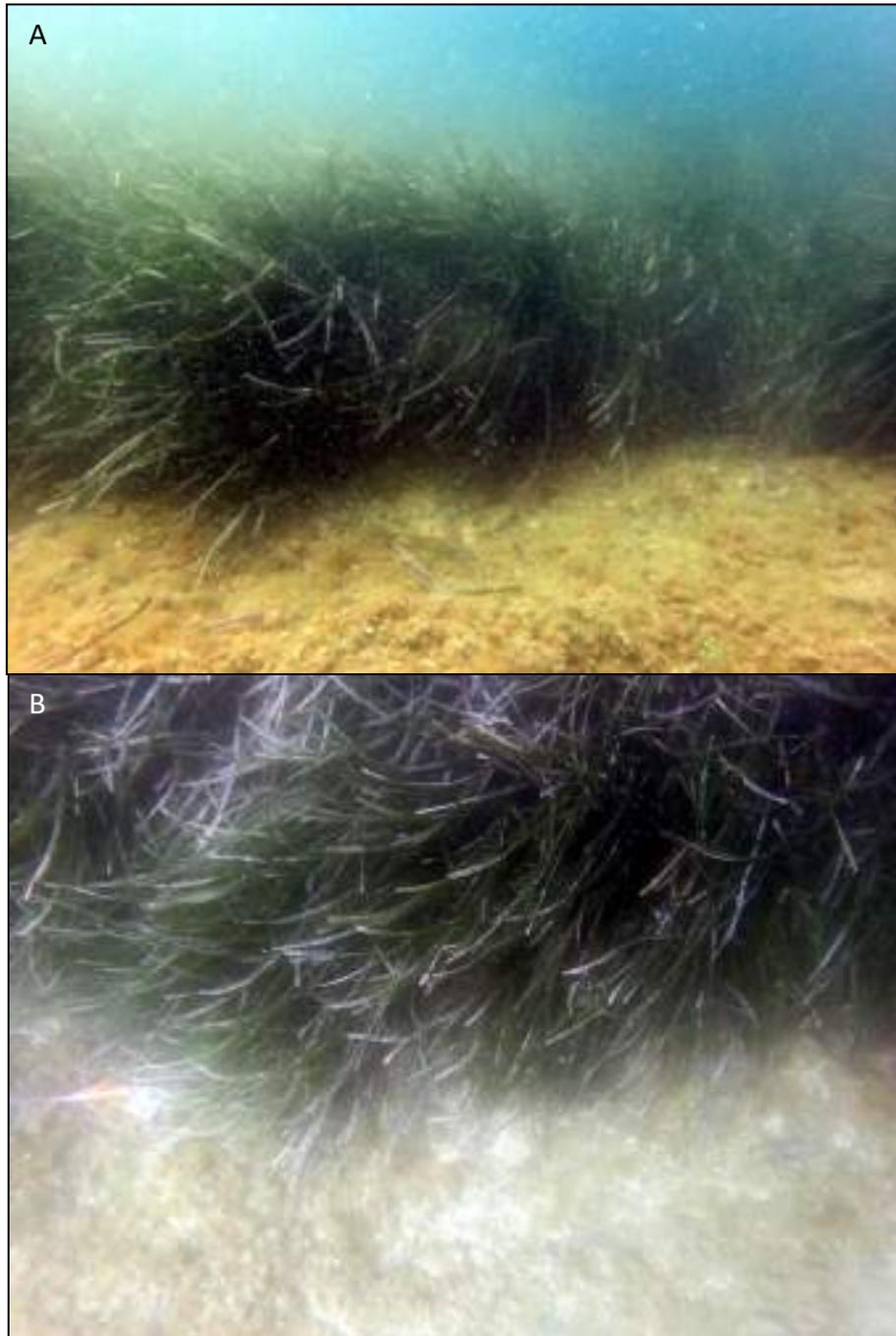


Figure 15 : Station 5 – Transect 1– A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 6



Figure 16 : Station 6 – Transect 1– A) Vue de face – B) Vue de dessus

4.3.1.2

TRANSECT 2



Station 1

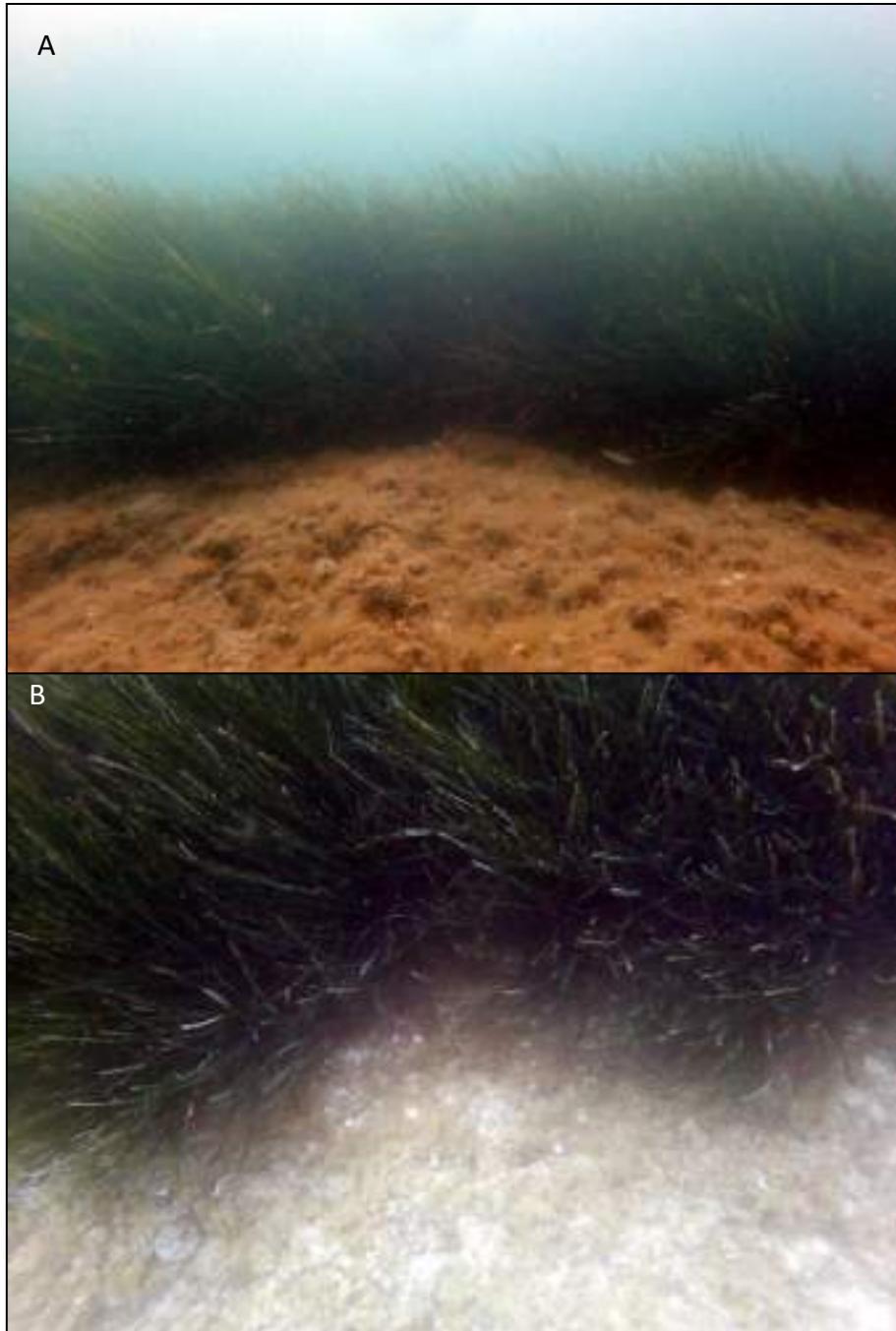


Figure 17 : Station 1 – Transect 2 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 2

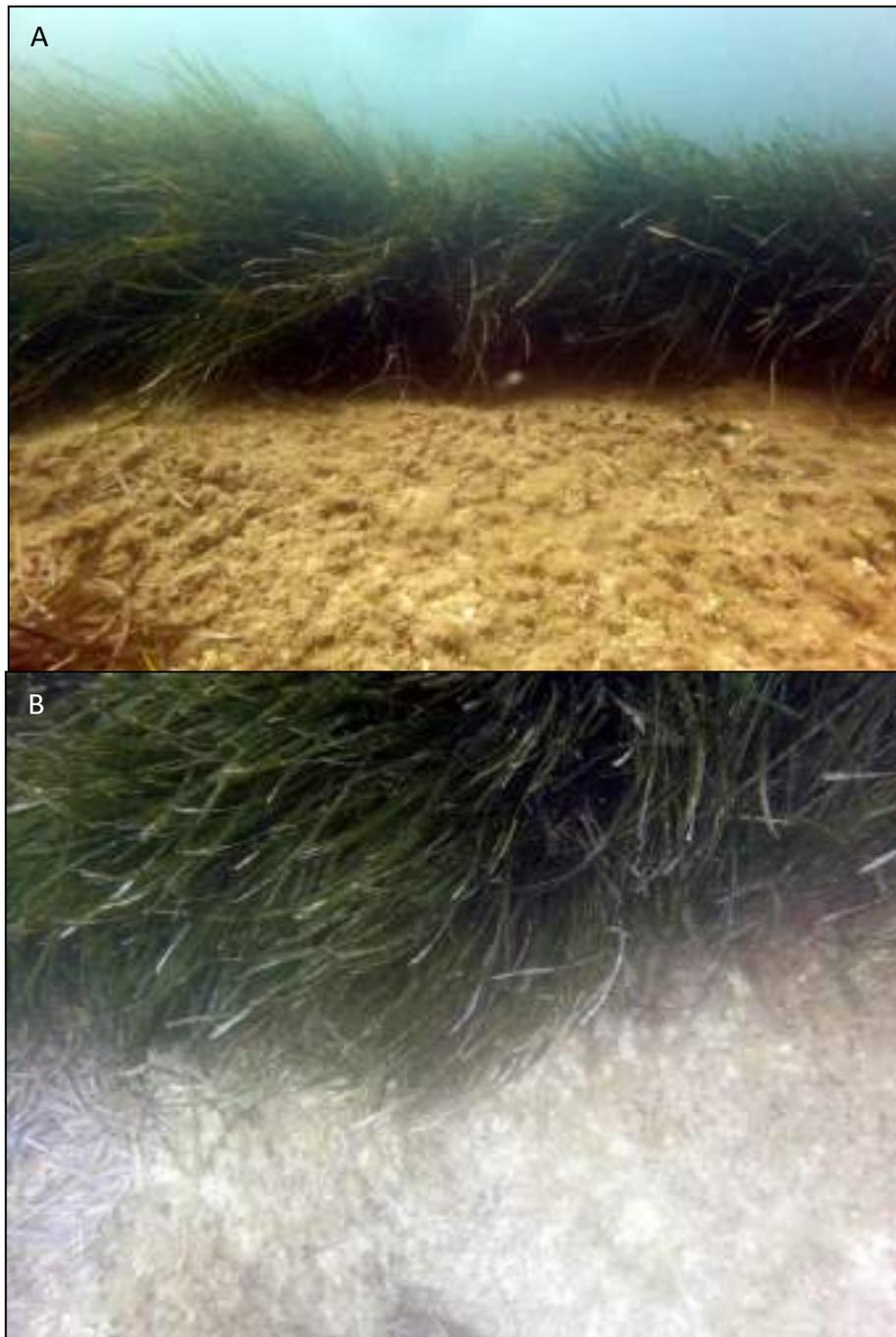


Figure 18 : Station 2 – Transect 2 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 3

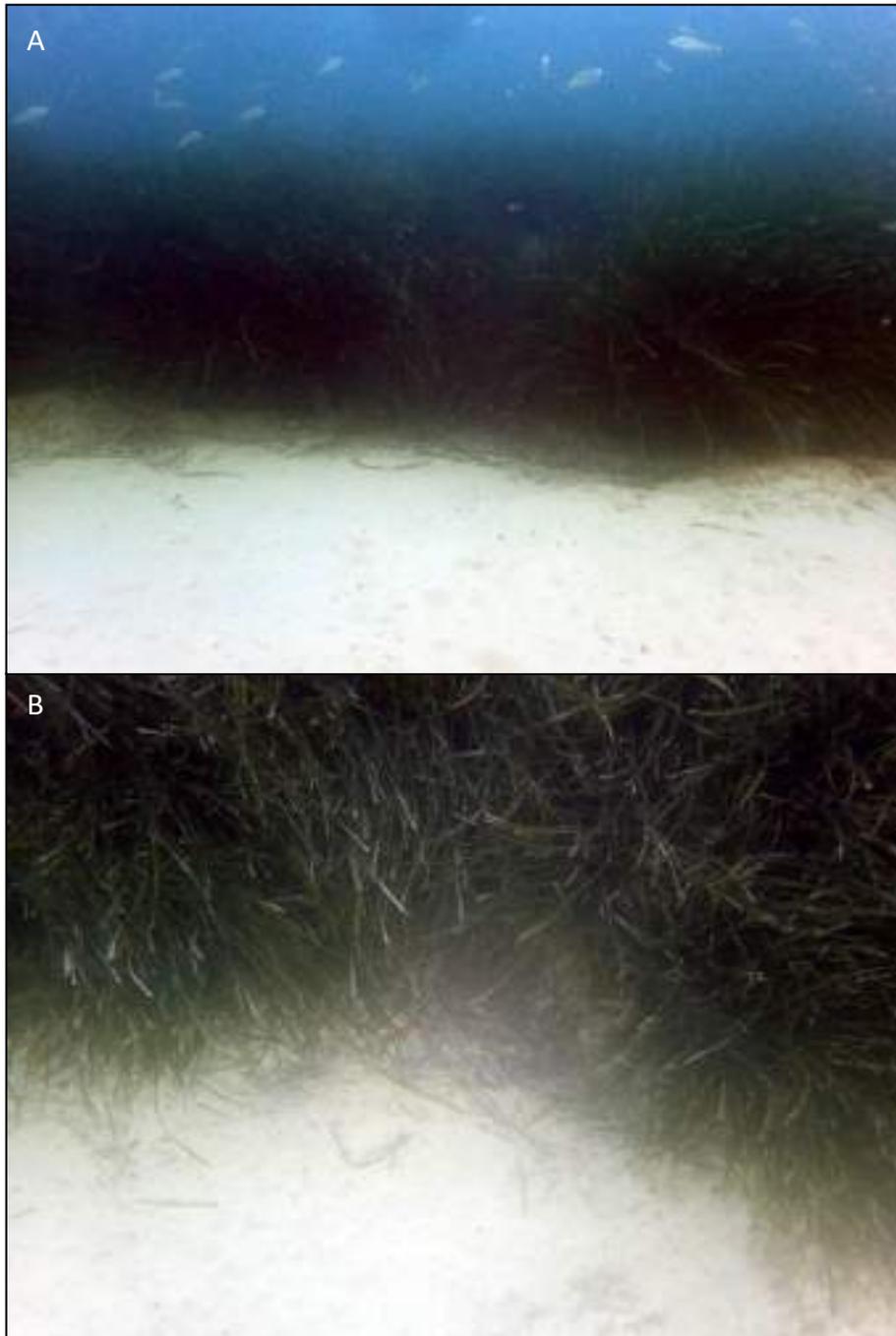


Figure 19 : Station 3 – Transect 2 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 4

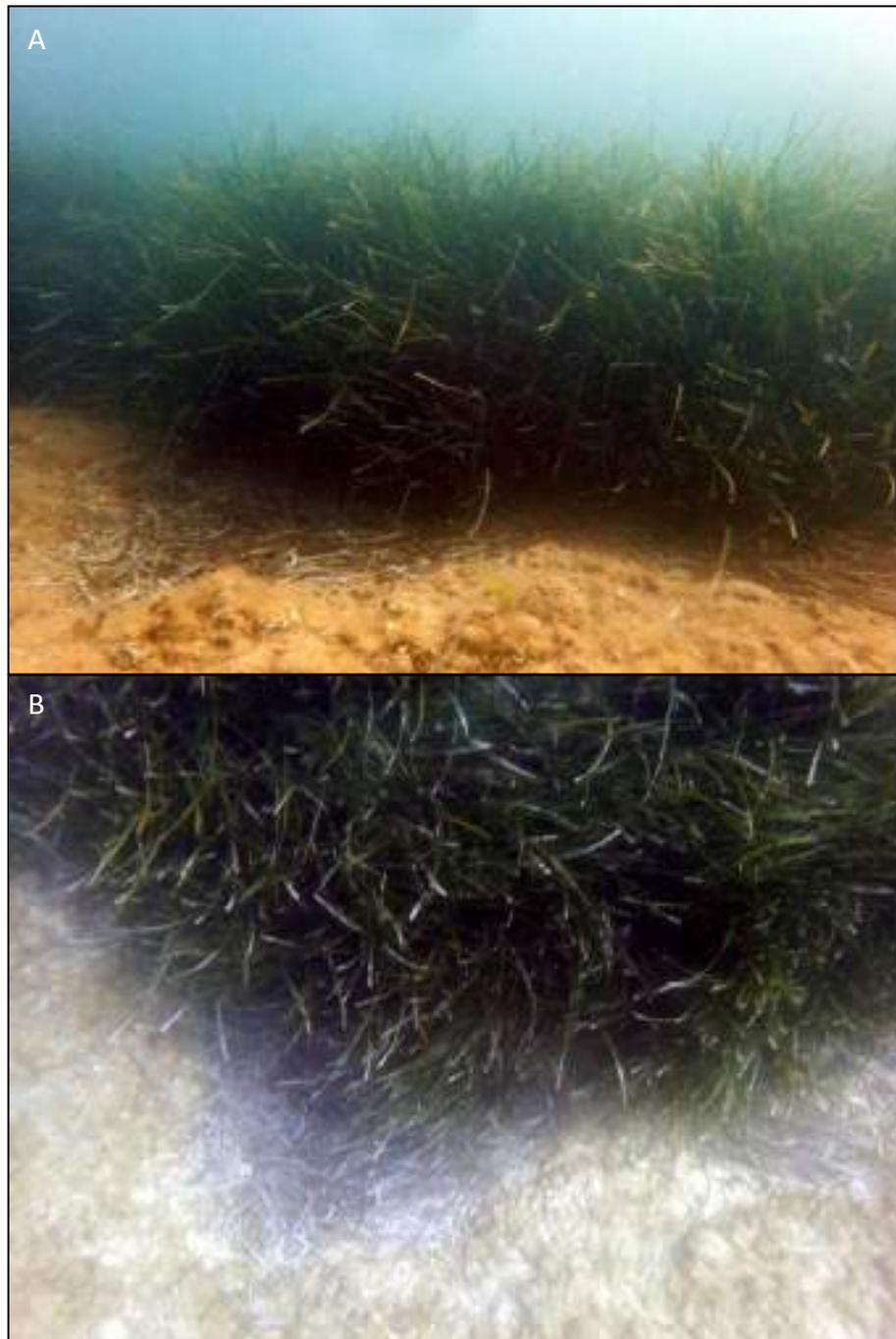


Figure 20 : Station 4 – Transect 2 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 5



Figure 21 : Station 5 – Transect 2 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 6

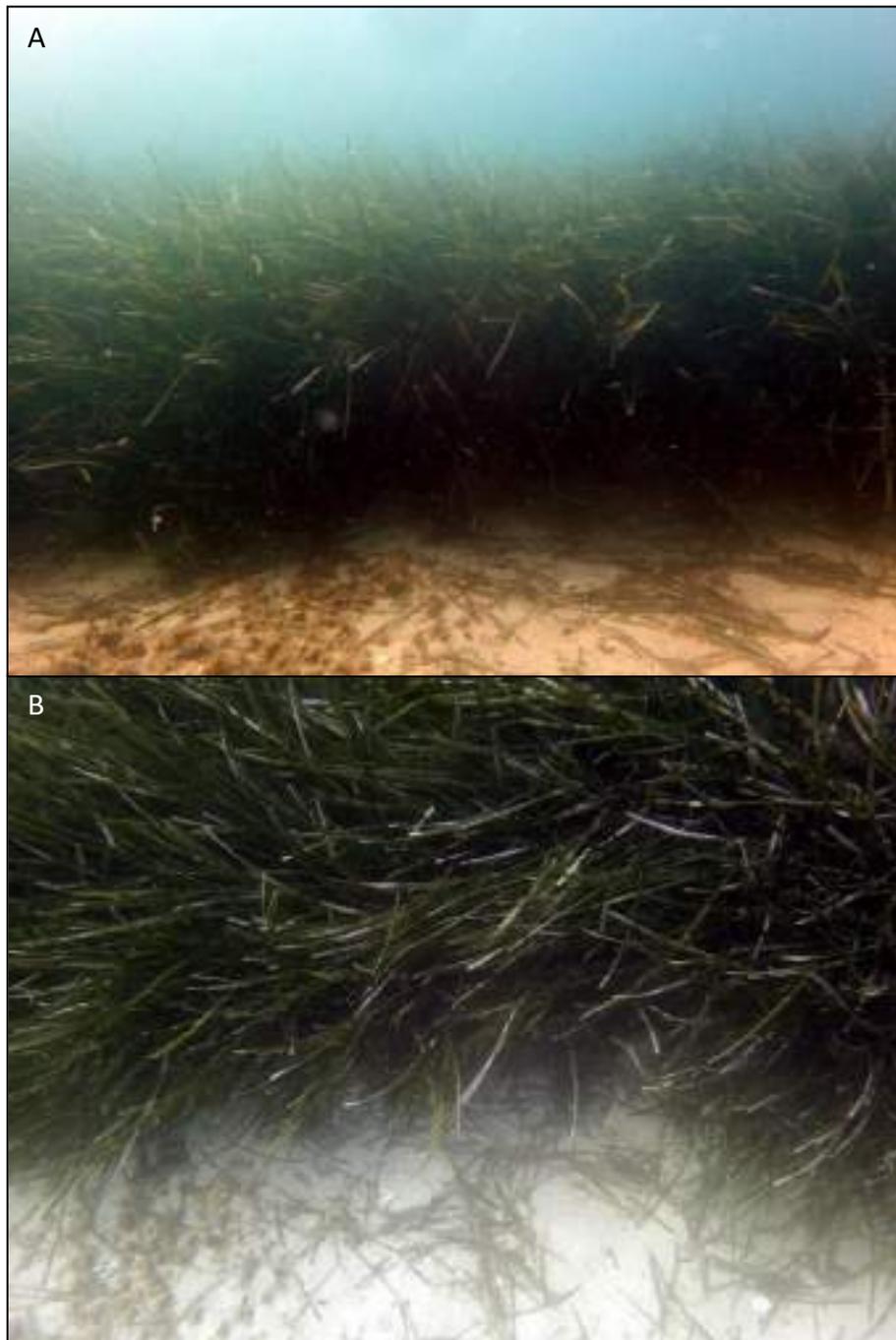


Figure 22 : Station 6 – Transect 2 – A) Vue de face – B) Vue de dessus

4.3.1.3

TRANSECT 3



Station 1

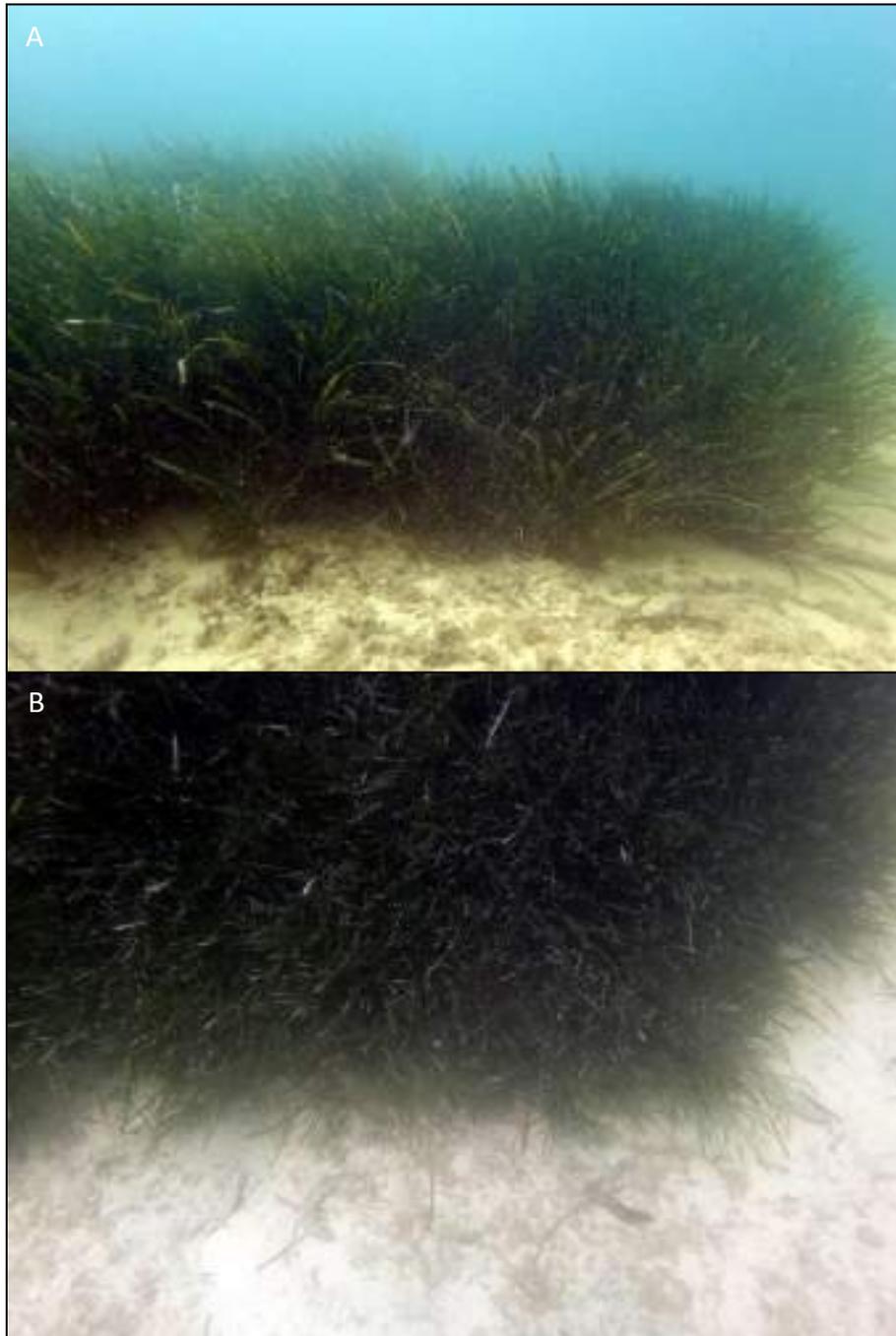


Figure 23 : Station 1 – Transect 3 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 2



Figure 24 : Station 2 - Transect 3– A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 3

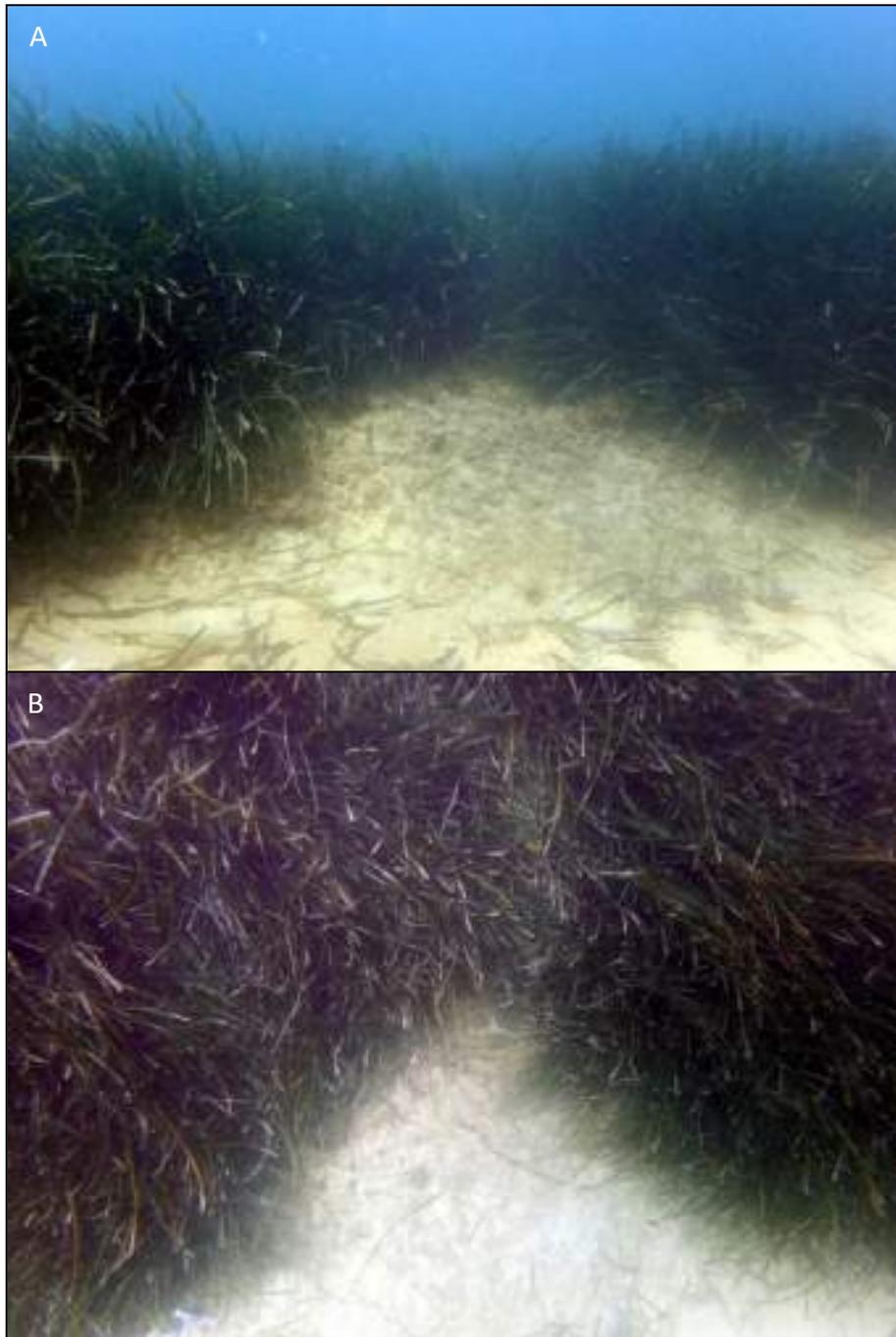


Figure 25 : Station 3 – Transect 3 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 4



Figure 26 : Station 4 – Transect 3 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 5

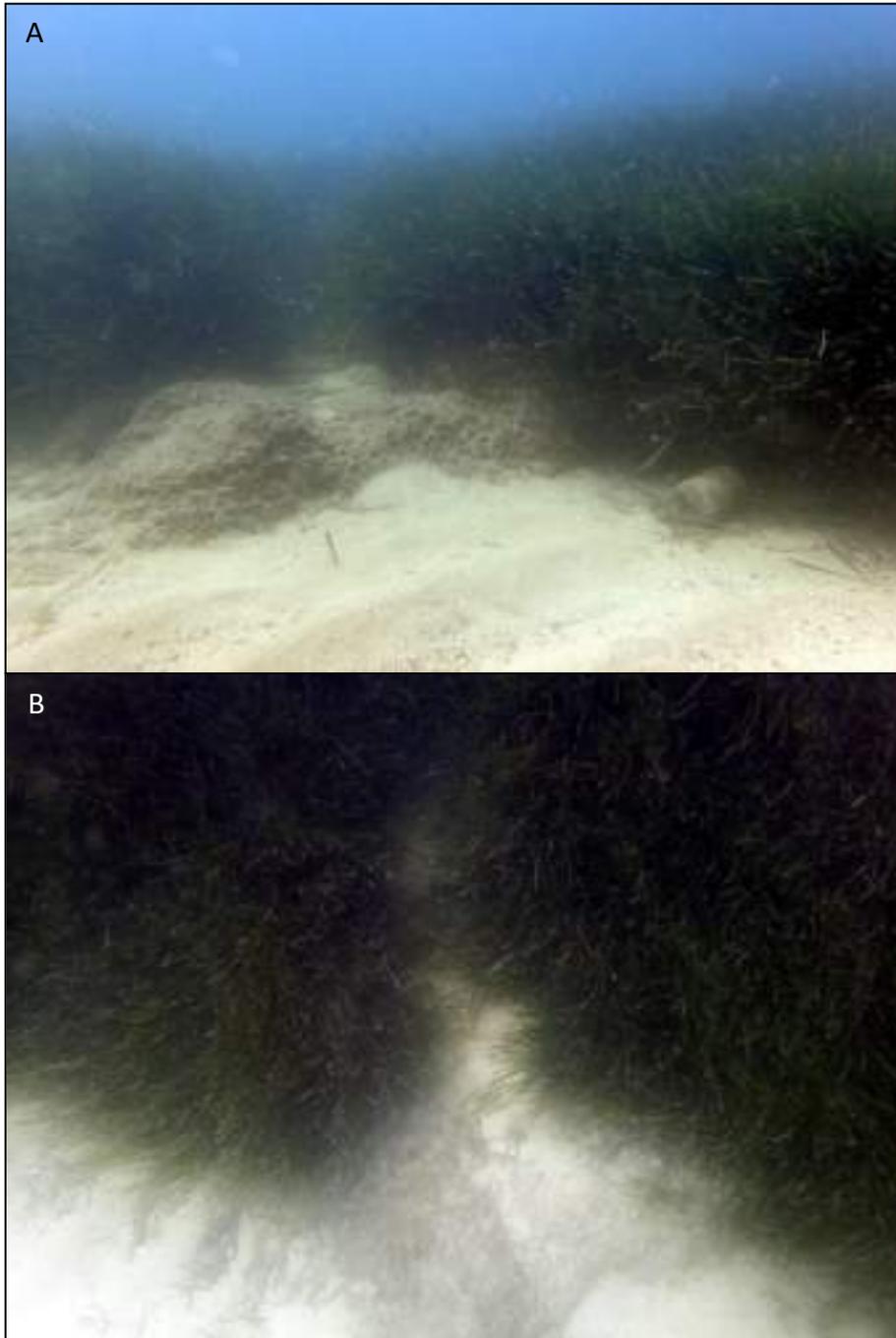


Figure 27 : Station 5 – Transect 3 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 6

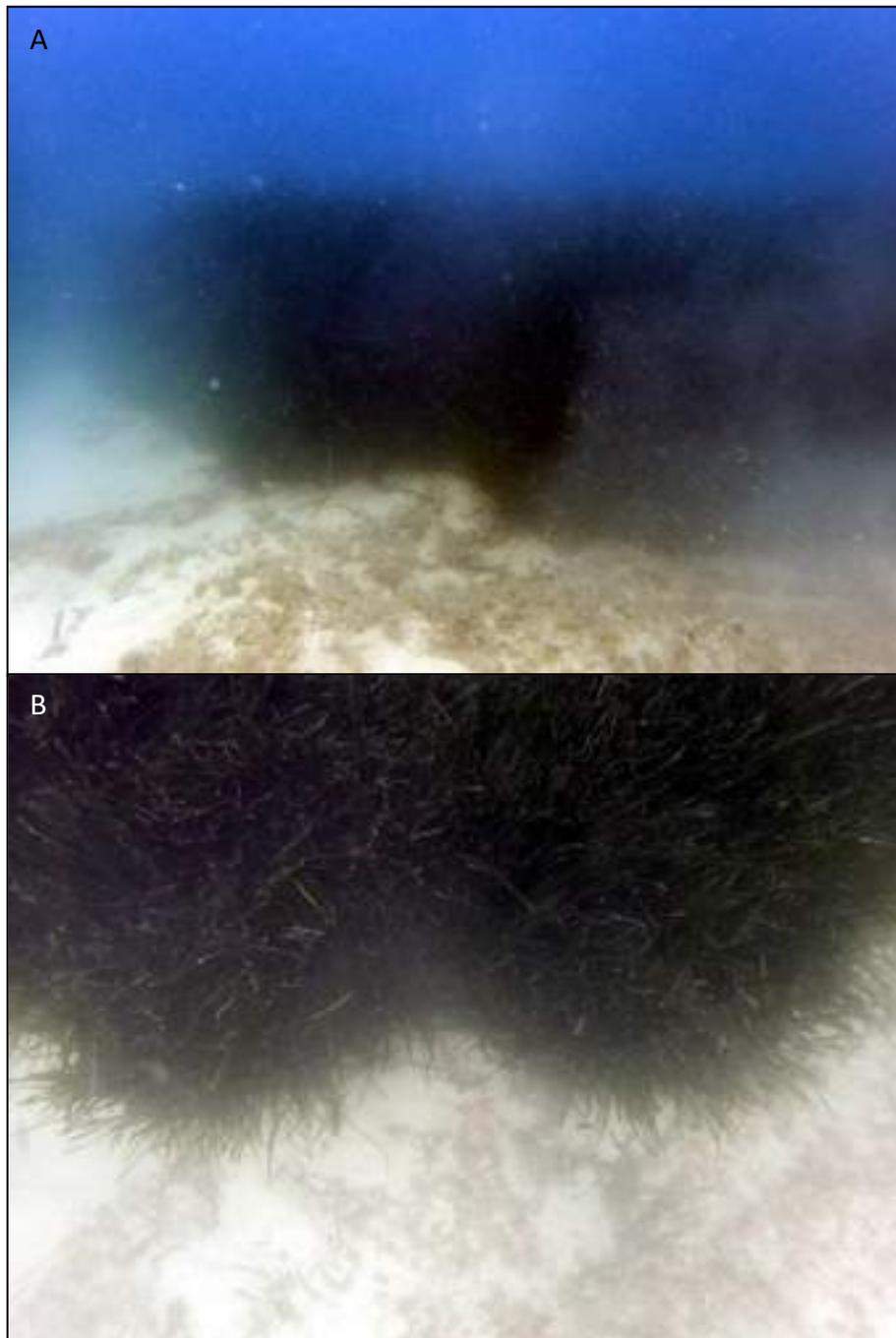


Figure 28 : Station 6 – Transect 3 – A) Vue de face – B) Vue de dessus

4.3.1.4

TRANSECT 4



Station 1

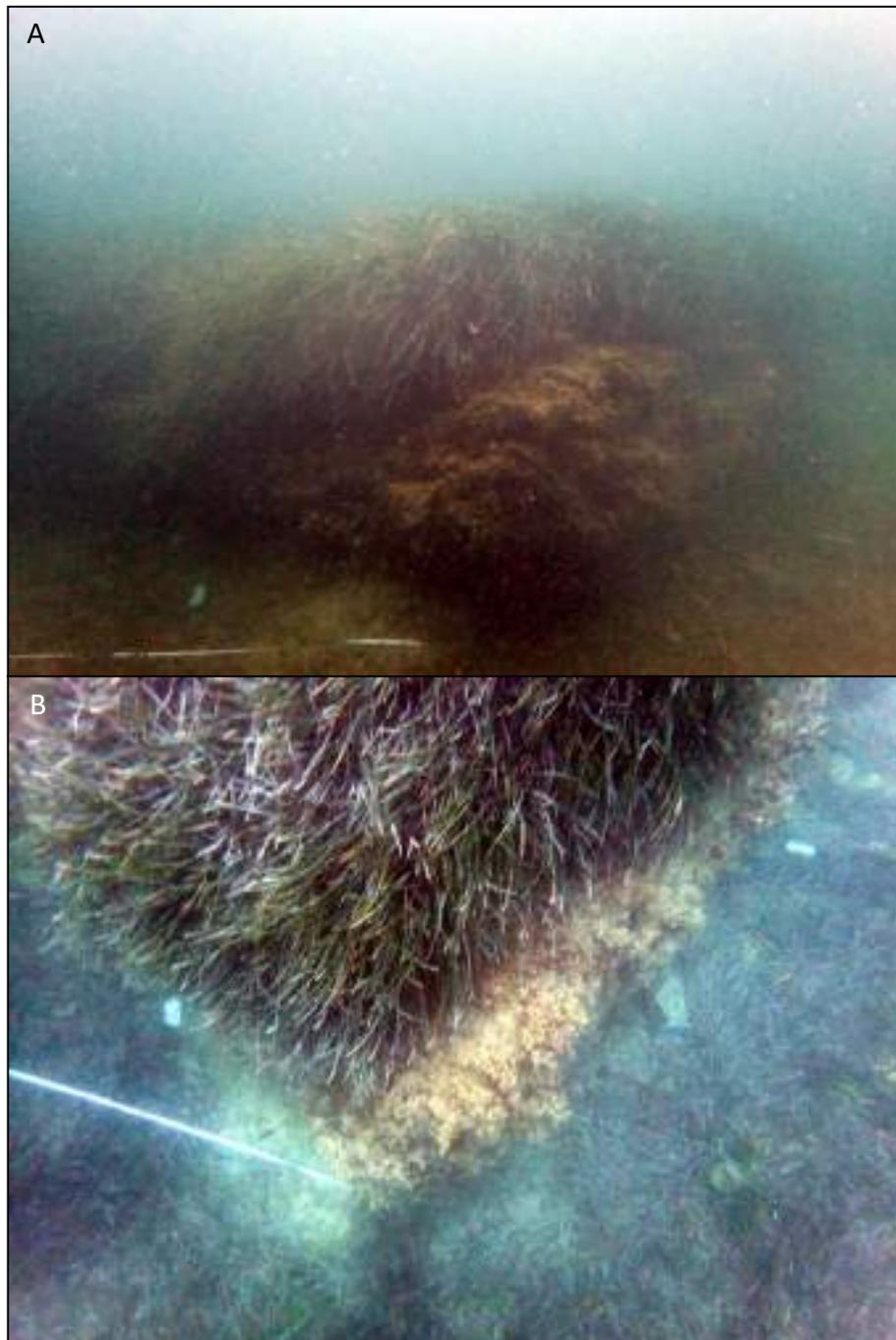


Figure 29 : Station 1 – Transect 4 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 2



Figure 30 : Station 2 – Transect 4 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 3



Figure 31 : Station 3 – Transect 4 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 4



Figure 32 : Station 4 – Transect 4 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 5



Figure 33 : Station 5 – Transect 4 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 6



Figure 34 : Station 6 – Transect 4 – A) Vue de face – B) Vue de dessus

4.3.1.5

TRANSECT 5



Station 1

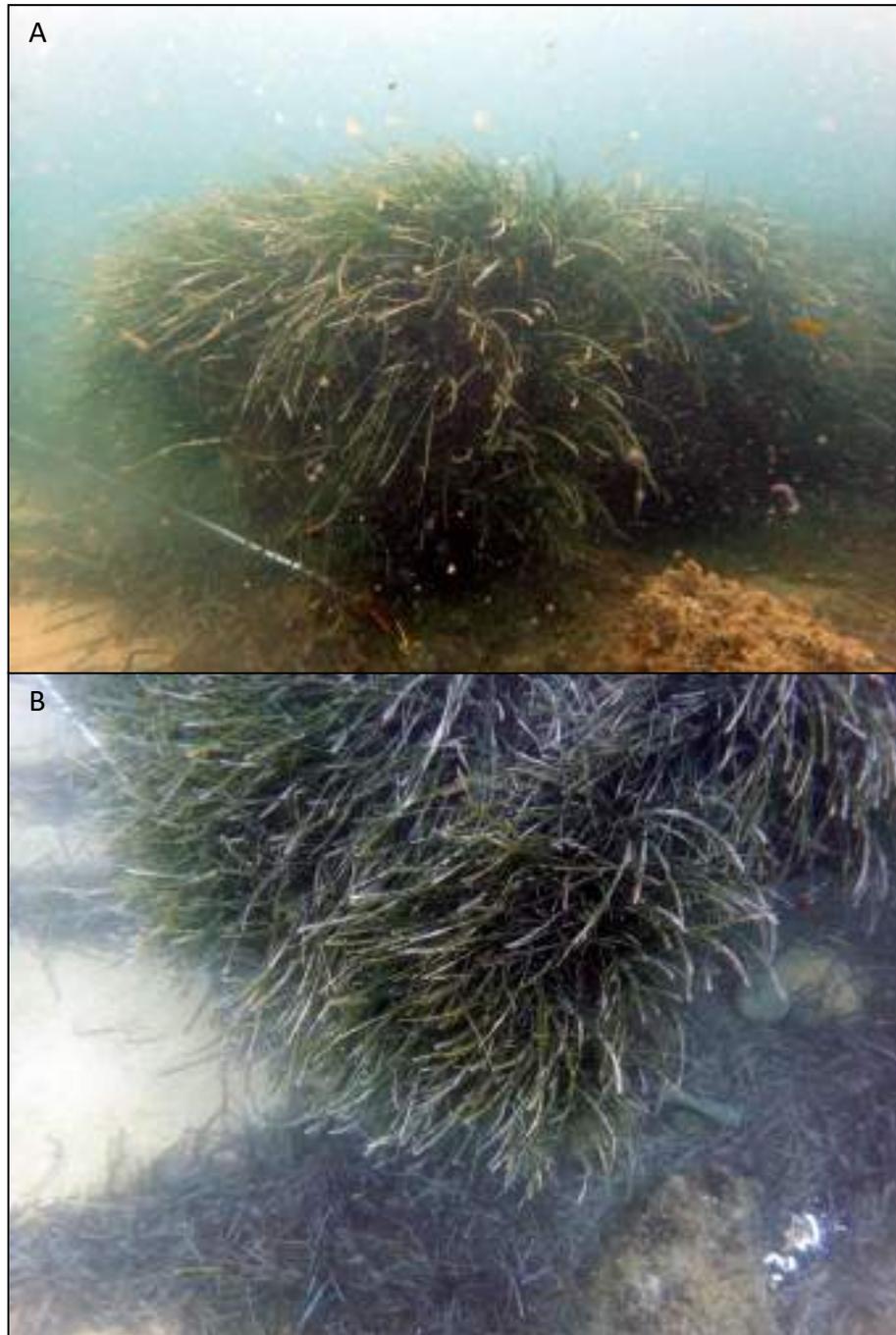


Figure 35 : Station 1 – Transect 5 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 2



Figure 36 : Station 2 – Transect 5 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 3

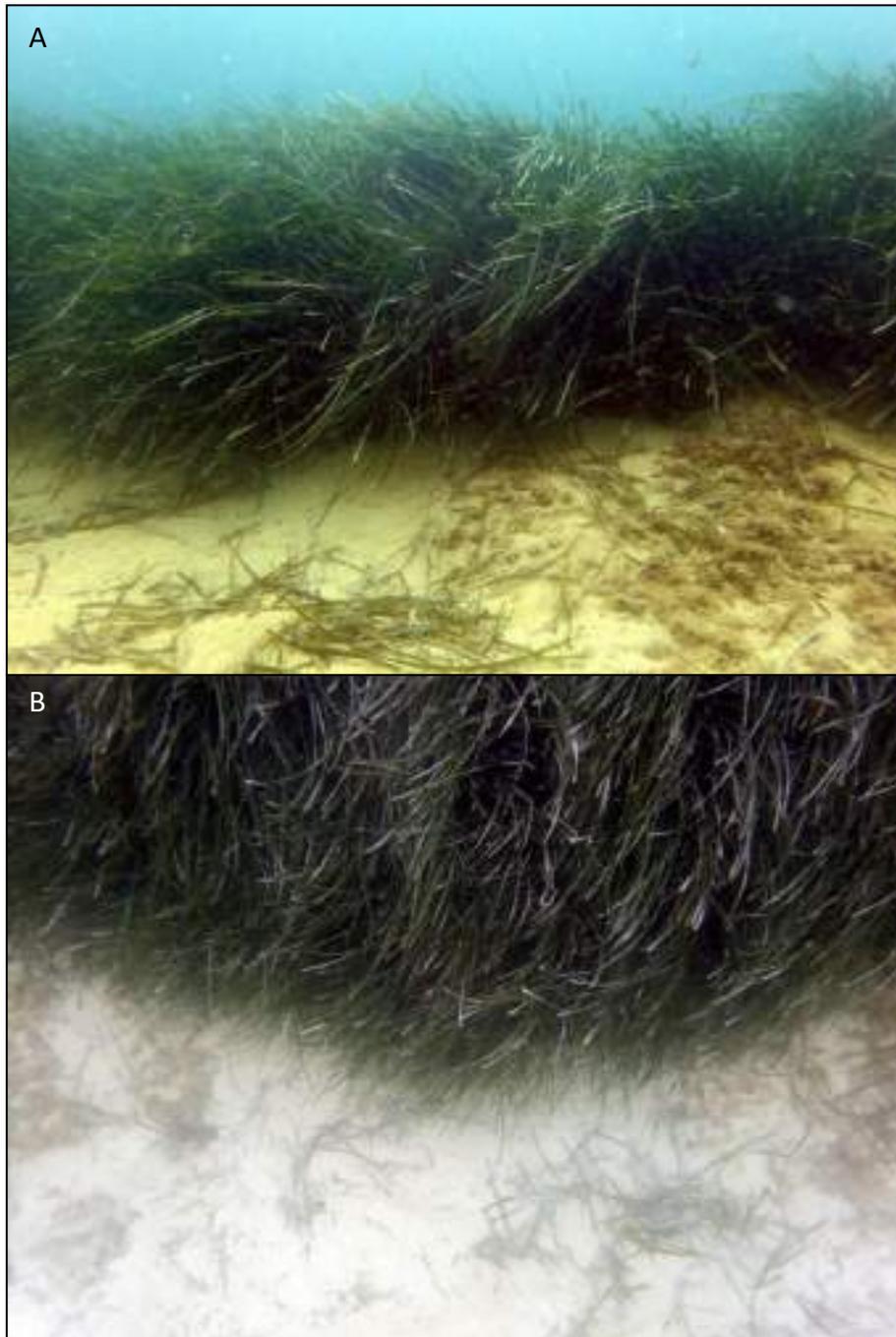


Figure 37 : Station 3 – Transect 5 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 4



Figure 38 : Station 4 – Transect 5 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 5

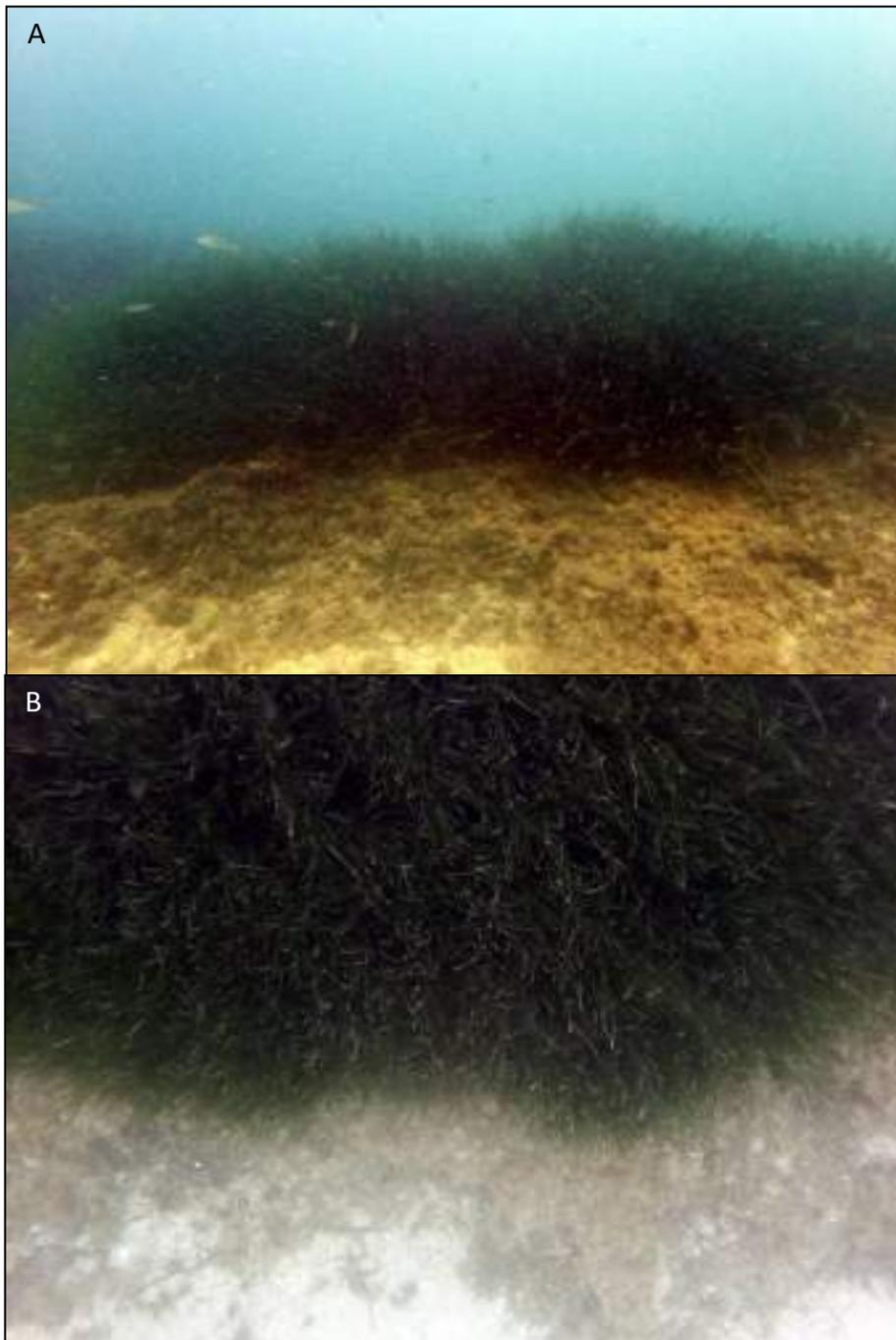


Figure 39 : Station 5 – Transect 5 – A) Vue de face – B) Vue de dessus



Station 6



Figure 40 : Station 6 – Transect 5 – A) Vue de face – B) Vue de dessus

4.3.2 DESCRIPTION DE L'HERBIER ET DE LA NATURE DES FONDS

L'herbier présente une limite morcelée au niveau des cinq transects suivis dans le cadre de cette étude. Le type morpho-structurel de l'herbier est de type herbier de plaine morcelé (mosaïque d'herbier, de matre et de sable). On note la présence de nombreux ilots le long de la limite supérieure.

Transects	Profondeur moyenne (m)	Type de limite
T1	9	Limite morcelée
T2	8,8	Limite morcelée
T3	9,1	Limite morcelée
T4	8,1	Limite morcelée
T5	8,7	Limite morcelée

Tableau 6 : types de limites observées au niveau des cinq transects

4.3.3 FAUNE ET FLORE ASSOCIEES

De nombreuses espèces associées à l'herbier ont été observées. Ainsi, l'herbier abrite des oursins comestibles (*Paracentrotus lividus*), des holothuries, des poissons (Sars, Saupes, Girelles, Crénilabres, Serrans ...), des organismes filtreurs (ascidies, spirographes). Une seule coquille de grande nacre (*Pinna nobilis*) a été observée sur la station 6 du transect 5. L'individu était mort. La grande nacre est une espèce protégée qui connaît depuis quelque années une mortalité presque totale en raison d'un parasite.



Photo 3 : Grande nacre morte à la station 6 du transect 5

4.3.4 DENSITE

La densité correspond au nombre de faisceaux de posidonie par unité de surface (m²). La densité de l'herbier est calculée au niveau de chaque station à partir de cinq mesures effectuées à l'aide de quadrats de 0,04 m² (0,20 x 0,20 m).

Les transects sont positionnés à des profondeurs proches comprise entre 10,5 (moyenne transect 2) et 8,4 m (moyenne transects 3 et 5). Tous les transects, à l'exception de T2 qui présente une densité moyenne, ont une densité jugée bonne selon l'échelle de Pergent (2007).

Transect	Station	Prof (m)	Densité (faisceaux/m ²)	Echelle Pergent 2007
T1	1	9,5	655	Bonne
	2	9,6	720	Très bonne
	3	9,4	515	Moyenne
	4	9,6	630	Bonne
	5	9,7	660	Bonne
	6	9,7	755	Très bonne
	Moyenne	9,6	656	Bonne
	Ecart type	0,1	123	
T2	1	10,2	445	Moyenne
	2	10,2	475	Moyenne
	3	10,2	480	Moyenne
	4	10,7	500	Moyenne
	5	10,8	430	Moyenne
	6	10,8	500	Moyenne
	Moyenne	10,5	472	Moyenne
	Ecart type	0,3	101	
T3	1	7,8	535	Moyenne
	2	8,2	580	Bonne
	3	8	535	Moyenne
	4	8,6	580	Bonne
	5	8,7	640	Bonne
	6	9,1	790	Très bonne
	Moyenne	8,4	610	Bonne
	Ecart type	0,4	127	
T4	1	9	440	Moyenne
	2	8,9	765	Très bonne
	3	9,2	495	Moyenne
	4	9,5	695	Bonne
	5	9,4	450	Moyenne
	6	8,9	665	Bonne
	Moyenne	9,2	585	Bonne
	Ecart type	0,2	161	
T5	1	8,9	505	Moyenne
	2	8	710	Bonne
	3	8,9	535	Moyenne
	4	8,1	590	Bonne
	5	8,6	540	Moyenne
	6	8,1	735	Bonne
	Moyenne	8,4	603	Bonne
	Ecart type	0,4	132	

Tableau 7 : Densités moyennes mesurées au niveau des cinq transects suivis

La figure suivante permet de visualiser la dispersion des données (valeur minimale, quartiles 1, 2 et 3 (Q1, 2 et 3), valeurs max ou aberrantes) des densités mesurées sur les cinq transects. En tenant compte de la dispersion des données, il semble bien qu'il y ait une différence de densité entre T2 et les autres transects, non liée à la variabilité des données. Ceci est vérifié plus loin par la réalisation de tests statistiques.

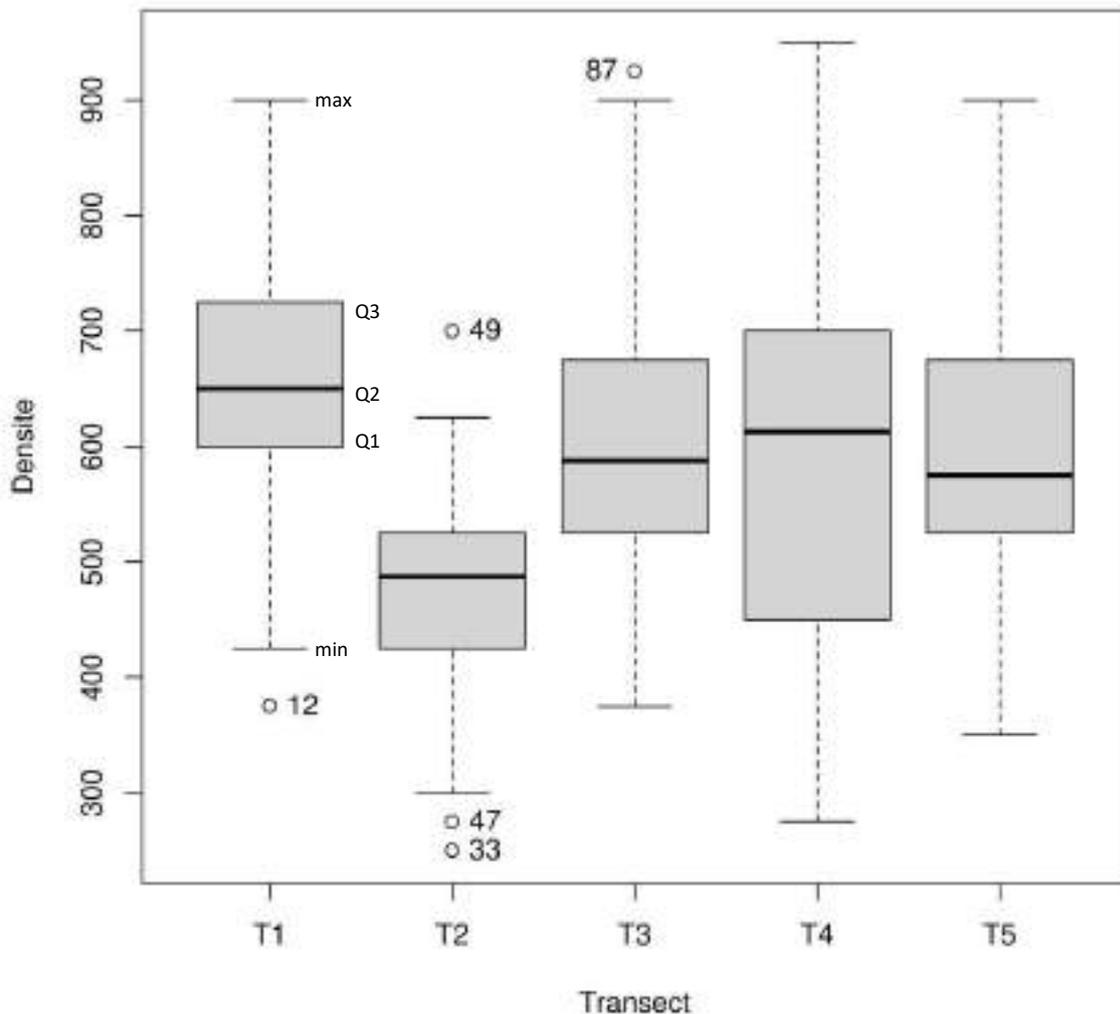


Figure 41 : Diagramme en boîte des densités mesurées sur les cinq transects

Afin de vérifier si la différence de densité des transects est significative, nous avons réalisé des tests statistiques de comparaison de moyennes. Les résultats du test ANOVA¹ montrent que la densité moyenne de T2 est très significativement différente de celle des autres (p value = $6,26 \times 10^{-6}$).

Le test post hoc de Tukey confirme bien que T2 présente des densités significativement inférieures à celles des autres transects (p value de 10^{-4} à 10^{-2}) et ne montre pas de différence significative entre ces derniers (p value de 0,23 à 0,99). T2 est située 1 à 2 m plus profond que les autres transects, ce qui peut expliquer en partie cette différence mais pas sa vitalité moindre évaluée selon l'échelle de Pergent (2007).

¹ Les distributions des moyennes sont jugées normales avec 30 mesures par transect. Un test de Bartlett a été réalisé afin de tester l'homogénéité des variances. Il résulte de ce test que les variances des 5 groupes sont égales. Ainsi, un test paramétrique de comparaison des moyennes (ANOVA) a été utilisé afin de comparer les deux groupes.

4.3.5 RECOUVREMENT

Le taux de recouvrement est le pourcentage de substrat recouvert par l'herbier (canopée).

Le taux de recouvrement est fort sur tous les transects et varie de 90 à 100% selon les stations.

Transect	Station	Prof (m)	Recouvrement (%)	Echelle Charbonnel et al, 2000
T1	1	9,5	100	Fort recouvrement
	2	9,6	90	
	3	9,4	100	
	4	9,6	100	
	5	9,7	100	
	6	9,7	100	
	Moyenne	9,6	98	
	Ecart type	0,1	4	
T2	1	10,2	100	Fort recouvrement
	2	10,2	100	
	3	10,2	100	
	4	10,7	100	
	5	10,8	100	
	6	10,8	90	
	Moyenne	10,5	98	
	Ecart type	0,3	4	
T3	1	7,8	100	Fort recouvrement
	2	8,2	100	
	3	8	100	
	4	8,6	100	
	5	8,7	100	
	6	9,1	100	
	Moyenne	8,4	100	
	Ecart type	0,4	0	
T4	1	9	100	Fort recouvrement
	2	8,9	100	
	3	9,2	100	
	4	9,5	100	
	5	9,4	100	
	6	8,9	100	
	Moyenne	9,2	100	
	Ecart type	0,2	0	
T5	1	8,9	100	Fort recouvrement
	2	8	100	
	3	8,9	100	
	4	8,1	100	
	5	8,6	100	
	6	8,1	100	
	Moyenne	8,4	100	
	Ecart type	0,4	0	

Tableau 8 : Recouvrements mesurés au niveau des cinq transects

4.3.6 POURCENTAGE DE RHIZOMES PLAGIOTROPES

Les pourcentages moyens de rhizomes plagiotropes sont faibles sur tous les transects et peuvent être considérés comme équivalents. Selon l'échelle d'évaluation (Charbonnel *et al*, 2000), l'herbier est considéré comme stable avec peu, ou pas de progression sur l'ensemble des transects.

Transect	Station	Prof (m)	Rhizomes plagiotropes (%)	Echelle Charbonnel <i>et al</i> , 2000
T1	1	9,5	2,5	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
	2	9,6	0	
	3	9,4	0	
	4	9,6	0	
	5	9,7	0	
	6	9,7	0	
	Moyenne	9,6	0,4	
	Ecart type	0,1	0,9	
T2	1	10,2	0	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
	2	10,2	0	
	3	10,2	0	
	4	10,7	0	
	5	10,8	0	
	6	10,8	5	
	Moyenne	10,5	0,8	
	Ecart type	0,3	1,9	
T3	1	7,8	2,5	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
	2	8,2	25	
	3	8	0	
	4	8,6	25	
	5	8,7	5	
	6	9,1	10	
	Moyenne	8,4	11,3	
	Ecart type	0,4	10,2	
T4	1	9	0	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
	2	8,9	25	
	3	9,2	30	
	4	9,5	20	
	5	9,4	0	
	6	8,9	0	
	Moyenne	9,2	12,5	
	Ecart type	0,2	12,8	
T5	1	8,9	15	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
	2	8	10	
	3	8,9	0	
	4	8,1	30	
	5	8,6	5	
	6	8,1	10	
	Moyenne	8,4	11,7	
	Ecart type	0,4	9,4	

Tableau 9 : pourcentages de rhizomes plagiotropes mesurés au niveau des deux transects

4.4 SYNTHÈSE

L'ensemble des paramètres indiquent que la vitalité de l'herbier est bonne (T1, T3, T4 et T5) à moyenne (T2 seulement), il n'y a pas de différence significative de la densité moyenne sur les transects à part T2 qui présente une densité significativement inférieure.

Pour les autres paramètres, on observe une équivalence des résultats avec :

- Un recouvrement fort sur l'ensemble des transects,
- Un pourcentage de plagiotropes faible sur l'ensemble des transects, pouvant traduire une stabilité de l'herbier. Toutefois, le morcellement de la limite témoigne de la régression passée de l'herbier.

Le tableau suivant rassemble les résultats des observations et mesures réalisées sur les 5 transects soit 30 stations au total.

Transect	Balise	Prof (m)	Type de limite	Densité		Recouvrement		Rhizomes plagiotropes	
				Densité faiscs/m ²	Echelle Pergent 2007	Recouvrement (%)	Echelle Charbonnel et al, 2000	Rhizomes plagiotropes (%)	Echelle Charbonnel et al, 2000
1	1	9,5	Morcelée	655	Bonne	100	Fort	2,5	<30 % : Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
	2	9,6	Morcelée	720	Très bonne	90		0	
	3	9,4	Morcelée	515	Moyenne	100		0	
	4	9,6	Morcelée	630	Bonne	100		0	
	5	9,7	Morcelée	660	Bonne	100		0	
	6	9,7	Morcelée	755	Très bonne	100		0	
	Moyenne	9,6		656	Bonne	98		0,4	
2	1	10,2	Morcelée	445	Moyenne	100	Fort	0	<30 % : Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
	2	10,2	Morcelée	475	Moyenne	100		0	
	3	10,2	Morcelée	480	Moyenne	100		0	
	4	10,7	Morcelée	500	Moyenne	100		0	
	5	10,8	Morcelée	430	Moyenne	100		0	
	6	10,8	Morcelée	500	Moyenne	90		5	
	Moyenne	10,5		472	Moyenne	98		0,8	
3	1	7,8	Morcelée	535	Moyenne	100	Fort	2,5	<30 % : Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
	2	8,2	Morcelée	580	Bonne	100		25	
	3	8	Morcelée	535	Moyenne	100		0	
	4	8,6	Morcelée	580	Bonne	100		25	
	5	8,7	Morcelée	640	Bonne	100		5	
	6	9,1	Morcelée	790	Très bonne	100		10	
	Moyenne	8,4		610	Bonne	100		11,3	
4	1	9	Morcelée	440	Moyenne	100	Fort	0	<30 % : Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
	2	8,9	Morcelée	765	Très bonne	100		25	
	3	9,2	Morcelée	495	Moyenne	100		30	
	4	9,5	Morcelée	695	Bonne	100		20	
	5	9,4	Morcelée	450	Moyenne	100		0	
	6	8,9	Morcelée	665	Bonne	100		0	
	Moyenne	9,2		585	Bonne	100		12,5	
5	1	8,9	Morcelée	505	Moyenne	100	Fort	15	<30 % : Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
	2	8	Morcelée	710	Bonne	100		10	
	3	8,9	Morcelée	535	Moyenne	100		0	
	4	8,1	Morcelée	590	Bonne	100		30	
	5	8,6	Morcelée	540	Moyenne	100		5	
	6	8,1	Morcelée	735	Bonne	100		10	
	Moyenne	8,4		603	Bonne	100		11,7	

Tableau 10 : Tableau de synthèse des résultats

5 CONCLUSION

La présente étude établit un état initial de l'environnement marin dans une zone délimitée par la base nautique du Roucas Blanc au nord et par le port de la Pointe Rouge au sud. Celle-ci est réalisée avant des travaux d'aménagement qui doivent être réalisés le long des plages du Prado.

Ainsi, les objectifs de cette étude étaient de :

- Réaliser la **cartographie détaillée des biocénoses de la zone comprise entre la base nautique du Roucas Blanc et l'embouchure de l'Huveaune**, avec l'aide des données récoltées par le bureau d'études Semantic TS ;
- **Vérifier la validité de la cartographie des habitats réalisée, en 2017, par Andromède Océanologie**, sur la zone comprise entre l'embouchure de l'Huveaune et le port de la Pointe Rouge, par des prospections sous-marines de vérité terrain ;
- Réaliser un **état de vitalité de l'herbier à posidonies au niveau deux cinq transects de suivi** répartis le long de la limite supérieure de l'herbier sur l'ensemble de la zone comprise entre la base nautique du Roucas Blanc et le port de la Pointe Rouge.

La prospection sous-marine réalisée sur la zone d'étude a permis de mettre en évidence la présence des habitats suivants qui, lorsque l'équivalence existe, sont désignés selon la typologie Natura 2000 :

- **Herbier à posidonies** (Code N2000 : 1120-1) : il est présent sur la moitié est de la zone d'étude, sous la forme d'un herbier de plaine morcelé.
- **Matte morte**
- **Sables fins de haut niveau** (Code N2000 : 1110-5) ;
- **Sables fins bien calibrés** (Code N2000 : 1110-6) ;
- **Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond** (code n2000 : 1110-7) ;
- **Les roches infralittorales à algues photophiles** (Code N2000 : 1170-13)
- **Les roches médiolittorales** qui comprennent : la roche médiolittorale inférieure (Code N2000 : 1170-12), la roche médiolittorale supérieure (Code N2000 : 1170-11) et la roche supralittorale (Code N2000 : 1170-10).

Au sein de ces habitats, une seule espèce protégée a été observée. Il s'agit de la **posidonie (*Posidonia oceanica*)**, espèce formant l'herbier à posidonies. Elle a également été observée sous forme d'ilots et de faisceaux isolés, sur les roches infralittorales à algues photophiles et sur la matte morte, en pied de digue, dans la partie nord de la zone, à proximité immédiate du trait de côte.

La présence de posidonie sous ses différentes formes confère un très fort enjeu écologique à la zone cartographiée ici. De plus, dans la partie nord de la zone, des ilots et des faisceaux isolés de posidonies sont présents en pied de digue, à proximité immédiate du trait de côte.

Les plongées de vérité terrain réalisées sur la zone cartographiée en 2017 par Andromède Océanologie ont mis en évidence les points suivants :

- Les **limites des grands ensembles** (herbier à posidonies, matte morte, sables fins bien calibrés...) semblent **relativement fidèles à la réalité**. La précision de la définition des limites des différents habitats nous apparaît satisfaisante. Cette observation serait toutefois à vérifier à l'aide des fichiers sources créés pour le rendu cartographique. En effet, comme cela a déjà été indiqué, l'image cartographique dont nous disposons n'est pas géoréférencée et souffre d'une définition faible.
- **Une zone** où est présent l'habitat « **Roches infralittorales à algues photophiles** » **n'est pas mentionnée**. Elle est représentée, sur la cartographie de 2017, comme « matte morte ».
- Des **ilots et des faisceaux isolés de posidonies ont été observés en densités plus ou moins importante en pieds des digues de la zone**, sur la roche infralittorale à algues photophiles. Cette présence n'est **pas indiquée sur la cartographie** réalisée par Andromède Océanologie en 2017.
- Des **ilots non-indiqués sur la cartographie réalisée en 2017** ont également été observés **sur la matte morte à l'extrémité sud de la zone**, à proximité immédiate du port de la Pointe Rouge.

Ainsi, si la cartographie des habitats de cette zone apparaît, dans son ensemble, relativement proche de la réalité du terrain, notamment en ce qui concerne les limites des différents habitats représentés, une présence non négligeable d'ilots et de faisceaux isolés de posidonies a été mise en évidence sur la roche infralittorale à algues photophiles et sur la matte morte, au pieds des digues et à l'extrémité sud de la zone, à proximité immédiate du trait de côte.

Au cours des plongées réalisées sur la zone cartographiée en 2017, il est à noter que de **très nombreux macrodéchets** ont été **observés le long de la limite supérieure de l'herbier à posidonies**. Ces déchets semblent provenir de la plage et être transportés par les courants vers le large où ils sont piégés par la limite de l'herbier. Ceci crée donc une zone d'accumulation de ces déchets au niveau de la limite entre les sables fins bien calibrés et l'herbier de plaine.

Concernant **l'évaluation de l'état de vitalité de l'herbier à posidonies**, l'ensemble des paramètres indiquent que la **vitalité de l'herbier est bonne (T1, T3, T4 et T5) à moyenne (T2 seulement)**.

La densité moyenne du transect T2 est significativement inférieure à celle des quatre autres transects. Les transects T1, T3, T4 et T5 ne présentent pas de différence significative entre eux.

Pour **les autres paramètres**, on observe une **équivalence des résultats** sur les 5 transects avec :

- Un **recouvrement fort sur l'ensemble des transects**,
- Un **pourcentage de plagiotropes faible sur l'ensemble des transects**, pouvant traduire une **stabilité de l'herbier**. Toutefois, le **morcellement de la limite témoigne de la régression passée de l'herbier**.

6 BIBLIOGRAPHIE

BENSETTITI F., BIORET F., ROLAND J. & LACOSTE J.-P. (COORD.), 2004. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 399 p. + cédérom.

<https://inpn.mnhn.fr/docs/cahab/tome2.pdf>

BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., TUNESI L. 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. RAMOGE pub. : 202p

BOUDOURESQUE C.F., GIRAUD G., PANAYOTIDIS P., 1980. Végétation marine de l'île de Port - Cros. XIX. Mise en place d'un transect permanent. Travaux Scientifiques Parc national Port - Cros, 6 : 207 - 221.

http://cartocean.fr/biblio/Boudouresque_et_al_1980.pdf

CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., BERNARD G., BONHOMME P., PATRONE J., KRUCZEK R., COTTALORDA J.M., BERTRANDY M.C., FORET P., RAGAZZI M., LE DIREAC'H L., 2000. Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie : Présentation et Guide Méthodologique. Année 2000. Région PACA/ Agence de l'Eau RMC/GIS Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/Conseil Général 06. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-76.

CHARBONNEL E., GRAVEZ V., ABELLARD O., BOUDOURESQUE C. F., REMONNAY L., 1995. Surveillance de l'herbier à *Posidonia oceanica* du golfe de Giens (Var-France). Second suivi. Contrat Syndicat Intercommunal Hyères- Carqueiranne pour l'assainissement de la baie de Giens & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-106 + 8 p annexes.

GRAVEZ V., GELIN A., CHARBONNEL E., FRANCOUR P., ABELLARD O., REMONNAY L., 1995. Surveillance de l'herbier de Posidonie de la baie du Prado (Marseille) - Suivi 1995. Ville de Marseille & GIS Posidonie, Marseille, Fr. : 1-56.

C. NOËL. P. BOISSERY. N. QUELIN. V. RAIMONDINO. 2012. Cahier Technique du Gestionnaire : Analyse comparée des méthodes de surveillance des herbiers de posidonies. 96 p CartOcean, Agence de l'eau RMC, DREAL PACA, Région PACA.

http://cartocean.fr/Downloads/CTG_Suivi_Herbier_Guide_V2_BR.pdf

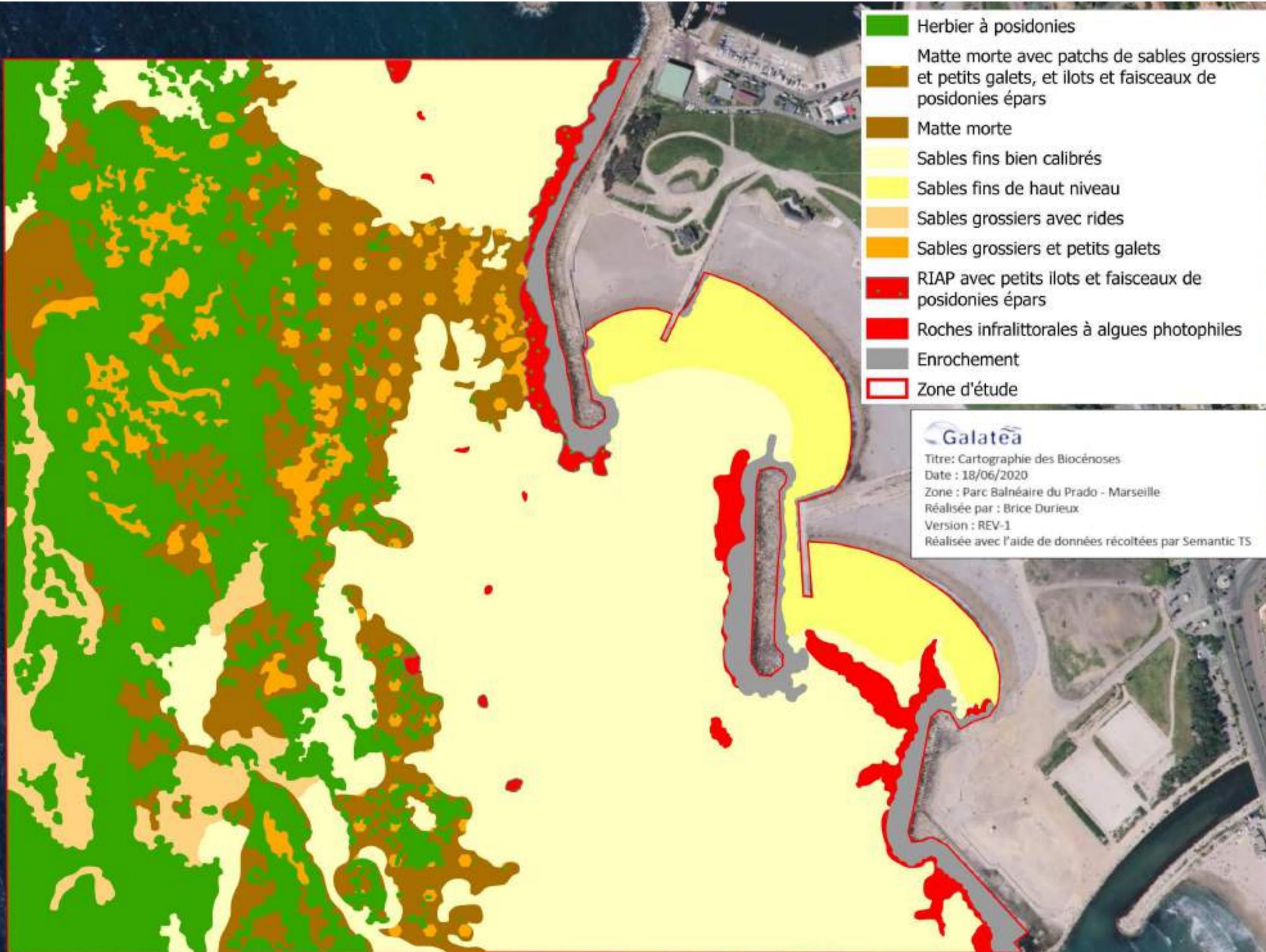
NOEL, P et al., 1995. Cartographie et évaluation des principaux mollusques filtreurs du Golfe Normano-Breton. Rapport Interne DEL/95.11et Rapport du laboratoire côtier DRV/RH Brest, 31 pp + annexes.

PERGENT G., 2007. Protocole pour la mise en place d' une surveillance des herbiers de Posidonies. Programme « MedPosidonia » / CA R/ASP - Fondation d'entreprise TOTAL pour la Biodiversité et la Mer ; Mémoire d'Accord N°21/2007/RA C/SPA/ MedPosidonia Nautilus-Okianos: 21p.
http://cartocean.fr/biblio/Pergent_2007.pdf

PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral de Méditerranée : Etat des connaissances. Mésogée, 54 :3 - 27.
[http://cartocean.fr/biblio/Pergent et al 1995.pdf](http://cartocean.fr/biblio/Pergent_et_al_1995.pdf)

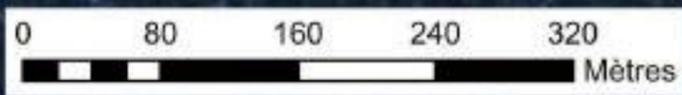
PERGENT-MARTINI C., 1994. Impact d'un rejet d'eaux usées urbaines sur l'herbier à Posidonia oceanica , avant et après la mise en service d'une station d'épuration. Thèse Doctorat Ecologie Marine, Université de Corse : 1 – 208.

ROUANET E., BONHOMME D., ASTRUCH P., 2014. Diagnostic de l'herbier de posidonie (Posidonia oceanica) en vue d'une opération de travaux dans l'anse de la Potinière. Contrat Mairie de Hyères les Palmiers & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ. , Fr. , 1 - 49. [http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/F09314P0290 diagnostic posidonie cle717515.pdf](http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/F09314P0290_diagnostic_posidonie_cle717515.pdf)



-  Herbier à posidonies
-  Matte morte avec patches de sables grossiers et petits galets, et ilots et faisceaux de posidonies épars
-  Matte morte
-  Sables fins bien calibrés
-  Sables fins de haut niveau
-  Sables grossiers avec rides
-  Sables grossiers et petits galets
-  RIAP avec petits ilots et faisceaux de posidonies épars
-  Roches infralittorales à algues photophiles
-  Enrochement
-  Zone d'étude

 Galathea
Titre: Cartographie des Biocénoses
Date : 18/06/2020
Zone : Parc Balnéaire du Prado - Marseille
Réalisée par : Brice Durieux
Version : REV-1
Réalisée avec l'aide de données récoltées par Semantic TS



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, Increment P Corp., GEBCO, USGS, NOAA, NPS, NRCAN, Geobase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Diagnostic écologique sur le site du Stade Nautique du Roucas Blanc à Marseille – Biotope 2018



Diagnostic
écologique sur le
site du Stade
Nautique du
Roucas Blanc à
Marseille (13)

Ville de Marseille
18 décembre 2018

**Inventaire faune - flore
terrestre et maritime**

Citation recommandée	Biotope, 2018, Diagnostic écologique sur le site du Stade Nautique du Roucas Blanc à Marseille (13), Inventaire faune - flore terrestre et maritime. Ville de Marseille.	
Version/Indice	Version 1	
Date	18/12/2018	
Nom de fichier	Diagnostic-RoucasBlanc_vdef.docx	
N° de contrat	2018726	
Date de démarrage de la mission	22/03/2018	
Maître d'ouvrage	Ville de Marseille	
Interlocuteur	Lionnel LAUNAY	Contact : Mail : llaunay@marseille.fr Téléphone : 06 32 87 35 10
Biotope, Responsable de l'étude	Magalie LACROIX	Contact : mlacroix@biotope.fr Tél : 04 89 26 03 60
Biotope, Chef de projet Milieu marin	Lucas BERENGER	Contact : lberenger@biotope.fr Tél : 07 63 09 17 39

Sommaire

1	Contexte du projet et aspects méthodologiques	7
1	Introduction	8
2	Aspects méthodologiques	9
2.1	Abréviations employées	9
2.2	Terminologies employées	10
2.3	Aires d'études	10
2.4	Équipe de travail	13
2.5	Méthodes d'acquisition des données	13
2.6	Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées	15
2.7	Méthodes de traitement et d'analyse des données	17
2	État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune	19
1	Contexte écologique du projet	20
1.1	Généralités	20
1.2	Présentation des zonages du patrimoine naturel et des interactions possibles avec le projet	20
1.3	Synthèse du contexte écologique du projet	26
2	Habitats naturels et flore terrestre	27
2.1	Habitats naturels	27
2.2	Flore	31
3	Habitats naturels marins et végétation marine	35
3.1	Habitats naturels marins	35
3.2	Végétation marine	37
3.3	Autres espèces de la flore marine	39
4	Faune terrestre	40
4.1	Insectes	40
4.2	Amphibiens	43
4.3	Reptiles	48
4.4	Oiseaux	54
4.5	Chiroptères	60
5	Faune marine	66
5.1	Les poissons adultes	66
5.1.1	Généralités sur l'ensemble de la zone d'étude	66
5.2	Les poissons juvéniles	78
5.3	Autres espèces de la faune marine	84
6	Continuités et fonctionnalités écologiques	85
6.1	Position de l'aire d'étude rapprochée dans le fonctionnement écologique régional	85

6.2	Fonctionnalités écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée	88
7	Synthèse des enjeux écologiques au sein de l'aire d'étude rapprochée	90
3	Bibliographie	93
1	Bibliographie générale	94
2	Bibliographie relative aux habitats naturels terrestres	94
3	Bibliographie relative aux insectes	95
4	Bibliographie relative aux amphibiens et aux reptiles	96
5	Bibliographie relative aux oiseaux	97
6	Bibliographie relative aux mammifères (hors chiroptères)	98
7	Bibliographie relative aux chiroptères	98
8	Bibliographie relative au milieu marin	99

Annexes

Annexe 1 :	Synthèse des statuts règlementaires des habitats naturels, de la faune et de la flore	102
------------	---	-----

Annexe 2 :	Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats	103
------------	--	-----

1.1	Habitats naturels	103
1.2	Insectes	104
1.3	Amphibiens	104
1.4	Reptiles	105
1.5	Oiseaux	105
	Méthodologie spécifique aux espèces crépusculaires et nocturnes	105
	Méthodologie spécifique aux passages automnal et hivernal	105
1.6	Chiroptères	106
	Transect à l'aide d'un détecteur « manuel »	106
	Recherche de gîtes	108
1.7	Milieu marin	108
	Habitats naturels marins	108
	Algues invasives	109
	Les algues structurantes pour l'écosystème	109
	Le mollusque protégé Grande nacre (<i>Pinna nobilis</i>)	109
	Les poissons adultes	109
	Les poissons juvéniles	113
1.8	Limites méthodologiques	113

Généralités	113
Habitats naturels et flore	114
Insectes	114
Amphibiens et reptiles	114
Oiseaux	114
Chiroptères	115
Milieu marin	115
Conclusion	115

Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune	116
---	------------

Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée	118
1.1 Espèces végétales	118
1.2 Insectes	120
1.3 Reptiles	120
1.4 Oiseaux	120
1.5 Les poissons	122

Liste des tableaux

Tableau 1 : Aires d'étude du projet	11
Tableau 2 : Équipe projet	13
Tableau 3 : Acteurs ressources consultés	13
Tableau 4 : Dates et conditions des prospections de terrain	14
Tableau 5 : Méthodes utilisées pour établir l'état initial - Généralités	15
Tableau 6 : Zonages du réseau Natura 2000 situés dans l'aire d'étude élargie	21
Tableau 7 : Autres zonages du patrimoine naturel situés dans l'aire d'étude élargie	23
Tableau 8 : Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels présents dans l'aire d'étude rapprochée	28
Tableau 9 : Statuts et enjeux écologiques des amphibiens remarquables présents dans l'aire d'étude rapprochée	45
Tableau 10 : Statuts et enjeux écologiques des reptiles remarquables présents dans l'aire d'étude rapprochée	50
Tableau 11 : Statuts et enjeux écologiques des oiseaux remarquables présents dans l'aire d'étude rapprochée	57

Tableau 12 : Enjeux liés aux gîtes avérés ou potentielles sur l'aire d'étude	61
Tableau 13 : Enjeux pour les routes de vol et les zones de chasse pour les chiroptères	61
Tableau 14 : Statuts et enjeux écologiques des chiroptères remarquables présents dans l'aire d'étude rapprochée	63
Tableau 15 : Position de l'aire d'étude rapprochée par rapport aux continuités écologiques d'importance régionale	85
Tableau 16 : Principaux milieux et éléments du paysage de l'aire d'étude rapprochée et rôle dans le fonctionnement écologique local	88
Tableau 17 : Synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée	90
Tableau 18 : Synthèse des textes de protection faune/flore applicables sur l'aire d'étude	102
Tableau 19 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune	116

Tables des cartes

Carte 1 : Localisation des aires d'étude	12
Carte 2 : Zonages de conservation (sites Natura 2000)	22
Carte 3 : Zonages d'inventaires (ZNIEFF)	24
Carte 4 : Parc national des Calanques	25
Carte 5 : Habitats naturels terrestre et flore	34
Carte 6 : Habitats naturels marins dans l'aire d'étude	36
Carte 7 : synthèse des enjeux liés aux insectes	42
Carte 8 : Synthèse des enjeux liés aux amphibiens	47
Carte 9 : Synthèse des enjeux liés aux reptiles	53
Carte 10 : Synthèse des enjeux pour les oiseaux	59
Carte 11 : Synthèse des enjeux pour les chiroptères	65
Carte 12 : Trame verte et bleue et objectifs du SRCE	87
Carte 13 : Fonctionnalités écologiques à l'échelle du projet	89
Carte 14 : Synthèse des enjeux écologiques terrestres	92
Carte 15 : Itinéraire parcouru avec le détecteur manuel pour l'expertise des chiroptères	107
Carte 16 : Plan d'échantillonnage pour les inventaires de poissons adultes	112
Carte 17 : Localisation des transects effectués pour les poissons juvéniles	113

1

Contexte du projet et aspects méthodologiques

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

1 Introduction

La Marina Olympique du Roucas Blanc à Marseille doit accueillir les épreuves de voile des Jeux Olympiques de 2024. Ces épreuves se dérouleront du 26 juillet au 11 août 2024 pour les Jeux Olympiques, et du 28 août au 8 septembre 2024 pour les Jeux Paralympiques.

L'ensemble du site est situé sur le Domaine Public Maritime sec et mouillé. L'aménagement de la Marina Olympique comprendra des ouvrages terrestres et maritimes construits sur ce périmètre (modification de la topographie et construction de bâtiments du parc balnéaire, dragage du bassin d'évolution et construction d'ouvrages sur les petits fonds pour améliorer la protection et le bon fonctionnement du bassin d'évolution).

La ville de Marseille souhaite établir un état zéro de l'état de la faune et de la flore présentes sur le site du Roucas Blanc. Cette étude permettra d'identifier et de recenser l'éventail le plus large possible des communautés faunistiques et floristiques présentes dans le périmètre des futurs aménagements de la Marina Olympique et de ses abords terrestres et maritimes en ciblant particulièrement les espèces protégées et leurs habitats.

BIOTOPE et Yoann Denis ont été retenus pour réaliser l'inventaire faune et flore sur les milieux terrestres et maritimes. Les connaissances acquises lors de ces inventaires serviront à rédiger les futures études réglementaires environnementales nécessaires à la réalisation du projet : volet naturel d'étude d'impact, évaluation des incidences Natura 2000, dossier Loi sur l'eau, etc.

Les objectifs sont notamment :

- **De dresser la cartographie** des habitats naturels
- **D'établir la cartographie** de l'enveloppe globale des herbiers rencontrés pour toutes les espèces en présence
- **De réaliser l'inventaire des espèces protégées, à terre et en mer**
- **De réaliser l'inventaire des espèces patrimoniales, à terre et en mer**
- **D'apprécier les potentialités d'accueil** du site de projet vis-à-vis des espèces ou des groupes biologiques susceptibles d'être concernés par les effets du projet ;
- **De dresser l'inventaire des espèces exotiques envahissantes** à terre et sur les fonds marins de Méditerranée.
- **D'établir le diagnostic de la vitalité de l'herbier de Posidonie**, espèce protégée la plus répandue
- **De réaliser un suivi des poissons marins** : évaluation de l'état de conservation des peuplements de poissons (abondance, diversité, classe de taille) tout en précisant les caractéristiques du milieu (profondeur, hétérogénéité, complexité).
- **De réaliser Un suivi des poissons marins juvéniles** : inventaire réalisé tous les mois de juin à septembre permettant d'évaluer la diversité, l'abondance, la biomasse et la taille des juvéniles de poissons.
- **De conclure sur les enjeux écologiques** à prendre en compte dans la réalisation du projet et **sur les aspects réglementaires liés aux milieux naturels** et susceptibles de contraindre le projet ;
- **D'évaluer le rôle des éléments du paysage** concernés par le projet dans le fonctionnement écologique local.

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

2 Aspects méthodologiques

2.1 Abréviations employées

Ab	Abondance
AERMC	Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse
BI	Brouteurs d'invertébrés sessiles
BioM	Biomasse
C	Carnivores
CAH	Certificat d'Aptitude à l'Hyperbarie
CEFREM	CEntre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens
DCE	Directive Cadre européenne sur l'Eau
F	Planctonophages
GPMM	Grand Port Maritime de Marseille
GPS	Global Positioning System (système de positionnement par satellite)
H	Herbivores
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
JO	Jeux Olympiques
LDE	Lyonnaise des Eaux
MES	Matière En Suspension
O	Omnivores
PCB	Polychlorobiphényles
PMT	Palmes, Masque, Tuba
Reg alim	Régime Alimentaire
SHOM	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
TBT	Tributylétain

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

2.2 Terminologies employées

Afin d'alléger la lecture, le nom scientifique de chaque espèce est cité uniquement lors de la première mention de l'espèce dans le texte. Le nom vernaculaire est ensuite utilisé.

Il est important, pour une compréhension facilitée et partagée de cette étude, de s'entendre sur la définition des principaux termes techniques utilisés dans ce rapport.

- **Enjeu écologique** : Valeur attribuée à une espèce, un groupe biologique ou un cortège d'espèces, un habitat d'espèce, une végétation, un habitat naturel ou encore un cumul de ces différents éléments. Il s'agit d'une donnée objective, évaluée sans préjuger des effets d'un projet, définie d'après plusieurs critères tels que les statuts de rareté/menace de l'élément écologique considéré à différentes échelles géographiques. Pour une espèce, sont également pris en compte d'autres critères : l'utilisation du site d'étude, la représentativité de la population utilisant le site d'étude à différentes échelles géographiques, la viabilité de cette population, la permanence de l'utilisation du site d'étude par l'espèce ou la population de l'espèce, le degré d'artificialisation du site d'étude... Pour une végétation ou un habitat, l'état de conservation est également un critère important à prendre en compte. Ce qualificatif est indépendant du niveau de protection de l'élément écologique considéré. En termes de biodiversité, il possède une connotation positive.
- **Patrimonial (espèce, habitat)** : le terme « patrimonial » renvoie à des espèces ou habitats qui nécessitent une attention particulière, du fait de leur statut de rareté et/ou de leur niveau de menace. Ceci peut notamment se traduire par l'inscription de ces espèces ou habitats sur les listes rouges (UICN). Ce qualificatif est indépendant du statut de protection de l'élément écologique considéré.
- **Protégé (espèce, habitat) : protégée** : dans le cadre du présent dossier, une espèce protégée est une espèce réglementée qui relève d'un statut de protection stricte au titre du code de l'environnement et vis-à-vis de laquelle un certain nombre d'activités humaines sont fortement contraintes voire interdites.
- **Remarquable (espèce, habitat)** : éléments à prendre en compte dans le cadre du projet et de nature à engendrer des adaptations de ce dernier. Habitats ou espèces qui nécessitent une attention particulière, du fait de leur niveau de protection, de rareté, de menace à une échelle donnée, de leurs caractéristiques originales au sein de l'aire d'étude (population particulièrement importante, utilisation de l'aire d'étude inhabituelle pour l'espèce, viabilité incertaine de la population...) ou de leur caractère envahissant. Cette notion n'a pas de connotation positive ou négative, mais englobe « ce qui doit être pris en considération ».

2.3 Aires d'études

Différentes aires d'étude, susceptibles d'être concernées différemment par les effets du projet, ont été distinguées dans le cadre de cette expertise (cf. Tableau 1 : Aires d'étude du projet).

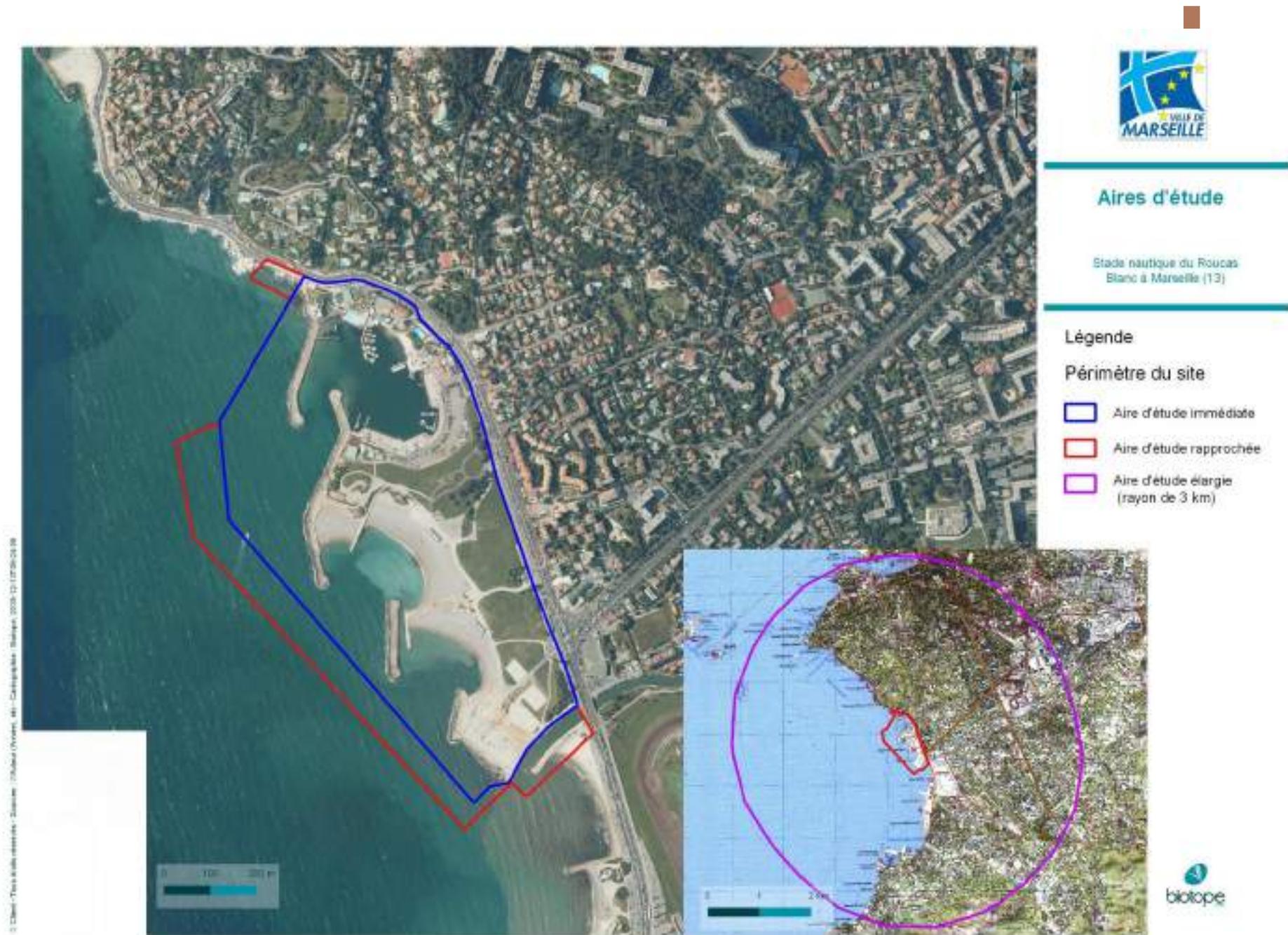
 Cf. **Carte** **des** **1:**
Localisation **des** **aires**
d'étude

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

Tableau 1 : Aires d'étude du projet

Aires d'étude de l'expertise écologique	Principales caractéristiques et délimitation dans le cadre du projet
<p>Emprise initiale du projet</p>	<p>Emprise du projet transmise par le client au démarrage de la mission, ayant servi de base pour dimensionner l'effort de terrain et définir l'aire d'étude rapprochée.</p> <p>Sur celle-ci, un état initial complet des milieux naturels est réalisé, en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un inventaire des espèces animales et végétales ; • Une cartographie des habitats ; • Une analyse des fonctionnalités écologiques à l'échelle locale ; • Une identification des enjeux écologiques et des implications réglementaires. <p>L'expertise s'appuie essentiellement sur des observations de terrain.</p> <p>La Marina Olympique du Roucas Blanc se situe à l'intérieur d'un périmètre délimité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'Hôtel « NH Hôtel » au Nord, • le fleuve côtier Huveaune au Sud, • la Promenade Georges Pompidou à l'Est, • le tracé en mer à l'Ouest. <p>Elle s'étend sur une superficie de 0,2 km².</p>
<p>Aire d'étude rapprochée</p> <p>Elle intègre l'emprise initiale du projet</p>	<p>Aire d'étude des effets directs ou indirects de projet (positionnement des aménagements, travaux et aménagements connexes) : des inventaires plus ciblés sur certains groupes sont menées sur ces espaces.</p> <p>L'aire d'étude rapprochée intègre les falaises rocheuses situées au nord du site (expertises pour les oiseaux et la flore), l'embouchure de l'Huveaune, et s'étend en mer jusqu'à la limite supérieure de l'Herbier de Posidonie.</p>
<p>Aire d'étude élargie (région naturelle d'implantation du projet)</p> <p>Elle intègre l'aire d'étude rapprochée</p>	<p>Analyse du positionnement du projet dans le fonctionnement écologique de la région naturelle d'implantation.</p> <p>Analyse des impacts cumulés avec d'autres projets.</p> <p>L'expertise s'appuie essentiellement sur des informations issues de la bibliographie et de la consultation d'acteurs ressources.</p> <p>L'aire d'étude élargie s'étend sur un rayon de 3 km autour du projet.</p>

Carte 1 : Localisation des aires d'étude



Diagnostic écologique
du Stade Nautique
Blanc à Marseille
Ville de Marseille
18 décembre 2011

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

2.4 Équipe de travail

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Tableau 2 : Équipe projet

Domaines d'intervention	Intervenants de BIOTOPE	Qualité et qualification
Rédaction du rapport	Magalie LACROIX et Lucas BERENGER	Chefs de projet écologues
Milieu marin	Lucas BERENGER	Chef de projet écologue, expert naturaliste faune-flore marine
	Thomas MENUT	Expert naturaliste faune-flore marine
	Yoann DENIS (sous-traitant)	Consultant océanographe
Flore	Solenne LEJEUNE	Botaniste
Insectes, amphibiens et reptiles	Gael DELPON	Entomologiste et herpétologue
Oiseaux	Romain BOURRIEZ	Ornithologue
Chauves-souris	Pierrick GIRAUDET	Chiroptérologue

2.5 Méthodes d'acquisition des données

2.5.1 Acteurs ressources consultés et bibliographie

Les références bibliographiques utilisées dans le cadre de cette étude font l'objet d'un chapitre dédié en fin de rapport, avant les annexes.

Différentes personnes ou organismes ressources ont été consultés pour affiner l'expertise ou le conseil sur cette mission (cf. Tableau 3 : Acteurs ressources consultés).

Tableau 3 : Acteurs ressources consultés

Organisme consulté	Nom du contact	Date et nature des échanges	Nature des informations recueillies
CBN Med	SILENE FLORE	18 juin	Donnée patrimoniale et protégée
CEN PACA	SILENE FAUNE	22/10/2018 (consultation BDD)	Données espèces patrimoniales à l'échelle de la maille 5*5km englobant l'aire d'étude, postérieure à 2008 : <u>Insectes</u> : Echiquier d'Occitanie <u>Reptiles</u> : Coronelle girondine <u>Amphibiens</u> : Crapaud épineux, Grenouille rieuse
LPO PACA	Faune PACA	22/10/2018 (consultation BDD)	Données sur les lieux-dits « Plage du Grand Roucas », « Prado plage », « Embouchure de l'Huveaune », postérieur à 2014 : <u>Reptiles</u> : Lézard des murailles

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

2.5.2 Prospections de terrain

Effort d'inventaire

Le tableau et la figure suivants indiquent les dates de réalisation et les groupes visés par les inventaires de la faune et de la flore sur le terrain dans le cadre du projet (cf. Tableau 4 : Dates et conditions des prospections de terrain).

À chaque passage, les observations opportunistes concernant des groupes non ciblés initialement sont notées pour être intégrées dans la synthèse des données.

Tableau 4 : Dates et conditions des prospections de terrain

Dates des inventaires	Commentaires
Inventaires des habitats naturels et de la flore (2 passages dédiés)	
26/04/2018	Période favorable à l'observation d'un maximum d'espèces
19/06/2018	
Inventaires des insectes (2 passages dédiés)	
16/04/2018	Passage en fin de journée, ciblé sur la recherche du Grillon maritime. Temps ensoleillé ; 20° ; vent moyen.
11/07/2018	Passage en fin de matinée. Temps ensoleillé avec ciel dégagé ; 30°C ; vent faible.
Inventaires des amphibiens (1 passage dédié)	
16/04/2018	Prospections nocturnes. Ciel clair, 15°C, vent faible
Inventaires des reptiles (2 passages dédiés)	
07/05/2018	Passage en matinée. Temps ensoleillé avec ciel dégagé ; 25°C ; vent faible.
11/07/2018	Passage en fin de matinée. Temps ensoleillé avec ciel dégagé ; 30°C ; vent faible.
Inventaires des oiseaux (2 passages dédiés)	
07/05/2018	Inventaire des oiseaux nicheurs par points d'écoute et points d'observation (journée) Conditions d'observation idéales (soleil, pas de vent)
28/05/2018	Inventaire des oiseaux nocturnes par points d'écoute et points d'observation aléatoires Conditions d'observations idéales (Beau temps, pas de vent)
Inventaires des Chiroptères (1 passages dédiés)	
04/07/2018	Passage de jour pour caractériser les habitats d'espèces. Expertise nocturne au détecteur manuel (Beau temps, pas de vent).
Inventaires en mer (4 passages dédiés)	
21/06/2018	Cartographie des habitats naturels marins, recensement des espèces protégées et patrimoniales et envahissantes, délimitation et vitalité de l'Herbier de Posidonie, inventaire des poissons adultes et juvéniles et post-larves.
26/07/2018	
21/08/2018	
19/09/2018.	

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

2.6 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées

Le Tableau 5 présente une synthèse des méthodes d'inventaires mises en œuvre dans le cadre de cette étude.

Les méthodes d'inventaire de la faune et de la flore sur l'aire d'étude ont été adaptées pour tenir compte des exigences écologiques propres à chaque groupe et permettre l'inventaire le plus représentatif et robuste possible.

Les méthodologies détaillées sont présentées en annexe de ce rapport pour chacun des groupes étudiés.

Tableau 5 : Méthodes utilisées pour établir l'état initial - Généralités

Méthodes utilisées pour l'étude des habitats naturels et de la flore terrestres	Habitats : relevés simples d'espèces végétales pour l'établissement d'un cortège permettant le rattachement aux habitats naturels semi-naturels ou artificiels listés dans les référentiels utilisés (CB, Eunis, PVF, Natura 2000). Flore : expertises ciblées sur la période printanière. Liste d'espèces sur l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée couplée à des pointages au GPS et comptage d'effectifs pour les stations d'espèces floristiques remarquables.
Méthodes utilisées pour l'étude des insectes	Expertises ciblées sur les papillons de jour, les libellules et demoiselles, les orthoptères (criquets, grillons et sauterelles), les coléoptères saproxylophages (se nourrissant de bois mort) et les cigales. Inventaire à vue et capture au filet avec relâché immédiat sur place pour les espèces à détermination complexe. Détermination acoustique pour les espèces stridulantes (orthoptères et cigales). Recherche ponctuelle des exuvies (enveloppe cuticulaire des larves de dernier stade laissé sur la berge lors de l'émergence de l'adulte) pour les odonates.
Méthodes utilisées pour l'étude des amphibiens	Les amphibiens n'ont pas fait l'objet de passages dédiés au vu des milieux présents. Seul une compilation des observations faites pendant les autres passages a été réalisées, ainsi qu'une analyse de la fonctionnalité des habitats d'espèce.
Méthodes utilisées pour les reptiles	Inventaire à vue des individus en phase de thermorégulation ou en soulevant les différentes caches (planches, tôles, bâches, etc.), soigneusement remises en place.
Méthodes utilisées pour les oiseaux	Inventaire à vue et par points d'écoute diurnes de 10mn en période de nidification
Méthodes utilisées pour l'étude des chiroptères	Inventaire réalisé à l'aide de transect au détecteur manuel (Walkabout Titley). Nous avons pour cela ciblé la période crépusculaire et les premières heures de la nuit.
Méthodes utilisées pour la cartographie des biocénoses marines	<ol style="list-style-type: none"> 1) Précartographie d'après les images satellitaires et les données bibliographiques disponibles 2) Vérités terrain à la caméra vidéo, observations directes depuis la surface, en PMT ou en plongée 3) Levé du contour des herbiers par un plongeur équipé d'un GPS positionné sur une bouée avec pendeur
Méthodes utilisées pour l'inventaire des Grandes nacres (<i>Pinna nobilis</i>)	La présence éventuelle d'individu a été recherchée en plongée, au pied de chaque digue côté intérieur et côté extérieur de l'ouvrage, ainsi que dans le bassin portuaire. La méthode des transects en plongée fut privilégiée en simultanée des suivis poissons.
Méthodes utilisées pour l'inventaire des algues structurantes pour l'écosystème (<i>Lithophyllum byssoides</i>, <i>Cystoseira</i> spp.)	Elles se développent au ras de l'eau, dans la zone de balancement des vagues. Ces espèces ont été recherchées sur tout le linéaire rocheux (endiguements) de la zone d'étude par une prospection attentive en palmes-masque-tuba, en simultanée des transects effectués pour le suivi des post-larves et juvéniles de poissons et sur des transects dédiés hors des zones du suivi des post-larves et juvéniles de poissons

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

<p>Méthodes utilisées pour l'inventaire et le suivi des poissons marins</p>	<p>Poissons : Ce protocole repose sur la technique de comptage visuel par transects « de référence » appelés TRA. Il inclut l'identification à l'espèce, le comptage (à l'unité près, et par classes d'effectifs pour les bancs) et l'estimation de la taille (à 2 cm près) des poissons rencontrés le long d'un transect de 100 x 5 m. Les transects seront réalisés en plongée en scaphandre autonome en circuit ouvert et à l'air, et matérialisés par un mètre ruban déroulé sur le fond. Deux stations ont été échantillonnées lors de chacune des 4 journées de terrain (soit 8 stations prospectées). Pour chaque station, 3 transects de comptages ont été effectués d'une longueur de 100 m chacun (soit 300 m prospectés par station, 2,4 km de prospection en plongée au total). De plus, pour chaque transect effectué, l'habitat parcouru a été caractérisé.</p> <p>Post-larves et juvéniles : Les jeunes stades de vie des poissons sont retrouvés uniquement dans les tous petits fonds côtiers à l'abri des herbiers, des enrochements naturels ou artificiels (digues) ou bien sous les pontons et entre les bateaux des ports. Ils nagent proches de la surface. Pour évaluer l'importance du peuplement des juvéniles de poissons au Roucas Blanc, nous avons réalisé au cours des 4 suivis de juin à septembre compris, les mêmes transects de prospection en palmes, masque et tuba. A chaque suivi, 6 transects d'inventaires ont été réalisés.</p>
<p>Méthodes utilisées pour l'inventaire des autres espèces de flore et faune marine (autres que poissons)</p>	<p>Faune marine vagile invertébrée : Lors des inventaires sur la zone, à chaque sortie, les invertébrés présentant un intérêt particulier ont été répertoriés (espèces exploitées par la pêche côtière, menacées ou patrimoniales).</p> <p>Peuplement marin de flore et de faune fixée : Des quadrats ont été réalisés pour caractériser le peuplement de flore et de faune fixée sur les enrochements et la roche naturelle en place en particulier</p> <p>Espèces exotiques envahissantes (flore marine) : Aucun protocole spécifique ne leur est dédié, mais une veille permanente par les trois plongeurs a été assurée.</p>
<p>Difficultés scientifiques et techniques rencontrées sur l'aire d'étude</p> <p>Pour la flore, les habitats naturels, et la faune terrestre aucune limite technique n'a été rencontrée.</p> <p>Pour les inventaires marins, la présence de vent (Mistral) et la survenue d'un épisode de pollution (fermeture temporaire des plages due à une mauvaise qualité d'eau) ne nous a pas permis de réaliser de façon systématique les suivis aux dates proposées initialement. Néanmoins, les suivis ont pu être réalisés tous les mois comme souhaité et un délai suffisant, proche d'un mois a été conservé entre chacune des campagnes d'échantillonnage.</p> <p>Certains sites situés au pied des digues (en plongée) ou le long des plages du Prado (en PMT) n'ont pas bénéficié de conditions optimales pour le comptage poissons. Les conditions de visibilité parfois réduites (2 à 3m) nous ont certainement conduits à minimiser un peu le comptage qui se limite toujours au champ de vision.</p>	

Les expertises de terrain se sont déroulées sur un cycle biologique complet pour l'ensemble des groupes. La pression de prospection a permis de couvrir l'ensemble de l'aire d'étude, dans des conditions d'observations toujours suffisantes. L'état initial apparaît donc robuste et représentatif de la diversité écologique des milieux naturels locaux et de leur richesse spécifique.

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

2.7 Méthodes de traitement et d'analyse des données

2.7.1 Méthode d'évaluation des enjeux écologiques

Critères d'évaluation d'un enjeu écologique

Pour rappel, un enjeu écologique est la valeur attribuée à une espèce, un groupe biologique ou un cortège d'espèces, un habitat d'espèce, une végétation, un habitat naturel ou encore un cumul de ces différents éléments. Il s'agit d'une donnée objective, évaluée sans préjuger des effets d'un projet, définie d'après plusieurs critères tels que les statuts de rareté/menace de l'élément écologique considéré à différentes échelles géographiques. Pour une espèce, sont également pris en compte d'autres critères : l'utilisation du site d'étude, la représentativité de la population utilisant le site d'étude à différentes échelles géographiques, la viabilité de cette population, la permanence de l'utilisation du site d'étude par l'espèce ou la population de l'espèce, le degré d'artificialisation du site d'étude... Pour une végétation ou un habitat, l'état de conservation est également un critère important à prendre en compte.



Cf. **Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune**

Les listes de protection ne sont ainsi pas nécessairement indicatrices du statut de rareté / menace des éléments écologiques et le niveau d'enjeu écologique est indépendant du niveau de protection de l'élément écologique considéré.

Cette situation amène à utiliser d'autres outils, établis par des spécialistes, pour évaluer la rareté et/ou le statut de menace des espèces présentes : listes rouges, synthèses régionales ou départementales, littérature naturaliste... Elles rendent compte de l'état des populations d'espèces dans le secteur géographique auquel elles se réfèrent.

Ces documents de référence pour l'expertise n'ont pas de valeur juridique ou normative mais seront pris en compte dans la présente expertise (Cf. Annexe III Tableau 19).

Méthode d'évaluation des enjeux

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une évaluation des enjeux écologiques sur l'aire d'étude rapprochée a été réalisée.

Elle s'est appuyée sur les données recueillies sur le terrain, sur l'expérience des spécialistes en charge des inventaires et sur les connaissances les plus récentes. Dans un souci de robustesse et d'objectivité, ces informations ont ensuite été mises en perspective au moyen de références scientifiques et techniques (listes rouges, atlas de répartition, publications...) et de la consultation, quand cela s'est avéré nécessaire, de personnes ressources.

Pour chacun des habitats naturels ou des espèces observés, le niveau d'enjeu a été évalué selon les critères suivants :

- Statuts patrimoniaux de l'habitat naturel/ taxon considéré, à différentes échelles géographiques (Europe, France, régions administratives, départements administratifs ou domaines biogéographiques équivalents (liste des références présentée au chapitre précédent)) ;
- Superficie / recouvrement / typicité de l'habitat naturel sur l'aire d'étude ;
- Utilisation de l'aire d'étude par l'espèce (reproduction possible, probable ou certaine, alimentation, stationnement, repos...);
- Représentativité à différentes échelles géographiques de l'habitat naturel / la population d'espèce sur l'aire d'étude ;
- Viabilité ou permanence de cet habitat naturel / cette population sur l'aire d'étude ;
- Rôle fonctionnel écologique supposé (zone inondable, zone humide, élément structurant du paysage...);
- Contexte écologique et degré d'artificialisation / de naturalité de l'aire d'étude.

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

Aucune considération de statut réglementaire n'entre dans cette évaluation.

Chaque niveau d'enjeu écologique est associé à une portée géographique indiquant le poids de l'aire d'étude, ou d'un secteur de celle-ci, en termes de préservation de l'élément considéré (espèce, habitat, habitat d'espèce, groupe biologique ou cortège).

L'échelle suivante a été retenue :

Niveau TRES FORT : enjeu écologique de portée nationale à supra-nationale voire mondiale
Niveau FORT : enjeu écologique de portée régionale à supra-régionale
Niveau MOYEN : enjeu écologique de portée départementale à supra-départementale
Niveau FAIBLE : enjeu écologique de portée locale, à l'échelle d'un ensemble cohérent du paysage écologique (vallée, massif forestier...)
Niveau NEGLIGEABLE : enjeu écologique de portée locale, à l'échelle de la seule aire d'étude
Niveau NUL : absence d'enjeu écologique (taxons exotiques)

Dans le cas d'une espèce ou d'un groupe/cortège largement distribué(e) sur l'aire d'étude, le niveau d'enjeu peut varier en fonction des secteurs et de l'utilisation de ces secteurs par cette espèce ou ce groupe/cortège.

Par défaut, les espèces dont le niveau d'enjeu est considéré comme « négligeable » n'apparaissent pas dans les tableaux de synthèse des espèces constituant un enjeu écologique.

Note importante : Les enjeux écologiques sont présentés dans l'état initial sous la forme de tableaux synthétiques. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

Représentation cartographique des enjeux

Pour chaque groupe ou pour l'ensemble des groupes, une cartographie de synthèse des enjeux écologiques est réalisée. La représentation cartographique est le prolongement naturel de l'analyse des enjeux dans l'étude, et inversement.

Ces cartographies s'appuient à la fois sur les résultats des inventaires menés dans le cadre de l'étude et sur les potentialités d'accueil des différents habitats pour la faune et la flore.

Ainsi, chaque parcelle ou unité d'habitat se voit attribuer le niveau d'enjeu écologique défini pour chaque espèce dont elle constitue l'habitat. Il est ainsi possible de passer d'un niveau d'enjeu par espèce (dans le tableau de synthèse des espèces constituant un enjeu écologique à chaque période du cycle de vie) à une représentation cartographique des enjeux au sein de l'aire d'étude rapprochée.

Lorsque plusieurs espèces utilisent la même parcelle ou la même unité d'habitat, le niveau correspondant à l'espèce qui constitue l'enjeu le plus fort est retenu.

2

État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

L'état initial des milieux naturels, de la flore et de la faune correspond à l'état actuel de l'environnement, également dénommé « scénario de référence » dans l'article R. 122-5 du Code de l'environnement).

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

1 Contexte écologique du projet

1.1 Généralités

L'aire d'étude marine se situe sur les rives de la Métropole de Marseille : 2^{ème} ville française la plus peuplée. Le milieu est largement anthropisé : outre la base nautique du Roucas Blanc, on retrouve les plages artificielles du Prado et l'embouchure du fleuve Huveaune, parfois source de pollutions. En outre, les travaux de la route de la corniche située au nord de la zone d'étude ont également impacté les fonds marins.

Des zones naturelles plus préservées sont retrouvées à quelques kilomètres du site, comme les îles et/ou des aires marines protégées. Au sud de la zone d'étude, on retrouve le Parc national des Calanques et au nord, le Parc marin de la côte bleue ainsi que des sites Natura 2000 en mer.

1.2 Présentation des zonages du patrimoine naturel et des interactions possibles avec le projet

Un inventaire des zonages du patrimoine naturel s'appliquant sur l'aire d'étude élargie a été effectué auprès des services administratifs de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de « Provence-Alpes-Côte d'Azur ».

Les données administratives concernant les milieux naturels, le patrimoine écologique, la faune et la flore sont principalement de deux types :

- Les zonages réglementaires du patrimoine naturel qui correspondent à des sites au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur dans lesquels les interventions dans le milieu naturel peuvent être contraintes. Ce sont les sites du réseau européen Natura 2000, les arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les réserves naturelles nationales et régionales, etc.
- Les zonages d'inventaires du patrimoine naturel, élaborés à titre d'avertissement pour les aménageurs et qui n'ont pas de valeur d'opposabilité. Ce sont notamment les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type II, grands ensembles écologiquement cohérents et ZNIEFF de type I, secteurs de plus faible surface au patrimoine naturel remarquable) ou encore les zones humides identifiées à l'échelle départementale ou régionale.

D'autres types de zonages existent, correspondant par exemple à des territoires d'expérimentation du développement durable (ex. : Parcs Naturels Régionaux – PNR) ou à des secteurs gérés en faveur de la biodiversité (Espaces Naturels Sensibles, sites des Conservatoires des Espaces Naturels, sites du Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres...).

Les tableaux suivant (Cf. Tableau 6 et Tableau 7) présentent les différents zonages du patrimoine naturel concernés par l'aire d'étude élargie, en précisant pour chacun :

- Le type, le numéro / code et l'intitulé du zonage ;
- Sa localisation et sa distance par rapport à l'aire d'étude rapprochée
- Lorsqu'ils sont disponibles, les éléments concernant la vie administrative des sites.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Niveau d'interaction des zonages avec l'aire d'étude élargie
Le périmètre recoupe l'aire d'étude rapprochée
Le périmètre est en limite ou en interaction potentielle avec l'aire d'étude rapprochée
Le périmètre recoupe l'aire d'étude élargie mais n'est pas en interaction avec l'aire d'étude rapprochée

1.2.1 Zonages réglementaires : Natura 2000

Présentation des sites Natura 2000 situés dans l'aire d'étude élargie

Deux sites du réseau européen Natura 2000 sont concernés ou en lien direct avec l'aire d'étude élargie :

- Une Zone de Protection Spéciale (ZPS) désignée au titre de la directive européenne 2009/147/CE « Oiseaux » ;
- Une Zone Spéciale de Conservation (ZSC) désignée au titre de la directive européenne 92/43/CEE « Habitats / faune / flore » .
-

 Cf. Carte 2 : Zonages de conservation (sites Natura 2000)

Tableau 6 : Zonages du réseau Natura 2000 situés dans l'aire d'étude élargie

Type de site, code, intitulé et surface	Localisation et distance à l'aire d'étude rapprochée	Vie administrative
ZSC calanques et îles marseillaises, cap Canaille et massif du Grand Caunet	A environ 2 km de l'aire d'étude	Date d'enregistrement comme ZSC : 26/06/2014 Arrêté préfectoral d'approbation du Docob : 03/03/2017 Structure porteuse : État Opérateur : PN Calanques Structure animatrice : Non définie
ZPS Iles Marseillaises - Cassidaignes	A environ 2 km de l'aire d'étude	Date d'enregistrement comme ZSC : 30/10/2008 Arrêté préfectoral d'approbation du Docob : En cours d'élaboration Structure porteuse : État Opérateur : PN Calanques et Ville de Marseille Structure animatrice : Non définie

Carte 2 : Zonages de conservation (sites Natura 2000)



© Clém - Tout droit réservés - Sources : (Niveau Niveau) snc - Cartographie : Biotop 2016-12-17 10:00:00



Zonage de conservation

Stade nautique du Roucas Blanc - Marseille (13)

Légende

- Aire d'étude immédiate
- Aire d'étude rapprochée
- Aire d'étude élargie

Sites Natura 2000

- Zone de protection Spéciale
- Zone Spéciale de Conservation



Diagnostic écologique
du Stade Nautique
Blanc à Marseille
Ville de Marseille
18 décembre 2016

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

1.2.2 Autres zonages du patrimoine naturel

Quatre autres zonages de conservation et d'inventaire du patrimoine naturel sont concernés par l'aire d'étude élargie :

- Trois Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF), dont deux de type II et une de type I ;
- Aire marine adjacente du Parc national des Calanques

 Cf. Carte 3 : Zonages d'inventaires (ZNIEFF)

 Cf. Carte 4 : Parc national des Calanques

Tableau 7 : Autres zonages du patrimoine naturel situés dans l'aire d'étude élargie

Type de zonage	Code	Intitulé	Distance à l'aire d'étude
Zonages d'inventaires			
ZNIEFF I marine	13008000	Herbier de Posidonies de la Baie du Prado	A proximité immédiate
ZNIEFF I terrestre	13124138	Sablière d'Anjarre et Col du Roi d'Espagne	Environ 3 km
ZNIEFF II terrestre	13124100	Montagne de Marseilleveyre	Environ 3 km
Autres zonages de conservation			
Aire marine adjacente	/	Aire marine adjacente du Parc national des Calanques	Intersecte l'aire d'étude rapprochée

Carte 3 : Zonages d'inventaires (ZNIEFF)



© Clément - Tous droits réservés - Saclay - Océan (Mars) 46 - Catalogue - Biotope 2019-11-15 16:22:38



Zonage d'inventaire

Stade nautique du Foucau Blanc - Marseille (13)

Légende

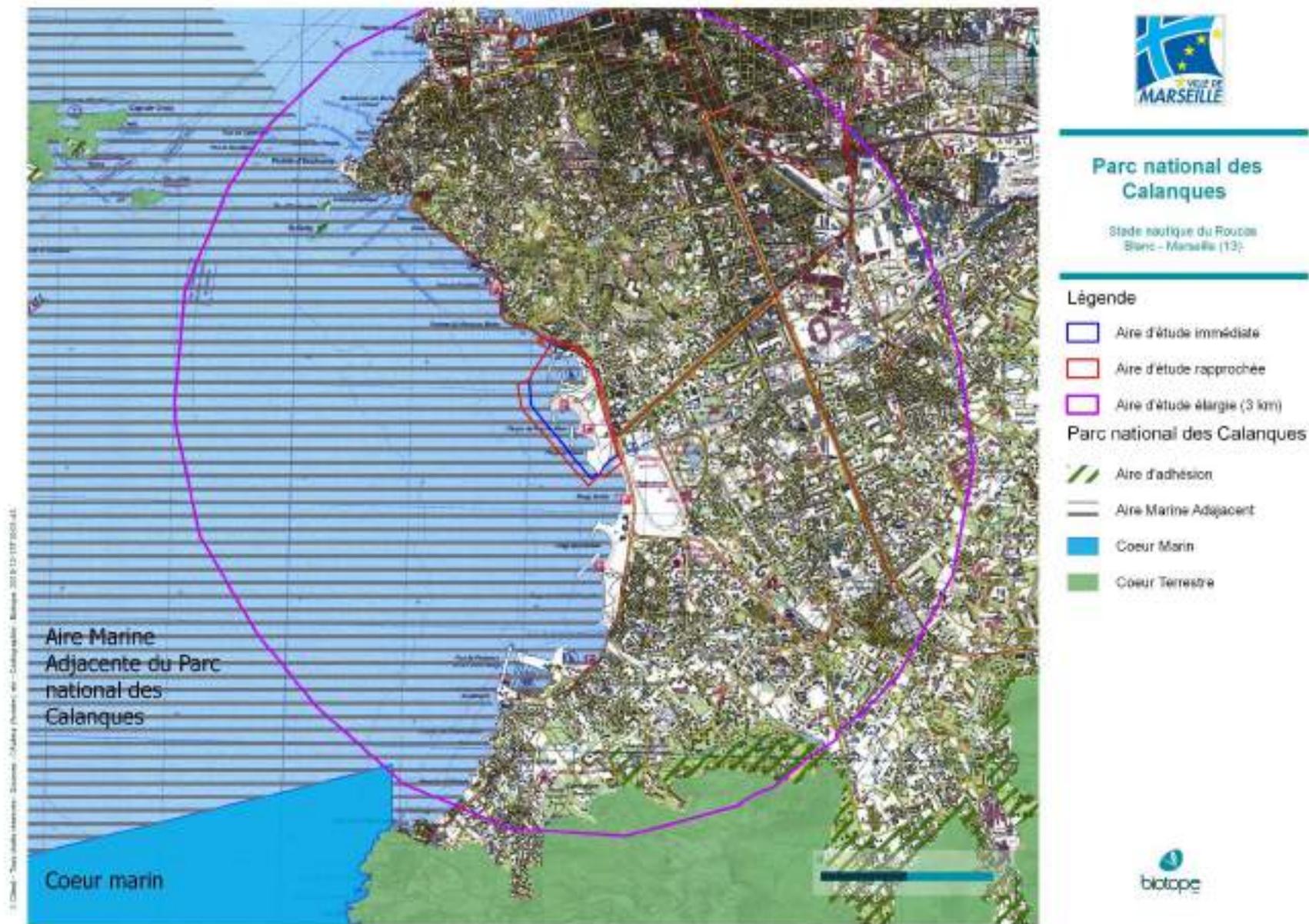
- Aire d'étude immédiate
- Aire d'étude rapprochée
- Aire d'étude élargie (rayon de 3 km)

Zonages d'inventaire

- ZNIEFF_MER_TYPE_I
- ZNIEFF_MER_TYPE_II
- ZNIEFF_TERRE_TYPE_I
- ZNIEFF_TERRE_TYPE_II



Carte 4 : Parc national des Calanques



2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

1.3 Synthèse du contexte écologique du projet

L'aire d'étude se situe dans un contexte anthropisé, et aucun zonage réglementaire, de conservation ou d'inventaire ne se superpose à celle-ci. Toutefois, elle se situe :

- au sein de l'aire marine adjacente (AMA) du Parc national des Calanques : L'orientation première de l'AMA est de garantir que les activités humaines (portuaires, nautiques, subaquatiques...) qui se développent en périphérie ou à destination du cœur marin ne nuisent pas à la qualité des eaux et aux patrimoines paysagers, naturels et culturels du cœur du Parc national.
- Et à proximité immédiate de l'herbier de Posidonie, dont l'intérêt écologique est appuyé par sa désignation en ZNIEFF marine de type II.

L'aire d'étude élargie fait partie d'un vaste site marin ceinturant un ensemble d'îles et îlots calcaires en face des Calanques, désigné en Zone de Protection Spéciale par la Directive Oiseaux, et en Zone Spéciale de Conservation (Directive Habitat) : Parmi les espèces ayant permis la désignation des sites Natura 2000, celles susceptibles d'interférer avec l'aire d'étude sont celles à grande capacité de déplacement : les chauves-souris (Petit Murin, Minioptère de Schreibers et Murin de Bechstein), les espèces marines (Grand dauphin et Tortue Caouanne) ou encore les oiseaux marins : le Puffin cendré (240 à 360 couples, 20 à 30 % de la population nationale), le Puffin tempête (50 à 100 couples, 10 à 25 % de la population nationale) et le Puffin yelkouan (35 à 55 couples, 10 à 25 % de la population nationale), et le Cormoran huppé de Méditerranée (3 couples, seul site métropolitain pour la reproduction),

Le fleuve de l'Huveaune, qui borde l'aire d'étude immédiate au sud, est urbanisé à très urbanisé entre Aubagne et Marseille. Notons qu'en raison d'une qualité dégradée et afin de protéger les zones de baignade situées à l'exutoire naturel de l'Huveaune, ses eaux sont détournées par temps sec juste à l'aval de sa confluence avec le Jarret vers un émissaire qui aboutit à l'anse de Cortiou.

L'aire d'étude se situe dans un site aménagé et largement fréquenté du Prado, dans un contexte très artificialisé, au cœur de la Ville de Marseille.

Des milieux naturels d'un grand intérêt écologique sont présents aux alentours au-delà de 3 km : il s'agit du massif des Calanques et des îles Marseillaises ; Le milieu marin ceinturant ces espaces joue notamment un rôle complémentaire avec les espaces terrestres pour les oiseaux marins (zone d'alimentation).

Enfin, un Herbier de Posidonie est présent à proximité de l'aire d'étude.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

2 Habitats naturels et flore terrestre

Remarque importante : un habitat naturel est une zone terrestre ou aquatique se distinguant par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elle soit entièrement naturelle ou semi-naturelle. Tout en tenant compte de l'ensemble des facteurs environnementaux, la détermination des habitats naturels s'appuie essentiellement sur la végétation qui constitue le meilleur intégrateur des conditions écologiques d'un milieu (Bensettiti et al., 2001).

Malgré cela, les termes « habitat naturel », couramment utilisés dans les typologies et dans les guides méthodologiques sont retenus ici pour caractériser les végétations par souci de simplification.

2.1 Habitats naturels

La synthèse proposée ici s'appuie sur les relevés réalisés dans le cadre du présent travail, sur une analyse des caractéristiques des milieux naturels de l'aire d'étude rapprochée et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, la cartographie des habitats naturels a été réalisée sur l'aire d'étude rapprochée.

2.1.1 Habitats présents dans l'aire d'étude rapprochée

Un seul habitat semi-naturel est recensé :

- il s'agit de bosquets subspontanés composés d'espèces ornementales et d'essences forestières méditerranéennes comme le Pin maritime, l'Olivier et le Chêne vert. Le sous-bois est appauvri et entretenu et nettoyé réduisant considérablement la fonctionnalité écologique. Un faciès dominé par des tamaris se maintient ponctuellement sans représenter non plus un intérêt floristique. Ces boisements présentent un caractère artificiel et sont sans réelle dynamique.

Le reste de l'aire d'étude est concernée par des terrains artificialisés :

- Les pelouses récréatives : Il s'agit d'espaces verts publics jardinés et régulièrement entretenus (tontes des pelouses...). Ces milieux sont relativement homogènes et peu variés sur le plan floristique, piquetés de massifs fleuris. Cette végétation se rattache à un groupement de pelouses à tendance mésophile dominé par *Poa annua* et *Cynodon dactylon*.
- Les zones rudéralisées et végétalisées : Elles sont caractérisées par une végétation nitrophile classique des terrains riches en bases.
- Les plages : elles sont constituées de sable nu dépourvu de végétation propre aux dunes. Ces milieux sont très fréquentés et artificialisés
- Les zones anthropiques incluent les zones urbanisées, les pistes, les aires de jeux etc. Les végétations y sont rares et réduites à des massifs fleuris ou des cortèges rudéralisés opportunistes

2.1.2 Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels

Le tableau suivant (cf. Tableau 8) précise, pour chaque type d'habitat identifié les typologies de référence, les statuts de patrimonialité, la superficie/linéaire sur l'aire d'étude et l'enjeu écologique.



Cf. Carte 5 : Habitats naturels terrestre et flore



Cf. Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Tableau 8 : Statuts et enjeux écologiques des habitats naturels présents dans l'aire d'étude rapprochée

Libellé de l'habitat naturel, Description et état de conservation	Rattachement phytosociologique	Typologie CORINE Biotopes	Typologie EUNIS	Typologie Natura 2000	Zone Humide	Dét. ZNIEFF	LRR	État de conservation Représentativité / l'aire d'étude rapprochée	Enjeu écologique
Habitats forestiers									
Bosquets / fourrés subspontanés	-	84.3	G5.2	-	NC	-	-	Non évalué. Il s'agit d'un habitat secondaire Faiblement représenté au sein de la zone d'étude ponctuellement au sein des pelouses récréatives	Négligeable
Habitats anthropisés									
Pelouses récréatives	-	85.12, 85.2, 86.1	E2.6, I2.23, J1.1	-	NC	-	-	Non évalué. Il s'agit d'un habitat secondaire qui couvre de grandes étendues au sein de la zone d'étude	Négligeable
Zones rudéralisées et végétalisées	-	87.2	E5.12	-	NC	-	-	Non évalué. Il s'agit d'un habitat secondaire	Négligeable
Plage	-	16.1	A2.2	-	NC	-	-	Non évalué. Il s'agit d'un habitat artificiel, sans valeur propre sur le plan floristique	Nul

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Libellé de l'habitat naturel, Description et état de conservation	Rattachement phytosociologique	Typologie CORINE Biotopes	Typologie EUNIS	Typologie Natura 2000	Zone Humide	Dét. ZNIEFF	LRR	État de conservation Représentativité / l'aire d'étude rapprochée	Enjeu écologique
Zones anthropiques	-	86.1	J1.1	-	NC	-	-	Non évalué. Il s'agit d'un habitat artificiel, sans valeur propre sur le plan floristique	Nul

Libellé de l'habitat naturel : Les intitulés des typologies de référence sont parfois complexes et ont pu être adaptés au besoin de l'étude.

Rattachement phytosociologique : syntaxon phytosociologique au niveau de l'alliance par défaut, voire de rang inférieur lorsque cela est possible (sous-alliance association, groupement...), selon le prodrome des végétations de France (Bardat *et al.*, 2004) et autres publications du prodrome des végétations de France 2 (voir sources en bibliographie).

Typologie CORINE Biotopes : typologie de description et de classification des habitats européens (Bissardon, Guibal & Rameau, 1997).

Typologie EUNIS : typologie de description et de classification des habitats européens (Louvel *et al.*, 2013).

Typologie Natura 2000 : typologie de description et de codification des habitats d'intérêt communautaire (Commission Européenne DG Environnement, 2013), dont certains prioritaires dont le code Natura 2000 est alors complété d'un astérisque.

Zones humides : habitats caractéristiques de zones humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 selon la nomenclature CORINE Biotopes et/ou selon le Prodrome des végétations de France. Cette approche ne tient compte ni des critères pédologiques ni des critères floristiques – Légende : « H » => Humide ; « p » => *pro parte*. « NC » => non concerné.

Dét. ZNIEFF : habitats déterminants pour la modernisation des ZNIEFF de la région PACA (2005).

LRR : Liste Rouge Régionale : statut de menace de l'habitat au niveau régional

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Figure 1 : Habitats semi-naturel et artificiel recensés, photos prises sur site sauf mention contraire, © Biotope



Pelouse récréative (gazon)



Végétation rudéralisée



Pelouses récréatives avec plantation d'espèces exotique



Bosquet spontané



Plage et zones aménagées

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

2.1.3 Bilan concernant les habitats et enjeux associés

Aucun habitat naturel à enjeu n'a été identifié au sein de l'aire d'étude.

Au regard du contexte anthropisé et entièrement artificialisé, les enjeux relatifs aux habitats sont considérés négligeables.

 Cf. **Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats**

2.2 Flore

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de l'aire d'étude rapprochée et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, l'expertise de terrain de la flore a été menée sur l'aire d'étude rapprochée et a concerné la flore vasculaire (phanérogames, fougères et plantes alliées).

 Cf. **Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée**

 Cf. **Carte 5 : Habitats naturels terrestre et flore**

2.2.1 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

La diversité floristique toute relative qu'elle soit dans ce contexte artificiel se concentre au sein des zones rudéralisées végétalisées qui sont colonisées par une flore spontanée à caractère nitrophile. Cette végétation est banale et classique des terrains secondaires et remaniés.

Aucune espèce patrimoniale n'a été recensée dans l'emprise de la zone d'étude.

Un individu de Lys maritime, *Pancratium maritimum*, a été repéré en rive gauche de l'Huveaune (hors site d'étude). Le Lys maritime est protégé en PACA. Il est inféodé aux dunes blanches, dunes mobiles. Cet habitat est absent de la zone d'étude. Cette espèce a été recherchée au sein même de la zone d'étude. Non observée, elle n'y est pas pressentie.

La station en rive gauche de l'Huveaune se maintient dans un milieu dégradé au niveau de la digue d'enrochements (photo ci-contre)

2.2.2 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur l'aire d'étude rapprochée et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Tableau 9 : Statuts et enjeux écologiques des espèces végétales remarquables présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
Espèces patrimoniales et/ou réglementées								
Lys maritime (<i>Pancratium maritimum</i>)	-	PR	NC	LC	-	CC (en plaine littorale nord)	Au sein de la digue d'enrochement en rive gauche de l'Huveaune (hors site d'étude) ; Un individu non fleuri se maintient dans un milieu qui n'est plus approprié à son développement.	Faible
Espèces exotiques envahissantes								
Nombreuses espèces végétales d'origine exotique ont été recensées sur l'aire d'étude dont deux espèces envahissantes : Canne de Provence (<i>Arundo donax</i>) et Herbe de la Pampa (<i>Cortaderia selloana</i>)								Nul

Europe : An. II : inscrit à Annexe II de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats » qui regroupe les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (ZSC).

France : PN : Protection Nationale. Espèce inscrite à l'annexe 1 de l'arrêté du 20 janvier 1982 modifié fixant la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire ; PR : Protection Régionale en PACA (Article 1 de l'arrêté du 9 mai 1994).

LRN : Tome 1/Tome 2 : liste rouge nationale tome 1 ou 2 (Olivier et al., 1995) ; Liste rouge des Orchidées de France (UICN France, MNHN, FCBN & SFO, 2009) et Liste rouge de la Flore vasculaire de France (UICN France, FCBN & MNHN, 2012) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

LRR : Liste rouge régionale (CBNMC, 2013) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

Dét. ZNIEFF : DZ : espèce déterminante pour la modernisation des ZNIEFF en PACA (DIREN PACA, 2005).

Niveau de rareté : rareté à l'échelle régionale (CBNMed, 2014) : E : exceptionnel ; RR : très rare ; R : rare ; AR : assez rare ; PC : peu commun ; AC : assez commun ; C : commun ; CC : très commun.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Figure 2 : Flore remarquable sur l'aire d'étude rapprochée, photos prises sur site sauf mention contraire, © Biotope.



Lys maritime (*Pancratium maritimum*) (Photo prise hors site)

2.2.3 Bilan concernant les espèces végétales et enjeux associés

L'enjeu floristique est faible. Aucune espèce patrimoniale n'a été recensée au sein de la zone d'étude. La flore est réduite à des cortèges d'espèces rudérales, pionnière à caractère nitrophile.

Carte 5 : Habitats naturels terrestre et flore

Diagnostic écologique sur le site
du Stade Nautique du Roucas
Blanc à Marseille (13)
Ville de Marseille
18 décembre 2018



2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

3 Habitats naturels marins et végétation marine

3.1 Habitats naturels marins

Les fonds marins de l'aire d'étude ne renferment aucune biocénose d'intérêt. En effet, la limite supérieure de l'herbier de posidonie se situe au mieux, à 30/50 m de l'aire d'étude, soit environ à 200 m de la digue la plus proche. Dans la zone d'étude, la plupart des fonds sont meubles, sans couverture végétale. On observe un gradient vaseux (intérieur de la Marina) à sableux vers le large. Une couverture d'algues photophiles se développe sur des roches de fonds résultant de l'effondrement partiel d'enrochements de la digue ou de travaux de la Corniche voisine : peu de ces roches semblent être des roches en place naturelles.

 Cf. Annexe 2 :
Méthodes d'inventaire de la
faune, de la flore et des
habitats dans l'aire
d'étude rapprochée

 Cf. Carte 6 : Habitats
naturels marins dans l'aire
d'étude

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

3.2 Végétation marine

3.2.1 Herbiers

Aucun herbier n'est retrouvé dans la zone d'étude.

L'herbier de posidonie se trouve en dehors de l'aire d'étude, au minimum à 30/50 m de celle-ci, c'est-à-dire à environ 200 m de la digue du Prado la plus proche.

La vitalité de l'herbier n'a pas été étudiée car celui-ci se trouve hors de l'aire d'étude. Sa limite supérieure a tout de même été relevée (carte ci-dessus). Cette limitation de l'enveloppe globale de l'herbier a été réalisée de manière très « tolérante », incluant des surfaces de matte morte où seuls quelques faisceaux d'herbiers vivants subsistent. La matte morte est largement visible au Prado, témoignant d'un herbier ayant régressé au cours des dernières années à dernières décennies.

Cette régression témoigne d'un milieu marin localement sous pression : construction de la route littorale de la corniche, apports de déblais issus du creusement du métro, embouchure de l'Huveaune, plages très fréquentées, baie en contexte urbain, marina, exutoires pluviaux, nombreux câbles et conduites sous-marins, zone de pêche, etc. Autant de pressions qui occasionnent : pollutions bactériologiques, chimiques, émissions de matières en suspensions, modifications courantologiques, pressions indirectes et directes sur la ressource, etc.

Mise à part la régression de l'herbier, nous signalons ici d'autres signes indicateurs d'un milieu dégradé :

- Présence de cyanobactéries (cyanophycées) : dans la marina, associé aux dépôts de feuilles de posidonie et dans l'entre digues des plages Prado-Nord/Prado-Sud ;
- Présence d'algues vertes filamenteuses et de moulières : vers l'embouchure de l'Huveaune.



Figure 3 : Algues vertes et moulières sur la digue vers l'embouchure de l'Huveaune © L. Bérenger - Biotope.

 Cf. Carte 6 : Habitats naturels marins dans l'aire d'étude

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

La question des feuilles de Posidonie :

De nombreuses feuilles de Posidonie sont exportées depuis l'herbier du large vers l'intérieur de la Marina du Roucas Blanc où elles s'accumulent, provoquant entre autres une anoxie sur les fonds marins du port. Lorsqu'elles s'accumulent en masse, ce qui est par exemple le cas dans la Marina vers l'angle de l'hôtel « Nhow », elles peuvent gêner les activités nautiques.

Dans le cadre des futurs Jeux Olympiques pour laquelle cette étude a été réalisée, il conviendra de soulever la question de la gestion (enlèvement ?) de ces accumulations de feuilles de Posidonie car même échouées, en morceaux, l'espèce reste protégée dans l'esprit de la loi (arrêté du 19 juillet 1988 en particulier).



Figure 4 : Feuilles de posidonie s'accumulant dans la marine du Roucas Blanc © L. Bérenger - Biotope.

3.2.2 Algues structurantes pour l'écosystème

L'algue calcaire *Lithophyllum byssoides* et les algues du genre *Cystoseira* présentent une valeur écologique importante car, par leur développement abondant, elles structurent les petits fonds côtiers en offrant un abri à de nombreuses espèces faunistiques de poissons et d'invertébrés (notamment aux stades juvéniles).

Ces algues ont été recherchées entre juin et septembre sur l'ensemble du linéaire côtier de la zone d'étude, au niveau de la surface où elles se développent jusque dans les tous petits fonds.

Aucune station n'est relevée.

3.2.3 Espèces exotiques envahissantes

Parmi les espèces d'algues invasives retrouvées en Méditerranée, une espèce est retrouvée sur la zone d'étude, en de nombreuses stations : la *Caulerpa cylindracea*. Elle colonise de façon régulière les digues artificielles de l'enceinte portuaire ainsi que les zones côtières. Cette espèce

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

est présente en des colonies particulièrement denses sur la face intérieure de la digue située entre les 2 plages du Prado, ainsi que sur les fonds meubles de cette zone (étroit couloir en eau).

Les autres espèces qui ont fait l'objet d'une attention particulière (*Caulerpa taxifolia*, *Asparagopsis armata* et *Womersleyella setacea*) n'ont pas été observées sur le site d'étude.



Figure 5 : *Caulerpa cylindracea*, espèce invasive, sur les fonds meubles et les digues entre les deux plages du Prado, © L. Bérenger - Biotope.

3.3 Autres espèces de la flore marine

Les prospections aléatoires et l'étude de quadrats photographiques en de nombreux points de l'aire d'étude n'ont pas permis de relever d'espèces d'algues présentant un intérêt particulier. Les espèces en présence sont communes des petits fonds côtiers de Méditerranée, la diversité reste faible.

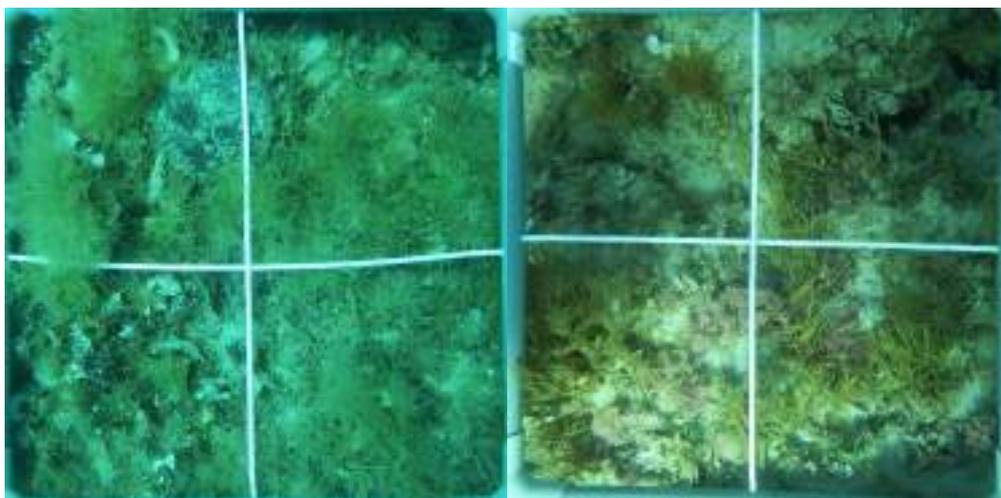


Figure 6 : *Dictyota spiralis*, *Codium bursa*, *Padina pavonica*, algues *Corallinaceae* : les espèces d'algues en présence dans la zone d'étude sont communes en Méditerranée © Th. Menut - Biotope.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4 Faune terrestre

4.1 Insectes

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de l'aire d'étude rapprochée et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, l'expertise de terrain des insectes a été menée sur l'aire d'étude rapprochée et a concerné les groupes des lépidoptères (papillons de jour et zygènes), des orthoptères (sauterelles, criquets, grillons), des odonates (libellules), des coléoptères (scarabées) saproxyliques et des cigales.

4.1.1 Analyse bibliographique

Une synthèse des potentialités d'enjeu a été réalisée sur la base des DOCOB des sites Natura 2000 présentant une continuité fonctionnelle avec les aires d'études et à partir des données récentes issues des fiches ZNIEFF présentes sur les communes du projet. Diverses bases de données naturalistes ont également été consultées, sur la base d'une échelle communale : Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN), Faune PACA (www.faune-paca.org), Silene Faune (<http://faune.silene.eu>), enquêtes Saga pedo et Cigales de l'ONEM, Atlas des Odonates de PACA, ...

Seule une espèce considérée comme patrimoniale à l'échelle régionale est citée sur une maille de 5*5km recoupant l'aire d'étude (SILENE Faune) : l'Echiquier d'Occitanie (*Melanargia occitanica*). Toutefois, ce Rhopalocère est inféodé aux pelouses sèches buissonnantes et aux garrigues méditerranéennes. Etant donné l'absence d'habitat de reproduction favorable, il est considéré comme absent de l'aire d'étude.

Notons également que le Grillon maritime (*Pseudomogoplistes squamiger*), est signalé sur l'île Pomègues dans l'Archipel du Frioul au large de Marseille (Berville et al. 2012). Cet orthoptère rare n'est présent en France qu'en populations ponctuelles réparties le long du littoral méditerranéen. Il se reproduit exclusivement au niveau des plages de galets présentant des accumulations de matériaux (Dusouliez 2017), dans la zone soumise aux embruns. Une attention particulière a été apportée à la recherche du Grillon maritime (*Pseudomogoplistes squamiger*) lors des prospections de terrain : l'espèce a été recherchée, sans succès, au niveau des laisses de mer accumulées sur les plages de l'aire d'étude. Ces plages de sable fin, très fréquentées et ne présentant qu'une faible accumulation de matériaux sont peu favorables à l'espèce, considérée comme absente.

4.1.2 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

13 espèces d'insectes (10 lépidoptères et 3 cigales) sont présentes au sein de l'aire d'étude rapprochée. Il s'agit majoritairement d'espèces aux exigences écologiques limitées, capables de s'accommoder de milieux artificialisés.

La richesse entomologique observée sur l'aire d'étude est particulièrement faible. Le nombre d'espèces de Rhopalocères observé ne représente pas 5 % de la faune régionale (219 espèces).

 Cf. Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

 Cf. Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

 Cf. Carte 7 : synthèse des enjeux liés aux insectes

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4.1.3 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Pelouses récréatives

Ces milieux semi naturels représentent les principaux habitats favorables aux insectes au sein de l'aire d'étude. La faible diversité floristique, la fréquence d'entretien importante et la forte fréquentation ne permettent pas l'expression de cortèges diversifiés. Le fait qu'aucun orthoptère n'ai été observé est révélateur de la faible qualité de ces milieux. En dehors des espèces ubiquistes, on notera la présence de l'Azuré du Trèfle, commune à l'échelle de la France mais peu fréquent en plaine provençale, capable de s'accommoder d'une large gamme de milieux prairiaux méso-hygrophiles.

Bosquets et fourrés

Présents de manière ponctuelle sur l'aire d'étude, surtout à proximité de la route, ces fourrés montrent également un faible degré de naturalité. Bien qu'ils ne montrent qu'un faible intérêt pour l'entomofaune, ils jouent le rôle de zone refuge pour certaines espèces en cas de mauvaises conditions météorologiques.

Zones rudéralisées végétalisées

Ces secteurs peu végétalisés et piétinés sont peu favorables à la reproduction des groupes d'insectes inventoriés. L'enjeu écologique associé est considéré comme négligeable (voire nul sur les surfaces aménagées ou bétonnées).

Plage

Ces plages de sable fin sont très fréquentées une bonne partie de l'année. Les zones d'accumulations de matériaux sont limitées et le substrat n'est pas favorable à la présence du Grillon maritime. L'enjeu pour les insectes est considéré comme négligeable.

4.1.4 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Aucune espèce à enjeu n'a été observée dans l'aire d'étude immédiate lors des prospections de terrain. Étant donné le fort degré d'artificialisation des habitats aucune des espèces patrimoniales connues sur la commune du projet n'est pressentie.

4.1.5 Bilan concernant les insectes et enjeux associés

13 espèces d'insectes (10 lépidoptères et 3 cigales) sont présentes au sein de l'aire d'étude rapprochée. Aucune de ces espèces ne présente de caractère remarquable.

Les cortèges entomologiques observés sur l'aire d'étude sont particulièrement limités et ne comprennent que des espèces à forte plasticité écologique. Étant donné le faible degré de naturalité des habitats présents sur l'aire d'étude et son isolement important, l'enjeu associé aux insectes est faible.

Carte 7 : synthèse des enjeux liés aux insectes

Diagnostic écologique sur le site
du Stade Nautique du Roucas
Blanc à Marseille (13)
Ville de Marseille
18 décembre 2018



© Ville de Marseille - Tous droits réservés - Sources : iBling - Cartographie : Biotope, 2018-10-22T17:06:55

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4.2 Amphibiens

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de l'aire d'étude rapprochée et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, l'expertise de terrain des amphibiens a été menée sur l'aire d'étude rapprochée et a concerné les groupes des anoures (crapauds, grenouilles) et des urodèles (tritons, salamandres).

4.2.1 Analyse bibliographique

Deux espèces d'amphibiens sont citées à l'échelle de la maille 5*5km incluant la zone d'étude immédiate (SILENE Faune) : le Crapaud épineux (*Bufo spinosus*) et la Grenouille rieuse (*Pelophylax ridibundus*).

Bien que ces espèces présentent de faibles exigences écologiques et sont capable de s'accommoder d'un fort degré d'anthropisation, aucun habitat de reproduction ne leur est favorable au sein de l'aire d'étude. La salinité de l'embouchure de l'Huveaune est probablement limitante pour les amphibiens.

Leur présence reste toutefois possible ponctuellement au cours des phases terrestres de leur cycle de vie (transit, hibernation, ...), bien que l'isolement du site limite les potentialités.

4.2.2 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Aucune espèce d'amphibiens n'a été observée dans l'aire d'étude immédiate.

4.2.3 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Habitat de reproduction

Aucun habitat de reproduction n'a été observé sur l'aire d'étude rapprochée.

Habitat d'hivernage

Les bosquets et fourrés qui ponctuent les pelouses récréatives pourrait servir d'habitats d'hivernage aux espèces communes se reproduisant sur l'Huveaune (Crapaud épineux, Grenouille rieuse), en amont de la zone d'étude. Toutefois, les déplacements entre les sites de reproduction et les sites d'hivernage ne sont généralement pas réalisés sur des distances importantes. Etant donné l'isolement du site qui limite ces potentialités de présence, l'enjeu associé aux amphibiens est considéré comme négligeable.

Zone de transit, corridor de déplacement

Les milieux arborés de l'aire d'étude pourraient servir très ponctuellement de zone de transit pour les espèces mentionnées dans la bibliographie dans l'aire d'étude rapprochée et ayant les plus longues distances de dispersion et de colonisation, à savoir ici le Crapaud épineux. Il est toutefois peu probable de rencontrer des individus sur le site.

 Cf. **Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats**

 Cf. **Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée**

 Cf. **Carte 8 : Synthèse des enjeux liés aux amphibiens**

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4.2.4 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant (cf. Tableau 9) précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur l'aire d'étude rapprochée et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Tableau 9 : Statuts et enjeux écologiques des amphibiens remarquables présents dans l'aire d'étude rapprochée

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
Espèces patrimoniales et/ou réglementées								
Crapaud épineux <i>Bufo spinosus</i>	-	Art.3	LC	LC		-	Apprécie les milieux frais et boisés, composés de feuillus ou mixtes. Il préfère des plans d'eau permanents de grande dimension, souvent riches en poissons (lacs, étangs, bras morts, mares, rivières, ruisseaux, bassins de carrières et sablières). Dispersion : de l'ordre du kilomètre (maximum 4 km). Présent en limite de répartition avec <i>Bufo bufo</i> dans le 06, 05, 04. Faible potentialité de présence en phase terrestre au niveau des bosquets et fourrés.	Négligeable
Une espèce protégée au titre de l'arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection : <ul style="list-style-type: none"> • Au titre de l'article 3 : Grenouille rieuse (<i>Pelophylax ridibundus</i>) Cette espèce protégée est communes à très communes à l'échelle nationale								Négligeable

An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».

Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.

Art. 3 : espèces inscrites l'article 3 de l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007 : protection des individus.

Art. 5 : espèces inscrites l'article 5 de l'arrêté ministériel du 19 novembre : interdiction de la mutilation des individus.

LRN : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre reptiles et amphibiens de France métropolitaine (UICN France, MNHN, SHF, 2015, 2016) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

LRR : Liste rouge régionale (UICN, CEN PACA, 2017) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

Dét. ZNIEFF : DZ : espèce déterminante ZNIEFF en PACA.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4.2.5 Bilan concernant les amphibiens et enjeux associés

Aucune espèce d'amphibiens n'est présente de façon régulière dans l'aire d'étude immédiate.

Aucun secteur n'est essentiel pour le bon accomplissement du cycle biologique des amphibiens, le rôle fonctionnel des habitats présents localement étant nul en période de reproduction.

Au regard de ces différents éléments, l'aire d'étude rapprochée présente un intérêt considéré comme négligeable pour les amphibiens.

Carte 8 : Synthèse des enjeux liés aux amphibiens

Diagnostic écologique sur le site
Stade Nautique du Roucas
Blanc à Marseille (13)
Ville de Marseille
13 décembre 2018



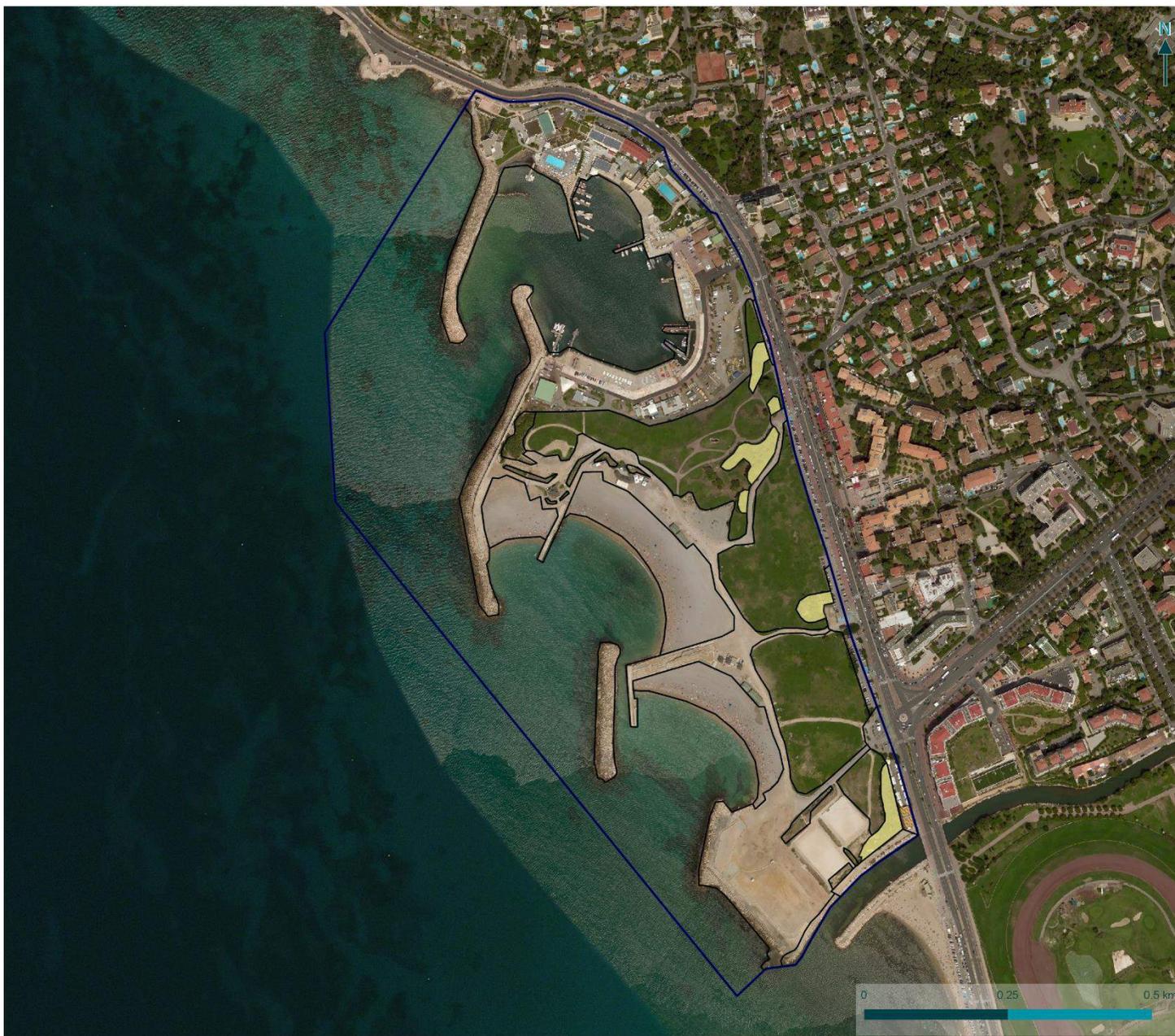
Enjeux liés aux amphibiens

Inventaire faune/flore sur le périmètre
terrestre et maritime du Stade Nautique
du Roucas Blanc (13)

 Aire d'étude immédiate

Enjeu écologique

-  Faible
-  Négligeable
-  Nul



2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4.3 Reptiles

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de l'aire d'étude rapprochée et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, l'expertise de terrain des reptiles a été menée sur l'aire d'étude rapprochée et a concerné les groupes des Chéloniens (tortues) et des Squamates (lézards, geckos, serpents).

4.3.1 Analyse bibliographique

Seules deux espèces de reptiles sont mentionnées sur les bases de données consultées à l'échelle du secteur étudié : le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*), citée dans Faune PACA sur les différents lieux-dits couverts par le projet, et la Coronelle girondine (*Coronella girondica*), citée dans SILENE Faune sur une maille 5*5km incluant l'aire d'étude. Etant donné les habitats qui composent l'aire d'étude immédiate, les potentialités de présence de cette dernière espèce sont faibles. Elle est considérée comme absente.

La Couleuvre vipérine (*Natrix maura*) est également citée dans Faune PACA le long du cours de l'Huveaune en amont de l'aire d'étude. Il est possible que l'espèce fréquente ponctuellement la marge sud de l'aire d'étude en phase de chasse.

4.3.2 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

3 espèces de reptiles sont présentes dans l'aire d'étude rapprochée :

- 2 espèces ont été observées lors des inventaires de terrain :
 - Lézard des murailles *Podarcis muralis*
 - Tarente de Maurétanie *Tarentola mauritanica*
- 1 espèce non observée lors des inventaires de terrain mais considérée comme présente sur l'aire d'étude immédiate compte tenu des habitats disponibles, de la bibliographie et de notre connaissance de son écologie :
 - Couleuvre vipérine *Natrix maura*

La richesse herpétologique est faible. Le fort degré d'artificialisation et la fréquentation de l'aire d'étude limite la diversité des cortèges de reptiles. Seules deux espèces ubiquistes pouvant s'accommoder d'une anthropisation importante ont été observées en populations abondantes sur l'aire d'étude.

4.3.3 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Les deux espèces observées font parties des reptiles les plus tolérants à l'artificialisation des milieux. Elles fréquentent des habitats similaires sur l'aire d'étude, se répartissant principalement sur les talus et lisières bien ensoleillés ainsi qu'au niveau des enrochements de l'embouchure de l'Huveaune. Ces espèces étant communes en France, l'enjeu associé à ces différents habitats est considéré comme faible. La Tarente de Maurétanie pourrait également occuper ponctuellement des habitats plus anthropiques sur l'aire d'étude (bâtiments, toitures, murets, ...) : un enjeu négligeable a été associé à l'ensemble de ces habitats.

4.3.4 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant (cf. Tableau 10) précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur l'aire

 Cf. **Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats**

 Cf. **Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée**

 Cf. **Carte 9 : Synthèse des enjeux liés aux reptiles**

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

d'étude rapprochée et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Tableau 10 : Statuts et enjeux écologiques des reptiles remarquables présents dans l'aire d'étude rapprochée

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEFF	Niveau de rareté		
Espèces patrimoniales et/ou réglementées								
Lézard des murailles <i>Podarcis muralis</i>	An IV	Art.2	LC	LC		-	Très ubiquiste car il fréquente aussi bien les milieux naturels qu'anthropiques. C'est une espèce commensale de l'Homme. Si on peut le trouver dans les zones sableuses bordant l'océan, il préfère cependant les substrats solides des endroits pierreux ensoleillés, vieux murs, rocailles, carrières, talus et voies de chemins de fer. Bien que préférant les milieux secs, on peut le rencontrer également dans des endroits humides. Le Lézard des murailles est présent partout en France (sauf en Corse).	Faible
Tarente de Maurétanie <i>Tarentola mauritanica</i>	-	Art.3	LC	LC		-	Espèce méditerranéenne qui s'accommode parfaitement de l'habitat urbain. Elle s'observe dans de nombreuses villes, villages, agglomérations... Elle se maintient dans les interstices des murs, derrière les volets et parfois à l'intérieur des habitations et se nourrit à proximité des sources lumineuses. En Provence, on retrouve l'espèce dans les vergers, dans les arbres du vignoble. La Tarente est bien présente sur le pourtour méditerranéen ; à une altitude ne dépassant pas les 100 m. En Paca, c'est une espèce fréquente, sauf dans le 05 où elle est absente.	Faible
Couleuvre vipérine <i>Natrix maura</i>	-	Art.3	NT	LC		-	Observée de la mer jusqu'à des altitudes moyennement élevées dans les massifs montagneux (1200 m). Ce serpent est inféodé aux zones humides naturelles (marais, étangs, lacs, ruisseaux, fossés, tourbières) ; mais également les zones artificielles (canaux, bassins, barrages). Cependant les individus peuvent s'aventurer au niveau des lisières forestières, voie de chemin de fer, bordures de chemin. La Couleuvre vipérine est une espèce méridionale, qui est assez commune en PACA. Non observée sur l'aire d'étude, sa présence n'est que potentielle et probablement seulement ponctuelle.	Faible

An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».

Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Art. 3 : espèces inscrites l'article 3 de l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007 : protection des individus.

Art. 5 : espèces inscrites l'article 5 de l'arrêté ministériel du 19 novembre : interdiction de la mutilation des individus.

LRN : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre reptiles et amphibiens de France métropolitaine (UICN France, MNHN, SHF, 2015, 2016) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

LRR : Liste rouge régionale (UICN, CEN PACA, 2017) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

Dét. ZNIEFF : DZ : espèce déterminante ZNIEFF en PACA.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4.3.5 Bilan concernant les reptiles et enjeux associés

3 espèces de reptiles sont présentes dans l'aire d'étude rapprochée.

Parmi elles, plusieurs présentent un caractère remarquable :

- 3 espèces sont protégées ;
- 1 espèce d'intérêt communautaire ;
- 3 espèces constituent un enjeu écologique faible ;

Les principaux secteurs à enjeux au sein de l'aire d'étude immédiate concernent les lisières des fourrés, les talus bien exposés (en bordure de piste ou au sein des pelouses) et les enrochements de l'Huveaune. Les espèces observées ou potentielles sont toutes communes à l'échelle de la région.

Au regard de ces éléments, l'aire d'étude rapprochée constitue un enjeu globalement faible pour les reptiles



écologique sur le site
nautique du Roucas
Blanc (13)
Marseille
mars 2018

Enjeux liés aux reptiles

Inventaire faune/flore sur le périmètre
terrestre et maritime du Stade Nautique
du Roucas Blanc (13)

 Aire d'étude immédiate

Espèces patrimoniales observées

-  Lézard des murailles
-  Tarente de Maurétanie

Enjeu écologique

-  Faible
-  Négligeable
-  Nul

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4.4 Oiseaux

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de l'aire d'étude rapprochée et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, l'expertise de terrain des oiseaux a été menée sur l'aire d'étude rapprochée et a concerné les espèces nicheuses.

4.4.1 Analyse bibliographique

La base de données Faune PACA indique 325 données d'oiseaux sur la ville de Marseille. Plus précisément sur le site du Roucas blanc, on trouve des données de Cormoran huppé de Méditerranée, de Martinet pâle, de Râle d'eau, et de Martin-pêcheur d'Europe, des données d'oiseaux en halte migratoire, comme la Bergeronnette printanière, le Traquet motteux, le Tarier pâle, le Gobemouche noir, ou le Chevalier sylvain. Certaines espèces sont indiquées également en période hivernale, comme la Sterne caugek, la Mouette mélanocéphale, le Chevalier guignette, ou le Vanneau huppé.

4.4.2 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

23 espèces d'oiseaux, dont 15 protégés ont été contactés lors des inventaires de terrain de 2018. Cette liste n'est pas exhaustive mais permet de rendre compte de la diversité ornithologique du site lors de la saison de reproduction.

- 15 espèces nicheuses sur l'aire d'étude ;
- 6 espèces non nicheuses mais utilisant le site en transit ou en alimentation ;
- 2 espèces non nicheuses et non utilisatrices du site, présentes en migration active (Hirondelle de rivage, Bergeronnette printanière).

1 espèce, le Cormoran huppé de Méditerranée, non observée lors des inventaires de terrain mais considéré comme présent sur l'aire d'étude rapprochée compte tenu des habitats disponibles, de la bibliographie et de notre connaissance de l'écologie de ces espèces.

La liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée est présentée en annexe.

La diversité spécifique est faible sur l'aire d'étude rapprochée. L'artificialisation des milieux et l'importante fréquentation humaine du site en période de nidification des oiseaux expliquent cette faible diversité.

4.4.3 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Il est possible de regrouper les espèces présentes – ou considérées comme telles – en deux cortèges, en fonction des milieux qu'elles fréquentent préférentiellement, notamment en période de reproduction :

- Le cortège des milieux buissonnants et semi-ouverts : ce cortège est prépondérant sur l'aire d'étude ; 15 espèces nicheuses et 5 non nicheuses y ont été observées (parmi lesquelles 12 espèces sont protégées).
- Le cortège des milieux aquatiques : mer et fleuve Huveaune : 3 espèces (dont deux protégées) y sont associées, toutes non nicheuses.

 Cf. **Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats**

 Cf. **Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée**

 Cf. **Carte 10 : Synthèse des enjeux pour les oiseaux**

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Les espèces nicheuses sur l'aire d'étude immédiate

Cette catégorie regroupe les espèces dont un ou plusieurs couples ont installés leur nid sur l'emprise du projet au printemps 2018. Les individus concernés sont donc totalement dépendants des habitats présents sur l'aire d'étude.

15 espèces nicheuses ont été répertoriées sur l'aire d'étude immédiate soit environ 6% de l'avifaune nicheuse de la région PACA. L'ensemble des oiseaux nicheurs du site fréquentent les arbres et bosquets du parc pour la nidification. Les plus représentés sont l'Etourneau sansonnet, la Mésange charbonnière, la Bergeronnette grise et le Serin cini. Ces espèces ont une amplitude écologique relativement large et s'accommodent à différents types de milieux.

Les espèces non nicheuses sur l'aire d'étude immédiate mais utilisatrices de ses milieux ou de ses ressources

Ces espèces fréquentent l'aire d'étude immédiate mais ne nichent pas au niveau de l'emprise du projet. Elles ont été contactées lors des inventaires ou bien mises en évidence par la bibliographie. L'aire d'étude immédiate constitue pour elles un site d'alimentation, de transit ou de repos plus ou moins important selon la fréquence d'utilisation. Les espèces « utilisatrices » sont globalement moins dépendantes de ces milieux que les espèces « nicheuses », surtout lorsque l'utilisation est faite en complément d'autres milieux situés en dehors de l'aire d'étude. Leur capacité de déplacement et la disponibilité en habitats similaires en périphérie de l'aire d'étude leur offrent dans tous les cas des possibilités de report, ce qui réduit l'importance de l'aire d'étude vis-à-vis de ces espèces.

Plusieurs espèces utilisent la zone uniquement pour y chercher leur nourriture. C'est le cas pour l'Hirondelle rustique, le Martinet noir, et le Goéland leucophaé ou le Grand Cormoran. Le Canard colvert a également été observé sur l'Huveaune et les Cormorans viennent se nourrir en mer, à proximité des plages.

Quelques espèces migratrices ont été observées lors des passages sur le site au mois de mai. La Bergeronnette printanière a été observée dans les pelouses du parc avec les Bergeronnettes grises, quelques Hirondelles de rivage ont été vu en vol au-dessus de l'Huveaune et également un groupe d'une vingtaine d'Etourneaux rosélins été présents lors du passage fin mai. Les observations d'étourneaux rosélins sont rares en France mais il existe quelques phénomènes d'« invasion » pendant les périodes migratoires.

La présence de l'Huveaune, des plages et de la mer Méditerranée rend le site favorable aux haltes migratoires de certaines espèces d'oiseaux, notamment pour les limicoles (Chevalier guignette et sylvain, Echasse blanche, gravelots). Quelques passereaux migrateurs peuvent également être présents dans le parc (pipits, traquet motteux).

Aucune prospection n'a été réalisée en hiver afin d'étudier l'hivernage. Cependant le site pourrait être favorable à certaines espèces d'oiseaux :

- La présence de l'Huveaune et de la mer Méditerranée peut être attractif en période d'hivernage pour les oiseaux, notamment les anatidés, les limicoles, et quelques oiseaux marins comme le Fou de Bassan, la Sterne caugek ou les mouettes rieuses et mélanocéphales. Ces espèces profitent des ressources alimentaires fournies par la mer pour fréquenter le site. Quelques limicoles, comme le Chevalier guignette, peuvent fréquenter les plages et les zones en bordure de mer.
- Dans le parc, les effectifs de pinsons sont probablement renforcés par l'arrivée d'individus provenant d'Europe du nord et de l'est, poussés à migrer vers nos régions pour profiter d'un climat plus clément. Quelques espèces exclusivement hivernantes peuvent se joindre aux groupes en faibles effectifs (Grive mauvis, Grive litorne, Pinson du nord).

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Il serait donc préférable d'effectuer un passage en période hivernale sur le site pour s'assurer qu'il n'y ait pas d'espèces à enjeux en hivernage, notamment au niveau de l'Huveaune ([prospections prévues janvier 2019 : chapitre à compléter](#)).

4.4.4 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant (cf. Tableau 11) précise, pour chaque espèce remarquable identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur l'aire d'étude rapprochée et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Tableau 11 : Statuts et enjeux écologiques des oiseaux remarquables présents dans l'aire d'étude rapprochée

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu écologique
	Europe	France	LRN	LRR	Dét. ZNIEF F	Enjeu écologique à l'échelle régionale		
Cormoran huppé de Méditerranée <i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	An. I	Art. 3	LC	EN	/	Fort	Le Cormoran huppé de Méditerranée est une sous-espèce endémique du Cormoran huppé. Il affectionne particulièrement le milieu marin littoral. Les îles de Marseille et d'Hyères restent les seuls sites où l'espèce se reproduit et regroupent ainsi la totalité des effectifs du littoral provençal. L'espèce n'est pas nicheuse sur le site mais peut être occasionnellement observée depuis le site en recherche de nourriture. Malgré l'enjeu écologique régionale de cette espèce, l'enjeu reste faible au niveau de l'aire d'étude compte-tenu de son utilisation.	Faible
Chardonneret élégant <i>Carduelis carduelis</i> Verdier d'Europe <i>Chloris chloris</i> Serin cini <i>Serinus serinus</i>	/	Art. 3	VU	LC	/	Faible	Ces espèces classées vulnérables au niveau national, restent communes en PACA. Elles sont nicheuses au niveau des arbres et bosquets du parc du Prado. Ces espèces ont une amplitude écologique relativement large et s'accommodent toutefois à différents types de milieux.	Faible
Parmi les 23 espèces recensées, 15 sont inscrites à l'article 3 de l'Arrêté du 29 octobre 2009 fixant les listes des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Les bosquets sur l'aire d'étude constituent des milieux de nidification utilisés par une ou plusieurs espèces protégées. Ces espèces protégées sont globalement communes à très communes à l'échelle nationale et régionale.								Faible
Une espèce d'oiseau d'origine exotique a été recensée sur l'aire d'étude : Perruche à collier (<i>Psittacula krameri</i>). Elle peut présenter un caractère envahissant et se substituer à l'avifaune originelle de la région PACA ; elle est qualifiée d'envahissante. .								Nul

An. I : espèces inscrites à l'annexe I de la directive européenne 2009/147/CE du 20 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, ou directive « Oiseaux »

Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.

LRN : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

LRR : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur (LPO PACA, CEN PACA, 2016) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

Dét. ZNIEFF : DZ : espèce déterminante pour la modernisation des ZNIEFF en PACA (2017).

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4.4.5 Bilan concernant les oiseaux et enjeux associés

En période de reproduction

23 espèces sont présentes sur l'aire d'étude, toutes communes. Parmi elles,

- 15 espèces nicheuses (au niveau des bosquets du parc)
- 6 espèces non nicheuses mais présentent ponctuellement en période de reproduction
- 1 espèce exotique à caractère envahissant : la Perruche à collier
- 15 espèces sont protégées (toutes communes).

Notons également la fréquentation du site par le Cormoran huppé, au niveau des falaises rocheuses au nord (non nicheuse), qui présente un enjeu écologique qualifié de faible au niveau de l'aire d'étude.

Toutes les espèces observées sont communes. Les cortèges d'oiseaux sont peu diversifiés. Ils sont principalement liés au boisement du parc pour leur nidification.

L'aire d'étude rapprochée présente un intérêt considéré comme faible pour les oiseaux.

Carte 10 : Synthèse des enjeux pour les oiseaux

Diagnostic écologique sur le site
du Stade Nautique du Roucas
Blanc à Marseille (13)
Ville de Marseille
18 décembre 2018



2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4.5 Chiroptères

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées dans le cadre du présent travail, sur une analyse des potentialités d'accueil des milieux naturels de l'aire d'étude rapprochée et sur la bibliographie récente disponible.

Pour rappel, l'expertise de terrain des chiroptères a été menée sur l'aire d'étude rapprochée et a concerné toutes les espèces susceptibles d'être présentes dans le secteur d'étude.

4.5.1 Espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Seulement 3 espèces de chiroptères ont été contactées lors des inventaires de terrain :

- 3 espèces :
 - Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus*
 - Pipistrelle de kuhl *Pipistrellus kuhlii*
 - Molosse de Cestoni *Tadarida teniotis*

4.5.2 Habitats d'espèces et fonctionnalités des milieux

Les chiroptères ont besoin d'un ensemble de composantes dans le paysage afin d'accomplir leur cycle biologique. Le bon accomplissement de leur cycle biologique dépend de plusieurs facteurs : Le maintien des corridors de déplacement (fragmentation du paysage) ;

- La non destruction des sites / gîtes de reproduction ;
- Le maintien des zones d'hibernation ;
- La qualité et l'accessibilité des zones de chasse.

Un « **site à chiroptères** » comprend non seulement les gîtes utilisés par une colonie de chauves-souris, mais aussi les terrains de chasse et routes de vol de celle-ci, c'est-à-dire un ensemble d'unités écologiques répondant aux besoins d'une population à chaque étape de son cycle biologique.

Les gîtes potentiels sur la zone d'étude

Le terme de « gîte » regroupe tous les habitats fréquentés par les chauves-souris lors de l'hibernation, du transit, de l'estivage, de la mise-bas, de l'accouplement et du repos nocturne. Les connaissances relatives à ces différents types de gîte sont variables, les gîtes d'hibernation et de mise-bas étant généralement les plus étudiés. Les gîtes peuvent être séparés, en fonction de l'affinité des espèces, en quatre catégories : gîtes anthropiques, gîtes arboricoles, gîtes cavernicoles et gîtes rupestres.

Les habitats boisés les plus favorables se rencontrent au niveau des vieux arbres, ceux qui ont suffisamment vieillis pour avoir développés des cavités naturelles, une écorce décollée pouvant parfois suffire à certaines espèces. Sur l'aire d'étude les milieux boisés ne présentent pas de réel intérêt pour les chiroptères. Les arbres observés sont soit trop jeunes pour développer un réseau de cavités favorables aux chiroptères soit il s'agit d'arbres ornementaux dont le port n'est pas propice aux cavités arboricoles (palmiers per exemple).

Concernant les gîtes anthropiques de l'aire d'étude, ils n'ont pas fait l'objet d'une expertise particulière, cependant aucun élément favorable aux chauves-souris n'a été noté comme par exemple du bâti abandonné. Les bâtiments modernes sont cependant parfois des gîtes pour des espèces communes telles que les pipistrelles.

Aucun gîte rupestre ou souterrains n'est présent sous l'aire d'étude ou à proximité immédiate.

 Cf. **Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats**

 Cf. **Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée**

 Cf. **Carte 11 : Synthèse des enjeux pour les chiroptères**

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Tableau 12 : Enjeux liés aux gîtes avérés ou potentielles sur l'aire d'étude

Type de gîtes	Zone d'étude	Proximité immédiate de la zone d'étude
Gîtes anthropiques	Faible	Faible
Gîtes arboricoles	Faible	Faible
Gîtes souterrains	Nul	Nul
Gîtes rupestres	Nul	Nul

Figure 7 : Habitats observés ©Biotope.



Plantation d'essences exotiques sans intérêt pour les chiroptères.



Bosquet d'arbres trop jeunes pour présenter un intérêt pour les chiroptères.

Les routes de vol et zones de chasse

Le site d'étude ne représente pas un corridor et un axe de vol majeur pour les chiroptères à l'échelle locale comme le sont par exemple les rivières ou le bocage. Le site est inclus dans un environnement urbain particulièrement peu favorable au groupe des chiroptères. En outre, les prospections nocturnes ont permis d'observer l'intensité de l'éclairage public défavorable à ce groupe d'espèces nocturnes. Cet environnement très anthropisé et le manque de continuité écologique ne sont en effet pas propices à la présence d'une communauté de chiroptères diversifiés.

Tableau 13 : Enjeux pour les routes de vol et les zones de chasse pour les chiroptères

	Zone d'étude	Proximité immédiate de la zone d'étude
Terrains de chasse	Faible	Faible
Routes de vol	Faible	Faible

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune



L'éclairage et le type d'habitats observés sont défavorables aux chiroptères.

4.5.3 Statuts et enjeux écologiques des espèces remarquables

Le tableau suivant (cf Tableau 14) précise, pour chaque espèce identifiée ses statuts réglementaires et/ou de patrimonialité, ses habitats et populations observés sur l'aire d'étude rapprochée et le niveau d'enjeu écologique attribué localement. Conformément à la réglementation, l'approche est proportionnée avec un développement plus important des espèces constituant un enjeu écologique.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Tableau 14 : Statuts et enjeux écologiques des chiroptères remarquables présents dans l'aire d'étude rapprochée

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statuts réglementaires		Statuts patrimoniaux				Éléments d'écologie et population observée dans l'aire d'étude rapprochée	Enjeu écologique
	Europe	France	LRE	LRN	Dét. ZNIE FF	Enjeu régional		
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	-	Art.2	LC	NT	-	Faible	Espèce commune en France et en PACA, elle semble cependant peu commune sur le site ou un seul individu a été contacté en chasse. Cette Pipistrelle est particulièrement anthropophile pour ses gîtes.	Faible
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	-	Art.2	LC	LC	-	Faible	Espèce commune en PACA et particulièrement anthropophile pour ses gîtes. Elle est commune sur le site en chasse.	Faible
Molosse de Cestoni <i>Tadarida teniotis</i>	-	Art.2	LC	NT	-	Fort	Espèce rupestre assez commune en Provence bien que les effectifs soient mal connus, elle peut également giter dans les hauts immeubles. Cette espèce de haut vol chasse au-dessus du site d'étude sans lien particulier avec habitats de celui-ci.	Faible

An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats ».

Art. 2 : espèces inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.

Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007 : protection des individus.

LRE : Liste rouge européenne des espèces menacées. UICN. 2012. LC : préoccupation mineure.

LRN La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2017). NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

Dét. ZNIEFF : espèce déterminante pour la modernisation des ZNIEFF en PACA.

Enjeu régional : enjeu régional de conservation (GCP, 2016).

2

État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

4.5.4 Bilan concernant les chiroptères et enjeux associés

3 espèces de chiroptères sont présentes dans l'aire d'étude rapprochée.

Parmi elles :

- Toutes sont protégées ;
- Aucune espèce d'intérêt communautaire ;
- Toutes présentent un enjeu écologique faible.

Les habitats anthropiques, la faible diversité d'espèces, leur caractère commun ainsi que l'absence de fonctionnalité écologique, permet de définir des **enjeux écologiques faibles** pour les chiroptères sur le site.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

5 Faune marine

5.1 Les poissons adultes

Les poissons marins ont fait l'objet d'un suivi sur 8 stations réparties sur l'ensemble du secteur d'étude, à hauteur de 2 stations par mois entre juin et septembre.

Ces stations situées entre 3 et 10m de profondeur se caractérisent par du substrat à dominante sableuse, avec de la matie morte et quelques rares rhizomes encore vivants d'herbier à *Posidonia oceanica* (transects sortant de la zone d'étude stricte). Le substrat dur est essentiellement lié à la présence d'enrochements artificiels constituant les digues du port, les plages et l'enrochement de l'embouchure de l'Huveaune.

5.1.1 Généralités sur l'ensemble de la zone d'étude

Abondance

L'abondance totale est de 3024 individus recensés (cf. Figure 8 ci-dessous) :

- Le peuplement est dominé par les Sparidés (1306 individus dont le sar tête noire *Diplodus vulgaris*, espèce la plus fréquemment observée) représentant 43% du peuplement.
- Les Mullidés (462 individus) représentent 15% du peuplement avec une seule espèce, le rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*).
- Les Labridés représentent 383 individus, soit 13% du peuplement avec notamment la girelle (*Coris julis*), qui est la seconde espèce la plus représentée.
- Les Athérinidés (385 individus) représentent 13% du peuplement, avec une espèce observée *Atherina boyeri*. Cette espèce ne caractérise que peu le peuplement puisque les organismes se déplacent en bancs de 200 à 300 individus.

Ces 4 familles représentent à eux seules plus de 80% du peuplement. Le reste est dominé par les Pomacentridés (312 individus, 10% du peuplement représenté par la castagnole *Chromis chromis*) et les Gobiidés (94 individus, 3% du peuplement dominé par le Gobie moucheté *Gobius incognitus*).

 Cf. Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

 Cf. Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

 Cf. Carte 16 : Plan d'échantillonnage pour les inventaires de poissons adultes (p112)

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

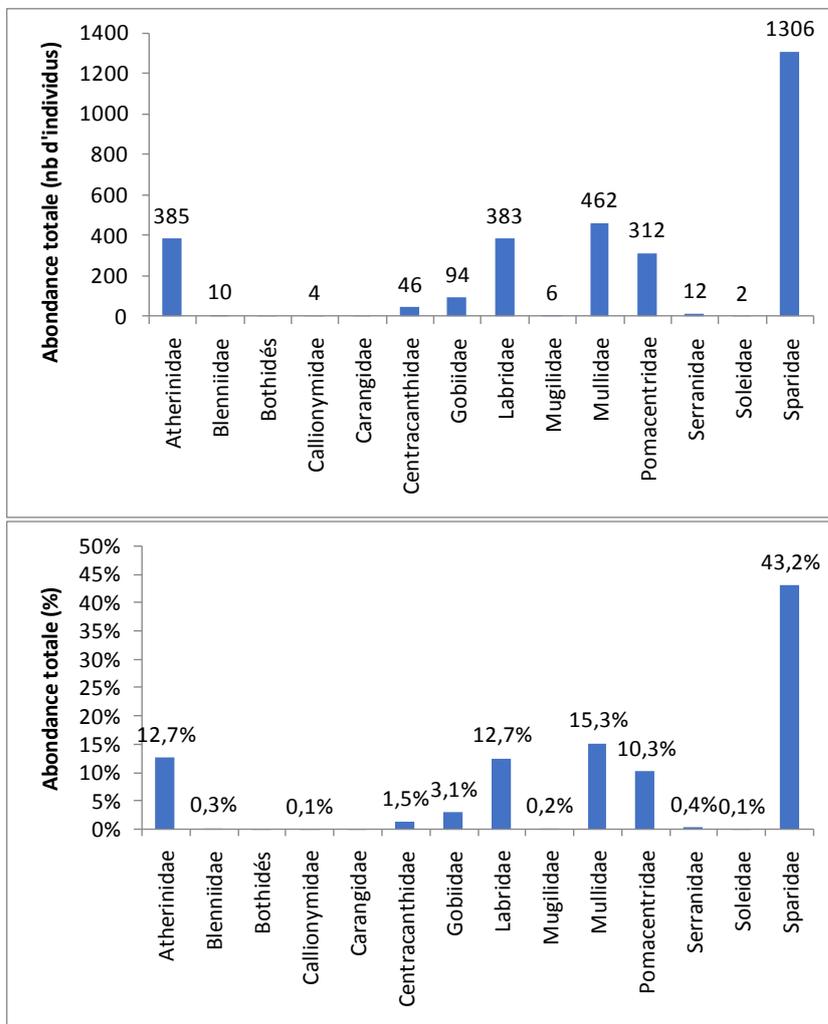


Figure 8 : Abondance totale par famille ichthyologique en nombre d'individus (en haut) et pourcentage (en bas)

Diversité

La diversité est de 40 espèces.

Elle est représentée en grande majorité par :

- les Labridés (11 espèces : *Coris julis*, *Labrus merula*, *Symphodus cinereus*, *Symphodus doderleini*, *Symphodus mediterraneus*, *Symphodus melanocercus*, *Symphodus ocellatus*, *Symphodus roissali*, *Symphodus rostratus*, *Symphodus tinca*, *Thalassoma pavo*)
- et les Sparidés (10 espèces : *Boops boops*, *Dentex dentex*, *Diplodus annularis*, *Diplodus puntazzo*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Oblada melanura*, *Pagellus acarne*, *Sarpa salpa*, *Spondyliosoma cantharus*).
- Les Gobiidés sont représentés par 5 espèces (*Gobius cruentatus*, *Gobius incognitus*, *Gobius xanthocephalus*, *Pomatoschistus minutus*, *Pomatoschistus sp.*)
- et les Serranidés par 2 espèces (*Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*).

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

- Les autres familles (Athérinidés, Bothidés, Callionymidés, Carangidés, Centranchidés, Mullidés, Pomacentridés et Soléidés) ne sont représentées que par 1 espèce.

En fréquence d'apparition, **le sar à tête noire** (*Diplodus vulgaris*, 21 fois observés, 10% de la fréquence d'apparition), **la girelle** (*Coris julis*, 19 fois observées, 9% de la fréquence d'apparition), **le rouget barbet** (*Mullus surmuletus*, 15 fois observés, 7% de la fréquence d'apparition) **et le sar commun** (*Diplodus sargus*, 14 fois observés, 7% de la fréquence d'apparition) sont les espèces les plus observées. La **castagnole** (*Chromis chromis*) et certains **Labridés** (Crénilabre à 5 bandes *Symphodus roissali*, Crénilabre paon *Symphodus tinca*, Crénilabre cendré *Symphodus cinereus*) représentent avec les espèces précédentes les plus fréquentes, près de 60% des espèces les plus observées.

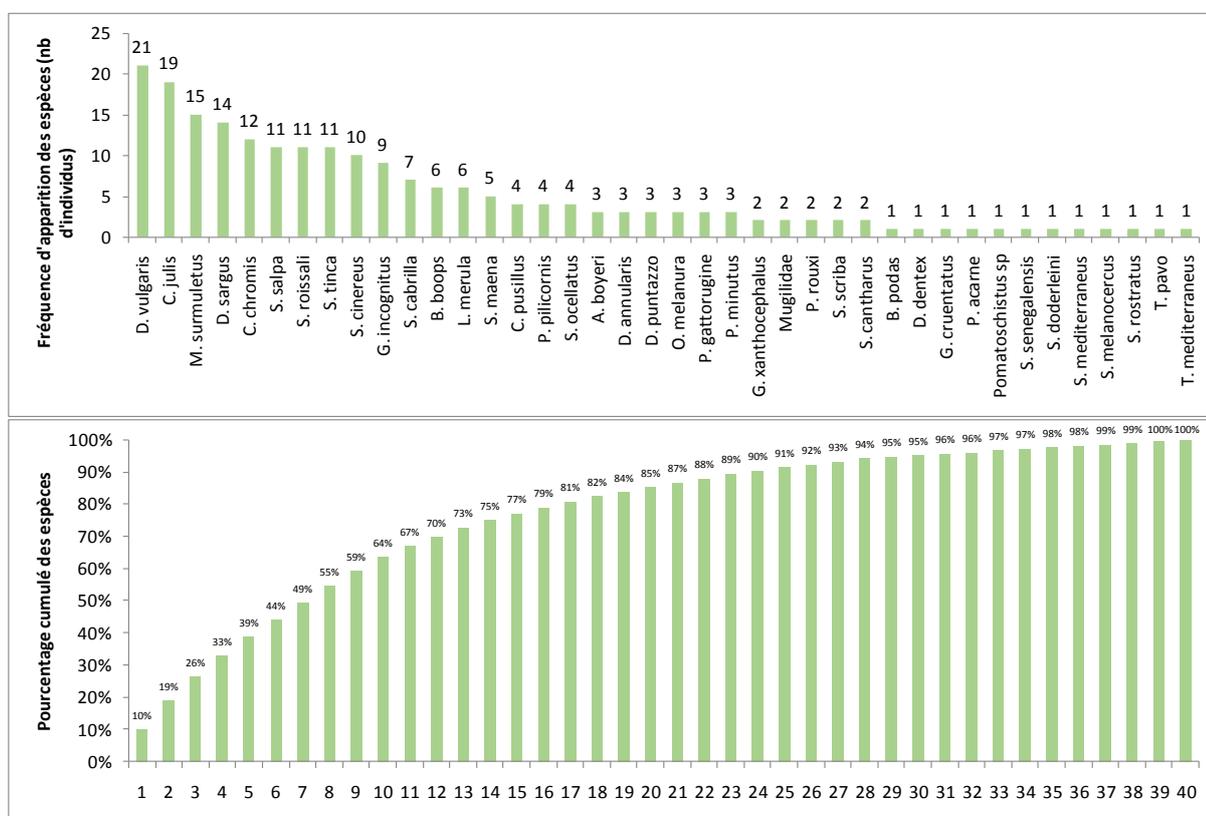


Figure 9 : Fréquence d'apparition des espèces (en haut) et fréquence cumulée (en bas)

Biomasse

La biomasse totale est de 17 522 g.

La structure du peuplement est ici dominée par les **Sparidés** (10 988 g, soit 63% du peuplement avec notamment la saupe *Sarpa salpa* (24% du peuplement global), le sar à tête noire *Diplodus vulgaris*, 15% du peuplement global), le sar commun (*Diplodus sargus*, 10% du peuplement global) et la bogue (*Boops boops*, 10% du peuplement global).

Le reste du peuplement est structuré par les **Labridés** (3 851 g, soit 22% du peuplement) avec notamment la girelle (*Coris julis*, 14% du peuplement global) et les Pomacentridés avec la castagnole (*Chromis chromis*).

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

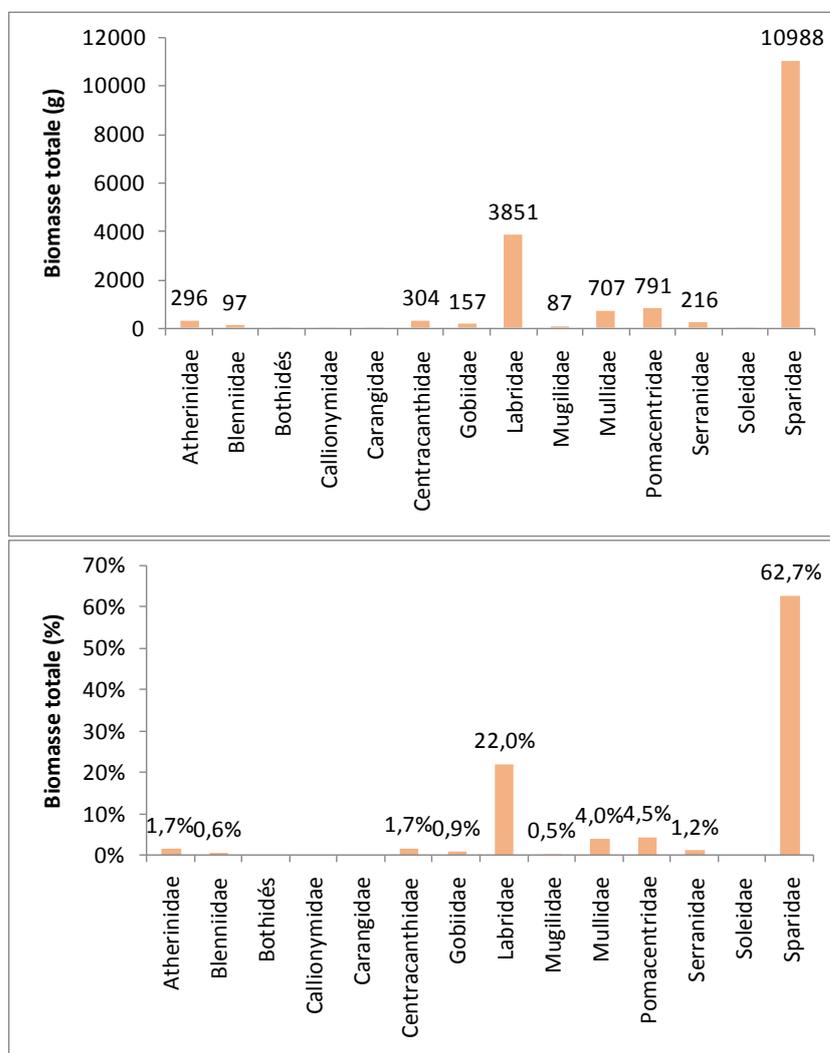


Figure 10 : Biomasse cumulée par famille ichthyologique sur les 8 stations en gramme (en haut) et en pourcentage (en bas)

Régime alimentaire

Le régime alimentaire se caractérise par une dominance des **carnivores** et des **planctonophages** :

- Les carnivores représentent 43% de l'abondance et 53% de la biomasse :
 - En abondance, les carnivores sont représentés par le rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*), le sar à tête noire (*Diplodus vulgaris*) et la girelle (*Coris julis*).
 - Du point de vue de la biomasse, les carnivores sont représentés essentiellement par le Sar à tête noire (*Diplodus vulgaris*) et la girelle (*Coris julis*).
- Quant à aux planctonophages, ils représentent 39% de l'abondance et 21% de la biomasse :
 - Les planctonophages sont représentés en abondance par les athérines (*Atherina boyeri*), la bogue (*Boops boops*) et la castagnole (*Chromis chromis*).
 - Du point de vue de la biomasse, la bogue (*Boops boops*) et la castagnole (*Chromis chromis*) structurent la majorité du peuplement.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

- Les herbivores représentent 16% de la part du peuplement en abondance et 25% en biomasse. Ils sont exclusivement représentés par la Saupe (*Sarpa salpa*) en abondance comme en biomasse.

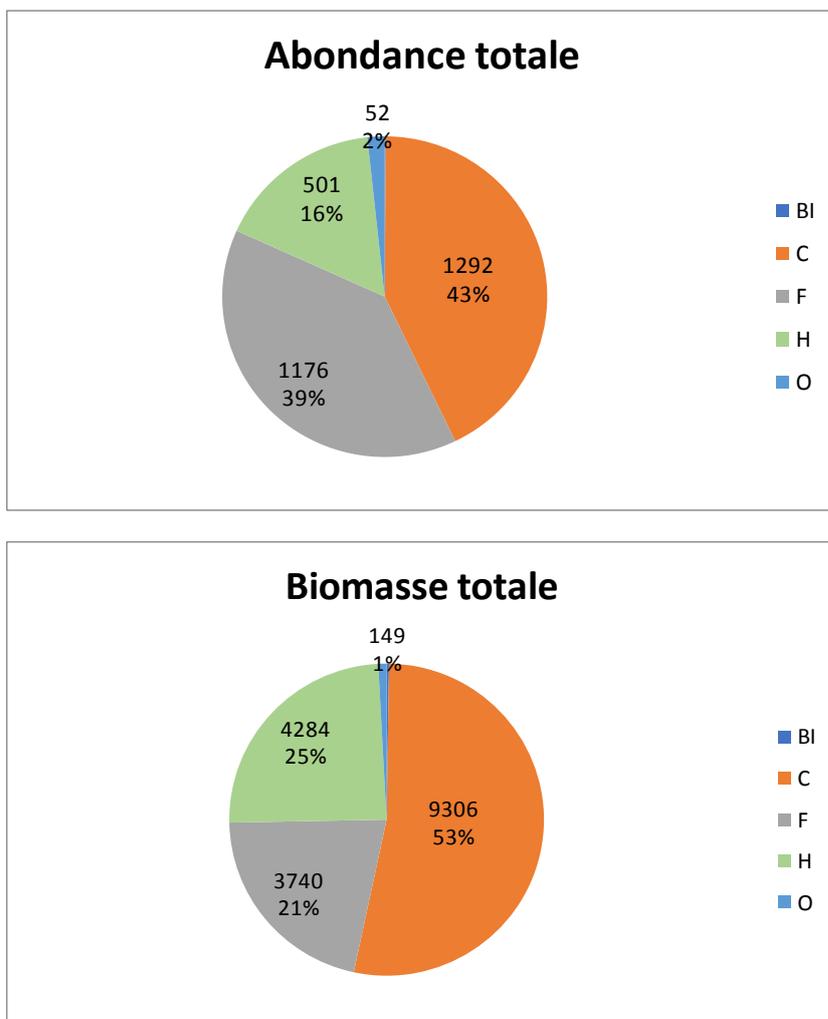


Figure 11 : Part du régime alimentaire des poissons marins en abondance (en nombre d'individus et en pourcentage) et en biomasse (en grammes et en pourcentage) (BI : brouteurs d'invertébrés sessiles, C : carnivores, F : planctonophages, H : Herbivores, O : Omnivores)

5.1.2 Approche sectorielle

Secteur de la base nautique du Roucas Blanc (nord de la zone d'étude)

Le site se caractérise par du substrat à **dominante sableuse** (moyenne supérieure à 40%, pouvant atteindre jusqu'à 90% sur certains transects) **entrecoupé d'enrochement de type méga-blocs** (40%, pouvant atteindre jusqu'à 90% sur certains transects Figure 12) et de débris (20% en moyenne pouvant atteindre 60% sur certains transects).

Le substrat dur rocheux est recouvert par des algues brunes buissonnantes du genre *Dyctiota* et de façon plus éparse par le genre *Padina*. Les algues rouges calcaires buissonnantes sont également présentes mais minoritaires (*Corallina cf officinalis*). Sporadiquement, quelques

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

algues vertes sont présentes (*Acetabularia acetabulum*, *Codium bursa*, *Codium cf. vermilara*). L'herbier à *Posidonia oceanica* est présent de façon éparse (12% de recouvrement en moyenne, pouvant atteindre localement 40% - transect hors zone d'étude strictement), permettant à certaines espèces de s'y réfugier. Pour autant, l'herbier n'est réellement installé qu'au dehors du secteur ici à l'étude qui se limite à quelques mètres au large des digues du Nord au Sud.

Les stations situées à l'Ouest de la digue Ouest du Port du Roucas Blanc, au large de la digue (Juin P1, 9 m) et au Nord de la digue (station Juin P2, 6 m) se caractérisent par des habitats hétérogènes (alternance de sable, débris, matte morte et quelques patches d'herbier à *Posidonia oceanica* – hors zone d'étude strictement). La complexité est faible pour la station située la plus au large (station Juin P1) indiquant une faible verticalité à l'exception du peu d'herbier et des mattes mortes plus favorables à la présence de poissons. Au contraire, la complexité est plus forte au Nord de la digue (station Juin P2) compte tenu des nombreuses mattes mortes et enrochements présents. La visibilité était très bonne, comprise entre 10 et 12 m. Sur la station située en pied de digue (Septembre P2, 6 m), le substrat est à dominante rocheuse (90%) du fait de la digue (méga-blocs artificiels). Le sable est minoritaire (10%) mais devient dominant au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la digue (jusqu'à 80%, voire, 90% de sable).

D'un point de vue ichthyologique, les populations observées se caractérisent par :

- Une **abondance** des organismes qui varie entre 141 individus/1500 m² au Nord de la digue (station Juin P2) et 331 individus/1500 m² à l'Ouest au large de la digue (station Juin P1). Elle varie fortement au sein de chacune des stations inventoriées. Par exemple, sur la station située à l'Ouest au large de la digue (station Juin P1), l'abondance varie entre 7 individus/500 m² (transect T1) et 182 individus/500 m² (transect T2). Sur la station située au Nord de la digue (station Juin P2), l'abondance est plus faible et varie entre 28 individus/500 m² (transect T3) et 79 individus/500 m² (Transect T1). Sur la station située à l'Ouest de la digue (Juin P1), le peuplement est dominé par les Pomacentridés (*Chromis chromis*) représentant 53% du peuplement. L'autre moitié du peuplement est dominée par les Sparidés (19%, *Boops boops*, *Spondyllosoma cantharus*), les Labridés (15%, *Coris julis*, *Symphodus tinca*) et les Centranchidés (13% de *Spicara maena*). Sur la station située au Nord de la digue (Juin P2), le peuplement est dominé par les Sparidés (66% du peuplement, *Diplodus vulgaris*, *Sarpa salpa*, *Diplodus sargus*) et les Labridés (23% du peuplement, *Coris julis*, *Symphodus roissali*). La station située en pied de digue (Septembre P2) présente des caractéristiques similaires à Juin P2 avec 48% du peuplement représenté par les Sparidés (*Sarpa salpa*, *Diplodus vulgaris*, *Oblada melanura*, *Diplodus sargus*) mais 23% par les Mullidés (*Mullus surmuletus*) et 18% par les Labridés (*Coris julis*, *Symphodus tinca*, *Symphodus roissali*). Les espèces se trouvent essentiellement sur les mattes mortes et les herbiers où ils trouvent leur nourriture et peuvent s'y abriter (*Chromis chromis* et *Coris julis* notamment).
- Une **diversité** peu variable d'une station à l'autre entre 14 espèces sur les stations situées à l'Ouest et au Nord de la digue (station Juin P1 et station Juin P2 respectivement) et 17 espèces pour la station située en pied de digue (station Septembre P2). La variabilité intra-station est en revanche plus importante. Par exemple, la station située à l'Ouest de la digue (Juin P1), varie entre 4 espèces (transect T1) et 13 espèces (transect T2). La diversité de la station située à Nord de la digue (Juin P2) varie entre 6 (transect T3) et 11 espèces (transect T1). La station située en pied de digue (Septembre P2), présente les mêmes caractéristiques avec une forte variabilité spécifique, entre 5 espèces (T2) et 13 espèces (T3). Cette variabilité est essentiellement liée au type d'habitat (habitat sableux qui s'oppose à l'herbier ou à la matte morte). En présence d'herbier ou de matte mortes, les Labridés (9 espèces du genre *Symphodus*, *Thalassoma*, *Coris*, *Labrus*) et Sparidés (9 espèces du genre *Diplodus*, *Sarpa*, *Boops* et *Spondyllosoma*) sont largement représentés.
- Une **biomasse** qui varie entre 1456 g/1500 m² au Nord de la digue (Juin P2) et 2112 g/1500 m² à l'Ouest de la digue (station Juin P1). Comme l'abondance, la biomasse varie fortement au sein de chacune des stations. Sur la station située à l'Ouest de la digue (Juin P1), la biomasse varie de 43 g/500 m² (transect T1) à 1472 g/500 m² (transect T2). Sur la station située au Nord de la digue (Juin P2), la biomasse varie entre 254 g/500 m² (T3) et 801 g/500 m² (T1). La station située en pied de digue (Septembre P2) présente une biomasse intermédiaire aux 2 autres stations (1927 g/1500m²), qui varie entre 82,1 g/500 m² (T3) et

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

1606 g/500 m² (T2). Sur la station située à l'Ouest (Juin P1), contrairement à l'abondance, le peuplement se répartit de façon homogène entre les Sparidés (34%, *Boops boops*, *Spondylisoma cantharus*), les Pomacentridés (29%, *Chromis chromis*), les Labridés (24%, *Coris julis*) et les Centracanthidés (14%, *Spicara maena*). Sur la station située au Nord de la digue (Juin P2), le peuplement est au contraire dominé par les Sparidés (76%, *Sarpa salpa*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus*) et de façon moindre par les Labridés (16%, *Coris julis*) et les Mullidés (4%, *Mullus surmuletus*). Il en est de même pour la station située en pied de digue (Septembre P2), avec une structure du peuplement dominée par les Sparidés (63%, *Diplodus vulgaris*, *Sarpa salpa*, *Diplodus sargus*) et les Labridés (32%, *Coris julis*, *Symphodus tinca*, *Symphodus roissali*).

- Un **régime alimentaire** composé majoritairement en abondance de planctonophages à l'Ouest du Roucas Blanc (81%, station Juin P1, espèces *Chromis chromis*, *Spicara maena* et *Spondylisoma cantharus*) et de carnivores au Nord-Ouest (station Juin P2) et contre la digue Ouest externe (Septembre P2) du port (67% à 70%, espèces *Coris julis*, *Diplodus vulgaris* notamment). En biomasse, la tendance est semblable avec une majorité de planctonophages à l'Ouest du Roucas Blanc (67%) et de carnivores au Nord-Ouest et contre la digue Ouest externe du port (62% à 82%). Les herbivores (*Sarpa salpa*) représentent quant entre 22% et 24% de la population en abondance et entre 16 et 34% en biomasse sur les stations Nord-Ouest (Juin P2) et contre la digue Ouest du port (Septembre P2). Sur la station située à l'Ouest du port (Juin P1), les herbivores sont inexistantes, au profit des carnivores qui complètent le peuplement (33%). Les omnivores (1 à 4% en abondance et 2% en biomasse) ne sont représentées que sur les stations situées au Nord-Ouest du port (Juin P2) et contre la digue externe (Septembre P2) avec le Gobie moucheté (*Gobius incognitus*).

Le secteur du Roucas Blanc, à dominante sableuse se caractérise sur le partie côtière (entre 5 et 10 m de profondeur) par une forte représentation des planctonophages à l'Ouest du port du Roucas Blanc et des carnivores au Nord-Ouest et contre la digue Ouest externe du port. Ce constat peut s'expliquer par la dominance du substrat meuble davantage propice aux prédateurs (site de passage) qu'aux espèces nicheuses. Pour autant, certaines zones de mattes mortes, voire, d'herbier à *Posidonia oceanica* -quelques patchs hors zone d'étude stricte- constituent des lieux de refuge pour certains labridés comme la girelle (*Coris julis*) ou le crénilabre paon (*Symphodus tinca*) et de nourriture pour les herbivores comme la Saupe (*Sarpa salpa*), comme c'est le cas au Nord-Ouest et contre la digue Ouest externe du port.



2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune



Figure 12 : Substrat (sable, matte morte, méga-blocs) en sortie de port du Roucas Blanc

Secteur des plages du Prado (centre de la zone d'étude)

Le site se caractérise par du substrat essentiellement **rocheux** (50% en moyenne et jusqu'à 90% sur certains transects) lié à la présence des digues (méga-blocs). Au-delà, le substrat est quasi exclusivement **sableux** (35% en moyenne et jusqu'à 100% sur certains transects) sauf lors de la présence d'herbier à *Posidonia oceanica* (moins de 10% de recouvrement en moyenne – hors zone d'étude strictement) ou de matte morte (10% de recouvrement). De façon plus anecdotique, des débris ont pu être observés (3%).

Le long de la digue Nord, la Caulerpe est bien présente (*Caulerpa cylindracea*), qui témoigne d'un environnement dégradé soumis à une forte pression anthropique (activité balnéaire notamment avec remise en suspension permanente de l'eau par les baigneurs en période estivale auquel s'ajoute de nombreux macrodéchets en pied de digue et développement de cyanobactéries).

Le substrat rocheux est recouvert par un gazon algal dominant. Plus sporadiquement, des algues brunes buissonnantes sont observées du genre *Dictyota*. Les algues rouges calcaires buissonnantes sont également présentes mais davantage sur les surfaces rocheuses moins exposées directement à la lumière (*Corallina cf. officinalis*). Egalement, quelques algues vertes sont présentes (*Acetabularia acetabulum*, *Codium bursa*, *Codium cf. vermilara*). L'herbier *Posidonia oceanica* est quant à lui présent de façon éparse, permettant à certaines espèces de s'y réfugier. Pour autant, comme en sortie de port du Roucas Blanc, l'herbier n'est réellement installé qu'en dehors du secteur d'étude qui se limite aux bordures de digues des plages du Prado.

La profondeur est faible à moyenne. Elle varie entre 6 m en pied de digue (stations Juillet P2 et Septembre P1) et dans le chenal de la plage Sud du Prado (station Août P2) jusqu'à 10 m au large de la zone d'étude (station Juillet P1). La complexité est donc faible passé les enrochements du pied de digue à l'exception des mattes mortes et rares herbiers présents plus au large. La visibilité était faible, comprise entre 3 et 5 m quelle que soit la station considérée.

Les populations de poissons observées se caractérisent par :

- Une **abondance** des organismes qui varie entre 243 individus/1500 m² au Nord de la digue (station Août P2) et 810 individus/1500 m² à l'Ouest de la digue (station Juillet P1). Elle varie fortement au sein de chacune des stations inventoriées. Par exemple, sur la station la plus au large et la plus abondante (Juillet P1), l'abondance varie entre 57 individus/500 m² (transect T1) et 396 individus/500 m² (transect T3). Sur la station située au Nord de la digue (Juillet P2), l'abondance est plus faible et varie entre 14 individus/500 m² (transect T3) et 323 individus/500 m² (transect T2). Sur la station la plus à l'Ouest (Juillet P1), le peuplement

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

est dominé par les Athérinidés (*Atherina boyeri*) représentant 47% du peuplement. Pour autant, la présence d'un banc d'athérines n'est pas vraiment révélateur de la structure du peuplement permanent. L'autre moitié du peuplement est dominée par les Sparidés (35%, *Boops boops*, *Diplodus vulgaris*), et les Labridés (15%, *Coris julis*, *Symphodus tinca*) en phase avec la présence de l'herbier. En se rapprochant des digues, les Mullidés (*Mullus surmuletus*) prennent une part importante du peuplement au Nord du site d'étude (54%, station Juillet P2) et dans le chenal d'entrée de la plage Sud du Prado (39%, station Août P2) compte tenu de la forte proportion de sable au-delà des enrochements. Ainsi, lorsque l'enrochement est dominant comme c'est le cas en pied de digue centrale (station Septembre P1), la proportion de Sparidés domine (75% du peuplement, *Sarpa salpa*, *Boops boops*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus*), suivi par les Pomacentridés (11%, *Chromis chromis*) et les Labridés (7% du peuplement, *Coris julis*, *Symphodus tinca*). Les espèces se trouvent essentiellement sur les mattes mortes et les herbiers où ils trouvent leur nourriture et peuvent s'y abriter.

- Une **diversité** peu variable d'une station à l'autre entre 15 espèces à l'Ouest de la digue Nord (station Juillet P1) et 20 espèces en pied de digue (station Septembre P1). La variabilité intra-station est en revanche plus importante. Par exemple, la station située au Nord de la digue (Juillet P2) varie entre 3 espèces (T3) et 17 espèces (T1). Cette variabilité est essentiellement liée au type d'habitat (habitat sableux qui s'oppose à l'herbier ou à la matte morte). La présence d'herbiers ou de matte morte permet aux Labridés (8 espèces du genre *Coris*, *Labrus* et *Symphodus*) et aux Sparidés (8 espèces du genre *Boops*, *Diplodus*, *Oblada*, *Pagellu* et *Sarpa*) d'être représentés, comme sur le site situé à la sortie du Port du Roucas Blanc.
- Une **biomasse** qui varie entre 463 g/1500 m² dans le chenal de la plage Sud du Prado (station Août P2) et 4998 g/1500 m² au pied de la digue centrale (station Septembre P1). Comme l'abondance, la biomasse varie fortement au sein de chacune des stations. Par exemple, sur la station située au Nord du site d'étude (Juillet P2) varie de 130 g/500 m² (transect T3) à 1376 g/500 m² (transect T2). La structure du peuplement est dominée par les Sparidés entre 47% à l'Ouest du site d'étude (station Juillet P1, *Boops boops*) et 83% au pied de la digue centrale (station Septembre P1, *Sarpa salpa*, *Boops boops*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus*). Les Labridés (*Coris julis*, *Symphodus tinca*) complètent le peuplement entre 10% au pied de la digue centrale (station Septembre P1) à 39% à l'Ouest du site d'étude (station Juillet P1), proportionnellement à la nature du substrat rocheux. Le sable est plus favorable à la présence de Mullidés (*Mullus surmuletus*) pouvant représenter jusqu'à 30% du peuplement comme c'est le cas dans l'axe du chenal de la plage Sud du Prado (station Août P2).
- Un **régime alimentaire** variable selon la localité. Du point de vue de l'abondance, les planctonophages sont dominants à l'Ouest des plages du Prado (83%, station Juillet P1). Les herbivores sont dominants au pied de la digue centrale située entre les plages Nord et Sud du Prado (Station Septembre P1, 49%). Les carnivores, quant à eux, sont majoritaires au Nord-Ouest du Prado, à proximité de la digue Ouest de la plage Nord (station Juillet P2, 83%) et au droit de la plage Sud du Prado (station Août P2, 72%). Le substrat sableux est favorable à la présence de carnivores (*Mullus surmuletus*, *Coris julis*, *Diplodus vulgaris*) contrairement aux zones rocheuses recouvertes d'algues ou à la présence d'herbiers, plus favorables à la présence d'herbivores (*Sarpa salpa*). Les planctonophages complètent le peuplement (*Boops boops*, *Atherina boyeri*, *Chromis chromis*). En biomasse, la tendance est semblable avec une équirépartition entre les planctonophages et les carnivores à l'Ouest du Prado (50%, station Juillet P1). Les herbivores sont majoritaires au pied de la digue centrale située entre les plages Nord et Sud du Prado (53%, station Septembre P1), riche en algues et en substrat rocheux. Les carnivores, quant à eux, sont majoritaires au Nord-Ouest du Prado, à proximité de la digue Ouest de la plage Nord (66%, station Juillet P2) et au droit de la plage Sud du Prado (88%, station Août P2).

Sur le site des plages du Prado, l'alternance de digues rocheuses et de substrat sableux est favorable aux carnivores tels que le rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*), les Sparidés ainsi que les planctonophages (*Boops boops*, *Atherina boyeri*, *Chromis chromis*). La digue

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

centrale située entre les 2 plages du Prado est quant à elle riche en algues, favorables aux herbivores comme la saupe (*Sarpa salpa*).

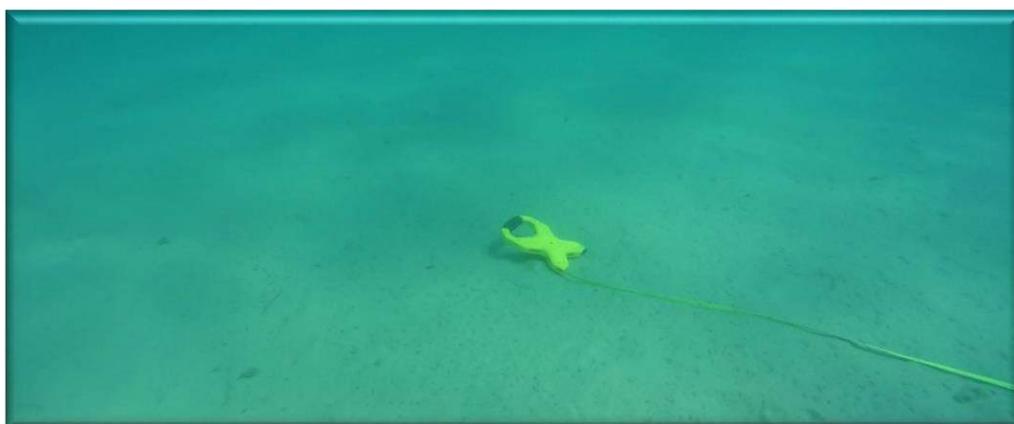


Figure 13 : Substrat (sable, méga-blocs à algues photophiles) le long des digues des plages du Prado

Secteur de l'Huveaune (sud de la zone d'étude)

Le site se caractérise par du substrat à **dominante sableuse voire sablo-vaseuse** (70% en moyenne de sable pouvant aller jusqu'à 85% sur certains transects, 10% de vase). Du **substrat artificiel** est également présent le long des digues (moyenne de 20% pouvant aller jusqu'à 90% en pied de digue).

Le substrat est recouvert par des algues brunes buissonnantes du genre *Dyctiota* et de façon plus éparse par le genre *Padina*. Les algues rouges buissonnantes (*Corallina cf officinalis*) sont également présentes mais minoritaires. Sporadiquement, quelques algues vertes sont présentes (*Codium bursa*). L'herbier à *Posidonia oceanica* est absent.

La station située au Nord de l'Huveaune (Août P1, 5m) se caractérise par la présence d'habitats hétérogènes (digue artificielle de l'Huveaune et de sable). La complexité est faible compte tenu

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

du substrat sableux dominant. La visibilité le jour de l'intervention était réduite à 3m très certainement en lien avec les influences directes de l'Huveaune.

Les populations de poissons observées se caractérisent par :

- Une **abondance** très faible (43 individus/1500 m²). Elle varie au sein de la station inventoriée mais avec des abondances qui restent extrêmement faibles, entre 2 individus/500 m² (transect T1) et 23 individus/500 m² (transect T2). Le peuplement est dominé par les Sparidés (*Diplodus vulgaris*, *Sarpa salpa*) représentant 40% du peuplement, les Mullidés (28%, *Mullus surmuletus*), les Labridés (21%, *Coris julis*, *Symphodus tinca*) et les Gobiidés (9%, *Gobius incognitus*). La forte proportion de Mullidés montre bien le faible intérêt du site d'étude dominé par le substrat sableux.
- Une **diversité** faible (11 espèces). La variabilité intra-station est faible et varie entre 2 espèces (transect T1) et 6 espèces (transects T2 et T3). Cette faible diversité confirme le type d'habitat sableux peu propice à la diversité des espèces.
- Une **biomasse** de 218 g/1500 m². Comme l'abondance, la biomasse varie au sein de la station mais reste très faible (2 g/500 m² sur le transect T1 à 162 g/500 m sur le transect T2). Le peuplement se répartie entre les Labridés (44%, le labre merle *Labrus merula*, *Coris julis*, *Symphodus tinca*, *Symphodus roissali*), les Sparidés (39%, *Diplodus vulgaris*), les Mullidés (11%, *Mullus surmuletus*). Les Gobiidés représentent 6% du peuplement (*Gobius incognitus*).
- Un **régime alimentaire** composé majoritairement en abondance comme en biomasse de carnivores (81% de l'abondance et 91% de la biomasse, station Août P1, espèces *Diplodus vulgaris*, *Mullus surmuletus* notamment). Les herbivores (*Sarpa salpa*) représentent 9% de l'abondance et 3% de la biomasse. La faible représentation des individus laissent une place significative aux omnivores jusque là très peu représentés, voire, absents (7% de l'abondance et 6% de la biomasse) représentés par les Gobiidés (*Gobius incognitus*).

Au Sud du secteur d'étude, les influences de l'Huveaune, malgré le substrat artificiel propice à la fixation des invertébrés, ne constituent pas un site remarquable tant d'un point de vue des habitats en présence (sable dominant, matie morte et substrat artificiel lié à l'endiguement) qu'aux espèces ichtyologiques dont la biomasse comme l'abondance sont les plus basses observées. Ces faibles abondances et biomasses laissent la possibilité aux espèces minoritaires de « s'exprimer » avec les Gobiidés qui prennent une part significative du peuplement avec le Gobie moucheté notamment (*Gobius incognitus*).

5.1.3 Contextualisation de l'étude aux suivis historiques

La présente étude constitue un état initial sur le secteur du Roucas Blanc. Néanmoins, de nombreuses études ont été réalisées sur le secteur de Marseille et surtout des calanques dans le cadre des suivis ichtyologiques (notamment) réalisés dans l'enceinte du Parc National des Calanques.

L'objectif de ce chapitre est donc de pouvoir comparer ces données aux autres suivis réalisés à proximité du Roucas Blanc.

Suivis réalisés sur les récifs artificiels du Prado

Entre 2007 et 2008, plus de 27 000 m³ de récifs artificiels ont été immergés dans la rade Sud de Marseille (opération RECIFS PRADO) dans une concession de 220 ha gérée par la Ville de Marseille.

Cette concession se situe dans l'Aire Marine Adjacente du Parc national des Calanques. Quatre cents modules de 6 types différents (amas de cubes, fakir, panier acier, chicane, filière haute, enrochements) ont ainsi été immergés, formant 6 villages reliés entre eux par des liaisons. Un suivi obligatoire de la colonisation des modules immergés a débuté en 2009 (Rouanet et al. 2012, d'après Bonhomme et al. 2015).

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Dans le cadre de ce suivi, 60 taxons ont été dénombrés entre 2009 et 2011. Si l'on compare cette richesse spécifique à celle obtenue sur le secteur du Roucas Blanc, en intégrant les suivis en PMT comme les suivis en plongée, nous arrivons à une diversité de 63 taxons ichthyologiques, ce qui est très proche.

L'analyse des données montre que le type de récif a une forte influence sur la structure du peuplement. Par exemple, la taille moyenne d'un poisson recensé a tendance à augmenter au sein des récifs de grande taille (fakir et panier acier) alors qu'elle reste stable ou diminue sur les récifs de petite taille (amas de cubes ou chicane).

La notion de rugosité ici mise en évidence peut être comparée aux différents habitats rencontrés sur le Roucas Blanc. Les méga-blocs observés sur les digues du Roucas Blanc (interne et externe comme sur l'Huveaune, ou les pontons du port du Roucas Blanc), à forte rugosité sont sans communes mesures avec la faible rugosité observée sur les plages du Prado. En parallèle, les abondances sur le Prado (comme les biomasses), sont particulièrement faibles et témoignent d'environnements peu propices à l'installation des post-larves comme des adultes.

Suivis réalisés dans les zones de non-prélèvement du Parc national des Calanques

Le Décret n° 2012-507 du 18 avril 2012 (modifié) crée le Parc national des Calanques (PNCa) et délimite ses périmètres de cœur marin et d'aire maritime adjacente. Il définit également, au sein du cœur marin, sept zones de non-prélèvement (ZNP) où la pêche maritime professionnelle et la pêche maritime de loisir sont interdites, à l'exception des prélèvements effectués pour des besoins d'études scientifiques. Elles visent à protéger des sites et des habitats clés, parfois continus, parfois isolés, mais indispensables pour assurer le maintien de la biodiversité et pour le renouvellement des ressources halieutiques (Bonhomme et al. 2015).

Un suivi ichthyologique a été réalisé par tranche de profondeur (0-5m, 5-20m) proches des suivis que nous avons réalisés en PMT (0 à -3m) et en plongée (-5 à -10m).

Entre 0 et 5m, 41 taxons ont été observés, contre 22 taxons pour le Roucas Blanc. Sur ces 41 taxons, 6 n'ont pas été observés au-delà de 5 m, en particulier des espèces pélagiques telles que : *Atherina sp.*, *Belone belone*, *Engraulis encrasicolus* et *Trachinotus ovatus*, généralement présentes près de la surface. Au Roucas Blanc, seule l'espèce commune *Atherina sp* a pu être observée. Les espèces les plus fréquentes dans les comptages sont *Chromis chromis* et *Oblada melanura* présents près de la surface, *Coris julis* et les 2 sars *Diplodus sargus* et *Diplodus vulgaris*, *Sarpa salpa*, *Symphodus roissali* et *Symphodus tinca*, assez proches des espèces observées en PMT au Roucas Blanc, pour les Sparidés et les Pomacentridés particulièrement.

Entre -5 et -20m, 53 taxons ont été recensés. Les espèces présentes à toutes les stations sont *Chromis chromis*, *Coris julis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris* et *Serranus cabrilla*. Au Roucas Blanc, 40 taxons ont été recensés ce qui est plus faible, mais reste proche. D'autre part, les espèces observées (*Chromis chromis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Coris julis*) sont communes à celles observées dans le cœur du Parc national des Calanques. La richesse spécifique moyenne dans les Calanques est de 10 espèces par transect. Au maximum, 19 espèces différentes ont pu être observées dans un transect à une station donnée. Au Roucas Blanc, la moyenne est de 8 espèces par transect avec un maximum de 18 espèces par transect (Septembre, transect 1, Plongée 1). La tendance est donc plus faible au Roucas Blanc, mais reste proche. L'influence anthropique (ce qui n'est pas le cas dans le cœur du Parc national des Calanques), est certainement la cause à privilégier. Du point de vue de la composition, les labridés et les sparidés représentent la quasi-totalité des poissons échantillonnés, ce qui est proche des observations effectuées sur le Roucas Blanc. Les abondances sont largement dominées par 5 espèces (*Coris julis*, *Diplodus vulgaris*, *Sarpa salpa*, *Diplodus sargus* et *Serranus cabrilla*) ce qui est proche des observations effectuées sur le Roucas Blanc, à l'exception du Serran-chevrette (*Serranus cabrilla*) observé qu'à quelques reprises. Du point de vue de la biomasse, Les espèces contribuant le plus à la biomasse de poissons échantillonnés visuellement sont : *Sarpa salpa*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus*, *Epinephelus marginatus* et

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Coris julis. A part le mérou brun (*Epinephelus marginatus*) non observé sur le Roucas Blanc, les autres espèces sont dominantes du point de vue de la biomasse.

Les poissons adultes : quelques chiffres en synthèse

3024 individus comptabilisés sur transects ; 43 % Sar à tête noire (*Diplodus vulgaris*) ; autres : Rouget de roche (*Mullus surmuletus*), Girelle (*Coris julis*), Athérine (*Atherina boyeri*), Castagnole (*Chromis chromis*), Gobie moucheté (*Gobius incognitus*)

40 espèces : toutes communes (sur transects) ; 2 notables (hors transects) = Sar tambour (*Diplodus cervinus*), Raie pastenague violette (*Pteroplatytrygon violacea*) → émergence massive été 2018 en Méditerranée Française.

Pas de mérou, pas de corb (quelques signalements nous ont toutefois été rapportés par le service Education à l'Environnement de la Ville de Marseille : jeunes mérours en fond de bassin, Corbs sur les enrochements extérieurs. Mais aucun individu n'a pu être observé par les plongeurs de BIOTOPE sur ou hors transects d'inventaires).

A titre de comparaison : au Parc national des Calanques voisin, sur protocoles similaires : 53 espèces retrouvées – populations de mérours et corbs significatives.

5.2 Les poissons juvéniles

5.2.1 Dans l'enceinte portuaire, site du Roucas Blanc

Le stade nautique a été subdivisé en 3 transects distincts :

- l'embouchure portuaire (transect T1) au Nord,
- le port de plaisance (transect T2) au Sud et à l'Est,
- la digue externe du port au Sud (transect T3).

Transect T1

Il longe la digue interne Ouest du port du Roucas Blanc. Le substrat est rocheux (méga-blocs), éléments constitutifs de la digue puis sableux en pied de digue. La profondeur varie de 50 cm au Nord à 3 m de profondeur en sortie de port au Sud.

Les enrochements sont recouverts d'algues vertes gazonnantes qui dominent sur les zones les plus exposées à la lumière. Sur les surplombs ombragés (mais aussi parfois sur les zones plus exposées), les algues rouges calcaires plus ou moins buissonnantes (*Corallina cf officinalis*) dominent. La présence de caulerpe (*Caulerpa cylindracea*) a été observée mais de façon non envahissante. En septembre, l'espèce n'a pas été retrouvée.

Les invertébrés benthiques sont observés de façon très épisodiques mais systématiques entre juin et septembre avec la présence d'oursins noirs (*Arbacia lixula*) et de l'étoile de mer rouge (*Echinaster sepositus*).

D'un point de vue ichtyologique, le transect T1 se caractérise par :

- **Une abondance** moyenne en juin (953 individus, soit 510 indiv/100m) comme en août (951 individus, soit 508 indiv/100m) et maximale en juillet (2821 individus, soit 1508 indiv/100m). Le peuplement est caractérisé par une dominance des Sparidés en juin (86%), des Athérinidés en juillet (90%) et des 2 familles en août (54% d'Athérinidés, 35% de Sparidés) pour ne laisser place qu'aux Sparidés (67%) et aux Mullidés (17%) en septembre.
- **Une diversité** faible en juin qui augmente en juillet (9 espèces) puis en août (12 espèces) pour se stabiliser ensuite en septembre (11 espèces). Les espèces majoritaires

 Cf. Carte 16 : Plan d'échantillonnage pour les inventaires de poissons adultes (p113)

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

représentées sont les Sparidés (*Sarpa salpa*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*) et le Mullidé (*Mullus surmuletus*).

- **Une biomasse** moyenne en juin (1625 g) et en août (1357 g) mais faible en juillet (834 g). Elle est maximale en septembre (2196 g). Elle est représentée en grande majorité par les Sparidés (*Sarpa salpa* notamment) avec 97% de la structure du peuplement en juin, 81% en juillet, 60% en août et 90% en septembre.

Les post-larves de Sparidés et d'Athérinidés semblent donc bien présentes en juillet en sortie du port du Roucas Blanc. Les Athérinidés disparaissent entre août et septembre pour ne laisser place aux Mullidés jusque là très peu représentés et aux Sparidés qui dominaient déjà le peuplement en juin.

Transect T2

Il correspond à la darse de plaisance au Nord-Est du secteur d'étude. Le substrat est vaseux avec une profondeur qui varie de 50cm à 2m d'Ouest en Est. Les pontons de plaisance constituent du substrat dur (pieux, chaînes) favorables à la fixation d'organismes de type Ascidies (*Clavelina lepadiformis*) et moules (*Mytilus sp.*). La cale de mise à l'eau des optimistes en béton est favorable à la fixation des algues gazonnantes et de l'installation d'invertébrés comme l'anémone verte (*Anemonia viridis*) ou certains arénicoles observables par les fécès en surface. Certains macrodéchets sont également présents (pneus, mousqueton issu de l'activité de voile, etc.).

D'un point de vue ichtyologique, le transect T2 se caractérise par :

- **Une abondance** maximale en juin (3126 individus, soit 1266 indiv/100m), contrairement aux autres transects prospectés dans l'enceinte portuaire (T1) comme à l'extérieur du port (T3 à T6). Cette abondance diminue en juillet (924 individus, soit 374 indiv/100m), en août (753 individus, 305 indiv/100m) et septembre (522 individus, soit 211 indiv/100m). Le peuplement est dominé par les Athérinidés (80%) et les Sparidés (19%) en juin, les Sparidés (51%) et les Athérinidés (39%) en juillet, les Athérinidés (54%) et les Sparidés (29%) en août puis les Sparidés (55%) et les Athérinidés en septembre (31% de la structure du peuplement).
- **Une diversité** faible en juin (8 espèces), stable en juillet (9 espèces), en août et en septembre (8 espèces). La diversité est dominée par les Sparidés (6 espèces sur les 8 à 9 observées) notamment la saupe (*Sarpa salpa*), les sars (*Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus*, *Diplodus puntazzo*), ou la dorade (*Sparus aurata*). Le bar est également observé (*Dicentrarchus labrax*).
- **Une biomasse moyenne** en juin (1264 g), qui augmente en juillet (1726 g) mais qui diminue fortement en août (631 g) pour retrouver des valeurs similaires à juillet en septembre (1688 g). La structure du peuplement est dominée par les Sparidés en juin (70%) et plus distinctement en juillet (89%), en août (82%) et en septembre (87%) lorsque les Athérinidés sont bien abondants.

Une abondance maximale est obtenue en début de saison estivale en phase avec la présence de post-larves d'Athérines et de Sparidés essentiellement. Cette abondance diminue dès juillet alors que la biomasse, elle, augmente. Le départ des Athérines couplé à la croissance des individus expliquent très certainement les gains de biomasse observés entre juillet et septembre.

Transect T3

Il est situé à l'extérieur de la darse portuaire et constitue un environnement ouvert, soumis au vent et à la houle. Il est caractérisé par un substrat dur artificiel de type méga-blocs constituant les enrochements de la digue. Le sable est présent en pied de digue (3 m de profondeur).

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Les méga-blocs sont recouverts d'un gazon algal (algue verte) pour les parties les plus exposées. Ponctuellement l'algue verte *Codium bursa* est observée confirmant un milieu bien éclairé. Comme sur le transect T1, les algues rouges calcaires (*Corallina cf officinalis*), sont présentes sur les surplombs, les zones abritées et parfois sur les zones exposées. Côtés invertébrés, des étoiles de mer rouge (*Echinaster sepositus*) sont observées ponctuellement. Des oursins noirs (*Arbacia lixula*) sont également observés.

D'un point de vue ichtyologique, le transect T3 se caractérise par :

- **Une abondance** moyenne en juin (2147 individus, soit 590 indiv/100m) puis en juillet (2483 individus, soit 682 indiv/100m) et maximale en août (5252 individus, soit 1443 indiv/100m). En septembre, l'abondance diminue (1462 individus, soit 402 indiv/100m) avec des valeurs inférieures à celles obtenues en début de saison estivale. Le structure du peuplement est dominée par les Sparidés en juin (88%) comme en juillet (94%), avec la saupe (*Sarpa salpa*) et les sars (*Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*) en espèces dominantes. En septembre, les Sparidés dominant toujours le peuplement (85%) avec la saupe (*Sarpa salpa*) ainsi que l'oblade (*Oblada melanura*). En août, les Athérinidés dominant le peuplement (74%) avec seulement 22% de Sparidés et 4% de Mugilidés.
- **Une diversité variable**, faible en juin (8 espèces) et août (7 espèces) puis moyenne en juillet et septembre (10 espèces). Les Sparidés sont encore une fois responsables de la plus grande diversité avec 6 espèces représentées (*Sarpa salpa*, *Diplodus sargus*, *Oblada melanura*, *Diplodus vulgaris* notamment).
- **Une biomasse** qui augmente entre juin (3417 g), juillet (5283 g) et août (7466 g). En septembre, la biomasse reste élevée mais inférieure à celle observée le mois précédent (4141 g). La structure du peuplement est dominée par les Sparidés en juin (92%), juillet (97%), en août (80%) comme en septembre (95%). Seuls les Mugilidés sont significativement représentés, en juin (7% du peuplement) et en août (11% du peuplement).

Le transect T3 présente l'une des plus fortes abondances (avec le transect T6) et la plus forte biomasse. Cette dernière augmente linéairement entre juin et août pour atteindre un maxima en août. Le Roucas Blanc constitue une enceinte portuaire favorable à la croissance et au refuge des organismes les plus petits (et donc les plus fragiles) et apporte au fur et à mesure de l'avancée de la période estivale, les post-larves à l'embouchure sur le transect T3.

Ainsi, sur le site du Roucas Blanc, les post-larves, en particulier les Sparidés et les Athérinidés semblent démarrer les premiers stades de vie dans l'enceinte portuaire, sur la zone de mouillage des navires de plaisance en juin (transect T2). Ils poursuivent ensuite leur croissance à l'embouchure du port (transect T1) en juillet pour se retrouver en août à la sortie du port (Transect T3).

L'analyse spatio-temporelle haute fréquence de ces 3 transects constitue une illustration de l'évolution de la maturation des juvéniles depuis les stades précoces en juin, vers les stades plus avancés en juillet et en août où ils se dirigent vers le milieu côtier. La présence de prédateurs dans l'enceinte portuaire type bar (*Dicentrarchus labrax*) ou dorade (*Sparus aurata*) qui viennent se nourrir des juvéniles confirment ces dires.

Le contexte portuaire est donc un paradoxe. Malgré les pollutions liées à l'activité humaine (pollution chimique, macrodéchets, bruits, vibrations), il constitue un refuge pour les juvéniles avec une arrivée massive des espèces de poissons en fonction des saisons (Le Diréach et al., 2012).

5.2.2 Secteur des plages du Prado

Les plages du Prado se caractérisent par 2 principales plages :

- la plage située au Nord de la digue centrale (transect T4) ;
- la plage située au Sud-Est de la digue centrale (transect T5).

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Transect T4

Située en bordure de la plage Nord du Prado, il se caractérise par un substrat sableux avec parfois des débris d'herbiers formant des tâches sombres. La visibilité souvent très faible (<2m) en grande partie liée à l'agitation du milieu (du fait de la forte fréquentation des nageurs en période estivale), a rendu l'échantillonnage particulièrement complexe. Des apnées successives ont été nécessaires pour palier à la faible visibilité. Toutefois, le substrat sableux ne laisse place qu'à peu d'espèces avec :

- **Une abondance** très faible avec 141 individus recensés en juin (soit 71 indiv/100m), 15 individus en juillet (soit 8 indiv/100m), 25 individus en août (soit 13 indiv/100m) et 3 individus en septembre (soit 2 indiv/100m). La structure du peuplement est représentée majoritairement par les Athérinidés en juin (85%), de Mullidés (60%) et de Sparidés en juillet (40%), de Sparidés (60%) et de Mullidés en août (40%) et enfin de Mullidés (67%) et de Sparidés (33%) en septembre.
- **Une diversité** très faible comprise entre 2 espèces en septembre et 5 espèces en août, représentée par les Sparidés (3 espèces, *Sarpa salpa*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*), les Athérinidés (1 espèce : *Atherina sp.*), les Mullidés (1 espèce : *Mullus surmuletus*) et une espèce de Soleidés (*Solea senegalensis*).
- **Une biomasse** très faible comprise entre 5 g en septembre et 207 g en juin. A part les Athérinidés qui dominaient le peuplement en juin (78% de la biomasse), les Sparidés dominent le peuplement en juillet (88%) et en août (92%) mais sont absents en septembre. Ce dernier mois de suivi est représenté par les Mullidés (89%) et par une sole (*Solea senegalensis*) qui, du fait de la très faible biomasse, représente 11% du peuplement.

La plage du Prado Nord ne constitue pas un environnement propice au développement des juvéniles par l'omniprésence du substrat sableux où les jeunes organismes sont « mis à nus ». D'autre part, les fortes fréquentations estivales ne constituent pas un environnement favorable pour leur développement.

Transect T5

Il se caractérise par un substrat sableux identique au transect T4. Comme précédemment, la visibilité médiocre a rendu le comptage difficile malgré les faibles profondeurs (2 m). Le peuplement ichtyologique observé se caractérise par :

- **Une abondance** nulle en juin et juillet. Une meilleure visibilité en août et surtout en septembre a permis d'observer 65 individus en août (soit 30 indiv/100m) et 62 individus en septembre (soit 29 indiv/100m). Sur ces 2 derniers mois, la structure du peuplement est dominée par les Athérinidés (77%) et les Mullidés (17%) en août. En septembre, les Mullidés dominent (98% du peuplement). Les Sparidés ne sont que peu représentés (6% en août et 2% en septembre).
- **Une diversité** nulle en juin et juillet. Des meilleures conditions ont permis l'observation en août de 4 espèces (*Atherina sp.*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Mullus surmuletus*). Seulement 2 espèces sont observées en septembre, le rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*) et le marbré (*Lithognathus mormyrus*).
- **Une biomasse** nulle en juin et juillet. La biomasse reste très faible en août (24 g) comme en septembre (86 g). Elle est représentée par les Athérinidés malgré leur petite taille (34%), les Mullidés (31%) et les Sparidés (35%). En septembre, les Mullidés dominent le peuplement (79%), laissant qu'une petite part aux Sparidés (21%).

La plage du Prado Sud (comme la plage Nord), ne constitue pas un environnement propice au développement des juvéniles par l'omniprésence du substrat sableux où les jeunes organismes sont « mis à nus ». D'autre part, les fortes fréquentations estivales ne constituent pas un environnement favorable pour leur développement.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Néanmoins, le suivi des digues séparant les plages pourrait constituer un environnement plus propice à la croissance des post-larves. La mise en place d'un suivi complémentaire, sur les digues séparant chacune des plages pourrait être envisagé en remplacement des transects T4 et T5.

5.2.3 Secteur de l'Huveaune

Transect T6

Il est situé le long de la digue en amont de l'Huveaune. Il se caractérise par un substrat dur artificiel de type méga-blocs constituant les enrochements de la digue. Des galets sont présents en pied de digue intercalées entre les blocs sur des profondeurs de 2 à 3m.

Les méga-blocs sont recouverts d'algues rouges calcaires (*Corallina cf officinalis*) dominantes qui alternent avec les algues brunes du genre *Dyctiota*.

D'un point de vue ichtyologique, le transect se caractérise par :

- **Une abondance** faible en juin (742 individus, soit 598 indiv/100m) mais maximale en juillet (5573 individus, soit 4494 indiv/100m) équivalent aux abondances rencontrées sur le transect situé en sortie du port du Roucas Blanc (transect T3 avec 5252 individus, soit 1443 indiv/100m). En août et septembre, les abondances diminuent (2619 individus, soit 2112 indiv/100m et 1321 individus, soit 1065 indiv/100m respectivement). Les Sparidés dominent le peuplement en juin (90%, *Sarpa salpa*, *Diplodus sargus*) et en septembre (77%). En juillet, les Athérinidés sont dominants (90% du peuplement) comme en août (69% du peuplement).
- **Une diversité** variable, faible en juin (5 espèces) et en août (7 espèces), et modérée en juillet (9 espèces) et en septembre (11 espèces). Les Sparidés, constituent la famille la plus diversifiée (*Sarpa salpa*, *Oblada melanura*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus puntazzo*). Les autres familles ne sont représentées que par une espèce.
- **Une biomasse** moyenne en juin (2329 g) et en juillet (1532 g) et forte en août (3762 g) et septembre (4630 g). Le peuplement est largement dominé par les Sparidés quel que soit le mois considéré (70% en juin, 96% en juillet et août et 93% en septembre). En juin, seuls les Mugillidés complètent le peuplement (30%).

Le site de l'Huveaune constitue un environnement attractif pour les juvéniles de poissons compte tenu des plus fortes abondances rencontrées sur le site (5573 individus), proches de celles observées sur la sortie du port du Roucas Blanc (transect T3 avec 5252 individus). L'endigement et la richesse en algues buissonnantes sont ici plutôt favorables au développement des juvéniles. Les résultats de l'expertise ichtyologique réalisée en pied de digue montrent, au contraire, une abondance et une biomasse très faibles (les plus basses enregistrées) semblant ainsi indiquer que les adultes partent en pleine eau une fois la taille suffisante acquise.

Par l'analyse des post-larves, le site de l'Huveaune constituerait donc un écosystème à ne pas négliger et donc à considérer lors de l'étude d'impact à venir et des éventuels travaux d'aménagement de la marina du Roucas Blanc.

5.2.4 Contextualisation de l'étude aux suivis historiques

La présente étude constitue un état initial sur le secteur du Roucas Blanc. Néanmoins, de nombreuses études ont été réalisées sur le secteur de Marseille et surtout des calanques dans le cadre des suivis ichtyologiques (notamment) réalisés dans l'enceinte du Parc National des Calanques.

L'objectif de ce chapitre est donc de pouvoir comparer ces données aux autres suivis réalisés à proximité du Roucas Blanc.

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Suivis réalisés dans l'enceinte portuaire du Grand Port Maritime de Marseille

En 2010, un appel à projet a été lancé sous le pilotage du Pôle Mer et de l'Agence de l'Eau RM&C ayant pour objet la restauration écologique en milieu marin méditerranéen. Ecocean, en association avec la Lyonnaise des Eaux (LDE) et le CEFREM de l'université de Perpignan, a proposé le projet BioRestore pour répondre à cet appel à projet dans le cadre du programme GIREL, programme d'étude et d'expérimentation intégré au sein du territoire du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM). Dans ce cadre, des prototypes ont été développés pour favoriser la conservation de post-larves de poissons et la fabrication de nurseries artificielles (Biohut®). Ainsi, des suivis ichtyologiques ont été réalisés dans l'enceinte du GPMM (Lecaillon et al. 2015).

Lors de l'ensemble des missions, des juvéniles ont été observés sur les différents Biohut® des quais en 2014 qui ont été équipés ou sur les quais témoins. Les jeunes espèces présentes de l'année étaient majoritairement des Sparidés (*Diplodus sargus* – sar commun, *Diplodus vulgaris* – sar à tête noire, *Diplodus annularis* – saraillon, *Diplodus puntazzo* – sar à museau pointu, *Diplodus cervinus* – sar tambour et *Symphodus sp.* – crénilabre) comme pour la présente étude. Une abondance de 9 indiv/10m est observé sur les habitats artificiels de type Biohut® contre 2,4 indiv/10m sur les quais témoins et 4 indiv/10m sur les enrochements. Les abondances observées sur le Roucas Blanc, en moyenne sur les 4 mois de suivi sont bien supérieures avec 26 indiv/10m.

Certains Sparidés comme le sar tambour (*Diplodus cervinus*) ou le sar à museau pointu (*Diplodus puntazzo*) sont des espèces rares dans le milieu naturel mais qui ont la particularité d'être présents dans les ports. Le sar tambour n'a pas été observé sur le Roucas Blanc mais le sar à museau pointu était régulièrement observé. La présence de ces espèces dans le port de Marseille (comme dans celui du Roucas Blanc) est une information importante, puisqu'elle conforte l'hypothèse précédente d'une utilisation du port comme nurserie (Lecaillon et al. 2015). Le port devient donc un habitat à part entière, lieu de prédilection de la reproduction et de la croissance des post-larves.

Plus généralement, les zones plus confinées comme les calanques de Marseille constituent pour certaines, des zones de nurseries favorables à la survie des espèces ichtyologiques (Cheminée et al., 2011).

Le Roucas Blanc présente des caractéristiques ichtyologiques proches de celles observées au Nord de Marseille (Grand Port Maritime de Marseille), comme au Sud dans le cœur du Parc national des Calanques ou sur les sites de récifs artificiels du Prado. La diversité observée reste néanmoins inférieure à celle du Parc national des Calanques qui bénéficie de zones de non-prélèvement (favorables à la préservation des espèces) mais supérieures à celle des récifs artificiels ou de l'enceinte portuaire du Grand Port Maritime de Marseille. Malgré les activités sportives qui animent la base nautique, les enrochements et les pontons constituent ainsi des habitats favorables à la nurserie, garantissant la survie d'une partie des populations ichtyologiques.

Synthèse des comptages de juvéniles de poissons :

27 486 individus recensés (22 espèces) ; pointes à 3000+ ou 5000+ individus par transect.

Les secteurs les plus favorables aux juvéniles sont les secteurs de la Marina et les côtés extérieurs des digues (écoconception ou génie écologique côtier à envisager si travaux)

Les plages présentent de faibles densités (en raison de la fréquentation humaine, l'absence de refuges, et d'un biais lors de l'inventaire liée à la faible visibilité)

Mise en évidence succession écologique (espèces, stades de vie) : de l'intérieur de la marina vers le milieu environnant

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

5.3 Autres espèces de la faune marine

5.3.1 Grande nacre (*Pinna nobilis*)

Parmi les espèces de la faune marine ciblée par cette étude, la Grande nacre (*Pinna nobilis*), espèce protégée, était particulièrement recherchée.

Une prospection minutieuse des secteurs favorables à l'espèce a été réalisée : intérieur de la marina, pieds des digues, éboulements rocheux avec taches de sable, etc.

Un seul individu a pu être observé. Il se situe **hors de la zone d'étude** et a été observé lors d'un transect de comptage des poissons adultes dépassant la zone d'étude. Il s'agit d'un jeune individu : 15/20 cm émergeant du substrat, le haut de la coquille présentant encore de nombreuses dentelures.



Figure 14 : Grande nacre observée au Roucas Blanc (à gauche, Photo : Th. Menut, Biotope) et position relative par rapport à la zone d'étude (à droite)

Concernant cette espèce, le service Education à l'Environnement de la Ville de Marseille signale qu'il y a quelques années on pouvait observer plusieurs individus dans le bassin, fichés dans le sable au bout du ponton de l'hôtel. Le plus grand (plus de 60 cm) était visible depuis la surface et aurait été arraché volontairement. Les autres de dimensions plus modestes ont disparu lors du dernier dragage du bassin en 2012. Un individu avait été repéré plus récemment (vers 2015) à très faible profondeur dans un trou de l'enrochement vers la mise à l'eau des kayaks, il faisait une dizaine de centimètres et a disparu à l'hiver 2016. Il semble que depuis ces observations, les conditions de vie dans le bassin portuaire aient bien changé. L'envasement, l'accumulation de feuilles de posidonies, la qualité de l'eau par la présence d'exutoires pluviaux semblent incompatibles avec la présence de l'espèce qui n'a pas été retrouvée dans la marina malgré une prospection attentive dédiée de tout le plan d'eau.

5.3.2 Autres espèces faunistiques fixées

Le peuplement de la faune fixée est peu diversifié au Roucas. Aucune espèce remarquable n'est présente. Par exemple, le Violet ou Bijut, *Microcosmus sabatieri* n'est pas retrouvé sur zone.

5.3.3 Faune vagile invertébrée

Ici encore, le peuplement est peu diversifié et aucune espèce protégée ou remarquable n'est retrouvée, on note l'absence de : langoustes, oursins diadèmes, cigales de mer, dattes de mer.

Les plongeurs de BIOTOPE corroborent les observations qui nous ont été communiquées par le Service Education à l'Environnement de la Ville de Marseille, avec la présence avérée d'espèces

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

communes comme des mollusques opisthobranches (hervias, flabellines, berthelles), vers (bonnelies vertes, spirographes), échinodermes (oursin noir, oursin comestible, étoile de mer commune, astérie bossue), mollusques bivalves (limes écailleuses, praires, coques, mactres), mollusques céphalopodes (poules, seiches), arthropodes (crevette rose, crevette à capuchon, balanes, crabes marbrés, crabes verruqueux, pagures).

Le service Education à l'Environnement de la Ville de Marseille signale avoir observé des Dattes de mer (*Lithophaga lithophaga*, espèce protégée) lors du remaniement des digues sur des blocs calcaires retournés près de la mise à l'eau en partie sud-est de la Marina). Il semblerait que les conditions aient bien changé depuis (observation datant d'avant 2016 environ), aussi les conditions actuelles de qualité de l'eau, de circulation d'eau dans le bassin semblent peu compatibles avec la présence de l'espèce qui n'a pas été détectée lors de nos inventaires.

6 Continuités et fonctionnalités écologiques

6.1 Position de l'aire d'étude rapprochée dans le fonctionnement écologique régional

L'aire d'étude élargie n'intercepte aucun réservoir de biodiversité et aucun corridor de la trame verte. Elle intercepte un réservoir de la trame humide : l'Huveaune.

 Cf. Carte 12 : Trame verte et bleue et objectifs du SRCE

Le Tableau 15 fournit une analyse synthétique de la position du projet par rapport aux continuités écologiques d'importance régionale à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

Tableau 15 : Position de l'aire d'étude rapprochée par rapport aux continuités écologiques d'importance régionale

Sous-trame concernée	Composante du réseau écologique régional	Position au sein de l'aire d'étude rapprochée
Réservoirs de biodiversité		
Cours d'eau FR93RL1051	Fleuve Huveaune A remettre en bon état	En limite sud
Plan d'eau FR93RS1704	Plan d'eau dans un parc de loisirs (parc Borély) Réservoir à préserver	A environ 800 m de l'aire d'étude
Basse Provence Calcaire FR93RS1145 Trame verte	Parc de Notre Dame de la Garde : Hors valeur naturel Réservoir à préserver	A environ 2km de l'aire d'étude
Basse Provence Calcaire FR93RS1152 Trame verte	Parc de loisirs Borély : Hors valeur naturel Réservoir à préserver	A environ 800 m de l'aire d'étude
Basse Provence Calcaire FR93RS1131 Trame de milieu ouvert	Massif de Marseilleveyre A remettre en bon état	A environ 3km de l'aire d'étude
Corridors écologiques		
Aucun corridor concerné		

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Les réservoirs de la trame verte les plus proches sont représentés par des parcs de loisirs au sein de la Ville de Marseille. L'aire d'étude est concernée par la trame bleue du SRCE par la présence en bordure sud du fleuve Huveaune, réservoir à remettre en bon état.

Carte 12 : Trame verte et bleue et objectifs du SRCE



Schéma Régional de Cohérence Ecologique

Stade nautique du Roucas Blanc - Marseille (13)

Légende

- Aire d'étude immédiate
- Aire d'étude rapprochée
- Aire d'étude élargie (3 km)

SRCE : composante de la trame bleue

- Cours d'eau
- Zones humides

SRCE : Composante de la trame verte

- Corridors
- Réservoirs



Plan d'écologie sur le site de Nautique du Roucas Blanc - Marseille (13) - Mars 2018

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

6.2 Fonctionnalités écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée

 Cf. Carte 13 :
**Fonctionnalités
écologiques à l'échelle du
projet**

Le Tableau 16 synthétise les continuités écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée, sur la base des éléments mis en évidence dans l'état initial. Il met en évidence les principaux corridors ou réservoirs de biodiversité, en s'affranchissant des niveaux d'enjeux liés aux espèces.

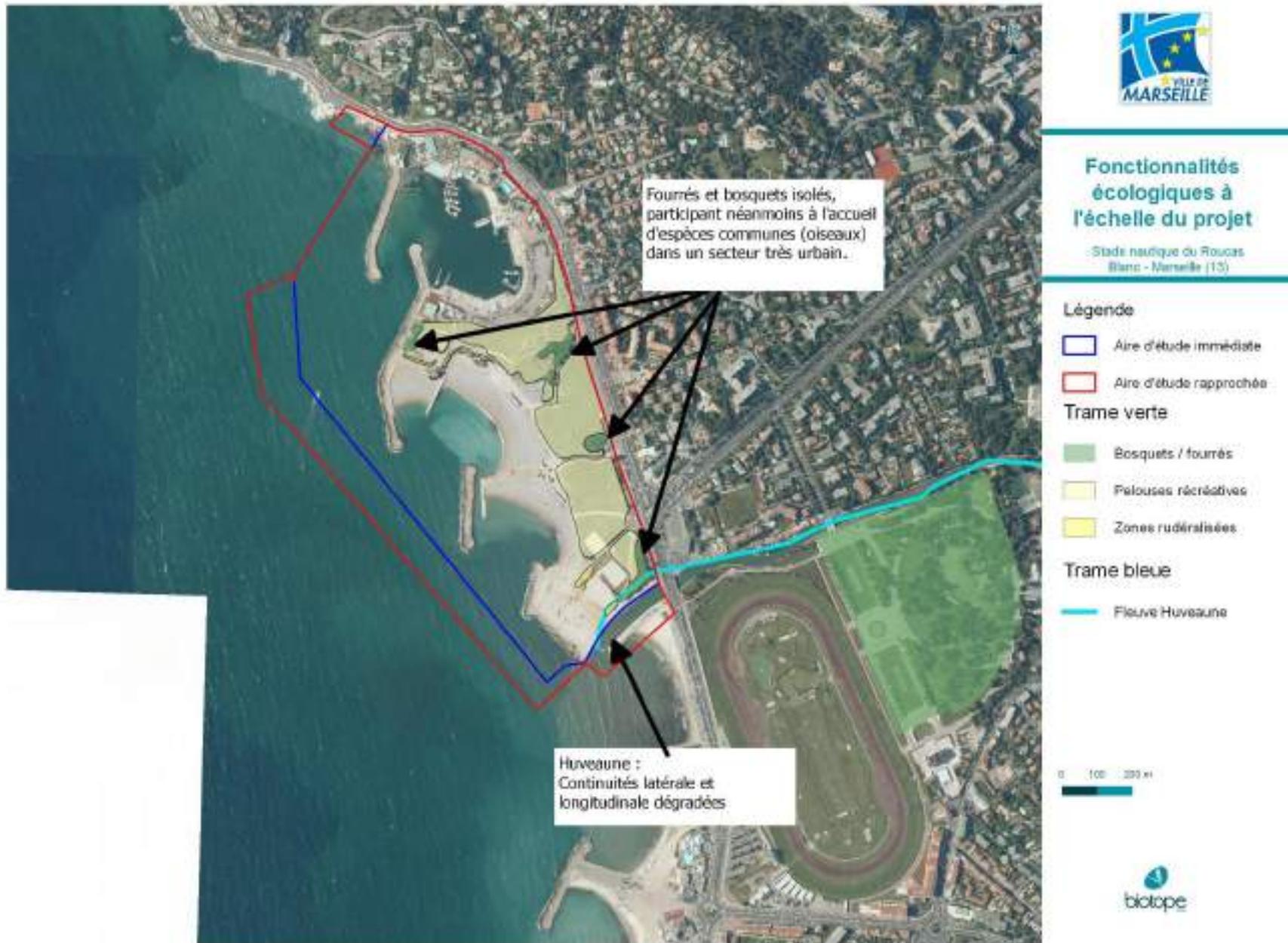
Tableau 16 : Principaux milieux et éléments du paysage de l'aire d'étude rapprochée et rôle dans le fonctionnement écologique local

Milieux et éléments du paysage de l'aire d'étude rapprochée	Fonctionnalité à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée
Fleuve	Le fleuve Huveaune est très dégradé au niveau de l'aire d'étude et d'une manière générale dans toute sa traversée à Marseille. Les berges sont endiguées au niveau de l'aire d'étude : les continuités latérales sont donc nulles ; Le fleuve est détourné au niveau du barrage de la Pugette situé en amont, par temps sec ; La continuité longitudinale est très dégradée.
Boisements et bosquets	Seule habitats semi-naturels de l'aire d'étude, les bosquets subspontanés sont composés d'espèces ornementales et d'essences forestières méditerranéennes ; Ponctuant les pelouses récréatives, ils représentent des zones refuges dans ce milieu très urbain et permettent l'accueil d'une biodiversité commune en ville (nidification d'oiseaux communs). Étant donné l'isolement du site, par rapport aux zones de reproduction des espèces communes d'amphibiens se reproduisant sur l'Huveaune (Crapaud épineux, Grenouille rieuse), en amont de la zone d'étude, il est peu probable qu'ils servent aujourd'hui d'habitats d'hivernage pour les amphibiens.
Pelouses	Il s'agit d'espaces verts publics jardinés et régulièrement entretenus (tontes des pelouses...), peu favorable à l'accueil de biodiversité (peu d'espèce floristique, peu d'insectes).
Plages	Milieu très artificialisé et très fréquenté – Aucun enjeu écologique d'un point de vue terrestre Sur le fond marin, le milieu est apparu pauvre, notamment en raison d'une très forte fréquentation estivale et d'une homogénéité du milieu (absence de refuges)
Substrats artificiels des petits fonds côtiers	Bien qu'artificielles, les digues sont assimilées à des supports rocheux, colonisées par la fixation d'algues : elles sont favorables à l'accueil de juvéniles de poissons ; Selon leur degré de confinement (refuge), elles représentent ainsi un lieu de croissance pour les jeunes poissons (pour les post-larves et les juvéniles), notamment au niveau de la Marina du Roucas et au niveau de l'Huveaune.

Carte 13 : Fonctionnalités écologiques à l'échelle du projet

Diagnostic écologique sur le site
du Stade Nautique du Roucas
Blanc à Marseille (13)
Ville de Marseille
18 décembre 2018

© Clém - Tous droits réservés - Source : Atlas (Lemarié) 95 - Cartographie : Biotope 2018-12-07 12:20:37



2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

7 Synthèse des enjeux écologiques au sein de l'aire d'étude rapprochée

Afin de mettre en évidence les principaux groupes à enjeu écologique au sein de l'aire d'étude rapprochée, un tableau de synthèse a été établi (voir Tableau 17 ci-après). Il précise, pour chaque groupe le niveau d'enjeu écologique, estimé sur la base de la richesse spécifique (par rapport à la potentialité du site), la patrimonialité des espèces (statuts de rareté / menace) et de l'utilisation de l'aire d'étude par les espèces.

Les différentes données collectées dans le cadre de cette étude ont permis d'appréhender l'intérêt des milieux de l'aire d'étude rapprochée.

 Cf. Carte 14 : Synthèse des enjeux écologiques

Une hiérarchisation en cinq niveaux d'enjeu écologique a été établie : enjeu nul à très fort.

Une carte de localisation et de synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée est présentée ci-après.

Pour une connaissance approfondie de ces enjeux écologiques, il convient de se référer aux chapitres présentés précédemment relatifs aux différentes thématiques faune-flore.

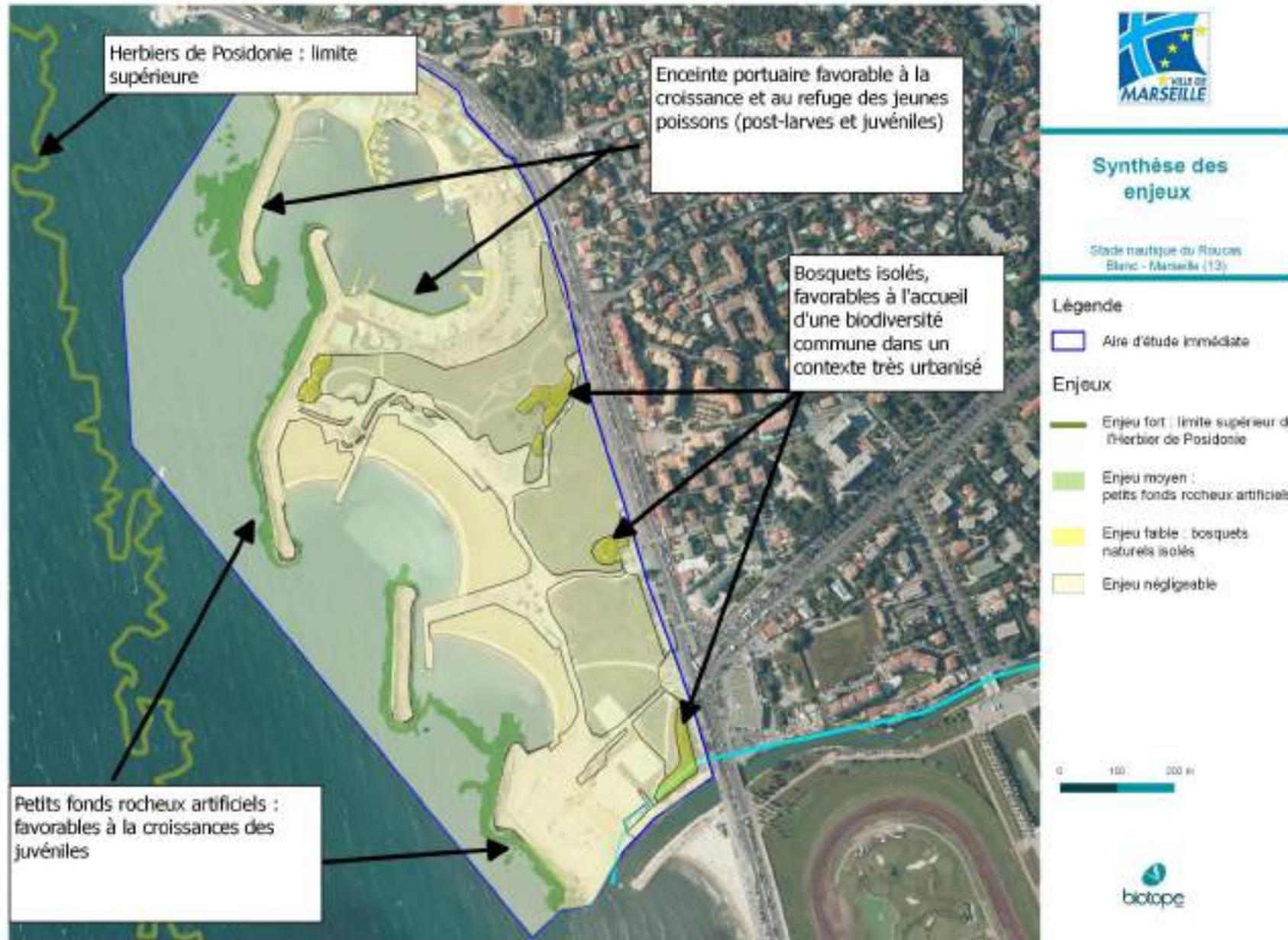
Tableau 17 : Synthèse des enjeux écologiques à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée

Groupe biologique étudié	Enjeux écologiques sur l'aire d'étude rapprochée	
	Description	Évaluation du niveau d'enjeu écologique
Habitats naturels terrestres	Au regard du contexte anthropisé et entièrement artificialisé, les enjeux relatifs aux habitats sont considérés négligeables.	Négligeable
Flore terrestre	L'enjeu floristique est faible. Aucune espèce patrimoniale n'a été recensée au sein de la zone d'étude. La flore est réduite à des cortèges d'espèces rudérales, pionnière à caractère nitrophile. Au sein de la digue d'enrochement en rive gauche de l'Huveaune (hors site d'étude), un individu d'espèce protégée Lys maritime a été noté : se maintient dans un milieu qui n'est plus approprié à son développement. Nombreuses espèces végétales d'origine exotique ont été recensées sur l'aire d'étude dont deux espèces envahissantes : Canne de Provence et Herbe de la Pampa	Faible
Insectes	13 espèces d'insectes (10 lépidoptères et 3 cigales) sont présentes au sein de l'aire d'étude rapprochée. Les cortèges entomologiques observés sur l'aire d'étude sont particulièrement limités et ne comprennent que des espèces à forte plasticité écologique. Etant donné le faible degré de naturalité des habitats présents sur l'aire d'étude et son isolement important, l'enjeu associé aux insectes est faible.	Faible
Amphibiens	Aucune espèce d'amphibiens n'est présente de façon régulière dans l'aire d'étude immédiate. Aucun secteur n'est essentiel pour le bon accomplissement du cycle biologique des amphibiens, le rôle fonctionnel des habitats présents localement étant nul en période de reproduction. Au regard de ces différents éléments, l'aire d'étude rapprochée présente un intérêt considéré comme négligeable pour les amphibiens.	Négligeable
Reptiles	3 espèces de reptiles sont présentes dans l'aire d'étude rapprochée. La richesse herpétologique est faible. Les principaux secteurs utilisés par les reptiles concernent les lisières des fourrés, les talus bien exposés (en bordure de piste ou au	Faible

2 État initial des milieux naturels, de la flore et de la faune

Groupe biologique étudié	Enjeux écologiques sur l'aire d'étude rapprochée	
	Description	Évaluation du niveau d'enjeu écologique
	sein des pelouses) et les enrochements de l'Huveaune. Les espèces observées ou potentielles sont toutes communes à l'échelle de la région. Au regard de ces éléments, l'aire d'étude rapprochée constitue un enjeu globalement faible pour les reptiles	
Oiseaux	23 espèces sont présentes sur l'aire d'étude, toutes communes. La diversité spécifique est faible sur l'aire d'étude rapprochée. L'artificialisation des milieux et l'importante fréquentation humaine du site en période de nidification des oiseaux explique cette faible diversité. Les espèces nicheuses sont toutes liées au boisement du parc pour leur nidification. L'aire d'étude rapprochée présente un intérêt considéré comme faible pour les oiseaux.	Faible
Chiroptères	3 espèces de chiroptères sont présentes dans l'aire d'étude rapprochée. Les habitats anthropiques, la faible diversité d'espèces, leur caractère commun ainsi que l'absence de fonctionnalité écologique, permet de définir des enjeux écologiques faibles pour les chiroptères sur le site.	Faible
Biocénoses marines	L'herbier de posidonie est hors de la zone d'étude. Les fonds de l'aire d'étude sont majoritairement meubles et nus. Plusieurs signes de dégradations du milieu (anoxie, enrichissement, pollutions) sont observables : cyanobactéries, algues vertes filamenteuses, moulières.	Faible
Flore marine	Quelques roches artificielles rapportées sont présentes et recouvertes d'algues photophiles sans importance écologique. On note la présence forte de l'invasive <i>Caulerpa cylindracea</i> dans toute l'aire d'étude.	Faible
Faune marine invertébré	Absence d'espèces protégées ou remarquables. Une seule grande nacre (<i>Pinna nobilis</i>) observée (espèce protégée), mais en marge de la zone d'étude.	Faible
Poissons marins adultes	Peuplement classique des petits fonds de Méditerranée : diversité, abondance et biomasse faibles à moyennes globalement en comparaison de sites naturels proches.	Faible
Poissons marins juvéniles	Marina et digues utilisées par de nombreux juvéniles de poissons où une succession écologique et une croissance des individus semble s'observer témoignant d'une zone fonctionnelle pour ces jeunes stades de vie.	Moyen

Carte 14 : Synthèse des enjeux écologiques terrestres



© Biotope - Tous droits réservés - Sources : Insee, IGN, etc. - Cartographie : Biotope 2015 (G-0711161)

3

Bibliographie

3 Bibliographie

1 Bibliographie générale

- ✓ BIOTOPE, 2002 - La prise en compte des milieux naturels dans les études d'impact - Guide pratique. DIREN Midi Pyrénées. 53 p.
- ✓ CARSIGNOL J., BILLON V., CHEVALIER D., LAMARQUE F., LANISART M., OWALLER M., JOLY P., GUENOT E., THIEVENT P. & FOURNIER P., 2005 - Guide technique – Aménagements et mesures pour la petite faune. Aurillac, SETRA, 264 p.

Sites Internet

- ✓ DREAL PACA : [HTTP://CARTO.GEO-IDE.APPLICATION.DEVELOPPEMENT-DURABLE.GOUV.FR/1131/ENVIRONNEMENT.MAP#](http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr/1131/ENVIRONNEMENT.MAP#)
- ✓ INPN : [HTTP://INPN.MNHN.FR/ISB/INDEX.JSP](http://inpn.mnhn.fr/isb/index.jsp) (DERNIERE CONSULTATION LE 27 SEPTEMBRE 2018)

2 Bibliographie relative aux habitats naturels terrestres

- ✓ ABOUCAYA A., 1999 – PREMIER BILAN D'UNE ENQUETE NATIONALE DESTINEE A IDENTIFIER LES XENOPHYTES INVASIFS SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS (CORSE COMPRISE). ACTES DU COLLOQUE SUR LES PLANTES MENACEES DE FRANCE (D.O.M.-T.O.M INCLUS) BREST – 1997. BULL. SOC. BOT. CENTRE-OUEST, NOUVELLE SERIE, N° SPECIAL 19. PP463-482.
- ✓ BARBERO M., 2006 - LES HABITATS NATURELS HUMIDES DE LA REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR : GUIDE TECHNIQUE A L'USAGE DES OPERATEURS DE SITES NATURA 2000. DIREN PACA. AIX-EN-PROVENCE. 26P.
- ✓ BARDAT J. & AL., 2004 - PRODROME DES VEGETATIONS DE FRANCE. MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, (PATRIMOINE NATUREL, 61). PARIS. 171P.
- ✓ BENSETTITI F., GAUDILLAT V., MALENGREAU D. & QUERE E. (COORD.), 2002. « CAHIERS D'HABITATS » NATURA 2000. CONNAISSANCE ET GESTION DES HABITATS ET DES ESPECES D'INTERET COMMUNAUTAIRE. TOME 6 - ESPECES VEGETALES. MATE/MAP/MNHN. ÉD. LA DOCUMENTATION FRANÇAISE, PARIS, 271 P.
- ✓ BENSETTITI F., HERARD-LOGEREAU K., VAN ES J. & BALMAIN C. (COORD.), 2004. « CAHIERS D'HABITATS » NATURA 2000. CONNAISSANCE ET GESTION DES HABITATS ET DES ESPECES D'INTERET COMMUNAUTAIRE. TOME 5 - HABITATS ROCHEUX. MEDD/MAAPAR/MNHN. ÉD. LA DOCUMENTATION FRANÇAISE, PARIS, 381 P.
- ✓ BISSARDON M., GUIBAL L. ET RAMEAU J.-C., 1997 - CORINE BIOTOPES, TYPES D'HABITATS FRANÇAIS. ENGREF. NANCY. 217P.
- ✓ BRAUN-BLANQUET J. ET AL., 1952 - LES GROUPEMENTS VEGETAUX DE LA FRANCE MEDITERRANEENNE. CNRS. 297 P.
- ✓ COMMISSION EUROPEENNE DG ENVIRONNEMENT, 1999 - MANUEL D'INTERPRETATION DES HABITATS DE L'UNION EUROPEENNE – EUR 15. 132P.
- ✓ DANTON P. & BAFFRAY M., 1995 - INVENTAIRE DES PLANTES PROTEGEES EN FRANCE. NATHAN ET A.F.C.E.V. PARIS. 294P.
- ✓ DIREN PACA ET REGION PACA, 2005 - INVENTAIRE DU PATRIMOINE NATUREL DE PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR - ZNIEFF 2EME GENERATION – EDITION 2004 - ANNEXE 1 DE L'ACTUALISATION DE L'INVENTAIRE DES ZONES NATURELLES D'INTERET ECOLOGIQUE, FAUNISTIQUE ET FLORISTIQUE DE PROVENCE ALPES COTE D'AZUR : LISTES DES ESPECES ET HABITATS DETERMINANTS ET REMARQUABLES. 55 P.

3 Bibliographie

- ✓ JAUZEIN P., 1995 – FLORE DES CHAMPS CULTIVES. SOPRA/INRA EDIT. PARIS. 898P.
- ✓ JAUZEIN PH., TISON J.-M., CBNM, A PARAÎTRE - FLORE DE LA FRANCE MEDITERRANEENNE CONTINENTALE.
- ✓ OLLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H. & ROUX J.-P., 1995 - LIVRE ROUGE DE LA FLORE MENACEE DE FRANCE. TOME I : ESPECES PRIORITAIRES. MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE PORQUEROLLES, MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT. PARIS. 486P. + ANNEXES.
- ✓ NOBLE V., VAN ES J., MICHAUD H., GARRAUD L. (COORDINATION), 2015. LISTE ROUGE DE LA FLORE VASCULAIRE DE PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR – VERSION MISE EN LIGNE. DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT & REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR, 14 PP.
- ✓ PRELLI R., 2001 - LES FOUGERES ET PLANTES ALLIEES DE FRANCE ET D'EUROPE OCCIDENTALE. BELIN. PARIS. 431P.
- ✓ ROUX J.-P. ET NICOLAS I., 2001 - CATALOGUE DE LA FLORE RARE ET MENACEE EN REGION PROVENCE-ALPES-COTE-D'AZUR. CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL MEDITERRANEEN DE PORQUEROLLES ET AGENCE REGIONALE POUR L'ENVIRONNEMENT EDIT. HYERES.

Ressources Internet :

- ✓ SILENE – SITE INTERNET A L'ADRESSE SUIVANTE : [HTTP://FLORE.SILENE.EU/INDEX.PHP?CONT=ACCUEIL](http://flore.silene.eu/index.php?cont=accueil)
- ✓ TELA BOTANICA - SITE INTERNET A L'ADRESSE SUIVANTE : [HTTP://WWW.TELA-BOTANICA.ORG/SITE:ACCUEIL](http://www.tela-botanica.org/site:accueil)
- ✓ ESPECES ENVAHISSANTES – CBNMED – SITE A L'ADRESSE SUIVANTE : [HTTP://WWW.INVMED.FR/ACCUEIL](http://www.invmmed.fr/accueil)

3 Bibliographie relative aux insectes

- ✓ BENSETTITI F. & GAUILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNH. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p
- ✓ BERGER P., 2012 - Coléoptères Cerambycidae de la faune de France continentale et de Corse. Actualisation de l'ouvrage d'André Villiers, 1978. ARE (Association Roussillonnaise d'Entomologie), 664 p.
- ✓ BRUSTEL H., 2004 - Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises (Thèse). ONF, Les dossiers forestiers, n°13, 297 p.
- ✓ DOUCET G., 2010 – Clé de détermination des exuvies des Odonates de France, SFO, Bois d'Arcy, 64 p.
- ✓ DUPONT P., 2010 - Plan national d'actions en faveur des Odonates. Office pour les insectes et leur environnement / Société Française d'Odonatologie – Ministère de Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 170 p.
- ✓ GRAND D. & BOUDOT J.-P., 2006 – Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Parthénope, Mèze, 480 p.
- ✓ GRAND D., BOUDOT J.-P. & DOUCET G., 2014 – Cahier d'identification des libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, 136 p.

3 Bibliographie

- ✓ HERES A., 2009 - Les Zygènes de France. Avec la collaboration de Jany Charles et de Luc Manil. Lépidoptères, Revue des Lépidoptéristes de France, vol. 18, n°43 : 51-108.
- ✓ HEIDEMANN H., SEIDENBUSH R., 2002 – Larves et exuvies de libellules de France et d'Allemagne (sauf Corse). Société Française d'Odonatologie, Bois-d'Arcy, 415 p.
- ✓ HOCHKIRCH A., NIETO A., GARCIA CRIADO M., CALIX M., BRAUD Y., BUZZETTI F.M., CHOBANOV D., ODE B., PRESA ASENSIO J.J., WILLEMSE L., ZUNA-KRATKY T., BARRANCO VEGA P., BUSHELL M., CLEMENTE M.E., CORREAS J.R., DUSOULIER F., FERREIRA S., FONTANA P., GARCIA M.D., HELLER K-G., IORGU I.Ş., IVKOVIC S., KATI V., KLEUKERS R., KRISTIN A., LEMONNIER-DARCEMONT M., LÉMOS P., MASSA B., MONNERAT C., PAPAPAVLOU K.P., PRUNIER F., PUSHKAR T., ROESTI C., RUTSCHMANN F., ŞIRIN D., SKEJO J., SZÖVENYI G., TZIRKALLI E., VEDENINA V., BARAT DOMENECH J., BARROS F., CORDERO TAPIA P.J., DEFAUT B., FARTMANN T., GOMBOC S., GUTIERREZ-RODRIGUEZ J., HOLUSA J., ILLICH I., KARJALAINEN S., KOCAREK P., KORSUNOVSKAYA O., LIANA, A., LOPEZ, H., MORIN, D., OLMO-VIDAL, J.M., PUSKAS, G., SAVITSKY, V., STALLING, T. & TUMBRINCK J., 2016 - European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets. Luxembourg : Publications Office of the European Union. 86 p.
- ✓ KALKMAN V.J., BUDOT J.-P., BERNARD R., CONZE K.-J., DE KNIFJ G., DYATLOVA E., FERREIRA S., JOVIC S., OTT J., RISERVATO E. & SAHLEN G., 2010 - European Red List of Dragonflies. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 40 p.
- ✓ LAFRANCHIS T., 2000 - Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze, 448 p.
- ✓ NIETO A. & ALEXANDER K.N.A., 2010 - European Red List of Saproxyllic Beetles. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 56 p.
- ✓ SARDET E. & DEFAUT B., 2004 – Les Orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques. Matériaux orthoptériques et entomocénologiques, 9, 2004 : 125-137
- ✓ SARDET E., ROESTI C. & BRAUD Y., 2015 – Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, (collection Cahier d'identification), 304 p.
- ✓ UICN FRANCE, MNHN, OPIE & SEF, 2012 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine. Dossier électronique, 18 p.
- ✓ UICN FRANCE, MNHN, OPIE & SFO, 2016 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de France métropolitaine. Paris, 12 p.
- ✓ VAN SWAAY C., CUTTELOD A., COLLINS S., MAES D., LOPEZ MUNGUIRA M., ŠASIC M., SETTELE J., VEROVNIK R., VERSTAEEL T., WARREN M., WIEMERS M. & WYNHOFF I., 2010 – European Red List of Butterflies Luxembourg : Publications Office of the European Union, 60 p.

4 Bibliographie relative aux amphibiens et aux reptiles

- ✓ BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p
- ✓ COX N.A. & TEMPLE H.J., 2009 - European Red List of Reptiles. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 32 p.
- ✓ DUGUET R. & MELKI F., 2003 - Les amphibiens de France, Belgique et Luxembourg – Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France), 480 p.

3 Bibliographie

- ✓ GASC J.-P., CABELA A., CRNOBRNJA-ISAILO-VIC J., DOLMEN D., GROSSENBACHER K., HAFFNER P., LESCURE P., MARTENS H., MARTINEZ RICA J.P., MAURIN H., OLIVEIRA M.E., SOFIANIDOU T.S., VEITH M. & ZUIDERWIJK A. (Eds.), 2004 – Atlas of amphibians and reptiles in Europe. 2nd édition. Collection Patrimoines naturels 29. Societas Europaea Herpetológica & Muséum National d'Histoire Naturelle (IEGB/SPN), Paris, 516 p.
- ✓ LESCURE J. & MASSARY DE J.-C., (coord.), 2013 - Atlas des Amphibiens et Reptiles de France. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité), 272 p.
- ✓ MIAUD C. & MURATET J., 2004 - Identifier les œufs et les larves des amphibiens de France. Collection Techniques pratiques, I.N.R.A, Paris, 200 p.
- ✓ MURATET J., 2008 – Identifier les Amphibiens de France métropolitaine. Guide de terrain. Ecodiv : 291 p.
- ✓ TEMPLE H.J. & COX N.A., 2009 - European Red List of Amphibians. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 32 p.
- ✓ UICN FRANCE, MNHN & SHF, 2015 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France, 12 p.
- ✓ UICN FRANCE, MNHN & SHF, 2016 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Rapport d'évaluation. Paris, 103 p.
- ✓ VACHER J.-P. & GENIEZ M. (coord.), 2010 - Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

5 Bibliographie relative aux oiseaux

- ✓ BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004 – Birds in the European Union : a status assessment. Wageningen. Netherlands. BirdLife International. 50 p.
- ✓ BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015 – European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. 67 p.
- ✓ GEROUDET P., 2006 – Les Rapaces d'Europe : Diurnes et Nocturnes. 7e édition revue et augmentée par Michel Cuisin. Delachaux et Niestlé, Paris. 446 p.
- ✓ GEROUDET P., 2010 – Les Passereaux d'Europe. Tome 1. Des Coucous aux Merles. 5e édition revue et augmentée. Delachaux et Niestlé, Paris. 405 p.
- ✓ GEROUDET P., 2010 – Les Passereaux d'Europe. Tome 2. De la Bouscarle aux Bruants. 5e édition revue et augmentée. Delachaux et Niestlé, Paris. 512 p.
- ✓ ISSA N. & MULLER Y. (coord.), 2015 – Atlas des oiseaux de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale. LPO / SEOF / MNHN. Delachaux & Niestlé, Paris, 1 408 p.
- ✓ SVENSSON L. & GRANT Peter J., 2007 - Le guide ornitho. Delachaux et Niestlé, Paris. 400 p.
- ✓ THIOLAY J.-M. & BRETAGNOLLE V., 2004 – Rapaces nicheurs de France. Distribution, effectifs et conservation. Delachaux et Niestlé, Paris. 176 p.
- ✓ UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France. 31 p. + annexes

3 Bibliographie

6 Bibliographie relative aux mammifères (hors chiroptères)

- ✓ BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p
- ✓ MITCHELL-JONES A.J., AMORI G., BOGDANOWICZ W., KRYŠTUFEK B., REIJNDERS P.J.H., SPITZENBERGER F., STUBBE M., THISSEN J.B.M., VOHRALÍK V. & ZIMA J., 1999 - The atlas of European mammals, Societas Europaea Mammalogica, Poyser National History, 484 p.
- ✓ MOUTOU F., ZIMA J., HAFFNER P., AULAGRIER S. & MITCHELL-JONES T., 2008 - Guide complet des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Edition Delachaux & Niestlé- Paris. 271 p.
- ✓ TEMPLE H.J. & TERRY, A. (coord.), 2007 - The Status and Distribution of European Mammals. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. viii + 48 p.
- ✓ UICN FRANCE, MNHN, SFPEM & ONCFS, 2009 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France, 12 p.

7 Bibliographie relative aux chiroptères

- ✓ ARTHUR, L., & M. LEMAIRE. 2009. Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Parthenope. Mèze: Biotope. 576 p.
- ✓ BARATAUD, M. 2012. Écologie acoustique des chiroptères d'Europe. Ed. Biotope, Coll. Parthénope, 344p.
- ✓ BIOTOPE et al. 2008. Référentiel régional concernant les espèces de chauves-souris inscrites à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore. Catalogue des mesures de gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. DIREN Languedoc-Roussillon.
- ✓ DIETZ, C., O. VON HELVERSEN, D. NILL, & M.J. DUBOURG-SAVAGE. 2009. L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord: biologie, caractéristiques, protection. Delachaux et Niestlé. 399 p.
- ✓ DISCA T. & GCLR, (2013) - Atlas des chauves-souris du midi méditerranéen. Site internet, ONEM, <http://www.onem-france.org/chiropteres/wakka.php?wiki=PagePrincipale>
- ✓ HAQUART, A. 2013. « Actichiro : référentiel d'activité des chiroptères - Éléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française ». Montpellier. Mémoire EPHE. 99 p.
- ✓ NEMOZ M. & BRISORGUEIL A. 2008. Connaissance et conservation des gîtes et habitats de chasse de trois chiroptères cavernicoles, Rhinolophe euryale, Murin de Capaccini, Minoptère de Schreibers. Société Française d'Étude et de Protection des Mammifères : 103p.
- ✓ ROUE, S. Y, & M. BARATAUD. 1999. Habitats et activité de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice. Le Rhinolophe 2.
- ✓ Les mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur, éd. Biotope (2016), 344 p., ISBN : 978-2-36662-179-2.

3 Bibliographie

8 Bibliographie relative au milieu marin

- ✓ Astruch P., Le Diréach L., Fourt M., Bonhomme D., Bonhomme P., Harmelin J. G., 2009. Etude des peuplements de poissons dans le site Natura 2000 des Calanques et de l'Archipel de Riou (Rapport final). Contrat GPS calanques – GIS Posidonie. GIS Posidonie publ : 1-119.
- ✓ Bergbauer M. et Humberg B. 2017. La vie sous marine de Méditerranée. Guide DELACHAUX, 366 p.
- ✓ Biomex 2006. Assessment of BIOMass Export from marine protected areas & its impacts on fisheries in the western Mediterranean Sea, 500 p., QLRT-2001-00891, Biomex Project, Perpignan university.
- ✓ Bonhomme P., Berman L., Le Direach L., Bianchimani O., Rouanet E., Bonhomme D., Astruch P., Goujard A., Basthard-Bogain S., Ruitton S., Kokel N., 2015. Réalisation de l'état zéro des zones de non-prélèvement du Parc national des Calanques – Année 2013-2014. Contrat GIS Posidonie/Parc national des Calanques. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-300.
- ✓ Boudouresque, C.-F., Jeudy de Grissac, A., Meinesz, A., 1984. Relations entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). In: Boudouresque, C.-F., Jeudy de Grissac, A., Olivier, J. (Eds.), First International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds. GIS Posidonie Publication, Marseilles, pp. 185–191. Charbonnel et al., 2000.
- ✓ Cheminée A., Francour P., Harmelin-Vivien M. (2011). Assessment of *Diplodus* spp. (Sparidae) nursery grounds along the rocky shore of Marseille (France, NW Mediterranean), *Scientia Marina* 75(1), March 2011, 181-188, Barcelona (Spain).
- ✓ García-Charton J.A., Pérez-Ruzafa Á., 1999. Ecological heterogeneity and the evaluation of the effects of marine reserves. *Fisheries Research* 42, 1-20.
- ✓ García-Charton J.A., Pérez-Ruzafa Á., 2001. Spatial pattern and the habitat structure of a Mediterranean rocky reef fish local assemblage. *Marine Biology* 138, 917-934.
- ✓ García-Charton J.A., Pérez-Ruzafa Á., Sánchez-Jerez P., Bayle-Sempere J.T., Reñones O., Moreno D., 2004. Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages. *Marine Biology* 144, 161-182.
- ✓ Giraud G., 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse Doctorat 3ème cycle, Université Aix-Marseille II : 1-150.
- ✓ Giraud G., 1979. Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 39 : 33-39.
- ✓ Lecaillon G., Lenfant P., Fonbonne S., Mercière A., Simonnet I. (2015). GIREL 3R. Synthèse de la phase 3, Janvier 2015, pour le compte de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, 41 p. + annexes.
- ✓ Le Diréach L., Rouanet E., Astruch P., Bonhomme D., Bonhomme P., 2012. Réalisation de l'état initial pour les pilotes ECODIGUES dans le cadre du programme GIREL. Mise en place de pilote ECODIGUES sur les digues portuaires du Grand Port Maritime de Marseille. Rapport de phase 1 sur l'état initial des stations, septembre 2012. Contrat d'étude EGIS EAU & GIS Posidonie, GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 81 p.
- ✓ Noël C., Boissery P., Quelin N. et Raimondino V. 2012. Cahier Technique du Gestionnaire : Analyse comparée des méthodes de surveillance des herbiers de posidonies. 96 p. CartOcean, Agence de l'Eau RMC, Dreal PACA, Région PACA.
- ✓ Pergent-Martini 1994. Impact d'un rejet d'eaux usées sur l'herbier à *Posidonia oceanica*, avant et après la mise en service d'une station d'épuration, thèse de doctorat soutenue à Corte (Corse) en 1994, 208 p.

3 Bibliographie

- ✓ Pergent et al. 1995. Pergent G., Pergent-Martini C. et Boudouresque C-F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : état des connaissances. *Mésogée*, Fr., 54 : 3-27.
- ✓ Rouanet E., Astruch P., Le Diréach L., Bonhomme D., Bonhomme P., 2012. Opération Récifs Prado : suivi scientifique, biologique et technique dans la zone d'immersion (suivi obligatoire). Rapport annuel 2012. Résultats. GIS Posidonie – Ville de Marseille, Fr. 1-264.

A

Annexes

A Annexe 1 : Synthèse des statuts règlementaires des habitats naturels, de la faune et de la flore

Annexe 1 : Synthèse des statuts règlementaires des habitats naturels, de la faune et de la flore

Tableau 18 : Synthèse des textes de protection faune/flore applicables sur l'aire d'étude

Groupe d'espèces	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional et/ou départemental
Flore	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 20 janvier 1982 (modifié) relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire	Arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur complétant la liste nationale
Insectes	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (NOR : DEVN0752762A)	(néant)
Reptiles Amphibiens	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 19 novembre 2007 fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire (NOR : DEVN0766175A) Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (NOR : ATEN9980224A)	(néant)
Oiseaux	Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009, dite directive « Oiseaux »	Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire (NOR : DEVN0914202A) Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (NOR : ATEN9980224A)	(néant)
Mammifères dont chauves-souris	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 23 avril 2007 (modifié) fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (NOR : DEVN0752752A) Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (NOR : ATEN9980224A)	(néant)

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

1.1 Habitats naturels

8.1.1 Méthodes

Les inventaires floristiques ont concerné l'ensemble de l'aire d'étude

Ces prospections ont été orientées vers la caractérisation des enjeux relatifs à Natura 2000. Les espèces végétales bénéficiant d'une protection légale ont été recherchées. Nous avons également recherché et cartographié les taxons patrimoniaux ; sous cette catégorie nécessairement arbitraire, nous incluons par exemple les espèces dites « déterminantes » dans le cadre de l'inventaire des ZNIEFF de la région PACA ou encore les espèces semblant en forte régression.

Dans le cadre de cette étude, nous n'avons pas réalisé de relevés phytosociologiques, mais nous leur avons préféré des relevés phytocoenotiques (une liste d'espèces a été dressée par type d'habitat) qui permettent une description analytique des communautés végétales observées. Sur la base de ces relevés, une correspondance avec les différentes typologies de référence a eu pour but de caractériser les formations végétales repérées sur le site et de mettre en évidence les éventuels habitats d'intérêt communautaire.

La liste d'espèces recensées est jointe en annexe du présent rapport.

8.1.2 Nomenclature

La nomenclature des plantes à fleurs et des fougères utilisée dans cette étude est celle de la Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France (B.D.N.F.F., consultable et actualisée en ligne sur le site www.tela-botanica.org). Au besoin, pour des binômes linnéens non disponibles sur ce site (pour les taxons exotiques essentiellement), c'est la flore de la France méditerranéenne continentale (TISON J.-M., JAUZEIN Ph., MICHAUD H., 2014), qui a été utilisée.

En ce qui concerne les habitats naturels, la nomenclature utilisée est celle de la typologie CORINE BIOTOPE (BISSARDON M. et al., 1997), référentiel de l'ensemble des habitats naturels et semi-naturels présents en France et en Europe.

Le Manuel d'interprétation des Habitats de l'Union Européenne (COMMISSION EUROPEENNE, 1999) a également été sollicité pour l'identification et la codification des habitats naturels d'intérêt communautaire listés en annexe I de la directive européenne 92/43/CEE (dite directive « Habitats/Faune/Flore »).

L'expertise phytosociologique a également puisé dans le Prodrome des Végétations de France (BARDAT J. & al., 2004).

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

1.2 Insectes

Pour chacun des groupes d'insectes étudiés, des méthodes différentes d'inventaires et/ou de captures ont été utilisées, parfois assez spécifiques :

- Repérage à l'aide d'une paire de jumelles, pour l'examen global des milieux et la recherche des insectes (libellules, papillons) ;
- Identification sans capture à l'aide de jumelle pour tous les groupes d'insectes, lorsque les identifications sont simples ;
- Capture temporaire (au filet ou à l'aide d'un aspirateur à bouche) pour tous les groupes d'insectes pour des identifications plus complexes, pouvant impliquer l'utilisation d'une loupe de terrain (x10) pour l'analyse des critères ;
- Battage ponctuel de la végétation arbustive et/ou arborée à l'aide d'un filet fauchoir et/ou d'un parapluie japonais pour la recherche d'insectes arboricole (spécialement certains orthoptères dans la plupart des études) ;
- Reconnaissance auditive (orthoptères, cigales), avec enregistrement dans le cas d'identifications complexes ;
- Récolte d'exuvies sur les berges des cours d'eau afin de préciser le statut reproductif de certaines libellules (dans le cas où des milieux aquatiques serait présents sur le site) ;
- Recherche de chenilles sur leur plante hôte pour les papillons à enjeux (par exemple le Sphinx de l'Épilobe dans la présente étude) ;
- Recherches des indices de présence sur les arbres âgés pour les coléoptères saproxylophages (galeries larvaires, macro-restes, ...).

La détermination des espèces sur le terrain est plus ou moins difficile selon le groupe concerné. Certains insectes sont assez caractéristiques (de grosses tailles et uniques dans leurs couleurs et leurs formes) et peuvent être directement identifiés à l'œil nu ou à l'aide de jumelles. D'autres nécessitent d'être observés de plus près pour distinguer certains critères de différenciation entre espèces proches (utilisation de clés de détermination). La présence de certaines espèces peut être avérée par la recherche d'indices de présence (féces, galeries, macro-restes, etc.).

Les inventaires ont été axés sur la recherche des espèces protégées et/ou patrimoniales. Une attention toute particulière a également été accordée à la recherche du Grillon maritime, orthoptère patrimonial pressentie sur l'aire d'étude, au niveau des laisses de mer sur les plages.

La nomenclature adoptée est celle de TaxRef 10.0.

1.3 Amphibiens

La méthodologie employée pour les amphibiens est triple, elle comprend une détection visuelle, une détection auditive et une capture en milieu aquatique.

La détection visuelle est appliquée aussi bien en milieu terrestre qu'en milieu aquatique. Sur les sites de reproduction, tous les stades de développement sont étudiés (adulte, larves, œufs...). L'arpentage du milieu terrestre s'organise selon un itinéraire de recensement destiné à mettre en évidence les voies de déplacements des animaux. Les visites, souvent nocturnes, peuvent se pratiquer à pied mais aussi en voiture.

Certaines espèces utilisent des signaux sonores pour indiquer leur position à leurs rivaux et aux femelles. Ces chants sont caractéristiques de chaque espèce et peuvent être entendus à grande distance d'un site de reproduction. Les recherches auditives ont eu lieu principalement de nuit.

Étant donné qu'aucune zone de reproduction n'a été observée sur l'aire d'étude, la technique classique de capture à la pêche à l'épuisette n'a pas été mise en œuvre. .

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

1.4 Reptiles

Les inventaires des reptiles ont été guidés par la pose de dix plaques « refuges » sur le linéaire du projet. Cependant, des recherches ciblées et complémentaires sur les haies et les lisières ont été conduites aux premières heures du jour, en période printanière, afin de détecter des individus en héliothermie matinale.

Ainsi, les individus, mues, ou cadavres observés sur le site ont fait l'objet d'une notification. Les éléments susceptibles d'abriter des individus (tôles, parpaings, pierres, planches) ont été soulevés systématiquement et remis en place à l'identique.

1.5 Oiseaux

Une méthode d'échantillonnage classique par points d'écoutes a été employée, basée sur les Indices Ponctuels d'Abondance (IPA), élaborée et décrite par Blondel, Ferry et Frochot en 1970.

Cette méthode consiste à noter l'ensemble des oiseaux observés et/ou entendus durant 10 minutes à partir d'un point fixe du territoire. Chaque point d'écoute est choisi de façon à couvrir l'ensemble de l'aire d'étude et des habitats naturels présents. Tous les contacts auditifs ou visuels avec les oiseaux sont notés sans limitation de distance. Ils sont reportés sur une fiche prévue à cet effet à l'aide d'une codification permettant de différencier tous les individus et le type de contact (chant, cris, mâle, femelle, couple...). A la fin du dénombrement, le nombre d'espèces et d'individus de chacune d'elles est totalisé en nombre de couples.

Le comptage doit être effectué par temps relativement calme (les intempéries, le vent fort et le froid vif doivent être évités), durant la période comprise entre le début et 4 à 5 heures après le lever du soleil.

Cette méthode a été complétée par une observation précise du comportement des rapaces diurnes et des espèces non-chanteuses (ardéidés, limicoles...), afin d'identifier précisément les espèces présentes et la manière dont elles exploitent la zone d'étude.

Méthodologie spécifique aux espèces crépusculaires et nocturnes

La méthodologie employée est sensiblement identique à celle appliquée pour les oiseaux chanteurs. La principale différence réside dans la période d'application qui se situe dans les deux dernières heures de la journée pour l'Œdicnème criard, et pendant la nuit pour les espèces nocturnes.

À noter que les points d'écoute nocturnes et crépusculaires ne sont pas forcément situés aux mêmes emplacements que pour les oiseaux chanteurs, mais localisés en fonction des habitats favorables aux espèces visées.

Les individus observés ont été reportés sur les cartes orthophotoplans ou scan 25 ainsi que leurs habitats de reproduction lorsque cela était possible et/ou judicieux.

Méthodologie spécifique aux passages automnal et hivernal

A compléter après les prospections hivernales

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

1.6 Chiroptères

Transect à l'aide d'un détecteur « manuel »

L'appareil utilisé est un détecteur d'ultra-sons de marque Titley (Modèle Anabat Walkaout). Ce type de matériel allie deux systèmes d'écoute d'ultrasons (hétérodyne et expansion de temps) et une visualisation en temps réel des sonogrammes avec possibilité d'enregistrement interne sur carte SD.



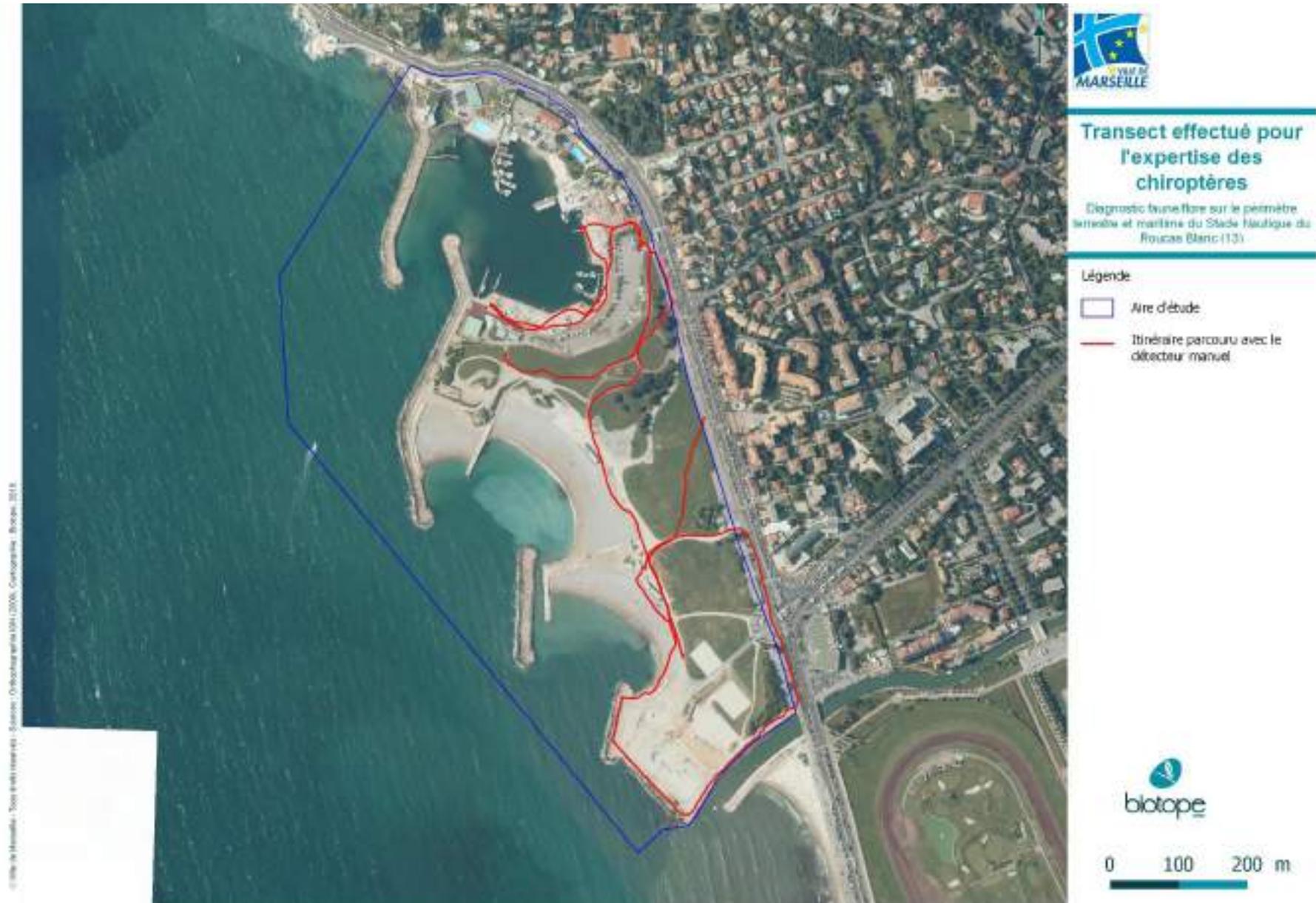
Détecteur Walkaout et Sonogramme d'une Pipistrelle pygmée.

Avec ce type d'appareil et en utilisant la méthode « française » issue du travail de Michel Barataud (2012 & 2015), il est possible d'identifier sur le terrain dans de bonnes conditions d'écoute 26 à 29 espèces sur les 34 françaises. Néanmoins, les cris sonar de certaines espèces sont parfois très proches, voire identiques dans certaines circonstances de vol, c'est pourquoi les déterminations litigieuses sont rassemblées en groupes d'espèces. Tout contact délicat est néanmoins enregistré et peut ensuite être analysé par ordinateur à l'aide de logiciels appropriés (Bat Sound, Syrinx) qui donnent des représentations graphiques du son (sonogrammes) et permettent de réaliser différentes mesures parfois indispensables.

Les critères d'identification sont basés sur la corrélation des types de cris, identifiés en fonction de la sonorité associée à différents paramètres appréciables ou mesurables (fréquence initiale, fréquence terminale, durée du signal, maximum et répartition de l'énergie...) avec leur rythme (durée des intervalles entre les cris) et l'environnement (estimation de la distance aux obstacles).

Le transect sur le site a été réalisé à partir du crépuscule et durant les premières heures après le coucher du soleil.

Carte 15 : Itinéraire parcouru avec le détecteur manuel pour l'expertise des chiroptères



A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Recherche de gîtes

Les secteurs favorables à la présence de gîtes à chiroptères ont été visités de jour, afin d'identifier l'éventuelle présence de colonies, d'individus isolés ou encore de gîte de repos nocturne (vieux bâti, combles de maisons, arbres à cavités potentiellement favorables...) dans la mesure du possible du fait du caractère privatif de certains secteurs ou de certains bâtiments. Ces inventaires ont été réalisés en été 2018.

1.7 Milieu marin

Généralités

3 plongeurs professionnels et un pilote bateau ont été nécessaires pour chacune des 4 journées de terrain. Un plongeur était plus particulièrement en charge d'assurer la sécurité pendant que les deux autres plongeurs réalisaient les inventaires au fond. Selon les profondeurs rencontrées et les conditions de visibilité, les observations ont été réalisées :

- par caméra ou observation directe depuis la surface (pour la cartographie des habitats marins surtout) ;
- en palmes-masque-tuba (PMT) sur tous petits fonds (< 3m) pour le suivi des juvéniles de poissons marins, les limites d'extension de l'herbier ainsi que les espèces invasives et les espèces à forte sensibilité écologique ;
- en plongée sous-marine en scaphandre autonome en circuit ouvert (fond > 3m) pour le suivi des poissons marins, les caractéristiques morphologiques du fond (type de fond, homogénéité, complexité), les espèces invasives et les espèces à forte sensibilité écologique.

Quatre journées de terrains ont permis de réaliser les missions suivantes :

- Délimitation des herbiers marins ;
- Inventaires des espèces invasives comme les algues caulerpes (*Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa cylindracea*), et l'algue à crochets (*Asparagopsis armata* principalement) ;
- Inventaire du mollusque protégé *Pinna nobilis* (Grande nacre) ;
- Inventaire des banquettes ou encorbellements d'espèces d'algues structurantes pour l'écosystème comme l'algue calcaire des trottoirs (*Lithophyllum byssoides*) ou les cystoseires (*Cystoseira spp.*) ;
- Inventaire des poissons marins et des poissons marins juvéniles (stades larvaires, post-larvaires et jeunes recrues de l'année) ;
- Inventaire des autres invertébrés vagiles car d'intérêt patrimonial, menacé, ou ciblé par la pêche côtière au petit métier (comme par exemple l'Oursin comestible *Paracentrotus lividus*, la langouste *Panulirus elephas* ou le Violet *Microcosmus sabatieri*) ;
- Recensement du peuplement de flore et de faune fixée.

L'ensemble des groupes ciblés pour ces inventaires ont été étudiés à chacun des 4 passages (juin, juillet, août et septembre).

Habitats naturels marins

Les herbiers marins ont été cartographiés. Pour cela, nous avons procédé en 3 étapes :

- précartographie d'après les images satellitaires disponibles et positionnement d'une grille de points géoréférencés à vérifier ;
- vérité terrain à la caméra vidéo avec écran déporté (caméra Go Pro Hero 4 munie d'un caisson étanche à -100m + système d'éclairage) tractée en points précis et sur transects ;

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

- levé du contour des tâches d'herbiers et autres habitats (récifs rocheux, fonds meubles, etc.) par les plongeurs à l'aide d'une bouée équipée d'un GPS.

Algues invasives

Plusieurs espèces d'algues invasives sont retrouvées sur les fonds marins de Méditerranée. Elles présentent un risque majeur d'érosion de la biodiversité en se substituant parfois totalement aux espèces indigènes.

Nous avons recherché au sein de la zone d'étude, 4 espèces plus particulièrement :

- la caulerpe à feuille d'if *Caulerpa taxifolia* ;
- la caulerpe raisin *Caulerpa cylindracea* ;
- l'algue à crochets *Asparagopsis armata* ;
- la polysiphonia *Womersleyella setacea*.

Aucun protocole spécifique ne leur est dédié, mais une veille permanente par les trois plongeurs a été assurée.

Les algues structurantes pour l'écosystème

L'algue calcaire des trottoirs (*Lithophyllum byssoides*) et les algues cystoseires (*Cystoseira spp.*) sont des espèces bâtisseuses qui structurent tout un écosystème particulier. Elles se développent au ras de l'eau, dans la zone de balancement des vagues.

Ces espèces ont été recherchées sur tout le linéaire rocheux (endiguements) de la zone d'étude par une prospection attentive en palmes-masque-tuba, en simultanée des transects effectués pour le suivi des post-larves de poissons.

Outre les algues invasives et les algues structurantes pour l'écosystème, une veille exploratoire et quelques quadrats ont été réalisés lors des 4 journées de terrain afin de caractériser le reste du peuplement algal et détecter la présence de faune fixée d'intérêt.

Le mollusque protégé Grande nacre (*Pinna nobilis*)

Ce mollusque est inféodé aux herbiers de Posidonie car il a besoin d'être abrité pour survivre. Il s'accommode également des ports où il trouve un abri comparable.

La présence éventuelle d'individu a été recherchée en plongée, au pied de chaque digue côté intérieur et côté extérieur de l'ouvrage, ainsi que dans le bassin portuaire. La méthode des transects en plongée fut privilégiée en simultanée des suivis poissons. Les individus retrouvés ont été géoréférencés.

Une veille était assurée par les plongeurs pour détecter lors des 4 journées de présence sur site, l'existence d'autres espèces de la faune protégée ou remarquable.

Les poissons adultes

Il s'agissait principalement de réaliser une étude d'évaluation de l'état de conservation des peuplements de poissons. Les choix méthodologiques retenus permettent de comparer les résultats collectés avec d'autres études sur d'autres sites proches ou des études ultérieures au Roucas Blanc, fournir des données multi-paramètres (qualitatifs et quantitatifs) permettant de produire des indicateurs pertinents, être non intrusif et non impactant pour le milieu.

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Ce protocole repose sur la technique de comptage visuel par transects « de référence » appelés TRA. Il inclut l'identification à l'espèce, le comptage (à l'unité près, et par classes d'effectifs pour les bancs) et l'estimation de la taille (à 2 cm près) des poissons rencontrés le long d'un transect de 100 x 5 m. Les transects seront réalisés en plongée en scaphandre autonome en circuit ouvert et à l'air, et matérialisés par un mètre ruban déroulé sur le fond.

Deux stations ont été échantillonnées lors de chacune des 4 journées de terrain (soit 8 stations prospectées). Pour chaque station, 3 transects de comptages ont été effectués d'une longueur de 100m chacun (soit 300m prospecté par station, 2,4 km de prospection en plongée au total). De plus, pour chaque transect effectué, l'habitat parcouru a été caractérisé. Ont été notés :

- la profondeur ;
- l'hétérogénéité, mesurée par le pourcentage de recouvrement des différentes catégories de substrats (roche, petits blocs rocheux, gravier, sable) et de couverture biologique (herbier de posidonie, autres organismes revêtants éventuels).
- la complexité (verticalité et nombre de petits blocs < 1 m, moyens blocs de 1 à 2 m et gros blocs > 2 m) / recouvrement en espèces fixes : départ – mi-parcours – arrivée (Garcia-Charton et Pérez-Ruzafa, 1999, 2001, Garcia-Charton et al., 2004, Biomex QLRT-2001-0891, 2006).

L'ensemble des espèces présentes observables a été recensé. La méthode des transects visuels est bien adaptée pour recenser quantitativement les poissons nageurs démersaux, car ils évoluent généralement près du fond en restant visibles. Cependant, la représentativité des comptages peut être imparfaite pour les espèces normalement pélagiques et/ou fuyantes (*Mola mola*, *Lichia amia*, *Seriola dumerili*, *Sphyraena viridensis*) ou bien les espèces cryptiques et/ou de petite taille et/ou mimétiques (gobiidae, blennidae, trypterigidae, callionymidae, scorpaenidae ou syngnathidae notamment).

Nous avons dressé pour chaque station, en complément des inventaires réalisés selon les protocoles, une liste des observations opportunistes de poissons.

A l'arrivée de l'embarcation sur zone, le bateau matérialise la station avec une bouée lui permettant de rester manœuvrant et ainsi d'assurer la sécurité des plongeurs. L'équipe de surface était constituée d'un pilote et d'un plongeur de sécurité prêt à intervenir (en cas de signe d'alerte ou de non-respect du temps maximal de plongée prévu au briefing sécurité et technique d'avant plongée). Chaque plongée en scaphandre autonome est effectuée par 2 plongeurs. Ils se sont immergés le long de la bouée placée aux coordonnées prévues pour chaque site. Les plongeurs s'éloignent d'au moins 25 m (soit au minimum la distance de comptage) de leur point d'immersion afin d'éviter un biais de comptage dû à la perturbation des poissons. Outre un pentadécamètre, chaque binôme est équipé de tablettes immergeables pour inscrire les observations (avec des crayons de rechange), d'une lampe au moins, ainsi que d'un appareil photo numérique en caisson étanche. Une liste des principales espèces observables (soit 40-50 espèces en première approximation) est pré-inscrite sur chaque ardoise prévue pour le comptage ; de ainsi qu'une liste des catégories de descripteurs de l'habitat.

Dans le cadre de cette étude, des transects visuels de 100 m de long et 5m de large, soit 2,5m de part et d'autre de la ligne centrale ont été effectués.

Un seul plongeur effectue le comptage des poissons. Le deuxième plongeur, responsable de la sécurité de la palanquée, est chargé de dérouler le « décamètre » (de 100 m) et d'assurer la caractérisation du milieu traversé.

Afin de pouvoir mesurer l'ensemble des paramètres à relever, le plongeur observateur note, pour chaque poisson observé, le nom d'espèce, la taille (à ± 2 cm) et le nombre. En cas de groupe de taille homogène (bancs importants), il existe des stratégies de codage par classes de nombre, permettant une meilleure estimation que des tentatives de comptage.

Pour réaliser un transect, deux passages sont nécessaires, « aller » et « retour », afin de limiter le biais lié au dénombrement simultané de poissons ayant des comportements très différents.

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Les espèces mobiles de pleine eau (et en particulier les plus fuyantes) sont ainsi comptées lors du passage « aller », tandis que les espèces peu mobiles, très liées au fond et/ou cryptiques sont comptées lors du passage « retour ». A la fin du premier passage, les plongeurs s'éloignent de 10 m de l'extrémité du « décamètre » pour une durée de 5 minutes avant d'entreprendre le transect « retour ».

Afin d'estimer visuellement la taille des poissons en plongée, l'utilisation d'une planche de référence avec des silhouettes apporte une aide considérable pour estimer correctement la longueur des espèces de taille moyenne.

A partir des données recueillies en plongée, l'abondance, la diversité, la biomasse et le régime trophique (selon l'abondance et la biomasse) seront déterminés. La biomasse sera déduite des estimations de taille et des coefficients a et b moyens obtenus sur Fish Base. Concernant le régime alimentaire, cette même base de données (Fish Base) a été utilisée comme référence complétée par les données bibliographiques issues des expertises du GIS Posidonies réalisées dans le cadre de l'état zéro des zones de non prélèvement du Parc national des Calanques (Bonhomme et al. 2015).

Carte 16 : Plan d'échantillonnage pour les inventaires de poissons adultes



© Ville de Marseille - Tous droits réservés - Sources : © Open Location (2) - MEDDE, © Yann Denis, Biotope (2018) - Cartographie : Yann Denis, 2018



Plan d'échantillonnage

Inventaire faune/flore sur le périmètre terrestre et maritime du Stade Nautique du Roucas Blanc

Légende

Suivi post-larves (PMT)

Suivi poissons (plongée)

- Juin
- Juillet
- Août
- Septembre



A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Les poissons juvéniles

Les jeunes stades de vie des poissons sont retrouvés uniquement dans les tous petits fonds côtiers à l'abri des herbiers, des enrochements naturels ou artificiels (digues) ou bien sous les pontons et entre les bateaux des ports. Ils nagent proches de la surface.

Pour évaluer l'importance du peuplement des juvéniles de poissons au Roucas Blanc, nous avons réalisé au cours des 4 suivis de juin à septembre, les mêmes transects de prospection en palmes, masque et tuba. A chaque suivi, 6 transects d'inventaires ont été réalisés :

- intérieur digue du port (T1) ;
- pontons du port (T2) ;
- extérieur digue Sud du port (T3) ;
- bord de plage Nord du Prado (T4) ;
- bord de plage Sud du Prado (T5) ;
- digue proche estuaire de l'Huveaune (T6).

Les observations, détermination et comptage ont été réalisés par un plongeur professionnel ichtyologue. Un second plongeur était en charge de la sécurité matérialisant l'intervention par une bouée surface.

Carte 17 : Localisation des transects effectués pour les poissons juvéniles



Site	Transect	Longueur
Roucas Blanc	T1	187m
Roucas Blanc	T2	247m
Roucas Blanc	T3	364m
Prado	T4	199m
Prado	T5	217m
Huveaune	T6	124m

1.8 Limites méthodologiques

Généralités

La période durant laquelle ont été menées les investigations était propice à la recherche de la flore et de la faune patrimoniale. Néanmoins, les inventaires ne peuvent pas être considérés

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

comme exhaustifs du fait d'un nombre de passages limité. Les inventaires donnent toutefois une représentation juste de la patrimonialité des espèces floristiques et faunistiques et des enjeux du site d'étude.

Habitats naturels et flore

D'une manière globale, les inventaires floristiques sont suffisants pour identifier et caractériser les habitats naturels présents sur le site d'étude. De la même manière, la période durant laquelle ont été menées les investigations couvrait celle de la floraison de nombreuses espèces et était propice à la recherche de la flore patrimoniale, depuis le début du printemps (flore vernale) jusqu'à la fin de l'été (flore tardive). Ainsi, les inventaires floristiques, bien que ne pouvant être considérés comme exhaustifs (du fait d'un nombre de passages limité), donnent une bonne représentation de la patrimonialité des habitats et de la flore du site d'étude.

Insectes

Quelques sorties demeurent insuffisantes pour dresser un inventaire exhaustif des insectes réellement présents, même pour quelques groupes peu compliqués comme les rhopalocères ou les odonates : certaines espèces, du fait de leur rareté, leurs faibles effectifs ou la brièveté de leur disponibilité à la capture (courte saison de reproduction, période de vol, ...), peuvent passer inaperçues. Il en est de même pour la cartographie exacte des habitats des espèces les plus patrimoniales, forcément approximative du fait de la difficulté et de l'aspect chronophage de la recherche des stades larvaires. Néanmoins, l'étalement de ces sorties à des périodes adéquates, permet à l'expert de se faire un avis des cortèges probables d'insectes étudiés selon le type d'habitat, en fonction du temps dont il dispose.

Amphibiens et reptiles

La période durant laquelle ont été menées les investigations était propice à la recherche de l'herpétofaune. Néanmoins, dans la mesure où les études ne sont pas réalisées sur un cycle biologique complet (année), les inventaires ne peuvent pas être considérés comme totalement exhaustifs, mais donnent une représentation juste de la patrimonialité herpétologique du site d'étude.

Le dénombrement des espèces réalisé ne constitue en aucun cas une estimation de la taille de la population, mais seulement le nombre d'individus observés en un temps donné. Ce nombre constitue à minima le nombre d'individus susceptibles d'être impactés directement par l'aménagement.

Pour avoir une estimation fiable d'une population, seules les méthodes statistiques de capture-marquage-recapture sur plusieurs sessions de capture permettent de donner de résultats satisfaisants.

Oiseaux

Lors de la réalisation de point d'écoute, les oiseaux sont recensés de manière plus large que le projet strict, ce qui peut engendrer la prise en compte d'espèces périphériques très peu concernées par les aménagements.

Inversement, la plupart des oiseaux ayant une capacité de déplacement, il est possible que des espèces ne nichant pas à proximité de l'aire d'étude, mais exploitant ces ressources que très ponctuellement ne soient pas identifiées.

A Annexe 2 : Méthodes d'inventaire de la faune, de la flore et des habitats

Chiroptères

L'étude acoustique offre de nombreuses perspectives pour l'étude des chiroptères mais de nombreux éléments sont encore à explorer. Pour tous les outils d'analyse il convient notamment d'être vigilant sur les limites de la méthode employée. Pour cela il est important de préciser que l'identification acoustique de certaines espèces ne peut être faite que dans de bonnes conditions d'enregistrement et que, pour d'autres, l'identification apparaît à l'heure actuelle impossible au-delà du genre voire au niveau de l'ordre (Chiroptera sp.).

Milieu marin

Les principales limites reposent sur la visibilité parfois réduite en certaines zones de l'aire d'étude qui a pu parfois empêcher la détection de certaines espèces ou groupes d'individus présents (juvéniles de poissons sur les plages du Prado, par exemple).

Conclusion

Une importante pression de prospection a été mise en œuvre dans le cadre des études faune flore, à terre comme en mer. En fonction des groupes d'espèces, des inventaires ont été menés à chacune des périodes permettant l'observation des espèces protégées et/ou patrimoniales potentielles (inventaires précoces et tardifs amphibiens, plusieurs dates d'inventaire pour la flore...). L'état des lieux réalisé concernant les milieux naturels, la faune et la flore apparaît donc robuste et suffisamment complet pour préparer la constitution de dossiers réglementaires.

A Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Tableau 19 : Synthèse des documents de référence pour la définition des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Niveau européen	Niveau national	Niveau local
Habitats naturels, flore, bryophytes		
<ul style="list-style-type: none"> - Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne EUR 28 (Commission européenne, 2013) - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire (Bensettiti <i>et al.</i> (coord.), 2001, 2002ab, 2004ab, 2005) - European Red List of Vascular Plants (Bilz, Kell, Maxted & Lansdown, 2011) 	<ul style="list-style-type: none"> - Liste rouge de la Flore vasculaire de France métropolitaine (UICN France, FCBN & MNHN, 2012) - Liste rouge des orchidées de France métropolitaine (UICN France, MNHN FCBN & SFO, 2009) - Livre rouge de la flore menacée de France. Tome I : espèces prioritaires (Olivier <i>et al.</i>, 1995) - Mousses et hépatiques de France (Hugonnot, Celle & Pépin) 	<ul style="list-style-type: none"> Catalogue des plantes rares et menacées de PACA (Roux et Nicolas, 2001) -Actualisation de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA, 2017)
Insectes		
<ul style="list-style-type: none"> - European Red List of dragonflies (Kalkman <i>et al.</i>, 2010) - European Red List of butterflies (Van Swaay <i>et al.</i>, 2010) - European Red List of saproxilic beetles (Nieto & Alexander., 2010) - European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets (Hochkirch <i>et al.</i>, 2016) « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire (Bensettiti & Gaudillat (coord.), 2002) 	<ul style="list-style-type: none"> - Liste rouge des Papillons de jour de France métropolitaine (UICN France, MNHN, OPIE & SEF, 2012). - Liste rouge des Libellules de France métropolitaine (UICN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016) - Les Papillons de jour de France, Belgique, Luxembourg (Lafranchis, 2000) - Les orthoptères menacés de France. Liste rouge nationale et liste rouge par domaine biogéographique (Sardet et Defaut, 2004) - Les Libellules de France, Belgique, Luxembourg (Grand & Boudot, 2006) - Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (Sardet, Roesti & Braud, 2015) - Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises (Brustel, 2004) 	<ul style="list-style-type: none"> -Liste rouge régionale des Rhopalocères et Zygènes de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE S. (COORD.), 2014). -Révision de la liste rouge des libellules (Odonata) de Provence-Alpes-Côte d'Azur - Version 2017 (Lambret et al., 2017) -ZNIEFF continentales : Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA. Version du 29/11/2017. Référentiel taxonomique : TaxRef v7.0. (DREAL PACA, 2017) -Atlas des odonates de PACA – LPO PACA/OPIE, 2017
Reptiles - Amphibiens		
<ul style="list-style-type: none"> - European Red List of Reptiles (Cox & Temple, 2009) - European Red List of Amphibiens (Temple & Cox, 2009) - Atlas of amphibians and reptiles in Europe (Gasc et al., 2004) « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire (Bensettiti & Gaudillat (coord.), 2002) 	<ul style="list-style-type: none"> - Atlas des amphibiens et reptiles de France (Lescure J. et Massary J-C., 2013) - Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (Vacher & Geniez, 2010) - Liste rouge Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine (UICN France, MNHN & SHF, 2015, 2016) 	<ul style="list-style-type: none"> Liste rouge des amphibiens et reptiles de Provence-Alpes Côte d'Azur (INPN, CEN PACA, 2017) Actualisation de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA, 2017)

A Annexe 3 : Synthèse des documents de référence pour la définition
des statuts de rareté ou menaces de la flore et la faune

Niveau européen	Niveau national	Niveau local
Oiseaux		
<ul style="list-style-type: none"> - Birds in the European Union : a status assessment (Birdlife International, 2004) - European Red List of Birds (Birdlife International, 2015) 	<ul style="list-style-type: none"> - Atlas des oiseaux de France Métropolitaine (Issa & Muller, 2015) - Liste rouge des Oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) 	<ul style="list-style-type: none"> - Liste rouge des oiseaux de Provence-Alpes-Côte d'Azur (Roy et al. 2013) - Oiseaux remarquables de Provence. Ecologie, statut et conservation (Lascève et al., 2006) - Atlas des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur » (LPO PACA, 2009) - Actualisation de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA, 2017)
Mammifères		
<ul style="list-style-type: none"> - The Status and distribution of European mammals (Temple & Terry, 2007) - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire (Bensettiti & Gaudillat (coord.), 2002) 	<ul style="list-style-type: none"> - Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (Arthur & Lemaire, 2009) - La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. UICN France, MNHN, SFPEM & ONCFS (2017) 	<ul style="list-style-type: none"> -Atlas des mammifères de PACA - LPO PACA , 2016 -Actualisation de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA, 2017)

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

1.1 Espèces végétales

Nom scientifique	Nom français
Anisantha madritensis (L.) Nevski, 1934	Brome de Madrid
Atriplex halimus L., 1753	Halime, Arroche halime
Avena L., 1753 sp.	
Bellis perennis L., 1753	Pâquerette
Camphorosma monspeliaca L., 1753	Camphrée
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., 1792	Capselle bourse-à-pasteur, Bourse-de-capucin
Cortaderia selloana (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn., 1900	Herbe de la Pampa, Roseau à plumes
Crithmum maritimum L., 1753	Criste marine, Fenouil marin, Perce-pierre, Cassepierre
Cynodon dactylon (L.) Pers., 1805	Chiendent pied-de-poule, Gros chiendent
Dactylis glomerata L., 1753	Dactyle aggloméré, Pied-de-poule
Diplotaxis erucoides (L.) DC., 1821	Diplotaxe fausse-roquette, Roquette blanche
Euphorbia helioscopia L., 1753	Euphorbe réveil matin, Herbe aux verrues
Ficus carica L., 1753	Figuier commun, Figuier de Carie, Caprifiguier, Figuier
Fumaria capreolata L., 1753	Fumeterre grimpante, Fumeterre capréolée
Geranium molle L., 1753	Géranium à feuilles molles
Geranium rotundifolium L., 1753	Géranium à feuilles rondes, Mauvette
Hordeum murinum L., 1753	Orge sauvage, Orge Queue-de-rat
Lepidium draba L., 1753	Passerage drave , Pain-blanc
Limonium pseudominutum Erben, 1988	Statice nain, Saladelle naine
Malus sylvestris Mill., 1768	Pommier sauvage, Boquetier
Malva nicaeensis All., 1785	Mauve de Nice
Medicago arborea L., 1753	Luzerne en arbre
Medicago lupulina L., 1753	Luzerne lupuline, Minette
Medicago polymorpha L., 1753	Luzerne polymorphe, Luzerne à fruits nombreux
Morus alba L., 1753	Mûrier blanc
Olea europaea L., 1753	Olivier d'Europe
Pallenis maritima (L.) Greuter, 1997	Astérolide maritime

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Parietaria judaica L., 1756	Pariétaire des murs, Pariétaire de Judée, Pariétaire diffuse
Pinus pinaster Aiton, 1789	Pin maritime, Pin mésogéen
Pittosporum tobira (Thunb.) W.T.Aiton, 1811	Arbre des Hottentots
Plantago coronopus L., 1753	Plantain Corne-de-cerf, Plantain corne-de-bœuf, Pied-de-corbeau
Plantago lanceolata L., 1753	Plantain lancéolé, Herbe aux cinq coutures
Plantago major L., 1753	Plantain majeur, Grand plantain, Plantain à bouquet
Poa annua L., 1753	Pâturin annuel
Quercus ilex L., 1753	Chêne vert
Raphanus raphanistrum L., 1753	Ravenelle, Radis sauvage
Rapistrum rugosum (L.) All., 1785	Rapistre rugueux, Ravaniscle
Rostraria cristata (L.) Tzvelev, 1971	Fausse fléole, Rostraria à crête, Koelérie fausse Fléole
Senecio vulgaris L., 1753	Séneçon commun
Sonchus bulbosus (L.) N.Kilian & Greuter, 2003	Crépis bulbeux
Sonchus oleraceus L., 1753	Laiteron potager, Laiteron lisse
Sonchus tenerrimus L., 1753	Laiteron délicat
Sorghum halepense (L.) Pers., 1805	Sorgho d'Alep, Herbe de Cuba
Spartium junceum L., 1753	Genêt d'Espagne, Spartier à tiges de jonc
Trifolium pratense L., 1753	Trèfle des prés, Trèfle violet
Trifolium repens L., 1753	Trèfle rampant, Trèfle blanc, Trèfle de Hollande
Urospermum dalechampii (L.) Scop. ex F.W.Schmidt, 1795	Urosperme de Daléchamps
Urospermum picroides (L.) Scop. ex F.W.Schmidt, 1795	Urosperme fausse Picride
Veronica arvensis L., 1753	Véronique des champs, Velvete sauvage

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

1.2 Insectes

Groupe taxonomique	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Observée	Potentielle
Rhopalocères	<i>Carcharodus alceae</i>	Hespérie de l'Alcée	X	
	<i>Celastrina argiolus</i>	Azuré des Nerpruns	X	
	<i>Colias crocea</i>	Souci	X	
	<i>Cupido argiades</i>	Azuré du Trèfle	X	
	<i>Gonepteryx cleopatra</i>	Citron de Provence	X	
	<i>Pieris rapae</i>	Piéride de la Rave	X	
	<i>Polyommatus icarus</i>	Azuré de la Bugrane	X	
	<i>Pyronia cecilia</i>	Ocellé de le Canche	X	
	<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	X	
	<i>Vanessa cardui</i>	Belle-dame	X	
Cigales	<i>Cicada orni</i>	Cigale grise	X	
	<i>Cicadatra atra</i>	Cigale noire	X	
	<i>Lyristes plebejus</i>	Cigale plébéienne	X	

1.3 Reptiles

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Observée	Potentielle
<i>Podarcis muralis</i>	Lézard des murailles	X	
<i>Tarentola mauritanica</i>	Tarente de Maurétanie	X	
<i>Natrix maura</i>	Couleuvre vipérine		X

1.4 Oiseaux

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut	PN	LR France	LR PACA
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	T		LC	LC

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut	PN	LR France	LR PACA
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	T	Art. 3	NT	LC
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	NPO	Art. 3	VU	LC
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>	NPO	Art. 3	VU	LC
Pigeon ramier	<i>Columba palombus</i>	NPO		LC	LC
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	NPO		LC	LC
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	NPO	Art. 3	LC	LC
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	T	Art. 3	NT	LC
Goéland leucopée	<i>Larus michaelis</i>	T	Art. 3	LC	LC
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	NPO	Art. 3	LC	LC
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	T	Art. 3	LC	LC
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	NPO	Art. 3	LC	LC
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	NPO	Art. 3	LC	LC
Etourneau roselin	<i>Pastor roseus</i>	T		/	/
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	T	Art. 3	LC	LC
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochrurus</i>	NPO	Art. 3	LC	LC
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	NPO		LC	LC
Perruche à collier	<i>Psittacula krameri</i>	NPO		/	/
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	T	Art. 3	VU	LC
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	NPO	Art. 3	VU	LC
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	NPO		LC	LC
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	NPO		LC	LC
Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i>	NPO	Art. 3	NT	LC

Légende :

Statut : NPO : nicheur possible ; T : Transit

PN : Protection national ; Art. 3 : espèces inscrites à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009 : protection des individus et de leurs habitats de reproduction/repos.

LRN : Liste Rouge des espèces menacées en France, chapitre oiseaux de France métropolitaine (IUCN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

LRR : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur (LPO PACA, CEN PACA, 2016) : EN : en danger ; VU : vulnérable ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure.

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

1.5 Les poissons

Date	11/06/2018	26/07/2018	21/08/2018	19/09/2018
Espèce latin				
<i>Aidablennius_sphinx</i>		1		1
<i>Arnoglossus sp.</i>	1			
<i>Atherina sp</i>	1			1
<i>Atherina cf punctata</i>				
<i>Atherina_cf boyeri</i>		1		
<i>Atherina_hepsetus</i>			1	
<i>Boops_boops</i>	1	1	1	1
<i>Bothus_podas</i>			1	1
<i>Callionymus_pusillus</i>	1		1	1
<i>Chelon_labrosus</i>	1	1	1	1
<i>Chromis_chromis</i>	1	1	1	1
<i>Coris_julis</i>	1	1	1	1
<i>Dentex_dentex</i>				1
<i>Dicentrachus_labrax</i>	1	1	1	1
<i>Diplodus_annularis</i>	1	1		
<i>Diplodus_cervinus</i>			1	
<i>Diplodus_puntazzo</i>	1	1	1	1
<i>Diplodus_sargus</i>	1	1	1	1
<i>Diplodus_vulgaris</i>	1	1	1	1
<i>Gobius_bucchichi/incognitus</i>	1	1	1	1
<i>Gobius_cobitis</i>	1		1	
<i>Gobius_cruentatus</i>		1		
<i>Gobius_niger</i>	1			1
<i>Gobius_paganellus</i>			1	
<i>Gobius_xanthocephalus</i>		1	1	1
<i>Labrus_merula</i>	1	1	1	1

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Date	11/06/2018	26/07/2018	21/08/2018	19/09/2018
<i>Lipophrys_trigloides</i>		1	1	
<i>Lithognathus_mormyrus</i>	1	1	1	1
<i>Microlipophrys_canevae</i>			1	
<i>Microlipophrys_dalmatinus</i>	1		1	1
<i>Mugil_cephalus</i>		1		
<i>Mullus_surmuletus</i>	1	1	1	1
<i>Oblada_melanura</i>	1	1	1	1
<i>Oedalechilus_labeo</i>		1	1	1
<i>Pagellus_acarne</i>		1	1	
<i>Pagellus_erythrinus</i>				1
<i>Parablennius_gattorugine</i>		1		1
<i>Parablennius_incognitus</i>	1		1	1
<i>Parablennius_pilicornis</i>		1	1	1
<i>Parablennius_rouxi</i>				1
<i>Parablennius_sanguinolentus</i>		1	1	1
<i>Parablennius_zvonimiri</i>		1		
<i>Pomatochistus_minutus</i>			1	
<i>Pomatoschistus_sp</i>	1		1	1
<i>Pomatoschistus_bathi</i>		1		1
<i>Pteroplatytrygon_violacea</i>		1		
<i>Sarpa_salpa</i>	1	1	1	1
<i>Serranus_cabrilla</i>	1	1		1
<i>Serranus_scriba</i>	1	1		
<i>Solea_senegalensis</i>				1
<i>Sparus_aurata</i>	1	1	1	1
<i>Spicara_maena</i>	1	1		
<i>SpondylIOSoma_cantharus</i>	1			
<i>Symphodus_cinereus</i>	1	1	1	1

A Annexe 4 : Liste complète des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée

Date	11/06/2018	26/07/2018	21/08/2018	19/09/2018
<i>Symphodus doderleini</i>		1		
<i>Symphodus_mediterraneus</i>	1			
<i>Symphodus_melanocercus</i>	1			
<i>Symphodus_ocellatus</i>	1		1	1
<i>Symphodus_roissali</i>	1	1	1	1
<i>Symphodus_rostratus</i>		1		
<i>Symphodus_tinca</i>	1	1	1	1
<i>Thalassoma_pavo</i>	1		1	
<i>Trachurus_mediterraneus</i>		1		
<i>Tripterygion_tripteronotum</i>	1	1	1	1
<i>Total</i>	36	40	38	39



Siège social :

22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze

Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - www.biotope.fr

Diagnostic écologique du Parc Balnéaire du Prado à Marseille – Egis 2021

ELABORATION DE DOSSIER DE DEMANDE
D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE POUR LE
RECHARGEMENT DES PLAGES DU PARC DU
BALNEAIRE DU PRADO A MARSEILLE

PRÉ-DIAGNOSTIC ÉCOLOGIQUE

27 avril 2021

Version 1



Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s) BEDDEK Menad
Volume du document Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.
Version V1

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

<u>Version</u>	<u>Date</u>	<u>Rédigé par</u>	<u>Visé par</u>	<u>Modifications</u>
V0	27/04/21	BEDDEK Menad		

SOMMAIRE

1.	OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	5
2.	MÉTHODOLOGIE.....	5
2.1	COLLECTE DE DONNEES SUR LA FAUNE ET LA FLORE	5
2.1	METHODE DE DETERMINATION DE ENJEUX DE CONSERVATION.....	5
3.	CONTEXTE ÉCOLOGIQUE ET RÉGLEMENTAIRE.....	5
3.1	Les espaces naturels	6
4.	ETAT INITIAL	6
4.1	Les habitats naturels	6
4.2	La flore.....	7
4.3	LA FAUNE	7
4.3.1	Données existantes	7
4.3.1.1	Les oiseaux	7
4.3.1.2	Les Amphibiens	7
4.3.1.3	Les reptiles.....	7
4.3.1.4	L'entomofaune.....	7
4.4	Bilan des connaissances existantes sur la flore et la faune de l'aire d'étude.....	8
4.5	Inventaire de terrain et analyse des habitats d'espèces.....	8
4.5.1	Les oiseaux	8
4.5.2	Les reptiles.....	11
5.	BILAN DES ENJEUX ÉCOLOGIQUE DE L'AIRE D'ÉTUDE.....	15
5.1.1.1	Habitats naturels et flore :	15
5.1.1.2	Entomofaune	15
5.1.1.3	Avifaune.....	15
5.1.1.4	Héropétofaune	15
6.	IMPACT PROJET SUR LA BIODIVERSITÉ ET PRÉCONISATIONS.....	15
6.1	Les oiseaux.....	15
6.2	Les Reptiles	16
7.	CONCLUSION	17

REFERENCES

Tableau 1 - Date de passage, conditions météorologique et expert intervenant sur le terrain	5
Tableau 2: Les espèces protégées avérées ou potentielles dans l'aire d'étude, leurs enjeux écologiques et leurs sensibilités au projet.....	13
Tableau 3 : synthèse des impacts attendus et les préconisations.....	17
Figure 1: photographie d'un parc citadin dans l'aire d'etude.....	6
Figure 2 : Prise de vue de la Pointe Rouge illustrant le contexte très urbanisé de l'aire d'étude.....	6
Figure 3 : Moineaux domestiques. Espèce très abondante dans l'aire d'étude.....	8
Figure 4 : zone buissonnante dans un parc de l'air d'étude. Milieu favorable à la nidification de la Fauvette mélanocéphale.....	9
Figure 5 : cartographie des oiseaux observés dans l'aire d'étude.....	10
Figure 6 : lézards des murailles dans l'aire d'etude.....	11
Figure 7 : Tarentes de Maurétanie photographiées dans l'aire d'étude	11
Figure 8 : digue habitée par des Léopard des murailles.....	16

1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les principaux objectifs de la présente étude sont :

- 1- Cerner les enjeux de conservation de la faune et de la flore présentes sur le et site ;
- 2- Evaluer les impacts attendus sur les espèces protégées et /ou patrimoniales ;
- 3- Proposer des recommandations afin d'éviter ou de réduire les impacts sur les espèces protégées et / ou patrimoniales.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 COLLECTE DE DONNEES SUR LA FAUNE ET LA FLORE

Afin de mieux cerner les enjeux de conservation attendus sur l'aire d'étude, une exploration des données existantes a été effectuées. Les données disponibles pour la commune de Marseille ont été consultée via la base de données Silene Paca.

Une visite sur le terrain a été effectuée le 31/03/2021 par un ingénieur écologue afin d'évaluer les capacités d'accueil de la zone d'étude et inventorier toutes les espèces réglementées et patrimoniales présentes (Voir Tableau 1).

TABLEAU 1 - DATE DE PASSAGE, CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUE ET EXPERT INTERVENANT SUR LE TERRAIN

Date du passage sur le terrain	Conditions météorologiques	Expert
31/03/2021	Météo favorable. Temps ensoleillé Température : 12 – 21 °C	Menad BEDDEK Ingénieur écologue spécialiste en faune

2.1 METHODE DE DETERMINATION DE ENJEUX DE CONSERVATION

Les niveaux d'enjeu de conservation des espèces correspondent à une échelle des priorités pour la conservation et la protection. Plus une espèce est en déclin ou menacée plus son enjeu de conservation est élevé.

3. CONTEXTE ÉCOLOGIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

La zone d'étude se situe dans la périphérie de l'agglomération de Marseille dans une zone densément urbanisée. L'aire d'étude est quasi-totalement artificialisée. Seules les espèces adaptées aux zones rudérales, généralement sans grand enjeu de conservation y sont attendues.

Quelques aménagements constituent cependant des habitats favorables à quelques espèces animales protégées dont des reptiles et des oiseaux.

3.1 Les espaces naturels

- L'aire d'étude n'est incluse dans aucun zonage de protection. Elle n'est en contact avec aucun site Natura2000 terrestre.
- La zone Natura2000 Zone de Protection Spéciale (ZPS, Directive Oiseaux) la plus proche du site (en milieu terrestre) se situe à 1,2km (milieu marin) et à 2 km en milieu terrestre (ZPS **FR9312007 « Iles Marseillaises – Cassidaigne »**) ;
- La zone Natura2000 Zone Spéciale de conservation (ZSC, Directive Habitats) la plus proche du site (en milieu terrestre) se situe à 1,2km (milieu marin) et à 2 km en milieu terrestre (ZSC **FR9301602**) ;
- Les Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique les plus proches de l'aire d'étude se situent à plus de 1,5 km :
- La ZNIEFF 930020191 « Sablière d'Anjarre Et Col Du Roi D'Espagne » se situe à 1,7 km au sud-ouest de l'aire.
- La ZNIEFF 930020192 « Les Calanques du Bec De Sormiou au Mont Rose » se situe à 1,9 km au sud-est de l'aire.

Les espèces inventoriées dans ces ZNIEFF sont isolées de l'aire d'étude par un dense tissu urbain, elles ne sont donc pas attendues sur le site du projet.

4. ETAT INITIAL

4.1 Les habitats naturels

Afin d'évaluer les enjeux de conservation de la faune et la flore présentes dans l'aire d'études, une exploration des données préexistante a été réalisée.

L'ensemble de l'aire d'étude est constitué d'un paysage artificiel sans intérêt pour la conservation de la biodiversité. On y trouve essentiellement deux éléments : les zones bâties et des de petits parcs et squares citadins. Ces habitats artificiels ont un enjeu Négligeable pour la conservation et ne bénéficient pas de protection réglementaire.



FIGURE 2: PHOTOGRAPHIE D'UN PARC CITADIN DANS L'AIRES D'ETUDE



FIGURE 1 : PRISE DE VUE DE LA POINTE ROUGE ILLUSTRANT LE CONTEXTE TRÈS URBANISÉ DE L'AIRES D'ETUDE

4.2 La flore

Seules les plantes ornementales et les espèces plantées dans les parcs et jardins du site sont présentes. Vu le contexte complètement artificialisé, aucune plante protégée ou patrimoniale n'est attendue dans l'aire d'étude.

4.3 LA FAUNE

4.3.1 Données existantes

4.3.1.1 Les oiseaux

L'extraction des données Silene sur une dalle de 2X2km révèle la présence d'un total de 63 espèces d'oiseaux dans et autour de l'aire d'étude. La plupart de ces espèces sont observées en dehors de l'aire d'étude ou pendant une halte migratoire ou un passage. Le contexte très urbanisé et la banalisation de milieu font que très peu d'espèces sont potentielles pour la nidification dans l'aire d'étude. Seules les espèces adaptées aux milieux très anthropisés peuvent nicher dans l'aire d'étude : Moineau domestique (*passer domesticus*), Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*), Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*). Ces espèces ne représentent que des enjeux très faibles pour la conservation.

Certaines espèces patrimoniales sont listées dans les données (base de données Silene) comme le Martin pêcheur (*Alcedo atthis*). Cette espèce n'est pas attendue comme nicheuse dans l'aire d'étude, elle peut éventuellement venir pêcher près de l'embouchure du Huveaune. D'autres espèces sont également notées dans l'aire d'étude, mais ne visitent celles-ci qu'en haltes migratoires ou pour s'alimenter durant les périodes d'hivernage comme le Chavalier cul-blanc (*tringa ochropu*) ou l'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*).

4.3.1.2 Les Amphibiens

La base de données SILENE nous renseigne de la présence du Crapaud épineux (*Bufo spinosus*) dans un périmètre de 2km autour de l'aire d'étude. Cependant, aucun micro-habitat favorable à cette espèce n'est disponible dans l'aire d'étude. Cette espèce est probablement observée dans le parc Borely où des habitats favorables sont disponibles pour cet amphibien. L'Huveaune, le cours d'eau qui est en contact avec la limite nord de l'aire d'étude pourrait servir d'habitat pour le transit des amphibiens et même pour la reproduction des Grenouilles rieuses (*Pelophylax ridibundus*). Toutefois, l'aire d'étude n'est en contact qu'avec son embouchure dont la salinité est trop élevée pour les amphibiens.

4.3.1.3 Les reptiles

La base de données Silene nous renseigne de la présence de la Coronelle girondine (*coronella girondica*) dans un périmètre de 2km. Cette espèce très ubiquiste n'est pas potentielle dans l'aire d'étude très urbanisée et très fréquentée une grande partie de l'année par les visiteurs.

4.3.1.4 L'entomofaune

La présence de trois espèces de lépidoptères est renseignée dans la base de données SILENE : le Souci (*Colias crocea*), le Vulcain (*Vanessa atalanta*) et la Piéride du Chou (*Pieris brassicae*).

Ces espèces ne sont ni protégées ni patrimoniales et constituent un enjeu très faible pour la conservation.

4.4 Bilan des connaissances existantes sur la flore et la faune de l'aire d'étude

La BASE de données SILENE PACA a été consultée afin de rassembler le maximum de données existantes sur la faune et la flore locales. Cette recherche préalable nous a permis de cerner les enjeux attendus sur l'aire d'étude. Aucune espèce à enjeu fort n'est inventoriée dans ou près de l'aire d'étude.

4.5 Inventaire de terrain et analyse des habitats d'espèces

La visite sur le terrain nous a permis d'évaluer les espèces attendues sur l'aire d'étude. En croisant les données recueillies et l'analyse des habitats d'espèces disponibles, nous avons pu établir une liste d'espèces potentielles (ou avérées) sur l'aire d'étude. La cartographie des oiseaux et des reptiles observés dans l'aire d'étude sont présentées dans les figures 3 et 4. Une synthèse sur les espèces avérées ou potentielles sur l'aire d'étude est inscrite dans le tableau 2

4.5.1 Les oiseaux

Un total de 13 espèces d'oiseaux a été observé dans l'aire d'étude. La plupart des espèces contactées sont de passage ou utilisent l'aire d'étude pour l'alimentation de manière opportuniste. Au moins 3 espèces sont nicheuses localement : le Moineau domestique, la Tourterelle turque et la Fauvette mélanocéphale. Cette dernière occupe les zones de parcs boisés. Le Moineau domestique est abondant sur le site et utilise les zones bâties pour la nidification.



FIGURE 3 : MOINEAUX DOMESTIQUES. ESPÈCE TRÈS ABONDANTE DANS L'AIRE D'ÉTUDE

© M. BEDDEK. EGIS

Cette espèce représente un enjeu faible pour la conservation, elle est toutefois protégée



FIGURE 4 : ZONE BUISSONNANTE DANS UN PARC DE L'AIR D'ÉTUDE. MILIEU FAVORABLE À LA NIDIFICATION DE LA FAUVETTE MÉLANOCÉPHALE.

© M. BEDDEK. EGIS

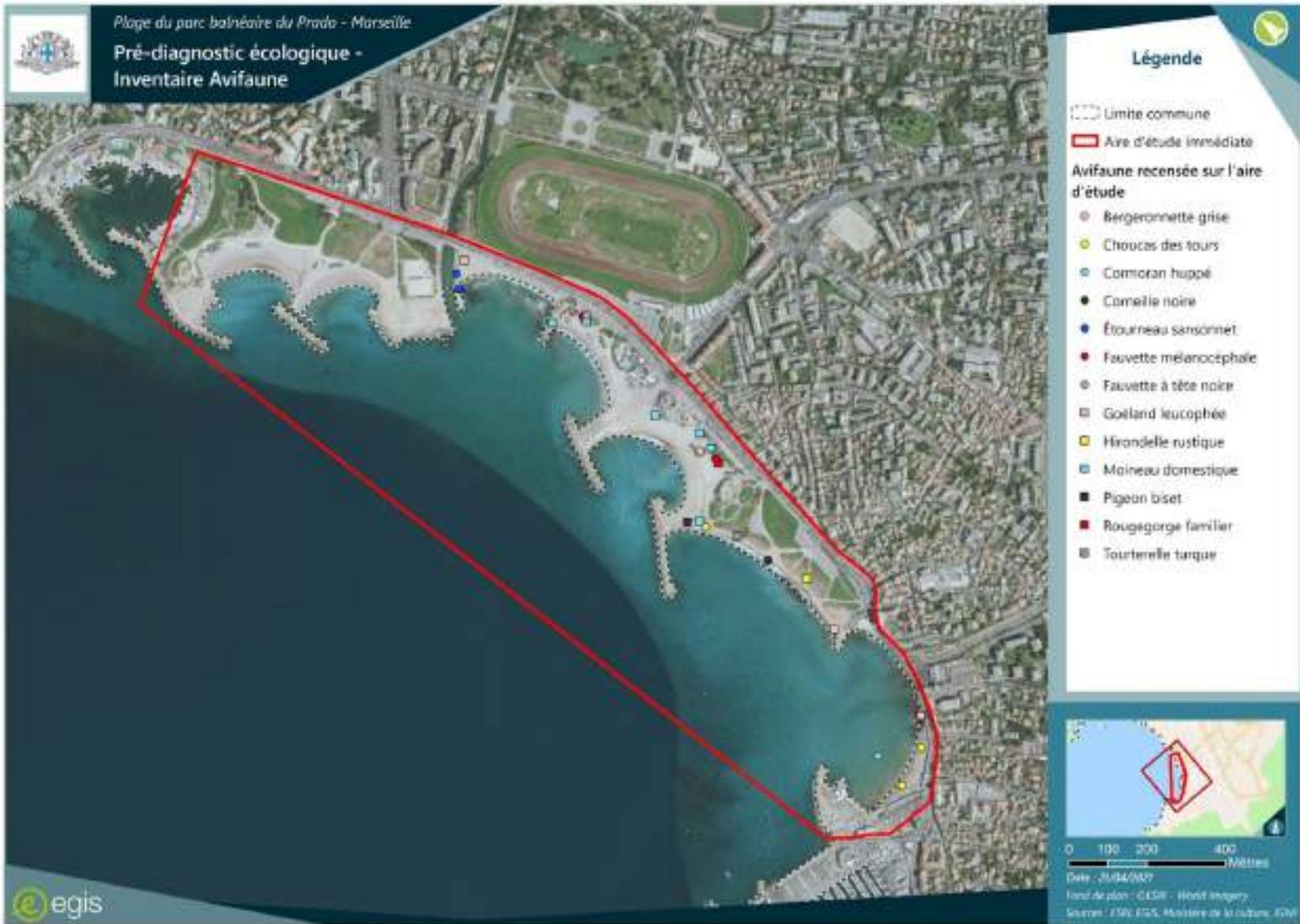


FIGURE 5 : CARTOGRAPHIE DES OISEAUX OBSERVÉS DANS L'AIRE D'ÉTUDE.

4.5.2 Les reptiles

Deux espèces ont été observées dans l'aire d'étude : le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*) et la Tarente de Maurétanie (*Tarentola mauritanica*).

- Le Lézard des murailles est très abondant sur les enrochements, digues et les bordures des parcs dans l'ensemble de l'aire d'étude.

• © M. BEDDEK. EGIS



FIGURE 6 : LEZARDS DES MURAILLES DANS L'AIRE D'ÉTUDE.

© M. BEDDEK. EGIS

- La Tarente de Maurétanie affectionne les zones bâties et les bordures boisées des parcs. Elle est également présente sur les digues.



FIGURE 7 : TARENTES DE MAURÉTANIE PHOTOGRAPHIÉES DANS L'AIRE D'ÉTUDE

© M. BEDDEK. EGIS



FIGURE 8 : CARTOGRAPHIE DES REPTILES OBSERVÉS DANS L'AIRE D'ÉTUDE

TABLEAU 2: LES ESPÈCES PROTÉGÉES AVÉRÉES OU POTENTIELLES DANS L'AIRE D'ÉTUDE, LEURS ENJEUX ÉCOLOGIQUES ET LEURS SENSIBILITÉS AU PROJET

Les noms d'espèces figurent dans la première colonne, les noms scientifiques sont inscrits en italique.

Les espèces sont soit avérée, c'est-à-dire observées lors du passage sur le terrain ou potentielles dans la mesure où l'aire d'étude leur est favorable et elles figurent dans les données bibliographique (base de données SILENE) dans ou près de l'aire d'étude.

Les colonnes « Liste rouge » représentent le risque d'extinction à l'échelle nationale et en région PACA ;

LC : préoccupation mineure ;

NT : quasi menacée ;

VU : vulnérable ;

EN : En Danger.

ESPÈCE	PRÉSENCE SUR LE SITE	UTILISATION DU SITE	LISTE ROUGE FRANCE	LISTE ROUGE PACA	ENJEU RÉGIONAL	ENJEU LOCAL	SENSIBILITÉ AU PROJET
Fauvette à tête noire <i>Sylvia atricapilla</i>	Avérée	Passage - Alimentation	LC	LC	Faible	Faible	Négligeable
Fauvette mélanocéphale <i>Sylvia melanocephala</i>	Avérée	Nidification	NT	LC	Faible	Faible	Négligeable
Moineau domestique <i>Passer domesticus</i>	Avérée	Nidification	LC	LC	Faible	Faible	Faible à Négligeable
Étourneau sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i>	Avérée	Nidification hors du site	LC	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Rougegorge familier <i>Erithacus rubecula</i>	Avérée	Passage	LC	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Pigeon biset (semi domestique) <i>Columba livia</i>	Avérée	Alimentation	Na	Na	Faible	Négligeable	Négligeable
Choucas des tours <i>Corvus monedula</i>		Alimentation	LC	Na	Faible	Négligeable	Négligeable
Tourterelle turque <i>Streptopelia decaocto</i>	Avérée	Nidification	LC	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Corneille noire <i>Corvus corone</i>	Avérée	Alimentation	LC	VU	Faible	Négligeable	Négligeable
Cormoran huppé <i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Avérée	Passage	VU	Na	Faible	Négligeable	Nul
Hirondelle rustique <i>Hirundo rustica</i>	Avérée	Alimentation	NT	NT	Modéré	Faible	Négligeable

ESPÈCE	PRÉSENCE SUR LE SITE	UTILISATION DU SITE	LISTE ROUGE FRANCE	LISTE ROUGE PACA	ENJEU RÉGIONAL	ENJEU LOCAL	SENSIBILITÉ AU PROJET
Bergeronnette grise <i>Motacilla alba</i>	Avérée	Passage - Alimentation	LC	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Mouette rieuse <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Avérée	Passage - Alimentation	LC	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Faucon crecerelle <i>Falco tinnunculus</i>	Potentielle	Passage - Alimentation	LC	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Chevalier guignette <i>Actitis hypoleucos</i>	Potentielle	Passage - Alimentation	NT	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Mouette mélanocéphale <i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Potentielle	Passage - Alimentation	LC	VU	Faible	Négligeable	Négligeable
Martinet noir <i>Apus apus</i>	Potentielle	Passage - Alimentation	NT	LC	Modéré	Négligeable	Négligeable
Martinet pâle <i>Apus pallidus</i>	Potentielle	Passage - Alimentation	LC	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Martin pêcheur <i>Alcedo atthis</i>	Non	Passage - Alimentation	VU	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Hirondelle de fenêtres <i>Delichon urbicum</i>	Potentielle	Passage - Alimentation	LC	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Rougequeue noir <i>Phoenicurus ochruros</i>	Potentielle	Passage - Alimentation	LC	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Pie bavarde <i>Pica pica</i>	Avérée	Passage - Alimentation	LC	LC	Faible	Négligeable	Négligeable
Chevalier cul-blanc <i>Tringa ochropus</i>	Potentielle	Passage - Alimentation	Na	Na	Faible	Négligeable	Négligeable
Huîtrier pie <i>Haematopus ostralegus</i>	Potentielle	Passage - Alimentation	LC	EN	Fort	Négligeable	Négligeable
Lézard des murailles <i>Podarcis muralis</i>	Avérée	Cycle complet	LC	LC	Faible	Faible	Faible
Tarente de Maurétanie <i>Tarentola mauritanica</i>	Avérée	Cycle complet	LC	LC	Très Faible	Faible	Faible

5. BILAN DES ENJEUX ÉCOLOGIQUE DE L'AIRE D'ÉTUDE

5.1.1.1 Habitats naturels et flore :

La zone d'emprise des travaux et l'aire d'étude en général sont constitués d'habitats complètement artificialisés. Aucun habitat naturel à enjeu n'est présent. Ces milieux rudéraux ne sont favorables à aucune espèce végétale patrimoniale ou protégée. **L'enjeu de conservation de la flore et habitats naturels de l'aire d'étude est négligeable.**

5.1.1.2 Entomofaune

Aucune espèce patrimoniale ou protégée n'est inventoriée autour de l'aire d'étude. Les habitats hyper artificialisés disponibles dans l'aire d'étude ne sont favorables à aucune espèce d'insecte qui représente un enjeu modéré à fort. **L'enjeu de conservation l'entomofaune et habitats naturels de l'aire d'étude est négligeable.**

5.1.1.3 Avifaune

Parmi les espèces nicheuses dans l'aire d'étude, une seule espèce a un enjeu de conservation régionale modéré : la **Fauvette mélanocéphale**. Toutes les autres espèces nicheuses ne représentent que des enjeux très faibles pour la conservation à l'échelle de la région. Certaines espèces à enjeu régional fort comme l'Huîtrier pie ne sont sur l'aire d'étude qu'en halte migratoire (donnée bibliographique), elles constituent ainsi un enjeu de conservation négligeable. **L'enjeu de l'avifaune dans l'aire d'étude est évalué à faible à modéré.**

5.1.1.4 Hérapétofaune

Deux espèces sont présentes en période de reproduction et en hivernage dans l'aire d'étude ; le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie. Ces deux espèces représentent un enjeu faible pour la conservation. Elles sont toutefois protégées. **L'enjeu de l'hérapétofaune de l'aire d'étude est évalué à faible.**

Conclusion :

L'enjeu de l'aire d'étude pour la conservation de la biodiversité est évalué à très faible.

6. IMPACT PROJET SUR LA BIODIVERSITÉ ET PRÉCONISATIONS

L'aire d'étude est constituée d'habitats rudéraux très artificialisés et subit une forte affluence du public toute l'année. Les espèces présentes sur l'aire d'étude sont adaptées aux dérangements d'origine anthropique.

6.1 Les oiseaux

La zone concernée par les travaux n'est favorable à la reproduction ou au stationnement prolongée d'aucune espèce nicheuse ou hivernante. Les impacts sur les oiseaux se limitent aux dérangements négligeables pendant la phase chantier que ce soit en période de reproduction ou en période d'hivernage.

L'impact du projet sur les oiseaux est négligeable.

6.2 Les Reptiles

Cependant, si les zones d'enrochements (digues) sont incluses par le dépôt de sable, un impact assez fort pourrait concerner les deux espèces de reptiles qui sont abondantes dans ces aménagements.

Les voies d'accès étant déjà tracées et très fréquentées, les impacts se limitent à la zone d'emprise stricte.



FIGURE 8 : DIGUE HABITÉE PAR DES LÉZARD DES MURAILLES.

Les digues construites dans l'aire d'étude sont colonisées par des populations de Tarentes de Maurétanie et de Lézards des murailles. Nous préconisons l'évitement de ces zones afin d'épargner ces lézard et d'éviter la destruction de leur habitat.

Un résumé des impacts attendus et des préconisations figure dans le tableau suivant :

TABLEAU 3 : SYNTHÈSE DES IMPACTS ATTENDUS ET LES PRÉCONISATIONS

Espèces	Impact	Phase	Préconisation
Oiseaux nicheurs	Dérangement minime	Phase chantier en période de nidification	Respect des emprises
Oiseaux en hivernage	Dérangement	Phase chantier (en hiver)	Respect des emprises
Reptiles	Destruction d'individus (Si les digues sont comprises dans l'emprise) Destruction d'habitats d'espèces	Phase chantier En période d'hibernation ou en période de reproduction	Evitement des digues Application d'une zone tampon de 1,5m. Balisage des digues Respect des emprises.

7. CONCLUSION

L'aire d'étude représente un enjeu de conservation globalement faible.

Etant donné que l'aire d'étude est déjà hyper anthropisée et constamment sous grande pression touristique, les espèces qui y séjournent en reproduction ou longues haltes migratoires sont adaptées aux dérangements.

Les voies d'accès vers la zone d'emprises étant déjà existantes et déjà très anthropisées, les impacts attendus sont réduits à la zone d'emprise immédiate, c'est-à-dire aux zones de renforcements par les dépôts de sable.

Cette zone n'est favorable à la reproduction d'aucune espèce. Seules, quelques oiseaux migrateurs peuvent y stationner en hivernage. L'impact sur ces espèces se limite à un dérangement minime.

Les espèces nicheuses, en particulier la Fauvette mélanocéphale, ne sont pas dans la zone d'emprise et leur habitat n'est pas concerné par les voies d'accès. L'impact sur ces espèces est donc négligeable.

Dans le cas où les digues (enrochements) sont incluses dans les emprises du projet, les reptiles abondants dans ces habitats seront fortement impactés. Dans ce cas, la destruction d'individus et destruction d'habitat d'espèce seront engendrées par le projet.

Pour supprimer cet impact, **nous préconisons un évitement de ces digues avec une zone tampon d'environ 1 à 1,5m.** Cette mesure doit être accompagnée par un balisage de la zone tampon.

Après l'application de ces mesures, nous pouvons considérer les impacts du projet sur la biodiversité comme étant négligeables voir nuls

www.egis-group.com

