

CHAPITRE 2

ETAT INITIAL



SOMMAIRE

1. METHODOLOGIE	17
1.1. CONSTITUTION DE L'ETAT INITIAL.....	17
1.2. AIRES D'ETUDE	18
2. MILIEU PHYSIQUE	25
PARTIE MARITIME	25
2.1. CLIMAT	25
2.1.1. Températures.....	25
2.1.2. Précipitations	26
2.1.3. Vent.....	26
2.2. BATHYMETRIE, NATURE DES FONDS ET GEOLOGIE	30
2.2.1. Bathymétrie et morphologie des fonds	30
2.2.2. Géologie.....	35
2.2.3. Nature des fonds	40
2.2.4. Granulométrie des sédiments.....	45
2.3. HYDRODYNAMISME	49
2.3.1. Niveaux d'eau	50
2.3.2. Houle et états de mer	51
2.3.3. Courants	53
2.4. GEOMORPHOLOGIE LITTORALE ET TRAIT DE COTE	60
2.4.1. Contexte général de la zone d'étude	60
2.4.2. Dynamique hydro-sédimentaire du golfe de Fos.....	69
2.5. QUALITE DES EAUX.....	72
2.5.1. Contexte.....	72
2.5.2. Réseaux de surveillance de la qualité des eaux	76
2.5.3. Réseaux de surveillance de l'Ifremer.....	79
2.5.4. Surveillance des eaux de baignade.....	85
2.5.5. Surveillance des zones conchylicoles	87
2.6. QUALITE DES SEDIMENTS.....	89
2.6.1. Contexte du secteur d'étude : apports de contaminants par le Rhône	89
2.6.2. Prélèvements et analyses sédimentaires dans la zone du projet	93
2.7. ENVIRONNEMENT SONORE.....	115
2.7.1. Bruit ambiant aérien.....	115
2.7.2. Bruit ambiant sous-marin.....	117
2.8. RISQUES NATURELS	118
2.8.1. Contexte régional.....	118
2.8.2. Inventaires des risques naturels sur la zone d'étude	119
2.9. CHAMPS ELECTRIQUES ET MAGNETIQUES	128
PARTIE TERRESTRE	130
2.10. CLIMAT	130

2.11.	CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE ET GEOLOGIQUE	130
2.11.1.	Topographie.....	130
2.11.2.	Unités géomorphologiques	130
2.11.3.	Géologie.....	131
2.12.	NATURE ET QUALITE DES SOLS.....	132
2.13.	HYDROLOGIE	132
2.13.1.	Eaux superficielles.....	132
2.13.2.	Eaux souterraines.....	136
2.13.3.	Exploitation des ressources.....	137
2.14.	ENVIRONNEMENT SONORE.....	138
2.15.	RISQUES NATURELS	138
2.16.	CHAMPS ELECTRIQUES ET MAGNETIQUES	138
	SYNTHESE DES CARACTERISTIQUES DU MILIEU PHYSIQUE	139
3.	MILIEU BIOLOGIQUE.....	141
	PARTIE MARITIME	141
3.1.	BIOCENOSSES BENTHIQUES.....	141
3.1.1.	Généralités.....	141
3.1.2.	Caractérisation du site d'étude	141
3.2.	RESSOURCE HALIEUTIQUE	154
3.2.1.	Principales espèces en présence.....	154
3.2.2.	Nourriceries et frayères	154
3.3.	MAMMIFERES MARINS.....	155
3.3.1.	Répartition des cétacés en Méditerranée nord-occidentale	155
3.3.2.	Observations de cétacés au niveau de la zone d'étude	167
3.4.	TORTUES MARINES.....	170
3.5.	AVIFAUNE	171
3.5.1.	Contexte écologique du projet.....	171
3.5.2.	Résultats des inventaires.....	172
3.5.3.	Synthèse des enjeux avifaunistiques	183
3.6.	CONTINUITES ECOLOGIQUES.....	184
	PARTIE TERRESTRE	185
3.7.	HABITATS NATURELS ET FLORE	185
3.7.1.	Approche globale de la végétation de la zone d'étude.....	185
3.7.2.	Habitats naturels recensés lors des prospections de terrain.....	190
3.7.3.	Flore.....	200
3.8.	INVERTEBRES	206
3.8.1.	Généralités.....	206
3.8.2.	Résultats des inventaires.....	206
3.8.3.	Les espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire	208
3.9.	AMPHIBIENS.....	208
3.9.1.	Généralités sur les peuplements et habitats d'espèces	208
3.9.2.	Résultats des inventaires de terrain	209
3.9.3.	Espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire	210

3.10.	REPTILES.....	210
3.10.1.	Généralités sur les peuplements et habitats d'espèces	210
3.10.2.	Résultats des inventaires Reptiles.....	211
3.10.3.	Espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire	213
3.11.	AVIFAUNE	213
3.11.1.	Généralités sur les peuplements et habitats d'espèces	213
3.11.2.	Résultats des inventaires oiseaux	215
3.11.3.	Les espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire	217
3.12.	MAMMIFERES TERRESTRES.....	217
3.12.1.	Généralités sur les peuplements et habitats d'espèces	217
3.12.2.	Résultats des inventaires de terrain	218
3.12.3.	Les espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire	218
3.13.	CHIROPTERES.....	219
3.13.1.	Généralités sur les peuplements et habitats d'espèces	219
3.13.2.	Résultats des inventaires de terrain	219
3.13.3.	Les espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire	220
3.14.	BILAN DES ENJEUX FAUNISTIQUES	221
3.15.	FONCTIONNALITES ECOLOGIQUES	225
3.15.1.	A l'échelle du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE).....	225
3.15.2.	A l'échelle locale	225
3.16.	SYNTHESE DES PRINCIPAUX ENJEUX ECOLOGIQUES DE LA ZONE D'ETUDE TERRESTRE	227
3.16.1.	Habitats et Flore.....	227
3.16.2.	Insectes.....	227
3.16.3.	Reptiles et Amphibiens	228
3.16.4.	Avifaune	228
	SYNTHESE DES ENJEUX LIES AU MILIEU BIOLOGIQUE	229
4.	PATRIMOINE ECOLOGIQUE, CULTUREL ET PAYSAGER	232
	PARTIES MARITIME ET TERRESTRE	232
4.1.	PATRIMOINE ECOLOGIQUE	232
4.1.1.	Protections réglementaires	232
4.1.2.	Inventaires scientifiques	241
4.1.3.	Autres outils de préservation de la biodiversité	245
4.2.	PATRIMOINE CULTUREL ET PAYSAGES	249
4.2.1.	Monuments historiques.....	249
4.2.2.	Patrimoine archéologique	250
4.2.3.	Eléments caractéristiques du paysage	253
	SYNTHESE DES ENJEUX LIES AU PATRIMOINE ECOLOGIQUE, CULTUREL ET PAYSAGER	264
5.	MILIEU HUMAIN: ACTIVITES ET USAGES	265
	PARTIE MARITIME	265
5.1.	ACTIVITES MARITIMES.....	265
5.1.1.	Pêche professionnelle	266
5.1.2.	Aquaculture.....	283
5.1.3.	Activités récréatives.....	284

5.1.4.	Autres activités et installations maritimes existantes.....	289
5.2.	NAVIGATION MARITIME.....	290
5.2.1.	Contexte général de la fréquentation maritime.....	290
5.2.2.	Caractérisation du trafic maritime sur la zone d'étude	293
5.2.3.	Trafic fluvio-maritime	305
5.3.	CONTRAINTES MARITIMES.....	306
5.3.1.	Zones maritimes réglementées	306
5.3.2.	Epaves.....	307
5.3.3.	Munitions non explosées	308
5.3.4.	Synthèse des contraintes maritimes.....	314
5.4.	SERVITUDES AERIENNES	317
5.5.	SECURITE MARITIME	318
5.5.1.	CROSS et sémaphores	318
5.5.2.	Moyens de secours maritimes	319
	PARTIE TERRESTRE	323
5.6.	DEMOGRAPHIE.....	323
5.7.	INFRASTRUCTURES ET RESEAUX	326
5.7.1.	Infrastructures de communication.....	326
5.7.2.	Réseaux de canalisation et de transport d'énergie	328
5.8.	IMMOBILIER.....	329
5.9.	ACTIVITES ECONOMIQUES.....	330
5.9.1.	Contexte économique local	330
5.9.2.	Activités industrielles	331
5.9.3.	Activités agricoles	332
5.9.4.	Activités de service, touristiques et de loisirs	334
5.10.	SERVITUDES ET CONTRAINTES FONCIERES	335
5.10.1.	Servitudes terrestres.....	335
5.10.2.	Contraintes foncières.....	336
5.11.	RISQUES INDUSTRIELS.....	338
	SYNTHESE DES ENJEUX LIES AU MILIEU HUMAIN.....	339
6.	INTERRELATIONS ENTRE LES ELEMENTS DE L'ENVIRONNEMENT	342

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 1 : Température à la surface de l'eau – Mer Méditerranée (<i>Source : ECCO, 2009</i>)	25
Figure 2 : Vitesse annuelle du vent à 90 m (<i>Source : Meteosim Truewind, 2010</i>).....	27
Figure 3 : Rose des vents à 100 m de hauteur, obtenue par modélisation (données 1996-2015)	29
Figure 4 : Pentes calculées sur la bathymétrie de la route du câble d'export.....	35
Figure 5 : Vue en perspective de l'interprétation des lignes sismiques (L05 et cross X05 et X15) sur le site d'implantation du parc éolien (<i>Source : IXSurvey, 2013</i>)	37
Figure 6 : Interprétation sismique sur la route de câble (<i>Source : iXSurvey, 2013</i>).....	38
Figure 7 : Mosaïque sonar de la zone d'implantation du parc pilote (<i>Source : IXSurvey, 2013</i>)	41
Figure 8 : Aspect morphoscopique des sédiments (<i>© In Vivo</i>)	43
Figure 9 : Localisation des points de prélèvements du RNO lors de la campagne de 1994	46
Figure 10 : Répartition granulométrique des sédiments de la zone d'étude (<i>Source : In Vivo, 2013</i>).....	48
Figure 11 : Distribution de la hauteur (gauche), de la direction (milieu) et de la période (droite) des houles au niveau de la bouée de mesures (<i>Source : Actimar, 2016</i>)	51
Figure 12 : Distribution directionnelle moyenne annuelle de la hauteur de vague (<i>Source : Actimar, 2016</i>) ..	52
Figure 13 : Courants de surface moyens obtenus avec le modèle SYMPHONIE en présence de vents de 8 m/s : a) de secteur nord-ouest ; b) de secteur sud-est (<i>Source : Ulses, 2002</i>).....	53
Figure 14 : Courant à la surface de l'eau	54
Figure 15 : Champs de courants à 2 moments (PM-3 et PM+3) d'une marée de morte-eau moyenne ; à gauche : champ de courant résiduel ; à droite : champ du courant de marée (en m/s) (<i>Source : Actimar, 2016</i>).....	56
Figure 16 : Champs de courants à 2 moments (PM-3 et PM+3) d'une marée de vive-eau moyenne ; à gauche : champ de courant résiduel ; à droite : champ du courant de marée (en m/s) (<i>Source : Actimar, 2016</i>).....	57
Figure 17 : Champs de courant à 2 moments (PM-3 et PM+3) d'une marée de morte-eau lors d'un épisode de vent fort ; à gauche : champ de courant résiduel ; à droite : champ du courant de marée (en m/s) ..	58
Figure 18 : Rose des courants annuels moyennés sur la verticale, au niveau de la bouée météo-océanique (<i>Source : Actimar, 2016</i>).....	59
Figure 19 : Carte morpho-bathymétrique 3D de la zone d'étude (<i>Ifremer, 2008</i>)	61
Figure 20 : Les différents types d'environnements deltaïques suivant la dominance de la houle, du fleuve, ou de la marée (<i>Source : redessiné par Bourrin, 2007 d'après Galloway, 1975</i>)	62
Figure 21 : Modèle expliquant la position du dépôt de vase par rapport au prodelta sur les marges continentales (<i>Source : McCave, 1972 ; Cattaneo et al., 2007</i>).....	63
Figure 22 : Carte morpho-bathymétrique du golfe du Lion montrant la répartition des épaisseurs de la vasière holocène (<i>Source : Monaco & Aloisi, 2000</i>)	64
Figure 23 : Carte morpho-bathymétrique et sédimentaire du golfe du Lion montrant la répartition des dépôts de surface (<i>Source : Monaco & Aloisi, 2000</i>)	65

Figure 24 : Principaux mécanismes d'échange côte-large dans le golfe du Lion sous l'influence des vents continentaux (a), sous l'influence des vents marins (b), et du courant de pente (ou thermohalin) (c) (Source : Bourrin, 2009)	66
Figure 25 : Schéma d'un delta bien développé et de son prodelta (type Rhône, a) et d'un delta et prodelta reliés à un petit fleuve côtier (Source : Bourrin, 2009)	67
Figure 26 : Carte morpho-sédimentaire du golfe du Lion montrant la répartition des différents prodeltas (Source : Bourrin, 2009)	68
Figure 27 : Localisation des principaux lobes deltaïques mis en place depuis le XVII ^e siècle. 1 : lobe deltaïque sous-marin (Source : Maillet et al., 2006)	69
Figure 28 : Dérive littorale et transit sédimentaire à l'Est du Rhône dans le Golfe de Fos	70
Figure 29 : Evolution du trait de côte et des fonds durant le 20 ^{ème} siècle (Source : Heurtefeux et al., 2009)	71
Figure 30 : Contexte hydro-sédimentaire au droit de l'embouchure du Rhône (Source : Kulling, 2015)	72
Figure 31 : Extension géographique du panache du Rhône (Source : Hermand, 2008)	72
Figure 32 : Evolution saisonnière des concentrations en azote nitrique (nitrate) dans le Rhône entre 1968 et 2007 (Source : Raimbault et al., 2009)	73
Figure 33 : Evolution saisonnière des concentrations en orthophosphate dans le Rhône entre 1980 et 2007 (Source : Raimbault et al., 2009)	74
Figure 34 : Evolution des flux annuels de nitrate et de phosphate dans le Rhône entre 1968 et 2007 (Source : Raimbault et al., 2009)	75
Figure 35 : Périmètre de la masse d'eau côtière « Golfe de Fos » (Source : Ifremer, atlas DCE, 2017)	77
Figure 36 : Abondance du phytoplancton toxique au niveau de la zone marine 109 « Golfe de Fos »	81
Figure 37 : Résultats ROCCH – Evolution des concentrations en métaux dans les moules de la station « Anse de Carteau 2 » (golfe de Fos) (Source : ROCCH-Ifremer, 2016)	83
Figure 38 : Température et salinité mesurées sur 10 ans à la station « Anse de Carteau 2 », surface (0-1 m) (Source : Ifremer, 2016)	84
Figure 39 : Turbidité et Chlorophylle-a mesurées sur 10 ans à la station « Anse de Carteau 2 », surface (0-1 m) (Source : Ifremer, 2016)	85
Figure 40 : Zone de production conchylicole 13-06.01 (Source : Ifremer, 2016)	87
Figure 41 : Résultats microbiologiques pour la zone n°13-06.01 – Bassin hydrologique du Golfe de Fos (Source : Ifremer, 2016)	88
Figure 42 : Cartographie des métaux dans les sédiments de surface (fraction inférieure à 63 µm) (Source : Ludwig et al., 2009)	90
Figure 43 : Cartographie des facteurs d'enrichissement (FE) des métaux dans les sédiments de surface (fraction inférieure à 63 µm) (Source : In Vivo, 2013)	91
Figure 44 : Taux de matières sèches des échantillons (Source : In Vivo, 2013)	95
Figure 45 : Densité des échantillons (Source : In Vivo, 2013)	96
Figure 46 : Concentrations en carbone organique total (COT) (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)	96
Figure 47 : Concentrations en aluminium dans les échantillons (Source : In Vivo, 2013)	97
Figure 48 : Concentrations en arsenic et bruit de fond (BDF) GEODE (Source : In Vivo, 2013)	98
Figure 49 : Concentration en cadmium (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)	99
Figure 50 : Concentrations en chrome mesurées dans les échantillons (Source : In Vivo, 2013)	101
Figure 51 : Concentrations en cuivre mesurées dans les échantillons (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)	102
Figure 52 : Concentrations en mercure mesurées (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)	103

Figure 53 : Concentrations en nickel mesurées dans les échantillons (<i>Source : In Vivo, 2013</i>)	105
Figure 54 : Concentration en plomb (<i>Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998</i>).....	106
Figure 55 : Concentrations en zinc mesurées (<i>Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998</i>)	107
Figure 56 : Concentrations en fluoranthène mesurées (<i>Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998</i>).....	108
Figure 57 : Concentrations en benzo(a)pyrène mesurées (<i>Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998</i>)	109
Figure 58 : Part de carbone organique dans la matière sèche des sédiments (<i>Source : In Vivo, 2013</i>).....	110
Figure 59 : Concentrations mesurées en azote Kjeldahl (<i>Source : In Vivo, 2013</i>).....	111
Figure 60 : Concentrations en phosphore total mesurées (<i>Source : In Vivo, 2013</i>)	112
Figure 61 : Indices de contamination organique des échantillons (<i>Source : In Vivo, 2013</i>)	113
Figure 62 : Echelle des niveaux de bruit aériens (<i>Source : EREA Ingénierie, 2013</i>).....	116
Figure 63 : Exemple de mesure temporelle du niveau de bruit sur le littoral	117
Figure 64 : Evolution du trait de côte depuis 1990 (<i>Source : DHI</i>).....	122
Figure 65 : Profil perpendiculaire à la plage, au droit de la zone d'atterrage (<i>Source : DHI, 2013</i>).....	123
Figure 66 : Aménagements contre l'érosion au niveau de la plage Napoléon.....	124
Figure 67 : Cellules hydro-sédimentaires de la zone d'étude (<i>Source : CG 13. 2009</i>).....	125
Figure 68 : Unités géomorphologiques de la zone d'étude (<i>Source : INEA, EIE SCoT Ouest-Etang de Berre, 2008</i>).....	131
Figure 69 : Petit canal au nord des terrains Shell (<i>© BRLi</i>)	134
Figure 70 : A gauche : Canal Saint-Louis (darse) ; à droite : Route Napoléon, entre marais et le Rhône (<i>© BRLi</i>).....	134
Figure 71 : Buses hydrauliques le long de la route Napoléon (<i>© BRLi</i>).....	134
Figure 72 : Localisation du captage de la Pissarote (<i>Source : Mairie de Port-Saint-Louis-du-Rhône</i>).....	137
Figure 73 : Répartition de la richesse spécifique dans les principaux groupes zoologiques	143
Figure 74 : Répartition de l'abondance moyenne selon les principaux groupes zoologiques	144
Figure 75 : Densité et richesse spécifique sur les stations d'études (<i>Source : In Vivo, 2013</i>).....	146
Figure 76 : Indices de Shannon (gauche) et d'Equitabilité (droite) sur les stations d'étude	146
Figure 77 : Modèle DIMO appliqué aux 17 stations (<i>Source : In Vivo, 2013</i>)	147
Figure 78 : Répartition des groupes écologiques selon les stations d'étude et valeur moyenne de l'AMBI (<i>Source : In Vivo, 2013</i>).....	148
Figure 79 : Synthèse des niveaux de perturbation selon les stations d'étude (<i>Source : In Vivo, 2013</i>)	149
Figure 80 : Valeur du M-AMBI sur les stations d'étude (<i>Source : In Vivo, 2013</i>).....	150
Figure 81 : Observations de petits delphininés (dauphin bleu et blanc, dauphin commun et le groupement <i>Stenella/Delphinus</i>), de grands delphininés (grand dauphin) et de marsouins communs, en effort et en transit (<i>Source : ULR Valor La Rochelle, 2012</i>)	157
Figure 82 : Observations de cachalots, de balaenoptéridés (rorqual commun et petit rorqual), de baleines à bec (<i>ziphius</i>), de petit globicéphalinés (dauphin de Risso), de grands globicéphalinés (globicéphale noir/pseudo orque) et de phoques en effort et en transit (<i>Source : ULR Valor, 2012</i>).....	158
Figure 83 : Distribution de grands dauphins entre 1994 et 2008 (<i>Source : GIS 3M</i>).....	159
Figure 84 : Observations de grands dauphins réalisées dans le cadre du projet GDEGeM durant les 6 premières campagnes entre mai 2013 et septembre 2014 et lors de la mission « Grand Dauphin au Large du Golfe du Lion » (<i>Source : GIS3M, 2014</i>).....	160
Figure 85 : Distribution du dauphin bleu et blanc entre 1994 et 2008 (<i>Source : GIS 3M</i>)	161
Figure 86 : Synthèse des connaissances concernant la distribution du rorqual commun en Méditerranée (Reeves & Notarbartolo di Sciara, 2006)	162

Figure 87 : Distribution de rorquals communs entre 1994 et 2008 (Source : GIS 3M)	163
Figure 88 : Distribution des cachalots entre 1994 et 2008 (Source : GIS 3M)	164
Figure 89 : Distribution des globicéphales noirs entre 1994 et 2008 (Source : GIS 3M)	165
Figure 90 : Distribution des dauphins de Risso entre 1994 et 2008 (Source : GIS 3M)	166
Figure 91 : Carte de distribution des observations de tortues marines (luth et écailles)	170
Figure 92 : Effectif observé par sortie le long des transects (Source : Biotope, 2017)	172
Figure 93 : Goéland leucophaea (Source : Biotope, 2017)	174
Figure 94 : Effectif observé par famille (oiseaux marins) (Source : Biotope, 2017)	174
Figure 95 : Données par famille (oiseaux marins) (Source : Biotope, 2017)	175
Figure 96 : Mouette pygmée (Source : Biotope, 2017)	175
Figure 97 : Effectif observé par espèces (oiseaux terrestres) (Source : Biotope, 2017)	176
Figure 98 : Nombre d'oiseaux terrestres observés de février à mai 2013 (Source : Biotope, 2017)	177
Figure 99 : Effectif observé par sortie le long des transects (Source : Biotope, 2017)	179
Figure 100 : Puffin des Baléares (Source : Biotope, 2017)	182
Figure 101 : Complexe sédimentaire de la plage Napoléon (© T. Croze-Naturalia)	186
Figure 102 : Habitats sédimentaires exondables du littoral méditerranéen (Source : Cahier des habitats, modifié)	186
Figure 103 : Vues sur quelques marges de l'axe routier (© T. Croze-Naturalia)	187
Figure 104 : Fourrés à salicorne, prés salés et gazons amphibies, steppes à saladelle attenants à l'axe routier dans le secteur du Mazet et friches aux abords immédiats de la voirie (© T. Croze-Naturalia)	188
Figure 105 : Traversées des friches et zones rudérales du Faubourg Hardon (© T. Croze-Naturalia)	188
Figure 106 : Vues sur les steppes salées à Saladelle de Provence, les fourrés à Arroche marine, les fourrés halophiles à Salicorne, les pistes et roubines sillonnant le secteur (© T. Croze-Naturalia)	189
Figure 107 : Plateforme de ralliement bordée par une roubine et route d'accès (© T. Croze-Naturalia)	189
Figure 108 : De gauche à droite : Fourrés des marais salés méditerranéens, végétation pionnière à salicornes annuelles et steppe salée méditerranéenne (© Biotope)	193
Figure 109 : Gauche et milieu : Prés salés méditerranéens (© Biotope, BRLi) ; droite : roselières (© Biotope)	194
Figure 110 : Gauche et milieu : bosquet à Tamaris ; droite : boisement d'orme riverain (© BRLi et Biotope)	195
Figure 111 : Herbiers des eaux saumâtres à Ruppia (© Biotope)	196
Figure 112 : A gauche : fourrés halophiles méditerranéens ; à droite : haie de Thuyas (© BRLi)	197
Figure 113 : Dune embryonnaire (© Biotope)	198
Figure 114 : Terrains rudéraux et friches (© BRLi et Biotope)	198
Figure 115 : Herbes de la pampa au sein du terrain Shell (© Naturalia)	204
Figure 116 : Trois espèces de Cicindèles présentes sur la plage Napoléon : <i>Calomera littoralis</i> , <i>Cylindera trisignata</i> et <i>Lophyra flexuosa</i> (Source : Naturalia, 2017)	207
Figure 117 : Éléments du cortège entomologiques de la presqu'île du Mazet : l'Anoxie velue, la Zygène de la filipendule et <i>Coniatus tamarisci</i> <i>Labidura riparia</i> . (© Sylvain Fadda / Naturalia)	207
Figure 118 : Mare abritant le Pélodyte ponctué (à gauche) et canal favorable à la Grenouille verte (à droite) (© JC. Delattre/Naturalia)	210
Figure 119 : Tarente de Maurétanie dans les friches industrielles au nord du canal Saint Louis (© F. Mignet / Naturalia)	211
Figure 120 : Canaux favorables à la Couleuvre vipérine (© JC. Delattre/Naturalia)	212

Figure 121 : Enrochements attractifs pour l'herpétofaune en phase de gîte (à droite) (@ JC. Delattre/Naturalia).....	213
Figure 122 : Plage Napoléon et zone favorable pour le Cochevis huppé (à gauche) et sansouïres le long de la route Napoléon favorables pour la Fauvette à lunettes (@ JC.Delattre/Naturalia)	216
Figure 123 : Zone ouverte dans la partie nord du site favorable au Bruant proyer et canaux longeant le fuseau à l'étude (@ JC.Delattre/Naturalia).....	216
Figure 124 : Habitat favorable au Campagnol amphibie (@ L. Roussel/Naturalia)	218
Figure 125 : Bâtis favorables aux chiroptères, disjointement et indice de présence (guano) – en haut au sein du site militaire jouxtant le terrain Shell – présence d'une colonie de Pipistrelles (2016) - en bas le long de la route Napoléon(2017) (@ L. Roussel /Naturalia)	220
Figure 126 : Evolution des habitats au niveau du Vieux village et du canal Saint Louis entre 1938 et 2013	226
Figure 127 : Périmètre de la réserve de Biosphère Camargue.....	238
Figure 128 : Espèces floristiques présentes sur les Theys de la Gracieuse et de Roustan (à gauche : lis maritime ; à droite : panicaut maritime) (Source : INPN).....	242
Figure 129 : Sables fins bien calibrés (code III.2.2) (Source : Réseau-languedocmer.n2000).....	243
Figure 130 : Zones humides au droit de la route Napoléon (@ BRLi)	246
Figure 131 : La couronne agri-environnementale de la ZIP de Fos-sur-mer (Source : PGEN de Marseille Fos, 2012 - 2018).....	248
Figure 132 : Tour Saint-Louis et entrepôts maritimes de la Compagnie Générale de navigation (@ Monumentum).....	249
Figure 133 : Panorama depuis la tour Saint-Louis à Port-Saint-Louis du Rhône (MH inscrit) (@ BRLi).....	250
Figure 134 : Ensembles paysagers du secteur d'étude (Source : d'après Composite, 2017)	253
Figure 135 : Entités paysagères du secteur d'étude (Source : Composite, 2017).....	254
Figure 136 : Espaces urbains et industriels du secteur d'étude (Source : Composite, 2017)	255
Figure 137 : Découpage macroscopique du territoire d'étude (Source : Composite, 2017).....	257
Figure 138 : Synthèse des enjeux et sensibilités paysagères du secteur d'étude (Source : Composite, 2017)	258
Figure 139 : Paysages caractéristiques de la Camargue (Source : Google Earth)	259
Figure 140 : Port-Saint-Louis-du-Rhône, la They de la Gracieuse (@ BRLi)	260
Figure 141 : They de Roustan (proche embouchure du Rhône) (@ Google Earth)	260
Figure 142 : Sansouïre au They de la Gracieuse et cabane du Levant à Port-Saint-Louis-du-Rhône (Source : DREAL PACA, 2013).....	262
Figure 143 : Chalutiers et pêcheurs de tellines	266
Figure 144 : Engins de pêche utilisés dans la zone de la Prud'homie de Martigues en mer de 3 à 12 milles nautiques (Source : CRPMEM PACA, 2013)	271
Figure 145 : Répartition des 5 principales espèces débarquées (en volume) pour les 6 principaux ports de débarquement (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	276
Figure 146 : Répartition des navires (2011 et 2012) par quartier de provenance (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	277
Figure 147 : Répartition (2011 et 2012) par port d'exploitation des navires identifiés dans un rayon de 5 km de la zone du parc pilote (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	278
Figure 148 : Répartition du nombre de passages moyens par chalutier (Source : CRPMEM PACA, 2013)	279
Figure 149 : Répartition des espèces dans la zone MD21a selon les mois de l'année	282

Figure 150 : Conchyliculture dans l'Anse de Carteau (Source : Site internet de l'office du tourisme de Port-Saint-Louis-du-Rhône).....	283
Figure 151 : Ports de plaisance de Port Napoléon (à droite) et de Carteau (à gauche) (@ site internet du Port Napoléon de Port-Saint-Louis-du-Rhône et Google Earth – photo Héres).....	286
Figure 152 : Activités nautiques le long du They de la Gracieuse et dans l'anse de Carteau	287
Figure 153 : Plage Napoléon à Port-Saint-Louis-du-Rhône	288
Figure 154 : Activités balnéaires et de loisirs sur la plage Napoléon	288
Figure 155 : Plage de Piémanson à Arles (Source : www.arles-info.fr)	289
Figure 156 : Echanges maritimes en Méditerranée	291
Figure 157 : A gauche : Navires porte-containers à Fos-sur-Mer ; à droite : Ferries vers la Corse et la Sardaigne.....	292
Figure 158 : Zone d'étude (données AIS) (Source : Tecnicas, 2017).....	293
Figure 159 : Trafic global en Méditerranée occidentale en 2015 et 2016 (Source : Tecnicas, 2017)	294
Figure 160 : Trafic global à proximité du parc pilote PGL en 2015 (Source : Tecnicas, 2017)	295
Figure 161 : Trafic global à proximité du parc pilote PGL en 2016 (Source : Tecnicas, 2017)	295
Figure 162 : Trafic des navires de type « cargo » dans le bassin d'implantation du parc pilote en 2015 et 2016	296
Figure 163 : Trafic des navires de type « cargo » au niveau de la zone d'étude en 2015 et 2016	297
Figure 164 : Trafic des navires de type « tankers » dans le bassin d'implantation du parc pilote en 2015 et 2016	298
Figure 165 : Trafic des navires de type « tankers » au niveau de la zone d'étude en 2015 et 2016.....	299
Figure 166 : Trafic des navires de type « navires à passagers » dans le bassin d'implantation du parc pilote en 2015 et 2016 (Source : Tecnicas, 2017)	300
Figure 167 : Trafic des navires de type « navires à passagers » au niveau de la zone d'étude en 2015 et 2016	300
Figure 168 : Trafic des navires de type « autres navires » dans le bassin d'implantation du parc pilote en 2015 et 2016 (Source : Tecnicas, 2017)	302
Figure 169 : Trafic des navires de type « autres navires » au niveau de la zone d'étude en 2015 et 2016 (Source : Tecnicas, 2017)	302
Figure 170 : Taille des navires de pêche sur la façade méditerranéenne (Source : Tecnicas 2017).....	303
Figure 171 : Distribution spatiale d'activité (données Ifremer 2010) (Source : Tecnicas, 2017)	304
Figure 172 : Délimitation de la zone d'étude de l'Ifremer (Source : Tecnicas, 2017)	304
Figure 173 : Batteries de Marine de (de gauche à droite) :: Cap Couronne, Cavallas et l'Espanet	308
Figure 174 : Localisation des principales batteries marines du golfe de Fos (Source : Elenkhos, 2013).....	309
Figure 175 : Mines de type H5 et B1 (Source : Elenkhos, 2013)	310
Figure 176 : Localisation des principaux champs de mines allemands (Source : Elenkhos, 2013)	310
Figure 177 : Zones de dragage pour déminage (en jaune) au large du golfe de Fos (Source : Elenkhos, 2013).....	311
Figure 178 : Probabilité de pollution pyrotechnique sur la zone potentielle d'implantation du parc pilote éolien (Source : Elenkhos, 2013)	313
Figure 180 : Répartition des opérations de sauvetage par département (bilan 2013 du CROSS MED)	318
Figure 181 : Localisation des sémaphores au voisinage du projet de parc pilote	319
Figure 182 : A gauche : l'Abeille Flandre ; à droite : Le Jason.....	320
Figure 183 : Distance à parcourir depuis Toulon	320

Figure 184 : Remorqueur « <i>Bollard pull</i> ».....	321
Figure 185 : Stations de sauvetages SNSM les plus proches du parc éolien.....	322
Figure 186 : Evolution de la population par tranches d'âge entre 1999 et 2009, dans les communes de Port-Saint-Louis-du-Rhône (à gauche) et de Fos-sur-Mer (à droite) (<i>Source : INSEE</i>)	325
Figure 187 : Population de 15 ans ou plus selon la catégorie socio-professionnelle – Port-Saint-Louis-du-Rhône (<i>Source : INSEE</i>).....	325
Figure 188 : Population de 15 ans ou plus selon la catégorie socio-professionnelle – Fos-sur-Mer.....	326
Figure 189 : réseau ferré innervant les sites industriels de l'aire d'étude (<i>Sources : Google Earth et GPMM</i>)	327
Figure 190 : Réseaux de transports (<i>Source : GPMM-ZIF</i>)	327
Figure 191 : Canal du Rhône à Fos et Canal Saint-Louis (<i>Source : Google Earth</i>)	328
Figure 192 : Parc éolien de Fos-sur-Mer (@Lorcas, <i>Google Earth</i>)	331
Figure 193 : Eoliennes terrestres le long du canal de navigation du Rhône (@ <i>Google Earth</i>)	332
Figure 194 : Pistes cyclables au droit de la zone d'étude (à droite, le long de la route de la plage Napoléon)	335
Figure 195 : Localisation des établissements soumis à la Directive SEVESO II (<i>Source : EIE SCOT</i>)	338
Figure 196 : Interrelations entre les différents compartiments de l'environnement (<i>Source : BRLi, 2013</i>)...	342

Liste des tableaux

Tableau 1 : Périmètres d'étude retenus pour les composantes du milieu physique	22
Tableau 2 : Périmètres d'étude retenus pour les compartiments récepteurs du milieu vivant.....	23
Tableau 3 : Périmètres d'étude retenus pour le patrimoine, culturel et paysager	23
Tableau 4 : Périmètres d'étude retenus pour les compartiments récepteurs du milieu humain	24
Tableau 5 : Caractéristiques du gisement éolien	29
Tableau 6 : Unités sismiques et discontinuités sur la zone d'installation du parc éolien (<i>Source : IXSurvey, 2013</i>).....	36
Tableau 7 : Caractéristiques géotechniques du site d'implantation du parc pilote	38
Tableau 8 : Unités sismiques et discontinuités sur la zone la plus au large du corridor de câble	39
Tableau 9 : Unités sismiques et discontinuités sur la zone proche de la cote du corridor de câble	39
Tableau 10 : Classification granulométrique générale	46
Tableau 11 : Niveaux d'eau de marée à Fos-sur-Mer (<i>Source : SHOM, 2016</i>).....	50
Tableau 12 : Niveaux d'eau statistiques annuels au niveau de la bouée de mesures (<i>Source : Actimar, 2016</i>)	50
Tableau 13 : Distribution annuelle de la hauteur de vague moyenne significative (en mètres) au niveau de la bouée de mesures (<i>Source : Actimar, 2016</i>).....	51
Tableau 14 : Conditions de houles extrêmes au niveau de la zone d'étude (bouée de mesures)	52
Tableau 15 : Comparaison des caractéristiques du Rhône avec quelques-fleuves parmi les plus importants de Méditerranée (<i>Source : Bourrin, 2009</i>)	66
Tableau 16 : Objectifs d'état de la masse d'eau « Golfe de Fos ».....	77
Tableau 17 : Etat de la masse d'eau FRDC04 "Golfe de Fos".....	78
Tableau 18 : Seuils sanitaires des métaux dans les denrées alimentaires.....	82

Tableau 19 : Seuils de classement des eaux des eaux de baignade (<i>Source : Directive 2006/7/CE</i>)	85
Tableau 20 : Récapitulatif des analyses et des référentiels utilisables (<i>Source : In Vivo, 2013</i>)	94
Tableau 21 : Risques naturels identifiés au niveau de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (<i>Source : Prim.net</i>)	119
Tableau 22 : Plans de prévention de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône liés au risque inondation (<i>Source : Cartorisque</i>)	120
Tableau 23 : Arrêtés de catastrophes naturelles liées au risque de tempête (<i>Source : Prim.net</i>)	128
Tableau 24 : Paramètres de richesse spécifique et d'abondance des espèces sur les stations d'étude (<i>Source : In Vivo, 2013</i>)	143
Tableau 25 : Classification des espèces en présence et niveaux trophiques associés (<i>Source : In Vivo, 2013</i>)	145
Tableau 27 : Synthèse de la répartition des espèces selon le groupe trophique, indice biotique AMBI et équivalence avec les statuts écologiques de la DCE (EcoQ) (<i>Source : In Vivo, 2013</i>)	149
Tableau 28 : Récapitulatif de la répartition des espèces selon leur groupe trophique et l'indice biotique BENTIX et équivalence avec les statuts écologiques de la DCE (EcoQ)	150
Tableau 28 : Observations des Cétacés en Méditerranée Nord-Occidentale	156
Tableau 29 : Espèces de mammifères marins observées lors des campagnes en mer	167
Tableau 30 : Synthèse des espèces et effectifs observés par bateau le long des transects	173
Tableau 31 : Synthèse des espèces et effectifs observés par avion le long des transects (<i>Source : Biotope, 2017</i>)	178
Tableau 32 : Statuts de protection et de rareté des espèces observées (<i>Source : Biotope, 2017</i>)	181
Tableau 33 : Synthèse des enjeux avifaunistiques (<i>Source : Biotope, 2017</i>)	184
Tableau 38 : Synthèse des enjeux identifiés pour les habitats naturels terrestres (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	199
Tableau 35 : Espèces végétales présentes sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	203
Tableau 36 : Synthèse des enjeux floristiques de la zone d'étude (PN : protection nationale ; PR : protection régionale) (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	205
Tableau 37 : Analyse des potentialités entomologiques du site d'après la bibliographie (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	206
Tableau 38 : Analyse des potentialités batrachologiques du site d'après la bibliographie (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	209
Tableau 39 : Analyse des potentialités herpétologiques du site d'après la bibliographie (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	211
Tableau 40 : Analyse des potentialités avifaunistiques du site d'après la bibliographie (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	215
Tableau 41 : Analyse des potentialités mammalogiques du site d'après la bibliographie (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	217
Tableau 42 : Analyse des potentialités chiroptérologiques du site d'après la bibliographie (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	219
Tableau 43 : Synthèse des enjeux faunistiques terrestres (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	221
Tableau 48 : Synthèse des enjeux liés au milieu biologique	231
Tableau 45 : Zones Natura 2000 présentes dans le secteur d'étude	233
Tableau 46 : Recensement des ZNIEFF présentes dans la zone d'étude	242

Tableau 47 : Terrains acquis par le Conservatoire du Littoral (Source : CELRL).....	246
Tableau 48 : Monuments classés ou inscrits au sein de la zone d'étude (Source : DRAC/PACA).....	249
Tableau 49 : Liste des sites classés ou inscrits (Source : SDAP PACA).....	262
Tableau 50 : Synthèse des enjeux liés au patrimoine écologique, culturel et paysager.....	264
Tableau 51 : Caractéristiques techniques cumulées (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	268
Tableau 52 : Caractéristiques techniques du navire moyen (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	268
Tableau 53 : Nombre de navires par catégorie de longueur (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	269
Tableau 54 : Nombre de navires par type d'autorisation spécifique (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	269
Tableau 55 : Engins déclarés par secteur de pêche (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	270
Tableau 56 : Activité de pêche en fonction de la proximité à la côte (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	272
Tableau 57 : Répartition des navires par catégorie de longueur et par rayon d'action.....	272
Tableau 58 : Caractéristiques techniques cumulées des flottilles en Méditerranée (hors Corse).....	273
Tableau 59 : Caractéristiques techniques du navire moyen par flottille (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	273
Tableau 60 : Répartition des navires par catégorie de longueur et par rayon d'action.....	273
Tableau 61 : Métiers pratiqués (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	274
Tableau 62 : Navires immatriculés Martigues en 2010 (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	275
Tableau 63 : Ports de débarquement du quartier maritime de Martigues (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	276
Tableau 64 : Caractéristiques de l'ensemble des navires (passage et actions de pêche).....	277
Tableau 65 : Fréquentation de la zone d'étude du parc pilote (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	279
Tableau 66 : Nombre de passages par chalutier au niveau de la zone d'étude (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	279
Tableau 67 : Production des 10 premières espèces pour 10 navires de la flottille « chalutiers » identifiés au niveau de la zone d'implantation du parc pilote en 2011 (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	280
Tableau 68 : Production des 10 premières espèces pour 10 navires de la flottille « chalutiers » identifiés au niveau de la zone d'implantation du parc pilote en 2012 (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	280
Tableau 69 : Production des 10 premières espèces pour 10 navires de la flottille « chalutiers » identifiés au niveau de la zone d'implantation du parc pilote en 2012 (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	281
Tableau 70 : Résultats de l'enquête (Source : CRPMEM PACA, 2013).....	281
Tableau 71 : Ports de plaisance de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.....	286
Tableau 72 : Liste des servitudes radioélectriques et aéronautiques (Source : ANFR, 2012).....	317
Tableau 73 : Temps de parcours estimés des remorqueurs de sauvetage (Source : Tecnicas, 2017).....	320
Tableau 74 : Caractéristiques démographiques de 1968 à 2014 des communes de Port-Saint-Louis-du-Rhône et Fos-sur-Mer (Source : INSEE, 2014).....	323
Tableau 75 : Indicateurs démographiques de Fos-sur-Mer (Sources : Insee, RP1968 à 1999 dénombrements – RP1999 et RP2013 exploitations principales – Etat civil).....	324
Tableau 76 : Indicateurs démographiques de Port-Saint-Louis-du-Rhône (Sources : Insee, RP1968 à 1999 dénombrements – RP1999 et RP2013 exploitations principales – Etat civil).....	324
Tableau 77 : Réseaux présents sur la zone d'étude.....	328
Tableau 82 : Emplois selon le secteur d'activités en 2013 (Source : INSEE, RP2009).....	330
Tableau 83 : Nombre d'établissements par secteur d'activité au 1er janvier 2015 (INSEE, REE (Sirène)).....	330
Tableau 80 : Nombre d'exploitation et surface agricole utilisée (Source : AGRESTE).....	333
Tableau 81 : Orientations technico-économiques des exploitations (Source : AGRESTE).....	334
Tableau 82 : Synthèse des enjeux liés au milieu humain.....	341



Liste des cartes

Carte 1 : Aires d'études définies pour l'évaluation environnementale du projet	20
Carte 2 : Localisation des deux points de mesures de vent	28
Carte 3 : Bathymétrie générale du secteur d'étude	31
Carte 4 : Bathymétrie de la zone d'implantation du projet.....	33
Carte 5 : Bathymétrie de la zone d'implantation du parc pilote	34
Carte 6 : Nature des fonds de la zone d'étude	44
Carte 7 : Localisation des stations de prélèvements sédimentaires et benthiques (<i>Source : In Vivo, 2013</i>) .	45
Carte 8 : Localisation de la bouée de mesures	49
Carte 9 : Localisation des stations de surveillance de l'Ifremer (<i>Source : Ifremer, 2016</i>).....	80
Carte 10 : Classement des eaux de baignade de la zone d'étude en 2016 (<i>Source : ARS</i>)	86
Carte 11 : Aléas associés au risque inondation – débordement du Rhône, submersion marine (<i>Source : PPRI de Port-Saint-Louis-du-Rhône, 2016</i>)	121
Carte 12 : Risque d'érosion côtière	123
Carte 13 : Réseau hydrographique et son fonctionnement (<i>Source : INEA, 2009</i>)	133
Carte 14 : Localisation des stations de prélèvements sédimentaires et benthiques (<i>Source : In Vivo, 2013</i>)	142
Carte 15 : Habitats benthiques de la zone d'étude (<i>Sources : Ifremer et Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse</i>).....	153
Carte 16 : Localisation des observations de mammifères marins lors des inventaires par bateau et avion (<i>Source : Biotope, 2013</i>).....	169
Carte 17 : Habitats naturels de la zone d'étude (<i>Source : Naturalia, 2017</i>).....	190
Carte 18 : Faune identifiée le long du tracé du câble d'export terrestre (<i>Source : Naturalia, 2017</i>)	224
Carte 19 : Localisation des sites Natura 2000 sur le secteur d'étude	235
Carte 20 : Autres périmètres de gestion et de protection des milieux naturels.....	240
Carte 21 : Localisation des zones d'inventaires scientifiques au niveau de la zone d'étude	244
Carte 22 : Habitats des zones humides le long du parcours du câble (<i>Source : Naturalia, 2017</i>).....	247
Carte 23 : Epaves répertoriées par le SHOM au niveau de la zone d'étude	251
Carte 24 : Enjeux paysagers et patrimoniaux	252
Carte 25 : Unités paysagères du secteur d'étude	261
Carte 26 : Principales activités maritimes de la zone d'étude	265
Carte 27 : Distribution spatiale des activités de pêche tous engins confondus (<i>Source : Ifremer-SIH, 2012</i>)	266
Carte 28 : Activités touristiques dans le secteur d'étude.....	285
Carte 29 : Epaves répertoriées par le SHOM au niveau de la zone d'étude	307
Carte 30 : Contraintes et servitudes et littorales de la zone d'étude	315
Carte 31 : Réseau RTE	329
Carte 32 : Activités agricoles au niveau de la zone d'étude	333
Carte 33 : Synthèse du foncier sur la zone d'étude	336

1.METHODOLOGIE

1.1.Constitution de l'état initial

L'état initial met en évidence les caractéristiques du site, à partir de données bibliographiques et d'investigations de terrain, afin d'en évaluer les principaux enjeux (sédimentologie, flore, faune dont mammifères marins, usages, patrimoine, etc.).

Les enjeux sont donnés comme une valeur absolue du site. Un enjeu représente pour une portion du territoire, compte tenu de son état actuel ou prévisible, une valeur au regard de préoccupations environnementales, patrimoniales, esthétiques, culturelles, de cadre de vie ou économiques. Les enjeux sont appréciés par rapport à des critères tels que la qualité, la rareté, l'originalité, la diversité, la richesse, etc. L'appréciation des enjeux est indépendante du projet : ceux-ci ont une existence en dehors de l'idée même d'un projet.

La synthèse de l'état initial permet de déterminer les enjeux pour chaque thématique. La qualification finale des enjeux a été réalisée au regard du projet. Il s'agit de qualifier et quantifier le niveau d'impact potentiel du parc éolien pilote sur l'enjeu (le récepteur) étudié en prenant en compte la présence avérée ou potentielle de ce récepteur sur le site d'implantation.

Quatre classes sont définies pour ces enjeux intégrés :

- Nul ou négligeable,
- Faible,
- Moyen
- Fort

Comme précisé dans les guides, les caractéristiques et enjeux du site sont présentés en quatre grandes parties :

- Milieu physique¹ ;
- Milieu vivant ;
- Patrimoine écologique, paysager et culturel ;
- Milieu humain, activités socio-économiques et usages.

Ces quatre parties rassemblent les éléments qui serviront ensuite à identifier, évaluer et hiérarchiser les effets possibles du parc éolien flottant pilote.

¹ Le milieu physique est constitué de paramètres intrinsèques d'un site donné. Ces paramètres peuvent être décrits et caractérisés, mais ne représentent pas un enjeu à proprement parlé. Ils ne constituent une valeur qu'au regard de compartiments récepteurs (milieu vivant, humain, patrimoine). C'est la raison pour laquelle l'état initial de cette étude s'attache à caractériser le milieu physique, mais ne lui attribue pas de niveau d'enjeu ou de sensibilité.



Il est à noter que les articles L. 122-1 à L. 122-3-5 et R. 122-1 à R. 122-16 du code de l'environnement soulignent que l'étude d'impact doit être « proportionnée à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et à la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement [...] ».

En application de ce principe de proportionnalité, la conduite de l'état initial (niveau d'investigation, choix des thématiques, etc.) et de l'analyse des impacts sur l'environnement sera par conséquent adaptée aux enjeux du site et aux spécificités techniques du projet.

Remarque :

Dans un souci de clarté, l'emprise du projet a été volontairement scindée en deux parties maritime et terrestre :

- La partie maritime du projet comprend la zone d'implantation des éoliennes et le câble maritime de raccordement électrique, qui va jusqu'à la chambre de jonction d'atterrage ;
- La partie terrestre du projet comprend le câble de raccordement électrique terrestre qui part de la chambre de jonction d'atterrage jusqu'au poste de livraison RTE.

Dans la suite, les paramètres et compartiments concernant à la fois l'environnement maritime et terrestre sont indiqués par un liseré bleu en bordure droite de page.

1.2. Aires d'étude

En fonction des thématiques abordées et en s'appuyant sur le guide du MEDDE de 2012, plusieurs aires d'études sont définies pour ce projet :

- **L'aire d'étude immédiate du projet** : elle correspond à la zone d'emprise directe du projet, c'est-à-dire :
 - Concernant la partie maritime du projet : l'emprise des trois éoliennes et leurs ancrages, des câbles inter-éoliennes, du connecteur sous-marin et du câble de raccordement électrique sous-marin jusqu'à la zone d'atterrage ;
 - Concernant la partie terrestre du projet (raccordement électrique) : la chambre de jonction d'atterrage et le câble électrique souterrain jusqu'au poste électrique.
- **L'aire d'étude rapprochée** : elle inclut :
 - Concernant la partie maritime du projet :
 - la zone de concession du parc pilote (d'une surface de 0,78 km²), avec une zone tampon de 300 m ;
 - la zone de concession du raccordement électrique maritime, soit le corridor du câble sous-marin ;
 - Concernant la partie terrestre du projet : la zone de DUP² du raccordement électrique terrestre, soit le corridor du câble souterrain, avec une zone tampon de 20 m de part et d'autre du tracé du câble ;

² DUP : Déclaration d'utilité publique

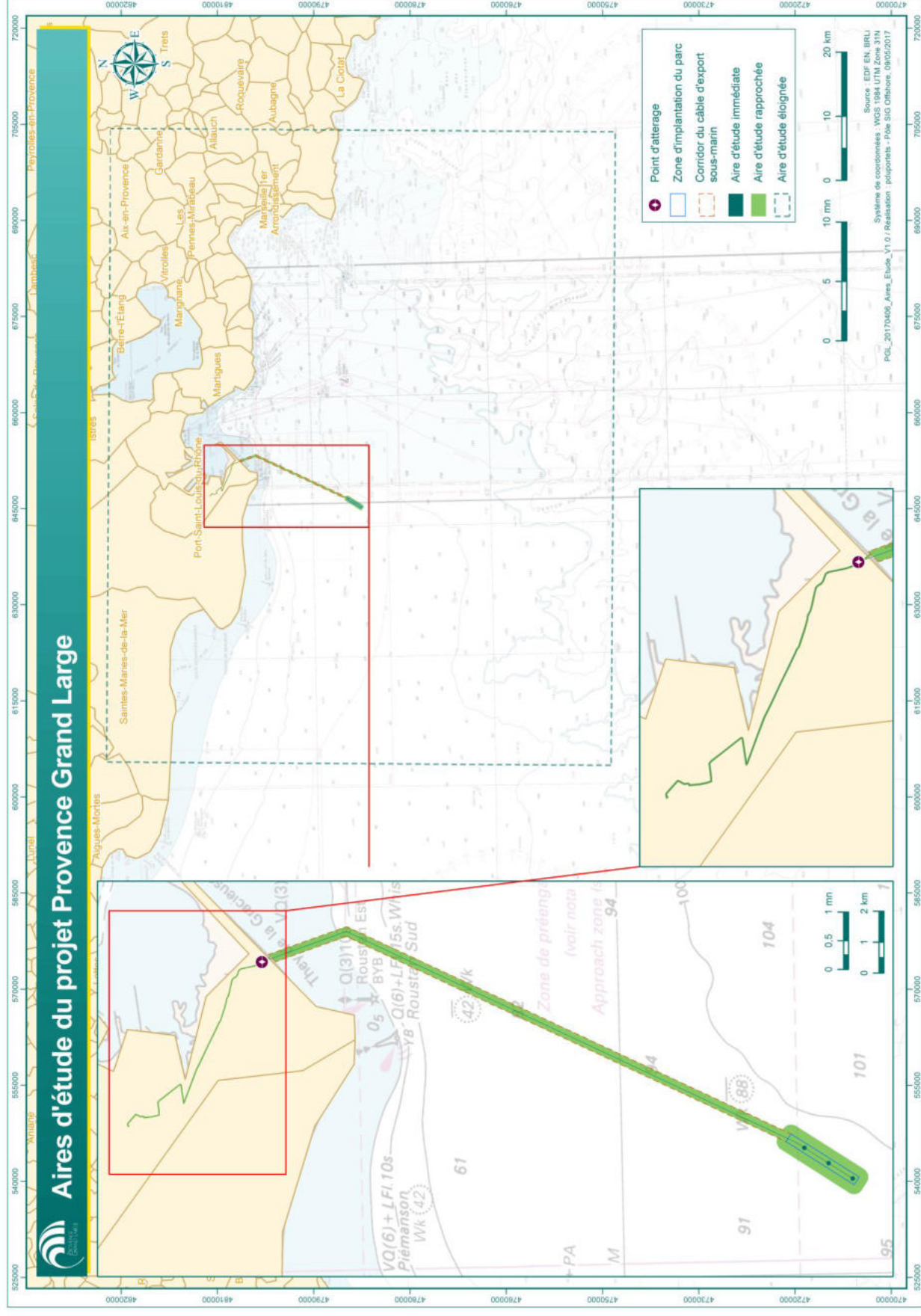
- **L'aire d'étude éloignée** : elle comprend le littoral du Golfe de Fos, depuis Marseille à l'est jusqu'à Saintes-Maries-de-la-Mer à l'ouest. En mer, elle intègre la zone couverte par les transects réalisés en avion (expertise de Biotope).

Pour l'établissement de l'état initial, la plupart des thématiques et compartiments récepteurs ont été caractérisés au niveau de l'aire d'étude éloignée. Cette échelle d'analyse permet en effet d'appréhender au mieux les enjeux du territoire.

Au vu du caractère pilote du projet, la définition d'une aire d'étude à l'échelle régionale n'est pas justifiée. Néanmoins, des aires d'études spécifiques ont été définies pour certains compartiments ou thématiques en particulier. Leur étendue peut aller au-delà de l'aire d'étude éloignée définie précédemment.

Les aires d'étude rapprochée et éloignée sont présentées sur la carte suivante.

Carte 1 : Aires d'études définies pour l'évaluation environnementale du projet



En fonction des thématiques abordées, les analyses mais aussi les niveaux de précision requis, nécessitent des échelles d'étude différentes (cf. tableau suivant). Les milieux naturels (habitats, faune et flore), les servitudes, la caractérisation des fonds (expertise biosédimentaire, présence d'obstructions, bathymétrie...), ont notamment été étudiés à l'échelle fine du périmètre rapproché ou immédiat.

Les limites du périmètre rapproché sont adaptées aux compartiments de l'environnement étudié. Il s'étend ainsi sur 10 m de part et d'autre de la route du câble pour les inventaires floristiques terrestres, sur 40 m de part et d'autre du tracé pour les inventaires réalisés sur les reptiles/amphibiens et insectes et jusqu'à 250 m de l'axe routier pour les observations de l'avifaune terrestre. L'étude des peuplements benthiques et des habitats marins se fera de la même façon à cette échelle d'emprise du projet

L'aire d'étude nécessite en revanche d'être élargie pour pouvoir appréhender l'analyse des usages maritimes (pêche professionnelle et quartiers maritimes concernés, trafic maritime, activités de tourisme et loisirs, l'étude de sécurité (dérive des éoliennes, trafic local, moyen de sécurité disponible...), le recensement des espaces naturels remarquables (Natura 2000 notamment les ZPS), l'étude des populations de mammifères marins ou d'avifaune marine (étant donné leur large rayon d'action) ou encore la problématique paysagère.

L'aire d'étude paysagère s'étend ainsi depuis les plages de Camargue jusqu'aux plages de Marseille en passant par le littoral de la Côte Bleue. De la même façon, l'étude de sécurité maritime a nécessité d'appréhender le trafic bien au-delà du Golfe de Fos et ses abords, notamment dans le cadre du recensement des moyens de sauvetage ou de l'évaluation des impacts (dérive...).

MILIEU PHYSIQUE			
Thématique / Paramètre	Périmètre immédiat	Périmètre rapproché	Périmètre éloigné
Climat	-	Caractérisation des vents dominants (direction et intensité)	Présentation des caractéristiques générales du climat à l'échelle régionale ou départementale
Hydrodynamisme	-	Caractérisation des courants et de l'agitation au droit du parc	Caractérisation générale des courants dominants, houles et marées (Fos-sur-Mer)
Bathymétrie	-	Campagnes bathymétriques sur l'emprise du projet	A l'échelle du plateau continental
Contexte géomorphologique et géologique	-	Connaissance de la géomorphologie et de la géologie des fonds au droit du projet (campagnes géophysiques sur site d'implantation et route du câble)	Connaissance de la géomorphologie et géologie régionales du littoral et des fonds marins
Contexte sédimentaire – caractérisation sédiments	Granulométrie et qualité physico-chimique des sédiments prélevés sur site	-	Caractéristiques sédimentaires du Golfe du Lion – cadre régional – Apports dans le delta du Rhône
Ressource en eau	-	Inventaire de la ressource en eau (cours d'eau, canaux, zones humides...), localisation des ouvrages (buses, captage...), périmètre de protection, etc,	Inventaire précis sur les usages liés à cette ressource Connaissance des entités des masses d'eaux superficielles et souterraines et des objectifs de bon état (Directive Cadre sur l'Eau),
Qualité des eaux marines	-	-	Qualification des eaux littorales (influence du Rhône, eaux de baignade...) Objectifs de bon état des masses d'eaux côtières
Qualité des sols	Caractérisation des pollutions potentielles	-	Identification des sites et sols pollués
Risques naturels	Inventaires précis des risques naturels (risques littoraux, inondation...) – Caractérisations de l'aléa et du risque (cf. plans de prévention des risques)	-	Connaissance de la nature des risques à l'échelle locale – Plan de prévention des risques (PPRI...)

Tableau 1 : Périmètres d'étude retenus pour les composantes du milieu physique

MILIEU VIVANT			
Thématique / Paramètre	Périmètre immédiat	Périmètre rapproché	Périmètre éloigné
Peuplements benthiques	Campagnes de caractérisation des biocénoses et peuplements benthiques sur site	-	Connaissance générale des biocénoses locales
Ressource halieutique	-	-	Connaissance des ressources halieutiques du Golfe du Lion et des zones clés du cycle de vie des espèces
Mammifères marins et tortues	-	-	Connaissance du contexte local et enjeux associés
Avifaune marine	-	-	Connaissance du contexte local et enjeux associés
Habitat, faune et flore terrestres	-	Inventaires des habitats, flore et faune – Identification des espèces remarquables	Campagnes d'observations en mer par bateau et par avion – Large échelle d'observation
Continuités écologiques	-	-	Connaissance des populations locales et des enjeux associés Observations en mer – Large échelle d'observation

Tableau 2 : Périmètres d'étude retenus pour les compartiments récepteurs du milieu vivant

PATRIMOINE ECOLOGIQUE, CULTUREL ET PAYSAGER			
Thématique / Paramètre	Périmètre immédiat	Périmètre rapproché	Périmètre éloigné
Zones d'inventaires et de protections environnementales	-	Inventaire des espèces animales et végétales protégées (mammifères marins, oiseaux, espèces végétales protégées et patrimoniales, etc).	Zones d'inventaires et de protections environnementales
Patrimoine historique et culturel	-	Inventaires des monuments classés ou inscrits et périmètres de protection associés	Patrimoine historique et culturel
Paysage	-	-	Contexte paysager – enjeux associés

Tableau 3 : Périmètres d'étude retenus pour le patrimoine, culturel et paysager

MILIEU HUMAIN			
Thématique / Paramètre	Périmètre immédiat	Périmètre rapproché	Périmètre éloigné
Démographie			Caractéristiques démographiques à l'échelle des communes de Port-Saint-Louis-du-Rhône et Fos-sur-Mer.
Contexte économique			Cadre économique local (industrie, activités portuaires, tourisme) à l'échelle du département, des communes de Port-Saint-Louis-du-Rhône et Fos-sur-Mer.
Pêche professionnelle		Evaluation des activités au sein de la zone de projet (métiers, effort de pêche...)	Caractérisation des activités locales (flotte, métiers, débarquements...)
Trafic maritime			Contexte du trafic en Méditerranée et dans le Golfe de Fos
Tourisme littoral et loisirs		Analyse exhaustive des activités et infrastructures	Moyens de surveillance et sauvetage en Méditerranée
Servitudes, réseaux	Inventaire précis des servitudes et réseaux en place		Caractérisation du trafic au large de Fos-sur-Mer (type de navires, trajectoires de navigation)
Document de gestion et d'orientation	Zonages du document d'urbanisme et réglementations associées (POS)		Cadre général des activités de tourisme et loisirs – Sites majeurs.
Risques technologiques	Inventaires précis sur zone	Caractérisation des risques pyrotechniques au large de Fos-sur-Mer	Inventaires des servitudes maritimes, aériennes et littorales
Autres projets			Connaissance de la planification et orientations de l'aménagement du territoire - Large échelle (SDAGE, PAMM, SCOT...), échelle départementale (DTA) ou communale (POS)

Tableau 4 : Périmètres d'étude retenus pour les compartiments récepteurs du milieu humain

2.MILIEU PHYSIQUE

Cette partie présente les différents paramètres et caractéristiques physiques du milieu au niveau de la zone du projet, au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône et du golfe de Fos.

PARTIE MARITIME

2.1.Climat

Le climat de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est typiquement méditerranéen ; il se caractérise par la sécheresse des étés qui succèdent à des hivers doux, humides et venteux.

2.1.1.Températures

Ce climat se singularise par une moyenne annuelle des températures assez élevée (14°C), des hivers peu rigoureux, mais marqués par la manifestation, assez fréquente à l'échelle du siècle, de vagues de froid (- 16,8°C en 1956 et -12,4°C en 1985). Les températures moyennes minimales sont comprises entre 3 et 6°C en janvier et 18 et 20°C en juillet. Les maximales sont comprises en moyenne entre 11 °C en janvier et 30°C en juillet.

L'ensoleillement est très régulier avec une insolation supérieure à 1 000 heures pendant l'été.

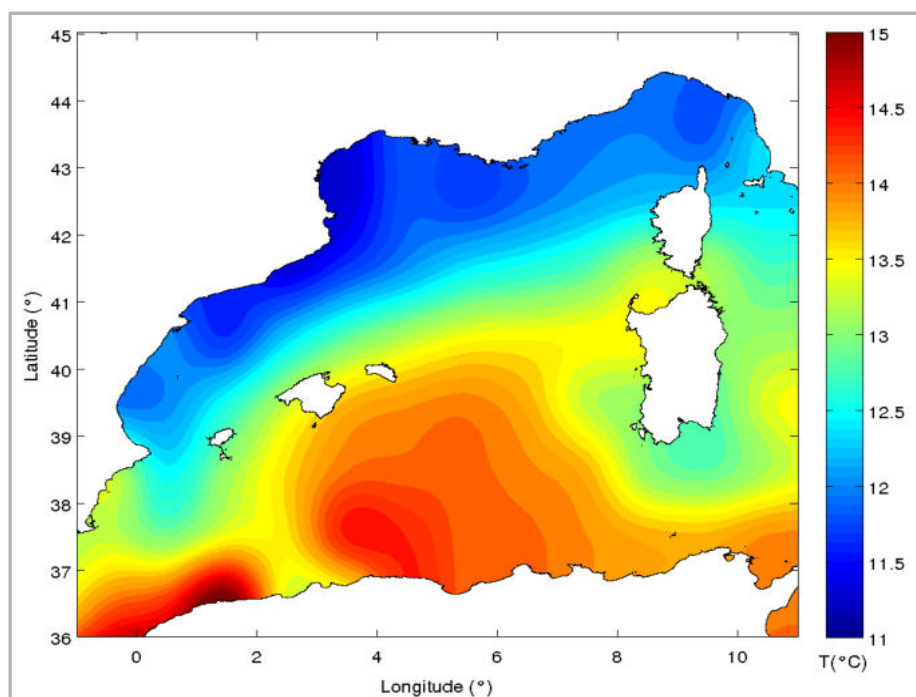


Figure 1 : Température à la surface de l'eau – Mer Méditerranée (Source : ECCO, 2009)

2.1.2. Précipitations

La pluviométrie annuelle est faible, s'élevant à environ 600 mm/an (station d'Istres). Les pluies sont particulièrement importantes en automne et au printemps, apparaissant sous forme d'averses orageuses de courte durée et de forte intensité avec une grande variabilité interannuelle. Près de 40 % de l'ensemble des précipitations se produisent en automne. Ce régime de précipitations favorise des épisodes de crues et le ruissellement à l'origine des phénomènes d'érosion.

2.1.3. Vent

Contexte général

Le bassin ouest de la mer Méditerranée est caractérisé par l'alternance de longues périodes de conditions calmes avec des épisodes de vents violents.

La particularité de cette zone est étroitement liée à la topographie des reliefs avoisinants (massifs montagneux avec vallées formées par les rivières), à leurs conditions océanographiques et à leurs rôles de régulation thermique. En effet, la chaleur absorbée par la mer durant le printemps et l'été est restituée dans l'atmosphère en automne ce qui génère des vents violents.

Dans le territoire de l'ouest des Bouches-du-Rhône, le relief, la proximité du couloir du Rhône, du littoral et de l'étang de Berre ont ainsi une incidence sur les régimes de vents. Quatre situations caractéristiques prédominent sur le territoire :

- des vents modérés à forts en provenance du secteur ouest, nord/ouest (Mistral) ;
- des vents modérés de secteur est et sud/est ;
- des périodes anticycloniques avec vents faibles à nuls de flux nord/est ;
- des régimes de brises alternées nord/est puis sud/ouest en période estivale.

La zone d'implantation du projet est exposée à deux régimes de vent dominants (parmi ceux cités ci-avant) :

- Le Mistral, venant du secteur ouest-nord/ouest, largement dominant en fréquence et intensité (généralement entre 10 et 20 m/s), causé par la pénétration de l'air froid dans la mer Méditerranée par la vallée du Rhône. Ce vent peut être très fort et instable. Le Mistral souffle dans ce secteur en moyenne 110 jours par an avec des vitesses variant selon les saisons (vitesse moyenne en été de 36 à 54 km/h ; vitesse maximale en hiver de l'ordre de 130 km/h). Sa vitesse dépasse fréquemment 50 km/h, pouvant atteindre 150 km/h en pointe. Ces vents sont à l'origine d'une décote du niveau marin moyen ;
- Les vents de secteur est/sud-est, comme le Levant et le Marin. Ces vents sont moins fréquents (généralement entre 10 et 20 m/s), mais peuvent également être très forts. Ces vents génèrent de grands courants côtiers et participent au transport sédimentaire.

Le vent est un facteur essentiel expliquant la dispersion des polluants ou la dynamique des systèmes sableux littoraux (ensemble plage émergée, dune, lagunes). Il participe à l'engraissement du They de la Gracieuse, refermant le Golfe de Fos.

Ce secteur au large du littoral de Camargue présente un réel potentiel éolien. Le potentiel est particulièrement important en s'éloignant des côtes : la vitesse moyenne annuelle du vent dans la zone de projet avoisine les 9,5-10 m/s, à 90 m au-dessus du niveau moyen de la mer (voir carte suivante).

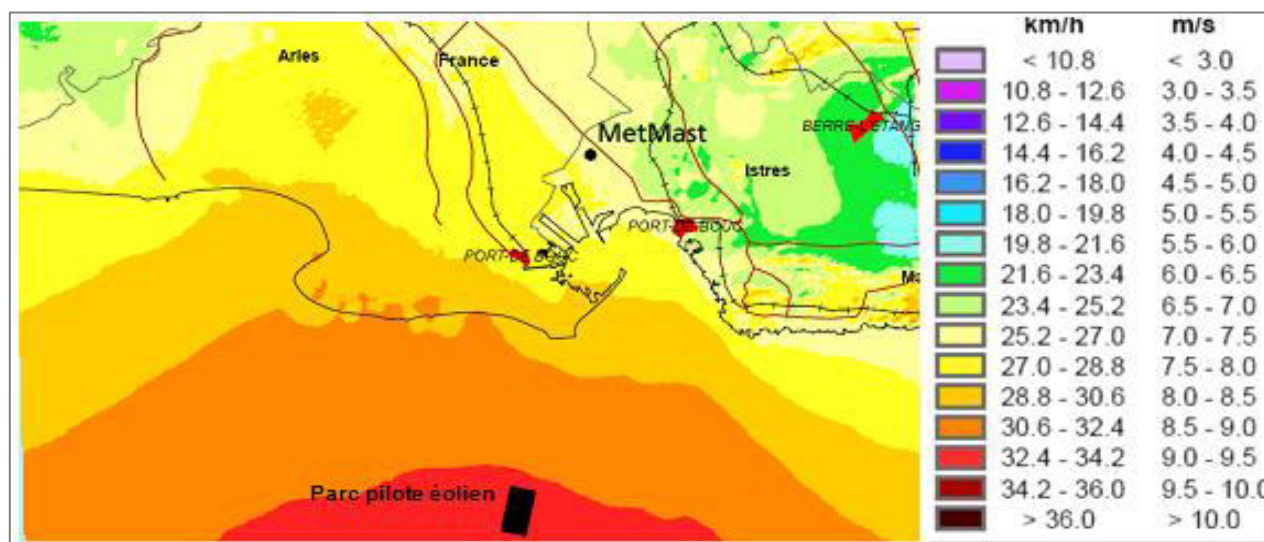


Figure 2 : Vitesse annuelle du vent à 90 m (Source : Meteosim Truewind, 2010)

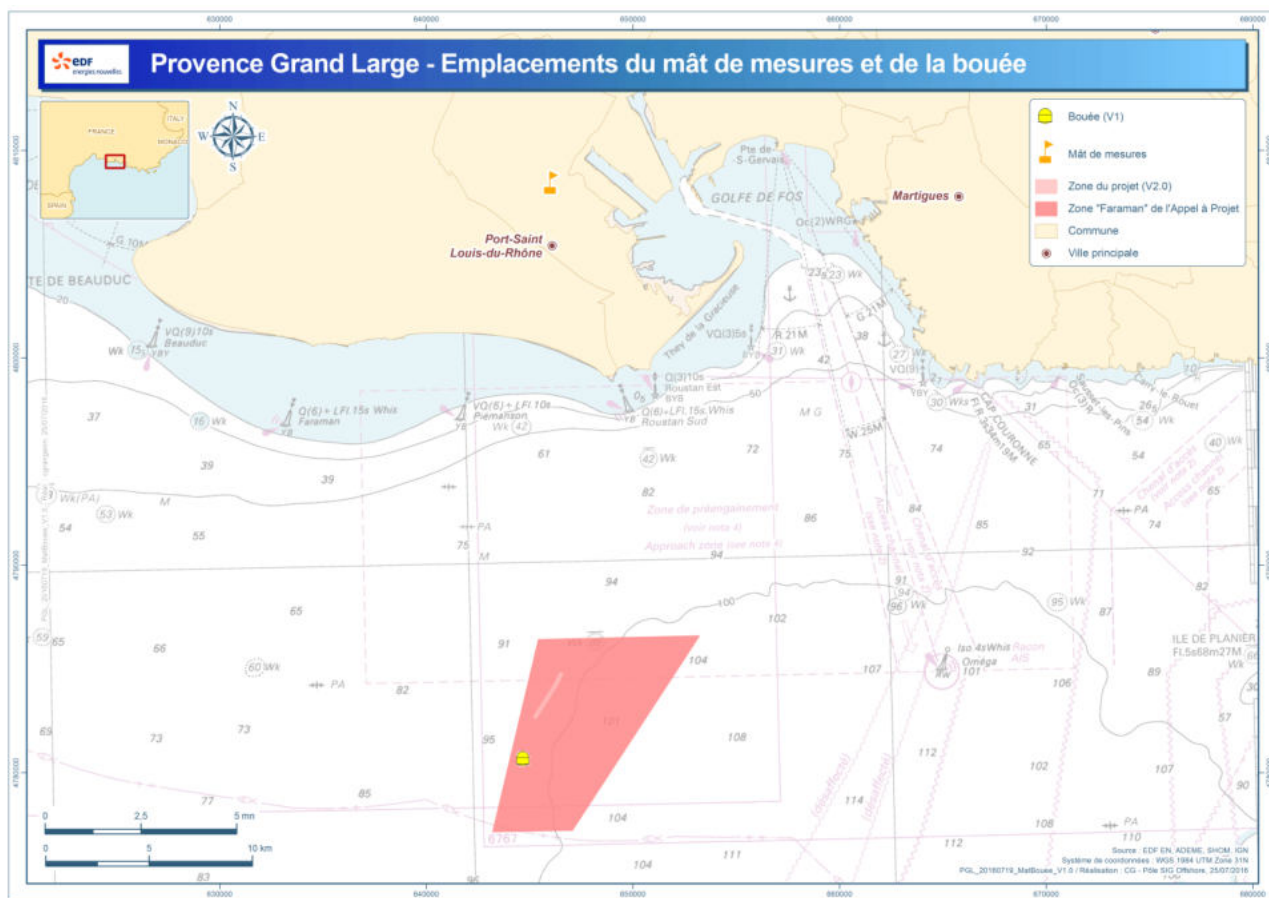
Mesures *in situ* au niveau de la zone du projet

Le maître d'ouvrage réalise des mesures de vent en mer et sur le littoral au droit du projet depuis 2014.

Deux systèmes de mesures de vent *in situ* ont ainsi été installés :

- un mât de mesures, implanté à Fos-sur-Mer,
- une bouée de mesures, localisée à proximité de la zone d'implantation du parc pilote en mer.

La localisation de ces systèmes, précisée sur la carte suivante, a été définie de manière à disposer de mesures de vent de qualité et représentatives des conditions sur la zone du projet.



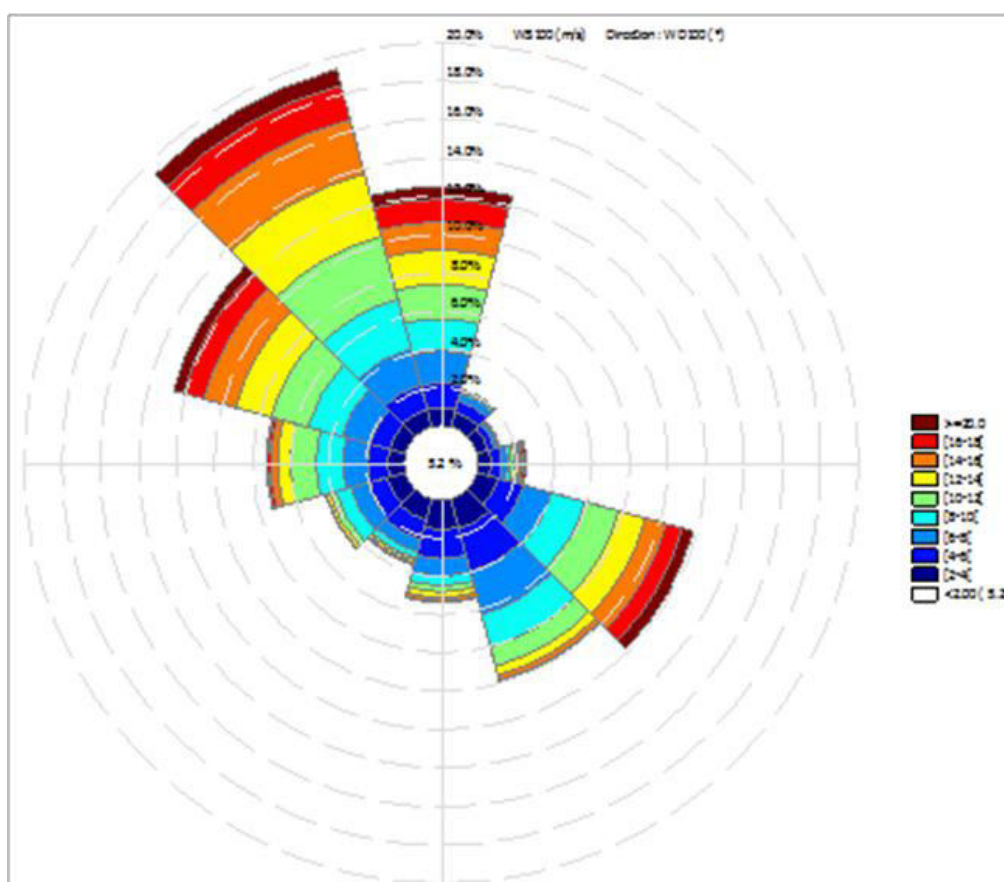
Carte 2 : Localisation des deux points de mesures de vent

Les données du mât de mesures de vent et de la bouée de mesures océano-météorologiques ont été analysées et exploitées par les experts en modélisation atmosphérique du bureau d'études d'EDF Energies Nouvelles. Ces mesures sont confrontées aux sorties de deux modèles méso-échelle WRF (*Weather Research & Forecasting model*), développés par Vortex pour l'un et par Actimar pour l'autre. C'est à partir de ces modèles méso-échelle WRF, ajustés grâce aux mesures réelles *in situ*, que le vent est estimé sur site.

Les caractéristiques du gisement éolien du site d'implantation ont été définies sur la base de cette modélisation méso-échelle. Elles sont présentées dans le tableau suivant.

Gisement éolien estimé sur site à 105 m MSL ³	
Vitesse moyenne long terme	9,3 m/s
Gradient de vent	0,09
Vitesse de vent extrême (10 min) avec une période de retour de 50 ans	46,5 m/s
Densité de l'air	1,21 kg/m ³

Tableau 5 : Caractéristiques du gisement éolien


Figure 3 : Rose des vents à 100 m de hauteur, obtenue par modélisation (données 1996-2015)
(Source : Actimar, 2016)

Les vents présents sur la zone de projet viennent essentiellement de deux directions :

- du nord-ouest, associés au Mistral ;
- du sud-est, associé au Marin.

Les vitesses mensuelles moyennes varient de 6,5 m/s en été à 8,6 m/s en hiver, à 10 m au-dessus du niveau de la mer. Elles varient entre 8,0 m/s en été et 10,3 m/s en hiver, à 100 m au-dessus du niveau de la mer.

³ MSL : Mean Sea Level

2.2. Bathymétrie, nature des fonds et géologie

Une reconnaissance des fonds a été effectuée au niveau de la zone d'implantation du projet et du tracé de câble de raccordement maritime, grâce à plusieurs campagnes de mesures géophysiques, en particulier par la société iXSurvey en 2013 :

- **La morphologie et la topographie des fonds** ont fait l'objet d'un levé au sondeur multifaisceaux R2Sonic 2024 (fréquence d'acquisition de 400 kHz) ;
- **La nature des fonds** a été appréhendée à l'aide d'un sonar à balayage latéral (sonar SHADOWS, fréquence d'acquisition de 100 kHz) : ce dernier permet d'obtenir une image acoustique des fonds, qui révèle les structures géologiques et la présence d'obstructions (objets, épaves, etc.). Les résultats sont complétés par des analyses granulométriques de prélèvements de sédiments superficiels (par iXSurvey, ainsi que par la société In Vivo, 2013) ;
- **Les caractéristiques géologiques du sous-sol** ont été déterminées grâce à un levé sismique Très Haute Résolution (THR) : le sondeur à sédiments (iXBlues Echoes 3500) a notamment permis de caractériser le sédiment et de connaître l'épaisseur de la couverture sédimentaire.

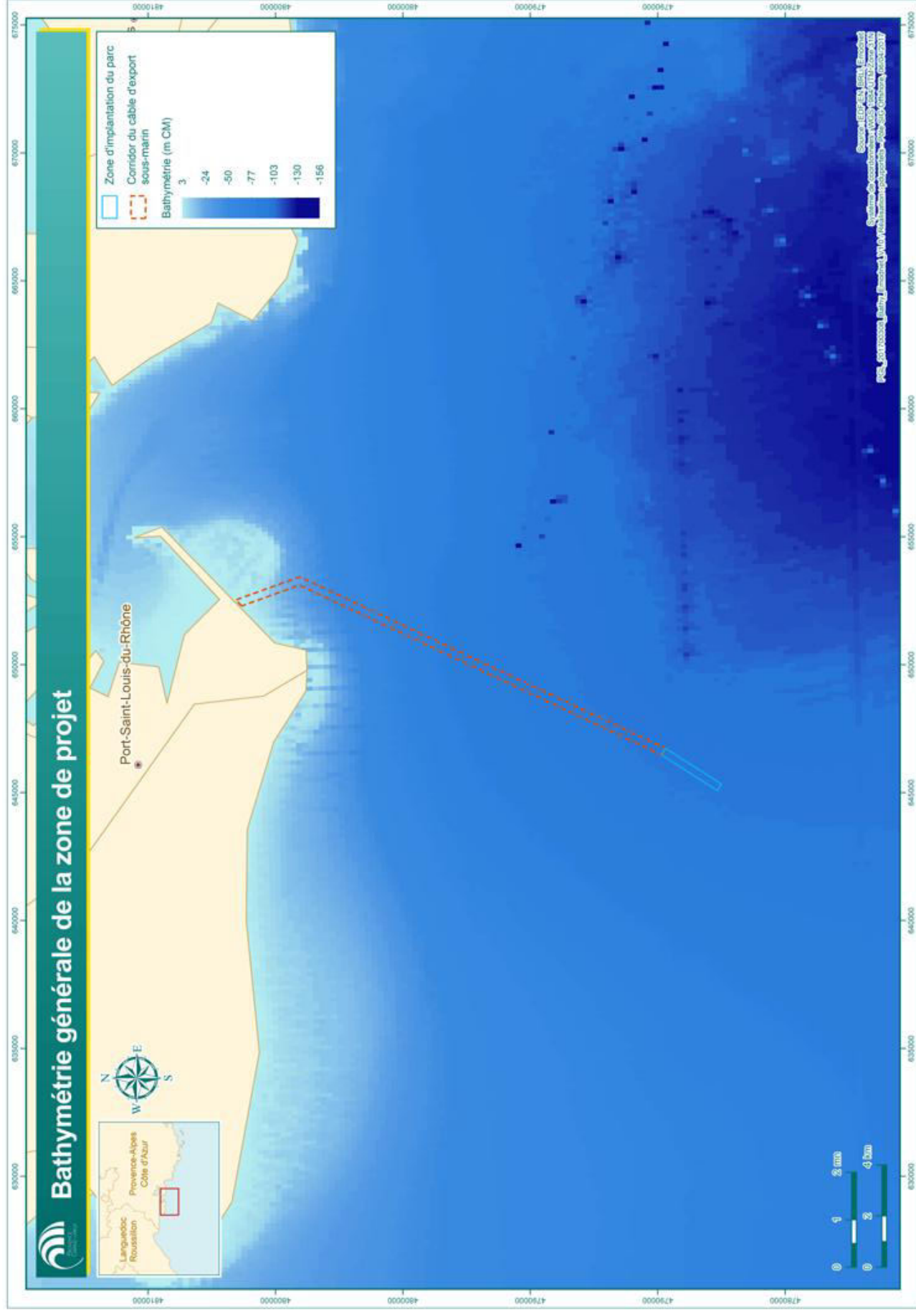
2.2.1. Bathymétrie et morphologie des fonds

2.2.1.1. Plateau continental du Golfe du Lion

Le plateau continental du golfe du Lion, limité par l'isobathe 200 m, s'étend de 15 à 45 milles nautiques au large (voir Carte 3). La pente générale est très douce et ne présente pas d'irrégularité particulière. Au large du secteur de Port-Saint-Louis-du-Rhône, l'isobathe 100 m, très sinueuse, passe à 7 milles au niveau de l'embouchure du Rhône. Au-delà du plateau continental, les fonds sont irréguliers et forment de profondes vallées sous-marines (canyons).

La zone d'implantation du projet (parc pilote et câble d'export) concerne le domaine interne de la plateforme du golfe du Lion, comprise entre 0 et 100 m. Celui-ci est caractérisé par une morphologie lisse, des isobathes parallèles entre elles et régulièrement espacées.

La zone au large de l'estuaire du Rhône dépassant les 100 m de profondeur (domaine central) présente une morphologie « rugueuse », qui traduit la présence de sédiments anciens remaniés par des phénomènes d'érosion continentale ou sous-marine.



2.2.1.2.Zone du projet

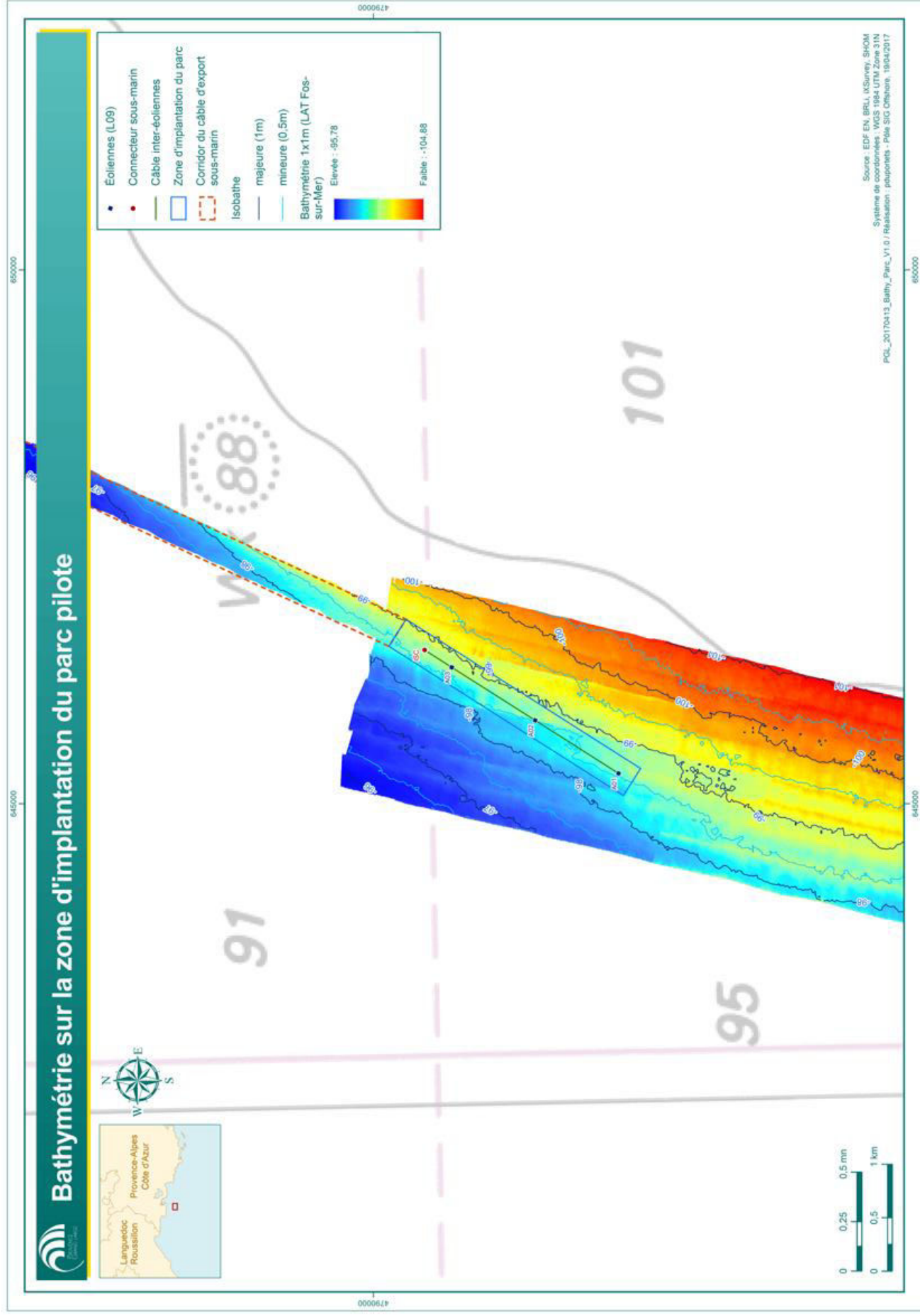
Une première campagne de reconnaissances bathymétriques (6 transects) a été menée dès novembre 2012 par le bureau d'études iXSurvey sur une zone d'étude de 14 km² (7 km x 2 km). La surface prospectée est caractérisée par un gradient bathymétrique avec une pente régulière d'ouest en est.

Des levés géophysiques complémentaires ont été réalisés en août 2013, afin de caractériser plus précisément la bathymétrie de la zone d'implantation du parc pilote et du tracé du câble d'export.

La zone d'implantation du parc pilote est caractérisée par une bathymétrie relativement plane et régulière. Une légère pente de 0,2 % est observée sur la zone est-sud/est. La profondeur d'eau sous le LAT⁴ s'étend de 96,4 m au nord/ouest de la zone prospectée à 101,4 m sur la partie est (voir Carte 4 et Carte 5).

Le long de la route du câble d'export, la pente est également régulière et s'établit entre 23 m et 100 m (voir Carte 4).

⁴ LAT : *Lowest Astronomical Tide* = Plus basse mer astronomique



Carte 5 : Bathymétrie de la zone d'implantation du parc pilote

Les coefficients des pentes le long de la route du câble de raccordement maritime sont donnés sur la figure qui suit :

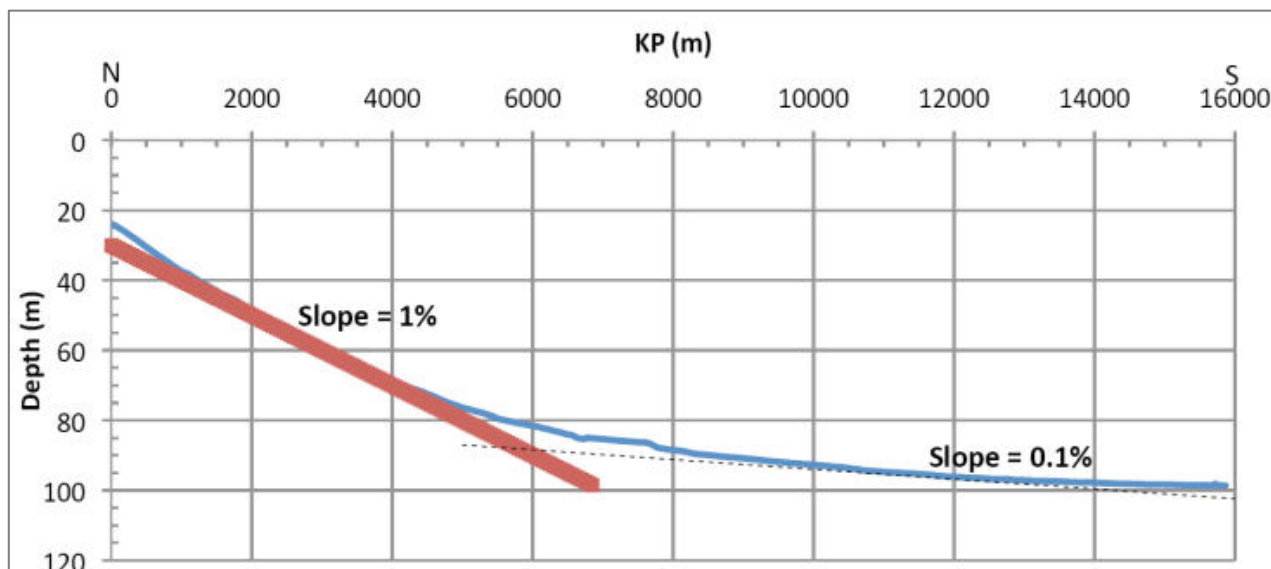


Figure 4 : Pentes calculées sur la bathymétrie de la route du câble d'export

2.2.2. Géologie

Les conditions de sols au niveau du site d'implantation du parc pilote en mer et câble d'export ont été définies à l'aide des campagnes sismiques réalisées en 2013.

Zone d'implantation du parc pilote

Le fond marin au niveau de la zone du projet est constitué de dépôts sédimentaires successifs liés à l'élévation du niveau de la mer. Les 30 premiers mètres de dépôt, datés de l'Holocène (Quaternaire), recouvrent la base acoustique (U1000) définie par la discontinuité D100, qui correspond au toit du Pleistocène (Quaternaire). Dans le nord de la zone, l'épaisseur des sédiments de l'Holocène décroît de 40 à 20 mètres. Les dépôts de l'Holocène se sont mis en place selon deux types d'environnements marins :

- Les séquences profondes (U100---200 et U400---500) se sont déposées durant une période combinant un faible taux d'élévation du niveau de la mer et à un fort taux de sédimentation provenant du Rhône ;
- A l'opposé, les séquences de surface (U700, U900 et U1000) sont associées à des conditions de faible énergie environnementale suggérant une faible élévation du niveau de la mer associée à un faible taux de sédimentation. Ces faciès homogènes peuvent être interprétés comme dépôts sableux.

La description des divers faciès sismiques est détaillée dans le tableau suivant. La figure qui suit présente les différentes unités sédimentaires définies sur la zone.

Unité sismique et discontinuité	Description du facies sismique	Conditions de dépôt
<i>Fond marin</i>		
U1000	Facies homogène, réflecteurs sub-horizontaux et sub-parrallèles de faible amplitude	Dépôts de progradation Conditions environnementales de faible énergie à stable
D1000	<i>Discontinuité concordante</i> <i>Réflecteur gris légèrement ondulé</i>	
U900	Variation latérale de facies Réflecteurs sub-horizontaux et sub-parrallèles localement chaotiques, d'amplitude modérée	Dépôts de progradation Conditions environnementales de faible énergie à stable
D900	<i>Discontinuité discordante, surface d'érosion</i> <i>Réflecteur épais sub-horizontale de forte amplitude</i>	<i>Probablement surface</i> <i>d'inondation</i>
U700	Réflecteur interne épais sub-parrallèle de forte amplitude	Dépôts de progradation
D700	<i>Discontinuité discordante, surface d'érosion</i> <i>Horizon diffus et de forte amplitude</i>	<i>surface d'inondation</i>
U500-400	Présence de clinoformes en pente douce orientée vers le Nord. Biseau de progradation à la base et troncature d'érosion au toit	Dépôts de progradation
D400	<i>Discontinuité discordante, surface d'érosion</i> <i>Horizon de forte amplitude en pente douce en deux</i> <i>marches</i>	<i>surface d'inondation</i>
U100-200	Présence de clinoformes en pente douce orientée vers le Nord. Biseau de progradation à la base et troncature d'érosion au toit	Dépôts de progradation
D100	<i>Discontinuité discordante, surface d'érosion</i> <i>Horizon de forte amplitude</i>	<i>Toit du Pleistocène,</i> <i>Surface de</i> <i>transgression</i>
U000	Limite de pénétration acoustique Facies bruité et chaotique	

Tableau 6 : Unités sismiques et discontinuités sur la zone d'installation du parc éolien (Source : IXSurvey, 2013)

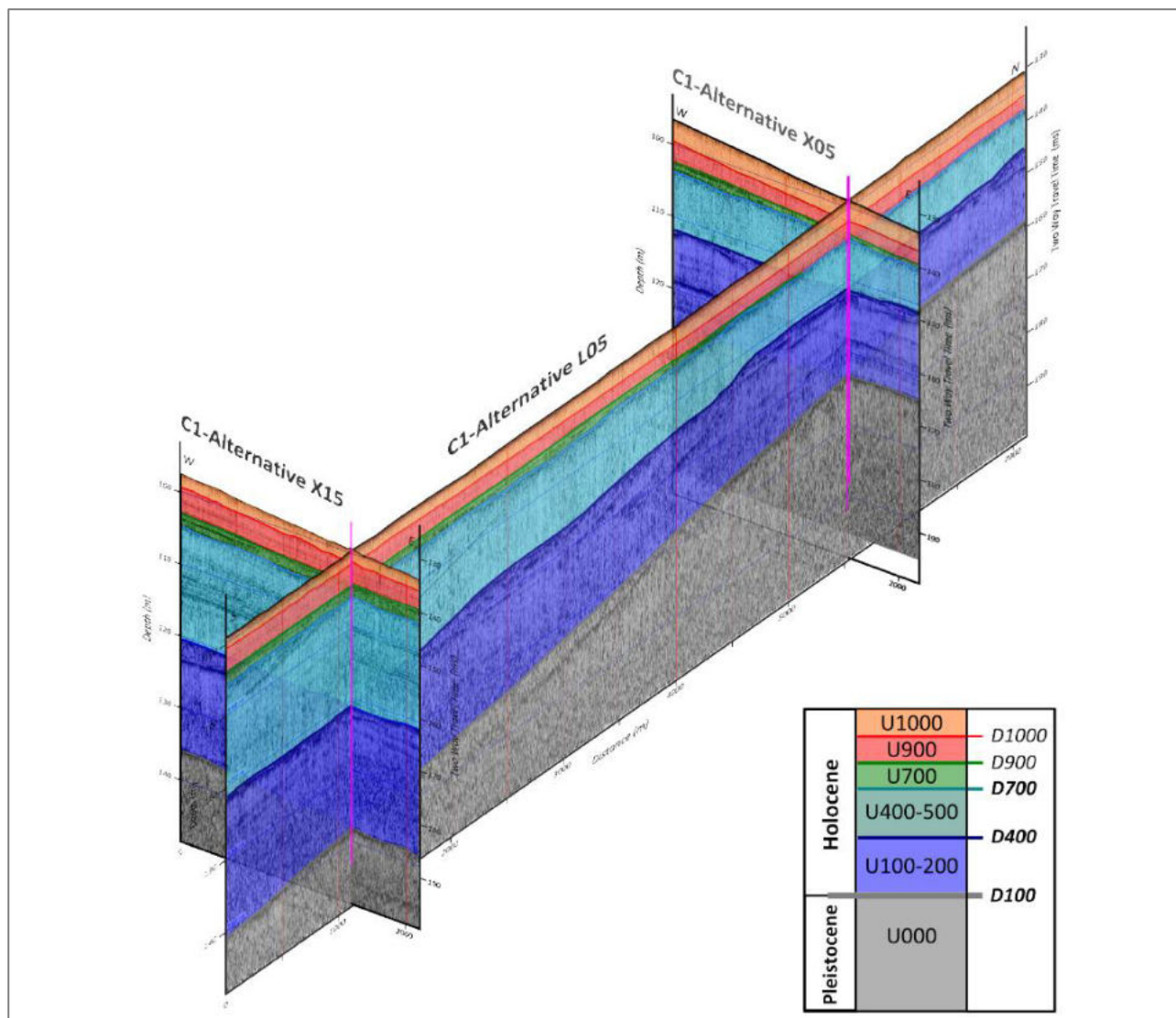


Figure 5 : Vue en perspective de l'interprétation des lignes sismiques (L05 et cross X05 et X15) sur le site d'implantation du parc éolien (Source : IXSurvey, 2013)

Les propriétés mécaniques des sols rencontrés sur le site ont pu être déterminées suite à une campagne géotechnique réalisée en septembre 2014 par la société Igeotest.

Sur site, 4 essais pénétrométriques (CPT) allant jusqu'à 20 m de profondeur) et 1 sondage avec récupération (jusqu'à 7,7 m de profondeur) ont été réalisés. Les carottes récupérées dans les 6 premiers mètres sont principalement composés d'argiles très molles. Les profils CPT plus profonds montrent deux unités géotechniques distinctes.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques géotechniques des unités rencontrées.

Profondeur	Nature
0 - 6 m	Argiles très molles
6 - 20 m	Limons argilo-sableux

Tableau 7 : Caractéristiques géotechniques du site d'implantation du parc pilote

Corridor du tracé du câble maritime

L'analyse géologique sur la route du câble d'export fait apparaître deux zones bien distinctes, avec notamment une partie Nord présentant des profils sismiques caractérisés par des masques acoustiques.

La figure suivante présente le profil sismique (données interprétées) réalisé sur le corridor et qui met en évidence les diverses unités géologiques.

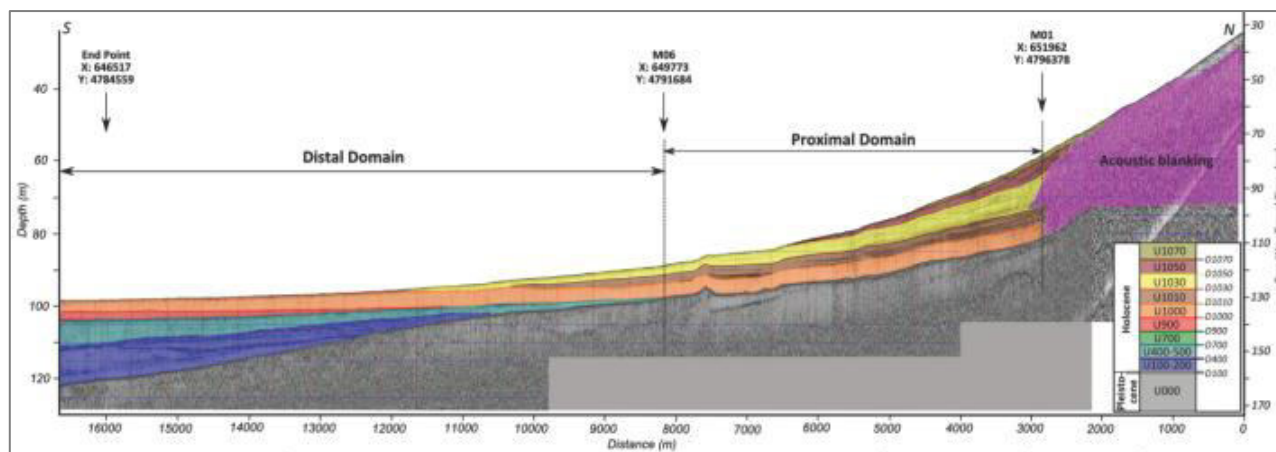


Figure 6 : Interprétation sismique sur la route de câble (Source : iXSurvey, 2013)

Les faciès observés et représentés sur la figure précédente sont précisés dans les tableaux suivants :

Distal domain / Domaine distal KP16 (X:646517;Y:4784559) to M06 (X:649773;Y:4791684)	
U1000	Facies homogène, réflecteurs sub horizontaux et sub-parrallèles de faible amplitude, épaississant vers la cote
D1000	<i>discontinuité concordante</i>
U900	variation latérale de facies Réflecteurs Sub-horizontaux et sub-parallèles, localement chaotiques, d'amplitude modérée
D900	<i>Discontinuité discordante, surface d'érosion</i>
U700	Épaisseur interne sub-parrallèle, réflecteurs de forte amplitude
D700	<i>Discontinuité discordante, surface d'érosion</i>
U500-400	Présence de clinoformes en pente douce orientée vers le Nord. Biseau de progradation à la base et troncature d'érosion au toit
D400	<i>Discontinuité discordante, surface d'érosion</i>
U100-200	Présence de clinoformes en pente douce orientée vers le Nord. Biseau de progradation à la base et troncature d'érosion au toit
D100	<i>Discontinuité discordante, surface d'érosion</i>
U000	Limite de pénétration acoustique

Tableau 8 : Unités sismiques et discontinuités sur la zone la plus au large du corridor de câble

Proximal domain / Domaine proximal M06 (X:649773;Y:4791684) to M01(X:651962;Y:4796378)	
U1070	Réflecteurs interne de forte amplitude, unité subparallèle épaisse
D1070	Discontinuité concordante
U1050	Amplitude généralement faible, alternance de réflecteurs interne sub-parrallèles alternant forte et faible amplitude
D1050	Discontinuité concordante
U1030	Modèle alternant des réflecteurs internes épais sub-parrallèles de forte et faible amplitude
D1030	Discontinuité concordante
U1010	Modèle alternant des réflecteurs internes fins sub-parrallèles de forte et faible amplitude
D1010	Discontinuité concordante
U1000	Facies de très faible amplitude. Réflecteur interne sub-horizontaux et sub-parrallèle
D100	Discontinuité concordante, <i>surface d'érosion</i>
U000	Limite de pénétration acoustique

Tableau 9 : Unités sismiques et discontinuités sur la zone proche de la cote du corridor de câble

Zone littorale

La région de Port-Saint-Louis-du-Rhône est bordée :

- à l'ouest par le Delta du Rhône formé de sédiments quaternaires (essentiellement des cailloutis et des sables recouverts de dépôts tourbeux et limoneux plus récents),
- et au nord par la plaine de la Crau.

Le golfe de Fos et ses abords ont été formés par les apports des anciens bras du Grand Rhône, alluvions du delta du Rhône à faciès sableux. Les périodes de progradation et de régression de l'Holocène (période de l'ère Quaternaire) ont façonné le littoral.

En bordure du fleuve le Rhône, et notamment au niveau de son delta, les cailloutis sont recouverts de dépôts tourbeux et limoneux plus récents issus de dépôts successifs, donnant une zone marécageuse. L'épaisseur des alluvions graveleuses peut aller jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de Port-Saint-Louis-du-Rhône vers Fos-sur-Mer. Des volumes considérables de sables fins et de sables vaseux ont été extraits et déposés sur l'ensemble de la région lors du creusement des darses du complexe industriel et portuaire de Fos-sur-Mer. Ils ont souvent été recouverts en surface de cailloutis de Crau afin de stabiliser les sols des zones industrielles. Localement, des sables limoneux peuvent par conséquent être rencontrés et occuper/comblent des zones dépressionnaires au sein de ces cordons alluvionnaires.

2.2.3. Nature des fonds

Zone d'implantation du parc pilote et corridor du câble d'export en mer

La nature des fonds marins au sein de l'aire d'étude est largement représentée par des dépôts fins de la bande de sédiments fins cohésifs (vases circalittorales). L'interprétation de la mosaïque acquise par sonar latéral permet d'identifier des faciès gris foncé sur l'ensemble de la zone sondée. Ce faciès peut être interprété comme un sédiment homogène. De nombreuses traces de chalut sont visibles et confirment l'aspect fin du sédiment.

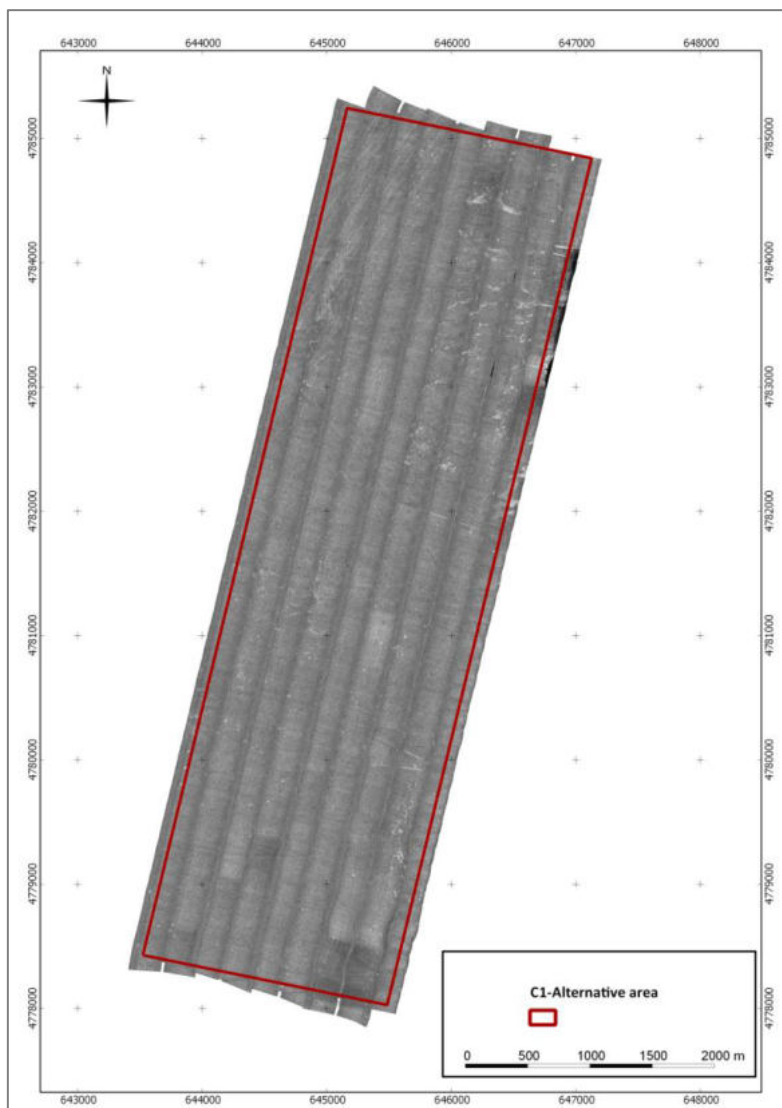


Figure 7 : Mosaïque sonar de la zone d'implantation du parc pilote (Source : IXSurvey, 2013)

Cinq prélèvements de sédiments au sein de cette zone d'étude ont permis de caractériser les matériaux : il s'agit d'une vase fine homogène. L'expertise hydrosédimentaire menée par le bureau d'études In Vivo confirme la nature vaso-argileuse des sédiments de surface prélevés à la benne (voir localisation des points de prélèvements sur la



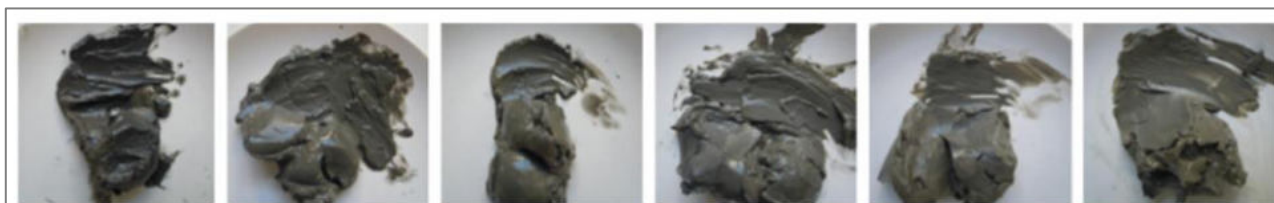
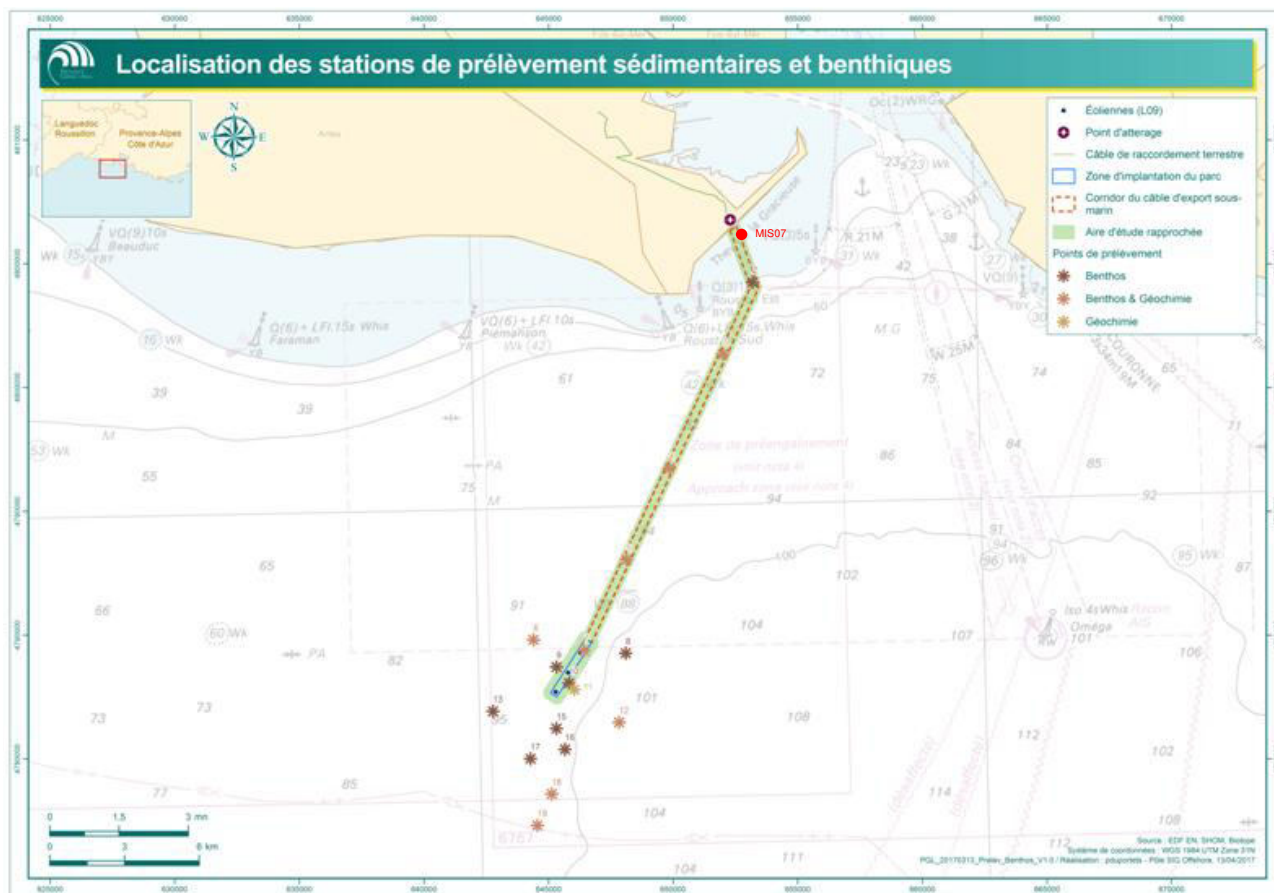
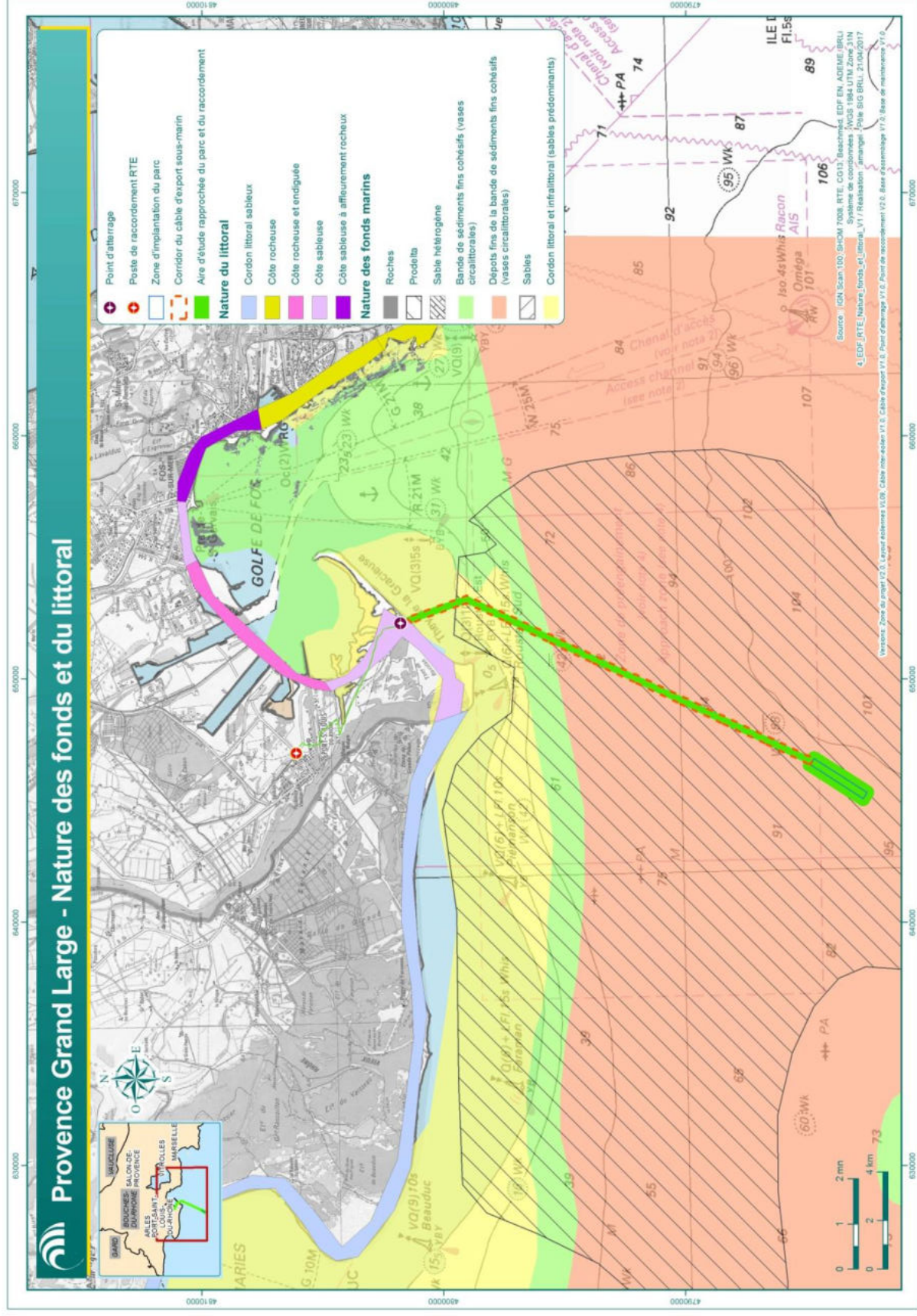


Figure 8 : Aspect morphoscopique des sédiments (@ In Vivo)

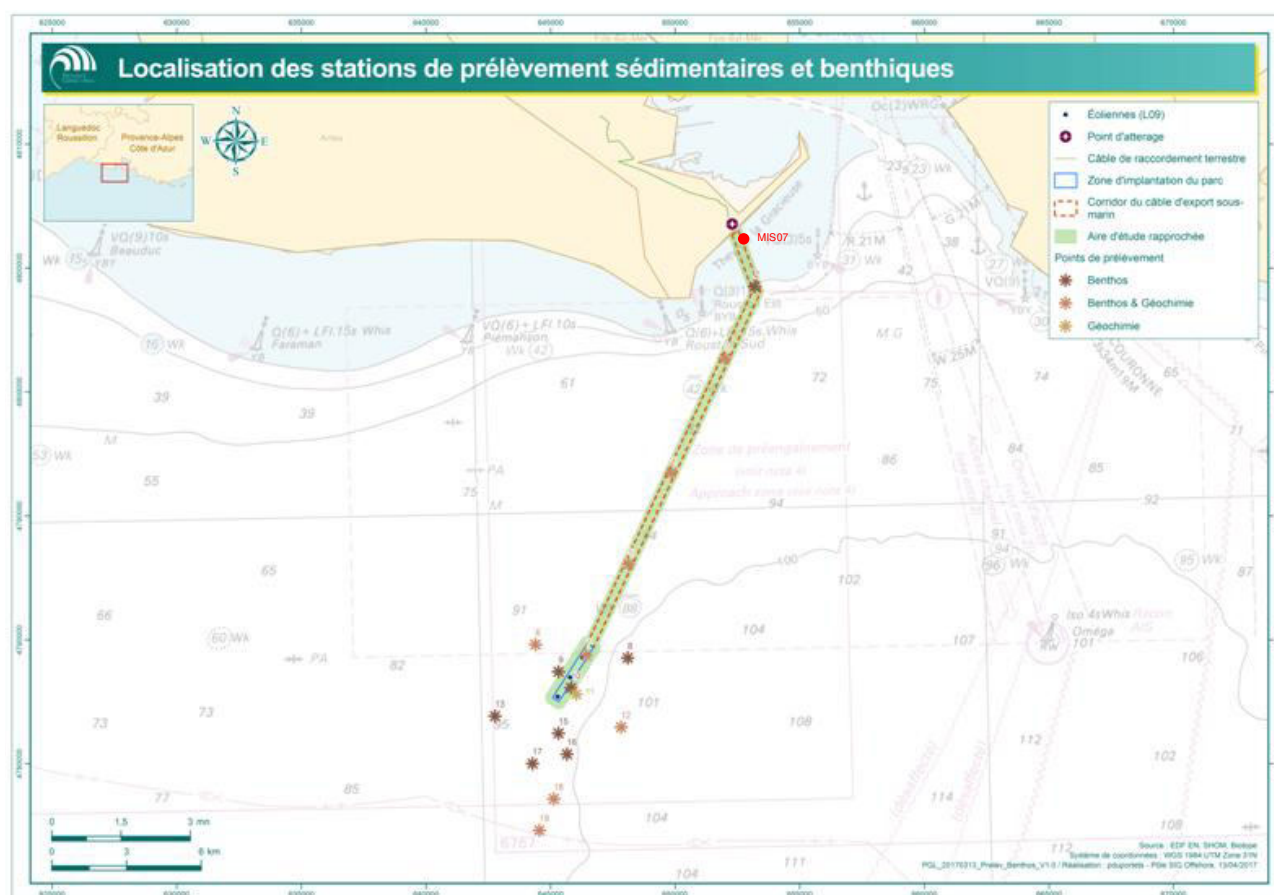
En ce dirigeant vers le littoral, ces sédiments fins cohésifs font place au cordon littoral et infralittoral, caractérisés par des sables prédominants (voir carte suivante).



Carte 6 : Nature des fonds de la zone d'étude

2.2.4. Granulométrie des sédiments

Une campagne de prélèvements de sédiments a été réalisée au niveau de la zone de projet par la société In Vivo en 2013. Ces prélèvements ont fait l'objet d'analyses granulométriques. Le plan d'échantillonnage est donné sur la carte suivante.



Carte 7 : Localisation des stations de prélèvements sédimentaires et benthiques (Source : In Vivo, 2013)

Les analyses réalisées dans le cadre de l'étude ont également été interprétées en utilisant les données acquises dans le cadre du Réseau National d'Observation (RNO) géré par Ifremer, qui permet de disposer d'éléments de comparaison avec des analyses effectuées sur les sédiments méditerranéens. Les campagnes ont été menées de 1994 à 1996. Compte tenu de la stabilité des fonds dans le secteur, les données de géochimie acquises par In Vivo en 2013 restent aujourd'hui valables. Un état des lieux sera réalisé avant travaux.

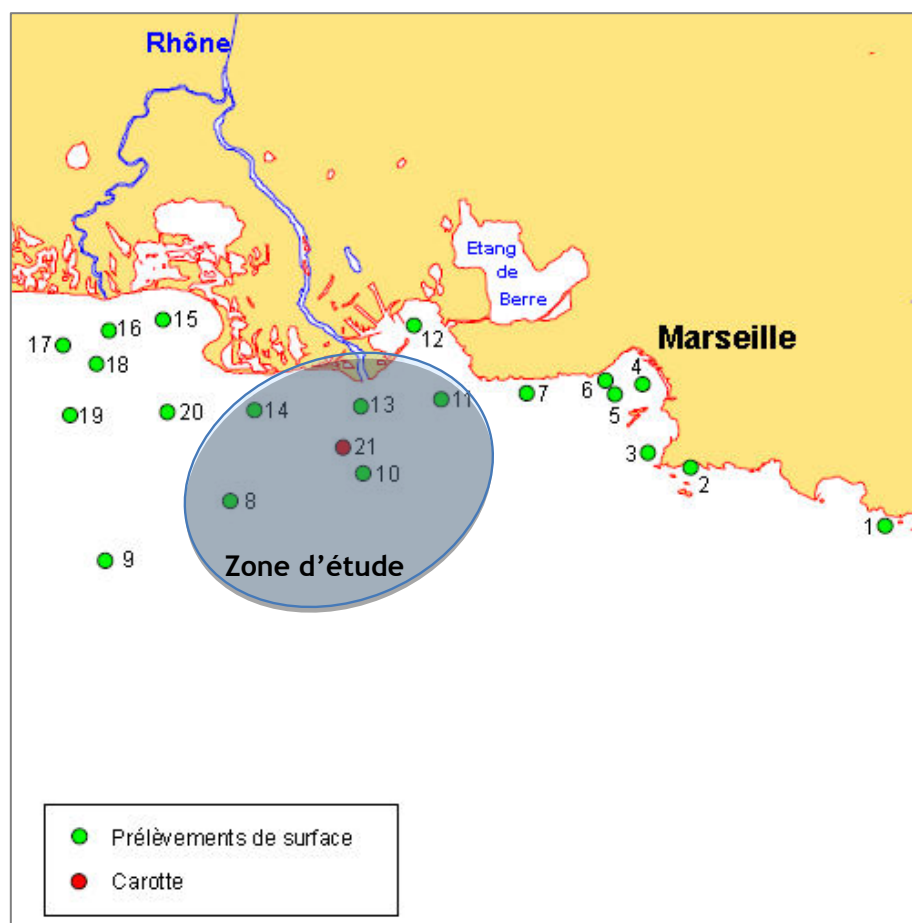


Figure 9 : Localisation des points de prélèvements du RNO lors de la campagne de 1994
(Source : Ifremer, 1998)

La granulométrie peut être exprimée selon la classification suivante :

Dénomination	Classe	Diamètre des grains
Vases	Colloïdes	< 0,12 μm
	Précolloïdes	0,12 - 4 μm
	Silts	4 - 63 μm
Sables	Sables très fins	63 - 125 μm
	Sables fins	125 - 250 μm
	Sables moyens	250 - 500 μm
	Sables grossiers	500 - 1000 μm
	Sables très grossiers	1 - 2 mm
Graviers, galets et blocs	Graviers	2 - 20 mm
	Galets	20 - 200 mm
	Blocs	> 200 mm

Tableau 10 : Classification granulométrique générale

L'ensemble des sédiments prélevés sur la zone d'étude est constitué de vases (diamètre <63 µm).

La taille médiane des sédiments récoltés au cours de la campagne est sensiblement équivalente sur l'ensemble des stations échantillonnées (voir figure suivante). Elle est néanmoins légèrement supérieure au niveau des points MIS07 et PGL3. Ainsi, le diamètre des sédiments diminue graduellement de façon notable de la côte vers le large entre les stations MIS07 et PGL4. La taille médiane la plus élevée est relevée pour la station MIS07 avec environ 14,4 µm.

Les échantillons prélevés au niveau de la station PGL7 montrent la présence d'une proportion de sables plus ou moins grossiers supérieure aux autres stations (environ 15% de sables pour 85% de vases en PGL7 contre 2% de sables environ pour 98% de vase au niveau des autres stations) (voir figure suivante).

Les échantillons prélevés lors de la campagne de 1994 du RNO sont également constitués essentiellement de vases. Le point 94-14 situé à proximité de la côte au niveau de l'isobathe -10 m à l'ouest de la zone d'étude est le seul à comporter une proportion de sable supérieure à celle de la vase.

Les sédiments de la zone d'étude sont essentiellement constitués de vases (fraction < 63µm). Le diamètre médian des échantillons décroît depuis la côte sur les 3 stations les plus proches de celle-ci. L'échantillon prélevé au niveau de la station PGL7, bien que constitué principalement de vases, est constitué d'une part de sables supérieure à celles des autres stations.

Les prélèvements effectués dans le cadre du RNO sont également constitués à 99% de vase, exception faite du point 94-14 situé à l'est de la zone d'étude et à la côte pour lequel le prélèvement comportait une part équivalente de sable et de vase.

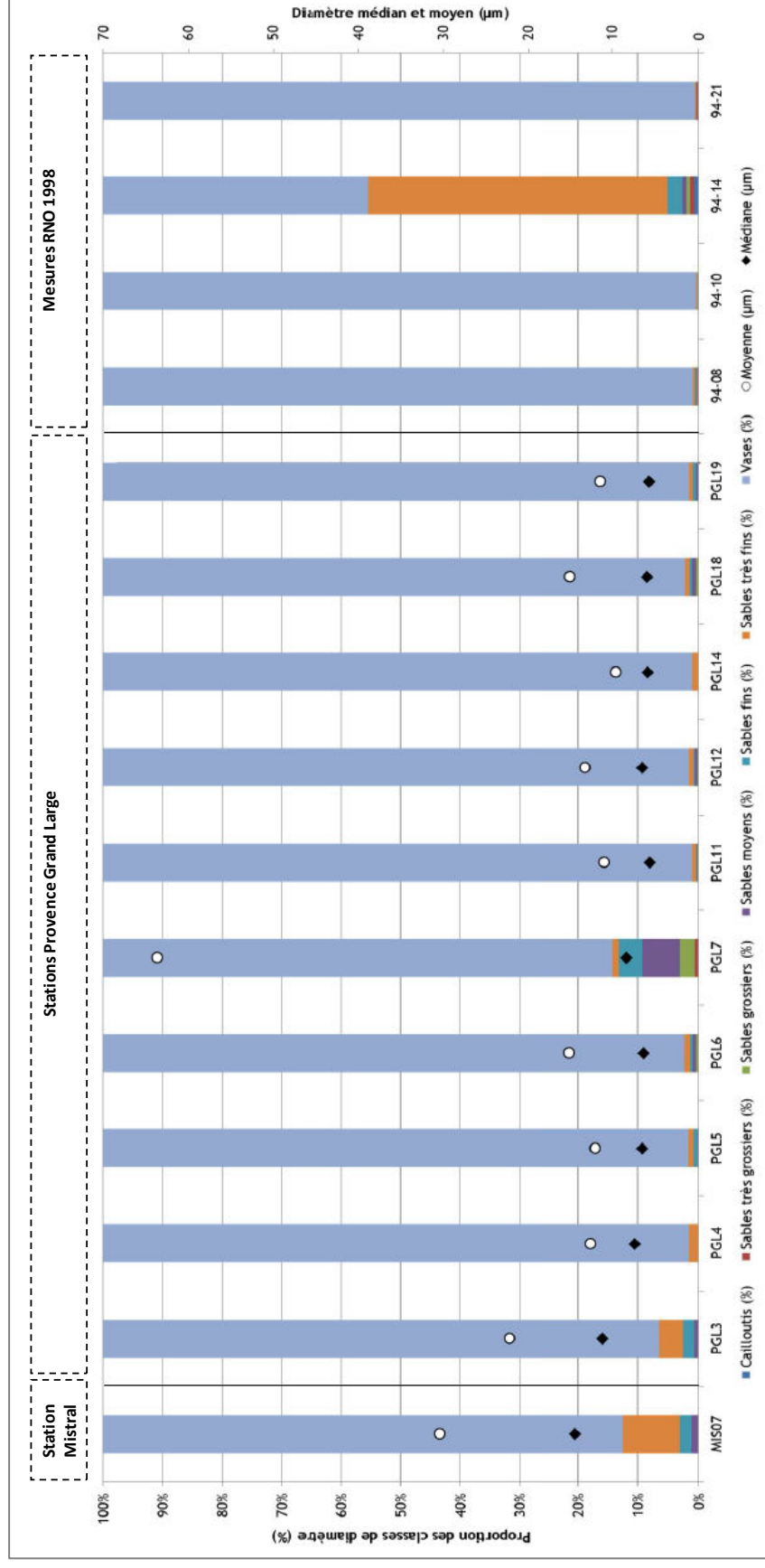


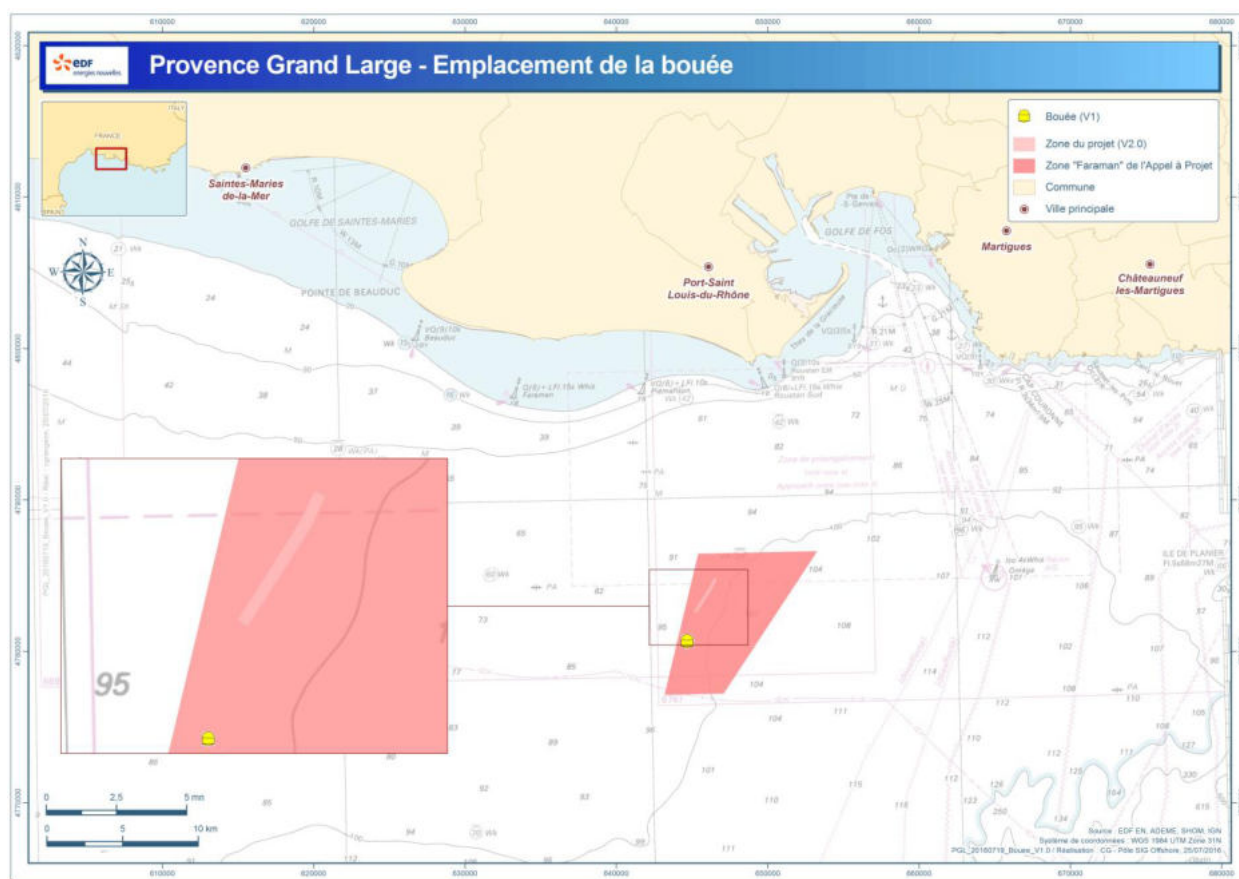
Figure 10 : Répartition granulométrique des sédiments de la zone d'étude (Source : In Vivo, 2013)

2.3. Hydrodynamisme

La connaissance des caractéristiques hydrodynamiques de la zone d'étude est importante dans le cadre d'un projet d'éoliennes flottantes. Les contraintes associées aux courants et à la houle sont déterminantes pour la problématique des ancrages notamment.

Dans ce contexte, le maître d'ouvrage a déployé depuis octobre 2014 une bouée de mesures océano-météorologiques, afin de caractériser avec précision les phénomènes météo-océaniques sur la zone d'implantation du projet, notamment les tempêtes hivernales.

Cette bouée, dont la localisation est indiquée sur la carte ci-dessous, est toujours en fonctionnement et a permis d'obtenir à ce jour plus de 18 mois de mesures *in situ*.



Carte 8 : Localisation de la bouée de mesures

Elle est équipée de nombreux capteurs météo océanographiques, mais également d'un mât avec un anémomètre sonique et d'une station météo. Elle mesure la température et la pression de l'air, ainsi que la vitesse et la direction du vent.

De plus, des modélisations complémentaires ont également été engagées dès 2012 pour caractériser avec finesse les conditions météo-océaniques rencontrées sur la zone d'implantation du projet pilote. L'approche par modélisation numérique a été poursuivie en 2016.

2.3.1. Niveaux d'eau

Sur les côtes du golfe du Lion, la marée astronomique est de caractère semi-diurne à inégalité diurne et faible, le marnage ne dépassant pas 0,50 m. Les courants liés à la marée astronomique sont également faibles.

Le tableau suivant présente, à titre indicatif, les niveaux d'eau (en mètres) enregistrés à Fos-sur-Mer, pour la plus haute mer astronomique (PHMA), le niveau moyen (NM) et la plus basse mer astronomique (PBMA).

Plus basse mer astronomique	Niveau moyen de la mer	Plus haute mer astronomique
0,19 m CM	0,47 m CM	0,75 m CM

Tableau 11 : Niveaux d'eau de marée à Fos-sur-Mer (Source : SHOM, 2016)

La zone d'étude est soumise à un régime microtidal. Les amplitudes de la marée astronomique, à dominance semi-diurne, sont faibles et les courants associés très faibles.

La marée astronomique est souvent masquée par les effets plus importants de la marée météorologique (surcote), en particulier en période de morte-eau. Ces effets sont liés aux variations de pressions, aux vents et aux houles de tempêtes.

A la côte, la mer monte par vent de sud-est et descend par vent de nord-ouest, surtout lorsque le plateau continental est large (ce qui explique, avec les pressions atmosphériques, les valeurs extrêmes présentées ci-dessous). Par violente tempête de sud-est, l'élévation des eaux au-dessus du niveau moyen peut dépasser 1 m, très exceptionnellement 2 m, et noyer les quais des ports du littoral. L'abaissement des eaux par vent de nord-ouest atteint au maximum 0,5 m au-dessous du niveau moyen. Ces valeurs de surcotes sont représentatives de la zone de raccordement du câble vers l'atterrage. Au droit du parc pilote, compte tenu de la profondeur d'eau nettement plus importante, l'effet des surcotes est significativement atténué.

Au niveau de la bouée de mesures en mer, les niveaux d'eau statistiques annuels sont présentés dans le tableau suivant :

Référence	m / MSL ⁵	M / LAT ⁶
Plus haut niveau de la mer (PHNM)	0,53	0,68
Plus haute mer astronomique (PHMA ou HAT)	0,16	0,31
Plus basse mer astronomique (PBMA ou LAT)	-0,15	0
Plus bas niveau de la mer (PBNM)	-0,38	-0,23

Tableau 12 : Niveaux d'eau statistiques annuels au niveau de la bouée de mesures (Source : Actimar, 2016)

⁵ MSL : *Mean Sea Level* = Niveau moyen de la mer

⁶ LAT : *Lowest Astronomical Tide* = Plus basse mer astronomique (PBMA)

2.3.2. Houle et états de mer

Etats de mer usuels

Les houles les plus fréquentes ont une hauteur significative de 1 à 2 m.

Les hauteurs moyennes mensuelles des vagues au niveau de la zone d'étude sont indiquées dans le tableau suivant. Sur l'année, la hauteur de vague moyenne est de 0,95 m.

Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1,18	1,12	1,06	1,00	0,82	0,67	0,69	0,60	0,72	1,01	1,23	1,25

Tableau 13 : Distribution annuelle de la hauteur de vague moyenne significative (en mètres) au niveau de la bouée de mesures (Source : Actimar, 2016)

Les houles d'ouest/sud-ouest (de période moyenne de 5 à 6 secondes) sont majoritaires (40 % du régime total) au niveau du Golfe de Fos, mais elles affectent peu le littoral occidental et septentrional pour des raisons de topographie sous-marine (voir figure suivante). Les houles de sud-est (de période moyenne de 6 secondes) représentent 16% du régime total ; les houles de sud-est, 11 %. La superposition des houles de Mistral (nord-ouest) et de vent de sud-ouest est fréquente.

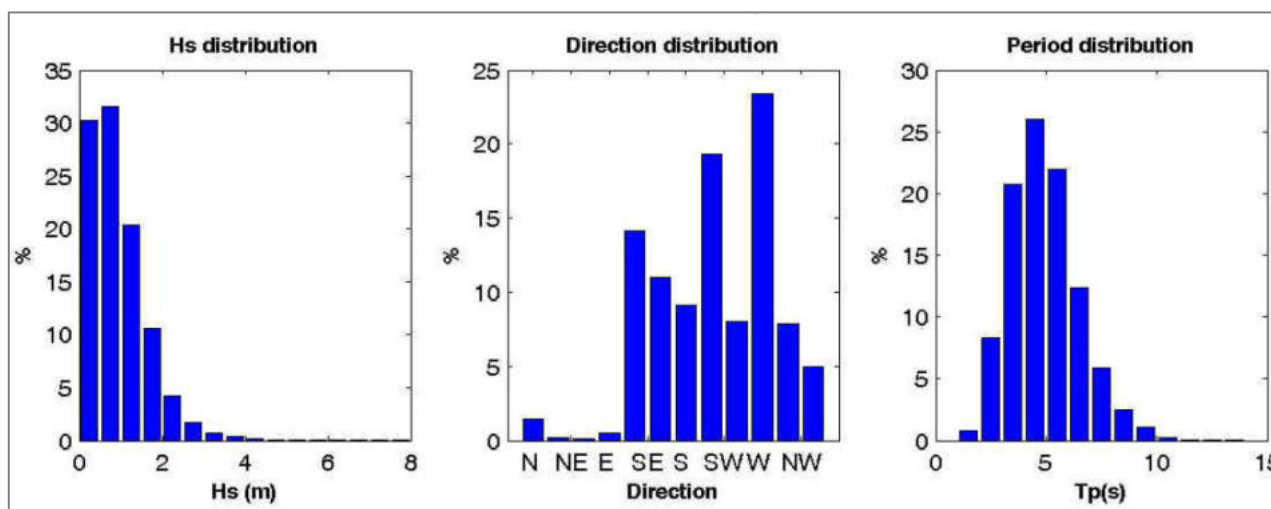


Figure 11 : Distribution de la hauteur (gauche), de la direction (milieu) et de la période (droite) des houles au niveau de la bouée de mesures (Source : Actimar, 2016)

La houle générée par le Mistral, qui peut être très forte et instable, reste limitée le long du tracé du câble de raccordement maritime, en raison de la distance à la côte. Elle est plus développée au droit du parc pilote (distance d'environ 20 km).

La houle générée par les vents de secteur est/sud-est peut en revanche être très sévère, en raison de la surface importante sur laquelle agit le vent (le fetch). Les états de mer avec une hauteur de vague significative (Hs) supérieure à 4 m ne sont pas exceptionnels dans la zone d'implantation du parc pilote.

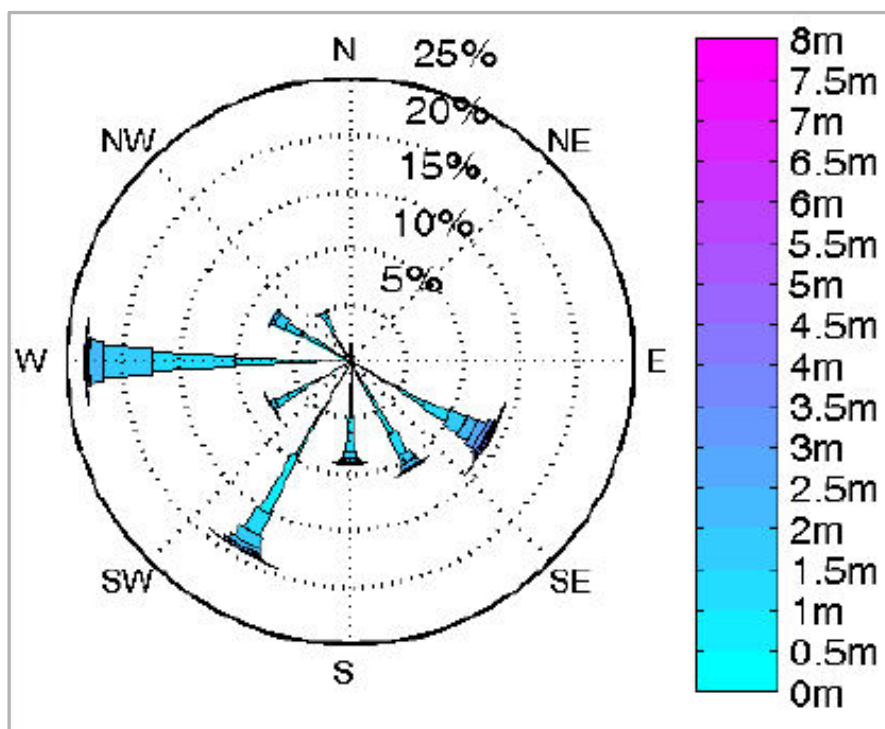


Figure 12 : Distribution directionnelle moyenne annuelle de la hauteur de vague (Source : Actimar, 2016)

Etats de mer extrêmes

Les houles de hauteur significative de 4 à 6 m sont peu fréquentes et de caractère exceptionnel.

Les valeurs extrêmes de houle sur la zone d'étude sont indiquées dans le tableau suivant :

Période de retour	1 an	5 ans	10 ans	25 ans	50 ans
H_s^7 (m)	4,9	6,3	7,0	7,9	8,5
T_p^8 (s)	9,5	10,5	11,0	11,5	11,9

Tableau 14 : Conditions de houles extrêmes au niveau de la zone d'étude (bouée de mesures)
(Source : Actimar, 2016)

Les valeurs extrêmes de période de retour 50 ans sont donc de l'ordre de 9 m au droit du parc.

⁷ H_s : Hauteur significative

⁸ T_p : période pic

2.3.3. Courants

2.3.3.1. Contexte général

Sur le plateau continental du golfe du Lion, les courants sont largement influencés par les vents, ainsi que par les intrusions sporadiques du courant nord (courant Liguro Provençal dirigé vers le sud-ouest).

Sur le secteur du Rhône à Marseille, le vent d'est entraîne des courants orientés du nord à l'ouest ; les vents d'ouest sont à l'origine de courants orientés du sud à l'est. On observe souvent, le long de la côte du Cap Couronne, le contre-courant de la circulation générale du circuit ibérique portant à l'est, et transportant les eaux moins salées et plus grises (les « eaux blanches »). Il participe à l'engraissement du They de la Gracieuse et du Golfe de Fos.

L'action des houles de sud-ouest sur la côte a pour conséquence de générer un courant de dérive littorale parallèle à la côte orienté d'ouest en est. Il est sensible le long du trajet du câble de raccordement maritime ; ce courant de dérive est moindre au droit du parc, compte tenu de la profondeur d'eau et de l'éloignement de la côte.

Les courants côtiers au droit du site d'étude sont donc principalement dominés par les vents (courants de dérive). Le courant de marée est très faible et négligeable devant les courants générés par le vent. Il existe une boucle de circulation permanente dans le sens des aiguilles d'une montre au sein du bassin ouest méditerranéen, mais la zone étudiée est trop proche de la côte pour en subir l'influence.

La courantologie de surface dans le golfe de Fos est présentée ci-dessous pour les vents dominants de nord-ouest et de sud-est (*Modélisation de la circulation dans le golfe de Fos, Caroline ULSES, 2002*).

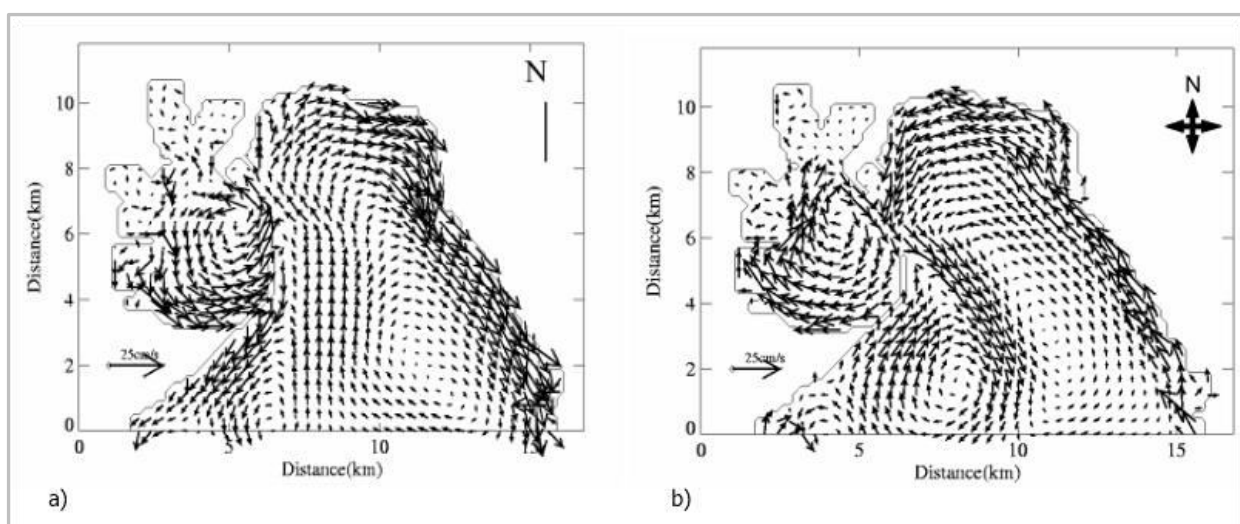


Figure 13 : Courants de surface moyens obtenus avec le modèle SYMPHONIE en présence de vents de 8 m/s : a) de secteur nord-ouest ; b) de secteur sud-est (Source : Ulses, 2002)

Le flux du Rhône peut avoir un impact non négligeable sur le courant superficiel en fonction du débit du fleuve et des conditions météorologiques. L'eau douce drainée par le Rhône, moins dense que l'eau de mer, s'écoule en effet en surface et forme un panache vers le large en situation de vent faible, déviée vers l'ouest

sous l'action de la force de Coriolis. Ce panache, dont la position et l'épaisseur dépendent fortement des conditions météorologiques, peut s'étendre ou dévier le courant de surface jusqu'à quelques kilomètres en fonction du vent local.

Le vent de nord-ouest plus violent (Mistral) dévie peu le courant et fait affluer les eaux du fleuve vers le Cap Couronne, alors que les vents d'est et du sud-est provoquent de larges déformations du courant vers l'ouest (Pauch, 1971).

Les courants sont généralement faibles aux abords du golfe de Fos.

2.3.3.2. Au niveau de la zone du projet

Une modélisation hydrodynamique 3D a été implémentée par les équipes de R&D du Groupe EDF pour les besoins du projet Provence Grand Large. Les courants et les niveaux de mer ont été calculés simultanément en utilisant un système de modélisation régionale de la mer (ROMS) spécifiquement mis en œuvre. Cette modélisation a permis de créer les conditions de circulation entraînées par le vent, la circulation générale et le débit du Rhône. Une simulation supplémentaire a été réalisée avec le modèle littoral « ADCIRC » afin de calculer les effets de marée sur le courant.

Un exemple de résultat obtenu est présenté sur la figure suivante :

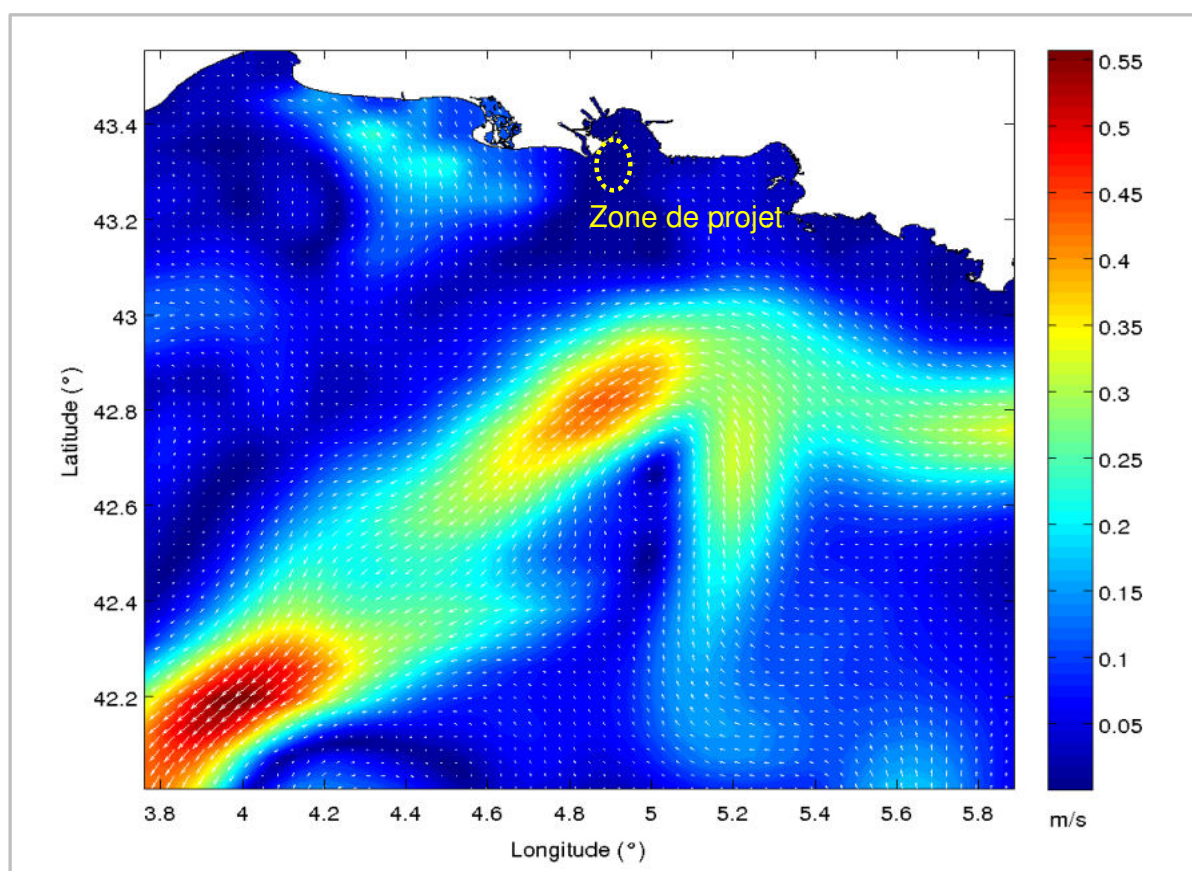


Figure 14 : Courant à la surface de l'eau



Afin d'évaluer les courants au niveau de la zone d'implantation du parc pilote avec plus de précision, la société Actimar a réalisé une modélisation numérique, qui s'appuie sur des données allant de 1996 à 2015. Les conditions hydrodynamiques du site ont été modélisées en implémentant un modèle 3D (MARS-3D) qui couvre le golfe du Lion (résolution spatiale d'1,8 km). Les apports du Rhône ont notamment été pris en compte. Le modèle a été calibré et validé grâce aux mesures *in situ* réalisées par la bouée de mesures sur la zone d'implantation.

Il n'y a quasiment pas de marée en mer Méditerranée. Aussi, les courants de marée (moyennés sur la verticale, moyens et maximaux) sont très faibles et inférieurs aux valeurs de courant résiduel, qui est lié au vent et à la circulation générale. Ce phénomène est augmenté en sub-surface, où le courant de marée moyen est presque négligeable devant l'influence du vent.

Au cours d'une marée de morte-eau moyenne, lorsque les effets du vent ne sont pas significatifs, la vitesse maximale du courant de marée est d'environ 0,5 cm/s, tandis que la vitesse maximale du courant résiduel peut atteindre 4 à 5 cm/s (voir Figure 15).

Au cours d'une marée de vive-eau moyenne, lorsque les effets du vent ne sont pas significatifs, la vitesse maximale du courant de marée est de l'ordre de 4 cm/s ; le courant résiduel atteint 8 à 9 cm/s (voir Figure 16).

Durant un épisode de vent fort (vitesse de vent à plus de 20 m/s), le courant résiduel est prépondérant, de l'ordre de 30 cm/s (voir Figure 17).

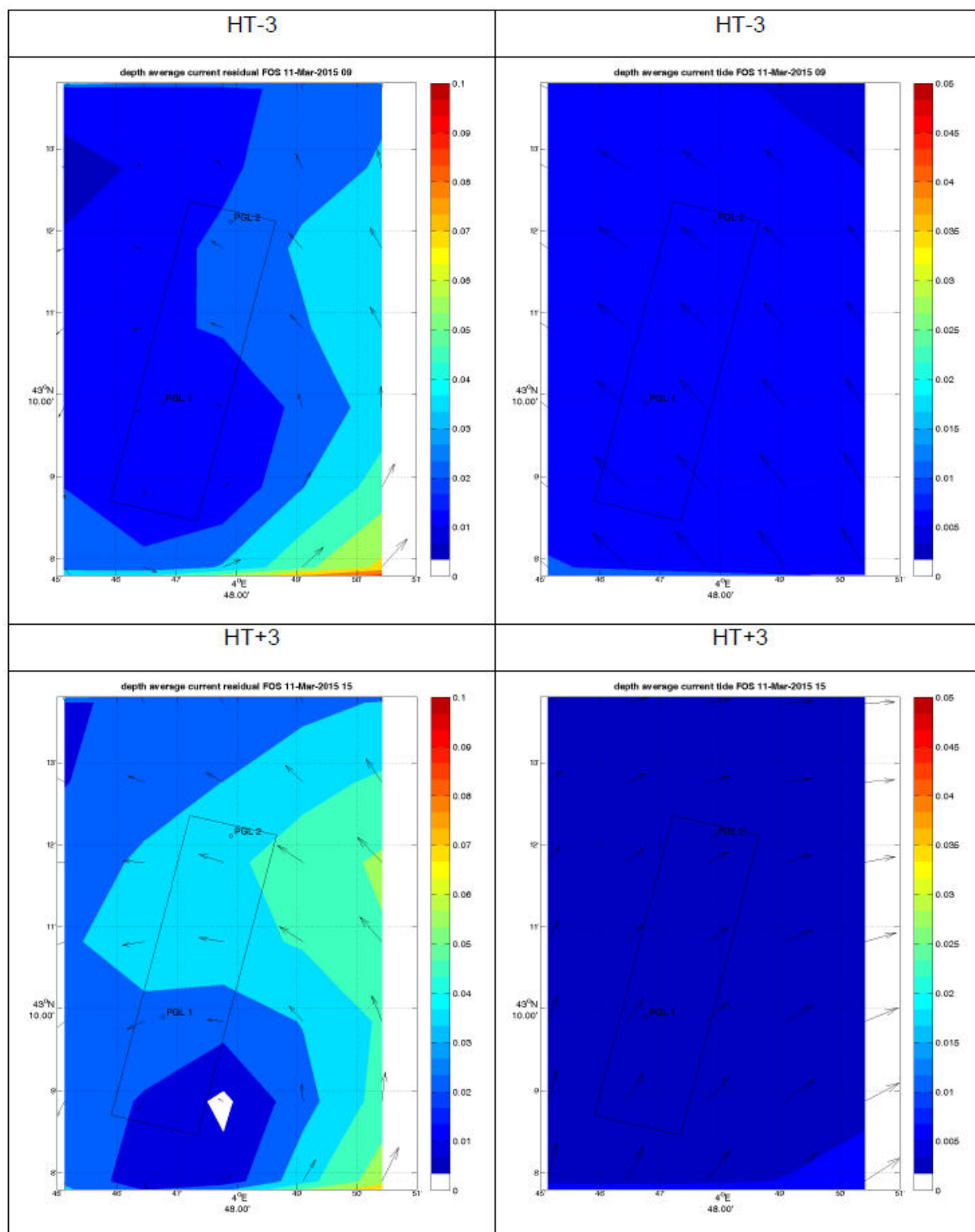


Figure 15 : Champs de courants à 2 moments (PM⁹-3 et PM⁹+3) d'une marée de morte-eau moyenne ; à gauche : champ de courant résiduel ; à droite : champ du courant de marée (en m/s) (Source : Actimar, 2016)

⁹ PM : pleine -mer

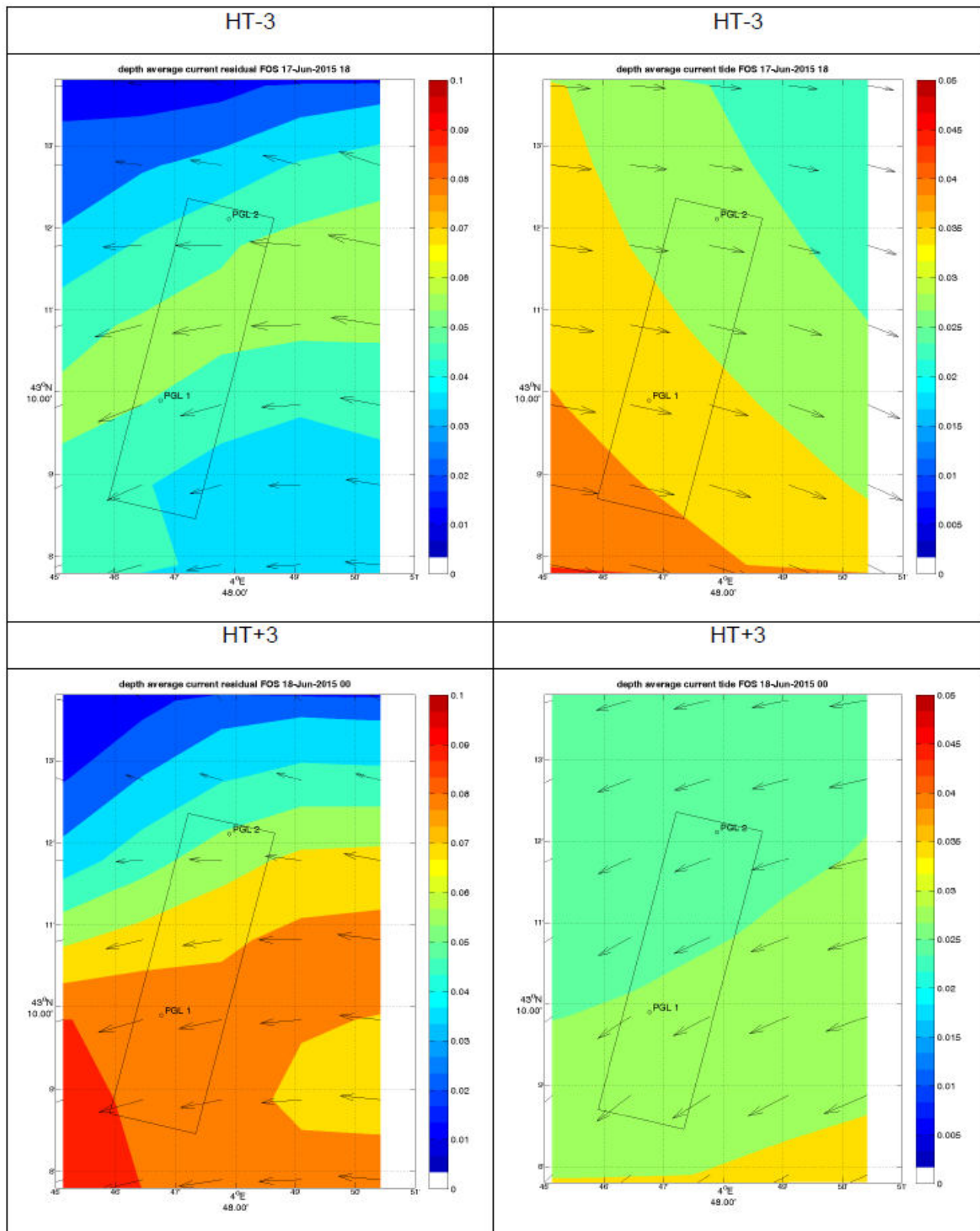


Figure 16 : Champs de courants à 2 moments (PM-3 et PM+3) d'une marée de vive-eau moyenne ; à gauche : champ de courant résiduel ; à droite : champ du courant de marée (en m/s) (Source : Actimar, 2016)

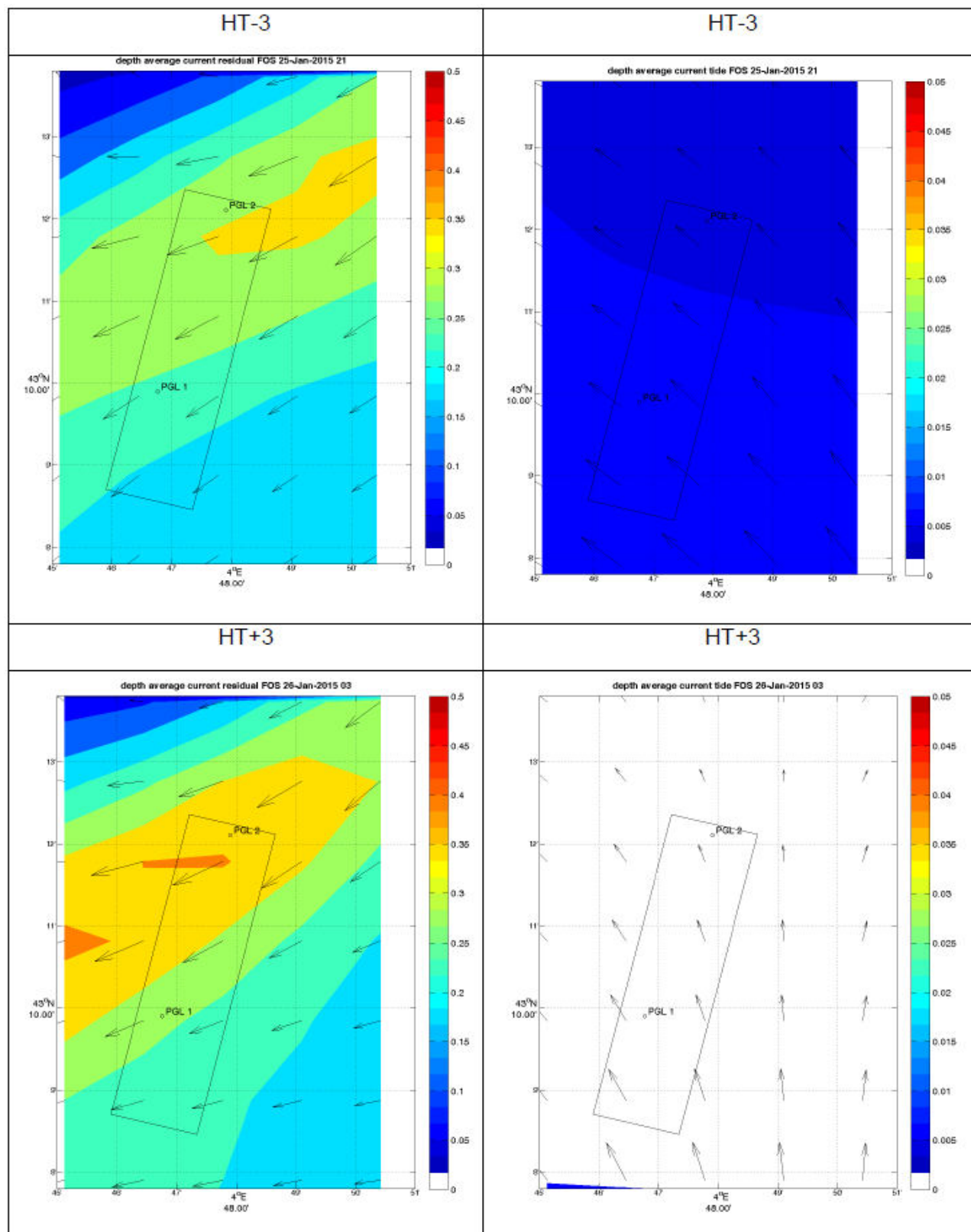


Figure 17 : Champs de courant à 2 moments (PM-3 et PM+3) d'une marée de morte-eau lors d'un épisode de vent fort ; à gauche : champ de courant résiduel ; à droite : champ du courant de marée (en m/s)
(Source : Actimar, 2016)

La rose des courants suivante montre que sur la zone d'étude, les courants viennent essentiellement du sud-ouest.

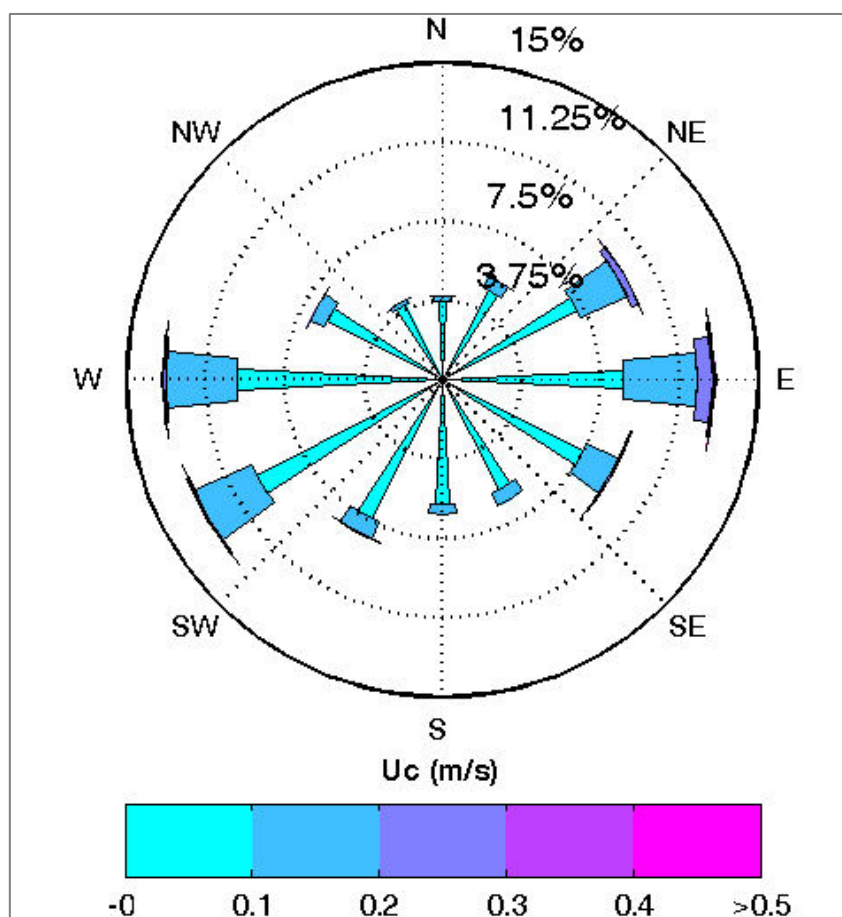


Figure 18 : Rose des courants annuels moyennés sur la verticale, au niveau de la bouée météo-océanique
(Source : Actimar, 2016)

Les courants de la zone d'étude sont essentiellement liés à l'action du vent et à la circulation régionale. Ils viennent majoritairement des directions ouest et est. Les courants de marée sont très faibles. Les courants moyens, moyennés sur la colonne d'eau, sont inférieurs à 10 cm/s. Ils atteignent une valeur maximale de 0,45 m/s au niveau de la bouée de mesures en mer.

Les courants associés au vent sont plus développés en surface et moins actifs en profondeur. Les fonds de la zone de projet sont de fait sous faible influence de la houle et des courants. Il s'agit de milieux calmes, favorables à la sédimentation de particules fines.

2.4.Géomorphologie littorale et trait de côte

2.4.1.Contexte général de la zone d'étude

Une caractérisation du contexte géomorphologique et sédimentaire de la zone d'étude a été effectuée par la société In Vivo, dans le cadre de l'expertise biosédimentaire des fonds marins réalisée en 2013. Cette analyse est présentée dans les paragraphes qui suivent.

Les données bibliographiques suivantes ont été utilisées :

- L'évaluation initiale des eaux marines pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale du Plan d'action pour le milieu marin,
- Variabilité et devenir des apports sédimentaires par les fleuves côtiers : cas du système Têt –littoral roussillonnais dans le golfe du Lion (Bourrin, 2009) ;
- Le golfe du Lion – Un observatoire de l'environnement en Méditerranée (Monaco *et al.*, 2009).

2.4.1.1.Contexte sédimentaire

La zone d'étude du projet Provence Grand Large se situe à environ 17 km des côtes du département des Bouches-du-Rhône, dans une zone particulière de par sa proximité avec le débouché du Rhône et le bassin d'activité du golfe de Fos. Cette position l'inclut dans un système d'interactions côtières complexes agissant continuellement sur la nature des fonds.

Selon Bourrin (2009), la délimitation de la zone côtière varie suivant que l'on s'intéresse aux écosystèmes ou aux activités économiques et humaines à proximité. Généralement la zone côtière est limitée à terre à une bande de 15 kilomètres minimum incorporant l'arrière-pays et rattachée à un bassin hydrographique bien défini. En mer, la zone côtière correspond à la limite des eaux territoriales, soit 12 milles nautiques. Cette limite est un peu floue si l'on considère les échanges de matières organique ou inorganique, à ses interfaces : le bassin versant, l'atmosphère et le large.

D'un point de vue environnemental et géologique, cette limite peut être étendue à la limite d'influence des apports continentaux en mer ; autrement dit, la zone côtière s'étend depuis les sources de matière (bassin versant) jusqu'aux puits (marge continentale et bassin profond).

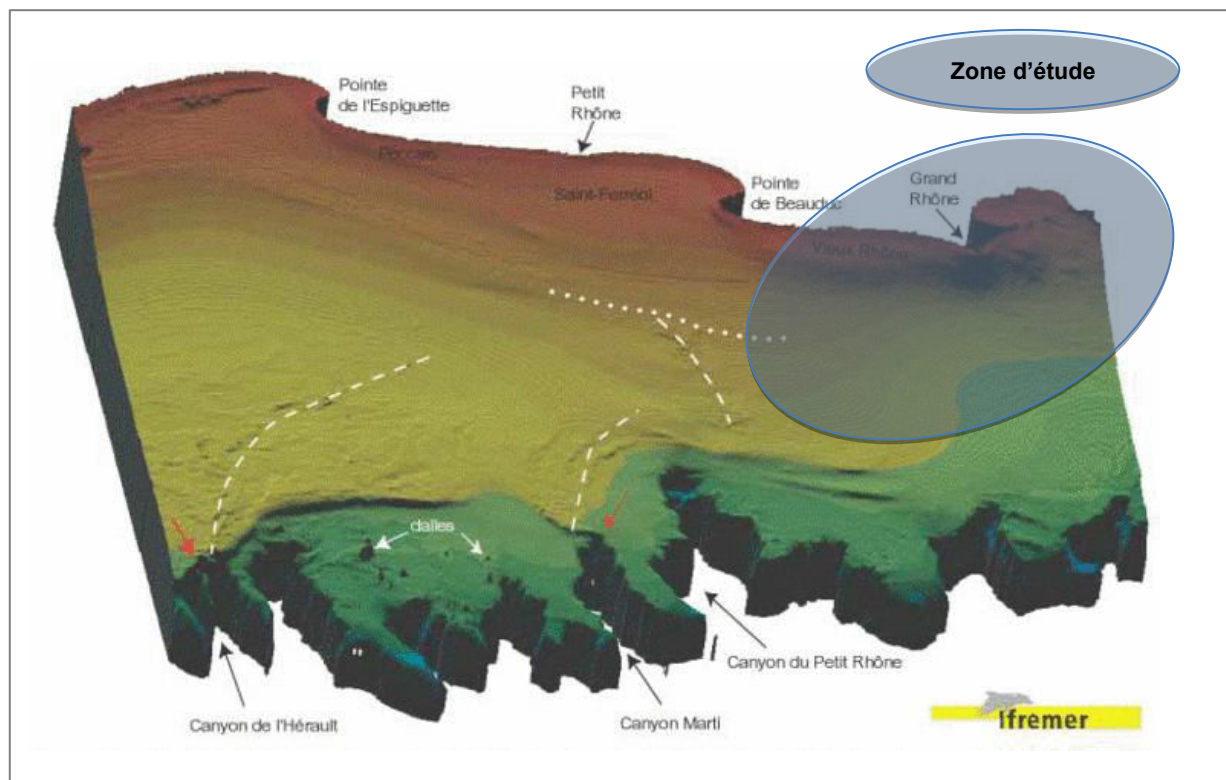


Figure 19 : Carte morpho-bathymétrique 3D de la zone d'étude (Ifremer, 2008)

Les échanges qui règnent aux interfaces de la zone côtière sont directement influencés par le climat. L'une de ces interfaces est la zone des embouchures des fleuves, lieu de transit et de dépôt des apports organiques et inorganiques, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique. Les fleuves forment des environnements deltaïques façonnés par 3 forçages différents : le fleuve (apports sédimentaires), la houle et la marée.

De par la très faible amplitude de la marée en Méditerranée et l'influence de la houle, le delta du Rhône est considéré comme étant de type cuspidé, dominé par la houle¹⁰.

¹⁰ Coleman & Wright, 1975

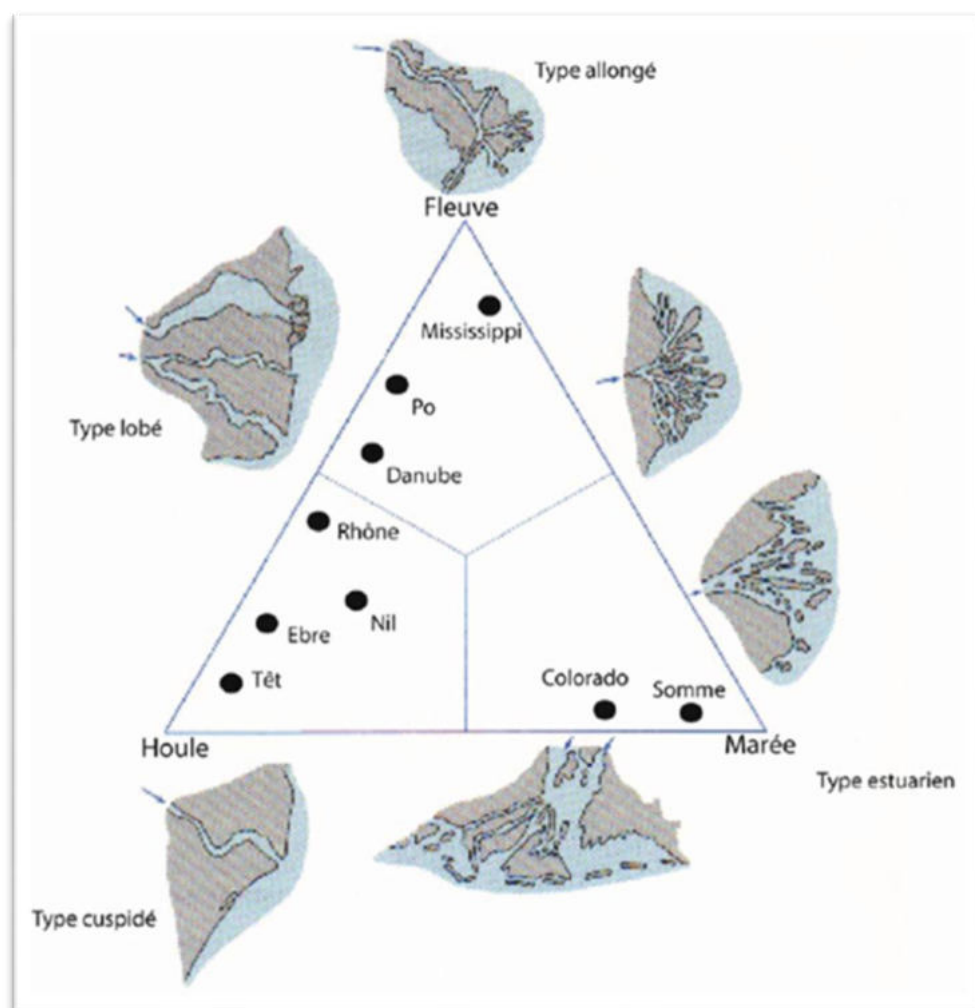


Figure 20 : Les différents types d'environnements deltaïques suivant la dominance de la houle, du fleuve, ou de la marée (Source : redessiné par Bourrin, 2007 d'après Galloway, 1975)

Chaque delta se prolonge en mer dans sa partie sous-marine vers 20-30 m de profondeur par le prodelta : il s'agit d'une zone de stockage temporaire du matériel fin d'origine continentale. Dans les zones où la marée domine, le prodelta correspond au « bouchon vaseux », ou zone de turbidité maximale qui se déplace dans l'estuaire suivant l'importance de la marée et du fleuve. Dans les zones sans marée, le prodelta occupe une position fixe autour de 30 m de profondeur, à la limite d'action des fortes houles de tempête et des courants extrêmes. Suivant l'importance des apports fluviaux et de l'hydrodynamisme, le prodelta peut être directement connecté à la vasière qui occupe une position variable sur le plateau.

Si les apports sédimentaires sont importants, la vasière occupe une position côtière et le prodelta est confondu avec la vasière. Si au contraire l'hydrodynamisme domine, la vasière occupe une position plus centrale sur le plateau et le prodelta occupe alors une position isolée de la vasière. La figure suivante illustre ces différentes situations.

Les prodeltas sont présents devant n'importe quelle embouchure, qu'il s'agisse d'estuaires de grande taille avec de forts apports ou de grands lagunes et les fleuves côtiers caractérisés par de faibles apports terrigènes.

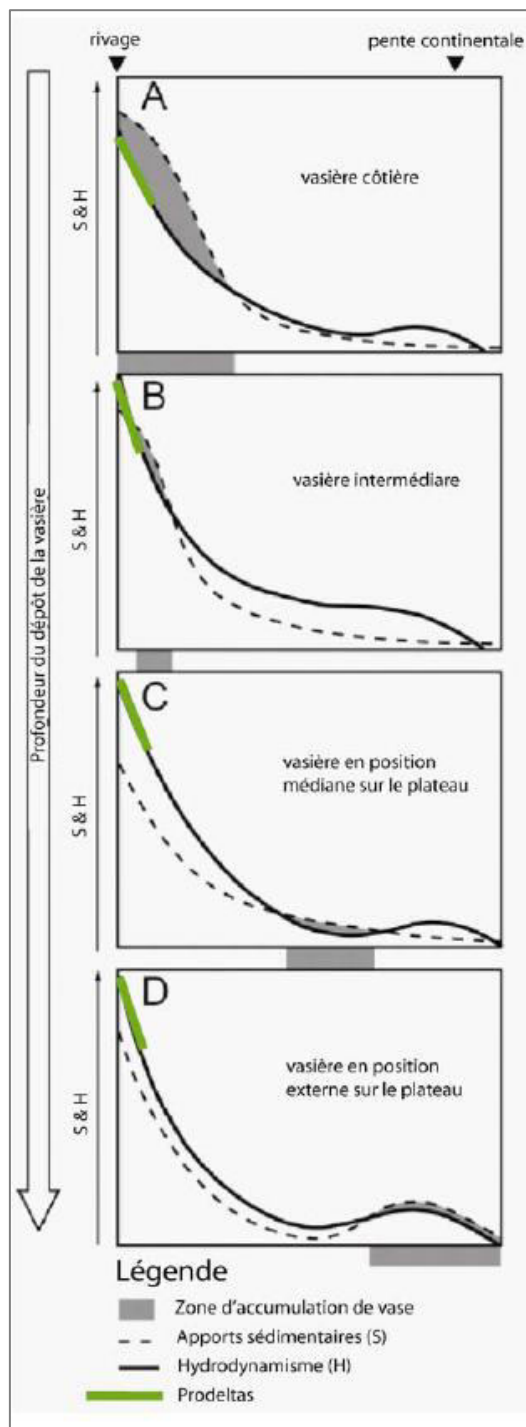


Figure 21 : Modèle expliquant la position du dépôt de vase par rapport au prodelta sur les marges continentales
(Source : McCave, 1972 ; Cattaneo et al., 2007)

Les prodeltas concentrent les sédiments fins mais aussi les contaminants d'origine anthropique qui leur sont associés. Ils constituent à la fois un piège de matière pour le bassin versant et une source de matière pour la vasière et le bassin profond.

La dynamique des échanges des prodeltas avec les autres unités fonctionnelles de la zone côtière que sont le littoral, la vasière, et le domaine du large, joue donc un rôle prépondérant dans la qualité de cette zone.

2.4.1.2. Caractéristiques régionales morpho-bathymétriques et sédimentaires

Le plateau du golfe du Lion est relativement large et incisé par de nombreux canyons sous-marins. Il est soumis aux apports saisonniers de nombreux fleuves côtiers à caractère torrentiel, ainsi qu'à ceux du Rhône.

Les apports grossiers de ces fleuves alimentent le littoral sableux à proximité des embouchures, alors que les apports fins sont transportés par les vagues et les courants sur toute la plateforme et au-delà, vers le bassin profond.

Depuis l'époque où le niveau marin s'est stabilisé autour de son niveau actuel (-6000 ans BP environ, Aloïsi *et al.*, 1978), ces apports en sédiments fins se sont répartis sur tout le plateau, depuis l'embouchure du Rhône où la vasière fait plus de 40 m d'épaisseur, jusque sur le plateau roussillonnais au sud-ouest, où ces dépôts ne font plus que quelques mètres d'épaisseur (Labaune, 2005).

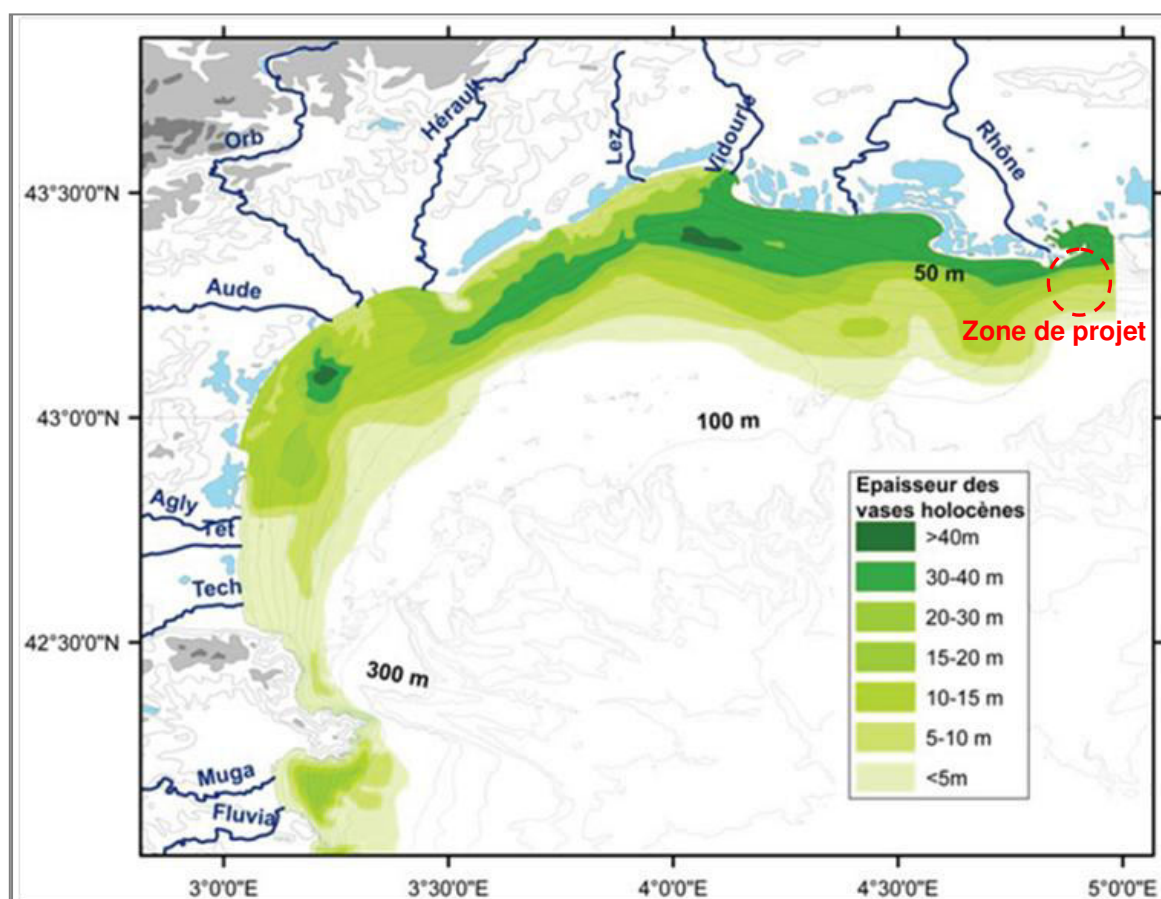


Figure 22 : Carte morpho-bathymétrique du golfe du Lion montrant la répartition des épaisseurs de la vasière holocène (Source : Monaco & Aloïsi, 2000)

La répartition de cette vasière holocène montre la prépondérance des apports du Rhône au niveau du golfe du Lion, et le transport général d'est en ouest sur le plateau.

Selon Bourrin (2009), la vasière apparaît à partir de 30 m de profondeur à la limite d'action des vagues de tempête et des forts courants. Elle est directement connectée au delta/prodelta en face du grand Rhône, mais détachée des embouchures et prodeltas des autres fleuves du golfe du Lion. Sa limite externe se situe aux alentours de 90 m de profondeur.

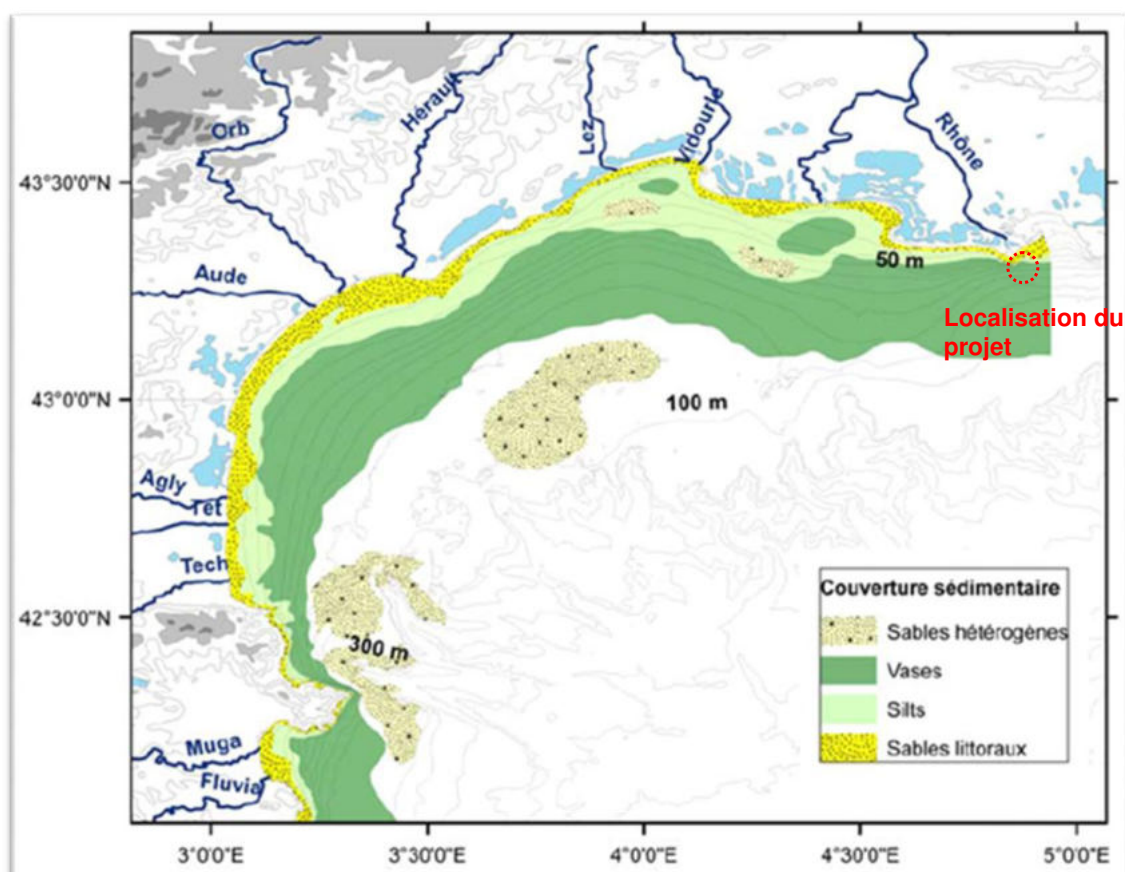


Figure 23 : Carte morpho-bathymétrique et sédimentaire du golfe du Lion montrant la répartition des dépôts de surface (Source : Monaco & Aloisi, 2000)

Le domaine du large est composé de formations hétérogènes de sables et de vases, localisées entre l'isobathe 90 m et la rupture de pente vers 200 m de profondeur.

2.4.1.3. Circulations littorales

Les unités sédimentaires et fonctionnelles du golfe du Lion sont soumises à différents forçages. Dans une mer sans marée, la circulation sur le plateau est induite principalement par le vent. Les vents principaux sont le Mistral de secteur nord et la Tramontane de secteur Nord-ouest respectivement dans les secteurs est et Ouest du golfe du Lion.

En période hivernale, ces vents favorisent la dispersion des panaches fluviaux et le refroidissement des eaux de surface à l'origine des plongées d'eau dense. Les vents marins de secteur sud-est sont à l'origine des tempêtes et des crues sur le littoral. Ils induisent la formation d'un courant côtier transportant les

panaches fluviaux le long du littoral depuis le nord-est jusqu'au sud-ouest, lieu d'exportation préférentiel du matériel du plateau vers la sortie du golfe du Lion (Ulses, 2005).

Le plateau est bordé par un courant de pente (courant Liguro-Provençal) dont les instabilités (méandres) favorisent les échanges côte-large, en particulier au niveau des canyons sous-marins.

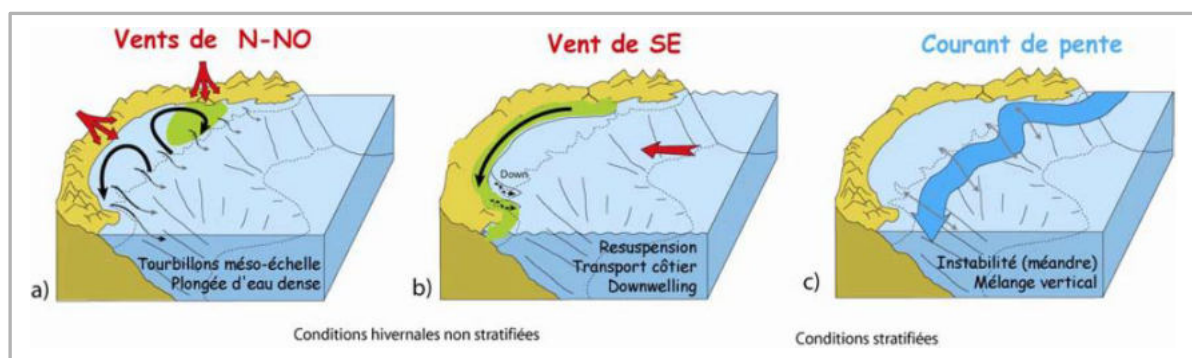


Figure 24 : Principaux mécanismes d'échange côte-large dans le golfe du Lion sous l'influence des vents continentaux (a), sous l'influence des vents marins (b), et du courant de pente (ou thermohalin) (c)
(Source : Bourrin, 2009)

2.4.1.4. Influence du Rhône

Régime hydrologique

Le Rhône est actuellement un des plus gros fleuves en termes d'apports liquide et solide à la mer Méditerranée avec le Po en Italie, et dans une moindre mesure, l'Ebre en Espagne.

Fleuves	Débit liquide (m ³ /s)			Charge solide (10 ⁶ m ³ /an)	Période d'étude
	Minimum	Maximum	Moyenne		
Rhône	234	11 000	1 700	8	1920 – 2004
Po	275	11 580	1 480	10,4	1919 – 1996
Ebre	136	712	426	0,1	1960 - 1999

Tableau 15 : Comparaison des caractéristiques du Rhône avec quelques-fleuves parmi les plus importants de Méditerranée (Source : Bourrin, 2009)

Le Rhône a un caractère saisonnier marqué avec de forts débits durant les crues automnales et hivernales, ainsi que pendant la fonte des neiges au printemps, et des débits faibles durant l'été. Le caractère saisonnier du Rhône reste bien moins marqué que pour les fleuves côtiers du Golfe du Lion.

Prodelta : définition, mise en place et localisation

Le prodelta correspond à la prolongation sous-marine du delta. Il se forme généralement vers 30 m de profondeur en dessous de la limite d'action des vagues. Il est formé essentiellement de sédiments cohésifs, au sein desquels on peut retrouver des contaminants organiques ainsi que des métaux.

Suivant la taille du système et l'influence des apports solides du fleuve, le prodelta peut être localisé en continuité du delta (cas du Rhône, schéma a de la figure ci-dessous), soit isolé dans le cas des fleuves côtiers.

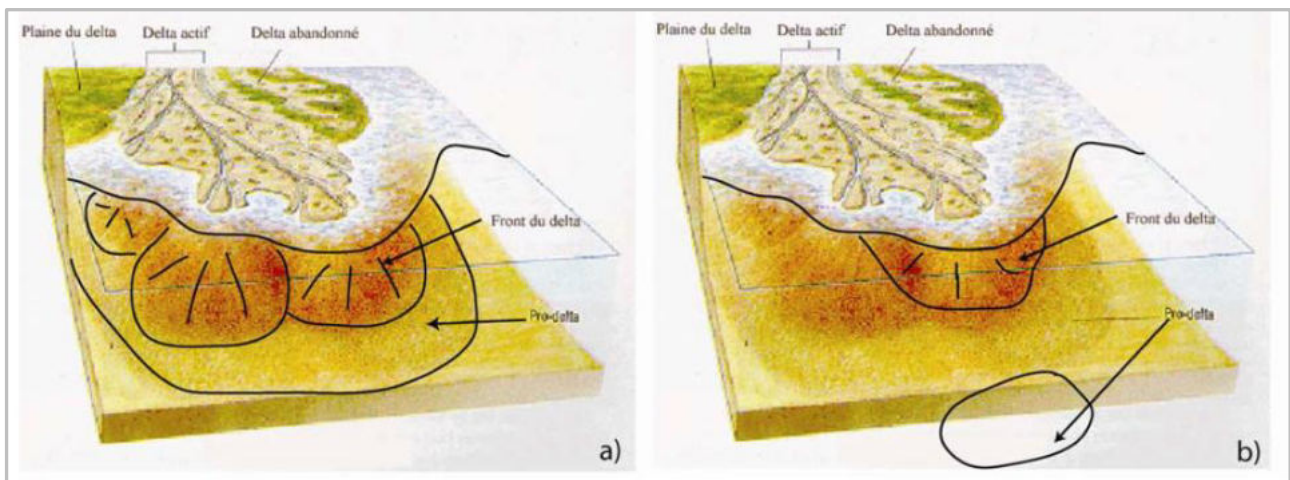


Figure 25 : Schéma d'un delta bien développé et de son prodelta (type Rhône, a) et d'un delta et prodelta reliés à un petit fleuve côtier (Source : Bourrin, 2009)

Dans le cas des fleuves côtiers (b de la figure précédente), le delta n'est pas très développé et généralement limité à de faibles profondeurs dans la zone côtière. Le prodelta ne se présente pas comme une continuité entre le delta et la vasière, et il forme une tache isolée vers 30 m de profondeur.

Le Rhône forme, lui, un delta bien développé qui se prolonge jusqu'à des profondeurs importantes. Son prodelta est continu avec le delta et se confond avec la vasière.

Les prodeltas se forment dès qu'il y a débouché en mer de suspensions solides qui se déposent sous l'effet de la gravité et de la floculation lorsque l'énergie du milieu diminue (Pauc, 2005). Leur persistance et leur accroissement sont fonction de la balance entre les apports sédimentaires et les phénomènes de resuspension/advection. Ils se développent donc en fonction de l'intensité et du nombre de crues, et sont érodés durant les tempêtes et par les courants côtiers intenses.

Dans le golfe du Lion, ils sont localisés en face du Rhône, ainsi qu'en face des fleuves côtiers. Leur cartographie a été établie à partir des concentrations en argiles gonflantes telles que les smectites (Aloïsi & Monaco, 1975), et des concentrations en métaux (Roussiez *et al.*, 2005) dans les sédiments de surface. La figure ci-après les présente.

Le prodelta du Rhône est bien développé et est défléchi vers l'ouest montrant l'influence du transport sédimentaire d'est en ouest agissant dans la zone d'étude.

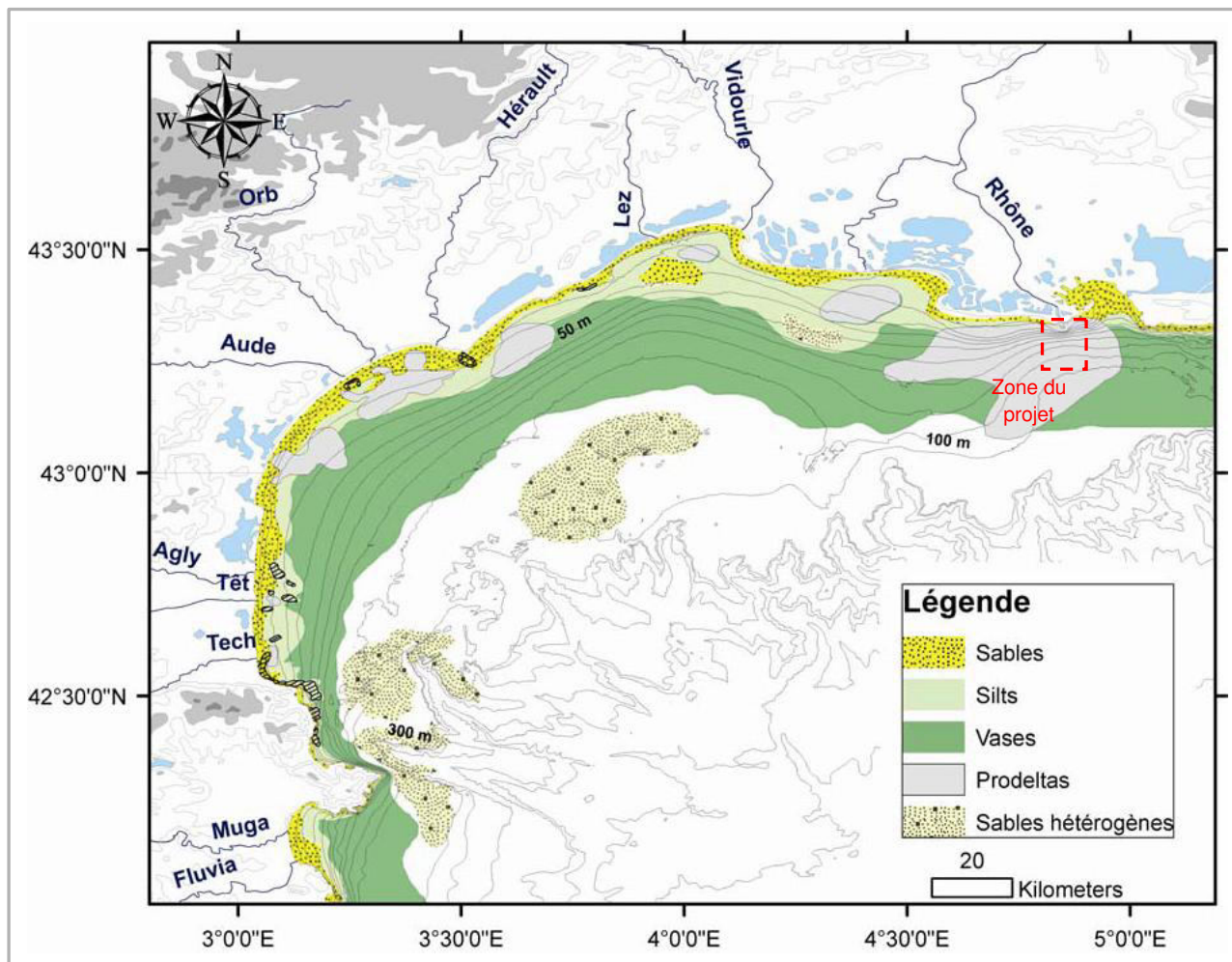


Figure 26 : Carte morpho-sédimentaire du golfe du Lion montrant la répartition des différents prodeltas (Source : Bourrin, 2009)

Sur les dernières décennies, les apports annuels du Rhône correspondent à environ 10 Mt, mais ils ne seraient plus que de 7-8 Mt actuellement (Antonelli & Provansal, 2002). Bourrin (2009) considère qu'environ 50% de ces apports sont stockés dans le prodelta, où les taux de sédimentation peuvent atteindre des valeurs de 20 cm/an en face de l'embouchure (Radakovitch *et al.*, 1999).

La zone d'étude est située au niveau du prodelta du Rhône. Celui-ci, comme les autres prodeltas, concentre les sédiments fins ainsi que les contaminants qui leur sont associés. Les caractéristiques géochimiques des prodeltas sont dépendantes des apports solides par les fleuves et du remaniement par les mécanismes hydrodynamiques.

2.4.2. Dynamique hydro-sédimentaire du golfe de Fos¹¹

La morphologie du littoral meuble du golfe de Fos, très dynamique, est grandement conditionnée par la présence du delta du Rhône et de son évolution récente. A chaque débouché en mer (grau) resté stable pendant une durée suffisante correspond un dépôt sous-marin (lobe deltaïque) de matériaux à granulométrie irrégulière. Le Grand Rhône, débouchant au sein de l'aire d'étude a ainsi donné naissance à deux accumulations sédimentaires récentes au droit de l'ancien grau de Pégoulie et au droit de l'actuel grau de Roustan.

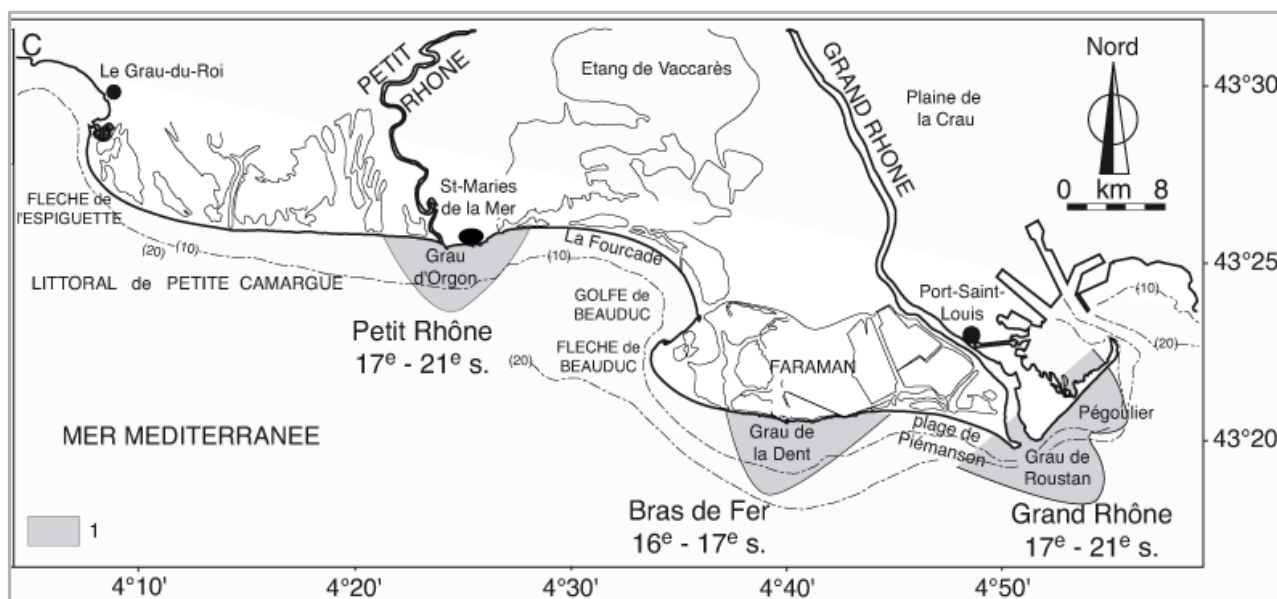


Figure 27 : Localisation des principaux lobes deltaïques mis en place depuis le XVIIe siècle. 1 : lobe deltaïque sous-marin (Source : Maillet et al., 2006¹²)

La circulation littorale est un élément essentiel du transit sédimentaire côtier. Elle repose sur l'existence d'une dérive littorale orientée d'Ouest en Est, dont l'origine est liée aux houles de Sud-ouest, qui redistribuent les apports de matière rhodaniens en direction du They de la Gracieuse représentant pour le Golfe de Fos une protection naturelle contre les houles du large.

La quantification des transferts sédimentaires longitudinaux montre qu'à l'Est du Rhône, les apports sableux à la côte sont compris entre 23 000 et 195 000 m³/an suivant les périodes.

Les mouvements sédimentaires au sein du Golfe de Fos sont donc induits par la circulation littorale et influencés par les apports du Rhône et de l'étang de Berre via le chenal de Caronte.

A proximité de la côte, les sédiments du golfe de Fos évoluent en fonction de leur localisation (SUANEZ, 1997 ; AMASSI, 2003) :

¹¹ Source : RTE Midi Provence, Etude d'impact valant document d'incidences au titre de la Police de l'Eau et des milieux aquatiques et de Natura 2000, 2015

¹² Géomorphologie 2006 - Connexions entre le Rhône et son delta (partie 1) : évolution du trait de côte du delta du Rhône depuis le milieu du XIXe siècle - Grégoire M. Maillet, François Sabatier, Damien Rousseau, Mireille Provansal et Thomas J. Fleury

- à l'ouest, le complexe Roustan / Pégoulie / La Gracieuse est caractérisé par des sédiments sableux avec de faibles proportions de fraction fine. Au niveau du prodelta fossile de Pégoulie, les sables sont présents jusqu'à 10 m de profondeur ;
- la zone abritée de l'anse de Carteau est caractérisée par la présence de fortes proportions de vases (supérieures à 75 %) ;
- au fond du golfe, les sédiments deviennent de plus en plus grossiers à mesure que l'on s'approche de la côte, passant ainsi de sédiments vaseux à des sables vaseux et enfin à des sables purs contenant moins de 10 % de vases. L'isobathe 5 m marque l'apparition des vases tandis que le matériel sableux est bien représenté jusqu'à 3 m de profondeur ;

La côte orientale du golfe de Fos étant majoritairement rocheuse, les mouvements sédimentaires y restent limités exceptés au niveau des vallons sous-marins aux fonds sableux.

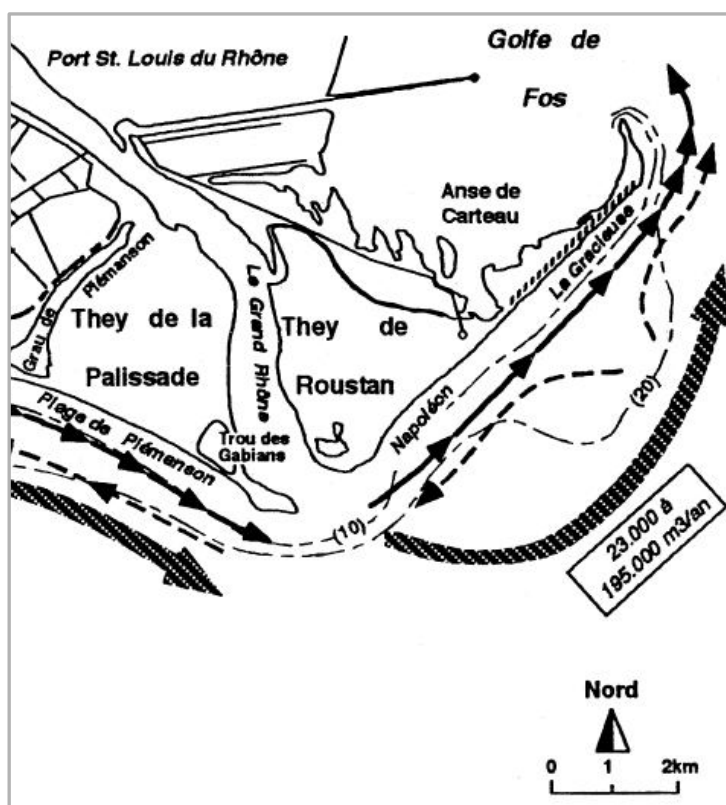


Figure 28 : Dérive littorale et transit sédimentaire à l'Est du Rhône dans le Golfe de Fos
(Source : Moulis et al., 1993¹³)

La flèche de la Gracieuse est une flèche sableuse à pointe libre qui s'étire sur presque 5 km en direction du nord-est.

¹³ Moulis D., Barbel P., Radulescu M., 1993. Instabilité du trait de côté et recherche des conditions d'équilibre : le cas de la flèche de La Gracieuse.

Depuis les années 1960, un certain nombre d'aménagements de génie côtier se sont succédés, avec notamment l'échouage volontaire de barges pour incurver la partie distale de la flèche de façon à empêcher le comblement du chenal permettant l'accès aux installations portuaires.

A la fin des années 1980, des techniques de génie écologique, ont permis de redonner de la consistance au corps sableux de la flèche par l'installation de pièges à sable éolien (au moyen de fascines type ganivelles) et re-profilage de la dune.

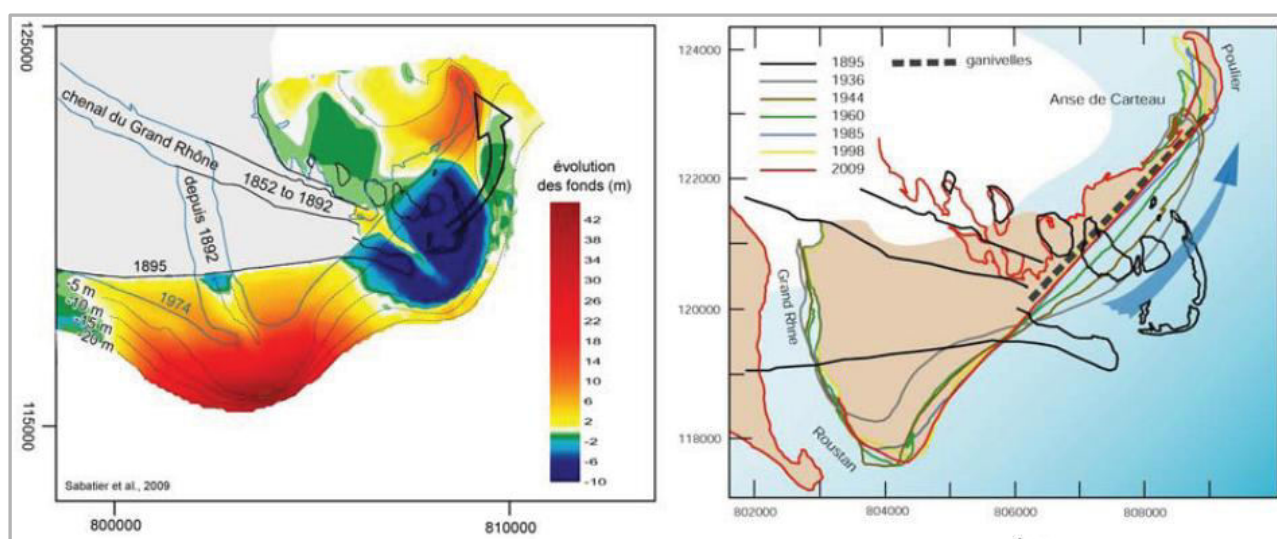


Figure 29 : Evolution du trait de côte et des fonds durant le 20^{ème} siècle (Source : Heurtefeux et al., 2009¹⁴)

La flèche de la Gracieuse connaît 3 zones aux évolutions continues : l'embouchure qui progresse en mer, la partie centrale qui s'érode et recule et le poulieu qui s'engraisse et avance vers le nord-est. Sous l'effet de la dérive littorale dominante dirigée vers le nord-est, les sables érodés de la partie centrale de la flèche alimentent le Poulieu. Cette évolution fait suite au changement de la position de l'embouchure du Rhône en 1892. En effet, cette dernière a été artificiellement déplacée vers l'ouest (Roustan) et l'on assiste depuis cette date à une modification progressive de la forme de la flèche d'une courbe vers une droite. La régularisation du trait de côte est atteinte à partir des années 90 et sa relative stabilité s'explique probablement par la présence des ouvrages de reconstitution dunaire qui contribuent à fixer la position du système plage/dune.

Des études récentes (Kulling, 2015) ont montré l'instabilité des sédiments accumulés au droit du poulieu du Rhône et l'est de la plage Napoléon :

¹⁴ Heurtefeux, Sabatier, Grosset & Richard. 2009. Bilan de 25 ans de gestion d'une flèche sableuse à pointe libre. Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime Edition 1, Hammamet, Tunisie.

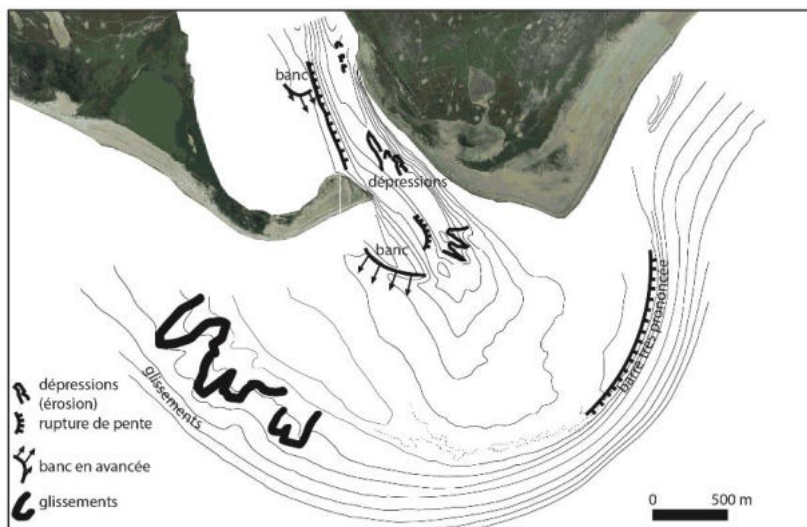


Figure 30 : Contexte hydro-sédimentaire au droit de l'embouchure du Rhône (Source : Kulling, 2015)

2.5. Qualité des eaux

2.5.1. Contexte

La qualité des eaux littorales sur le secteur du Golfe de Fos est principalement sous influence des apports du Rhône (jusqu'à 100 m de profondeur), mais aussi de l'urbanisation et des activités industrielles et portuaires locales. Le Rhône est à la fois une source importante de nutriments pour la vie marine, mais aussi une source non négligeable de contaminants divers, organiques ou inorganiques.

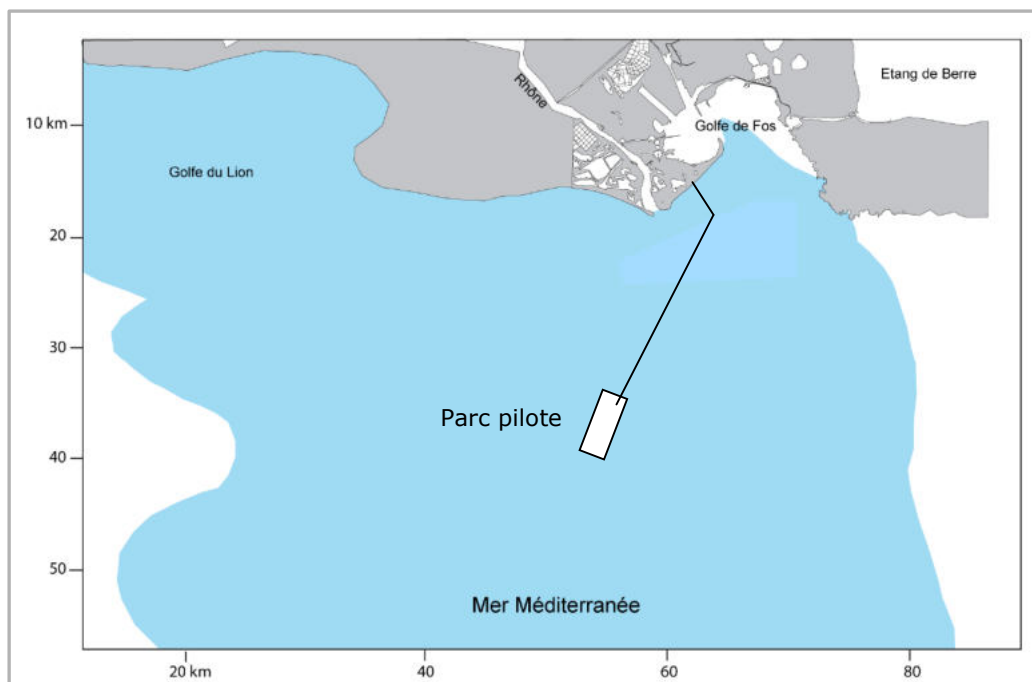


Figure 31 : Extension géographique du panache du Rhône (Source : Hermand, 2008)

Les eaux du Rhône sont dispersées, dès leur arrivée en mer, par les vents et les courants. Son panache s'étend globalement du Golfe du Lion à l'Ouest, au Cap Couronne à l'Est, dans la zone bathymétrique de 20 à 100 m (voir figure précédente).

Les apports terrigènes du Rhône constituent la source d'apport solide la plus importante (80 %) dans le Golfe du Lion (Monaco *et al.*, 1990 ; Roditis, 1993) et par conséquent au large du Golfe de Fos. La quantité totale de matières en suspension apportée par le Rhône varie entre $6,8.10^6$ et $13,5.10^6$ t/an.

A cela vient s'ajouter dans le Golfe de Fos tout proche, l'influence des activités industrialo-portuaires à l'origine de contamination notamment en métaux lourds de certains secteurs du Golfe.

Les eaux du Golfe de Fos font l'objet de contrôles menés par l'ARS.

2.5.1.1. Apports de nutriments par le Rhône

Flux des nutriments dans le Rhône

L'Azote

Trois composés azotés minéraux dissous sont régulièrement mesurés dans les eaux du Rhône : le nitrate (azote nitrique), le nitrite (azote nitreux) et l'ammonium (azote ammoniacal). Les nitrates constituent la forme essentielle et naturelle de transfert d'azote du sol au milieu aquatique (Raimbault *et al.*, 2009).

L'observation des concentrations de nitrate révèle une évolution saisonnière nette.

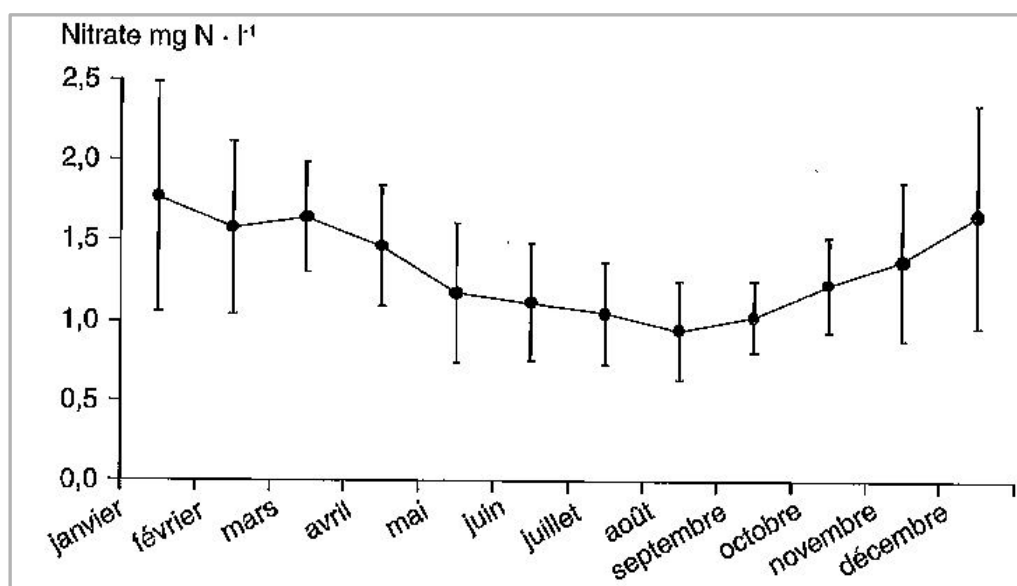


Figure 32 : Evolution saisonnière des concentrations en azote nitrique (nitrate) dans le Rhône entre 1968 et 2007
(Source : Raimbault *et al.*, 2009)

Les concentrations les plus élevées sont mesurées en hiver, de novembre à mars, avec des valeurs moyennes de 1,7 à 2 mg d'azote par litre (mg N/L). Durant la période estivale, de mai à octobre, les concentrations sont de l'ordre de 1 à 1,2 mg N/L. Les écarts à la moyenne sont plus importants durant la période hivernale, indiquant une plus forte hétérogénéité des eaux de ruissellement collectées par le Rhône sur les différents bassins versants durant cette saison.

Les autres composés minéraux azotés (ammonium et nitrite) ne montrent pas de variation saisonnière marquée.

Le nitrate représente à lui seul près de 70 % de la composition azotée des eaux du Rhône, l'ammonium et le nitrite contribuant pour moins de 5 % au stock d'azote total.

Le phosphore

Contrairement à celle du nitrate, la concentration en phosphore minéral dissous, ou orthophosphate, ne présente pas d'évolution saisonnière.

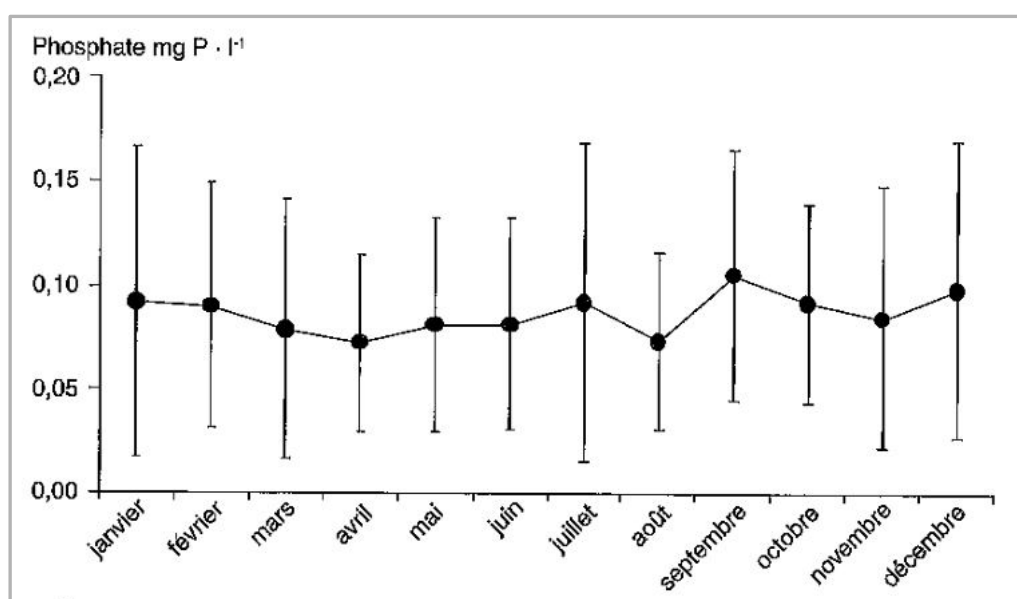


Figure 33 : Evolution saisonnière des concentrations en orthophosphate dans le Rhône entre 1980 et 2007
(Source : Raimbault et al., 2009)

Les teneurs restent plus ou moins stables tout au long de l'année, avec une valeur moyenne légèrement inférieure à 0,1 mg de phosphore par litre (mg P/L).

En revanche, les écarts à la moyenne sont plus importants, indiquant une plus grande hétérogénéité des sources de ce composé.

Il est important de noter que les orthophosphates représentent seulement 48 % du phosphore total. La moitié du phosphore se présente en effet sous forme organique, les fractions dissoutes et particulaires représentant chacune environ un quart de la composition finale.

Il apparaît une différence nette dans la composition relative des eaux du Rhône en termes d'azote et de phosphore. Le premier composé est essentiellement véhiculé sous forme inorganique dissoute (nitrate) et présente d'importantes variations saisonnières. Le second est présent pour moitié sous forme organique, la concentration de la forme minérale étant plus ou moins stable au cours de l'année. La grande majorité des apports d'azote sera donc immédiatement disponible pour la production primaire, alors qu'une grande partie du phosphate demandera une reminéralisation préalable via les processus bactériens (Raimbault et al., 2009).

Les apports à la mer

Le débit du Rhône n'ayant pas sensiblement varié au cours des deux dernières décennies, seules les évolutions notables des concentrations observées au cours de la même période ont une implication sur les quantités apportées en mer.

Les apports annuels de nitrate à la Méditerranée ont été estimés par différents auteurs à 48-57 kt (Coste & Rimbault, 1993), puis à 53-103 kt (Tusseau & Mouchel, 1995) et à 92-96 kt (Moutin *et al.*, 1998). La variabilité de ces résultats provient de la taille des séries de données utilisées et de la méthode de calcul. En effet, l'échantillonnage mensuel, occasionnellement bimensuel, ne permet pas la prise en compte des épisodes de crues pour la quantification d'un bilan annuel.

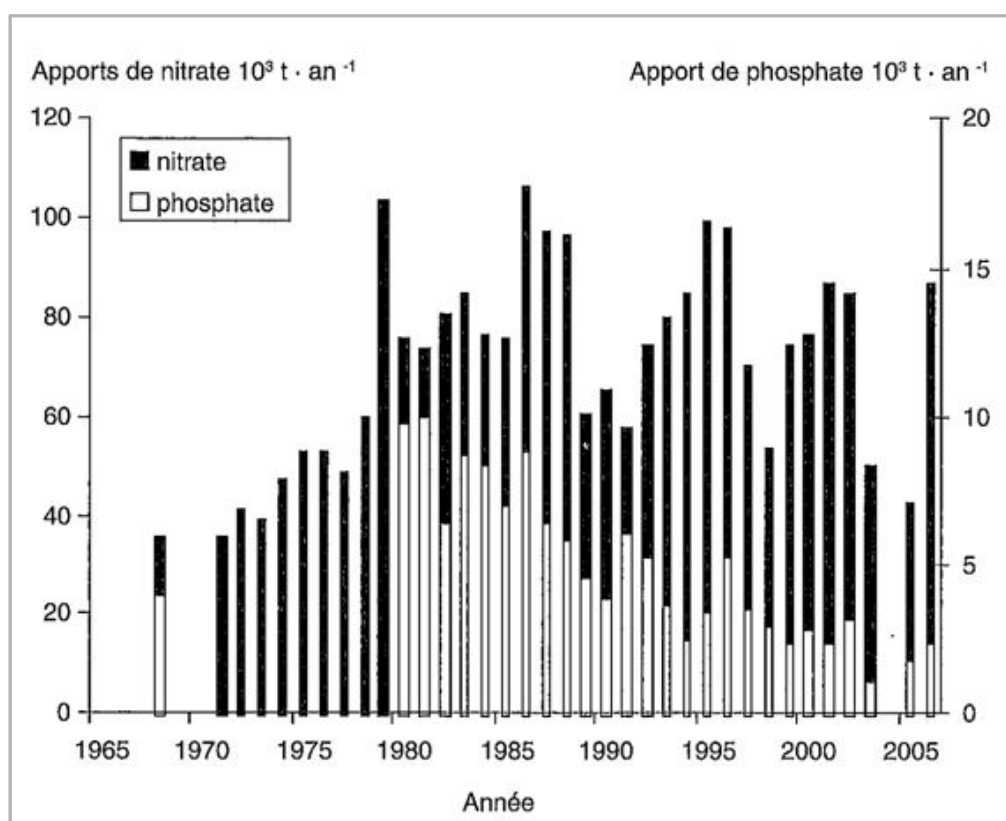


Figure 34 : Evolution des flux annuels de nitrate et de phosphate dans le Rhône entre 1968 et 2007 (Source : Rimbault *et al.*, 2009)

L'évolution temporelle montre que les flux annuels d'azote sous forme de nitrate ont considérablement augmenté entre 1968 et 1984, passant de 40 000 t à 80 000 t, avec un pic dépassant 100 000 t dans l'année 1979. En 2005, on observe un retour à des valeurs proches de 40 000 t.

Selon (Rimbault *et al.*, 2009), il est difficile de relier ces fluctuations aux seules variations interannuelles des débits. En revanche, les débits étant beaucoup plus faibles en été qu'en hiver, les quantités totales de nitrate transportées par le Rhône varient donc énormément d'une saison à l'autre. Elles sont de l'ordre de 200 à 500 tonnes par jours en hiver, alors que ce flux ne dépasse pas 100 t/j en été.



Il a été observé une forte augmentation des flux de phosphate avant 1980, dans le Rhône comme dans l'ensemble des fleuves européens (Raimbault *et al.*, 2009). Les flux de phosphate ont par la suite régulièrement et fortement diminué au cours des vingt dernières années. Les valeurs sont restées constantes (de l'ordre de 8 000 à 10 000 t par an) dans la période 1980-1990, puis elles ont diminué rapidement depuis 1992. Les flux les plus faibles ont été obtenus en 2003 (1100 t/an) et en 2005 (1 800 kt/an).

Des tendances similaires sont observées sur l'ensemble des fleuves européens au cours de ces mêmes périodes.

La pollution par le phosphore étant plus particulièrement caractéristique des rejets urbains et industriels, cette évolution est le reflet des mesures prises par les différents gouvernements pour limiter l'usage des détergents phosphatés et pour améliorer le traitement des eaux usées.

Ces évolutions opposées des flux de nitrate et de phosphate ont une répercussion sur le rapport élémentaire azote/phosphore de la matière minérale apportée en mer.

2.5.2. Réseaux de surveillance de la qualité des eaux

La qualité des eaux littorales est évaluée et contrôlée par plusieurs réseaux de surveillance dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

- Directives européennes transposées dans le code de l'environnement :
 - DCE : la Directive Cadre sur l'Eau du 23 octobre 2000 (directive 2000/60) vise à donner une cohérence à l'ensemble de la législation dans le domaine de l'eau, grâce à une politique communautaire globale. La DCE fixe des objectifs pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces et eaux côtières) et pour les eaux souterraines. L'objectif est d'atteindre le bon état écologique des différents milieux sur tout le territoire européen en 2015 ;
 - DCSMM : la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (directive 2008/56/CE) vise à atteindre ou à maintenir le bon état écologique des eaux en milieu marin au plus tard en 2020. L'application de cette directive au niveau national se traduit par l'élaboration d'un plan d'action pour le milieu marin (PAMM) pour chaque région sous-marine : Manche - mer du nord, golfe de Gascogne, mers celtiques et Méditerranée occidentale.
- Réseaux de surveillance mis en place par l'Ifremer (Institut français pour la recherche et l'exploitation de la mer) ;
- Réseaux de suivi de l'ARS (Agence Régionale de Santé) :
 - Eaux de baignade ;
 - Pêche de loisir.

2.5.2.1. Surveillance dans le cadre de la DCE

La surveillance de la qualité des masses d'eau est gérée par les agences de l'eau dans le cadre de la DCE. L'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse a fait procéder à une qualification des masses d'eau côtières et de transition de la frange littorale. Cette évaluation est réalisée par la mesure de paramètres physico-chimiques, morphologiques et biologiques. Elle repose sur les suivis des réseaux de l'Ifremer décrits par la suite, ainsi que sur d'autres points de surveillance spécifiques, suivis par différents organismes.

La masse d'eau la plus proche de la zone d'implantation du projet est référencée FRDC04 « Golfe de Fos ».

Nom masse d'eau	Code masse d'eau	Type	Objectif d'état					
			Global		Ecologique		Chimique	
			Objectif	Délai	Objectif	Délai	Objectif	Délai
Golfe de Fos	FRDC04	C20 – Golfe de Fos et Rade de Marseille			Bon potentiel	2021		

Tableau 16 : Objectifs d'état de la masse d'eau « Golfe de Fos »
(Source : SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée 2016-2021)

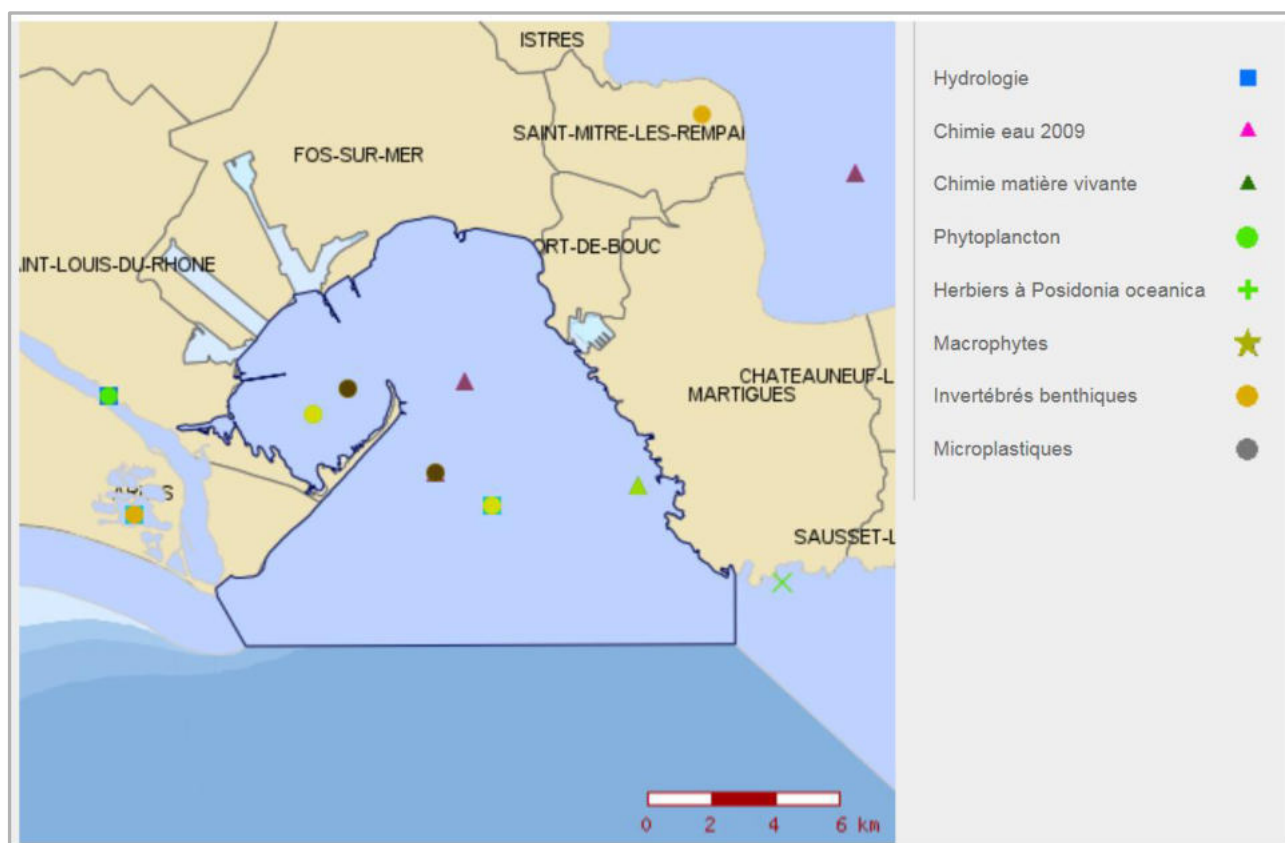


Figure 35 : Périmètre de la masse d'eau côtière « Golfe de Fos » (Source : Ifremer, atlas DCE, 2017)

La qualité de la masse d'eau au droit de la zone d'implantation du projet est dans un état global qualifié de "Mauvais". Il s'agit d'une masse d'eau fortement modifiée. Les principaux paramètres caractérisant sa qualité sont donnés dans le tableau ci-après, issu de l'atlas de l'Ifremer mis en place dans le cadre de la DCE.

Critères de classement	Etat de la masse d'eau	Critères de classement	Etat de la masse d'eau
Etat chimique		Etat écologique	
Contaminants chimiques	(I)	Etat biologique	
Métaux lourds	(I)	Phytoplancton	(I)
Pesticides	(I)	Macroalgues :	(I)
		Angiospermes	(NP)
		Invertébrés benthiques	(I)
		Etat hydromorphologique	
		Hydromorphologie	(E)
		Etat physico-chimique	
		Nutriments	(ND)
		Oxygène dissous	(I)
		Salinité	(NP)
		Température	(NP)
		Transparence	(I)
		Polluants spécifiques	(DNP)
Etat global			

LEGENDE :

Etat écologique ou global		Etat chimique			
	Non pertinent		Non pertinent	Données insuffisantes	DI
	Inconnu		Inconnu	Descripteur non prospecté	DNP
	Très bon		Bon	Elément de qualité non suivi	ENS
	Bon		Mauvais	Indicateur non défini	IND
	Moyen			Indicateur non pertinent	NP
	Médiocre			Pas de contrôle de surveillance	NS
	Mauvais			Classement basé sur avis d'expert	E
	Inférieur au très bon état			Classement basé sur l'indicateur	I

Tableau 17 : Etat de la masse d'eau FRDC04 "Golfe de Fos"
(Source : Atlas Ifremer DCE, mise à jour du 14/02/2017)



2.5.3. Réseaux de surveillance de l'Ifremer

La qualité des eaux littorales est évaluée et contrôlée par plusieurs réseaux de surveillance coordonnés par l'Ifremer. Ces réseaux permettent notamment d'assurer la surveillance environnementale liée à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et au suivi sanitaire des coquillages des zones de pêche et de production conchyliques.

Le dispositif comprend :

- Le REMI : réseau de contrôle microbiologique ;
- Le REPHY : réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines, qui porte aussi sur l'hydrologie et les nutriments ;
- Le ROCCH : réseau d'observation de la contamination chimique ;
- Le REBENT : réseau de surveillance benthique.

Les données utilisées sont issues du bulletin de la surveillance de la qualité du milieu marin littoral pour l'année 2015, établi pour la région PACA (Provence-Alpes-Côte d'Azur) et paru en 2016.

2.5.3.1. Localisation des points de surveillance

Plusieurs stations font l'objet de suivis par l'Ifremer au niveau de la zone d'étude. Ces points sont présentés sur la carte suivante :



2.5.3.2. Résultats des suivis du REMI

L'anse de Carteau sud est une zone de production de moules. En 2015, avec une fréquence de prélèvements mensuelle, 12 analyses ont été réalisées dans le cadre de la surveillance régulière sur le point « Anse de Carteau 2 ». Deux alertes de niveau 0 ont été déclenchées sur la zone de production. Suite à l'alerte du 5 octobre 2015, la contamination a été confirmée. De ce fait, la zone de production a été fermée du 7 au 21 octobre 2015 (*source : Ifremer, 2016*).

La tendance générale des résultats sur les dix dernières années n'est pas significative et la qualité microbiologique est estimée « moyenne » sur les trois dernières années.

2.5.3.3. Résultats des suivis du REPHY

Les objectifs du REPHY sont à la fois environnementaux et sanitaires :

- Connaissance de la biomasse, de l'abondance et de la composition du phytoplancton marin des eaux côtières et lagunaires ;
- Détection et suivi des espèces phytoplanctoniques productrices de toxines susceptibles de s'accumuler dans les produits marins de consommation ou de contribuer à d'autres formes d'exposition dangereuse

pour la santé humaine ; recherche de ces toxines dans les mollusques bivalves présents dans les zones de reproduction ou dans les gisements naturels.

Flores totales

En 2015, les abondances cellulaires les plus élevées sont mesurées en avril, juin et décembre, dépassant le million de cellules par litre. On peut par ailleurs noter deux pics élevés de concentration en chlorophylle (a), l'un en août et l'autre en décembre (Source : Ifremer, 2016).

Les abondances de cellules se situent tout de même à des niveaux proches des observations antérieures.

Les genres *Chaetoceros*, *Skeletonema* et *Pseudo-nitzschia* sont présents tout au long de l'année, avec une prédominance de *Chaetoceros* au deuxième trimestre et de *Skeletonema* en fin d'année. Ces trois genres sont habituellement dominants sur ce secteur (Source : Ifremer, 2016).

La flore phytoplanctonique est donc abondante et diversifiée dans le Golfe de Fos, ce qui témoigne d'une bonne productivité primaire sur ce secteur (Source : Ifremer, 2016).

Genres toxiques et toxines

Les dénombrements de phytoplancton toxique (genres *Dinophysis*, *Alexandrium*, *Pseudo-nitzschia*) au niveau du Golfe de Fos sont présentés sur la figure suivante :

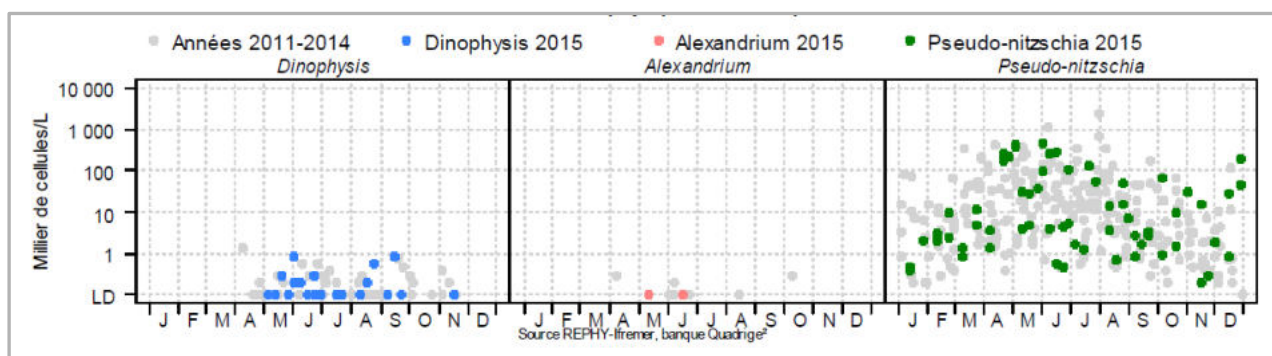


Figure 36 : Abondance du phytoplancton toxique au niveau de la zone marine 109 « Golfe de Fos »
(Source : Ifremer, 2016)

L'espèce *Dinophysis* est observée beaucoup plus régulièrement dans les Bouches-du-Rhône qu'en 2014. On l'observe majoritairement dans le Golfe de Fos et dans une moindre mesure sur la côte camarguaise. La présence de toxines lipophiles a été constatée sur les coquillages prélevés au niveau de la station « Anse de Carteau 2 », sans toutefois dépasser le seuil réglementaire.

Pseudo-nitzschia est observé sur presque tous les points de surveillance du littoral PACA tout au long de l'année, avec des abondances et des périodes d'apparition très variables. Les seuils d'alerte ont été dépassés les mois d'avril, mai, juin, juillet et décembre sur le point « Anse de Carteau 2 ».

Alexandrium est ponctuellement présent sur les points de surveillance du littoral PACA. En 2015, il a été observé deux fois sur le Golfe de Fos, à des concentrations très faibles.

2.5.3.4. Résultats des suivis du ROCCH

La surveillance du ROCCH porte sur les trois métaux réglementés (cadmium, mercure et plomb), ainsi que sur le zinc. Il suit également certains contaminants organiques, les HAP (*via* le fluoranthène) et les PCB (*via* le CB 153). Les moules et les huîtres sont utilisées comme indicateurs quantitatifs de la contamination. Ces bivalves filtreurs peuvent en effet concentrer plusieurs contaminants présents dans le milieu où ils vivent (métaux, contaminants organiques hydrophobes) de manière proportionnelle à leur exposition. Il s'agit donc d'indicateurs représentatifs de l'état chronique du milieu.

Les seuils figurant dans les règlements européens n°466/2001 et n°221/2002 fixant les teneurs maximales en métaux dans les denrées alimentaires sont les suivants :

Métal	Seuils réglementaires : teneur en mg/kg de poids humide (p.h.)	Equivalent approximatif en mg/kg de poids sec (p.s.)
Cadmium	1,0	5,0
Mercure	0,5	2,5
Plomb	1,5	7,5

Tableau 18 : Seuils sanitaires des métaux dans les denrées alimentaires

Les moules de la station “Anse de Carteau 2” font l'objet d'un suivi par le ROCCH. Les résultats sont présentés dans les graphes suivants.

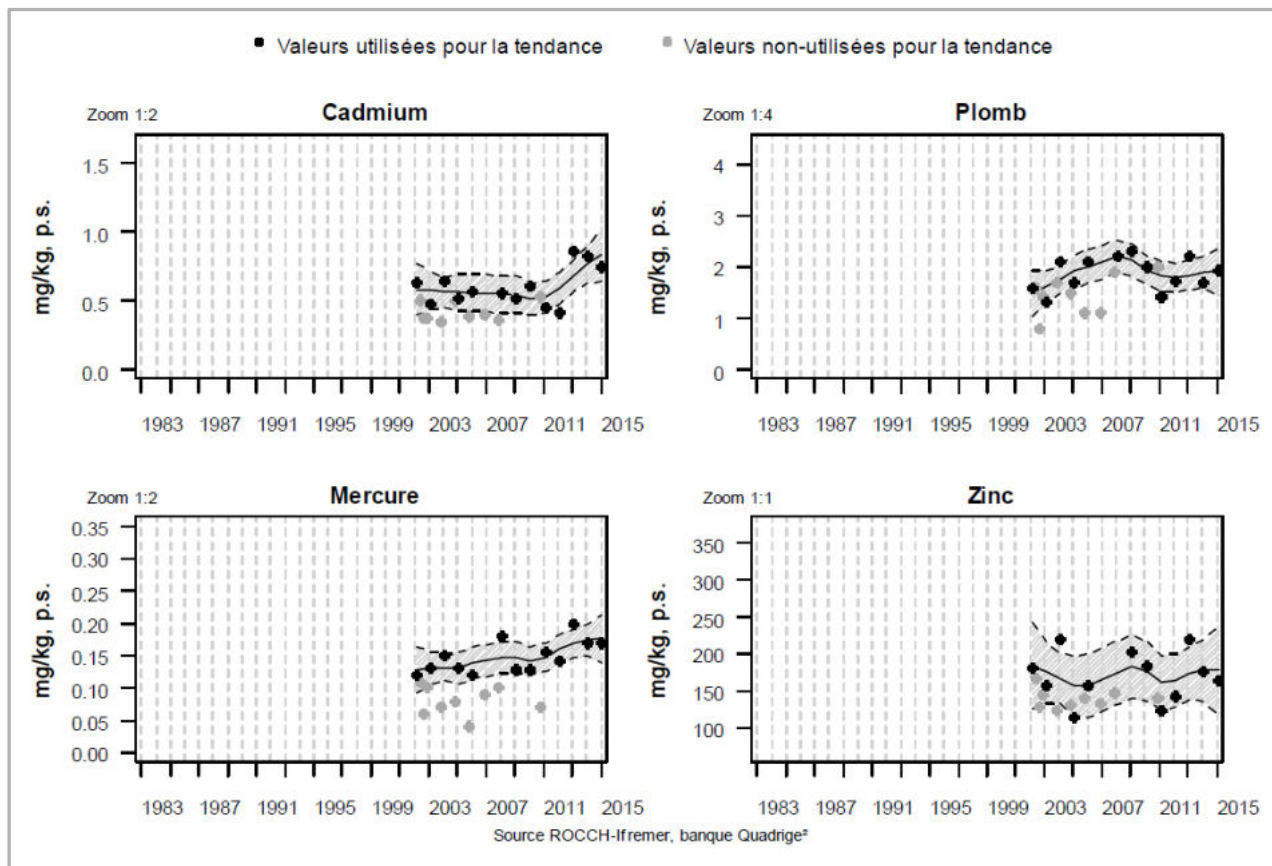


Figure 37 : Résultats ROCCH – Evolution des concentrations en métaux dans les moules de la station « Anse de Carteau 2 » (golfe de Fos) (Source : ROCCH-Ifrermer, 2016)

Les concentrations mesurées au point de surveillance « Anse de Carteau 2 » ont considérablement augmenté ces trois dernières années.

Les concentrations en plomb mesurées dans les coquillages de plusieurs sites du littoral PACA sont parmi les plus élevées au plan national. Au niveau du Golfe de Fos, les secteurs les plus contaminés sont les points « Pointe St Gervais » (2,7 fois la médiane nationale) et « Cap Couronne » (près de deux fois la médiane nationale).

Les concentrations en mercure sont également élevées dans les coquillages du littoral PACA, en particulier dans le Golfe de Fos au niveau des deux stations citées précédemment : au « Cap Couronne », les concentrations sont plus de 2 fois supérieures à la médiane nationale ; à la « Pointe de Saint Gervais », elles sont environ 1,8 fois supérieures à la médiane nationale.

Enfin, les concentrations mesurées en zinc dans les coquillages sont toutes supérieures à la médiane nationale ; les plus fortes concentrations sont mesurées aux points « Les Saintes Maries de la Mer » et « Cap Couronne » où elles sont environ deux fois supérieures à la médiane nationale.

Les concentrations en cadmium, plomb, mercure et zinc dans les coquillages sont très élevées dans les coquillages du Golfe de Fos, supérieures aux médianes nationales.

2.5.3.5. Paramètres physico-chimiques

Un suivi hydrologique est également effectué au niveau des stations de surveillance de l'Ifremer. Les mesures de température de l'eau effectuées au point de surveillance « Anse de Carteau 2 » montrent une amplitude thermique qui suit le schéma habituel : les températures sont basses en début d'année puis remontent progressivement pour atteindre leur maximum en été avant de diminuer à nouveau jusqu'en fin d'année. Les températures dans l'eau restent toutefois plus élevées en cette fin d'année 2015 en raison des températures de l'air exceptionnellement chaudes. De fortes dessalures sont aussi enregistrées sur ces sites en fin d'année, probablement en lien avec les épisodes pluvieux enregistrés (Source : Ifremer, 2016).

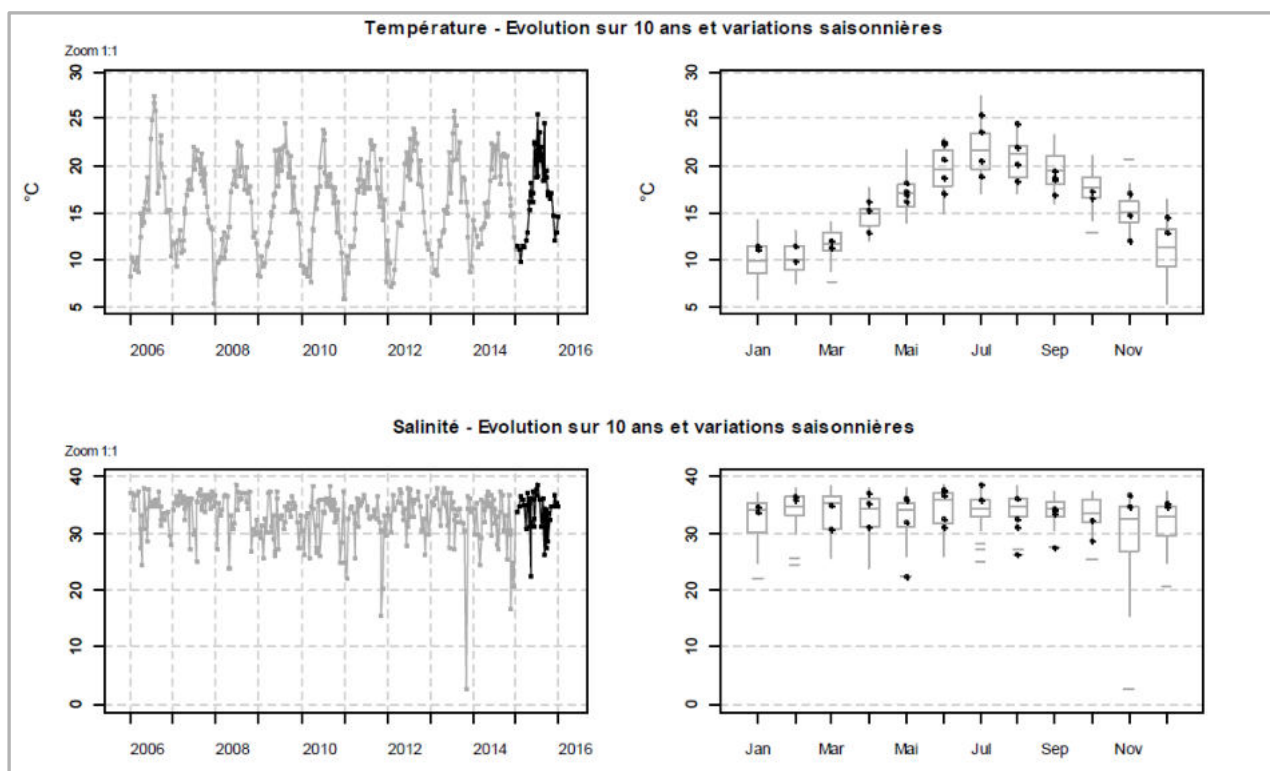


Figure 38 : Température et salinité mesurées sur 10 ans à la station « Anse de Carteau 2 », surface (0-1 m)
(Source : Ifremer, 2016)

La turbidité est largement sous l'influence des apports du Rhône et des bassins versants. Ces apports assurent les seuils ou quota nécessaires au développement du phytoplancton dans les eaux côtières au printemps et à l'automne (voir Figure 39).

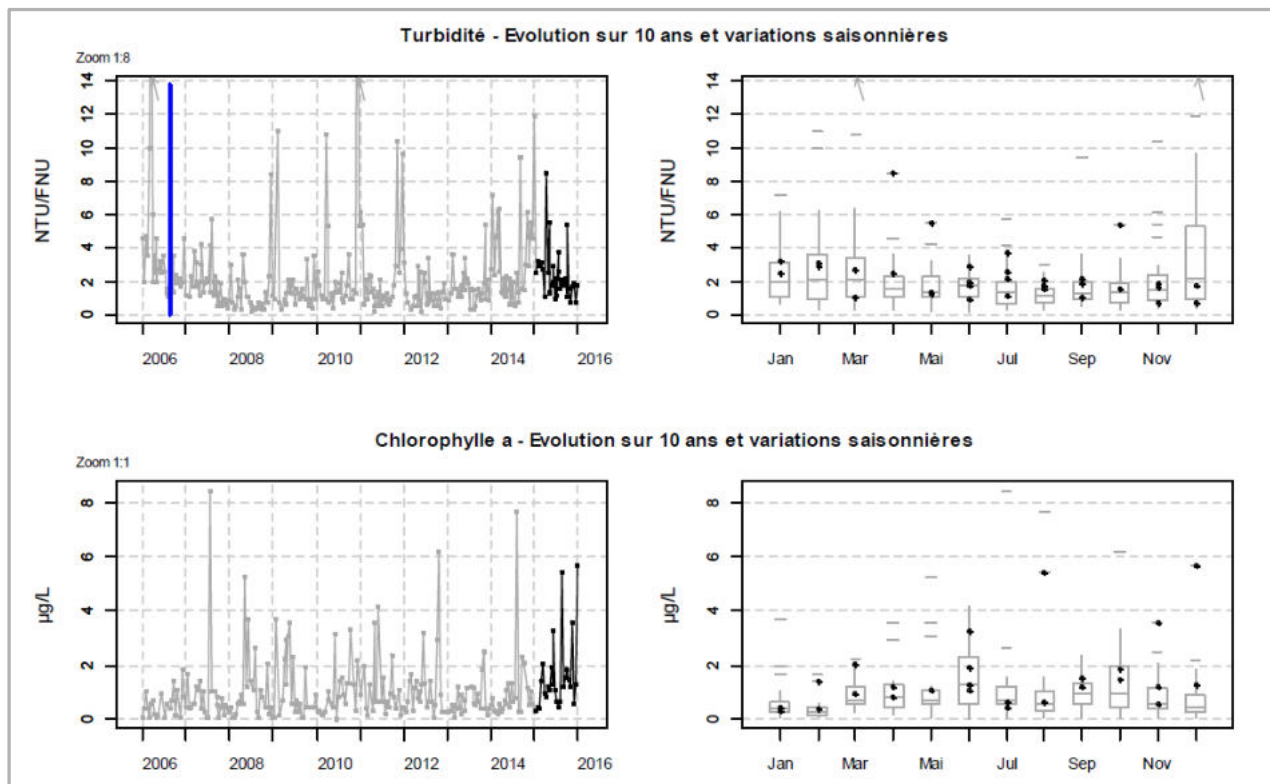


Figure 39 : Turbidité et Chlorophylle-a mesurées sur 10 ans à la station « Anse de Carteau 2 », surface (0-1 m)
(Source : Ifremer, 2016)

2.5.4. Surveillance des eaux de baignade

Afin d'évaluer la qualité des eaux, il est également possible de se référer au réseau de surveillance sanitaire des eaux de baignade. Cette surveillance est assurée par les délégations régionales des agences régionales de santé (ARS), en période estivale (du 1^{er} juin au 15 septembre). Les prélèvements sont effectués sur des sites fréquentés régulièrement. La qualité de ces eaux est évaluée au regard de paramètres microbiologiques principalement, mais aussi physico-chimiques.

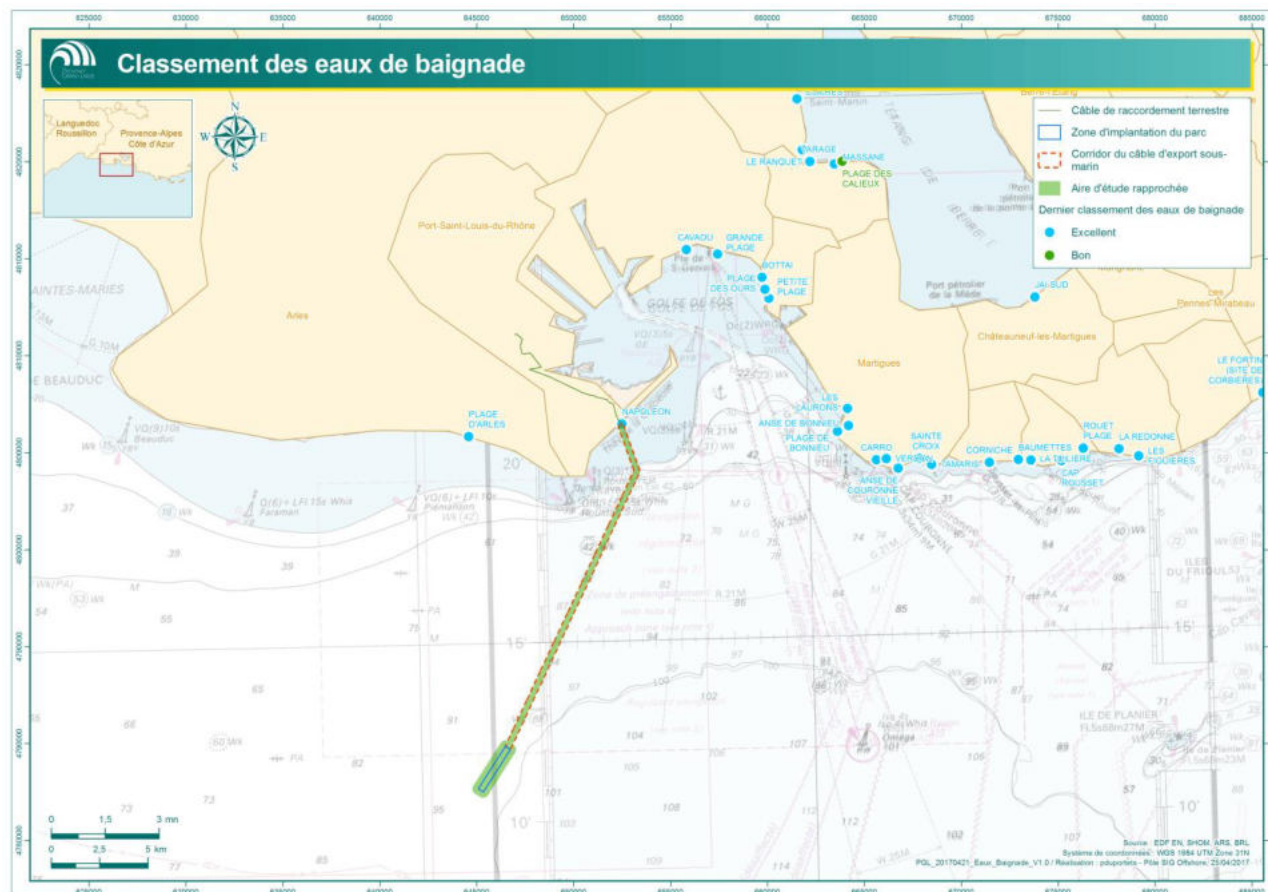
Le classement des eaux de baignade est effectué en fonction des valeurs seuils suivantes, fixées par la directive 2006/7/CE et entrées en vigueur depuis la fin de la saison balnéaire 2013.

Indicateur (concentration en UFC/100 ml)	Classement des eaux de baignade			
	Excellente qualité	Bonne qualité	Qualité suffisante	Qualité insuffisante
Entérocoques intestinaux	≤ 100	≤ 200	≤ 185*	> 185**
<i>Escherichia coli</i>	≤ 250	≤ 500	≤ 500**	> 500**

* Evaluation au 95^{ème} percentile ; ** Evaluation au 90^{ème} percentile

Tableau 19 : Seuils de classement des eaux des eaux de baignade (Source : Directive 2006/7/CE)

Au niveau de la zone d'étude, plusieurs plages sont suivies par l'ARS. Leur classement est donné pour l'année 2016 sur la carte suivante.



Carte 10 : Classement des eaux de baignade de la zone d'étude en 2016 (Source : ARS)

La qualité des eaux de baignade au droit de la zone de projet est qualifiée d'excellente pour l'année 2016.

2.5.5. Surveillance des zones conchylicoles

Les zones de production conchylicoles professionnelles sont contrôlées par l'Ifremer. Elles sont classées selon leur qualité grâce aux réseaux de surveillance décrits précédemment, par arrêté préfectoral.

Le golfe de Fos, l'Anse de Carteau en particulier, constitue une zone de production conchylicole (n° de référence 13-06-01).

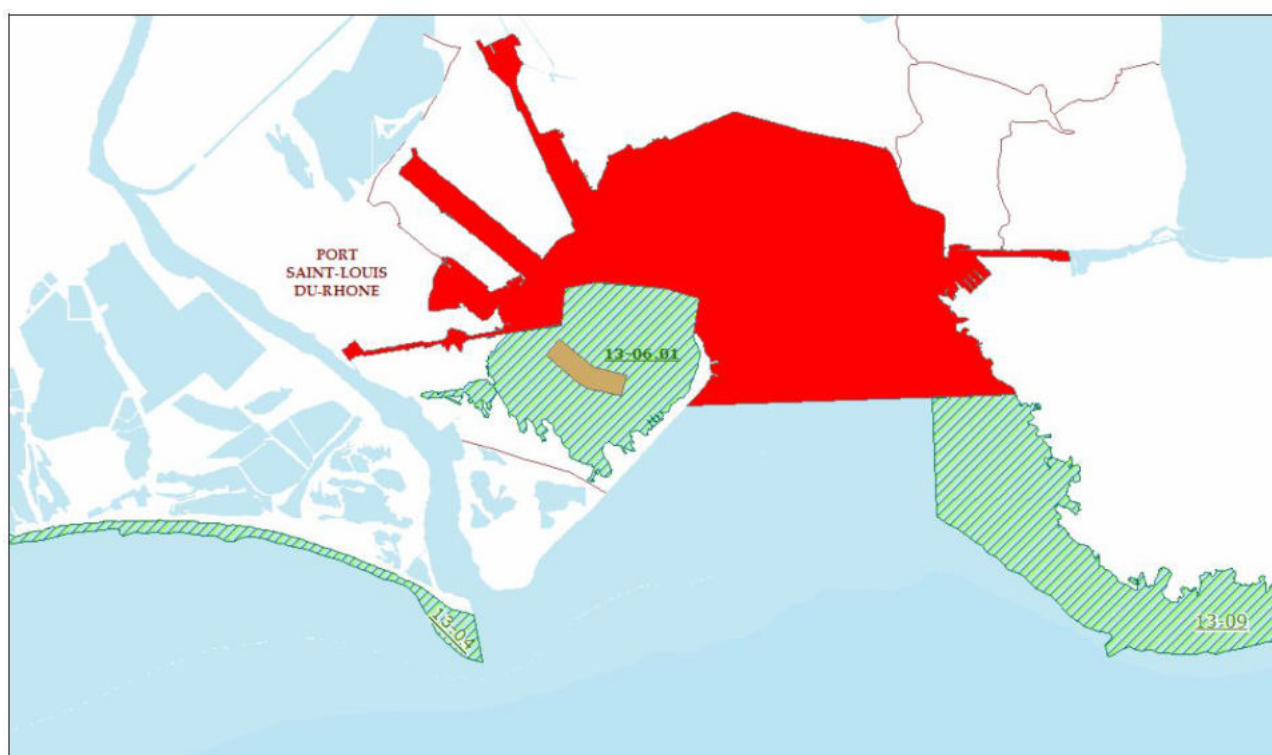


Figure 40 : Zone de production conchylicole 13-06.01 (Source : Ifremer, 2016)

Les résultats de la surveillance par l'Ifremer, obtenus sur la période 2013-2015 au point Anse de Carteau 2, montrent que :

- La qualité estimée est B, selon les seuils réglementaires définis par le règlement (CE) n°854/2004 ; cette qualité est concordante avec le classement en vigueur ;
- Les données de concentrations chimiques obtenues dans le cadre du ROCCH en février 2015 sont conformes aux exigences de la réglementation européenne en vigueur.

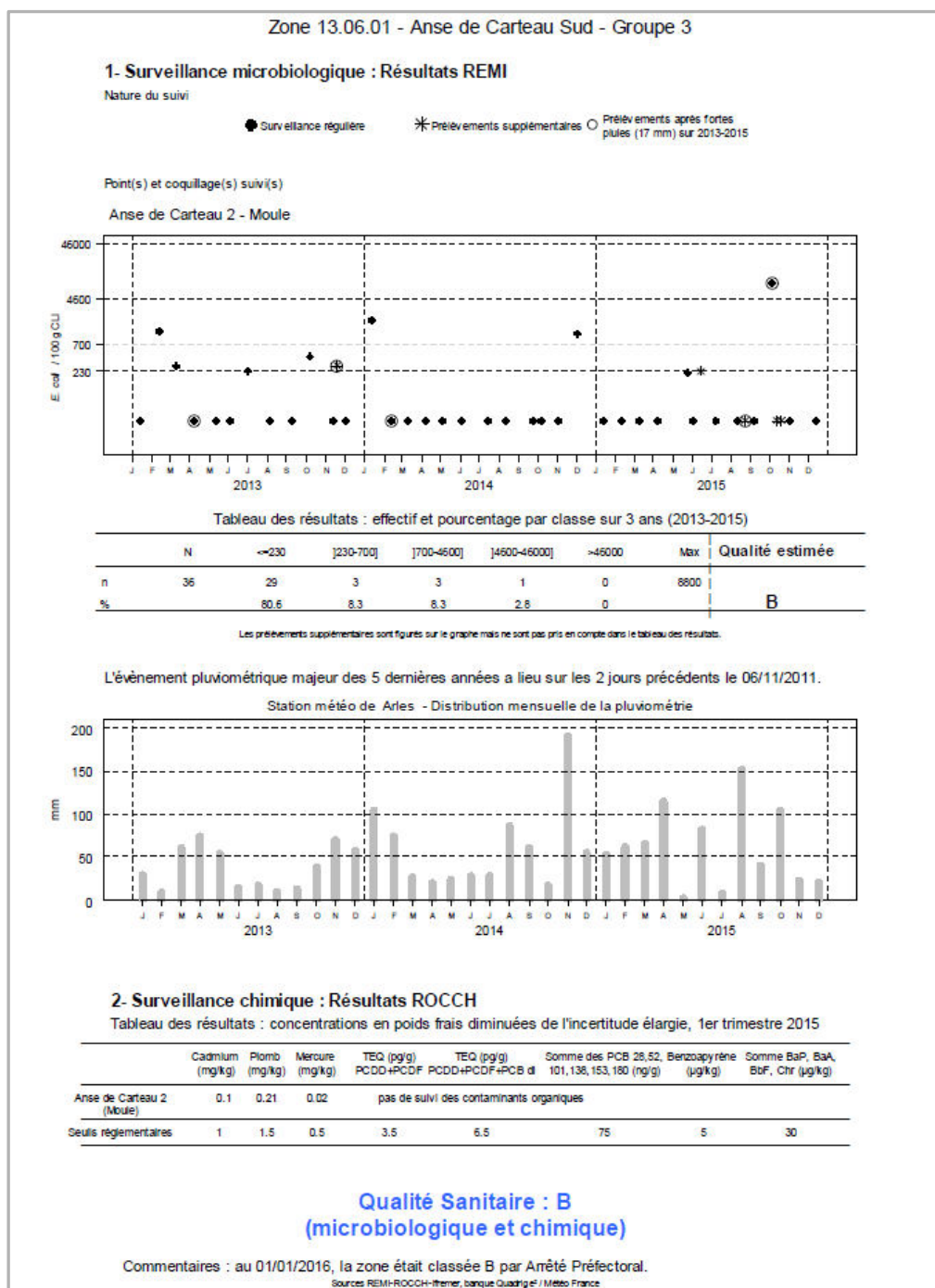


Figure 41 : Résultats microbiologiques pour la zone n°13-06.01 – Bassin hydrologique du Golfe de Fos
(Source :Ifremer, 2016)

La zone de Carteau (golfe de Fos), 13.06.01, classée B pour la production de coquillages de groupe 3 (bivalves non fouisseurs, en l'occurrence des moules) présente une qualité microbiologique estimée à B (moyenne). Cela signifie que les coquillages doivent subir une purification ou un reparcage avant consommation. Aucune tendance significative de l'évolution de la qualité microbiologique des coquillages n'est observée sur 10 ans (stable) (Source : Ifremer, 2016).



2.6. Qualité des sédiments

2.6.1. Contexte du secteur d'étude : apports de contaminants par le Rhône

En raison d'une forte affinité chimique entre les métaux lourds et les particules fines, les sédiments déposés dans les milieux aquatiques enregistrent la pollution engendrée par l'activité humaine. Dans les sédiments côtiers du golfe du Lion, les différentes sources de contaminants (fleuves côtiers, dépôts atmosphériques, rejets industriels) se manifestent par un enrichissement des concentrations par rapport aux valeurs géochimiques naturelles.

Parmi ces sources de contaminants des sédiments côtiers du golfe du Lion, le Rhône occupe une place importante. Les plus forts enrichissements se trouvent effectivement dans les zones littorales dites « prodeltaïques » se développant devant l'embouchure des fleuves. Ceux-ci sont la source principale de la plupart des métaux anthropiques sur le plateau (Ludwig *et al.*, 2009).

2.6.1.1. Cadre régional

Dans leur étude de 2009, Ludwig et al. ont établi une cartographie des teneurs métalliques dans les sédiments de surface du Golfe du Lion.

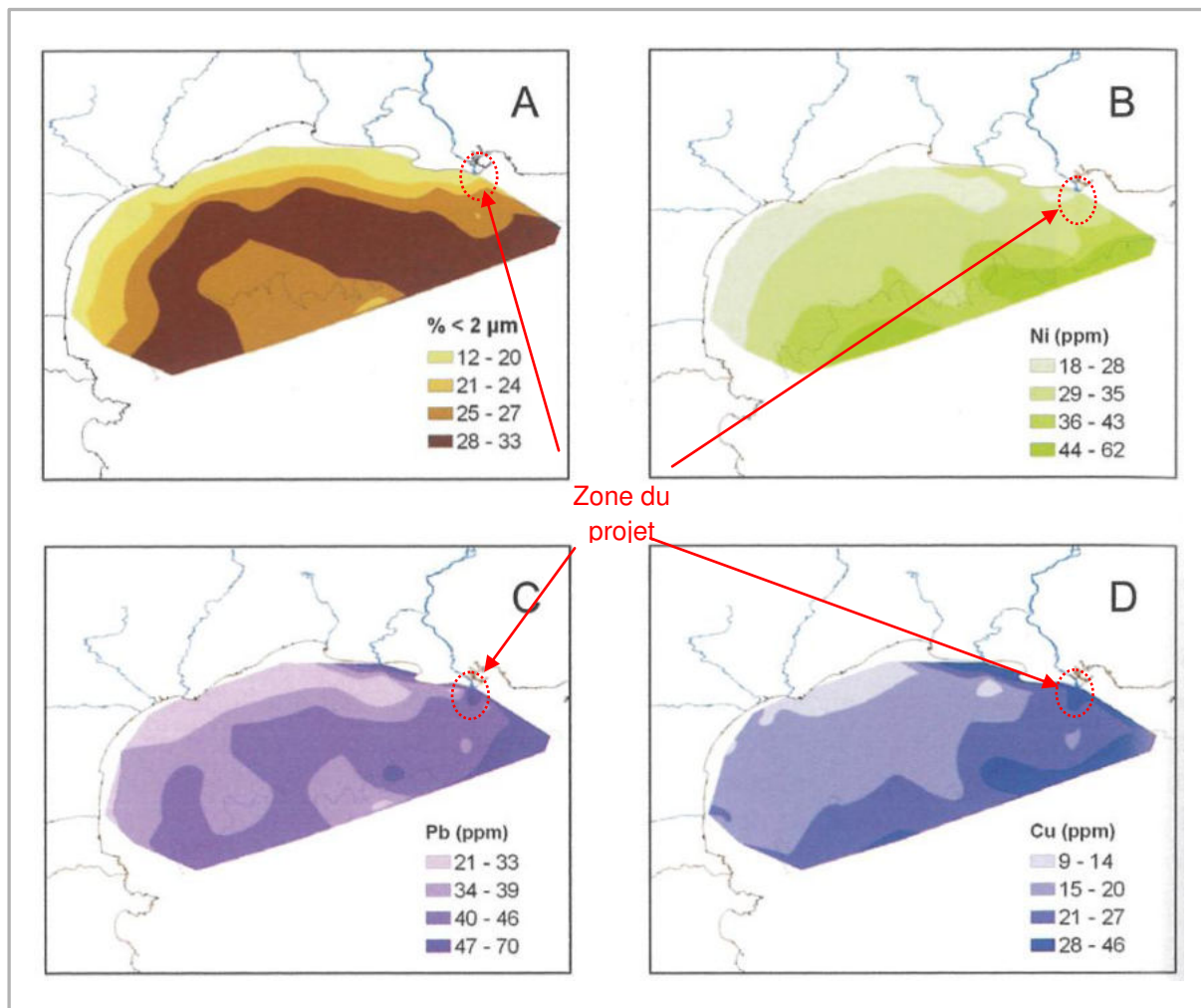


Figure 42 : Cartographie des métaux dans les sédiments de surface (fraction inférieure à 63 µm)
(Source : Ludwig et al., 2009)

Cette cartographie montre que les concentrations (métalliques dans les sédiments fraction inférieure à 63 µm) sont assez variables, avec une tendance générale à l'augmentation pour la plupart des métaux lourds. Ainsi, on observe dans une première analyse que les plus fortes concentrations se trouvent loin des sources continentales. Cela est en fait dû à l'augmentation de la fraction argileuse dans les aires plus profondes de la marge continentale où la turbulence est moins importante (zones de dépôts).

Néanmoins, des valeurs élevées sont également observées au large de l'embouchure des fleuves, par exemple celles en cuivre et en plomb devant le Rhône.

Par le calcul d'un facteur d'enrichissement (FE) témoignant de la contamination anthropique en métaux lourds, Ludwig et al. (2009) montrent également que pour la plupart de ces éléments, des valeurs élevées de contamination se trouvent à proximité du littoral, et plus précisément devant les embouchures.

Certains métaux comme le nickel (Ni) ont une distribution très homogène (très peu de sites dépassent le seuil de variabilité naturelle FE=1,5). Ce métal semble donc être essentiellement d'origine naturelle dans le golfe du Lion. En revanche, d'autres métaux dépassent clairement ce seuil devant les fleuves, notamment

les éléments : Cd, Pb, Zn et Cu. Le phosphore particulaire (P), élément non métallique, mais connu pour afficher une forte augmentation dans les régions anthropisées, suit la même tendance.

Ces informations sont synthétisées dans les cartes de la figure suivante.

Elles illustrent clairement le rôle important que jouent les fleuves, et en particulier le Rhône, dans l'introduction des contaminants à l'intérieur du système sédimentaire du Golfe du Lion, ainsi que le piégeage précoce de ces éléments dans les aires à proximité de la côte.

Plus au large, sur la partie ouverte du plateau, les valeurs de FE (facteur d'enrichissement) tombent vite en dessous du seuil de 1,5 pour le cuivre, le cadmium et le phosphore. En revanche, pour les éléments Pb et Zn, l'enrichissement anthropique persiste. Ces deux contaminants sont connus pour un transport s'effectuant de préférence par voie atmosphérique. Leur omniprésence sur le plateau, même loin de la côte, est ainsi compréhensible.

La contribution anthropique du plomb dans les sédiments a été déterminée par une approche isotopique et a pu confirmer la contamination générale des sédiments par le plomb dans le Golfe du Lion (Roussiez *et al.*, 2005).

Par ailleurs, les cartes de la figure suivante montrent également que pour de nombreux métaux (Cd, Cu, Ni, Pb), les facteurs d'enrichissement sont élevés à l'extrémité située à l'est du plateau. L'aire de distribution des éléments marque leur dispersion, sous l'effet des courants marins qui longent la bordure du plateau d'Est en Ouest, principalement le courant liguro-provençal.

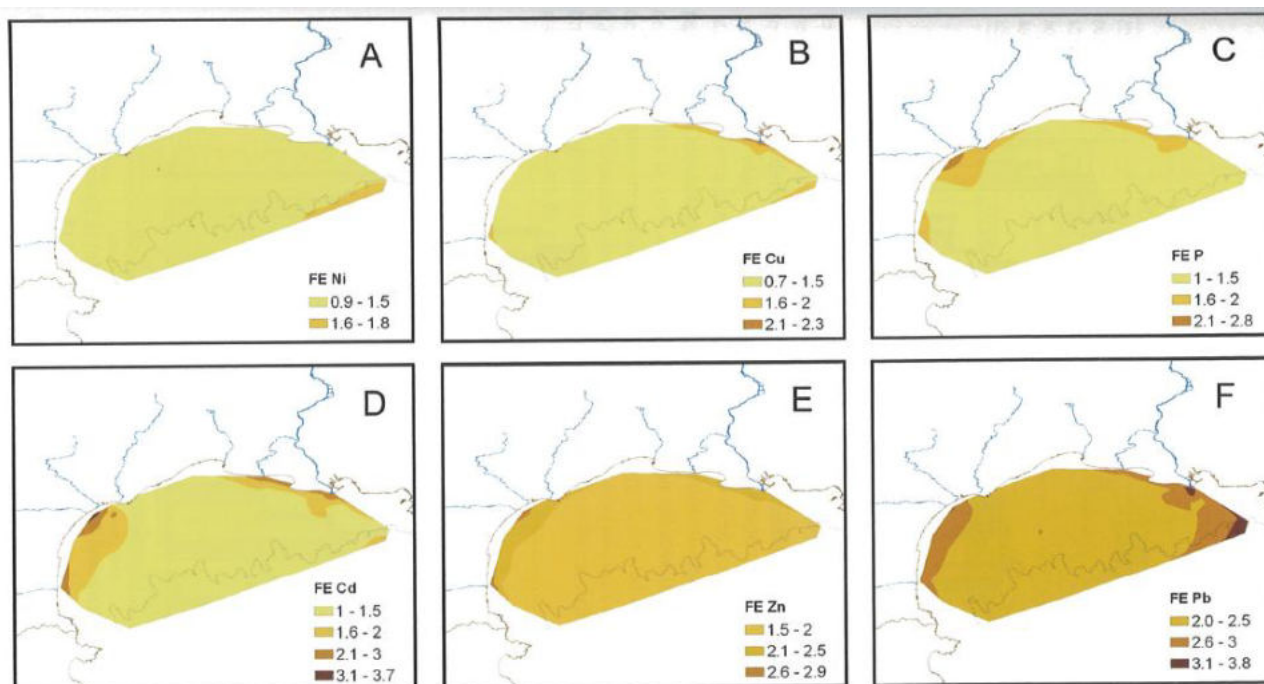


Figure 43 : Cartographie des facteurs d'enrichissement (FE) des métaux dans les sédiments de surface (fraction inférieure à 63 µm) (Source : In Vivo, 2013)

La distribution des facteurs d'enrichissement permet de réduire l'effet de l'hétérogénéité granulométrique des sédiments. Ludwig et al. (2009) mettent en évidence le piégeage des métaux dans les zones proches du littoral (domaine infralittoral), autour des émissaires naturels (fleuves) et artificiels. Plus au large, les valeurs de FE chutent rapidement sous le seuil naturel (FE=1,5), sauf pour le zinc (E) et pour le plomb (F).

2.6.1.2. Flux de métaux dans le Rhône

Le Rhône possède le plus large bassin versant de la zone côtière du Golfe du Lion (95500 km² environ) s'étalant sur une grande partie du territoire français. Ce fleuve a un caractère saisonnier marqué avec de forts débits durant les crues automnales et hivernales, ainsi que pendant la fonte des neiges au printemps, et des débits faibles durant l'été.

Le caractère saisonnier du Rhône reste bien moins marqué que pour les fleuves côtiers du Golfe du Lion dont le fonctionnement se présente par des débits faibles voire nuls en été et de forts débits lors de crues-éclair. L'essentiel du matériel sédimentaire de ces fleuves côtiers est de ce fait apporté pendant les crues.

L'industrie, l'agriculture, les eaux usées urbaines, les activités portuaires et le tourisme libèrent une grande variété de contaminants qui se mélangent avec les constituants naturels de l'environnement tout le long du parcours de ces fleuves. Ces derniers représentent le premier vecteur de ces apports anthropiques et naturels à la zone côtière avec les dépôts atmosphériques à l'interface mer-atmosphère sous forme de poussières et d'aérosols.

Les flux de métaux lourds tels que le chrome (Cr), cobalt (Co), le nickel (Ni), le cuivre (Cu), le plomb (Pb), le cadmium (Cd) et le zinc (Zn) livrés par les rivières dans le golfe du Lion et notamment sur le Rhône et ses petits affluents ont été estimés dans une étude menée sur trois ans par Radakovitch et al. (2008).

Les résultats de ces suivis montrent que :

- Les flux de métaux, qui découlent en grande partie du bassin versant du Rhône, étaient deux à dix fois plus importants que ceux résultant des dépôts atmosphériques ;
- Le cobalt, le chrome et nickel dans les rivières et sur les sédiments de surface du plateau sont principalement d'origine naturelle et associés aux particules les plus fines ;
- Le cadmium et le phosphore semblent être associés à la fraction de limon et semblent se concentrer dans les domaines prodeltaïques ;
- Le plomb, le zinc et le cuivre sont plus étroitement associés à la teneur en matière organique et sont également très présents dans les sédiments prodeltaïques (riches en matière organique) ;
- Les influences anthropiques diminuent en allant vers le large, à l'exception du plomb et du zinc qui pourraient provenir préférentiellement d'une pollution atmosphérique par les aérosols anthropiques.

2.6.2. Prélèvements et analyses sédimentaires dans la zone du projet

Des prélèvements de sédiments ont été effectués au niveau des substrats meubles du tracé du câble maritime par la société In Vivo en février 2013. Ils ont fait l'objet d'analyses géochimiques.

Les points de prélèvement du Réseau National d'Observation de l'Ifremer (RNO 98) utilisés comme référence dans cette analyse, sont localisés sur la carte présentée au paragraphe 2.2.4 **Erreur ! Source du envoi introuvable.** . Ces prélèvements visaient à caractériser la qualité physico-chimique des sédiments.

Les résultats des analyses ont été interprétés au regard des concentrations connues dans les sédiments pour les paramètres mesurés et des valeurs de références suivantes :

- Les seuils de références établis par l'arrêté interministériel du 9 août 2006 complété par l'arrêté du 23 décembre 2009 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux (article R.214-1 du code de l'environnement et arrêté du 14 juin 2000 relatif aux niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire (abrogé par l'arrêté du 1er avril 2008 – art 27)) ;
- Les données du Réseau National d'Observation (RNO) de l'Ifremer : valeurs moyennes aux points « 94-XX Fos » localisés sur la carte ci-dessus;
- Les seuils établis par le Réseau Littoral Méditerranéen (RLM) proposant des états de référence pour certains métaux lourds et HAP (« guide méthodologique pour l'évaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment » de 2002) et établis scientifiquement à partir des données du RNO. Ces données ne sont pas validés à ce jour en tant que seuil réglementaire mais représentent une référence pour le bassin Rhône-Méditerranée;
- Les classes de l'Indice de Contamination Organique issues des travaux de Romont (1996) et Pruvot (1999) concernant une hiérarchisation en classes des trois paramètres des sédiments, Carbone Organique Total, Azote Total et Phosphore Total.

L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau page suivante.

Paramètres		Exposition										RNO 96										Brut de fond 96Med	
MS07	PQL3	PQL4	PQL5	PQL6	PQL7	PQL11	PQL12	PQL14	PQL18	PQL19	RLM état 1	RLM état 2	RLM état 3	94-10	94-13	94-08	94-14	94-11	94-21	RNO 96-1			
Phase 1: Propriétés physiques																							
Matières sèches %	72,3	60,3	60,5	63,4	60,2	55,3	61,8	54,8	61,2	56,2	59,6												
Densité g/cm³	1,8	1,76	1,63	1,61	1,54	1,46	2,18	1,59	1,6	1,6	1,58												
Al g/kg	4,59	12,3	11,5	13,1	12,9	11,3	11,7	13	14,2	11,7	13												
COT g/kg	5,48	12,2	9,7	8,13	8,54	9,65	7,84	8,9	7,4	8,74	7,58			14,2	20,4	13,5	8	15,5	15,44				
Phase 2: Propriétés chimiques: substances polluantes																							
As mg/kg	7,73	15,3	14,1	13,9	12,9	13,1	14,8	15	12,9	13,9	15,5									4,4			
Cd mg/kg	<0,40	0,18	0,2	0,2	0,15	0,14	0,16	0,17	0,16	0,17	0,16	<0,15	<0,6	<0,21	0,59	0,19	0,14	0,24	0,22	0,15			
Cr mg/kg	13,8	20,8	22,6	25,2	29,8	27,9	24,7	25,3	23,2	25,8	25,7									45			
Cu mg/kg	6,31	23,5	25,3	24,7	23,9	22,4	22,4	19	20	20,9	18,7	<15	<60	<29	<8	<24	<12	<32	<34,75	<30			
Hg mg/kg	<0,1	0,14	0,25	0,49	0,42	0,35	0,39	0,3	0,28	0,2	0,32	<0,05	<0,4	<0,4	0,33	0,27	0,3	0,13	0,49	0,1			
Ni mg/kg	13,9	26,3	25,9	26,7	25,5	25,7	27,2	29,5	27,1	27,2	27,1									20			
Pb mg/kg	8,94	22,3	27,7	38	40	38,5	39,1	34,8	35,7	37,5	35,4	<25	<50	<48	64	51	27	54	52,95	30			
Zn mg/kg	31,4	68,5	73,1	80,3	81	78,6	74,9	73,3	70,7	80,8	71,6	<90	<200	<200	112	140	113	73	118	127,27			
PCB 28 mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			0,0006	0,0006	0,0005	0,0004	0,0028	0,00229				
PCB 52 mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			0,0004	0,0008	0,0001	0,0023	0,001	0,00007				
PCB 101 mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			0,0009	0,0011	0,0009	0,0006	0,002	0,00075				
PCB 118 mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			0,001	0,0011	0,0007	0,0005	0,0037	0,00293				
PCB 138 mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			0,0019	0,002	0,0017	0,0011	0,005	0,00371				
PCB 153 mg/kg	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			0,002	0,0023	0,0016	0,0013	0,0053	0,00499				
PCB 180 mg/kg	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			0,0021	0,0021	0,0014	0,0009	0,0044	0,00316				
Somme des 7 PCB mg/kg	<0,07	0,04<0,09	<0,07	<0,07	<0,07	0,06<0,11	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07			0,207	0,5	0,183	0,047	0,307	0,34				
Fluoranthène	0,025	0,059	0,096	0,176	0,16	0,131	0,13	0,127	0,083	0,145	0,094	<0,04	<0,2	<0,25	0,16	0,143	0,0456	0,014	0,052	0,11			
Benzo(b)fluoranthène	<0,012	0,015	0,026	0,049	0,05	0,034	0,035	0,037	0,026	0,059	0,027	<0,1	<0,25	<0,5	0,143	0,116	0,102	0,032	0,184	0,197			
Benzo(k)fluoranthène	0,012	0,079	0,103	0,183	0,198	0,165	0,153	0,109	0,104	0,13	0,095	<0,2	<0,5	<0,5	0,116	0,29	0,079	0,035	0,16	0,157			
Benzo(a)pyrène	<0,012	0,03	0,058	0,093	0,105	0,072	0,085	0,064	0,047	0,081	0,05	<0,1	<0,5	<0,5	0,108	0,188	0,171	0,076	0,125	0,135			
Indénopyrène	<0,012	0,025	0,043	0,061	0,065	0,036	0,04	0,04	0,028	0,075	0,033				0,114	0,238	0,07	0,027	0,16	0,151			
Benzo(g,h,i)perylene	<0,012	0,026	0,037	0,048	0,067	0,04	0,044	0,033	0,028	0,078	0,027												
Naphtalène	<0,012	0,019	0,015	0,025	0,021	0,015	0,016	0,017	0,015	0,016	0,014	<0,1	<0,25	<0,25									
Acénaphthène	<0,012	<0,012	0,012	0,023	0,022	0,018	0,018	0,014	<0,012	<0,012	<0,012												
Fluorène	<0,012	0,015	0,013	0,021	0,024	0,014	0,02	0,016	0,021	0,014	<0,012												
Phénanthrène	0,028	0,039	0,048	0,091	0,093	0,067	0,076	0,069	0,069	0,06	0,045												
Anthracène	<0,012	0,013	0,022	0,042	0,041	0,031	0,032	0,023	0,023	0,03	0,018												
Pyrène	0,017	0,052	0,078	0,157	0,141	0,099	0,11	0,093	0,066	0,113	0,063												
Benzo(a)anthracène	0,013	0,034	0,052	0,121	0,102	0,104	0,058	0,1	0,055	0,082	0,045												
Chrysène	<0,012	0,045	0,055	0,111	0,113	0,077	0,068	0,062	0,053	0,062	0,051												
Dibenz(a,h)anthracène	<0,012	<0,012	0,017	0,03	<0,012	0,015	0,024	0,046	<0,012	0,038	0,027												
Somme 16 HAP mg/kg	0,09<0,23	0,45<0,49	0,68<0,69	1,24	1,22<0,1,23	0,92<0,93	0,93	0,85<0,9	0,61<0,65	0,96<0,99	0,56<0,59												
TBT µg/kg	<0,04	<0,06	1,53	<0,812	<0,850	<1,06	<0,728	<0,873	<0,755	<0,769	<0,767												
DBT µg/kg	1,09	<0,463	0,749	<0,414	<0,433	<0,551	<0,728	<0,873	<0,755	<0,769	<0,767												
MBT µg/kg	1,22	<0,468	<0,728	<0,812	<0,850	<1,06	<0,728	<0,873	<0,755	<0,769	<0,767												
Phase 2: Indice de contamination organique																							
Seuil de l'Indice de Contamination Organique																							
Tableau 20 : Récapitulatif des analyses et des référentiels utilisables (Source : In Vivo, 2013)																							
Seuil de l'Indice de Contamination Organique																							
Tableau 20 : Récapitulatif des analyses et des référentiels utilisables (Source : In Vivo, 2013)																							

2.6.2.1. Propriétés physiques

Les propriétés physiques mesurées dans le cadre de l'étude sont : le taux de matière sèche (%), la densité (g/cm^3), la teneur en aluminium (g/kg) et, la quantité de Carbone Organique (ou COT en g/kg).

Matières sèches

La matière sèche correspond au résidu sec appelé parfois extrait sec. Il s'agit des matières restantes après séchage de l'échantillon à 105°C pendant 24 heures. La Matière Sèche comprend à la fois les Matières en Suspension et les sels dissous.

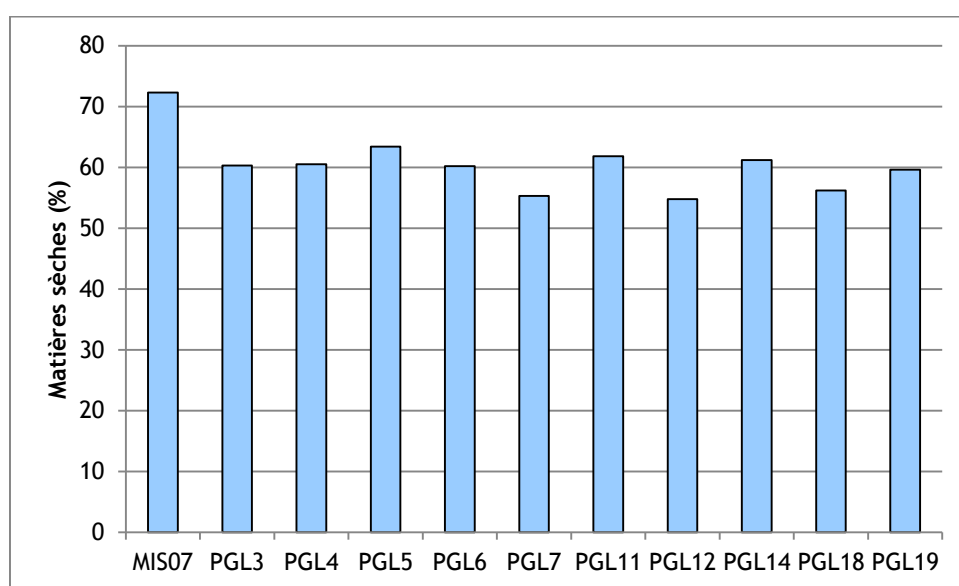


Figure 44 : Taux de matières sèches des échantillons (Source : In Vivo, 2013)

Les teneurs en matières sèches sont sensiblement équivalentes entre les échantillons. Les taux de matières sèches des échantillons vont de 55% environ pour les échantillons PGL7, PGL12 et PGL18 ; à 72,3% pour l'échantillon MIS07. Les concentrations en matière sèche des autres stations se situent autour de 60%.

Densité

La densité des sédiments ou masse volumique renseigne sur la sédimentologie opérant sur la zone et sur les constituants principaux des sédiments.

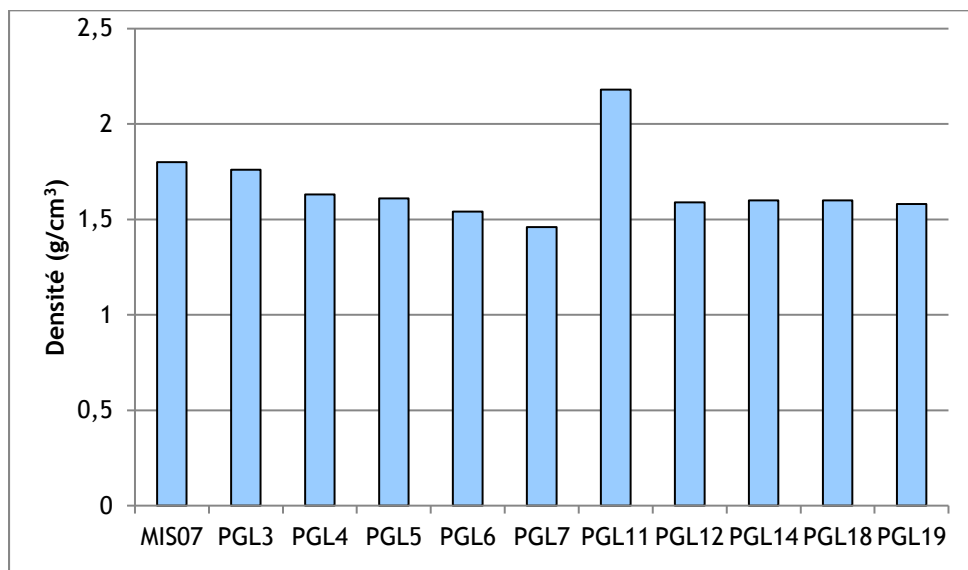


Figure 45 : Densité des échantillons (Source : In Vivo, 2013)

Mis à part une valeur élevée relevée au niveau du point PGL11 ($2,18 \text{ g/cm}^3$), la densité des échantillons est assez homogène sur la zone d'étude (environ $1,5 \text{ g/cm}^3$). Les valeurs sont comprises entre $1,46 \text{ g/cm}^3$ pour la station PGL7 ; à $1,8 \text{ g/cm}^3$ pour la station MIS07.

Carbone Organique Total

La teneur en carbone organique est un indice de contamination des sédiments. En général, les sédiments fins et riches en carbone organique ont une forte capacité d'adsorption des contaminants organiques.

Les valeurs en carbone organique des échantillons prélevés par In Vivo en 2013 et par l'Ifremer en 1994 sont présentées par la figure suivante. Les données de l'Ifremer y apparaissent en jaune.

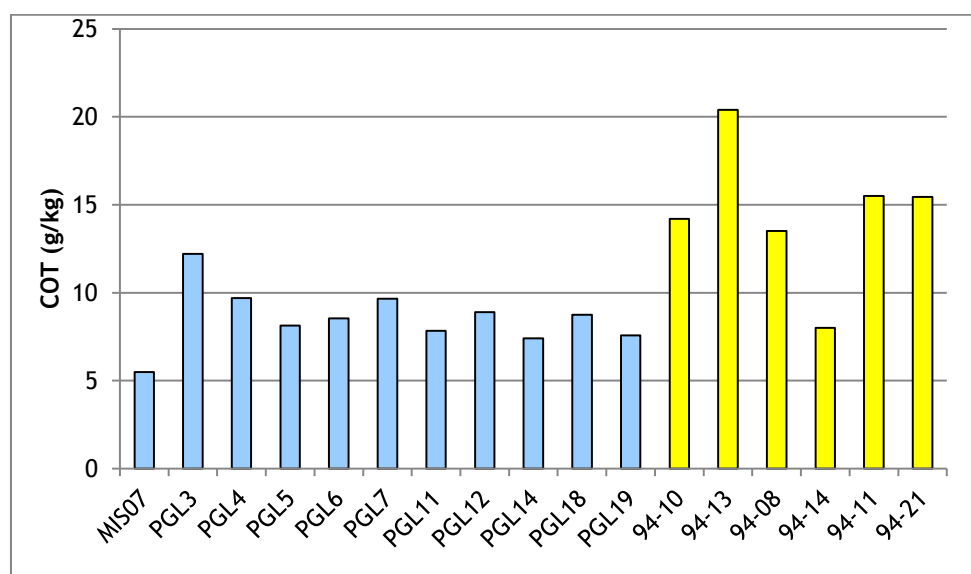


Figure 46 : Concentrations en carbone organique total (COT) (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)

Une valeur maximale est atteinte au niveau de la station PGL3 avec une concentration de 12,2 g/kg. Cette concentration est très proche de la valeur maximale de concentration en COT mesurée dans les sédiments prélevés à la côte au point MIS07. Les analyses effectuées par In Vivo en 2012 avaient alors montré une concentration maximale de 12,8 g/kg.. La station PGL3 étant le point le plus proche du débouché du Rhône, la turbulence y est probablement plus importante et la sédimentation plus faible qu'au niveau de ce dernier. La granulométrie plus élevée et la plus grande proportion de matière sèche tendent à confirmer cette hypothèse. Les particules fines et le carbone organique qu'elles contiennent se déposent probablement de manière plus importante à une distance plus importante du débouché du Rhône.

Mis à part ces deux stations, les concentrations en COT dans les sédiments des autres points de prélèvement sont relativement équivalentes. Les valeurs les plus basses sont 7,4 g/kg ; 7,58 g/kg ; et 7,84 g/kg respectivement relevées pour les échantillons PGL14, PGL19 et PGL11.

Les concentrations en COT des sédiments prélevés au cours de la campagne RNO de 1994 sont toutes supérieures à celles mesurées par In Vivo au cours de ces campagnes, excepté pour le point 94-14 situé à l'est de la zone d'étude. Cette différence peut s'expliquer par la granulométrie de cet échantillon, plus grossière que celles des autres prélèvements.

Les concentrations mesurées par le RNO montrent un pic de concentration en COT au niveau du point 94-13 avec 20,4 g/kg. Ce point se situe en face du débouché du Rhône sur des profondeurs équivalentes aux points MIS07 et PGL3.

Aluminium

L'aluminium est le premier métal constitutif de la croûte terrestre. Il est principalement extrait d'un minéral appelé bauxite où il est présent sous forme d'oxyde hydraté dont on extrait l'alumine (Al_2O_3). L'aluminium est généralement considéré comme un constituant des argiles. Il est donc représentatif des sédiments fins. Un sédiment riche en aluminium absorbera donc plus les contaminants qu'un sédiment plus grossier.

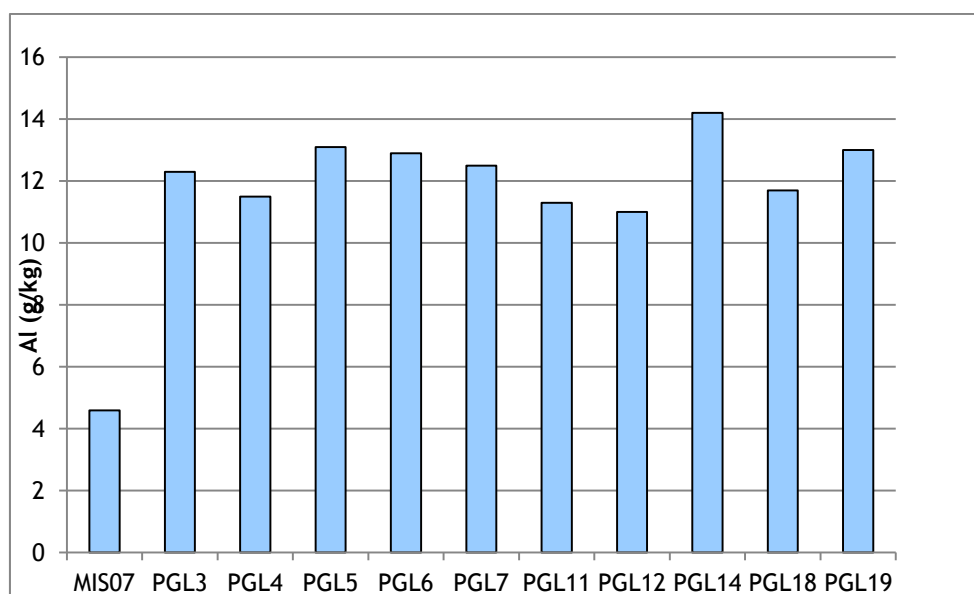


Figure 47 : Concentrations en aluminium dans les échantillons (Source : In Vivo, 2013)

Les teneurs en aluminium des échantillons prélevés au cours de la campagne In Vivo 2013 se situent entre 11 g/kg (PGL12) et 14,2 g/kg (PGL14). La valeur relevée au point MIS07 en décembre 2012 est largement inférieure à ces concentrations et atteint 4,59 g/kg. Cette valeur peut en partie être expliquée par le diamètre plus important des particules sédimentaires de cet échantillon dont le diamètre médian est 3 fois supérieur à celui des sédiments de la station PGL14.

2.6.2.2. Les Métaux lourds

Les métaux lourds entrent dans la constitution des roches, et sont présents à l'état naturel dans les sédiments. Depuis le début de l'aire industrielle, des changements importants ont eu lieu dans le bilan global de la répartition des métaux à la surface de la Terre. Les teneurs de certains d'entre eux ont été multipliées par un facteur allant de 100 à 1000. Ils peuvent changer de forme et devenir plus ou moins disponibles. Leur durée de vie est infinie et ils ne sont pas biodégradables. Les plus dangereux sont le mercure et le cadmium, qui bloquent les activités enzymatiques du métabolisme, et sont suivis par le plomb, le cuivre, le nickel, le chrome et le zinc.

Arsenic

L'arsenic est naturellement présent dans les sols à l'état de traces, il est cependant associé sous forme de sulfures à de nombreux minerais (fer, cuivre, plomb, zinc, etc.) dont l'extraction, le transport et le traitement métallurgique contribuent à sa dissémination dans le milieu environnant. L'arsenic devient alors un sous-produit peu valorisable que l'on retrouve dans les rejets liquides ou solides et dans les émissions atmosphériques. Il est utilisé dans des préparations phytosanitaires et l'industrie du verre. La combustion du charbon représente également une source majeure d'apport.

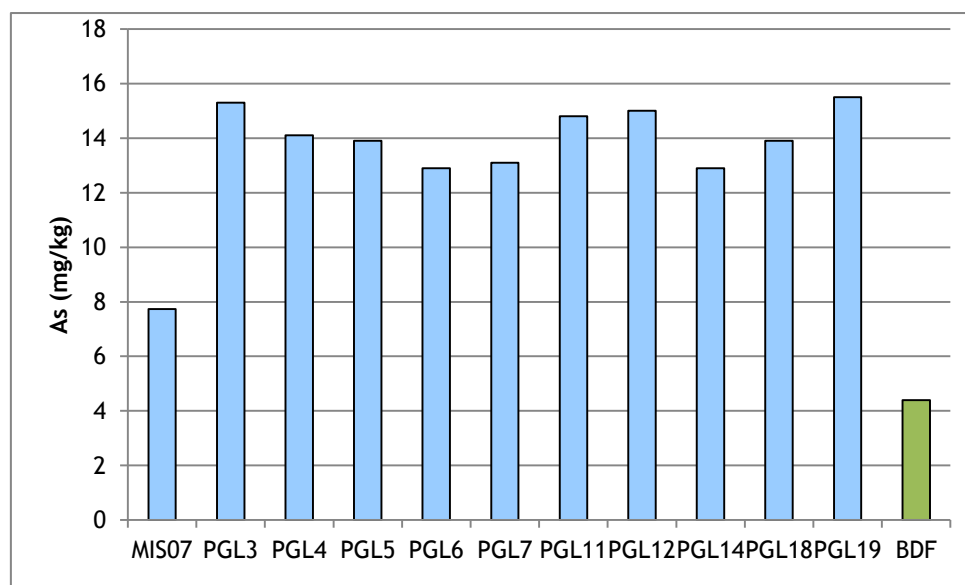


Figure 48 : Concentrations en arsenic et bruit de fond (BDF) GEODE (Source : In Vivo, 2013)

Les concentrations en arsenic des échantillons sont comprises entre 7,73 mg/kg pour le point MIS07 et 15,5 mg/kg pour PGL19. Abstraction faite du point MIS07 ne correspondant pas à la même période d'échantillonnage, les valeurs sont plus rapprochées et ne descendent pas sous les 12 mg/kg de matière sèche.

A titre comparatif, les valeurs sont toutes supérieures au bruit de fond établi pour cet élément par le GEODE (Groupe d'Etudes et d'Observation sur les Dragages et l'Environnement). Ce bruit de fond a été calculé à partir de mesures réalisées sur l'ensemble des ports français.

Cadmium

Le cadmium n'existe pas à l'état natif. Son minéral, très rare, est un sulfure, la greenockite, mais on le rencontre dans presque tous les minerais de zinc et il est exploité industriellement comme un sous-produit de la métallurgie du zinc. Il est principalement utilisé pour la fabrication de batteries, le traitement de surface (cadmiage) des aciers (revêtement anticorrosion), les industries électriques et électroniques, et la production de pigments colorés destinés principalement aux matières plastiques. Dans l'environnement, les autres sources de cadmium sont la combustion du pétrole ainsi que l'utilisation de certains engrais chimiques où il est présent à l'état d'impureté.

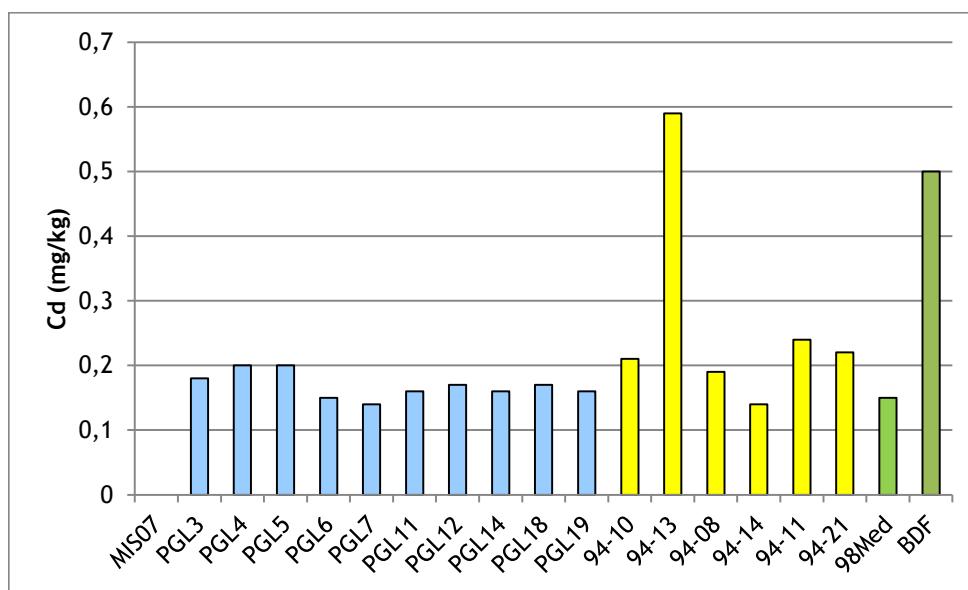


Figure 49 : Concentration en cadmium (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)

L'ensemble des concentrations en cadmium mesurées dans les sédiments échantillonnés correspondent sensiblement à la valeur seuil supérieure de l'état 1 du RLM (0,15 mg/kg de MS). La valeur mesurée la plus faible est 0,14 mg/kg (PGL7) et la plus élevée atteint 0,2 mg/kg (PGL4 et PGL5). Ces valeurs sont équivalentes ou légèrement supérieures au bruit de fond méditerranéen (98Med = 0,15 mg/kg) établi par le RNO (Ifremer, 1998)..

Les prélèvements effectués par l'Ifremer dans le cadre de la campagne RNO de 1994 montrent des concentrations en Cadmium équivalentes pour les points 94-08 et 94-14 situés à l'est de la zone d'étude. En revanche, les sédiments prélevés au point 94-13 situé au droit du rejet montrent une nette contamination en

cadmium avec près de 0,6 mg/kg de MS (seuil bas de l'état 3 du RLM). Les concentrations relevées aux points 94-10 et 94-21 atteignent respectivement 0,21 mg/kg et 0,22 mg/kg.

La concentration en cadmium mesurée au point 94-11, situé au droit du golfe de Fos, atteint quant à elle 0,24 mg/kg de MS.

Ces concentrations sont donc légèrement supérieures aux valeurs mesurées sur le site de PGL et témoignent d'une contamination de l'ensemble de la zone en 1994 avec un pic au droit du débouché du Rhône.

L'ensemble des concentrations en cadmium est légèrement supérieur ou équivalent au seuil haut de l'état 1 du RLM. Ce seuil correspond au bruit de fond mesuré par l'Ifremer pour la mer Méditerranée en 1998. Les prélèvements de la campagne 1994 du RNO montrent également une contamination ancienne de la zone d'étude par le cadmium.

Chrome

Le chrome est un des métaux les plus utilisés dans le monde (industrie chimique, métallurgie, technologie des réfractaires) et peut donc être rejeté en quantités significatives dans l'atmosphère et les milieux aquatiques. La majeure partie de chrome parvenant à la mer depuis le continent provient des fleuves, l'atmosphère constituant une source beaucoup moins importante.

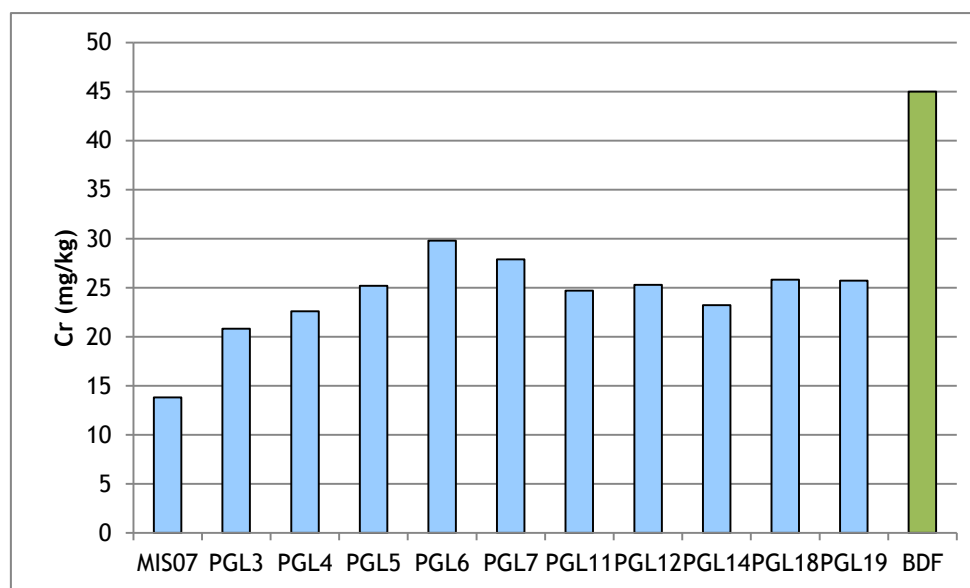


Figure 50 : Concentrations en chrome mesurées dans les échantillons (Source : In Vivo, 2013)

La concentration en chrome la plus élevée relevée dans les sédiments de la zone d'étude est égale à 29,8 mg/kg pour l'échantillon PGL6. La plus faible est atteinte à la côte au niveau de la station MIS07

(13,8 mg/kg). On observe une augmentation graduelle de la concentration du chrome dans les sédiments depuis cette station jusqu'aux stations PGL6 et PGL7. Les valeurs sont par la suite relativement équivalentes et se situent autour de 25 mg/kg de MS.

Ce gradient pourrait être expliqué par la distance séparant les stations au panache turbide du Rhône ou à l'augmentation de la profondeur, celle-ci faisant chuter les constantes hydrodynamiques et favorisant ainsi la sédimentation.

Les concentrations mesurées sur les échantillons sont toutes inférieures au bruit de fond GEODE (portuaire, 45 mg/kg).

Cuivre

L'emploi du cuivre est extrêmement diversifié, sa toxicité étant mise à profit dans les algicides et les peintures antisalissures des navires (surtout depuis le bannissement du tributylétain – TBT), dans le traitement des bois et dans les produits phytosanitaires. Le cuivre est le matériau de base de l'industrie électrique et de la construction et ses qualités mécaniques rendent possibles de nombreux procédés d'usinage. Il est aussi utilisé dans le traitement de la vigne et des arbres fruitiers.

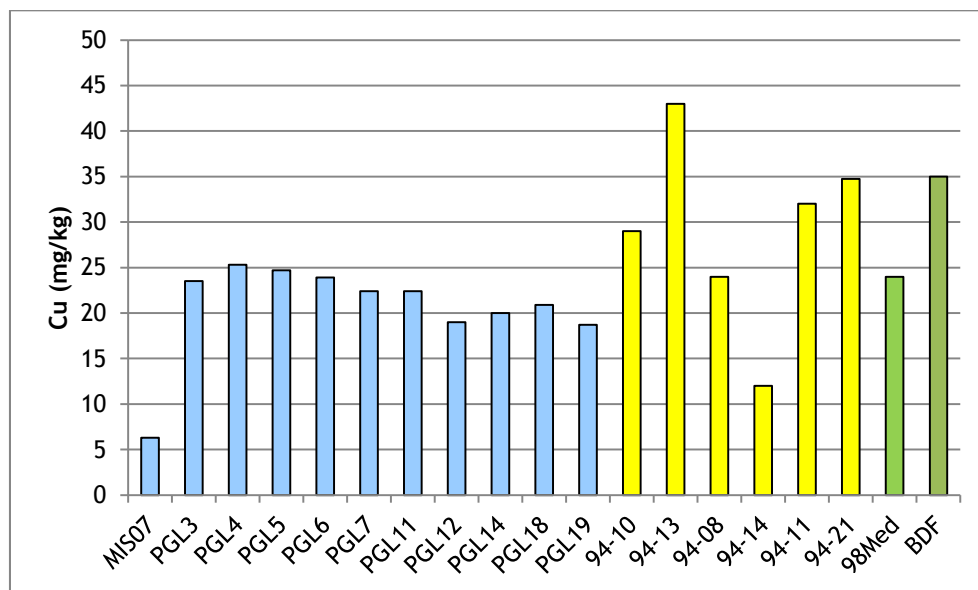


Figure 51 : Concentrations en cuivre mesurées dans les échantillons (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)

La concentration en cuivre de l'échantillon MIS07 de la campagne Mistral (décembre 2012) est nettement inférieure aux valeurs mesurées sur l'ensemble des autres stations en septembre 2013 avec 6,31 mg/kg. Les autres valeurs s'étalent sur une gamme allant de 18,7 mg/kg de MS pour la station PGL19 à 25,3 mg/kg pour la station PGL4.

Ces valeurs de 2013 sont supérieures au seuil haut de l'état 1 du RLM (15 mg/kg) et correspondent donc à l'état 2 de ce référentiel.

Les valeurs les plus basses sont localisées au sud, et les plus élevées, au nord de la zone d'étude. Cette décroissance pourrait être expliquée par l'éloignement du débouché du Rhône.

En 1994, le RNO a relevé au niveau de cette zone, une valeur maximale au droit de l'estuaire du Rhône avec 43 mg/kg de MS au point 94-13. La valeur moyenne de concentration en cuivre de la carotte prélevée au point 94-21, situé plus au large mais au nord du site d'implantation, était de 34,73 mg/kg. Le point de mesure 94-10, situé plus au sud entre ce dernier point et le site d'implantation, présente une concentration en cuivre encore inférieure avec 29 mg/kg.

Les relevés du RNO montrent également une décroissance des concentrations en cuivre dans le sédiment au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte, et plus probablement du débouché du Rhône.

Il est également important de noter la concentration élevée relevée au cours de la campagne de l'Ifremer au point 94-11 se trouvant en face du golfe de Fos. Celle-ci atteignait 32 mg/kg.

L'ensemble de ces concentrations relevées en 1994 est supérieur aux valeurs mesurées en 2013.

Bien que correspondant à l'état 2 du RLM (Ifremer, 2002), les concentrations en cuivre mesurées dans les sédiments de la zone d'étude sont relativement équivalentes au bruit de fond estimé à 24 mg/kg par l'Ifremer (1998) pour la mer Méditerranée. Ce bruit de fond correspond aux niveaux de contamination relevés dans

les couches de sédiments des carottes échantillonnées par l'Ifremer au cours de ces campagnes correspondant à l'époque préindustrielle (Ifremer, 1998).

Mercur

Seul métal volatil, le mercure, naturel ou anthropique, peut être transporté en grandes quantités par l'atmosphère. Les sources naturelles en sont le dégazage de l'écorce terrestre, les feux de forêt, le volcanisme et le lessivage des sols. Sa très forte toxicité fait qu'il est soumis à de nombreuses réglementations d'utilisation et de rejet. Il est le plus toxique des métaux traces, et plus particulièrement ses formes organiques. Les sources anthropiques sont constituées par les processus de combustion (charbon, pétrole, ordures ménagères, etc.), de la fabrication de la soude et du chlore ainsi que l'orpaillage. Le mercure est également employé en agriculture (fongicide), pour le traitement du bois, en tant qu'explosif d'amorçage, dans les peintures, piles ou batteries, plastiques et caoutchoucs.

Localement, sur le pourtour méditerranéen, une partie provient aussi du lessivage de mines de cinabre et des massifs volcaniques et métamorphiques (retombées des éruptions volcaniques de l'Etna, par exemple). On estime que près de 60% du mercure de la Méditerranée provient d'apports atmosphériques. Sur ce mercure, 48% se trouveraient dans l'eau, 3% dans les matières en suspension, 1% dans les poissons et les coquillages, et 48% dans les sédiments.

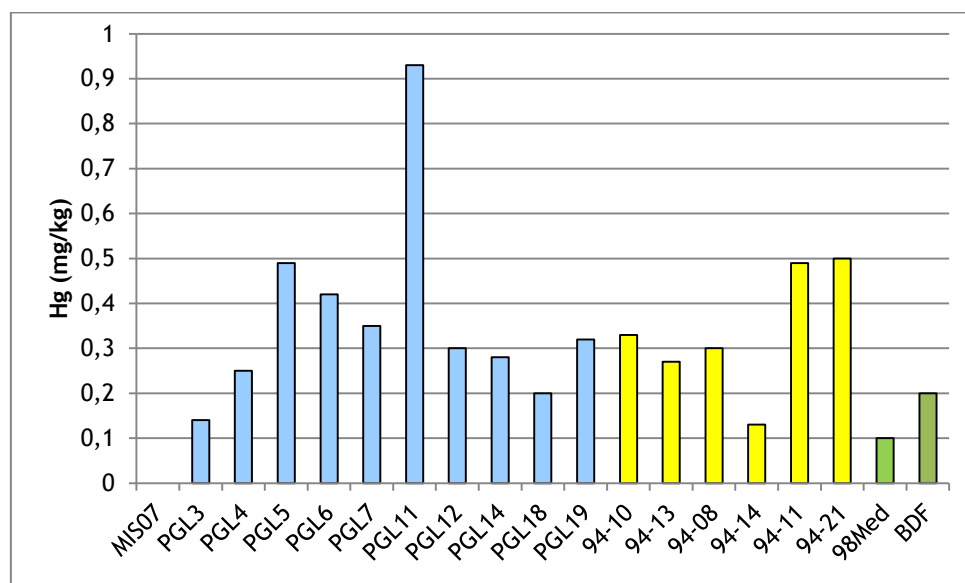


Figure 52 : Concentrations en mercure mesurées (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)

Sur l'ensemble des échantillons, 3 présentent des concentrations en mercure correspondant à l'état 3 du RLM ($>0,4$ mg/kg). Il s'agit des échantillons PGL5, PGL6 et PGL11. La concentration maximale est atteinte pour ce dernier échantillon avec 0,93 mg/kg. La valeur maximale mesurée au niveau du site MISTRAL atteignait 0,35 mg/kg en décembre 2012 et plusieurs des stations échantillonnées alors disposaient de concentrations en mercure correspondant à l'état 2 du RLM ($0,05 < x < 0,4$ mg/kg).



La valeur la plus faible est mesurée au point MIS07. Celle-ci n'atteint pas la valeur limite de quantification de la méthode d'analyse (0,1 mg/kg) mais peut potentiellement dépasser le seuil haut de l'état 1 du RLM (0,05 mg/kg).

Le bruit de fond méditerranéen mesuré par le RNO (98Med) correspondant à 0,1 mg/kg de MS est lui aussi largement dépassé par la plupart des concentrations mesurées dans les échantillons prélevés sur le site PGL.

Exception faite de la valeur très importante mesurée au point PGL11 (93 mg/kg), il apparaît néanmoins que les concentrations mesurées en 2013 sont relativement similaires à celles observées par le RNO en 1994 au niveau de la zone d'étude. Les concentrations mesurées par le RNO à la sortie du Golfe de Fos (point 94-11) et au niveau du point de prélèvement de la carotte sédimentaire 94-21 s'élevaient à près de 0,5 mg/kg. Le point de prélèvement de cette carotte se situe dans la zone du panache du Rhône et à proximité du point de prélèvement PGL5 pour lequel la concentration des sédiments en mercure s'élève à 0,49 mg/kg. Les sédiments prélevés par l'Ifremer aux points 94-10, 94-13 et 94-8, présentent des concentrations de l'ordre de 0,3 mg/kg, correspondant également à l'état 2 du RLM. Mis à part au niveau des points PGL5, PGL6 et PGL11, les sédiments analysés en 2013 présentent des concentrations en mercure équivalentes ou inférieures à ces valeurs.

Les concentrations mesurées au niveau des points situés à une plus faible distance de la côte (MIS07, PGL3 et 94-14) sont les plus faibles.

Nickel

Le nickel est très répandu dans la croûte terrestre et il est présent en mer généralement sous forme de Ni^{2+} . Les apports fluviaux en milieu marin sont estimés à 1,5 million de tonnes par an essentiellement sous forme particulaire. Le nickel entre dans la fabrication d'acier inoxydable, comme catalyseur dans l'industrie chimique et dans certains pigments. Cependant, l'introduction du nickel d'origine anthropique dans les milieux aquatiques provient principalement des eaux usées domestiques et des boues de station d'épuration.

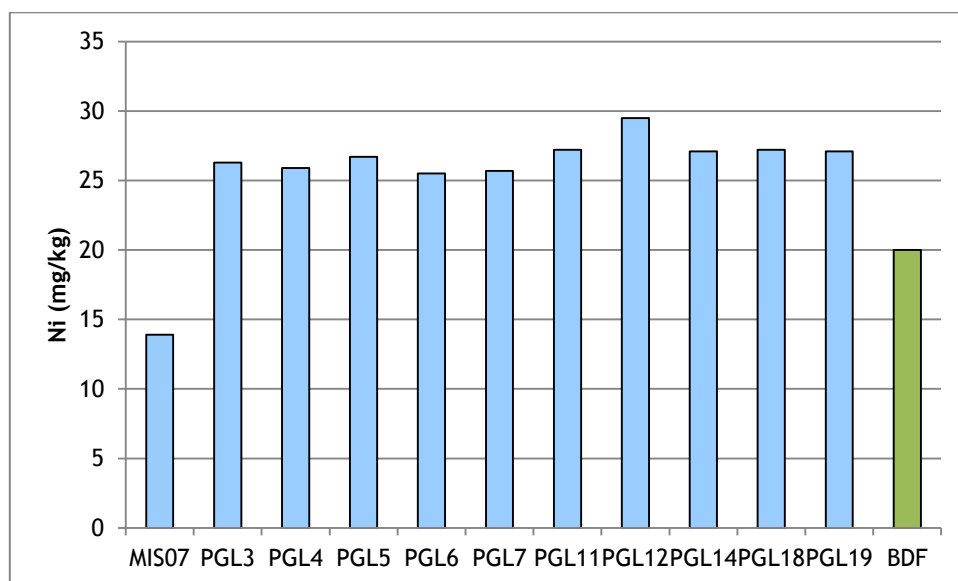


Figure 53 : Concentrations en nickel mesurées dans les échantillons (Source : In Vivo, 2013)

La concentration en nickel des sédiments la plus faible est égale à 13,9 mg/kg de MS et a été mesurée au niveau de la station MIS07 échantillonnée en 2012. L'ensemble des échantillons prélevés sur la zone d'étude en 2013 présente des concentrations en nickel relativement équivalentes comprises entre 25,5 mg/kg (PGL6) et 29,5 mg/kg (PGL12). Ces concentrations dépassent la valeur de bruit de fond correspondant pour le nickel à 20 mg/kg.

La présence de ce contaminant peut provenir de nombreuses sources dont les activités nautiques et industrielles du Golfe de Fos, ou encore les apports du Rhône et de son bassin versant.

Plomb

Le plomb est rarement disponible à l'état natif. Il est présent dans de nombreux minerais, notamment le galène. Depuis l'abandon de l'usage du plomb-tétraéthyle comme antidétonant dans les essences, les usages principaux de ce métal restent la fabrication d'accumulateur et l'industrie chimique. Il est également issu de l'activité des fonderies et des incinérateurs d'ordures ménagères, de certaines peintures, d'insecticides, de gaines de câbles. Comme le mercure, il a aussi une origine naturelle due à l'activité volcanique ou au lessivage de massifs granitiques ou aux feux de forêt. Son cycle atmosphérique est très important et constitue une source majeure d'apport à l'environnement.

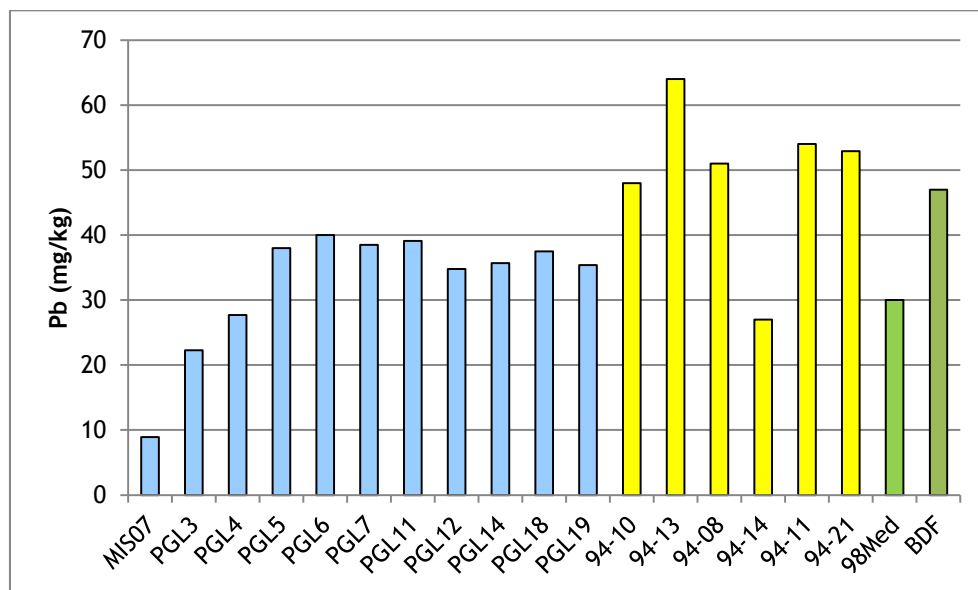


Figure 54 : Concentration en plomb (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)

Les concentrations en plomb dans les sédiments de la zone d'étude vont de 8,94 mg/kg de MS pour la station MIS07 à 40 mg/kg pour la station PGL6. Une augmentation progressive des valeurs est observable depuis la station la plus proche de la côte (MIS07) à la station PGL5 pour laquelle la concentration en plomb des sédiments atteint 38 mg/kg. Cette augmentation s'opère sur une distance linéaire d'environ 13 km. Les concentrations en plomb des sédiments des stations de la zone d'implantation sont sensiblement équivalentes et se situent entre 35 et 40 mg/kg.

Les valeurs mesurées correspondent à l'état 2 du RLM pour l'ensemble des stations excepté MIS07 et PGL3 pour lesquelles les concentrations sont inférieures au bruit de fond méditerranéen (98Med = 30 mg/kg). Leurs concentrations correspondent à l'état 1 du RLM.

Les valeurs mesurées par le RNO au niveau de la zone d'étude étaient supérieures aux données de 2013 pour la plupart d'entre elles. Les sédiments prélevés au point de mesure 94-14, situé à l'ouest de la zone d'étude à proximité des côtes présentaient effectivement des valeurs plus faibles que les autres points de mesures. Cela est probablement dû au diamètre plus important des sédiments présents au niveau de ce point.

Pour les autres échantillons prélevés par l'Ifremer, on observe une forte contamination correspondant à l'état 3 du RLM (>50 mg/kg). La valeur maximale mesurée lors de cette campagne atteint 64 mg/kg de MS au droit du débouché du Rhône. Les valeurs sont également fortes au niveau de la sortie du golfe de Fos (54 mg/kg au point 94-11) et au niveau du point de prélèvement de la carotte 94-21 situé à 3 km environ au nord-ouest de la station PGL5. La concentration en plomb des sédiments au niveau de ce point était alors de 53 mg/kg environ. Elle était de 48 mg/kg au point de prélèvement 94-10 situé, lui, à moins de 2 km au sud-est de PGL5.

La contamination en plomb des sédiments de la zone d'étude est ancienne et a vraisemblablement diminué. Le Rhône peut être la source d'une telle contamination compte tenu de la valeur importante mesurée par l'Ifremer à la sortie de son débouché.

Zinc

Les teneurs en zinc mesurées dans les échantillons sont les suivantes :

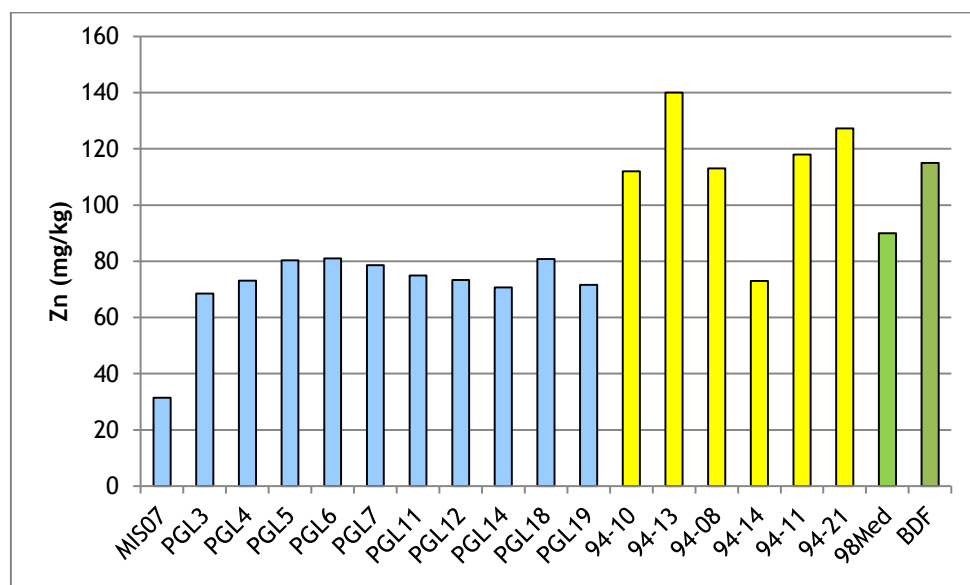


Figure 55 : Concentrations en zinc mesurées (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)

La totalité des échantillons présente des teneurs en zinc correspondant à l'état 1 du RLM (<90 mg/kg). Les concentrations se situent toutes à des niveaux inférieurs au bruit de fond méditerranéen (98Med = 90 mg/kg) et vont de 31,4 mg/kg pour l'échantillon MIS07 ; à 81 mg/kg pour la station PGL6.

L'ensemble de ces valeurs est inférieur aux données de mesure du RNO sur les points de prélèvement de la zone d'étude, ou équivalente dans le cas du point 94-14 situé à l'ouest du site d'implantation PGL à proximité de la côte.

2.6.2.3. Les Polychlorobiphényles (PCB)

Les analyses effectuées sur les échantillons prélevés dans la zone d'étude ont montré des teneurs en PCB inférieures à la limite de quantification établie à 0,01 mg/kg pour la plupart des composés et à 0,07 mg/kg pour la somme des sept congénères. Les seuls congénères pour lesquels ces seuils ont été dépassés sont le PCB 153 et le PCB 180 au niveau des stations PGL3 et PGL7.

Les concentrations de ces deux congénères s'élèvent à 0,02 mg/kg dans les sédiments du point PGL3, et à 0,03 mg/kg dans les sédiments du point PGL7. Cette contamination est relativement faible. Elle peut provenir des retombées atmosphériques mais également du Rhône et de son bassin versant.

Les relevés effectués par le RNO montrent également des teneurs inférieures aux limites de quantification.

2.6.2.4. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

16 molécules ont été reconnues toxiques pour l'environnement, dont notamment le fluoranthène, anthracène, le pyrène... Certains HAP sont cancérigènes pour l'homme et toxiques pour la faune marine. Certains sont également très rémanents dans l'environnement.

Des HAP ont été détectés sur l'ensemble des stations échantillonnées dans des proportions relativement faibles dans les sédiments analysés. Les stations pour lesquelles les valeurs sont les plus élevées sont PGL5 et PGL6. La répartition des différents HAP est sensiblement la même entre les stations. Une légère augmentation des concentrations se distingue entre les stations MIS07 et PGL5 ou PGL6 ; puis les celles-ci sont relativement équivalentes au niveau du site d'implantation.

Les concentrations en benzo(k)fluoranthène, en indénopyrène et en benzo(g,h,i)pérylène sont néanmoins plus importantes au niveau de la station PGL18 qu'au niveau des autres stations.

Sur l'ensemble des HAP analysés, deux d'entre eux montrent des concentrations dans les sédiments correspondant à l'état 2 du RLM pour au moins une des stations de prélèvement. Il s'agit du fluoranthène et du benzo(a)pyrène.

Fluoranthène

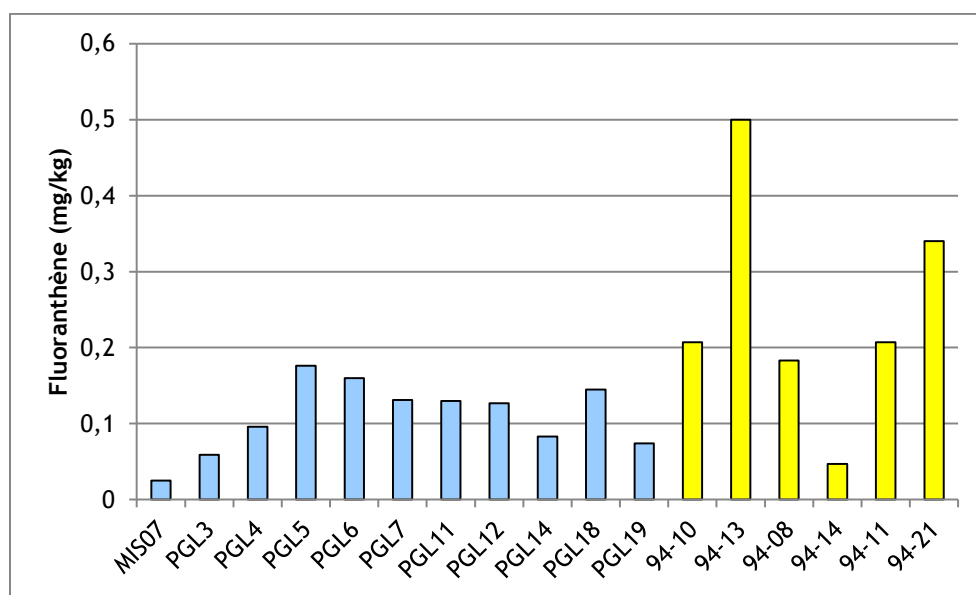


Figure 56 : Concentrations en fluoranthène mesurées (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)

Les concentrations en fluoranthène dans les sédiments sont comprises entre 0,025 mg/kg pour la station MIS07 ; et 0,176 mg/kg pour la station PGL5. On observe une augmentation des valeurs entre la station la plus proche de la côte, MIS07, et PGL5. Les concentrations sont relativement équivalentes entre les autres stations étudiées. Elles correspondent à l'état 2 du RLM ($0,04 < x < 0,2$ mg/kg).

Ces concentrations sont inférieures aux valeurs mesurées par le RNO dans la zone d'étude en 1994. La valeur maximale avait alors été relevée au point 94-13 situé au droit du débouché du Rhône, celui-ci

pouvant être une des voies d'introduction de cette contamination. La concentration élevée en fluoranthène des sédiments prélevés au point 94-21 peut également indiquer que cette zone présente une contamination historique.

Benzo(a)pyrène

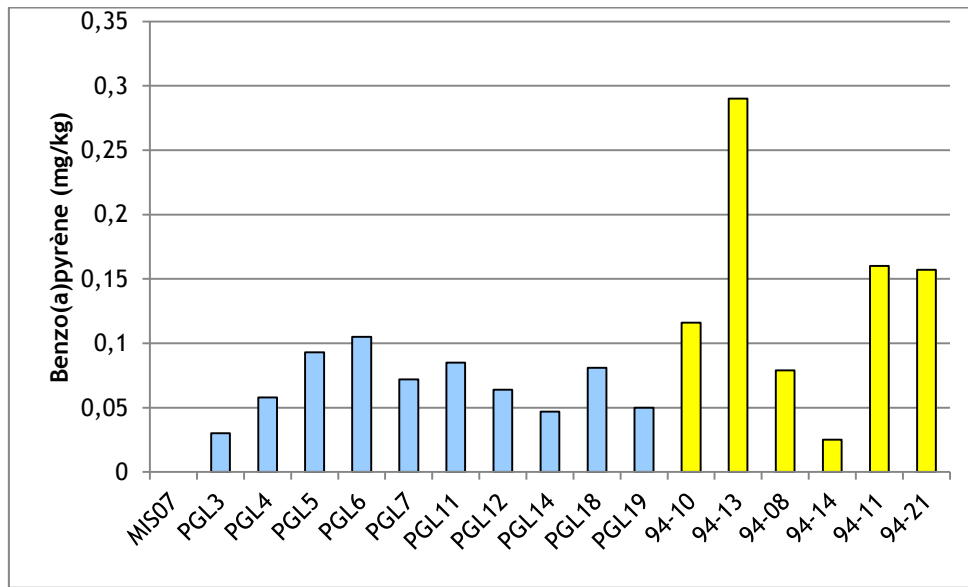


Figure 57 : Concentrations en benzo(a)pyrène mesurées (Sources : In Vivo, 2013 et Ifremer, 1998)

La concentration en benzo(a)pyrène est inférieure au seuil de quantification (<0,012 mg/kg) au niveau de la station MIS07.

Les concentrations dans les sédiments augmentent progressivement depuis la côte jusqu'au niveau de la station PGL6 pour laquelle la valeur maximale est relevée avec 0,105 mg/kg de MS. Cette valeur dépasse légèrement le seuil haut de l'état 1 du RLM (0,1 mg/kg). La contamination des sédiments de cette station correspond à l'état 2 du RLM.

Mis à part le point 94-14 présentant une concentration en benzo(a)pyrène dans ces sédiments inférieure à l'ensemble des stations, les relevés du RNO présentent des concentrations globalement plus importantes que pour les stations suivies au cours de cette étude. La valeur maximale mesurée par l'Ifremer en 1994 était de 0,29 mg/kg au niveau du point 94-13 situé devant le débouché du Rhône. Les valeurs sont également importantes au niveau des points 94-11 et 94-21 avec des concentrations dépassant 0,15 mg/kg dans les sédiments.

2.6.2.5. Les composés organostanniques

Le tributylétain et ses composés appartiennent à la famille des produits organostanniques ou étains organiques (MBT, DBT, TBT). Il s'agit d'une molécule complexe utilisée pour ses propriétés biocides (toxiques). En effet, cette substance a été largement utilisée comme biocide dans les peintures « antifouling » pour la coque des navires et des matériels immergés et, dans une moindre mesure, comme produit de

préservation du bois. Les TBT et leur famille sont régis par le décret du 2 octobre 1992, qui en définit les interdictions et les restrictions d'usages. Les TBT sont interdits sur les coques des navires depuis 2008.

Les mesures de concentration en organo-étains réalisées sur les échantillons montrent des valeurs relativement peu élevées. La concentration maximale en TBT dans les sédiments est relevée au niveau de la station PGL4 avec 1,53 µg/kg (le seuil RLM le plus contraignant est 20 fois supérieur à cette valeur).

2.6.2.6. Les nutriments

Les éléments nutritifs (azote, phosphore) se présentent sous plusieurs formes minérales. Si l'on constate très souvent des concentrations assez fortes de certains composés près des estuaires, il en va différemment en milieu océanique où l'effet de ces apports s'estompe. Après le développement planctonique printanier (« bloom »), les concentrations peuvent devenir inférieures aux limites de détection. Le sédiment est en relation indirecte avec les apports d'azote et phosphore, car il constitue le « lieu de passage » des matières eutrophisantes dans l'écosystème et particulièrement au niveau des lagunes. Le phytoplancton et les macrophytes sont recyclés à son interface, consommant de l'oxygène et libérant des sels minéraux. Ces derniers viennent enrichir le sédiment. Ce processus fait du sédiment un compartiment intégrateur des apports d'azote et de phosphore dans le milieu. Le carbone organique est un indicateur de la part organique des éléments nutritifs dans les sédiments. Le phosphore y est particulièrement représenté.

Part de carbone organique dans les sédiments

Le Rhône est à l'origine de la majeure partie des apports en carbone organique du plateau continental du golfe du Lion.



Figure 58 : Part de carbone organique dans la matière sèche des sédiments (Source : In Vivo, 2013)

Selon les classes de référence établies par Romont (1996) et Pruvot (1999) pour le calcul de l'Indice de Contamination Organique, la quasi-totalité des échantillons présente une part de carbone organique

correspondant au niveau de référence le plus élevé de l'indice, soit un niveau de contamination « très fort ». Seuls les échantillons prélevés au niveau des stations MIS07 en 2012 et PGL19 présentent des valeurs de niveaux inférieurs, correspondant respectivement à « faible » et « fort ».

Les valeurs mesurées sont comprises entre 2,27% pour la station MIS07 et 8,61% pour la station PGL18.

Ces mesures élevées sont dues aux apports massifs du Rhône bien décrits dans la bibliographie et contribuant à la fertilisation de l'ensemble du plateau continental du golfe du Lion.

Azote Kjeldahl

L'azote Kjeldahl comprend l'azote sous les formes organique et ammoniacale (NH_4^+), à l'exclusion des formes nitreuse (nitrites) et nitrique (nitrates). L'origine de l'azote organique peut être la décomposition des déchets organiques, les rejets organiques humains ou animaux (urée), des adjuvants de certains détergents. La présence d'azote organique est donc souvent un signe de pollution par les eaux usées.

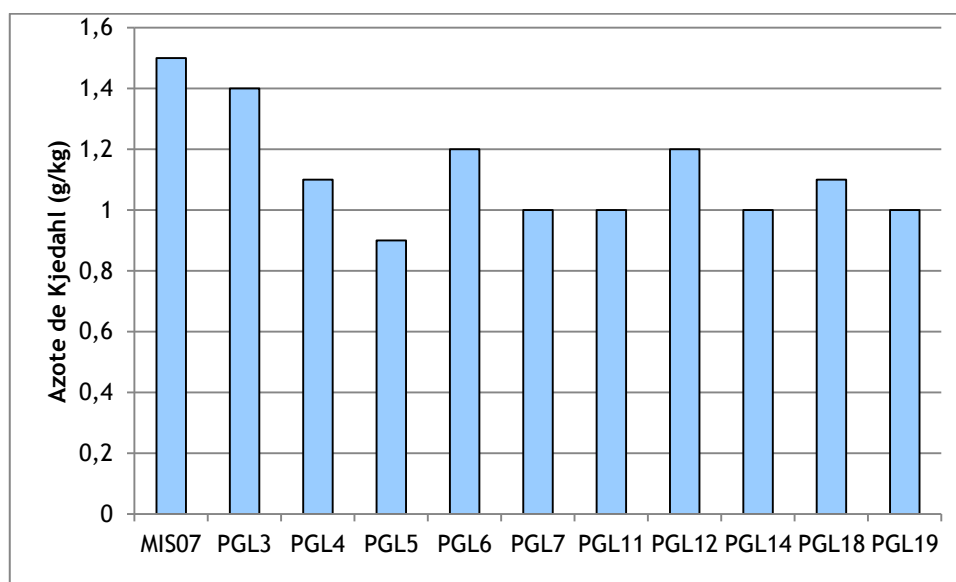


Figure 59 : Concentrations mesurées en azote Kjeldahl (Source : In Vivo, 2013)

Selon les classes de référence établies par Romont (1996) et Pruvot (1999) pour le calcul de l'Indice de Contamination Organique, la quasi-totalité des échantillons présente une concentration en azote correspondant au 2e niveau de référence de l'indice, soit un niveau de contamination « faible ». Seuls les échantillons prélevés au niveau des stations MIS07 en 2012 et PGL3 présentent une concentration en azote d'un niveau supérieur, dit « moyen », avec des valeurs respectives de 1,5 et 1,4 g/kg. Les concentrations mesurées dans les autres échantillons sont comprises entre 0,9 g/kg pour la station PGL5 et 1,2 g/kg pour les stations PGL6 et PGL12.

L'apport en azote se concentre de manière légèrement plus importante sur le littoral.

Phosphore total

Le phosphore est largement répandu dans la nature : c'est le onzième élément le plus abondant parmi les éléments de la croûte terrestre et le cinquième constitutif des êtres vivants. Il rentre notamment dans la composition des molécules d'ADN, ARN et de l'ATP, carburant universel du vivant.

Le phosphore présent dans les sédiments peut se trouver sous différentes formes géochimiques réparties entre les phases solide et liquide. La phase liquide, représentée par l'eau interstitielle, contient les formes solubles du phosphore organique et minéral. Il s'agit, pour les formes organiques, de produits provenant de l'activité biologique du sédiment soit par hydrolyse, excrétion ou lyse de cellules. La forme soluble dominante est l'orthophosphate qui résulte d'une libération depuis la phase solide à la suite d'une modification des caractéristiques physico-chimiques du sédiment.

Le phosphore en phase solide est réparti en trois grandes catégories : les formes organiques, les formes minéralogiques et les formes adsorbées à la surface ou occluses dans des matrices de minéraux. Les formes organiques peuvent être représentées par du matériel inerte tel que les débris végétaux ou animaux et les excréments animaux ou par du matériel vivant (bactéries, protozoaires...). Le phosphore se trouve néanmoins majoritairement sous forme de diverses particules constitutives du sédiment : les formes minéralogiques.

Les sources anthropiques du phosphore sont partagées entre l'agriculture et les rejets urbains.

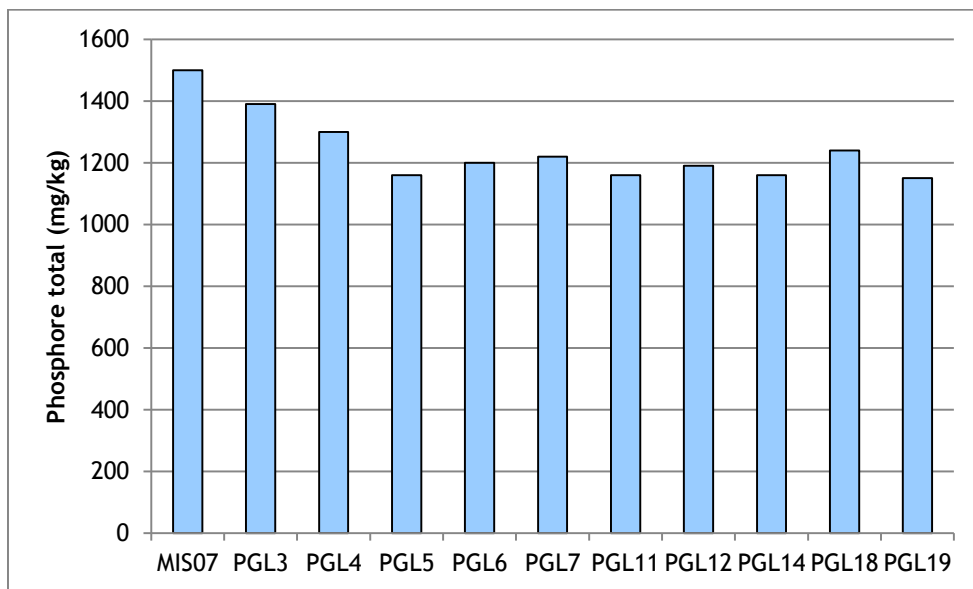


Figure 60 : Concentrations en phosphore total mesurées (Source : In Vivo, 2013)

Les concentrations en phosphore sont élevées dans les échantillons prélevés sur la zone d'étude. Selon les classes définies par Romont (1996) et Pruvot (1999) pour le calcul de l'Indice de Contamination Organique, les valeurs se situent à des niveaux de contamination moyens à forts. Ainsi, les teneurs en phosphore total sont comprises entre 1150 mg/kg pour l'échantillon PGL19 à 1500 mg/kg pour l'échantillon MIS07.

Indice de contamination organique

L'indice de contamination organique élaboré à partir des travaux de Romont (1996) et Pruvot (1999) est destiné principalement à l'évaluation environnementale des sédiments en milieu portuaire et ne peut être représentatif de la zone d'étude, celle-ci étant influencée par les apports du Rhône et se situant principalement au large. Néanmoins, les valeurs seuils qu'il propose indiquent des niveaux de contamination pouvant servir de comparaison en cas de suivi ultérieur de la qualité des sédiments de la zone d'étude.

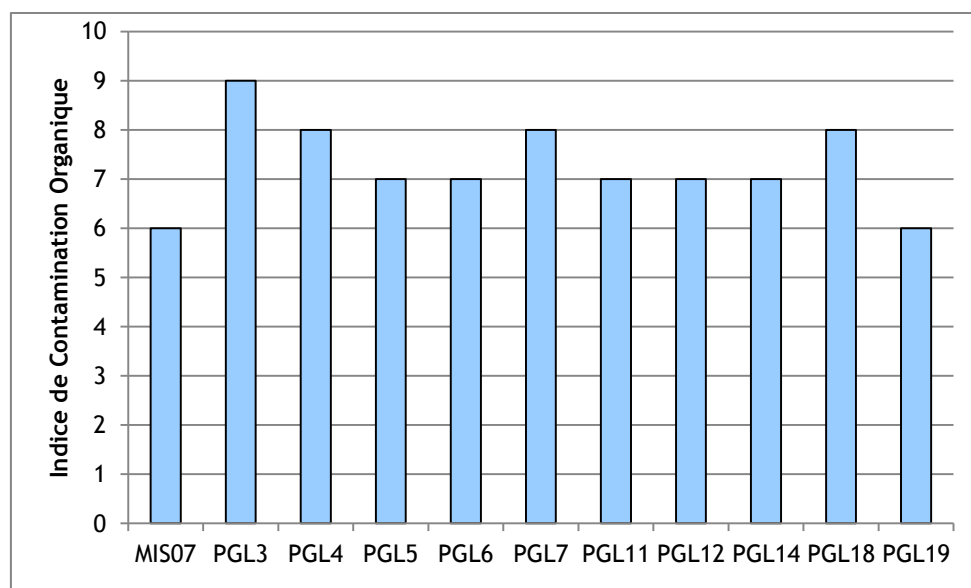


Figure 61 : Indices de contamination organique des échantillons (Source : In Vivo, 2013)

Les valeurs de l'indice de contamination organique sont comprises entre 6 pour les stations MIS07 et PGL19, et 9 pour la station PGL3. Cette dernière atteint donc le niveau le plus élevé prévu dans la grille d'analyse de l'indice et correspond à une « très forte » contamination organique.

L'ensemble des autres stations présente des indices de niveau « fort » selon les critères établis par Romont (1996) et Pruvot (1999).

La bibliographie décrit les apports du rhodanien en composés nutritifs comme représentant près du tiers des apports totaux aux eaux de surface de Méditerranée. Ces valeurs peuvent donc être considérées comme normales au niveau de la zone d'étude située en face du débouché du Rhône.

Le Rhône est le principal pourvoyeur d'éléments nutritifs en Méditerranée. Ces apports, indispensables au développement biologique, fertilisent les eaux de surface et permettent de soutenir une production primaire importante à l'échelle du Golfe du Lion¹⁵.

Les valeurs élevées en azote et phosphore, bien que définies comme fortes par les seuils de l'Indice de Contamination Organique, peuvent être considérées comme caractéristiques de la zone d'étude au regard

¹⁵ Raimbault *et al.*, 2009.

de la proximité du site d'étude avec le débouché du Rhône. Les Indices de Contamination Organiques calculés ne sont pas pertinents pour la zone d'étude.

La bibliographie mentionne par ailleurs qu'il existe un déséquilibre dans les apports du Rhône entre les teneurs en azote et phosphore qui tend à accentuer le déséquilibre nutritif de la Méditerranée, mer oligotrophe caractérisée par un déficit en phosphore par rapport à l'azote.

2.6.2.7.Synthèse

Les concentrations en polluants des sédiments de la zone d'étude sont supérieures au bruit de fond géochimique pour plusieurs des paramètres analysés au regard des seuils établis par le RLM (Ifremer, 2002) pour la mer Méditerranée.

La concentration en mercure dans les sédiments atteint l'état 3 au niveau des stations PGL5, PGL6 et PGL11. Ce niveau caractérise des niveaux supérieurs au seuil d'une contamination avérée.

Cette contamination en mercure avait également été observée par le RNO en 1994 et est présente à la côte dans les chairs des moules au niveau des sites suivis par le ROCCH. Ces données témoignent d'une contamination généralisée à la zone du pro-delta et peuvent provenir des activités industrielles du Golfe de Fos et des apports du Rhône.

L'état 2 du RLM est atteint pour plusieurs éléments dont : le cadmium, le cuivre, le plomb, et les HAP fluoranthène et benzo(a)pyrène. Ce niveau caractérise des valeurs supérieures au bruit de fond de la mer Méditerranée et inférieures au seuil de contamination avérée. Pour les sédiments correspondant à cet état, le RLM recommande une expertise complémentaire dans le cadre de travaux de recherche.

Les concentrations des autres éléments analysés sont inférieures ou égales aux bruits de fond méditerranéens établis par le RNO à partir de valeurs de concentration antérieures à l'ère industrielle.

En considérant l'ensemble des analyses effectuées, les stations présentant les valeurs les plus élevées sont PGL5 et PGL6.

Les composés organiques sont très concentrés dans les sédiments de la zone d'étude en raison des apports massifs du Rhône. Les valeurs mesurées peuvent être considérées comme caractéristiques au regard de la littérature pour la zone considérée dans la présente étude.

2.7. Environnement sonore

2.7.1. Bruit ambiant aérien

Le littoral constitue un milieu sonore où le bruit aérien à proximité des côtes est généré principalement par :

- Le vent et la houle, qui créent un bruit ambiant sur le littoral pouvant atteindre plus de 50 dB ;
- Les oiseaux et le trafic aérien et maritime, constituant un bruit ambiant estimé à 30-40 dB(A).

2.7.1.1. Rappels

Le bruit est un phénomène complexe à appréhender. La sensibilité au bruit varie selon de nombreux facteurs, qui peuvent être liés :

- aux caractéristiques intrinsèques du bruit émis (intensité, fréquence, durée, etc.) ;
- aux conditions d'exposition (distance, hauteur, forme de l'espace, autres bruits ambiants, etc.) ;
- à l'organisme qui les entend (sensibilité personnelle, état de fatigue, etc.).

Le bruit se définit par :

- **Le niveau de pression acoustique** : il s'exprime en Pascal (Pa). Dans la pratique, le décibel (dB) est utilisé pour caractériser la pression sonore ; il s'agit d'une unité relative à un niveau de pression acoustique de référence (20 μ Pa dans l'air, 1 μ Pa dans l'eau) et suit une échelle logarithmique ;
- **La fréquence** : elle correspond au nombre de vibrations par seconde d'un son. Elle est l'expression du caractère grave ou aigu du son et s'exprime en Hertz (Hz). La fréquence audible pour l'oreille humaine est comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz.

A titre indicatif, la figure suivante donne les niveaux sonores émis par différentes sources de bruit aérien.

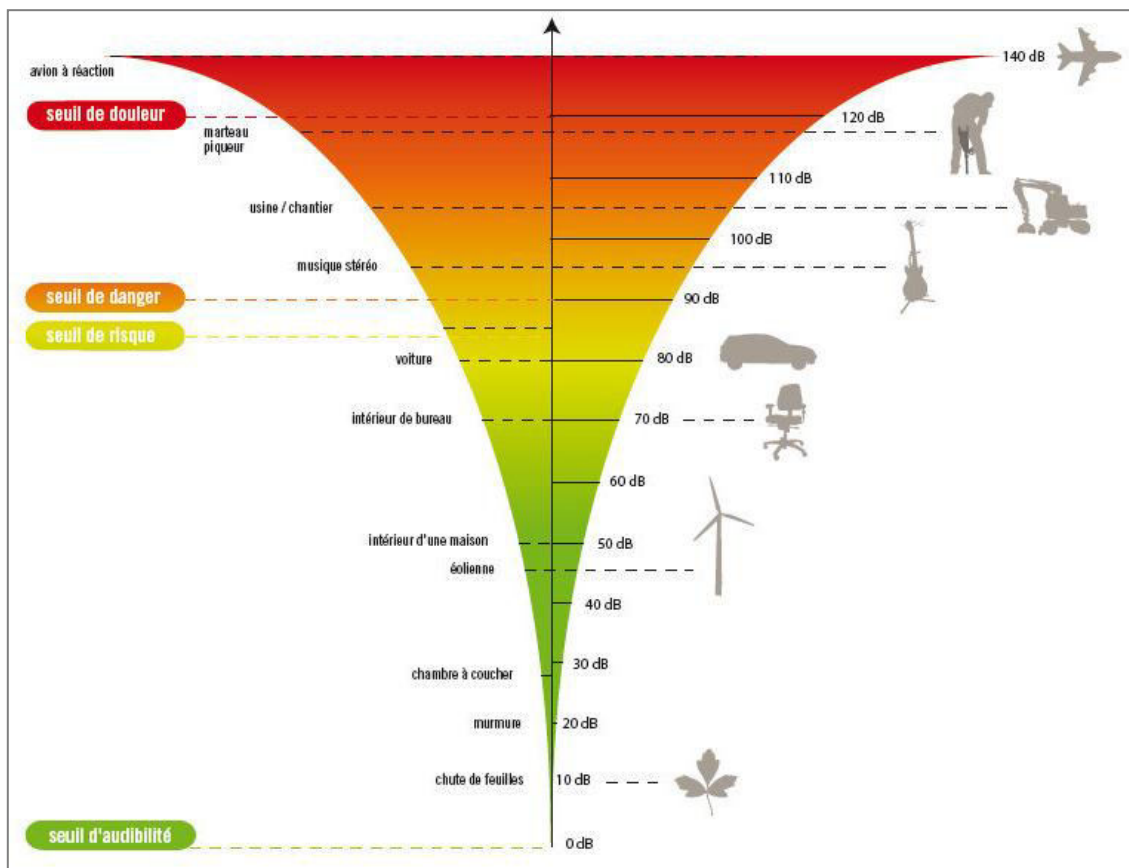


Figure 62 : Echelle des niveaux de bruit aériens (Source : EREA Ingénierie, 2013)

2.7.1.2. Niveaux de bruit ambiant attendus à la côte

Dans le cadre des grands projets éoliens en mer en Manche et en Atlantique, des campagnes de mesures *in situ* ont été effectuées afin de caractériser le bruit ambiant du littoral. Des mesures de bruit ont ainsi été réalisées le long des côtes faisant face aux trois projets, par la société EREA Ingénierie. Elles ont permis de déterminer le bruit résiduel sur ces sites en fonction de la vitesse du vent (conditions de vent obtenues grâce à des mesures par LIDAR), et en tenant compte de l'influence de la mer le cas échéant.

Les niveaux sonores obtenus sont caractéristiques d'un milieu côtier. Des niveaux sonores comparables peuvent être attendus sur le littoral au droit de la zone d'implantation du projet.

Le niveau de bruit résiduel est calculé à partir des niveaux L50, qui correspondent aux niveaux sonores atteints ou dépassés pendant 50% du temps. Cet indicateur caractérise bien les bruits de fond moyens, en s'affranchissant des bruits particuliers ponctuels.

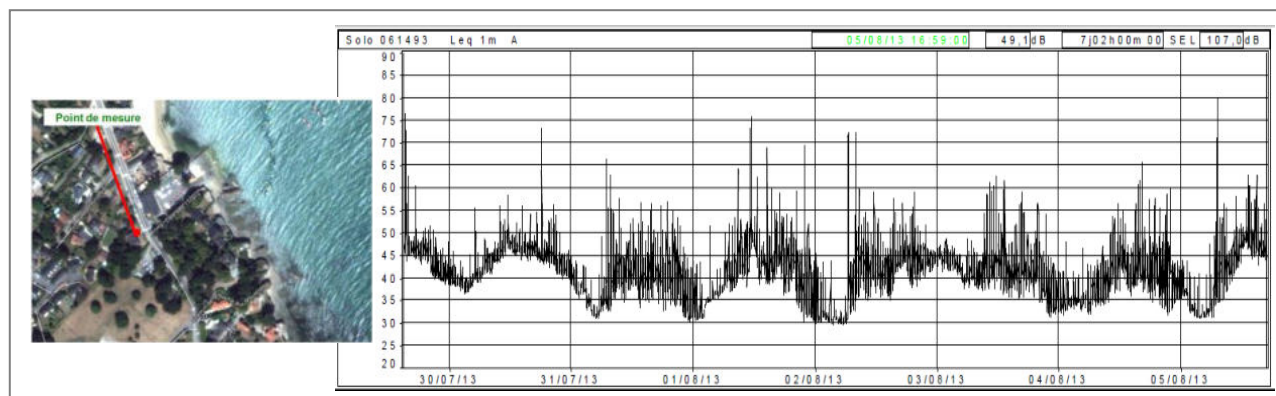


Figure 63 : Exemple de mesure temporelle du niveau de bruit sur le littoral
(Source : EREA Ingénierie pour Parc du Banc de Guérande, 2014)

Les résultats des mesures mettent en évidence des niveaux de bruits résiduels généralement plus élevés en bord de mer. Ils varient au rythme des états de mer. Les niveaux observés de jour comme de nuit sont caractéristiques d'un environnement du bord de mer. Une légère augmentation de ces niveaux est remarquée de jour.

En retrait du bord de mer, les niveaux sonores diminuent sensiblement et sont plus variables dans la journée. En effet, le bruit des vagues n'étant plus dominant dans la zone arrière du littoral, le bruit ambiant est essentiellement dû au vent dans l'environnement (végétation, obstacles, etc.).

On note ainsi des valeurs moyennes selon les sites entre 25 et 61 dB(A) selon les conditions de végétalisation des sols et de vent (Source : EREA Ingénierie, 2014). En arrière du littoral, le bruit ambiant diminue.

2.7.2. Bruit ambiant sous-marin

Les principales sources de bruits engendrés par des activités humaines en milieu marin sont les suivantes :

- Le trafic maritime (activités de commerce, de pêche, de plaisance) qui génère par rayonnement sonore des navires un bruit de fond permanent dans la mer ;
- Les émissions sonar qui utilisent des signaux sonores pour détecter des objets ou étudier les fonds marins ;
- Les travaux ou ouvrages en mer qui génèrent tout au long de leur cycle de vie une grande diversité de bruits (explosion, pilonnage ...).

Le Plan d'Action pour le Milieu Marin en Méditerranée occidentale renseigne sur les pressions imposées au milieu marin par les sources anthropiques par rapport aux sources de bruits évoqués auparavant :

- La pression due au trafic maritime marchand en Méditerranée occidentale est modérée à forte. Le bruit ambiant du trafic a été estimé par modélisation de 85 à 100 dB autour du Golfe de Fos, pour les

fréquences les plus représentatives des bruits anthropiques. Aucune donnée n'est cependant disponible pour le domaine offshore.

- La pression due aux émissions sonores inférieures ou égales à 10 kHz (sonars) en Méditerranée occidentale est modérée mais plutôt en augmentation. Le nombre de jours potentiels d'émissions sonores a été estimé sur ces 7 dernières années à près de 18 jours au niveau du Golfe de Fos et entre 5 et 15 jours pour le secteur offshore.

La région Méditerranée occidentale est une zone qui comporte peu de travaux en mer en raison notamment de l'étroitesse du plateau continental (comparativement aux autres régions), peu propice à l'exploitation des ressources. La pression est donc assez faible, exception faite au voisinage des ports (travaux d'extension par exemple) et concernant les travaux visant à la sécurité maritime.

Il est important de noter de plus que pour les zones littorales que le trafic et la fréquentation liés à la pêche professionnelle (chalutiers notamment), plaisance et aux activités de loisirs nautiques peuvent également être une source non négligeable de bruit.

L'aire d'étude maritime peut être concernée par du bruit sous-marin de source anthropique, lié essentiellement aux trafics (en lien en particulier avec les activités du Grand Port maritime de Marseille), et à diverses émissions sonores. A noter que le bruit résultant des activités de pêche professionnelle (chalutiers) paraît non négligeable.

Une des particularités de la mer Méditerranée est l'apparition saisonnière d'une thermocline estivale marquée qui limite voire interdit la propagation du bruit. Cette thermocline délimite une couche de surface de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. Elle matérialise 2 espaces dont les caractéristiques physiques sont suffisamment différentes (température et densité) pour limiter voir interdire le passage des ondes sonores. Ainsi les bruits générés en surface peuvent se trouver partiellement confinés à cette couche de surface.

2.8. Risques naturels

2.8.1. Contexte régional

La zone d'étude, comme bon nombre de communes de la région PACA, est particulièrement exposée aux risques naturels. Cette sensibilité est directement associée au caractère extrême du climat méditerranéen à l'origine notamment de violentes précipitations automnales favorisant les inondations.

La région PACA est par ailleurs la région la plus sismique de France métropolitaine. A ces risques s'ajoutent les problématiques spécifiques aux zones littorales (érosion côtière, submersion marine) qui compte tenu de la nature du projet feront l'objet d'une attention particulière.

Le département des Bouches-du-Rhône est doté d'un Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM, dernière édition datant de 2006) qui répertorie l'ensemble de ces risques naturels sur le territoire.

La maîtrise de l'urbanisation s'exprime au travers des Plans de Prévention des Risques Naturels (PPR), prescrits et élaborés par l'État. Ces plans institués par la loi "Barnier" du 2 février 1995, constituent l'instrument essentiel de l'État en matière de prévention des risques naturels.

Les PPR sont pris en compte dans les documents d'urbanisme. Les zones à risques identifiées dans les PPR sont en effet traduites dans les règles d'utilisation des sols au travers de servitudes qui permettent de gérer les demandes de permis de construire dans les zones à risque.

2.8.2. Inventaires des risques naturels sur la zone d'étude

La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône est concernée par 3 types de risques naturels (cf. tableau ci-dessous) : risque inondation (par crue du Rhône et par submersion marine), mouvement de terrain et sismique.

Risques naturels						
Feu de forêt	Inondation		Mouvements de terrain		Séisme	Retrait / gonflement des argiles
	Submersion marine	Par une crue	Tassements différentiels	Effondrement		
-			Faible	-	Zone de sismicité 2	Faible à moyen

Tableau 21 : Risques naturels identifiés au niveau de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (Source : Prim.net)

2.8.2.1. Risque sismique

La commune d'étude est caractérisée par un risque sismique faible : zone de sismicité 2 sur une échelle de 1 à 5 en référence au zonage sismique en vigueur (décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010).

2.8.2.2. Risque de mouvements de terrain

La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône est soumise au risque « mouvement de terrain » par érosion de berges, qui est un phénomène régressif d'ablation de matériaux, dû à l'action d'un écoulement d'eau turbulent (fluvial ou marin).

2.8.2.3. Risque de retrait/gonflement des argiles

La commune de Port-Saint-Louis du Rhône est concernée par l'aléa retrait-gonflement des argiles susceptible d'avoir des conséquences sur le bâti.

Une étude d'aléa a été réalisée en 2004 et complétée en 2007 par le Bureau de Recherche Géologiques et Minières (BRGM) sur l'ensemble des communes des Bouches-du-Rhône. La commune de Port-Saint-Louis est située en zone faiblement à moyennement exposée (B2).

2.8.2.4. Risque inondation

Tout le territoire de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône est soumis au risque inondation. Les inondations correspondent à des crues de plaine liées aux débordements directs du Rhône et à une submersion marine.

Plusieurs arrêtés de catastrophes naturelles liés aux risques inondations et aux coulées de boue afférentes, ont été pris sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Le risque de submersion marine est traité par ailleurs au paragraphe suivant dédié aux risques littoraux.

Deux plans de prévention des risques (PPR) et un plan de surface submersible (PSS) sont répertoriés sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Ils sont présentés dans le tableau suivant. La commune dispose notamment d'un plan de prévention des risques « Inondation » (PPRI) par crue du Rhône et par submersion marine, qui a été approuvé en 2016.

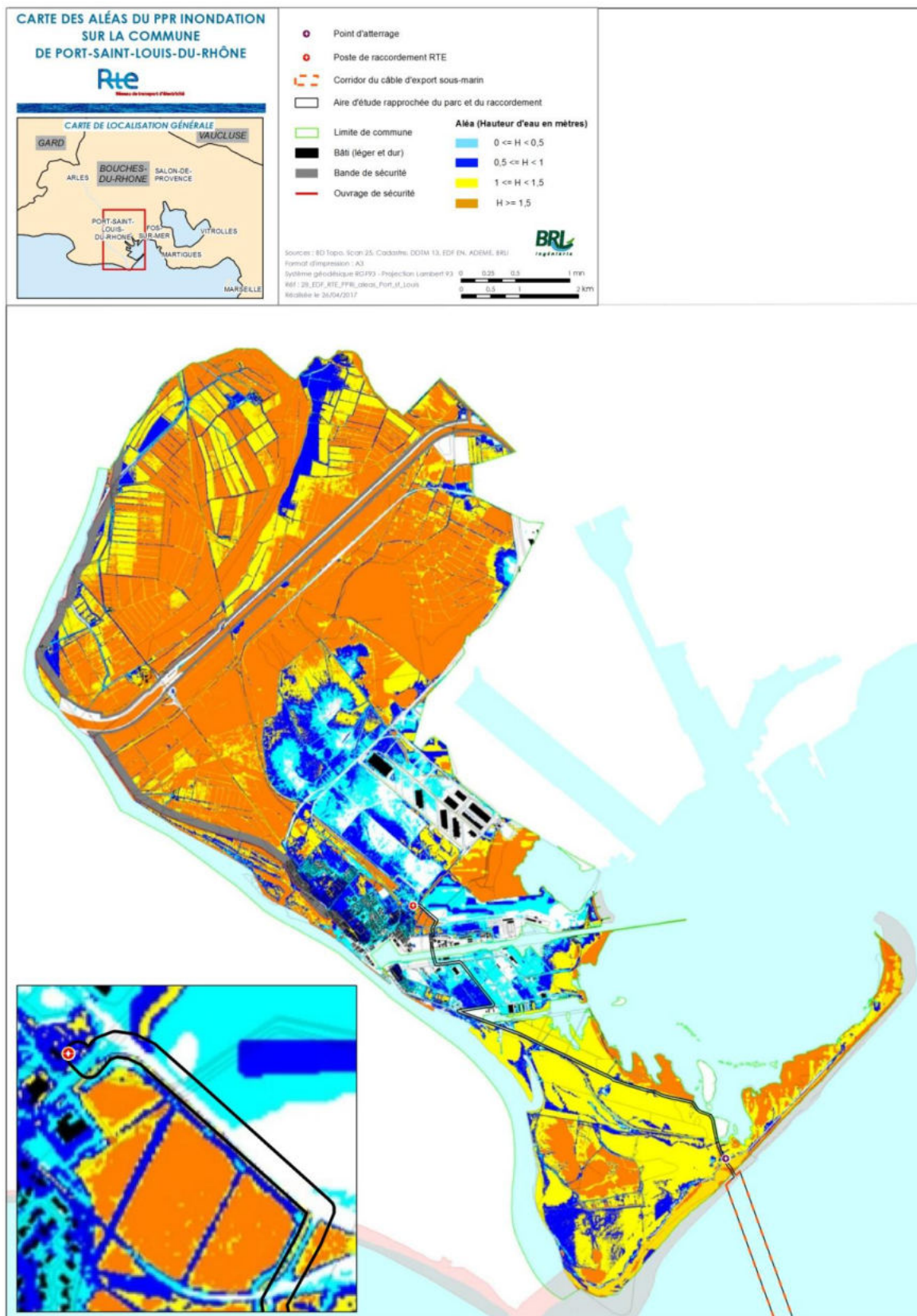
Plan	Bassin de risque	Prescrit ou prorogé le	Approuvé le	Modifié/révisé le
PPRI par crue du Rhône et submersion marine (débordement de cours d'eau)	Rhône	27/10/2008 / 15/01/2015	21/06/2016	-
PSS	-	-	30/09/1911	30/01/2012

Tableau 22 : Plans de prévention de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône liés au risque inondation
(Source : Cartorisque)

La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône est également incluse dans le territoire à risque important d'inondation Delta du Rhône. La cartographie du TRI du delta du Rhône apporte un approfondissement et une harmonisation de la connaissance sur les surfaces inondables et les risques pour les débordements de certains cours d'eau et des submersions marines pour plusieurs types d'événements.

Nom du TRI	Aléas	Arrêté TRI national
TRI Delta du Rhône	Inondation par submersion marine	06/11/2012

La carte des aléas associés au risque inondation (y compris la submersion marine et le déferlement), réalisée dans le cadre de l'élaboration du PPRI de la commune de Port-Saint-Louis du Rhône, est présentée ci-après.



Carte 11 : Aléas associés au risque inondation – débordement du Rhône, submersion marine (Source : PPRI de Port-Saint-Louis-du-Rhône, 2016)

2.8.2.5. Risques littoraux

Les risques littoraux, érosion et submersion marine, sont importants sur le rivage de la zone d'étude, caractérisée par des rivages bas, sableux (formées par les apports du Rhône) ou encore artificialisés.

Erosion côtière

Le littoral de la Camargue connaît les vitesses d'érosion les plus rapides du monde. Le littoral sableux de part et d'autre de l'embouchure du Rhône, et notamment la zone d'étude (secteur de plages naturelles des Theys), est ainsi affecté par l'érosion du trait de côte (érosion marine, vent) en plus de la fréquentation touristique importante en période estivale.

L'étude hydrosédimentaire conduite par le bureau d'étude DHI s'est intéressée à l'évolution du trait de côte au droit de la zone d'étude au cours des prochaines décennies.

Il a notamment été mis en évidence, que sur la base des évolutions passées, le trait de côte pouvait varier de 2 à 4 m par an au niveau du poste d'atterrissage. La figure suivante donne l'évolution du trait de côte sur les 23 dernières années.

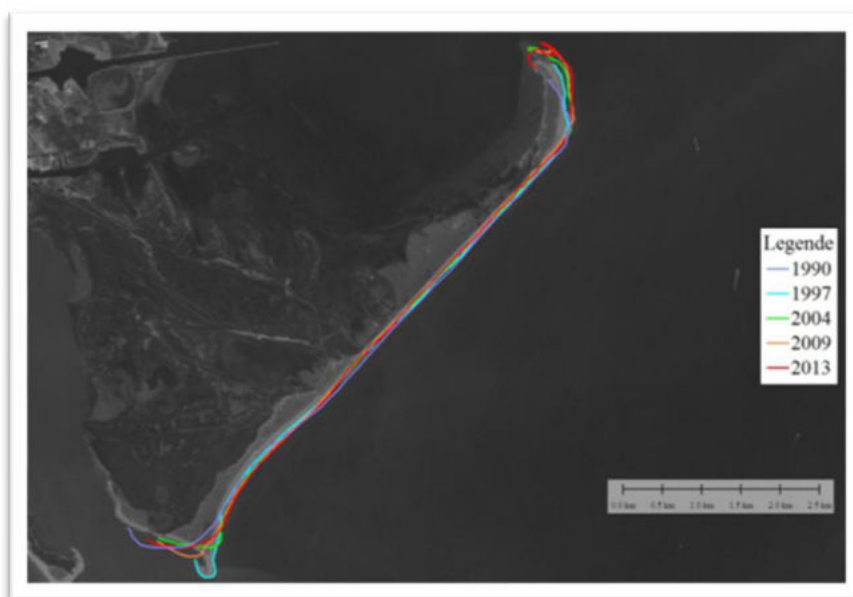
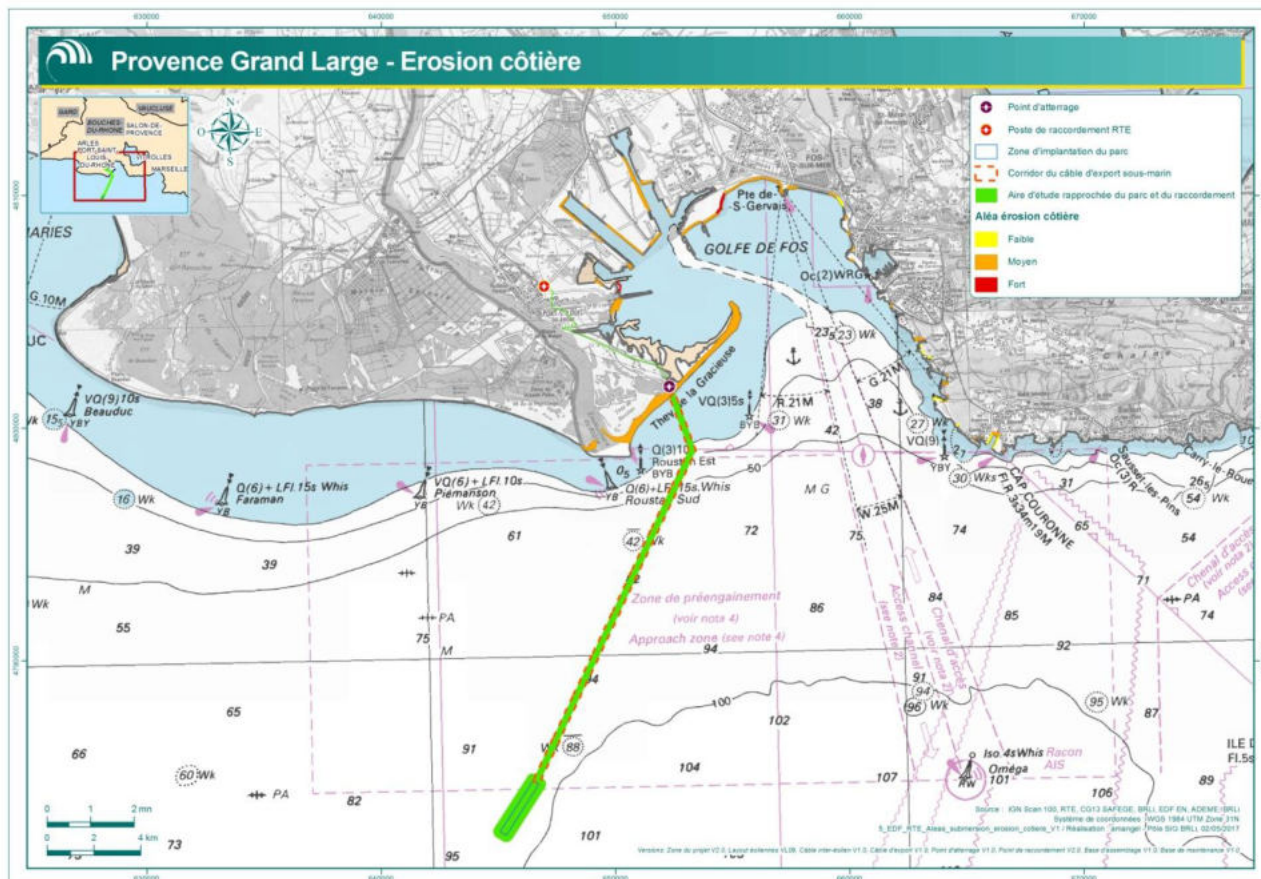


Figure 64 : Evolution du trait de côte depuis 1990 (Source : DHI)

Nota : ce résultat ne tient pas compte de l'élévation de la mer, due au réchauffement climatique, car cette donnée est entachée d'une trop forte incertitude. De même, une tempête, pourrait localement modifier le profil du trait de côte.

Dans le schéma proposé ci-après, le niveau de la mer est représenté en bleu, le profil actuel de la plage en jaune et le profil futur (dans 30 ans) en noir avec un recul de la plage de 120 m dans les terres.



Carte 12 : Risque d'érosion côtière

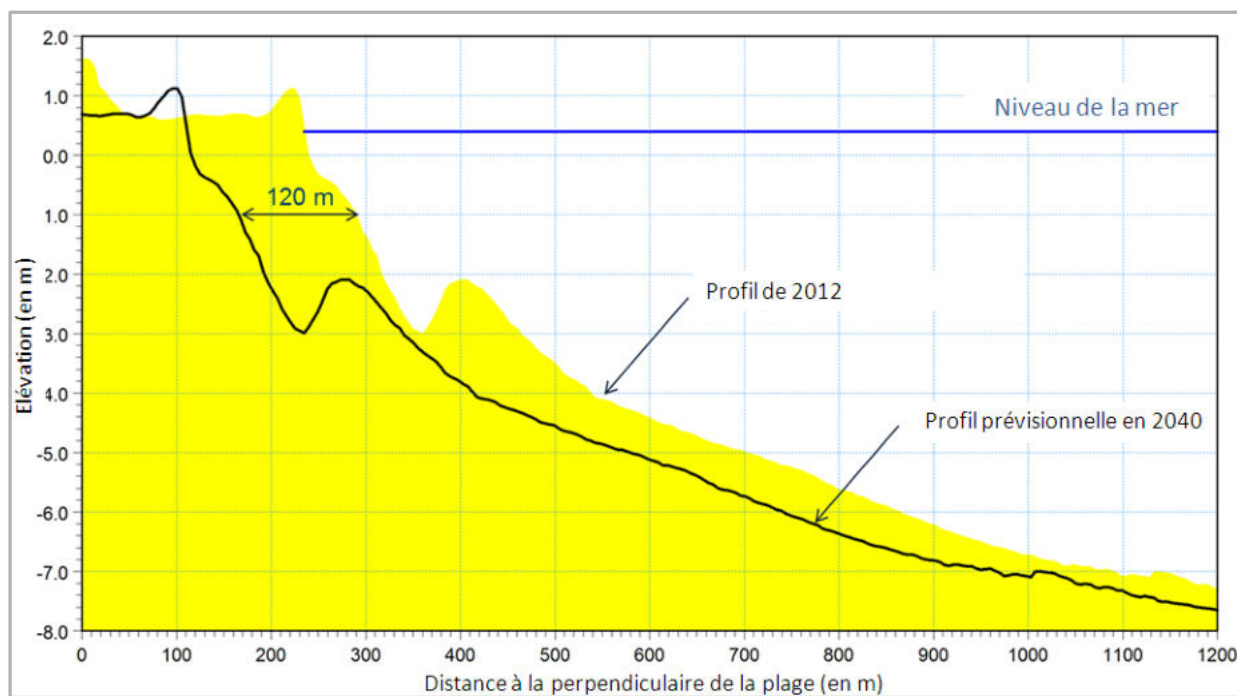


Figure 65 : Profil perpendiculaire à la plage, au droit de la zone d'atterrissage (Source : DHI, 2013)



L'érosion du littoral, liée en grande partie à la réduction des apports sédimentaires des fleuves côtiers, n'est cependant pas homogène compte tenu notamment de la réalisation d'aménagements sur certains secteurs.



Figure 66 : Aménagements contre l'érosion au niveau de la plage Napoléon

Les zones d'érosion alternent ainsi avec les secteurs d'accrétion. Le phénomène d'accrétion touche notamment l'extrémité de la flèche de la Gracieuse, véritable digue naturelle en mer qui protège une partie du golfe de Fos ou encore le secteur du prodelta de Roustan (extrémité ouest de la plage Napoléon) (voir carte suivante).

Une étude de l'évolution du trait de côte du littoral des Bouches-du-Rhône au regard de l'érosion marine a été réalisée en juillet 2006 par les sociétés Safège et Secotrap, pour le compte du Conseil Général des Bouches-du-Rhône.

Le secteur d'étude (Golfe de Fos) correspond à la cellule homogène n°16 «de l'embouchure du Grand Rhône au cap Couronne » et à la cellule hydrosédimentaire 18 « Le Grand-Rhône-Pointe de la Gracieuse » (cf. carte suivante).

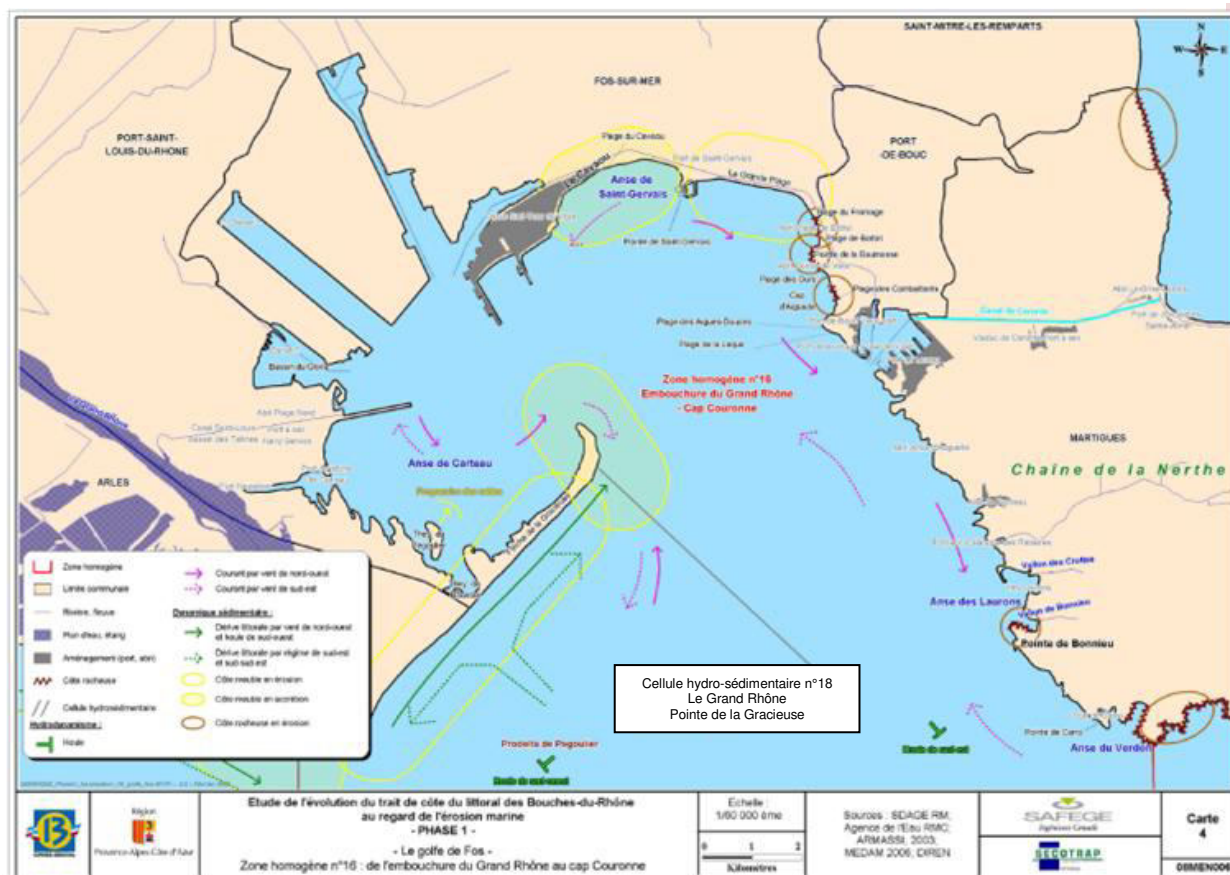


Figure 67 : Cellules hydro-sédimentaires de la zone d'étude (Source : CG 13. 2009¹⁶)

Sources sédimentaires

L'alimentation en sédiments de cette zone littorale est essentiellement assurée par les sédiments rhodaniens hérités et actuels.

Il s'agit, en ce qui concerne les apports hérités d'un fonctionnement passé, de sédiments issus de l'érosion des lobes deltaïques fossiles immergés situés face aux anciennes embouchures du Rhône. Sur le secteur d'étude, les sédiments issus de l'érosion du lobe prodeltaïque du Pégoulie, contribuent ainsi à l'alimentation de la flèche de la Gracieuse. Lorsque les apports fluviaux cessent à l'embouchure de ces lobes prodeltaïques fossiles, ces derniers deviennent également sujets à l'érosion. L'érosion du lobe fossile du Pégoulie représente ainsi un volume d'environ $0,54.10^6 \text{ m}^3$ de sédiment par an.

Concernant les apports sédimentaires actuels, c'est le Grand Rhône qui véhicule de nos jours l'essentiel des apports solides compte tenu de la faible capacité d'évacuation du Petit Rhône.

¹⁶ Etude de l'évolution du trait de côte du littoral des Bouches-du-Rhône au regard de l'érosion marine. Phase 1. Synthèse des connaissances existantes

Les apports sédimentaires du Rhône ont évolué dans le temps sous l'effet de facteurs climatiques (plus ou moins forte agressivité du climat, niveau de la mer...) et anthropiques (mutations de l'occupation du sol, aménagements hydrauliques...). La charge solide rhodanienne totale est passée en moyenne de 22-30 10^6 t/an au début du XX^e siècle à 7,39-9,6 10^6 t/an à la fin du même siècle.

À la fin du XX^e siècle, la charge en suspension est estimée entre 6 et 8.10⁶ t/an en moyenne et la charge solide de fond à seulement 25 000 à 50 000 m³/an. Le transit des apports solides s'effectue essentiellement pendant les crues (les crues de plus de 3 000 m³/s véhiculent 80 % du transport solide) mais la charge de fond (la plus grossière) n'y représente cependant qu'une faible proportion (15 %) de la charge solide totale. Le dépôt des apports particuliers du Rhône se répartit globalement ainsi :

- 50 % sur le domaine prodeltaïque,
- 30 % sur le plateau continental,
- 10 % sur la pente continentale,
- 8 % exportés vers le domaine abyssal.

Les autres apports de matériaux meubles sont le cordon dunaire constituant un stock de sable mobilisable (transport éolien et en période de tempête) et le matériel d'origine biosédimentaire (fragments coquilliers). Ce dernier peut représenter localement 20 à 30 % des volumes sédimentaires littoraux actuels .

Dynamique sédimentaire

La cellule hydrosédimentaire n°18, à l'est du Grand Rhône, est marquée par la domination d'un transport sédimentaire en direction de l'Est, à l'exception de la plage Napoléon par houles de Sud-est et Sud-Sud-est (voir Figure 67). Cette cellule est alimentée par les apports actuels du Rhône et par l'érosion du lobe deltaïque fossile de Pégoulie.

Plusieurs éléments influencent la direction et l'intensité des transports de sédiments au niveau du delta du Rhône, parmi lesquels :

- la puissance du courant généré par le Rhône face à son embouchure « dissipe suffisamment celle des houles pour que la redistribution sédimentaire, via la dérive littorale, soit minimisée et limitée » aux zones les plus proches (MAILLET *et al.*, 2006). Ceci se traduit par une symétrie du lobe actuel témoignant de la prépondérance des débits liquides du Grand Rhône sur la dérive littorale,
- la présence de lobes progradants fossiles et actuels immergés à faible profondeur favorise la réfraction des houles (SAMAT, 2007),
- la position du delta au débouché du couloir rhodanien donne au vent un rôle significatif dans le bilan sédimentaire avec par exemple le déplacement des sables de la dune vers la plage par vent de terre (SABATIER, 2001),
- De manière plus générale, le vent se révèle être un forçage contribuant à l'érosion des plages perpendiculairement à celui-ci et transportant environ 8,5 m³ /m/an. Toutefois, les volumes qu'il déplace sont nettement inférieurs à ceux estimés dans la partie sous-marine,
- une zone basse littorale sensible au phénomène de submersion avec en particulier les risques de franchissement du cordon dunaire.



À l'échelle d'un bilan sédimentaire sur le long terme, il apparaît que les volumes mobilisés lors de phénomènes de submersion ou par le transport éolien sont négligeables en comparaison des volumes déplacés par les processus sous-marins (SABATIER, 2001).

Submersion marine

Le risque de submersion marine concerne la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône ainsi d'ailleurs que toutes les communes littorales limitrophes. Tout le littoral Ouest du Golfe de Fos est soumis à un aléa fort de submersion marine. Ce risque littoral, de plus en plus pris en compte dans le cadre des PPR communaux, a été intégré dans le PPRI de Port-Saint-Louis-du-Rhône validé en juin 2016.

Le SDAGE 2016-2021 acte les risques liés aux inondations par submersions marines, dues à une élévation temporaire du niveau de la mer et à son état d'agitation. Sont plus particulièrement concernées les côtes sableuses et les zones littorales les plus basses, qui peuvent être submergées lors de situations météorologiques particulières ou de phénomènes tectoniques sous-marins.

Les houles généralement observées sont liées à des vents d'Est à Sud et impactent le plus souvent le Golfe du Lion (submersions de novembre 1982 et décembre 1997). Le risque de submersion marine est particulièrement fort en Camargue (Les-Saintes-Maries-de-la-Mer, Port-Saint-Louis) où plusieurs phénomènes sont susceptibles de se combiner et d'amplifier le risque : une forte marée, une marée de tempête, une crue du Rhône et de ses affluents et la rupture des digues littorales.

La submersion marine peut être accentuée en cas de forte érosion du littoral (comme c'est le cas sur le rivage ouest du Golfe de Fos par exemple) ou de grosse tempête susceptible d'être à l'origine d'une surcote barométrique importante et de la destruction du cordon dunaire.

La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône a fait l'objet d'un arrêté préfectoral de catastrophe naturelle du 05 au 06 août 1985 pour cause de raz-de-marée (arrêté du 24/08/1986).

2.8.2.6. Autres risques

Risque Foudre

Le risque lié à la foudre est relativement élevé à l'échelle du département des Bouches-du-Rhône par rapport à la moyenne nationale avec une densité de foudroiement de 2,7 cps/km²/an et un niveau kéraunique supérieur à 25 jours orageux par an (moyenne nationale de 20).

Risque de tempête

Plusieurs arrêtés de catastrophes naturelles liées au risque de tempête ont été répertoriés à proximité de la zone d'étude. Ils sont répertoriés dans le tableau suivant :

Commune	Début le	Fin le	Arrêté du
Fos-sur-Mer	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982
Port-Saint-Louis-du-Rhône	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982

Tableau 23 : Arrêtés de catastrophes naturelles liées au risque de tempête (Source : Prim.net)

2.9. Champs électriques et magnétiques

Les sources possibles de champs électriques et magnétiques de fréquence extrêmement basse (0 à 300 Hertz) sont de deux types :

- les sources naturelles : celles-ci génèrent des champs statiques, tels le champ magnétique terrestre (amplitude de 50 μ T au niveau de la France) et le champ électrique statique atmosphérique (faible par beau temps – de l'ordre de 100 V/m -, mais très élevé par temps orageux – jusqu'à 20 000 V/m) ;
- les sources liées aux applications électriques : il s'agit des appareils qui fonctionnent à partir de l'électricité (électroménager, matériel de bureau ou industriel) et des équipements et installations qui servent à la produire (alternateurs et générateurs) et l'acheminer (lignes et câbles électriques). Tous engendrent des champs électriques et magnétiques quand ils fonctionnent. En l'occurrence, ce sont des champs à 50 Hz mais notons qu'il existe également une multitude d'appareils générant des champs de fréquence différente.

Les champs électriques sont produits par des variations dans la tension (voltage) : plus la tension est élevée, plus le champ qui en résulte est fort. Ils surviennent même si le courant ne passe pas. Au contraire les champs magnétiques apparaissent lorsque le courant circule : ils sont d'autant plus intenses que le courant (intensité I) est élevé. Ainsi, lorsqu'on a un courant électrique, l'intensité du champ magnétique variera selon la consommation d'électricité, alors que l'intensité du champ électrique restera constante.

Le tableau suivant donne les valeurs des champs électriques et magnétiques à 50 Hz produits par quelques appareils ménagers :



Nota : pour tous les appareils domestiques les valeurs indiquées sont celles relevées à 30 cm de l'appareil, à l'exception du rasoir électrique dont l'utilisation implique un contact direct avec la tête. Ces valeurs sont indicatives et, entre deux appareils de même usage, de grandes différences peuvent être relevées en fonction des technologies utilisées (type de moteur, fonctionnement sur batterie ou sur secteur, etc.).



PARTIE TERRESTRE

2.10.Climat

Se référer au chapitre 2.1 de la partie maritime.

2.11.Contexte géomorphologique et géologique

2.11.1. Topographie

Située sur le delta du Rhône, la partie terrestre de l'aire d'étude est caractérisée par une topographie relativement plane, comprise entre 0 m NGF et 4 m NGF en moyenne¹⁷.

Sur ces terres mouvantes, l'implantation humaine a été conditionnée par l'apport de matières stables ; sous forme de remblais. Ces implantations artificielles marquent profondément la trame viaire et le nivellement général de la cité de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Les digues deviennent de véritables reliefs structurants et des points de vue sur l'immense territoire : par exemple le remblai (d'environ 4 m) du canal de Fos au Rhône coupe en deux l'aire d'étude terrestre.

2.11.2. Unités géomorphologiques

Le secteur d'étude est situé au sein de l'unité géomorphologique « zone littorale » telle que définie dans l'état initial du SCOT Ouest Etang de Berre (étude de la DIREN/CETE). Le contraste morphologique du territoire se retrouve au niveau de ce littoral.

Le littoral de Port-Saint-Louis-du-Rhône et de ses abords s'étend depuis l'embouchure du Grand Rhône jusqu'au Golfe de Fos. Ses rives, formées par les apports du Rhône, sont basses, quasi-rectilignes et sablonneuses. La bordure orientale du Golfe de Fos se distingue en revanche par une côte découpée et la présence d'une pente accentuée alors que le reste du littoral autour du Golfe et notamment la zone d'étude est très plate. A la limite entre la côte occidentale basse et la côte orientale rocheuse, le delta du Rhône gagne peu à peu sur la mer par ses dépôts alluviaux.

Des dépressions (zones marécageuses, anciennes tourbières et chapelets d'étangs intérieurs d'eau douce) complètent ce paysage.

¹⁷ Source : Plan local d'urbanisme, projet, pièce n°2, rapport de présentation, février 2016

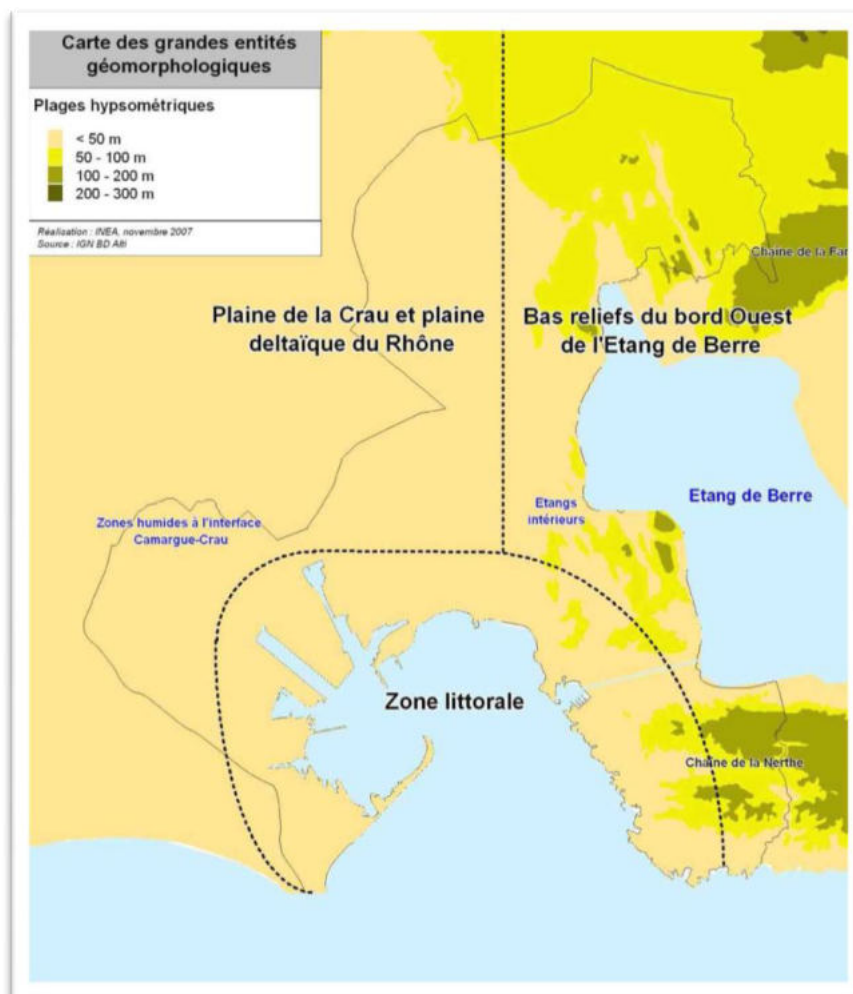


Figure 68 : Unités géomorphologiques de la zone d'étude (Source : INEA, EIE SCoT Ouest-Etang de Berre, 2008)

2.11.3. Géologie

La région de Port-Saint-Louis-du-Rhône est bordée :

- à l'ouest par le Delta du Rhône formé de sédiments quaternaires (essentiellement des cailloutis et des sables recouverts de dépôts tourbeux et limoneux plus récents) ;
- et au nord par la plaine de la Crau.

Le Golfe de Fos et ses abords ont été formés par les apports des anciens bras du Grand Rhône, alluvions du delta du Rhône à faciès sableux. Les périodes de progradation et de régression de l'Holocène (période de l'ère Quaternaire) ont façonné le littoral.

En bordure du fleuve le Rhône, et notamment au niveau de son delta, les cailloutis sont recouverts de dépôts tourbeux et limoneux plus récents issus de dépôts successifs, donnant une zone marécageuse.

L'épaisseur des alluvions graveleuses peut aller jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de Port-Saint-Louis-du-Rhône vers Fos-sur-Mer. Des volumes considérables de sables fins et de sables vaseux ont été extraits



et déposés sur l'ensemble de la région lors du creusement des darses du complexe industriel et portuaire de Fos-sur-Mer. Ils ont souvent été recouverts en surface de cailloutis de Crau afin de stabiliser les sols des zones industrielles.

Localement, des sables limoneux peuvent par conséquent être rencontrés et occuper/comblent des zones dépressionnaires au sein de ces cordons alluvionnaires.

Site géologique : littoral de la Camargue orientale

Le They de la Gracieuse présente un intérêt géologique patrimonial, ne faisant pas l'objet d'une protection juridique, ni physique particulière. Ce site géologique correspond à un système littoral qui s'est mis en place après le XVII^{ème} siècle à l'avant du système fluvial rhodanien, du bras de Roustan qui a cessé de fonctionner, isolant ainsi un delta miniature associé à l'actuelle embouchure active du fleuve. Ce site géologique présente un bon état général.

2.12. Nature et qualité des sols

Sur cette zone de delta où les terres sont mouvantes et peu propices au développement des activités humaines, l'implantation des secteurs urbains et industriels a été rendue possible par l'apport de remblais divers. Aussi, la nature des sols sur la partie terrestre du projet est-elle composée de ces remblais.

Etant donné l'importance des activités industrielles sur le secteur de Fos-sur-Mer et de la zone limitrophe de Port-Saint-Louis-du-Rhône, de nombreuses zones sont répertoriées en tant que sites et sols pollués (base de données BASOL du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie).

Les sols au niveau des terrains Shell, en rive Nord du Canal Saint-Louis, sont ainsi potentiellement pollués. Ce terrain est répertorié dans la base de données BASIAS d'inventaire historique des sites industriels et activités de service.

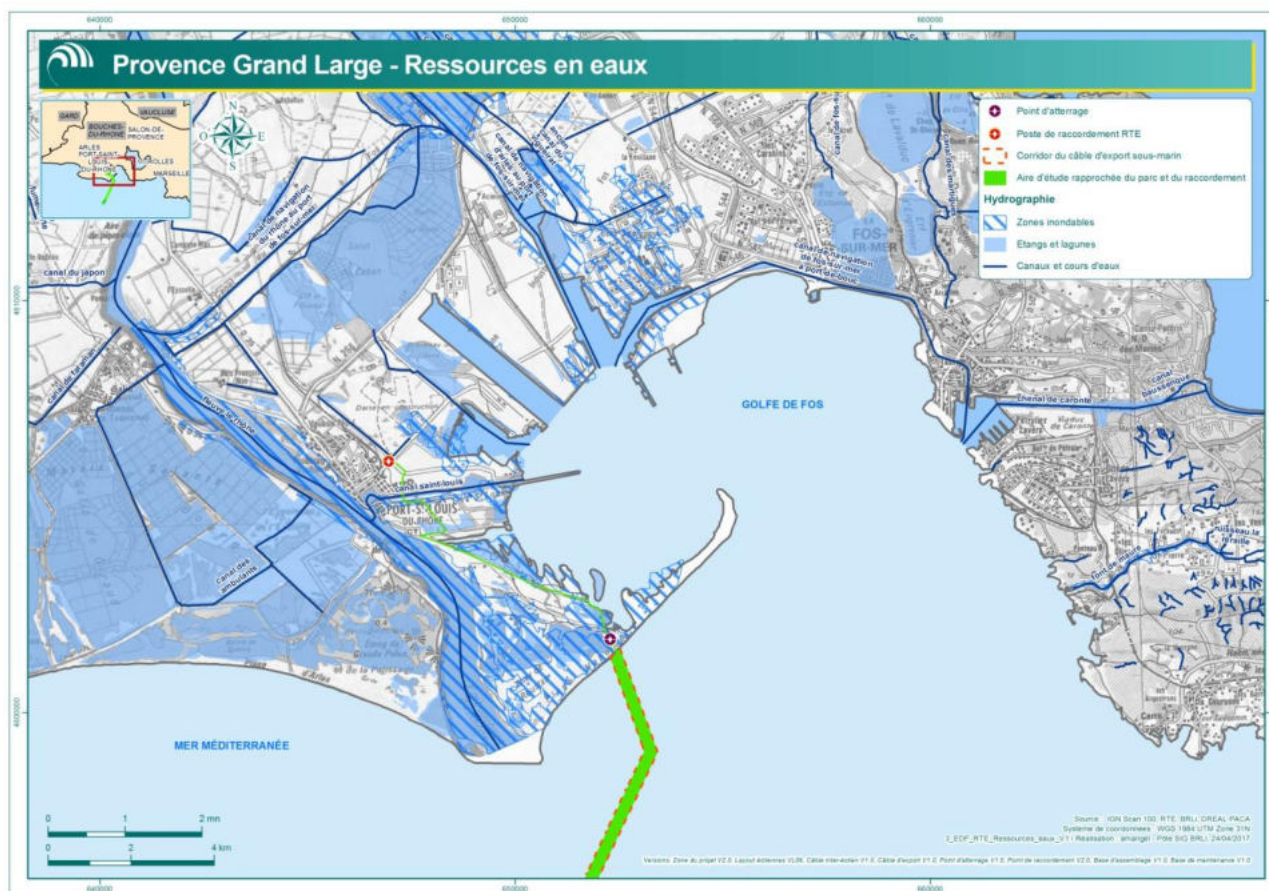
Les activités industrielles historiques du site laissent ainsi présager de l'existence d'une pollution avérée des sols : dépôt d'hydrocarbures, fabrication/stockage de peintures, pigments, vernis, ancras ou solvants, fabrication, fusion et dépôt de goudron, bitume, asphalte...

Des sondages à la pelle mécanique seront effectués tous les 20 mètres environ afin de caractériser plus précisément la pollution de la zone.

2.13. Hydrologie

2.13.1. Eaux superficielles

Le réseau hydrographique superficiel du territoire d'étude est relativement dense (voir figure suivante). L'eau occupe la majorité du territoire communal de Port-Saint-Louis-du-Rhône.



Carte 13 : Réseau hydrographique et son fonctionnement (Source : INEA, 2009¹⁸)

Le Rhône

Le Rhône constitue le cours d'eau majeur du secteur. Il forme, au-dessus d'Arles, le delta de Camargue qui se divise en Petit Rhône et Grand Rhône. Ce dernier s'étire sur 50 km jusqu'à l'embouchure au niveau de Port-Saint-Louis-du-Rhône et draine 85 % des eaux du fleuve. Son débit moyen ($1\,705\text{ m}^3/\text{s}$ à Beaucaire - dernière station de mesure de débit avant l'embouchure), peut être 5 fois plus important en période de crue.

En plus des divers canaux et cours d'eau qui correspondent en majorité à d'anciens réseaux de drainage et d'assainissement des terres, on recense plusieurs étangs et salins qui participent au fonctionnement complexe de cet ensemble hydrologique du fait des diverses connexions hydrogéologiques qui peuvent exister entre le Rhône, les marais, les aquifères et la mer.

La zone d'étude est ainsi concernée par le canal Saint-Louis (darse d'accès au port de port Saint-Louis qui relie le golfe de Fos au Rhône), un petit canal plus au nord, le Rhône en limite ouest et des zones de marais plus à l'est.

¹⁸ Etat initial de l'environnement SCOT Ouest Etang de Berre



Figure 69 : Petit canal au nord des terrains Shell (© BRLi)

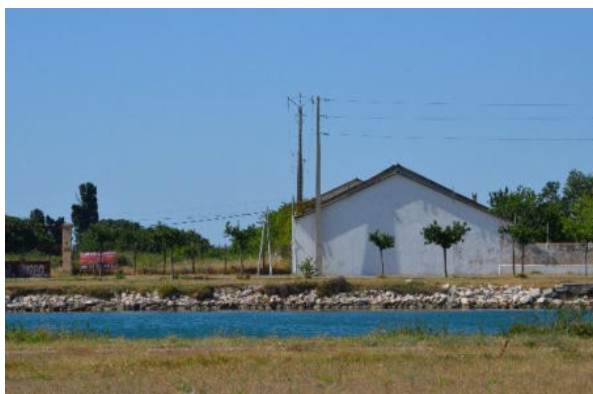


Figure 70 : A gauche : Canal Saint-Louis (darse) ; à droite : Route Napoléon, entre marais et le Rhône (© BRLi)



Figure 71 : Buses hydrauliques le long de la route Napoléon (© BRLi)

Le canal d'Arles à Fos

Au nord de l'aire d'étude se trouve le canal d'Arles à Fos, alimenté par les eaux du Rhône, de la Crau et d'eau d'assainissement des terres agricoles. Il correspond à l'une des plus importantes ressources permanentes en eau douce à usage industriel, du fait de la réalisation d'un barrage anti-sel.



Le canal de Port-Saint-Louis

Rattaché au Grand Port Maritime de Marseille, le bassin de Port-Saint-Louis-du-Rhône, créé en 1871, reçoit aussi bien les navires de mer que les barges empruntant le Rhône. Grâce à son écluse et au canal grand gabarit Fos-Rhône, il est le point clé des trafics fluvial et fluviomaritime entre l'Europe et la Méditerranée, accueillant hydrocarbures, produits chimiques liquides, bois et vins et marque le paysage.

Le canal du Rhône à Fos

Ce petit canal permet de rejoindre le golfe de Fos, depuis le Rhône, en évitant la pleine mer.

L'existence de plusieurs buses hydrauliques sur la zone d'étude rapprochée peut être notée :

- le long de la route Napoléon existence de plusieurs buses hydrauliques reliant le Rhône aux marais situés plus à l'est ;
- Au niveau du passage sur le canal au droit de la STEP.

Deux régimes s'affrontent : l'eau douce et l'eau salée dont le territoire évolue en permanence :

- Les crues du Rhône apportent l'eau douce et ses alluvions, tandis que les tempêtes du sud-est sont dévastatrices lorsque la mer part à l'assaut du rivage. L'activité fluviale et maritime créée par l'homme a également marqué le territoire. A l'eau douce sont liées les digues du Rhône, les ouvrages de drainage et l'irrigation des terres agricoles, ainsi que le port abri ;
- La présence de la mer a permis l'existence du port de Fos et ses darses importantes, le bassin central et les canaux reliant le Rhône au golfe de Fos, les différentes installations de pêches et de plaisance.

Le système d'écoulement naturel du nord vers le sud est modifié par la digue du canal du Rhône à Fos et par le canal Saint-Louis.

Les principaux enjeux sont liés aux franchissements des canaux, au maintien du fonctionnement hydraulique et à la qualité de ces milieux.



2.13.2. Eaux souterraines

2.13.2.1. Les masses d'eau

La principale masse d'eau souterraine présente sur le secteur d'étude correspond à la nappe des alluvions quaternaires du Bas-Rhône et de Camargue. L'extrême Nord intercepte la nappe de la Crau.

Nappe des alluvions quaternaires du Bas-Rhône et de Camargue

Les dépôts sableux et limoneux qui bordent le Rhône accueillent une nappe d'eau quasi continue. Au droit de la zone d'étude, la nappe alluviale du Rhône est constituée de lentilles d'eau douce qui reposent sur des masses d'eau salées sous-jacentes. La salinité étant élevée, cette ressource est impropre à l'exploitation pour l'alimentation en eau potable et pour l'irrigation. Néanmoins, elle fait l'objet, dans les Bouches-du-Rhône, de prélèvements à usages industriels. Le niveau de la nappe est toujours proche de la surface, ce qui la rend vulnérable aux éventuelles pollutions. Son régime de remplissage est soumis aux apports de surface (pluie, irrigation, etc.), aux mises en eau artificielles des marais et rizières et au niveau de la mer.

Le réseau de canaux incluant le canal d'Arles à Fos-sur-Mer contrôle l'écoulement de cette nappe et le niveau du biseau salé selon un système de fermeture d'écluses et de barrages mobiles.

Nappe de la Crau

Cette formation d'épaisseur variable et très perméable, renferme une nappe d'eau souterraine très importante, à faible profondeur, contenue par un substratum argileux. Son écoulement général se fait du nord-ouest vers la zone portuaire située au sud-est.

Cette nappe, majoritairement libre, se recharge par l'infiltration directe de l'eau de pluie et de l'eau excédentaire de l'irrigation.

La présence d'une couche de limons au nord-est de la zone portuaire contraint la nappe à trouver des exutoires pour se déverser d'où la présence de nombreuses zones marécageuses qui s'étendent de Mas Thibert jusqu'à Fos-sur-Mer.

Ce caractère sub-affleurant rend la nappe vulnérable. Les marais constituent un élément essentiel du complexe aquifère et toute perturbation qui leur est appliquée (remblaiement de certaines zones par exemple) peut avoir une importance non négligeable sur le comportement de la nappe. Cette nappe phréatique est fortement exploitée pour l'alimentation en eau potable (AEP), les industries et l'irrigation.

A noter qu'un biseau salé existe sur la totalité de la frange littorale. Son développement dépend notamment de la nature de l'aquifère (poreux ou fissuré) et de l'intensité de l'exploitation des nappes.

Les enjeux sont faibles compte tenu de la présence en zone littorale d'un biseau salé et de la non-utilisation de la ressource sur le secteur pour un usage d'eau potable.

2.13.3. Exploitation des ressources

Captages d'AEP

L'adduction en eau potable (AEP) au droit de l'aire d'étude est assurée par la Société des Eaux de Provence (Groupe Lyonnaise des eaux).

L'eau est issue de captages sur la nappe phréatique de la Crau. Toute l'alimentation en eau potable de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône est issue d'un seul point d'alimentation au niveau de la station de pompage de la Pissarotte, située au niveau de la RD268, qui assure cette alimentation (2 pompes de 450 m³ et 500 m³ par heure) (voir figure suivante).



Figure 72 : Localisation du captage de la Pissarotte (Source : Mairie de Port-Saint-Louis-du-Rhône)

La capacité de production est de 22 800 m³ par jour. L'impossibilité de mettre en place un périmètre de protection du captage conduit la collectivité à envisager d'alimenter la commune *via* le captage du Ventillon. Un travail est actuellement en cours pour en vérifier la faisabilité. Le système AEP de Port-Saint-Louis-du-Rhône représente un linéaire total de réseaux de 82,2 km.

Le captage se situe en dehors de la zone d'étude et ne représente pas de contrainte pour la mise en place de câble souterrain.

Aucun captage ne concerne la zone d'étude. Aucun enjeu n'est par conséquent associé aux usages AEP.

2.14. Environnement sonore

Cette thématique est traitée à la section 2.7.1 de la Partie maritime.

2.15. Risques naturels

Cette thématique est traitée à la section 2.8 de la Partie maritime.

2.16. Champs électriques et magnétiques

Cette thématique est traitée à la section 2.9 de la Partie maritime.



SYNTHESE DES CARACTERISTIQUES DU MILIEU PHYSIQUE

La zone d'étude maritime, située sur un large plateau continental, est caractérisée par un fort potentiel éolien. Au large, la bathymétrie est relativement plane et régulière, comprise entre 95 et 100 m CM.

Les fonds marins sont de nature homogène et sablo-vaseuse. Ils sont constitués de dépôts sédimentaires successifs datant pour les 30 premiers mètres du quaternaire. La couche sédimentaire varie de 20 à 40 m au sein de la zone d'étude au large. Les sédiments de la zone d'étude sont homogènes et essentiellement constitués de vases (fractions < 63 μ m).

Les courants, principalement dominés par les vents, restent relativement faibles dans la zone d'étude. Les courants de surface orientés vers l'ouest sont largement dominants. Les courants sont moins actifs en profondeur. Il s'agit par conséquent de milieux calmes favorables à la sédimentation de particules fines. Le marnage est également faible, mais la houle peut devenir importante par vent de secteur sud/est.

La qualité des eaux littorales est soumise à l'influence des apports du Rhône, à la fois source importante d'enrichissements du milieu mais aussi un vecteur de contaminants (nutriments, métaux lourds), et à l'Est vers le secteur du Golfe de Fos, à l'influence des activités industrialo-portuaires. La zone d'étude correspond à la masse d'eau côtière FRDC04 « Golfe de Fos » de la DCE dont la qualité globale est qualifiée de mauvaise, d'après les dernières données disponibles.

Les concentrations en polluants des sédiments de la zone d'étude sont supérieures au bruit de fond géochimique pour plusieurs des paramètres analysés au regard des seuils établis par le RLM (Ifremer, 2002) pour la mer Méditerranée. La contamination en mercure est particulièrement avérée. Les valeurs de cadmium, le cuivre, le mercure, le plomb, et les HAP fluoranthène et benzo(a)pyrène, supérieures au bruit de fond de la mer Méditerranée, témoignent également d'une contamination de la zone.

La problématique **d'érosion côtière** est importante sur le littoral d'étude du fait des rivages bas, quasi-rectilignes et sablonneux.

Concernant la section terrestre d'étude, la topographie plane du secteur de Port-Saint-Louis-du-Rhône, sous réserve de l'évitement des zones de marais, offre des conditions favorables pour la réalisation d'une liaison souterraine. Les principaux enjeux pour la réalisation du projet au regard de la présence d'un réseau hydrographique dense sont la présence de nombreux canaux, marais et du Rhône ainsi que de buses assurant la continuité hydraulique entre ces milieux. Le risque d'inondation et submersion marine est important sur le territoire (PPR inondation) mais reste cependant totalement compatible dans le cas du projet envisagé bien qu'imposant des contraintes de déroulement des travaux et de dimensionnement des ouvrages.

La masse d'eaux souterraines du secteur présente une sensibilité aux pollutions du fait de son caractère sub-affleurant. Cependant, du fait de la présence d'un biseau salé, elle n'est cependant ni utilisée pour l'AEP ni pour l'irrigation mais uniquement pour des usages industriels.

Les sols des terrains SHELL en rive Nord du canal Saint-Louis présentent une contamination potentielle aux hydrocarbures qui impose des contraintes d'organisation de chantier afin d'éviter toute propagation des polluants en phase travaux.

3.MILIEU BIOLOGIQUE

PARTIE MARITIME

3.1.Biocénoses benthiques

Cette section vise à décrire la faune et la flore observées sur les fonds et les habitats associés, au sein de la zone d'implantation du projet.

3.1.1. Généralités

L'installation et la répartition des espèces en milieu marin dépend de nombreux facteurs, qui peuvent être d'ordre physique (hydrodynamisme, nature et topographie des fonds, etc.) ou biologiques (compétition entre les espèces). Le principal facteur régissant la distribution des espèces en milieu marine est la **nature du substrat**.

Les substrats meubles sont constitués par l'association de divers éléments : particules sédimentaires minérales (de taille variable), matière organique particulaire ou encore matériel d'origine vivante (débris). Ils sont exploités en surface par les organismes mobiles et en profondeur, où l'endofaune est présente dans les 20 premiers centimètres environ. Ils présentent des organisations complexes au niveau des interfaces et des interactions avec les communautés microbiennes.

Les substrats rocheux sont exploités essentiellement en surface par un ensemble d'organismes fixés (faune sessile) ou mobiles (faune vagile). La nature de la roche et les paramètres intrinsèques du site (hydrodynamisme, turbidité de l'eau, profondeur, etc.) structurent l'organisation des communautés benthiques de substrats durs. Le peuplement s'organise ainsi autour de grandes ceintures algales selon un gradient de profondeur. Ce gradient correspond à différents étages (homogénéité des paramètres environnementaux au sein d'un étage, en particulier la lumière) au sein desquels des assemblages d'espèces sont affiliés.

3.1.2. Caractérisation du site d'étude

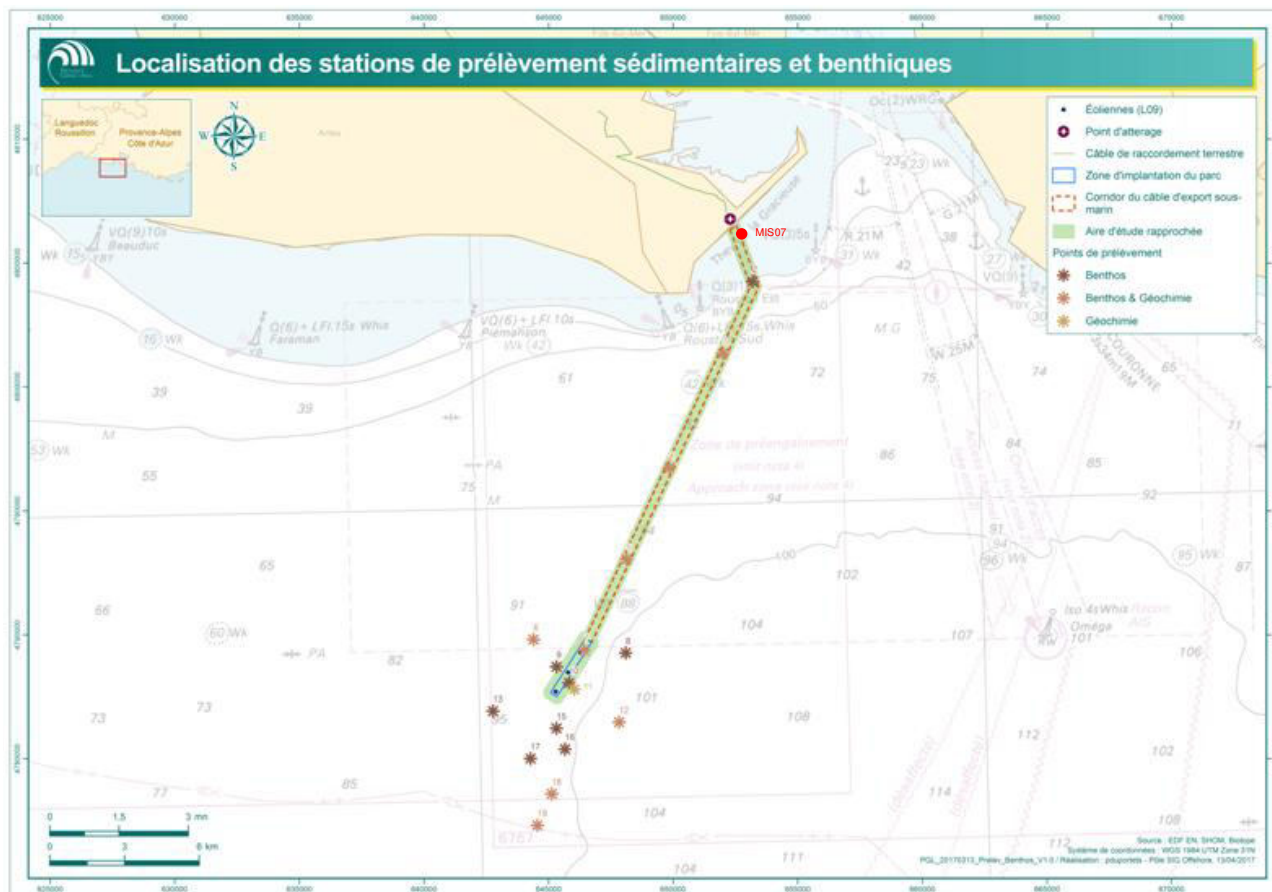
3.1.2.1.Méthodologie

Le bureau d'études In Vivo a réalisé en 2013 une expertise biosédimentaire, intégrant des campagnes sur le terrain, afin de caractériser les biocénoses benthiques au niveau :

- du parc éolien flottant pilote ;
- du tracé du câble de raccordement maritime.

Dans ce cadre, des prélèvements benthiques ont été réalisés à la benne Day-Grab (échantillonnage de 0,1 m² de sédiment, profondeur de pénétration de 30 cm), à raison de trois réplicats par station.

Les espèces recensées dans les échantillons ont été identifiées et dénombrées. Des indices de richesse, de diversité et de qualité du milieu ont été calculés. Les peuplements en présence ont été décrits et mis en relation avec les typologies d'habitats benthiques en vigueur. Le plan d'échantillonnage des substrats est donné sur la carte suivante.



Carte 14 : Localisation des stations de prélèvements sédimentaires et benthiques (Source : In Vivo, 2013)

Compte tenu de la stabilité des fonds dans la zone d'implantation des éoliennes, les habitats et biocénoses sont peu soumis à variation et les données acquises par In Vivo en 2013 sont représentatives de la zone. Un état des lieux sera réalisé avant travaux, afin de confirmer la nature des peuplements traversés

3.1.2.2. Résultats des campagnes

L'exploitation des données benthiques acquises au cours de la campagne en mer s'appuie :

- La caractérisation des peuplements (indices, incidence trophique, etc.) ;
- La structure des peuplements (abondance, richesse selon les groupes zoologiques) ;
- La caractérisation de l'état général de ces peuplements et de leur sensibilité dans le temps (espèces indicatrices).

Composition du peuplement

Les paramètres généraux des peuplements sont présentés dans le tableau suivant :

Stations	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19
Richesse spécifique	22	25	10	7	11	7	6	16	10	21	13	20	12	11	8	13	8
Abondance	56	143	20	10	18	11	15	25	14	39	25	44	21	19	26	23	17
Densité (ind/m ²)	187	477	67	33	60	37	50	83	47	130	83	147	70	63	87	77	57

Tableau 24 : Paramètres de richesse spécifique et d'abondance des espèces sur les stations d'étude (Source : In Vivo, 2013)

L'analyse biologique des 51 échantillons biologiques (17 stations, 3 réplicats par station) a permis de recenser 526 individus et d'identifier 60 espèces appartenant à cinq groupes zoologiques principaux.

En termes de richesse spécifique moyenne sur toutes les stations de l'étude, les groupes zoologiques majoritaires sont représentés essentiellement par les annélides (61,67 %), puis par les crustacés (11,67 %), les mollusques (10 %), les échinodermes (8,33 %), les espèces diverses (6,67 %) et les vertébrés (1,67 %) (voir figure ci-dessous).

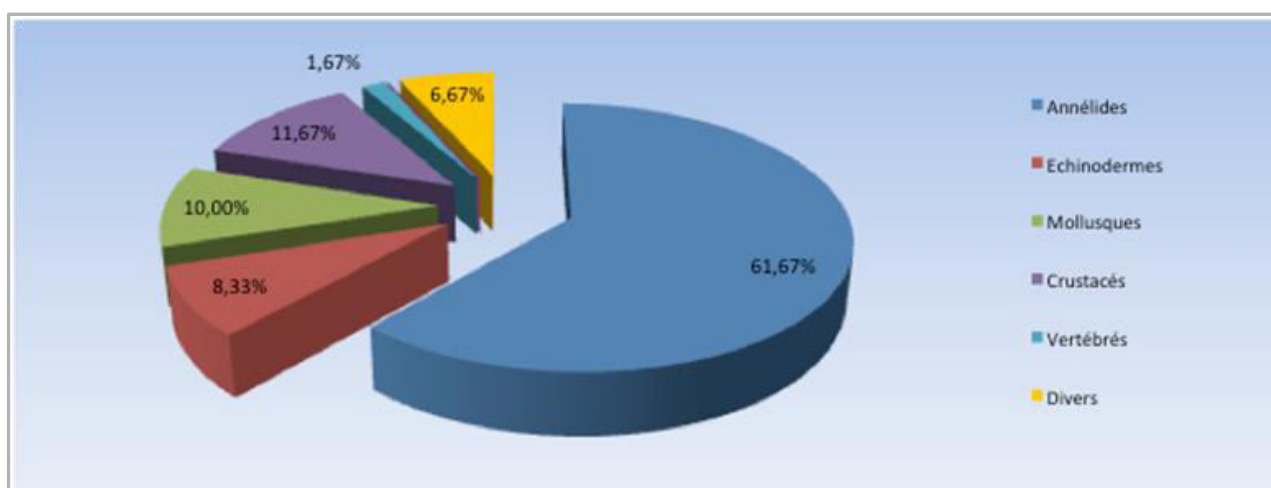


Figure 73 : Répartition de la richesse spécifique dans les principaux groupes zoologiques (Source : In Vivo, 2013)

L'abondance des individus récoltés est dominée à 68,63 % par les annélides, à 14,45 % par les mollusques, à 7,41 % par les échinodermes et 5,32 % pour les crustacés. Les espèces diverses et les vertébrés ne représentent que 3,99 et 0,19 % de l'abondance totale (voir figure suivante).

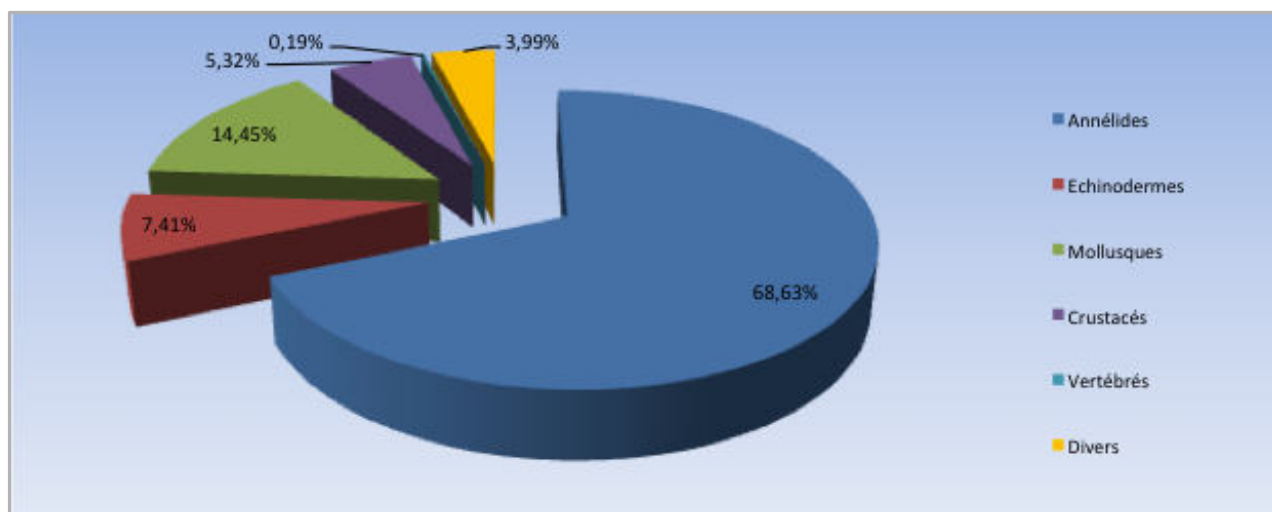


Figure 74 : Répartition de l'abondance moyenne selon les principaux groupes zoologiques
(Source : *In Vivo*, 2013)

Le tableau suivant présente l'ensemble des espèces présentes identifiées. La validité du nom des espèces, leur classification et les régimes trophiques associés à ces espèces ont été vérifiés à l'aide de la base de données européenne de référence ERMS (*European Register of Marine Species*).

Espèce	Phylum	Class	Order	Family	Feeding Type
<i>Ampharete acutifrons</i>	Annelida	Polychaeta	Terebellida	Ampharetinae	deposit feeder, detritus feeder
<i>Aphelocheata sp.</i>	Annelida	Polychaeta	Terebellida	Cirratulidae	unknown
<i>Chaetozone sp.</i>	Annelida	Polychaeta	Terebellida	Cirratulidae	deposit feeder: surface, interface grazer
<i>Cossura sp.</i>	Annelida	Polychaeta	Scolecida	Cossuridae	deposit feeder: subsurface, grazer
<i>Drilonereis filium</i>	Annelida	Polychaeta	Eunicida	Denonidae	carnivore
<i>Glycera gigantea</i>	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Glyceridae	omnivore, predator, scavenger
<i>Glycera unicornis</i>	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Glyceridae	omnivore, predator, scavenger
<i>Goniada maculata</i>	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Glyceridae	carnivore, detritus feeder
<i>Heteromastus filiformis</i>	Annelida	Polychaeta	Capitellida	Capitellidae	deposit feeder
<i>Labioleaneira yhleni</i>	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Sigalionidae	unknown
<i>Laonice cirrata</i>	Annelida	Polychaeta	Spionida	Laonice	deposit feeder: surface
<i>Leiochone leiopygos</i>	Annelida	Polychaeta	Scolecida	Maldanidae	deposit feeder: surface
<i>Lumbrineris sp.</i>	Annelida	Polychaeta	Eunicida	Eunicidae	carnivore
<i>Magelona wilsoni</i>	Annelida	Polychaeta	Spionida	Magelonidae	unknown
<i>Maldanidae</i>	Annelida	Polychaeta	Capitellida	Maldanidae	deposit feeder: subsurface, grazer
<i>Malmgreniella lunulata</i>	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Polynoidae	omnivore, predator, scavenger
<i>Malmgreniella polypapillata</i>	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Polynoidae	unknown
<i>Marphysa bellii</i>	Annelida	Polychaeta	Eunicida	Eunicidae	unknown
<i>Melinna palmata</i>	Annelida	Polychaeta	Terebellida	Ampharetidae	deposit feeder
<i>Monticellina sp.</i>	Annelida	Polychaeta	Terebellida	Cirratulidae	unknown
<i>Nephtys hystrix</i>	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Nephtyidae	unknown
<i>Ninoe sp.</i>	Annelida	Polychaeta	Eunicida	Lumbrineridae	unknown
<i>Notomastus latericeus</i>	Annelida	Polychaeta	Capitellida	Capitellidae	unknown
<i>Paradiopatra sp.</i>	Annelida	Polychaeta	Eunicida	Onuphidae	unknown
<i>Paraonidae</i>	Annelida	Polychaeta	0	Paraonidae	unknown
<i>Pista cristata</i>	Annelida	Polychaeta	Terebellida	Terebellidae	unknown
<i>Poecilochaetus serpens</i>	Annelida	Polychaeta	Spionida	Poecilochaetidae	unknown
<i>Polycirrus sp.</i>	Annelida	Polychaeta	Terebellida	Terebellidae	unknown
<i>Praxillella gracilis</i>	Annelida	Polychaeta	0	Maldanidae	unknown
<i>Prionospio sp.</i>	Annelida	Polychaeta	Spionida	Spionidae	deposit feeder: surface, interface grazer
<i>Spio multioculata</i>	Annelida	Polychaeta	Spionida	Spionidae	unknown
<i>Spionidae</i>	Annelida	Polychaeta	Spionida	Spionidae	deposit feeder, filter feeder, suspension feeder
<i>Spiophanes bombyx</i>	Annelida	Polychaeta	Spionida	Spionidae	deposit feeder
<i>Spiophanes kroyeri</i>	Annelida	Polychaeta	Spionida	Spionidae	unknown
<i>Sternaspis scutata</i>	Annelida	Polychaeta	Sternaspida	Sternaspidae	deposit feeder: subsurface, grazer
<i>Terebellidae</i>	Annelida	Polychaeta	Terebellida	Terebellidae	unknown
<i>Terebellides stroemii</i>	Annelida	Polychaeta	Terebellida	Terebellidae	unknown
<i>Labidoplax digitata</i>	Echinodermata	Holothuroidea	Dendrochirotida	Synaptidae	deposit feeder: subsurface, grazer
<i>Leptopentacta elongata</i>	Echinodermata	Echinoidea	Holothuroidea	Cucumaridae	suspension feeder
<i>Brissopsis lyrifera</i>	Echinodermata	Echinoidea	Spatangoida	Brissidae	unknown
<i>Leptosynapta bergensis</i>	Echinodermata	Holothuroidea	Holothuroidea	Synaptidae	unknown
<i>Amphiura filiformis</i>	Echinodermata	Stellerioidea	Ophiurida	Amphiuridae	suspension feeder
<i>Abra nitida</i>	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Semellidae	unknown
<i>Corbula gibba</i>	Mollusca	Bivalvia	Myoida	Corbulidae	unknown
<i>Ensis ensis</i>	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Pharidae	suspension feeder
<i>Nucula sulcata</i>	Mollusca	Bivalvia	Nuculoida	Nuculidae	deposit feeder: subsurface, deposit feeder: surface
<i>Thyasira flexuosa</i>	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Thyasiridae	deposit feeder: surface, filter feeder
<i>Turritella communis</i>	Mollusca	Gastropoda	Cerithioidea	Turritellidae	suspension feeder
<i>Alpheus glaber</i>	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Alpheidae	unknown
<i>Amphipoda</i>	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	--	unknown
<i>Apseudes sp.</i>	Arthropoda	Malacostraca	Pecarida	Apseuidae	deposit feeder: surface, interface grazer
<i>Calocaris macandreae</i>	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Axiidae	unknown
<i>Goneplax rhomboides</i>	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Goneplacidae	unknown
<i>Jaxea nocturna</i>	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Laomedidae	unknown
<i>Necallianassa truncata</i>	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Callianassidae	unknown
<i>Pomatoschistus sp.</i>	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	predator
<i>Actinaria</i>	Cnidaria	--	--	Actinaria	unknown
<i>Goffingia elongata</i>	Sipuncula	Sipunculidea	Golfingida	Golfingidae	unknown
<i>Nemertea</i>	Nemertea	--	--	--	unknown
<i>Sipunculidae</i>	Sipuncula	Sipunculidea	Golfingida	Sipunculidae	unknown

Tableau 25 : Classification des espèces en présence et niveaux trophiques associés (Source : In Vivo, 2013)

La richesse spécifique moyenne est de 13 espèces avec une densité moyenne de 103 ind¹⁹/m². De manière générale, la station trois présente la plus forte richesse spécifique avec 25 espèces, suivie des stations deux, douze et quatorze avec 22, 21 et 20 espèces. Le reste des stations oscillent entre 6 et 12 espèces (voir figure suivante).

En termes de densité, la station trois présente une valeur largement plus élevée avec une densité de 477 ind/m², les stations deux, douze et quatorze comprennent des densités situées entre 130 et 200 ind/m², toutes les autres stations oscillent entre 33 et 87 ind/m² (voir figure suivante).

¹⁹ ind : individu

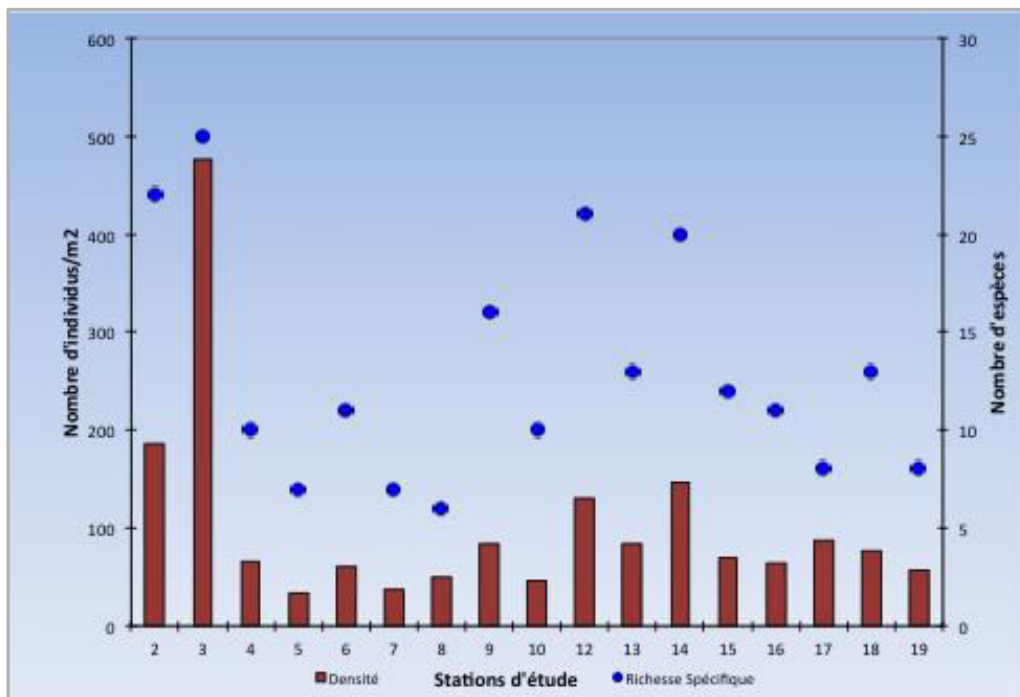


Figure 75 : Densité et richesse spécifique sur les stations d'études (Source : In Vivo, 2013)

Indices de diversité

Les indices de Shannon observés sont compris entre 2,04 et 4,01 avec une valeur moyenne de 3,18 ($\pm 0,55$). Ces valeurs témoignent d'un peuplement « bon » et selon Molvaer *et al.* (1997), la station quatorze est classée comme « excellente », 10 stations (2, 3, 6, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18) sont classées comme « bon » et 6 stations (4, 5, 7, 8, 17, 19) sont classées comme « moyenne » par la classification DCE des masses d'eau côtières. Cet indice étant basé sur la proportion d'une espèce par rapport aux autres, l'indice plus faible pour la station 8 est dû à l'abondance très faible et à la dominance de l'annélide *Ampharete acutifrons*.

Pour l'indice d'équitabilité, les stations d'étude présentent des valeurs comprises entre 0,79 et 0,96 avec une moyenne de 0,89 ($\pm 0,05$). Toutes les stations présentent un indice supérieur à 0,80, excepté les stations 3 et 8 (0,79). Cela témoigne d'une structure de peuplement équilibré malgré un nombre peu élevé d'espèces.

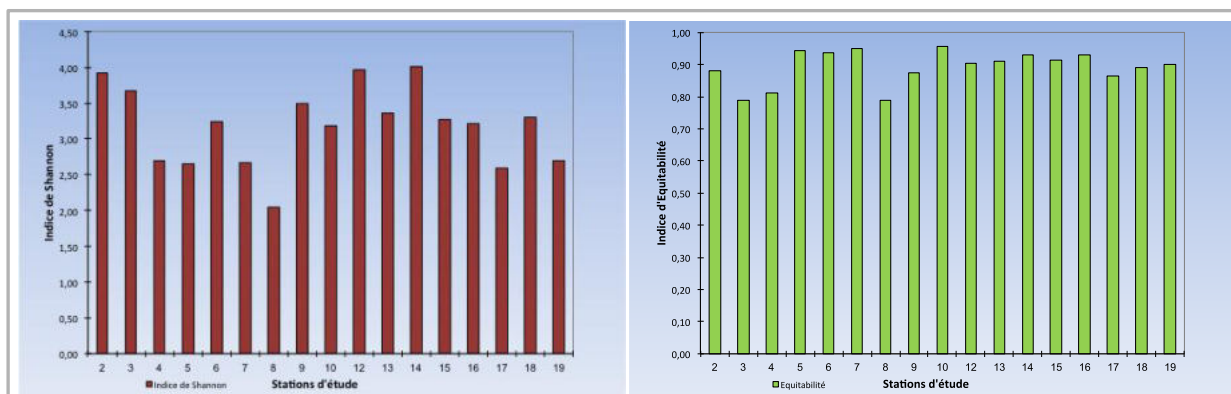


Figure 76 : Indices de Shannon (gauche) et d'Equitabilité (droite) sur les stations d'étude (Source : In Vivo, 2013)

Le modèle DIMO (*Diversity MOnitoring*) développé par Qinghong en 1995 permet d'illustrer de manière synthétique l'évolution spatiale de la richesse spécifique ($\text{Log}2S$), de la diversité (H') et de l'équitabilité (Bazairi, 2005). Cette dernière est représentée (sur la figure ci-dessous) par l'angle formé par la droite reliant le barycentre du nuage des points « habitat ».

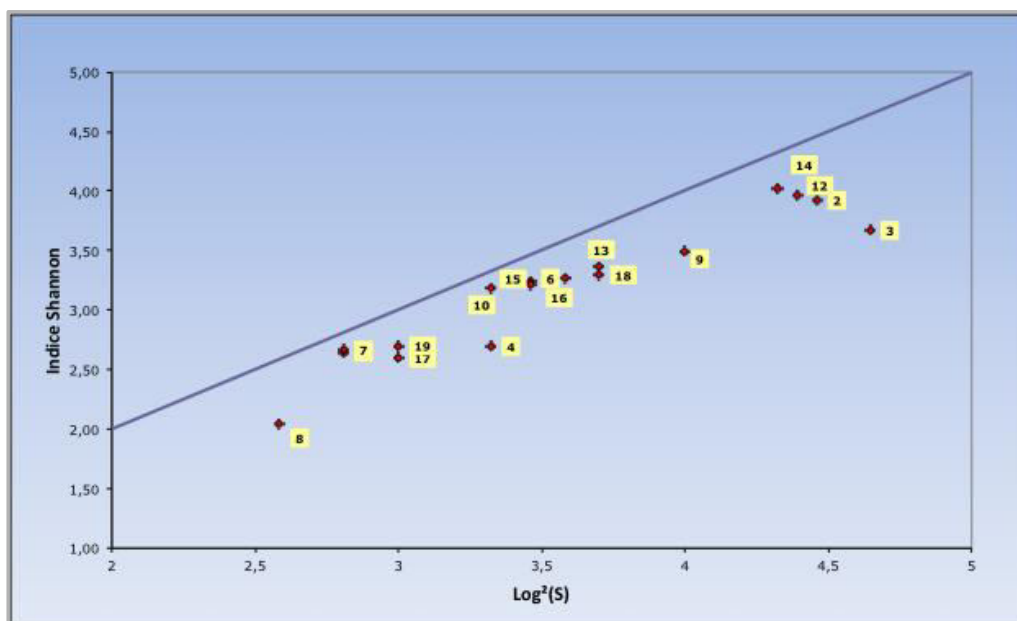


Figure 77 : Modèle DIMO appliqué aux 17 stations (Source : In Vivo, 2013)

Le modèle DIMO montre que toutes les stations sont proches d'un état d'équilibre.

Analyse et reconnaissance des groupes écologiques

La caractérisation des biocénoses benthiques est évaluée de manière complémentaire par une analyse et une reconnaissance des groupes écologiques. Ces groupes sont composés d'espèces de polluo-sensibilité différente. Ils sont considérés comme des indicateurs biologiques face à l'excès de matière organique et au déficit d'oxygène résultant de sa dégradation. Les espèces sont regroupées en cinq groupes écologiques de polluo-sensibilité différente :

- **Groupe I** : espèces sensibles à une hypertrophisation. Elles disparaissent les premières lorsqu'il y a enrichissement du milieu. Ce sont des suspensivores, des carnivores sélectifs et quelques dépositivores de sub-surface tubicoles ;
- **Groupe II** : espèces indifférentes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont peu influencées par une augmentation de la quantité de matière organique (espèces carnivores et nécrophages peu sélectives) ;
- **Groupe III** : espèces tolérantes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont naturellement présentes dans les vases, mais comme leur prolifération est stimulée par l'enrichissement du milieu, leur présence est un signe de déséquilibre du système. Ce sont des espèces dépositivores de surface, profitant du film superficiel chargé de matière organique ;

- **Groupe IV** : espèces opportunistes du second ordre. Ce sont de petites espèces à cycle court (< 1 an), abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées. Ce sont des dépositivores de sub-surface ;
- **Groupe V** : espèces opportunistes du premier ordre. Ce sont des dépositivores, proliférant dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface.

L'indice AMBI met en évidence 9 stations (2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 13, 18 et 19) qui se caractérisent par une proportion mineure (<25 %) d'espèces sensibles à hypertrophisation (groupe I) et 7 stations (6, 8, 12, 14, 15, 16 et 17) dominées par des espèces du même groupe.

Les stations les plus côtières (2, 3 et 4) sont dominées par des espèces des groupes III (espèces tolérantes à une hypertrophisation) et IV (espèces opportunistes de second ordre), toutes les autres stations sont dominées par des espèces des groupes I et II. On peut noter l'absence d'espèces opportunistes de premier ordre (groupe V) révélatrices de l'hypertrophisation.

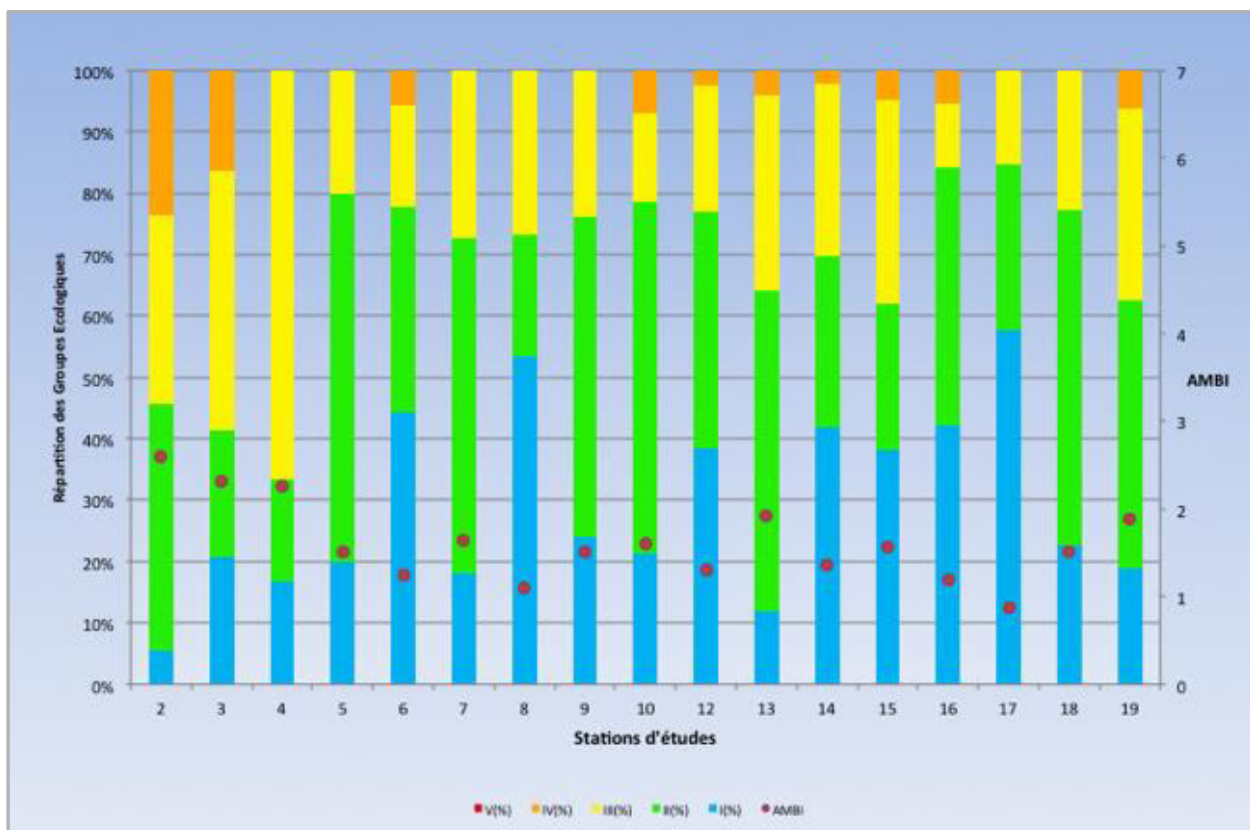


Figure 78 : Répartition des groupes écologiques selon les stations d'étude et valeur moyenne de l'AMBI
(Source : In Vivo, 2013)

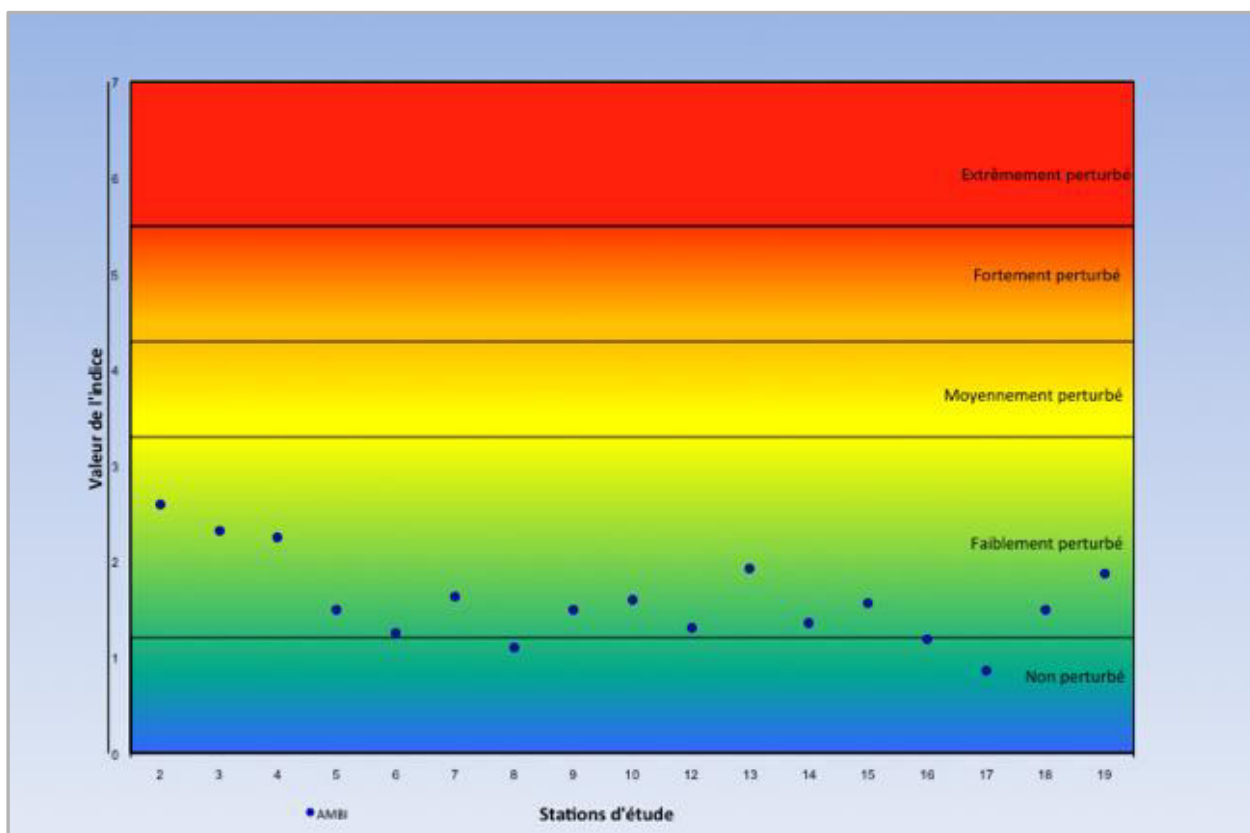


Figure 79 : Synthèse des niveaux de perturbation selon les stations d'étude (Source : In Vivo, 2013)

Les résultats de l'indice AMBI révèlent que trois stations (8, 16 et 17) sont considérées comme « non perturbées » et les quatorze autres stations sont considérées comme « faiblement perturbées ».

Stations	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	EcoQ
2	5,5	40	30,9	23,6	0	2,591	GOOD
3	20,7	20,7	42,1	16,4	0	2,314	GOOD
4	16,7	16,7	66,7	0	0	2,25	GOOD
5	20	60	20	0	0	1,5	GOOD
6	44,4	33,3	16,7	5,6	0	1,25	GOOD
7	18,2	54,5	27,3	0	0	1,636	GOOD
8	53,3	20	26,7	0	0	1,1	HIGH
9	24	52	24	0	0	1,5	GOOD
10	21,4	57,1	14,3	7,1	0	1,607	GOOD
12	38,5	38,5	20,5	2,6	0	1,308	GOOD
13	12	52	32	4	0	1,92	GOOD
14	41,9	27,9	27,9	2,3	0	1,36	GOOD
15	38,1	23,8	33,3	4,8	0	1,571	GOOD
16	42,1	42,1	10,5	5,3	0	1,184	HIGH
17	57,7	26,9	15,4	0	0	0,865	HIGH
18	22,7	54,5	22,7	0	0	1,5	GOOD
19	18,8	43,8	31,3	6,3	0	1,875	GOOD

Tableau 26 : Synthèse de la répartition des espèces selon le groupe trophique, indice biotique AMBI et équivalence avec les statuts écologiques de la DCE (EcoQ) (Source : In Vivo, 2013)

L'utilisation de l'indice BENTIX sur les 17 stations met en évidence des résultats de qualités plus élevés que ceux de l'AMBI. En effet, quatorze stations (5 à 19) sont considérées comme « excellentes » et trois stations sont considérées comme « bonnes ». La différence observée avec le M-AMBI est due au fait que cet indice regroupe les espèces sensibles et indifférentes (groupes écologiques I et II) qui sont fortement présentes sur

la zone d'étude. Comme précédemment, ces résultats doivent être nuancés du fait de l'absence de seuil spécifique avec ce type biosédimentaire.

Stations	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	BENTIX	EcoQ
2	5,5	40	30,9	23,6	0	3,82	GOOD
3	20,7	20,7	42,1	16,4	0	3,654	GOOD
4	16,7	16,7	66,7	0	0	3,338	GOOD
5	20	60	20	0	0	5,2	HIGH
6	44,4	33,3	16,7	5,6	0	5,108	HIGH
7	18,2	54,5	27,3	0	0	4,908	HIGH
8	53,3	20	26,7	0	0	4,932	HIGH
9	24	52	24	0	0	5,04	HIGH
10	21,4	57,1	14,3	7,1	0	5,138	HIGH
12	38,5	38,5	20,5	2,6	0	5,082	HIGH
13	12	52	32	4	0	4,56	HIGH
14	41,9	27,9	27,9	2,3	0	4,792	HIGH
15	38,1	23,8	33,3	4,8	0	4,476	HIGH
16	42,1	42,1	10,5	5,3	0	5,368	HIGH
17	57,7	26,9	15,4	0	0	5,384	HIGH
18	22,7	54,5	22,7	0	0	5,086	HIGH
19	18,8	43,8	31,3	6,3	0	4,508	HIGH

Tableau 27 : Récapitulatif de la répartition des espèces selon leur groupe trophique et l'indice biotique BENTIX et équivalence avec les statuts écologiques de la DCE (EcoQ)

Enfin, le M-AMBI, indicateur synthétique de la diversité écologique (richesse spécifique et indice de Shannon) et de la polluo-sensibilité des espèces (AMBI), révèle un milieu qui est considéré comme « bon » pour l'ensemble des stations selon les critères de la DCE (voir figure suivante).

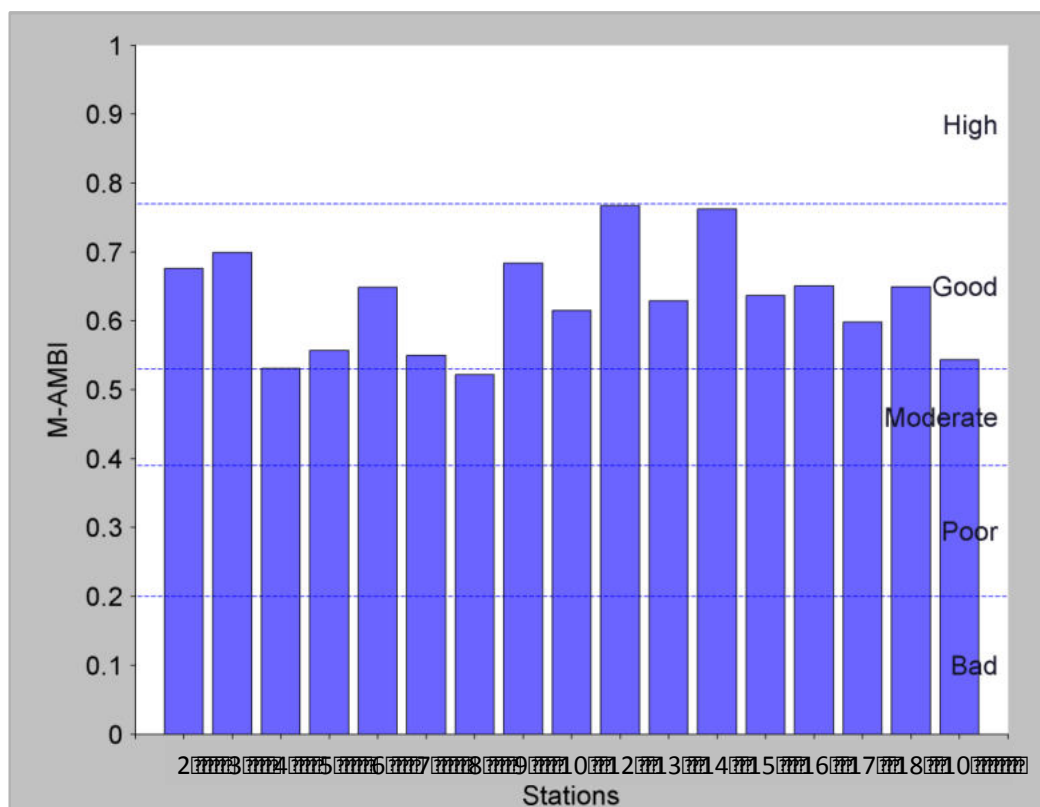


Figure 80 : Valeur du M-AMBI sur les stations d'étude (Source : In Vivo, 2013)

Nota : La définition de seuil, propre à la Méditerranée en milieu vaseux, n'existe pas. Le seuil défini correspond aux sables plus ou moins envasés sur la façade Manche/Atlantique. Il existe donc un biais sur les résultats du M-AMBI qui doivent être nuancés.

Les résultats des indices basés sur les groupes écologiques montrent que le milieu est non perturbé à faiblement pour l'ensemble des stations. Les trois stations (2, 3 et 4) les plus côtières présentent des indices plus faibles. Cela en raison des proportions importantes d'espèces des groupes III et IV.

La qualité écologique du site, au regard des peuplements benthiques, reste globalement bonne.

Classification des peuplements

La typologie EUNIS

La typologie des habitats retenue pour la cartographie dans cette étude est la classification EUNIS (*European Nature Information System*), référence européenne de classification des habitats pour les domaines terrestres, dulçaquicoles et marins.

Cette typologie repose sur un classement hiérarchique des habitats permettant, pour le domaine marin, d'accéder à des niveaux de précision allant de la simple distinction entre les types rocheux et meuble (niveau 2), intégrant d'une part, le mode d'exposition et le type de substrat (niveau 3), puis, d'autre part, la notion de groupement fonctionnel d'habitats (niveau 4) jusqu'à l'identification précise des peuplements benthiques définis par la présence d'espèces dominantes ou de groupes d'espèces caractéristiques (niveaux 5 et 6).

L'intérêt d'utiliser EUNIS réside dans la possibilité de comparer les habitats au niveau européen et de faciliter la mise en œuvre de directives européennes telles que la Directive Habitats et son outil opérationnel Natura 2000.

La typologie EUNIS constitue la référence européenne en matière de classification des habitats marins. A ce titre, les unités de peuplements identifiés dans le cadre de ce travail ont été traduites selon cette nomenclature.

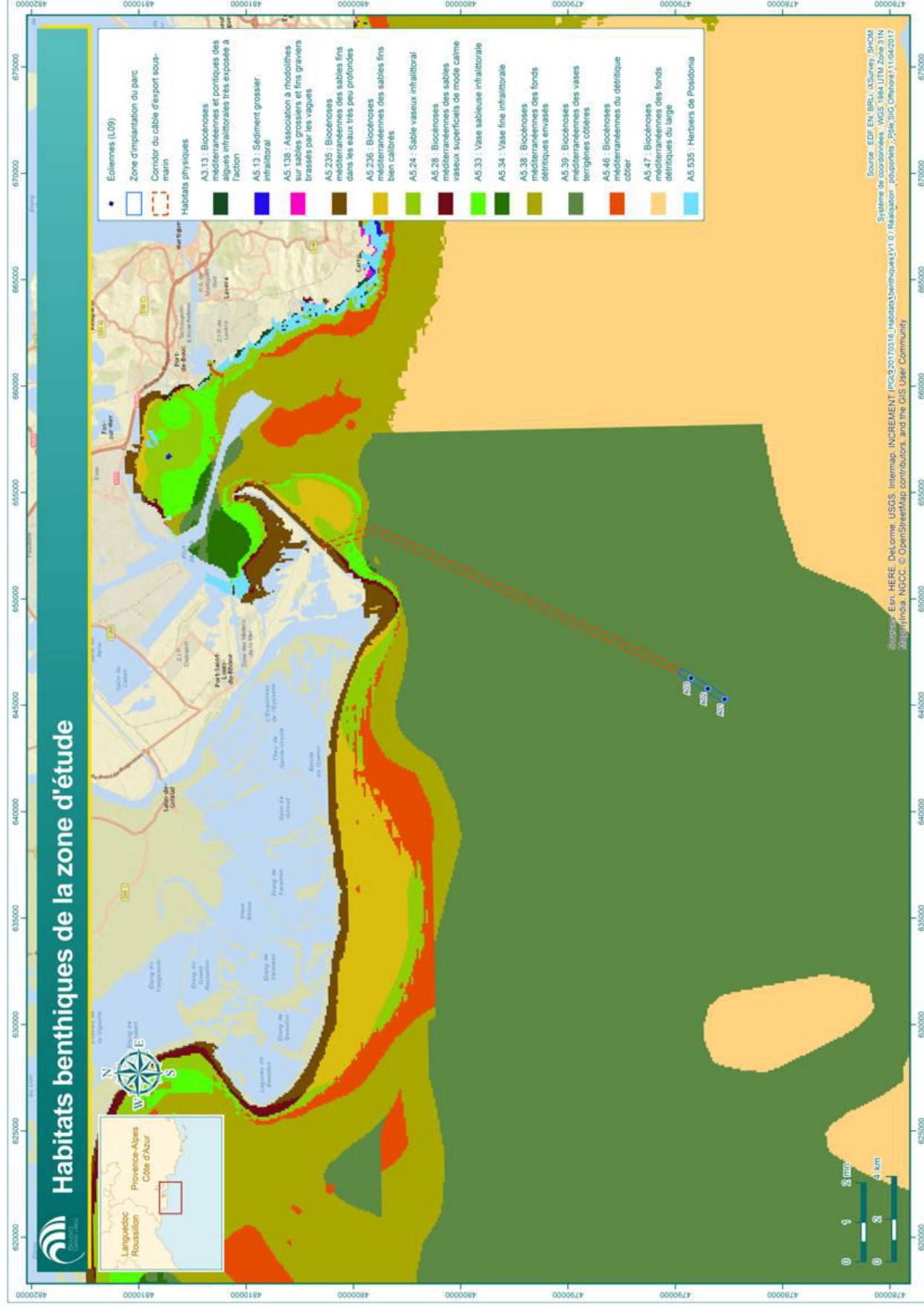
Sur la zone d'implantation du parc pilote, un habitat unique a été identifié : il s'agit du peuplement « Biocénoses méditerranéennes des vases terrigènes côtières » (EUNIS A5.39).

Cet habitat est caractérisé par un sédiment constitué de vase pure, plus ou moins argileux, ayant la plupart du temps une origine fluviale. De gros débris peuvent se déposer mais sont vite recouverts, de sorte qu'aucune épifaune ne peut se développer (Source : INPN/MNHN).

A l'approche de la plage Napoléon, un habitat particulier de transition apparaît : il est répertorié EUNIS A5.236 : « Biocénoses méditerranéennes des sables fins bien calibrés ».

Remarque : La typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée (CODE, CAR/ASP) a également été étudiée par le bureau d'études In Vivo en 2013. Selon cette typologie, la présence d'espèces caractéristiques telles que l'échinoderme *Labidoplax digitata*, les polychètes *Nephtys sp.*, *Prionospio sp.* et *Sternaspis scutata* associé à des sédiments vaseux permettent d'affirmer la présence d'une **Biocénose des vases terrigènes côtières (VTC - IV.1.1.)**.

Les habitats benthiques identifiés ont été cartographiés (voir carte suivante).





3.2. Ressource halieutique

3.2.1. Principales espèces en présence

Le paragraphe suivant décrit les principales ressources halieutiques du secteur d'étude. D'une part, car la pêche est une activité locale importante et d'autre part, car les zones côtières au large de l'embouchure du Rhône constituent des zones d'intérêt majeur dans le cycle biologique de nombreuses espèces d'intérêt commercial.

La richesse spécifique du Golfe du Lion est estimée à 352 espèces. Les campagnes MEDITS (1994-2010) ont recensé 211 espèces sur les fonds meubles du Golfe du Lion, dont les plus communes sont le merlu (*Merluccius merluccius*), le tacaud (*Trisopterus minutus*), le chinchard (*Trachurus trachurus*) et le grondin gris (*Eutrigla gurnardus*).

La distribution des peuplements de poissons démersaux du Golfe du Lion est classiquement liée à la bathymétrie, ainsi qu'à celle de la macrofaune benthique et à la nature du substrat. Elle est aussi influencée par des hétérogénéités du milieu telles que le panache du Rhône et les upwellings aux accores du plateau. On distingue sur le secteur d'étude :

- des espèces très côtières (solenette *Buglossidium luteum*, sargue *Diplodus annularis*, mendole *Spicara maena*, grondin *Aspitrigla obscura*), ou dont l'abondance est maximale dans cette zone (sole *Solea vulgaris*, grondin perlon *Trigla lucerna*, pageot commun *Pagellus erythrinus*),
- des espèces inféodées au plateau : merlu (*Merluccius merluccius*), tacaud (*Trisopterus minutus*), grondin gris (*Eutrigla gurnardus*), serran à tache noire (*Serranus hepatus*), chinchard (*Trachurus trachurus*) et anchois (*Engraulis encrasicolus*) pour les plus fréquentes, accompagnées par la rascasse blanche (*Uranoscopus scaber*), la cépole (*Cepola rubescens*), etc. (164 espèces sont reconnues entre les sondes 10 et 200 m).

Les principales espèces ciblées par les pêcheurs du quartier maritime de Martigues sont décrites via les données de captures au sein de l'état des lieux des activités halieutiques réalisé par le CRPMEM PACA (voir section 5.1.1.2 du présent document). Parmi les espèces cibles sur ce secteur on trouve : la sardine, l'anchois, le maquereau, le merlu, la dorade royale, la sole, la lotte, la bonite, le mulot ou encore la galinette.

Concernant les espèces pélagiques, l'importance commerciale des anchois et des sardines dans le Golfe du Lion a conditionné les recherches scientifiques et les connaissances sur les autres espèces restent faibles. Les stocks de ces deux espèces se sont effondrés depuis 3 ans pour des raisons encore incertaines. Les pêcheries en sont fortement affectées (cf. partie « pêche professionnelle »).

3.2.2. Nourriceries et frayères

De nombreuses zones du littoral provençal réunissent les conditions favorables (zones abritées, habitats complexes et forte productivité) au développement des juvéniles de poissons notamment d'espèces d'intérêt halieutique.

Au voisinage du Golfe de Fos, les apports du Rhône sont à l'origine d'une zone de forte productivité biologique de la bande côtière qui constitue par conséquent un lieu privilégié de nourrissage et de reproduction de nombreuses espèces de poissons : rougets barbets, pageots, soles, loups, dorades royales, anguilles... Les eaux côtières de ce secteur (notamment le They de la Gracieuse) présentent de plus un intérêt particulier pour le grossissement de l'alose feinte et la migration des lamproies marine et fluviatile. Le secteur de l'anse de Carteau (présence d'herbiers) joue le rôle de nurserie.

La forte productivité biologique de la bande côtière de l'aire d'étude lui confère un rôle important dans l'équilibre écologique local de par son rôle potentiel pour la fraie et le nourrissage des juvéniles de poissons.

3.3.Mammifères marins

La fréquentation de la zone d'étude par les mammifères marins a été caractérisée à partir de recherche bibliographique et d'observations *in situ* du bureau d'études Biotope lors des campagnes en mer.

3.3.1.Répartition des cétacés en Méditerranée nord-occidentale

Le bassin nord-occidental de la Méditerranée est une zone particulièrement riche, qui offre une grande diversité d'habitats favorables à la présence et à la reproduction de nombreuses espèces de cétacés. Dix-huit espèces de cétacés y sont présentes, au moins occasionnellement.

Huit d'entre elles sont considérées comme communes. Il s'agit, par ordre décroissant de taille :

- chez les mysticètes : du rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) ;
- chez les Odontocètes : du cachalot commun (*Physeter macrocephalus*), de la baleine à bec de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), du globicéphale noir (*Globicephala melas*), du dauphin de Risso (*Grampus griseus*), du grand dauphin (*Tursiops truncatus*), du dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) et du dauphin commun (*Delphinus delphis*).

Si l'abondance des populations de mammifères marins dans la zone du sanctuaire marin international en Mer Ligure a fait l'objet de nombreuses études, le secteur du Golfe du Lion a en revanche été peu étudié. Une étude de 1999 de Gannier et Bourreau (comparaison des populations de cétacés observées durant des campagnes simultanées dans le Golfe du Lion et en Mer Ligure *In Research on Cetacean*) suggère que les grands odontocètes sont relativement plus abondants dans le Golfe du Lion tandis que le rorqual commun et le dauphin bleu et blanc sont plus présents en Mer Ligure. La répartition des populations de cétacés en été dans la partie nord-ouest du bassin n'est pas homogène. Un gradient de diversité et de densité apparaît selon un axe est-ouest. Les communautés de cétacés du Golfe du Lion présentent une plus grande diversité en été tandis que la mer Ligure est caractérisée par des densités supérieures des deux espèces dominantes, le rorqual commun et le dauphin bleu et blanc.

Le secteur PACA de la façade méditerranéenne ne semble héberger, en l'état actuel des connaissances, aucun groupe réellement sédentaire mais des groupes sont régulièrement observés sur plusieurs sites. Les

populations fréquentent principalement les eaux plus profondes au-delà du plateau continental et des grands canyons.

Une étude récente a été menée en Méditerranée sur la Zone de Protection Ecologique (Suivi Aérien de la Mégafaune Marine dans la ZEE et ZPE de France métropolitaine – Hiver 2011/2012 et été 2012 – UMS 3462 Université de la Rochelle).

Des campagnes aériennes menées en hiver et en été et ont permis de produire un état des lieux de la distribution spatiale et de l'abondance relative des mammifères marins et tortues marines visibles en surface. Cette étude montre que les delphininés sont les plus abondants en Méditerranée (85 % de l'ensemble des observations en hiver, 81% en été), avec une dominance du dauphin bleu et blanc, puis du grand dauphin. Viennent ensuite le dauphin de Risso, le rorqual commun, le globicéphale noir, le cachalot.

Espèce	Nombre d'observations
Dauphin bleu et blanc	30% des observations en hiver, 45% en été
Grand dauphin	18% des observations des observations en hiver, 12% en été
Dauphin de Risso	5% des observations en hiver et 3% en été
Rorqual commun	4% des observations en hiver, 11% en été
Delphinidés indéterminés (petits et grands delphininés)	18% des observations en hiver et 25.5% en été
Globicéphale noir	1.6% des observations en hiver
Cachalot	1.2% des observations en été

Tableau 28 : Observations des Cétacés en Méditerranée Nord-Occidentale

On constate que les cétacés sont plus nombreux sur la pente (talus continental, approximativement situé entre les isobathes des 200 et 2 000 m) et en océanique (les eaux situées au-delà de l'isobathe des 2 000 m de profondeur) qu'en zone côtière (la strate côtière s'étend du littoral à la limite des 12 milles nautiques environ) ou néritique (du littoral jusqu'à l'isobathe des 200 m de profondeur).

Les petits delphininés sont observés depuis la côte jusqu'au large (yc la strate océanique). Le grand dauphin est observé régulièrement sur la pente, voire plus au large en hiver, sur le plateau continental en été (Golfe du Lion et Corse).



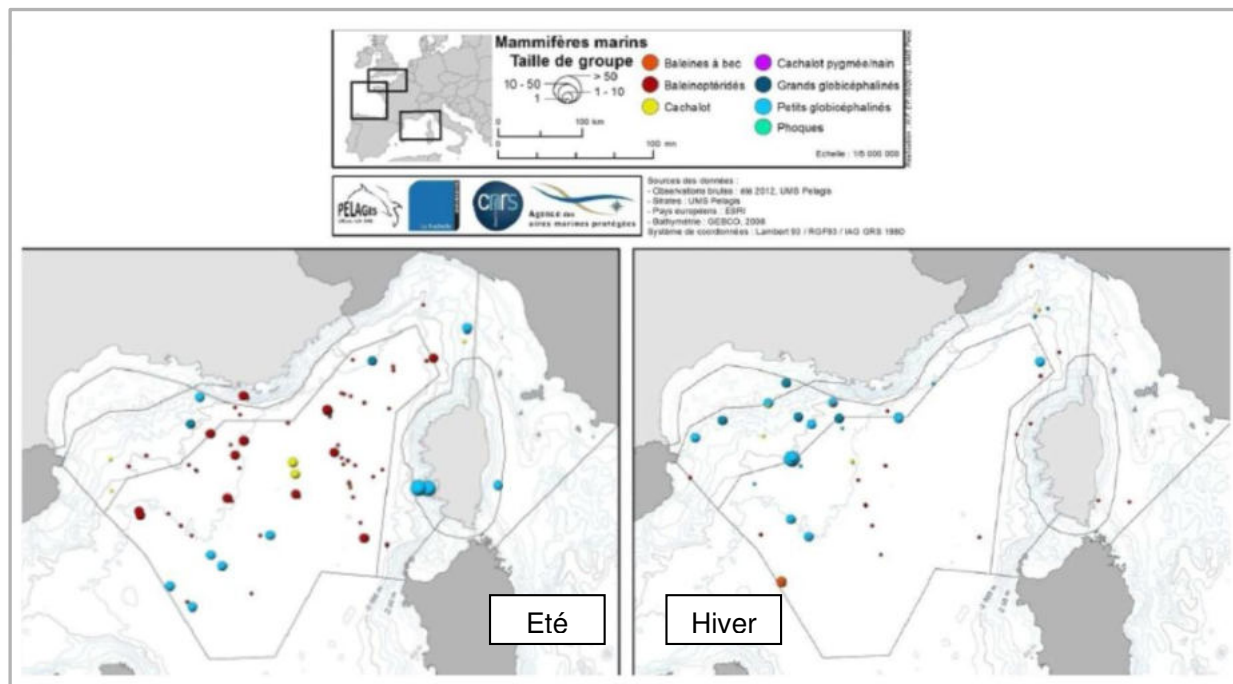


Figure 82 : Observations de cachalots, de balaenoptéridés (rorqual commun et petit rorqual), de baleines à bec (ziphius), de petit globicéphalins (dauphin de Risso), de grands globicéphalins (globicéphale noir/pseudo orque) et de phoques en effort et en transit (Source : ULR Valor, 2012)

La description ci-dessous de la représentation spatiale et temporelle de 6 des 8 espèces considérées comme communes en Méditerranée nord-occidentale est issue d'une étude²⁰ réalisée par le GIS 3M sur le Sanctuaire PELAGOS. Ce sanctuaire est situé au nord-est du bassin méditerranéen occidental mais l'étude prend en compte l'ensemble des données disponibles en Méditerranée nord-occidentale entre 1994 et 2008 pour la période estivale (de juin à septembre), apportant ainsi également un éclairage sur la fréquentation des cétacés autour de la zone d'implantation du projet.

Il en ressort que sur tous les secteurs de Méditerranée nord occidentale, l'espèce la plus représentée est le dauphin bleu et blanc (entre 49,3 et 64,5 % des observations). La seconde espèce la plus observée est le rorqual commun qui représente entre 25 et 40,9 % des observations. Enfin, en nombre bien inférieur, viennent les cachalots (entre 0,6 et 4,3 % des observations), les globicéphales noirs (entre 0,6 et 4,0 %), les dauphins de Risso (le plus souvent entre 0,5 et 5,3 %) et les grands dauphins (entre 0,5 et 3,2 %).

²⁰ Analyse spatio-temporelle de la distribution des cétacés en relation avec les paramètres environnementaux – rapport final, décembre 2009 – GIS 3M

Le grand dauphin

Le grand dauphin est l'une des espèces de mammifères marins la mieux connue dans le monde. Cependant en Méditerranée, les connaissances sur l'espèce sont relativement faibles, et les observations sont très localisées sur quelques zones côtières du Nord du bassin (Bearzi et al., 2008). C'est la seule espèce de cétacés à être listée à l'annexe II de la directive Habitat (1992), qui définit les espèces d'intérêt communautaire. Elle est donc considérée comme prioritaire dans la gestion des zones Natura 2000.



Le grand dauphin au niveau méditerranéen est considéré comme Vulnérable par la liste rouge de l'International Union for Conservation of Nature (IUCN, www.uicn.fr).

Sur les côtes continentales, il semble surtout présent le long du littoral provençal et dans le Golfe du Lion (Beaubrun *et al.*, 2000 ; Renaud , 2000), et quasiment absent à l'Est des îles d'Hyères (jusqu'à Gênes : Gannier, 1999). Le long des côtes françaises méditerranéennes l'effectif est estimé à 500 - 600 individus (Baril *et al.*, 2005). Les groupes rencontrés sont généralement de petite taille avec des moyennes de 7,4 à 10,2 individus par groupe (Forcada *et al.*, 2004 ; Gannier, 2005 ; Labach *et al.*, 2009). C'est clairement la frange littorale, le plus souvent inférieure à 500 m que les grands dauphins affectionnent le plus.

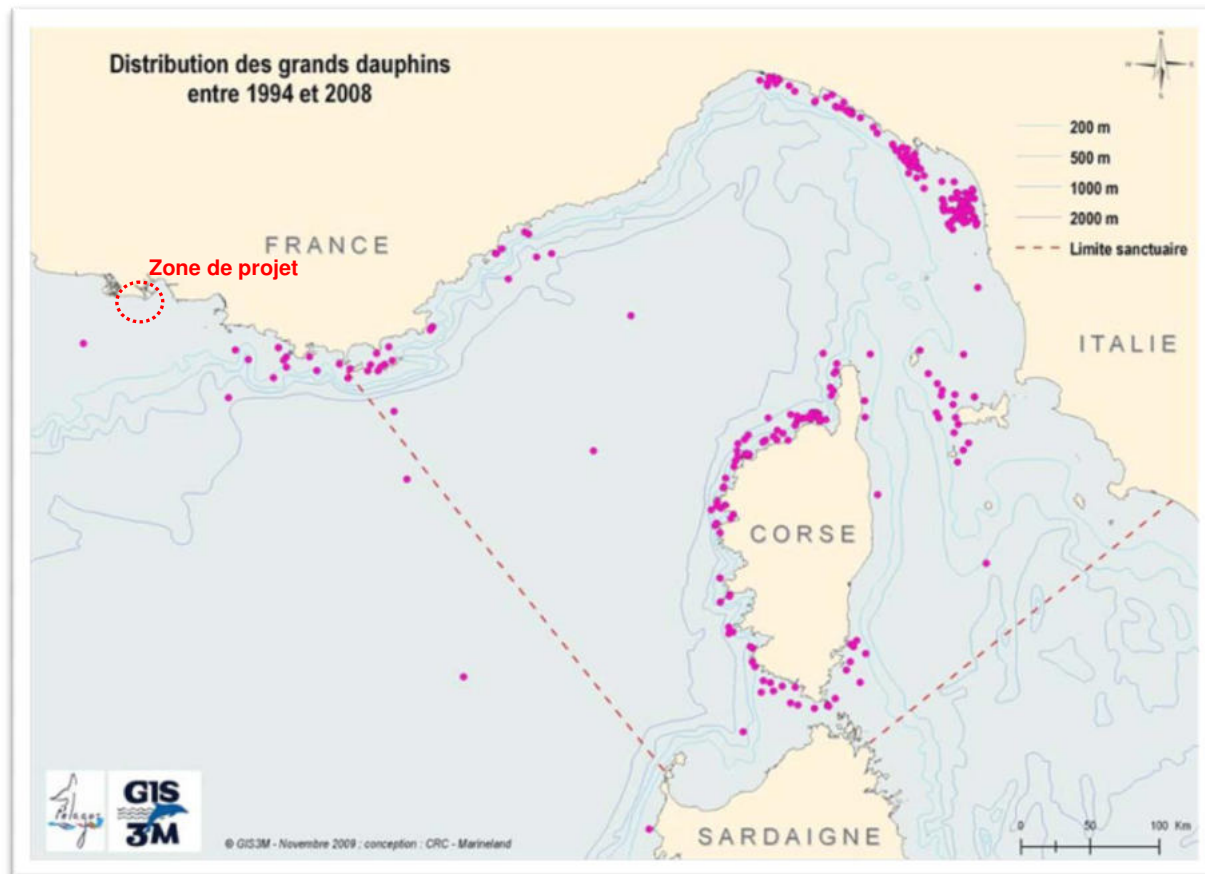


Figure 83 : Distribution de grands dauphins entre 1994 et 2008 (Source : GIS 3M)

Bien que peu d'observations du Grand dauphin aient été faites à proximité de la zone d'implantation du projet, sa prédilection pour les zones littorales le place dans les espèces potentiellement présentes dans le secteur. L'étude plus récente citée précédemment (SAMM hiver 2011/2012 – été 2012) met en évidence une présence beaucoup plus importante du grand dauphin en Méditerranée.

Afin d'améliorer les connaissances sur la population de grands dauphins le long des côtes méditerranéennes françaises, un projet collaboratif, GDEGeM, co-financé par la fondation MAVA, l'Agence des aires marines protégées (maintenant nommée Agence française de la Biodiversité) et le Sanctuaire Pelagos (partie française), a été mis en œuvre entre 2013 et 2016. Ce projet est coordonné par le Groupement d'Intérêt Scientifique pour les Mammifères Marins de Méditerranée (GIS3M) et leur environnement

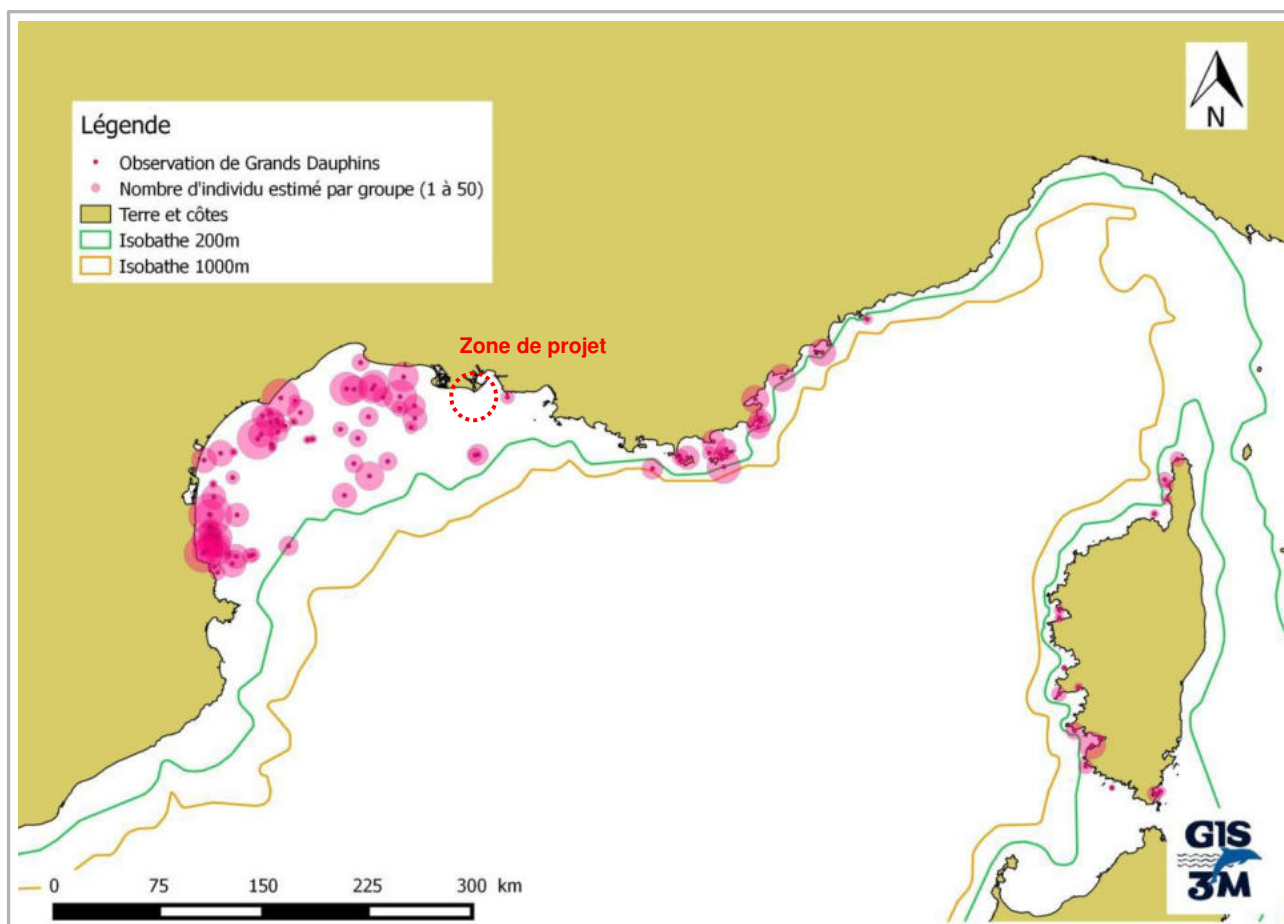


Figure 84 : Observations de grands dauphins réalisées dans le cadre du projet GDEGeM durant les 6 premières campagnes entre mai 2013 et septembre 2014 et lors de la mission « Grand Dauphin au Large du Golfe du Lion »
(Source : GIS3M, 2014)

Le dauphin bleu et blanc



Le dauphin bleu et blanc se rencontre dans tous les océans du monde. En Méditerranée nord-occidentale, cette espèce est la plus fréquente avec des abondances pouvant aller jusqu'à 10 individus par kilomètre.

La carte de répartition des dauphins bleu et blanc ci-dessous témoigne de la fréquence de l'espèce dans l'ensemble des secteurs de Méditerranée nord-occidentale, du continent à la Corse, avec un gradient de la côte vers le large. Néanmoins on distingue des zones moins fréquentées comme le Golfe du Lion et la partie Est du Sanctuaire, correspondant à des régions de faible profondeur (< 200 m).

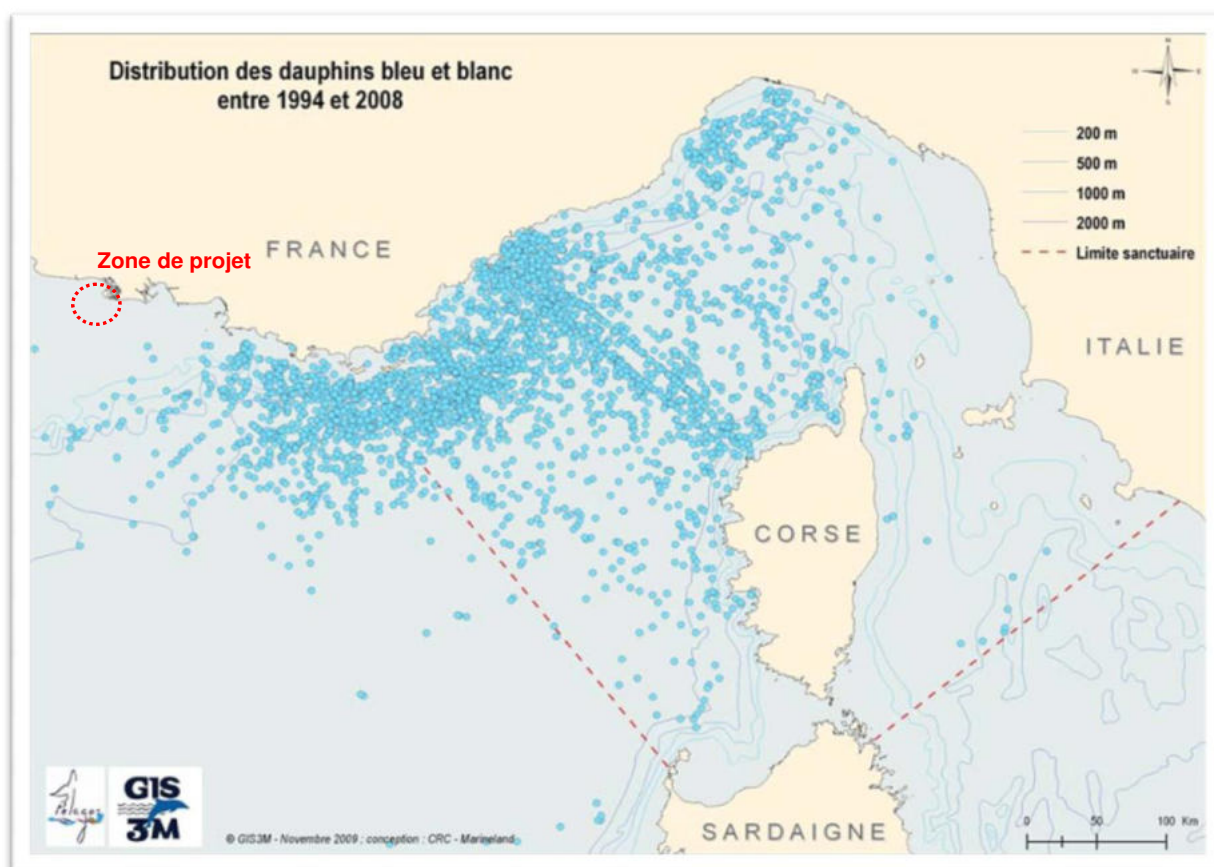


Figure 85 : Distribution du dauphin bleu et blanc entre 1994 et 2008 (Source : GIS 3M)

Très peu d'observations de dauphins bleu et blanc ont été faites à proximité de la zone d'implantation du projet. Cependant, cette espèce affectionnant aussi bien la zone côtière que le large, elle fait partie des espèces pouvant potentiellement fréquenter le secteur.

Rorqual commun

Le rorqual commun est le mysticète le plus régulièrement observé en Méditerranée. Sa population est estimée dans le bassin occidental à 3 500 individus en été (Forcada *et al.*, 1996), avec une distribution irrégulière tant au niveau spatial que temporel. Ainsi, une synthèse réalisée en 2006 (Reeves & Notarbartolo di Sciara, 2006) montre que cette espèce est présente dans quasiment toute la Méditerranée occidentale, mais qu'elle est régulièrement observée surtout dans le Nord et à l'Ouest de ce bassin. La fréquentation de ces divers secteurs de Méditerranée semble cependant varier tout au long de l'année. Elle est surtout très abondante en été dans le Nord du bassin occidental, du Golfe du Lion à la mer Tyrrhénienne avec des concentrations importantes au large des côtes liguro-provençales (Arcangelli *et al.*, 2009 ; Cotté, 2009 ; David *et al.*, 2001 ; Di-Méglio, 1999 ; Dubroca *et al.*, 2004 ; Forcada *et al.*, 1995 ; Gannier, 1997b ; Notarbartolo di Sciara *et al.* ; 1993). En dehors de cette période, le rorqual reste présent dans cette zone, mais se disperse dans des secteurs situés plus au Sud.

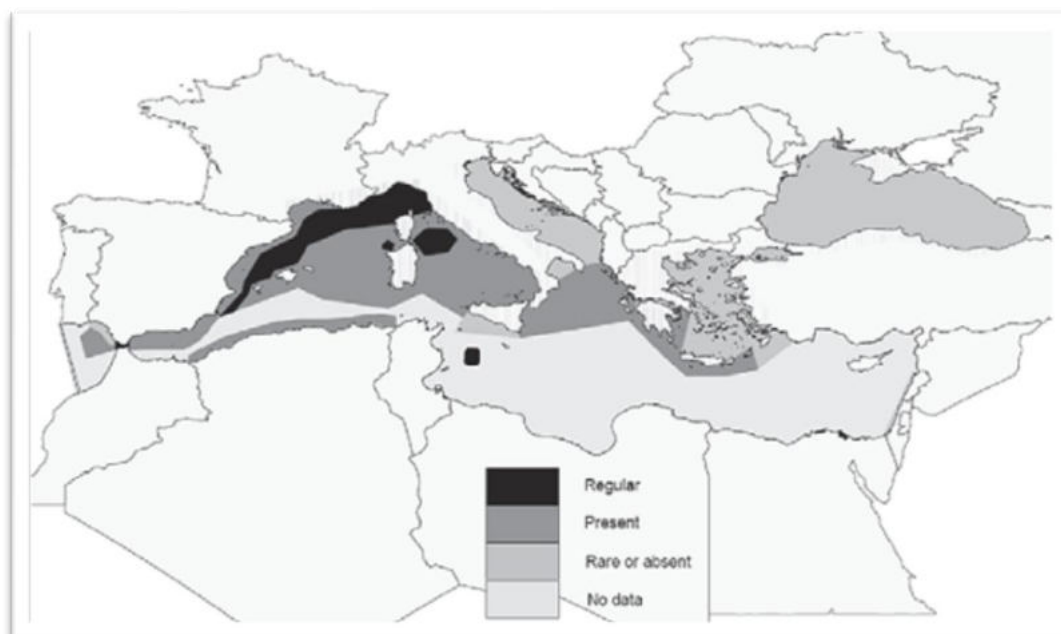


Figure 86 : Synthèse des connaissances concernant la distribution du rorqual commun en Méditerranée (Reeves & Notarbartolo di Sciara, 2006)

Le Golfe du Lion présente en été des abondances relatives comprises entre 0,013 et 0,043 individu par kilomètre (Di-Méglio, 1999 ; Gannier & Bourreau, 1999). Quels que soient l'année ou le secteur considéré on

observe que cette espèce se situe préférentiellement au-delà des fonds de 2 000 mètres, la bande côtière étant visiblement délaissée.

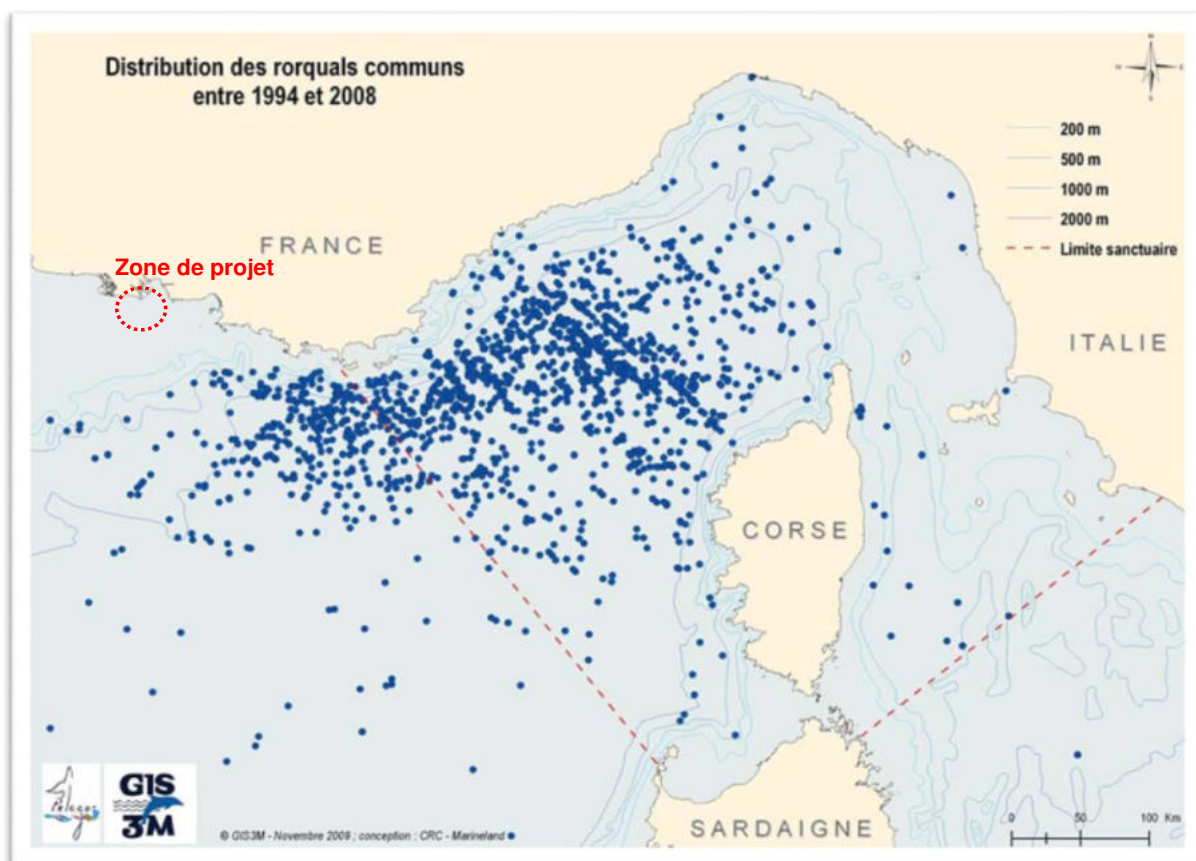


Figure 87 : Distribution de rorquals communs entre 1994 et 2008 (Source : GIS 3M)

De part sa faible profondeur et sa localisation proche des côtes, la zone d'implantation du projet ne correspond pas à un secteur fréquenté par les rorquals communs.

Le Cachalot



Le cachalot se rencontre dans tous les océans du monde. En Méditerranée nord-occidentale, les observations récentes signalent le plus souvent des individus inférieurs à 15 m (Drouot et al., 2004a). En période estivale, des groupes en moyenne de 1,3 à 2,6 individus sont observés, au Nord du bassin

méditerranéen occidental (Di-Méglio & David, 2008 ; Drouot et al., 2004a ; Laran & Gannier, 2006b). La population méditerranéenne de cachalot semble, au moins en partie, résidente. Aucune estimation fiable de cette population n'est encore disponible pour le bassin méditerranéen, alors que cette espèce est considérée comme « en danger par l'IUCN.

De manière générale dans le bassin occidental, la zone du Golfe du Lion est considérée comme la plus fréquentée par les cachalots, avec $2,2 \times 10^{-2}$ ind.km⁻¹ (Gannier *et al.*, 2002). Le cachalot occupe préférentiellement les zones du talus et du large, avec une répartition dans des zones où les fonds sont compris entre 100 et 2 800 m (1 400 m en moyenne).

Pour l'analyse de cette carte il faut garder en mémoire qu'elle n'est représentative que des observations visuelles, ce qui représente un faible pourcentage des animaux distribués dans la zone, si l'on considère que cette espèce passe près de 80 % de son temps en plongée sous la surface.

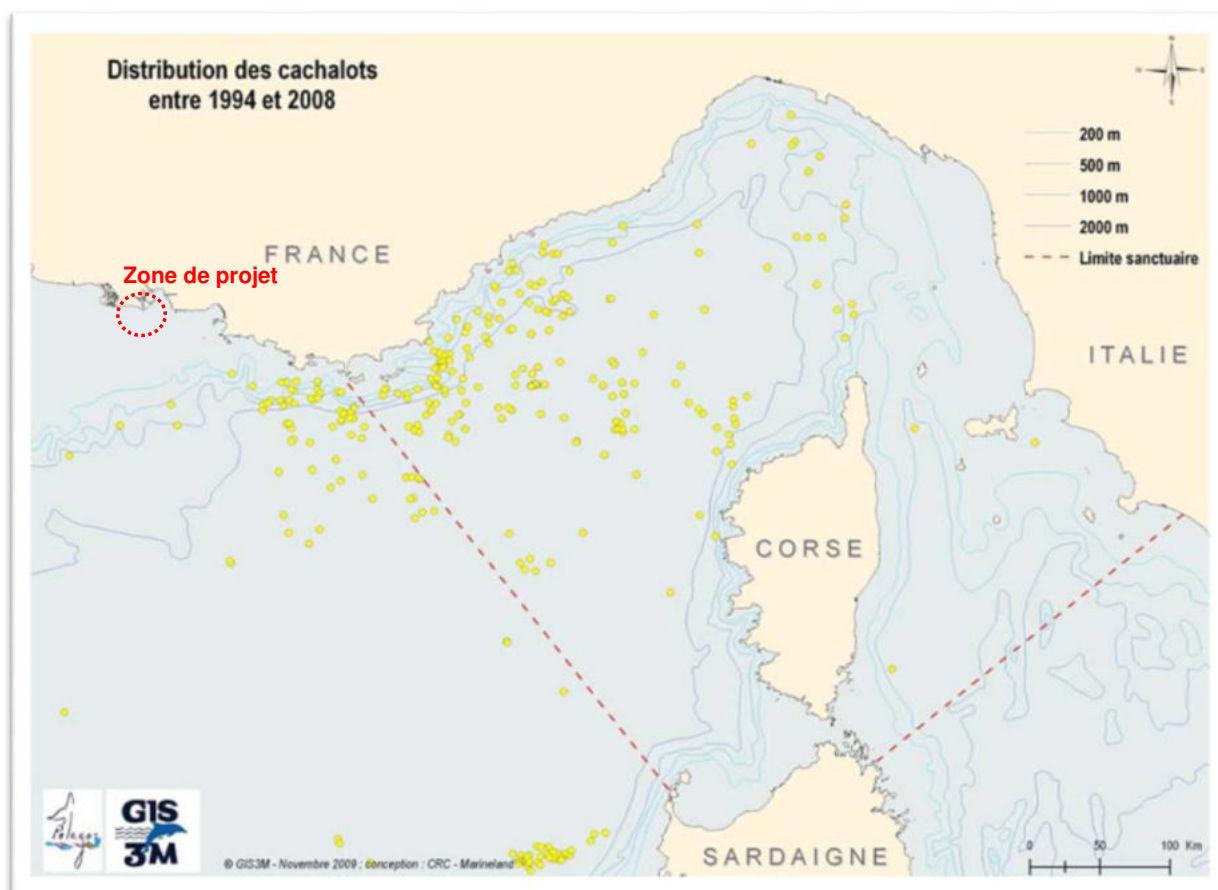
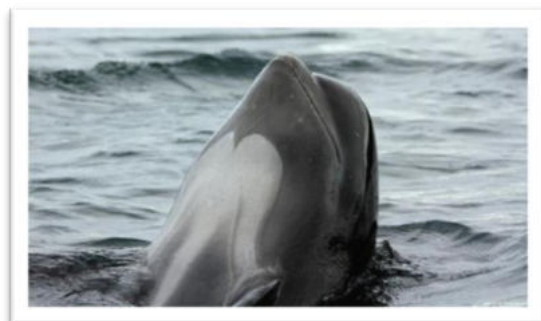


Figure 88 : Distribution des cachalots entre 1994 et 2008 (Source : GIS 3M)

La zone d'implantation du projet ne correspond pas à un secteur fréquenté par les cachalots.

Le globicéphale noir



En Méditerranée, le globicéphale noir fréquente surtout le bassin occidental en période estivale (Gannier, 2006 ; Laran, 2005 ; Praca *et al* 2008), avec une affinité beaucoup plus forte pour la zone Provence. La taille des groupes varie en moyenne de 21,7 à 28,4 individus (Gannier, 1999 ; Gannier, 2005 ; Laran *et al.*, in press), avec une distribution essentiellement dans la zone pélagique située au-delà du plateau continental et plus particulièrement sur les fonds de plus de 2 000 mètres. Leur distribution est donc très localisée dans l'espace. Les globicéphales noirs n'ont cependant pas été rencontrés dans le Golfe du Lion, l'est et l'ouest de la Corse par Gannier (1999a).

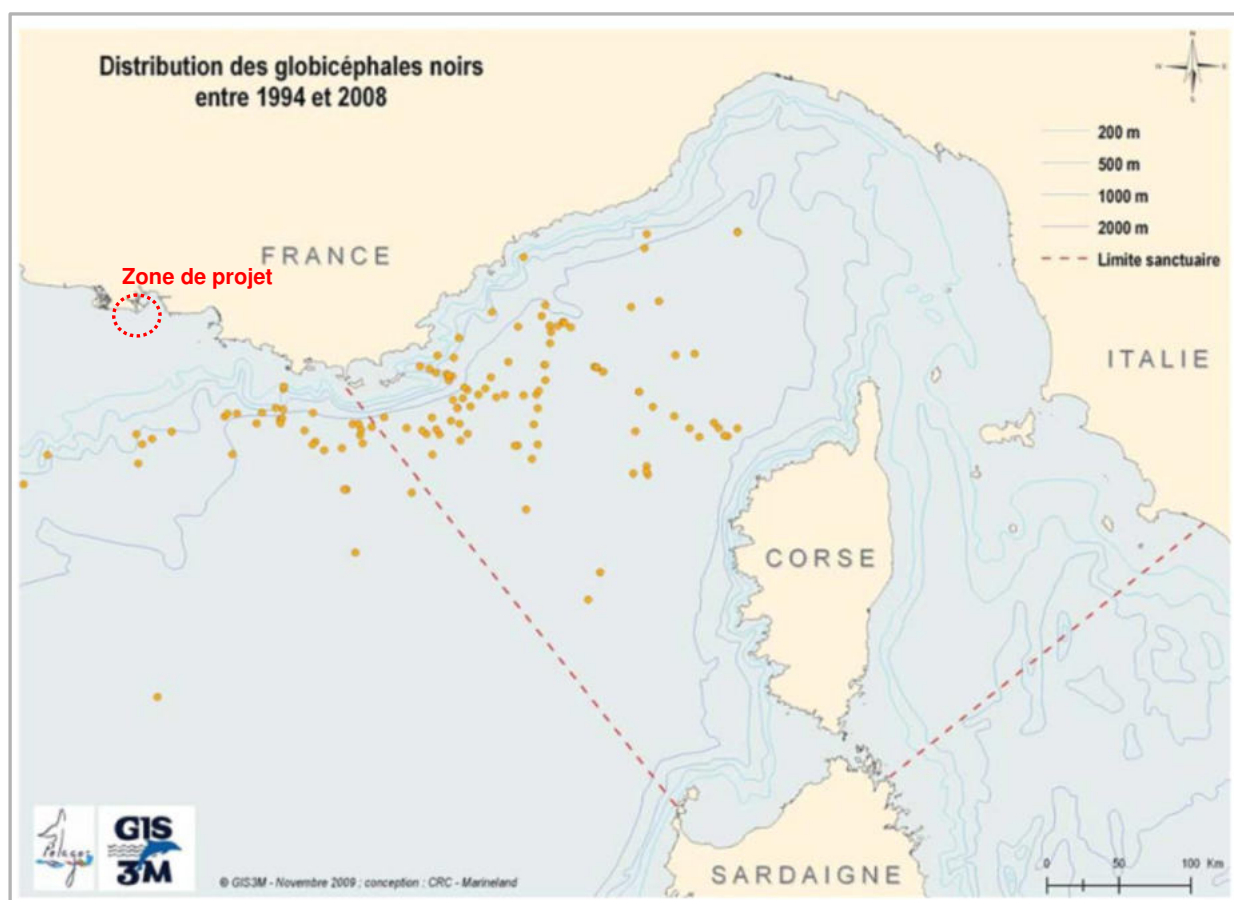


Figure 89 : Distribution des globicéphales noirs entre 1994 et 2008 (Source : GIS 3M)

La zone d'implantation du projet ne correspond pas à un secteur fréquenté par les globicéphales noirs.

Le dauphin de Risso

Le dauphin de Risso se rencontre dans toutes les mers chaudes et tempérées du globe. Espèce exclusivement teutophage (Astruc, 2005), ce dauphin se distribue de façon irrégulière en Méditerranée occidentale, et il est surtout considéré comme régulier en Mer d'Alboran, autour des Baléares et en mer Ligure (Cañadas et al., 2002 ; Reeves & Notarbartolo di Sciara, 2006) et ce, tout au long de l'année.



Globalement, le bassin corso-liguro provençal et le Golfe du Lion accueillent en général en été des groupes de moindre importance : 8 individus par groupe dans le Golfe du Lion (Di-Méglio, 1999, (n= 6 obs.)) et entre 8,8 et 13,3 individus dans la mer Ligure (Di-Méglio, 1999 ; Laran, 2005).

L'ensemble des observations montre une préférence pour la zone du haut du talus (200 - 1 000 m de profondeur) principalement pour le littoral continental.

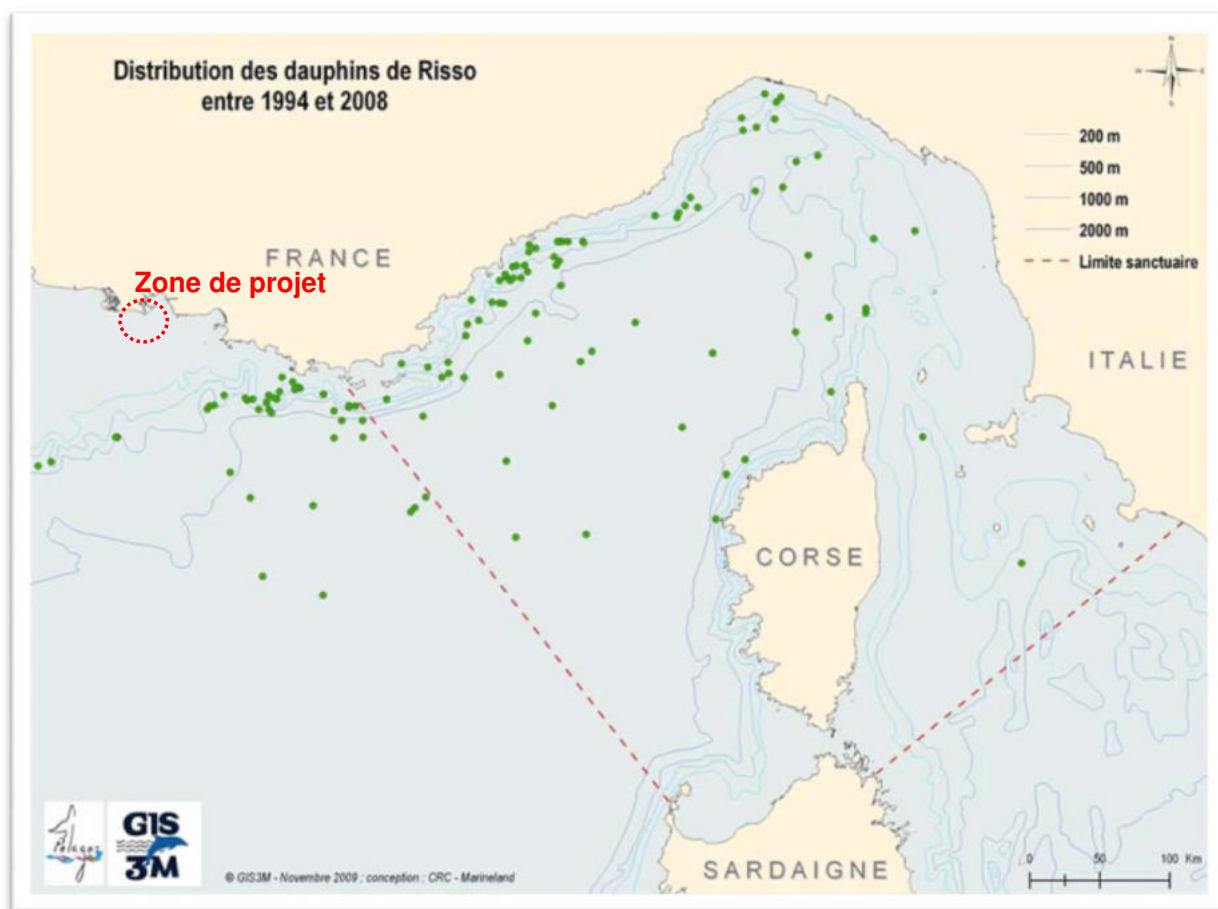


Figure 90 : Distribution des dauphins de Risso entre 1994 et 2008 (Source : GIS 3M)

La zone d'implantation du projet ne correspond pas à un secteur fréquenté par les dauphins de Risso.

3.3.2. Observations de cétacés au niveau de la zone d'étude

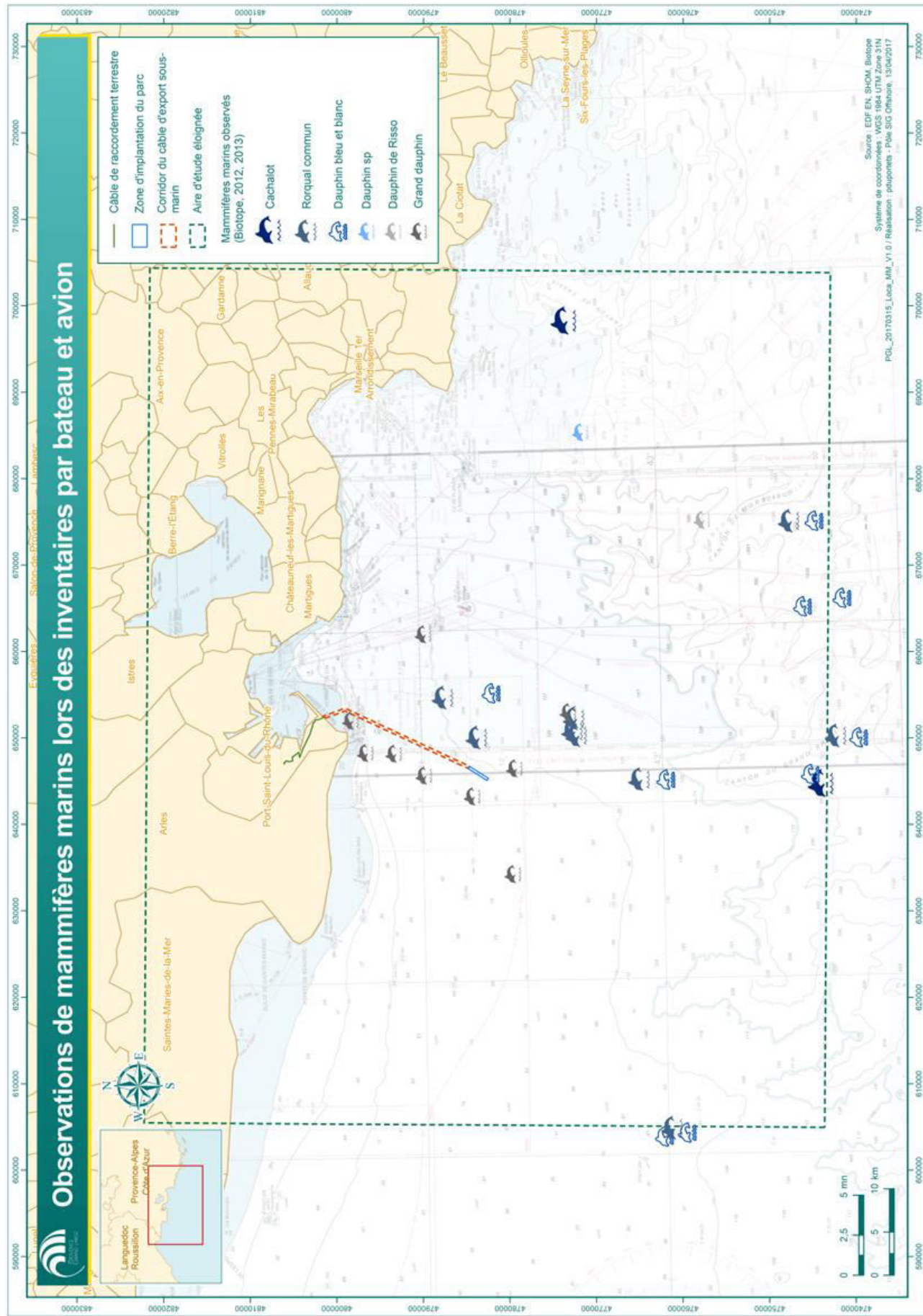
Des observations de mammifères marins ont pu être effectuées lors des inventaires avifaunistiques en mer, réalisées par avion et par bateau, dans le cadre du projet Provence Grand Large. Ces observations sont présentées dans le tableau et sur la carte qui suivent :

Date d'observation	Type de campagne	Espèces observées
25/11/2011	Bateau	1 groupe de 6 à 8 grands dauphins observé en transit vers l'est, à 20 km au large du Vieux Rhône
27/11/2011	Bateau	1 groupe de 6 à 8 grands dauphins observé à 10 km au large de Carro, en alimentation
28/02/2012	Bateau	1 groupe d'une trentaine de grands dauphins a été noté
27/03/2012	Bateau	<ul style="list-style-type: none"> 2 groupes totalisant 25 grands dauphins observés à 2 et 5 km au large du Rhône ; 2 rorquals communs ont été contactés sur des fonds de 100 m à 12 km de la côte, ce qui est un événement rare pour l'espèce).
Février 2013	Avion	2 dauphins blanc et bleu
Mars 2013	Bateau	3 rorquals communs
Avril 2013	Avion	<ul style="list-style-type: none"> un groupe d'une quarantaine de dauphins bleu et blanc ; 2 rorquals communs.
	Bateau	3 groupes de Grand Dauphin comptant entre 10 et 30 individus
Juin 2013	Avion	<ul style="list-style-type: none"> 3 rorquals communs ; 2 cachalots ; 2 groupes d'une dizaine dauphins blanc et bleu ; 9 dauphins Risso ; 2 dauphins sp.
	Bateau	Une trentaine de grands dauphins observés
Août 2013	Avion	Environ une 50 ^{aîne} de dauphins blanc et bleu

Tableau 29 : Espèces de mammifères marins observées lors des campagnes en mer
(Source : Biotope, 2011, 2012 & 2013)

La zone d'implantation de projet a été prospectée : quelques cétacés ont été observés autour de la zone de projet (voir carte page suivante). La majorité des observations concernent le grand dauphin, les autres cétacés étant observés plus au large. Des groupes présentant jusqu'à 30 individus ont ainsi été observés à proximité de la zone de projet.

Le Grand dauphin, observé en transit ou en alimentation au large de Port-St-Louis-du-Rhône, est donc l'espèce potentiellement la plus présente au niveau du secteur d'étude, aussi bien au large qu'en zone plus côtière (à proximité du raccordement maritime).



Carte 16 : Localisation des observations de mammifères marins lors des inventaires par bateau et avion (Source : Biotope, 2013)

3.4.Tortues marines

Des tortues à écaille sont présentes en Méditerranée²¹ sur l'ensemble des strates, avec toutefois des densités de répartition plus élevées en été dans la strate océanique.

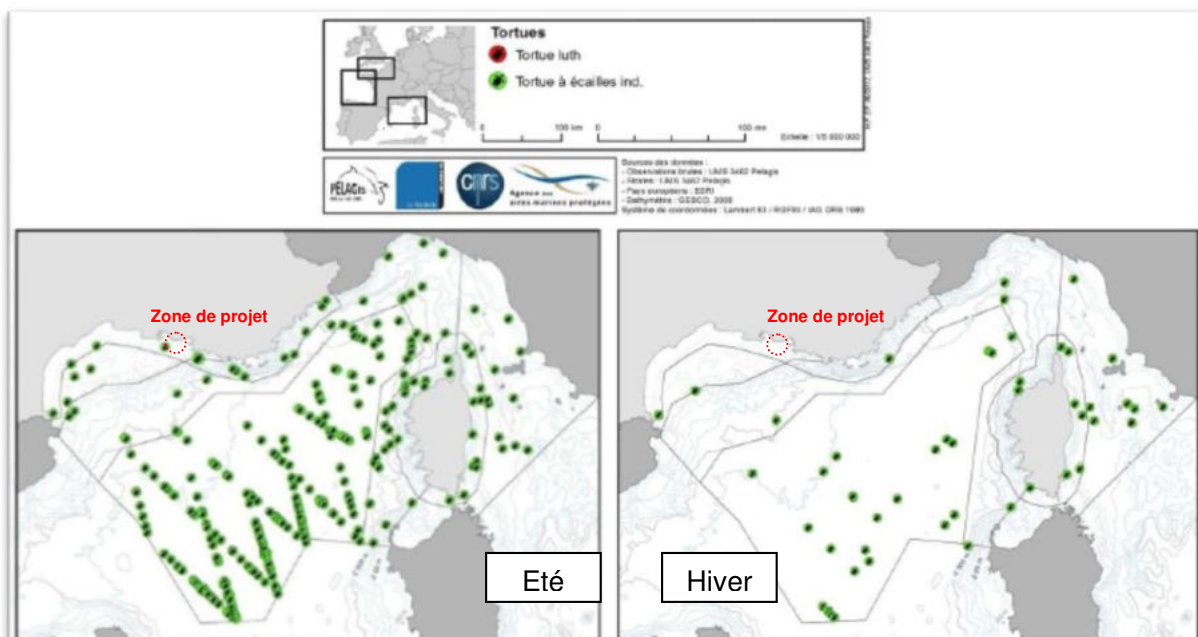


Figure 91 : Carte de distribution des observations de tortues marines (luth et écailles)
(Source : ULR Valor, 2012)

La tortue caouanne, espèce protégée, fréquente également les eaux littorales de Méditerranée. Cette espèce vient d'être ajoutée à la fiche standard de données (FSD de la zone spéciale de conservation (ZSC) Camargue (voir étude d'incidences Natura 2000 jointe au dossier). Ces espèces de tortues peuvent potentiellement être présentes au niveau de la zone d'implantation du projet.

²¹ Suivi Aérien de la Mégafaune Marine dans la ZEE et ZPE de France métropolitaine – Hiver 2011/2012 et été 2012 – UMS 3462 Université de la Rochelle

3.5. Avifaune

Afin de caractériser la fréquentation de la zone d'étude par l'avifaune, le maître d'ouvrage a sollicité la réalisation d'une expertise spécifique, réalisée en 2013 par le bureau d'études Biotope. Cette expertise comprend notamment la réalisation de plusieurs campagnes d'identification des espèces en mer. L'étude a été mise à jour et complétée en 2017, à la lumière des dernières données disponibles.

Afin de caractériser au mieux le site, deux types d'inventaires ont été mis en œuvre ; ils permettent de limiter les biais inhérents à chaque méthode et d'aboutir à un diagnostic le plus complet possible :

- Un suivi par bateau permettant d'identifier les espèces et de noter le comportement des oiseaux à une échelle fine (alimentation, altitude de vol, repos, migration, etc.) sur la zone d'implantation projetée et aux alentours,
- Un suivi par avion sur une échelle plus large, permettant de relativiser les enjeux détectés sur le site pilote dans son environnement (partie orientale du Golfe du Lion).

Ces inventaires ont été réalisés dans le secteur entre septembre 2011 et août 2012 dans le cadre du projet Mistral (site d'essai de 2 éoliennes flottantes localisées à 3,5 km au large de la plage Napoléon). A cette occasion, des données avaient été recueillies par bateau sur la zone d'implantation du projet étudié ici, et complètent cette étude.

Les détails méthodologiques sont présentés dans le chapitre « Méthodologies et difficultés éventuelles rencontrées », qui précise notamment les périodes et les zones d'inventaires (aire d'étude). Pour des raisons de clarté, l'ensemble du rapport d'étude de Biotope n'a pas été repris dans les paragraphes ci-après. Seules les informations utiles à la caractérisation de l'état initial avifaunistique sont présentées ici.

Les analyses par espèces (et notamment les cartes de localisation des observations d'espèces) sont présentées dans le rapport complet d'état initial de l'avifaune en mer réalisé par le bureau d'étude Biotope annexé au dossier d'étude d'impact.

3.5.1. Contexte écologique du projet

La zone d'implantation est située au large du delta de Camargue, à 15 km au sud-ouest de l'embouchure du Rhône. La Camargue est une zone humide d'importance internationale, qui accueille une diversité et une densité d'espèces d'oiseaux remarquables. C'est un site majeur à l'échelle nationale et européenne pour la nidification, l'hivernage, et la migration de nombreuses espèces, notamment d'oiseaux d'eau.

La zone d'implantation est également localisée au niveau de la zone de transition entre les côtes sableuses du Golfe du Lion et les côtes rocheuses de Provence. Elle est située à 40 km des îles marseillaises, qui abritent les premières colonies d'oiseaux marins pélagiques.

Enfin, elle est localisée sur des fonds de près de 100 m, au large des masses d'eau influencées par le panache du Rhône.

3.5.2. Résultats des inventaires

3.5.2.1. Bilan des observations

Inventaires par bateau

Espèces et effectifs

38 espèces ont été observées en 2013, pour un total de 13 147 individus dénombrés (toutes observations). 8 522 individus ont été observés uniquement au niveau des transects encadrant la zone d'implantation (voir tableau ci-après). Entre 138 oiseaux (juin) et 1422 oiseaux (janvier) ont été observés par sortie le long des transects, avec une moyenne de 710 individus/sortie.

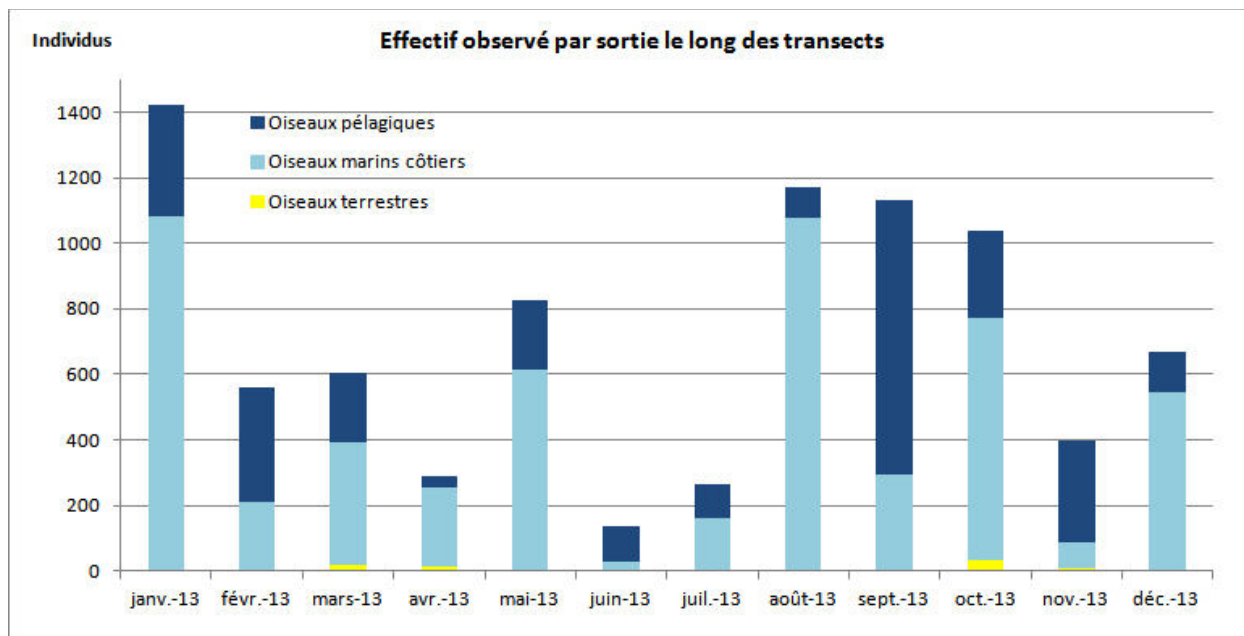


Figure 92 : Effectif observé par sortie le long des transects (Source : Biotope, 2017)

La majorité des observations concerne le Goéland leucopnée, qui cumule 55 % de l'effectif dénombré le long des transects et 31 % des données. La seconde espèce observée en termes d'effectifs est le Puffin yelkouan (2373 individus, 28% des observations), principalement rencontré en janvier, avril, mai, juin et juillet.

La présence de la Mouette pygmée en troisième position est directement liée à l'importance des effectifs de migrants observés en février et mars, avec plus de 200 individus observés à chaque sortie.

Les autres espèces régulièrement observées ou présentant des effectifs notables (>1% des effectifs ou observations) sont la Sterne pierregarin, la Mouette mélanocéphale, la Sterne caugek, le Puffin de scopoli, le fou de Bassan et la Guifette noire.

Espèce	Effectifs	% effectif	Observations	% observations
Goéland leucopée	4650	54,56	364	31,43
Puffin yelkouan	2373	27,85	312	26,94
Mouette pygmée	427	5,01	58	5,01
Sterne pierregarin	292	3,43	62	5,35
Mouette mélanocéphale	218	2,56	118	10,19
Sterne caugek	196	2,30	58	5,01
Puffin de Scopoli	114	1,34	49	4,23
Guifette noire	54	0,63	18	1,55
Fou de Bassan	53	0,62	40	3,45
Etourneau sansonnet	25	0,29	3	0,26
Sterne sp	21	0,25	12	1,04
Hirondelle rustique	10	0,12	6	0,52
Hirondelle de rivage	9	0,11	3	0,26
Passereau sp	7	0,08	3	0,26
Puffin des Baléares	7	0,08	5	0,43
Mouette rieuse	7	0,08	5	0,43
Alouette des champs	7	0,08	2	0,17
Grand Labbe	7	0,08	5	0,43
Serin cini	6	0,07	2	0,17
Labbe parasite/pomarin	5	0,06	5	0,43
Océanite tempête	5	0,06	5	0,43
Pingouin torda	5	0,06	4	0,35
Cormoran sp	2	0,02	1	0,09
Alouette sp	2	0,02	1	0,09
Hirondelle de rochers	2	0,02	1	0,09
Bergeronnette grise	2	0,02	1	0,09
Martinet noir	2	0,02	2	0,17
Sterne caspienne	2	0,02	1	0,09
Mouette tridactyle	2	0,02	2	0,17
Rougegorge familier	1	0,01	1	0,09
Faucon sp	1	0,01	1	0,09
Goéland argenté	1	0,01	1	0,09
Goéland sp	1	0,01	1	0,09
Pinson des arbres	1	0,01	1	0,09
Mouette sp	1	0,01	1	0,09
Engoulevent d'Europe	1	0,01	1	0,09
Busard des roseaux	1	0,01	1	0,09
Héron sp	1	0,01	1	0,09
Grand cormoran	1	0,01	1	0,09
Total général	8522	100	1158	100

Tableau 30 : Synthèse des espèces et effectifs observés par bateau le long des transects
(Source : Biotope, 2017)



Figure 93 : Goéland leucophée (Source : Biotope, 2017)

Cortèges et familles

Le cortège le plus représenté est celui des oiseaux marins côtiers et pélagiques. Trois familles cumulent 98% de l'effectif observé : les Laridés, les Procellariidés et les Sternidés.

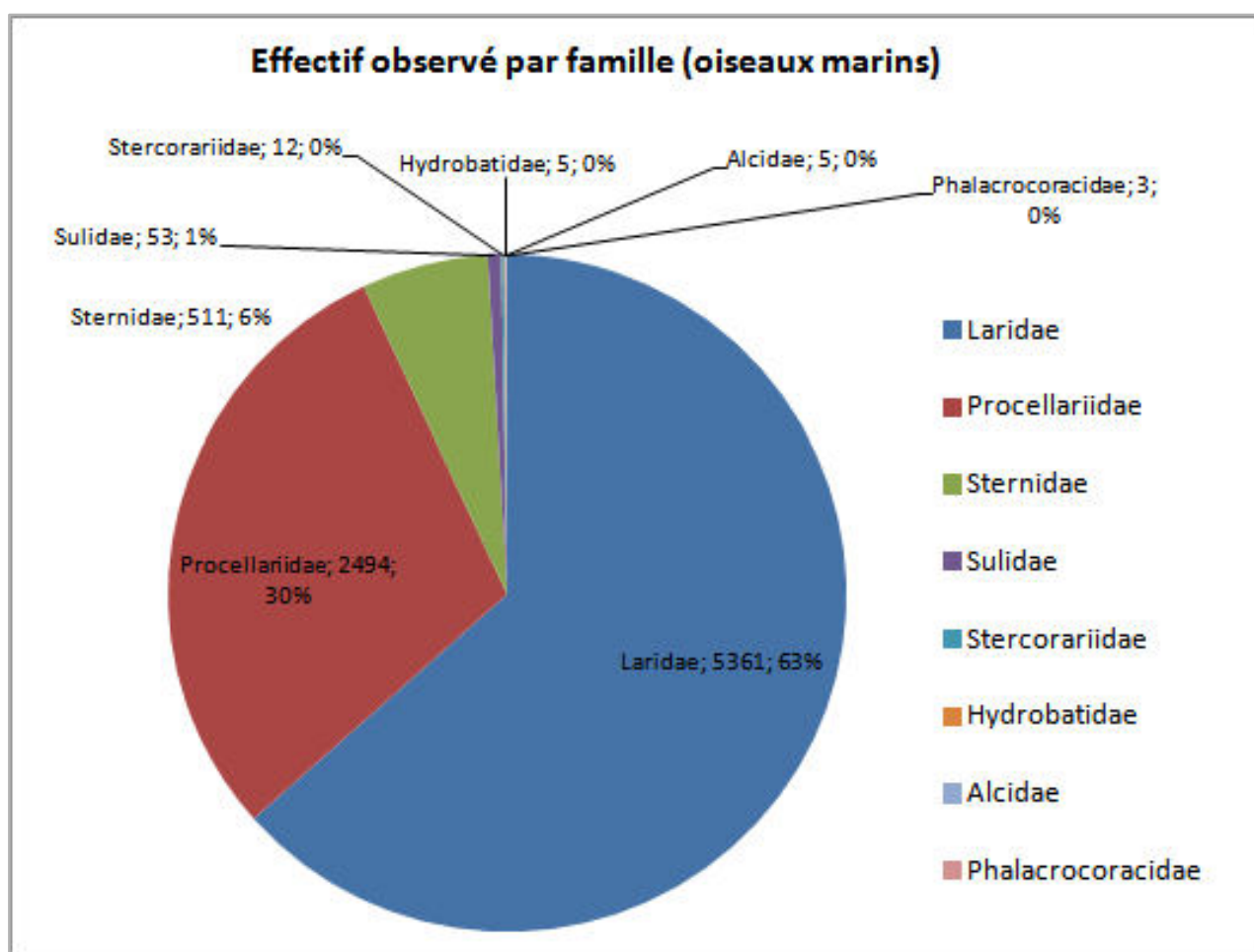


Figure 94 : Effectif observé par famille (oiseaux marins) (Source : Biotope, 2017)

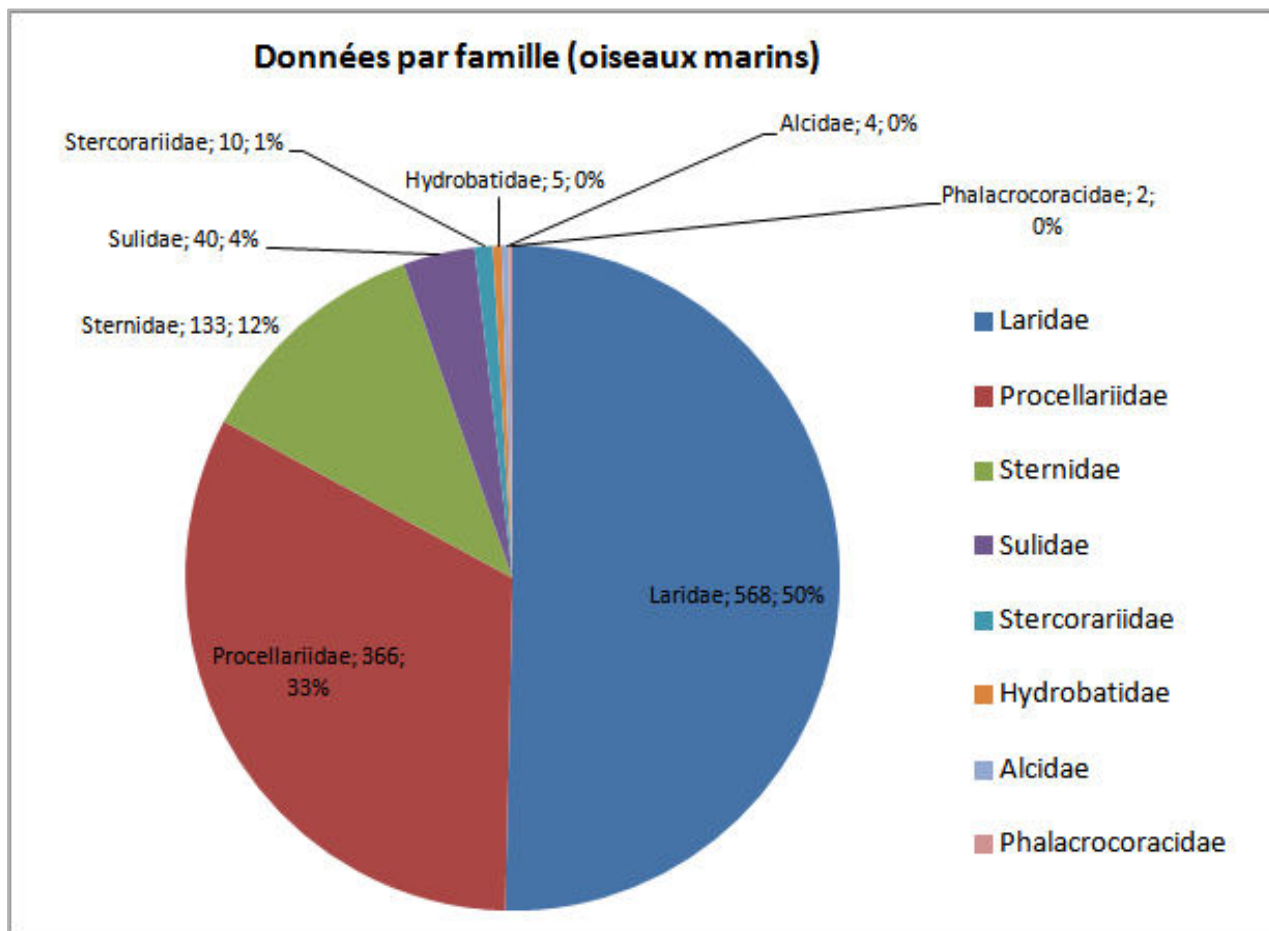


Figure 95 : Données par famille (oiseaux marins) (Source : Biotope, 2017)

La famille des Laridés (goélands et mouettes) est la plus observée, avec 50% des données et 63% de l'effectif total. Ceci s'explique en grande partie par la présence du Goéland leucophaea qui est l'espèce la plus commune de l'aire d'étude, mais aussi par les Mouettes pygmées et mélanocéphales qui sont bien représentées à certaines périodes de l'année.



Figure 96 : Mouette pygmée (Source : Biotope, 2017)

Les Procellariidés (puffins) totalisent 30% de l'effectif total pour 32% des observations. Ces résultats sont principalement liés à la présence du Puffin yelkouan, qui est l'espèce de puffin la plus commune et régulière sur l'aire d'étude et qui est souvent observée en petits groupes.

La famille des Sternidés est présente en effectifs bien plus faibles (6% de l'effectif), mais sont observées régulièrement sur l'aire d'étude (12% des observations). Les deux espèces principales sont la Sterne caugek qui est présente tout au long de l'année, et la Sterne pierregarin qui fréquente l'aire d'étude en période de reproduction et de migration.

Le second cortège observé sur l'aire d'étude est celui des oiseaux terrestres (voir graphique suivant).

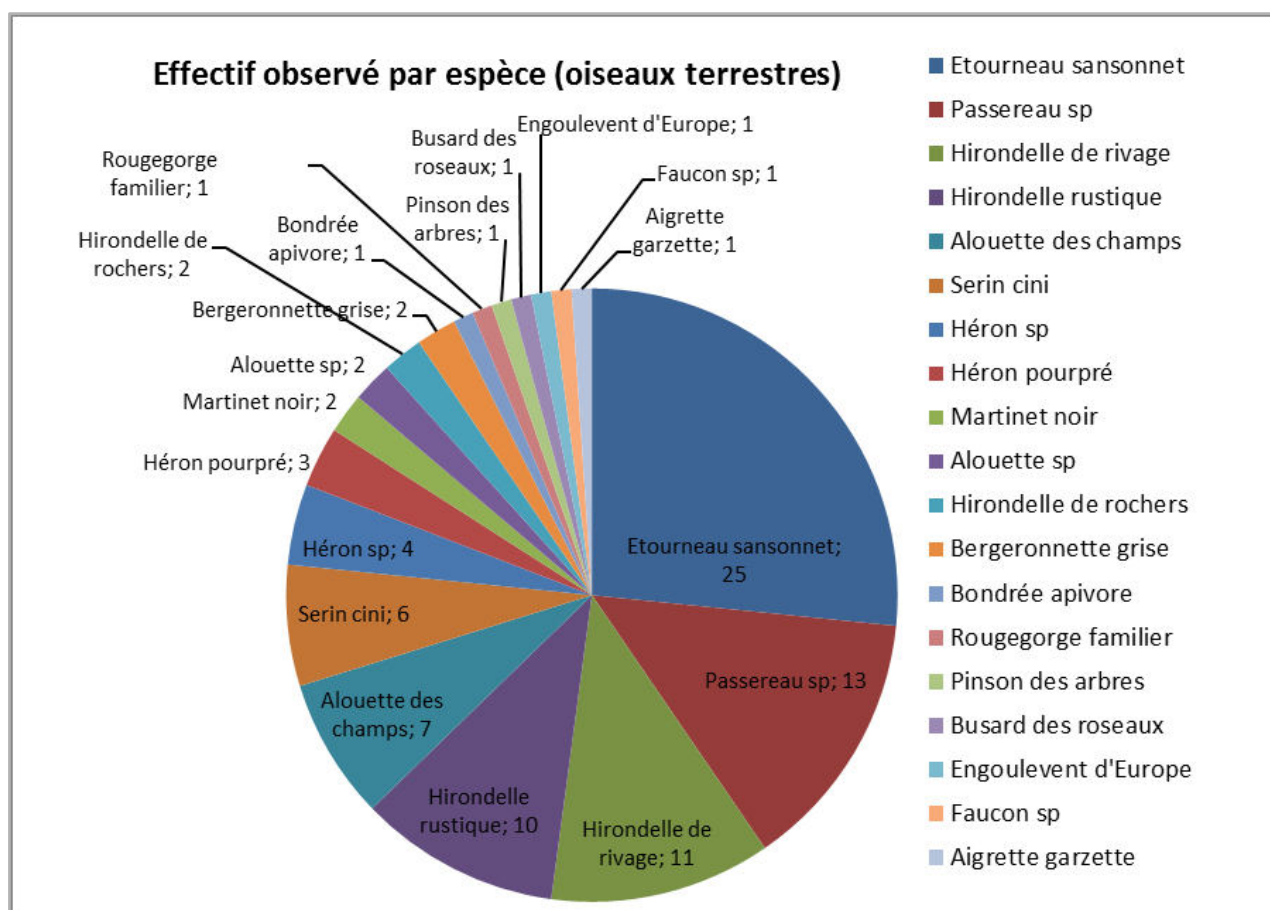


Figure 97 : Effectif observé par espèces (oiseaux terrestres) (Source : Biotopie, 2017)

La majorité des espèces sont des passereaux ou assimilés (étourneau, hirondelles, alouettes, serin, bergeronnette, rougegorge, pinson, etc), mais plusieurs espèces de rapaces ou d'oiseaux d'eau ont été observés en mer.

Toutes ces espèces ont été uniquement observées en migration active, comme l'illustre le graphique, avec des observations uniquement réalisées au cours des mois de migration : février à mai pour la migration prénuptiale, et octobre/novembre pour la migration postnuptiale.

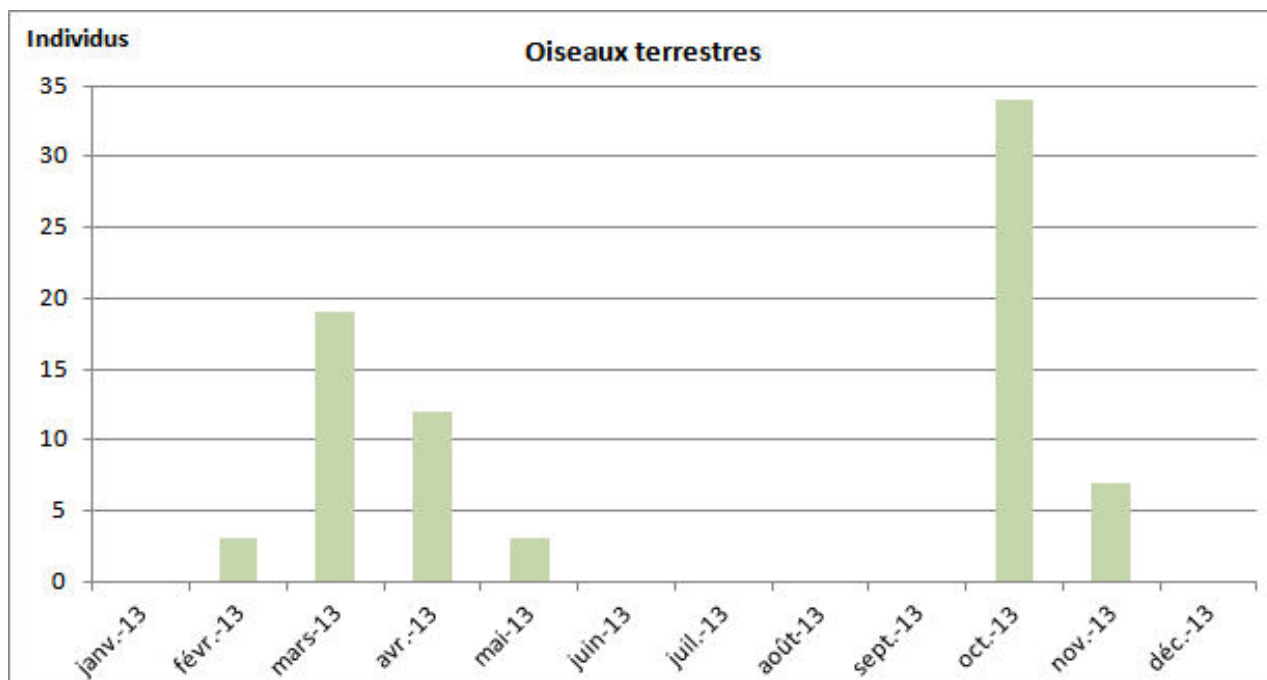


Figure 98 : Nombre d'oiseaux terrestres observés de février à mai 2013 (Source : Biotope, 2017)

Trois espèces de rapaces ont été observés sur l'aire d'étude depuis le bateau : Balbuzard pêcheur, Busard des roseaux et Faucon crécerelle.

Les autres espèces sont majoritairement des passereaux, observés en vol actif vers la côte ou le large.

Inventaires par avion

Au cours des 6 sorties réalisées (février, avril, juin, août, novembre et décembre), 16 370 oiseaux ont été dénombrés au total au cours des inventaires par avion (toutes observations confondues), contre 13 025 individus le long des 9 transects.

Espèce	Effectifs	% effectif	Observations	% observation
Goéland leucopnée	9178	70,46	606	44,33
Puffin yelkouan	1636	12,56	125	9,14
Mouette pygmée	790	6,07	160	11,70
Sterne caugek	592	4,55	199	14,56
Mouette mélanocéphale	282	2,17	96	7,02
Grèbe huppé	108	0,83	15	1,10
Sterne pierregarin	85	0,65	32	2,34
Puffin de Scopoli	68	0,52	17	1,24
Sterne sp	48	0,37	26	1,90
Mouette sp	45	0,35	4	0,29
Fou de Bassan	40	0,31	18	1,32
Canard souchet	30	0,23	1	0,07
Laridé sp	28	0,21	22	1,61
Grue de Scopolie	22	0,17	2	0,15
Mouette/sterne sp	14	0,11	13	0,95
Pingouin torda	13	0,10	3	0,22
Grand cormoran	6	0,05	5	0,37
Tadorné de Belon	6	0,05	1	0,07
Passereau sp	5	0,04	2	0,15
Guifette noire	5	0,04	2	0,15
Cormoran sp	4	0,03	1	0,07
Mouette tridactyle	4	0,03	4	0,29
Océanite tempête	4	0,03	3	0,22
Sarcelle sp	3	0,02	1	0,07
Grand Labbe	1	0,01	1	0,07
Hirondelle rustique	1	0,01	1	0,07
Rapace sp (type busard)	1	0,01	1	0,07
Flamant rose	1	0,01	1	0,07
Hibou des marais	1	0,01	1	0,07
Plongeon sp	1	0,01	1	0,07
Busard sp	1	0,01	1	0,07
Passereau indéterminé	1	0,01	1	0,07
Plongeon arctique	1	0,01	1	0,07
Total général	13025	100	1367	100

Tableau 31 : Synthèse des espèces et effectifs observés par avion le long des transects (Source : Biotope, 2017)

D'autres espèces ont été observées depuis l'avion, mais en dehors des transects : Harle huppé (1), Labbe parasite/pomarin (1), Bonbrée apivore (1) et Faucon sp (2).

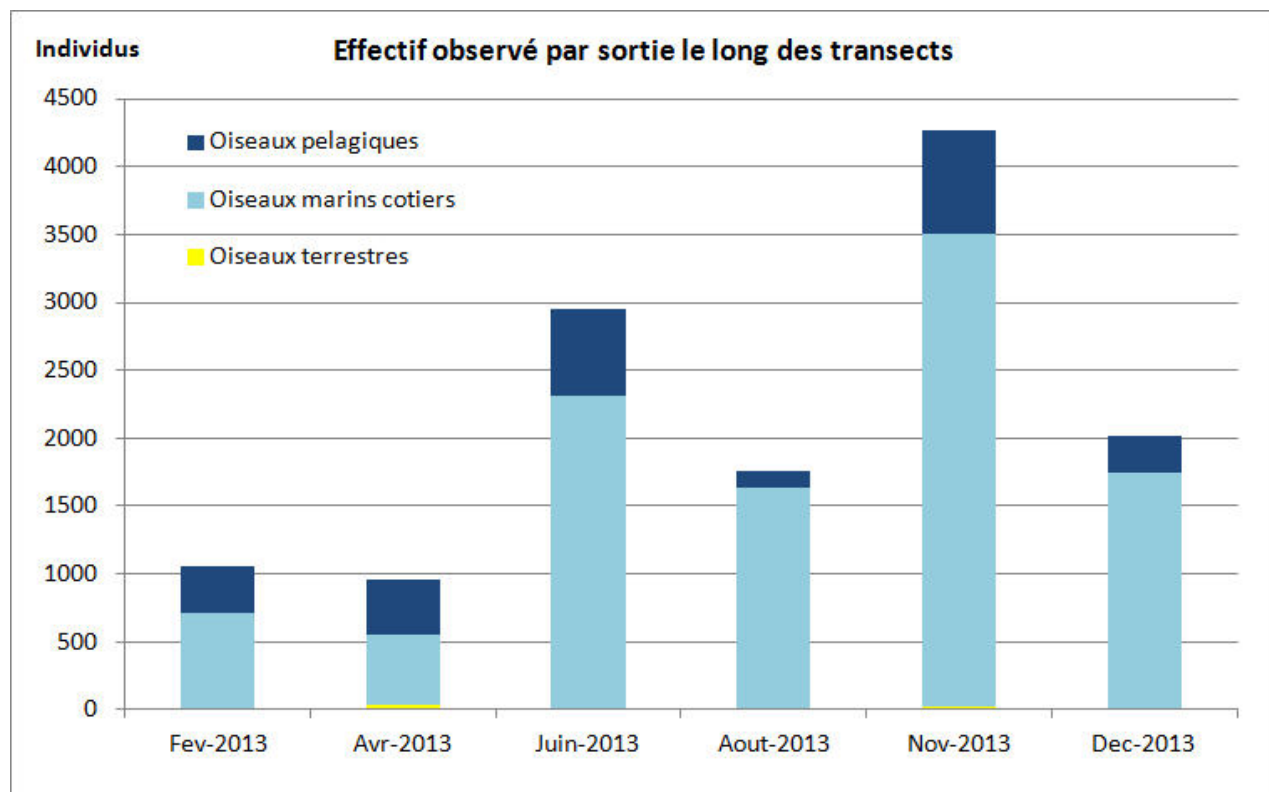


Figure 99 : Effectif observé par sortie le long des transects (Source : Biotope, 2017)

Une forte variabilité de l'effectif est visible entre les sorties, avec 960 oiseaux observés en avril contre 4267 oiseaux observés en novembre le long des transects.

Ces différences s'expliquent en grande partie par le survol au hasard le long des transects de bateaux de pêche, qui concentrent des effectifs importants de certaines espèces, notamment Goéland leucophée et Puffin yelkouan. En aout, plus de 1000 oiseaux ont été observés associés à des bateaux de pêche, nombre qui est monté à 2000 en juin et 3000 en novembre (contre seulement 180 en avril et 300 en février).

les données avion confirment l'abondance relative des espèces observés sur la zone d'étude bateau, avec le Goéland leucophée qui cumule 70% de l'effectif total, suivi du Puffin yelkouan (13% de l'effectif), Mouette pygmée (6%), Sterne caugek (4,5%), et Mouette mélanocéphale (2,2%).

3.5.2.2. Bioévaluation et protection des espèces

Synthèse des statuts et du niveau de patrimonialité des espèces

Les statuts de protection et de rareté des espèces sont présentés dans le tableau suivant.

Nom Français	Nom Latin	Protection	DO	LRM	LRE	LRF-N	LRF-H	LRF-Passage	LR PACA
Plongeon arctique	<i>Gavia arctica</i>	Protégée	X	LC	LC		NAc	DD	
Puffin yelkouan	<i>Puffinus yelkouan</i>	Protégée	X	VU	LC	EN	NAd	DD	VU
Puffin des Baléares	<i>Puffinus mauretanicus</i>	Protégée	X	CR	CR		NAb	VU	
Puffin de Scopoli	<i>Calonectris diomedea</i>	Protégée	X	LC	LC	VU	NAb	NAd	VU
Océanite tempête	<i>Hydrobates pelagicus melitensis</i>	Protégée	X	LC	LC	CR			EN
Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Protégée	X	LC	LC	NT	NAc	LC	EN
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	Protégée	X	LC	LC	LC	NAd	LC	VU
Sterne caspienne	<i>Hydroprogne caspia</i>	Protégée	X	LC	LC			NT	
Mouette mélanocéphale	<i>Ichtyaetus melanocephalus</i>	Protégée	X	LC		LC	NAc	NAc	VU
Mouette pygmée	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Protégée	X	LC	NT	NAb	LC	NAd	
Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>	Protégée		LC	VU	VU	NAd	DD	
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Protégée		LC		NT	LC	NAd	VU
Goéland leucophaea	<i>Larus michahellis</i>	Protégée		LC	LC	LC	NAd	NAd	LC
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	Protégée		LC	NT	NT	NAc		
Fou de Bassan	<i>Morus bassanus</i>	Protégée		LC	LC	NT		NAd	NA
Guifette noire	<i>Chlidonias niger</i>	Protégée	X	LC	LC	EN		DD	RE
Grand Labbe	<i>Stercorarius skua</i>	Protégée		LC	LC		NAd	LC	
Labbe parasite	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Protégée		LC	LC		Nad	LC	
Labbe pomarin	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Protégée		LC	LC		NAd	LC	
Pingouin torda	<i>Alca torda</i>	Protégée		NT	NT	CR	DD		
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Protégée		LC	LC	LC	LC	NAd	VU
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	Protégée	X	LC	LC	LC	NAc		LC
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Chassable		LC	LC	NT	LC	NAd	LC
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	Protégée		LC	LC	LC	NAd		LC
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	Protégée	X	LC	LC	LC		LC	LC
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	Protégée	X	LC	LC	NT	NAd	NAd	VU
Canard souchet	<i>Spatula clypeata</i>	Chassable		LC	LC	LC	LC	NAd	CR
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Protégée	X	LC	LC	LC		NAd	LC
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Chassable		LC	LC	LC	LC	NAc	LC
Flamant rose	<i>Phoenicopterus roseus</i>	Protégée	X	LC	LC	VU	NAd		EN
Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>	Protégée		LC	LC	LC	LC		CR
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	Protégée		LC	LC	LC	NAc		LC
Grue de Scopolie	<i>Grus grus</i>	Protégée	X	LC	LC	CR	NT	NAc	
Harle huppé	<i>Mergus serrator</i>	Protégée		LC	NT	CR	LC		
Héron pourpré	<i>Ardea purpurea</i>	Protégée	X	LC	LC	LC			EN
Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>	Protégée	X	LC	LC	VU	NAc	NAc	
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	Protégée		LC	LC	LC		DD	VU
Hirondelle de rochers	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Protégée		LC		LC		NAd	LC

Nom Français	Nom Latin	Protection	DO	LRM	LRE	LRF-N	LRF-H	LRF-Passage	LR PACA
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Protégée		LC	LC	NT		DD	LC
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	Protégée		LC	LC	NT		DD	LC
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	Protégée		LC	LC	LC	NAd	NAd	LC
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	Protégée		LC	LC	LC	NAd	NAd	LC
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	Protégée		LC	LC	VU		NAd	LC
Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	Protégée		LC	LC	LC	LC		LC

Tableau 32 : Statuts de protection et de rareté des espèces observées (Source : Biotope, 2017)

Légende

DO : Directive oiseaux : Directive 2009/147/CE du parlement européen et du conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages. Les espèces mentionnées dans l'ANNEXE I font l'objet de mesures de conservation spéciale concernant leur habitat, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans leur aire de distribution.

LRM : Liste Rouge Monde (IUCN 2016), **LRE** : Liste Rouge Europe (Birdlife 2015), **LRF-N** (Liste Rouge France – Nicheurs), **LRF-H** (Liste Rouge France – Hivernants), **LRF-Passage** (Liste Rouge France – Migrateurs) : NA : non applicable (espèce pour laquelle l'évaluation nationale n'est pas pertinente) ; DD : données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes) ; LC : préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition en France est faible) ; NT : quasi menacé (espèce proche du seuil des espèces menacées) ; VU : vulnérable (risque élevé de disparition en France) ; EN : en danger (risque très élevé de disparition en France) ; CR : en danger critique de (risque extrêmement élevé de disparition en France) ; RE : éteint régionalement (espèce disparu du territoire métropolitain, Corse incluse).

Enjeux liés aux espèces observées

Espèces protégées

Sur les 44 espèces inventoriées au total, 41 sont protégées. Parmi elles, les espèces les plus présentes sur l'aire d'étude appartiennent aux familles des Laridés (goélands et mouettes), Procellariidés (puffins) et Sternidés (sternes).

Espèces patrimoniales

Les espèces qui présentent les niveaux de patrimonialité les plus importants sont les puffins (yelkouan, des Baléares et cendré) et l'Océanite tempête. Ce sont en effet des espèces qui ont subi une régression de leurs populations, provenant en grande partie de la dégradation de leurs habitats de nidification sur terre (introduction de prédateurs allochtones comme le chat ou le rat, artificialisation des sites de reproduction), et de la surmortalité ou l'évolution de la disponibilité de leurs ressources alimentaires en mer. Ces espèces ont d'ailleurs fait l'objet d'un programme LIFE Nature « Conservation des Puffins sur les îles d'Hyères » entre 2003 et 2007, et sont actuellement particulièrement suivies, notamment via le programme européen FRAME et le programme national PACOMM.



Figure 100 : Puffin des Baléares (Source : Biotope, 2017)

Les autres espèces à enjeu sont :

- les espèces appartenant au groupe communément appelé « laro-limicoles », à savoir dans le cadre de ce projet les sternes (caugek, pierregarin), la Guifette noire et les mouettes (notamment mélanocéphale et pygmée),
- le Fou de Bassan,
- les plongeurs et alcidés (Pingouin torda),
- les labbes (Grand labbe, Labbe parasite, Labbe pomarin),
- les migrants terrestres, et notamment les rapaces.

Toutefois, les effectifs concernés par le projet sont très variables selon les espèces citées.

3.5.2.3. Analyse spatio-temporelle

Migration

La migration prénuptiale s'observe dès le mois de février sur l'aire d'étude, et s'étend jusqu'en mai. La migration postnuptiale est observée de juillet à novembre. Elles concernent à la fois des espèces marines qui migrent selon un axe est/ouest au large, et des espèces terrestres qui migrent selon un axe nord-est/sud-ouest.

Les espèces marines principalement observées en migration sont la Mouette pygmée, la Mouette mélanocéphale, et les Sternes caugek et pierregarin. D'autres espèces ont été contactées en effectifs plus faibles ou sont connues pour migrer en mer au large des côtes camarguaises : Grand cormoran, plongeurs, grèbes, macreuses, Eider à duvet, Petit pingouin, Macareux moine, Fou de Bassan, Mouette tridactyle et rieuse, Goélands railleur, brun et d'Audouin, Sterne caspienne, Guifette noire, Grand labbe, Labbes parasite et pomarin. Les effectifs de ces migrants restent toutefois faibles, à l'exception de quelques événements rares où des mouvements importants peuvent être notés.

Les espèces terrestres migrent sur un front large en direction du nord-est au cours de la migration prénuptiale, et vers le sud-ouest et l'ouest en migration postnuptiale. De nombreuses espèces sont connues pour migrer en mer (oiseaux d'eau, passereaux, rapaces), mais aucune donnée bibliographique quantitative n'est disponible. Les observations réalisées depuis le bateau confirment ce phénomène de migration d'oiseaux terrestres en mer, qui avait par ailleurs été mis en évidence par le radar déployé au niveau de la plage Napoléon lors de l'étude pour le projet MISTRAL. Ces données radar ont montré que la migration des



espèces terrestres a majoritairement lieu la nuit, selon un front large, sans couloir marqué. La zone d'implantation est ainsi concernée par ces mouvements migratoires diffus, principalement nocturnes.

Reproduction

En période de nidification, les espèces majoritaires sur l'aire d'étude sont le Goéland leucophée, le Puffin yelkouan, le Puffin de Scopoli, la Sterne caugek et la Sterne pierregarin.

Pour les laridés/sternidés, et notamment le Goéland leucophée, l'activité des oiseaux suit un rythme bien défini : décollage depuis les sites de nidification dès le lever du jour, recherche alimentaire en mer conditionnée par la présence de chalutiers (Goéland leucophée), allers-retours vers les sites de nidification pour le nourrissage des jeunes, puis retour aux colonies en fin de journée

Les puffins présentent une activité plus complexe en période de reproduction, avec des recherches alimentaires qui peuvent durer plusieurs jours et cumuler plusieurs centaines de kilomètres en mer. Ils utilisent le secteur de la zone d'implantation comme zone d'alimentation, repos, et déplacement entre les colonies situées à l'est et le Golfe du Lion.

Hivernage

Les espèces hivernantes majoritaires sur l'aire d'étude sont le Goéland leucophée, le Puffin yelkouan, la Mouette mélanocéphale, la Sterne caugek et la Mouette pygmée.

Les autres espèces sont observées en effectifs faibles ou se cantonnent près des côtes. La zone d'implantation ne semble pas concentrer d'activité particulière en période hivernale.

3.5.3. Synthèse des enjeux avifaunistiques

Dans ce cadre du volet faune/flore/milieus naturels des études réglementaires, le terme d'«enjeu» correspond à un enjeu de conservation du patrimoine naturel, ie ce que les milieux naturels et les espèces «ont à perdre » sur l'aire d'étude.

Les niveaux d'enjeu sont définis à partir de 4 critères :

- Niveau de patrimonialité de l'espèce (issu des listes rouges),
- Utilisation de l'aire d'étude par l'espèce (présence régulière ou occasionnelle, transit / alimentation / repos, reproduction / migration / hivernage),
- Représentativité de la population utilisant l'aire d'étude (effectifs concernés),
- Viabilité de la population utilisant l'aire d'étude (état de conservation, connexions, succès de reproduction).

Espèce ou groupe d'espèce	Commentaire	Enjeu
Puffins	Espèces très patrimoniales, présentes régulièrement (au moins pour le Puffin yelkouan) sur la zone d'implantation en effectifs parfois importants	Fort
Océanite tempête	Espèce très patrimoniale, mais peu observée	Moyen
Goélands	Goéland leucophaea non patrimonial, les autres espèces sont rares	Faible
Sternes (caugek et pierregarin)	Espèce patrimoniales, nicheuses à proximité, présentes sur la zone d'implantation, temporairement pour la Sterne pierregarin, mais toute l'année pour la Sterne caugek	Moyen
Mouettes (mélancéphale et pygmée)	Espèces patrimoniales, présentes sur la zone d'implantation, temporairement	Moyen
Fou de Bassan	Espèce patrimoniale (surtout en reproduction), mais effectif réduit, et faible utilisation de la zone d'implantation	Moyen
Labbes	Espèces uniquement migratrices, présentes en effectifs faibles	Faible
Anatidés marins (macreuses, eiders), plongeurs, harles	Espèces uniquement hivernantes, présentes en effectif faible et près de la côte	Faible
Alcidés (Pingouin torda, Macareux moine)	Espèces non nicheuses, présentes en effectif faible	Faible
Migrateurs terrestres (oiseaux d'eau, passereaux, rapaces)	Groupes contenant des espèces patrimoniales, effectif important migrant au-dessus de la zone d'implantation, temporaire (périodes de migration)	Moyen

Tableau 33 : Synthèse des enjeux avifaunistiques (Source : Biotope, 2017)

3.6. Continuités écologiques

L'aire d'étude se situe au niveau de la zone de transition entre le Golfe du Lion et ses côtes sableuses à l'Ouest, et les côtes rocheuses à l'Est, délimitées par l'embouchure du Rhône et le Golfe de Fos-sur-Mer.

Certaines espèces sont ainsi moins observées sur l'aire d'étude que dans le reste du Golfe du Lion, comme le Puffin des Baléares, la Mouette tridactyle ou le Labbe pomarin. D'autres sont au contraire plus observées à l'est, comme le Puffin cendré, ou certains hivernants rares qui se concentrent à l'embouchure du Rhône, comme les macreuses ou le Plongeur catmarin.

De nombreux déplacements d'oiseaux marins ont lieu entre ces deux grandes entités, le long d'un axe Est/Ouest (notamment en migration).

Le Rhône assure par ailleurs une connexion entre l'espace marin et l'espace terrestre, puisqu'il canalise une partie importante de la migration de l'avifaune, la vallée du Rhône étant un couloir de migration majeur à l'échelle nationale et européenne.

PARTIE TERRESTRE

Les Theys de Port-Saint-Louis-du-Rhône font partie intégrante du delta du Rhône et constituent un prolongement de la Camargue, bien qu'étant situés à l'est de l'embouchure du Grand Rhône. Cet espace naturel est une zone d'interface entre les influences de la mer, de la terre et du fleuve.

Situé au sud de la zone d'activité de Port-Saint-Louis-du-Rhône, le site d'étude apparaît comme un paysage littoral encore sauvage. Il présente des spécificités écologiques (marais salants, lagunes) et patrimoniales remarquables. Le site est couvert dans sa majeure partie par des zones humides comportant de l'eau douce ou de l'eau saumâtre. Ces milieux sont autant de lieux de repos, d'alimentation ou de reproduction pour de nombreux oiseaux et notamment pour bon nombre d'espèces aquatiques. Enfin, le site se distingue par une flore originale dont les conditions de conservation sont relativement bonnes.

Le projet, dans sa composante terrestre, concerne toutefois des secteurs pour la plupart déjà urbanisés et/ou bétonnés (piste cyclable bordant la route Napoléon, routes, zones d'activité, chemins...) présentant un caractère artificialisé.

Des inventaires naturalistes ont été menés afin de cartographier les habitats naturels et les espèces patrimoniales de la zone d'étude terrestre (observations terrain, potentialités d'accueil...) et d'identifier les enjeux associés.

Ces expertises des milieux naturels (faune, flore et habitats naturels) ont été réalisées par les bureaux d'études Biotope²² entre mai 2011 et septembre 2012, par BRLi²³ en juillet 2013 et enfin par Naturalia en 2016-2017²⁴. La zone d'étude a été centrée sur le tracé prévisionnel du câble de raccordement depuis le site d'atterrissage sur la plage Napoléon jusqu'au point de raccordement au poste de livraison électrique.

Les résultats des dernières expertises sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

3.7.Habitats naturels et flore

3.7.1.Approche globale de la végétation de la zone d'étude

Le tracé traverse diverses entités paysagères emblématiques du littoral Quaternaire de Camargue établies entre 0 et 3 mètres d'altitude (plage, dune, baie estuarienne, marais salés...). Cependant le fuseau d'étude

²² Biotope, août 2011. Inventaires faunistiques et floristiques pour le raccordement du site d'essai pour éoliennes flottantes de Fos-sur-Mer ; Biotope, octobre 2011. Inventaires faunistiques et floristiques pour le raccordement du site d'essai pour éoliennes flottantes de Fos-sur-Mer - Mise à jour des inventaires floristiques réalisés sur la zone des Theys de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

²³ BRLi, juillet 2013. Inventaires faunistiques et floristiques pour la portion du nouveau tracé de raccordement du site d'essai pour éoliennes flottantes de Fos-sur-Mer.

²⁴ Naturalia, avril 2017. Projet de parc éolien flottant au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône ; Raccordement de ligne au poste électrique. Compléments au volet naturel d'étude d'impact. Ref : PA170215-ABN1.

s'inscrit globalement sur des axes importants de fréquentation humaine où les habitats et végétations associés à ces entités témoignent souvent d'un mauvais état de conservation et d'une faible typicité.

Le tracé débute en zone continentale sur la plage Napoléon où il recoupe différents ensembles sédimentaires d'intérêt communautaire essentiellement peuplés par une faune hypogée. Ces replats sableux et boueux sont très largement perturbés par le roulement et le stationnement de véhicules à moteur. Les formations de sables éolisés et leurs peuplements floristiques associés, d'intérêt communautaire, bordent ensuite le parking principal et le commencement de la route. Bien que ces milieux se révèlent mal conservés et témoignent encore de perturbations entretenues notamment par la fréquentation piétonne, leurs originalités et leurs intérêts écologiques sont maintenus.



Figure 101 : Complexe sédimentaire de la plage Napoléon (© T. Croze-Nauralia)

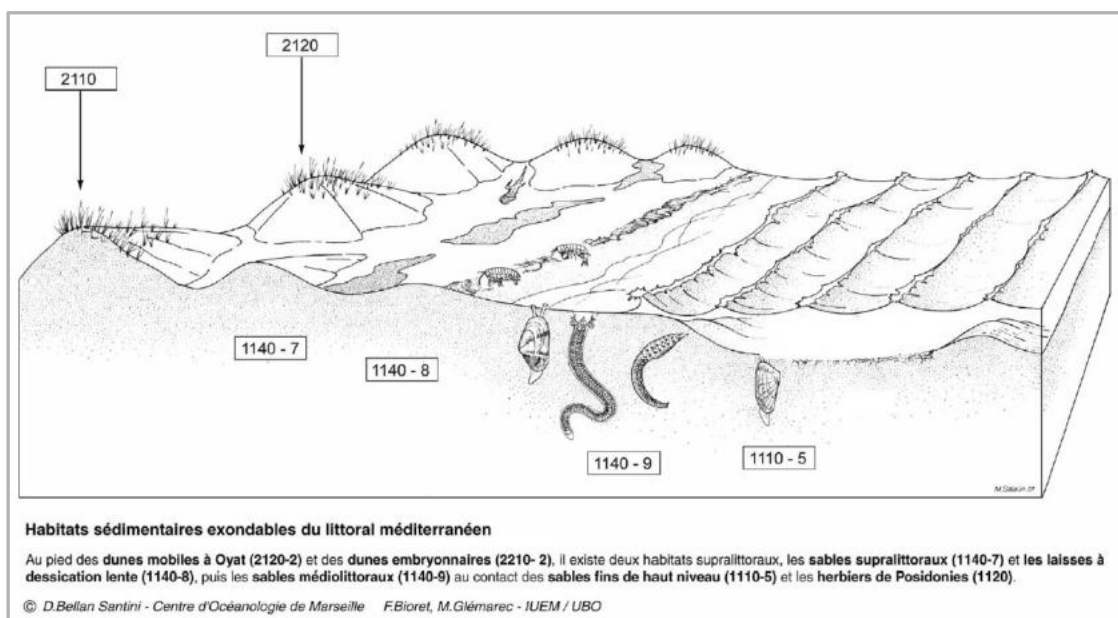


Figure 102 : Habitats sédimentaires exondables du littoral méditerranéen (Source : Cahier des habitats, modifié)

Le tracé se positionne ensuite sur la route menant au village et plus précisément sur la bande Est de l'infrastructure. Cet axe routier débordant l'arrière plage traverse le complexe sédimentaire fluvio-lacustre d'intérêt communautaire où l'on rencontre en bordure les sédiments et peuplements submergés des baies peu profondes, les faciès plus contrastés de lagunes, mais aussi des ensembles terrestres de près et fourrés vivaces salés à juncs et salicornes incluant localement des tonsures annuelles des vases exondées. Des fourrés de tamarix existent régulièrement en marge de la route, soulignant en outre le linéament de

dépressions en eaux. Au contact étroit de la bande de roulement (sur les matériaux allochtones) s'expriment originalement, sous l'influence encore marquée du sel, de petites communautés subhalophiles à *Sagina maritima*, *Hornungia procumbens* et *Spergularia* spp., considérées en contexte naturel comme d'intérêt communautaire (1310).



Figure 103 : Vues sur quelques marges de l'axe routier (© T. Croze-Naturalia)

Suivant toujours l'axe routier, le tracé pénètre ensuite l'espace périurbain de Port-Saint-Louis dans le secteur du Mazet où l'emprise humaine s'intensifie. Bien que les bas-côtés de la route soient peuplés par des formations végétales secondaires à caractère rudéral marqué, les peuplements attendant se révèlent localement intéressant avec des fourrés de tamarix temporairement ennoyés et parfois âgés, des gazons amphibies halo-nitrophiles à *Crypsis aculeata*, des steppes à *Limonium bellidifolium*...





Figure 104 : Fourrés à salicorne, prés salés et gazons amphibies, steppes à saladelle attenants à l'axe routier dans le secteur du Mazet et friches aux abords immédiats de la voirie (© T.Croze-Naturalia)

Le tracé traverse ensuite le secteur du Canal Saint-Louis où les milieux ont été très profondément altérés par les activités humaines toujours plus ou moins en activité. Les cortèges y sont appauvris et représentés par des éléments floristiques ubiquistes témoignant des bouleversements des sols.

Succède le secteur du Faubourg Hardon où l'on rencontre des friches post-industrielles parmi lesquelles s'expriment des formations rudérales, des fourrés de ronces, des bosquets de peupliers et de figuiers, des prairies vivaces de cicatrisations ponctuées par des espèces exotiques envahissantes. Des surfaces importantes de terrains nus, bétonnés ou de graviers existent encore dans cet ensemble péri-urbain.



Figure 105 : Traversées des friches et zones rudérales du Faubourg Hardon (© T.Croze-Naturalia)

Le tracé se poursuit vers le nord en direction du carrefour Garrouyas. Il recoupe alors un ensemble de zones humides comprenant de vastes sansouïres ou mosaïque de prés et fourrés salés vivaces à joncs et salicornes, des canaux eutrophes et des lambeaux de steppes salées bordées localement par des cordons boisés de peupliers noirs ou tamarix. Des fourrés à Arroche marine s'expriment localement. Une partie des sansouïres sous soumises à du pâturage intensif. Cette ensemble est traversé par un réseau de canaux , pistes et voie ferrée et présente une naturalité importante.



Figure 106 : Vues sur les steppes salées à Salabelle de Provence, les fourrés à Arroche marine, les fourrés halophiles à Salicorne, les pistes et roubines sillonnant le secteur (© T.Croze-Naturalia)

A l'extrémité nord, le tracé trouve son point de raliement sur une plateforme bordée par une roubine dont les marges sont peuplées par de maigres lambeaux de salicornes et liserés à *Limonium cuspidatum*. Hormis cet aspect, les milieux restent fortement dégradés et soulignés par des cortèges d'espèces plantées ou rudérales. Les abords de la route permettant d'accéder à cet espace sont eux aussi représentés par des cortèges de friches, mais l'on retrouvera en position connexe des assemblages plus naturels où tamaris et steppes salées se côtoient.



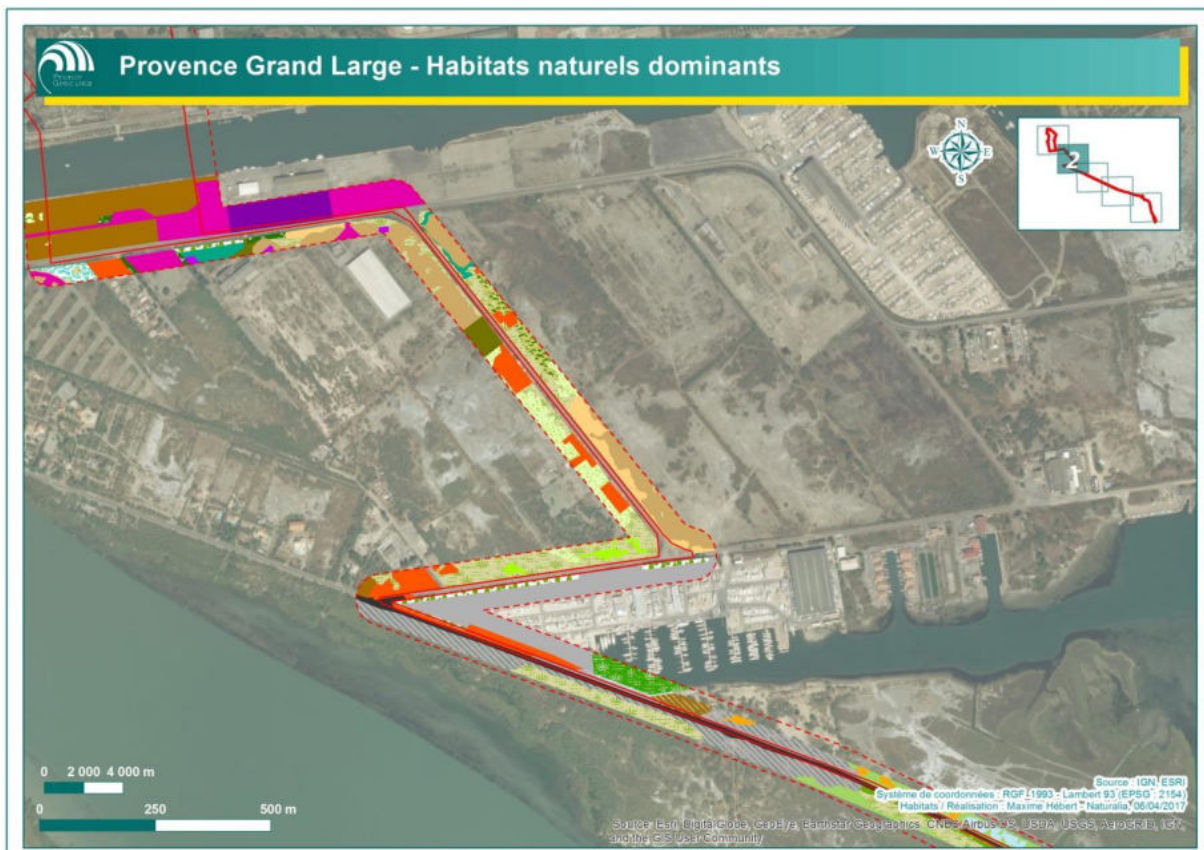
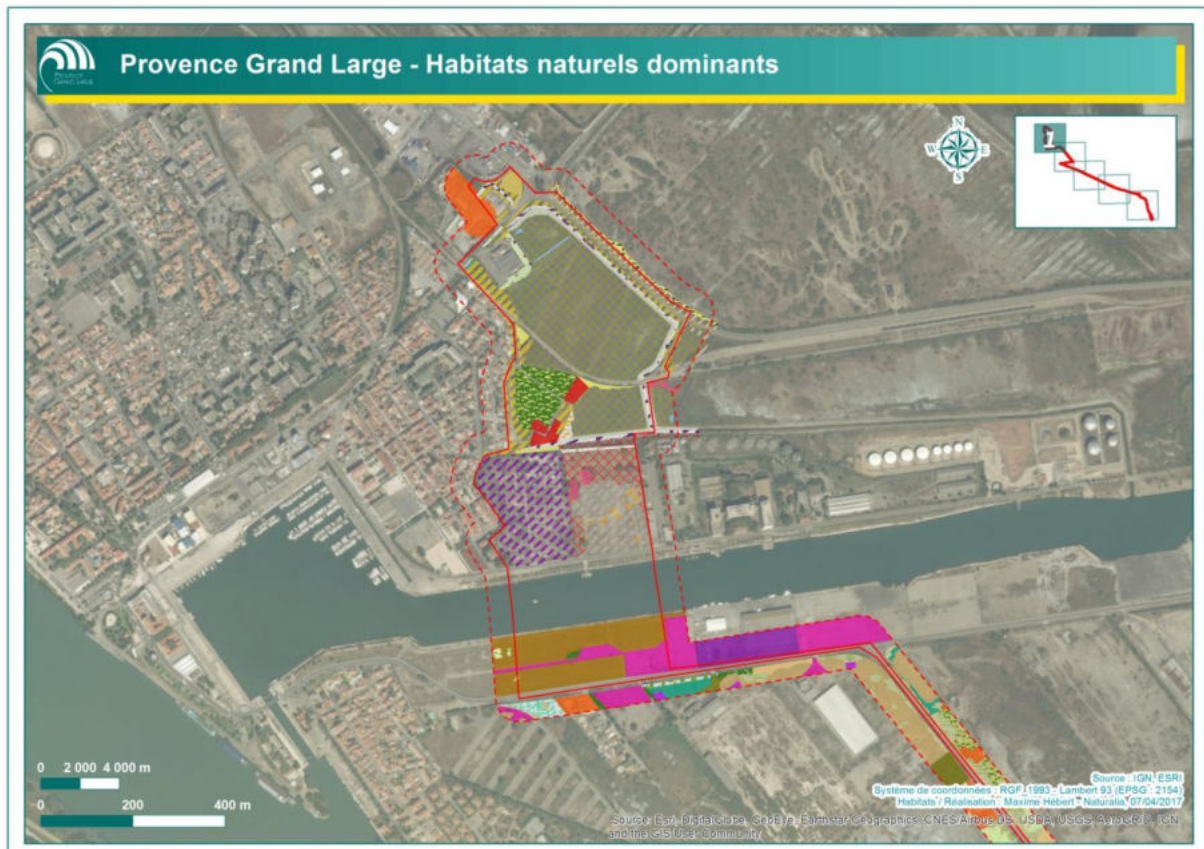
Figure 107 : Plateforme de raliement bordée par une roubine et route d'accès (© T.Croze-Naturalia)

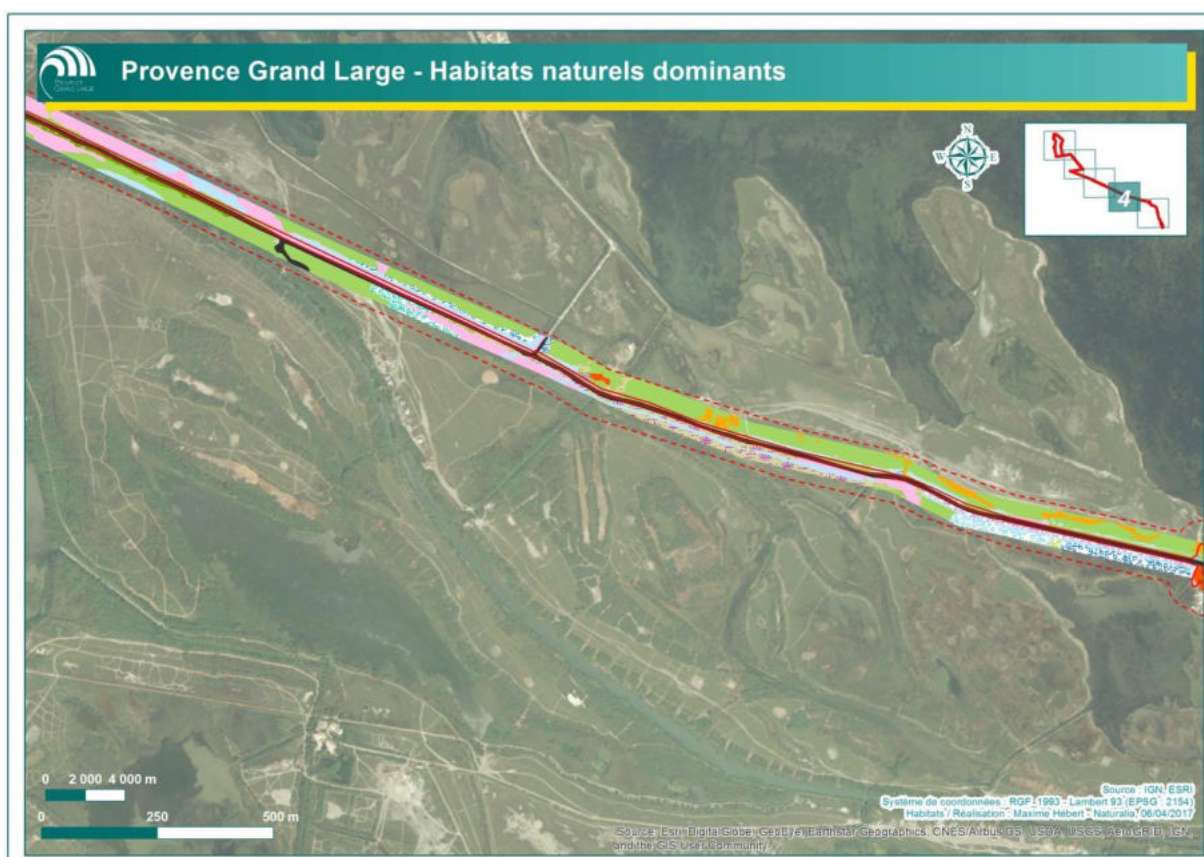
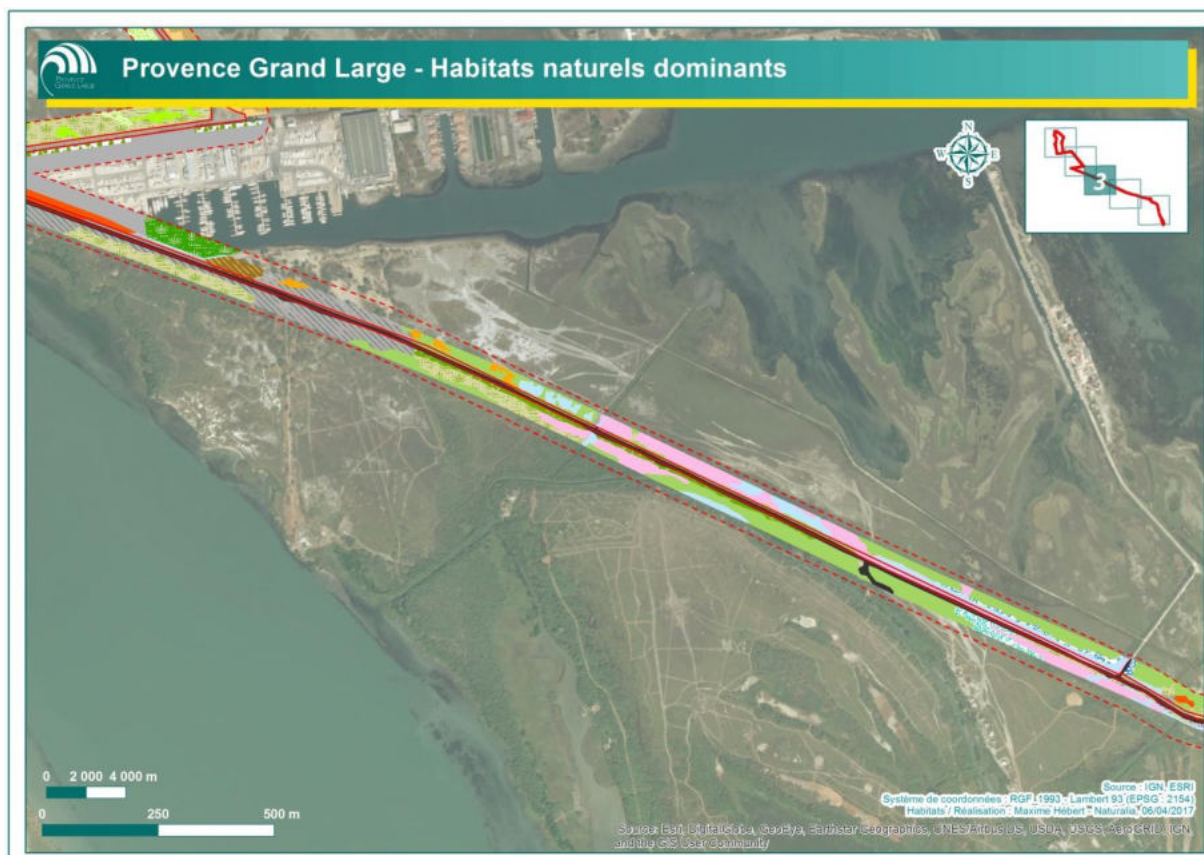
3.7.2. Habitats naturels recensés lors des prospections de terrain

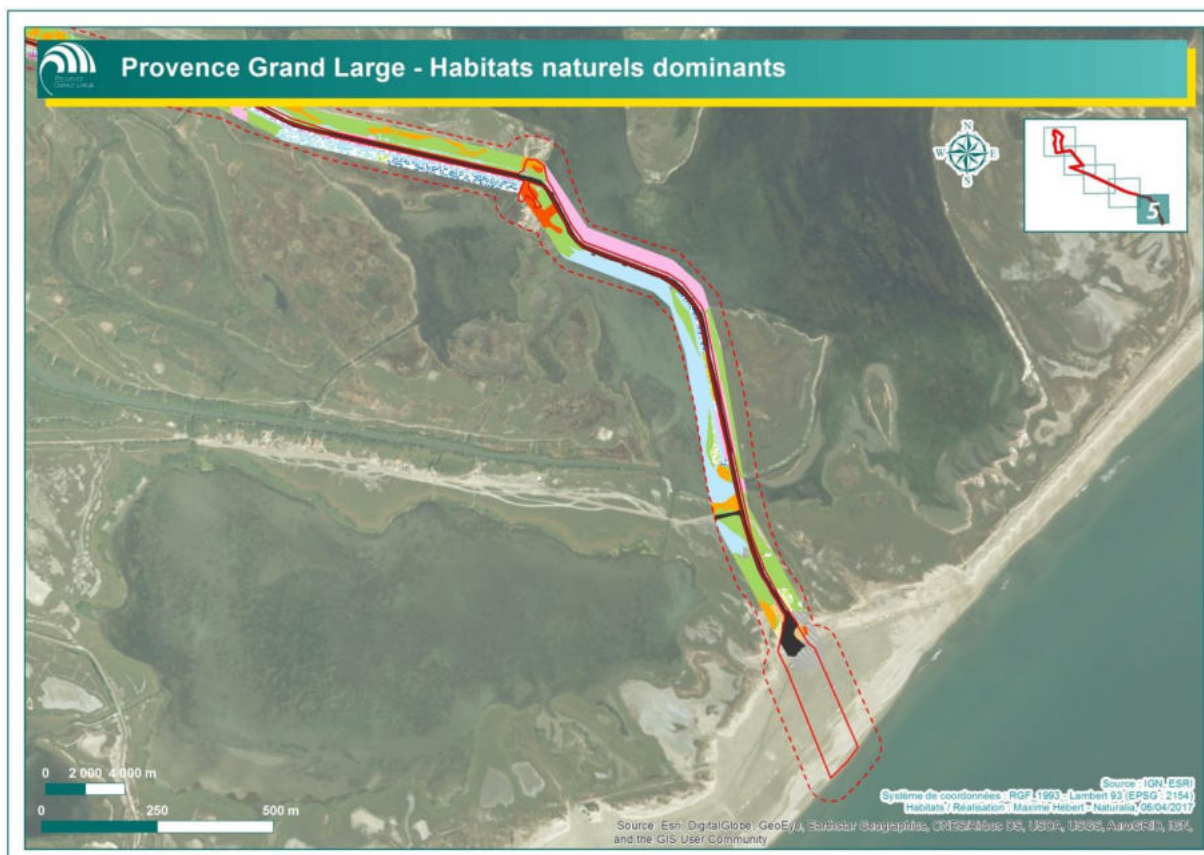
Les quatre cartes suivantes montrent la répartition fine des habitats le long du futur tracé du câble d'export terrestre et au niveau du poste de transformation. Cette carte inclut les habitats naturels et les zones anthropisées.



Carte 17 : Habitats naturels de la zone d'étude (Source : Naturalia, 2017)







Les différents habitats naturels identifiés sur la zone d'étude sont les présentés dans les paragraphes suivants :

- **Fourrés des marais salés méditerranéens**

Cet habitat est bien représenté sur le tracé d'étude. Communément appelés sansouires, ces fourrés largement dominés par des salicornes buissonnantes vivaces (*Sarcocornia fruticosa*) couvrent sur le site de vastes étendues salées pouvant former des peuplements très homogènes et presque mono-spécifiques, temporairement inondés. Sur les parties les plus hautes, principalement les talus en bord de chemins, s'établissent des groupements de Soude vraie (*Suaeda vera*) et d'Inule crithmoïde (*Inula crithmoïdes*). La typicité floristique de ces fourrés est bonne et abrite les espèces indicatrices suivantes : *Halimione portulacoides*, *Limonium narbonense*, *Elytrigia atherica* et *Puccinellia festuciformis*.



Figure 108 : De gauche à droite : Fourrés des marais salés méditerranéens, végétation pionnière à salicornes annuelles et steppe salée méditerranéenne (© Biotope)

- **Végétation pionnière à salicornes annuelles**

Cet habitat très ponctuel a été rencontré en une seule localité, au sud du tracé.

Les communautés dominées par les salicornes annuelles (*Salicornia gpe europaea*) s'expriment en bord d'étangs saumâtres et au sein des dépressions humides, sur substrat asséché marqué d'efflorescences salines. Ces milieux sont trop longtemps inondés pour permettre le développement des salicornes vivaces. Elles constituent les premières ceintures de végétations sur vases salées.

La diversité floristique est très limitée, en peuplements presque purs. Cependant, cet habitat peut potentiellement abriter des espèces patrimoniales et protégées en région PACA, tels que *Cressa cretica* et *Crypsis aculeata*, qui sont associées aux zones saumâtres dénudées avec des remontées de sel et qui s'assèchent en été. En raison de ces caractéristiques, ces espèces ont un développement très tardif, vers la fin de l'été. Il est à noter que ces taxons ne sont toutefois pas connus sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, selon la base de données SILENE du CBNMed. Cette communauté végétale présente un caractère éphémère, tributaire de l'assèchement des vases.

- **Steppe salée méditerranéenne**

Classé parmi les habitats d'intérêt communautaire prioritaire, cet habitat est très ponctuel, rencontré en une seule localité au sud du tracé. Il se caractérise par un milieu légèrement dépressionnaire sur substrat sablonneux, peu inondé et plus ou moins salé. La communauté végétale est formée de belles colonies omniprésentes de saladelles (*Limonium bellidifolium* et *Limonium virgatum*), assorties d'un tapis de *Parapholis filiformis*.

- **Prés salés méditerranéens**

Cet habitat est bien représenté au niveau du tracé terrestre. Cette végétation herbacée de type prairial, située dans des dépressions périodiquement inondées, est dominée par des joncs, principalement *Juncus maritimus* et *J. acutus*. Ils forment des peuplements denses, et se retrouvent sous forme de franges peu épaisses en bordure des étangs et des canaux, ou bien sur de larges étendues. Ces peuplements assurent la transition vers les fourrés à salicornes vivaces. A l'instar des fourrés des marais salés, ils apparaissent pauvres floristiquement.

Sur le secteur d'étude prospecté par BRLi, cet habitat est souvent associé aux roselières, dans la zone du Mazet.



Figure 109 : Gauche et milieu : Prés salés méditerranéens (© Biotope, BRLi) ; droite : roselières (© Biotope)

- **Roselières**

Bien représentées sur le tracé terrestre, les roselières à *Phragmites australis* s'établissent dans les milieux alimentés par des eaux faiblement saumâtres, sous forme de peuplements herbacés très hauts.

Les grands types d'habitats naturels décrits ci-dessus, à végétation aquatique émergente, sont régulièrement rencontrés en mélange ou organisés en mosaïque d'habitats. Le degré de mélange est induit par les variations de la topographie du site.

- **Bosquet à Tamaris**

Cet habitat est rencontré fréquemment sur les terrains remaniés et le long de la route. Sur les franges des marais, le Tamaris de France (*Tamarix gallica*) forme des peuplements arborés lâches. En revanche, en bordure des canaux, il forme des fourrés denses distribués sous forme de linéaires qui s'étagent sur des jonchaies et/ou des roselières.

En bordure des canaux, des roselières et dans les haies des parcelles de la Zone du Mazet, ce Tamaris forme des bosquets plus ou moins denses. Il est aussi fréquent en bordure de route et dans les terrains vagues.

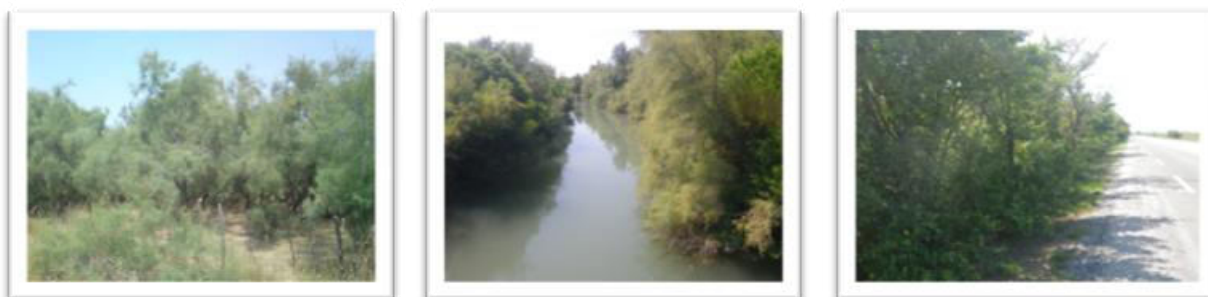


Figure 110 : Gauche et milieu : bosquet à Tamaris ; droite : boisement d'orme riverain (© BRLi et Biotope)

- **Boisement d'Orme riverain**

Rencontrés localement en bord de route au sud du port de plaisance, les tamaris sont en partie relayés par l'Orme (*Ulmus minor*) aux endroits où les inondations sont peu fréquentes en raison d'une élévation du sol plus importante. Une humidité relative s'y maintient en toutes saisons, avec des apports d'eau douce sporadiques.

- **Herbiers des eaux saumâtres à Ruppia**

Ils sont régulièrement distribués sur la zone d'étude, au sein de l'ensemble du réseau aquatique (bien que certains étangs ou mares soient dépourvus de végétation aquatique). Les 2 espèces de ruppia connues dans le secteur (*Ruppia maritima* et *R. cirrhosa*) sont difficilement identifiables en dehors de leur période de

floraison. Toutes les deux sont des hydrophytes vivaces immergées qui forment des herbiers denses dans des eaux saumâtres peu profondes. Des herbiers ont été mis en évidence dans plusieurs mares et canaux au sein de la zone d'étude.



Figure 111 : Herbiers des eaux saumâtres à *Ruppia* (© Biotope)

- **Fourrés halophiles méditerranéens**

Ce sont des formations basses, broussailleuses, caractéristiques des sansouires, étendues salées temporairement inondées, des côtes méditerranéennes.

Cet habitat est composé d'une végétation au recouvrement important, dominée floristiquement par des espèces crassuléscentes des marais salés (*Sarcocornia fruticosa*, *Suaeda vera*), des joncs (*Juncus acutus*) et l'Obione faux-pourpier *Halimione portulacoides*. Il présente des espèces transgressives des formations végétales des marais et prés salés, comme *Inula crithmoides*, ainsi qu'une flore à caractère rupicole des milieux salés (*Salsola kali*). Ce sont des peuplements très homogènes, avec une diversité floristique peu élevée.

Cet habitat peut comporter des espèces à forte valeur patrimoniale, comme la Limoniastre monopétale (*Limoniastrum monopetalum*), inscrite au Livre rouge de la flore menacée de France. Sur la zone d'étude, on y retrouve de nombreuses espèces de Limonium dont deux sont protégées nationalement (*Limonium cuspidatum* et *Limonium girardianum*). Ces fourrés ont également une valeur écologique et biologique de part leurs fonctions de zone de reproduction et d'alimentation pour certains oiseaux.

On retrouve cet habitat naturel aux abords des canaux, le long de la route qui mène au rond point de Garrouyas. Cet habitat est également présent en contrebas de la route menant au poste de transformation.



Figure 112 : A gauche : fourrés halophiles méditerranéens ; à droite : haie de Thuyas (© BRLi)

- **Haie de Thuyas**

Sur tout le pourtour du Port Napoléon, on peut observer une haie de Thuyas. Cette haie est en partie relayée (au niveau de l'entrée du Port à sec) par des plantations ornementales constituées de laurier rose et d'herbe de la Pampa.

- **Dunes mobiles embryonnaires**

Cette formation caractérise la zone de contact plage-dune et s'inscrit dans la zone d'édification de la dune proprement dite. Elle est colonisée par l'association à *Elytrigia juncea* et abrite une flore spécialisée, composée d'espèces psammophiles (c'est-à-dire liées au substrat sableux). Plusieurs espèces compagnes à cette association ont été relevées : *Euphorbia paralias*, *Polygonum maritimum*, et plus ponctuellement *Ammophila arenaria* et *Cakile maritima*.

La sur-fréquentation et l'aménagement de la plage (parking, poubelles, poste de secours) ont fortement contribué à la dégradation de cette formation initiale de dune, ce qui a favorisé le développement de tout un cortège de plantes rudérales.



Figure 113 : Dune embryonnaire (© Biotope)

- **Terrains rudéraux et friches : accotements, enrochements, terrains vagues**

Une végétation nitrophile des milieux secondaires de type herbacée couvre les abords immédiats de la route Napoléon sur une largeur de près d'un mètre de part et d'autre de la chaussée. Le sol tassé et remanié des accotements est colonisé par des espèces à large plasticité écologique et très répandues en région méditerranéenne (*Avena barbata*, *Picris echioides* et *P. hieracioides*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium angustifolium*, *Sisylx atrovirens*, *Cynodon dactylon*). La couverture végétale est variable mais globalement réduite.

Pour consolider la route, des enrochements ont été construits sur lesquels s'exprime une flore à caractère rupicole des milieux salés (*Salsola kali*, *Crithmum maritimum*, *Glaucium flavum*) et des espèces transgressives des formations végétales voisines des marais et prés salés (*Inula crithmoides*, *Sarcocornia fruticosa*, *Juncus maritimus*).



Figure 114 : Terrains rudéraux et friches (© BRLi et Biotope)

Au sud du port de plaisance, une végétation composite s'est installée sur des terrains artificialisés (milieux anciennement remaniés). Elle est caractérisée par des espèces de friches et de terrains rudéraux, mêlées à des plantes généralement associées aux dunes (*Euphorbia paralias*, *Elytrigia juncea*). Le cortège floristique très appauvri rend compte d'un état de conservation et d'une typicité très réduits, ce qui rend difficile le rattachement à l'habitat originel des dunes mobiles. A ce groupement herbacé s'ajoutent des bosquets de Tamaris et de ronciers. La présence d'un contingent d'espèces exotiques témoignent du caractère anthropique et remanié du milieu (*Conyza* spp., Herbe de la Pampa, Onagre...).

Sur le secteur du tracé prospecté par BRLi, une végétation de type herbacée couvre également les abords immédiats des routes et des chemins mais sur une largeur comprise entre 4 et 10 m. Cette végétation est souvent fauchée. Elle s'est aussi installée sur les terrains artificialisés (terrains vagues, site Shell, de part et d'autre de la route menant au poste de transformation au sein de la ZAC Maleborge). On retrouve des espèces ubiquistes, communes et répandues, à large plasticité écologique (*Avena barbata*, *Bituminaria bituminosa*, *Sisylx atropurpurea*, *Daucus carotta*, *Disttrichia viscosa*, *Cynodon dactylon*, *Lagurus ovatus*, *Medicago sativa*) et quelques espèces exotiques envahissantes, comme *Cortaderia selloana* et *Conyza* spp. Cette végétation est souvent associée à des bosquets de Tamaris, de Peupliers et de Cyprès, ainsi qu'à des haies de Thuja.

Près des ranchs, on peut observer des plantations ornementales (*Gazania* spp, *Mirabilis jalapa*, *Nerium oleander*).

Ce cortège floristique a une typicité pauvre et rend compte d'un état de conservation réduit.

La majorité des habitats mis en évidence aux abords immédiats des zones anthropisées ont une faible valeur écologique. Cependant, au-delà de 1-1,5 m de distance de la route Napoléon, de nombreux habitats naturels (fourrés, steppes, prés salés, roselières) relativement bien conservés ont été observés. Des habitats naturels intéressants sont également présents entre le terrain Shell et le carrefour Garrouyas.

3.7.2.1. Bilan des enjeux pour les habitats naturels

Intitulé habitat	Code Corine Biotope	Code EUR. 28	Zone humide (Arrêté 2008) ¹	Enjeu régional	Enjeu sur site
Bancs de sables fins infralittoraux à faible couverture permanente d'eau marine	11.22	1110		Assez fort	Modéré A l'extrémité sud du tracé, peu représentés
Replats boueux ou sableux supra- et médiolittoraux exondés à marée basse	14	1140 (7-8-9)		Assez fort	Modéré A l'extrémité sud du tracé, peu représentés et mal conservés (tassement)
Lagunes côtières méditerranéennes	21 x 11.4	1150*	H.	Très fort	Fort Entre le They de la Tartane et les Cabanes du Levant, typicité moyenne
Baies peu profondes	12	1160		Fort	
Végétations annuelles des laisses de mer	17.2	1210		Assez fort	Modéré A l'extrémité sud du tracé, peu représentés, peu typiques et mal conservés (surfréquentation)
Fourrés halo-nitrophiles à Arroche marine	15.72	1430		Assez fort	Assez fort Localisé au nord du Faubourg Hardon en marge de sansouïre Assez fort A l'extrémité sud du tracé, peu représentés, peu typique et mal conservés (sur fréquentation) ; ponctuellement au sud du Mazet
Dunes embryonnaires et dunes blanches	16.21	2110 2120		Fort	
Végétations annuelles des vases salées	15.11	1310	H.	Assez fort	Assez fort Ponctuellement dans les dépressions temporairement inondées des sansouïres
Prés salés	15.51	1410	H.	Assez fort	Assez fort En marge de la baie, des dépressions humides et en bordure des fourrés salés, réguliers et bien représentés
Fourrés salés	15.61	1420	H.	Fort	Fort Peuplements étendus, bien représentés, typiques et bien conservés
Steppes salées méditerranéennes	15.8	1510*	P.	Très fort	Fort Souvent en situation secondaire, parfois typiques et bien conservées
Roselières	53.111	-	H.	Modéré	Modéré Ponctuellement en bordure de la lagune et des roubines

¹ En ce qui concerne les habitats, figurent dans l'arrêté national les mentions H ou p. La mention « H » signifie que cet habitat, ainsi que, le cas échéant, tous les habitats des niveaux hiérarchiques inférieurs en termes de phytosociologie, sont caractéristiques de zones humides. Ils apparaissent alors dans le tableau ci-dessus comme zone humide « avérée ».

Pour les autres habitats, notés « p » (*pro parte*), deux cas de figure se présentent : soit l'intitulé de l'habitat regroupe des ensembles pour partie humides, pour partie non humides, mais bien distinguables, soit cela concerne des habitats dont l'amplitude écologique va du sec à l'humide. Pour les habitats « pro parte », il n'est pas possible, à partir du niveau de précision de l'arrêté, de conclure sur la nature humide de la zone.

Tableau 34 : Synthèse des enjeux identifiés pour les habitats naturels terrestres (Source : Naturalia, 2017)

3.7.3. Flore

3.7.3.1. Généralités sur la flore

Le territoire communal de Port-Saint-Louis-du-Rhône accueille une flore patrimoniale particulièrement riche et caractéristique de la frange littorale du delta du Rhône. Ainsi, l'état de l'art des connaissances sur la flore communale dresse le bilan de plus d'une trentaine d'espèces végétales protégées et une vingtaine d'autres taxons patrimoniaux dont la présence est avérée.

Espèce	Statut / Patrimonialité	Source	Enjeu régional	Validité de la donnée
<i>Althenia filiformis</i> Petit, 1829	Vulnérable / Rare et endémique franco-italienne	Naturalia, 2014	Fort	Avérée sur le territoire communal (Caban, Relais)
<i>Anacamptis coriophora</i> subsp. <i>fragrans</i> (Pollini) R.M.Bateman, Pridgeon & Chase, 1997	PN	Naturalia, 2014	Assez fort	Avérée sur le territoire communal (Mazet)
<i>Anacamptis palustris</i> (Jacq.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, 1997	PR / Vulnérable	SILENE, 1970	Fort	Potentielle, non revue sur le territoire communal depuis 1970 et connue à proximité (Tonkin).
<i>Asparagus maritimus</i> (L.) Mill., 1768	PR	Naturalia, 2014	Assez fort	Avérée sur le territoire communal au Nord-Est (RD 268)
<i>Avellinia michelii</i> (Savi) Parl., 1842	Assez rare en PACA	Naturalia, 2014	Modéré	Avérée sur le territoire communal (Caban, Relais)
<i>Bellis annua</i> L., 1753	Assez rare en PACA	SILENE, 2012	Modéré	Avérée sur le territoire communal (Relais)
<i>Bupleurum semicompositum</i> L., 1756	Assez rare en PACA	Naturalia, 2014	Modéré	Avérée, Nord-Est de la commune (RD 268)
<i>Callitriche lenisulca</i> Clavaud, 1890	Très rare en PACA	SILENE, 2008	Assez fort	Potentielle, connue sur la commune de Fos-sur-Mer
<i>Callitriche truncata</i> Guss., 1826	Très rare en PACA	SILENE, 2015	Fort	Potentielle, connue sur la commune d'Arles (Mas des Bannes)
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) Roem. & Schult., 1819	PR	SILENE, 2012	Fort	Avérée sur le territoire communal (They de Roustan)
<i>Carex pseudocyperus</i> L., 1753	PR	SILENE, 1974	Modéré	Potentielle non revue sur la commune depuis 1974 mais présente à proximité (Fos)
<i>Catapodium hemipoa</i> (Delile ex Spreng.) Laínz, 1966	Vulnérable (PACA)	Naturalia, 2014	Modéré	Avérée sur le territoire communal (Caban)
<i>Cerastium siculum</i> Guss., 1832	PR	Naturalia, 2016	Fort	Avérée sur le territoire communal
<i>Ceratonia siliqua</i> L., 1753	PN	SILENE, 2011	Assez fort	Avérée sur le territoire communal

Espèce	Statut / Patrimonialité	Source	Enjeu régional	Validité de la donnée
<i>Cochlearia glastifolia</i> L., 1753	PR	SILENE, 2009	Fort	Potentielle, connue sur la commune de Fos-sur-Mer
<i>Convolvulus lineatus</i> L., 1759	PR	SILENE, 2012	Modéré	Avérée sur le territoire communal (Nord-Est)
<i>Crucianella maritima</i> L., 1753	PR	SILENE, 1974	Fort	Potentielle, non revue sur la commune depuis 1974 (étang de Gloria)
<i>Crypsis aculeata</i> (L.) Aiton, 1789	PR	Naturalia, 2014	Fort	Avérée sur le territoire communal (Bois François, Mazet)
<i>Cutandia maritima</i> (L.) Barbey, 1885	PR / En danger d'extinction en PACA	SILENE, 1965	Fort	Potentielle, non revue sur la commune depuis 1965
<i>Cynanchum acutum</i> L., 1753	PR	SILENE, 2009	Fort	Potentielle, connue sur la commune de Fos-sur-Mer
<i>Cyperus serotinus</i> Rottb., 1773	En danger d'extinction en région PACA	SILENE, 2007	Fort	Avérée sur le territoire communal (Bois François)
<i>Echinophora spinosa</i> L., 1753	PR	SILENE, 1965	Modéré	Potentielle, non revue sur la commune depuis 1965
<i>Elytrigia elongata</i> (Host) Nevski, 1936	PR	Naturalia, 2015	Assez fort	Avérée sur différentes localités du territoire communal
<i>Ephedra distachya</i> L., 1753	PR	SILENE, 1974	Assez fort	Potentielle, non revue sur la commune depuis 1974
<i>Erodium lebelii</i> subsp. <i>maruccii</i> (Parl.) Guitt., 1972	Rare en PACA	SILENE, 2011	Modéré	Potentielle, connue sur la commune de Fos-sur-Mer
<i>Eryngium maritimum</i> L., 1753	PR	SILENE, 2012	Modéré	Avérée sur le territoire communal (cordon dunaire)
<i>Hornungia procumbens</i> (L.) Hayek, 1925	Assez rare en PACA	SILENE, 2012	Modéré	Avérée sur le territoire communal (Caban, Relais)
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Rausch., 1797	PR	Naturalia, 2015	Assez fort	Avérée sur le territoire communal (Mazet, Relais)
<i>Juncus littoralis</i> C.A.Mey., 1831	VU	SILENE, 2006	Fort	Avérée sur le territoire communal (Caban)
<i>Kickxia commutata</i> (Bernh. ex Rchb.) Fritsch, 1897	PN	SILENE, 2011	Assez fort	Potentielle, connue à proximité de l'autre côté du Grand Rhône (They de Béricles et de la Pallissade)
<i>Lamprothamnium papulosum</i> (K.Wallroth) J.Groves, 1916	Très rare en PACA	Naturalia, 2014	Assez fort	Avérée sur le territoire communal (Caban)
<i>Leucojum aestivum</i> L. subsp. <i>aestivum</i>	PN	SILENE, 2012	Fort	Avérée sur le territoire communal (Caban)
<i>Limonium bellidifolium</i> (Gouan) Dumort., 1827	CR	Naturalia, 2014	Très fort	Avérée sur le territoire communal, plusieurs localités connues

Espèce	Statut / Patrimonialité	Source	Enjeu régional	Validité de la donnée
<i>Limonium cuspidatum</i> (Delort) Erben, 1978	PN	Naturalia, 2014	Fort	Avérée sur le territoire communal, plusieurs localités connues
<i>Limonium duriusculum</i> (Girard) Fourr., 1869	EN	Naturalia, 2014	Fort	Avérée sur le territoire communal, plusieurs localités connues
<i>Limonium girardianum</i> (Guss.) Fourr., 1869	PN	Naturalia, 2016	Fort	Avérée sur le territoire communal, plusieurs localités connues
<i>Linaria pelisseriana</i> (L.) Mill., 1768	Rare dans les Bouches-du-Rhône	SILENE, 2006	Modéré	Potentielle, connue au nord (commune d'Arles)
<i>Micromeria graeca</i> (L.) Benth. ex Rchb., 1831	PR	Naturalia, 2014	Très fort	Avérée sur le territoire communal (Nord-Est, vers croisement de la Fossette)
<i>Myosotis pusilla</i> Loisel., 1809	PN	Naturalia, 2014	Fort	Avérée sur le territoire communal (Nord-Est)
<i>Myosurus minimus</i> L., 1753	Déterminante ZNIEFF et rare en PACA	Naturalia, 2014	Modéré	Avérée sur le territoire communal (Mazet)
<i>Nigella arvensis</i> L., 1753	Eteint	SILENE, 1974	-	Taxon considéré comme disparu du département en PACA
<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desv.) Groves	Très rare en PACA	SILENE, 2012	Assez fort	Potentielle, connue sur la commune de Fos-sur-Mer
<i>Nymphoides peltata</i> (S.G.Gmel.) Kuntze, 1891	PR	SILENE, 1962	-	Taxon considéré comme disparu de région PACA
<i>Ononis mitissima</i> L., 1753	PR et vulnérable	SILENE, 2009	Fort	Potentielle, connue sur la commune de Fos-sur-Mer
<i>Ophrys provincialis</i> (Baumann & Künkele) Paulus, 1988	PR	Naturalia, 2014	modéré	Avérée sur le territoire communal
<i>Anacamptis fragrans</i> (Pollini) R.M.Bateman, 2003	PN	Naturalia, 2014	Modéré	Avérée sur le territoire communal (Mazet)
<i>Oxybasis chenopodioides</i> (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch, 2012	Rare en PACA	SILENE, 2012	Asszez fort	Avérée sur le territoire communal
<i>Pancratium maritimum</i> L., 1753	PR	Naturalia, 2014	Modéré	Avérée sur le territoire communal (Nord-Est)
<i>Pedicularis palustris</i> L., 1753	PR	SILENE, 1970	-	Taxon considéré comme disparu du département des Bouches-du-Rhône
<i>Phalaris aquatica</i> L., 1755	PR	SILENE, 2013	Modéré	Avérée sur le territoire communal (zone indutrialo-portuaire)
<i>Pulicaria sicula</i> (L.) Moris, 1843	PR	SILENE, 1974	-	Potentielle, non revue sur la commune depuis 1974
<i>Riella helicophylla</i> (Bory el Mont.) Mont.	PN	Naturalia, 2014	Fort	Avérée sur le territoire communal (Caban)

Espèce	Statut / Patrimonialité	Source	Enjeu régional	Validité de la donnée
<i>Rostraria litorea</i> (All.) Holub, 1974	Assez rare en PACA	SILENE, 2008	Modéré	Potentielle, connue sur la commune de Fos-sur-Mer
<i>Ruppia cirrhosa</i> (Petagna) Grande, 1918	Rare en PACA	Naturalia, 2014	Assez fort	Avérée sur le territoire communal (Caban, Relais, Nord-Est)
<i>Ruppia maritima</i> L., 1753	PR	Naturalia, 2014	Fort	Avérée sur le territoire communal (Caban)
<i>Schoenoplectus pungens</i> (Vahl) Palla, 1888	Rarissime en PACA	SILENE, 1997	Fort	Avérée sur le territoire communal (Bois François)
<i>Scorzonera parviflora</i> Jacq., 1776	PN	Naturalia, 2013	Fort	Potentielle, connue sur la commune de Fos-sur-Mer
<i>Serapias parviflora</i> Parl., 1837	PN	Naturalia, 2016	Assez fort	Avérée sur le territoire communal
<i>Spergularia heldreichii</i> Foucaud, 1903	Très rare en PACA	SILENE, 1974	Fort	Potentielle, non revue sur la commune depuis 1974
<i>Sphenopus divaricatus</i> (Gouan) Rchb., 1830	Assez rare en PACA	Naturalia, 2014	Assez fort	Avérée sur le territoire communal (Relais et Caban)
<i>Teucrium dunense</i> Sennen, 1925	Rare en PACA	SILENE, 2009	Fort	Potentielle, connue sur la commune de Fos-sur-Mer
<i>Tolypella salina</i> Corillion, 1960	PN	Naturalia, 2014	Fort	Avérée sur le territoire communal
<i>Triglochin bulbosum</i> subsp. <i>barrelieri</i> (Loisel.) Rouy, 1912	Assez rare en PACA	SILENE, 2012	Assez fort	Avérée sur le territoire communal (Relais et Caban)
<i>Visnaga daucoïdes</i> Gaertn., 1788	NT	SILENE, 1993	Fort	Potentielle, non revue sur la commune depuis 1993
<i>Zostera marina</i> L., 1753	PR	SILENE, 2013	Fort	Avérée sur le territoire communal
<i>Zostera noltii</i> Hornem., 1832	PR	SILENE, 2012	Fort	Avérée sur le territoire communal

Tableau 35 : Espèces végétales présentes sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (Source : Naturalia, 2017)

3.7.3.2. Inventaires de terrain

Huit espèces protégées ainsi que deux espèces patrimoniales dont l'enjeu est notable ont été recensées au sein de l'aire d'étude. En plus de ces espèces remarquables, notons également la présence d'un certain nombre de plantes qui ne bénéficient d'aucun statut légal de protection mais qui reste peu communes en PACA et dans le département des Bouches-du-Rhône sont à mentionner : *Euphorbia paralias*, *Anthemis maritima*, *Cakile maritima*, *Polygonum maritimum*, *Sagina maritima*, *Hornungia procumbens*, *Artemisia caerulescens subsp. gallica*, *Isolepis cernua*...

Ces huit espèces doivent obligatoirement être prises en compte lors de l'élaboration du projet d'aménagement.

3.7.3.3. Cas des espèces végétales envahissantes exotiques

Plusieurs espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) sont recensées sur le site. Seules les plus problématiques en PACA et représentées sur le site seront ici mentionnées. Il s'agit notamment de l'herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*) qui fréquente tout particulièrement les terrains remaniés du secteur industriel du Faubourg Hardon et du Sénéçon en arbre (*Baccharis halimifolia*) qui borde ponctuellement l'axe routier vers le sud.



Figure 115 : Herbes de la pampa au sein du terrain Shell (© Naturalia)

3.7.3.4. Bilan des enjeux floristiques

Nom scientifique et vernaculaire	Statut de protection ^[1]		Commentaire	Enjeu régional	Situation dans la zone projet	Enjeu local
	Niveau National / régional	Niveau européen				
Saladelle de Girard <i>Limonium cuspidatum</i> (Delort) Erben, 1978 X	PN	-	Endémique provençaux-languedocien	Fort	Régulièrement exprimés en situation secondaire sur marge de canaux, hauts de digues et en formation steppique plus naturelles	Fort
Saladelle de Girard <i>Limonium girardianum</i> (Guss.) Fourr., 1869	PN	-	Endémique franco-ibérique	Assez fort	Très localement recensé parmi les steppes salées situées à l'extrémité nord du site	Assez fort
<i>Limonium bellidifolium</i> (Gouan) Dumort., 1827 Saldelle à feuilles de pâquerette	-	-	Plante méditerranéo-iranotouranienne très rare en France	Assez fort	Au sein de quelques steppes salées plus ou moins relictuelles ou reconstituées	Assez fort
<i>Serapias parviflora</i> Parl., 1837 Sérapias à petites fleurs	PN	-	Plante très rare dans le 13	Assez fort	Quelques dizaines d'individus au sein d'une friche post-industrielle	Modéré
<i>Anacamptis fragrans</i> (Pollini) R.M.Bateman, 2003 Orchis à odeur de vanille	PN	-	Plante rare dans le 13	Assez fort	Quelques rares individus en bordure de prés salés et de la route au Mazet	Modéré
<i>Crypsis aculeata</i> (L.) Aiton, 1789 Crypsis piquant	PR	-	Plante rare dans le 13	Fort	De belles populations rassemblant plusieurs centaines d'individus au Mazet	Fort
<i>Eryngium maritimum</i> L., 1753 Panicaud des dunes	PR	-	Quasiment menacée en PACA	Fort	Quelques rares spécimens sur dunes rudéralisées en bordure de route	Assez fort
<i>Panocratum maritimum</i> L., 1753 Lys de mer	PR	-	Quasiment menacée en PACA	Fort	Un individu en bord de route non revue en 2017	Faible
<i>Elytrigia elongata</i> (Host) Nevski, 1936 Chiendent allongé	PR	-	-	Modéré	Plusieurs dizaines d'individus en bordure de sansouires au nord	Modéré
<i>Vulpia fasciculata</i> (Forssk.) Fritsch, 1909 Vulpie à une seule glume	-	-	Quasiment menacée en PACA	Assez fort	Un individu sur talus sableux rudéral au nord du site	Modéré

Tableau 36 : Synthèse des enjeux floristiques de la zone d'étude (PN : protection nationale ; PR : protection régionale) (Source : Naturalia, 2017)

3.8. Invertébrés

3.8.1. Généralités

L'analyse bibliographique a permis d'identifier huit espèces à enjeu connues sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, susceptibles de se rencontrer au sein de l'aire d'étude.

Nom vernaculaire	Source bibliographique	Commentaire	Enjeu intrinsèque dans la région
Cicindèle bordée de blanc <i>Cephalota circumdata</i>	SILENE Faune Naturalia, 2016	Nombreuses stations sur la commune, sur terrains salés	Fort
Cicindèle des marais <i>Cylindera paludosa</i>	SILENE Faune Naturalia, 2016	Nombreuses stations sur la commune, habitats de sansouïres	Assez fort
Cicindèle à trois dessins <i>Cylindera trisignata</i>	Naturalia	Connue de la plage Napoléon	Modéré
Decticelle à serpe <i>Platycleis falx</i>	Silène Faune	Espèce connue sur la commune notamment au Salin du Relais	Fort
Gomphe à pattes jaunes <i>Gomphus flavipes</i>	Faune PACA Naturalia	Espèce connue du Rhône (reproduction). Erratiques observés sur le Mazet	Assez fort
Grillon maritime <i>Pseudomogoplistes squamiger</i>	SILENE Faune	Espèce connue notamment sur la darse au sud du Relais	Fort
Leste à grands stigmas <i>Lestes macrostigma</i>	ONEM Naturalia SILENE Faune	Connue notamment sur le They de Roustan	Fort
Œdipode occitane <i>Oedipoda charpentieri</i>	SILENE Faune	Espèce connue sur la commune notamment au Salin du Relais	Assez fort

Tableau 37 : Analyse des potentialités entomologiques du site d'après la bibliographie (Source : Naturalia, 2017)

3.8.2. Résultats des inventaires

Les cortèges rencontrés dépendent largement des habitats traversés.

Au sud, la zone littorale est l'habitat de nombreuses espèces de Coléoptères. Sur les plages, depuis la mer se rencontrent successivement les Cicindèles *Calomera littoralis*, ***Cylindera trisignata*** puis *Lophyra flexuosa*. Les zones plus sableuses d'arrière-dune abritent quant à elles une richesse insoupçonnée en espèces, avec des Tenebrionidae tels qu'*Ammobius rufus*, *Halammobia pellucida*, *Phaleria bimaculata*, *Pimelia bipunctata*, *Tentyria mucronata*, *Trachyscelis aphodioides*, *Xanthomus pallidus* ou le plus rare *Xanthomus pellucidus* ; des Histeridae tels que *Xenonychus tridens* (déterminant ZNIEFF PACA) ; des Curculionidae tels qu'*Otiorhynchus juvencus*, *Philopodon plagiatus* ; ou des Aphodiidae avec *Psammodius basalis* et *Psammodius porcicollis*.



Figure 116 : Trois espèces de Cicindèles présentes sur la plage Napoléon : *Calomera littoralis*, *Cylindera trisignata* et *Lophyra flexuosa* (Source : Naturalia, 2017)

Si la route Napoléon traverse des habitats remarquables, ses abords immédiats demeurent largement remaniés et rudéralisés. Ainsi, les cortèges associés sont limités et relativement ubiquistes.

Au niveau de la presqu'île du Mazet, le cortège entomologique se révèle relativement peu diversifié, probablement du fait de la forte influence humaine, mais composé essentiellement d'espèces caractéristiques des habitats littoraux et palustres. On retrouve ainsi plusieurs espèces liées aux tamaris, notamment les charançons *Coniatus tamarisci*, *Corimalia tamarisci*, l'Oedemeridae (*Nacerdes melanura*), l'Anoxie velue (*Anoxia villosa*). La zone d'étude se révèle peu riche en espèces de Lépidoptères et seules quelques espèces ubiquistes, ou liées à des plantes rudérales ont été observées. On citera pour exemple le Marbré-de-vert (*Pontia daplidice*), le Machaon (*Papilio machaon*) ou le Myrtil (*Maniola jurtina*). Il est à noter la grande abondance en individus de la Zygène de la filipendule (*Zygaena filipendulae*). Enfin, quelques Odonates ont également été observés tels que l'Agrion élégant (*Ischnura elegans*), l'Orthétrum réticulé (*Orthetrum cancellatum*) ou le Sympétrum à nervures rouges (*Sympetrum fonscolombii*). C'est dans ce groupe que la seule espèce protégée a été observée : le **Gomphe à pattes jaunes** (*Gomphus flavipes*).

Au nord du canal Saint-Louis, les friches industrielles ne présentent également qu'un intérêt limité. Cependant, au-delà, les sansouïres constituent un des habitats les plus originaux et typiques localement. On y retrouve notamment la **Cicindèle des marais** (*Cylindera paludosa*), qui évolue entre les zones sableuses dénudées et les taches de végétations rases, dans lesquelles elle se réfugie à la moindre menace. Au sein des zones salées asséchées, on contacte abondamment une seconde espèce remarquable, la **Cicindèle bordée de blanc** (*Cephalota circumdata*). Ces espèces ne sont pas avérées au sein de l'aire d'étude, mais demeurent fortement potentielle compte tenu des habitats présents.

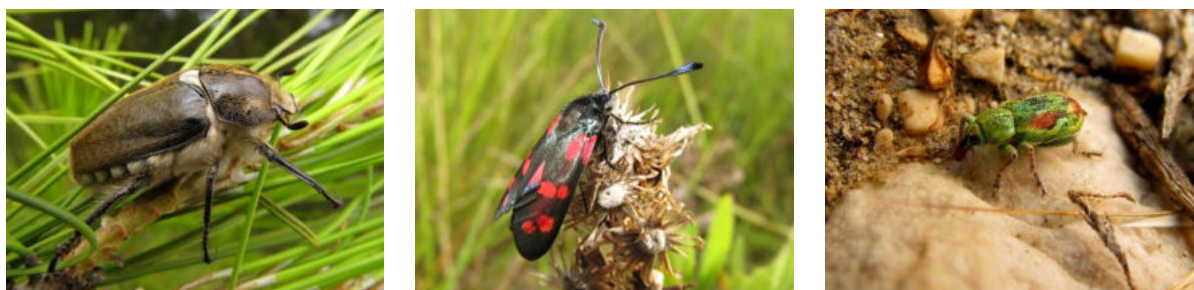


Figure 117 : Éléments du cortège entomologiques de la presqu'île du Mazet : l'Anoxie velue, la Zygène de la filipendule et *Coniatus tamarisci* Labidura riparia. (© Sylvain Fadda / Naturalia)



3.8.3. Les espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire

Quatre espèces à enjeu local de conservation ont été contactées ou considérées comme potentielles : le Gomphe à pattes jaunes (*Gomphus flavipes*), la Cicindèle à trois dessins (*Cylindera trisignata*), la Cicindèle bordée de blanc (*Cephalota circumdata*) et la Cicindèle des marais (*Cylindera paludosa*).

Un individu de **Gomphe à pattes jaunes** en maturation a été contacté au sein de la lagune au sud-est de la zone d'étude, probablement en provenance du Rhône non loin, où se concentre l'essentiel de la population connue à ce jour en PACA. Il s'agit ici d'un individu erratique, aucun habitat favorable à sa reproduction n'étant présent au sein de la zone d'étude. Ainsi, l'espèce ne présente ici qu'un enjeu local de conservation très faible et ne sera pas reprise dans le cadre de cette analyse.

Espèce strictement halophile, les habitats de prédilection de la **Cicindèle bordée de blanc** sont les salins et marais saumâtres asséchés. L'espèce évolue sur les sols présentant une croûte de sel cristallisé. Elle se retrouve aujourd'hui en populations isolées au sein des secteurs où subsistent ces habitats, en Camargue et autour du Golfe de Fos. La **Cicindèle des marais** affectionne, quant à elle, les terrains humides en bords de lagunes et de marais littoraux. Dans les Bouches-du-Rhône, elle se retrouve cantonnée en Camargue, le Golfe de Fos et autour de l'étang de Berre où ses habitats sont encore assez présents. Enfin, la **Cicindèle à trois dessins** (*Cylindera trisignata*) se rencontre préférentiellement et en abondance sur les arrières-plages.

Les autres espèces identifiées dans le recueil bibliographique ne sont pas considérées comme potentielles du fait de la faible représentativité de leurs habitats et de leur état de conservation.

3.9. Amphibiens

3.9.1. Généralités sur les peuplements et habitats d'espèces

La consultation des recueils bibliographiques ne fait pas état d'une grande richesse batrachologique sur la commune de Port Saint Louis du Rhône. Toutefois, sur 7 espèces mentionnées, 4 taxons présentent un enjeu de conservation modéré et 2 d'enjeu fort à savoir la Grenouille de Pérez et le Pélobate cultripède, le reste des espèces présentant un enjeu régional faible à l'instar de la Grenouille rieuse.

Ainsi, en croisant les données bibliographiques aux potentialités d'accueil du site (type de milieu) il est possible de dresser une liste des taxons potentiels, qui présentent un enjeu local de conservation à minima modéré, dans l'aire d'étude.

Espèce	Source	Commentaires	Niveau d'enjeu régional
Crapaud calamite <i>Epidalea calamita</i>	Faune PACA	Connue au niveau des lieux-dit « Carrefour Mât de Ricca » et « Les Enfores » « Base de Vitesse » « Le Relai » « Conserverie Ferigno » « le Mazet »	Modéré
Grenouille de Pérez <i>Pelophylax perezi</i>	Faune PACA	Connue au niveau du lieu-dit « Base de Vitesse » et au « Radeau »	Fort
Pélobate cultripède <i>Pelobates cultripes</i>	ZNIEFF II : Camargue fluvio-lacustre et laguno-marine, Faune PACA	Connue au niveau des lieux-dits : « Carrefour Mât de Ricca », « Les Enfores » et « Base de Vitesse ».	Fort
Pélodyte ponctué <i>Pelodytes punctatus</i>	ZNIEFF II : Camargue fluvio-lacustre et laguno-marine, Faune PACA, ZNIEFF II « Le Rhône »,	Connu sur la « Base de Vitesse » et au niveau du « Mazet »	Modéré
Rainette méridionale <i>Hyla meridionalis</i>	Faune PACA	Omniprésente sur la commune, que ce soit en ville, au niveau de certains mas, aux abords des canaux (ex : Canal Saint-Louis), au Salin du Caban et autres plans d'eau.	Modéré
Triton palmé <i>Lissotriton helveticus</i>	ZNIEFF II : Camargue fluvio-lacustre et laguno-marine, Naturalia 2015	Connu dans les canaux du territoire communal	Modéré

Tableau 38 : Analyse des potentialités batrachologiques du site d'après la bibliographie (Source : Naturalia, 2017)

3.9.2. Résultats des inventaires de terrain

La zone d'étude apparaît comme favorable pour la batrachofaune avec la présence de nombreux habitats humides temporaires et permanents qui correspondent aux exigences écologiques des espèces jugées comme potentielles.

Les inventaires de terrain ont permis de relever la présence d'un cortège moyennement diversifié, avec la présence de taxons attendus au regard de la nature des milieux. Les canaux végétalisés sur leurs berges sont attractifs pour la Rainette méridionale, une espèce bien répandue dans les régions méditerranéennes. La présence d'une mare dans la partie nord du site a permis l'observation du Pélodyte ponctué, un amphibien de petite taille qui se retrouve dans les systèmes temporaires avec une végétation lui permettant d'y fixer ses pontes. Plusieurs individus à l'état adulte ont pu être contactés au sein de cette mare.

Enfin, la Grenouille verte est présente dans les nombreuses zones humides permanentes comme les canaux et les roubines, même ceux où l'on retrouve une faune piscicole importante.

Concernant le Pélobate cultripède, cette espèce emblématique, dont une population est connue au nord de l'aire d'étude, n'est pas considérée comme potentielle au regard de son écologie particulière en terme de préférendum d'habitats de reproduction.



Figure 118 : Mare abritant le Pélodyte ponctué (à gauche) et canal favorable à la Grenouille verte (à droite)
(© JC.Delattre/Naturalia)

3.9.3. Espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire

Seuls le Pélodyte ponctué et la Rainette méridionale, deux espèces à enjeu de conservation notable, ont été contactés au sein de l'aire d'étude. La Grenouille rieuse, est certes protégée au niveau national par l'arrêté du 19 novembre 2007 mais ne constitue pas quant à elle de valeur patrimoniale particulière.

3.10. Reptiles

3.10.1. Généralités sur les peuplements et habitats d'espèces

L'analyse bibliographique met en exergue le cortège herpétologique typique de la région méditerranéenne sur le secteur géographique dans lequel s'insère la zone projet. Ce cortège se compose d'une dizaine d'espèces dont trois présentant une valeur patrimoniale significative : le Psammodrome d'Edwards, la Cistude d'Europe et la Couleuvre de Montpellier.

En recoupant les données bibliographiques avec les potentialités d'accueil du site (type de milieux), il est possible de lister les espèces, présentant un enjeu de conservation à minima modéré, susceptibles de fréquenter la zone d'étude.

Espèce	Source	Commentaires	Niveau d'enjeu régional
Cistude d'Europe <i>Emys orbicularis</i>	ZNIEFF I Dépression du Vigueirat - marais des Costières de Crau, ZNIEFF II : Camargue fluvio-lacustre et laguno-marine, ZNIEFF II « Le Rhône », Silène Faune	Connue au nord de l'aire d'étude, les données les plus proches sont localisées vers le secteur du Bac de Barcarin.	Fort
Couleuvre à collier <i>Natrix natrix</i>	Silène Faune	Connue sur les zones humides comme les canaux et les roubines	Modéré
Couleuvre à échelons <i>Rhinechis scalaris</i>	Faune PACA Silène Faune	They de Roustan, bac de Barcarin	Modéré
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	Faune PACA	Connue sur la commune de Port Saint Louis : Les Enfores, They de la Balanceile, They de Roustan. Espèce affectionnant les zones en friche	Modéré

Tableau 39 : Analyse des potentialités herpétologiques du site d'après la bibliographie (Source : Naturalia, 2017)

3.10.2. Résultats des inventaires Reptiles

Au sein de l'aire d'étude, les milieux naturels terrestres et aquatiques présentent un gradient de salinité variable. Les milieux composant l'essentiel de l'aire d'étude étant essentiellement saumâtres à salins, ceux-ci ne conviennent pas à l'herpétofaune identifiée lors du recueil bibliographique. En effet, seuls les habitats du Mazet et au nord du canal saint Louis sont susceptibles d'accueillir ces taxons.



Figure 119 : Tarente de Maurétanie dans les friches industrielles au nord du canal Saint Louis
(© F. Mignet / Naturalia)



Figure 120 : Canaux favorables à la Couleuvre vipérine (© JC. Delattre/Naturalia)

Ainsi, les inventaires de terrain ont permis de contacter le cortège classique des espèces méditerranéennes. La zone d'étude est en effet constituée d'une mosaïque d'habitats périurbains et semi-naturels pouvant s'avérer particulièrement attractifs pour les espèces ubiquistes et les taxons inféodés aux friches et délaissés industriels, à l'instar du Lézard des murailles, de la Couleuvre de Montpellier et de la Tarente de Maurétanie. Cette espèce anthropophile qui a colonisé le bassin méditerranéen ces dernières décennies occupe d'ailleurs préférentiellement le bâti désaffecté.

Les sansouïres et milieux ouverts attenants, et particulièrement le terrain Shell, qui depuis le démantèlement, présente une friche herbacée et ponctuellement arbustive, abritent ainsi la Couleuvre de Montpellier, contactée à plusieurs reprises dans le cadre de l'expertise écologique menée pour le PLU d'une part en 2016 mais également lors des passages précoces du mois de mars. Bien qu'inféodée aux milieux secs, les plus grandes densités de Couleuvre de Montpellier, espèce patrimoniale à enjeu de conservation modéré, sont souvent observées à proximité des milieux aquatiques. Ceci s'explique généralement par la présence d'une plus grande diversité de proies.

Les milieux de la partie nord du site sont ainsi favorables pour la Couleuvre de Montpellier et la Couleuvre à échelons, deux espèces de serpents caractéristiques des habitats méditerranéens et qui se retrouvent dans les zones de friches, les sansouïres sèches et les secteurs remaniés. Plusieurs individus ont été contactés lors des prospections réalisées sur le territoire communal.

Les nombreux canaux et roubines hébergent la Couleuvre vipérine, une espèce d'affinité aquatique communément rencontrée en Camargue et qui peut occuper une grande partie des habitats de l'aire d'étude. Concernant les autres espèces à enjeux cités dans la bibliographie, les recherches ciblées sur le Cistude d'Europe et le Psammodrome d'Edwards n'ont pas permis de relever la présence de ces taxons dans la zone d'étude. Cette absence n'est pas surprenante au regard de la localisation des données existantes et de la relative rareté du Psammodrome d'Edwards et de la Cistude d'Europe sur la commune de Port-Saint-Louis du Rhône.



Figure 121 : Enrochements attractifs pour l'herpétofaune en phase de gîte (à droite) (© JC. Delattre/Naturalia)

3.10.3. Espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire

Seule la Couleuvre de Montpellier, espèce avec un niveau d'enjeu régional modéré, est considérée comme une espèce d'intérêt patrimonial. Les autres taxons observés font partie des espèces généralistes (Lézard des murailles, Couleuvre vipérine, Tarente de Maurétanie). Elles sont certes protégées au niveau national par l'arrêté du 19 novembre 2007 mais ne constituent pas de valeur patrimoniale particulière.

3.11. Avifaune

3.11.1. Généralités sur les peuplements et habitats d'espèces

L'analyse du recueil bibliographique met en exergue la présence d'une avifaune diversifiée sur le territoire communal de Port Saint Louis du Rhône. Au sein de ce cortège, plusieurs espèces patrimoniales sont susceptibles d'être contactées dans et aux abords immédiats de la zone d'étude.

Espèce	Source	Statut de protection	Niveau d'enjeu régional	Localisation sur la commune
Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Modéré	Zones humides.
Avocette élégante <i>Recurvirostra avocetta</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Assez fort	Zones humides littorales.
Bihoreau gris <i>Nycticorax nycticorax</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Assez fort	Sur les zones humides de la commune



Espèce	Source	Statut de protection	Niveau d'enjeu régional	Localisation sur la commune
Blongios nain <i>Ixobrychus minutus</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Fort	Le Relai
Bruant proyer <i>Emberiza calandra</i>	Faune-PACA	PN	Modéré	Sur les zones ouvertes (Carteau, Marais de l'escale)
Busard des roseaux <i>Circus aeruginosus</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Assez fort	Route de Barcarin, Roustan
Butor étoilé <i>Botaurus stellaris</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Fort	Etang de l'oiseau, pont de Malebarger
Coucou geai <i>Clamator glandarius</i>	Faune-PACA	PN	Assez fort	Le Relai, L'Eyselle
Echasse blanche <i>Himantopus himantopus</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Assez fort	Etang de Roustan
Effraie des clochers <i>Tyto alba</i>	Faune-PACA	PN	Assez fort	Route du Bac Barcarin, Mas Laget
Faucon crècerellette <i>Falco tinnunculus</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Fort	Le Radeau
Fauvette à lunettes <i>Sylvia conspicillata</i>	Faune-PACA	PN	Fort	Etang de Roustan, They de la Tartane
Fauvette pitchou <i>Sylvia undata</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Modéré	Le Relai, They de Saint-antoine
Faucon hobereau <i>Falco subbuteo</i>	Faune-PACA	PN	Assez fort	Bois Francois, le Radeau
Goéland railleur <i>Chroicocephalus genei</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Fort	Etang du Napoléon
Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Assez fort	They d'Eugène, They de la Gracieuse
Grèbe à cou noir <i>Podiceps nigricollis</i>	Faune-PACA	PN	Modéré	Cabane du Levant, Anse de Carteau
Guêpier d'Europe <i>Merops apiaster</i>	Faune-PACA	PN	Modéré	Sur l'ensemble de la Commune
Héron garde-bœufs <i>Bubulcus ibicus</i>	Faune-PACA	PN	Modéré	Sur les zones humides de la Commune
Héron pourpré <i>Ardea cinerea</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Fort	Le Relai, They de la Gracieuse
Huitrier-pie <i>Haemantopus ostralegus</i>	Faune-PACA	PN,	Assez fort	They du Mort, Cabanes de Carteau
Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>	Faune-PACA	PN	Modéré	Sur l'ensemble de la commune
Martin-pêcheur d'Europe <i>Alcedo atthis</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Modéré	Sur l'ensemble de la commune
Milan noir <i>Milvus migrans</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Modéré	Sur l'ensemble de la commune
Oedicnème criard <i>Burhinus oediconemus</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Modéré	La Favouillane, le Mazet.
Panure à moustaches <i>Panurus biarmicus</i>	Faune-PACA	PN,	Assez fort	Etang de Roustan
Petit gravelot <i>Charadrius dubius</i>	Faune-PACA	PN	Modéré	Sur les zones humides de la commune
Pipit rousseline <i>Anthus campestris</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Assez fort	Cabanes de Carteau, They du Mort
Rollier d'Europe <i>Coracias garrulus</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Assez fort	Le Radeau, la Favouillane

Espèce	Source	Statut de protection	Niveau d'enjeu régional	Localisation sur la commune
Rousserolle turdoïde <i>Accrocephalus arundinaceus</i>	Faune-PACA	PN,	Assez fort	Bac de Barcarin
Spatule blanche <i>Platalea leucorodia</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Fort	Anse de Carteau
Sterne naine <i>Sterna albifrons</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Fort	They d'Eugène, They du Pégoulie
Sterne pierregarin <i>Sterna hirundo</i>	Faune-PACA	PN, DO1	Assez fort	Roustan, Cabanes de Carteau

Tableau 40 : Analyse des potentialités avifaunistiques du site d'après la bibliographie (Source : *Naturalia*, 2017)

3.11.2. Résultats des inventaires oiseaux

La zone d'étude s'étend sur une vaste surface du territoire communal de Port-Saint-Louis-du-Rhône, le long d'un gradient qui couvre l'essentiel des habitats littoraux et arrière-littoraux présents. Une grande partie du tracé s'inscrit au sein d'habitats naturels singuliers, caractérisés par des systèmes aquatiques halophiles au sein desquels se développe une végétation particulière constituée de sansouïres, peuplement bas de salicorne pouvant former de vastes ensembles. Les zones d'eau libre sont nombreuses : canaux, roubines et étangs saumâtres et constituent des zones très favorables pour l'avifaune. La partie nord de la zone d'étude est formée par des milieux remaniés où se retrouvent ponctuellement des poches d'habitats naturels, vestiges des anciennes sansouïres existantes.

Les inventaires ont en premier lieu ciblé le fuseau situé entre le début de la presqu'île du Mazet et la plage napoléon, soit la quasi-totalité de la route Napoléon. Les habitats sont essentiellement constitués de sansouïres, de pièces d'eau lenticques et de peuplements de tamaris le long des routes, des habitations et de quelques canaux. L'extrémité sud de la zone d'étude correspond à la zone de contact entre le milieu marin et terrestre avec l'estran et le cordon dunaire attenant. La plage en elle-même offre peu d'intérêt pour l'avifaune, très fréquentée elle abrite néanmoins le Gravelot à collier interrompu dont deux individus ont été observés au niveau de la zone des laisses de mer. Le reste des observations concernent des espèces en transit et en alimentation comme le Goéland leucophaée, la Sterne caugek, le Grand cormoran et la Mouette rieuse. La zone dunaire, de part et d'autre de l'accès à la plage napoléon, est occupée par le Cochevis huppé un passereau encore bien présent en Camargue mais dont les populations plus continentales connaissent un déclin ces dernières années. Les sansouïres, localisées en retrait de la plage et le long des différents theys, sont favorables pour la Bergeronnette printanière et la Fauvette à lunettes, un taxon d'affinité méditerranéenne dont la Camargue forme l'un des bastions en France. Les nombreuses zones humides sont, quant à elles, attractives pour tout un cortège d'espèces aquatiques comme le Flamant rose, le Chevalier gambette, l'Aigrette garzette, le Goéland leucophaée, l'Echasse blanche, l'Avocette élégante, le Goéland railleur et de nombreuses espèces de limicoles en halte migratoire.



Figure 122 : Plage Napoléon et zone favorable pour le Cochevis huppé (à gauche) et sansouïres le long de la route Napoléon favorables pour la Fauvette à lunettes (© JC.Delattre/Naturalia)

Concernant le reste du site, les précédents inventaires réalisés dans le cadre d'autres études permettent d'avoir une vue d'ensemble sur les espèces présentes et leur répartition. Le secteur de la presqu'île du Mazet et ses zones ouvertes sont occupés par des taxons comme le Pipit rousseline, l'Œdicnème criard et le Gravelot à collier interrompu. On note également la présence, en phase de transit et d'alimentation, du Milan noir, du Guêpier d'Europe et de la Huppe fasciée.

Dans la partie nord de la zone d'étude, le fuseau traverse des ensembles plus artificiels, façonnés par les activités humaines. Dans ce contexte, on note la présence de beaucoup d'espèces anthropophiles : Rougequeue noir, Etourneau sansonnet, Choucas des tours et Moineau domestique. Les grandes zones ouvertes de chaque côté de la voie ferrée sont occupées par la Cisticole des joncs et le Bruant proyer tandis que les canaux sont utilisés en phase de transit et d'alimentation par l'Aigrette garzette, le Chevalier guignette et le Martin-pêcheur d'Europe en période hivernale pour ce dernier.



Figure 123 : Zone ouverte dans la partie nord du site favorable au Bruant proyer et canaux longeant le fuseau à l'étude (© JC.Delattre/Naturalia)

En limite est du futur tracé, entre la zone militaire et la voie ferrée, les habitats encore préservés abritent des espèces comme le Pipit rousseline et l'Œdicnème criard et le Guêpier d'Europe a été régulièrement observé en phase de transit et d'alimentation.

Plusieurs contacts de Milan noir et de Huppe fasciée ont été réalisés le long de la route d'accès menant au poste de raccordement existant. Ces deux espèces sont des nicheurs potentiels en périphérie immédiate de la zone d'étude.

3.11.3. Les espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire

Concernant les espèces patrimoniales, les taxons suivants ont été contactés dans et aux abords du fuseau d'étude :

- Sur la zone de la plage Napoléon et en retrait de la plage : Cochevis huppé et Gravelot à collier interrompu.
- -Le long de la Route Napoléon jusqu'à la presqu'île du Mazet : Fauvette à lunettes, Flamant rose, Chevalier gambette, Pipit rousseline, Avocette élégante, Echasse blanche.
- -Sur le secteur de la presqu'île du Mazet : Pipit rousseline, Milan noir, Œdicnème criard, Guêpier d'Europe, Gravelot à collier interrompu.
- Sur le secteur nord : Bruant proyer, Huppe fasciée, Milan noir, Guêpier d'Europe, Pipit rousseline, Œdicnème criard.

3.12. Mammifères terrestres

3.12.1. Généralités sur les peuplements et habitats d'espèces

Sur le plan bibliographique, le secteur de Port-Saint Louis est représenté par le cortège d'espèces semi-aquatiques, étroitement liées au cours d'eau ainsi que marais et zones humides. Il s'agit d'une part du Castor et de la Loutre d'Europe, affiliés au Rhône mais aussi du Campagnol amphibie que l'on retrouve plus volontiers au sein des zones humides entre Port Saint-Louis et Fos sur Mer. Sur le plan terrestre, il convient également de citer plusieurs espèces protégées à l'image de la Genette Commune ou encore du Hérisson d'Europe et de l'Ecureuil roux. Ces éléments sont présentés ci-après :

Espèce	Source	Croisement information bibliographique / aire d'étude	Niveau d'enjeu régional
Campagnol amphibie <i>Arvicola sapidus</i>	Naturalia FAUNE PACA	Au niveau des zones humides pérennes à faible teneur en sel	Assez fort
Castor d'Europe <i>Castor fiber</i>	Naturalia FAUNE PACA	Relativement commun au niveau des berges du Rhône mais plus rare à l'intérieur des terres (eaux saumâtres)	Assez fort
Loutre d'Europe <i>Lutra lutra</i>	Naturalia FAUNE PACA	Quelques données attestent de la présence locale de l'espèce (Canal du Viguierat, étang du Citis, etc.)	Fort
Genette commune <i>Genetta genetta</i>	Naturalia FAUNE PACA	Plusieurs mentions sont à signaler sur au cœur du Port Autonome de Marseille (Port-Saint-Louis et Fos-sur-Mer)	Modéré

Tableau 41 : Analyse des potentialités mammalogiques du site d'après la bibliographie (Source : Naturalia, 2017)

3.12.2. Résultats des inventaires de terrain

Au vu des éléments bibliographiques présentés, c'est en toute logique que les inventaires se sont orientés au sujet des espèces semi-aquatiques. Au regard des habitats en présence, le Castor d'Europe ainsi que la Loutre d'Europe sont considérées comme peu probables. Les habitats humides des deux tiers sud de la zone d'étude sont également défavorables au Campagnol amphibie en raison entre autre du taux de salinité de l'eau. En revanche, au niveau de l'extrémité amont (Malbarge), le fuseau d'étude est marqué par le franchissement de deux roubines. Ces deux habitats peuvent représenter un intérêt pour le Campagnol amphibie (Cf. Illustration ci-dessous). Néanmoins, les inventaires menés n'ont permis d'observer aucun individu ni aucune trace de présence (zone aménagée, terrier, crottier, etc.).



Figure 124 : Habitat favorable au Campagnol amphibie (© L. Roussel/Naturalia)

Concernant les espèces terrestres, les prospections ont permis de mettre en avant le cortège de mammifère typique de PACA avec, entre autres, le Sanglier commun, le Renard roux, le Ragondin ou encore le Fouine. Concernant les micromammifères, le secteur est assez riche. Trois espèces ont été directement observées lors de ces inventaires à l'image du Mulot sylvestre, du Rat noir ainsi que du Pachyure étrusque. Ces dernières espèces ne relèvent d'aucune implication réglementaire. L'Ecureuil roux ainsi que le Hérisson d'Europe n'ont pas été observés. Aucun habitat favorable à l'Ecureuil n'a été identifié contrairement au Hérisson, jugé potentiel sur la partie basse du fuseau (secteur des Cabanes du Levant).

3.12.3. Les espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire

Aucune espèce d'intérêt patrimonial et réglementaire n'a été observée dans le cadre de cet état initial. Seul le Hérisson d'Europe, espèce protégée par la réglementation nationale est jugée potentiel au sein de l'aire d'étude.

3.13. Chiroptères

3.13.1. Généralités sur les peuplements et habitats d'espèces

La Camargue, dont la commune de Port Saint-Louis du Rhône, est particulièrement riche sur le plan chiroptérologique. En effet, les nombreux habitats de marais offrent aux chauves-souris des ressources nutritives quasi inépuisables. Ces habitats remarquables attirent des espèces en effectifs très importants, à l'image des Pipistrelles. Mais la Camargue est aussi connue pour accueillir des espèces rares et sensibles, c'est le cas du Grand rhinolophe dont plusieurs colonies majeures sont implantées localement (Sambuc, Château d'Avignon, Salin de Giraud, Fourques, etc.). Les données bibliographiques les plus pertinentes vis-à-vis de la zone d'étude sont détaillées ci-dessous :

Espèce	Source	Croisement information bibliographique / aire d'étude	Niveau d'enjeu régional
Minioptère de Schreibers <i>Miniopterus schreibersii</i>	GCP / Naturalia	Fréquente une très large gamme d'habitats y compris les prés salés du Caban. Commun sur l'ensemble du PAM	Fort
Murin à oreilles échancrées <i>Myotis emarginatus</i>	GCP / Naturalia	Secteur bocagé, bois François	Assez fort
Petit murin <i>Myotis blythii</i>	GCP / Naturalia	Fréquente une très large gamme d'habitats y compris les prés salés du Caban. Commun sur l'ensemble du PAM	Fort
Grand rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	GCP / Naturalia	Essentiellement au niveau des boisements rivulaires du Rhône mais aussi à la faveur des zones pâturées et bocagères	Assez fort
Pipistrelle sp. <i>Pipistrellus</i> sp.	Naturalia	Omniprésente sur l'ensemble du PAM. Une colonie de reproduction en bâti est à signaler à proximité de l'extrémité nord de l'actuel fuseau.	Faible

Tableau 42 : Analyse des potentialités chiroptérologiques du site d'après la bibliographie
(Source : Naturalia, 2017)

3.13.2. Résultats des inventaires de terrain

Les inventaires se sont cantonnés en premier lieu à identifier les gîtes (ou probabilité de gîte) à chiroptères. Au regard du contexte de la zone d'étude, autrement dit en l'absence de cavité naturelle, paroi rupestres et arbres à cavités, les relevés se sont focalisés au sujet du patrimoine bâti. En effet, deux types de bâtiments attractifs ont attirés l'attention. Il s'agit dans un premier temps de Bunkers désaffectés que l'on retrouve en bord de route (moitié sud du fuseau). Ces bunkers ont été inspectés dans la mesure du possible mais aucun individu ni aucune trace de fréquentation ne sont à signaler. Ces bâtiments apparaissent trop fréquentés par l'homme. Au sujet des bâtiments désaffectés, une nouvelle colonie a été découverte lors des relevés de 2016. Il s'agit d'une petite maison qui semble accueillir une dizaine de Pipistrelles, comme en témoigne les galettes de guano observés (secteur des cabanes du Levant). Tel que rappelé en partie bibliographie, le secteur nord est marqué par la présence d'une colonie de reproduction d'environ 500 individus de Pipistrelles, légèrement en dehors du fuseau.



Figure 125 : Bâtis favorables aux chiroptères, disjointement et indice de présence (guano) – en haut au sein du site militaire jouxtant le terrain Shell – présence d'une colonie de Pipistrelles (2016) - en bas le long de la route Napoléon(2017) (© L. Roussel /Naturalia)

3.13.3. Les espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire

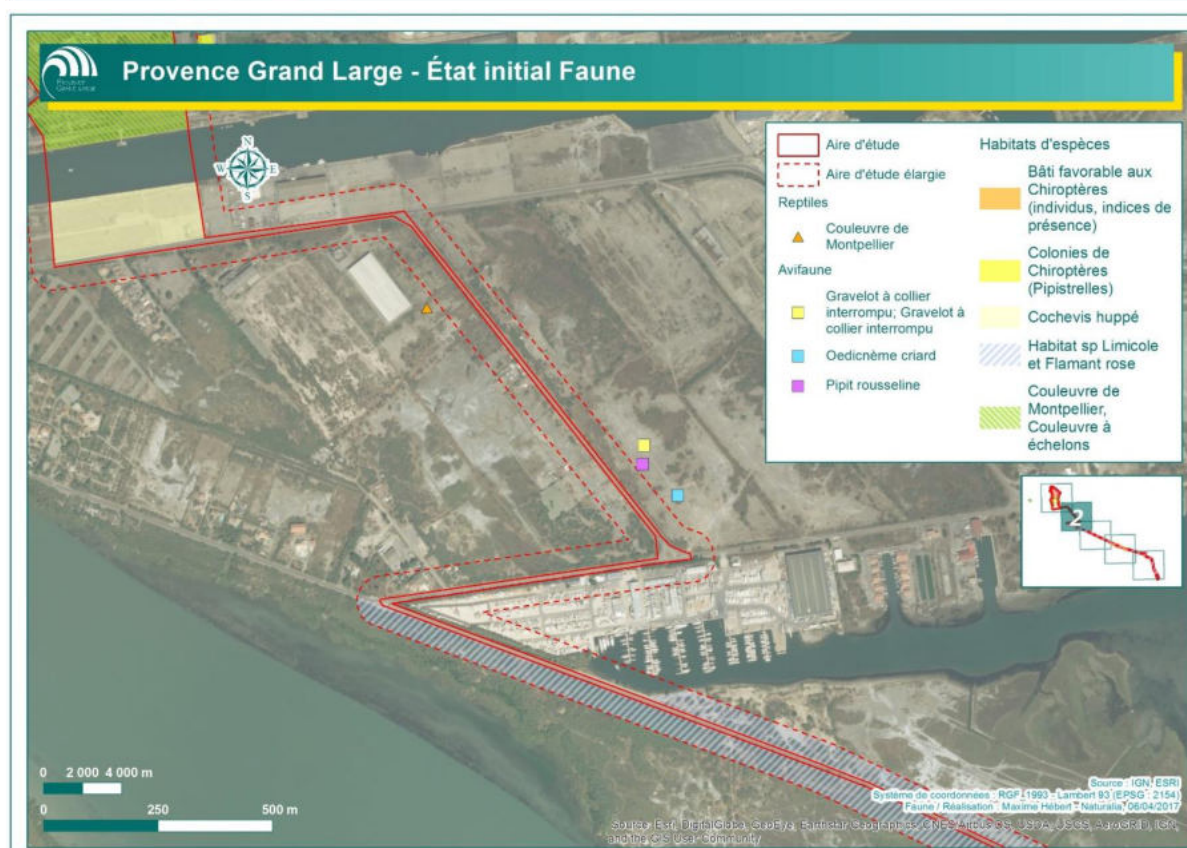
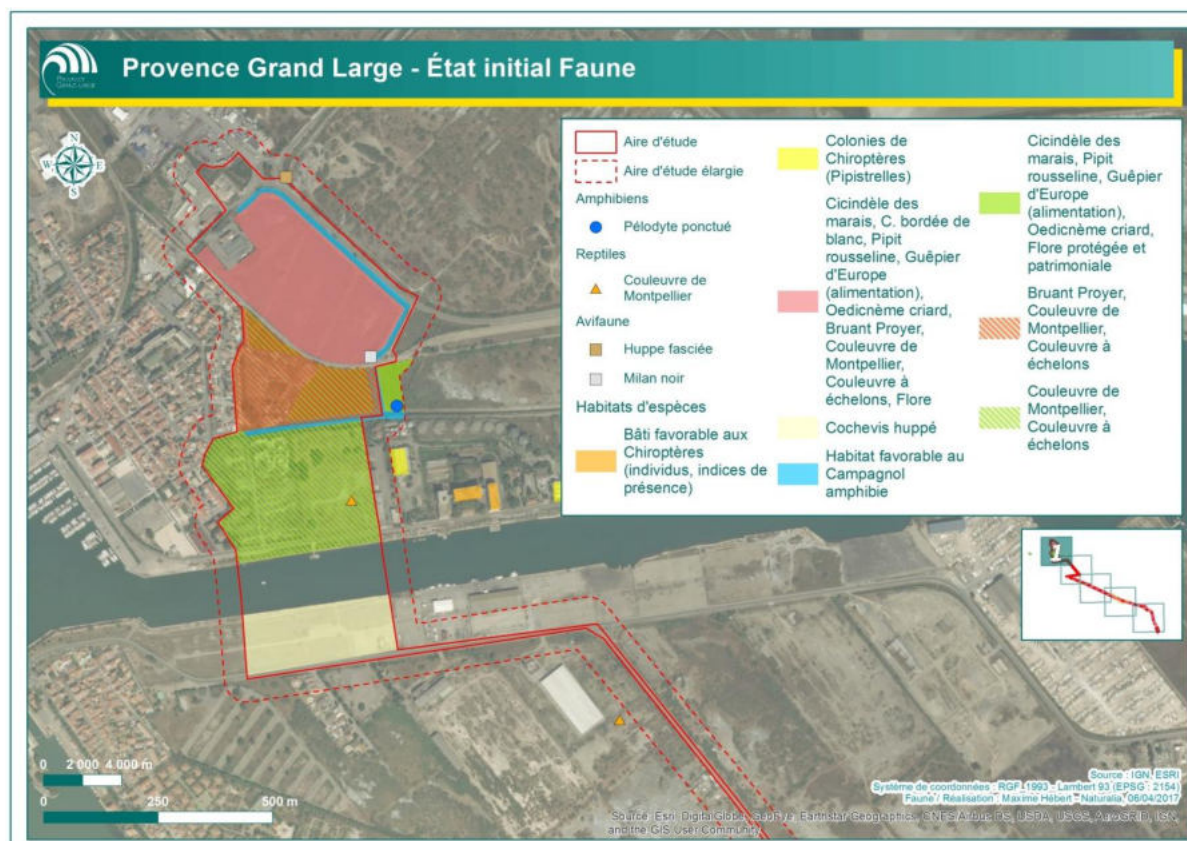
Aucune espèce présentant un enjeu régional de conservation à minima modéré n'a été mise en évidence. Les espèces identifiées, telles la Pipistrelle commune/pygmée/Kuhl, sont certes protégées au niveau national par l'arrêté du 19 novembre 2007 mais ne constituent pas de valeur patrimoniale particulière. Notons toutefois à proximité immédiate la présence d'une colonie de Pipistrelle d'enjeu fort.

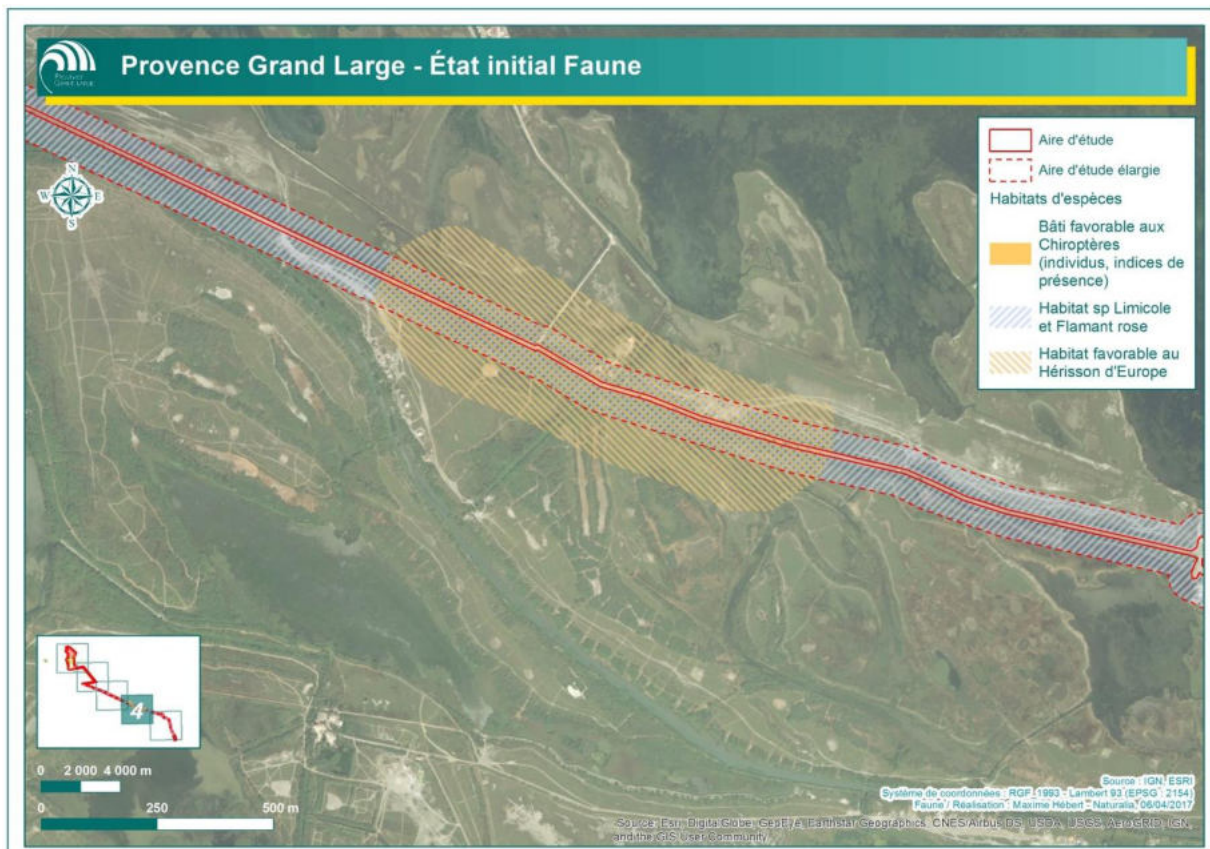
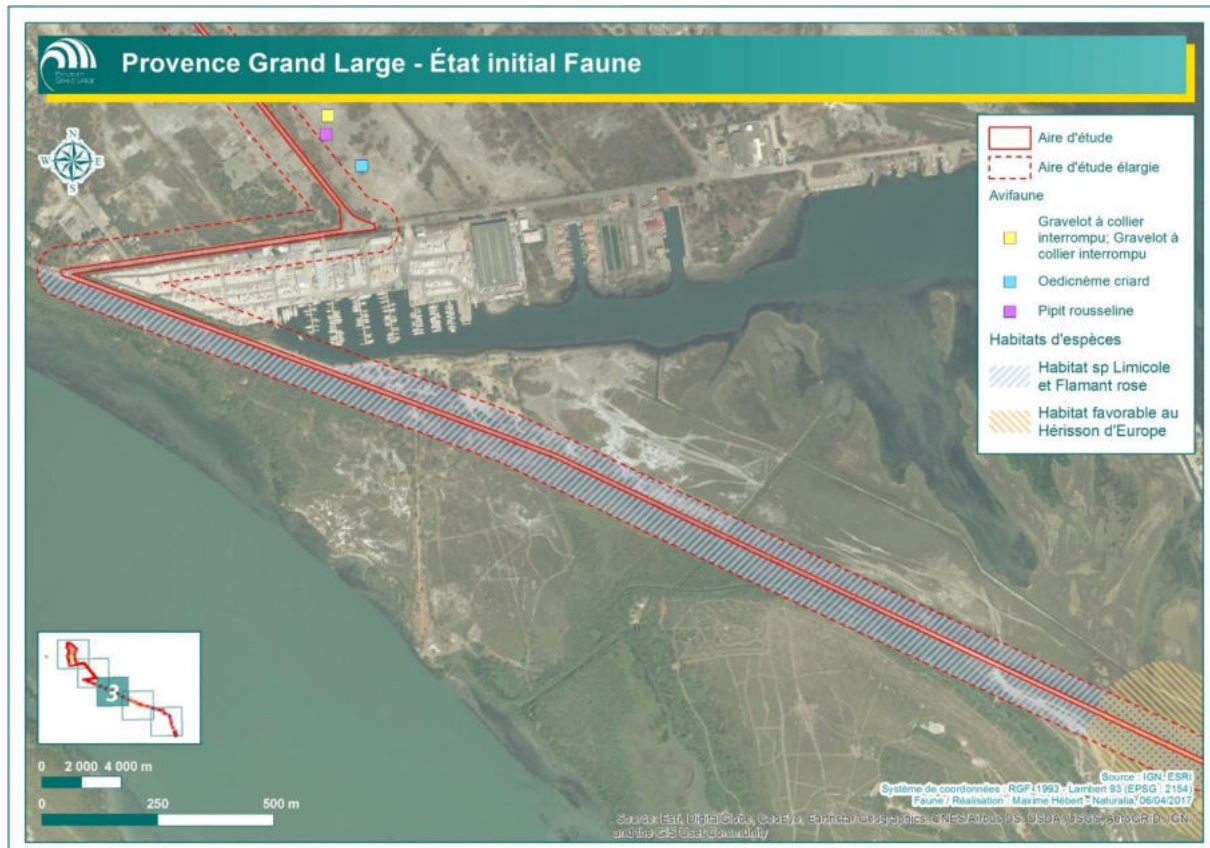
3.14. Bilan des enjeux faunistiques

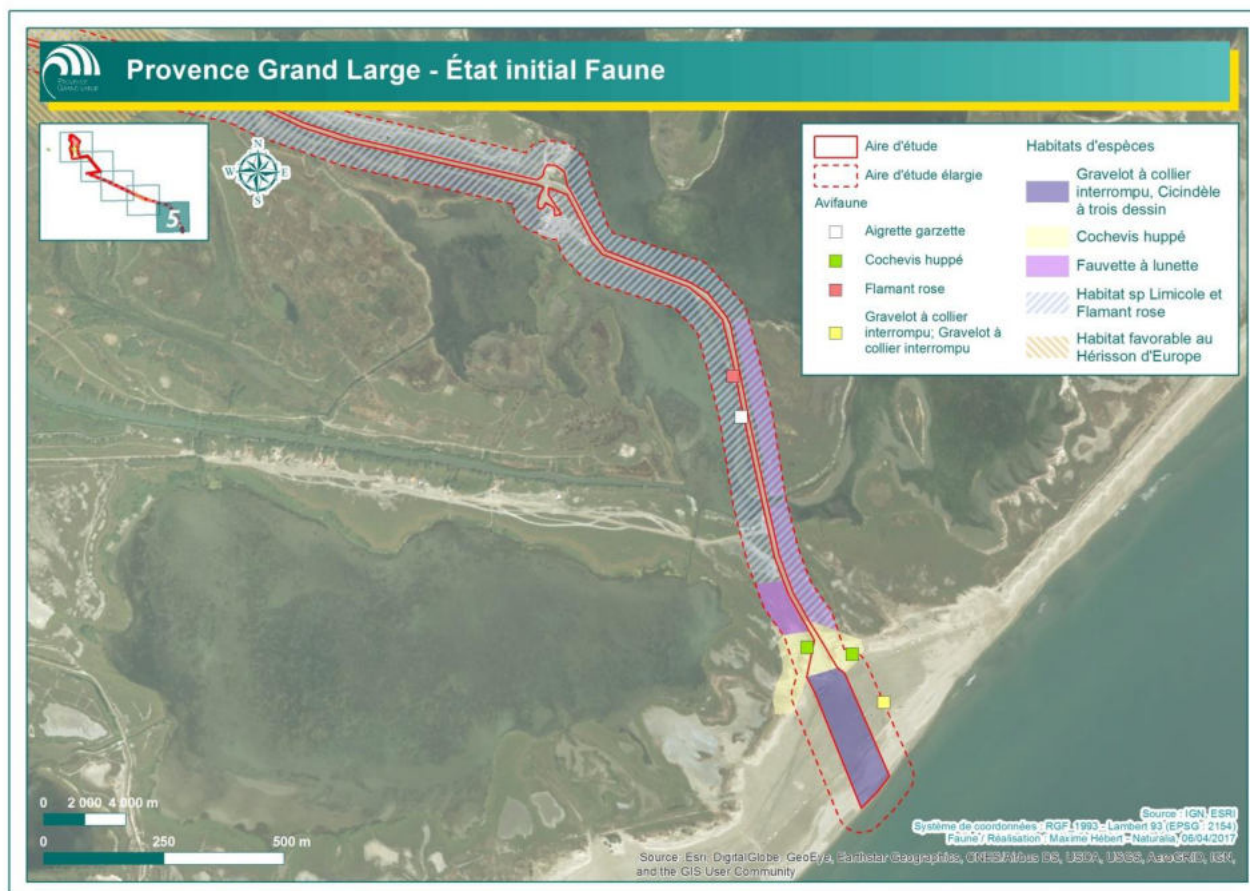
Les enjeux faunistiques sont présentés dans le tableau et les cartes qui suivent.

Espèces	Protection		Liste rouge nationale ou régionale	Statut biologique et Enjeu dans l'aire d'étude
	Niveau National	Niveau européen		
Invertébrés				
Cicindèle bordée de blanc <i>Cephalota circumdata leonschaeferi</i>	-	-	-	Reproduction potentielle
Cicindèle des marais <i>Cylindera paludosa</i>	-	-	-	Reproduction potentielle
Cicindèle à trois dessins <i>Cylindera paludosa</i>	-	-	-	Reproduction
Amphibiens				
Rainette méridionale <i>Hyla meridionalis</i>	x	x	LRR : LC	En reproduction
Pélodyte ponctué <i>Pelodytes punctatus</i>	x	-	LRR : LC	Reproduction
Grenouille rieuse <i>Pelophylax ridibundus</i>	x	-	LRR : LC	En reproduction
Reptiles				
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	x	-	LRR : NT	En reproduction
Couleuvre à échelons <i>Rinechis scalaris</i>	x		LRR : LC	Reproduction
Reptiles communs (Lézard vert, Lézard des murailles, Tarente de Maurétanie)	x	x	LRR : LC	En reproduction
Oiseaux				
Cochevis huppé <i>Galerida cristata</i>	x	-	LRR : VU	Reproduction
Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i>	x	x	LRR : VU	Reproduction
Fauvette à lunettes <i>Sylvia conspicillata</i>	x	-	LRR : VU	Reproduction
Pipit rousseline <i>Anthus campestris</i>	x	x	LRR : LC	Reproduction
Guêpier d'Europe <i>Merops apiaster</i>	x	-	LRR : VU	Transit, alimentation
Flamant rose <i>Phoenicopterus ruber</i>	x	x	LRR : EN	Transit, alimentation
Œdicnème criard <i>Burhinus oedicnemus</i>	x	x	LRR : LC	Reproduction
Echasse blanche <i>Himantopus himantopus</i>	x	x	LRR : LC	Transit, alimentation
Chevalier gambette <i>Tringa totanus</i>	-	-	LRR : EN	Transit, alimentation
Bruant proyer <i>Emberiza calandra</i>	x	-	LRR : LC	Reproduction
Avocette élégante <i>Recurvirostra avocetta</i>	x	x	LRR : VU	Transit, alimentation
Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>	x	-	LRR : LC	Reproduction possible.
Milan noir <i>Milvus migrans</i>	x	x	LRR : LC	Transit, alimentation
Oiseaux communs (passereaux)	x	-	LRR : LC	En reproduction
Mammifères dont chiroptères				
Pipistrelles sp. (Kuhl, commune / pygmée)	X	x	LRR : LC	Deux colonies avérées. La première d'environ 10 individus se trouve au sud

Tableau 43 : Synthèse des enjeux faunistiques terrestres (Source : Naturalia, 2017)







Carte 18 : Faune identifiée le long du tracé du câble d'export terrestre (Source : Naturalia, 2017)

3.15. Fonctionnalités écologiques²⁵

3.15.1. A l'échelle du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)

La conservation des populations floristiques et faunistiques sur le long terme nécessite, dans l'idéal, que chaque individu puisse se déplacer. Ce besoin vital est essentiellement lié à la reproduction et à l'alimentation. Or, l'aménagement, les infrastructures, les ouvrages hydrauliques, l'urbanisation, l'agriculture intensive constituent un nombre croissant de barrières écologiques. Ces aménagements engendrent des points de conflits (existants ou potentiels), des déséquilibres écologiques locaux, des fragmentations et peuvent également favoriser le développement de certaines espèces envahissantes.

Les continuités écologiques désignent les espaces ou réseaux d'espaces réunissant les conditions de déplacement d'une ou plusieurs espèces. Il s'agit des espaces qui constituent des milieux favorables ou simplement utilisables temporairement et qui offrent des possibilités d'échanges.

A l'échelle de la région PACA, des réservoirs de biodiversité ont été identifiés dans le **SRCE PACA**. Ces réservoirs de biodiversité (= correspondant à des espaces importants pour la biodiversité) correspondent essentiellement aux espaces d'intérêt écologique : Natura 2000, ZNIEFF, etc.

Les grandes continuités de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur ont été rattachées à 5 grands ensembles (5 sous-trames) : milieux forestiers, milieux semi-ouverts, milieux ouverts, zones humides et eaux courantes. A ces 5 sous-trames, s'ajoute une composante spécifique littorale.

L'aire d'étude recoupe des zones humides qui sont reconnues comme réservoir de biodiversité à préserver.

3.15.2. A l'échelle locale

Les Theys de Port-Saint-Louis-du-Rhône font partie intégrante du delta du Rhône et constituent donc un prolongement de la Camargue, bien qu'étant situés à l'est de l'embouchure du Grand Rhône. Cet espace naturel est une zone d'interface entre les influences de la mer, de la terre et du fleuve.

Situé au sud de la zone d'activité de Port-Saint-Louis-du-Rhône, le site d'étude apparaît comme un paysage littoral encore sauvage. Il présente des spécificités écologiques (marais salants, lagunes) et patrimoniales remarquables. Le site est couvert dans sa majeure partie par des zones humides comportant de l'eau douce ou de l'eau saumâtre. Ces milieux sont autant de lieux de repos, d'alimentation ou de reproduction pour de nombreux oiseaux et notamment pour bon nombre d'espèces aquatiques. Enfin, le site se distingue par une flore originale dont les conditions de conservation sont relativement bonnes.

²⁵ Source : Naturalia, 2017. Projet de parc pilote éolien flottant au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône – Raccordement de ligne au poste électrique – Compléments au volet naturel d'étude d'impact.

Pour la partie terrestre, le développement de la commune s'est principalement axé sur le Port Autonome de Marseille/GPMM. Les aménagements des années 60 ont ainsi profondément bouleversé les milieux et les fonctionnements écologiques. Une brève analyse diachronique montre la consommation d'espaces naturels au profit des aménagements industrialo-portuaires le long du canal St-Louis, situation illustrée par la figure ci-après.



Figure 126 : Evolution des habitats au niveau du Vieux village et du canal Saint Louis entre 1938 et 2013

Ce secteur est par ailleurs concerné par un projet d'urbanisme à l'échelle du SCOT repris dans le PLU en cours de validation . Il s'agit de l'aménagement de la presqu'île du Mazet sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Le projet, dans sa composante terrestre, concerne des secteurs pour la plupart déjà urbanisés et/ou bétonnés (piste cyclable bordant la route Napoléon, routes, zones d'activité, chemins...) présentant un caractère artificialisé et jouant dès lors un rôle d'élément fragmentant.



3.16. Synthèse des principaux enjeux écologiques de la zone d'étude terrestre

La Camargue est un lieu riche en biodiversité et constitue un biotope particulier. La zone d'étude présente une mosaïque d'habitats à enjeux de conservation très faibles à modérés selon les secteurs. Il faut toutefois modérer l'attrait de cette zone par une anthropisation marquée sur la majorité de l'aire d'étude (infrastructures routières, zone d'activités...).

Les analyses bibliographiques et les inventaires réalisés sur le terrain ont permis d'identifier les principaux enjeux suivants sur la zone d'étude centrée sur le tracé futur du câble de raccordement terrestre jusqu'au poste de transformation.

3.16.1. Habitats et Flore

Les enjeux de conservation liés aux habitats naturels sont forts sur les dunes situées près du poste de secours, et sont globalement modérés de la plage Napoléon au They de Saint-Antoine Ermite. Les habitats présents au droit de la partie Nord du tracé, présentent de même un enjeu de conservation modéré. Toutefois, les abords des routes concernées par le tracé sont fortement remaniés et urbanisés et ne présentent pas d'habitats à enjeu particulier (enjeu de conservation lié aux habitats naturels globalement faible).

Les bords de route sont toutefois concernés par des enjeux floristiques réglementaires forts localisés en quatre sites, près du parking du poste de secours, près du They de la Tartane et près du They de Saint-Antoine Ermite. Ces enjeux réglementaires impliquent trois espèces végétales patrimoniales en PACA : il s'agit du chardon des dunes *Eryngium maritimum*, du lis maritime *Pancratium maritimum* et des saladelles de provence *Limonium* groupe *cuspidatum*.

Deux espèces floristiques protégées, *Limonium cuspidatum* et *Limonium girardianum*, ont également été identifiées au sein des fourrés halophiles méditerranéens à l'est de la route qui mène au carrefour Garrouyas. Ces zones doivent faire l'objet d'une attention particulière dans le projet d'aménagement.

Au final, 4 espèces protégées ont donc été recensées sur 10 stations.

Sur les zones d'enjeu de conservation, des mesures doivent être mises en œuvre afin de maintenir l'intégrité du milieu naturel. Il est à noter que le terrain vague situé au sud de la zone d'étude en face de l'entrée du port, à l'est de la route peut être susceptible de comporter des espèces de la Famille des Limoniacées (dont la plupart sont protégées nationalement). La date de prospection n'étant pas des plus favorables, il est préférable de limiter l'impact des travaux sur cette zone.

3.16.2. Insectes

Malgré leur spécificité, les habitats présents sur le site ne présentent aucun atout majeur pour l'entomofaune. Les espèces rencontrées sont toutes ubiquistes, ou au moins communes. Les Rhopalocères identifiés ont un statut de préoccupation mineure sur la liste rouge des Rhopalocères de France

métropolitaine et sur la liste rouge européenne (excepté pour la Vanesse des chardons pour cette dernière liste). Les Odonates et Orthoptères identifiés sont des espèces non menacées en l'état actuel des connaissances.

Les espèces patrimoniales (*Lestes macrostigma* et *Hemianax ephippiger*) signalées comme potentielles dans la littérature ont bénéficié d'une attention spéciale mais n'ont pas été observées.

3.16.3. Reptiles et Amphibiens

Aucun enjeu n'a été observé pour le groupe des amphibiens sur l'ensemble du tracé terrestre du câble.

Le secteur compris entre les cabanes du Levant et le They de Saint-Antoine Ermite et le secteur proche du poste de secours présentent toutefois des potentialités modérées pour de nombreuses espèces patrimoniales d'amphibiens (entre 6 et 8). Des enjeux potentiels modérés ou forts ont en particulier été identifiés pour trois espèces patrimoniales : le pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), le crapaud calamite (*Epidalea calamita*), et surtout le pélobate cultripède (*Pelobates cultripes*). Malgré une période d'inventaire favorable, aucune de ces espèces n'a cependant été contactée. Seule la présence de la Rainette méridionale et de la Grenouille rieuse a été mise en évidence.

Sur le secteur Nord du tracé (qui s'étend depuis la route Carteau jusqu'à la fin du tracé), les habitats sont dans l'ensemble peu favorables à la présence des amphibiens. Ce résultat doit cependant être relativisé puisque la date de prospection n'était pas la plus propice à l'observation de ce groupe.

Les habitats du secteur Sud du tracé sont dans l'ensemble peu favorables aux reptiles. En revanche, le Sud de la zone d'étude prospectée par BRLi (secteur Nord du tracé), deux espèces protégées nationalement ont été répertoriées : un Lézard des murailles observé en lisière de la haie de Thuya et une Tarente de Maurétanie trouvée sous une plaque aux abords du grillage séparant le chantier naval et le parking des camping-cars au sud du canal Saint-Louis. Ces espèces seront prises en compte dans le projet d'aménagement.

3.16.4. Avifaune

Les enjeux ornithologiques sont les plus principaux enjeux écologiques de la zone d'étude terrestre.

Ils concernent plus particulièrement la zone de prospection Sud qui s'étend de part et d'autre de la route Napoléon depuis le site d'atterrissage sur la plage. Lors des inventaires terrains sur ce secteur, 46 espèces d'oiseaux dont 39 protégées, ont été observées. Parmi les espèces protégées, 20 sont nicheuses dans le secteur à l'époque de prospection. Les secteurs à enjeux forts couvrent la majeure partie de cette zone de prospection. Les enjeux potentiels identifiés concernent les autres cortèges d'oiseaux, migrateurs et hivernants.

Sur le secteur du tracé plus au nord, qui s'étend de la route Carteau jusqu'au poste de transformation, les enjeux avifaunistiques sont moindres (faibles à modérés). 22 espèces ont été contactées dont la plupart bénéficie d'une réglementation. La date de prospection n'a cependant pas permis d'identifier le statut biologique (nicheuse, hivernante, migratrice) de chacune des espèces d'oiseaux contactées.



SYNTHESE DES ENJEUX LIES AU MILIEU BIOLOGIQUE

Les peuplements benthiques au large de la plage Napoléon sont caractéristiques de milieux faiblement perturbés à non perturbés. Les conditions estuariennes du Grand Rhône (houle, mouvements sédimentaires, apport d'alluvions) limitent l'implantation d'un peuplement très diversifié, caractérisé par une richesse spécifique relativement faible (60 espèces) et une diversité moyenne.

Un gradient biocénotique a été observé entre la plage Napoléon et la zone d'étude en mer avec la présence au large (à partir de 18-23 m de profondeur) de la biocénose de vases terrigènes côtières. A proximité de la côte, la biocénose des sables fins bien calibrés, définie comme habitat d'intérêt communautaire selon l'annexe 1 de la Directive Habitat, a été observée.

Les populations de mammifères marins fréquentent les eaux plus au large et plus à l'est de la Méditerranée. Toutefois, les observations en mer montrent que le grand dauphin fréquente les eaux côtières face à Port-Saint-Louis-du-Rhône, en transit ou en alimentation. Il est fort probable que cette espèce soit par conséquent présente au niveau de la zone de projet.

Le secteur d'étude se situe au niveau d'une zone de transition entre le Golfe du Lion et ses côtes sableuses à l'ouest d'une part, et les côtes rocheuses à l'est, délimitées par l'embouchure du Rhône et le Golfe de Fos-sur-Mer, d'autre part. De nombreux déplacements d'oiseaux marins ont lieu entre ces deux grandes entités, le long d'un axe est/ouest (notamment en migration).

Les enjeux au sein de la zone sont principalement à mettre en relation avec la présence de milieux humides (étangs, marais) qui possèdent une flore originale et des habitats remarquables pour de nombreuses espèces végétales et animales protégées (notamment d'oiseaux) ainsi qu'à la forte productivité biologique de la bande marine côtière soumise à l'influence des apports du Rhône (zones clés du cycle de vie des poissons, aires d'alimentation, de stationnement et de repos de diverses espèces d'oiseaux marins ou littoraux). En périphérie de la zone d'étude, en rive droite du Rhône, la Camargue du fait de sa richesse écologique exceptionnelle fait l'objet d'un panel de mesures de gestion et de protection.

La présence de ces espaces souligne la sensibilité de la traversée de ces milieux mais ne constitue cependant pas une contrainte forte pour la réalisation du projet si le tracé du câble emprunte les infrastructures routières existantes. Les enjeux identifiés doivent donc être pris en compte dans la définition du tracé du câble de raccordement et l'organisation du chantier afin de minimiser les impacts potentiels sur les habitats et les populations animales et végétales remarquables pendant la phase travaux.

La préservation du caractère naturel du secteur des Theys devra faire l'objet d'une attention particulière. Le secteur vers la pointe Napoléon est en effet resté à l'état naturel avec, tout comme le littoral Camarguais voisin, une omniprésence des zones humides. Des enjeux de conservation forts à modérés ont ainsi été identifiés sur ce secteur en lien avec la présence d'habitat (habitats remarquables sur les dunes situées près du poste de secours) ou de flores remarquables (flores protégées près du parking du poste de secours, près du They de la Tartane et près du They de Saint-Antoine Ermite. Les abords des routes sont toutefois fortement remaniés et hormis les stations localisées d'espèces végétales remarquables, ils ne présentent





pas d'enjeu particulier. Certains habitats situés au-delà des secteurs de voiries présentant toutefois des enjeux de conservation modérés

La zone d'étude apparaît comme favorable pour la batrachofaune avec la présence de nombreux habitats humides temporaires et permanents qui correspondent aux exigences écologiques du Pélodyte ponctué et de la Rainette méridionale, deux espèces à enjeu de conservation notable, ainsi qu'à la Grenouille rieuse ne présentant pas de valeur patrimoniale particulière. Pour les reptiles, seuls les habitats du Mazet et au nord du canal saint Louis sont susceptibles d'accueillir le cortège classique des espèces méditerranéennes (couleuvre de Montpellier, couleuvre vipérine, couleuvre à échelons, Lézard des murailles, Tarente de Maurétanie). Pour l'avifaune, riche et diversifiée, les principales espèces à enjeux observées sont, par secteur :

- Sur la zone de la plage Napoléon et en retrait de la plage : Cochevis huppé et Gravelot à collier interrompu.
- Le long de la Route Napoléon jusqu'à la presqu'île du Mazet : Fauvette à lunettes, Flamant rose, Chevalier gambette, Pipit rousseline, Avocette élégante, Echasse blanche.
- Sur le secteur de la presqu'île du Mazet : Pipit rousseline, Milan noir, Œdicnème criard, Guêpier d'Europe, Gravelot à collier interrompu.
- Sur le secteur nord : Bruant proyer, Huppe fasciée, Milan noir, Guêpier d'Europe, Pipit rousseline, Œdicnème criard.

Le tableau ci-après indique les niveaux d'enjeux des différentes thématiques relatives au milieu vivant sur la zone d'étude.

Légende du tableau :

	Enjeu négligeable ou nul
	Enjeu faible
	Enjeu moyen
	Enjeu fort

Thématique	Enjeux	
	Zone d'implantation du parc pilote	Zone de raccordement électrique maritime et terrestre
Biocénoses benthiques	<p>Biocénose de vases terrigènes côtières</p> <p>Peuplements benthiques caractéristiques de milieux « faiblement à non perturbés »</p> <p>Conditions estuariennes limitant la richesse spécifique (faible) et diversité (moyenne)</p>	<p>Forte productivité biologique de la bande côtière en relation avec les apports du Rhône (zones clés du cycle de vie des poissons et avifaune)</p> <p>Peuplements benthiques caractéristiques de milieux « faiblement ou non perturbés » au large à « non perturbés » plus vers la côte.</p> <p>Conditions estuariennes limitant la richesse spécifique et la diversité</p> <p>Biocénose de vases terrigènes côtières au large et plus à la côte de la biocénose des sables fins bien calibrés d'intérêt communautaire (transition vers 18-23 m de profondeur)</p>
Mammifères marins	Présence probable du Grand Dauphin, en transit ou en alimentation au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône	Présence probable du Grand Dauphin, en transit ou en alimentation au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône
Ressource halieutique	Ressources halieutiques (sole, anchois, dorade, maquereau, lotte, galinette, sardine, merlu, loup, bonite...)	Zone côtière de forte productivité biologique en relation avec les apports du Rhône –Zones clés du cycle de vie des ressources halieutiques
Avifaune	<p>Avifaune marine patrimoniale en plus ou moins grand effectif (puffins, Océanite tempête, sternes, laridés, fou de Bassan, migrateurs terrestres...)</p> <p>38 espèces dont 36 protégées (dont les puffins espèces très patrimoniales)</p> <p>Migration d'espèces marines et terrestres</p> <p>Proximité de ZPS</p>	Intérêt avifaunistique du littoral et notamment du secteur de la plage Napoléon et de la presqu'île du Mazet où se concentrent principalement les enjeux (reproduction ou nourrissage des oiseaux, espèces patrimoniales nicheuses)
Habitats, faune et flore terrestres	/	<p>Enjeu de conservation nul à faible au droit des voiries (habitats fortement artificialisés)</p> <p>Au-delà présence plus ou moins localisée d'habitats à enjeu fort à modéré (dune mobile embryonnaire, steppe salée méditerranéenne, fourrés halophiles méditerranéens...). Enjeux notamment au droit de la route des theys et plage Napoléon et entre la voie ferrée et giratoire du Garrouyas. Présence de flores originales (8 espèces protégées) et de secteurs de nidification, de nourrissage et d'hivernage de nombreux oiseaux.</p> <p>2 espèces d'amphibiens à enjeux dans les canaux végétalisés sur leurs berges et les systèmes temporaire. Un cortège de reptiles méditerranéens classiques et généralistes se rencontrent sur le secteur d'étude.</p>
Equilibres biologiques – Continuités écologiques	Zone de transition entre le Golfe du Lion et ses côtes sableuses à l'ouest, et les côtes rocheuses à l'est, délimitées par l'embouchure du Rhône et le Golfe de Fos-sur-Mer. De nombreux déplacements d'oiseaux marins ont lieu entre ces deux grandes entités, le long d'un axe est/ouest (notamment en migration).	Zones de frayères et de nourriceries de nombreuses espèces de poissons (They de la Gracieuse notamment) dans eaux côtières de la zone d'étude

Tableau 44 : Synthèse des enjeux liés au milieu biologique

4. PATRIMOINE ECOLOGIQUE, CULTUREL ET PAYSAGER

PARTIES MARITIME ET TERRESTRE

Cette partie de l'état initial porte sur le patrimoine naturel et le paysage. Les éléments traités sont les suivants :

- Patrimoine écologique ;
- Patrimoine culturel ;
- Paysages.

Nota : Parmi les outils de protection et de gestion de l'environnement, on recense plusieurs documents de planification du territoire et de gestion (PAMM, SDAGE, SCoT, etc.). La présentation et l'analyse de ces documents sont traitées dans le chapitre 6 « Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et articulation avec les plans, schémas et programmes ». Il en est de même pour les documents d'urbanisme.

4.1. Patrimoine écologique

La zone de Port-Saint-Louis-du-Rhône et ses abords est localisée à proximité directe de la Camargue. La Camargue constitue un patrimoine écologique reconnu d'intérêt international et une zone humide emblématique du bassin Rhône - Méditerranée. Elle compte un grand nombre de mesures de protection, de gestion, et d'inventaire du patrimoine naturel témoignant de la richesse écologique du secteur. La plupart des espaces marins côtiers et littoraux de la zone d'étude sont ainsi identifiés comme des espaces écologiques remarquables.

La richesse écologique de ces eaux côtières est notamment liée à l'influence des apports du Rhône qui génèrent une forte productivité biologique. Ce secteur a ainsi un rôle important dans l'équilibre biologique (zones de frayère et de nurserie pour de nombreuses espèces halieutiques) et physique du littoral (cordons festonnés et rides littorales).

4.1.1. Protections réglementaires

4.1.1.1. Réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 est constitué de sites désignés pour assurer la conservation de certaines espèces d'oiseaux (Directives "Oiseaux" de 1979) et la conservation de milieux naturels et d'autres espèces (Directives "Habitat" de 1992).

Les projets de sites et les procédures diffèrent selon les directives :

- **ZPS (Zones de Protection Spéciale)**, au titre de la Directive "Oiseaux" (directive 79/409/CEE modifiée) : elles sont d'abord désignées en droit national par arrêté ministériel, puis elles sont notifiées à la Commission européenne ;
- **ZSC (Zones Spéciales de Conservation)**, au titre de Directive « Habitats, faune, flore » (directive 92/43/CEE modifiée) : elles sont désignés après plusieurs étapes : proposition de SIC (Site d'Intérêt Communautaire), publication du SIC et désignation du SIC en droit national sous le statut de ZSC.

Sur chaque site, un document d'objectifs (DOCOB) est élaboré. Il s'agit d'un document d'orientation et de gestion élaboré sous la responsabilité de l'Etat, en partenariat avec l'ensemble des acteurs concernés et via un comité de pilotage.

Le secteur d'étude est concerné par 3 sites Natura 2000, du fait de la proximité immédiate de la Camargue et de la Crau dont la plupart des espaces sont intégrés au sein de ce réseau :

- La zone d'implantation du parc éolien flottant pilote et son câble de raccordement (parties maritime et terrestre) sont localisés au sein de la ZPS « Camargue » (FR 9310019). Cette ZPS est à dominante maritime.
- Une portion du câble électrique d'export traverse la ZSC « Camargue » (FR9301592) et la ZSC « Rhône Aval ». Ces ZSC sont à dominante (ou 100 %) terrestre.

D'autres sites Natura 2000 sont également présents dans les environs du projet (à moins de 15 km) :

- une ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhône », située à 2 km de la zone de projet terrestre mais à environ 23 km au nord de la zone de projet en mer,
- la ZSC « Côte Bleue marine », localisée à environ 9 km à l'est de la zone de projet et intégré au réseau du fait de sa grande richesse d'habitats naturels remarquables méditerranéens (herbiers de posidonies, coralligènes, faune diversifiée).

Nom	Type	Code	Superficie (ha)	Distance à la zone de projet	DOCOB
« Camargue »	ZPS	FR9310019	221 062 dont 64 % maritime	Zone de concession du parc et câble compris dans la ZPS	Approuvé jusqu'à la limite des 3 MN
« Camargue »	ZSC	FR9301592	113 729 dont 32 % maritime	Traversée par le câble d'export	Approuvé
« Rhône Aval »	ZSC	FR9301590	12 606	Traversée par le câble d'export	En cours
« Côte Bleue marine »	ZSC marine	FR9301999	18 887	10-15 km à l'est de la zone de projet	-
« Marais entre Crau et Grand Rhône »	ZPS	FR9312001	7 234	Limitrophe	Approuvé

Tableau 45 : Zones Natura 2000 présentes dans le secteur d'étude

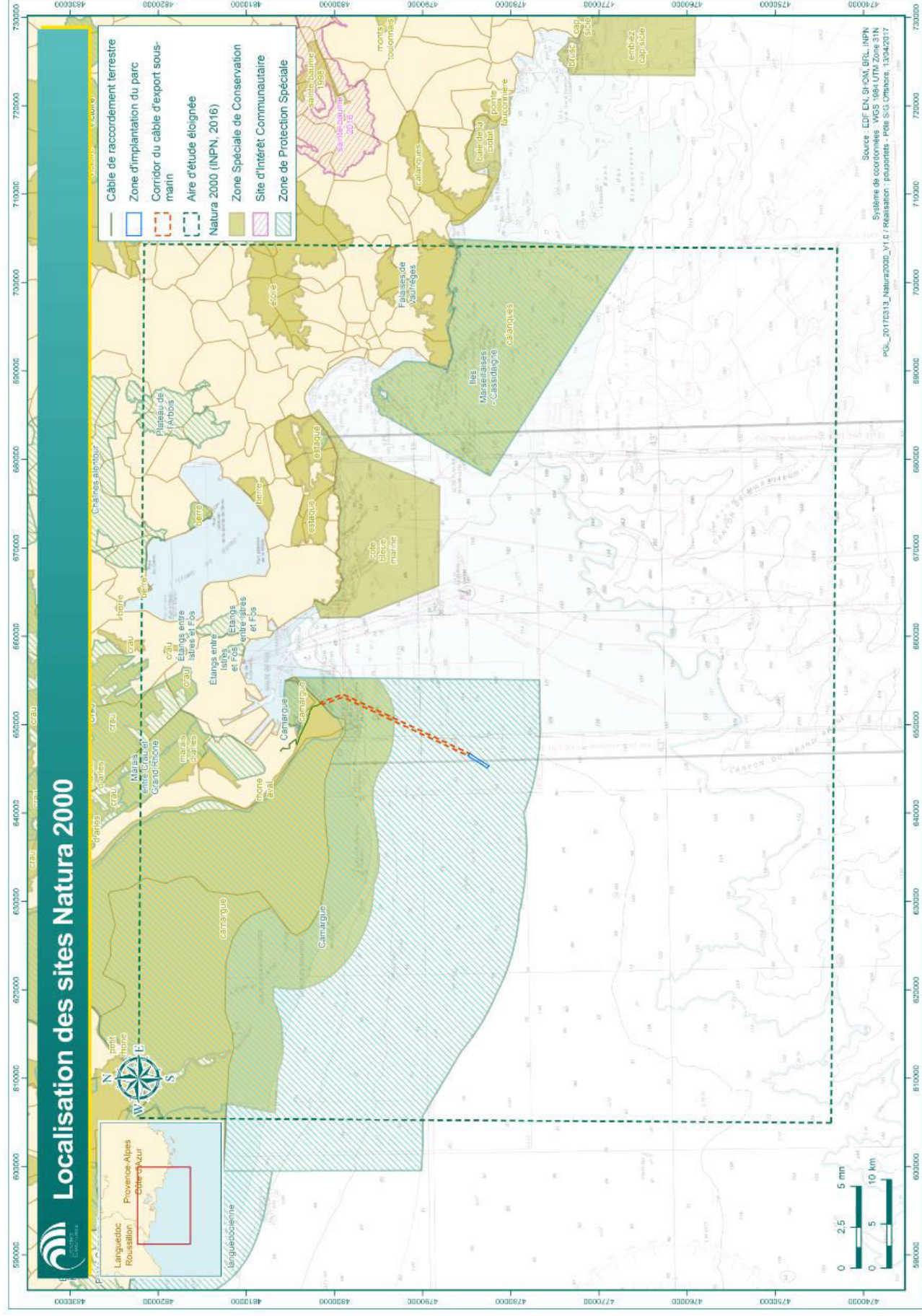
Les ZPS « Iles marseillaises - Cassidaigne » et « Iles d'Hyères » sont situées à plus de 30 km de la zone de projet.

La zone d'implantation du parc éolien flottant pilote et son câble de raccordement (partie maritime et terrestre) se situent au sein de la ZPS « Camargue » (FR9310019).

Le câble de raccordement traverse la ZSC « Camargue » (FR9301592) et la ZSC « Rhône Aval » (FR301590).

La description des sites Natura 2000 est développée séparément dans le document d'évaluation des incidences Natura 2000.

La localisation des sites Natura 2000 est indiquée sur la carte suivante.



4.1.1.2. Réserves naturelles

Créées pour répondre aux enjeux de protection des éléments remarquables de la biodiversité et de la géodiversité recensés par l'inventaire national du patrimoine naturel, les réserves naturelles sont des outils de protection réglementaire qui ont de plus en plus vocation à être utilisés en complémentarité avec d'autres systèmes de protection du patrimoine naturel. La création d'une réserve naturelle peut ainsi conforter les orientations d'un DOCOB sur une partie de site Natura 2000 ou mettre en œuvre, dans un Parc Naturel Régional, les objectifs fixés par la charte pour préserver des éléments remarquables du patrimoine naturel, qu'il s'agisse de faune, de flore, de roches, minéraux et fossiles, ou encore de grands sites géomorphologiques.

La zone d'étude ne se trouve pas à proximité d'une réserve naturelle.

4.1.1.3. Parc naturel régional

Les Parcs Naturels Régionaux sont créés pour protéger et mettre en valeur de grands espaces ruraux habités. Ils ont été institués par un décret du 1er mars 1967, mais leur consécration législative n'interviendra que par les lois des 7 janvier et 22 juillet 1983. L'objectif de protection du patrimoine naturel et culturel leur sera assigné pour la première fois par un décret du 25 avril 1988.

Le Parc naturel régional de Camargue (FR 8000011) est situé au bord de la Méditerranée, à l'intérieur du delta du Rhône, principalement entre les deux bras du fleuve. Le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue, tel que défini par le décret du 16 février 2011 portant renouvellement de classement du parc pour les 12 années à venir, intègre désormais le Mas Thibert, le Plan-du-Bourg, les marais du Vigueirat et de Meyranne et les territoires naturels de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Il couvre 3 communes : Arles, Port-Saint-Louis-du-Rhône et les Saintes-Maries-de-la-Mer. Il s'étend ainsi sur plus de 100 000 ha et 75 km de façade maritime.

Pour ce qui concerne la partie maritime des 3 milles nautiques, conformément aux nouvelles dispositions réglementaires en vigueur, le territoire du Parc s'arrêtera au « trait de côte ». Toutefois, compte tenu de l'importance particulière de l'interaction entre les eaux marines et les eaux douces et de la problématique d'érosion marine, une convention de gestion doit être signée entre les autorités de l'Etat et le Parc pour permettre à ce dernier de poursuivre ses interventions sur la zone des 3 milles marins ainsi que sur les 12 milles du site Natura 2000.

Les milieux naturels de Port-Saint-Louis concernés sont recensés en tant que zones de protection prioritaires, zones humides majeures, zones à massifs forestiers et ensembles boisés à maintenir et valoriser ou encore secteurs sensibles à accompagner et à restaurer. La plage Napoléon y est répertoriée comme secteur d'activités touristiques et balnéaires.

Tout aménagement au sein du périmètre du parc nécessite un avis consultatif du PNRC.

4.1.1.4.Plans Nationaux d'Action (PNA)

Les plans nationaux d'actions ont été initiés par le ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire (MEEDDAT) en 1996, afin de répondre aux besoins d'actions spécifiques pour restaurer les populations et les habitats des espèces menacées, soutenu par la Stratégie Nationale pour la Biodiversité et le Grenelle de l'Environnement.

Un PNA intéresse l'aire d'étude : le PNA Faucon crécerellette.

4.1.1.5.Arrêtés de biotope

Un biotope est une aire géographique bien délimitée, caractérisée par des conditions particulières (géologiques, hydrologiques, climatiques, sonores, etc.). Les biotopes peuvent être des mares, des marécages, des marais, des haies, des bosquets, des landes, des dunes, des pelouses ou toute autre formation naturelle peu exploitée par l'homme.

Afin de prévenir la disparition des espèces figurant sur la liste prévue à l'article R. 411-1 du code de l'environnement (espèces protégées), le préfet de département peut fixer par arrêté, des mesures tendant à favoriser, sur tout ou partie du territoire, la conservation des biotopes. Il peut interdire certaines activités, en soumettre d'autres à autorisation ou à limitation.

La zone d'étude n'est pas protégée par un arrêté de biotope.

4.1.1.6. Engagements internationaux

- **Réserve de Biosphère**

Le territoire d'étude fait partie de la Réserve de Biosphère « Camargue » en tant que zone humide saumâtre à végétation halophile dominante présentant des intérêts faunistiques et floristiques.

Entre le fleuve Rhône et la mer Méditerranée, la Réserve de biosphère de Camargue couvre l'ensemble du delta biogéographique du Rhône, depuis sa révision effectuée en 2006. Zone naturelle immense, elle se situe entre deux régions très densément peuplées aux portes des agglomérations de Montpellier, Nîmes, Arles et Marseille et du site industriel de Fos-sur-Mer.

De nombreux gestionnaires, usagers, organismes de recherche, administrations interviennent à différents titres sur l'ensemble de la Camargue. La Réserve de biosphère constitue un cadre pour des actions concertées à l'échelle du delta entier. Le Comité de gestion et le Comité technique (composés des partenaires et acteurs du territoire) ainsi que le Conseil scientifique (impliquant les chercheurs de la zone) en sont les instances.

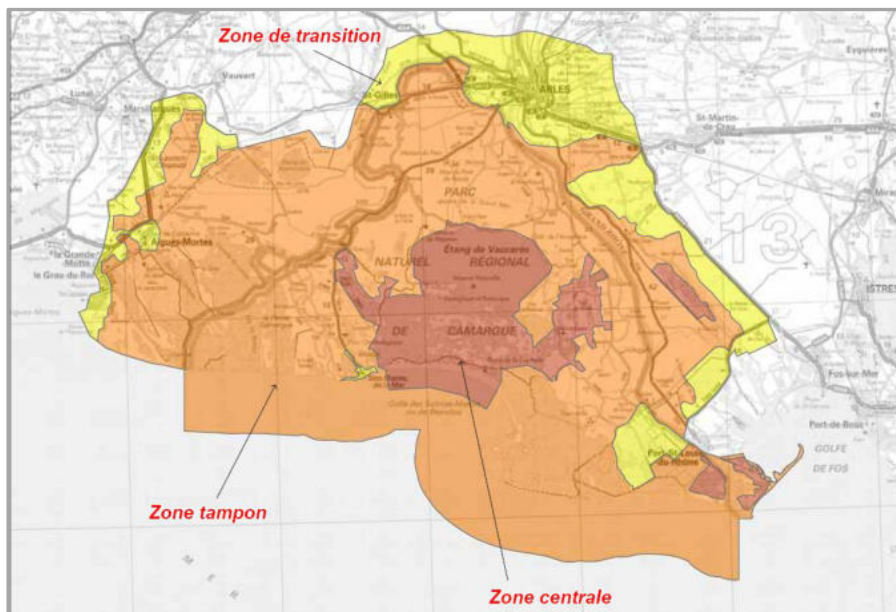


Figure 127 : Périmètre de la réserve de Biosphère Camargue

• Arrêtés de RAMSAR

L'objectif de la Convention de Ramsar (ratifiée en 1971 à Ramsar en Iran) est d'enrayer la tendance à la disparition des zones humides de favoriser leur conservation, ainsi que celle de leur flore et de leur faune et de promouvoir et favoriser leur utilisation rationnelle. La France est adhérente à la Convention depuis octobre 1986.

Chaque Etat doit prendre des dispositions pour être informé dès que possible des modifications des caractéristiques écologiques des zones humides inscrites sur la liste et situées sur son territoire (pollution, intervention humaine, etc.). L'inscription d'un site sur la liste « Ramsar » constitue plus un label qu'une protection elle-même.

Les zones humides occupent une large place sur le secteur de Fos et ses alentours, pour l'essentiel des marais et étangs qui s'étendent sur presque toute la bordure maritime du département. A cela viennent s'ajouter de grandes surfaces de marais salants.

Le territoire du Parc naturel régional de Camargue correspond à un site Ramsar. C'est donc une zone humide d'importance internationale pour laquelle l'Etat français a signé la convention internationale de Ramsar le 1^{er} octobre 1986. L'Etat s'engageait alors à maintenir les caractéristiques écologiques de cette zone humide d'importance internationale et à planifier « l'utilisation rationnelle », ou utilisation durable, de toutes les zones humides se trouvant sur ce site.

A noter également que le site Ramsar de la « Petite Camargue », zone humide d'importance internationale, se situe en limite ouest de la zone d'étude. Il est caractérisé par une très grande diversité de milieux,



largement influencée par de forts gradients de salinité, et par la présence d'habitats exceptionnels (pas moins de 7 habitats prioritaires de la « Directive Habitats »), d'une flore et d'une faune remarquable (avifaune, faune piscicole, amphibiens, reptiles ou encore chiroptères).

Les zones de protection identifiées ci-avant (hors sites Natura 2000) sont présentées sur la carte suivante.

4.1.2. Inventaires scientifiques

Il existe deux types d'inventaires biologiques patrimoniaux :

- Les ZNIEFF : zones d'intérêt écologique faunistique et floristique ;
- Les ZICO : zones d'importance pour la conservation des oiseaux.

Ces inventaires n'ont pas de valeur réglementaire. Ce sont des outils de connaissance et d'expertise de la biodiversité.

4.1.2.1. ZNIEFF

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) est un programme initié par le ministère en charge de l'environnement et lancé en 1982 par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN). Il recense les espaces naturels terrestres remarquables en France.

Il existe deux types de ZNIEFF :

- Les ZNIEFF de type I recouvrent des territoires correspondant à une ou plusieurs unités écologiques homogènes abritant au moins une espèce ou un habitat caractéristique remarquable ou rare, justifiant d'une valeur patrimoniale plus élevée que celle du milieu environnant. Ce sont des secteurs caractérisés par leur intérêt biologique remarquable, ils peuvent être contraignants vis-à-vis des propriétés d'aménagements ;
- Les ZNIEFF de type II sont de grands ensembles naturels riches, ou peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes. Ce sont généralement des secteurs assez vastes, de richesse plus diffuse que les ZNIEFF de type I, donc de ce fait moins sensibles. Les ZNIEFF de type II peuvent inclure des ZNIEFF de type I. Elles possèdent un rôle fonctionnel ainsi qu'une cohérence écologique et paysagère.

Plusieurs ZNIEFF sont recensées au niveau de la zone d'étude, elles sont indiquées dans le tableau suivant :

Nom	Code régional	Type	Communes	Superficie (ha)	Localisation par rapport à la zone d'étude (ZE)
They de la Gracieuse – They de Roustan	13100153	I	Port-Saint-Louis-du-Rhône, Arles	1384	ZE
They de la Gracieuse	13004000	Marine II	Port-Saint-Louis-du-Rhône, Arles	2611	ZE
They de la Palissade	13136154	I	Arles	1105,77	limitrophe
Etangs des salins – Pointe de Beauduc	13136155	I	Sainte-Marie de la Mer, Arles	9 047,01	limitrophe
Camargue fluviolacustre et laguno-marine	13136100	II	Arles, Saintes-Maries-de-la-Mer	82 989,21	limitrophe

Le Rhône	13138100	II	Arles, Barbentane, Boulbon, Saint-Pierre-de-Mézoargues, Port-Saint-Louis-du-Rhône, Tarascon	4280,65	limitrophe
Salin du caban et du relai – Etang de l'oiseau	13135100	II	Port-Saint-Louis-du-Rhône, Fos-sur-Mer, Arles	1831,16	limitrophe
De Beauduc au Grand Rhône	13003000	Marine II	Arles	10643,08	limitrophe
Anse de Carteau	13000001	Marine I	Port-Saint-Louis-du-Rhône	1003	limitrophe
Nombre total de ZNIEFF dans le secteur d'étude : 9			2 ZNIEFF directement concernées par le périmètre rapproché		

Tableau 46 : Recensement des ZNIEFF présentes dans la zone d'étude

Deux ZNIEFF interfèrent directement avec le corridor du câble de raccordement maritime et terrestre. Il s'agit de la ZNIEFF de type 1 « They de la Gracieuse-They de Roustan » et de la ZNIEFF marine de type 2 « They de la Gracieuse ». Il s'agit de ZNIEFF terrestres ou concernant la bande littorale. Ces deux ZNIEFF sont présentées dans les paragraphes qui suivent.

ZNIEFF de type I « They de la Gracieuse - They de Roustan » (13-100-153)

Cette zone littorale composée d'un cordon dunaire s'étend sur 1 384 ha. Les peuplements végétaux du site varient en fonction de la salinité du milieu. On y retrouve des espèces telles que le Lis maritime (*Pancratium maritimum*), le Scirpe piquant (*Schoenoplectus pungens*) et le Panicaut maritime (*Eryngium maritimum*).



Figure 128 : Espèces floristiques présentes sur les They de la Gracieuse et de Roustan (à gauche : lis maritime ; à droite : panicaut maritime) (Source : INPN)

Ce site abrite 4 espèces animales déterminantes et 12 remarquables. Il est particulièrement attractif pour de nombreux oiseaux affectionnant les eaux saumâtres ou salées ainsi que les espèces paludicoles.

Parmi ces peuplements aviens nicheurs on trouve notamment le Butor étoilé, la Nette rousse et le Chevalier gambette. Outre l'avifaune, la zone est également fréquentée par la Loutre d'Europe.



ZNIEFF marine de type II They de la Gracieuse (13004000)

Le They de la gracieuse –They de Roustan est un secteur présentant quant à lui des enjeux liés à la présence d'habitats dunaires avec quelques espèces floristiques intéressantes : des formations psammophiles et halophiles de la sansouire proche, et d'une avifaune remarquable (4 espèces déterminantes et 12 espèces remarquables).

Couvrant 2 611 ha, cette ZNIEFF propose des cordons festonnés et des rides littorales, s'inscrivant dans l'importante unité géologique du delta du Rhône. Son rôle est primordial dans l'écologie halieutique et dans le profil morphologique du rivage, avec un enjeu important vis-à-vis de l'équilibre biologique et physique du littoral camarguais. La production halieutique est importante dans ce secteur soumis à l'influence des apports du Rhône.

Un habitat déterminant est présent : **la biocénose des sables fins bien calibrés (code III.2.2.)**.

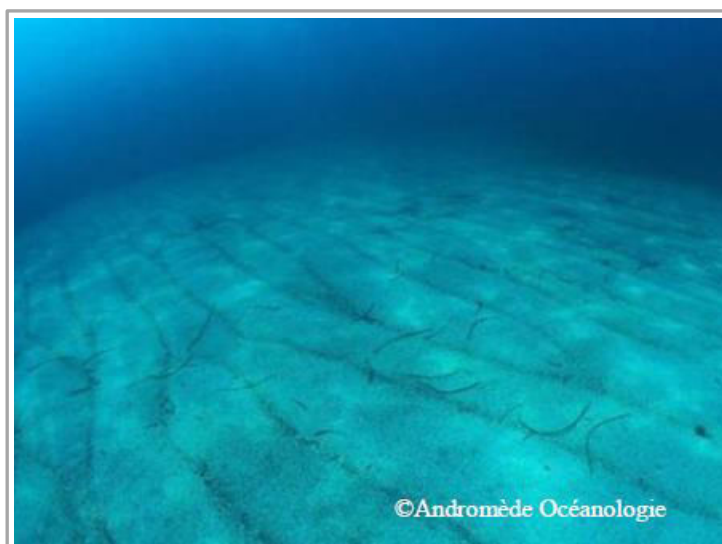


Figure 129 : Sables fins bien calibrés (code III.2.2) (Source : Réseau-languedocmer.n2000)

Aucune espèce animale déterminante ne s'y trouve mais ce site est important pour 8 autres espèces : des Bivalves avec la Telline et la Palourde commune.



Carte 21 : Localisation des zones d'inventaires scientifiques au niveau de la zone d'étude

4.1.2.2.ZICO

Les Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) renvoient à un inventaire scientifique dressé en application d'un programme international de *Birdlife International* visant à recenser les zones les plus favorables pour la conservation des oiseaux sauvages.

L'inventaire des ZICO constitue une source d'informations relative au statut des espèces patrimoniales, des habitats qu'elles occupent et des mesures de conservation qui y sont appliquées. Pour cela, il joue un rôle clé dans le cadre d'un observatoire national de l'avifaune menacée et constitue la référence pour toute nouvelle désignation de ZPS dans le cadre des sites Natura 2000.

Deux ZICO sont répertoriées à proximité de la zone d'étude, confirmant l'intérêt avifaunistique majeur des zones humides environnantes (voir localisation des ZICO sur la carte précédente) :

- Camargue en rive droite du Grand Rhône (PAC02),
- Marais entre Crau et Grand-Rhône : Meyranne, Chanoine, Plan du Bourg et Salins du Caban.

Aucune ZICO ne concerne cependant la zone même de projet ou son voisinage immédiat.

4.1.3. Autres outils de préservation de la biodiversité

4.1.3.1. Propriétés du Conservatoire du Littoral

Créé par la loi du 10 juillet 1975, le Conservatoire des Espaces Littoraux et des Rivages lacustres (CELRL), communément appelé Conservatoire du Littoral, est un établissement public à caractère administratif sous tutelle du ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. Il a pour mission de protéger, par la maîtrise foncière, le littoral en France métropolitaine et outre-mer. Son aire de compétence s'étend aux cantons et communes riveraines des mers, d'étangs salés ou de plans intérieurs de plus de 1 000 ha, mais aussi aux communes riveraines des estuaires et des deltas, lorsque tout ou partie de leurs rives sont situées en aval de la limite de salure des eaux, ainsi qu'aux communes qui participent aux équilibres écologiques et économiques littoraux.

L'objectif du CELRL est de protéger des portions de rivages par leur acquisition, et de les soustraire à divers types de spéculation et à en assurer une gestion écologique et paysagère. La gestion des parcelles acquises est ensuite confiée en priorité aux collectivités territoriales. Le CELRL définit les méthodes de diagnostic et objectifs de gestion patrimoniale de ces sites. Il est responsable des plans de gestion du patrimoine acquis et du suivi de leur mise en œuvre.

Des espaces acquis par le CELRL sont répertoriés sur la zone d'étude. Ils concernent les deux sites des Theys : They du Mazet et du Levant et They de Roustan. Un autre site, « le domaine de la palissade », seul espace naturel non endigué de Camargue, se situe en limite de la zone d'étude en rive droite du Rhône.

Site	Communes concernées	Surface protégée
« They du Mazet et du Levant »	Port-Saint-Louis-du-Rhône	150 ha + 500 ha sur le DPM
They de Roustan	Port-Saint-Louis-du-Rhône	
La Palissade	Arles	702 ha

Tableau 47 : Terrains acquis par le Conservatoire du Littoral (Source : CELRL)

4.1.3.2. Zones humides

L'aire d'étude est couverte par de nombreuses zones humides composées d'étangs, de zones palustres, des lagunes, salines et sansouïres.

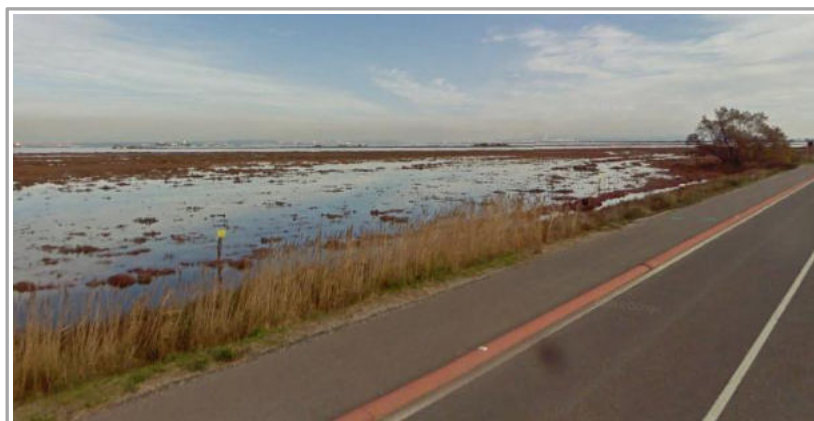


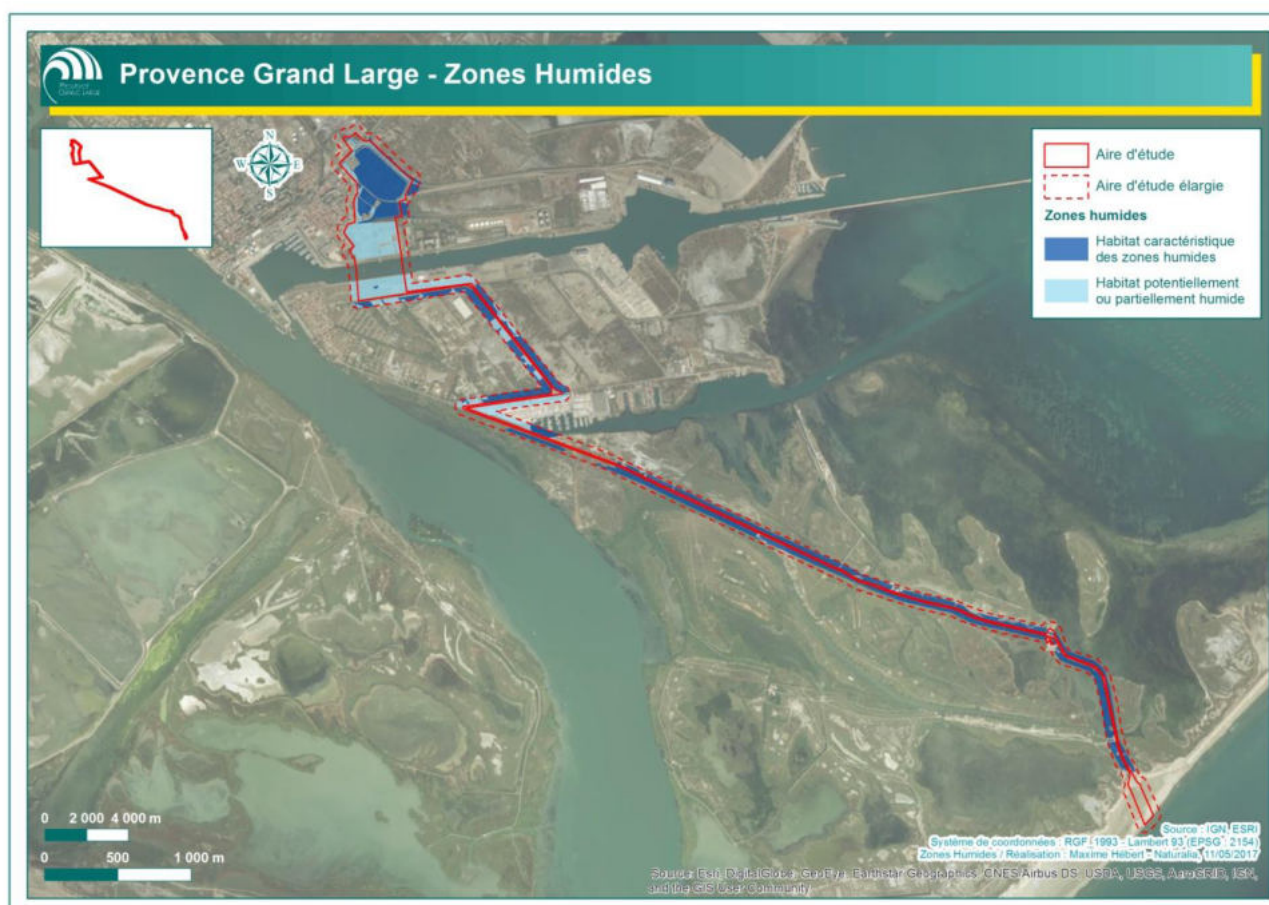
Figure 130 : Zones humides au droit de la route Napoléon (© BRLi)

Une zone humide est définie par des critères pédologiques, correspondant à la morphologie et la classe d'hydromorphie des sols, et des critères de végétation, espèces végétales ou communautés d'espèces végétales hygrophiles. Le type de sols et les espèces ou communautés d'espèces végétales définissant une zone humide sont donnés dans les annexes de l'arrêté du 24 juin 2008.

En périphérie de la zone industrialo-portuaire, il est recensé de nombreuses zones humides tant en Camargue, dans la plaine de la Crau, qu'en bordure du littoral méditerranéen (au niveau des Theys). Celles-ci ont des typologies très variables et leur fonctionnement est complexe.

Les zones humides identifiées sur le critère « Habitat »

Parmi l'ensemble des habitats recensés, 9 d'entre eux caractérisent une zone humide (ripylves, sansouïres etc..). 3 autres habitats sont susceptibles de correspondre également à une zone humide.



Carte 22 : Habitats des zones humides le long du parcours du câble (Source : Naturalia, 2017)

4.1.3.3. Gestion des espaces naturels initiée par le GPMM

Le GPMM s'est engagé depuis 2007, parallèlement aux démarches d'aménagement, à développer une politique de préservation de la biodiversité des espaces de la zone de Fos restés ou revenus à l'état naturel.

Une démarche de gestion des quelques 3 000 hectares de la couronne agro-environnementale de la Zone Industrielle et Portuaire (ZIP) de Fos-sur-Mer (recouverts en grande partie par le Parc Régional de Camargue, la Réserve Naturelle de Crau et celle du Vigueirat) est ainsi engagée depuis le 1er juin 2007 avec l'adoption d'un plan de gestion des espaces naturels (PGEN)

Cette action est complétée par une stratégie d'évaluation et de compensation des impacts, impulsée par le port de Marseille Fos sous l'égide de la DREAL et du CNPN. Elle est appliquée pour toutes les instructions des projets d'implantation sur la ZIP.

Les grands objectifs du premier quinquennat du PGEN étaient les suivants :

- améliorer les connaissances sur la couronne agri-environnementale ;
- soutenir le développement du PGEN dans le contexte local ;
- assurer un état de conservation favorable à la diversité des habitats naturels et des espèces sauvages ;

- maintenir des activités traditionnelles respectueuses de l'environnement ;
- assurer une gestion de la ressource en eau et des zones humides concertée et optimale.

En 2014, le PGEN a entamé son second quinquennat avec comme orientation générale la conservation de ces espaces naturels via un plan d'actions (une soixantaine environ) et d'investissements ambitieux.

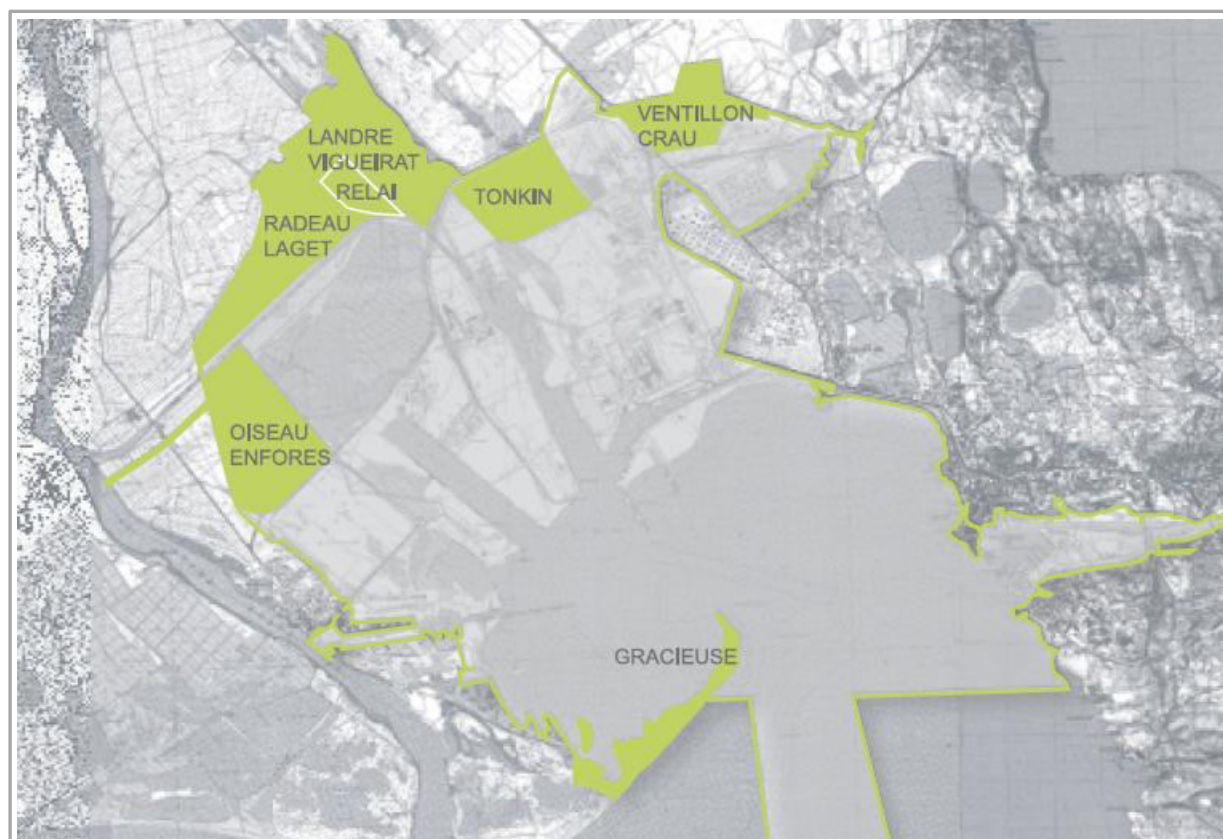


Figure 131 : La couronne agri-environnementale de la ZIP de Fos-sur-mer
(Source : PGEN de Marseille Fos, 2012 - 2018)

Schématiquement, les milieux de la couronne agri-environnementale qui constituent le périmètre du PGEN sont représentés à travers quatre types (sur sept secteurs) :

- la Crau sur le secteur du Ventillon,
- les zones humides sur les secteurs du Landre/Vigueirat, du Tonkin, du Relai,
- de l'Oiseau/Les Enfores,
- les milieux agricoles sur le secteur du Radeau/Laget,
- le milieu dunaire sur le secteur de la Flèche de la Gracieuse.

4.2.Patrimoine culturel et paysages

4.2.1.Monuments historiques

La délivrance d'un permis de construire pour l'installation de bâtiments qui entrent dans le champ de visibilité d'un monument classé ou inscrit est subordonnée à l'accord de l'Architecte des Bâtiments de France. La compatibilité du projet avec la préservation des monuments historiques doit être démontrée dans le cadre de l'étude d'impact en accord avec l'Architecte des Bâtiments de France.

Deux monuments historiques sont recensés sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Mais aucun de leur périmètre de protection n'intercepte la zone d'étude rapprochée (voir Carte 24).


Commune	Bâtiment	Niveau et date de protection	Historique
Port-Saint-Louis-du-Rhône	Tour Saint-Louis 	Inscription 18/11/1942	Edifice en pierre de forme carrée, construit en 1737 pour surveiller la navigation sur le Rhône - 2 ^{ème} quart du 18 ^e siècle
	Entrepôts maritimes	Inscription 16/08/1999	Bâtiments construits en 1880 et 1882, en front de quai, composés d'entrepôts, magasin et maison d'habitation avec cour - 4 ^{ème} quart du 19 ^e siècle

Tableau 48 : Monuments classés ou inscrits au sein de la zone d'étude (Source : DRAC/PACA)

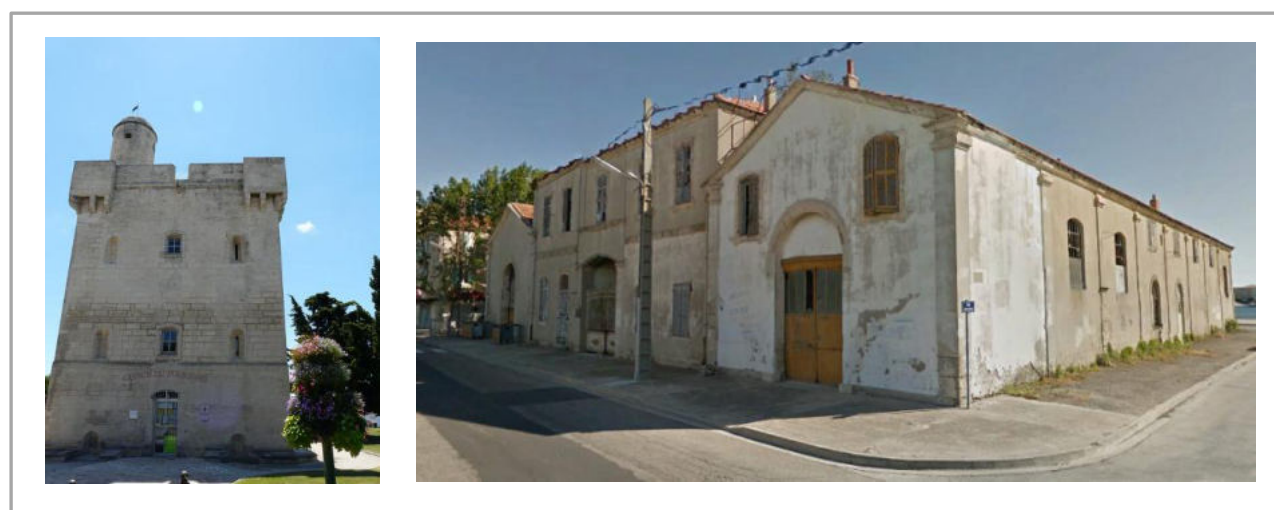


Figure 132 : Tour Saint-Louis et entrepôts maritimes de la Compagnie Générale de navigation (© Monumentum)



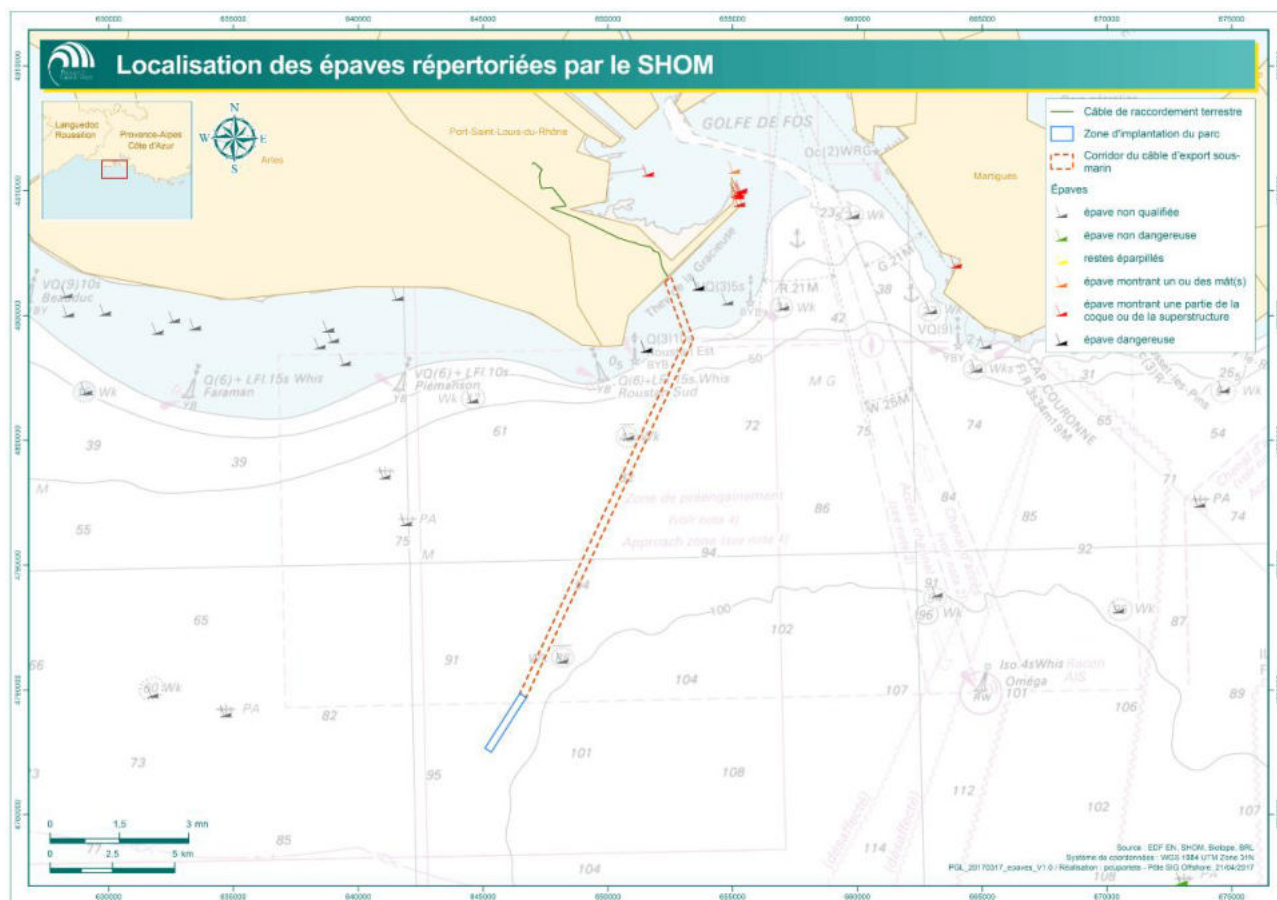
Figure 133 : Panorama depuis la tour Saint-Louis à Port-Saint-Louis du Rhône (MH inscrit) (© BRLi)

4.2.2. Patrimoine archéologique

4.2.2.1. Partie maritime

Comme souligné par le département des Recherches Archéologiques Sub-aquatiques et Sous-marines (DRASSM) dans son courrier en date du 07 novembre 2013, de nombreux sites d'intérêt archéologiques sont recensés au large du delta du Rhône et du Golfe de Fos (voir Carte 24).

Plus d'une dizaine d'épaves sont présentes au large du littoral de l'aire d'étude. Certaines d'entre elles se concentrent à l'extrémité orientale du They de la Gracieuse. Des sites archéologiques sont également identifiés au sein de l'aire d'étude. La localisation de ces épaves est présentée sur la carte suivante.



Carte 23 : Epaves répertoriées par le SHOM au niveau de la zone d'étude

La zone d'installation du parc éolien et du câble de raccordement est donc une zone de forte sensibilité archéologique. La DRASSM préconise par conséquent la réalisation de relevés géophysiques sur les secteurs d'emprise du projet (pas de procédure d'archéologie préventive), afin de préciser les interférences éventuelles du projet avec les biens maritimes culturels. Le maître d'ouvrage doit alors déclarer toute découverte dans les 48 h à la Direction Départementale des Territoires et de la Mer en accord avec l'article L532-3 du Code du Patrimoine et de ne pas y porter atteinte.

D'après la carte archéologique nationale en date du 04/11/2011, aucune entité archéologique connue ne concerne cependant la zone du projet du parc pilote. Les prospections géophysiques (sonar à balayage latéral) réalisées sur la zone d'étude n'ont pas mis en évidence la présence de vestiges archéologiques sur la zone d'étude.

4.2.2.2. Partie terrestre

La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône ne comporte ni d'Aire de Valorisation de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP), ni de secteur sauvegardé, ni de site classé, ni de site archéologique (*Source : Plan Local d'urbanisme, projet, pièce n°2, Rapport de Présentation, Février 2016*).

4.2.3. Eléments caractéristiques du paysage

4.2.3.1. Enjeux paysagers du territoire

L'étude paysagère a été confiée au **bureau d'études Composite**. Les principaux enjeux paysagers du territoire d'étude sont présentés dans les paragraphes suivants qui sont extraits de cette expertise.

De grandes masses paysagères face à l'horizon littoral

Au large du littoral bucco-rhodanien, la zone de réflexion pour l'implantation du site du projet Provence Grand Large se situe à une quinzaine de kilomètres des plages d'Arles. L'atlas départemental des paysages décompose des unités formant un « tout » homogène, dont on peut principalement retenir quatre ensembles :

- Le golfe surindustrialisé de Fos, au nord-est ;
- Le littoral camarguais au nord/nord-ouest ;
- La chaîne de l'Estaque au nord-est ;
- La rade de Marseille

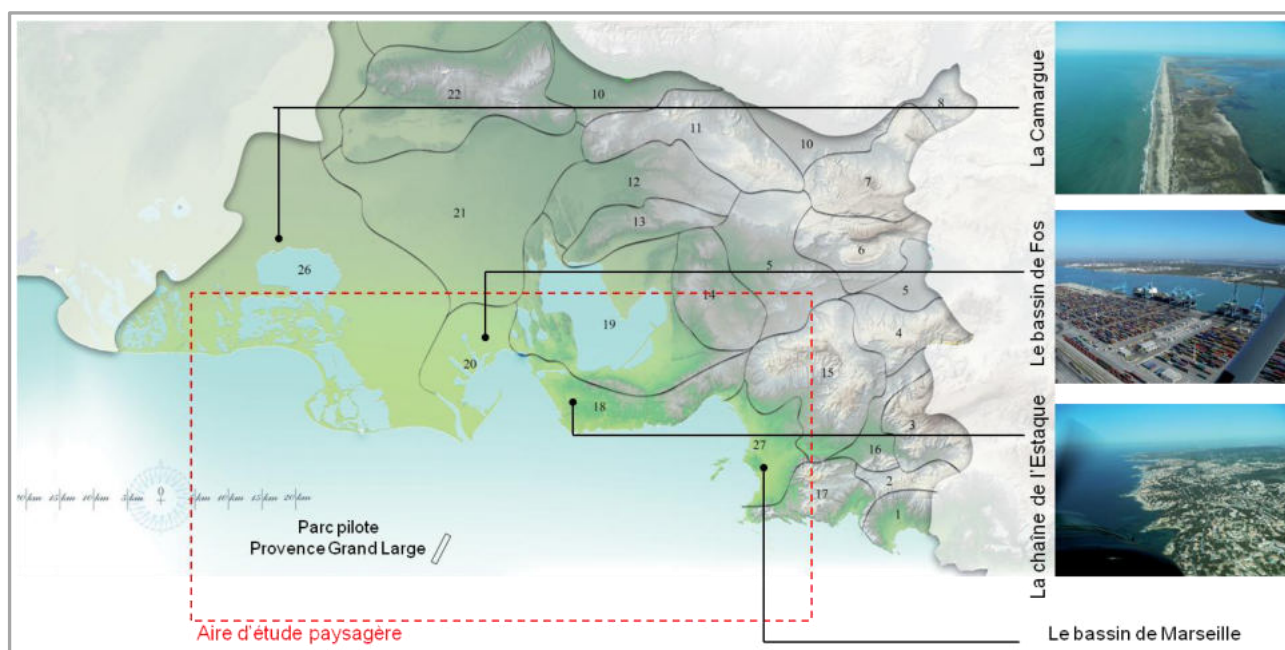


Figure 134 : Ensembles paysagers du secteur d'étude (Source : d'après Composite, 2017)

Un littoral contrasté

Particulièrement diversifié, le littoral des Bouches-du-Rhône alterne entre d'immenses plages sableuses et des falaises calcaires, ou bien encore entre des réserves naturelles inaccessibles et des zones industrielles d'envergure nationale (Source : Composite, 2017).

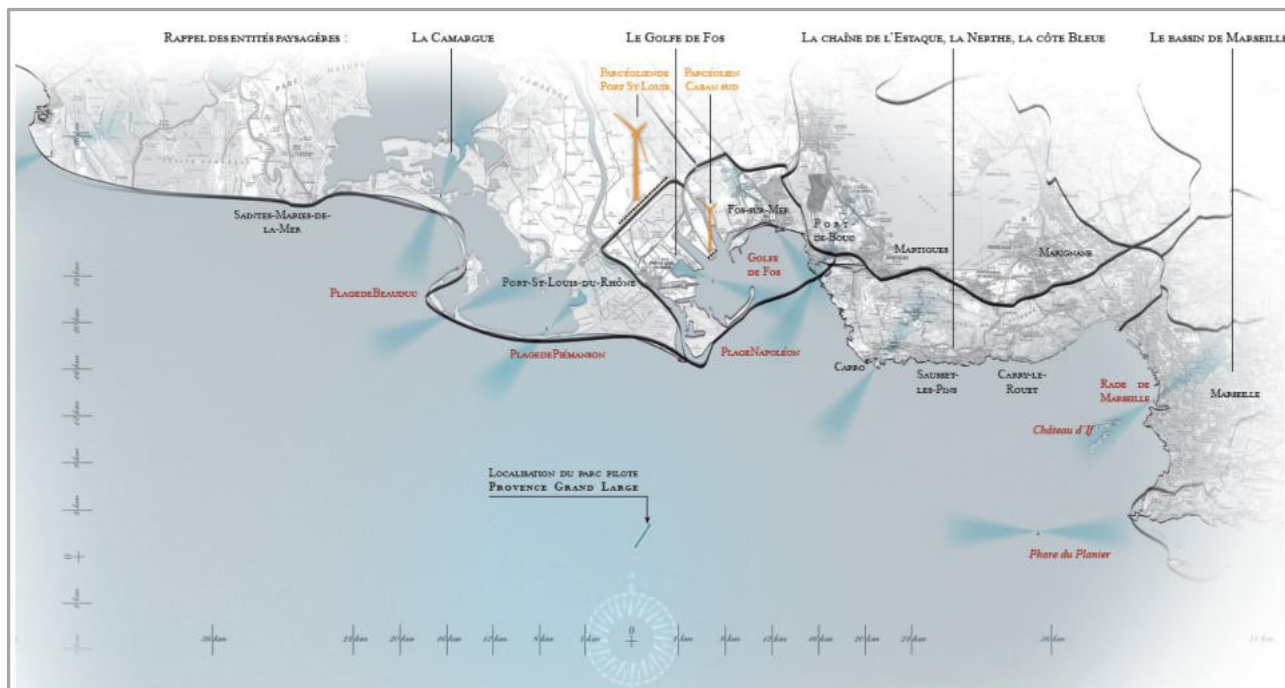


Figure 135 : Entités paysagères du secteur d'étude (Source : Composite, 2017)

De nuit, le paysage industriel du golfe de Fos ressort particulièrement. Ceci est notamment dû à la profusion de couleurs, un éclairage constant et la forte puissance des installations.

Un territoire complexe

L'interface entre l'immensité homogène de l'horizon marin et l'occupation humaine du littoral marque une progression d'est en ouest. La métropole marseillaise, très minérale et urbanisée, fait écho à un habitat plus diffus au creux de la chaîne calcaire de l'Estaque. Celle-ci cède elle-même le pas à un golfe sans relief, uniquement dominé par les grues, torchères et autres porte-conteneurs de la zone industrielle.

Presque sans aucune autre transition que le Rhône lui-même, cet espace fonctionne comme un entonnoir ouvert sur son golfe, aspirant les navires et tournant le dos aux vastes étendues des salins et de la Camargue.

Dans ce territoire complexe, les éoliennes existantes de Fos-sur-Mer (deux parcs terrestres en activité) ne sont finalement que peu perceptibles dans l'environnement paysager.

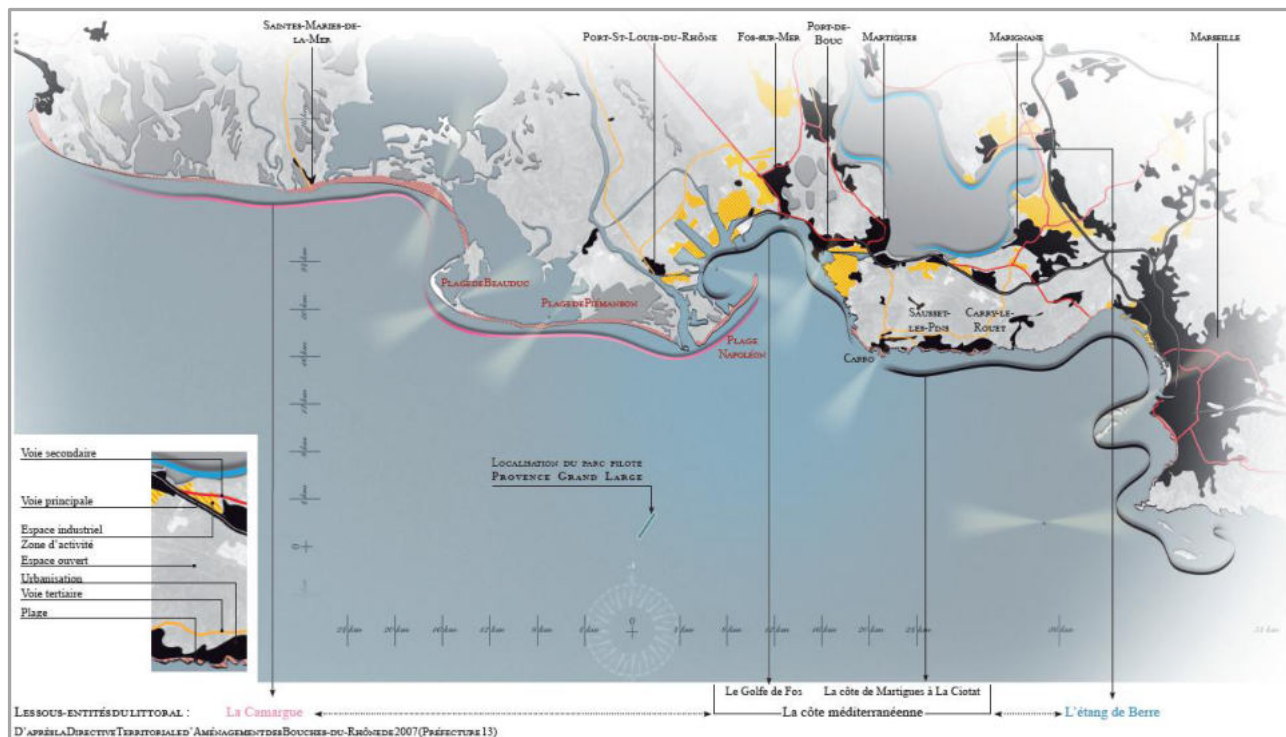


Figure 136 : Espaces urbains et industriels du secteur d'étude (Source : Composite, 2017)

Les usages et pratiques (présentés dans la partie 5 du présent document) sont à l'image du territoire :

- Les voies maritimes marchandes jouxtent des zones de plaisance, les plages se succèdent avec en arrière-plan des milieux naturels, urbains ou industriels ;
- Plus généralement, les lieux fréquentés et les aménagements se concentrent en lien étroit avec la périphérie immédiate de Marseille.

Synthèse

L'expertise paysagère identifie quatre points particulièrement sensibles :

1. La plage de Piémanson : il s'agit d'une plage en lien direct avec les espaces naturels protégés de Camargue. Celle-ci a la particularité d'être le dernier site en France où le camping sauvage est encore autorisé. Contrairement à la plage Napoléon (notamment en période estivale), cette plage est usitée de nuit ;
2. La plage Napoléon : c'est un lieu atypique, à la croisée d'espaces sauvages réglementairement protégés sur fond de zone fortement industrialisée. Elle est usitée en hiver (sports mécaniques, kite surf, pêche...) et surtout en période estivale pour la baignade. La plage est interdite au camping ; son usage reste donc restreint de nuit ;
3. La voie menant à la plage Napoléon : elle est surtout utilisée en période estivale et pourrait offrir une opportunité d'enfouissement sans contraintes paysagères majeures, autant au niveau de la plage que de la route de Port-Saint-Louis-du-Rhône ;

4. De Carro à Carry : le littoral de la Côte Bleue est très largement anthropisé mais peu industrialisé. En période estivale, la côte est très prisée, aussi bien par les touristes que par les locaux, de jour pour ses plages et de nuit pour ses promenades en bord de mer.

Une synthèse des enjeux et sensibilités paysagères identifiés dans le territoire d'étude est présentée ci-après.

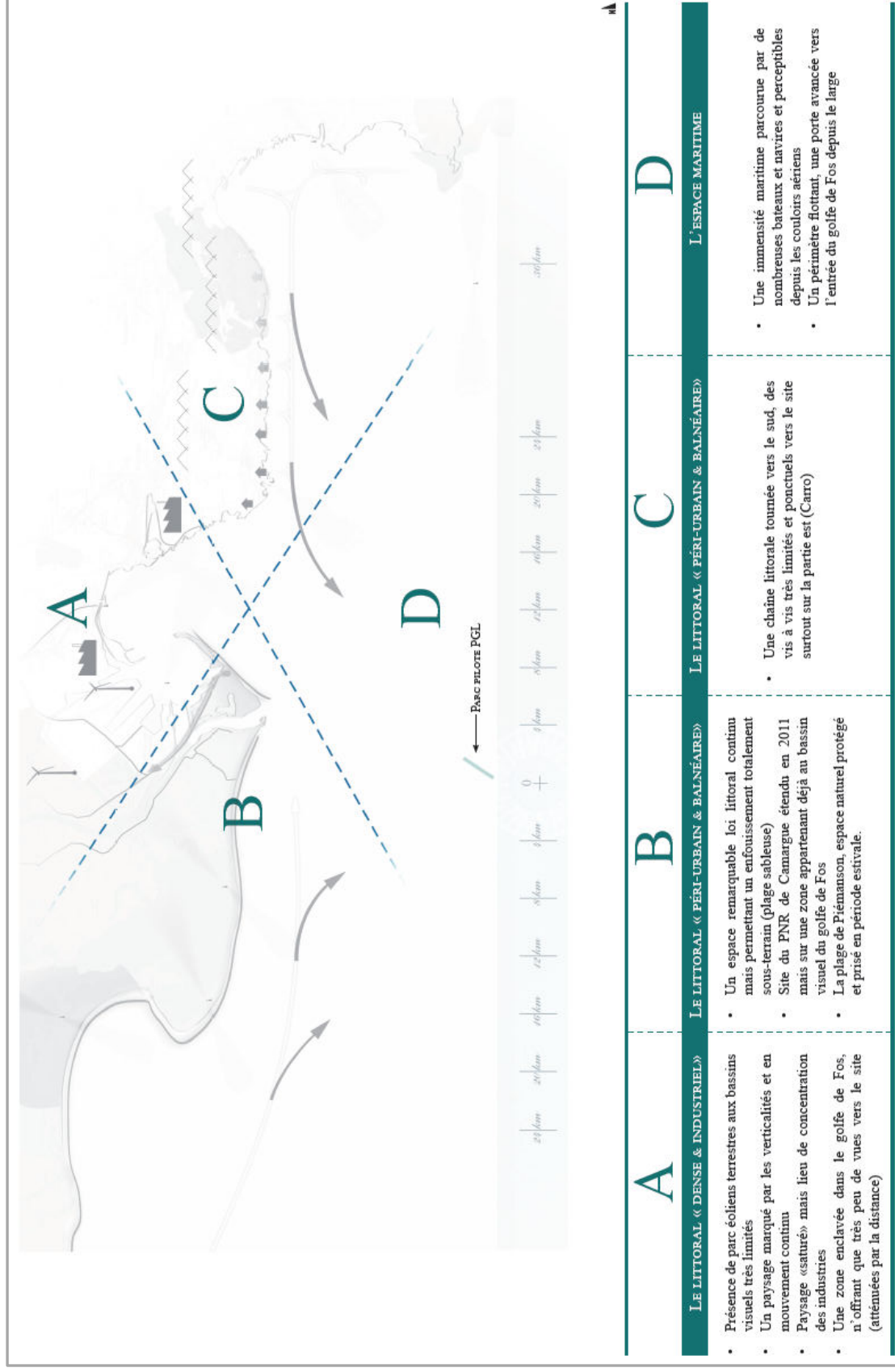


Figure 137 : Découpage macroscopique du territoire d'étude (Source : Composite, 2017)

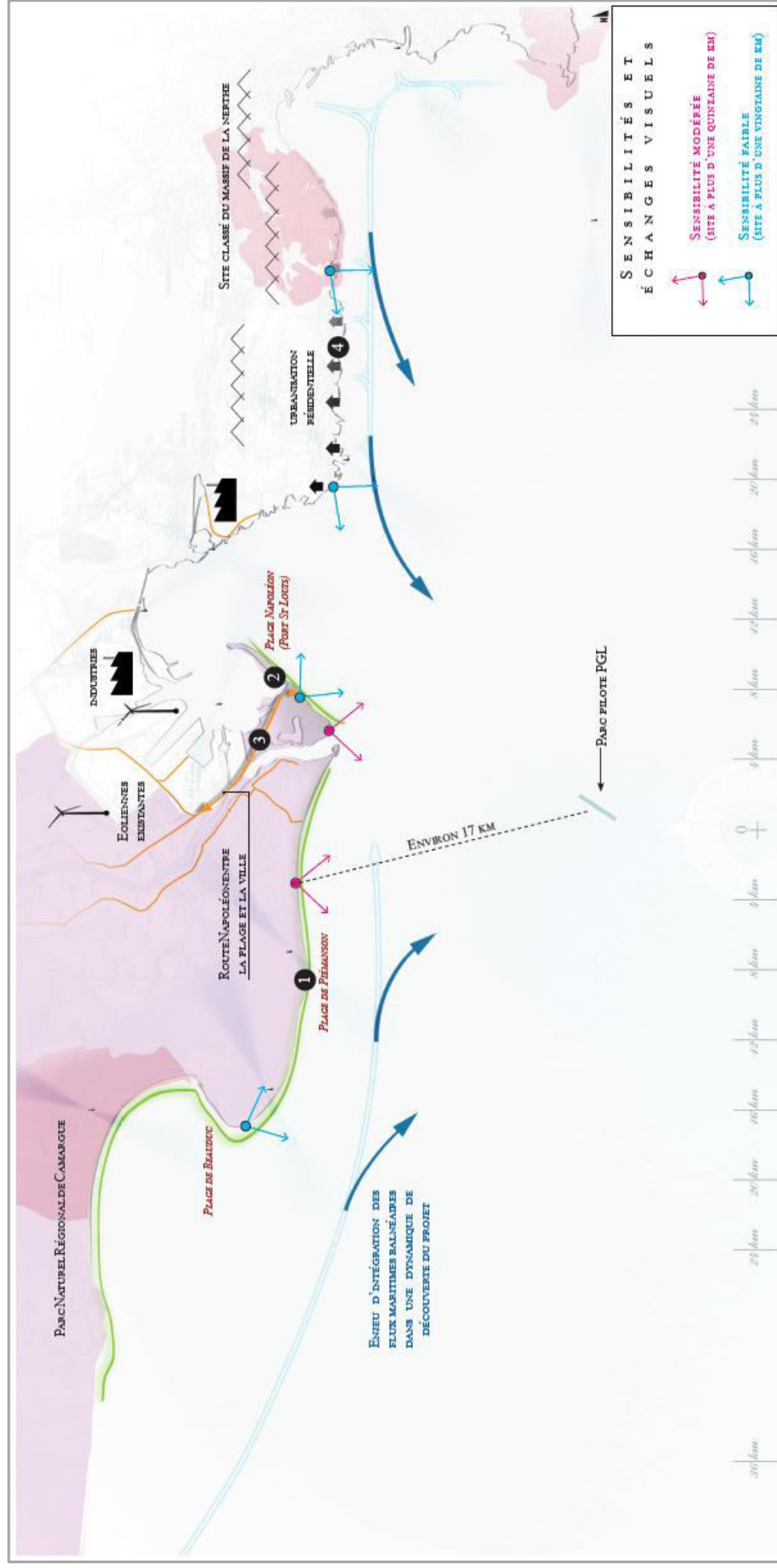


Figure 138 : Synthèse des enjeux et sensibilités paysagères du secteur d'étude (Source : Composite, 2017)

4.2.3.2. Unités paysagères au niveau de la zone du projet²⁶

L'aire d'étude présente des paysages contrastés qui se caractérisent par deux unités paysagères :

- La Camargue, qui intéresse la partie Nord de l'aire d'étude (plaine de Crau) ;
- Et le Golfe de Fos, qui concerne l'essentiel de l'aire d'étude.

Unité paysagère de la Camargue

Cette unité paysagère concerne les communes des Port-Saint-Louis du Rhône, Arles et les Saintes-Maries-de-la-Mer et s'étend sur 107 000 ha.

Elle est composée de 9 sous-unités paysagères dont 1 intéresse l'aire d'étude : le Plan du Bourg. Cette sous-unité est intermédiaire entre la Camargue du delta et la Crau voisine.

Les rizières, les cultures de plein champ, les manades et les bosquets de chênes verts forment une mosaïque de paysage. Vers le Sud le long du Rhône, marais et salins se succèdent jusqu'à Port-Saint-Louis-du-Rhône.



Figure 139 : Paysages caractéristiques de la Camargue (Source : Google Earth)

Unité paysagère du Golfe de Fos

Cette unité paysagère concerne les communes de Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis du Rhône et s'étend sur 324 km² environ.

Elle est composée de 5 sous-unités paysagères dont 2 sont comprises dans l'aire d'étude, qui sont :

- Port-Saint-Louis-du-Rhône,
- Les Theys et l'embouchure du Rhône.

²⁶ Source : Atlas des paysages, DREAL PACA, CG 13, décembre 2016



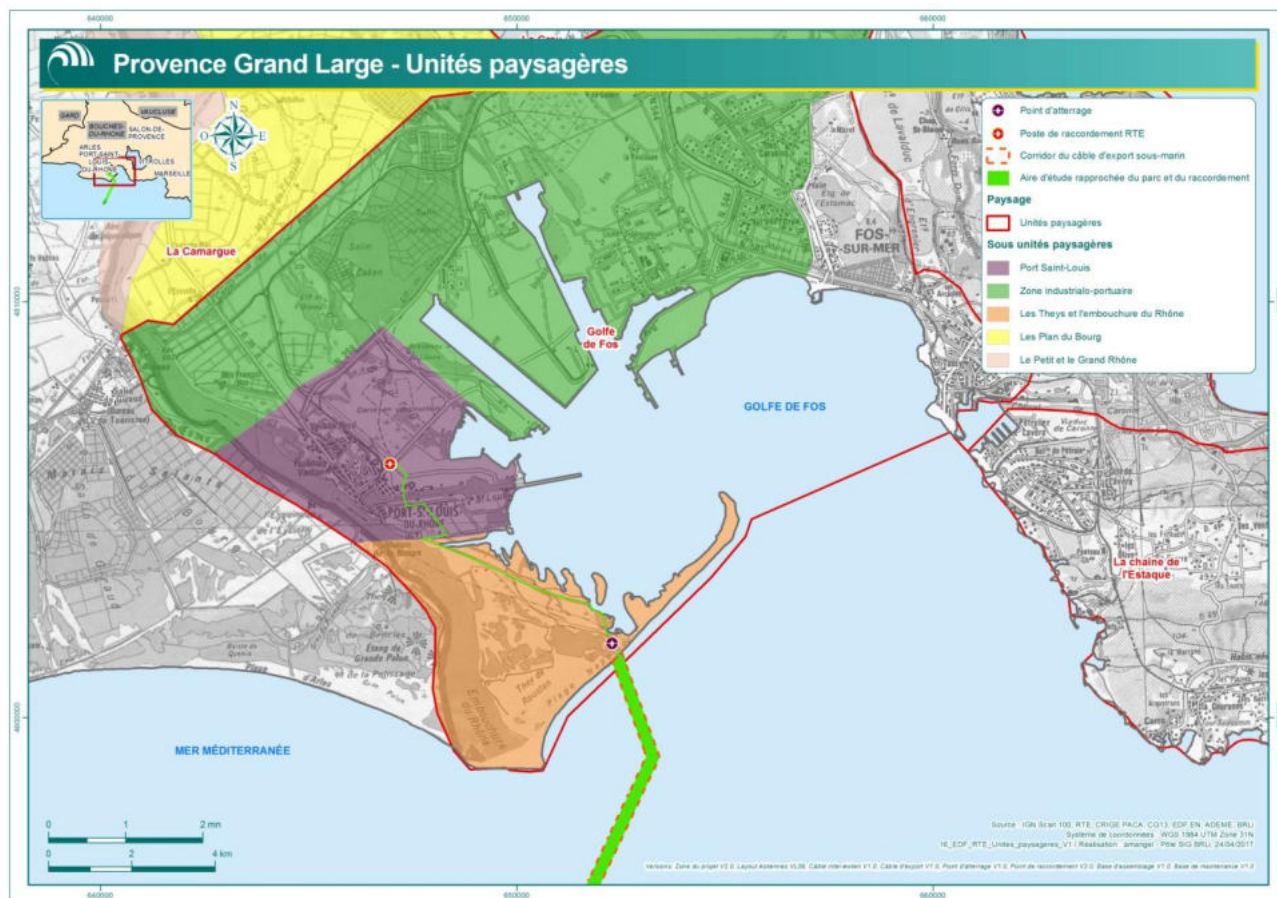
Figure 140 : Port-Saint-Louis-du-Rhône, la They de la Gracieuse (© BRLi)

Les enjeux paysagers de l'aire d'étude au sein de cette unité paysagère correspondent aux sites et patrimoine remarquables suivants :

- Le quartier du port et les rives du Rhône à Port-Saint-Louis-du-Rhône (paysage urbain portuaire, la tour du XVIème siècle au bord du Rhône, les écluses et les canaux),
- Les Theys et l'embouchure du Rhône (paysage naturel littoral exceptionnel à l'extrémité Est de la Camargue).



Figure 141 : They de Roustan (proche embouchure du Rhône) (© Google Earth)



Carte 25 : Unités paysagères du secteur d'étude

4.2.3.3. Sites classés et sites inscrits

Les sites classés sont des lieux dont le caractère exceptionnel justifie une protection de niveau national : éléments remarquables, lieux dont on souhaite conserver les vestiges ou la mémoire pour les événements qui s'y sont déroulés, etc.

Le classement au titre de la Loi 1930 entraîne la nécessité d'une étude d'intégration paysagère soignée des projets d'aménagement. Les projets soumis à permis de construire situés dans un site classé sont soumis à une autorisation délivrée par le ministre chargé des sites, après avis de la CDNPS (Commission Départementale Nature paysages et Sites) et, à la discrétion du ministre, après avis de la Commission supérieure des sites, perspectives et paysages (CSSPP). Pour leur part, les projets soumis à permis de construire dans un site inscrit doivent être soumis à l'autorité préfectorale 4 mois avant leur commencement et à l'avis de l'architecte des bâtiments de France.

Ces dispositions de protection sont codifiées dans les articles L. 341-1 à 22 du code de l'environnement (MEDDE).

Un site inscrit²⁷ est répertorié au sein du périmètre d'étude : le site inscrit de la Camargue qui s'étend sur plus de 107 000 ha (correspondant au périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue) et intéresse donc la partie terrestre de la zone d'étude. Il correspond à l'intégralité de la partie de la Camargue qui n'a pas encore fait l'objet d'une mesure d'inscription ou de classement à l'Inventaire.

Les paysages, imbrication de paysages naturels et agraires, offrent à la Camargue, qui s'étend à l'ensemble du delta du Rhône, une originalité et une forte identité. Ils sont particulièrement vulnérables aux effets d'une urbanisation périurbaine et diffuse, ainsi qu'aux conséquences d'une forte fréquentation liée au tourisme et aux loisirs. Ils sont très dépendants du maintien des équilibres écologiques²⁸.

Nom du site	Commune	Date de protection
La Camargue (Code régional 93/13051)- 107 222 ha	Port-Saint-Louis-du- Rhône	Site Inscrit : arrêté du 15/10/1963 complétant les arrêtés des 22/11/1943 et 15/02/1944

Tableau 49 : Liste des sites classés ou inscrits (Source : SDAP PACA)



Figure 142 : Sansouire au They de la Gracieuse et cabane du Levant à Port-Saint-Louis-du-Rhône (Source : DREAL PACA, 2013)

4.2.3.4. Espaces remarquables du littoral

Le câble d'export traverse un espace remarquable du littoral de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (voir Carte 20). Les enjeux liés à cet espace sont les suivants :

- Préserver les espaces naturels de la pointe Napoléon, gérer leur fréquentation et les installations existantes ;
- Réhabiliter et requalifier les friches industrielles, les espaces aménagés ou artificialisés autour du bassin central, du canal et dans le secteur du Mazet ; répondre aux besoins d'habitat et de services,

²⁷ Issue de la loi du 2 mai 1930, la protection des sites est à présent organisée par le titre IV chapitre 1er du code de l'environnement. Ces sites sont plus précisément définis en application des articles L.341-1 à 22 du code de l'environnement, compte tenu de leur intérêt paysager, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque.

²⁸ DREAL, PACA

notamment pour accompagner le développement de la zone industrialo-portuaire, dans un contexte de recomposition nécessaire du centre urbain ;

- Accroître la capacité d'accueil en matière de plaisance et d'activités liées à la mer ;
- Dans les friches industrielles, les espaces aménagés et artificialisés, les opérations de réhabilitation et d'extension de l'urbanisation prendront en compte la notion d'extension limitée de l'urbanisation dans les espaces proches du rivage de la façon suivante :
 - les agglomérations, situées de part et d'autre du canal Saint-Louis, peuvent faire l'objet d'une extension ou d'une densification dans des proportions très limitées. Le caractère des constructions doit être maintenu ;
 - la zone non bâtie, qui sépare ces agglomérations des premières constructions à usage d'activité doit être préservée. Elle ne peut recevoir que des aménagements légers ou destinés à en restaurer le caractère naturel,
 - des extensions de l'urbanisation peuvent être prévues le long du canal Saint-Louis et du bassin des Tellines, en privilégiant un positionnement des développements les plus denses à l'Ouest de la zone.

A noter que le PLU de commune de Port-Saint-Louis du Rhône est actuellement en cours d'élaboration. La révision du POS en PLU a fait l'objet de la délibération 2015-015 du conseil municipal du 7 avril 2015. Le Projet d'aménagement et de développement durable (PADD) a fait l'objet d'un débat en conseil municipal du 4 octobre 2016. . Seul le RNU est actuellement applicable dans l'attente de l'adoption du PLU.

SYNTHESE DES ENJEUX LIES AU PATRIMOINE ECOLOGIQUE, CULTUREL ET PAYSAGER

Le tableau ci-après indique les niveaux d'enjeux liés au patrimoine écologique, paysager et culturel de la zone d'étude.

Légende du tableau :

	Enjeu négligeable ou nul
	Enjeu faible
	Enjeu moyen
	Enjeu fort

Thématique	Enjeux	
	Zone d'implantation du parc pilote	Zone de raccordement électrique maritime et terrestre
Patrimoine écologique	La zone d'implantation du parc pilote se situe au sein d'une ZPS (Camargue) Les autres ZPS présentes sur cette façade sont situées à plus de 30 km de la zone de projet. Aucun autre périmètre de protection réglementaire n'est traversé par la zone de projet.	Le tracé du raccordement électrique traverse 2 ZSC (Camargue et Rhône aval). On note également la traversée de 2 ZNIEFF, du Parc Naturel Régional de Camargue, de la Réserve de Biosphère, d'un espace remarquable du littoral et d'un site du conservatoire du littoral.
Patrimoine culturel	Hors périmètre de protection de la Tour-Louis (MH inscrit) Aucun site archéologique sous-marin connu	Hors périmètre de protection de la Tour-Louis (MH inscrit) Au sein du site inscrit de Camargue Présence de vestiges archéologiques sous-marins notamment au large des Theys
Paysage	Contexte paysager du littoral où se côtoient les infrastructures du bassin industriel du Golfe de Fos et les vastes espaces naturels de Camargue. Pas de point haut côtier de proximité.	

Tableau 50 : Synthèse des enjeux liés au patrimoine écologique, culturel et paysager

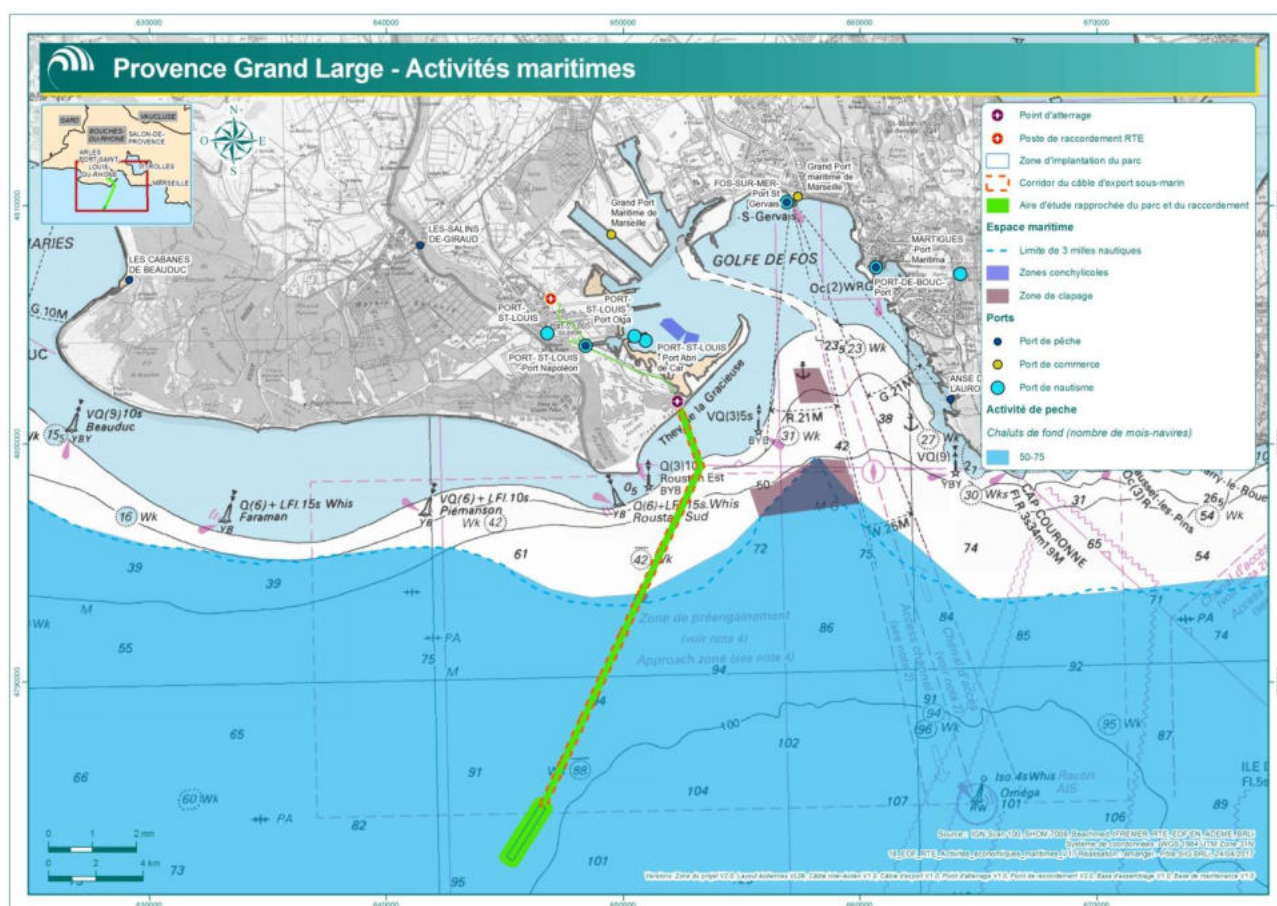
5. MILIEU HUMAIN: ACTIVITES ET USAGES

Cette partie présente les activités socio-économiques et les usages sur la zone d'étude du parc pilote et de son raccordement électrique.

PARTIE MARITIME

5.1. Activités maritimes

Les principales activités maritimes du secteur d'étude sont présentées sur la carte suivante :



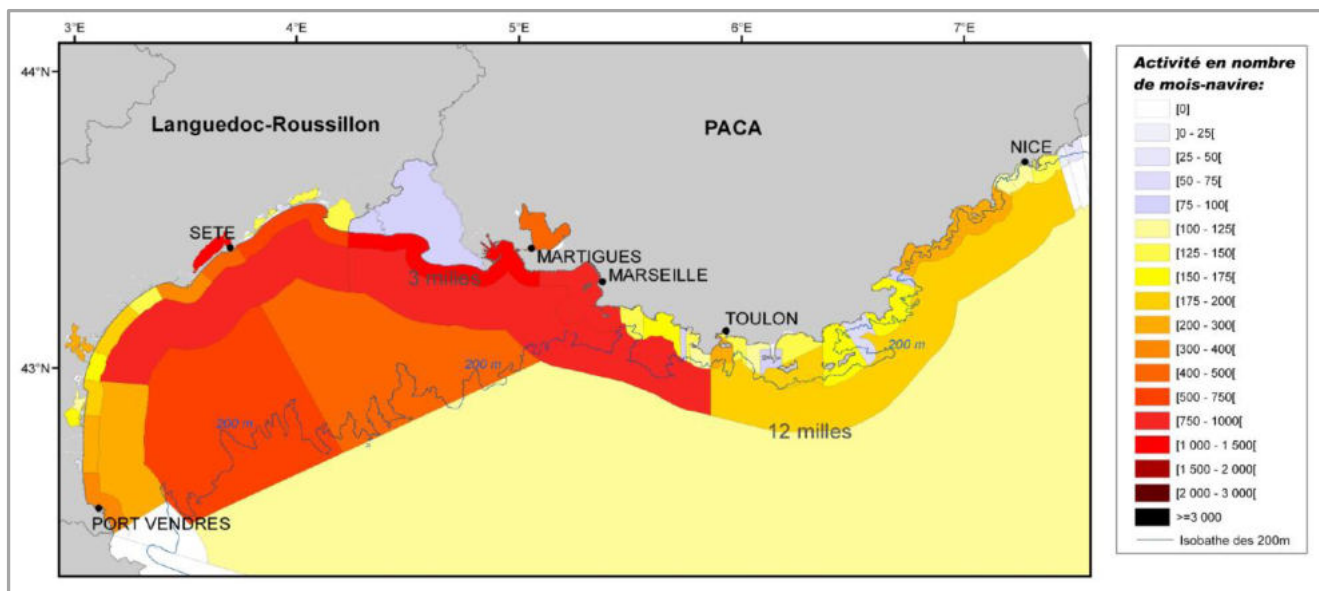
Carte 26 : Principales activités maritimes de la zone d'étude

5.1.1. Pêche professionnelle

5.1.1.1. Contexte

Le «système d'informations halieutiques » (SIH) de l'Ifremer, réseau d'observation des ressources halieutiques et des usages associés constitue une base de données importante relative aux activités de pêche des différents quartiers maritimes. Une analyse des données de synthèse de l'année 2011 permet de caractériser l'activité de pêche au large des Bouches du Rhône et du littoral d'étude.

Les eaux littorales des Bouches-du-Rhône, sont largement fréquentées par les pêcheurs professionnels provenant des nombreux ports de pêche locaux (Martigues, Port-de-Bouc, Port-Saint-Louis-du-Rhône, Fos-sur-Mer, Les Saintes-Maries-de-la-Mer, Marseille, Sausset-les-Pins...), mais aussi de la région Languedoc-Roussillon (Grau-du-Roi, Grau d'Agde...) (voir carte suivante).



Carte 27 : Distribution spatiale des activités de pêche tous engins confondus (Source : Ifremer-SIH, 2012)



Figure 143 : Chalutiers et pêcheurs de tellines



La zone d'étude concerne les quartiers maritimes de Martigues et Marseille. L'essentiel de la flotte de ces quartiers est constituée de petits métiers (armés pour la majorité pour la pêche au filet) opérant dans la limite des 3 milles et/ou en étang. Près de 60% des activités de pêche au large du Golfe de Fos-sur-Mer s'exercent ainsi entre 0 et 20 mètres de profondeur. Près de 80 navires (45 pour le quartier maritime de Marseille et 35 pour le quartier maritime de Martigues) sont susceptibles d'exercer leur activité ou une partie de leur activité au droit du secteur du parc pilote éolien en mer (les navires opérant entre 3 et 12 milles des côtes et les navires mixtes). Ces navires sont majoritairement immatriculés en PACA mais quelques unités proviennent de ports du Languedoc-Roussillon (Sète, le Grau d'Agde, Le Cap d'Agde).

Des activités de pêche professionnelle et de loisirs à pied sont également pratiquées sur les importants gisements naturels de coquillages (moules naturelles, tellines, palourdes, clovisses, murex, praires, oursins...) du littoral. Les tellines (*truncate donax*) font en particulier l'objet d'une pêche professionnelle importante notamment sur les plages du Parc naturel régional de Camargue (plage de Beauduc). 74 licences telline sont enregistrées pour l'année 2012-2013 dans les Bouches-du-Rhône (exclusivement dépendant du quartier maritime de Martigues).

5.1.1.2. Activités de pêche professionnelle au sein de la zone d'étude

Afin de caractériser l'ensemble des enjeux halieutiques relatifs au projet, un état des lieux des activités halieutiques a été réalisé par le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CRPMEM PACA). Dans ce cadre, une analyse de la bibliographie disponible et des différentes sources de données existantes (VMS, données de captures, données des Organisations de Producteurs de Méditerranée Occidentale, données SDSI données du SIH de l'Ifremer, etc.) a été menée, complétée par des enquêtes auprès des professionnels du quartier maritime de Martigues.

Le parc pilote « Provence Grand Large » sera localisé dans la zone des 12 milles nautiques de la prud'homie de Martigues²⁹, position proposée par cette même prud'homie dans le cadre de la concertation menée par le maître d'ouvrage pour ce projet. Les données ont par conséquent été observées sur la zone MD21a Martigues de 3 à 12 milles nautiques, qui intègre la zone du parc pilote.

Situation du quartier maritime de Martigues

Le quartier maritime de Martigues s'étend de Sausset-les-Pins jusqu'à la limite Est du département du Gard. Il comprend l'ouest de la côte bleue, l'étang de Berre, le golfe de Fos, le delta du Rhône jusqu'en Arles et le golfe des Saintes Maries de la mer. La zone de pêche est donc très étendue avec 160 km de littoral méditerranéen, 90 km de rivages de l'étang de Berre et 200 km de fleuves et canaux maritimes du delta du Rhône.

Jusqu'à la fin des années 2000, le quartier maritime de Martigues constituait un pôle d'activités important de la filière pêche du département avec 230 navires soit les deux tiers de la flotte départementale et 610 marins contre 277 à Marseille. En 2014 le quartier ne compte plus que 147 navires et le nombre de marins a été divisé par 2,5 soit une perte de 373 emplois directs.

²⁹ Décret n°93-56 du 15 janvier 1993 fixant les limites territoriales des prud'homies de pêche dans les eaux méditerranéennes

Toutefois en 2013, Port-Saint-Louis-du-Rhône compte 62 patrons de pêche. Après Marseille c'est la commune qui regroupe le plus de patrons de pêche de la région PACA.

Il s'agit d'un quartier maritime très diversifié, où de nombreuses activités³⁰ sont représentées. Les navires y pratiquent en majorité la petite pêche³¹ artisanale³² (navire absent du port seulement moins de 24 heures et pêchant exclusivement dans la zone des 12 milles nautiques). Le pêcheur peut travailler seul sur son bateau souvent inférieur à 12 mètres et ne débarque que le produit de la pêche du jour.

Les informations suivantes sont issues des synthèses éditées par l'Ifremer (Système d'Information Halieutique – Réseau d'observation des ressources halieutiques et des usages) et des données de la SDSI et du CRPMEM PACA.

Année	Nombre de navires	Puissance totale (kw)	Jauge totale (U.M.S)	Nombres de marins	Source des données
2010	157	15 405	1 239	222	SIH 2010
2011	153	ND ³³	ND	250	SDSI 2011
2012	151	14 175	877	231	SDSI 2012

Tableau 51 : Caractéristiques techniques cumulées (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Les navires immatriculés à Martigues sont environ 150 navires ce qui représente 25 % de la flotte de la région PACA et 10 % de la flotte de Méditerranée française.

Année	Longueur (m)	Puissance (kw)	Jauge (U.M.S.)	Age (ans)	Effectif à bord (hommes)	Source des données
2010	8,0	98	8	28	1,5	SIH 2010
2011	8,1	102	ND*	29	1,5	SDSI 2011
2012	7,9	118	ND*	29	1,5	SDSI 2012

Tableau 52 : Caractéristiques techniques du navire moyen (Source : CRPMEM PACA, 2013)

³⁰ Présentation de la filière pêche en PACA – CRPMEM PACA janvier 2013

³¹ Classification française, paru au journal officiel du 29 décembre 1933, la petite pêche : marées inférieures à 24 heures

³² Classification en fonction de la taille du bateau et du statut du patron : la pêche artisanale concerne surtout les bateaux entre 6 et 16 mètres, le patron est généralement propriétaire de son bateau

³³ ND : Non défini

Catégorie de longueur	Nombre de navires en 2010	Nombre de navires en 2011	Nombre de navires en 2012
Moins de 6 mètres	58	52	53
De 6 à 10 mètres	69	70	71
De 10 à 12 mètres	14	16	15
De 12 à 15 mètres	5	5	5
De 15 à 18 mètres	2	2	2
De 18 à 25 mètres	9	8	5

Tableau 53 : Nombre de navires par catégorie de longueur (Source : CRPMEM PACA, 2013)

La majorité des navires (85 %) ont une longueur de 12 mètres ou moins, dont 65 % de moins de 10 mètres. Les navires sont « petits » pour pêcher dans la bande côtière proche et les étangs.

Navires MT		2011	2012
Permis de Pêche Spécial	PPS Petit Métier Thon rouge	10	10
	PPS Palangre Grand migrateurs	ND*	11
	PPS Chalut	ND*	7
Autorisation	Autorisation Méditerranée continentale corail rouge	4	4
Licence du CRPMEM PACA	Licence naissain de moules –étang de Berre	50	38
	Licence oursin 2011-2012	13	13
	Licence anguille		
	Licence pêche à pied (telline)	72	74

Tableau 54 : Nombre de navires par type d'autorisation spécifique (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Les nombres de PPS, d'autorisations ou de licences montrent les multiples métiers présents sur zone. L'étude de ce quartier d'immatriculation permet d'échantillonner une flotte qui présente un ensemble de métiers qui se déclinent de la pêche à pied sur les plages (licence pêche à pied) au chalutier (PPS chalut).

Zone	Code	Engin
Etang	MP142-Prud'homie de Martigues, étangs de Camargue	Nasses (casiers) Casier à anguille Capechade ou trabaque Filets maillants calés (ancrés), filets droit
	MP143-Prud'homie de Martigues, étang de Berre	Pêche à pied (ramassage) Capechade ou trabaque Filets maillants calés (ancrés), filets droit Drague à armature à couteaux remorquée par un bateau Trémails (non spécifié) Plongée avec bouteilles 70
Mer de 0 à 3 milles nautiques	MP14M -Prud'homie de Martigues, mer de 0 à 3 milles	Pêche à pied (ramassage) Nasses (casiers) Trémails (non spécifié) Filets maillants calés (ancrés), filets droit Plongée avec bouteilles Dragues à armature à couteaux remorquée par un bateau Palangre (non spécifiées) Palangres calées, de fond Palangres dérivantes Sennes coulissantes
Mer de 3 à 12 milles nautiques	MD21A -Prud'homie de Martigues, mer 3 à 12 milles	Trémails (non spécifié) Palangres dérivantes Sennes coulissantes Filets maillants calés (ancrés), filets droit Filets maillants (non spécifiés) Trémails et filets maillants combinés Chalut de fond (non spécifié) Chalut pélagique (non spécifié)

Tableau 55 : Engins déclarés par secteur de pêche (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Les engins utilisés dans la zone de la prud'homie de Martigues en mer de 3 à 12 milles nautiques qui comprend le parc pilote sont les suivants :

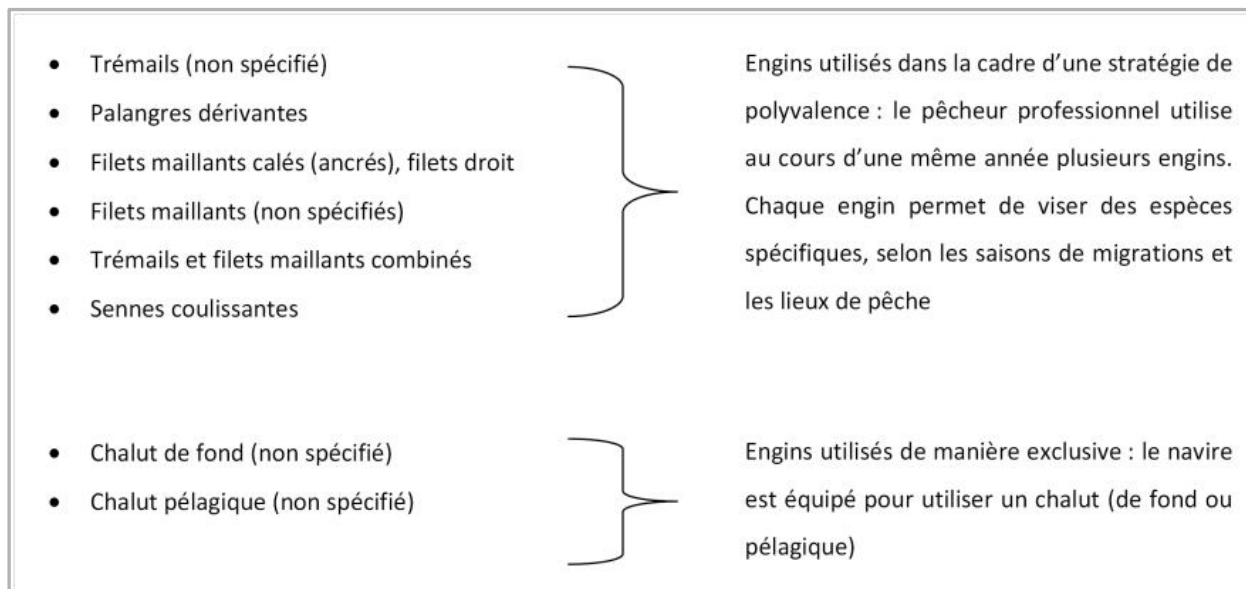


Figure 144 : Engins de pêche utilisés dans la zone de la Prud'homie de Martigues en mer de 3 à 12 milles nautiques (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Cette présentation des navires immatriculés à Martigues correspond à l'échantillon qui sera interrogé par enquête.

Dans cette strate, les navires immatriculés à Martigues ont ensuite été affectés à une sous-strate en fonction de leur rayon d'action. Pour cette étape, la synthèse éditée par l'Ifremer a servi de référence.

Le rayon d'action est défini de la manière suivante :

- les navires ayant exercé plus de 75 % de leur activité dans les 12 milles sont qualifiés de « Côtiers »,
- Ceux ayant exercé entre 25 et 75 % de leur activité dans cette zone sont qualifiés de « Mixtes »,
- Enfin, ceux ayant exercé plus de 75 % de leur activité à l'extérieur de la bande côtière sont qualifiés de « Larges ».

Ce dernier groupe correspond aux navires qui pêchent au large des côtes françaises, mais certains ont une activité dans la zone côtière d'autres pays.

En Méditerranée, l'activité de pêche côtière peut se faire en étang et/ou en mer plus ou moins proche de la côte. Quatre rayons d'action sont définis pour distinguer les types d'activités de pêche côtière : « étang », « étang et < 3milles », « < 3 milles » et « 3 à 12 milles ».

Rayon d'action en 2010	Nombre de navires		Nombre de marins		Puissance totale (kW)	
Etang	41	28 %	60	27 %	3 308	23 %
Etang et < 3 milles	23	16 %	35	16 %	1 903	13 %
< 3 milles	54	38 %	65	29 %	4 049	29 %
3 à 12 milles	19	13 %	36	16 %	2 708	19 %
Mixte	7	5 %	27	12 %	2 212	16 %
Total ³⁴	144	100 %	222	100 %	14 180	100 %

Tableau 56 : Activité de pêche en fonction de la proximité à la côte (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Catégorie de longueur	Etang	Etang et < 3 milles	< 3 milles	3 à 12 milles	Mixte	Total
Moins de 6 mètres	23	10	22	-	-	55
De 6 à 10 mètres	18	10	29	5	-	62
De 10 à 12 mètres	-	3	2	7	-	12
De 12 à 15 mètres	-	-	-	4	-	4
De 15 à 18 mètres	-	-	-	2	-	2
De 18 à 25 mètres	-	-	1	1	7	9
Total	41	23	54	19	7	144

Tableau 57 : Répartition des navires par catégorie de longueur et par rayon d'action (Source : CRPMEM PACA, 2013)

D'après les données de l'Ifremer (2010) relatives au quartier maritime de Martigues, environ 18 % de la flotte de pêche professionnelle (soit 26 navires) a une activité dans la zone des 3 à 12 milles marins et est donc susceptible de pêcher dans la zone du parc pilote.

Dans cette strate, les navires ont ensuite été affectés à une sous-strate en fonction de la combinaison de métiers pratiqués. Ces sous-strates seront par la suite dénommées flottilles. Ces flottilles regroupent des navires ayant une homogénéité relative de leur structure d'exploitation du point de vue des combinaisons des engins utilisés. Pour cette étape, les synthèses de la façade Méditerranée (hors Corse) éditées par l'Ifremer ont servi de références.

D'après les synthèses des flottilles d'Ifremer, les 18 % sont composés des flottilles suivantes :

- chalutiers pélagiques et mixtes,
- dragueurs,
- fileyeurs exclusifs,
- fileyeurs polyvalents,
- métiers de l'hameçon.

³⁴ Total des navires actifs identifiés par l'Ifremer en 2010

Flottille	Nombre de navires en Méditerranée (hors Corse)	Puissances totale (kW)	Jauge totale (U.M.S)
Chalutiers pélagiques et mixtes	14	4 424	1828
Dragueurs	15	1 374	83
Fileyeurs exclusifs	272	19 164	934
Fileyeurs polyvalents	205	19 726	798
Métiers de l'hameçon	33	2 698	130

Tableau 58 : Caractéristiques techniques cumulées des flottilles en Méditerranée (hors Corse)
(Source : CRPMEM PACA, 2013)

Flottille	Nombre de navires en Méditerranée (hors Corse)	Longueur moyenne (m)	Puissance moyenne (kW)	Age moyen (ans)	Effectif moyen (hommes)
Chalutiers pélagiques et mixtes	14	24,3	316	15	4,5
dragueurs	15	9,4	92	36	1,3
Fileyeurs exclusifs	272	7,8	70	31	1,3
Fileyeurs polyvalents	205	8,3	96	27	1,4
Métiers de l'hameçon	33	7,8	82	32	1,3

Tableau 59 : Caractéristiques techniques du navire moyen par flottille (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Catégorie de longueur	Total des 5 flottilles
Moins de 6 mètres	1
De 6 à 10 mètres	30
De 10 à 12 mètres	35
De 12 à 15 mètres	7
De 15 à 18 mètres	3
De 18 à 25 mètres	14
Total	90

Tableau 60 : Répartition des navires par catégorie de longueur et par rayon d'action
(Source : CRPMEM PACA, 2013)

Flottille	Métiers ³⁵
Chalutiers pélagiques et mixtes	Chalut de fond à panneaux (1 nav.) à divers poissons Chalut pélagique à panneaux à anchois Chalut pélagique à panneaux à sardines Chalut pélagique à panneaux à divers poissons
Dragueurs	Drague à rochers épineux (murex) Casier à buccins Casier à poulpes (pot) Palangre dérivante à thons rouges Trémail à soles Filet maillant fixe à dorades, sparidés Filet maillant encerclant (battue) à divers poissons Drague à oursins (interdit aujourd'hui) Plongée à oursins Ligne à main (ou avec canne) à bonites
Fileyeurs exclusifs	Filet maillant fixe à dorades, sparidés Trémail à rascasses Trémail à rougets Filet maillant fixe à dorade royale Trémail à langoustes Trémail à divers poissons Trémaux à soles Filet maillant fixe à rougets Filet maillant fixe à merlus Filet maillant fixe à divers poissons
Fileyeurs polyvalents	Filet Métier de l'hameçon Casier Casier (pot) à poulpes Plongée sous marine Rivage Senne de fond Verveux- capéchade Drague à main embarquée Métiers de l'appât Autres activités que la pêche
Métiers de l'hameçon	Palangre de fond à dorades, sparidés Palangre de fond à bars Palangre de fond à divers poissons Palangre de fond à pageot rose (dorade rose) Palangre de fond à congres Palangre dérivantes à espadons Casier à poulpes (pot) Divers palangres à dorades, sparidés Ligne à main (ou avec canne) à thons rouge Palangre dérivante à thons rouges

Tableau 61 : Métiers pratiqués (Source : CRPMEM PACA, 2013)

³⁵ Liste non exhaustive. Sont présentés uniquement les 10 métiers principaux par flottille.

La réflexion à l'échelle de la flottille, selon les critères d'Ifremer ne fournit pas d'informations pertinentes. Nombreux de ces métiers ne sont pas pratiqués dans la zone des 3 à 12 milles marins, cependant ces listes démontrent la multitude de métiers compris dans une flottille définie par l'Ifremer.

Nombre de navires	Catégorie de longueur	Flottille
26	De 6 à 25 mètres	Chalutiers pélagiques et mixtes Dragueurs Fileyeurs exclusifs Fileyeurs polyvalents Métiers de l'hameçon

Tableau 62 : Navires immatriculés Martigues en 2010 (Source : CRPME PACA, 2013)

Présentation des ports de débarquement de Martigues

Les navires du quartier d'immatriculation de Martigues (et d'autres quartiers d'immatriculation) débarquent dans de nombreux ports répartis tout le long de la côte et des étangs. Un port de débarquement est un lieu autorisé de débarquement des produits de la pêche maritime. Les ports de la pêche ont des statuts juridiques et des relations concédants-concessionnaires- gestionnaires variables, avec des ports communaux, départementaux, régionaux. Les ports de débarquements sont des lieux de transition import (entre terre et mer) dans l'activité de pêche maritime. Certains ports de débarquement donnent lieu à de la vente en direct ou vente sur le quai.

Dans le quartier d'immatriculation de Martigues les ports de débarquements sont les suivants :

Secteur	Port de débarquement
Secteur de l'Étang de Berre	Chateauneuf les Martigues
	Marignane
	Berre l'Étang
	Saint Chamas
	Port de la Mede
	Port du Jaï
	Port du Passet
	Port du Perthuis
	Port de Sagnas
Secteur Côte Bleue	Port de Carro
Secteur Martigues	Port de Ferrières
	Appontement de la prud'homie
	Appontement du Canal de Caronte
	Port de Sainte Anne à Jonquières
Secteur golfe de Fos-sur-Mer	Port de Saint Gervais
	Quai de la Criée de Port de Bouc
Secteur Port-Saint-Louis	Bassins de Saint-Louis
Secteur Saintes-Maries-de-la-Mer	Port de Plaisance

Tableau 63 : Ports de débarquement du quartier maritime de Martigues (Source : CRPMEM PACA, 2013)

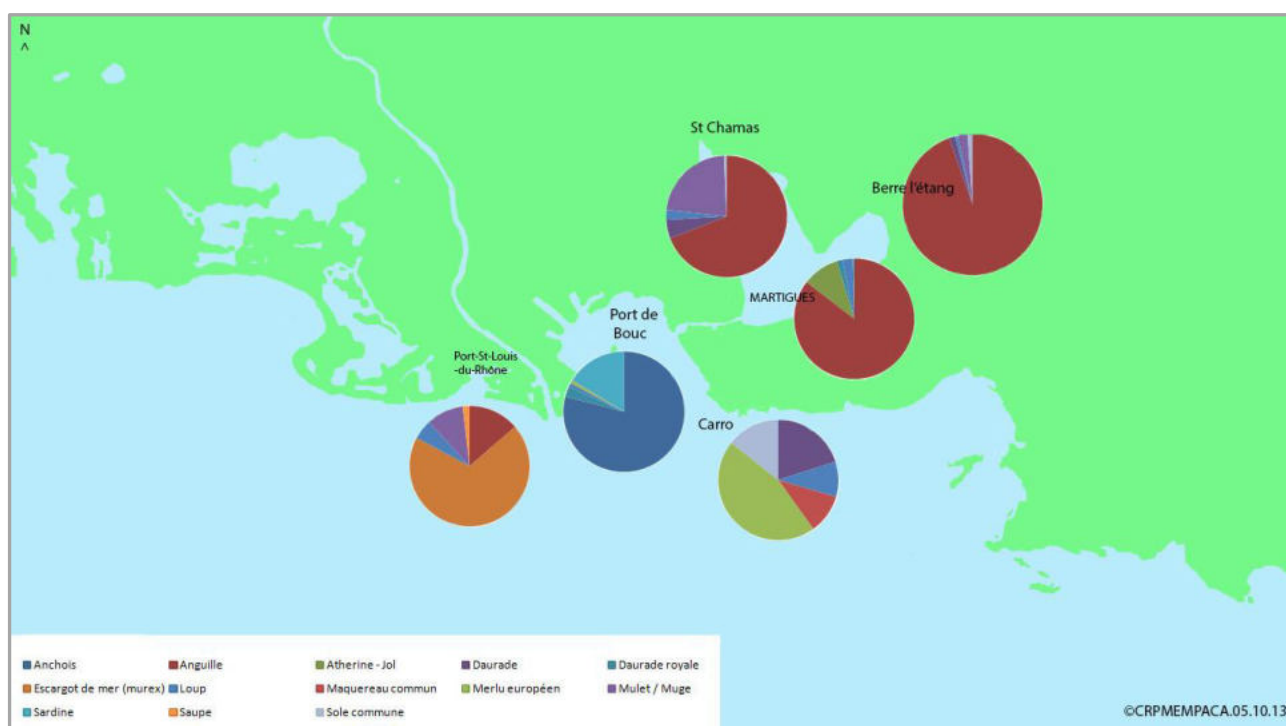


Figure 145 : Répartition des 5 principales espèces débarquées (en volume) pour les 6 principaux ports de débarquement (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Le quartier d'immatriculation de Martigues présente une diversité des métiers et d'espèces débarquées. La Carte 56 a été établie en présentant les 5 premières espèces débarquées par site (pour une lisibilité de l'information). Il est à préciser que certaines espèces comme l'oursin ou le corail rouge ont été exclus car le nombre de pêcheurs renseignés était inférieur à 3, ainsi que le naissain de moule capturé principalement dans les darses du Grand Port Maritime de Marseille et l'étang de Berre, car les volumes de captures exprimés en tonnage faussaient la lecture des résultats.

Présentation des navires (de plus de 12 mètres) localisés dans la zone du parc pilote

Bien que minoritaires (11% de la flotte de Martigues) les navires de plus de 12 mètres sont localisés lors de leurs sorties en mer par une balise VMS. La fonction de base du VMS (système de surveillance des navires par satellite) est de fournir de rapports sur la position d'un navire à des intervalles réguliers. Les données exploitées ici sont des données de 2011 et 2012 du Centre National de Surveillance des Pêches maritimes (CNSP) sur la position des navires observés dans un rayon de 5 nautiques autour du parc pilote éolien.

Type de pêche	Nombre de navires	Longueur (m)		
		Minimale	Moyenne	Maximale
Chalut	40	16,6	23,2	26,3
Petite pêche	3	13,47	14,12	15
Palangrier hauturier	1	ND	ND	ND
Senne coulissante	1	ND	ND	ND
Thonier senneur	2	ND	ND	ND
Total	47	13,47	21,5	24,9

Tableau 64 : Caractéristiques de l'ensemble des navires (passage et actions de pêche)
(Source : CRPMEM PACA, 2013)

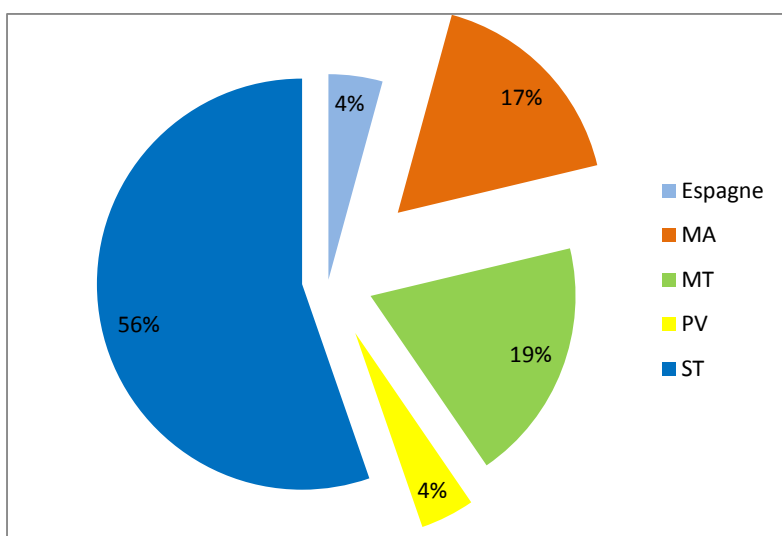


Figure 146 : Répartition des navires (2011 et 2012) par quartier de provenance (Source : CRPMEM PACA, 2013)

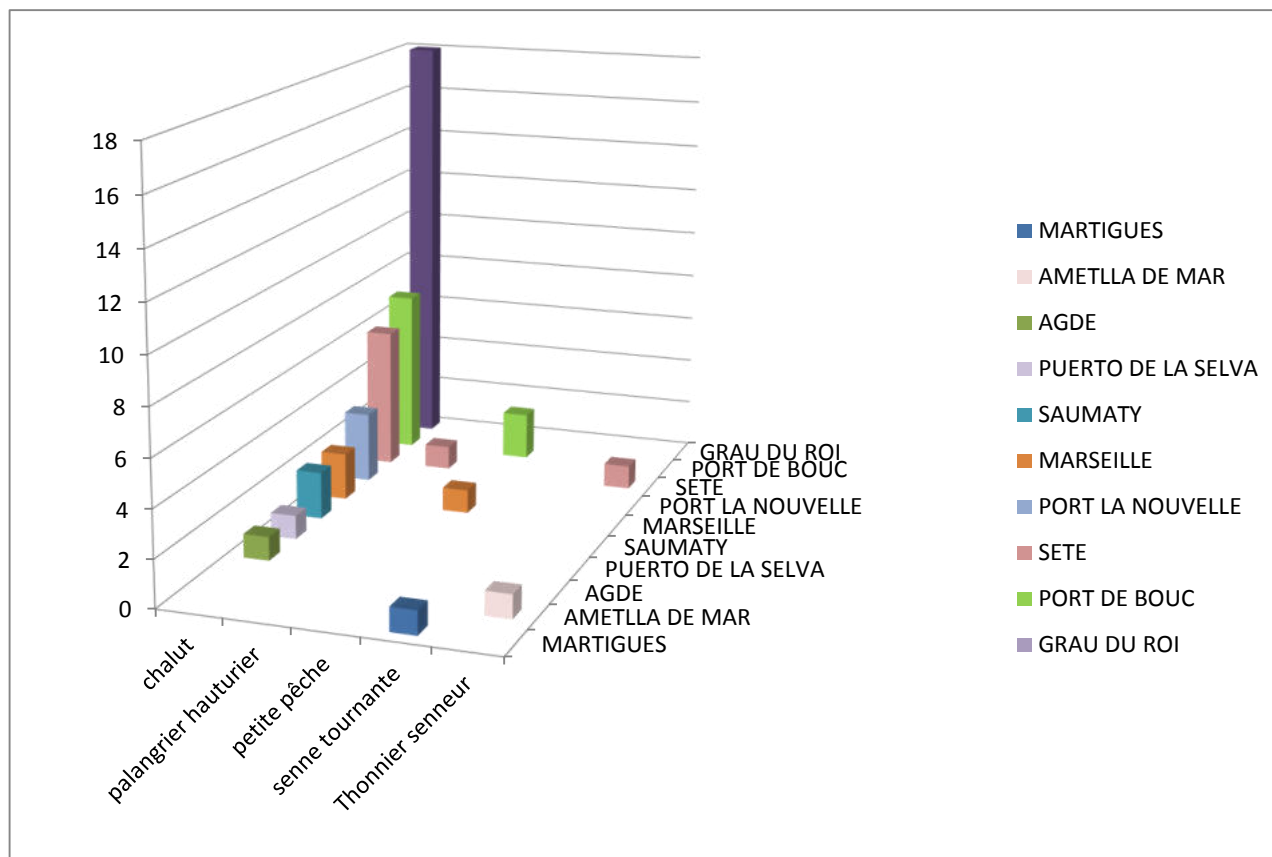


Figure 147 : Répartition (2011 et 2012) par port d'exploitation des navires identifiés dans un rayon de 5 km de la zone du parc pilote (Source : CRPMEM PACA, 2013)

A la lecture des données, une partie des navires a été exclue car identifiée comme passant seulement dans la zone : deux thoniers senneurs, un palangrier hauturier. Parmi les navires identifiés, 85 % sont des chalutiers. Les tableaux suivants synthétisent les données VMS selon le nombre de passage (trait de chalut) dans la zone. A noter que pour les navires chalutiers identifiés, seuls les passages d'une vitesse inférieure ou égale à 4,5 nœuds ont été comptabilisés, au-delà, la vitesse est trop importante pour permettre une action de pêche et l'activité du navire est assimilée à de la simple navigation.

Flotte Chalutier	Jan.	Fév.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2011													
Nombre de passages	210	185	216	120	141	115	118	154	164	68	76	73	1640
Nombre de navires	19	18	23	12	20	12	10	15	9	5	11	9	34
Moyenne de passages /navire	11	10	9	10	7	9	12	10	18	14	7	8	48 par navire /an
2012													
Nombre de passages	89	194	243	36	35	10	62	125	80	76	56	16	1022
Nombre de navires	11	23	21	10	6	6	8	9	9	8	8	6	34
Moyenne de passages /navire	8	8	12	4	6	2	8	14	9	10	7	3	30 par navire /an

Tableau 65 : Fréquentation de la zone d'étude du parc pilote (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Année	Minimum	Moyenne	Maximum
2011	296	48	1
2012	177	30	1

Tableau 66 : Nombre de passages par chalutier au niveau de la zone d'étude (Source : CRPMEM PACA, 2013)

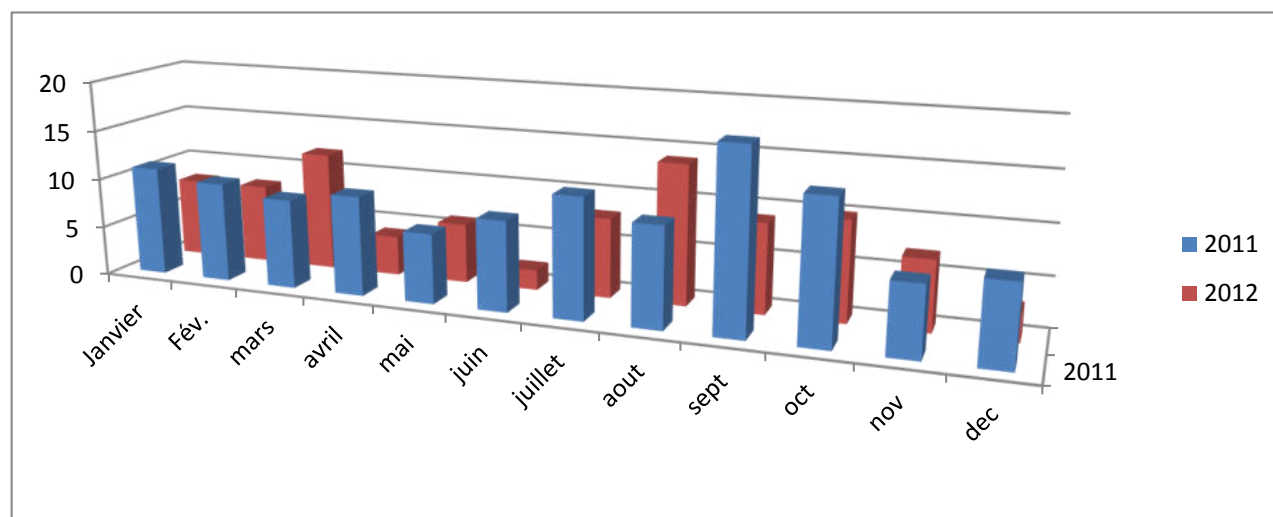


Figure 148 : Répartition du nombre de passages moyens par chalutier (Source : CRPMEM PACA, 2013)

La production, en volume, des 10 principales espèces pour 10 navires de la flottille « chalutiers » identifiés dans la zone d'implantation du parc pilote, est présentée dans le tableau suivant :

Espèces	2011 (kg)	Prix moyen ³⁶ (à titre indicatif) (€/kg)
Anchois	584 360	1,41
Merlu européen	20 574	4,83
Dorade royale	15 605	4,85
Mulet / Muge	7 932	3,1
Sardine	6 295	1,36
Maquereau espagnol	2 728	3,1
Baudroie (Lotte)	2 547	3,1
Loup (Bar)	2 520	7,8
Grondin rouge	2 361	3,1
Moule	2 235	3,1
Autres espèces	13 569	3,1
Total	102 670	-

Tableau 67 : Production des 10 premières espèces pour 10 navires de la flottille « chalutiers » identifiés au niveau de la zone d'implantation du parc pilote en 2011 (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Espèces	2011 (kg)	Prix moyen ³⁷ (à titre indicatif) (€/kg)
Merlu européen	15 000	3
Sole	6 000	20
Maquereau	1 000	3
Dorade royale	20 574	12
Loup (Bar)	7 934	10
Thon rouge	464	12
Baudroie (Lotte)	1 968	7
Turbot	2 600	16
Rouget	9 500	7
Autres espèces	1 000	3
Total	-	-

Tableau 68 : Production des 10 premières espèces pour 10 navires de la flottille « chalutiers » identifiés au niveau de la zone d'implantation du parc pilote en 2012 (Source : CRPMEM PACA, 2013)

³⁶ FranceAgriMer synthèse des ventes halles à marée 2011 – Port de Bouc

³⁷ FranceAgriMer synthèse des ventes halles à marée 2011 – Port de Bouc

Présentation des résultats de l'enquête

Nombre d'entreprises dans le quartier de Martigues	Nombre d'enquêtes émises	Nombre de réponses
235	235	7

Tableau 69 : Production des 10 premières espèces pour 10 navires de la flottille « chalutiers » identifiés au niveau de la zone d'implantation du parc pilote en 2012 (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Le faible taux de réponse, soit 2.9 % des entreprises contactées, peut s'expliquer par plusieurs éléments :

- Un faible nombre de navires a la capacité (catégorie de navigation) d'aller naviguer dans la zone du parc pilote,
- Un projet qui peut sembler loin des réalités et des préoccupations actuelles des pêcheurs,
- Une attente des résultats du projet de site d'essai « Mistral » (dédié au test des premiers prototypes en mer) pour réfléchir avec des éléments supplémentaires (beaucoup de commentaires émis sont similaires à ceux émis lors de l'enquête pour le projet « Mistral »).

Type de navires	Nombre de navires	Longueur moyenne (mètres)	Engins	Présence dans la zone	Période
Chalutier	2	plus de 20 m	chalut de fond à panneaux chalut pélagique à panneaux	Oui	Toute l'année
Petit métier	7	8,7 m	Filets maillants Palangre Pot à poulpes et nasse	4 Oui 3 Non	De mai à octobre
Senne tournante	1	ND	Senne tournante coulissante	Oui	De février à septembre

Tableau 70 : Résultats de l'enquête (Source : CRPMEM PACA, 2013)

Malgré le faible nombre de retour différents profils de flottille, se dégagent :

- Les navires dit « petits métiers » qui ne sont pas intéressés par la zone, n'étant pas en capacité d'y aller : ensemble des navires en 5ième catégorie (exclusivement en eaux abritées : rades fermées, bassins et étangs, ...) et 4ième catégorie de navigation (moins de 5 milles du port de départ). Le Centre de Sécurité des navires de Marseille a été interrogé pour obtenir le nombre de navires immatriculés à Martigues par catégorie de navigation, afin d'établir un premier échantillon (pas de réponse à ce jour) ;
- Les navires dit « petits métiers » qui vont pêcher dans la zone. Ils sont au minimum armés en 4ème catégorie de navigation. Pour information, une partie de cette flottille pratiquait la pêche à la thonaille : les navires exploitaient le thon rouge à l'aide d'un filet maillant dérivant (interdit en 2007). Une partie des navires anciennement équipés par la thonaille ont déplacé leur effort par l'utilisation d'autres engins : comme la palangre, les filets. Ces navires ont la capacité (catégorie de navigation) pour aller pêcher dans le parc pilote ;
- Les navires dit « chalutier » qui vont pratique le chalut de fond et/ ou pélagique. Pour information la flotte chalutière a connu depuis quatre ans des difficultés : principalement tournée vers l'exploitation du

poisson bleu (sardine, anchois) la baisse significative de captures a entrainé une modification d'exploitation, par l'utilisation d'un chalut de fond.

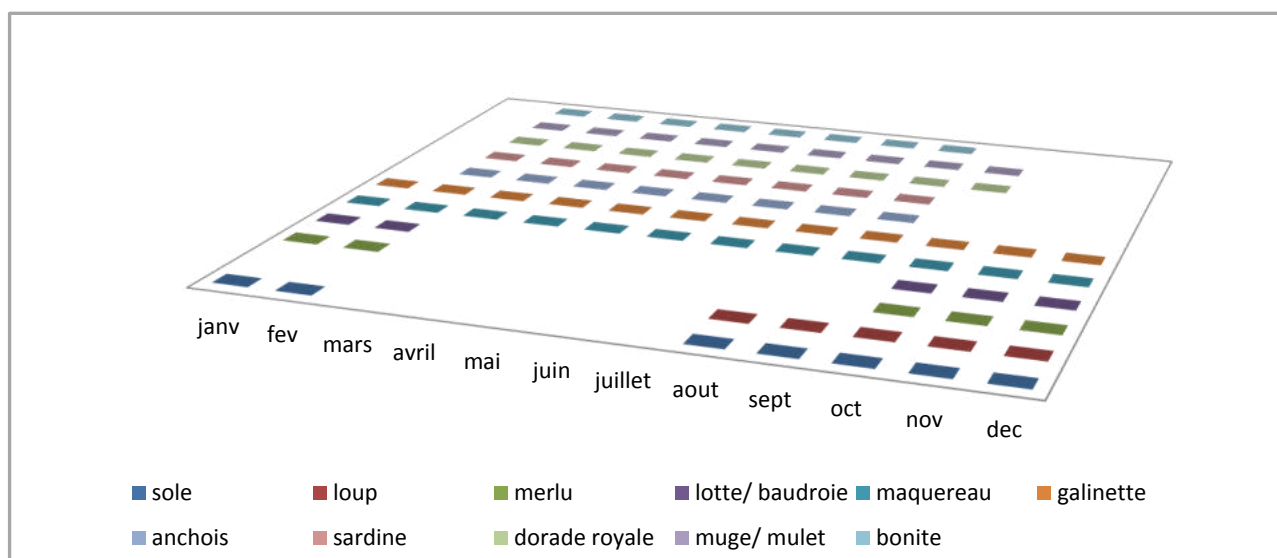


Figure 149 : Répartition des espèces dans la zone MD21a selon les mois de l'année
(Source : CRPMEM PACA, 2013)

La figure ci-dessus synthétise les déclarations de captures (fiche de pêche, journal de bord) et les conclusions des enquêtes. Ainsi la flotte chalutière exploite toute l'année différentes espèces (sardines, maquereau, merlu, galinette, dorade royale..), des fileyeurs qui visent la sole de fin décembre à début mars, les navires équipés de senne tournante pour les espèces de « poissons bleue » (sardines, anchois, maquereau).

Conclusion

Cette étude a présenté une partie des activités halieutiques de la prud'homie de Martigues dans la bande côtière des 12 milles nautiques. Ce territoire maritime comprend le plus grand nombre de navires et des marins pêcheurs de la région PACA. Il comporte également une grande diversité de métiers, la flotte étant majoritairement polyvalente : utilisation de plusieurs engins (arts traînants et/ou arts dormants) sur un même navire au cours d'une année, plusieurs sites d'exploitation (changement des zones de pêche : étang, zone des 3 milles nautiques, etc.), pour une exploitation raisonnée de différentes espèces tout au long d'une année afin de respecter les saisons de migrations des ressources halieutiques.

A l'aide des synthèses éditées par Ifremer, des profils potentiels de flottilles en capacité de pêcher dans le parc pilote ont été établis. En particulier, l'utilisation des données VMS des navires (navires de plus de 12 mètres équipés de balises) a permis de mettre en évidence l'exploitation de la flotte chalutière des régions PACA et Languedoc Roussillon dans la zone d'implantation du parc pilote, tout au long de l'année.

L'exploitation de la flotte chalutière des régions PACA et Languedoc Roussillon dans le parc pilote tout au long de l'année est avérée.

Les données VMS ont mis en évidence, que hormis les chalutiers, d'autres métiers exploitent également la zone : senne tournante et coulissante, palangre dérivante, palangre de fond, filet maillant et trémails.

L'enquête, bien qu'à relativiser au vu du faible nombre de réponses aux questionnaires, donne une synthèse de la situation : une partie de la flotte n'a pas la capacité de pêcher dans le parc pilote (catégorie de navigation) ; l'autre partie de la flotte se compose majoritairement de chalutiers, puis de palangriers et de fileyeurs, qui ont accès à la zone du parc pilote sans qu'il soit possible de définir précisément l'importance de leur activité.

5.1.2. Aquaculture

L'aquaculture regroupe plusieurs activités. L'anse de Carteau, dans le golfe de Fos, est consacrée à la conchyliculture. Créée en 1978, cette zone conchylicole en pleine mer est gérée depuis 1981 par une coopérative (COOPAPORT) à Port-Saint-Louis-du-Rhône. Un peu plus de 40 producteurs se partagent ainsi 104 tables à moules (50 m x 15 m) pouvant accueillir 1600 cordes.

La production annuelle de moules varie entre 2500 et 3000 tonnes par an et classe Port-Saint-Louis-du-Rhône au premier rang des producteurs du département. Cette production représente près de 10 % de la production nationale et 15 % de la production méditerranéenne. La production est commercialisée sous plusieurs appellations telles que « Belle de Carteau », « Royale de Carteau », « Camarguaise », « Mariguaise » ou encore « Marine de Carteau ».



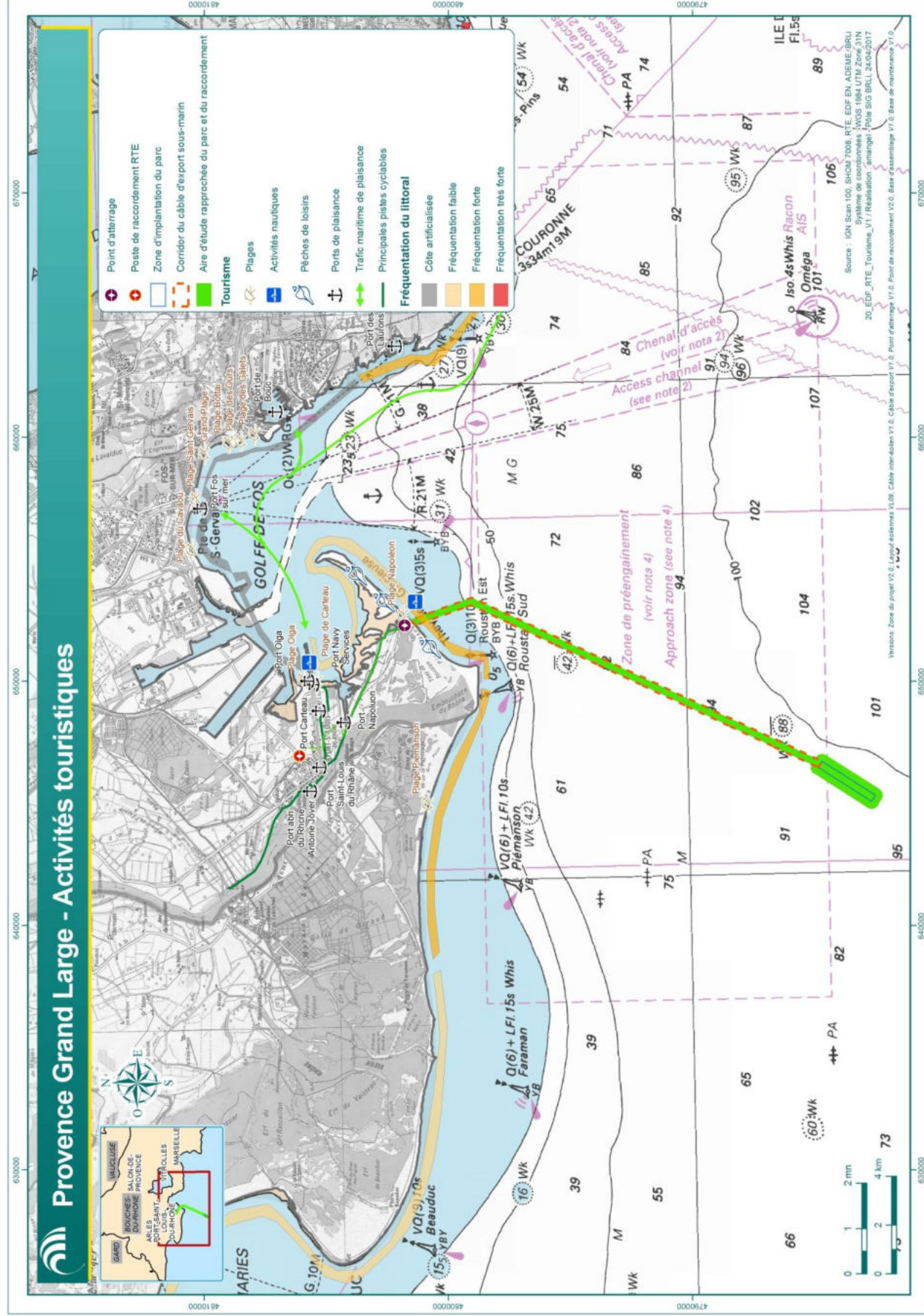
Figure 150 : Conchyliculture dans l'Anse de Carteau (Source : Site internet de l'office du tourisme de Port-Saint-Louis-du-Rhône)

Face à l'impossibilité d'extension de la conchyliculture, les producteurs se sont lancés dans la production d'huîtres dès 2014, commercialisée pour la première fois en 2015 et qui s'est révélée prometteuse, laissant espérer une meilleure visibilité dans la transmission des entreprises.

La qualité des eaux conchylicoles a été présentée dans la partie 2.5.5 du présent document.

5.1.3. Activités récréatives

La frange littorale Ouest de Port-Saint-Louis présente un aspect attrayant et touristique par ses richesses écologiques et ses paysages. Le patrimoine naturel et sa mise en valeur, la longue plage Napoléon (10 km), sont des atouts pour cette commune située entre Crau et Camargue. Ces attraits ont permis le développement d'un tourisme balnéaire ainsi que de nombreuses activités nautiques et de plaisance.



Carte 28 : Activités touristiques dans le secteur d'étude

5.1.3.1. Plaisance

La ville de Port-Saint-Louis-du-Rhône, à la fois à l'embouchure du Rhône et dans le bassin industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer, offre 6 ports ouverts sur la mer et le Rhône (voir tableau suivant). Cela représente plus d'un millier d'emplacements pour la villégiature, l'hivernage, la construction et la réparation.

Port	Capacité d'accueil
Port de plaisance de Port-Saint-Louis-du-Rhône	291 places et 25 anneaux visiteurs Capacité d'accueil de bateaux de plus de 30 m et tirant d'eau de 3,5 m
Port de plaisance de Carteau	90 places à flot et 1 place de passage
Port abri du Rhône « Antoine Jover »	180 places à flot et 3 places de passage
Port de plaisance d'Olga	140 places à flot dont 1 place de passage
Port Napoléon	350 anneaux, 40 places de passage et 2000 places au port à sec
Port Navy service	20 places à flot pour les visiteurs et 1200 places dans le port à sec

Tableau 71 : Ports de plaisance de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône
(Source : <http://www.portsaintlouis-tourisme.fr/fr/se-ressourcer-port-saint-louis/la-mer>)



Figure 151 : Ports de plaisance de Port Napoléon (à droite) et de Carteau (à gauche) (© site internet du Port Napoléon de Port-Saint-Louis-du-Rhône et Google Earth – photo Hères)

Treize ports de plaisance et de pêche sont ainsi répertoriés sur le quartier maritime de Martigues pour une capacité de 4 213 places à flot dont les principaux ports de plaisance de Fos-sur-Mer et Martigues voisins.

Cette importante capacité d'accueil des navires de plaisance sur la zone d'étude et au voisinage témoigne de l'importance des activités liées au nautisme notamment en saison estivale durant laquelle la plaisance contribue à l'augmentation du trafic maritime du Golfe de Fos et de ses abords.

5.1.3.2. Pêche sportive et de loisir

La pêche de loisir est largement répandue sur le littoral d'étude que ce soit la pêche côtière pratiquée dans la bande des 6 milles (fonds n'excédant pas 70 m de profondeur) ou encore la pêche sportive du large (pêche au thon rouge pour l'essentiel) pratiquée en saison estivale. La fréquentation est particulièrement forte jusqu'à 10 milles des côtes durant les périodes estivales de concours de pêche au gros.

Les amateurs de pêche de loisirs sont également nombreux sur le littoral et notamment la plage Napoléon depuis laquelle ils pratiquent essentiellement le surf casting et la pêche à pied de ramassage de tellines.

5.1.3.3. Loisirs de plein air et sports nautiques

Les plages (Napoléon, Olga, Carteau, etc.) et les Theys (Gracieuse) sont des lieux privilégiés de promenade et de pratique de loisirs de plein air, en particulier de sports nautiques.

La plage Napoléon, située au droit de la zone d'implantation du parc pilote, est fréquentée, en été comme en hiver, par les amateurs de glisse, de char à voile, de cerf volant, de speed-sail et de funboard. La pratique du char à voile y est autorisée, par arrêté, dans l'espace de roulage entre les poteaux et les dunes. La plage de Piémanson est également un haut lieu de la pratique du kayak de mer, du kite-surf et fly-surf.

Quatre structures nautiques (base nautique municipale dans l'Anse de Carteau, écoles de kite-surf) proposent ces activités.

La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (Anse de Carteau et They de la Gracieuse notamment) accueille régulièrement des régates de voile légère ainsi que des compétitions de funboard et de kite-surf (championnats internationaux de Kite-surf depuis 2006).



Figure 152 : Activités nautiques le long du They de la Gracieuse et dans l'anse de Carteau

Les activités nautiques (hors plaisance) sont pratiquées dans la bande côtière (en majorité dans la limite des 3 milles nautiques) ; elles ne concernent donc pas la zone d'implantation du parc pilote éolien en mer, située plus au large.

Les activités de plongée sont quasiment inexistantes sur le littoral du delta du Rhône, en raison de la turbidité des eaux marines. La chasse sous-marine sur épaves y est en revanche régulièrement pratiquée (*source : Parc Naturel Régional Camargue*). Une trentaine de sites de plongée est recensée par le Comité Départemental du Tourisme (2003). Les épaves recensées au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône sont présentées sur la Carte 29.

5.1.3.4. Tourisme industriel

L'activité touristique met également à profit la proximité de la zone industrialo-portuaire afin de développer le tourisme industriel permettant de valoriser tout le potentiel industriel productif du territoire et notamment les parcs à moules de Port-Saint-Louis-du-Rhône et les terminaux pétroliers du GPMM. Ainsi, des visites commentées à bord du bateau le CISAMPO (capacité de 96 places) sont organisées toute l'année dans les bassins de Port-Saint-Louis-du-Rhône et Fos-sur-Mer.

5.1.3.5. Tourisme balnéaire

Plusieurs plages permettent de profiter de la mer et des activités nautiques sur le littoral d'étude, attirant la population locale, départementale et touristique.

Trois plages aménagées et surveillées sont répertoriées à Port-Saint-Louis-du-Rhône : la plage Napoléon une des plus grandes plages de Camargue, la plage Olga (son petit port, ses cabanons et ses coquillages) et la plage Carteau (ses cabanons, la digue et le phare) (voir Carte 28).

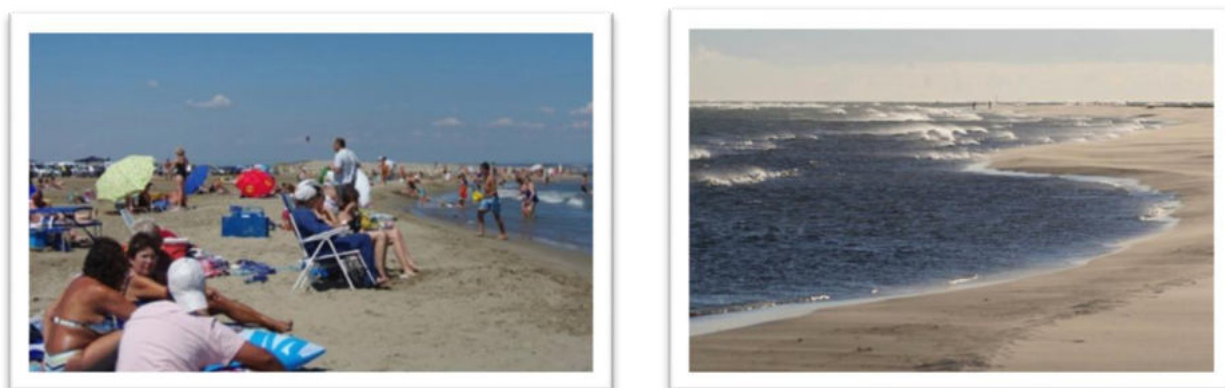


Figure 153 : Plage Napoléon à Port-Saint-Louis-du-Rhône
(© Office du tourisme de Port-Saint-Louis-du-Rhône et de la ville)

La plage Napoléon qui propose un linéaire de près de 10 km de plage sauvage mais facilement accessible en voiture, avec d'un côté le golfe de Fos et de l'autre l'embouchure du Rhône, est particulièrement prisée pour le tourisme balnéaire.



Figure 154 : Activités balnéaires et de loisirs sur la plage Napoléon
(© Office du tourisme de Port-Saint-Louis-du-Rhône et BRLi)

A l'Ouest du Grand Rhône jusqu'au phare de Faraman, la plage de Piémanson offre également un linéaire de 6 km de très belle plage de sable, vierge de toute infrastructure et bordée de petites dunes herbeuses. Accessible par les salins de Giraud, cette plage connaît une forte affluence en période estivale notamment de caravanes et camping-cars. Les deux bacs des traversées du Rhône à Salin-de-Giraud transportent d'une rive à l'autre, de façon quasiment ininterrompue, environ 2500 véhicules par jour au mois d'août.



Figure 155 : Plage de Piémanson à Arles (Source : www.arles-info.fr)

5.1.4. Autres activités et installations maritimes existantes

5.1.4.1. Activités industrielles

Les activités industrielles sont essentiellement concentrées sur la commune de Fos qui compte une zone industrialo-portuaire parmi les plus vastes du monde avec :

- 7 000 ha de la ZIP soit 15 usines (sidérurgie, raffinage, pétrochimie, énergie et gaz industriels...), 6 terminaux maritimes spécialisés et une zone logistique. Elle génère environ 7 000 emplois directs,
- une industrie lourde avec de grands secteurs industriels : pétrochimie (raffinage et stockage de pétrole : Esso, Dépôts Pétroliers de Fos-sur-Mer), chimie (Lyondelbasel, Société du Polyéthylène de Fos...), sidérurgie (Sollac, Arcelor Mittal et Ascométal), fabrication de ciment et de granulats (Kernéos), métallurgie...

Le Port de Marseille - Fos, premier port de France, deuxième port de la Méditerranée et troisième port d'Europe pour les marchandises, dont les trois quarts en hydrocarbures (complexe de l'étang de Berre, port de Fos-sur-Mer, chantiers navals de La Ciotat) — constitue le pivot de l'économie départementale et régionale.

Les bassins Ouest du Grand Port Maritime de Marseille déploient notamment une grande activité dans le domaine du transport de conteneurs de tous types de marchandises (Distriport, Fos 2XL...) faisant du port de Marseille - Fos l'un des points d'ancrage majeur du trafic conteneurs en Méditerranée. De nombreuses entreprises sous-traitantes (transitaires, transports, levage, ingénierie, soudure...) et de services de réparation navale pour les navires de commerce et de grande plaisance, sont également présentes. Le Port accueille également des trafics de passagers (ferry vers la Corse, l'Algérie et la Tunisie ; croisières).

400 ports dans le monde sont desservis depuis Marseille - Fos. En 2015, le port a accueilli près de 11 000 escales de navires (30 22 escales de navires par jour/j en moyenne). Avec plus de 8882 millions de tonnes, le trafic global 2011 du port de Marseille Fos connaît une hausse de 3 % par rapport à 2010, essentiellement grâce aux échanges d'hydrocarbures qui augmentent de 8 % sur l'année. L'activité « voyageurs » est la grande gagnante de l'année avec un trafic qui atteint le record absolu de 2,3 millions de voyageurs. L'activité portuaire génère plus de 41 000 emplois dont les 1 048 agents du Grand Port Maritime de Marseille (données au 25 janvier 2012).

5.1.4.2.Extraction de matériaux

Aucune activité d'extractions de matériaux n'est recensée sur ou à proximité de la zone d'étude.

5.1.4.3.Dragage/zone de dépôt de dragage

Dans le cadre de travaux d'aménagements portuaires (Fos 2XL...) ou de l'entretien régulier des bassins (dragages nécessaires notamment pour restituer les tirants d'eau nécessaires au maintien des caractéristiques de navigation dans les terminaux pétroliers), le Grand Port Maritime de Marseille effectue régulièrement des opérations de dragage dans le Golfe de Fos. Les sédiments extraits sont ensuite majoritairement restitués au milieu marin par des opérations de clapage sur les zones d'immersion prévues à cet effet au large du golfe.

Le canal Saint-Louis fait également l'objet de dragage d'entretien. Les modalités de dragage devront être prises en compte pour les travaux de mise en place du câble d'export au niveau de la darse.

5.2.Navigation maritime

5.2.1.Contexte général de la fréquentation maritime

La mer Méditerranée représente seulement 1 % de la surface des mers mais concentre 25% du trafic planétaire, dont 30 % du trafic pétrolier mondial.

Le canal de Suez joue un rôle déterminant, en permettant de ravitailler l'Europe et le continent américain en hydrocarbure, via le détroit de Gibraltar. Plus de 310 navires le franchissent chaque jour contre 100 navires qui transitent par le canal de Suez, 50 unités par le détroit du Bosphore et 9 navires par le détroit de Bonifacio. En méditerranée, le trafic commercial concentre près de 2500 navires présents chaque jour en mer ou au port. Les navires quantitativement les plus nombreux sont les cargos (plus de 3000 unités différentes chaque année) et les vraquiers (un peu moins de 3000 unités) mais le nombre de cargos diminue nettement d'année en année en raison du principe d'utilisation qui tend à se généraliser dans le transport maritime.



Figure 156 : Echanges maritimes en Méditerranée

Le trafic global en Méditerranée est marqué par une forte saisonnalité mais qui reste inégalement marquée selon le type de navires. Les navires dont l'activité est liée au seul cycle économique (cargos, porte-conteneurs, vraquiers, tankers,...) connaissent une saisonnalité faible à modérée. Ceux, au contraire, dont les mouvements sont liés pour tout ou partie aux mouvements de personnes (paquebots, ferries) présentent un trafic caractérisé par une saisonnalité forte (rouliers) à très forte (passagers).

D'une façon générale, les mois d'été sont les plus chargés vis-à-vis du trafic maritime en raison de l'activité touristique. A contrario, les mois d'hiver (janvier et surtout février) sont ceux où les mouvements de navires sont les moins importants.

Dans ce contexte, le littoral aux abords du Golfe de Fos sur Mer est également le siège d'un important trafic maritime de commerce et de passagers.

L'essentiel des activités maritimes est lié à la présence du complexe industriel et portuaire de Fos-sur-Mer (différents terminaux du bassin Ouest du Grand Port Maritime de Marseille : minéraliers, conteneurs et autres quais polyvalents) qui engendre un trafic de plus de 220 000 navires marchands par an et plus de 85 000 milliers de tonnes de marchandises de tous types (pour l'année 2010³⁸) (dont les ¾ d'hydrocarbures) vers les pays du bassin méditerranéen (Espagne, Italie, Maroc, Tunisie, etc.). A fin juin 2015, le trafic global du Grand Port Maritime de Marseille s'élève à 40,5 millions de tonnes, soit un volume supérieur de 6 points à celui du premier semestre 2014. En cumul, toutes les filières fret affichent un résultat positif en hausse³⁹. Le Grand Port Maritime de Marseille, premier port de France et deuxième port à l'échelle de la Méditerranée, représente 28% du trafic mondial du transport pétrolier.

³⁸ Source : Bureau de l'observation économique des transports fluviaux et maritimes et des ports, janvier 2011

³⁹ Source : site internet du port de Marseille (www.marseille-port.fr) – mars 2007



Figure 157 : A gauche : Navires porte-containers à Fos-sur-Mer ; à droite : Ferries vers la Corse et la Sardaigne

Le Grand Port Maritime de Marseille, premier port de France et deuxième port à l'échelle de la Méditerranée, représente 28 % du trafic mondial du transport pétrolier. Les eaux au large de Fos-sur-Mer sont également un lieu de transit de nombreux navires de passagers principalement sur des lignes régulières (Corse, Sardaigne, Tunisie, Maroc) mais aussi embarqués pour des croisières en Méditerranée (500 000 croisiéristes sont accueillis chaque année en escale à Marseille). Près de 2 millions de passagers ont ainsi transité par le GPMM (Grand Port Maritime de Marseille) en 2010. Toutefois, cette activité « passagers » est en léger retrait (-3 % entre 2014 et 2015), car pénalisée par le secteur des lignes régulières vers la Corse⁴⁰.

Le secteur est également fréquenté par les pêcheurs professionnels principalement par des chalutiers (plus d'une trentaine) mais aussi des palangriers, des fileyeurs ou encore quelques senneurs, appartenant pour la majorité au quartier maritime de Martigues (voir partie 5.1.1).

Cet important trafic maritime est à l'origine de la présence de zones réglementées au sein de l'espace maritime (chenal d'accès au port, zone d'approche, etc. ; voir partie 5.3). Le site du projet apparaît localisé en dehors des principales routes de navigation maritime situées plus à l'Est dans le prolongement du chenal d'accès au Golfe de Fos et plus au large. Le secteur est toutefois fréquenté par un certain nombre de navires en transit vers ou depuis les ports de Sète ou Port-La-Nouvelle ou en attente d'accès au port de Fos-sur-Mer. Le parc éolien se trouve également au sein de la large zone d'attente des navires en route vers le port de Fos-sur-Mer.

⁴⁰ Source : site internet du port de Marseille (www.marseille-port.fr) – mars 2007

5.2.2. Caractérisation du trafic maritime sur la zone d'étude

5.2.2.1. Préambule

Un état initial du trafic maritime au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône a été réalisé par le bureau d'étude Tecnicas dans le cadre de l'étude de sécurité maritime du projet. Il a été mené à partir des enregistrements AIS « *Automatic Identification System* » sur une période de 24 mois (de janvier 2015 à décembre 2016) collectés sur la zone d'étude ci-dessous. Cette dernière permet de disposer d'une vision représentative du trafic maritime vers les ports de Marseille et Fos-sur-Mer mais également au large du parc éolien. Les données de position de chaque navire AIS sont enregistrées toutes les heures.

Une cartographie du trafic maritime à une échelle plus large est également présentée de manière à visualiser les routes principales en Méditerranée ouest et les interactions avec la zone d'étude.

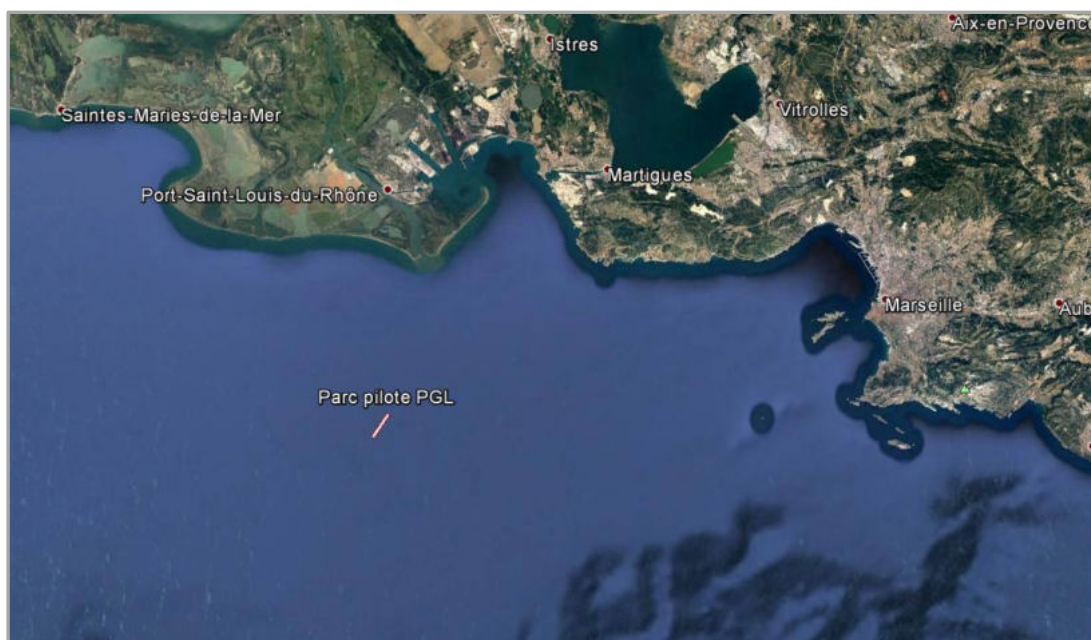


Figure 158 : Zone d'étude (données AIS) (Source : Tecnicas, 2017)

Il convient également de préciser que le secteur d'étude est situé à l'intérieur de la zone maritime et fluviale de régulation qui fait l'objet d'un arrêté conjoint de la Préfecture Maritime et de la Préfecture des Bouches-du-Rhône.

Le trafic maritime peut être divisé en deux groupes :

- les navires sur une route maritime : ils comprennent les navires marchands et les ferries navigants suivant la route la plus courte entre deux ports,
- les navires sans route maritime : ils comprennent principalement les navires qui ont une mission en mer, comme les bateaux de pêche, les navires de soutien, les navires de travail et la plaisance.

Pour les navires sur une route maritime, l'étude s'est basée sur les routes de trafic identifiées grâce aux données AIS. Il convient cependant de préciser qu'un navire est autorisé à naviguer où il le souhaite, dans le

respect des règles et règlements maritimes en vigueur. Les variations de trajectoire autour des routes directes existent mais la prise en compte des positions AIS permet d'en considérer la distribution.

Les navires sans route maritime ne peuvent pas être modélisés de la même manière. En effet, leur comportement en mer est différent dans la mesure où un navire ne navigue pas entre deux ports selon une route établie. Il se dirige depuis un port de départ vers plusieurs endroits en mer pour revenir à son port de départ. Le comportement de ces navires est le plus souvent imprévisible. C'est notamment le cas des bateaux de pêche qui naviguent le plus souvent d'une zone de pêche à une autre. Par conséquent, l'image du trafic des navires sans route a été modélisée sur la base de densités de navires de pêche sur un maillage. Il a également été émis comme hypothèse que ces derniers pourraient naviguer au sein du parc éolien.

5.2.2.2. Trafic des navires sur route maritime

Les navires sur une route maritime comprennent les navires marchands et les ferries naviguant suivant la route la plus courte entre deux ports. Les cartes ci-dessous ont été établies à partir des données AIS et permettent de comprendre les principaux trafics et d'en apprécier les importances relatives. Elles ont été construites par type de navires.

Les cartes suivantes, produites à partir des données AIS, montrent les routes maritimes en méditerranée occidentale en 2015 et 2016.

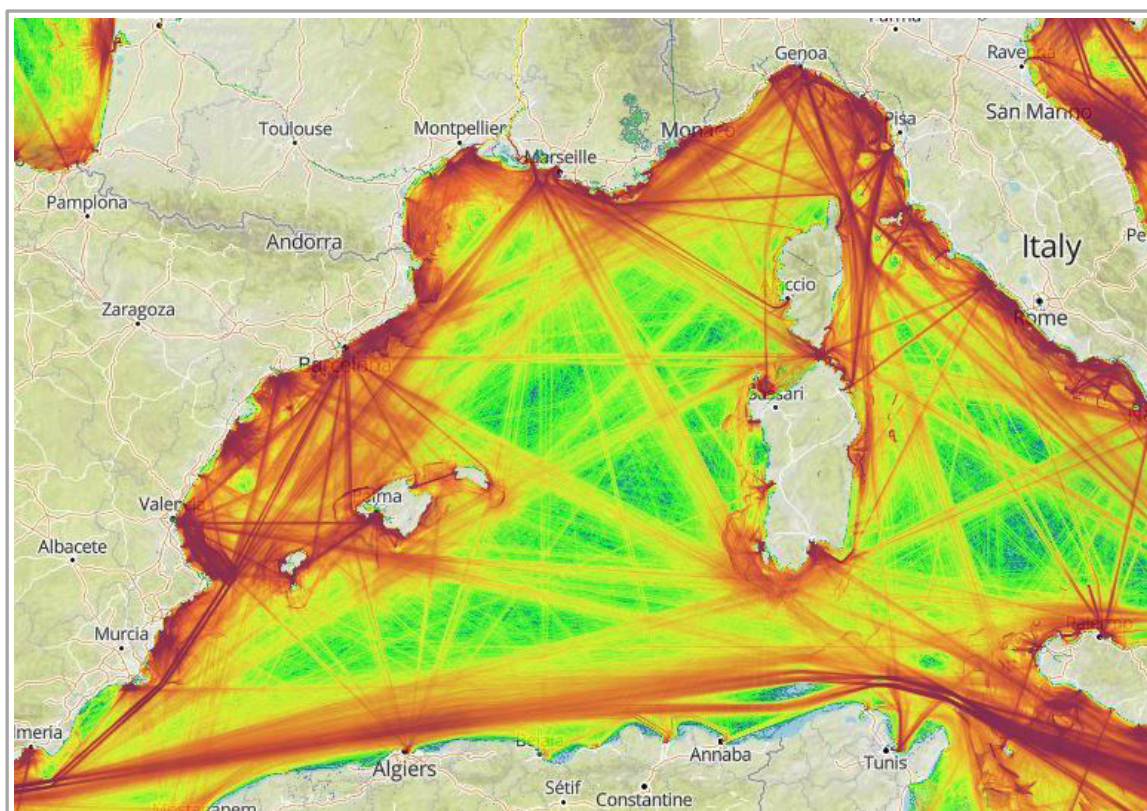


Figure 159 : Trafic global en Méditerranée occidentale en 2015 et 2016 (Source : Tecnicas, 2017)

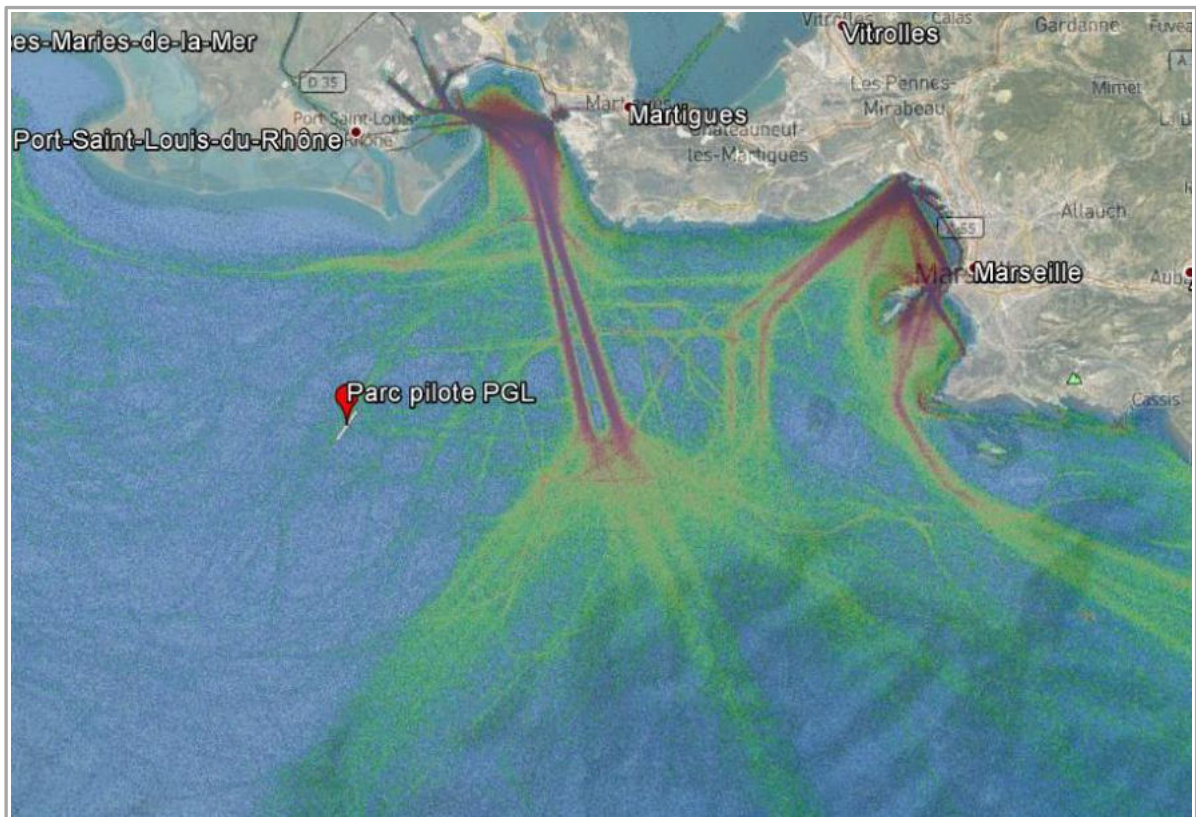


Figure 160 : Trafic global à proximité du parc pilote PGL en 2015 (Source : Tecnicas, 2017)

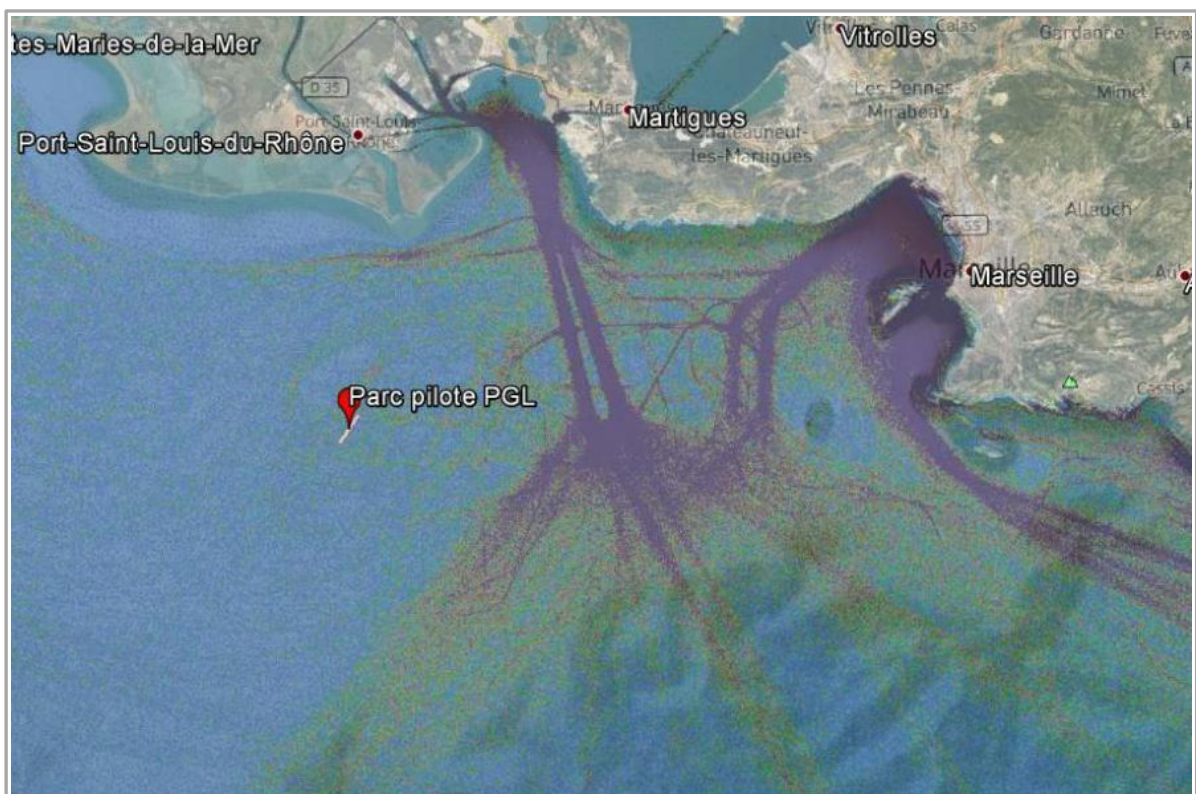


Figure 161 : Trafic global à proximité du parc pilote PGL en 2016 (Source : Tecnicas, 2017)

Navires de type cargo

Les navires de type « cargo » comprennent les sous-groupes suivants : vraquiers, minéraliers, transporteurs de palettes, transport de voiture, barge carrier, transport de colis lourds, cargo réfrigéré, transporteurs de jus de fruits, Roro cargo, navires transporteurs de voiture et porte-conteneurs.

Comme indiqué sur la carte ci-dessous, le trafic maritime des navires de type « cargo » au départ ou en provenance de la zone d'implantation du projet s'articule principalement autour des ports de Marseille, Fos puis, dans une moindre mesure, vers les ports de La Ciotat et Sète.

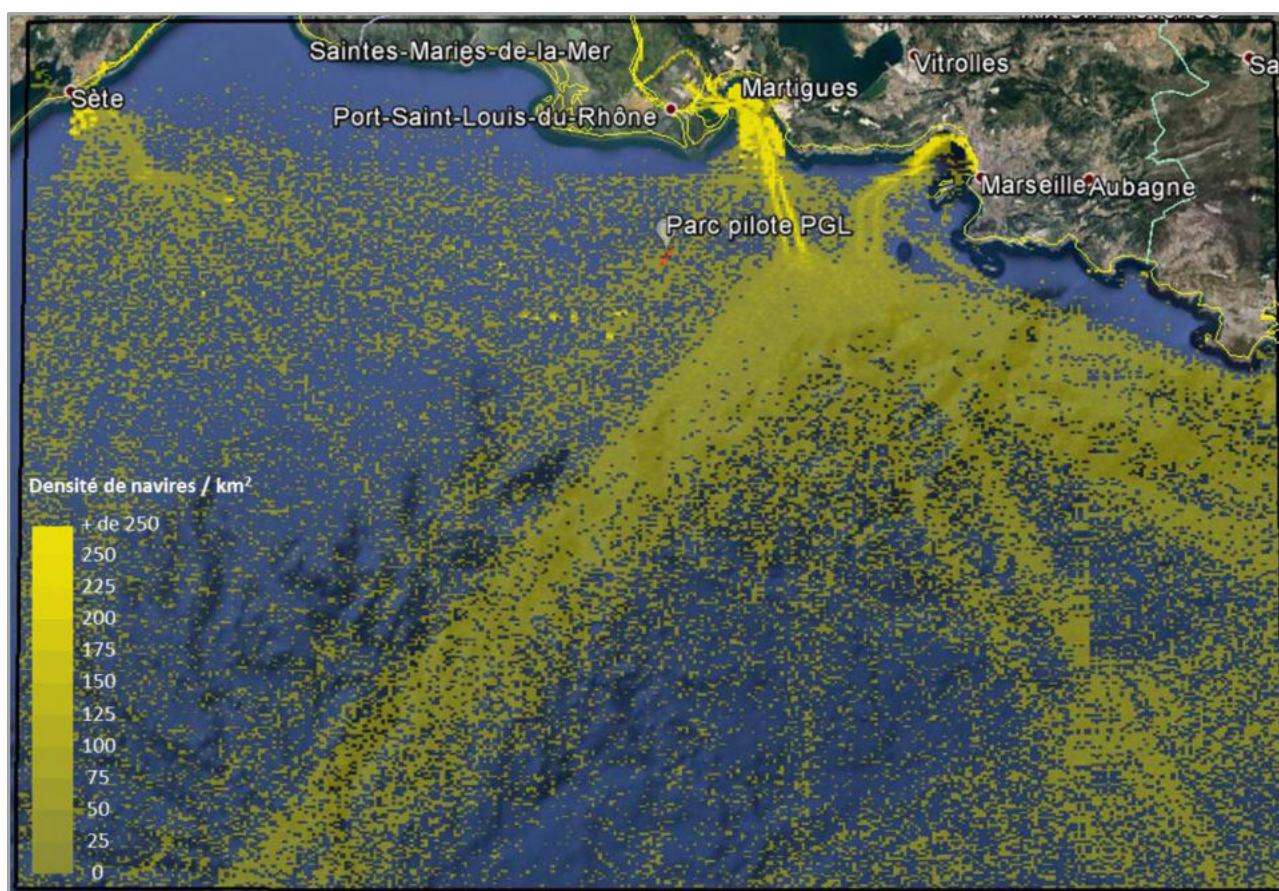


Figure 162 : Trafic des navires de type « cargo » dans le bassin d'implantation du parc pilote en 2015 et 2016
(Source : Tecnicas, 2017)

Au niveau de la zone d'étude, les ports de Marseille et Port-Saint-Louis-du-Rhône accueillent la majorité du trafic des navires de type « cargo ». Le site d'implantation du parc pilote éolien apparaît localisé en dehors du chenal d'accès principal au Golfe de Fos-sur-Mer mais interfère avec le trafic provenant et arrivant à Port-Saint-Louis-du-Rhône.

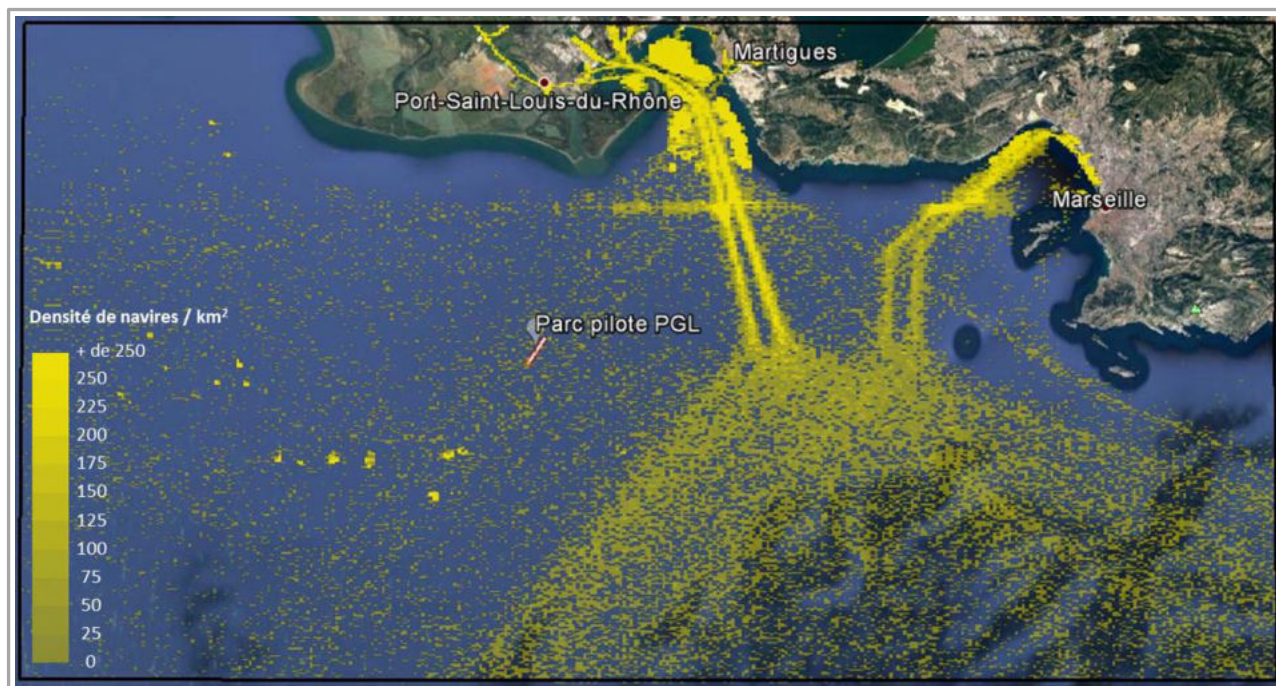


Figure 163 : Trafic des navires de type « cargo » au niveau de la zone d'étude en 2015 et 2016
(Source : Tecnicas, 2017)

Navires de type « tankers »

Les navires de type « tankers » comprennent les sous-groupes suivants : pétroliers/transports de produits, transport de gaz /chimiquier et LNG.

Comme indiqué sur la carte ci-dessous, le trafic maritime des navires de type « tankers » au départ ou en provenance de la zone d'implantation du projet s'articule principalement autour des ports de Marseille, Fos puis, dans une moindre mesure, vers les ports de La Ciotat et Sète.

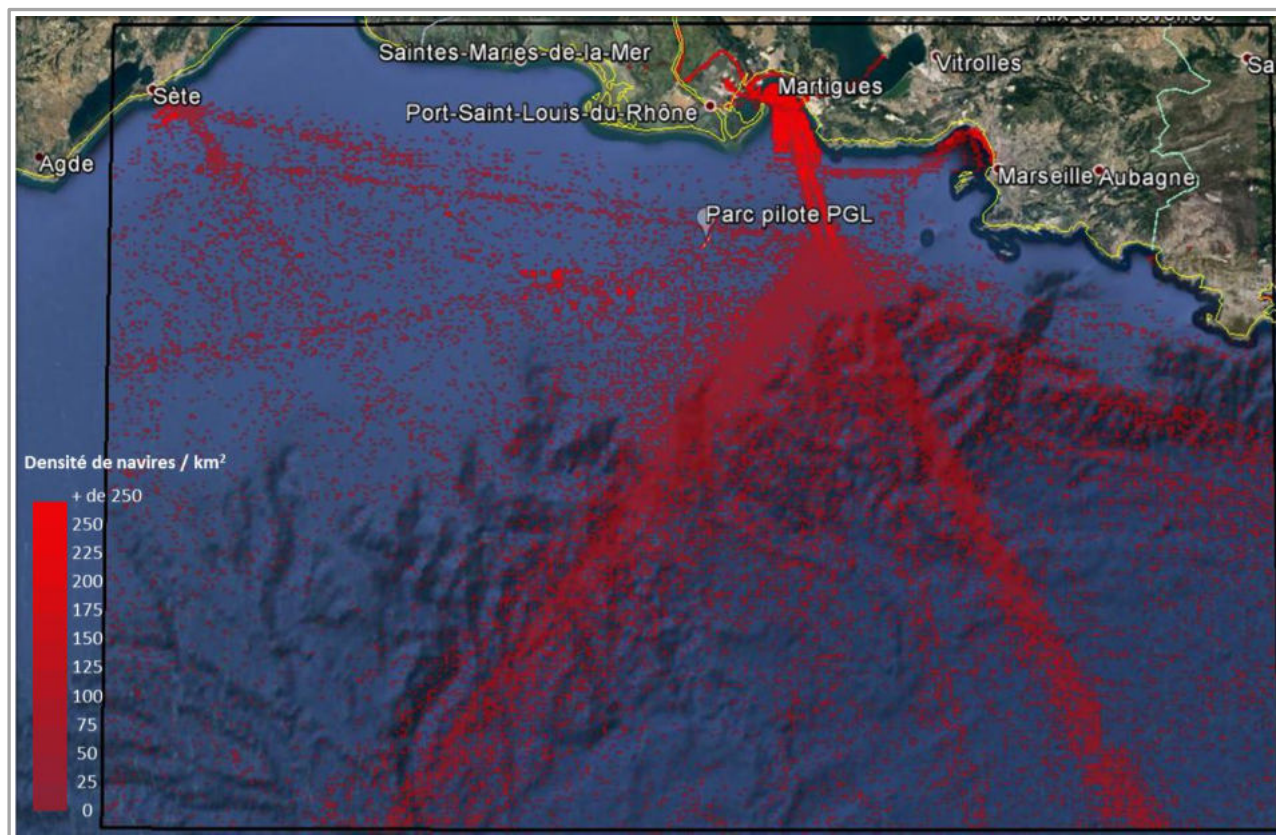


Figure 164 : Trafic des navires de type « tankers » dans le bassin d’implantation du parc pilote en 2015 et 2016
(Source : Tecnitas, 2017)

Au sein de la zone d’étude, les ports de Marseille et Port-Saint-Louis-du-Rhône accueillent la majorité du trafic des navires de type « tankers » proviennent ou se dirigent vers les ports de Fos-sur-Mer, de Berre-L’étang et du Terminal Lavéra. Sur la chronique étudiée (2015-2016), peu de navires passent par la zone d’implantation du parc éolien.

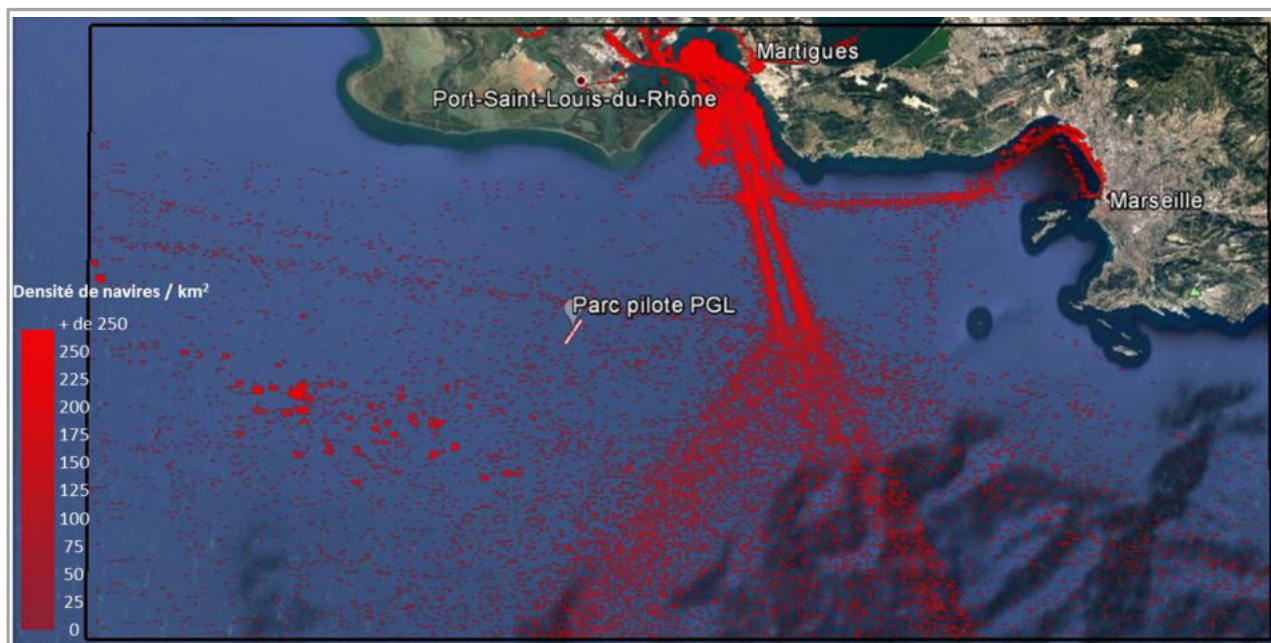


Figure 165 : Trafic des navires de type « tankers » au niveau de la zone d'étude en 2015 et 2016
(Source : Tecnicas, 2017)

Navires de type « passagers »

Les navires de type « passagers comprennent les sous-groupes suivants : ferries (conventionnels, à coussin d'air, catamaran), Ropax, navires de croisière et navires rapides à passagers.

Comme indiqué sur la carte ci-dessous, le trafic maritime des navires de type « passagers » s'articule principalement autour du port de Marseille.

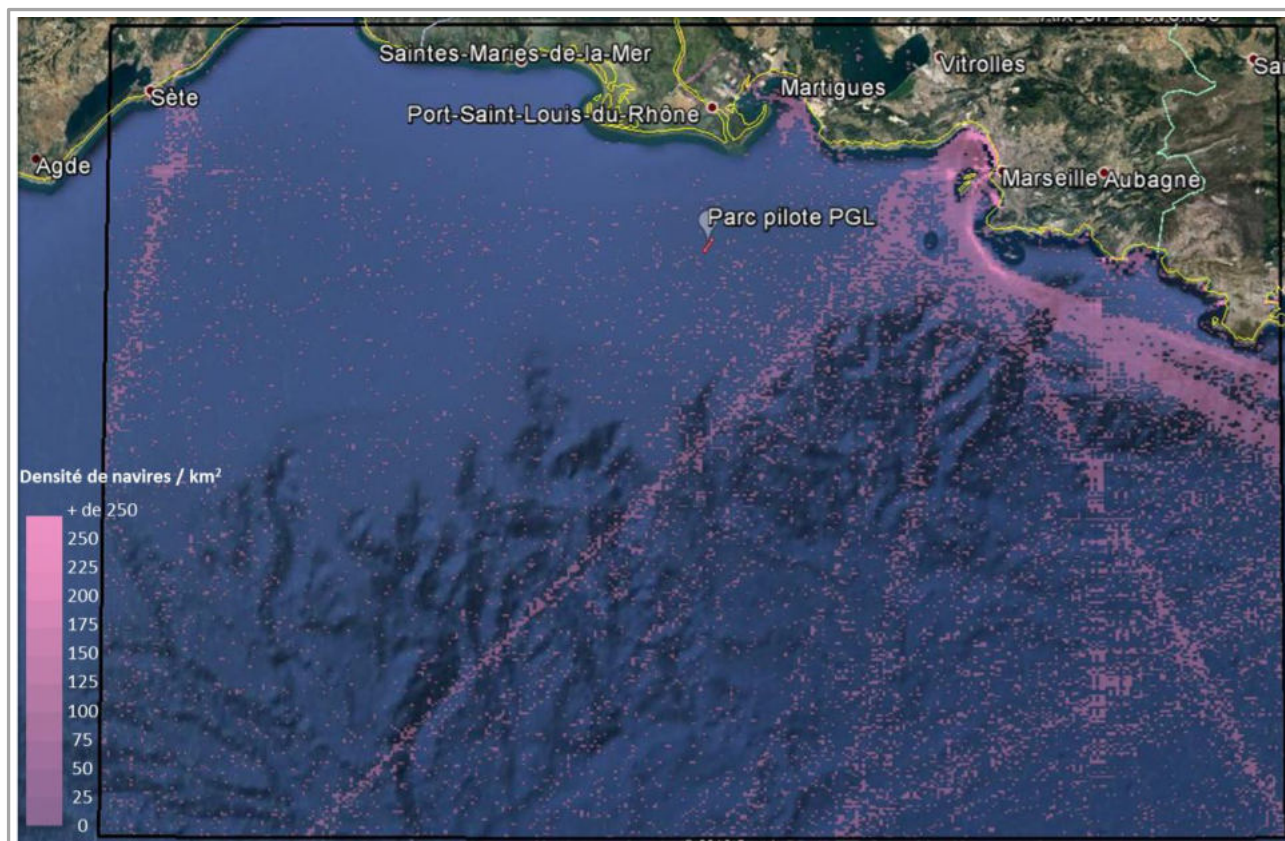


Figure 166 : Trafic des navires de type « navires à passagers » dans le bassin d'implantation du parc pilote en 2015 et 2016 (Source : Tecnitas, 2017)



Figure 167 : Trafic des navires de type « navires à passagers » au niveau de la zone d'étude en 2015 et 2016 (Source : Tecnitas, 2017)



Commentaires sur l'état initial du trafic :

Le port de Marseille-Fos accueille le trafic des navires de types « Cargo » (notamment les porte-conteneurs). Les activités de ces deux bassins (Est et Ouest) seront ceux qui auront le plus d'impact sur le projet. Un assez grand nombre de trajectoires de navires de type cargo passent actuellement sur l'emplacement du parc PGL.

Certaines trajectoires de navires de type « Tankers » passent à proximité du futur emplacement du parc. Les navires proviennent ou sont à destination du bassin Ouest du port De Marseille-Fos.

Certains navires de type « Passagers » empruntent actuellement des trajectoires qui passent par-dessus l'emplacement du futur champ. La majeure partie provient ou est à destination de Marseille pour des routes principalement avec la Corse, l'Italie ou le Maroc.

5.2.2.3. Trafic des navires sans route maritime

Les navires sans route maritime comprennent principalement les navires qui ont une mission en mer, comme les bateaux de pêche (majoritaires dans ce groupe), les navires de soutien, les navires de travail et la plaisance. Ils ne suivent pas de routes et naviguent de façon peu prévisible. Pour la présente étude, aucun navire ravitailleur n'a été modélisé en raison de l'absence de plateforme offshore à proximité du parc pilote éolien.

Trafic maritime des navires de type « autres navires » (soumis à l'AIS)

Les navires de type « autres navires » comprennent les sous-groupes suivants : navires de pêche (avec AIS) /navire usine, voiliers/yachts, dragues/sabliers, câbliers, navires de sauvetage, navires de recherche, remorqueurs et autres navires de servitude.

Ils ont des trajectoires très diverses qui couvrent l'ensemble du plan d'eau sur la zone d'étude.

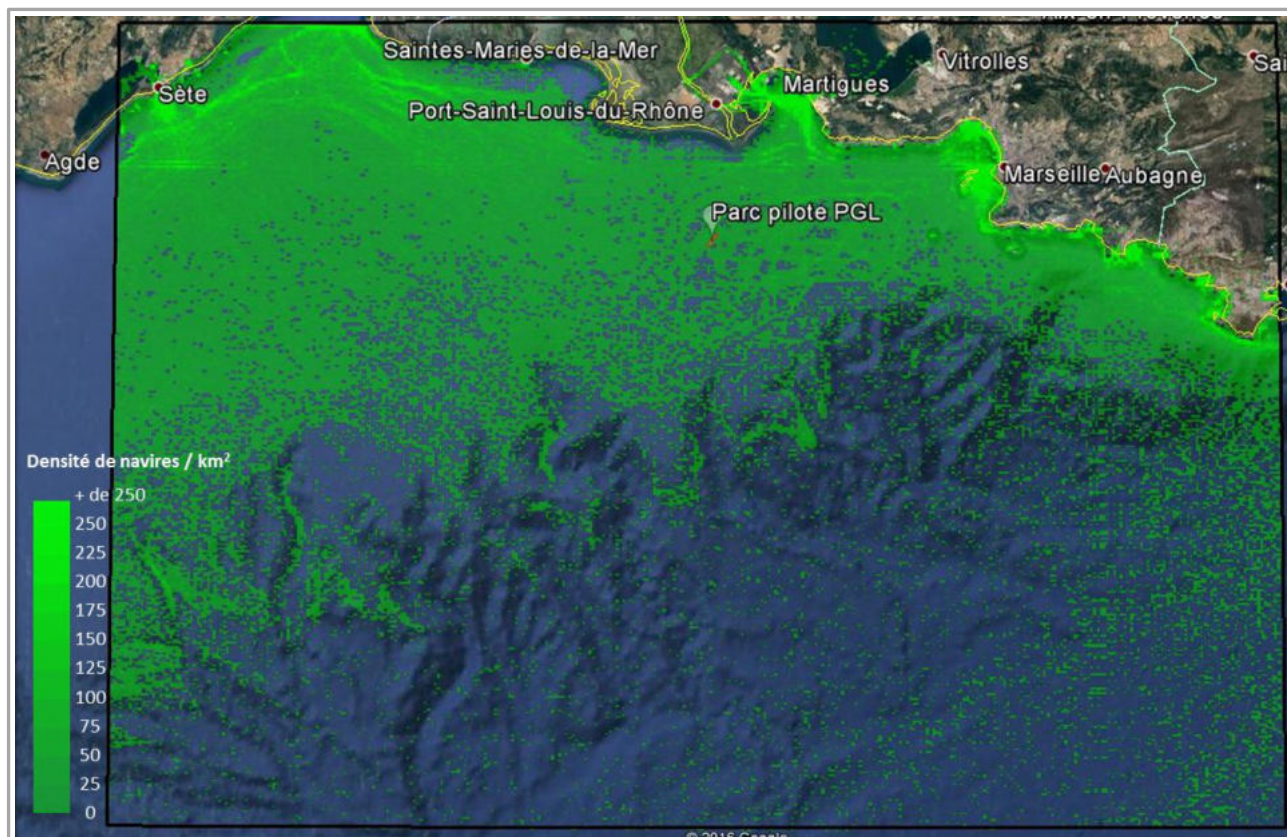


Figure 168 : Trafic des navires de type « autres navires » dans le bassin d'implantation du parc pilote en 2015 et 2016 (Source : Tecnicas, 2017)

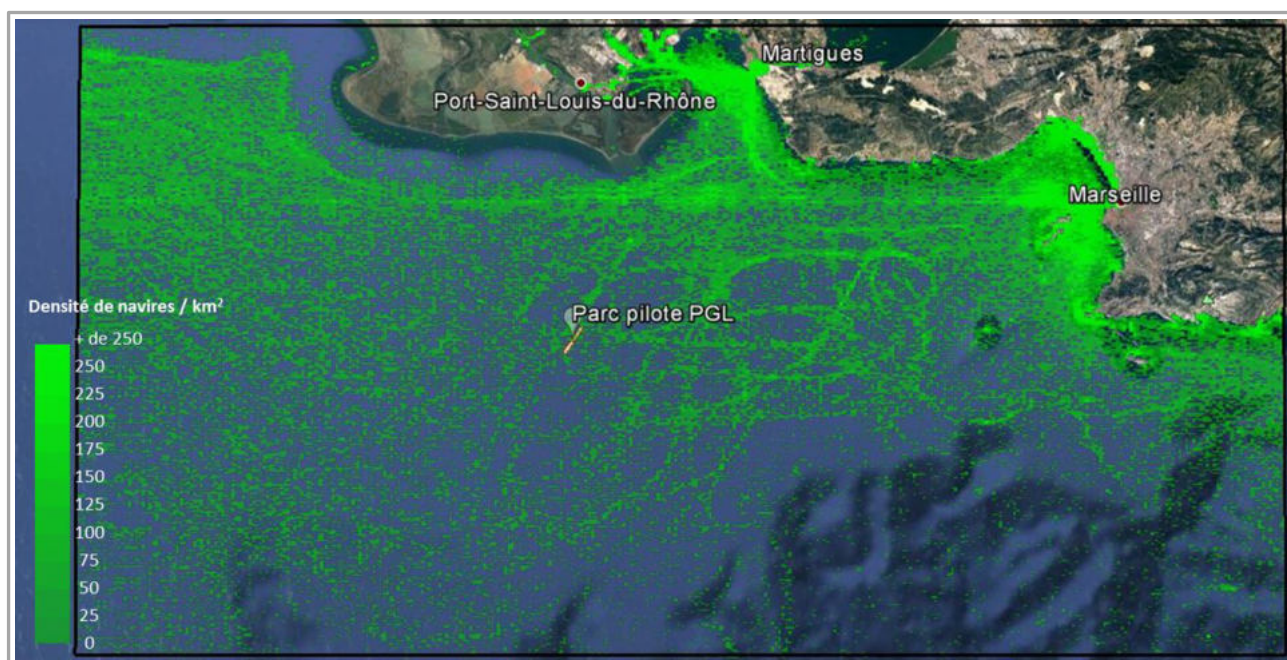


Figure 169 : Trafic des navires de type « autres navires » au niveau de la zone d'étude en 2015 et 2016 (Source : Tecnicas, 2017)

Les cartes ci-avant mettent en évidence une forte densité de positions AIS globalement bien distribuée sur la zone d'étude. Elles concernent des navires généralement de petite taille qui ont une navigation essentiellement côtière.

Trafic maritime des navires de pêche (non soumis à l'AIS)

Les navires de pêche en deçà de 300 tonneaux de jauge brute (300 GT, correspondant à une longueur d'environ 20 m) ne sont pas soumis à l'obligation d'avoir une balise AIS émetteur d'un signal de position. De ce fait, compte-tenu qu'ils suivent des routes non tracées préalablement, il est difficile d'acquérir par des systèmes de données globaux les données de positions et de routes suivies par ces navires.

En raison de leur navigation aléatoire, la meilleure façon de les modéliser est de donner une moyenne du nombre de navires pouvant être présents dans une zone donnée.

Taille des navires de pêche dans la zone d'étude

Comme présenté dans la partie 5.1.1 et selon le document de l'Iframer, « Synthèse des flottilles 2010 », le nombre de navires de pêche sur la façade méditerranéenne, tous types confondus, est de 1 350 unités.

La répartition en taille de ces navires est la suivante :

- 1 % des navires de la façade Méditerranée présentent une longueur supérieure à 40 m ;
- 1 % des navires de la façade Méditerranée présentent une longueur entre 25 m et 40 m ;
- 7 % des navires de la façade Méditerranée présentent une longueur entre 18 m et 25 m ;
- 0,5 % des navires de la façade Méditerranée présentent une longueur entre 15 m et 18 m ;
- 2 % des navires de la façade Méditerranée présentent une longueur entre 12 m et 15 m ;
- 89 % des navires de la façade Méditerranée présentent une longueur inférieure à 12 m.

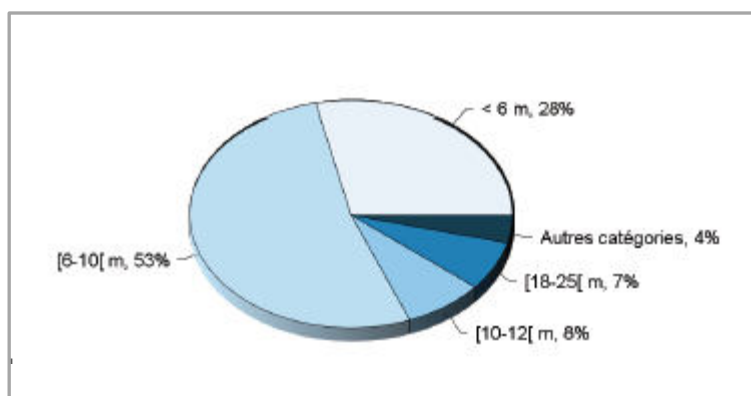


Figure 170 : Taille des navires de pêche sur la façade méditerranéenne (Source : Tecnicas 2017)

Les navires de pêche de la Prud'homie de Martigues fréquentant la zone d'implantation du parc éolien sont des chalutiers qui présentent une longueur inférieure à 25 m.

Activité - Tous types de navires de pêche sur la zone d'étude

Le projet Provence Grand Large se situe dans la zone comprise entre la limite des 3 milles et la limite des 12 milles. Selon le document de l'Ifremer « Synthèse des flottilles 2010 », l'activité en nombre de mois.navires dans cette zone est de 750 à 1 000 mois.navires.

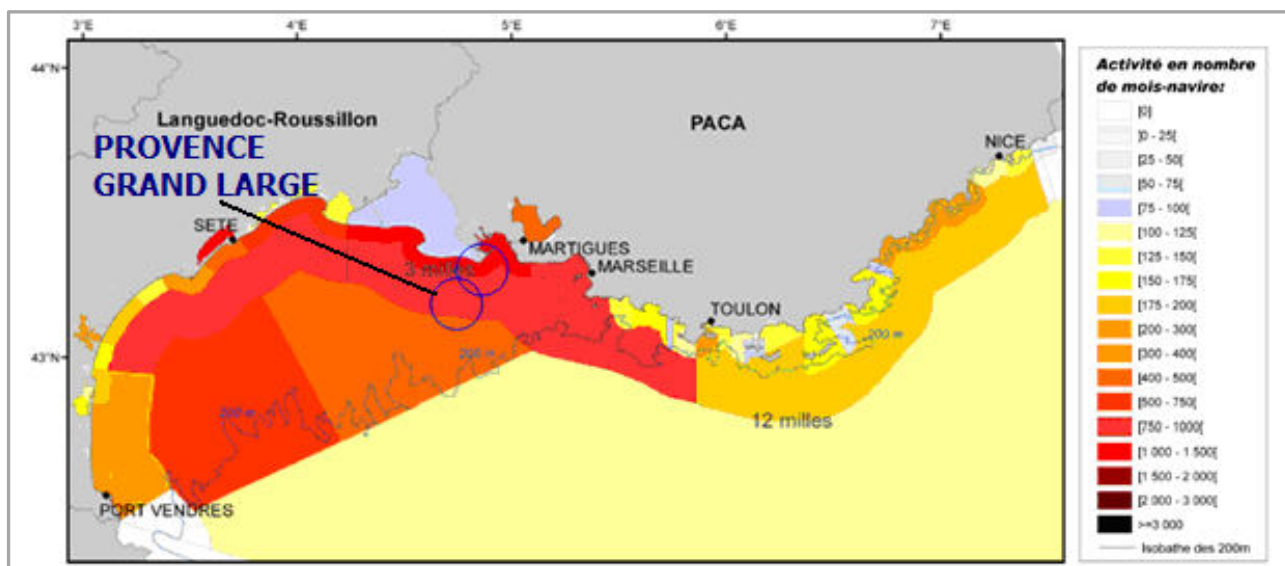


Figure 171 : Distribution spatiale d'activité (données Ifremer 2010) (Source : Tecnicas, 2017)

La zone d'étude considérée par l'IFREMER et qui intéresse le projet pilote présente une surface totale de 2 589 km². Cette zone est délimitée sur la figure ci-dessous.

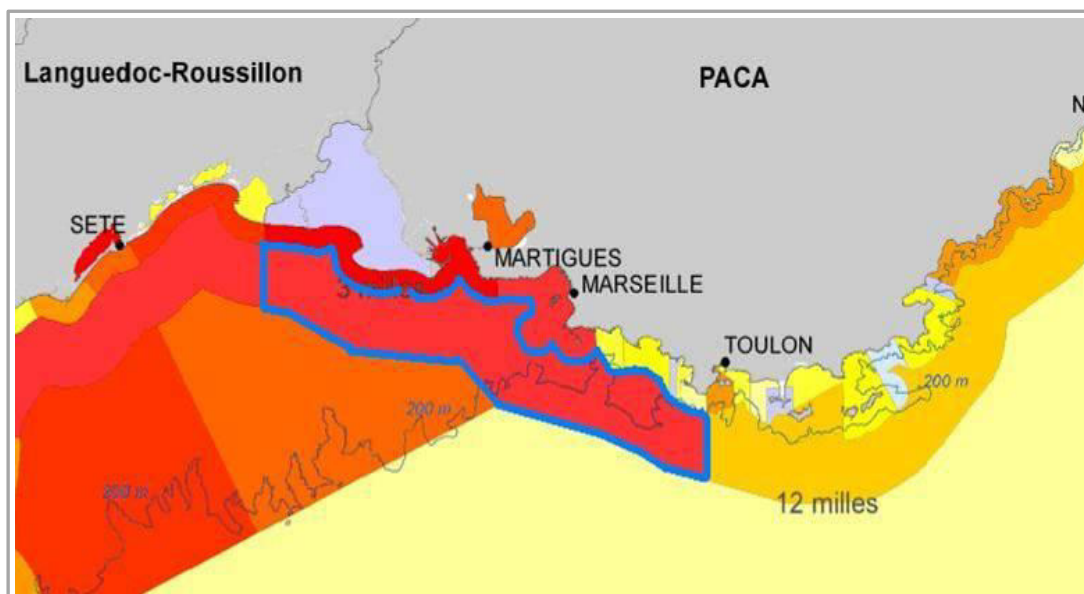


Figure 172 : Délimitation de la zone d'étude de l'Ifremer (Source : Tecnicas, 2017)

En divisant la valeur de distribution spatiale d'activité par la surface maritime de la zone considérée (2 589 km²), on obtient une densité spatiale en mois.navire par km². En multipliant par 30 (nombre moyen de jour dans un mois), on obtient la densité spatiale en jour.navire par km².

En divisant la valeur de distribution spatiale d'activité par la surface maritime de la zone, on obtient une densité spatiale en mois-navire par km². En multipliant par 30 (nombre moyen de jours dans un mois), on obtient la densité spatiale en jour-navire par km². Cette valeur est ensuite divisée par 3, en accord avec la méthodologie proposée par le bureau d'études Tecnicas qui estime qu'un navire est actif 10 jours plein temps dès lors qu'il utilise un engin un jour durant le mois (alors que l'hypothèse de l'Ifremer considère qu'un navire est actif durant un mois dès lors qu'il utilise un engin). Pour finir, cette densité est divisée par le nombre de jours dans l'année (365), pour obtenir une densité spatiale et temporelle (probabilité d'avoir un navire par km² par jour).

Cette probabilité spatiale et temporelle est comprise entre 0,008 (8×10^{-3}) et 0,011 (11×10^{-3}) navire par jour par km².

5.2.3. Trafic fluvio-maritime

Le passage de l'écluse et le canal Saint-Louis constitue un circuit alternatif d'accès à la ZIF du GPMM et de desserte interne (de part et d'autre du bassin des Tellines). Le trafic commercial est cependant faible.

Ce trafic représente 220 rotations de navires par an hors plaisance (*Source : com. pers. Services technique mairie de Port-Saint-Louis-du-Rhône*).

Les bateaux empruntant ce canal aussi bien les navires commerciaux que de pêche (allant jusqu'au quai de la Suisse) ont un faible tirant d'eau. Les plus gros navires restent plus en aval du canal vers le bassin des Tellines.

5.3. Contraintes maritimes

5.3.1. Zones maritimes réglementées

Les cartes SHOM répertorient les contraintes liées à la navigation et aux servitudes militaires. Les axes d'entrée et de sortie des ports et les routes de navigation constituent des contraintes mettant en jeu la sécurité de la navigation. La position et la densité de certains objets sur le fond représentent également une contrainte potentielle et peuvent aboutir à des restrictions d'usages.

Les contraintes et servitudes maritimes au large de Fos-sur-Mer sont nombreuses dans le Golfe de Fos et ses abords en relation notamment avec la présence des éléments suivants (voir carte suivante) :

- Infrastructures portuaires de Fos-sur-Mer (chenal d'accès au port, zones de dépôt de dragages du GPMM, nombreuses balises et bouées notamment à l'intérieur du Golfe le long du chenal d'accès aux darses du port, zones de mouillages, zones d'interdiction de mouillage, zone d'attente...) ;
- 4 radars couvrant le Golfe de Fos-sur-Mer, dont deux destinés à la surveillance des approches (radar du Cap Couronne, radar de la Vigie Port-de-Bouc) et deux couvrant le golfe en courte portée (radar Fos pétrole et radar de la darse 3) auxquels vient s'ajouter le radar du projet SECMAR (projet porté par THALE, labélisé par le Pôle Mer PACA, qui développe un système intégré de protection portuaire composé de différents sous-systèmes (radar, sonar, électro-optique) déployés sur le site de Fos du Grand Port Maritime de Marseille et couvrant une zone bien au-delà du golfe) ;
- Le sémaphore du Cap Couronne et le phare de Port-Saint-Louis-du-Rhône ;
- Des radars de la Défense aérienne et de Météo France ;
- Aérodrômes (base aérienne d'Istres, aéroport international de Marseille-Marignane) et espaces militaires réglementés ;
- Obstructions marines : 2 anciennes zones conchylicoles et 1 autre zone d'obstruction en mer (dont la nature n'est pas précisée par le SHOM) ;
- Zones de cultures marines dans l'anse de Carteau ;
- Un émissaire en mer au niveau de Port-de Bouc et une zone d'interdiction de mouillage de part et d'autre de cet émissaire ;
- Ou encore de la présence d'anciens champs de mines sous-marins (voir paragraphe 5.3.3).

Le site de projet se situe au sein de la zone de pré-engainement (ou zone d'attente) du port de Fos-sur-Mer. La navigation à destination des ports et bassins du golfe de Fos est réglementée à partir de cette zone qui a pour limites :

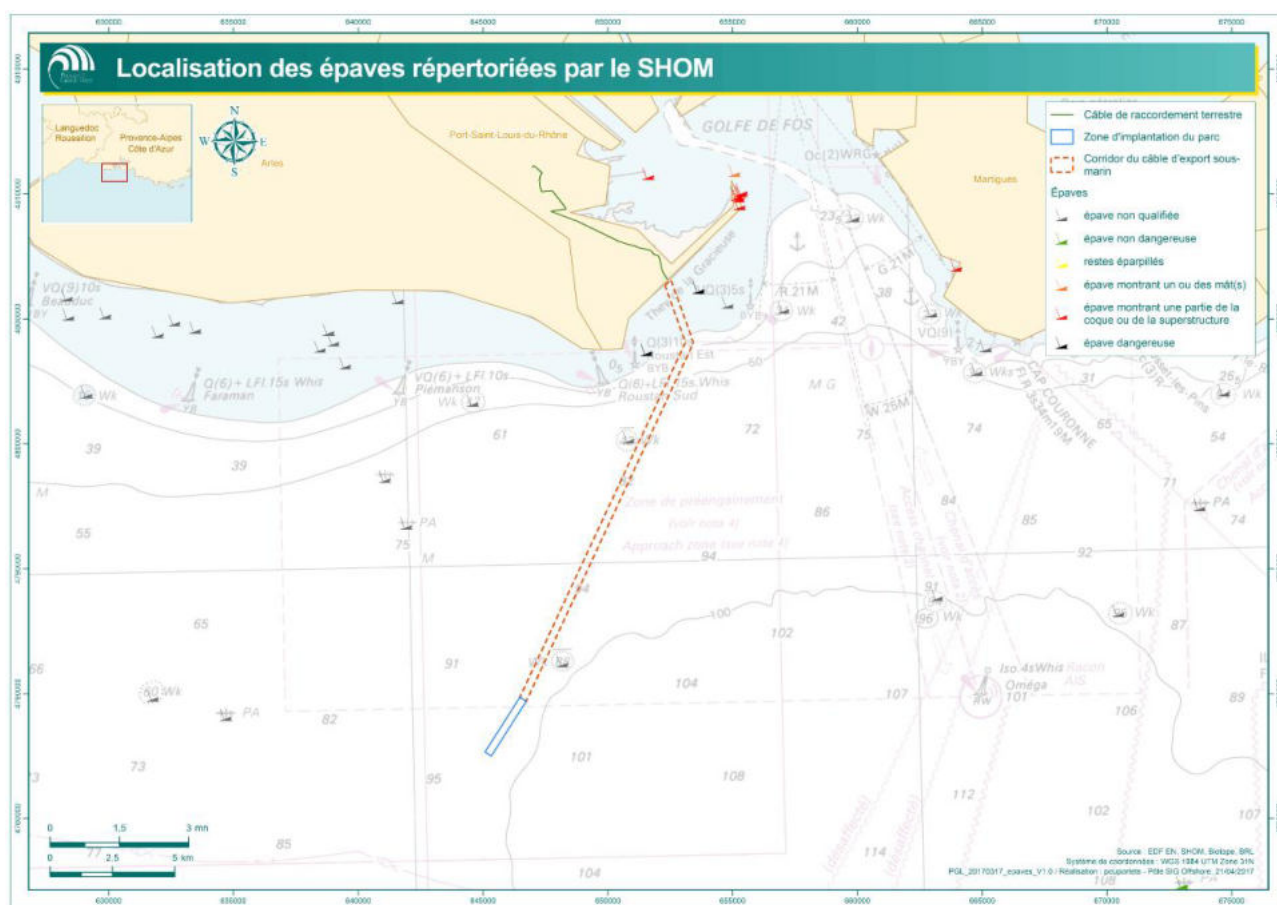
- A l'ouest, le méridien du phare de Faraman,
- Au sud, le parallèle du phare du Planier,
- A l'est, le méridien du feu de Sausset-les-Pins,
- Au nord, le parallèle du phare de Couronne.

Cette zone couvre ainsi une large surface. Tous les navires de plus de 50 mètres de long à destination du golfe de Fos pénétrant dans cette zone doivent prendre contact avec la capitainerie de Port-de-Bouc afin de lui communiquer sa position, son cap et sa vitesse. Les navires de plus de 50 m effectuant une navigation côtière les faisant pénétrer dans cette zone de pré-engainement doivent de même prendre contact avec la vigie de Port-de-Bouc pour lui fournir ces renseignements.

Le site pilote en mer se situe en dehors du chenal d'accès au port de Fos-sur-Mer, de la zone de mouillage Ouest et en dehors des zones d'exclusion des radars et sémaphores présents sur le littoral (rayon de 10 km). Aucune épave ni câble sous-marin n'est présent sur le site du parc pilote et sur le trajet du câble sous-marin.

5.3.2. Epaves

Une dizaine d'épaves sur le secteur d'étude plus particulièrement à l'extrémité du They de la Gracieuse ainsi que des entités archéologiques.



Carte 29 : Epaves répertoriées par le SHOM au niveau de la zone d'étude

5.3.3. Munitions non explosées

L'étude des risques pyrotechniques présents sur la zone d'étude a été confiée au bureau d'étude Elenkhos Special risks & Consulting. Cette étude vise à évaluer la menace potentielle de munitions de guerre dans le périmètre d'étude.

Elle est réalisée sur la base des éléments bibliographiques disponibles et ne représente en aucun cas un relevé exhaustif des risques pyrotechniques existants sur la zone d'étude. Elle constitue une première approche permettant de caractériser l'origine des risques et d'évaluer le niveau de risque en lien notamment avec l'historique du site, ses caractéristiques physiques et le caractère plus ou moins intrusif des opérations qui seront menées dans le cadre du projet Provence Grand Large.

Afin de préciser ce risque (localisation précise et profondeur d'enfouissement), des campagnes de détection des anomalies magnétiques seront réalisées ultérieurement, préalablement à la phase travaux.

5.3.3.1. Données historiques

Données terrestres

A l'aube de la seconde guerre mondiale, le Golfe de Fos est couvert par neuf batteries côtières et trois batteries d'artillerie hippomobile⁴¹, qui défendent la baie, le port de Port-de-Bouc et assurent la continuité d'un plan de feu en relation avec les batteries de Marseille. Le golfe de Fos était plus particulièrement défendu au large par la batterie de la Couronne et la défense rapprochée était assurée par la batterie de Port-de-Bouc.

Les principales batteries sont les batteries de Marine suivantes (cf. carte suivante):

- Du Cap Couronne (ancienne position française réutilisée par l'occupant – quatre pièces de 13,8 cm – système télémétrique),
- De Cavallas (batterie puissante armée de cinq pièces de 21 cm d'une portée de 33 km),
- De l'Espanet (six pièces de 13,8 cm sous casemate).



Figure 173 : Batteries de Marine de (de gauche à droite) :: Cap Couronne, Cavallas et l'Espanet
(Source : Elenkhos, 2013)

⁴¹ Tirée par des chevaux

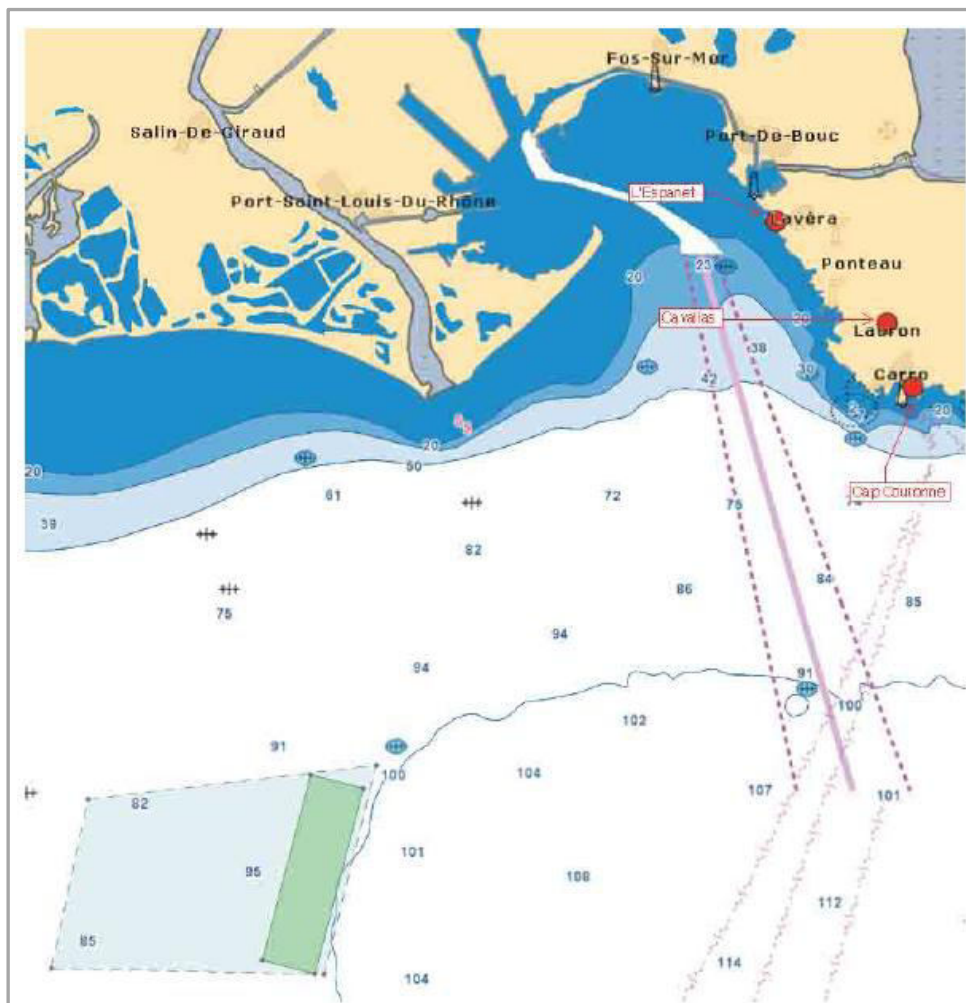


Figure 174 : Localisation des principales batteries marines du golfe de Fos (Source : Elenkhos, 2013)

Données maritimes

L'analyse des différentes sources de données et archives montrent la présence de champs de mines, mouillés à différentes époques sur le secteur du Golfe et ses abords en raison notamment des facilités d'accès par le Rhône au niveau de Port-de-Bouc.

- **Mouillages de mines par les français**

Les premiers champs de mines répertoriés ont été mis en œuvre par les navires français Le Samson et Le Laborieux quelques jours avant l'armistice de 1945. Les opérations qui consistaient à déposer 2 lignes de mines (H5 et B1) distantes de 50 m et comportant 276 mines à une profondeur d'immersion du flotteur de 3,5 m ont débuté le 27 mai 1940.

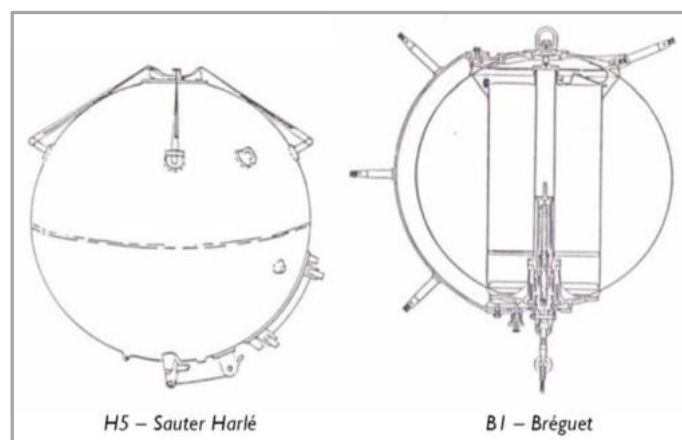


Figure 175 : Mines de type H5 et B1 (Source : Elenkhos, 2013)

- **Mouillages de mines par les allemands**

Le Languedoc était la zone idéale pour un débarquement permettant de déboucher à la fois sur Bordeaux et sur Marseille. Les possibilités stratégiques d'accès au Languedoc depuis le Golfe de Fos était renforcée par la présence du Canal du Rhône à Sète.

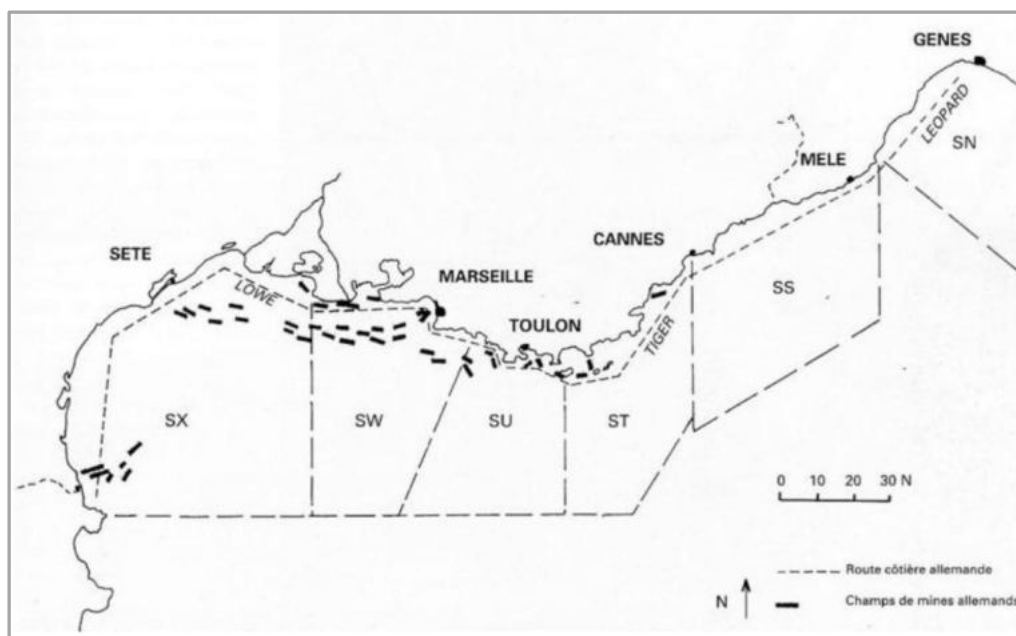


Figure 176 : Localisation des principaux champs de mines allemands (Source : Elenkhos, 2013)

En deux ans, 3 000 mines ont ainsi été posées en Méditerranée, essentiellement dans le golfe du Lion, à l'ouest de Marseille (cf. carte suivante). Les champs de mines allemands étaient composés de :

- mines à contact UMA et EMC d'origine allemande ainsi que H5 et B1 d'origine française,
- mines de fond LMB (origine allemande).

Les mines à contact pouvaient être mouillées par tout type de fond et de profondeur. Seule la longueur de l'orin (câble reliant le flotteur-mine au lest) limite les capacités et l'immersion de son flotteur.

Les mines de fonds étaient mouillées quant à elles selon les objectifs visés : par des fonds inférieurs à 60 m pour les bâtiments de surface et au-delà pour les sous-marins.

- **Opérations de déminages alliées**

Après le débarquement de Provence, les autorités militaires ont décidé en août 1944 d'ouvrir l'accès au Golfe de Fos pour permettre l'accès des navires au Rhône à Arles. Les opérations de déminages débutèrent ce même mois sous les tirs des défenses côtières du Cap Couronne et ses abords qui furent par la suite neutralisées par de persistants efforts de tirs d'artilleries des navires au large des côtes. 189 mines ont ainsi été neutralisées par les dragueurs de mines alliés. Les zones ayant fait l'objet de dragage sont représentées sur la carte suivante.

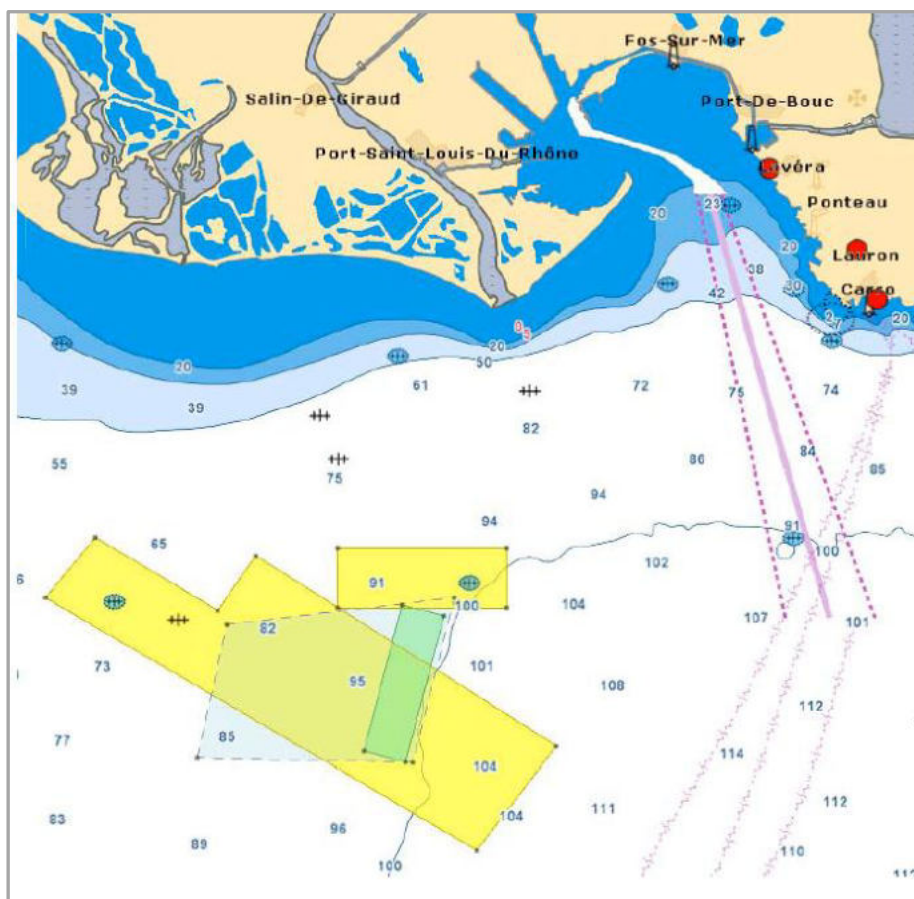


Figure 177 : Zones de dragage pour déminage (en jaune) au large du golfe de Fos (Source : Elenkhos, 2013)

La zone d'implantation du parc plate éolien flottant concerne en grande partie un secteur ayant fait l'objet de dragage pour déminage par les alliés.

- **Opérations de déminages après-guerre**

Des opérations de dragage complémentaires durant la période 1947-1968 ont permis de détruire 69 mines supplémentaires entre Sainte-Marie-de-la-Mer et Martigues dont une trouvée dans la zone de dragage la plus au nord (cf. carte précédente).

Dans le cadre des missions de surveillance de la 35^{ième} Division DICHAM (Division de chasseurs de mines) basée à Toulon, de nombreuses mines ont été repérées et détruites dans le Golfe de Fos jusqu'en juillet 1993, date de dissolution de la division.

Au-delà de cette date, le GPD⁴² Méditerranée en complément des chasseurs de mines basés sur Toulon, interviendront à plusieurs reprises lors de découverte fortuite dans la zone du Golfe de Fos.

5.3.3.2. Analyse des données

L'analyse des données terrestres et maritimes indique la présence sur la zone d'étude de risques majeurs vis-à-vis de la présence d'UXO.

Le projet éolien se situe ainsi dans la zone d'un ancien champ de mines qui a fait l'objet en grande partie de campagnes de dragage à l'issue de la seconde guerre mondiale. Les découvertes fortuites de mines par les services de l'Etat au cours des années suivantes et jusqu'à nos jours ont révélé la présence avérée de risque sur le secteur.

Les mines pouvant y être rencontrées sont de plusieurs types :

- mines à influence (LMB),
- mines à contact (UMA, EMC, H5 et BI). Ces dernières étant maintenues en immersions opérationnelles grâce à un crapaud (corps-mort) posé sur le fond et relié par un câble (orin).

Les opérations de dragage entreprises par les alliés et par la suite par les forces françaises, consistaient à sectionner le câble afin de faire remonter le flotteur (mine) à la surface puis à effectuer des tirs d'artillerie de petit calibre pour les faire exploser ou, dans la grande majorité des cas, les percer et les couler.

Les flotteurs de mines sont par conséquent susceptibles de se trouver sur le fond en dehors des champs de mines déterminés du fait de la dérive possibles de ces derniers lors de ces opérations de déminage.

Les mines de fonds (LMB) sont acoustiques, magnétiques et dépressionnaires. La technique de déminage consistait à passer une drague acoustique afin de les faire exploser. S'agissant des mines posées sur le fond, si elles n'ont pas subi de chalutage, elles doivent toujours se trouver dans la zone des champs de mines. A ce jour, sur les trois systèmes de mise à feu de la mine, seul le système dépressionnaire (sensible au changement de profondeur) est susceptible d'être encore opérationnel, les deux autres nécessitant une alimentation électrique épuisée à ce jour.

⁴² Groupement des Plongeurs Démineurs

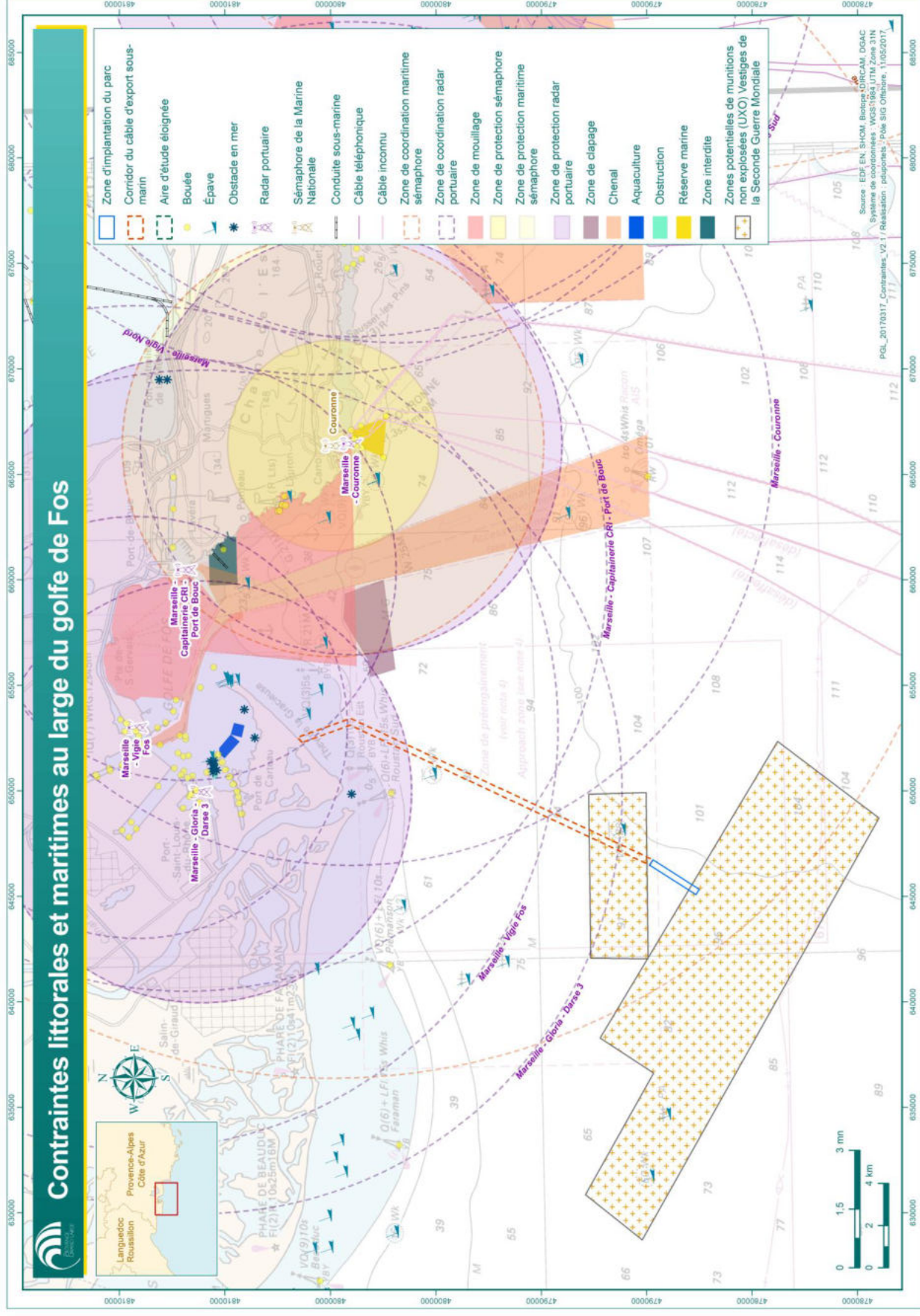
Il convient toutefois de relativiser ce risque au vu des résultats des campagnes de levés géophysiques UXO menées par IXSurvey dans le cadre du projet Provence Grand Large. Aucun des 20 sondages réalisés sur la zone d'étude (le long du tracé du câble d'export et au sein de la zone d'implantation du parc pilote ainsi qu'au niveau du site d'essai MISTRAL) ne met en effet en évidence d'objets exogènes dans les cinq premiers mètres de sédiment. Les quelques profils présentant sous la surface sédimentaire des signaux méritant attention, semblent associés à la présence de gaz biogénique ou encore à une hétérogénéité régionale du fond marin.

En conséquence, le risque pyrotechnique pour le projet Provence Grand Large est lié à l'explosion de l'un des engins cités et posés sur le fond par contact lors de la mise en place des ancrages des éoliennes flottantes ou lors des travaux d'ensouillage du câble de raccordement électrique à une profondeur de 1,5-2 m. Le même risque de déclenchement de l'UXO est présent durant l'exploitation du parc pilote du fait de la friction des chaînes d'ancrage sur le fond. Les risques liés à l'explosion de munitions issues de tirs côtiers durant la guerre depuis les batteries sont minimales.

5.3.4. Synthèse des contraintes maritimes

La carte suivante synthétise les contraintes et servitudes maritimes dans la zone d'étude. Le parc pilote et le tracé du câble de raccordement maritime

Le site pilote en mer se situe en dehors du chenal d'accès au port de Fos-sur-Mer, de la zone de mouillage Ouest et en dehors des zones d'exclusion des radars et sémaphores présents sur le littoral (rayon de 10 km). Aucune épave ni câble sous-marin n'est présent sur le site du parc pilote et sur le trajet du câble sous-marin.



Carte 30 : Contraintes et servitudes et littorales de la zone d'étude

Page laissée blanche intentionnellement

5.4. Servitudes aériennes

Le site de parc pilote en mer se situe au sein d'une zone militaire d'essai en vol de la base aérienne d'Istres (communes grevées de servitudes : Fos, Istres et Saint-Martin-de-Crau) imposant une limitation de hauteur d'obstacle. Il convient de préciser qu'il existe déjà depuis 2005 un parc de 12 éoliennes de 110 m sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, au sein de cette même zone d'essai en vol.

La liste des servitudes radioélectriques et aéronautiques recensées sur le littoral concerné par le projet est présentée dans le tableau ci-après.

Type	A compléter	Date	N° ANFR	Nom de station	Communes grevées
PT1	Marine nationale	29/04/87	0130060012	Fos-sur-Mer/Port	Fos-sur-Mer/Arles/Marseille
PT1	Marine nationale	29/04/87	0130060013	Port-Saint-Louis-du-Rhône/Phare	Fos-sur-Mer/Arles/Marseille
PT2	Armée de l'Air	30/01/75	0130514011	Istres/Base aérienne	Fos/Istres/ Saint-Martin-de-Crau
PT2	Armée de l'Air	30/08/01	0130514011	Istres/Base aérienne	Fos/Istres/ Saint-Martin-de-Crau
PT1	Armée de l'Air	30/01/75	0130514011	Istres/Base aérienne	Fos/Istres/ Saint-Martin-de-Crau
PT1	Marine Nationale		0130060004	Martigues/Chemin du Sémaphore	Martigues/Sausset-les-Pins
PT2LH	Marine Nationale		0130060004	Martigues/Chemin du Sémaphore	Martigues
PT2LH	CETMEF		0130150008	Martigues/Phare du Cap Couronne	Martigues
PT2	CETMEF	29/11/84	0130150008	Martigues/Phare du Cap Couronne	Martigues
PT1	CETMEF	29/11/84	0130150008	Martigues/Phare du Cap Couronne	Martigues
PT2LH	CETMEF	29/11/84	0130150009	Port de Bouc/Quai de la Lègue	Martigues/ Port de Bouc
PT1	Armée de l'Air	09/09/75	0130514032	Arles	Arles
PT2	Armée de l'Air	14/03/73	0130514032	Arles	Arles/Istres

Tableau 72 : Liste des servitudes radioélectriques et aéronautiques (Source : ANFR, 2012)

PT1 : servitudes de protection contre les perturbations électromagnétiques ; PT2 : servitudes de protection contre les obstacles ; PT2LH : servitudes de protection contre les obstacles pour une liaison hertzienne.

5.5.Sécurité maritime

5.5.1.CROSS et sémaphores

5.5.1.1.CROSS

Le projet est implanté au sein de la zone de responsabilité du Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage Méditerranée (CROSS MED).

Le CROSS MED est l'unité spécialisée du ministère chargé des transports et de la mer et relève de la Direction Interrégionale de la Mer Méditerranée (DIRM Marseille). Il est composé des centres de La Garde (Toulon) et d'Aspretto (Ajaccio).

Le centre principal (CROSS MED La Garde) a compétence sur l'ensemble de la zone de responsabilité (« Région Recherche et Sauvetage (SRR) ») confiée à la France en Méditerranée. Cette zone, qui couvre 115 000 km², est délimitée au Nord par les côtes françaises de la frontière espagnole à la frontière italienne, englobe la Corse à l'Est et s'étend au Sud jusqu'au parallèle 39° en excluant les îles Baléares et la Sardaigne.

Le centre secondaire d'Aspretto (« CROSS MED en Corse ») conduit la totalité des missions de 07h30 à 21h00 (23h00 en juillet et août) du littoral de la région Corse jusqu'à 20 milles nautiques au large, à l'exception de la côte orientale de l'île (limite SRR).

Le CROSS MED conduit, dans les limites de la SRR, les missions de recherche et sauvetage des personnes en détresse (mission SAR) et de surveillance de la navigation (mission SURNAV) sous l'autorité opérationnelle du Préfet maritime de la Méditerranée.

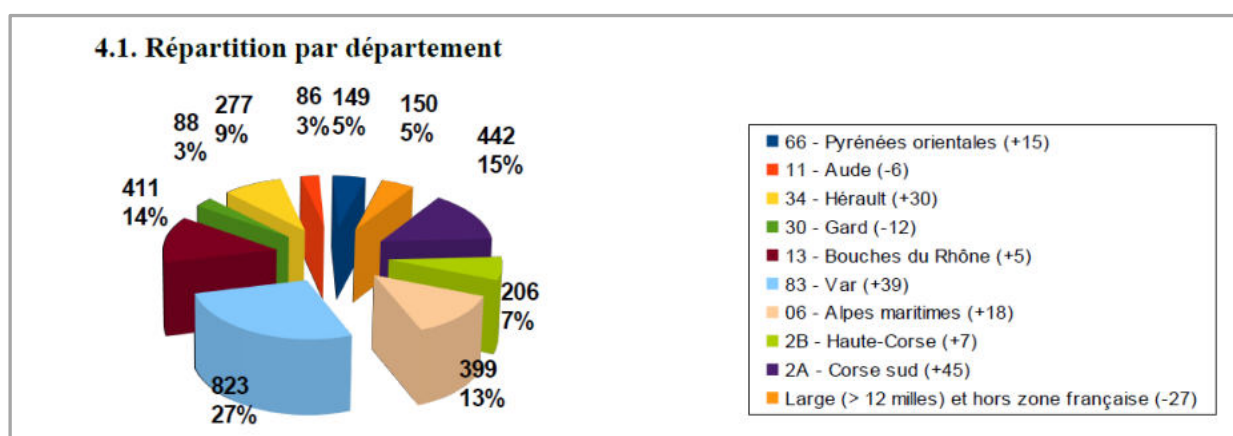


Figure 179 : Répartition des opérations de sauvetage par département (bilan 2013 du CROSS MED)

Le projet est situé au large de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, localisée dans les Bouches-du-Rhône (13). Comme indiqué sur la figure ci-dessous, ce département a donné lieu en 2013 à 14% des opérations de SAR menées par le CROSS MED.

Sur les côtes méditerranéennes, 19 sémaphores assurent une surveillance du trafic maritime. Comme indiqué sur la figure ci-dessous, le sémaphore du Cap Couronne, situé non loin de Martigues, est le plus proche de la zone d'implantation envisagée pour le parc éolien. Il est armé en première catégorie et a pour mission la surveillance des entrées et sorties du Golfe de Fos-sur-Mer et du port de Marseille.



Figure 180 : Localisation des sémaphores au voisinage du projet de parc pilote

5.5.2. Moyens de secours maritimes

5.5.2.1. Moyens de sauvetage

Pour assurer leurs missions, les CROSS peuvent faire appel à tous les moyens de l'Etat : patrouilleurs et vedettes des affaires maritimes, vedettes, navires, hélicoptères et avions de la Marine nationale des Douanes, de la Gendarmerie et de la Protection civile. Ils font également appel aux canots et vedettes de la SNSM (Société Nationale de Sauvetage en Mer), ainsi qu'à tout navire se trouvant à proximité d'une zone de détresse.

Les remorqueurs de sauvetage

Les seuls remorqueurs utilisés pour réaliser du sauvetage en haute mer sont l'Abeille Flandre et le Jason. Ces remorqueurs sont basés à Toulon. L'abeille Flandre peut cependant être pré-positionnée au Sud de la Corse.



Figure 181 : A gauche : l'Abeille Flandre ; à droite : Le Jason

La distance entre le parc éolien et le port de Toulon est de 57 milles nautiques.



Figure 182 : Distance à parcourir depuis Toulon

Compte tenu de la distance et de la vitesse des remorqueurs, les temps d'intervention à considérer pour l'étude sont définis ci-dessous.

Remorqueur	Parcours	Distance (milles nautiques)	Vitesse (nœuds)	Temps de parcours (h/min)
Abeille Flandre	Toulon => parc éolien	57	17	3h21
Abeille Flandre	Sud Corse => parc éolien	230	17	13h30
Jason	Toulon => parc éolien	57	14	4h05

Tableau 73 : Temps de parcours estimés des remorqueurs de sauvetage (Source : Tecnitas, 2017)

A ces temps, il est nécessaire d'ajouter 40 minutes correspondant au temps d'appareillage du navire. Il faut donc compter entre 4h01 pour l'Abeille Flandre depuis Toulon et 4h45 pour le Jason avant l'arrivée de ces

remorqueurs au niveau du parc. A noter que selon les conditions de mer et la complexité de la manœuvre, le passage de la remorque peut prendre de 20 minutes à 2h pour un navire. De façon conservatrice, nous avons considéré une durée d'intervention de 9h dans l'étude de risques de collision et de dérive.

Les remorqueurs portuaires

Des remorqueurs (portuaires) peuvent être mobilisés en cas de besoin depuis les infrastructures portuaires du Golfe de Fos. La société BOLUDA, qui assure le l'exercice de remorquage portuaire dans les installations des bassins Ouest et Est du GPMM, exploite en effet une flotte de six remorqueurs à Fos-sur-Mer/Lavéra, un autre à Port-Saint-Louis-du-Rhône et un en réserve conformément à l'arrêté préfectoral du 26 mars 2009 concernant les conditions d'exercice du remorquage au sein du GPMM. Ces remorqueurs ont des capacités de traction de 70 tonnes (« bollard pull ») et peuvent se rendre en moins de 2 heures au niveau du parc éolien.



Figure 183 : Remorqueur « Bollard pull »

Ce type de remorqueur est capable d'assurer la stabilisation d'une éolienne à la dérive lors d'une tempête ou d'empêcher les navires d'entrer en collision avec la machine.

Moyens de sauvetage de la SNSM (Société Nationale de Sauvetage en Mer)

Les moyens de la SNSM sont très fréquemment sollicités par les opérations de sauvetage proches du littoral. En effet, même si la mission première de la SNSM est de sauver des vies en mer, celle-ci peut également assurer des opérations de remorquage pour les (petits) navires des naufragés. Les sauveteurs interviennent jusqu'à 20 milles de la côte, voire au-delà sur demande express des CROSS. Le temps d'appareillage est de 15 minutes.

Les trois stations de sauvetage SNSM les plus proches du parc pilote Provence Grand Large sont : Port-Saint-Louis-du-Rhône, Carro et Martigues.



Figure 184 : Stations de sauvetages SNSM les plus proches du parc éolien

PARTIE TERRESTRE

5.6.Démographie

La démographie reflète le dynamisme d'un territoire, mais peut être aussi un indicateur des pressions humaines sur l'environnement.

En 2012, le territoire Ouest Provence compte 98 113 habitants. Les communes les plus peuplées sont Istres (42 944 habitants), Miramas (25 064 habitants) et Fos-sur-Mer (15 859 habitants).

La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône compte pour sa part 8579 habitants (population légale millésimée 2012 entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2015). La population après avoir connu une forte baisse dans les années 1980 et 1990 connaît un nouveau regain démographique depuis les années 2000. La population se stabilise au-dessus de 8 500 habitants.

L'évolution démographique de la commune est une des conséquences du déclin des activités maritimes et portuaires qu'a connu la ville au début des années 80, entraînant une perte d'habitants au profit des autres communes de Ouest Provence et notamment la commune de Fos-sur-Mer qui a connu une forte augmentation de sa population en lien avec la création de la zone d'activité de Fos dans les années 1960-70.

Les principales caractéristiques démographiques des communes de Port-Saint-Louis-du-Rhône et Fos-sur-Mer issues des recensements de l'INSEE depuis 1968 jusqu'au dernier recensement démographique de 2009, sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Commune	Paramètre	1968	1975	1982	1990	1999	2009	2014
Port-Saint-Louis-du-Rhône	Population	8 285	10 393	10 376	8 264	8 118	8 714	8 661
	Densité moyenne (nb d'habitants/km ²)	112,9	141,6	141,4	117,5	110,6	118,8	118
Fos-sur-Mer	Population	2 869	6 709	9 031	11 605	14 007	15 453	15 857
	Densité moyenne (nb d'habitants/km ²)	31,1	72,7	97,8	125,7	151,7	167,4	178,1

Tableau 74 : Caractéristiques démographiques de 1968 à 2014 des communes de Port-Saint-Louis-du-Rhône et Fos-sur-Mer (Source : INSEE, 2014)

En 2012, le territoire Ouest-Provence compte 98 113 habitants. Les communes les plus peuplées sont Istres (42 944 habitants), Miramas (25 064 habitants) et Fos-sur-Mer (15 859 habitants) (Source : projet PLU, 2016⁴³).

La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône compte 8 579 habitants (population légale millésimée 2012 – entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2015). La population, après avoir connu une forte baisse dans les années

⁴³ Plan Local d'Urbanisme, projet, pièce n°2, rapport de présentation, février 2016.

1980 et 1990, connaît un nouveau regain démographique depuis les années 2000. La population se stabilise au-dessus de 8 500 habitants (*Source : projet PLU, 2016*).

L'évolution démographique de la commune est une des conséquences du déclin des activités maritimes et portuaires qu'a connu la ville au début des années 1980, entraînant une perte d'habitants au profit des autres communes de Ouest-Provence, notamment la commune de Fos-sur-Mer. Celle-ci a en effet connu une forte augmentation de sa population, en lien avec la création de la zone d'activité de Fos dans les années 1960-1970 (*Source : projet PLU, 2016*).

	1968 à 1975	1975 à 1982	1982 à 1990	1990 à 1999	1999 à 2008	2008 à 2013
Variation annuelle moyenne de la population en %	13,0	4,3	3,2	2,0	1,2	0,5
due au solde naturel en %	1,4	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7
due au solde apparent des entrées sorties en %	11,6	3,3	2,3	1,3	0,4	-0,2
Taux de natalité (‰)	20,6	14,7	13,6	12,6	12,9	12,8
Taux de mortalité (‰)	6,9	4,8	4,3	5,0	5,7	6,2

Tableau 75 : Indicateurs démographiques de Fos-sur-Mer (Sources : Insee, RP1968 à 1999 dénombrements – RP1999 et RP2013 exploitations principales – Etat civil)

La population de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône représente 8 661 habitants en 2014 (soit 0,43% de la population départementale) soit une légère diminution de 0,6% par rapport à 2009. La densité de population est faible (inférieure à 120 habitant/km² en 2014) comparativement à la densité moyenne départementale qui est de 391,8 hab/km².

	1968 à 1975	1975 à 1982	1982 à 1990	1990 à 1999	1999 à 2008	2008 à 2013
Variation annuelle moyenne de la population en %	13,0	4,3	3,2	2,0	1,2	0,5
due au solde naturel en %	1,4	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7
due au solde apparent des entrées sorties en %	11,6	3,3	2,3	1,3	0,4	-0,2
Taux de natalité (‰)	20,6	14,7	13,6	12,6	12,9	12,8
Taux de mortalité (‰)	6,9	4,8	4,3	5,0	5,7	6,2

Tableau 76 : Indicateurs démographiques de Port-Saint-Louis-du-Rhône (Sources : Insee, RP1968 à 1999 dénombrements – RP1999 et RP2013 exploitations principales – Etat civil)

Les caractéristiques démographiques de la commune de Fos-sur-Mer sont très différentes. Les années 1970, avec la création de la Zone Industrielle Portuaire de Fos-sur-Mer, marquent en effet le début de l'explosion démographique de la commune. Avec des taux de croissance annuels supérieurs à 3 % jusqu'au début des années 1990, la commune a connu un développement très rapide. La population de Fos-sur-Mer représente 15 857 habitants en 2013 contre 6 709 habitants en 1975. Ces dernières années, le rythme de progression de la population s'est ralenti mais la population communale continue de progresser fortement et reste très largement supérieur à celui du département ou de la région. Le solde naturel reste élevé. La densité de population a de la même façon plus que doublé depuis les années 70 mais elle reste inférieure à la moyenne départementale. Les communes de l'Est du Golfe ont en effet des densités de population bien supérieures montrant le poids démographique important des portes d'entrées du territoire Ouest-Provence, à savoir Martigues (652,6 h/km²) et Port de Bouc (1 499,2 h/km²).

La répartition de la population par tranche d'âge est présentée sur les graphes suivants :



Figure 185 : Evolution de la population par tranches d'âge entre 1999 et 2009, dans les communes de Port-Saint-Louis-du-Rhône (à gauche) et de Fos-sur-Mer (à droite) (Source : INSEE)

La population de Port-Saint-Louis-du-Rhône est constituée par plus de 50 % de personnes sans activités professionnelles (retraités et autres personnes sans activités professionnelles) (cf. tableau suivant de répartition de la population par catégorie socio-professionnelle) contre 39,8 % pour Fos-sur-Mer. Les employés et ouvriers représentent la catégorie socio-professionnelle majoritaire contribuant respectivement à 36 % de la population à Port-Saint-Louis et à 38,4 % à Fos-sur-Mer.

	2013	%	2008	%
Ensemble	7 022	100,0	7 076	100,0
Agriculteurs exploitants	44	0,6	76	1,1
Artisans, commerçants, chefs entreprise	164	2,3	187	2,6
Cadres et professions intellectuelles supérieures	151	2,2	128	1,8
Professions intermédiaires	687	9,8	517	7,3
Employés	1 096	15,6	1 170	16,5
Ouvriers	1 439	20,5	1 374	19,4
Retraités	2 025	28,8	1 916	27,1
Autres personnes sans activité professionnelle	1 416	20,2	1 709	24,2

Sources : Insee, RP2008 et RP2013 exploitations complémentaires.

Figure 186 : Population de 15 ans ou plus selon la catégorie socio-professionnelle – Port-Saint-Louis-du-Rhône (Source : INSEE)

POP T5 - Population de 15 ans ou plus selon la catégorie socioprofessionnelle

	2013	%	2008	%
Ensemble	12 640	100,0	12 497	100,0
Agriculteurs exploitants	3	0,0	20	0,2
Artisans, commerçants, chefs entreprise	351	2,8	303	2,4
Cadres et professions intellectuelles supérieures	552	4,4	565	4,5
Professions intermédiaires	2 131	16,9	2 051	16,4
Employés	2 426	19,2	2 640	21,1
Ouvriers	2 030	16,1	2 068	16,6
Retraités	2 870	22,7	2 607	20,9
Autres personnes sans activité professionnelle	2 276	18,0	2 241	17,9

Sources : Insee, RP2008 et RP2013 exploitations complémentaires.

Figure 187 : Population de 15 ans ou plus selon la catégorie socio-professionnelle – Fos-sur-Mer
(Source : INSEE)

5.7. Infrastructures et réseaux

5.7.1. Infrastructures de communication

Réseau routier

Sur cette partie du territoire, contrairement au secteur plus à l'Est où le réseau se densifie, la trame routière est peu développée. Les seules grandes infrastructures sont les routes départementales D35 et D268, desservant l'accès par le Nord de la commune. La route de Napoléon relie le centre ville à la plage du même nom. La RD 35 se caractérise par un trafic spécifique de desserte de la ZIP avec de fortes perspectives d'évolution du fait du développement des activités.

Réseau ferré

Le réseau ferré de lignes secondaires électrifiées reliant la gare de marchandises de Port-Saint-Louis-du-Rhône au môle Graveleau de la Zone Industrielle de Fos-sur-Mer ou encore au poste d'aiguillage vers le Caban Nord, est présent sur le secteur Nord de la zone d'étude, de part et d'autre du Canal Saint-Louis (voir figure ci-après).



Figure 188 : réseau ferré innervant les sites industriels de l'aire d'étude (Sources : Google Earth et GPMM)

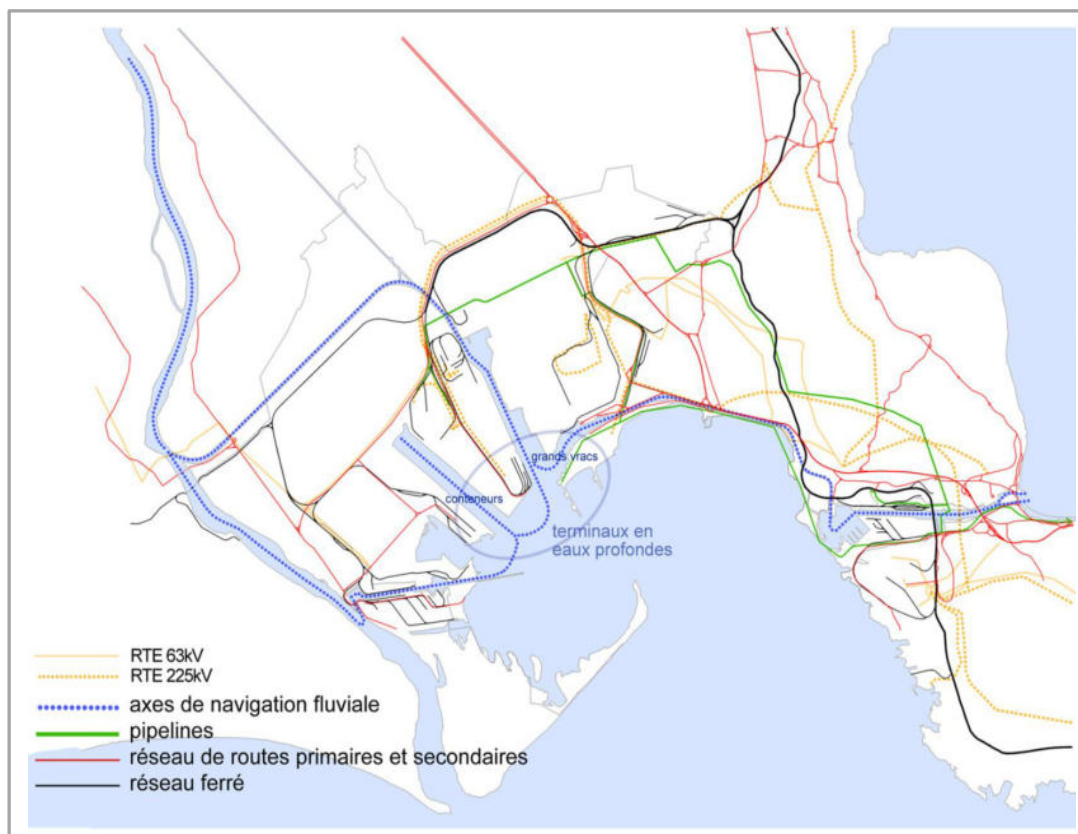


Figure 189 : Réseaux de transports (Source : GPMM-ZIF⁴⁴)

⁴⁴ Source : GPMM-ZIF Un territoire d'avenir. Elaboration des schémas directeurs des bassins Ouest du GPMM. Phase 3. Un projet stratégique global pour Fos 2000.

Voies maritimes - Canaux

Au nord de l'aire d'étude, se trouve le Canal du Rhône à Fos, qui joint le fleuve à la zone industrialo-portuaire (ZIP) de Fos.

Le canal de Saint-Louis, qui joint le fleuve au Golfe de Fos scinde la partie terrestre de l'aire d'étude en deux. Cette voie permet aux navires d'accéder directement de la mer aux eaux du Rhône, plus profondes, par le biais de l'écluse de Port-Saint-Louis.

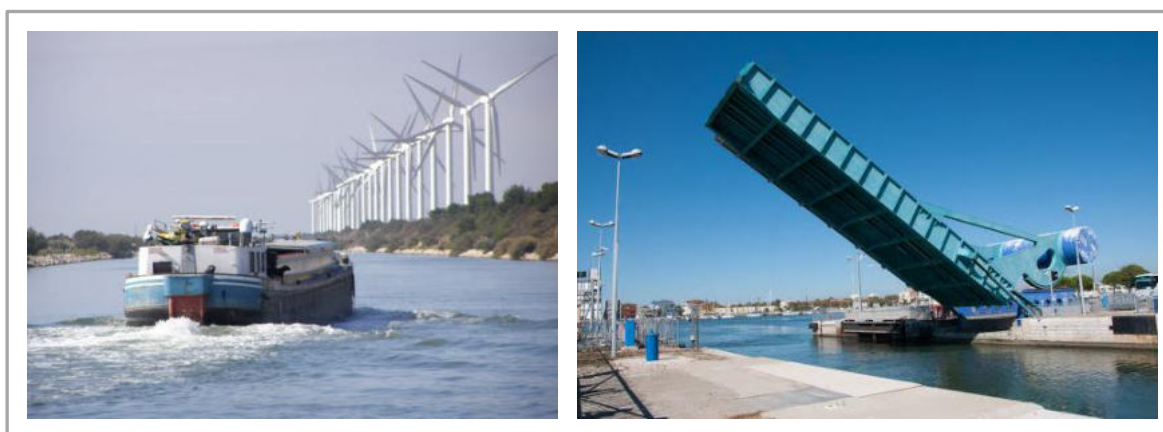


Figure 190 : Canal du Rhône à Fos et Canal Saint-Louis (Source : Google Earth)

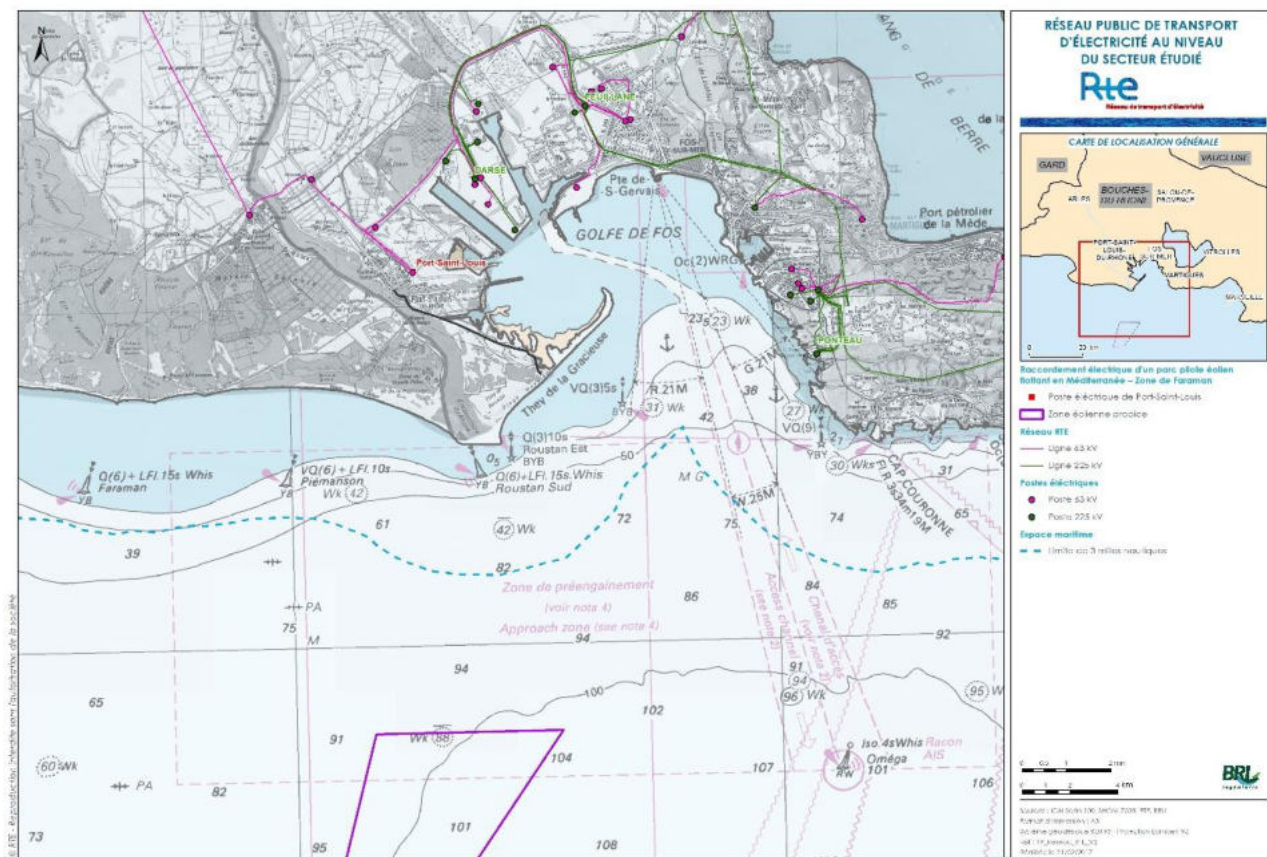
5.7.2. Réseaux de canalisation et de transport d'énergie

Le réseau de canalisation diverses de transport (pipelines, gazoducs...) est peu dense sur la zone d'étude contrairement au secteur plus à l'Est de la Zone Industrielle de Fos (la plus grande concentration de pipelines se situe dans la région de Fos/Etang de Berre).

Il existe toutefois des réseaux de transport d'électricité, d'eau ou de gaz sur la zone d'étude. Ils sont précisés et localisés dans le tableau suivant.

Secteur	Type de réseaux présents
Route Napoléon	Câble télécom
Route de Carteau (tronçon 1)	Câble télécom Réseau eaux usées AEP (Assainissement eaux pluviales)
Route de Carteau (tronçon 2)	Câble télécom AEP (Assainissement eaux pluviales) Eclairage aérien
Route de la 1 ^{ère} DFL	Câble télécom AEP (Assainissement eaux pluviales) Eclairage aérien
Avenue de la mer et giratoire	Ligne HTA Câble télécom Conduite gaz (GRDF)

Tableau 77 : Réseaux présents sur la zone d'étude



Carte 31 : Réseau RTE

5.8.Immobilier

En 2012, la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône comptait 4 442 logements, soit 254 de plus qu'en 2007. Ces logements se répartissent comme suit (*Source : projet-PLU, 2016*) :

- 86 % de résidences principales, soit 3803 logements ;
- 6 % de résidences secondaires, soit 243 logements ;
- 9 % de logements vacants, soit 376 logements.

L'évolution des catégories de logements entre 2007 et 2012 fait apparaître une diminution de la part du nombre de résidences principales (-2,4 points) et une progression de 4 % de la part des logements vacants.

5.9. Activités économiques

5.9.1. Contexte économique local

Le territoire d'étude est avant tout marqué par la présence d'une des zones industrialo-portuaires les plus vastes de France qui s'étend entre Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône. Le golfe de Fos accueille ainsi le premier site industriel de la région PACA, qui est également un des premiers sites pétroliers et pétrochimiques d'Europe.

Les tableaux suivants (emplois et nombre d'établissements par secteur d'activité) illustrent le poids économique des différents secteurs économiques pour les communes de Port-Saint-Louis et de Fos-sur-Mer. Le secteur du commerce, transports et services divers est largement prédominant à Port-Saint-Louis-du-Rhône et représente plus de 59,6 % des emplois et 40 % des établissements recensés.

	Port-Saint-Louis du Rhône		Fos-sur-Mer		Total zone		Bouches-du-Rhône	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Ensemble	3 233	100	12 790	100	16 023	100	789 460	100
Agriculture, sylviculture et pêche	61	1,9	55	0,4	116	1	8 500	1,1
Industrie	329	10,2	6 244	48,8	6 573	41	80 257	10,2
Construction	82	2,6	789	6,2	871	5	50 669	6,4
Commerce, transports et services divers	1 926	59,6	4 127	32,3	6 053	38	382 089	48,4
Administration publique, enseignement, santé, action sociale	835	25,8	1 576	12,3	2 411	15	267 946	33,9

Tableau 78 : Emplois selon le secteur d'activités en 2013 (Source : INSEE, RP2009)

	Port-Saint-Louis du Rhône		Fos-sur-Mer		Total zone	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Ensemble	350	100	1 206	100	1556	100
Industrie	32	9,1	147	12,2	179	12
Construction	23	6,6	142	11,8	165	11
Commerce, transports, hébergement et restauration	140	40,0	460	38,1	600	39
Services aux entreprises	57	16,3	265	22,0	322	21
Services aux particuliers	98	28,0	192	15,9	290	19

Tableau 79 : Nombre d'établissements par secteur d'activité au 1er janvier 2015 (INSEE, REE (Sirène))

5.9.2. Activités industrielles

5.9.2.1. Zone industrialo-portuaire

Voir partie 5.1.4.1 du présent document.

5.9.2.2. Installations d'énergie renouvelable

Les énergies renouvelables se développent au nord de l'aire d'étude.

Plusieurs parcs éoliens terrestres sont présents dans les Bouches-du-Rhône : parc éolien de Port-Saint-Louis-du-Rhône (21,25 MW), parc éolien de Fos-sur-Mer (10 MW) et parc de Saint-Martin-de-Crau (7,2 MW). Le parc éolien le plus proche est celui de Port-Saint-Louis situé le long de la berge du canal de navigation du Rhône. Mis en service en 2005, il est le premier parc des Bouches-du-Rhône. Il est composé de 25 éoliennes de 75 mètres de haut. Ce parc permet actuellement d'alimenter les villes de Port-Saint-Louis-du-Rhône, de Fos-sur-Mer et les entreprises de la zone industrielle. Ce linéaire « éolien » de 5,5 km représente la frontière entre la ZIP (Zone industrialo-Portuaire) de Fos et les espaces naturels du nord.

Les parcs éoliens sont à ce jour cantonnés au couloir rhodanien. Cette zone de concentration des parcs est renforcée par la création de la Zone de Développement de l'Eolien Ouest-Provence.



Figure 191 : Parc éolien de Fos-sur-Mer (@Lorcas, Google Earth)



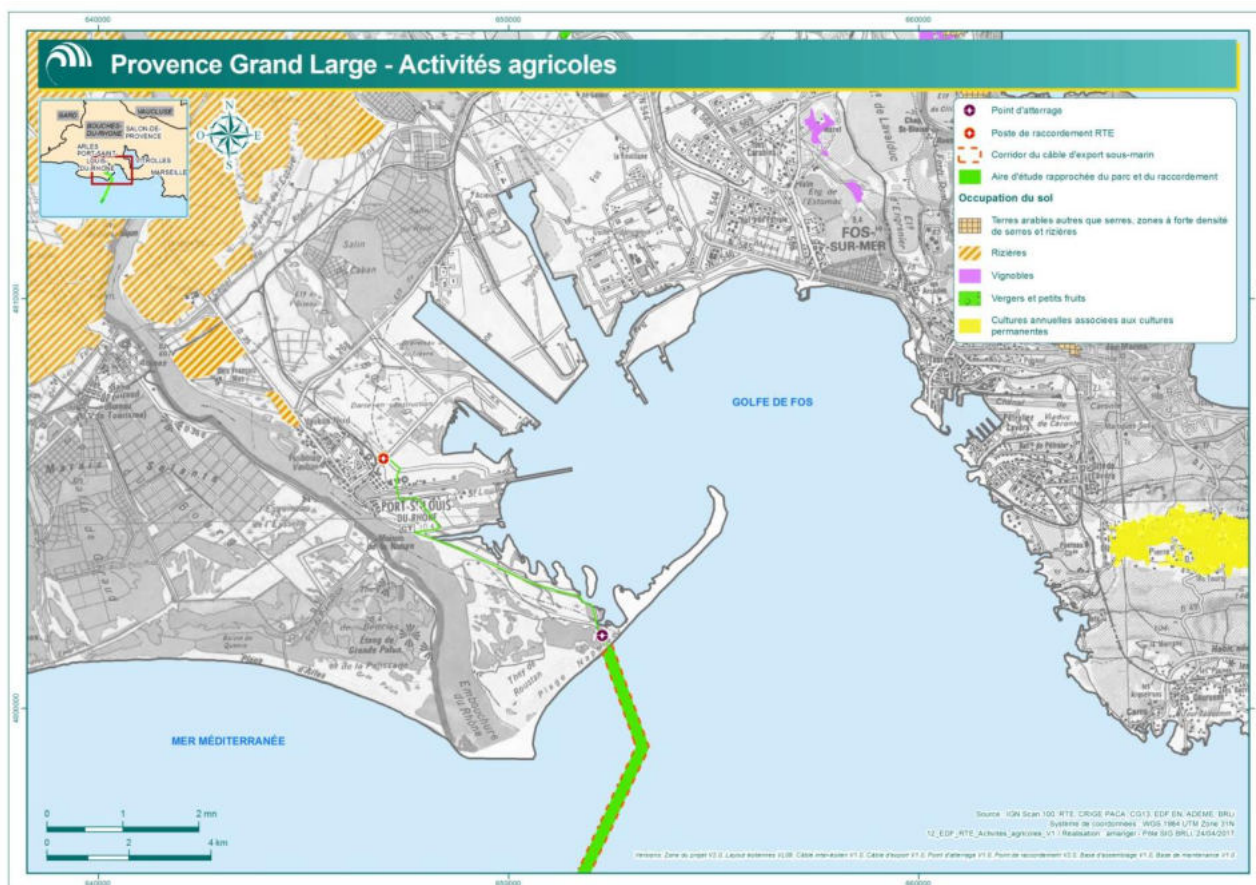
Figure 192 : Eoliennes terrestres le long du canal de navigation du Rhône (@ Google Earth)

A noter la construction en 2014, au niveau du terminal Carfos du GPMM, d'un prototype terrestre d'éolienne flottante à axe vertical de Nénuphar de 60 0kW, 40 m de haut et 50 m de diamètre.

5.9.3. Activités agricoles

Elles sont quasi-inexistantes dans le périmètre de l'aire d'étude.

Au nord de l'aire d'étude, les marais très hétérogènes comptent quelques grandes exploitations agricoles, exclusivement consacrées à la riziculture, qui bénéficie depuis 2000 d'une Indication géographique protégée (IGP) riz de Camargue (voir carte suivante).



Carte 32 : Activités agricoles au niveau de la zone d'étude

De façon plus précise, la commune de Port-Saint-Louis a un caractère agricole plus marqué que la commune voisine de Fos-sur-Mer avec une surface agricole de plus de 2358 ha au dernier recensement agricole de 2010 soit 32 % du territoire communal contre 5-6 % pour Fos-sur-Mer.

Les principales caractéristiques de l'agriculture (SAU, nombre d'exploitations et orientation technico-économiques), issues du dernier recensement agricole de 2010, sont présentées dans les tableaux ci-dessous (cf. tableau suivant).

Les exploitations (au nombre de 8) sont orientées vers les grandes cultures (riziculture). Le nombre d'exploitation a augmenté entre 2000 et 2010 pour une SAU qui a en revanche diminué.

	Nombre d'exploitations			Surface Agricole Utilisée (ha)		
	2010	2000	1988	2010	2000	1988
Port-Saint-Louis-du-Rhône						
Toutes exploitations*	8	6	11	2358	2965	2030
Bouches du Rhône						
Toutes exploitations*	4888	5 797	10 143	148571	162290	160911

* y compris les exploitations sans SAU

Tableau 80 : Nombre d'exploitation et surface agricole utilisée (Source : AGRESTE)

	Nombre d'exploitations			Surface Agricole Utilisée (ha)		
	2010	2000	1988	2010	2000	1988
Ensemble	8	5	11	2358	2965	2030
Grandes cultures	4	c	5	1788	c	1596
Légumes, fruits, viticulture		0	0		0	0
Bovins		0	c		0	c
Autres animaux		0	3		0	133

Tableau 81 : Orientations technico-économiques des exploitations (Source : AGRESTE)

L'activité agricole génère des produits de qualité reconnus par des signes officiels d'identification de l'origine et de la qualité. Le riz de Camargue fait ainsi l'objet d'un IGP (Indice Géographique Protégée). Sa production annuelle moyenne répartie sur 20 000 ha est d'environ 110 000 tonnes de riz paddy (brut) et 75 000 tonnes de riz blanc, c'est à dire 61 millions d'euros de CA pour 2000 emplois. On constate une progression des cultures céréalières (+34 %), avec un accroissement de la culture du riz sur Port Saint Louis du Rhône qui avec 1 415 ha, double sa surface entre 1988 et 2000. Une diminution des surfaces en riz en Camargue est amorcé dès 2014 avec la baisse des subventions : les surfaces consacrées au riz ont ainsi diminué de 5 000 hectares en 2014 pour tomber à 14 700 hectares, contre 24 500 dans les années 1990. Les données communales sur Port-Saint-louis-du-Rhône ne sont pas affichées sur les données statistiques Agreste pour 2010 (secret statistique).

5.9.4. Activités de service, touristiques et de loisirs

5.9.4.1. Activités récréatives

Ces activités sont développées dans la partie 5.1.3 du présent document.

Un important réseau de pistes cyclables (une vingtaine de kilomètres de pistes cyclables sécurisées et balisées) est proposé à Port-Saint-Louis-du-Rhône, dont l'une se prolonge jusqu'à la plage Napoléon) (Source : office du tourisme de Port-Saint-Louis-du-Rhône) :

- Route de la plage Napoléon (7 km),
- Route de la plage Carteau (3,5 km),
- Avenue de la République (1 km),
- Digue du Rhône (7 km).

5.9.4.2. Capacité d'accueil touristique

L'offre hôtelière et de plein air est réduite sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône qui ne dispose que d'un hôtel et d'aucun camping. La volonté des acteurs locaux est de développer cette filière et d'améliorer la capacité d'accueil (hôtels, campings, etc.).



Figure 193 : Pistes cyclables au droit de la zone d'étude (à droite, le long de la route de la plage Napoléon)
(© Office de tourisme de Port-Saint-Louis-du-Rhône)

Le développement des pistes cyclables à Port-Saint-Louis-du-Rhône s'inscrit dans la volonté de la ville de développer des modes de déplacements doux. Port-Saint-Louis-du-Rhône participe au projet ambitieux "ViaRhôna, du Léman à la Méditerranée", un itinéraire long de 704 kilomètres qui reliera, à terme, la Suisse et la Camargue, avec Port-Saint-Louis-du-Rhône comme point d'arrivée.

5.10.Servitudes et contraintes foncières

5.10.1. Servitudes terrestres

Différentes servitudes sont recensées sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Certaines d'entre elles concernent la zone d'étude rapprochée (tracé du câble électrique de raccordement terrestre) :

- Servitudes de halage et de marche-pied -Conservation du domaine public fluvial – EL3,
- Servitudes de passage des piétons sur le littoral (EL9) notamment au niveau de certains secteurs de la route de Napoléon (secteur des cabanes du Levant et They de la Tartane),
- Servitudes de protection des sites et monuments inscrits - Site inscrit Camargue (AC2),
- Servitudes applicables aux zones submersibles (EL2) qui concernent toute la commune. La réalisation de travaux dans ces zones est soumise à une réglementation spécifique (absence de remblai...),
- Servitudes relatives à la présence d'ouvrages d'alimentation générale et de réseaux de distribution publique (I4) - Lignes 63 kV Malebarger- Poste source de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

D'autres sont répertoriées sur le secteur mais n'interceptent pas le projet :

- Servitude de protection du monument inscrit Tour Saint-Louis (AC1) (périmètre de protection de 500 m de rayon),
- Servitudes de protection du cimetière de Port-Saint-Louis-du-Rhône,
- Servitudes relatives à la protection des bois et forêts soumis au régime forestier (A1),
- Zone ferroviaire en bordure de laquelle peuvent s'appliquer les servitudes relatives aux chemins de fer,

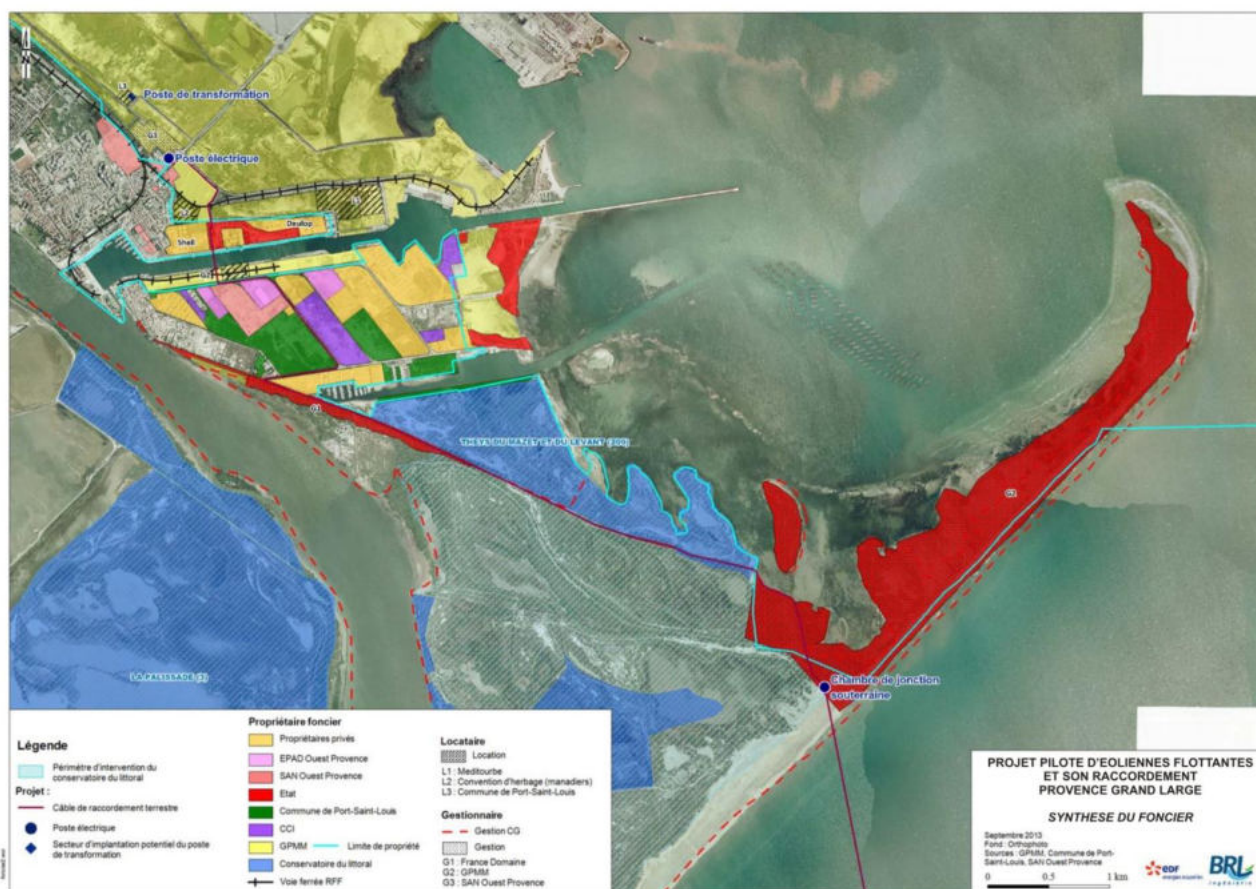
- Site SEVESO DEULEP (Plans de Prévention des Risque Technologiques DEULEP (64 152) Risque industriel – Effets de surpression et Effets thermiques (prescrit le 23/02/2010) (Source : Prim.net)).

5.10.2. Contraintes foncières

La zone d'étude rapprochée concerne, sur une grande partie de son linéaire, les infrastructures routières existantes :

- puisqu'elle longe depuis la plage Napoléon la route du même nom (sous la piste cyclable),
- puis la route du Carteau pour rejoindre l'avenue de la 1ère Dfl le long du canal Saint-Louis et le quai de la Suisse,
- avant de traverser le canal Saint-Louis pour rejoindre par un chemin, l'avenue de la mer et le rond point de Garrouyas (à côté du poste électrique).

Une synthèse des propriétaires fonciers concernés par le projet, dans sa composante terrestre, est présentée sur la carte ci-après.



Carte 33 : Synthèse du foncier sur la zone d'étude



Les parcelles concernées par le projet sont propriétés de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (en vert sur la carte) ou du Grand Port Maritime de Marseille (en jaune clair) ou de l'Etat (en rouge) ou encore de la société Shell.

Hormis un passage en souterrain le long de la voie routière de Napoléon, le projet n'interfère pas directement sur les espaces naturels, propriété du Conservatoire du Littoral.

A noter que certains secteurs appartenant à l'Etat sont gérés par d'autres organismes. C'est le cas par exemple :

- du They de la Gracieuse géré par le Grand Port Maritime de Marseille,
- de la piste cyclable de la route Napoléon et de la zone d'activité de Malebarger, gérées par le Syndicat d'Agglomération Nouvelle Ouest Provence,
- ou encore de l'ancien site militaire (Essences des armées), actuellement géré par France Domaine.

On notera également la présence à proximité des routes suivies par la zone de tracé du câble, de terrains du Conservatoire du Littoral (secteur des Theys du Mazet et du Levant), du San Ouest Provence, de la CCI, de l'EPAD Ouest-Provence, de propriétaires privés, de plusieurs lignes de voie ferrée (appartenant à Réseau Ferré de France mais dont la gestion a été confiée au GPMM sur le linéaire concerné) ou encore de voies fluviales de VNF, également gérées par le GPMM.

5.11. Risques industriels

Le secteur de Fos, fortement industrialisé, est soumis à un risque industriel majeur. Les risques industriels sont essentiellement concentrés sur les communes de Fos-sur-Mer et Martigues et la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône ne compte qu'une installation SEVESO seuil haut : le site Deulep (risque incendie) situé au nord du bassin central non loin de la zone d'étude (voir figure suivante).

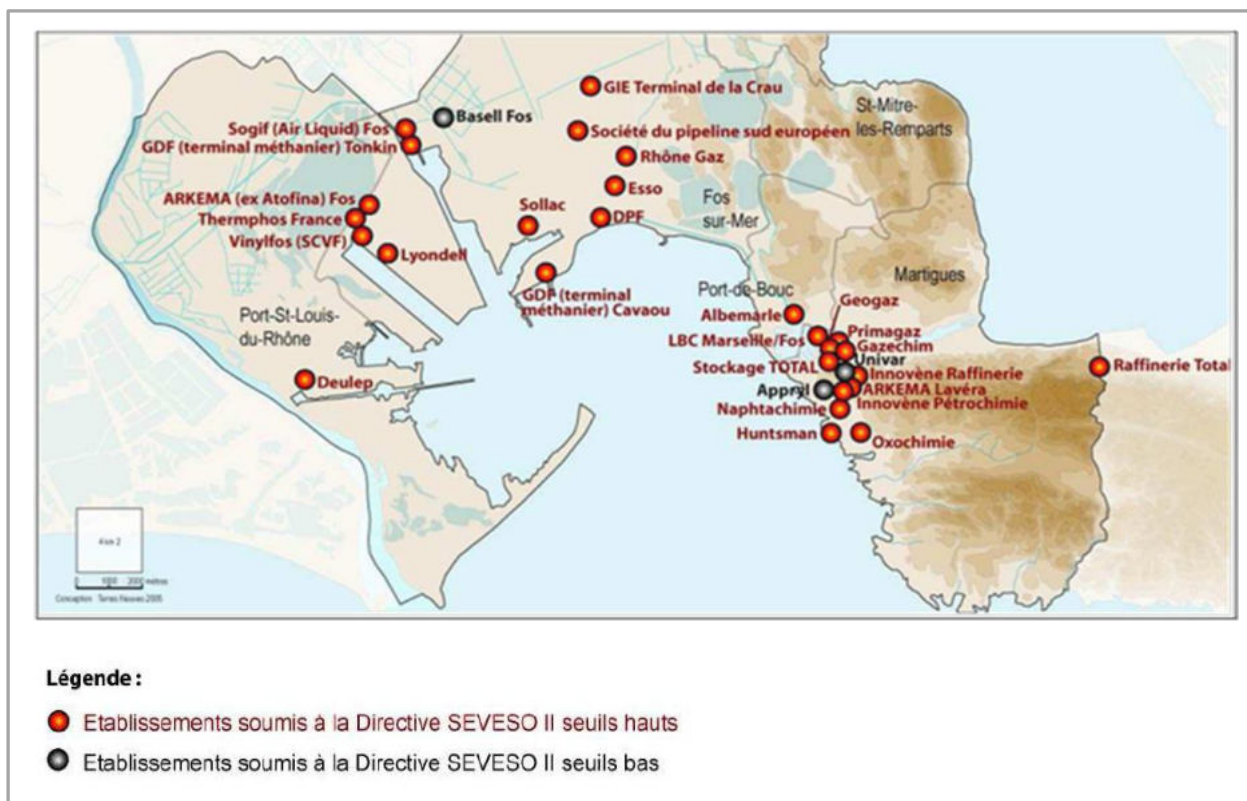


Figure 194 : Localisation des établissements soumis à la Directive SEVESO II (Source : EIE SCOT)

Ce risque est pris en compte dans le cadre de Plans de Prévention des Risques Technologiques DEULEP (64 152) Risque industriel – Effets de surpression et Effets thermiques (prescrit le 23/02/2010).

Ces activités portuaires et industrielles induisent également d'importants flux de matières dangereuses par canalisation, par voie routière ou encore par voie ferroviaire à l'origine d'un risque de TMD notamment sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

SYNTHESE DES ENJEUX LIES AU MILIEU HUMAIN

Le projet s'inscrit dans un territoire très largement porté sur les activités industrielles et portuaires (ZIP du GPMM).

Les eaux au large des Bouches-du-Rhône sont largement fréquentées par les pêcheurs professionnels principalement par des chalutiers (plus d'une trentaine) mais aussi des palangriers, des fileyeurs ou encore quelques senneurs, appartenant pour la majorité au quartier maritime de Martigues. Des navires de pêche du Languedoc-Roussillon et d'Espagne opèrent également sur la zone du parc et dans un rayon de 5 nautiques. Un faible nombre de navires ont toutefois la capacité (petits métiers équipés en 4^{ème} catégorie de navigation, chalutiers) d'aller naviguer sur cette zone à la limite des 12 milles. La flotte chalutière exploite toute l'année la zone « MD21a Martigues 3-12 milles » pour la pêche de sardines, maquereaux, merlus, dorades royales ou encore galinettes. Ils effectueraient en moyenne 30 à 48 passages par an sur la zone d'étude et ses environs. Les fileyeurs ciblent la sole de fin décembre à début mars et les senneurs pêchent les poissons bleus (sardines, anchois, maquereaux).

Le ramassage des tellines fait également l'objet d'une pêche professionnelle sur le littoral d'étude. Les zones conchylicoles les plus proches sont toutefois situées dans l'anse Carteau et produisent près de 10% de la production nationale.

Les activités de pêche professionnelle sont à considérer avec attention dans le cadre du projet de parc pilote dont la composante maritime est majoritaire. Ces usages, compte tenu de leur forte interaction avec les fonds marins (calage des filets sur le fond et autres arts dormants, pénétration des chaluts dans le sol) et leur large domaine d'action sur le domaine maritime sont des sources potentielles de conflits d'usage avec le projet (phase de mise en place du câble d'export et emprise du parc pilote éolien).

Les enjeux liés au trafic maritime particulièrement dense au large du golfe de Fos en relation avec la présence du Grand Port Maritime de Marseille Fos (transit de plus de 220 000 navires de commerce par an vers les pays du bassin méditerranéen et plus de 2 millions de passagers en transit) sont également à considérer dans le cadre de ce projet. Les contraintes liées à la présence de routes maritimes de forte fréquentation devront être prises en compte au vu de l'emprise du projet sur le domaine maritime et du trafic maritime associé aux travaux de mise en place du parc éolien et de son raccordement électrique. Le trafic maritime lié à la plaisance est également important sur le secteur au large du Golfe de Fos.

En ce qui concerne les loisirs, le littoral de Port-Saint-Louis-du-Rhône qui offre trois plages aménagées et surveillées dont la plage Napoléon de plus de 10 km, est largement fréquentée pour le tourisme balnéaire et les activités de loisirs notamment nautiques et la plaisance (6 ports). Un important réseau de pistes cyclables permet un accès depuis le centre jusqu'à la plage Napoléon et la plage Carteau.

La zone de projet est située en dehors de toutes les zones de servitudes maritimes et aéronautiques liées aux activités et infrastructures du Golfe de Fos (chenal d'accès au port, zones de servitudes des radars, épaves, zones conchylicoles, zones de mouillages...) représentant de fortes contraintes. Le site d'implantation en mer se situe au sein de la zone de pré-engainement du port ainsi qu'au sein d'une zone





militaire d'essai en vol de la base aérienne d'Istres imposant une limitation de hauteur d'obstacle. A noter également les contraintes liées à la présence d'anciens champs de mines.

Le secteur terrestre de projet est concerné par une servitude de halage le long du Rhône, une servitude de passage piéton sur le littoral, un site inscrit (Camargue), des servitudes de zones submersibles ou encore des couloirs de servitudes liés à la présence de réseaux de transport d'eau, d'électricité ou de gaz (vers Malebarge) ainsi que de voies ferrées.

La zone d'étude correspond à un espace remarquable du littoral au sein duquel les aménagements sont réglementés.

Le tableau ci-après indique les niveaux d'enjeux liés au milieu humain de la zone d'étude.

Légende du tableau :

	Enjeu négligeable ou nul
	Enjeu faible
	Enjeu moyen
	Enjeu fort

Thématique	Enjeux	
	Zone d'implantation du parc pilote	Zone de raccordement électrique maritime et terrestre
Trafic maritime de marchandises et de passagers	Important trafic maritime (gros navires) aux abords du Golfe de Fos lié aux activités industrialo-portuaires – Hors chenal de navigation et zone de mouillage Au sein de la zone d'attente du port de Fos	Important trafic maritime aux abords du Golfe de Fos lié aux activités industrialo-portuaires - Hors chenal de navigation et zone de mouillage
Pêche professionnelle	Secteur d'activités de pêche régulières des chalutiers (majoritaires sur la zone) mais aussi palangriers, fileyeurs ou encore senneurs. Principalement pêcheurs du quartier maritime de Martigues mais aussi de Marseille et du Languedoc-Roussillon. Activité réservée aux navires ayant la capacité de pêcher sur zone à la limite des 12 milles (4ième catégorie navigation)	Petits navires de moins de 12 m 60% des activités concentrées entre 0 et 20 m de profondeur Secteur d'activité de pêche régulière (artisanale dont fileyeurs) notamment en période hivernale (soles). Pêche de coquillages en zones côtières (telleriers...)
Tourisme et loisirs	Plaisance (6 ports sur la commune) et sports – activités nautiques pratiquées majoritairement dans la zone des 3 milles nautiques	Plaisance (6 ports sur la commune) et sports nautiques pratiqués majoritairement dans la zone des 3 milles nautiques. Nombreux loisirs depuis la plage Napoléon (char à voile, kite-surf...). Pistes cyclables menant à la plage Napoléon
Servitudes maritimes et aériennes	Nombreuses servitudes maritimes aux abords du Golfe de Fos. Parc pilote situé au sein de zone militaire d'essai en vol de la base aérienne d'Istres et de la zone d'attente des bassins Ouest du GPMM. Hors autres zones de servitudes (chenal d'accès au port, zones de mouillage, zones de servitudes des radars, absence d'obstructions...)	Nombreuses servitudes maritimes aux abords du golfe de Fos. Hors chenal d'accès au port, zones de mouillage, absence d'obstructions... Présence de servitudes associées aux canalisations souterraines de transports (Télécom, assainissement, gas, électricité...), de réseau d'électricité, de voies ferrées ou encore de servitudes de halage le long du Rhône, de passage sur le littoral, de protection du site inscrit Camargue ou de servitudes de zones submersibles.

Tableau 82 : Synthèse des enjeux liés au milieu humain

6. INTERRELATIONS ENTRE LES ELEMENTS DE L'ENVIRONNEMENT

La notion d'environnement est aujourd'hui considérée au sens large du terme et regroupe des préoccupations multiples relatives à la fois aux milieux physique et biologique mais aussi au paysage ou encore à l'environnement humain y compris à la santé et au cadre de vie. L'ensemble des composantes de l'environnement est considéré.

Cette extension du champ d'évaluation environnementale impose une prise en compte, et par conséquent une connaissance, des interdépendances existantes au sein et entre ces différents compartiments majeurs de l'environnement qui ont conduit à l'état référence aujourd'hui observé.

Cette étude des interrelations revient à proposer une approche systémique globale qui rejoint par ailleurs les préoccupations actuelles sur le développement durable. Cette démarche écosystémique a d'autant plus sa place dans le cadre de l'étude d'un projet éolien qui concerne une zone littorale où les interrelations, entre milieux côtiers, ressources marines et activités humaines, sont généralement au cœur des enjeux de gestion et de préservation de l'environnement.

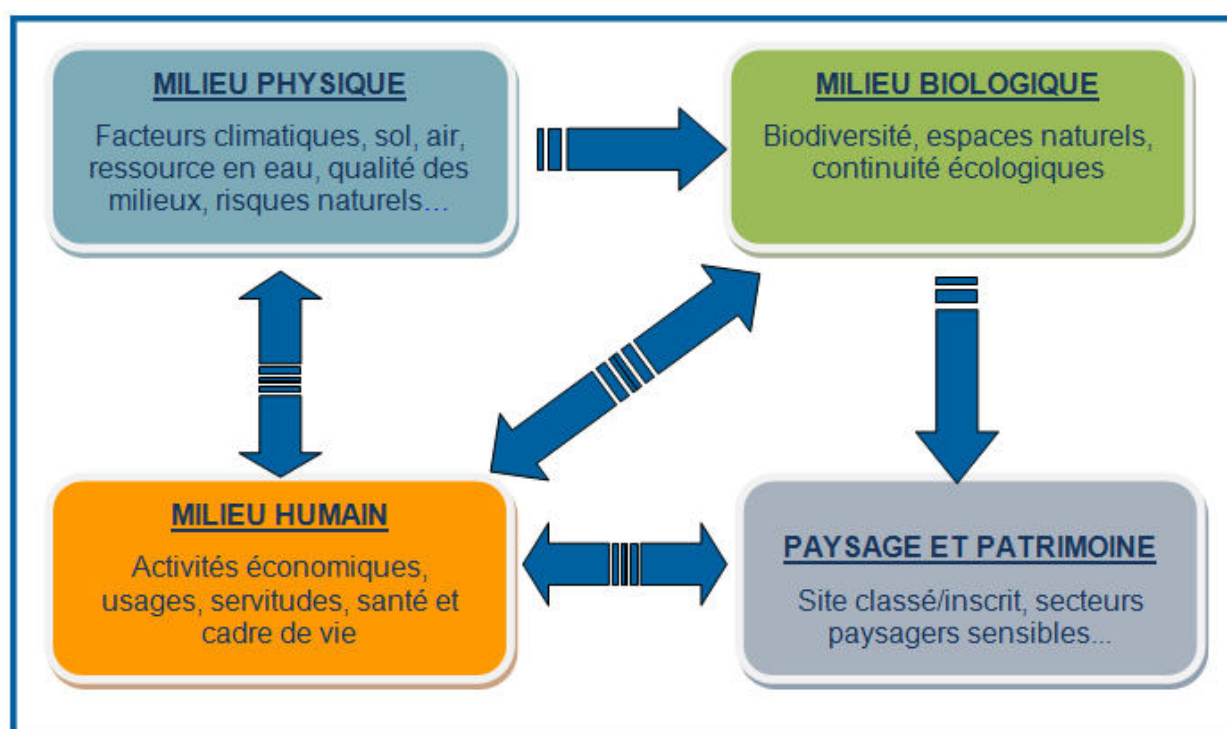


Figure 195 : Interrelations entre les différents compartiments de l'environnement (Source : BRLi, 2013)

Les interrelations sont cependant extrêmement complexes et il convient de cibler la démarche en se focalisant plus précisément sur les éléments clés définis :

- au regard des caractéristiques du projet et des enjeux identifiés dans l'état initial de l'environnement ;

- pour lesquels des impacts potentiels de la mise en place du projet peuvent être attendus (pêche professionnelle, trafic maritime, biodiversité, avifaune et mammifères marins, habitats marins et côtiers, qualité des eaux, peuplements benthiques, servitudes...).

Une telle démarche (étude des enchainements de liens de cause à effet) est une aide précieuse pour l'identification ultérieure (paragraphe 3 du présent dossier) des impacts indirects, induits ou cumulés du projet.

Les principales interrelations générales au sein et entre les compartiments de l'environnement du projet sont schématisées de la façon suivante (cf. schéma page suivante).

