

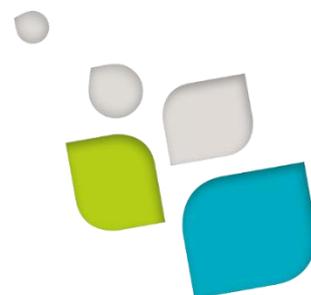


MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE



PARCS EOLIENS EN MER — LOT MEDITERRANEE — ZONE 2 - PACA

Synthèse bibliographique environnementale



Janvier 2024

BRL
Ingénierie




biotope

	<p>BRL ingénierie</p> <p>1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5</p>
	<p>Biotope service EMR</p> <p>22 bd Maréchal Foch – BP58 34140 Mèze Tel. : 02 49 62 80 89 service_emr@biotope.fr</p>

Date du document	16/01/2024
Contact	Nicolas FRAYSSE

Titre du document	Synthèse Bibliographique Occitanie
Référence du document :	A01208_Synthese_Biblio_Z2_VDEF.docx
Indice :	DEF

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
21/04/2023	0		VFA	NFR
12/05/2023	1	Première émission du document	VFA / RLE / SPR	NFR
09/06/2023	2	Prise en compte des commentaires de l'AMO - Créocéan	VFA / RLE / SPR	NFR
16/01/2024	DEF	<p>Compléments faits (nature des fonds, dynamique hydrosédimentaire) suite à la réunion de validation par le Conseil Scientifique.</p> <p>A noter que cette première synthèse bibliographique était destinée à identifier les besoins de campagnes complémentaires et les protocoles à mettre en œuvre.</p> <p>Il est prévu qu'elle soit revue/complétée/actualisée pour chaque composante de l'environnement étudiée dans le cadre de la rédaction de l'état initial de l'environnement.</p>	RLE/VFA	NFR

PARCS EOLIENS EN MER – LOT MEDITERRANEE ZONE 2 - PACA

Synthèse bibliographique environnementale

1	INTRODUCTION.....	15
1.1	CONTEXTE	15
1.2	LA SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	17
2	PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES	18
2.1	OBJECTIF PRINCIPAL : SATISFAIRE LES OBJECTIFS DE L'ARTICLE R. 122-5 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT 18	
2.2	OBJECTIF COMPLÉMENTAIRE POUR LA ZONE PARC : PARTICIPER A L'AUGMENTATION GÉNÉRALE DES CONNAISSANCES EN MER.....	18
2.3	LES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	19
2.4	L'ÉVALUATION DES PRINCIPAUX ENJEUX ET DE LA SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE DE LA ZONE DE PROJET 20	
2.5	LES IMPACTS ATTENDUS POUR UN PROJET ÉOLIEN FLOTTANT EN MER	21
2.6	L'IDENTIFICATION DES LACUNES, SUPPORT DE LA DÉFINITION DES PROTOCOLES D'ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES	22
3	DÉFINITION DES AIRES D'ÉTUDE DE L'ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE	23
4	ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER	27
4.1	DOCUMENTATION GÉNÉRALE APPLIQUÉE A L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS DU DOMAINE MARITIME ET LITTORAL	27
4.2	DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE MARIN	27
4.2.1	Facteurs climatiques	27
4.2.1.1	Températures et ensoleillement.....	28
4.2.1.2	Précipitations.....	29
4.2.1.3	Vents.....	29
4.2.1.4	Climatologie de visibilité	34
4.2.2	Géologie, géomorphologie des fonds et bathymétrie	35
4.2.3	Nature des fonds.....	39
4.2.4	Hydrodynamisme des eaux marines.....	47
4.2.4.1	Niveau d'eau.....	47
4.2.4.2	Courantologie	48
4.2.4.3	Etats de mer	50
4.2.5	Dynamique hydrosédimentaire.....	52
4.2.5.1	Généralités	53

4.2.5.2	La dynamique sédimentaire sur le littoral d'étude notamment le Golfe de Fos	54
4.2.6	Qualité des eaux.....	57
4.2.6.1	Contexte	57
4.2.6.2	État environnemental à l'échelle de l'aire d'étude	58
4.2.7	Qualité des sédiments	65
4.2.7.1	Contexte	65
4.2.7.2	État environnemental à l'échelle de l'aire d'étude	65
4.2.8	Bruit ambiant sous-marin	68
4.2.8.1	Connaissances disponibles pour le Golfe de Lion.....	68
4.2.8.2	Compléments sur l'analyse bibliographique	71
4.2.9	Qualité de l'air	75
4.2.10	Risques naturels en mer et sur le littoral	75
4.2.10.1	Glissements de terrain	76
4.2.10.2	Évolution du trait de côte.....	76
4.3	DESCRIPTION LIES AUX MILIEUX NATURELS ET A LA BIODIVERSITE MARINE	78
4.3.1	Espaces naturels d'inventaires et de protection environnementale.....	78
4.3.2	Communautés planctoniques	84
4.3.3	Zooplancton	85
4.3.4	Phytoplancton	89
4.3.5	Principaux programmes d'acquisition sur la mégafaune marine	95
4.3.6	Avifaune marine et migrateurs terrestres.....	96
4.3.6.1	Principales sources bibliographiques pour l'avifaune marine.....	96
4.3.6.2	Activités et importance du golfe du Lion en fonction des saisons	96
4.3.6.3	Oiseaux marins nicheurs et hivernants dans le golfe du Lion.....	100
4.3.6.4	Oiseaux terrestres migrateurs	161
4.3.6.4.1	Phénologie de présence de l'avifaune terrestre migratrice dans le golfe du Lion	161
4.3.6.4.2	Principaux sites d'accueil et de haltes migratoires	161
4.3.6.4.3	Flux migratoires observés dans le golfe du Lion	161
4.3.6.4.4	Altitudes des migrateurs terrestres dans le golfe du Lion.....	161
4.3.6.5	Lacunes.....	164
4.3.7	Chiroptères en mer	165
4.3.7.1	Principales sources bibliographiques pour les Chiroptères.....	165
4.3.7.2	Données générales sur la migration côtière et la fréquentation du golfe du Lion par les chauves-souris	165
4.3.7.3	Lacunes.....	169
4.3.8	Mammifères marins, tortues marines et grands poissons pélagiques.....	170
4.3.8.1	Mammifères marins.....	170
4.3.8.2	Tortues marines.....	186
4.3.8.3	Elasmobranches et grands poissons pélagiques	192
4.3.8.4	Lacunes.....	200
4.3.9	Peuplements et habitats benthiques.....	201
4.3.9.1	Contexte	201
4.3.9.2	Substrat meuble.....	205
4.3.9.3	Herbier à posidonies.....	208
4.3.9.4	Coralligène	214

4.3.10	Poissons et méga-invertébrés	225
4.3.10.1	Contexte	225
4.3.10.2	État environnemental à l'échelle de l'aire d'étude	225
4.3.10.3	Lacunes.....	240
4.3.11	Continuités écologiques et équilibres biologiques	241
4.4	DESCRIPTION LIES AU PAYSAGE ET AU PATRIMOINE MARITIME	243
4.4.1	Etat actuel des connaissances.....	243
4.4.1.1	Paysage	243
4.4.1.1.1	Les documents de cadrage.....	243
4.4.1.1.2	Les caractéristiques paysagères et patrimoniales.....	246
4.4.1.2	Ressources archéologiques sous-marines.....	249
4.4.2	Identification des lacunes et compléments nécessaires.....	249
4.5	DESCRIPTION LIES AUX ACTIVITES ET USAGES EN MER ET SUR LE LITTORAL.....	250
4.5.1	Pêche professionnelle.....	250
4.5.2	Activités conchylicoles et d'élevage marin	257
4.5.3	Trafic maritime	259
4.5.3.1	Trafic de marchandises	260
4.5.3.2	Trafic de passagers.....	261
4.5.3.3	Trafic lié aux bateaux de pêche et à la plaisance	262
4.5.4	Tourisme et loisirs nautiques.....	263
4.5.4.1	Ports et plaisances.....	263
4.5.4.2	Tourisme balnéaire.....	264
4.5.4.3	Sports et loisirs nautiques	265
4.5.5	Servitudes et contraintes maritimes	266
4.5.5.1	Servitudes de la Marine Nationale	266
4.5.5.2	Zones à usages réglementées, obstacles et obstructions	266
4.5.6	Risques technologiques.....	270
4.5.6.1	Risques liés aux transports de marchandises dangereuses.....	270
4.5.6.2	Risques liés aux déchets de guerre	270
5	ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE POUR LE RACCORDEMENT TERRESTRE.....	271
5.1	DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE TERRESTRE	271
5.1.1	Facteurs climatiques	271
5.1.2	Géologie.....	271
5.1.3	Géomorphologie et topographie	273
5.1.4	Réseau hydrographique.....	273
5.1.4.1	Réseau hydrographique superficiel	273
5.1.4.2	Gestion de la ressource en eau.....	274
5.1.4.3	Masses d'eau souterraines	275
5.1.4.4	Captages en eau potable	276
5.1.5	Bruit ambiant	277
5.1.6	Qualité de l'air	278
5.1.7	Risques naturels	279
5.1.7.1	Risque sismique	279
5.1.7.2	Risque inondation	279
5.1.7.3	Retrait-gonflement des argiles	281

5.1.7.4	Radon.....	281
5.1.7.5	Mouvements de terrain et cavités	281
5.1.7.6	Feu de forêts.....	281
5.1.7.7	Risque céramique	282
5.2	DESCRIPTION DE LA BIODIVERSITE ET DES MILIEUX NATURELS TERRESTRES	284
5.2.1	Etat actuel des connaissances.....	284
5.2.1.1	Espaces naturels d'inventaires et de protection environnementale	284
5.2.1.2	Habitats, faune/flore et zones humides.....	292
5.2.1.3	Continuités écologiques et équilibres biologiques	297
5.2.2	Identification des lacunes et compléments nécessaires.....	299
5.3	DESCRIPTION DE L'ETAT ACTUEL DES ACTIVITES HUMAINES ET DES USAGES	302
5.3.1	Agriculture et espaces agricoles	302
5.3.2	Tourisme et loisirs	303
5.3.3	Infrastructures et réseaux.....	303
5.3.3.1	Trafic routier et ferroviaire	303
5.3.3.2	Trafic aérien	304
5.3.3.3	Trafic fluvial et infrastructures portuaires maritimes.....	304
5.3.3.4	Réseaux électriques.....	305
5.3.4	Servitudes et contraintes techniques	306
5.3.5	Risques technologiques et sites pollués.....	307
5.3.5.1	Transport de matières dangereuses	307
5.3.5.2	Risque industriel.....	308
5.3.5.3	Risques d'inondation en cas de rupture de barrage.....	309
5.3.5.4	Risque nucléaire	310
5.3.5.5	Risque minier.....	310

BIBLIOGRAPHIE..... 312

ANNEXES..... 331

Annexe 1.	Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales - Avifaune.....	332
Annexe 2.	Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales - Mégafaune marines (mammifères marins, tortues marines et grands pélagiques).....	334
Annexe 3.	Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales - Chiroptères	336
Annexe 4.	Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales – Qualité de l'eau.....	338
Annexe 5.	Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales – Qualité des sédiments.....	340
Annexe 6.	Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales - Habitats et peuplement benthiques.....	342

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Zones retenues pour les procédures de mise en concurrence et la poursuite des études environnementales.....	16
Figure 2 : Opportunités et risques de l'implantation d'un parc éolien en mer et de son raccordement pour l'environnement.....	21
Figure 3 : Robustesse des données disponibles pour chaque zone EOF AO6 pour la définition des enjeux et des risques d'effets associés au développement de projets éoliens flottants en mer (DMO EOS 2021)	22
Figure 4 : Températures sur la période 1991-2020 à Marseille-Marignane.....	28
Figure 5 : Moyenne mensuelle des précipitations sur la période 1991-2020 à Marseille-Marignane.....	29
Figure 6 : Pression et vent extrêmes sur la période 1991-2020 à Marseille-Marignane.....	30
Figure 7 : Vitesse moyenne du vent à 100 m d'altitude de 2000 à 2019.....	31
Figure 8 : Vitesse moyenne du vent à 10 m d'altitude de 2000 à 2019.....	32
Figure 9 : Roses des vents AROME 2000-2019 à 100 mètres de hauteur aux points d'intérêt de la zone d'étude D.....	33
Figure 10: Roses des vents AROME 2000-2019 à 10 mètres de hauteur aux points d'intérêt de la zone D.....	33
Figure 11 : Fréquences mensuelles de visibilité de la zone d'étude au large.....	34
Figure 12 : Morpho-bathymétrie du Golfe du Lion.....	37
Figure 13 : Bathymétrie du Golfe du Lion.....	38
Figure 14 : Bathymétrie de la zone du parc et de son raccordement.....	38
Figure 15: Nature des fonds.....	40
Figure 16 : Coupe sismique (chirp) STch 93 à travers le complexe deltaïque subaquatique du Rhône occidental.....	41
Figure 17 : Carte de répartition des sédiments sur le corridor de raccordement du parc.....	42
Figure 18 : Carte de répartition des sédiments sur la zone du parc.....	43
Figure 19 : Epaisseur des sédiments post-messinien (en m).....	44
Figure 20 : Epaisseur des sédiments sur le corridor de raccordement (pour une célérité de 1575 m/s).....	45
Figure 21 : Epaisseur des sédiments sur la zone du parc (pour une célérité de 1575 m/s).....	46
Figure 22 : Niveaux d'eau de marées à Fos-sur-Mer.....	47
Figure 23 : Circulation générale des eaux de surfaces dans le Golfe du Lion (la zone d'étude est ici la zone D) ..	49
Figure 24 : Hauteurs significatives en mètres (couleurs) et directions moyennes (flèches) des vagues moyennes modélisées sur la période 2012/2019 (zone D à considérer ici).....	51
Figure 25 : Rose de vagues (hauteur significative / direction moyenne) pour l'état de mer total (col. 1), pour la mer de vent (col. 2) et pour la houle principale (col. 3). ..	51
Figure 26 : Localisation des principaux lobes deltaïques mis en place depuis le XVIIe siècle. 1 : lobe deltaïque sous-marin.....	54
Figure 27 : Dérive littorale et transit sédimentaire à l'Est du Rhône dans le Golfe de Fos.....	55
Figure 28 : Evolution du trait de côte et des fonds durant le 20ème siècle.....	56
Figure 29 : Contexte hydrosédimentaire au droit de l'embouchure du Rhône.....	56
Figure 30 : Processus majeurs du golfe du Lion, montrant la zone de dilution du Rhône en rose.....	57
Figure 31 : Distribution spatiale de l'oxygène dissous (en $\mu\text{mol O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$) dans les eaux de surface (-10 m).....	58
Figure 32 : Turbidité moyenne de surface obtenue par satellite entre 2003 et 2009 (source : PAMM, 2012).....	59
Figure 33 : Localisation des points de mesure IFREMER les plus proches du projet (source: Surval - Ifremer, 2022).....	61
Figure 34 : Concentration en Escherichia coli dans les coquillages (Ifremer, 2022).....	62
Figure 35 : Abondance du phytoplancton toxique (Ifremer, 2022).....	63
Figure 36 : Points de contrôle de la qualité des eaux de baignade (Ministère de la santé).....	64
Figure 37 : Plan d'échantillonnage des sédiments – Secteur Ponteau - Projet Midi- Provence (Créocéan, 2015). ..	66
Figure 38 : Plan d'échantillonnage des sédiments – Raccordement PGL - (Créocéan, 2022).....	67
Figure 39: Cartographie du bruit ambiant obtenue par simulation par le SHOM pour renseigner le descripteur D11 DCSMM.....	69
Figure 40: Cartographie du bruit ambiant du Golfe du Lion réalisée par CHORUS en septembre 2021, chaque station de mesure correspondant à 1 heure d'écoute.....	69

Figure 41 : Cartographie de la distribution de signaux bioacoustiques de dauphins (grand dauphin, dauphin bleu et blanc) du Golfe du Lion réalisée par CHORUS en septembre 2021, chaque station de mesure correspondant à 1 heure d'écoute, en haut détection de clics, en bas détection de sifflements.	70
Figure 42 : Position et mouillage déployée depuis mai 2022 par le SHOM, l'OFB et CHORUS.....	71
Figure 43 : Carte des sites de suivis environnementaux par acoustique passive opérés par CHORUS	72
Figure 44 : Programmes de cartographie acoustique opérés par la structure	74
Figure 45 : Evolution du trait de côte de la zone d'étude.....	77
Figure 46 : Localisation des zonages de conservation et d'inventaire dans le golfe du Lion.....	78
Figure 47 : Localisation des zonages Natura 2000 et du Parc naturel marin du golfe du Lion.....	79
Figure 48 : Situation de la Zone 2 Paca vis-à-vis du réseau de ZNIEFF	83
Figure 49 : Situation de la Zone 2 PACA vis-à-vis des autres zonages de protection et d'inventaires environnementaux.....	83
Figure 50 : Carte des paysages marins en Méditerranée occidentale.....	84
Figure 51 : Localisation des stations d'échantillonnage lors des campagnes PELMED de 2013 à 2019. Sont représentées en bleu les stations d'étude des paramètres physico-chimiques (« CTD »), en rouge les stations d'étude des communautés de zooplancton (« zoo ») et en noir lorsque les 2 paramètres ont été mesurés	86
Figure 52 : Abondance relative des groupes de plancton dominants lors des campagnes PELMED de 2013 à 2019. (source : Nithard, 2021)	87
Figure 53 : Cartes de l'abondance totale des copépodes (individus par m ³) pendant les campagnes PELMED de 2013 à 2019 (Nithard, 2019)	87
Figure 54 : Cartes de l'indice de Simpson des copépodes pendant les campagnes PELMED de 2013 à 2019 (Nithard, 2019).....	88
Figure 55 : Cartes de l'indice de Pielou des copépodes pendant les campagnes PELMED de 2013 à 2019 (Nithard, 2019).....	88
Figure 56 : Localisation des points de suivi des réseaux de surveillance de l'Ifremer dans la zone d'étude.	91
Figure 57 : Biomasse, abondance et taxons dominants au point « Anse de Carteau » en 2021.....	92
Figure 58 : Abondance du phytoplancton toxique dans la zone du « Golfe de Fos » en 2021. Source : REPHY-Ifremer, banque Quadrige ²	94
Figure 59 : Exemple d'évolution horaire de l'activité de vol au printemps par expertise radar sur le littoral méditerranéen.....	97
Figure 60 : Exemple d'évolution horaire de l'activité de vol en automne par expertise radar sur le littoral méditerranéen.....	98
Figure 61 : Exemple de recensement des sites de nidification et effectifs reproducteur de la Sterne caugek en 2015 - 2016 (Programme LARIMED).....	99
Figure 62 : Phénologie des observations ponctuelles du Pingouin torda depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC(données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).	100
Figure 63 : Abondance relative du Pingouin torda en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015).....	101
Figure 64 : Phénologie des observations ponctuelles du macareux moine depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP,CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).	102
Figure 65 : Répartition de l'Océanite tempête à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)	103
Figure 66 : Phénologie des observations ponctuelles de l'Océanite tempête depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer en Camargue (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).	104
Figure 67 : Abondance relative d'Océanite tempête en hiver et en été dans le golfe du Lion (d'après Ruffray & al., 2015).....	105
Figure 68 : Répartition du Puffin de Scopoli à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2) .	106
Figure 69 : Répartition et effectifs reproducteurs du Puffin de Scopoli en Méditerranée. © Anselme L. & Durand J.P., 2012.....	107
Figure 70 : Phénologie des observations ponctuelles du Puffin cendré depuis la côte entre 2009-2013 en Camargue (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).	108
Figure 71 : Trajets alimentaires en mer Méditerranée du Puffin de Scopoli grâce à la télémétrie. © AAMP, 2011-2012	109
Figure 72 : Distribution annuelle des puffins de Scopoli des îles françaises de Méditerranée. Les contours de densité 25%, 50%, 70%, 80% sont illustrés avec un gradient de couleurs d'intensité décroissantes in Péron & Grémillet 2014. Bleu : Marseille (n=42), Vert : Porquerolles (n=8), Rouge : Lavezzi (n=24), Jaune : Giraglia (n=25)	110
Figure 73 : Carte de répartition du Puffin cendré de 1994 à 2010 (données PELMED, Beaubrun et al., 2013) ...	111

Figure 74 : Abondance relative du Puffin de Scopoli en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015).....	112
Figure 75 : Répartition du Puffin yelkouan à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)....	113
Figure 76 : Répartition et effectifs reproducteurs du Puffin yelkouan en Méditerranée. © in Bourgeois, K. 2012.	114
Figure 77 : Proportions relatives des effectifs de puffins de Méditerranée vus en semaine (brun) et en week-end (vert pâle) pendant 163 des chalutages des campagnes PELMED (1994-2010). Pastille la plus grosse = 180 individus	116
Figure 78 : Phénologie des observations ponctuelles du Puffin yelkouan depuis la côte entre 2009-2013 en Camargue (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).....	116
Figure 79 : Abondance relative du Puffin yelkouan en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015).....	117
Figure 80 : Répartition du Puffin des Baléares à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)	118
Figure 81 : Localisation des colonies de reproduction et effectifs reproducteurs du Puffin des Baléares en 2009. (CMA 2010).....	119
Figure 82 : Proportions relatives des effectifs de puffins des Baléares vus en semaine (brun) et en week-end (cyclamern) pendant 84 des chalutages des campagnes PELMED (1994-2010). Pastille la plus grosse = 100 individus.	119
Figure 83 : Répartition du Grand cormoran à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2) ..	121
Figure 84 : Phénologie des observations ponctuelles du Grand cormoran depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © Meridionalis) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)) au sein de Camargue.....	121
Figure 85 : Abondance relative du Grand cormoran en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015).....	122
Figure 86 : Répartition du Cormoran huppé à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2) .	123
Figure 87 : Répartition et effectifs de la sous espèce desmarestii. © Bazin N., Imbert M., 2012.....	124
Figure 88 : Abondance relative de labbe parasite en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015).....	126
Figure 89 : Phénologie des observations ponctuelles du Labbe pomarin depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).....	127
Figure 90 : Phénologie des observations ponctuelles du Grand Labbe depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © Meridionalis) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).....	127
Figure 91 : Abondance relative de Labbe parasite en hiver et en été au large de la Camargue	128
Figure 92 : Répartition du Goéland leucopnée à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)	129
Figure 93 : Phénologie des observations ponctuelles du Goéland leucopnée depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)) au sein de la Camargue.....	130
Figure 94 : Répartition de la Mouette mélanocéphale à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2).....	131
Figure 95 : Phénologie des observations ponctuelles de la Mouette mélanocéphale depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © AMV/TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)) au sein de la Camargue.....	132
Figure 96 : Observations de Mouette mélanocéphale et de Mouette rieuse dans le Golfe du Lion de 1994 à 2010 en période estivale (plus grand cercle = 64 ind.). © Beaubrun et al, 2013.....	133
Figure 97 : Localisation des colonies de reproduction de Mouette mélanocéphale dans le golfe du Lion (Source : Life + ENVOLL).....	134
Figure 98 : Abondance relative de La Mouette mélanocéphale en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015).....	135
Figure 99 : Répartition de la Mouette rieuse à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2) .	136
Figure 100 : Phénologie des observations ponctuelles de la Mouette rieuse depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)) au sein de la zone d'étude du Golfe du Lion.....	137
Figure 101 : Abondance relative de La Mouette rieuse en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015).....	138
Figure 102 : Répartition de la Mouette pygmée à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)	139
Figure 103 : Phénologie des observations ponctuelles de la Mouette pygmée depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS	

3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).	139
Figure 104 : Abondance relative de La Mouette pygmée en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)	141
Figure 105 : Abondance relative de La Mouette tridactyle en hiver au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)	142
Figure 106 : Répartition de la Sterne caugek à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)	144
Figure 107 : Phénologie des observations ponctuelles de la Sterne caugek depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © AMV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).	144
Figure 108 : Localisation des colonies de reproduction de Sterne caugek sur le littoral sableux (Life+ENVOLL, 2016)	146
Figure 109 : Abondance relative de La Sterne caugek en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)	146
Figure 110 : Répartition de la Sterne naine à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)	148
Figure 111 : Phénologie des observations ponctuelles de la Sterne naine depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).	148
Figure 112 : Abondance relative de La Sterne naine en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)	150
Figure 113 : Répartition de la Sterne pierregarin à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)	150
Figure 114 : Phénologie des observations ponctuelles de la Sterne pierregarin depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)) au sein de la zone d'étude du Golfe du Lion.	151
Figure 115 : Localisation des colonies de reproduction de Sterne pierregarin sur le littoral sableux (Life+ENVOLL, 2016)	152
Figure 116 : Abondance relative de La Sterne pierregarin en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)	153
Figure 117 : Répartition du Fou de Bassan à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)	154
Figure 118 : Phénologie des observations ponctuelles du Fou de Bassan depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer en Camargue (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).	155
Figure 119 : Proportions relatives des effectifs de fou de Bassan observées pendant 114 chalutages des campagnes PELMED 1994-2010. Plus grosse pastille = 7 individus (Spurce : Beaubrun et al., 2013).	156
Figure 120 : Abondance relative de La Fou de Bassan en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)	157
Figure 121 : Phénologie des observations ponctuelles de la Macreuse noire sur la période 2009-2013 en Camargue. © TdV/LPO Paca, 2015.	158
Figure 122 : Phénologie des observations ponctuelles de la Macreuse brune sur la période 2009-2013 en Camargue. © TdV/LPO Paca, 2015.	159
Figure 123 Trajets migratoires de populations différentes de Busards des roseaux. La carte de gauche représente les trajets en migration à l'automne et la carte de droite au printemps (Source : Trierweiler et al 2014)	162
Figure 124 : Trajets migratoires de Busards des roseaux en migration postnuptiale (Source : Vardanis et al 2011)	162
Figure 125 : Déplacements migratoires du Martinet noir (in Åkesson et al., 2016)	163
Figure 126 : Déplacements migratoires de la Bécassine double (in Lindström et al., 2016)	164
Figure 127 : Distribution et migration de la Pipistrelle de Nathusius en Europe (Source : Pravettoni, UNEP/GRIDArendal, 2011)	166
Figure 128 : Synthèse du caractère migrateur et de l'affinité au survol (ou à l'exploitation) du milieu marin par les espèces de chauves-souris (Source : Biotope, 2016 d'après sources diverses (Source : Le Campion 2010 & 2013 ; Jonge Poeking et al., 2013 ; BSH & BMU, 2014 ; Lavergeld et al., 2014, 2015 ; Biotope, non publié))	166
Figure 129 : Rayons d'actions nocturne des chiroptères (Source : Haquart, 2013)	167
Figure 130 : Espèces susceptibles de fréquenter la zone de la ferme pilote EFGl (d'après Biotope, 2018)	168
Figure 131 : Prédiction de l'abondance du Grand dauphin, Tursiops truncatus, à l'échelle méditerranéenne. (Source : Figure 30 du rapport ACCOBAMS, 2021)	172
Figure 132 : Cartes des observations par avion de Grand dauphin, Tursiops truncatus, selon la saison. Nombre de passages : hiver = 3, printemps = 2, été = 3, automne = 2. (Source : Biotope, 2017)	173
Figure 133 : Prédiction de l'abondance du Dauphin bleu et blanc, Stenella coeruleoalba, à l'échelle méditerranéenne. (Source : Figure 31 du rapport ACCOBAMS, 2021)	174

Figure 134 : Cartes des observations par avion de dauphin bleu et blanc, <i>Stenella coeruleoalba</i> , selon la saison. Nombre de passages : hiver = 3, printemps = 2, été = 3, automne = 2. (Source : Biotope, 2017).	175
Figure 135 : Observations estivales de Dauphin commun (1988-2012). L'isobathe 1000 m est dessinée. (Source : Figure 3 de l'article du Groupe de Recherche sur les Cétacés - Gannier, 2017)	176
Figure 136 : Figure 45 : Prédiction de l'abondance des Dauphins communs ou rayés (indéterminés), à l'échelle méditerranéenne. (Source : Figure 32 du rapport ACCOBAMS, 2021)	176
Figure 137 : Prédiction de l'abondance du Dauphin de Risso, <i>Grampus griseus</i> , à l'échelle méditerranéenne. (Source : Figure 29 du rapport ACCOBAMS, 2021)	177
Figure 138 : Prédiction de l'abondance du Rorqual commun, <i>Balaenoptera physalus</i> , à l'échelle méditerranéenne. (Source : Figure 28 du rapport ACCOBAMS, 2021)	179
Figure 139 : Cartes des observations par avion de Rorqual commun, <i>Balaenoptera physalus</i> , selon la saison. Nombre de passages : hiver = 3, printemps = 2, été = 3, automne = 2. Toutes les observations ont eu lieu au printemps (Source : Biotope, 2017)	179
Figure 140 : Distribution des observations de Cachalots entre 1992 et 2015 en Méditerranée nord-occidentale. (Source : Carte 8 du rapport final Di-Méglio et al, 2016 - EcoOcéan Institut)	180
Figure 141 : Cartes issues de Delacourtie et al. (2009). A gauche, les valeurs krigées (espérance du nombre d'observations de Cachalots par kilomètre d'effort) pour les années 1994 à 2008 cumulées. A droite, les variances krigées associées (carré de l'erreur du nombre moyen des observations de Cachalots par kilomètre d'effort). La distribution du Cachalot dans le golfe du Lion est extrapolée à partir des observations effectuées en mer de Ligurie.	181
Figure 142 : Carte de densité prédite par Mannocci et al. (2018b) montrant les régions d'habitat idéal pour les cachalots (jauné = probabilité la plus élevée, bleu = probabilité la plus faible) et sur laquelle sont superposées les observations réalisées en bateau lors de la campagne ASI (carrés blancs et cercles rouges/orangés respectivement). Source : Figure 60 du rapport ACCOBAMS, 2021.	181
Figure 143 : Distribution des observations de Globicéphale ots entre 1992 et 2015 en Méditerranée nord-occidentale. (Source : Carte 7 du rapport final Di-Méglio et al, 2016 - EcoOcéan Institut)	182
Figure 144 : Taux de rencontre pour 1000 km d'effort et pointage des observations pour les Globicéphalins. SAMM I (campagnes d'hiver 2011 et d'été 2012) à droite. SAMM II (campagne d'hiver 2019) et ASI (campagne d'été 2018) à gauche. (Source : Laran et al. 2021. Suivi aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine – Rapport final)	183
Figure 145 : Les observations de <i>Ziphius cuvieri</i> , cétacé teuthophage préférentiel (1988-2012). (Sources : Figure 3 de l'article Groupe de Recherche sur les Cétacés – Gannier, 2018).	184
Figure 146 : Détections acoustiques de baleines à bec réalisées lors des campagnes acoustiques Song of the Whale de l'été 2018. La surface des symboles est proportionnelle à la taille du groupe (Sources : Figure 57 du rapport ACCOBAMS, 2021).	184
Figure 147 : Cartes des observations par avion de tortues marines (10 passages). Toutes les observations ont eu lieu en été. « <i>Cheloniidae</i> sp » désigne les tortues à écaille non identifiées à l'espèce. (Source : Biotope, 2017)	188
Figure 148 : Nombre d'individus par km ² de tortues marines du groupe des chélonidées dans la SRM Méditerranée occidentale en hiver 2011 (A) et été 2012 (B). Source : Simian G & Artero C, 2018.	189
Figure 149 : Prédiction d'abondance de la tortue caouanne en mer Méditerranée pour l'été 2018, ne prenant pas en compte les biais de disponibilité de l'espèce. Echelle : nombre d'individus par cellule de grille de 100km ² . Zone blanche = zone non prospectée du sud de la mer Méditerranée. Source : DiMatteo et al. 2022	189
Figure 150 : Zones d'alimentation du plateau continental et aires d'hivernage méditerranéennes des tortues Caouannes <i>Caretta caretta</i> (zones et flèches oranges) et des tortues Vertes <i>Chelonia mydas</i> (flèches vertes). De manière conventionnelle, le plateau continental est délimité par la ligne isobathe de 200m. Source : Casale et al. 2018	190
Figure 151 : Taux de rencontre en nombre d'observations pour 1000 km d'effort pour les thons et les bonites (<i>Thunnus</i> spp, <i>Sarda</i> sp). SAMM I - campagne d'hiver 2011 (à droite) - SAMM II - campagne d'été 2012 (à gauche). (Source : Pettex et al. Suivi aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine – Rapport intermédiaire)	193
Figure 152 : Prédiction de densité de l'Espadon, <i>Xiphias gladius</i> , à l'échelle méditerranéenne. (Source : Annexe 12 du rapport final des campagnes SAMM I et II. Laran et al., 2021)	194
Figure 153 : Taux de rencontre pour 1000 km d'effort et pointage des observations pour les poissons lunes (<i>Mola mola</i>). SAMM I (campagnes d'hiver 2011 et d'été 2012) à droite. SAMM II (campagne d'hiver 2019) et ASI (campagne d'été 2018) à gauche. (Source : Laran et al. 2021. Suivi aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine – Rapport final)	195
Figure 154 : Taux de rencontre pour 1000 km d'effort et pointage des observations pour les élasmobranches. SAMM I (campagnes d'hiver 2011 et d'été 2012) à droite. SAMM II (campagne d'hiver 2019) et ASI (campagne d'été 2018) à gauche. (Source : Laran et al. 2021. Suivi aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine – Rapport final)	197
Figure 155 : Taux de rencontre des élasmobranches (observation par km) sur une grille de 50x50 km et effort de prospection et d'observation par espèce lors des prospections aériennes. (Sources : Figure 22 du rapport ACCOBAMS, 2021)	198
Figure 156 : Trajets d'anguilles suivies par balises Argos depuis le départ de lagunes d'Occitanie vers la zone de reproduction de la mer des Sargasses (Source : Amilhat et al. 2016)	199
Figure 157 : Carte des habitats EUNIS présents dans l'aire d'étude de la région PACA	202
Figure 158 : Stations de prélèvement sédimentaires (PGL, 2017)	205

Figure 159 : Richesse spécifique parmi les groupes zoologiques	207
Figure 160 : Abondance parmi les groupes zoologiques	207
Figure 161 : Site du réseau TEMPO suivis en 2021 (TEMPO, 2021)	208
Figure 162 : Plan de localisation du site « Bonnieu Nord » (TEMPO 2021)	209
Figure 163 : Plan de localisation du site « N_Côte Bleue » (TEMPO 2021)	212
Figure 164 : Localisation des site RECOR suivis en 2021 (RECOR 2021)	215
Figure 165 : Site centrale. Nécroses des peuplements de gorgones jaunes <i>Eunicella cavolinii</i> (RECOR, 2021)	217
Figure 166 : Site centrale. Nécroses des peuplements de gorgones blanches <i>Eunicella singularis</i> (RECOR, 2021)	218
Figure 167 : Site Grand Four à Chaux. Nécroses des peuplements de gorgones jaunes <i>Eunicella cavolinii</i> (RECOR, 2021)	222
Figure 168 : Site centrale. Nécroses des peuplements de gorgones blanches <i>Eunicella singularis</i> (RECOR, 2021)	222
Figure 169 : Emprise de l'étude et stations de la campagne halieutique MEDITS dans le golfe du Lion	226
Figure 170 : Transects prospectés lors de la campagne halieutique PELMED	227
Figure 171 : Effort d'observation par chalutage (chaque points est un chalutage) parcourue lors de la campagne NOURMED	227
Figure 172 : Carte des quatre potentielles zones (en orange : A, B, C, D) d'implantation du futur parc éolien flottant (dirm, 2018)	228
Figure 173 : Aires d'études pilote (PGL, 2017)	229
Figure 174 : Richesse spécifique des espèces en zone de croissance	233
Figure 175 : Richesse spécifique des espèces en zones de nourricerie	235
Figure 176 : Richesse spécifique des espèces en zone de frayère	236
Figure 177 : Richesse spécifique des espèces de mollusque	238
Figure 178 : Richesse spécifique des espèces de crustacé	239
Figure 179 : Richesse spécifique des espèces d'invertébrés benthiques	240
Figure 180 : Zone fonctionnelle de dimension « restreinte » pour les espèces marines identifiées au sein du plateau du golfe du Lion	241
Figure 181 : Zone fonctionnelle de dimension « restreinte » pour les espèces marines identifiées au sein du secteur Provence – Côte d'Azur	242
Figure 182 : Distribution spatiale des activités de pêche tous engins confondus	252
Figure 183 : Nombre d'heure de présence maximale des navires équipés de VMS, 2016/2019 pour les engins trainants et dormants (ici la zone d'étude est située le plus à l'Est)	253
Figure 184 : Nombre d'heures de présence maximum pour les navires équipés de VMS par port	254
Figure 185 : Répartition des navires des quartiers maritimes de Marseille et Martigues par flottille	255
Figure 186 : Chiffre d'affaire moyen des ventes de Thon rouge au regard des zones de capture sur la période 2016-2018 obtenue par l'approche RICEP	256
Figure 187 : Sites existants et sites propices à la pisciculture sur la façade méditerranéenne identifiés dans les SRDAM en 20214-2015	259
Figure 188 : Trafic maritime en 2019 (hors pêche) des navires équipés de balise AIS	261
Figure 189 : Trafic maritime (passagers et marchandises) en Méditerranée occidentale	262
Figure 190 : Suivi AIS ponctuel des navires sur l'ensemble du périmètre d'étude (02/06/23 à 16h 17)	263
Figure 191 : Ports de plaisance	264
Figure 192 : Typologie de l'offre touristique des communes littorales de la façade Méditerranée	265
Figure 193 : Zones de contraintes réglementaires liées aux activités de la défense nationale	267
Figure 194 : Contraintes et servitudes maritimes du Golfe de Fos	268
Figure 195 : Câbles sous-marins, épaves et obstructions	269
Figure 196: Géologie de la zone d'étude	272
Figure 197 : Réseau hydrographique	274
Figure 198 : Masses d'eau souterraines de la zone d'étude	276
Figure 199: zone de sismicité en France	279
Figure 200: Risque inondation de la zone d'étude	280
Figure 201 : Aléa feu de forêt dans le département des Bouches-du-Rhône	282
Figure 202 : Niveau kéraunique de la France	282
Figure 203 : Synthèse des enjeux du milieu physique de la zone d'étude terrestre	283
Figure 204 : Infrastructures et transports de la zone d'étude	305
Figure 205 : Risque industriel de la zone d'étude	309
Figure 206 : Synthèse des enjeux du milieu humain	311

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Statistiques de la moyenne du vent sur 20 ans (200-2019) à 100 et 10 m de hauteur (en m/s) sur la macrozone D (au large de PACA).....	31
Tableau 2 : Tableau des objectifs définis par le SDAGE 2022-2027 Rhône Méditerranée pour les masses d'eau côtières	60
Tableau 3 : Statistiques des niveaux sonores dB re. 1µPa en fonction de la bande fréquentielle et de la profondeur de mesure.....	71
Tableau 4 : Liste des programmes de suivis environnementaux à partir d'écoutes longues	73
Tableau 5 : Liste des programmes de cartographies acoustiques.....	75
Tableau 6 : Synthèse des espaces e protection, de conservation et d'inventaire inventoriés interférant avec les zones de projet ou proche de celles-ci.....	79
Tableau 7 : Taxons dominants du point de surveillance « Anse de Carteau » en 2021 - Source : REPHY Observation - Ifremer	93
Tableau 8 : Programmes d'acquisition de données sur la mégafaune marine	95
Tableau 9 : Statuts de protection et de rareté de la population de Pingouin torda	101
Tableau 10 : Statuts de protection et de rareté de la population de Macareux moine	102
Tableau 11 : Populations de l'Océanite tempête sur les îles marseillaises et d'Hyères (2009)	103
Tableau 12 : Statuts de protection et de rareté de la population d'Océanite tempête	106
Tableau 13 : Populations du Puffin de Scopoli sur les îles marseillaises, d'Hyères et en Corse (2011).....	107
Tableau 14 : Statuts de protection et de rareté de la population du Puffin de Scopoli.....	113
Tableau 15 : Populations du Puffin yelkouan sur les îles marseillaises et d'Hyères.....	114
Tableau 16 : Statuts de protection et de rareté de la population du Puffin yelkouan	118
Tableau 17 : Statuts de protection et de rareté de la population du Puffin des Baléares	120
Tableau 18 : Statuts de protection et de rareté de la population du Grand cormoran	123
Tableau 19 : Statuts de protection et de rareté de la population du Cormoran huppé de méditerranée.....	125
Tableau 20 : Statuts de protection et de rareté de la population du Goéland leucophée	131
Tableau 21 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Mouette mélanocéphale	136
Tableau 22 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Mouette rieuse	137
Tableau 23 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Mouette pygmée	140
Tableau 24 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Mouette tridactyle	142
Tableau 25 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Sterne caugek.....	147
Tableau 26 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Sterne naine	149
Tableau 27 : Statuts de protection et de rareté de la population de Fou de Bassan	157
Tableau 28 : Statuts de protection et de rareté des principales espèces de chiroptères susceptibles d'être rencontrées au large du golfe du Lion.....	169
Tableau 29 : Statuts de protection et de rareté la population de Grand Dauphin	173
Tableau 30 : Statuts de protection et de rareté la population de Dauphin bleu et blanc.....	175
Tableau 31 : Statuts de protection et de rareté la population de Dauphin commun	176
Tableau 32 : Statuts de protection et de rareté la population de Dauphin de Risso	178
Tableau 33 : Statuts de protection et de rareté la population de Rorqual commun	180
Tableau 34 : Statuts de protection et de rareté la population de Cachalot	181
Tableau 35 : Statuts de protection et de rareté la population de Globicéphale noir.....	183
Tableau 36 : Statuts de protection et de rareté la population de Baleine à bec de Cuvier	185
Tableau 37 : Statuts de protection et de rareté des tortues marines présentes dans le golfe du Lion	191
Tableau 38 : Statuts de protection et de rareté la population de l'Espadon.....	194
Tableau 39 : Statuts de protection et de rareté la population de Poisson lune	196
Tableau 40 : Statuts de protection et de rareté la population des élasobranches	198
Tableau 41 : Statuts de protection et de rareté de population des espèces amphihalines	200
Tableau 42 : Habitats EUNIS rencontrés dans les zones de raccordement et de parc en région PACA.....	203
Tableau 43 : Composition des peuplements benthiques (PGL, 2017).....	206
Tableau 44 : Description générale.....	209
Tableau 45 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres	210
Tableau 46 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle	211
Tableau 47 : Description générale.....	213
Tableau 48 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres	214
Tableau 49 : Comparaison des données de nécrose pour les gorgones blanches Eunicella singularis et les gorgones jaunes Eunicella cavolinii à l'échelle régionale (RECOR, 2021).....	218
Tableau 50 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones blanches Eunicella singularis et les gorgones jaunes Eunicella cavolinii à l'échelle régionale (RECOR 2021)	219

Tableau 51 : Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).(RECOR)	221
Tableau 52 : Comparaison des données de nécrose pour les gorgones blanches <i>Eunicella singularis</i> et les gorgones jaunes <i>Eunicella cavolinii</i> à l'échelle régionale (RECOR, 2021).....	223
Tableau 53 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones rouges <i>Paramuricea clavata</i> et les gorgones jaunes <i>Eunicella cavolinii</i> à l'échelle régionale (RECOR, 2021)	224
Tableau 54 : Liste non exhaustive des espèces d'ichtyofaune et de leur statut de conservation	230
Tableau 55 : Liste non exhaustive des espèces de mollusques et de leur statut de conservation	237
Tableau 56 : Liste non exhaustive des espèces de crustacés et de leur statut de conservation	238
Tableau 57 : Liste non exhaustive des espèces d'invertébrés benthiques et de leur statut de conservation	239
Tableau 58: Production en tonnage et en valeur des 15 espèces principales dans les quartiers maritimes de Martigues (à gauche) et Marseille (à droite).....	255

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

Les projets d'installation d'éoliennes en mer s'inscrivent dans le cadre de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (2015) et la loi énergie climat (2019). Afin de favoriser le développement de l'éolien en mer et atteindre les objectifs fixés dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie, l'État, par le Ministère de la Transition Ecologique (MTE), a la charge d'attribuer des projets. Le MTE, qui est le maître d'ouvrage, conduit ainsi la procédure de mise en concurrence (conformément à l'article L. 311-10 du code de l'énergie).

L'État envisage le développement en Méditerranée de parcs éoliens flottants totalisant près de 1,5 GW, et de leur raccordement au réseau électrique. Le projet consiste en l'installation de deux parcs de près de 250 MW chacun, de leurs extensions de près de 500 MW chacune et d'un raccordement mutualisé entre chaque parc de 250 MW et son extension ultérieure. Le raccordement au réseau électrique de ces parcs sera réalisé par RTE (Réseau de transport d'électricité).

En amont du débat public sur ce projet, qui s'est tenu du 12 juillet 2021 au 31 octobre 2021, des travaux entrepris au sein du Conseil maritime de façade ont permis d'identifier des zones d'étude pour l'implantation des parcs commerciaux dans le Golfe du Lion, entre la frontière espagnole et le golfe de Fos-sur-Mer. Ces quatre macro-zones (A, B, C, D) recouvrent une superficie totale de plus de 3 300 km² en mer. Pour chaque macro-zone, une zone d'étude pour le raccordement électrique a été définie, comprenant une zone d'étude en mer et une zone d'étude à terre.

Suite au débat public, la ministre de la Transition Ecologique a, dans sa décision du 17 mars 2022, acté la poursuite du projet. Ainsi, 3 zones ont été retenues pour accueillir ces parcs. La superficie de ces zones est présentée sur la carte ci-dessous. Parmi ces 3 zones, 2 seront retenues au cours de la procédure de mise en concurrence lancée en mars 2022.

La procédure d'autorisation pour la construction d'un projet de parc éolien en mer et de son raccordement est composée de plusieurs étapes, dont les premières sont à la charge de l'État depuis la loi pour un État au service d'une société de confiance (ESSOC) du 10 août 2018 incluant la réalisation de l'état actuel de l'environnement de la zone sur laquelle portera la procédure de mise en concurrence. Il permet de décrire l'environnement avant la réalisation du projet conformément à l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement.

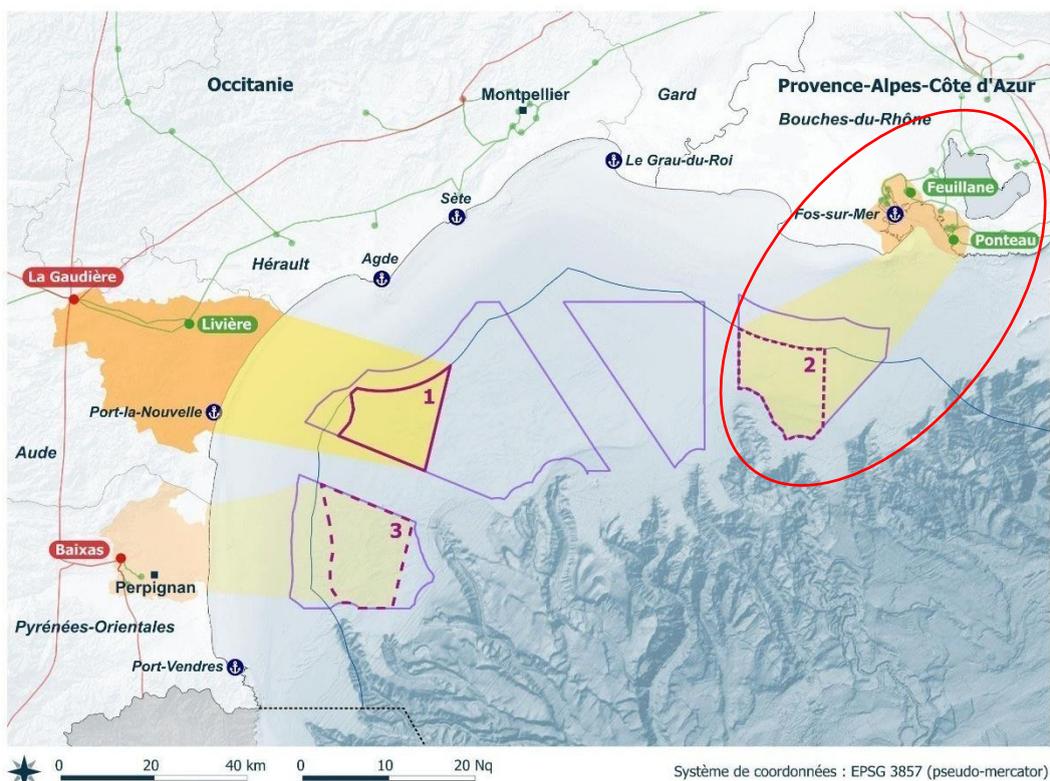
Le groupement BRLi – Biotope est titulaire du marché d'études visant à caractériser l'état actuel de l'environnement, conformément à l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement, des zones maritimes en Méditerranée en vue de l'implantation des parcs éoliens flottants.

La seconde zone retenue pour l'AO6 (zone 2 en rouge sur la figure ci-dessous) s'étend au large de la région Provence-Alpes-Cote-d'Azur (PACA).

Le présent rapport fait suite à la notification du marché de caractérisation de l'état actuel de l'environnement de la zone maritime et de la zone terrestre pour l'implantation et le raccordement du parc éolien en mer au large des côtes PACA (zone 2 de l'AO6 Méditerranée).



Figure 1 : Zones retenues pour les procédures de mise en concurrence et la poursuite des études environnementales



Zones retenues

- Zone retenue pour les procédures de mise en concurrence pour le premier parc et son extension
Zone 1 : 296 km²
- Zone préférentielle retenue pour les procédures de mise en concurrence pour le second parc et son extension
Zone 2 : 312 km²
(Le choix de la zone 2 sera confirmé au cours de la première procédure de mise en concurrence)
- Zone optionnelle retenue pour les procédures de mise en concurrence pour le second parc et son extension
Zone 3 : 364 km²
- Zones d'étude pour le raccordement en mer
- Zones d'étude pour le raccordement à terre
- Macro-zones à potentiel pour le développement de l'éolien commercial issues de la concertation de 2018

Réseau RTE existant

- Postes 400 kV 225 kV
- Lignes 400 kV 225 kV

Limites administratives et toponymie

- Limite de région Limite de département
- Préfecture Principaux ports

Délimitations maritimes

- Limite extérieure des eaux territoriales (12 milles)
- Limite extérieure de la zone économique exclusive au large des côtes françaises en Méditerranée. Cette limite n'a pas fait l'objet d'un accord de délimitation avec les pays voisins.

Sources

Zones retenues : Ministère de la transition écologique / Réseau existant : RTE
Limites administratives : IGN / Délimitations maritimes : Shom / Fonds bathymétrique : EMODnet

Pour mémoire, le marché d'études comprend en premier lieu :

Etude préliminaire :

Première phase : synthèse bibliographique présentant un état environnemental de la zone avec les données disponibles et identification des lacunes en termes de données et mesures *in situ* nécessaires pour compléter, actualiser, confirmer ou infirmer les données disponibles ;

Seconde phase : définition des protocoles permettant d'acquérir les données nécessaires à la définition de l'Etat actuel de l'environnement au titre de l'article R122-5 du Code de l'Environnement.

L'analyse porte sur le milieu marin, littoral et terrestre concerné par le projet de parc éolien et son raccordement à l'échelle de l'aire d'étude éloignée.

Le présent rapport présente la Synthèse bibliographique.

1.2 LA SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Première phase : synthèse bibliographique présentant un état environnemental de la zone avec les données disponibles et identification des lacunes en termes de données et mesures *in situ* nécessaires pour compléter, actualiser, confirmer ou infirmer les données disponibles ;

La présente synthèse bibliographique pose un cadre environnemental général pour chacune des principales composantes de l'environnement possiblement impactées par la mise en œuvre et l'exploitation d'un parc éolien flottant en mer permettant d'identifier les lacunes en termes de données et mesures *in situ*.

Cette synthèse ne correspond pas à une monographie exhaustive pour chacune des composantes environnementales, comme le font très bien :

- le Document Stratégique de Façade, ou certaines publications scientifiques,
- de façon concise le Dossier du Maître d'Ouvrage réalisé dans le cadre Débat Public associé au projet d'éoliennes flottantes en méditerranée et leur raccordement¹
- ou le fera l'Etat Initial de l'étude d'impact du projet final,

mais permet un éclairage suffisant pour identifier des besoins d'amélioration des connaissances dont la nature et la profondeur varient en fonction du référentiel retenu.

Le présent rapport d'études bibliographiques et ses annexes ont **pour objectif principal** :

- D'identifier les besoins d'amélioration des connaissances pour établir l'Etat Initial d'une Evaluation environnementale, tel que défini à l'article R122-5 du Code de l'environnement. Ces besoins sont directement associés au projet d'éoliennes flottantes en mer et leur raccordement maritime et terrestre de chaque zone de développement de l'AO6, dans un cadre réglementaire strict actuellement en vigueur. Il s'agit d'obligations réglementaires, tant pour l'Etat (DGEC-DREAL) que pour RTE.

Toutefois, **l'Etat**, conscient de l'écart des connaissances disponibles entre les espaces terrestres et maritimes français, **a la volonté de participer à un objectif secondaire d'augmentation de l'état général des connaissances du domaine maritime** en particulier celui inscrit dans la zone d'influence du projet :

- Participer à acquérir de l'information générale qui échapperait à la notion de proportionnalité au projet dictée par l'article R-122-5 ;
- Participer à acquérir de l'information générale pour la compréhension globale des écosystèmes, notamment celle à la base de la chaîne trophique ;
- Participer à acquérir une partie de l'information qui pourra être nécessaire aux recherches en cours tant sur de futures méthodes d'évaluation des impacts par approche écosystémique ;

¹ <https://eos.debatpublic.fr/un-projet-d-eoliennes-flottantes/>



2 PRINCIPES METHODOLOGIQUES

2.1 OBJECTIF PRINCIPAL : SATISFAIRE LES OBJECTIFS DE L'ARTICLE R. 122-5 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Outre la mise en évidence des principaux enjeux du territoire concerné, cette analyse de l'état des connaissances initiales a vocation à identifier les données existantes et les lacunes éventuelles, pour procéder à la mise au point de protocoles d'acquisition des connaissances satisfaisant les attendus réglementaires d'une étude d'impact réalisée au titre du Code de l'Environnement :

L'Article R. 122-5 du Code de l'Environnement dont l'article premier précise le cadre applicable, dont la notion de proportionnalité :

I. – Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.

Ce contenu tient compte, le cas échéant, de l'avis rendu en application de l'article R. 122-4 et inclut les informations qui peuvent raisonnablement être requises, compte tenu des connaissances et des méthodes d'évaluation existantes.

L'état actuel des connaissances sera complété des connaissances acquises à l'aide de protocoles spécifiques d'acquisition des informations manquantes qu'il convient donc de définir pour satisfaire aux besoins de réalisation d'une étude d'impact.

2.2 OBJECTIF COMPLEMENTAIRE POUR LA ZONE PARC : PARTICIPER A L'AUGMENTATION GENERALE DES CONNAISSANCES EN MER

Compte tenu des difficultés d'accès et d'analyse du territoire marin, les connaissances naturalistes de base sont moins riches en mer qu'à terre.

La présente synthèse bibliographique identifie certaines lacunes de connaissances (EP 1^{ère} phase) et indique, par les fiches associées (EP 2^{ème} phase), les protocoles qu'il est prévu de mettre en œuvre pour y accéder.

On parle notamment d'efforts spécifiques possibles sur :

- Le suivi de la variabilité spatio-temporelle des communautés phyto et zoo planctoniques (producteurs primaires et secondaires à la base du réseau trophique) ;
- Le suivi de la variabilité spatio-temporelle de différents indicateurs environnementaux par méthodes d'analyse de l'ADN présent dans la masse d'eau (diversité biologiques, nombre d'espèces non indigènes introduites, LRFI, indicateur de la constitution du réseau trophique) ;
- L'utilisation à grande échelle de la solution de suivi digital à haute altitude pour les oiseaux et mammifères marins (en complément de campagnes d'analyse visuelle plus classiquement utilisées pour ces compartiments pour une étude d'impact) ;
- L'utilisation à grande échelle de la solution par Sonar biométrique en même temps que les campagnes d'acquisition de données par chalut pour participer à la validation en conditions réelles de cette solution non invasive ;



- L'analyse approfondie des données radar acquises dans le cadre du programme d'acquisition de connaissances MIGRALION (2021-2024) ;
- Le suivi spatio temporel renforcé de la Mégafaune marine par acoustique sous-marine passive ;

Ces éléments complémentaires participent ainsi à l'amélioration de l'état général des connaissances et anticipent des approches et publications à venir sur de nouvelles façons d'évaluer les composantes environnementales (aérien digital / sonar biométrique / ADN environnemental) ou d'évaluer les impacts des projets marins par connaissance améliorée des producteurs primaires (Plancton), bases de la chaîne trophique ;

Ils ont vocation en particulier à prendre en compte et servir à leur mesure les besoins et les avancées :

- de la recherche scientifique ;
- de la recherche appliquée telle que réalisée dans les projets pilotés par France Energies Marines ;
- de possibles futures méthodes d'évaluation d'impact de projets en mer ;
- de la définition et du suivi de l'amélioration du bon état écologique des masses d'eau ;
- de futurs guides, recommandations ou doctrines associés aux des Energies Marines Renouvelables².

2.3 LES DOCUMENTS DE REFERENCE

De nombreux documents, études et rapports bibliographiques sont disponibles sur la zone de projet. Ils ont été produits notamment dans le cadre de l'élaboration du DSF, de la tenue du débat public de l'AO6, etc.

LES GUIDES

Pour réaliser l'état initial de l'environnement, le présent rapport s'est, entre autres, basé sur les guides méthodologiques suivants :

- Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2017. Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer.
- France Energies Marine, 2013. Guide d'évaluation des impacts pour les technologies hydroliennes en mer.

LES DOCUMENTS DE SYNTHÈSE ENVIRONNEMENTALE

- Connaissance des enjeux environnementaux de la façade et des objectifs environnementaux associés inscrits au sein du DSF de la façade Méditerranée
- Analyses bibliographiques environnementales des milieux maritime, côtier et terrestre réalisées pour les débats publics – Bureau d'étude Prestataires du MTE et de RTE ³
- Description de l'état de la connaissance et des caractéristiques physiques de la macrozone – SHOM – 2022

² (Publications annoncées courant 2023 : Guide Marha sur les EMR / Doctrine Ifremer-Cerema sur les protocoles à mettre en place pour l'étude des parcs éoliens en mer pilotés par l'Etat /...

³ <https://eos.debatpublic.fr/un-projet-d-eoliennes-flottantes/>



L'EXISTENCE DE CAMPAGNES ET PROGRAMMES D'ACQUISITION DE DONNEES EN MER

Mégafaune Marine

- Campagnes aériennes SAMM 1 (hiver 2011/12 et été 2012) – Observatoire PELAGIS – UMS 3462 (Université de La Rochelle – CNRS) / OFB*.
- Campagnes aériennes SAMM2 (hiver 2019) - Observatoire PELAGIS – UMS 3462 (Université de La Rochelle – CNRS) / OFB.
- Campagne ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018) – ACCOBAMS.

Avifaune marine et migrateurs terrestres

- Suivis bisannuels du Parc naturel marin du golfe du Lion (2018-2020, PNMGL/AFB/EcoOcéan Institut)
- Campagnes MIGRALION - OFB (2021-2024)

Ressources halieutiques pélagiques

- Campagne PELMED (2011, EcoOcéan Institut/IFREMER).
- Campagne MEDITS (Ifremer)

2.4 L'ÉVALUATION DES PRINCIPAUX ENJEUX ET DE LA SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE DE LA ZONE DE PROJET

20

Dans le cadre de la présente étude bibliographique préalable à la définition de protocoles d'acquisition de données *in situ*, l'analyse des enjeux et de la sensibilité environnementale du territoire concerné par le Projet, sert à retenir de façon justifiée⁴ les composantes environnementales dont l'état des connaissances devra être augmenté par une étude ou expertise spécifiques.

En première intention, la définition des enjeux s'appuie sur le travail remarquable synthétisé au sein du Document Stratégique (DSF) de Façade Méditerranée publié en 2022 par l'OFB, après avis de l'Autorité Environnementale. L'état initial du DSF s'appuie sur les documents de suivi du Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM). Ce cadre général est précisé par des connaissances spécifiques et des cartographies pour chacune des composantes de l'environnement retenues pour la présente étude de synthèse bibliographique dans la zone d'influence du projet : l'aire d'étude éloignée.

⁴ pour satisfaire aux exigences de proportionnalité indiquées à l'art R 122-5 du Code de l'Environnement



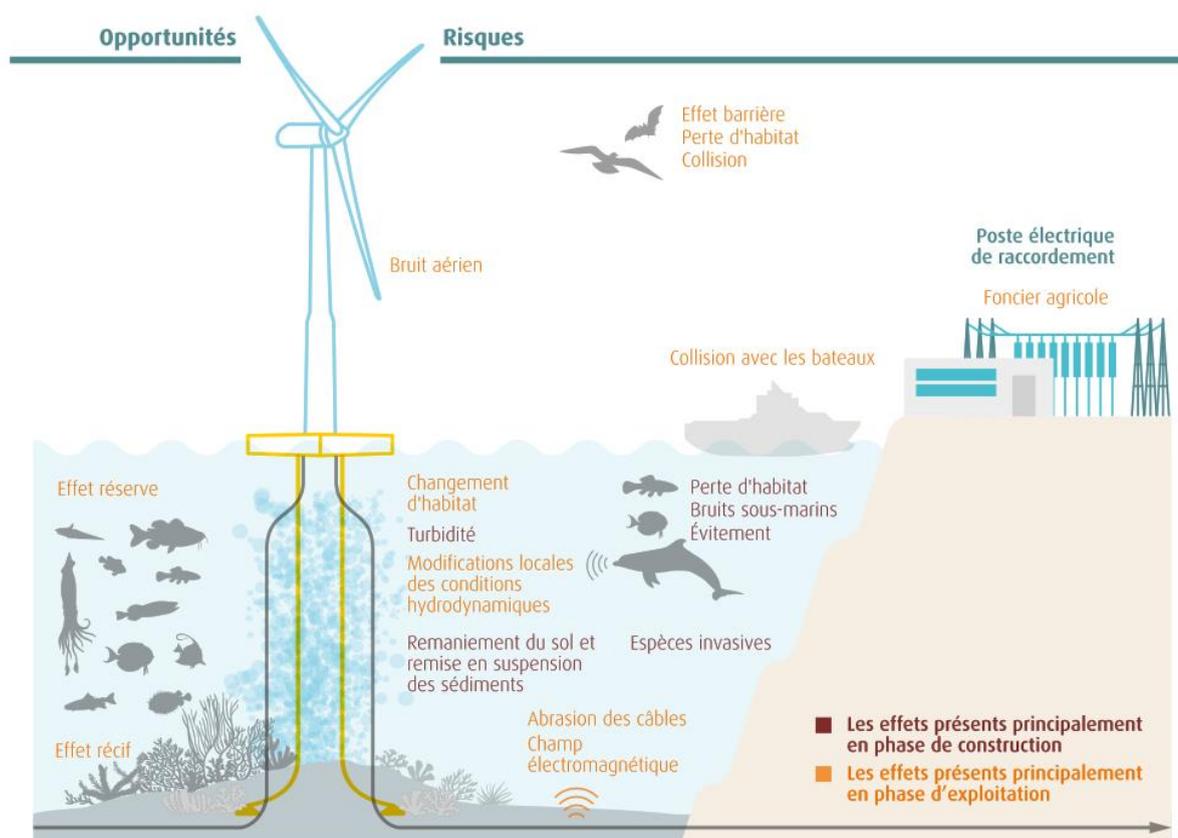
2.5 LES IMPACTS ATTENDUS POUR UN PROJET EOLIEN FLOTTANT EN MER

La pré-identification des impacts attendus répond à la notion de proportionnalité vis-à-vis des incidences prévisibles sur l'environnement du projet de parc et de son raccordement⁵.

Le Dossier du Maître d'Ouvrage réalisé dans le cadre Débat Public associé au projet d'éoliennes flottantes en méditerranée et leur raccordement⁶ apporte un éclairage complet sur les impacts génériques attendus pour un parc éolien flottant et son raccordement.

On se reportera ainsi valablement à la fiche N°10-1 : Focus sur les impacts pour le parc et le raccordement au réseau public de transport d'électricité et les mesures « éviter, réduire, compenser » associées dont est extraite la figure ci-après.

Figure 2 : Opportunités et risques de l'implantation d'un parc éolien en mer et de son raccordement pour l'environnement



Source : (MTE/RTE, 2021).

Ces évaluations, complétées des éléments spécifiques associés à chaque aire d'influence des projets éoliens flottant, servent de base à la définition proportionnée des protocoles d'acquisition des connaissances nécessaires à la conduite de l'étude d'impact du projet.

⁵ L'Article premier du R. 122-5 du Code de l'Environnement précise en effet :

I. – Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.

⁶ <https://eos.debatpublic.fr/un-projet-d-eoliennes-flottantes/>



2.6 L'IDENTIFICATION DES LACUNES, SUPPORT DE LA DEFINITION DES PROTOCOLES D'ETUDES COMPLEMENTAIRES

Le Dossier du Maître d'Ouvrage réalisé dans le cadre Débat Public associé au projet d'éoliennes flottantes en méditerranée et leur raccordement⁷ apporte un éclairage complet sur les impacts génériques attendus pour un parc éolien flottant et son raccordement.

On se reportera ainsi valablement à la *Fiche N°9-1 : L'environnement* dont est extraite la figure ci-après pour caractériser l'état général des connaissances sur les principales composantes reconnues comme potentiellement impactées par un parc éolien flottant et son raccordement.

Figure 3 : Robustesse des données disponibles pour chaque zone EOF AO6 pour la définition des enjeux et des risques d'effets associés au développement de projets éoliens flottants en mer (DMO EOS 2021)

Robustesse des données actuelles

Compartiments		Couverture temporelle	Couverture spatiale	Graduation :
Avifaune marine	Oiseaux marins	4 pour l'ensemble des zones sauf 3 en ZMC et est de la ZMB	5 pour l'ensemble des zones sauf 4 en ZMC et est de la ZMB	5 Robustesse la plus élevée
	Oiseaux migrateurs	2	2	4
Mammifères marins		4 pour l'ensemble des zones sauf 3 en ZMC et est de la ZMB	5 pour l'ensemble des zones sauf 4 en ZMC et est de la ZMB	3
Ichtyofaune*		4 sur l'ensemble du golfe du Lion	4 sur l'ensemble du golfe du Lion	2
Habitats*		4 à la côte ; 2 au large	4 à la côte ; 2 au large	1 Robustesse la plus faible
Chiroptères et tortues		1	1	

* Ces compartiments de la biodiversité sont aussi d'intérêt pour les enjeux raccordements. Les notes attribuées considèrent donc aussi les zones potentielles de raccordement.

Source : (MTE/RTE, 2021)

La vision à l'échelle de l'aire d'étude éloignée, aire qui regroupe tous les effets potentiels du projet, est un élément indispensable de la contextualisation du projet, toutefois l'évaluation des impacts environnementaux d'un projet passe nécessairement aussi par l'acquisition de connaissances spécifiques aux aires d'étude immédiate ou rapprochée. Ce nécessaire emboîtement est pris en compte dans le cadre de l'identification des besoins d'acquisition de données spécifiques.

⁷ <https://eos.debatpublic.fr/un-projet-d-eoliennes-flottantes/>



3 DEFINITION DES AIRES D'ETUDE DE L'ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

Pour un projet de parc éolien en mer et son raccordement et la réalisation de l'évaluation environnementale, différentes zones sont distinguées en fonction des objectifs de connaissances recherchés, des compartiments du milieu (avifaune, chiroptères, etc.) et des incidences potentielles générées (voir le guide MEEM, (MEEM, 2017) et versions à venir). L'étude de l'état initial de l'environnement s'appuie sur ces définitions et délimitations.

Deux aires d'étude peuvent être identifiées :

- **L'aire d'étude rapprochée** englobe la zone de la procédure de la mise en concurrence et l'aire d'étude définie au cours de la concertation « Fontaine »⁸ ;
- **L'aire d'étude éloignée** correspond à la limite de tous les effets potentiels d'un projet de parc inclus dans la zone de la procédure de mise en concurrence, y compris ceux relatifs à l'utilisation de l'habitat, aux effets cumulés ainsi que ceux pouvant affecter l'arrière-pays. Elle peut comprendre une bande de territoire côtier correspondant au « rétro-littoral » qui englobe les communes côtières.

Parfois le contexte général sera décrit à une échelle plus large : **l'aire d'étude large**, une troisième AE, dite « large ». Elle se situe au-delà de l'aire d'étude éloignée, à l'échelle de la façade/sous-région marine. La définition de cette aire d'étude est basée sur la prise en compte des activités de pêche professionnelle, des échanges maritimes des principaux ports, des flux touristiques ou encore de la richesse avifaunistique en intégrant notamment l'espace littoral et rétro-littoral. Elle n'a ainsi pas de limite stricte et n'est donc pas représentée sur la carte qui suit. Ce périmètre englobe tous les impacts potentiels du projet.

Pratiquement, l'aire d'étude éloignée (AEE) a été construite de la façon suivante :

- **En zone littorale et terrestre**, en cohérence avec les guides ministériels pour la réalisation des études d'impacts, en particulier dans le cas des éoliennes en mer, la définition de l'aire d'étude éloignée s'appuie sur la formule Ademe mise au point pour prendre en compte l'influence visuelle des projets éoliens⁹ :

$$R = (100 + N) * H$$

- R : le rayon
- N le nombre d'éolienne
- H la hauteur de l'éolienne (rotor compris)

Le **rayon de l'aire d'étude devrait donc atteindre 32.5 km** au regard de l'influence visuelle du parc. Cette « zone d'influence visuelle » du projet intéresse essentiellement l'analyse paysagère, donc les zones où se trouvent l'essentiel des observateurs potentiels, en l'occurrence le littoral. Nous proposons donc de retenir ce rayon maximal pour la partie littorale.

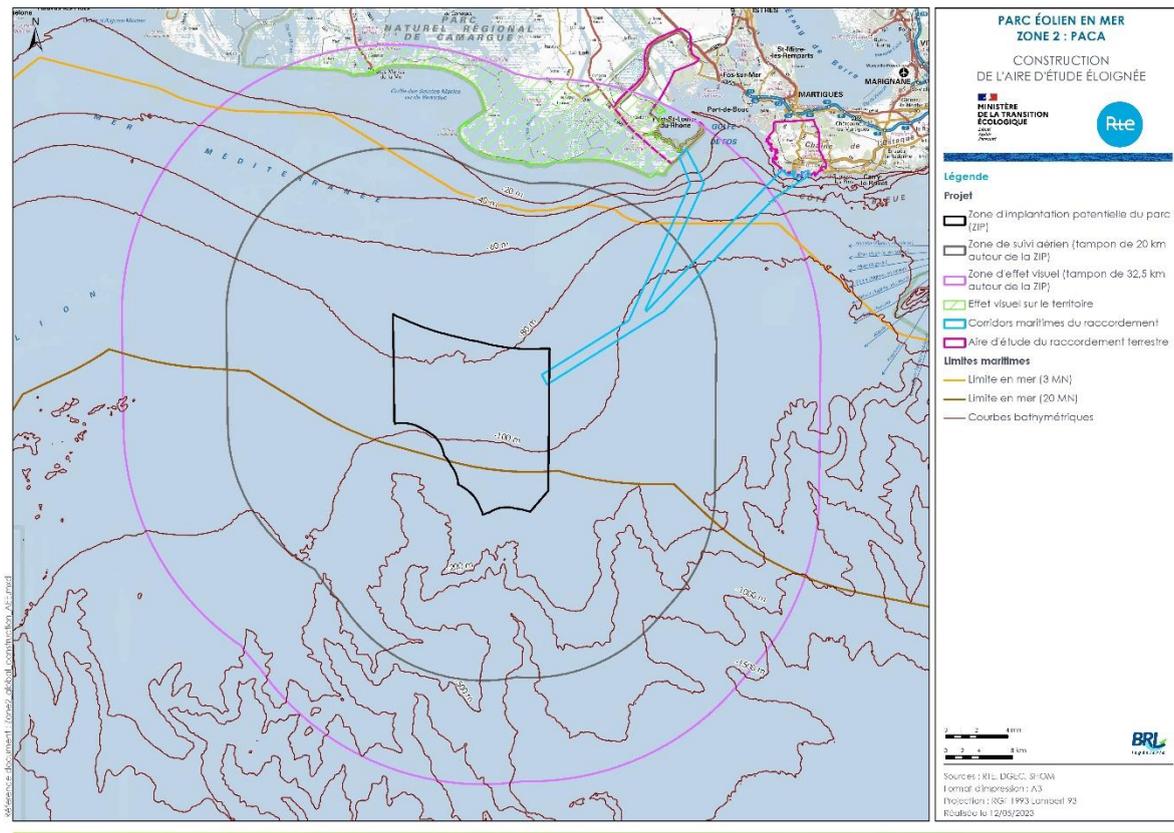
⁸ Circulaire du ministère de l'économie, des finances et de l'industrie relative au développement des réseaux publics de transport et de distribution d'électricité en date du 9 septembre 2002 dite circulaire Fontaine. L'aire d'étude y est « justifiée et présentée au regard des premières études environnementales portant sur les caractéristiques de l'environnement naturel et de l'occupation humaine de la zone considérée ». Elle est suffisamment vaste pour n'exclure aucune solution réaliste au plan technique et satisfaisante au plan environnemental. A contrario, elle « ne doit pas retenir des zones présentant à l'évidence des aspects rédhibitoires du point de vue de l'environnement ».

⁹ Dans le cas présent, et pour un parc devant atteindre 250MW nous avons choisi de retenir une hauteur totale de 260 m au dessus du niveau de la mer. Cette hypothèse est conforme aux hypothèses proposées dans l'AO5 à savoir des éoliennes de 10 MW, d'une hauteur totale de 260 m en bout de pale.



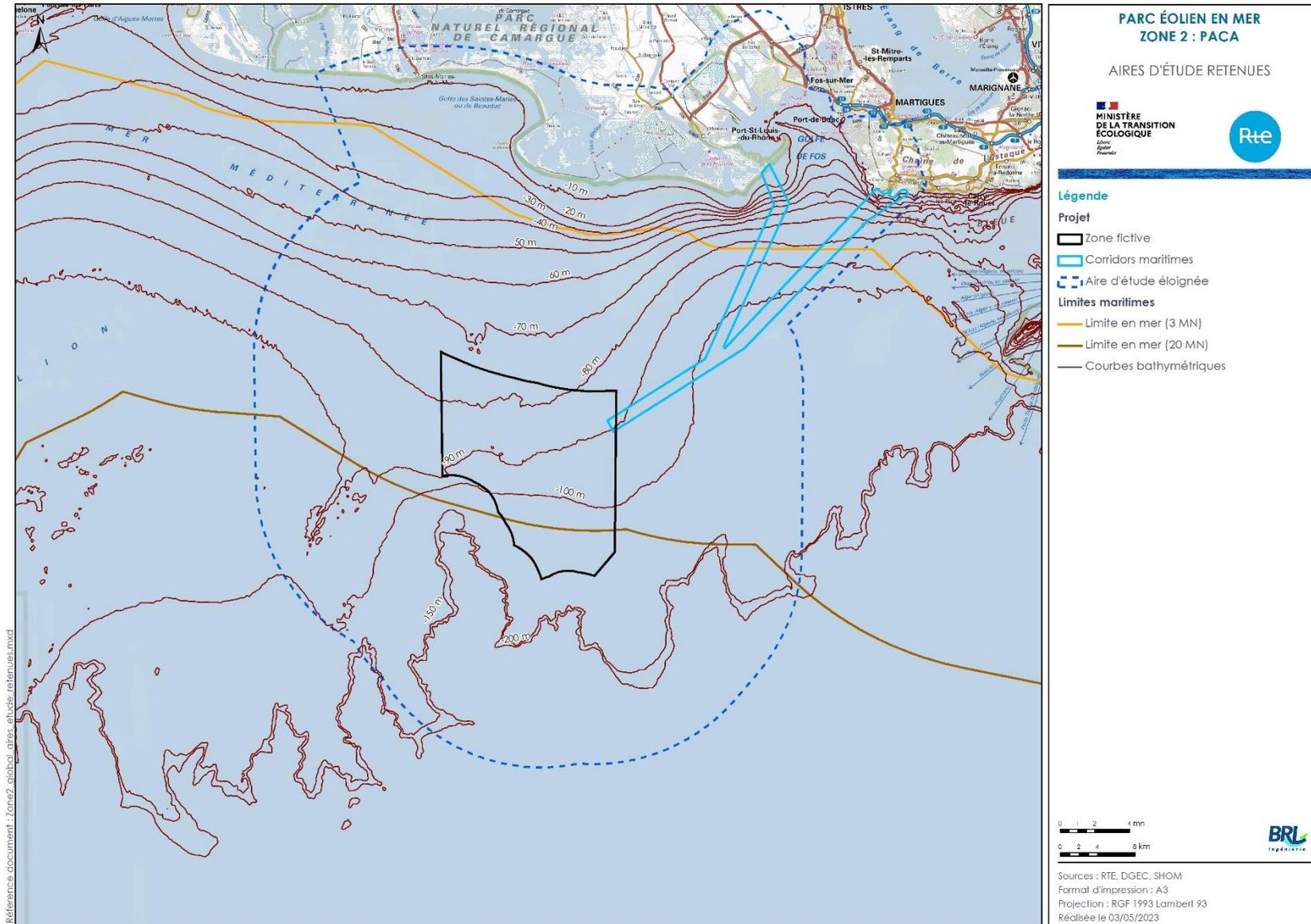
- Au large, **en mer**, le tracé de l'AEE est associé à **une zone de 20 km autour de la zone de l'appel d'offre pour le parc** qu'il est aussi proposé de retenir pour la réalisation des suivis visuels de l'avifaune à grande échelle par avion.
- Enfin, **l'aire d'étude à terre est modulée pour prendre en compte le cheminement terrestre des raccordements** depuis les atterrages potentiels jusqu'aux postes de raccordement envisagés.

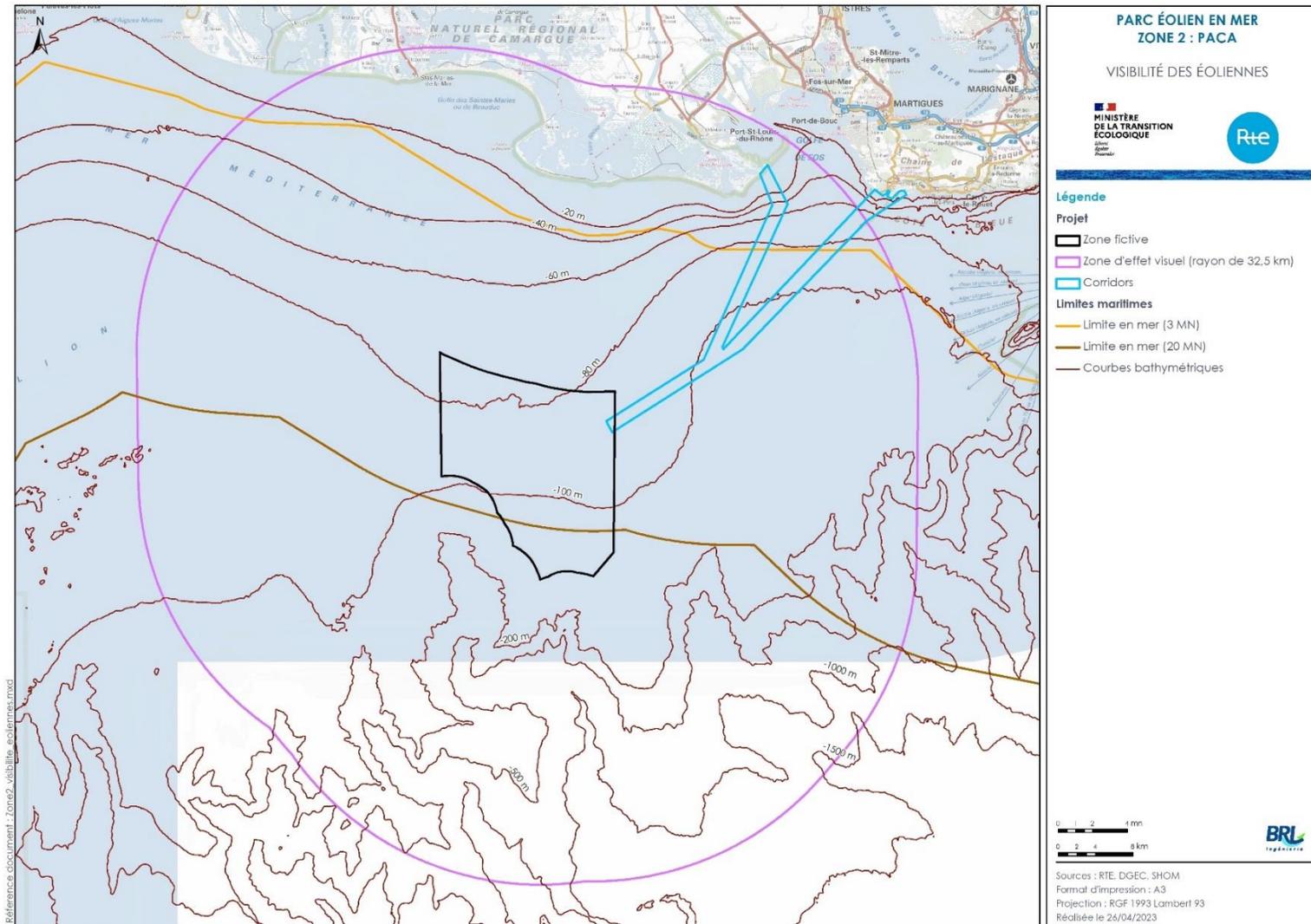
La carte qui suit montre l'emboîtement de ces aires retenues dont la limite extérieure forme l'aire d'étude éloignée définie pour le projet.





3. DÉFINITION DES AIRES D'ÉTUDE DE L'ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE







4 ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

4.1 DOCUMENTATION GÉNÉRALE APPLIQUÉE À L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS DU DOMAINE MARITIME ET LITTORAL

- Débat Public - Dossier du Maître d'Ouvrage : livret technique, Atlas cartographique, étude bibliographique terrestre, étude bibliographique maritime.

Notamment :

- Approche de la cartographie de l'activité de pêche professionnelle – Cerema
- Analyse des roses des vents – Météo France
- Description de l'état de la connaissance et des caractéristiques physiques de la macrozone – SHOM
- Analyse de la visibilité – Météo France
- Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2016. Guide méthodologique pour l'élaboration des Documents d'Orientations pour une Gestion durable des Granulats Marins (DOGGM), 180p.
- Créocéan, 2021. Projets d'éoliennes flottantes en Méditerranée. Etude bibliographique environnementale. 25/06/2021. Pour le compte du Ministère de la Transition écologique (MTE) - 25/06/2021.

4.2 DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE MARIN

4.2.1 Facteurs climatiques

Sources de données disponibles

Données générales

- Données Météo France - Station météorologique d'Istres
- Sites internet Météo France et Info Climat.7
- Fiches 9-7 DMO (MTE/RTE)– Débat public EOS 2021. « Les enjeux techniques relatifs au choix de la localisation, à la construction et l'exploitation d'un parc éolien en mer »
- Données sur la zone d'étude
- Météo France. Analyse du vent sur le bassin méditerranéen. 01/2021. Réalisée pour le compte du MTE-DGEC.
- Météo France. Climatologie de visibilité de parcs éoliens fictifs en Méditerranée. 01/2021. Réalisée pour le compte du MTE-DGEC.



La zone d'étude est concernée par le climat de type méditerranéen caractérisé par la sécheresse des étés qui succèdent à des hivers doux, humides et venteux.

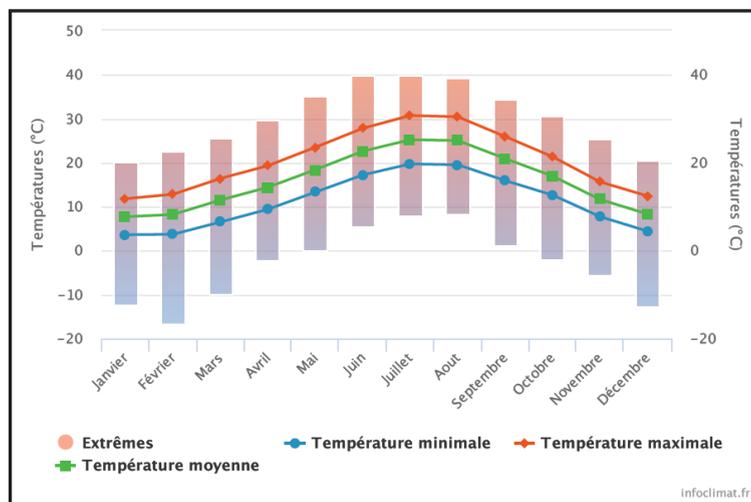
4.2.1.1 Températures et ensoleillement

La station météorologique de Marseille-Marignane, la plus proche de la zone d'étude, est située à 13 km à l'est. La température moyenne annuelle est de 15,9 °C, avec des moyennes maximale et minimale de 20,7°C et de 11,1°C. Juillet et Août sont les mois les plus chauds, avec 25,2°C et Janvier et Décembre sont les mois le plus froids, avec 7,7°C.

Les variations de température sont assez marquées et caractéristiques d'un climat méditerranéen.

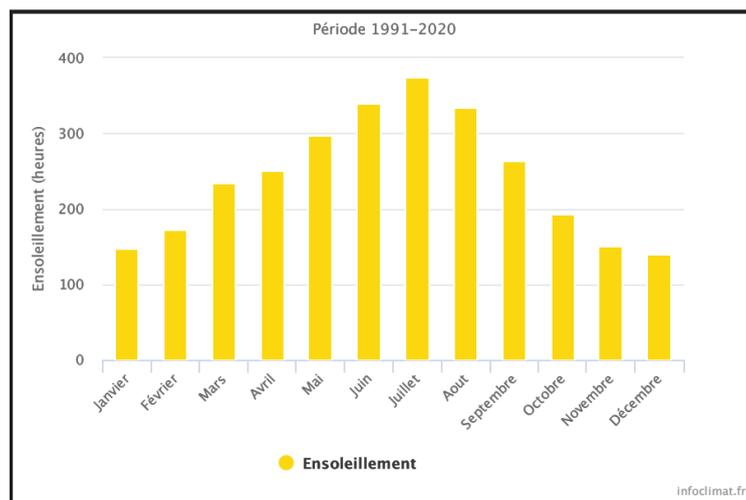
La moyenne mensuelle d'ensoleillement est de 241h. Juillet est le mois le plus ensoleillé avec 373h en moyenne tandis que Décembre est le moins ensoleillé avec 139h en moyenne.

Figure 4 : Températures sur la période 1991-2020 à Marseille-Marignane



Source : (MTE, 2021)

Figure 2 : Ensoleillement sur la période 1991-2020 à Marseille-Marignane



Source : (MTE, 2021)



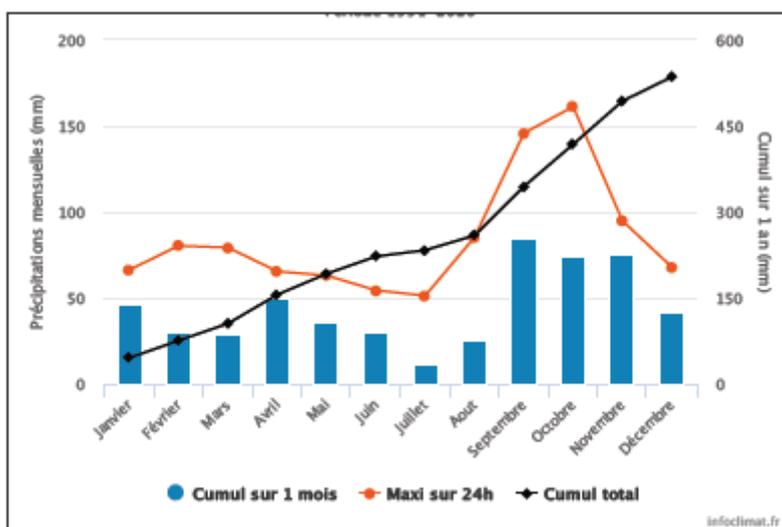
4.2.1.2 Précipitations

La pluviométrie annuelle de la zone d'étude est assez faible, avec un cumul annuel moyen d'environ 535,8 mm, entre 1991 et 2020.

Les précipitations sont concentrées à l'automne, surtout sur les mois de septembre, octobre et novembre, avec des maximums pouvant aller jusqu'à 85,4 mm de cumul mensuel moyen.

Les pluies sont particulièrement importantes en automne et apparaissent 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.

Figure 5 : Moyenne mensuelle des précipitations sur la période 1991-2020 à Marseille-Marignane



Source : (MTE, 2021)

4.2.1.3 Vents

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.



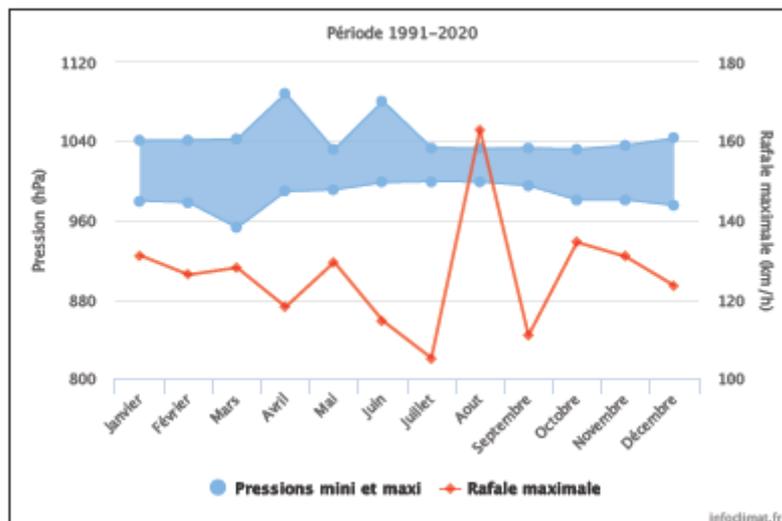
La zone d'étude est exposée à deux régimes de vent dominants (parmi ceux cités ci-avant) :

- 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.

La zone d'étude au large du littoral de Camargue présente un réel potentiel éolien. Le potentiel est particulièrement important en s'éloignant des côtes.

Les rafales de vent sont plus marquées en août avec une maximale enregistrée à 163 km/h. Le vent dominant est le Mistral, vent de la Provence, qui souffle du nord dans le couloir du Rhône et dans les vallées avoisinantes comme celle de la Durance, puis tourne à l'ouest sur la côte varoise jusqu'à Fréjus ainsi que sur la Corse.

Figure 6 : Pression et vent extrêmes sur la période 1991-2020 à Marseille-Marignane



D'après l'analyse des vents du bassin méditerranéen menée par Météo France pour le compte du MTE dans le cadre de l'AO6 (Météo France, 2021), la zone d'étude est principalement soumise au régime de tramontane, vent de secteur ouest à nord-ouest (secteur dominant de 300 à 330°). Ce vent est souvent assez fort et turbulent notamment en hiver et au printemps. On retrouve également la présence sur la zone d'une composante Sud-est liée au vent Marin généralement modéré et régulier) et l'émergence de vents de secteur Nord-est liés au régime de Mistral rhodanien. Les 3 vents soufflent par périodes de 1 à 5 jours tout au long de l'année avec une force accrue en hiver et au printemps. Le marin, lié à la présence d'un centre dépressionnaire sur la Méditerranée occidentale, est plus fréquent au printemps et en automne et généralement modéré et régulier. Il peut toutefois être parfois violent (pics de vitesse de 25 m/s (Millot, 1990)) et amène le plus souvent des précipitations abondantes. Ses rafales peuvent atteindre des valeurs très élevées et il peut générer de fortes houles sur le plateau continental. Le Mistral est un vent très turbulent, soufflant le plus souvent en forts rafales.



4. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

Les fréquences de vents calmes (vents inférieurs à 3 m/s) sont faibles et globalement inférieures à 15%. Les vents forts, de vitesse supérieure à 8 m/s (soit environ 29 km/h), sont prédominants. Leur fréquence augmente avec l'éloignement du littoral ainsi que leur vitesse moyenne.

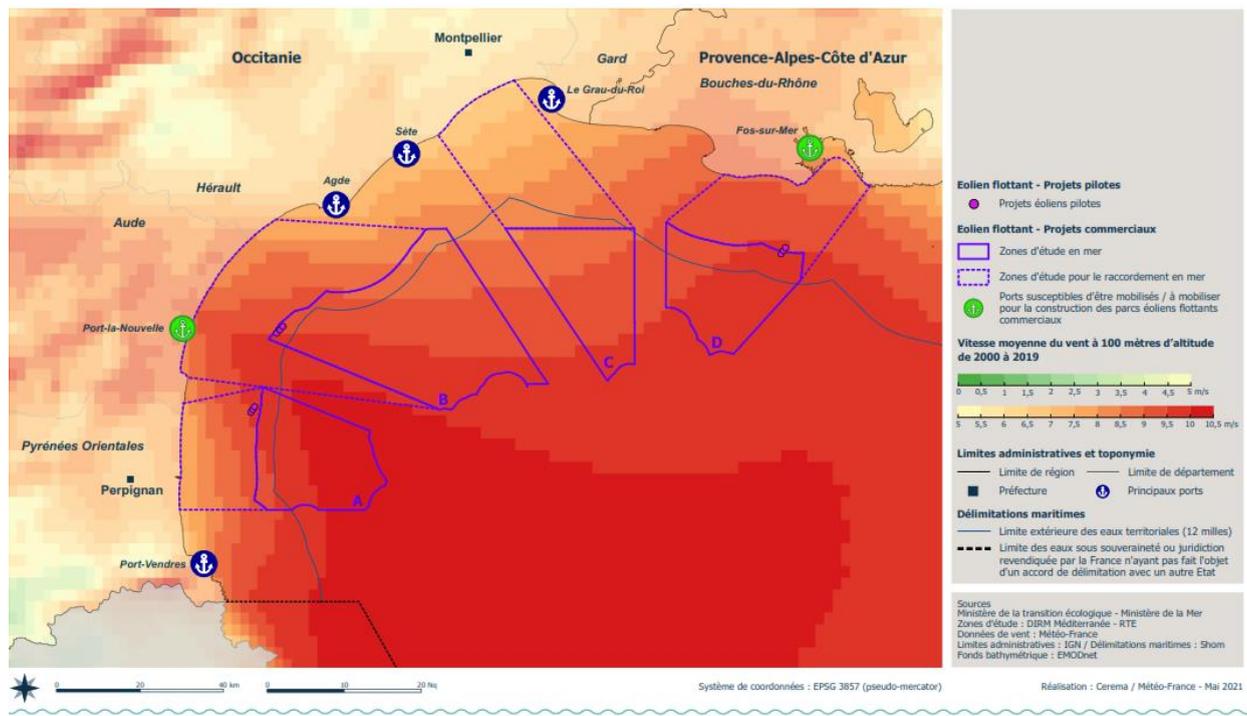
Sur le littoral de la zone d'étude, les vitesses moyennes varient entre 7 et 9 m/s. Au large des moyennes de vent de 9,32 m/s et 7,89 m/s sont observées respectivement à 100 m et 10 m de hauteur.

Tableau 1 : Statistiques de la moyenne du vent sur 20 ans (200-2019) à 100 et 10 m de hauteur (en m/s) sur la macrozone D (au large de PACA)

HAUTEUR D'ANALYSE	MINIMUM	MOYENNE	MAXIMUM	ÉCART-TYPE	MAXIMUM - MINIMUM
100 m	9,19	9,58	9,	0,13	0,61
10 m	7,82	8,16	8,34	0,12	0,52

Source : (Météo-France, 2021)

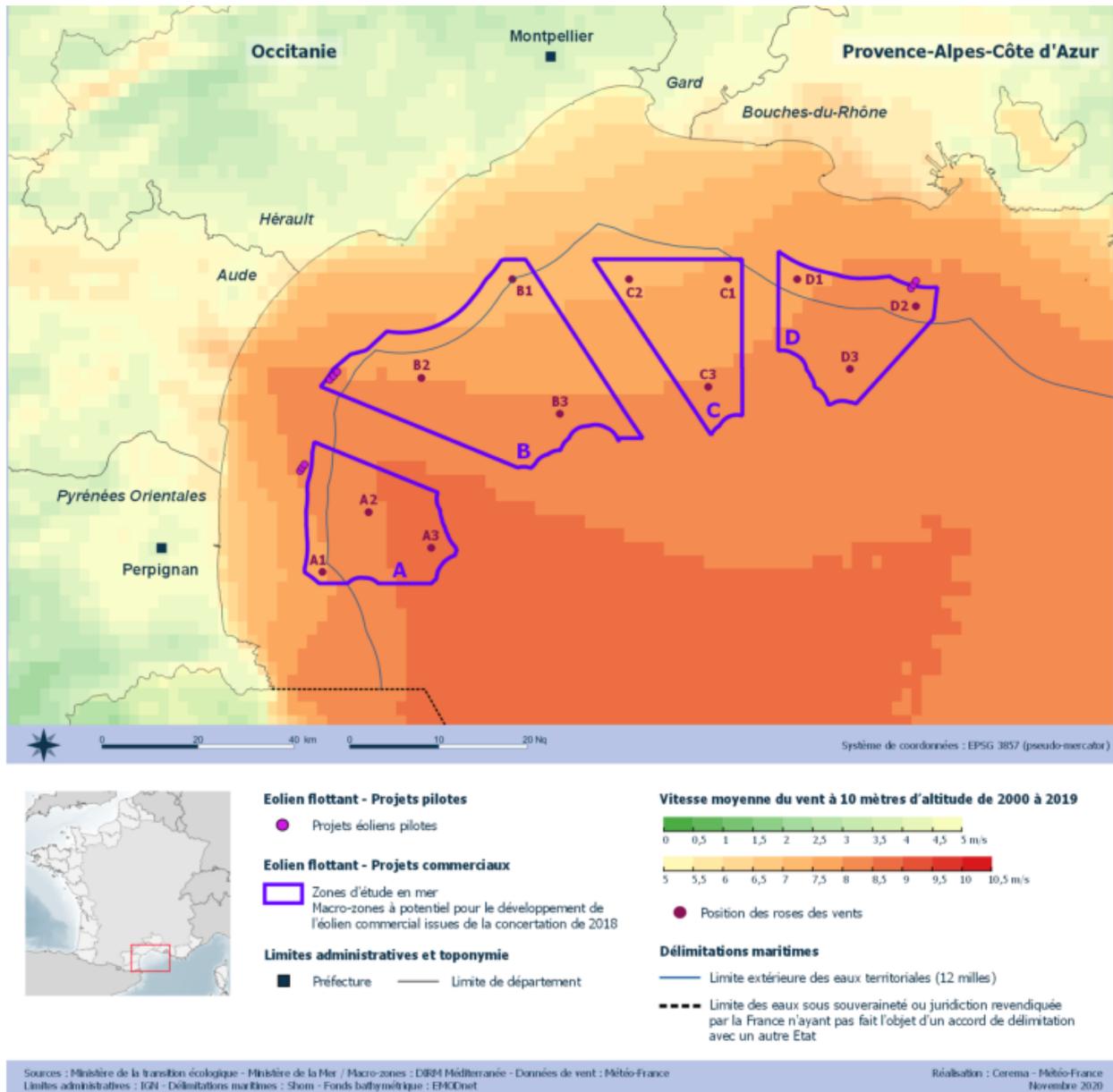
Figure 7 : Vitesse moyenne du vent à 100 m d'altitude de 2000 à 2019



Source : Cerema/Météo-France 2021 – Atlas cartographique du Dossier du Maître d'ouvrage (MTE/RTE, 2021)



Figure 8 : Vitesse moyenne du vent à 10 m d'altitude de 2000 à 2019



Source : (Météo-France, 2021)

Les roses des vents permettent de connaître la répartition des directions des vents dans la zone d'étude. Les vents à 100 m d'altitude sont majoritairement de secteur nord-ouest (entre 300° et 340°) sur l'ensemble de la zone d'étude en mer.

La zone D (comprise dans notre zone d'étude) est sous l'influence du régime dominant de Nord-ouest en raison du mistral. On observe un renforcement (en fréquence) des vents forts du secteur Nord/Nord-ouest à mesure que l'on se déplace vers l'est de la zone (cf. Figure 9 et Figure 10)

Sur l'ensemble de la zone, la fréquence de dépassement des vents de 8 m/s est homogène et entre 58 et 59 %

Les roses des vents présentent une composante sud-est des vents assez marquée.



Figure 9 : Roses des vents AROME 2000-2019 à 100 mètres de hauteur aux points d'intérêt de la zone d'étude D

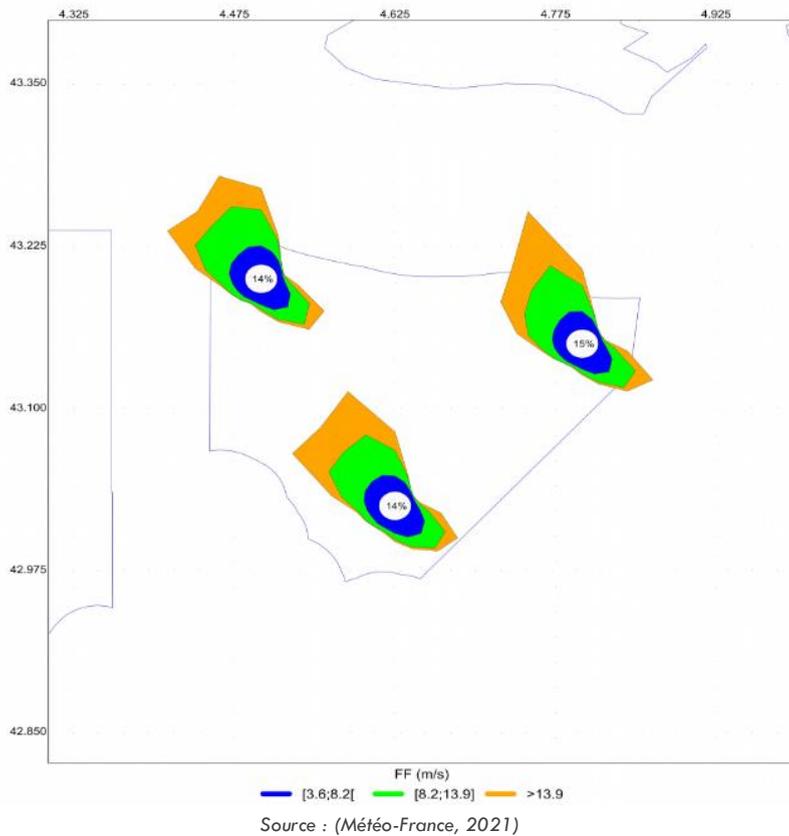
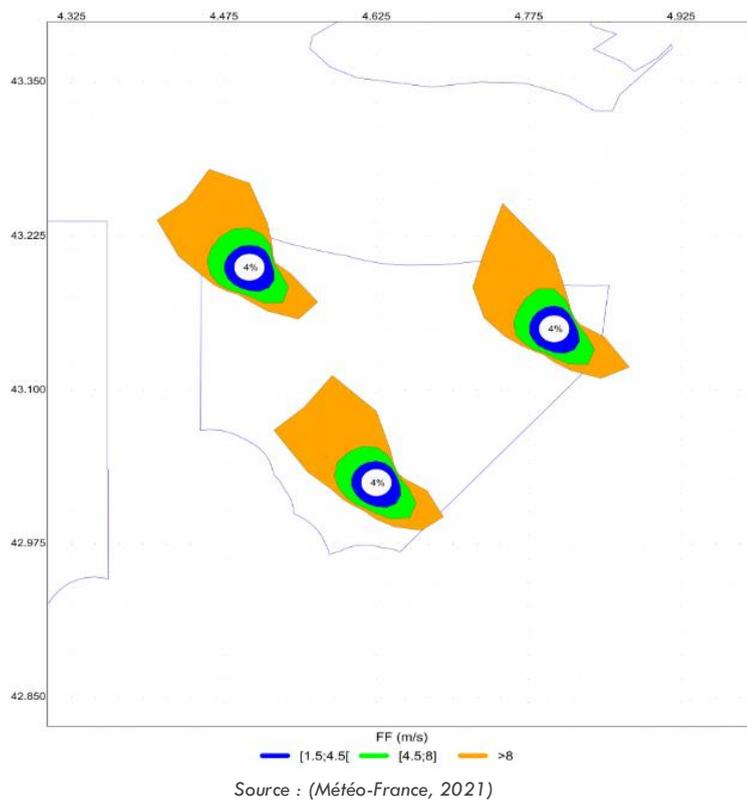


Figure 10: Roses des vents AROME 2000-2019 à 10 mètres de hauteur aux points d'intérêt de la zone D





4.2.1.4 Climatologie de visibilité

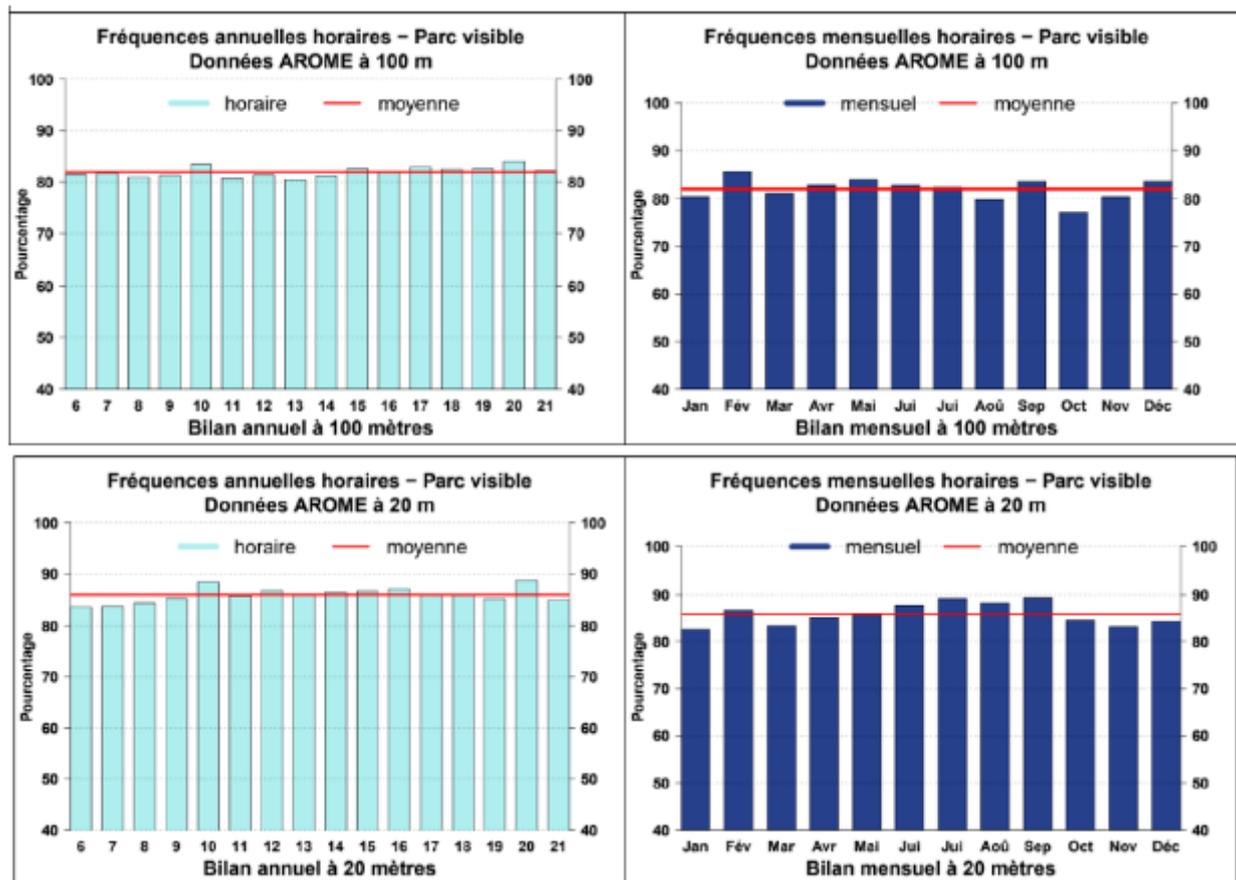
Dans le cadre de la préparation du débat public pour les projets éoliens en mer au large de la Méditerranée, la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du Ministère de la Transition écologique (MTE) fait réaliser des photomontages de parcs éoliens fictifs en mer. En complément de ces photomontages, la DGEC a mandaté Météo-France pour réaliser une étude de climatologie de visibilité des parcs éoliens fictifs en mer (statistiques de vue des parcs fictifs).

Afin de répondre à la demande, Météo-France a établi une climatologie des conditions de visibilité grâce à la construction d'un paramètre de visibilité sur mer. Ce paramètre a été calculé à partir de données horaires calculées sur les différents points d'une grille fictive du modèle atmosphérique AROME. Il s'agit d'un modèle régional à maille très fine (2,5 km) qui fournit des prévisions atmosphériques détaillées sur la France et permet de prendre en compte des phénomènes de petite échelle. Les archives sont utilisées pour des études climatologiques.

Des données du modèle AROME ont été extraites sur la période 2009-2018 pour la présente étude.

La visibilité, qui est généralement bonne en mer, peut être ponctuellement réduite en automne par des fortes précipitations (situation de remontées orageuses des Baléares) ou plus rarement par des bancs de brouillard.

Figure 11 : Fréquences mensuelles de visibilité de la zone d'étude au large



Source : (Météo France, 2021)



Pour le cas de la zone d'étude les observations concernant la variabilité saisonnière se retrouvent avec des maxima de fréquence de visibilité réduite en octobre et des minima en février et en été mais ces variations sont très peu marquées. Un parc serait visible presque toute l'année. La visibilité sur la zone d'étude est de 85,9% à 20m et 82% à 100m selon l'étude de Météo France. Les observations horaires montrent des visibilités plus réduites aux premières heures de la journée.

4.2.2 Géologie, géomorphologie des fonds et bathymétrie

Sources de données disponibles

Données générales

- Analyse bibliographique environnementales du milieu marin réalisée pour les débats publics – Bureau d'étude Prestataires du MTE et de RTE
- Histoire géologique du golfe du Lion et cartographie du rift oligo-aquitainien et de la surface messinienne, Pol Guennoc, Christian Gorini, et Alain Mauffret ; 2000.
- Thèse de Johanna Lofi, La crise de salinité messinienne : conséquences directes et différées sur l'évolution sédimentaire de la marge du golfe du Lion ; 2002.
- Plio Quaternary prograding clinoform wedges of the western Gulf of Lion continental margin (NW Mediterranean) after the Messinian Salinity Crisis; J.Lofi; M.Rabineau, C.Gorini, S.Berne, G.Clauzon, P.De Clarens, A. Tadeu Dos Reis, Gregory S. Mountain, William B.F. Ryan, Michael S. Steckler, C.Fouchet ; 2003.
- Duvail, C., Gorini, C., Lofi, J., Le Strat, P. and dos Reis, A.T.; 2005. Correlation between onshore and offshore Pliocene–Quaternary systems tracts below the Roussillon Basin (eastern Pyrenees, France).
- Detail architecture of a compound incised valley and correlation with forced regressive wedges: exemples of Late Quaternary Têt and Agly rivers, western Gulf of Lions, Mediterranean sea (France); Labaune C., Tesson M., Gensous B. Parize O., Imbert P. and Delhaye-Prat V. ; 2010.
- Quaternary « compound » incised valley in a microtidal environment, Roussillon continental shelf, Western Gulf of Lions, France ; Tesson M., Labaune C., Gensous B., Suc P.P, Melinte-Dobrinescu M., Parize O., Imbezt P. and Delhaye-Prat V., 2011.
- Thèse de Cédric Duvail; Expression des facteurs locaux et régionaux dans l'enregistrement sédimentaire d'une marge passive. Exemple de la marge passive. Exemple de la marge du Golfe du Lion, étudiée selon un continuum terre-mer ; 2008
- Les données et produits édités par le Shom, qui agit en tant que service hydrographique national compétent notamment pour toutes les eaux françaises : levés bathymétriques depuis des navires hydrographiques.
- Rapport du SHOM de 2012 sur les caractéristiques et état écologique de la méditerranée occidentale : Etat physique et chimique, Caractéristiques physiques, Topographie et bathymétrie des fonds marins – Relief ; renseigne sur la bathymétrie du Golfe du Lion.
- Modèle numérique de terrain (MNT) de façade du Golfe du Lion - Côte d'Azur élaboré dans le cadre du projet HOMONIM de 2015 à partir de multiples données régionales. Ce produit offre une maille régulière de 100 mètres de résolution horizontale. Certains levés postérieurs ne sont pas inclus dans ce MNT mais ils n'apportent pas d'éléments substantiels dans la description morphologique de la zon ;
- Données topo-bathymétriques de type lidar aéroporté : produits Litto3D Languedoc Roussillon et PACA de 2009 à 2015 accessibles sur l'Espace de diffusion du Shom (www.diffusion.shom.fr). Ces données sont précieuses pour étudier les aspects relatifs à l'atterrage des câbles d'un futur parc éolien en mer pour lesquels les données traditionnelles bathymétriques précitées sont généralement insuffisantes.

Données sur la zone d'étude

- Shom, 2021. Description de l'état de la connaissance et des caractéristiques physiques de la macrozone éolien en mer située en Méditerranée (Occitanie et Sud PACA) – 14/01/2021.



- Données des campagnes hydrographiques et sédimentologiques réalisées en 2021 et 2022 par le Shom dans le cadre de la reconnaissance environnementale des zones d'implantation des futurs parcs d'implantation d'éoliennes en mer et de leur raccordement dans le Golfe de Lion (zone A, B et D) pour le compte de la DGEC.
- Levés du Shom pour l'ensemble des macrozones de l'AO6 : 13 levés datant de la période 1937 à 2018 au 20 novembre 2020 provenant essentiellement de sondage au moyen de sondeurs monofaisceaux et multifaisceaux) et de mesures au plomb de sondes. La majeure partie de la zone est bien couverte mais par des levés anciens.

HISTOIRE GEOLOGIQUE

Le Golfe du Lion est une marge passive qui s'est formée à la suite d'une succession d'évènements géologiques : une phase d'ouverture à l'Éocène supérieur - Oligocène, avec formation d'un micro-océan séparant le bloc corso-sarde du continent. La morphologie actuelle du Golfe du Lion est surtout l'expression des derniers épisodes glaciaires de cette région, mais elle témoigne également d'évènements plus anciens.

Le bassin versant du Rhône constitue la source principale des apports sédimentaires du Golfe, les bassins versants pyrénéo-languedociens beaucoup plus réduits en taille, les complétant.

DOMAINES MORPHOLOGIQUES

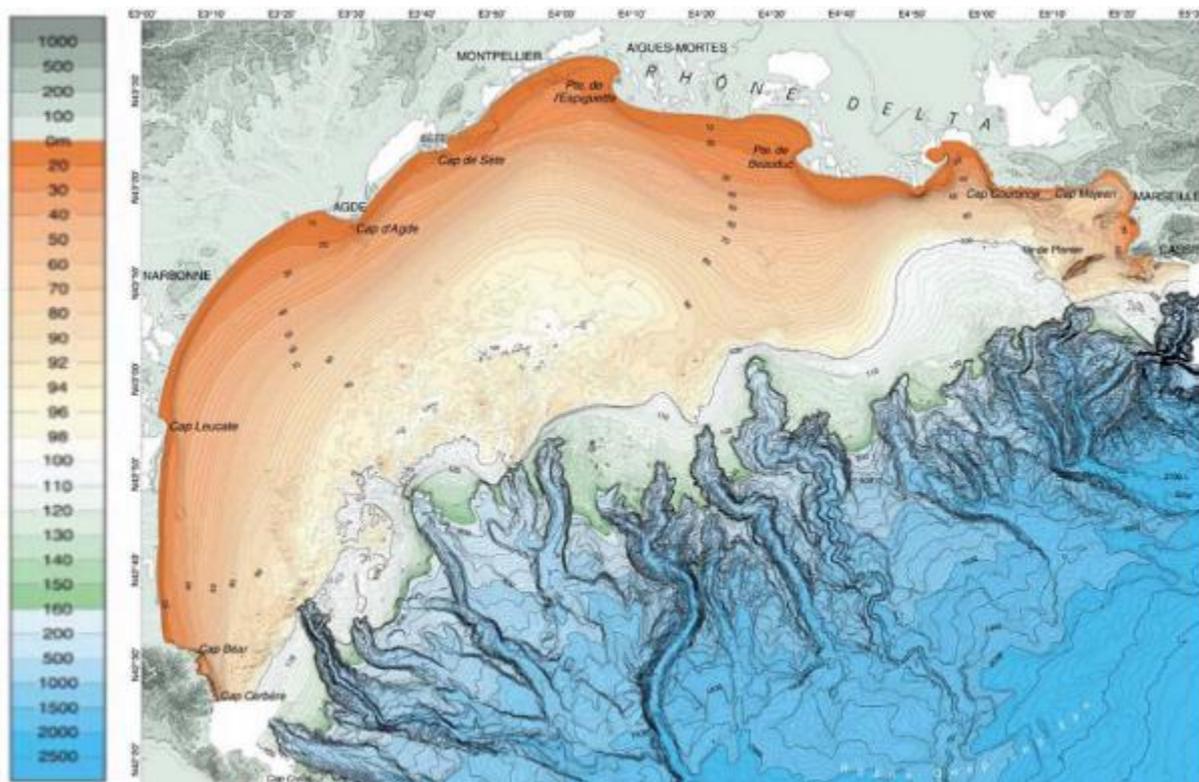
La plateforme du Golfe du Lion est caractérisée par les 3 domaines morphologiques suivants :

- Le domaine interne entre les isobathes 0 et 90 m : morphologie lisse,
- Le domaine central entre les isobathes 90 et 120 m : morphologie « rugueuse » qui traduit la présence de sédiments anciens remaniés par des phénomènes d'érosion continentale ou sous-marine,
- Le domaine externe situé entre l'isobathe 120 m et le rebord de la plateforme continentale : morphologie lisse similaire à celle du domaine interne, interrompue cependant par des reliefs isolés ou en chapelets.

La pente continentale (au-delà de l'isobathe des 200 m) est entaillée par de nombreux canyons sous-marins allant jusqu'à 2 000 m de profondeur.



Figure 12 : Morpho-bathymétrie du Golfe du Lion



Source : Ifremer

BATHYMETRIE

La sous-région marine Méditerranéenne occidentale se situe sur un plateau continental très limité plongeant rapidement, par un talus abrupt, vers des fonds proches de 3 000 m. Elle se caractérise par une morphologie assez stable avec une pente douce (0,2% environ) orientée nord-sud s'accroissant légèrement (0,5% environ) à l'approche de la marge méditerranéenne. Les profondeurs sont comprises entre 60 à 130 m.

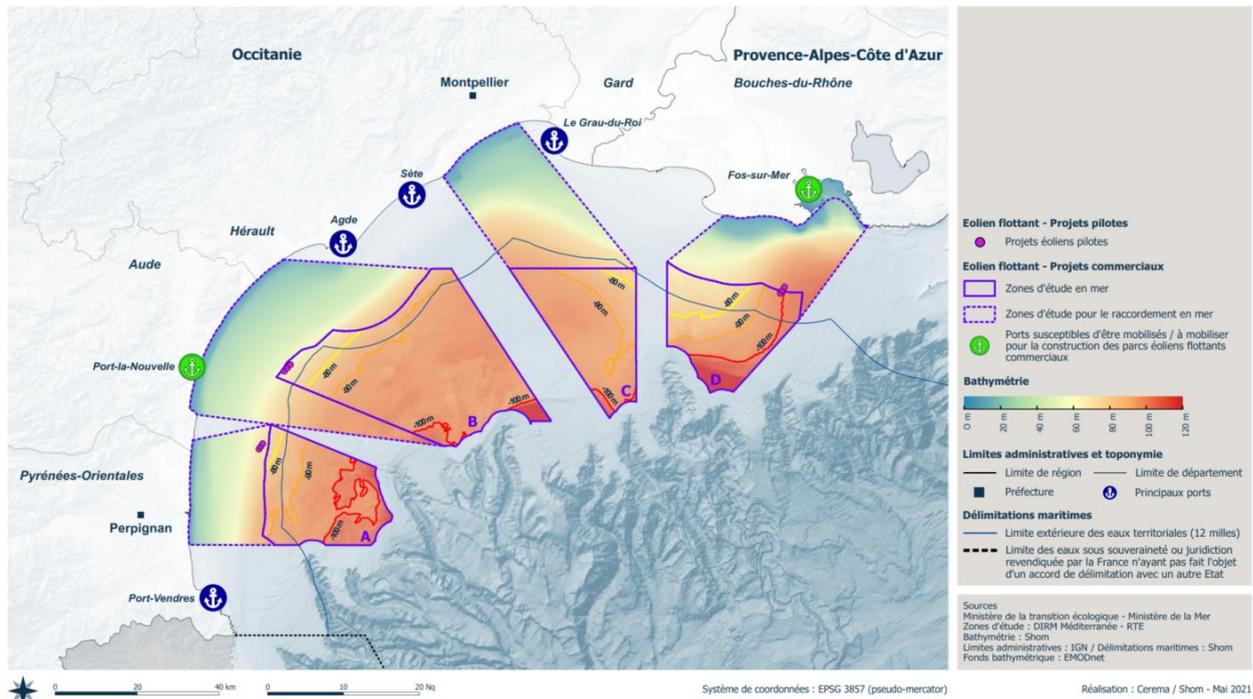
À l'Ouest, le plateau situé au large du Languedoc-Roussillon et des Bouches-du-Rhône ne s'étend pas au-delà de 100 km des côtes. De manière générale, le plateau est suivi d'un talus de plus en plus brutal en allant vers l'est : on passe de 200 à 2 000 m de profondeur en moins de 10 km au large de Toulon, alors qu'il faut 75 km au large de la frontière franco-espagnole.

D'une manière générale, le talus se caractérise par de nombreux canyons. Dans le golfe du Lion, ils entaillent particulièrement le plateau continental. Les fonds importants se situent entre 2 000 et 3 000 m et ne présentent pas d'irrégularités notables.

La zone d'étude couvre des profondeurs allant de 80 à 120 m.



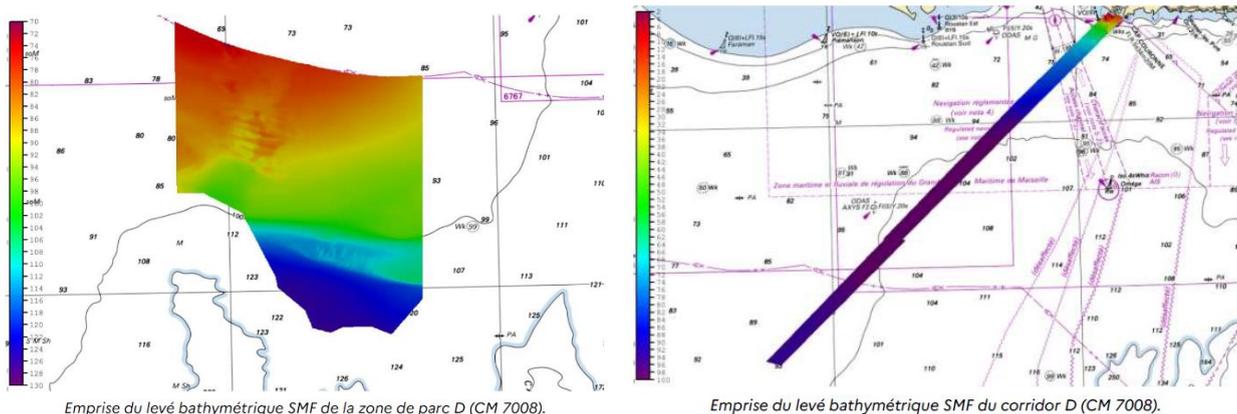
Figure 13 : Bathymétrie du Golfe du Lion



Source : Cerema/Shom 2021 - Atlas cartographique du dossier du Maître d'ouvrage (MTE / RTE, 2021)

Les derniers levés bathymétriques (sondeur multifaisceaux - SMF) réalisés par le Shom en 2021 et 2022 pour le compte de la DGEC dans le cadre des reconnaissances environnementales des zones d'implantation des futurs parcs éoliens et de leurs raccordements dans le Golfe du Lion, ont permis de caractériser la bathymétrie sur la zone d'étude (cf. Figure 14). La bathymétrie s'étend sur la zone du parc d'environ 70 m de profondeur à près de 120 m pour la zone la plus au large. Le long du corridor associé à la solution d'atterrage à l'est du Golfe de Fos, la bathymétrie atteint rapidement les 80 m de profondeur.

Figure 14 : Bathymétrie de la zone du parc et de son raccordement



Source : (Shom, 2023)



4.2.3 Nature des fonds

Sources de données disponibles

Le Golfe du Lion dispose d'une couverture très importante (mais incomplète) obtenue sur la base de cartographies bathymétriques multifaisceaux et d'imagerie acoustique s.l. (telles que dérivées des sondeurs bathymétriques, mais aussi sonar latéral et sondeur de sédiment), essentiellement réalisées par l'IFREMER dans le cadre de projets scientifiques entre 1995 et 2008, et plus récemment par des sociétés de service et le SHOM pour les études d'implantation des fermes pilotes et industrielles.

Données générales

- Cartographie de référence - Modèles sédimentaires de la zone d'étude, issus des travaux de thèse d'Aloïsi (1986), de Monaco et Aloïsi (2000) et de Durrieu de Madron (2004) ;
- Synthèse des données plus récentes (thèse de Dufois de 2008) présentant les résultats des nombreux carottages réalisés dans le Golfe du Lion par le CEFREM entre 1970 et 1990 ;
- Prélèvements et données d'imagerie acoustiques acquises au cours des dernières décennies – Cartes du secteur au 1/50000 et 1/50000 publiées de 1970 à 2010 ;
- Travail de cartographie de la répartition des faciès sédimentaires superficiels à l'échelle du Golfe du Lion - initié en 2009 au sein du Laboratoire de Sédimentologie Marine de l'Ifremer. Sur la base d'une valorisation et compilation des données d'imagerie acoustique et des prélèvements acquis depuis plus de 20 ans via une analyse granulométrique des prélèvements et le traitement de l'imagerie pour une identification des faciès acoustiques (Créocéan, 2010) ;
- Carte de substrat sédimentaire du projet européen EMOnet éditée en 2019 sur la base des données Shom et de l'Ifremer.
- Berné *et al.*, 2007. Late Glacial to Preboreal sea-level rise recorded by the Rhone deltaic system (NW Mediterranean). *Marine Geology* 245, 65-88 ;
- Bassetti *et al.*, 2008. The 100-ka and rapid sea level changes recorded by prograding shelf sand bodies in the Gulf of Lions (western Mediterranean Sea). *Geochem. Geophys. Geosyst.* 9.
- Bassetti, M.A., Jouet, G., Dufois, F., Berne, S., Rabineau, M., Taviani, M., 2006. Sand bodies at the shelf edge in the Gulf of Lions (Western Mediterranean): Deglacial history and modern processes. *Marine Geology* 234, 93-109.
- Estournel, C., Mikolajczak, G., Ulses, C., Bourrin, F., Canals, M., Charmasson, S., Doxaran, D., Duhaut, T., de Madron, X.D., Marsaleix, P., Palanques, A., Puig, P., Radakovitch, O., Sanchez-Vidal, A., Verney, R., 2023. Sediment dynamics in the Gulf of Lion (NW Mediterranean Sea) during two autumn–winter periods with contrasting meteorological conditions. *Progress in Oceanography* 210, 102942.
- Giresse, P., Berné, S., Certain, R., Courp, T., Hebert, B., Raynal, O., 2023. Beachrocks and lithified barriers in the Gulf of Lions (western Mediterranean Sea) as new markers of the last sea-level rise. *Sedimentology* 70, 569-591.
- Maillet, G.M., Vella, C., Berne, S., Friend, P.L., Amos, C.L., Fleury, T.J., Normand, A., 2006. Morphological changes and sedimentary processes induced by the December 2003 flood event at the present mouth of the Grand Rhone River (southern France). *Marine Geology* 234, 159-177.
- Mauffrey, M.A., Berné, S., Jouet, G., Giresse, P., Gaudin, M., 2015. Sea-level control on the connection between shelf-edge deltas and the Bourcart canyon head (western Mediterranean) during the last glacial/interglacial cycle. *Marine Geology* 370, 1-19.
- Riboulot, V., Thomas, Y., Berné, S., Jouet, G., Cattaneo, A., 2014. Control of Quaternary sea-level changes on gas seeps. *Geophysical Research Letters* 41, 4970-4977.

Données sur la zone d'étude

- Shom 2021 - Description de l'état de la connaissance et des caractéristiques physiques de la macrozone éolien en mer située en Méditerranée (Occitanie et Sud PACA).

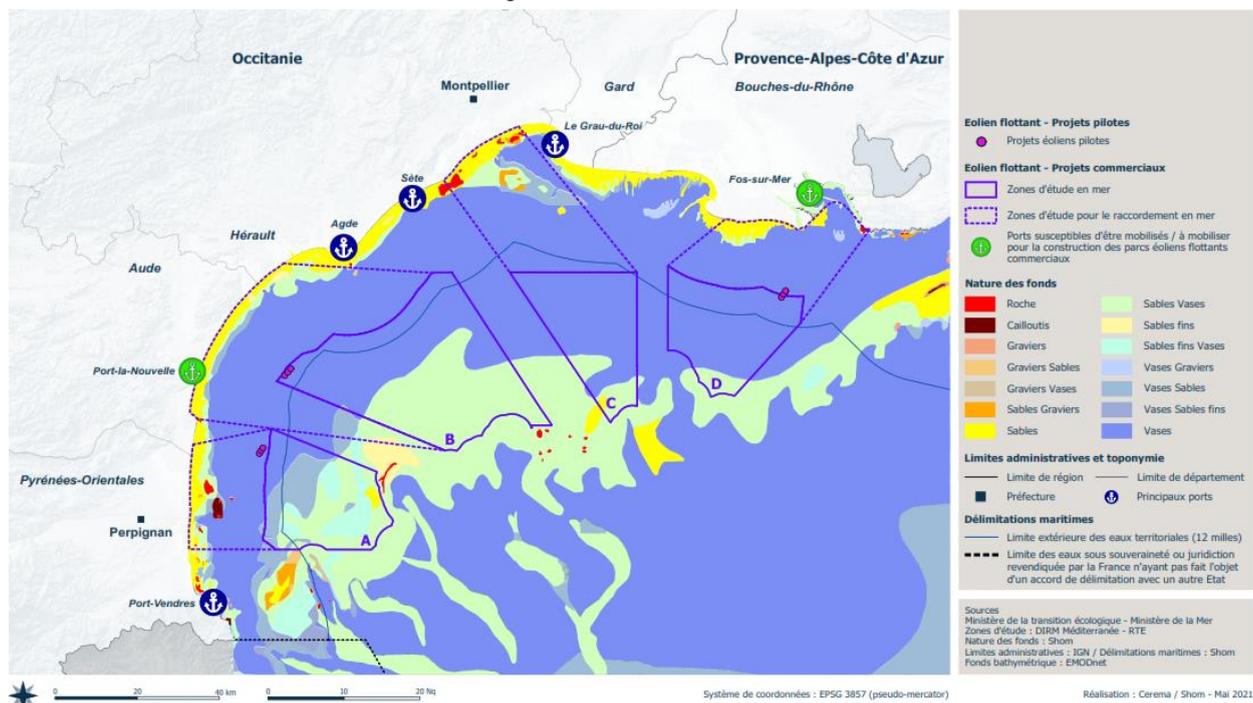


- Données des campagnes hydrographiques et sédimentologiques réalisées en 2021 et 2022 par le Shom dans le cadre de la reconnaissance environnementale des zones d'implantation des futurs parcs d'implantation d'éoliennes en mer et de leurs raccordements dans le Golfe de Lion (zone A, B et D) pour le compte de la DGEC.

La carte de la nature des fonds présentée ci-après (Figure 15) synthétise les résultats des prélèvements réalisés et des données d'imagerie acoustique acquises au cours des dernières décennies. Le projet européen EMODnet a édité en 2019 une carte de substrat sédimentaire en s'appuyant notamment sur les données du Shom et de l'Ifremer. Les modèles sédimentaires de la zone sont issus des travaux de synthèse d'Aloïsi (1986), de Monaco et Aloïsi (2000), de Durrieu de Madron (2004).

La région est caractérisée par la présence de posidonies près de la côte, derrière lesquelles se forment des bancs de sédiments mixtes et de sable fin puis graveleux jusqu'à 50 kilomètres des côtes (SHOM, 2020). Cette zone sablo-graveleuse présente des profondeurs de 40 à 100 m et des processus de dynamique sédimentaire. Plus au large, la vase (sédiments argileux comportant plus de 20% de particules inférieures à 0,05 mm) alterne avec des sables vaseux (sables comportant de 5% à 20% de vases). A la limite externe de la plateforme continentale, d'anciens récifs rocheux bordent le talus vaseux et découpé de canyons qui se prolonge jusqu'à plusieurs milliers de mètres de profondeur, au-delà du Golfe du Lion.

Figure 15: Nature des fonds



Source : Cerema/Shom, 2021 issu de l'Atlas cartographique du Dossier du Maître d'Ouvrage (MTE / RTE, 2021)



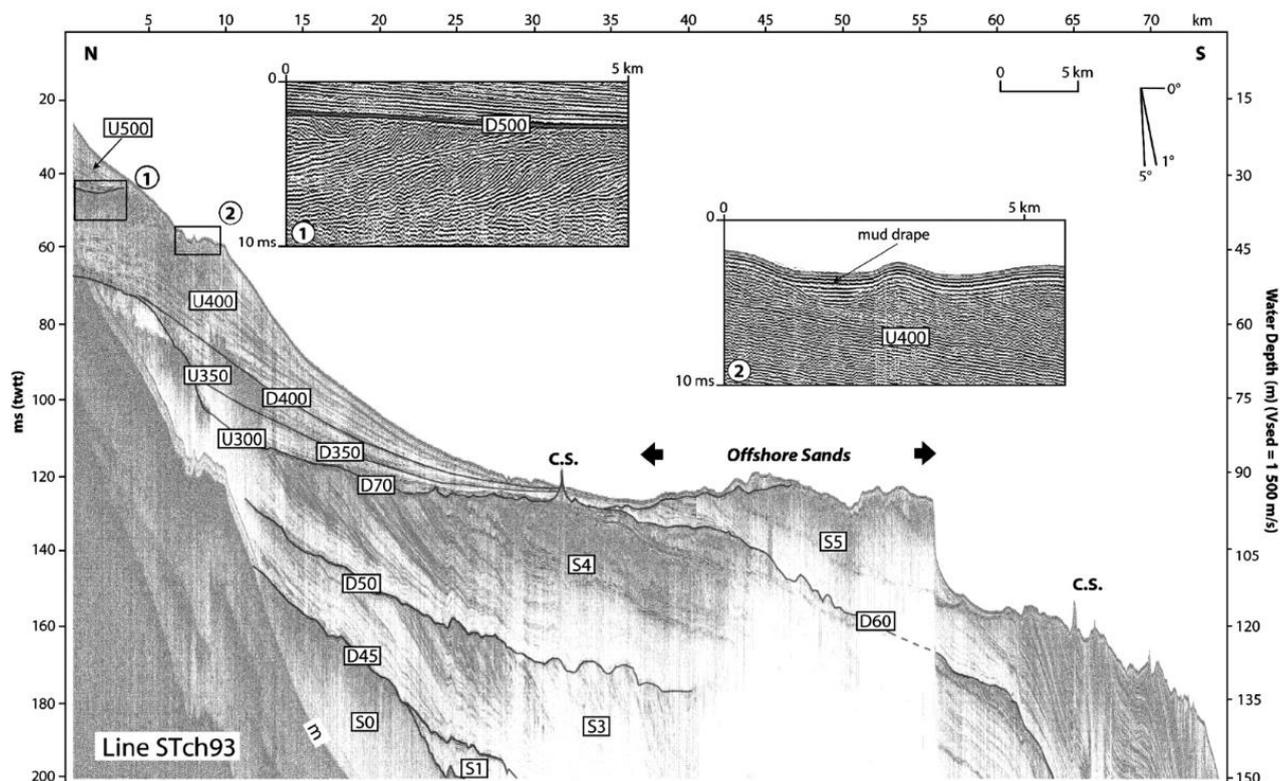
L'acquisition de données sismiques très haute résolution (THR) (Berné *et al.*, 2007), a permis d'obtenir un premier aperçu précis de la répartition des habitats sur le plateau du Golfe du Lion (cf. Figure 16). De la côte vers le large, les habitats sont ainsi composés :

- De sables littoraux,
- De vases pro deltaïques peu consolidées,
- De sables reliques déposés durant une phase de stationnement marin et remaniés par des dunes actives,
- De vases pro deltaïques plus anciennes mais également post-glaciaires (non consolidées),
- De sables du large, reliques, d'un stationnement marin plus ancien et des vases pléistocènes sur-consolidés (car ayant été couvertes par une pile sédimentaire de plusieurs mètres (jusqu'à 20 m), érodée pendant la transgression marine),
- De vases pro deltaïques héritées du dernier maximum glaciaire.

Les vases qui se trouvent à une profondeur de 90-100 m dans la zone d'étude sont principalement constituées de dépôts anciens sur-consolidés âgés de 40 000 ans (Bassetti *et al.*, 2008).

A noter l'existence au large, en dehors de la zone très côtière, de sables grésifiés, à l'affleurement et/ou enfouis sous les sédiments meubles (Giresse *et al.*, 2023; Mauffrey *et al.*, 2015), généralement recouverts de coralligène. Ces témoins de stationnements marins présentent un enjeu de génie civil évident, mais hébergent aussi une faune variée et spécifique, comme l'a montré par exemple le projet ESPEXS de l'OFB.

Figure 16 : Coupe sismique (chirp) STch 93 à travers le complexe deltaïque subaquatique du Rhône occidental.



Source : (Berné *et al.*, 2007)



A noter également la présence de sorties de fluides (« pockmarks ») à différentes profondeurs dans le Golfe du Lion, notamment entre 30 et 90 m. Le degré d'activité, la nature des fluides (eau ou méthane) et l'existence de faunes spécifiques restent à déterminer notamment pour mieux appréhender la stabilité des sols.

Les levés sédimentaires récents (prélèvements sédimentaires, imagerie acoustique, données sismiques) réalisés dans le cadre des reconnaissances environnementales des zones d'implantation des parcs éoliens en mer et de leurs raccordements dans le Golfe du Lion (zone A, B et D) ont permis de caractériser la nature sédimentaire des fonds et l'épaisseur des sédiments de la zone d'étude (cf. Figure 17 et Figure 18).

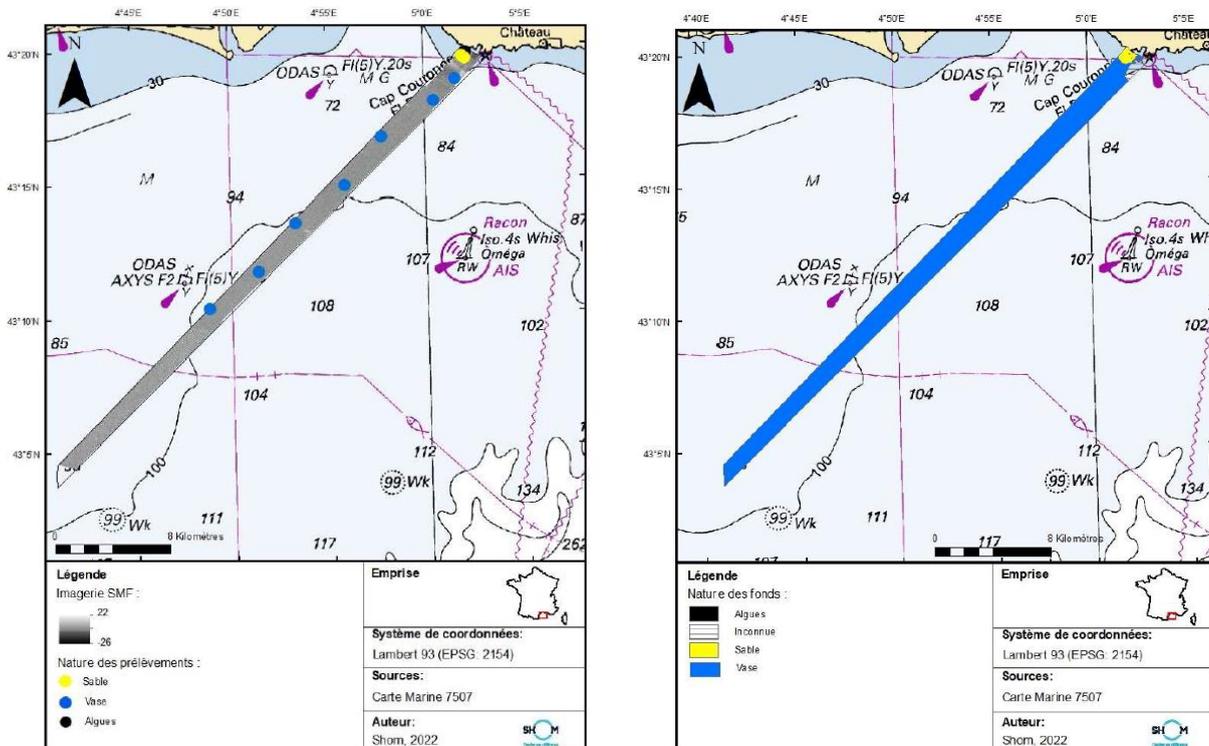
Le corridor

La classification adoptée pour la carte de nature des fonds est composée de 3 types de fonds sédimentaires :

- le sable, contenant de 50 à 100 % de particules comprises entre 0.5 et 2mm ;
- Les algues (Posidonie), échantillon composé uniquement de végétation ;
- la vase, contenant de 20 à 100 % de particules inférieures à 0,05 mm.

La combinaison et l'interprétation des données acquises lors du levé réalisé en 2022 (imagerie, MNT, prélèvements) mettent en évidence une zone de nature homogène, composée très essentiellement de vase jusqu'à la partie côtière où la présence de sable est observée (Figure 17). De la posidonie est également présente sur ces petits fonds. L'absence d'imagerie ne permet pas de cartographier la totalité de la partie proche côtière, marquée comme inconnue.

Figure 17 : Carte de répartition des sédiments sur le corridor de raccordement du parc



Source : (Shom, 2023)



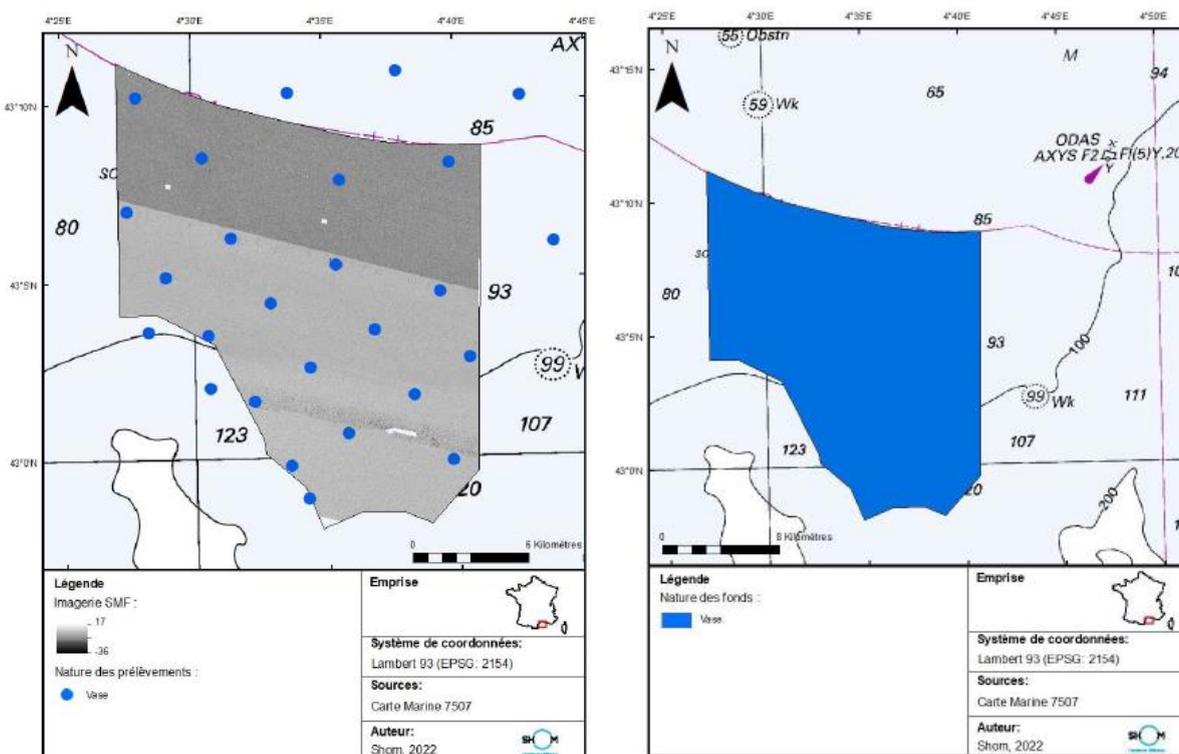
L'analyse des surfaces couvertes par les différents faciès sédimentaires de la carte réalisée à partir des nouveaux levés indique la répartition suivante pour les différentes classes de sédiments (Figure 17) : 96% de vase, 3% de sable et 1% d'algues.

Le parc

La classification adoptée pour la carte de nature des fonds comprend un unique type de fond sédimentaire : la vase, contenant de 20 à 100 % de particules inférieures à 0,05 mm (à majorité argileuse).

La combinaison et l'interprétation des données acquises lors des levés en 2021 et 2022 (imagerie, MNT, prélèvements) mettent en évidence la nature homogène de la zone d'étude, composée essentiellement de vase (Figure 18). L'analyse des surfaces couvertes par les différents faciès sédimentaires de la carte réalisée à partir des nouveaux levés met en effet en évidence une seule classe de sédiments sur ce secteur : la vase (Figure 18). Cela vient confirmer les tendances mises en évidence par la cartographie la plus récente du secteur, réalisée dans le cadre du projet EDMONET (EMODNET, 2019).

Figure 18 : Carte de répartition des sédiments sur la zone du parc



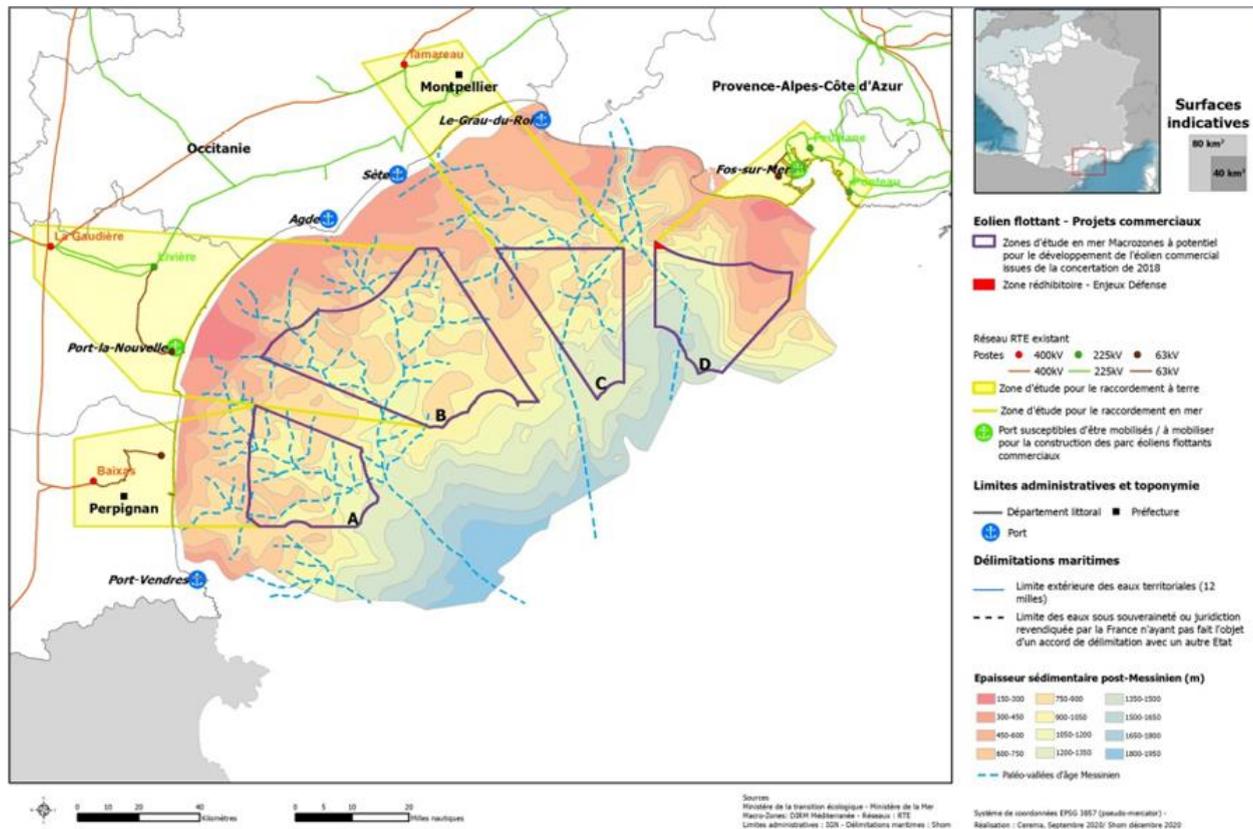
Source : (Shom, 2023)

Épaisseur des sédiments

Les sédiments du golfe du Lion s'organisent en une succession de dépôts superposés. Les dépôts les plus anciens datent de l'époque pré-messinienne, c'est-à-dire il y a environ 6 millions d'années. Cette organisation entraîne des épaisseurs de plusieurs centaines de mètres dans toutes les macro-zones. Contrairement aux sédiments récents qui sont meubles, les dépôts plus anciens sont généralement indurés. Ainsi, il est probable que les épaisseurs sédimentaires post-messinien comprennent des sédiments indurés (Shom, 2021).



Figure 19 : Epaisseur des sédiments post-messinien (en m)



Source : Shom 2020 extrait de (Shom, 2021)

La zone d'étude constitue une région fortement caractérisée par des variations d'épaisseur sédimentaire. En effet, celle-ci peut varier de 300 à 1650 m. Un gradient d'épaisseur s'affine du nord-est vers le sud-ouest de la macro-zone. Un ancien paléo-chenal du Rhône traverse également le sud-ouest de cette région (Shom, 2021).

Les derniers relevés sismiques réalisés par le Shom en 2021 et 2022, ont permis de caractériser l'épaisseur sédimentaire sur la zone d'étude (cf. L'épaisseur sédimentaire du corridor est hétérogène, avec des épaisseurs comprises entre 1 et 65 mètres. Le corridor présente dans sa majorité une épaisseur comprise entre 5 et 50 mètres. On observe un épaissement en allant vers le large. Les épaisseurs les plus importantes observées (jusqu'à 65 m) se trouvent dans la partie Sud de la zone, au niveau du raccord avec le parc. Les épaisseurs les plus faibles sont localisées près de la côte. L'absence des données côtières n'a pas permis de cartographier entièrement le corridor.

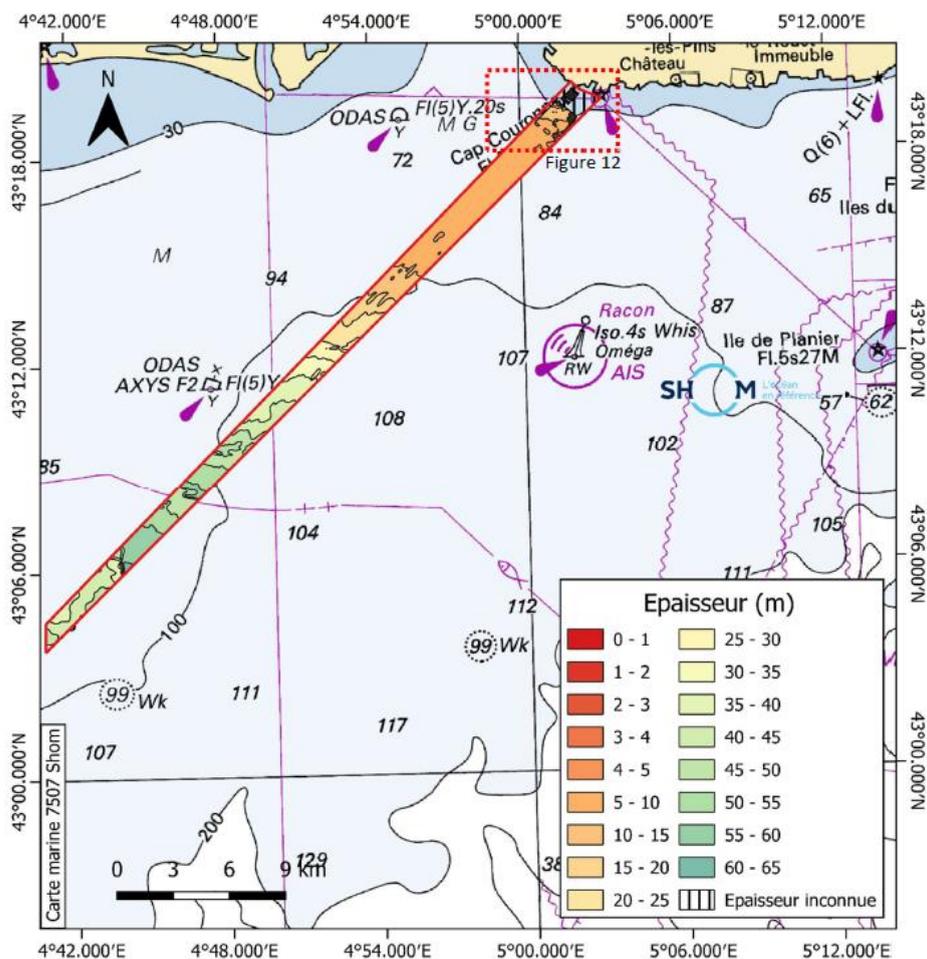
Figure 20).

Le corridor

L'épaisseur sédimentaire du corridor est hétérogène, avec des épaisseurs comprises entre 1 et 65 mètres. Le corridor présente dans sa majorité une épaisseur comprise entre 5 et 50 mètres. On observe un épaissement en allant vers le large. Les épaisseurs les plus importantes observées (jusqu'à 65 m) se trouvent dans la partie Sud de la zone, au niveau du raccord avec le parc. Les épaisseurs les plus faibles sont localisées près de la côte. L'absence des données côtières n'a pas permis de cartographier entièrement le corridor.



Figure 20 : Epaisseur des sédiments sur le corridor de raccordement (pour une célérité de 1575 m/s)



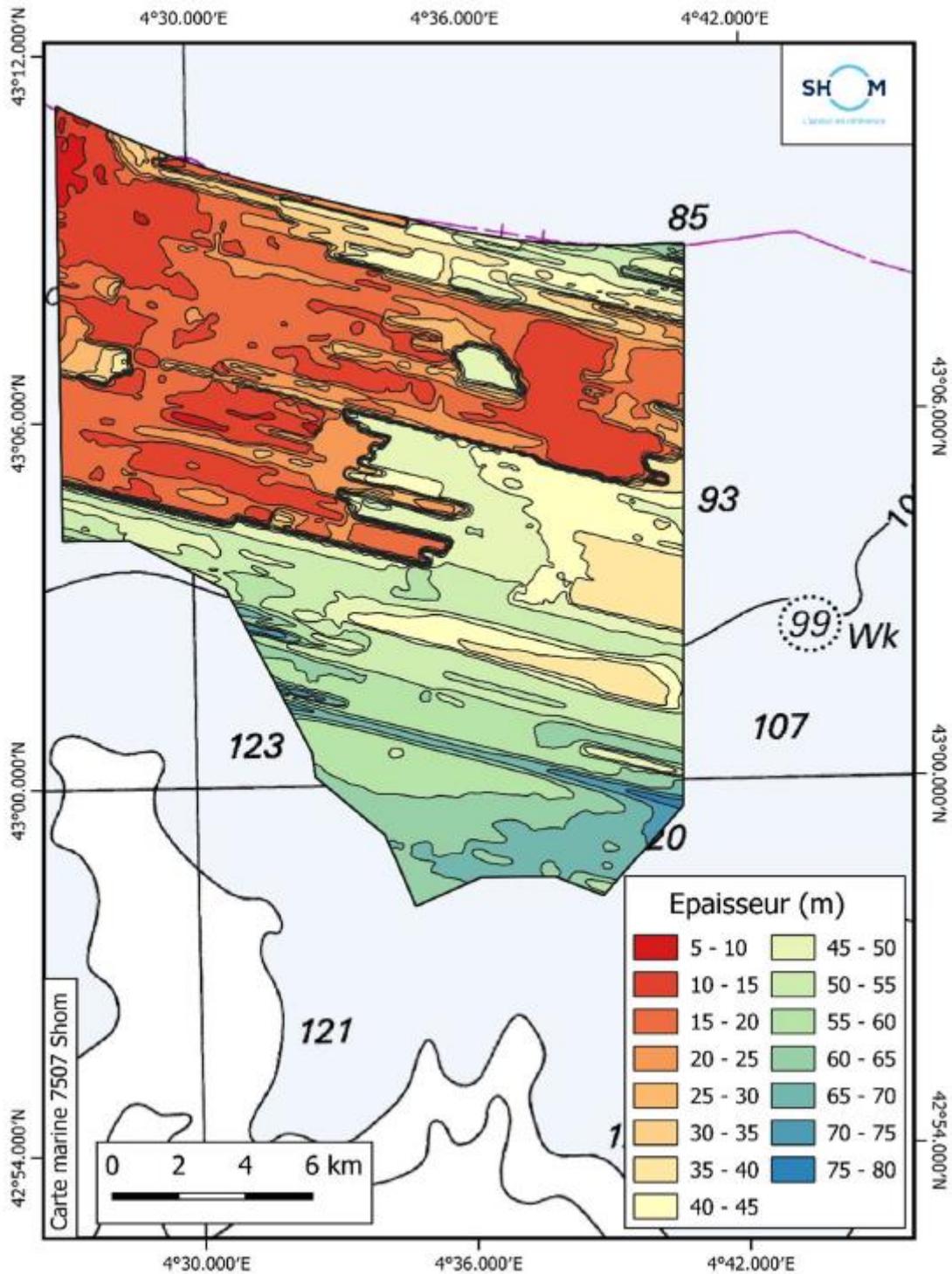
Source : (Shom, 2023)

Le parc

L'épaisseur maximum de la zone EMR peut atteindre 80 mètres. Les valeurs moyennes sont de l'ordre de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. En revanche, le nord du parc montre des épaisseurs nettement plus faibles. Elles sont dues au manque de pénétration du système dans la zone par perte du signal acoustique sur les profils sismiques interprétés. Les épaisseurs observées sur ces secteurs sont donc sous-évaluées. La continuité des ensembles sédimentaires environnants de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur est donc envisageable mais n'a pas pu être observée sur les profils sismiques.



Figure 21 : Epaisseur des sédiments sur la zone du parc (pour une célérité de 1575 m/s)



Source : (Shom, 2023)



4.2.4 Hydrodynamisme des eaux marines

Sources de données disponibles

Données générales

- Modèles de prévisions océanographiques accessibles chaque jour sous www.data.shom.fr. Données de courant marins.
- La connaissance est basée sur l'existence de mesures in situ réalisées dans la région. Ces données ponctuelles apportent une description de la dynamique locale pour une période de temps limitée. Elles permettent la qualification des modèles de prévision et des produits dérivés (ouvrages orientés pour la sécurité de la navigation).
- Prévisions de surcotes modélisées dans le cadre de la vigilance vagues-submersion en partenariat avec Météo-France (projet HOMONIM). Disponibles sur le site www.data.shom.fr du shom ;
- Ouvrage du Cerema de 2017 relatif aux niveaux marins extrêmes pour les ports de Métropole (Niveaux marins extrêmes – Ports de Métropole – CEREMA – Collection Données, disponible sur www.cerema.fr) ;
- Cartographie et analyse des événements de mer 2004-2016 – Cerema
- Résultats du projet MARC (Modélisation et Analyse pour la Recherche Côtière, de l'Ifremer) sur les états de mer ;
- Observations des satellites altimétriques ;
- Bouées du réseau CANDHIS (houlographes) ;
- Bouées du réseau national côtier de mesure d'état de géré par le CETMEF
- Atlas numérique ANEMOC – conditions au large réalisée en collaboration entre le CETMEF et EDF-LNHE, fournit des résultats de simulations numériques d'état de mer – logiciel TOMAWAC (données théoriques)
- Dufau-Julliand, Claire. 2004. Modélisation tridimensionnelle réaliste de l'hydrodynamisme du Golfe du Lion, Méditerranée Nord-Occidentale, appliquée à l'expérience MOOGLI3 : Etude des eaux denses générées sur le plateau continental et de l'activité méso-échelle du Courant Nord.
- MILLOT, C., 1990. "The Gulf of Lion's hydrodynamics". Continental Shelf Research.
- Données sur la zone d'étude
- Shom 2021 - Description de l'état de la connaissance et des caractéristiques physiques de la macrozone éolien en mer située en Méditerranée (Occitanie et Sud PACA) – 14/01/2021.

4.2.4.1 Niveau 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).

Figure 22 : Niveaux d'eau de marées à Fos-sur-Mer

Niveaux d'eau	PHMA	NM	PBMA
Fos-sur-Mer	0,82 m	0,59 m	0,40 m

Source : (SHOM)



La zone d'étude est soumise à un régime microtidal. Les amplitudes de la marée astronomique, à dominance semi-diurne, sont faibles (marnage variant à Marseille entre 30 cm pour une situation de morte-eau¹⁰ et 60 cm pour une situation de vive-eau¹¹) 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.

Des variations du niveau de la mer générées par l'effet des vents locaux peuvent également être observées à la côte : par vent de Sud-est, la mer monte et par vent de Nord-ouest, elle descend surtout lorsque le plateau continental est large. 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.

Au large, l'effet des surcotes mentionnées ci-dessus, est significativement atténué du fait des profondeurs observées.

4.2.4.2 Courantologie

En Méditerranée nord-occidentale, les courants sont de différentes natures car ils sont générés par des processus physiques variés. Ils sont issus de la combinaison des influences de la marée, du vent, des différences de densité de l'eau de mer et de la circulation océanique à grande échelle. Ils sont également contraints par les variations de bathymétrie.

TYPE DE COURANTS

Courants de marée

Les courants liés à la marée astronomique sont faibles et négligeables par rapport aux courants de dérive créés par le vent. Généralement peu ressentis près des côtes dans les zones largement ouvertes, ils peuvent être rapides dans certains passages resserrés (détroits, canaux) et dans certaines zones peu profondes. C'est le cas à Sète où des courants de marée générés dans l'Étang de Thau peuvent atteindre 0.5 à 2 m/s. L'amplification des courants se retrouve localement dans d'autres canaux (Canal de Caronte, entre l'étang de Berre et le golfe de Fos) ou dans les chenaux d'accès avec des courants atteignant 1.5m/s.

Courants permanents

La circulation générale est caractérisée par le Courant Nord (CN) d'une épaisseur de 200 à 400m à la côte. Ce Courant Nord, formé en mer de Ligure (nord-ouest de la mer Tyrrhénienne et à l'est de la partie nord du bassin algéro-provençal), est plus intense, étroit et profond en hiver, avec une intensité maximum de 0.8 m/s (0.5 m/s en été) pour environ 30 km de large (50 km en été).

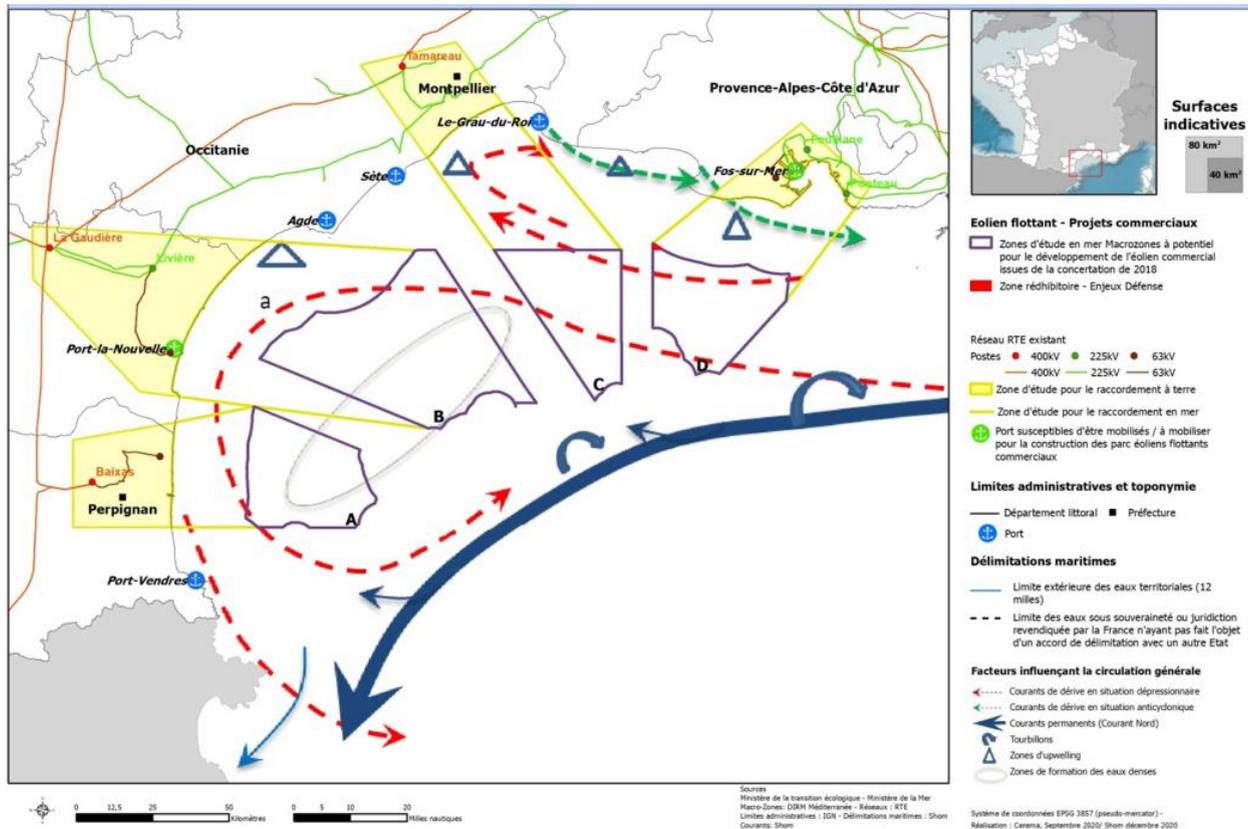
Fortement guidé par la bathymétrie, le Courant Nord longe le talus continental du golfe du Lion du nord-est au sud-ouest. Des intrusions sur le plateau sont parfois observées.

¹⁰ Lorsque le marnage passe par un minimum, la marée est dite de morte-eau

¹¹ Lorsque le marnage passe par un maximum, la marée est dite de vive-eau



Figure 23 : Circulation générale des eaux de surfaces dans le Golfe du Lion (la zone d'étude est ici la zone D)



Source : Cerema/Shom 2020 – extrait de (Shom, 2021)

Courants de dérive

Les échanges avec l'atmosphère constituent un forçage prépondérant des courants dans la zone. En effet, les côtes méditerranéennes sont soumises à des vents intenses (Mistral, Tramontane, vent de Sud-est) qui se renforcent en hiver.

Ces vents induisent des processus de déplacements horizontaux et verticaux des masses d'eau, notamment des upwellings (qui ramènent les eaux froides et riches du fond vers la surface par vent de Nord-Ouest), des downwellings (par vent de Sud-Est), des jets côtiers et des structures tourbillonnaires. La zone d'étude est fortement concernée par le mistral et se situe proche d'un upwelling sur les côtes de Fos-sur-Mer.

Courants de densité

Les variations des caractéristiques hydrologiques (température et salinité) sont aussi un facteur de circulation verticale avec la plongée des eaux plus denses sur le plateau du golfe du Lion. La circulation côtière est contrainte par les apports en eau douce des fleuves, notamment avec le déversement du Rhône dont le débit très important peut générer un écoulement d'eau douce en surface et créer un front de densité entre le plateau et la pente au-dessus de laquelle s'écoule le Courant Nord.



COURANTOLOGIE AU LARGE DU GOLFE DE FOS

Sur le secteur du Rhône, à Marseille, le vent d'Est entraîne des courants orientés du Nord à l'Ouest, et les vents d'Ouest des 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 »).

Les courants côtiers au droit de l'aire d'étude sont 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.

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, plus légère 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.

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

4.2.4.3 Etats de mer

La topographie inégale et particulière de la partie occidentale de la Méditerranée Française conduit à la production fréquente (environ 2/3 du temps) d'accélération intenses et localisées de vents de terre (Tramontane (Nord- Ouest) et Mistral(Nord-Est)) pouvant atteindre de grandes intensités (jusqu'à des rafales de 60 m/s). Ceux-ci permettent le développement de mers de vents énergétiques en provenance des secteurs Ouest à Nord et relativement jeunes en raison d'un fetch court.

La zone est également exposée à de plus rares (moins de 12 % du temps) mais violentes tempêtes, en provenance du large (du Sud à l'Est) pendant la période hivernale accompagnées de fortes vagues.

Enfin, de par sa localisation, la zone est soumise à de faibles houles d'Est à Sud-Ouest provenant de la Méditerranée. Les états de mer sur les macro-zones sont donc principalement dus au vent local. La hauteur significative moyenne des vagues présente une variabilité spatiale, comprise entre 0,8 et 1,3 m de la côte vers le large, avec des vagues venant préférentiellement de l'Ouest pour la zone d'étude.

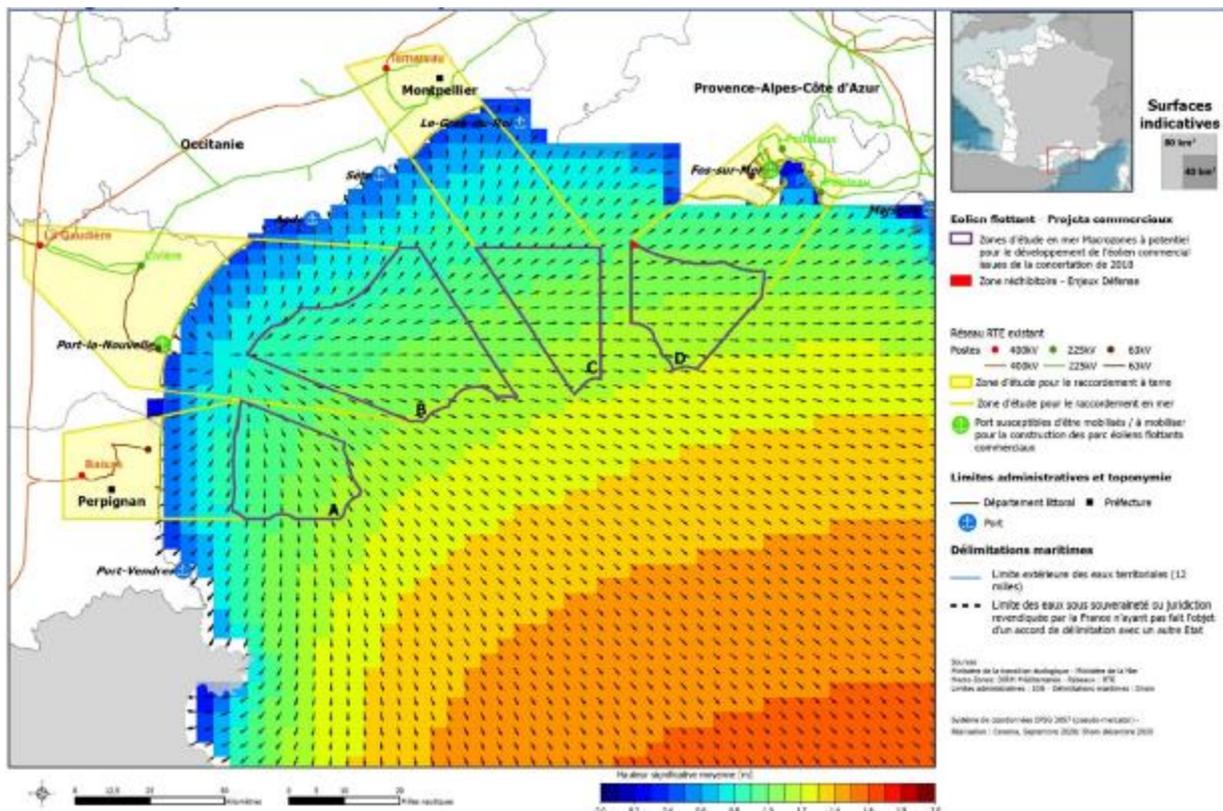
L'état de mer sur la zone d'étude est principalement constitué d'une mer de vent de secteur Nord-Ouest avec une période des vagues faible, généralement autour de 4-5 secondes, et des hauteurs significatives relativement faibles. Lors de coups de vent forts, cette mer de vent peut cependant être assez énergétique, avec des vagues pouvant dépasser les 6 mètres de hauteur significative. Ces événements restent cependant statistiquement assez rares, mais potentiellement sous-estimés en raison de la période relativement courte couverte par le jeu de données.



4. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

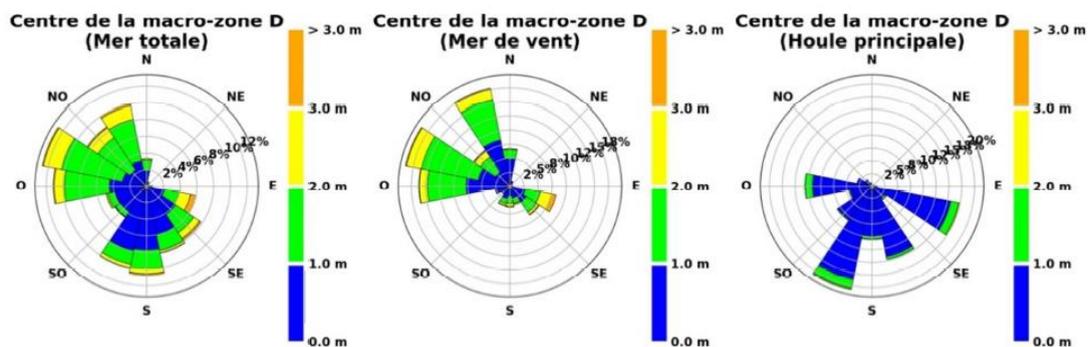
Une faible houle de Sud-Est à Sud vient généralement s'additionner à cette mer de vent. La houle présente généralement une période pic de 5 à 10 secondes. Il s'agit de la houle résiduelle des mers de vents développée dans la zone d'étude ou à proximité les jours précédents et qui ont des hauteurs significatives faibles, généralement de l'ordre de quelques dizaines de centimètres et pouvant atteindre environ 1 mètre dans de rares cas. Les houles avec des périodes pic autour de 10 secondes sont quant à elles issues de vagues générées plus loin en Méditerranée et qui se sont propagées jusque dans le golfe du Lion. Ces houles ont généralement des hauteurs significatives de l'ordre de quelques dizaines de centimètres mais peuvent atteindre 2 à 3 mètres dans de rares cas de tempêtes hivernales.

Figure 24 : Hauteurs significatives en mètres (couleurs) et directions moyennes (flèches) des vagues moyennes modélisées sur la période 2012/2019 (zone D à considérer ici)



Source : Cerema 2020, Shom 2020 – extrait de (Shom, 2021)

Figure 25 : Rose de vagues (hauteur significative / direction moyenne) pour l'état de mer total (col. 1), pour la mer de vent (col. 2) et pour la houle principale (col. 3).



Source : Extrait de (Shom, 2021)



Au droit du Golfe de Fos, les houles de Sud/Sud-Ouest (de période moyenne de 5 à 6 secondes) sont majoritaires (30% du régime total) mais elles affectent peu le littoral occidental et septentrional du Golfe de Fos et ses abords pour des raisons de topographie sous-marine.

Les houles de Sud/Sud-Est (de période moyenne de 6 secondes) représentent 16% du régime total et les houles de Sud-Est 11%. La superposition des houles de Mistral (Nord-Ouest) et de vent de Sud-Ouest est fréquente. La houle générée par le Mistral, qui peut être très fort et instable, reste limitée au droit de l'aire d'étude. La houle générée par les vents de secteur Est/Sud-Est peut être en revanche très sévère du fait de l'importante zone sur laquelle agit le vent (i.e. le fetch). Les états de mer avec une hauteur de vague significative (i.e. Hs) au-dessus de 4 m ne sont pas exceptionnels dans la zone étudiée.

4.2.5 Dynamique hydrosédimentaire

Sources de données disponibles

Données générales

- 20th century sediment budget trends on the Western Gulf of Lions shelf (France): An application of an integrated method for the study of sediment coastal reservoirs. Geomorphology, Brunel C., Certain R., Sabatier F., Robin N., Barusseau J.P., Aleman N., Raynal O., 2014
- Modélisation tridimensionnelle réaliste de l'hydrodynamique du Golfe du Lion, Méditerranée Nord-Occidentale, appliquée à l'expérience MOOGLI3 : Etude des eaux denses générées sur le plateau continental et de l'activité méso-échelle du Courant Nord, Claire Dufau-Julliard, 2004
- SUANEZ S., 1997. Dynamiques sédimentaires actuelles et récentes de la frange orientale littorale du delta du Rhône.
- ULSES, C., 2002. Dynamique océanique et transport de la matière particulaire dans le Golfe du Lion : Crue, tempête et période hivernale.
- ALOISI, J.-C. and MONACO, A., 1975. La sédimentation infralittorale. Les prodeltas nord-méditerranéens.
- BOURRIN F., 2009. Variabilité et devenir des apports sédimentaires par les fleuves côtiers : cas du système Têt – littoral roussillonnais dans le golfe du Lion.
- McCave, I.N., 1972. Transport and escape of fine-grained sediment from shelf areas, In: Shelf Sediment Transport: Process and Pattern, Van Nostrand Reinhold.
- PAUC, H., 1971. Les courants de sortie des eaux du Rhône. Conséquences sédimentologiques. Vie et Milieu.
- RODITIS, J.C., 1993. Caractérisation de la charge solide en suspension et alluvionnement du Rhône dans le secteur Beaucaire-Arles. Crues et modalités du transfert sédimentaire.
- ROUSSIEZ, V., 2006. Les éléments métalliques. Traceurs de la pression anthropique et du fonctionnement hydro-sédimentaire du golfe du Lion. PhD Thesis, Univ. Perpignan, 247 pp.
- AMASSI A., 2003. Etudes des caractéristiques géobiochimiques des sédiments du golfe de Fos : variabilité spatiale et évolution temporelle.
- Heurtefeux, H., Richar, P., vingt ans de protection des dunes littorales pour des techniques douces : bilan et perspective à travers quelques exemples en Méditerranée française ; 2005
- Bilan de 25 ans de gestion d'une flèche sableuse à point libre, Heurtefeux, Sabatier, Grosset, Richard ; 2009.
-
- Données sur la zone d'étude
- Données Shom – Campagnes géotechniques et géophysiques réalisées au printemps 2023. En attente des éléments.



4.2.5.1 Généralités

Le transport des sédiments est fonction de l'hydrodynamisme et de la nature et de la granulométrie des sédiments marins :

- Les sédiments sableux ou plus grossiers sont transportés par charriage. Ils glissent, roulent ou sautent (processus de saltation) sur le fond. Le charriage désigne en géomorphologie un processus de déplacement des sédiments sous l'effet du vent ou de l'eau. Il affecte les particules les plus massives qui restent en contact avec le fond, se déplacent de manière relativement lente et discontinue. Marginalement, les activités humaines telles que l'extraction de granulats, les travaux littoraux ou la pêche professionnelle aux arts trainants, peuvent influencer la dynamique sédimentaire en mer.
- Les éléments fins et vaseux sont transportés par suspension dans l'eau. Les particules maintenues par les turbulences de l'écoulement se déplacent au gré des mouvements des masses d'eau dans lesquelles s'établit un gradient vertical de concentration. Ce dernier résulte de l'équilibre entre les courants de particules ascendants sous l'effet des turbulences, et descendants du fait de la gravité.

Pour rappel, l'aire d'étude est principalement composée de vases et de sédiments fins, et les apports terrigènes du Rhône et des autres fleuves côtiers (dans une moindre mesure) influent grandement sur les concentrations de matières en suspension dans la colonne d'eau.

Les principaux facteurs impliqués dans la dynamique sédimentaire sont les suivants :

- Les courants de marée. Ils sont responsables du transport par charriage des sables et du transport des vases en suspension ;
- Les houles et clapots. Ils sont responsables du transport par charriage des sables le long des littoraux et des plages, ainsi que la remise en suspension des vases des estrans ;
- Les vents. Ils sont responsables des transports éoliens des sables dunaires.

Les 200 km du golfe du Lion occidental sont scindés en quatre grands ensembles délimités par d'imposants caps rocheux. Le transport sédimentaire au sein et entre ces différents compartiments se fait principalement sous l'action des vents continentaux en domaine côtier et aux vents marins au large.

Le Golfe du Lion connaît périodiquement, à différentes profondeurs, des conditions dynamiques capables de transporter les sables et les silts (qui constituent la majeure partie du substrat meuble) (Estournel et al., 2023). Cette dynamique entraîne des modifications lentes et variables de la topographie sous-marine, moins intenses que dans les zones soumises aux marées, mais néanmoins visibles à l'échelle humaine. Les zones les plus touchées par ces modifications sont situées :

- Au niveau des prodeltas fossiles (Berné et al., 2007) et actif (Maillet et al., 2006) du Rhône,
- Dans la partie occidentale du Golfe du Lion jusqu'à environ 60 m de profondeur,
- A proximité du rebord de plate-forme, ou des dunes sableuses actives sont observées.

Dans les zones profondes de la plateforme (entre 30 et 100 m CM), les particules sédimentaires, y compris les plus fines, ont tendance à se déposer en l'absence d'effet des houles et de courant de fond notable en période « normale ». Cette sédimentation reste relativement faible : de 0,01 à 0,04 cm/an (Brunel et al., 2014).

Le transport sédimentaire est principalement assuré lors des tempêtes, avec une prépondérance pour celles provenant du secteur Sud/Sud-est à Sud-est. Les sédiments sont alors transportés progressivement vers les têtes de canyons.

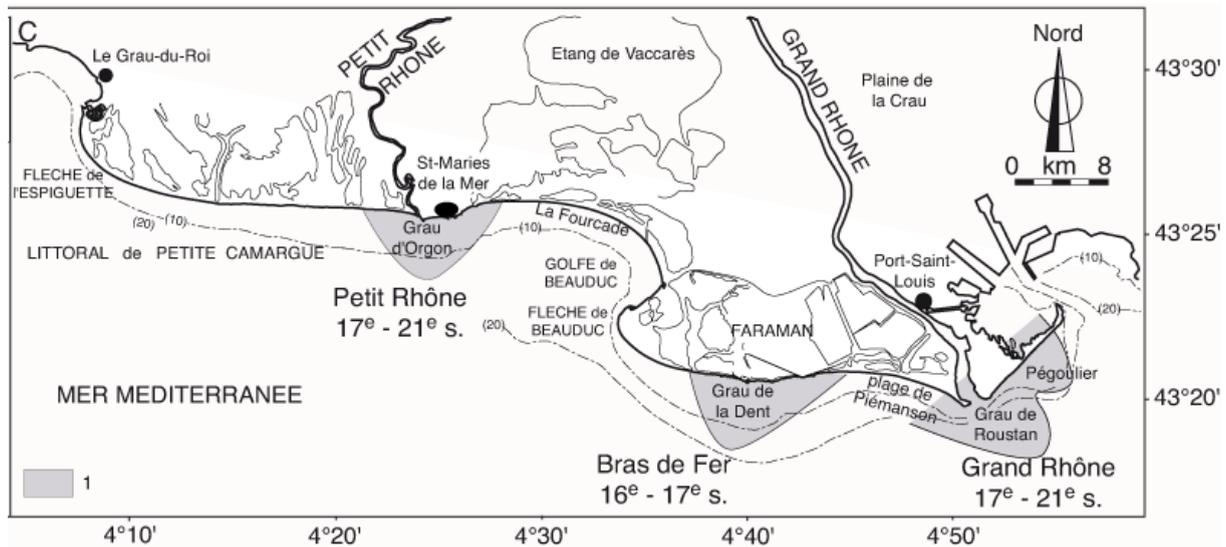


D'après Brunel *et al.* (2014), ce transport sédimentaire est déficitaire dans la partie occidentale du golfe du Lion. Ainsi, au cours de la période 1984-2009 un volume d'environ 30,2 millions de m³ de sédiments a été retiré du littoral. A l'inverse, plus au large la tendance est à l'accrétion. En effet, sur cette période de 25 années, environ 3,1 millions de m³ de sédiments se sont déposés dans le compartiment du Roussillon.

4.2.5.2 La dynamique sédimentaire sur le littoral d'étude notamment le Golfe de Fos

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 26 : Localisation des principaux lobes deltaïques mis en place depuis le XVII^e siècle. 1 : lobe deltaïque sous-marin.



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

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.

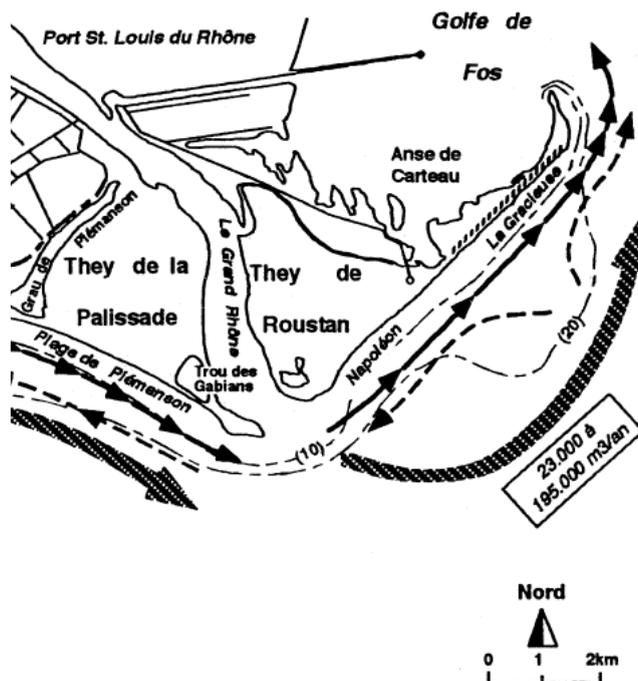
Les mouvements sédimentaires au sein du Golfe de Fos sont donc induits par la circulation littorale et influencés par les apports du Rhône et de l'étang de Berre *via* le chenal de Caronte.

- 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 (Suanez, 1997), (Amassi, 2003).

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 27 : Dérive littorale et transit sédimentaire à l'Est du Rhône dans le Golfe de Fos



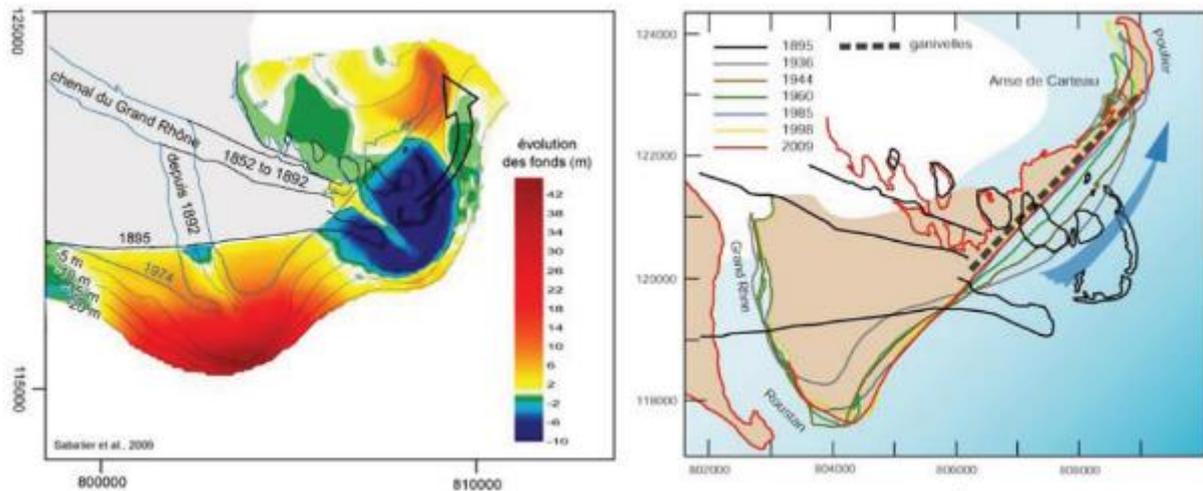
Source : Instabilité du trait de côté et recherche des conditions d'équilibre : le cas de la flèche de La Gracieuse - 1993

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

Depuis les années 1960, un certain nombre d'aménagements de génie côtier se sont succédé, 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 (Heurtefeux, Grosset, Sabatier, Richard, 2009).



Figure 28 : Evolution du trait de côte et des fonds durant le 20ème siècle



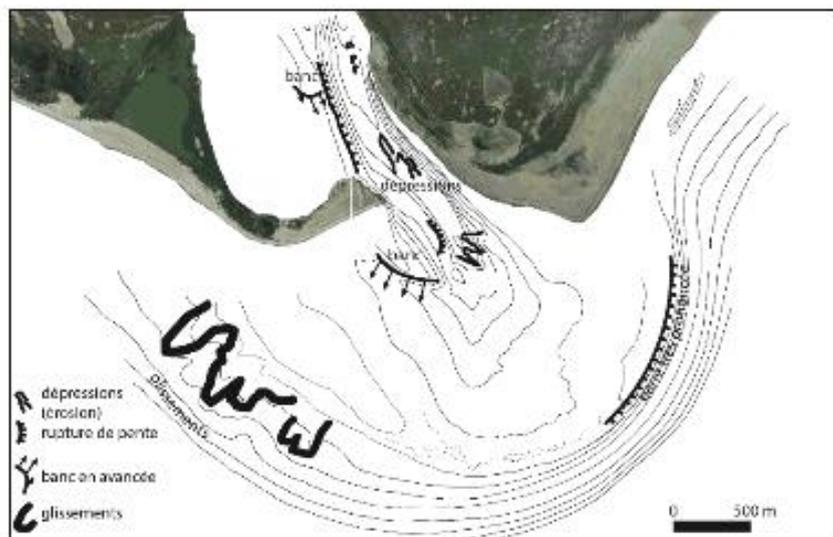
Source Bilan de 25 ans de gestion d'une flèche sableuse à pointe libre (HEURTEFEUX SABATIER GROSSET RICHARD Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime EDITION 1, HAMMAMET, TUNISIE (2009)

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 poulier qui s'engraisse et avance vers le NE. Sous l'effet de la dérive littorale dominante dirigée vers le NE, les sables érodés de la partie centrale de la flèche alimentent le Poulier. 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 (Heurtefeux et Richard, 2005).

56

Des études récentes ont montré l'instabilité des sédiments accumulés au droit du poulier du Rhône et l'est de la plage Napoléon :

Figure 29 : Contexte hydrosédimentaire au droit de l'embouchure du Rhône



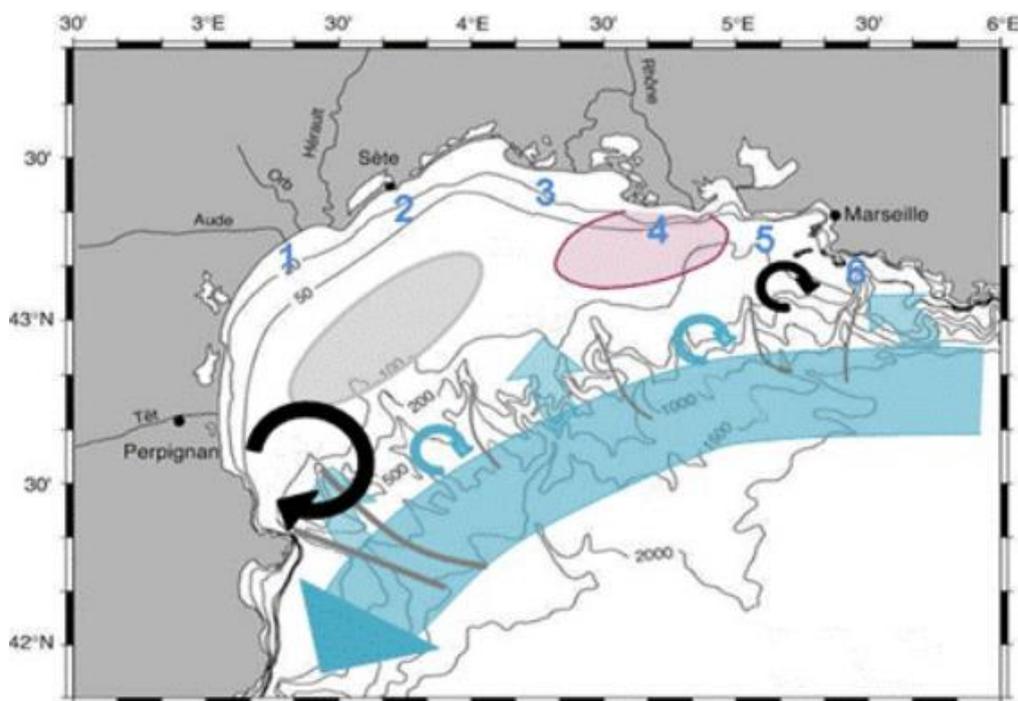
4.2.6 Qualité des eaux

4.2.6.1 Contexte

La qualité des eaux littorales sur le secteur du Golfe de Fos est principalement sous influence des apports du Rhône, mais aussi de l'urbanisation et des activités industrielles et portuaires locales.

Le Rhône est à la fois une source importante de nutriments, mais aussi une source non négligeable de contaminants divers, organiques ou inorganiques. 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.

Figure 30 : Processus majeurs du golfe du Lion, montrant la zone de dilution du Rhône en rose



Source : J. Gatti, I. Pairaud – Ifremer

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 $6,8 \cdot 10^6$ et $13,5 \cdot 10^6$ t/an.

Le Rhône est également une source considérable d'apports en composés azotés et phosphorés. Le nitrate représente à lui seul près de 70 % de la composition azotée des eaux du Rhône et présente une forte variabilité saisonnière avec des pics en hiver. Le phosphore est quant à lui 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).

A cela vient s'ajouter l'influence des activités industrialo-portuaires implantées dans le Golfe de Fos.



4.2.6.2 État environnemental à l'échelle de l'aire d'étude

OXYGENE DISSOUS

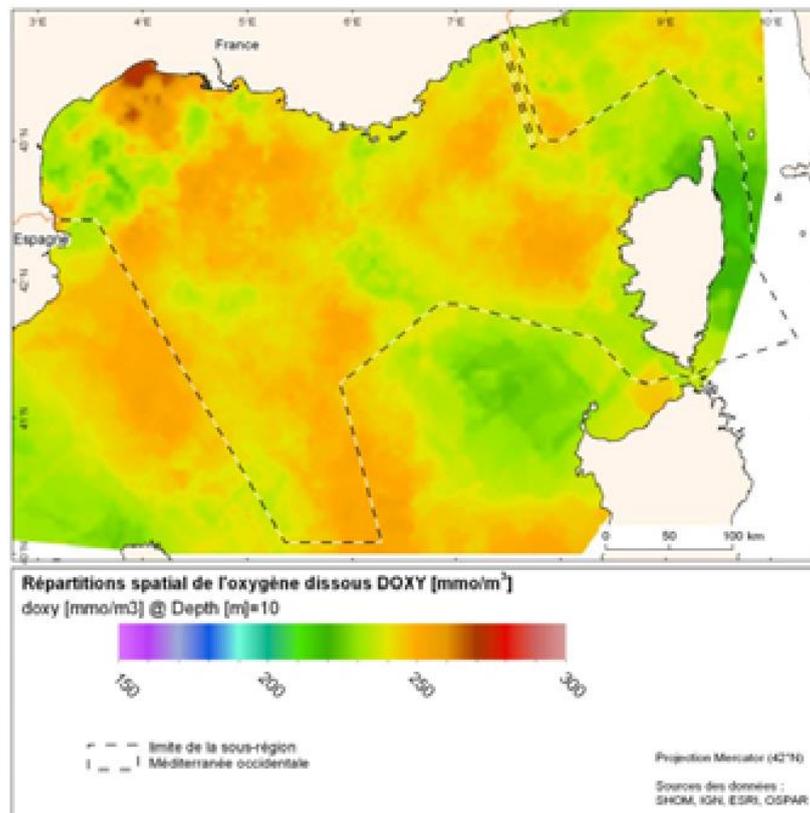
La concentration en oxygène dissous dans l'eau résulte de paramètres physiques (température, salinité, mélange de la masse d'eau), chimiques et biologiques.

En Méditerranée, la distribution spatiale de la concentration en oxygène est régie par les apports d'eau douce et salée, ainsi que par des mouvements circulatoires profonds.

Les eaux de surface présentent une répartition homogène, en moyenne sur l'ensemble de la région, au cours des saisons, avec des concentrations plus élevées sur le plateau continental. Cette situation est liée à l'influence du Rhône sur la distribution de l'oxygène dissous et à une salinité plus basse, cette dernière augmentant la solubilité de l'oxygène dans l'eau.

Sur la zone d'étude, la concentration en oxygène dissous est relativement élevée et s'étend de 230 à 300 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{kg}^{-1}$.

Figure 31 : Distribution spatiale de l'oxygène dissous (en $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{kg}^{-1}$) dans les eaux de surface (-10 m)



Source : PAMM, 2012

TURBIDITE

La turbidité dans le Golfe du Lion est caractérisée par une structuration verticale mais également par une variabilité spatiale et saisonnière importante :

- En hiver, les apports en eau douce et en sédiments par les fleuves ainsi que la remise en suspension par les courants et les vagues sont plus importants.



- En période estivale, la colonne d'eau est fortement stratifiée avec la présence d'une thermocline à quelques dizaines de mètres de profondeur. Les plus fortes concentrations de MES sont alors observées sur la moitié occidentale du plateau.

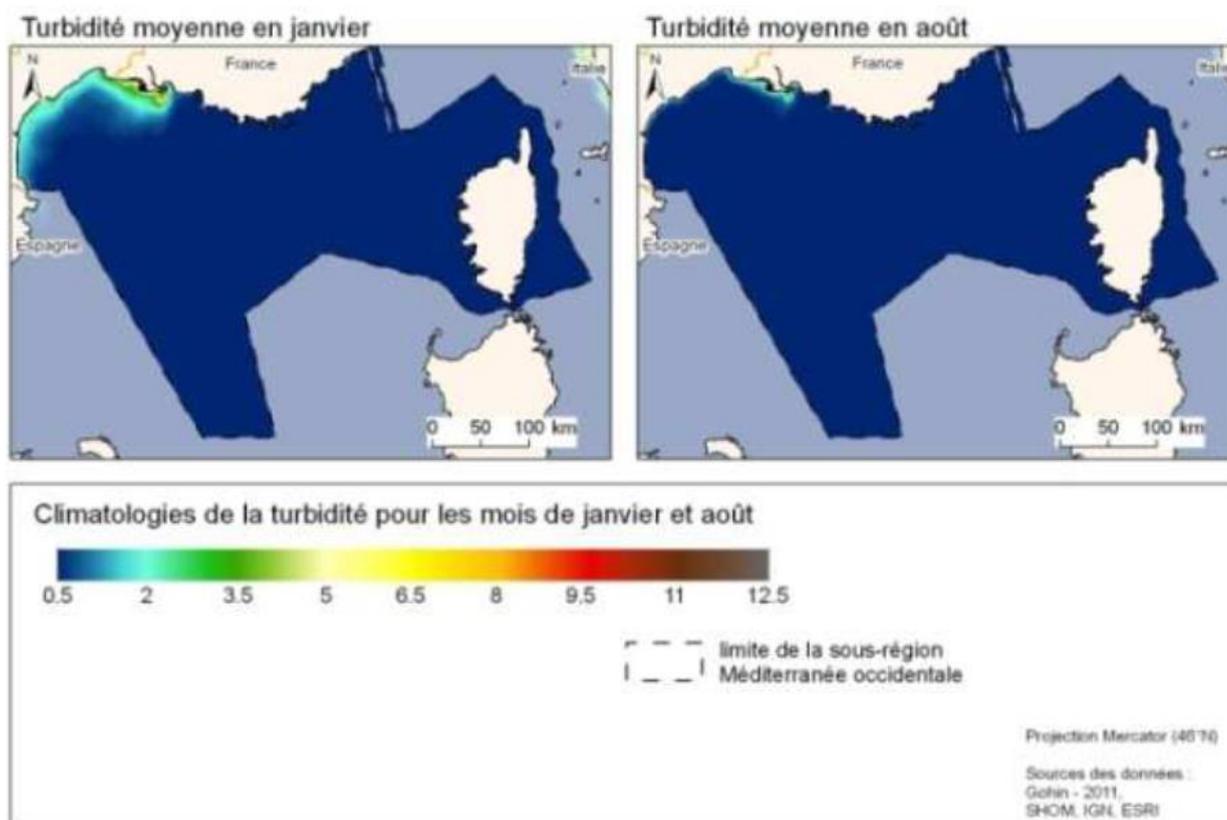
Par conséquent, une couche de turbidité reste de façon permanente près du fond tout au long de l'année avec des concentrations de l'ordre de 1 à quelques mg/L. Cependant, la majorité des éléments particuliers sédimente sur le prodelta où la part du carbone d'origine terrestre est supérieure à 50 % (Bouloubassiet al. 1997 in Hermand, 2008).

Concernant la turbidité de surface, les données reflètent la forte variabilité saisonnière de la turbidité minérale, essentiellement liée à la remise en suspension des sédiments par les vagues en période hivernale.

Le littoral du Golfe du Lion est sujet aux variations naturelles de la turbidité de l'eau du fait des épisodes de tempêtes d'Est/Sud-est, des vents de secteur Nord, des apports des cours d'eau, et des échanges entre les lagunes et la mer. Les tempêtes sont associées à des pluies intenses et des crues éclair. Les matières ainsi transportées à la mer sont remises en suspension par les vagues et les courants notamment dans la zone de 0-30 m de profondeur.

Sur la zone d'étude, le Rhône est responsable d'apports permanents au sein du Golfe du Lion. Avec un débit moyen de 1 715 m³/s, il est la plus importante source d'apports sédimentaires (quantité totale de matières en suspension apportées évaluée à 7,4.10⁶ tonnes/an).

Figure 32 : Turbidité moyenne de surface obtenue par satellite entre 2003 et 2009 (source : PAMM, 2012)





La bouée instrumentée MESURHO est opérationnelle depuis juin 2009 et localisée à la Bouée à Flotteur Immergée (BFI) de balisage maritime Roustan Est (43°19.2 N, 4°52 E; profondeur : 20 m), l'une des deux bouées signalant le prodelta du Rhône. Elle est équipée de sondes multi-paramètres en subsurface et à proximité du fond (- 20 m) : température, salinité, oxygène dissous, turbidité, Chlorophylle a). Les sondes sont configurées pour la collecte de données physicochimiques en temps quasi réel.

ÉTAT DES MASSES D'EAU

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).

Le diagnostic de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) consiste à évaluer l'état global des masses en considérant à la fois leur état chimique, biologique, hydrologique.

L'aire d'étude s'inscrit en limite de la masse d'eau côtière FRDC04 « Golfe de Fos ».

Cette masse d'eau est identifiée comme masse d'eau fortement modifiée (MEFM), en raison de la forte artificialisation du littoral du Golfe de Fos et des nombreuses activités industrielles qui s'y concentrent.

L'objectif de bon état chimique a été atteint en 2021 (avec ubiquiste). Concernant l'état écologique, un objectif moins strict (OMS) que le bon état a été fixé pour 2027. Les objectifs de qualité de cette masse d'eau fixés par le SDAGE 2022-2027 Rhône Méditerranée, sont synthétisés dans les tableaux suivants.

Tableau 2 : Tableau des objectifs définis par le SDAGE 2022-2027 Rhône Méditerranée pour les masses d'eau côtières

CODE	NOM	ÉTAT ÉCOLOGIQUE			ÉTAT CHIMIQUE		
		OBJECTIF D'ÉTAT	ÉCHEANCE	MOTIF	OBJECTIF D'ÉTAT	SANS UBIQUISTE	AVEC UBIQUISTE
FRDC04	Golfe de Fos	OMS	2027	Faisabilité technique	Bon état	2015	2021

RESEAU DE SURVEILLANCE DE L'IFREMER

Dans le cadre du Système national d'Information sur l'Eau, l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer) mène 3 programmes nationaux de surveillance:

- le Réseau de contrôle Microbiologique (REMI) ;
- le Réseau d'Observation de la Contamination CHimique (ROCCH) ;
- le Réseau de surveillance du PHYtoplancton et des phycotoxines (REPHY).

Les données utilisées sont issues du bulletin de la surveillance de la qualité du milieu marin littoral pour l'année 2021, établi pour la région PACA (Provence-Alpes-Côte d'Azur) et paru en 2022.



Les points de mesures suivis sur l'aire d'étude sont présentés dans la figure suivante :

Figure 33 : Localisation des points de mesure IFREMER les plus proches du projet (source: Surval - Ifremer, 2022)



L'aire d'étude s'inscrit en partie au sein de la zone marine n°109 Golfe de Fos, qui comportent plusieurs points de mesure.

Résultats du REMI

Deux points font l'objet d'une surveillance microbiologique, à une fréquence mensuelle :

- Côte camarguaise: point 106-S-062 Courbe S (tellines)
- Golfe de Fos : point 109-P-027 Anse de Carteau 2 (moules)

Sur ces deux zones, la qualité microbiologique est passée de moyenne en 2020 à bonne en 2021. Sur la cote camarguaise, ceci s'explique par le fait que depuis 2018, les résultats obtenus sont tous inférieurs à 4 600 E. coli /100 grammes de CLI.

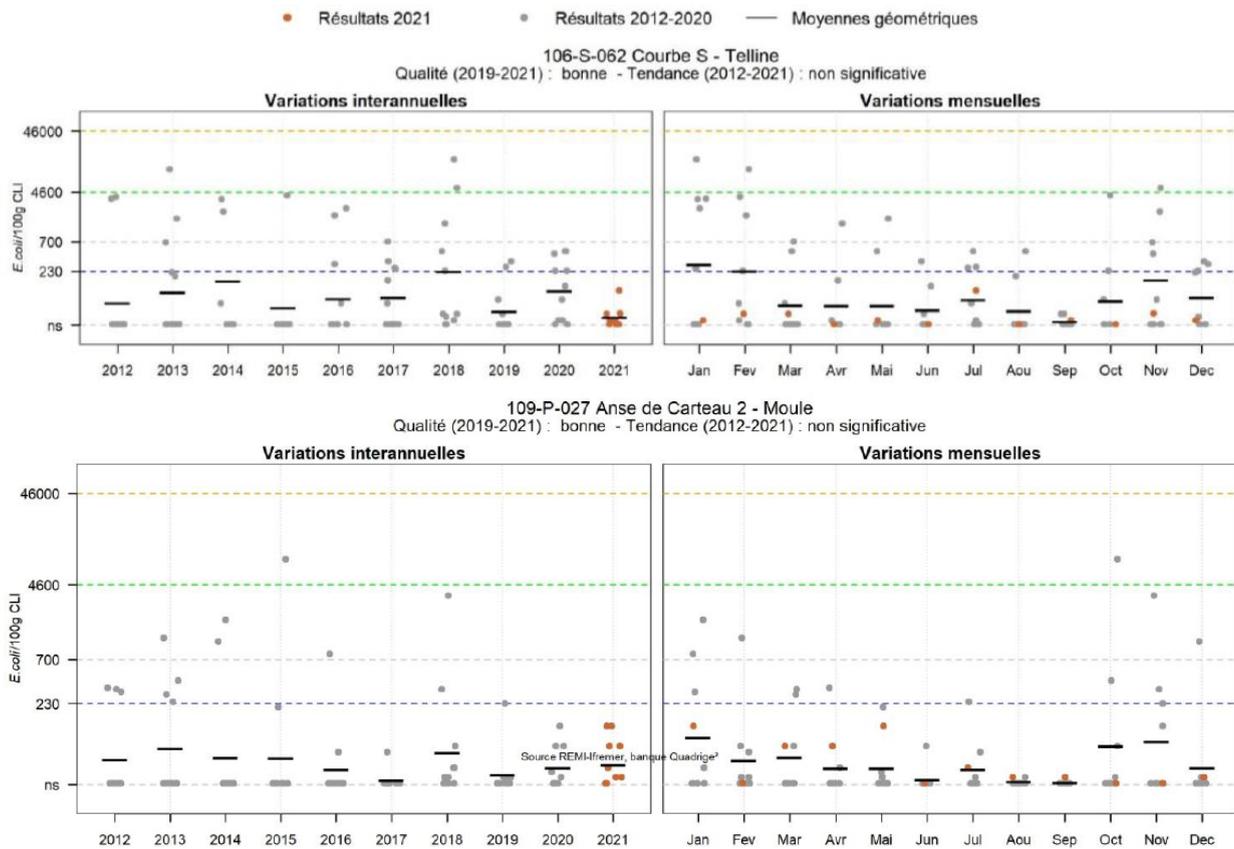
Dans le golfe de Fos, cela est confirmé par le fait que depuis 2019, les résultats obtenus sont tous inférieurs ou égaux à 230 E. coli /100 grammes de CLI.

De plus, aucune alerte microbiologique n'a été déclenchée sur ces deux zones en 2020 et 2021.

Cependant, à l'échelle d'une décennie, les résultats ne permettent pas de mettre en évidence une tendance générale significative de ces zones.



Figure 34 : Concentration en *Escherichia coli* dans les coquillages (Ifremer, 2022)



Résultats du REPHY / REPHYTOX

Deux points font l'objet d'une surveillance REPHY, dans l'eau :

- Côte camarguaise : point 106-S-064 Courbe S
- Golfe de Fos : point 109-P-027 Anse de Carteau 2

Dans cette zone marine, la flore totale est abondante et diversifiée, avec une prédominance des Bacillariophyceae (ex : Diatomées) tout au long de l'année. Ceci peut témoigner d'une bonne productivité primaire sur ce secteur.

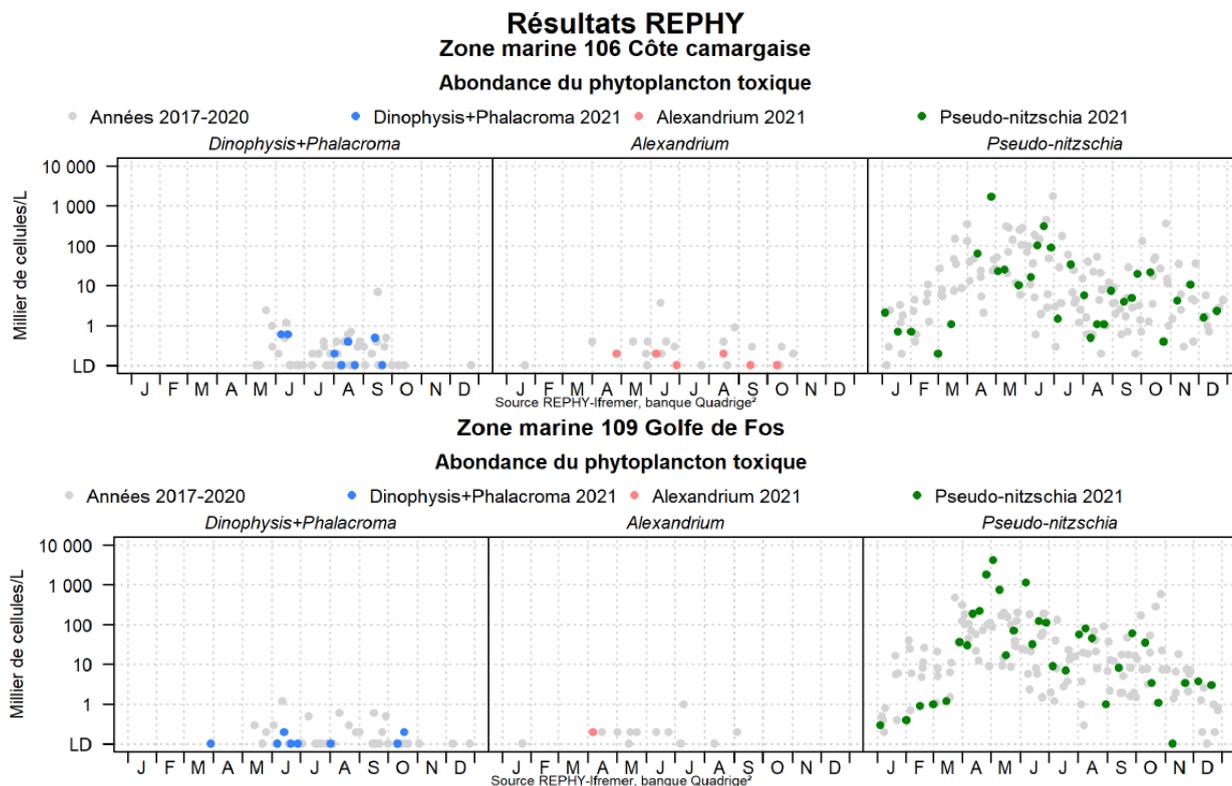
Deux points font l'objet d'une surveillance REPHYTOX, sur les coquillages :

- Côte camarguaise : point 106-S-062 Courbe S
- Golfe de Fos : point 109-P-027 Anse de Carteau 2

Le genre *Pseudo-nitzschia* est présent tout au long de l'année à des abondances élevées, atteignant les plus fortes concentrations au printemps.



Figure 35 : Abondance du phytoplancton toxique (Ifremer, 2022)



En 2021, la recherche des toxines lipophiles a été réalisée tout au long de l'année avec des fréquences plus ou moins rapprochées en fonction des zones. La « cote camarguaise » est considérée comme une zone à risque pour les toxines lipophiles, car des résultats en toxines supérieurs au seuil de sécurité sanitaire ont été obtenus au moins une fois au cours des trois dernières années. C'est pour cette raison que des analyses chimiques de toxines lipophiles ont été réalisées systématiquement toutes les semaines durant le mois d'août sur « Courbe S ». La présence de toxines en concentration supérieure au seuil réglementaire n'a pas été détectée.

Les résultats des analyses des toxines amnésiantes (ASP) dans les coquillages sont restés inférieurs aux seuils de détection et n'ont donc pas occasionné de fermeture.

Résultats du ROCCH

Trois points font l'objet d'une surveillance chimique sur les moules :

- 109-P-020 Pointe Saint Gervais
- 109-P-027 Anse de Carteau 2
- 111-P-002 Cap Couronne

La station 109-P-020 présente respectivement une concentration en plomb, 2,1 fois plus élevée que la médiane nationale, et une concentration en mercure 1,3 fois supérieure. Toutefois, ces valeurs restent inférieures aux seuils réglementaires européens de qualité sanitaire des produits alimentaires, fixés à 1,5 mg/kg p.h. pour le plomb et 0,5 mg/kg p.h. pour le mercure (règlement (CE) n°1881/2006 modifié par le règlement (CE) n° 1259/2011). Les concentrations des autres métaux et composés organiques semblent stables et du même ordre que les médianes nationales, voire en dessous.

La station 109-P-027 présente des concentrations en métaux en dessous des médianes nationales, excepté pour le zinc (1,2 fois).



La station 111-P -002, à l'est du golfe de Fos, présente des concentrations en plomb, cadmium, mercure et zinc élevées, de 1,3 à 1,8 fois supérieures aux médianes nationales. Cependant les niveaux observés restent inférieurs aux seuils de sécurité sanitaire. Globalement, les concentrations en contaminants organiques et métalliques semblent stables au cours de la dernière décennie.

SURVEILLANCE DES EAUX DE BAINNADE

Le contrôle de la qualité sanitaire des eaux de baignade est assuré par l'Agence Régionale de Santé PACA. Au cours de la saison balnéaire, des prélèvements d'eau sont effectués régulièrement sur chaque site de baignade.

La qualité des eaux de baignade est actuellement réglementée par la directive 2006/7/CE du parlement européen et du conseil du 15 février 2006. La méthode de classement des eaux de baignade porte, depuis 2013, sur les résultats des 4 dernières saisons pour les paramètres *Escherichia coli* et Entérocoques intestinaux.

Les sites de mesures les plus proches sur l'aire d'étude, se situent entre Arles et Martigues. La qualité sanitaire de ces eaux de baignade est excellente sur l'ensemble des plages sur la période 2019-2022, à part l'anse de Tamaris (Martigues) classée en Bonne qualité en 2019.

Figure 36 : Points de contrôle de la qualité des eaux de baignade (Ministère de la santé)



ETUDES REALISEES DANS LE CADRE DES PROJETS EOLIENS OFFSHORES

Les données acquises sur la qualité de l'eau dans le cadre des projets Provence Grand Large et Midi Provence sont synthétisées dans ce paragraphe.

Projet Midi Provence

Sur le secteur de Ponteau (Midi Provence), deux campagnes de mesures ont été réalisées :

- en février 2015, lors de la campagne de pêche, sur 3 stations situées au large du coralligène (24 à 28 m de profondeur)
- en juin 2015, par plongeurs sur les sites de Posidonies en face de Ponteau

Les valeurs de turbidité enregistrées sont comprises **entre 0,3 NTU en surface et 9,2 NTU à proximité du fond**, pour les 2 campagnes.



Projet Provence Grand Large

Dans le cadre du projet PGL, la mesure des paramètres environnementaux (température, salinité, PH, oxygène dissous, turbidité) a été effectuée sur la colonne d'eau lors du suivi biosédimentaire 2022 (9 stations le long du raccordement), correspondant à l'état de référence avant travaux. Des profils de mesures à la sonde multi-paramètres, ont été réalisés lors de la campagne du 27 juin 2022.

Les profils mesurés dans la colonne d'eau indiquent une thermocline marquée entre 12 et 22 m selon les stations, une légère dessalure en surface puis des salinités stables autour de 38‰, des eaux bien oxygénées (valeurs supérieures ou proches de 90% de saturation) et un pH stable sur toute la colonne d'eau (entre 8,1 et 8,3).

La **turbidité** relevée est faible, avec des valeurs **entre 1 et 3 NTU le long de la colonne d'eau**. On note toutefois une augmentation de la turbidité **à l'approche du fond, avec des pics qui dépassent 4 NTU**.

4.2.7 Qualité des sédiments

4.2.7.1 Contexte

La nature des sédiments en Méditerranée est différente selon l'éloignement à la côte et la présence ou non d'un plateau capable de recevoir l'accumulation des sédiments. Le sable se retrouve sur la côte, en bordure externe du plateau continental, formant des dunes reliques.

Le niveau de contamination des fonds marins est évalué par des campagnes réalisées par l'Ifremer dans le cadre du Réseau d'Observation de la Contamination Chimique dans le Sédiment (ROCCHSED). De par leur composition, les sédiments vaseux ont un pouvoir d'adsorption des particules important et ils ont donc une capacité plus importante à fixer les polluants. Une contamination métallique (Nickel) est relevée sur l'ensemble de la Méditerranée.

Les résultats de la campagne ROCCHSED 2016 ne mettent pas en évidence de niveaux de contamination extrêmes en métaux, HAP et PCB dans les sédiments prélevés dans le Golfe de Fos.

A l'embouchure du Rhône, d'après les données de l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, on observe une légère radioactivité des sédiments d'origine naturelle (érosion des roches du Massif Central et du Massif du Mont-Blanc). Cette radioactivité est extrêmement faible et ne représente aucun danger pour l'environnement.

Les sédiments plus au large sont dominés par les vases non contaminées, du fait de leur importante distance par rapport aux sources de contaminations situées à la côte.

4.2.7.2 État environnemental à l'échelle de l'aire d'étude

ÉTUDES RÉALISÉES DANS LE CADRE DES PROJETS ÉOLIENS OFFSHORES

Projet Midi Provence

Dans le cadre de l'état initial du projet RTE Midi-Provence, 11 stations de sédiments ont été échantillonnées à la benne Van Veen, sur la zone de Ponteau-Martigues par Créocéan en 2014, entre 6 et 72 m de profondeur.



Le secteur de Ponteau est essentiellement constitué de sédiments fins (fraction fine <math>< 63 \mu\text{m}</math> supérieure à 90%). La granulométrie des sédiments du secteur littoral diminue avec la profondeur, allant de vases pures pour les stations les plus profondes aux sables pour les petits fonds.

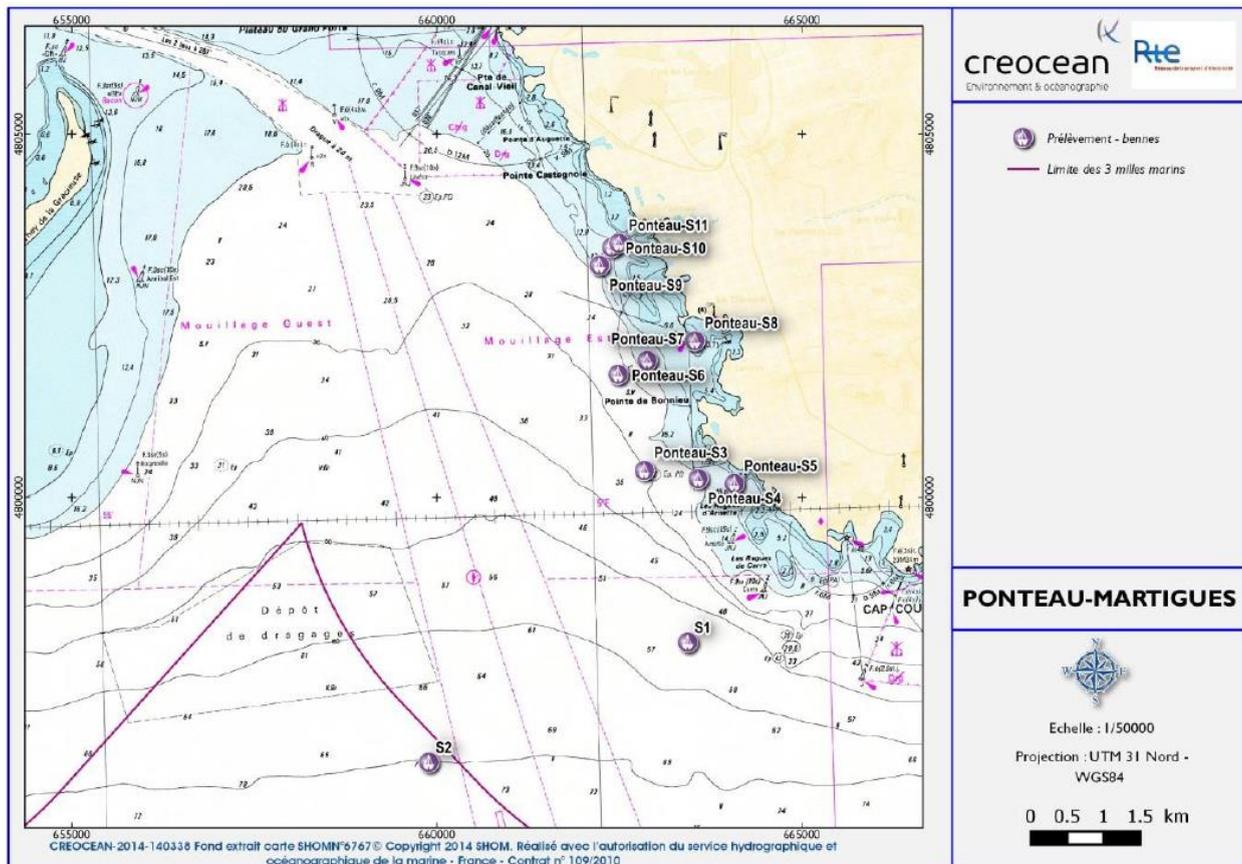
L'activité industrielle du golfe de Fos semble marquer la qualité des sédiments avec des taux d'arsenic élevé et des dépassements de bruits de fond. Des concentrations fortes en arsenic ont été mesurées sur près de la moitié des échantillons, proches ou supérieures au seuil N2 de l'arrêté du 09/08/2006 modifié. Les autres métaux présentent des teneurs inférieures au seuil N1 mais s'en approchent sur certaines stations pour le mercure et le nickel.

Le secteur Ponteau ne présente pas de contamination forte en composés organiques (HAP, PCB), à l'exception d'une station (S6).

Aucune contamination notable n'est observée sur les organostanneux et les germes bactériens.

10 stations ont également été échantillonnées entre les secteurs de Ponteau et de Gruissan sur des fonds (secteur offshore). La variabilité entre les stations est extrêmement réduite puisque les sédiments sont tous composés de particules fines à plus de 80%. Ceci s'explique par une forte homogénéité du milieu liée à une profondeur des fonds également peu variable, dans la plaine profonde sédimentaire du delta sous-marin du Rhône à au moins 60 m de profondeur. Bien que les fonds soient peu ou pas contaminés, le panache du Rhône semble avoir une influence sur les concentrations en métaux, HAP et PCB dans les sédiments du large.

Figure 37 : Plan d'échantillonnage des sédiments – Secteur Ponteau - Projet Midi- Provence (Créocéan, 2015)



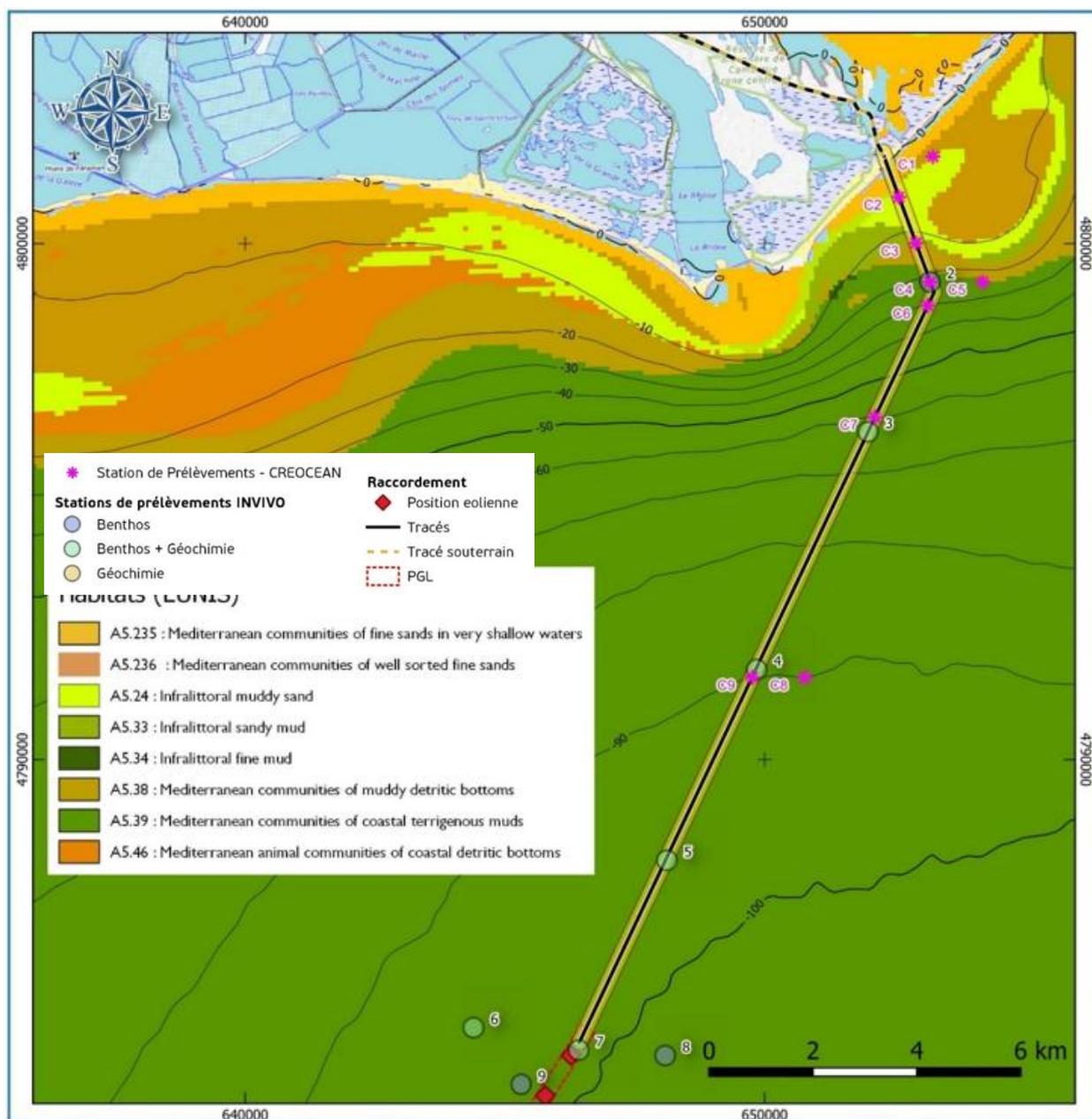


Projet Provence Grand Large

Dans le cadre du projet PGL, un suivi biosédimentaire est également réalisé. Une campagne a été effectuée en 2022 avant l'installation de la ferme pilote, et constitue l'état de référence avant travaux.

Le plan d'échantillonnage comporte 9 stations, représentatives de différentes profondeurs mesurées le long du tracé du câble de raccordement, entre la chambre d'atterrage sur le littoral jusqu'au connecteur sous-marin (profondeurs de 5, 10, 20, 30, 60 et 90 mètres). Les sédiments ont été prélevés à la benne Van Veen.

Figure 38 : Plan d'échantillonnage des sédiments – Raccordement PGL - (Créocéan, 2022)





Les stations les plus profondes (< 20 m) sont des sables purs à moyennement envasés. Les stations plus profondes sont essentiellement constituées de vases pures ou de sédiments très envasés, avec une fraction de limons entre 65 à 91%.

L'enrichissement en azote et COT est croissant de la côte vers le large, en cohérence avec la granulométrie.

Les teneurs en métaux lourds sont relativement faibles, largement sous le seuil réglementaire N1 sur toutes les stations. On note toutefois des dépassements des bruits de fonds GEODE et/ou RLM sur plusieurs stations plus profondes pour l'ensemble des métaux, liée aux taux de particules fines plus élevées sur les stations plus profondes.

Aucun HAP ne dépasse le seuil N1, mais le fluorène et l'acénaphène en sont toutefois assez proches. On n'observe pas de tendance particulière avec l'éloignement des stations à la côte.

Les teneurs des 7 PCB sont toutes inférieures aux LQ du laboratoire (10 µg/kg MS) sur l'ensemble des stations.

Les concentrations en organoétains sont toutes faibles en 2022 et on n'observe pas de tendance particulière avec l'éloignement des stations à la côte.

4.2.8 Bruit ambiant sous-marin

4.2.8.1 Connaissances disponibles pour le Golfe de Lion

68

Il existe des connaissances disponibles pour le golfe du Lion.

A l'échelle régionale de la méditerranée Nord Occidentale, la directive cadre 'stratégie pour le milieu marin' a été le moteur d'un travail réalisé par le SHOM depuis 2010 (Le courtois et al, 2016, 2017, 2018 a, b), le SHOM a élaboré une modélisation du bruit moyen à une échelle du quart de degrés (30 km x 20 km) en prenant en compte le trafic maritime extrait de la Lloyds et son modèle CABAT.

La modélisation n'est pas calibrée par des données contemporaines.

Pour compléter ces données simulées, CHORUS œuvre depuis 2021 et jusqu'en 2025 avec l'Office Français de la Biodiversité, la DREAL Occitanie et le SHOM pour élaborer des cartes de bruit, de distribution des cétacés et des séries temporelles du bruit ambiant (projet dB Lion, projet DCSMM). Ainsi CHORUS a produit les premières cartes de bruit ambiant mesurés et de distribution des dauphins dans le golfe du Lion (120 positions en septembre 2021, Gervaise et al, 2022).



Figure 39: Cartographie du bruit ambiant obtenue par simulation par le SHOM pour renseigner le descripteur D11 DCSMM

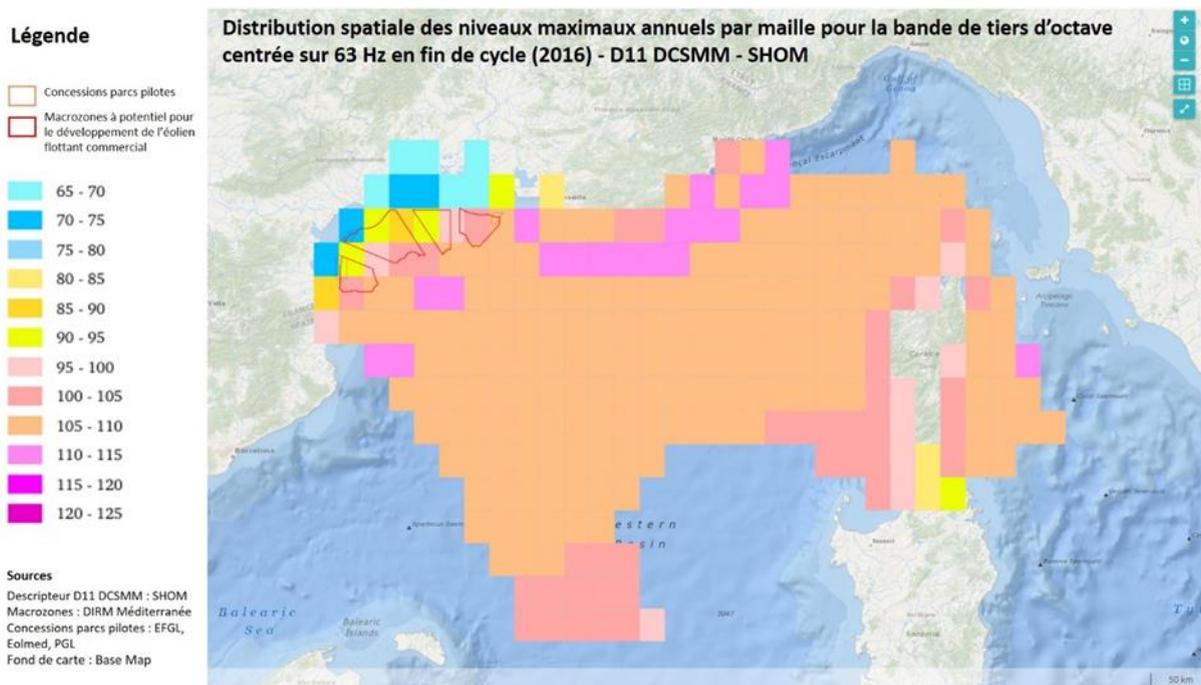


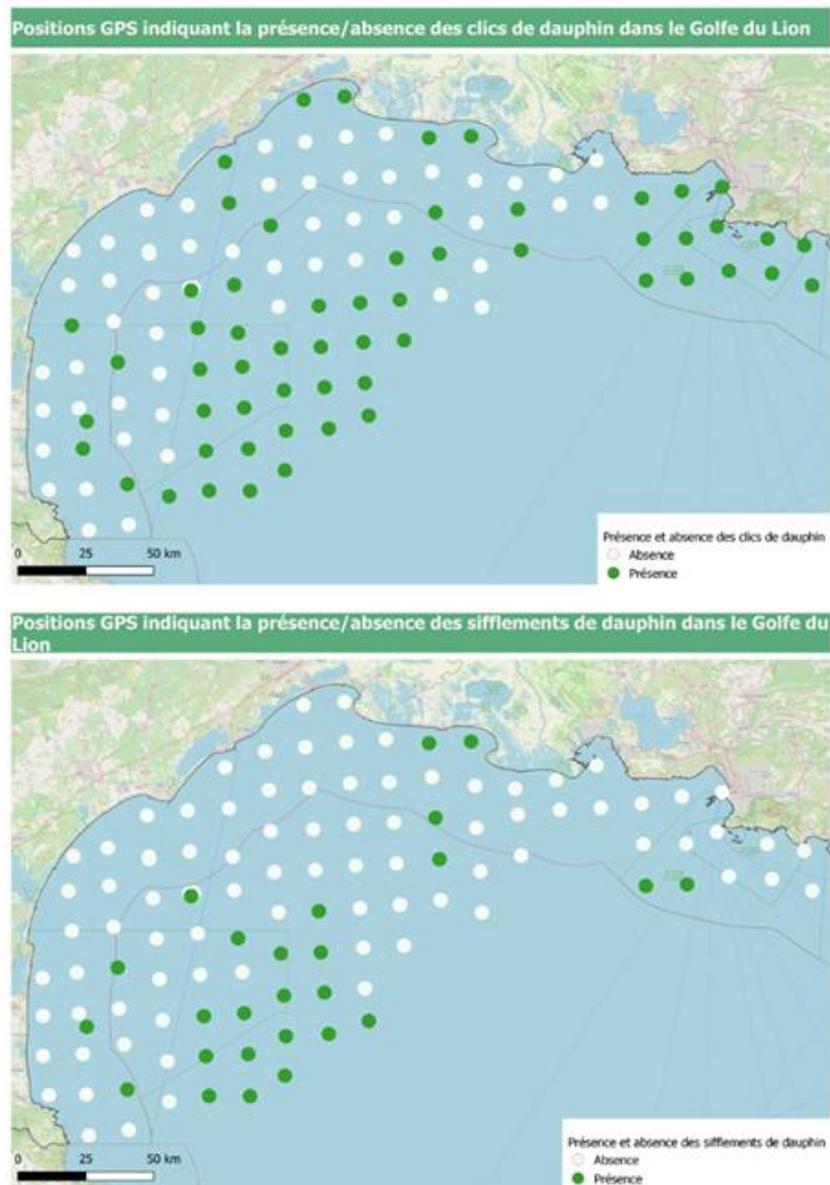
Figure 40: Cartographie du bruit ambiant du Golfe du Lion réalisée par CHORUS en septembre 2021, chaque station de mesure correspondant à 1 heure d'écoute



CHORUS a mesuré des niveaux de bruits ambiants compris entre 83 dB et 125 dB en septembre 2021 autour du site d'étude PEOPL, ces mesures sont en ligne avec la carte modélisée du SHOM et pourraient permettre la calibration de cette carte pour en améliorer la précision.



Figure 41 : Cartographie de la distribution de signaux bioacoustiques de dauphins (grand dauphin, dauphin bleu et blanc) du Golfe du Lion réalisée par CHORUS en septembre 2021, chaque station de mesure correspondant à 1 heure d'écoute, en haut détection de clics, en bas détection de sifflements.



Avec les mêmes données, CHORUS a évalué la distribution des delphinidés (grand dauphin, dauphin bleu et blanc) en parallèle d'observations visuelles :

- Des dauphins ont été détectés sur 63 stations (/114 stations) montrant que le golfe de Lion est une aire importante et pratiquée régulièrement pour ces deux espèces,
- Pour les 63 détections, 45 ont été réalisées grâce à l'acoustique uniquement, 12 avec l'acoustique et les observations visuelles simultanément et 6 uniquement avec les observations visuelles, ce constat consolide l'intérêt du suivi acoustique,
- Pour les 57 détections acoustiques, toutes contenaient des clics et uniquement 26 contenaient des sifflements, il est donc nécessaire d'inclure dans le suivi par acoustique passive des solutions efficaces pour les clics et pour les sifflements.



L'équipe de CHORUS collabore avec le SHOM et l'OFB depuis début 2022 et jusqu'en 2026 pour mettre en place une ligne d'écoute à deux hydrophones dans le golfe du Lion, en exploitant les synergies entre leurs travaux respectifs. Cette initiative est prévue entre le 4 avril 2022 et le 16 mai 2022 (Gervaise et al, 2023). Les données ont été analysées et ont permis d'établir les histogrammes de bruit ambiant au point de mesures sur 2 bandes fréquentielles (Tableau 3) et détecter 3077 vocalisations de dauphins (27 jours avec au moins une détection sur 39 jours). La campagne de mesure au point fixe SHOM/OFB/DCSMM et la campagne de mesure de cartographie dB Lion donnent des résultats cohérents en termes de bruit et des distributions/fréquentation des dauphins.

Figure 42 : Position et mouillage déployée depuis mai 2022 par le SHOM, l'OFB et CHORUS

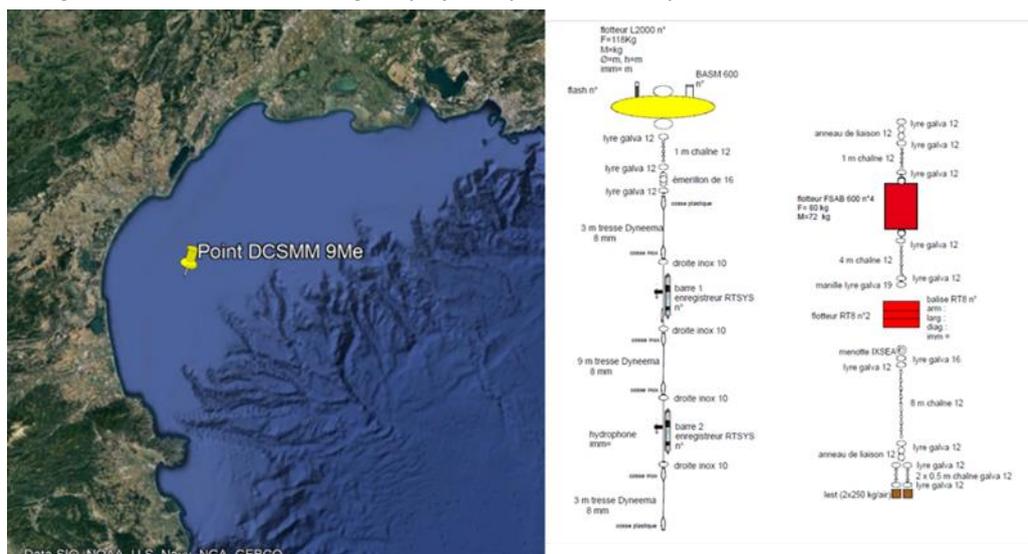


Tableau 3 : Statistiques des niveaux sonores dB re. 1 µPa en fonction de la bande fréquentielle et de la profondeur de mesure

Band e	Profondeu r	Moyenn e	Ecart -type	Minimu m	5ième percentil e dB re. 1µPa	25ième percentil e dB re. 1µPa	Médian e	75ième percentil e dB re. 1µPa	95ième percentil e dB re. 1µPa	Maximu m
63 Hz	22m	110.1	4.44	98.5	103.4	107	109.7	112.7	118.3	145.1
	32m	101.1	4.3	91.3	95.4	98.1	100.5	103.3	109.7	137.3
125 Hz	22m	110.2	4.53	99.9	103.2	107.1	109.8	112.7	118.6	145.4
	32m	101.6	4.69	91.9	95.3	98.2	100.7	104	111	135.9

4.2.8.2 Compléments sur l'analyse bibliographique

Nous nous baserons sur du matériel bibliographique constitué i) de publications scientifiques, ii) de rapports de projet et de campagnes disponibles, iii) des travaux réalisés par le SHOM dans le cadre de la DCSMM et iv) de nos propres connaissances et données issues de nos projets antérieurs en Méditerranée (cf références de CHORUS, 12 projets de mesure dans le Golfe du Lion, 29 années de mesures cumulées, > 200 stations d'écoute).

La synthèse bibliographique réalisée pour le débat public ne pas abordé l'acoustique. A la demande de l'OFB et et la DIRMM et dans le cadre du conseil scientifique de la commission spécialisée 'Eolien flottant' du comité maritime de façade, CHORUS a réalisé un document au profit du débat public, nous utiliserons notamment ce document pour réaliser l'étude bibliographique :



- Gervaise, C., Lossent, J., Gigou, A. (2021)., Synthèse de la connaissance scientifique sur les effets sonores des éoliennes flottantes sur la faune marine ; contribution au débat public sur le projet de parcs commerciaux d'éoliennes flottantes en Méditerranée française. 52 pages + annexes.

La bibliographie abordera deux questions complémentaires :

- Quels sont les protocoles et instruments faisant référence dans la communauté ? pour cela nous utiliserons une approche à différentes échelles en analysant les recommandations et us et coutumes à l'international, européen (DCSMM) et national,
- Quels sont les connaissances pour le golfe du Lion en termes de distribution des cétacés par acoustiques et quels y sont les niveaux de bruit ? pour cela nous effectuerons une mise à jour de nos connaissances bibliographiques, des rapports d'études d'impact et nous effectuerons une synthèse des différents projets antérieurs que nous avons menés (voir listes et cartes ci-dessous).

Figure 43 : Carte des sites de suivis environnementaux par acoustique passive opérés par CHORUS

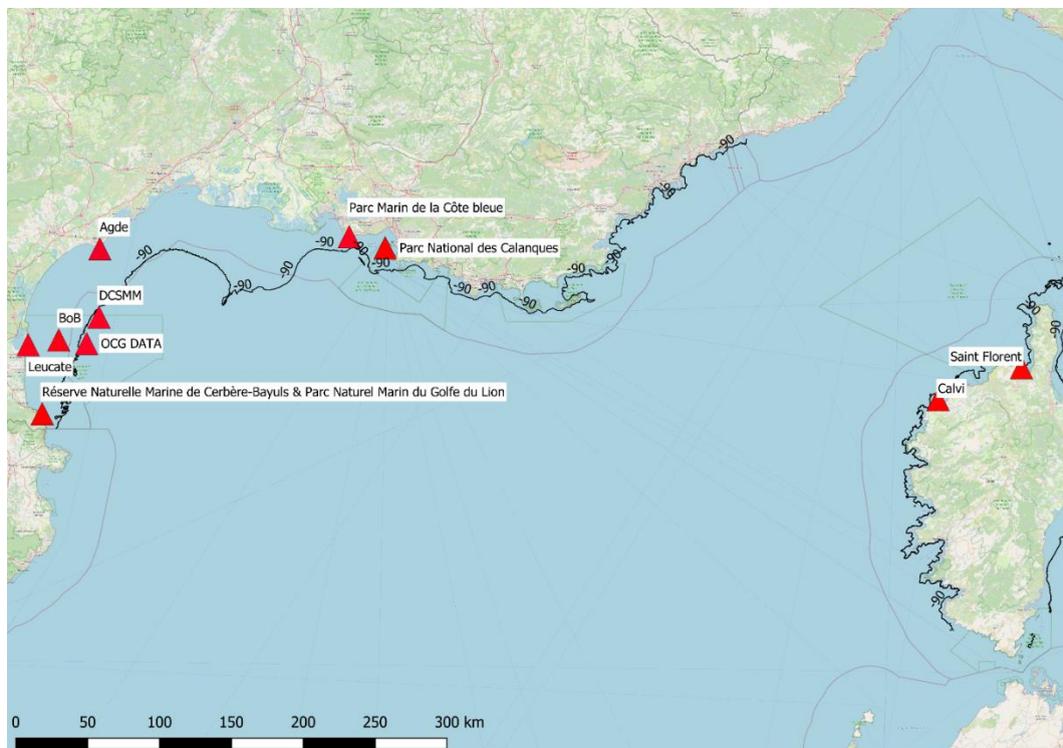




Tableau 4 : Liste des programmes de suivis environnementaux à partir d'écoutes longues

PROGRAMME	PERIODE DUREE	PARTENAIRES	OBJECTIFS
Saint Florent	2021-2022 12 mois	Parc naturel marin des Agriates et du cap Corse Stareso	Suivi sur un cycle annuel de la biophonie des invertébrés, des poissons et des dauphins, du bruit ambiant et de la contribution des bateaux notamment de plaisance, Evaluation des effets du bruit estival sur la faune
Calvi	2017-2021 60 mois	Stareso Agence de l'Eau RMC	Etablissement de références 'sites en bon état' pour la biophonie des invertébrés et des poissons des herbiers de posidonie et des massifs de coralligènes
Parc National des Calanques	2020-2024 48 mois	Projet Life PIAQUO Parc National des Calanques	Etablissement par acoustique de la présence de deux espèces de poissons protégées (corb, mérou) Mesure du bruit ambiant créé par le trafic maritime Etude des effets du bruit sur les corbs et les mérours et proposition d'action de mitigation
Parc Marin de la Côte Bleue	2017-2019 36 mois	Agence de l'Eau RMC Parc Marin de la Côte Bleue	Suivi du bruit généré par le trafic maritime du port de Fos-sur-Mer, Suivi de peuplement de la population de corbs dans le parc et de la fonctionnalité de frayère pour les loups et les daurades Etude des effets du bruit sur ces fonctionnalités
Agde	2020-2022 48 mois	Aire marine de la côte agathoise	Observatoire acoustique de la présence des cétacés dans l'aire marine de la côte agathoise Observatoire acoustique de la présence de poissons remarquables (corb, mérou) Evaluation de l'efficacité de la création d'une réserve au sein de l'AMP
DCSMM	2022-2025 48 mois	SHOM OFB Parc naturel marin du Golfe du Lion	Mesures des descripteurs du bruit continu de la directive cadre européenne stratégie pour le milieu marin, Etude du bruit ambiant en lien avec l'acquisition de connaissance
OCG DATA	2022-2023 12 mois	Ocergies ADEME Université de Perpignan (CEFREM)	Mise en place et opération d'un observatoire acoustique multidisciplinaire (réseau de 8 capteurs, invertébrés, poissons, cétacés, bruit ambiant, bruit des machines) au sein de la bouée OCG-DATA dédiée à l'acquisition de données environnementales pour l'éolien marin



PROGRAMME	PERIODE DUREE	PARTENAIRES	OBJECTIFS
BoB	2022-2023 24 mois	Ecocean Université de Perpignan (CEFREM)	Mise en place et opération d'un observatoire acoustique multidisciplinaire (réseau de 4 capteurs, invertébrés, poissons, cétacés, bruit ambiant, bruit des machines) au sein de la bouée d'observation de la biodiversité BoB de la société Ecocean
Leucate	2022 12 mois	Arcelor Mital Ecocean Région Occitanie Université de Perpignan (CEFREM)	Observation par acoustique passive de l'efficacité de récifs artificiels innovants en LAC (Laitiers d'ACieries)
Réserve Naturelle Marine de Cerbère Banyuls Parc naturel marin du Golfe du Lion	2020-2024 48 mois	Projet Life PIAQUO Réserve Naturelle Marine de Cerbère Banyuls Parc naturel marin du Golfe du Lion	Etablissement par acoustique de la présence de deux espèces de poissons protégées (corb, mérrou) Mesure du bruit ambiant créé par le trafic maritime Etude des effets du bruit sur les corbs et les mérours et proposition d'action de mitigation

Figure 44 : Programmes de cartographie acoustique opérés par la structure

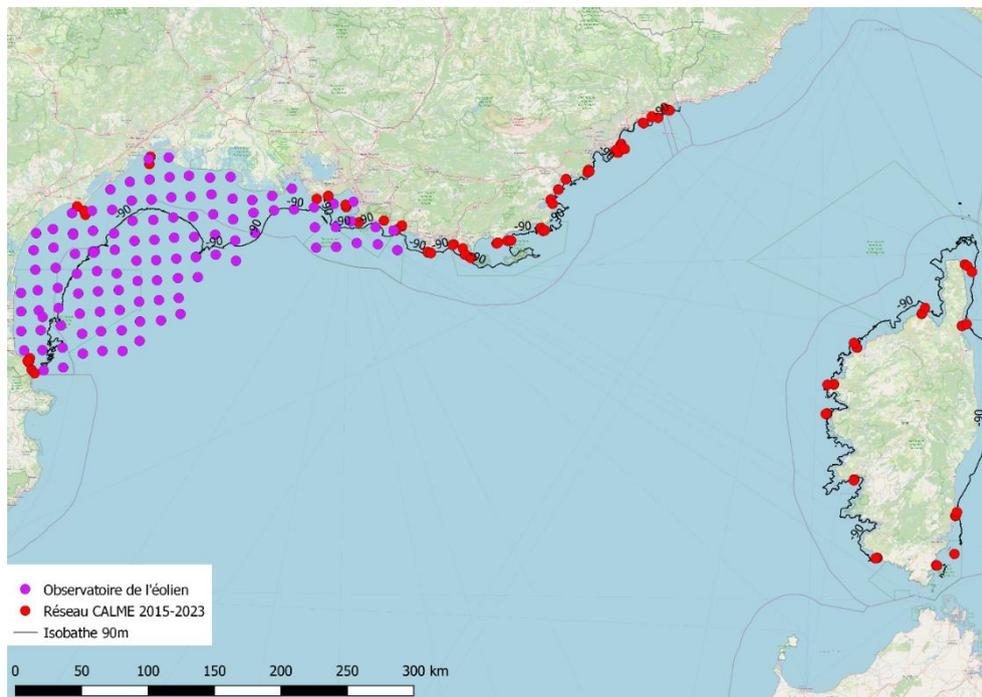




Tableau 5 : Liste des programmes de cartographies acoustiques

PROGRAMME	PERIODE - ECHANTILLONNAGE	PARTENAIRES	OBJECTIFS
Réseau CALME (caractérisation acoustique du littoral méditerranéen et de ses écosystèmes)	2016 – 2023 120 points le long de la façade (herbier et coralligène) 40 points par an 1 nuit par point	Agence de l'Eau RMC	Cartographie de l'état écologique des herbiers de posidonie et des massifs de coralligène à partir des sons émis par les poissons et les invertébrés, Cartographie des descripteurs DCSMM liés au bruit continu le long de la façade
Cartographie acoustique du Golfe du Lion	2021-2022 2023-2025 125 points dans le golfe du Lion 1 heure d'écoute par point 1 mois de mission en septembre	OFB DREAL Occitanie Eco-Oceans Institut	Cartographie de la distribution des grands dauphins du Golfe du Lion, Cartographie des descripteurs DCSMM liés au bruit continu le long de la façade Cartographie des effets du bruit sur le grand dauphin

4.2.9 Qualité de l'air

Sources de données disponibles

Données générales

- ECAMED : étude de faisabilité technique de la mise en oeuvre d'une zone de réduction des émissions des navires (ECA) en Méditerranée – Ineris 2019
- Prév'air plateforme nationale de prévision de la qualité de l'air – Ineris.

En mer, le trafic maritime est une source d'émissions de polluants atmosphériques. La combustion des carburants par les navires conduit à des émissions principalement d'oxydes d'azote, d'oxydes de soufre, de particules, de carbone suie. Aussi les concentrations de ces polluants peuvent être plus importantes dans les couloirs maritimes, concentrant le trafic et donc les sources d'émissions.

Si la qualité de l'air ambiant en mer est liée à ces émissions, elle est également conditionnée par le transport des polluants sur de longues distances depuis les sources d'émissions terrestres. La qualité de l'air en mer est donc influencée par la distance aux côtes terrestres et par le type de polluant (plus ou moins sédimentables, réactions photochimiques, etc...).

Les cartes modélisées chaque jour sur la plate-forme Prév'air (plate-forme nationale de prévision de la qualité de l'air gérée par l'INERIS) montrent que les concentrations en particules et en dioxyde d'azote au niveau des zones d'étude maritimes sont équivalentes à celles rencontrées sur le milieu terrestre pour la pollution de fond.

4.2.10 Risques naturels en mer et sur le littoral

Sources de données disponibles



Données générales

- « Erosion du littoral : définition des grandes orientations et méthodologie pour l'élaboration d'une stratégie territoriale Corse de gestion intégrée du trait de côte ». 2019, collectivité de Corse.
- Cérema, géo littoral portail de la mer et du littoral, « Indicateur national de l'érosion côtière : premiers enseignements »

Les risques naturels non spécifiques au milieu marin sont présentés au sein de la partie terrestre du présent document.

4.2.10.1 Glissements de terrain

La zone d'étude en mer est située sur la plateforme continentale (interne à moyenne) et donc éloignée des zones de glissements usuelles pouvant exister en têtes de canyon ou sur les pentes. Les plateformes continentales sont en effet peu sujettes à ce risque, d'autant plus dans le cas de très faible pente comme c'est le cas du Golfe du Lion.

Ce risque est donc considéré comme nul sur la zone d'étude maritime et la contrainte non existante. Le risque fait référence ici aux mouvements sédimentaires massifs et non aux petits mouvements très localisés pouvant intervenir en raison de compaction ou de mobilité des corps sédimentaires de types dunes.

4.2.10.2 Évolution du trait de côte

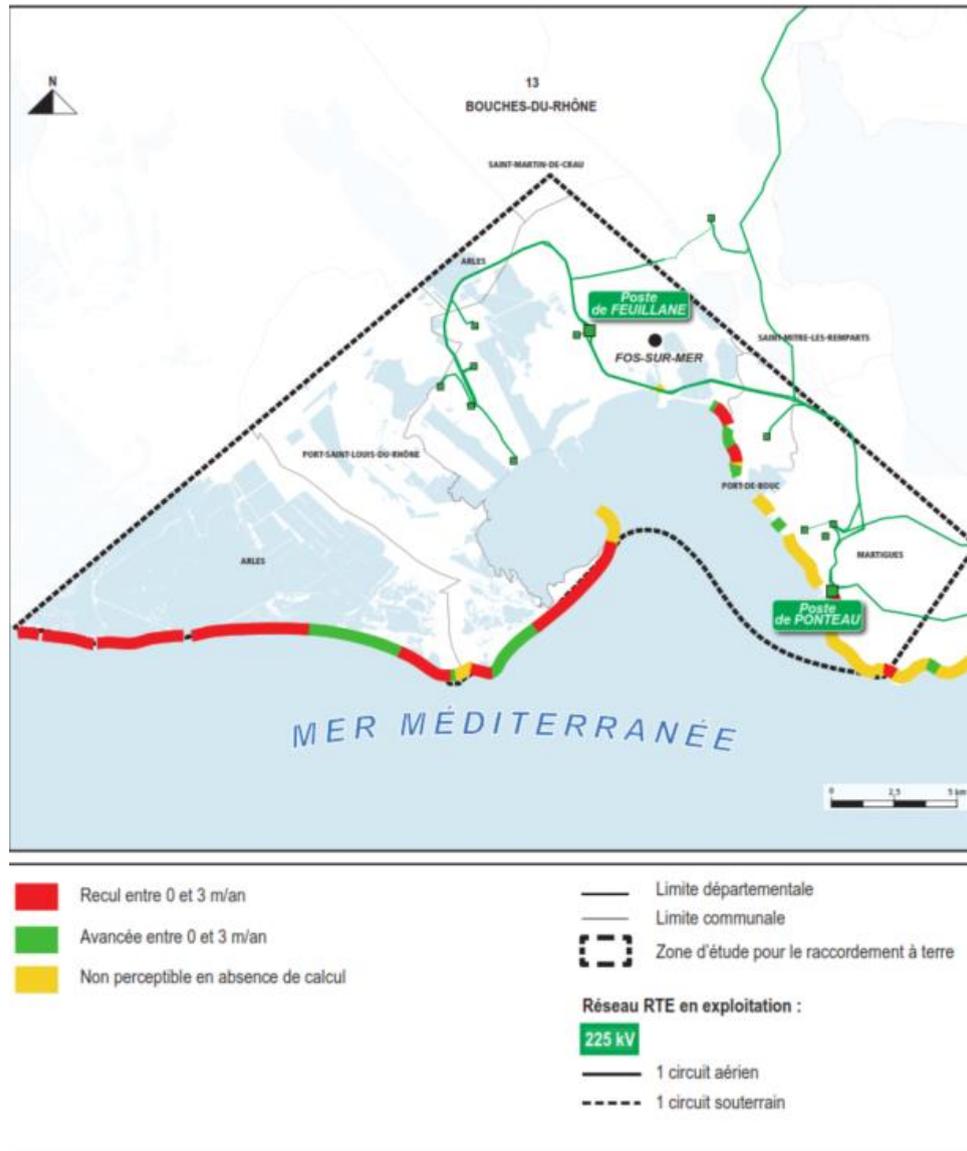
En France, les côtes basses sableuses, comme celles recensées sur la zone d'étude, représentent 41 % des environnements naturels rencontrés par les profils de l'indicateur national. Elles présentent les taux d'évolutions les plus importants et les plus contrastés avec 37 % de valeurs en recul, 23 % en avancée et 40 % stables.

Cette évolution du littoral est liée aux aléas marins qui peuvent revêtir un ou plusieurs des aspects suivants :

- Les actions dynamiques de la houle pouvant détruire les biens et personnes en agissant, soit :
 - directement sur les structures ;
 - indirectement par érosion des littoraux sableux ou des falaises protégeant naturellement celles-ci.
- La submersion marine due à la montée des eaux par surélévation du plan d'eau lors des tempêtes attaquant la côte, et au voisinage des estuaires, influençant l'écoulement des rivières lorsque celles-ci sont en crue.



Figure 45 : Evolution du trait de côte de la zone d'étude



Source : (MTE, 2021)

Ces deux types d'aléas sont étroitement liés. Lors des tempêtes, la surélévation du plan d'eau et l'énergie plus grande des houles accélèrent l'érosion. D'autre part le recul du littoral et la disparition des cordons dunaires rendent les aménagements plus vulnérables à la submersion marine.

À cela, s'additionnent les impacts liés au changement climatique ; l'élévation du niveau marin et l'augmentation de la fréquence des tempêtes rendent les aléas érosion et submersions marines plus violents.

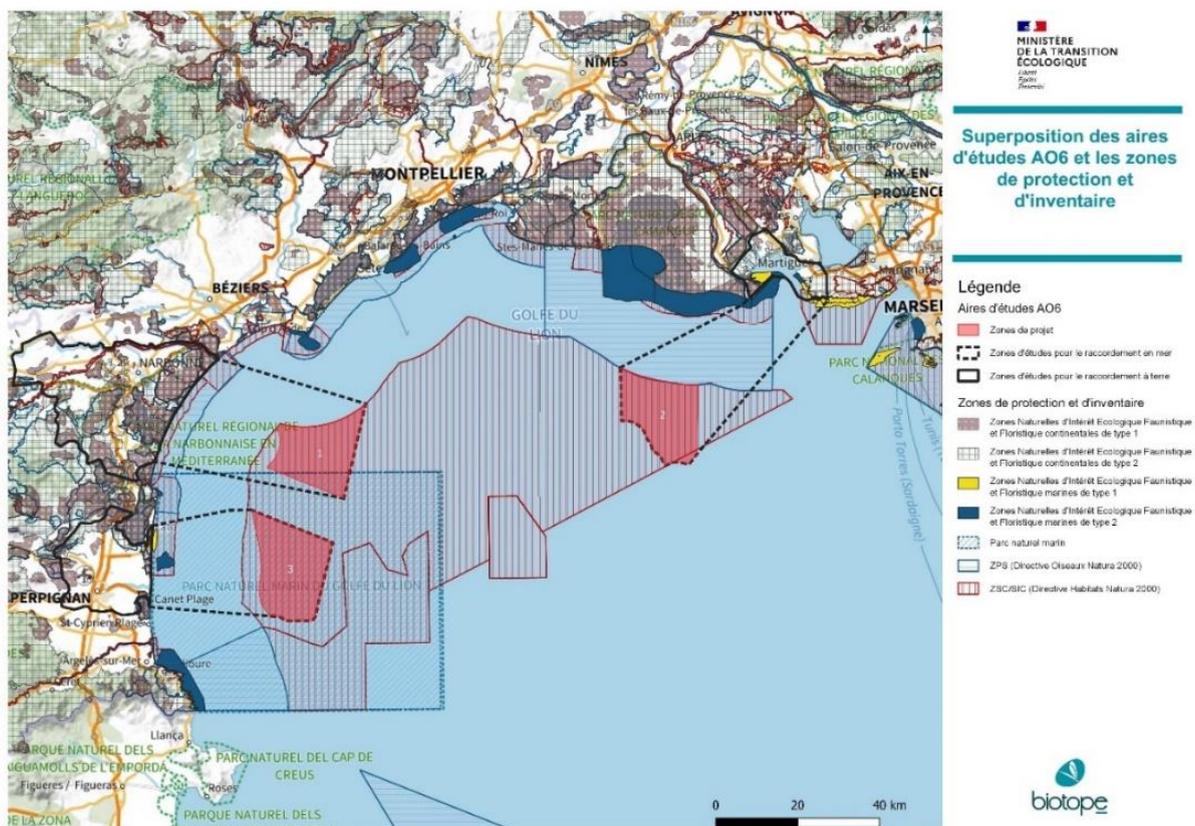


4.3 DESCRIPTION LIES AUX MILIEUX NATURELS ET A LA BIODIVERSITE MARINE

4.3.1 Espaces naturels d'inventaires et de protection environnementale

Plusieurs zones de conservation se situent à proximité de la zone de projet. Les réseaux Natura 2000 et ZNIEFF sont très présents principalement en zone côtière, bien que certains sites classés s'étendent au large des côtes. On y retrouve également des grandes instances de protections marines : Parc naturel marin du Golfe du Lion et Parc National des Calanques.

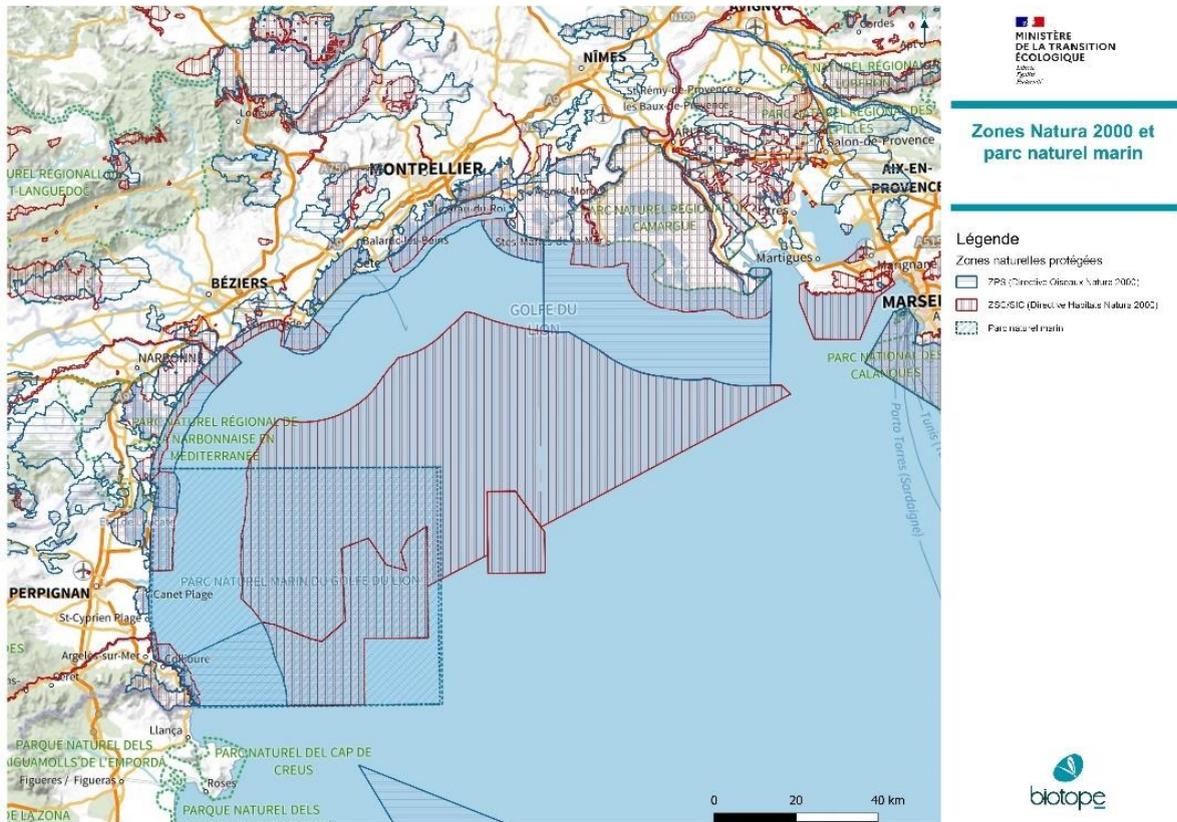
Figure 46 : Localisation des zonages de conservation et d'inventaire dans le golfe du Lion



La figure ci-dessus résume les enjeux écologiques de la façade méditerranéenne occidentale dans le golfe du Lion. La zone 2 PACA se trouve dans une zone à fort enjeu pour le Grand dauphin et autres cétacés, pour les oiseaux marins et les larvo-limicoles. Les zones côtières, avec leurs particularités écologiques et géologiques locales, abritent divers enjeux notamment liés aux habitats spécifiques rencontrés.



Figure 47 : Localisation des zonages Natura 2000 et du Parc naturel marin du golfe du Lion



La Zone 2 PACA se situe au large de la camargue. Son raccordement en mer nécessite une zone d'étude qui chevauche différentes zones de protection ZNIEFF, ZSC/SIC et ZPS.

Tableau 6 : Synthèse des espaces de protection, de conservation et d'inventaire inventoriés interférant avec les zones de projet ou proche de celles-ci

DESIGNATION	SURFACE	POSITION VIS-A-VIS DU PROJET ZONE 1 OCCITANIE	POSITION VIS-A-VIS DU PROJET ZONE 2 PACA2
PARC NATUREL MARIN / PARCS NATIONAUX			
Parc naturel marin du golfe du Lion	401 900 ha	Zone d'étude n partie incluse dans le périmètre nord du PNM	A 67 km à l'ouest de la zone d'étude
PN des Calanques	51 997 ha	130km du cœur de parc à l'est de la zone d'étude 110 km de l'aire d'adhésion marine à l'est de la zone d'étude	46 km du cœur de parc à l'est de la zone d'étude 27 km de l'aire d'adhésion marine à l'est de la zone d'étude
PN de Port-Cros	2 475 ha	A 207 km du cœur de parc et 194 km de l'aire d'adhésion marine, à l'est de la zone d'étude	121 km du cœur de parc et 108 km de l'aire d'adhésion marine, à l'est de la zone d'étude
ZONE DE PROTECTION SPECIALE (ZPS)			
FR9112034 « Cap Bear- cap Cerbère »	38 552 ha	A environ 40 km au sud de la zone d'étude	A environ 100 km au sud-ouest de la zone d'étude



DESIGNATION	SURFACE	POSITION VIS-A-VIS DU PROJET ZONE 1 OCCITANIE	POSITION VIS-A-VIS DU PROJET ZONE 2 PACA2
FR9112035 « Côte languedocienne »	71 874 ha	A 23 km à l'est Zone d'étude pour le raccordement en mer inclus dans le périmètre de la ZPS	A environ 115 km à l'est de la zone d'étude
FR9310019 « Camargue »	220 574 ha	A environ 48 km à l'est nord-est de la zone d'étude	Limitrophe à la zone d'étude
FR9112013 « La petite Camargue laguno-marine »	15 554 ha	57 km au nord-est de la zone d'étude	36 km au nord nord-ouest de la zone d'étude
FR9312007 « Iles Marseillaises – Cassidaigne »	39 158 ha	A environ 125 km à l'est de la zone d'étude	45 km à l'est de la zone d'étude
FR9312017 « Falaises de Niolon »	144 ha	130 km à l'est	50 km à l'est
FR9310020 « Iles d'Hyères »	47905 ha	A environ 195 km à l'est de la zone d'étude	A environ 112 km à l'est de la zone d'étude
ZONE SPECIALE DE CONSERVATION (ZSC)			
FR9101482 « Posidonies de la côte des Albères »	4 415 ha	A environ 55 km de la zone d'étude	A environ 124 km à l'est sud-est de la zone d'étude
FR9101493 « Embouchure du Tech et Grau de la Massane »	954 ha	A environ 55 km au sud est	A environ 125 km a l'est sud-est
FR9102012 « Prolongement en mer des Cap et étang de Leucate »	13 731 ha	A environ 25 km à l'est de la zone d'étude	A environ 110km à l'est de la zone d'étude
FR9102013 « Côte sableuses de l'infralittoral Languedocien »	7 800 ha	A environ 26 km à l'est de la zone d'étude	A 110 km à l'est de la zone d'étude
FR9101436 « Cours inférieur de l'Aude »	5 358 ha	A environ 18 km au nord-est de la zone d'étude	A environ 94 km à l'est de la zone d'étude
FR9101414 « Posidonies du Cap d'Agde »	6172 ha	A environ 13 au nord de la zone d'étude	A environ 73 km à l'est nord-est de la zone d'étude
FR9101413 « Posidonies de la côte palavasienne »	11 119 ha	A environ 32 km au nord-ouest de la zone d'étude	A environ 61 km au nord-est de la zone d'étude
FR9102014 « Bancs sableux de l'Espiguette »	8 896 ha	A environ 52 km au nord-ouest de la zone d'étude	A environ 39 km au nord-est de la zone d'étude
FR9301592 « Camargue »	113 448 ha	A environ 74 km au nord-ouest de la zone d'étude	A environ 28 km au nord de la zone d'étude
FR9301999 - Côte Bleue Marine	18 887 ha	A environ 113 km à l'ouest nord-ouest de la zone d'étude	A environ 37 km à l'ouest nord-ouest de la zone d'étude
FR9301602 « Calanques et îles marseillaises - Cap Canaille et massif du Grand Caunet »	50 014 ha	A environ 126 km à l'est de la zone d'étude	A environ 51 km à l'est de la zone d'étude



DESIGNATION	SURFACE	POSITION VIS-A-VIS DU PROJET ZONE 1 OCCITANIE	POSITION VIS-A-VIS DU PROJET ZONE 2 PACA2
FR9301998 « Baie de la Ciotat »	1 755,13 ha	A environ 156 km à l'ouest de la zone d'étude	A environ 75km à l'ouest de la zone d'étude
FR9301609 « La Pointe Fauconnière »	766,35 ha	A environ 166km à l'ouest de la zone d'étude	A environ 54 km à l'ouest de la zone d'étude
FR9302001 « Lagune du Bruscat »	505,31 ha	A environ 171 km à l'ouest de la zone d'étude	A environ 88 km à l'ouest de la zone d'étude
FR9301997 « Embiez - cap Sicie »	123 579 ha	A environ 171 km à l'ouest de la zone d'étude	A environ 88 km à l'ouest de la zone d'étude
FR9301610 « Cap Sicie - Six Fours »	1 337 ha	A environ 171 km a l'ouest de la zone d'étude	A environs 90 km à l'ouest de la zone d'étude
FR9301613 « Rade d'Hyères »	48 866 ha	A environ 196 km à l'ouest de la zone d'étude	A 113 km à l'ouest de la zone d'étude
FR9301624 « Corniche Varoise »	28 995 ha	A environ 235 km à l'ouest de la zone d'étude	A environs 154 km à l'ouest de la zone d'étude
SITE D'IMPORTANCE COMMUNAUTAIRE (SIC)			
FR9102018 « Grands dauphins du golfe du Lion »	49 1751 ha	Zone de projet totalement incluse au sein du site.	Zone de projet totalement incluse au sein du site.
RESERVES NATURELS MARINES			
RNM Cerbères-Banyuls (66)	650 ha	A environ 61 km au sud-est de la zone d'étude	A environ 120 km à l'est sud-est de la zone d'étude
RN du Mas Larrieu	145 ha	A environ 55 km au sud-est de la zone d'étude	A environ 121 km au sud-est de la zone d'étude
FR3600067 RNN Bagnas	561 km	A environ 21 km au nord de la zone d'étude	A environ 79 km au nord-est de la zone d'étude
FR3600022 RNN Camargue	13 117 ha	A environ 81 km au Nord-ouest de la zone d'étude	A environ 39 km au nord de la zone d'étude
FR6500003 Reserve de biosphère Camargue (deltat du Rhône)	140 324 ha	A environ 42 km au nord-ouest de la zone d'étude	A environ 6 km au nord de la zone d'étude
ZNIEFF MARINE DE TYPE I – Intégrées dans l'aire d'étude éloignée de la zone 1 ou 2			
91M000004 « Herbiers à Cymodocées du Barcarès »	440,88 ha	A environ 34 km au sud-ouest de la zone d'étude	A environ 114 km à l'ouest de la zone d'étude
93M000022 « Anse de Carteau »	1 002,69 ha	A environ 103km au nord nord-est de la zone d'étude	A environ 37km au nord-est de la zone d'étude
93M000023 « De Pointeau à la pointe de Carro »	546,15 ha	A environ 117 km au nord nord-est de la zone d'étude	A environ 42 km au nord-est de la zone d'étude
93M000024 « Herbier de posidonies de la Côte Bleue »	995,74 ha	A environ 117 km au nord nord-est de la zone d'étude	A environ 42 km au nord-est de la zone d'étude
93M000027 « Zone marine protégée du Cap Couronne »	236,44 ha	A environ 117 km au nord nord-est de la zone d'étude	A environ 42 km au nord-est de la zone d'étude
93M000025 « Ilot Aragnon »	52,8 ha	A environ 117 km au nord nord-est de la zone d'étude	A environ 42 km au nord-est de la zone d'étude



DESIGNATION	SURFACE	POSITION VIS-A-VIS DU PROJET ZONE 1 OCCITANIE	POSITION VIS-A-VIS DU PROJET ZONE 2 PACA2
93M000028 « Coralligène profond de la Côte Bleue »	898,92 ha	A environ 120 km au nord nord-est de la zone d'étude	A environ 44 km au nord-est de la zone d'étude
93M000026 « Zone marine protégée se Carry le Rouet »	124,32 ha	A environ 123 km au nord nord-est de la zone d'étude	A environ 46 km au nord-est de la zone d'étude
93M000029 « Du Rouet à Niolon »	627,05 ha	A environ 125 km au nord nord-est de la zone d'étude	A environ 49 km au nord-est de la zone d'étude
93M000030 « Ilot Tiboulou du Frioul »	24,9 ha	A environ 134 km au nord nord-est de la zone d'étude	A environ 55 km au nord-est de la zone d'étude
ZNIEFF MARINE DE TYPE II – Intégrées à l'aire d'étude éloignée			
91M000007 « La côte des Albères »	5 298,81 ha	A environ 60 km au Sud de la zone de projet de la zone d'étude	A environ 128 km à l'ouest du projet de la zone d'étude
91M000005 « Banc rocheux du Barcarès »	1 272,36 ha	A environ 42 km km au sud-ouest de la zone de projet de la zone d'étude	A environ 110 km à l'ouest de la zone d'étude
91M000003 « Roche de Leucate »	149,92 ha	A environ 28 km à l'ouest de la zone d'étude	A environ 110 km à l'ouest de la zone d'étude
91M000006 « Zone marine agathoise »	1 839,19 ha	A environ 14 km au nord de la zone d'étude	A environ 76 km à l'ouest de la zone d'étude
91M000000 « Les Aresquiers »	3 244,59 ha	A environ 32 km au Nord de la zone d'étude	A environ 67 km au nord-est de la zone d'étude
91M000001 « Le Coulombay »	36,48 ha	A environ 32 km au Nord de la zone de projet	A environ 57 km au nord-est de la zone d'étude
91M000002 « Plateau rocheux de Palavas-Caron »	4 124,18 ha	A environ 47 km au Nord de la zone de projet	A environ 57 km au nord-est de la zone d'étude
93M000039 « Du Rhône vif à Beauduc »	13 134,33 ha	A environ 67 km au Nord-est de la zone de projet	A environ 24 km au nord de la zone d'étude
93M000040 « Fond du golfe de Beauduc »	4 627,4 ha	A environ 79 km au Nord-est de la zone de projet	A environ 30 km au nord de la zone d'étude
93M000041 « De Beauduc au Grand Rhône »	10 658,83 ha	A environ 79 km au Nord-est de la zone de projet	A environ 23 km au nord de la zone d'étude
93M000042 « They de la Gracieuse »	2 611,36 ha	A environ 101 km à l'est de la zone de projet	A environ 31 km au nord de la zone d'étude
93M000043 « De Port de Bouc à Pointeau »	274,7 ha	A environ 112 km à l'est de la zone de projet	A environ 40 km au nord de la zone d'étude



4. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

Figure 48 : Situation de la Zone 2 Paca vis-à-vis du réseau de ZNIEFF

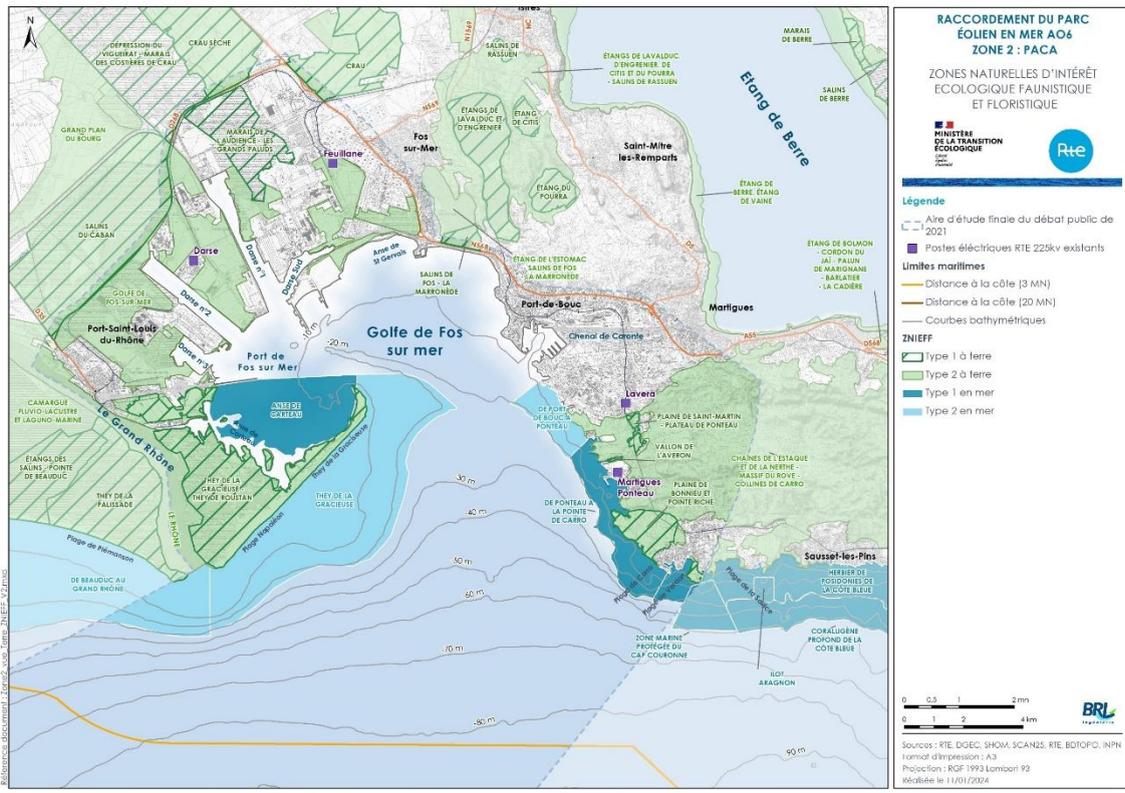
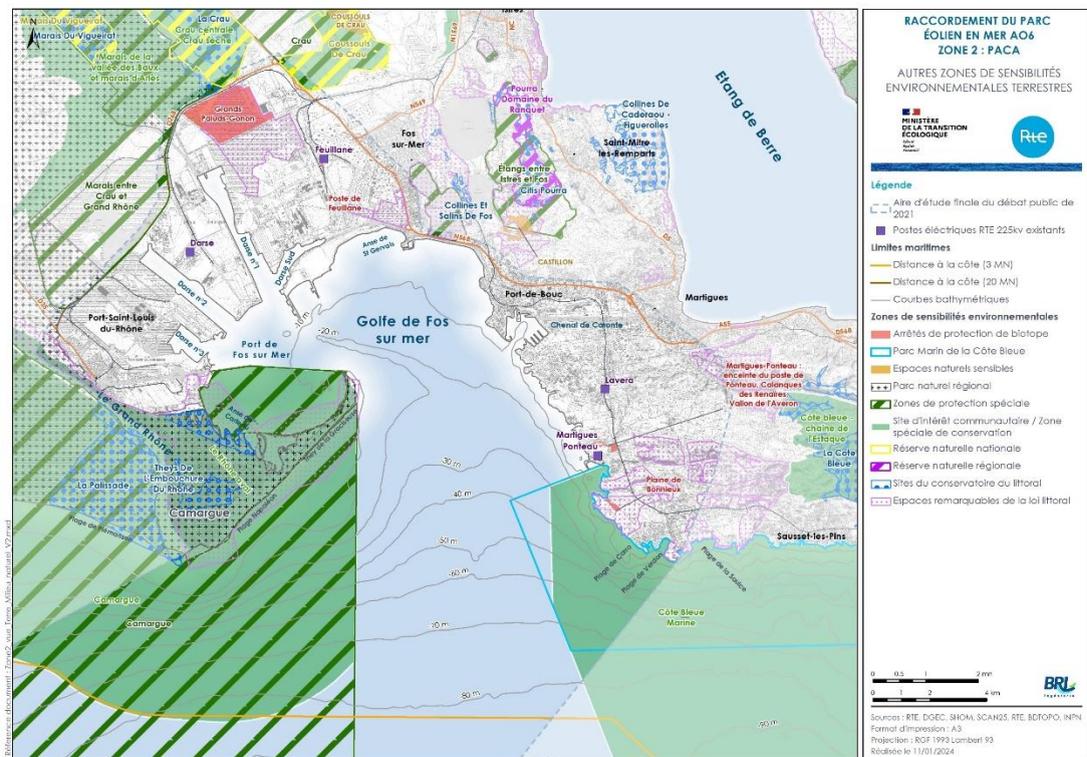


Figure 49 : Situation de la Zone 2 PACA vis-à-vis des autres zonages de protection et d'inventaires environnementaux



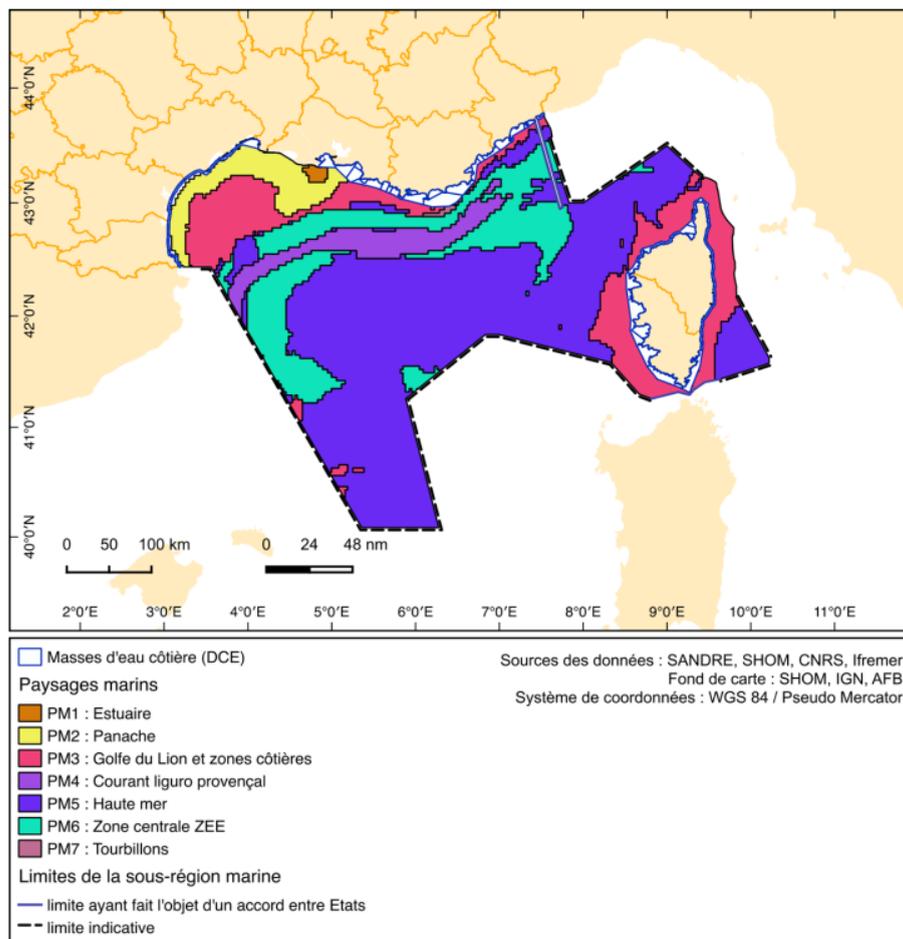


4.3.2 Communautés planctoniques

Le plancton, composé du phytoplancton et du zooplancton, est un ensemble d'organismes aquatiques qui constituent la base de la chaîne alimentaire marine. Les termes phytoplancton et zooplancton désignent respectivement les organismes végétaux et animaux qui vivent dans l'eau et qui sont incapables de nager contre les courants. Le phytoplancton produit de la matière organique grâce à la photosynthèse, nourrissant ainsi le zooplancton qui est ensuite consommé par les poissons et autres organismes marins. Le plancton joue également un rôle important dans la régulation du climat en capturant du CO₂ de l'atmosphère.

Sa distribution et son abondance sont étroitement liées aux conditions environnementales. Les changements environnementaux peuvent avoir des impacts significatifs sur le plancton et les écosystèmes marins dans leur ensemble. Feuilloley (2020) montre d'ailleurs que « des changements environnementaux ont bien eu lieu dans le Golfe du Lion, et la production planctonique du plateau semble avoir été impactée. Des processus forts et ponctuels comme en 2015 semblent par ailleurs avoir un impact fort et assez durable sur les communautés planctoniques ». En conséquence, l'étude et la surveillance du plancton, couplées au suivi de paramètres physico-chimique de l'eau, sont essentiels pour caractériser la variabilité spatio-temporelle des communautés planctoniques et comprendre les facteurs qui l'influencent.

Figure 50 : Carte des paysages marins en Méditerranée occidentale.





Une carte des paysages marins, montrant les différents « habitats » des communautés planctoniques en Méditerranée, est proposée dans l'évaluation de l'état écologique des habitats pélagiques en France métropolitaine, dans le cadre de la DCSMM (Duflos et al., 2018).

4.3.3 Zooplancton

CONTEXTE

Le zooplancton est un groupe d'organismes hétérotrophes aquatiques qui dérivent avec les courants. Ils se nourrissent d'autres organismes ou de matière organique en suspension. Le zooplancton occupe une position centrale entre les producteurs primaires (phytoplancton) et les petits prédateurs planctophages tels que les larves de poissons pélagiques (Fransz et al., 1991). Certains de ces intermédiaires les plus importants sont les copépodes, qui est le taxon dominant et qui joue donc un rôle majeur dans le réseau trophique (Schminke, 2007 ; Richardson, 2008). La variabilité de la composition et de l'abondance des communautés zooplanctoniques pouvant avoir un impact sur les niveaux trophiques supérieurs, il est nécessaire de caractériser ces communautés et de les relier à différents paramètres environnementaux (température, salinité, hydrodynamisme, etc.).

Les organismes composant le zooplancton peuvent varier en abondance et en diversité en fonction de la saison, de l'emplacement géographique et de l'environnement local. En général, la composition et l'abondance du zooplancton varient en fonction des facteurs environnementaux tels que la température, la salinité, la lumière, la turbulence et la disponibilité des nutriments. Les variations à court terme de ces facteurs peuvent entraîner des changements rapides dans la composition et l'abondance du zooplancton.

Des variations saisonnières sont observées en termes de composition et d'abondance du zooplancton. Au printemps et en été, une augmentation de la température de l'eau et de la durée d'ensoleillement entraîne une augmentation de la production primaire et une augmentation de l'abondance du zooplancton. En revanche, en hiver, l'abondance du zooplancton diminue en raison des températures plus froides et de la réduction de la production primaire. Il existe également une forte variabilité spatiale de la composition et de l'abondance du zooplancton. Les zones d'estuaire sont souvent caractérisées par une plus grande diversité d'espèces et une plus grande abondance de zooplancton en raison de la disponibilité accrue de nutriments donc de la production primaire. Une abondance de zooplancton en raison d'une disponibilité limitée de nutriments.

Enfin, les perturbations anthropiques telles que les pollutions par les activités humaines peuvent avoir des effets importants sur la composition et l'abondance du zooplancton. Rappelons que, de par leur place dans le bas de la chaîne alimentaire, les variations dans la composition et l'abondance du zooplancton peuvent avoir des effets importants sur l'ensemble de la chaîne alimentaire marine.

Le Golfe du Lion est une zone où le plancton se développe fortement en raison de plusieurs facteurs. Tout d'abord, la région est sous l'influence du panache du Rhône et du courant Nord, qui apportent des nutriments riches en sels nutritifs. En outre, cette zone est également le siège de convection profonde hivernale et de remontée des eaux profondes, ce qui permet une forte remontée de sels nutritifs et un développement important du phytoplancton.

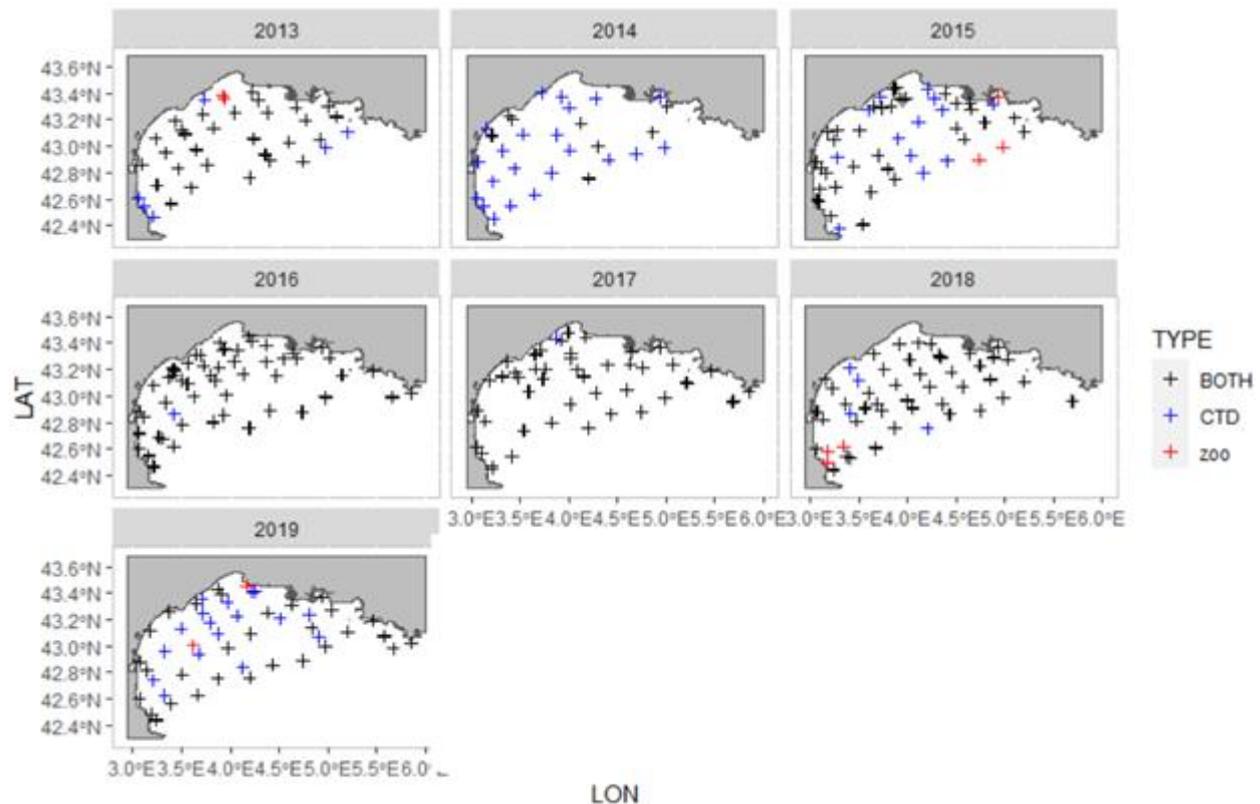


ÉTAT ENVIRONNEMENTAL A L'ECHELLE DE L'AIRE D'ETUDE

La seule source actuelle de données de plancton disponible sur plusieurs années et sur des stations hauturières est la campagne océanographique PELMED (PELagiques mEDiterranée). Le but principal de cette campagne est d'évaluer l'état des stocks de poissons petits pélagiques. Cependant, des prélèvements de plancton ont également été effectués certaines années afin d'avoir une vision plus globale de l'écosystème.

A l'heure actuelle, les données brutes sont disponibles via le portail Quadrige. Elles pourront être téléchargées et utilisées pour étudier en détail l'évolution spatio-temporelle de communautés de zooplancton avec les données qui seront acquises. A l'heure actuelle, le seul document présentant des résultats relatifs au zooplancton issu de ces campagnes PELMED est le mémoire d'Amélie NITHARD (Ifremer, 2021). Les données présentées dans la suite de ce paragraphe sont issues de ce rapport.

Figure 51 : Localisation des stations d'échantillonnage lors des campagnes PELMED de 2013 à 2019. Sont représentées en bleu les stations d'étude des paramètres physico-chimiques (« CTD »), en rouge les stations d'étude des communautés de zooplancton (« zoo ») et en noir lorsque les 2 paramètres ont été mesurés

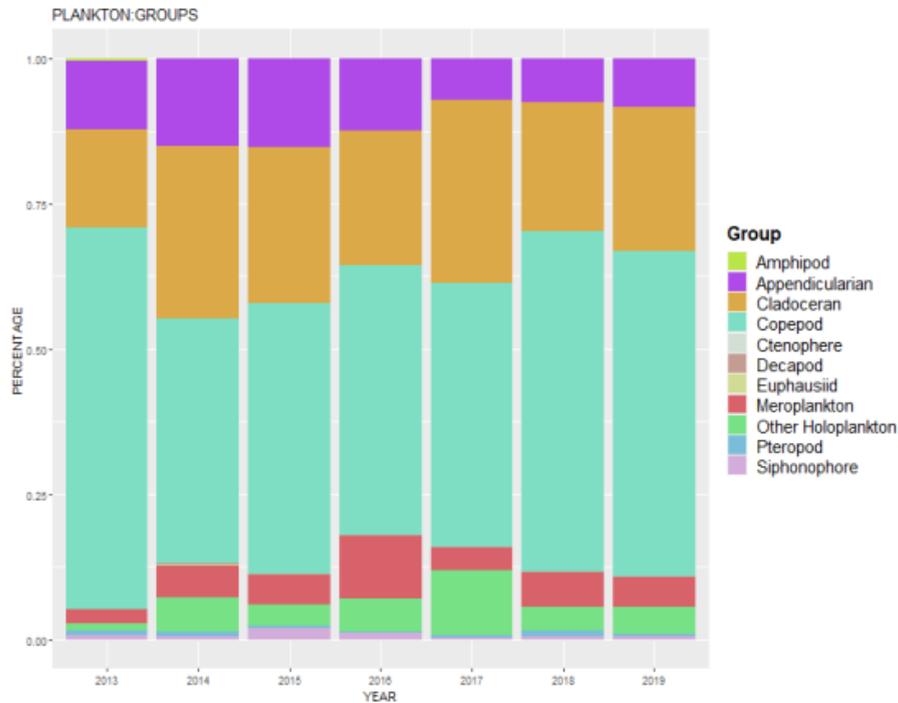


Source : Nithard, 2021

Cette étude se concentre sur l'étude du groupe composant majoritairement le zooplancton : les copépodes, comme le montre la figure suivante.



Figure 52 : Abondance relative des groupes de plancton dominants lors des campagnes PELMED de 2013 à 2019. (source : Nithard, 2021)



Les résultats d'abondance et de diversité (indices de Simpson et de Pielou) sont présentés sur les figures suivantes :

Figure 53 : Cartes de l'abondance totale des copépodes (individus par m³) pendant les campagnes PELMED de 2013 à 2019 (Nithard, 2019)

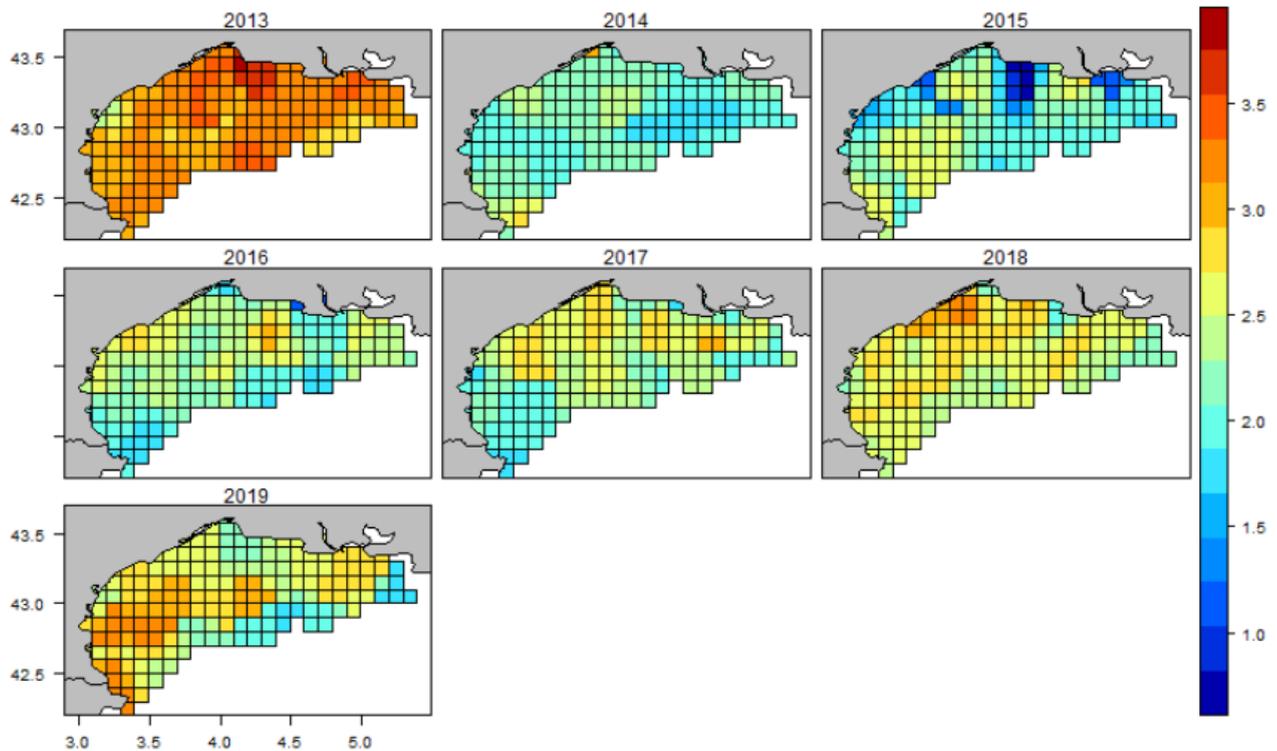




Figure 54 : Cartes de l'indice de Simpson des copépodes pendant les campagnes PELMED de 2013 à 2019 (Nithard, 2019)

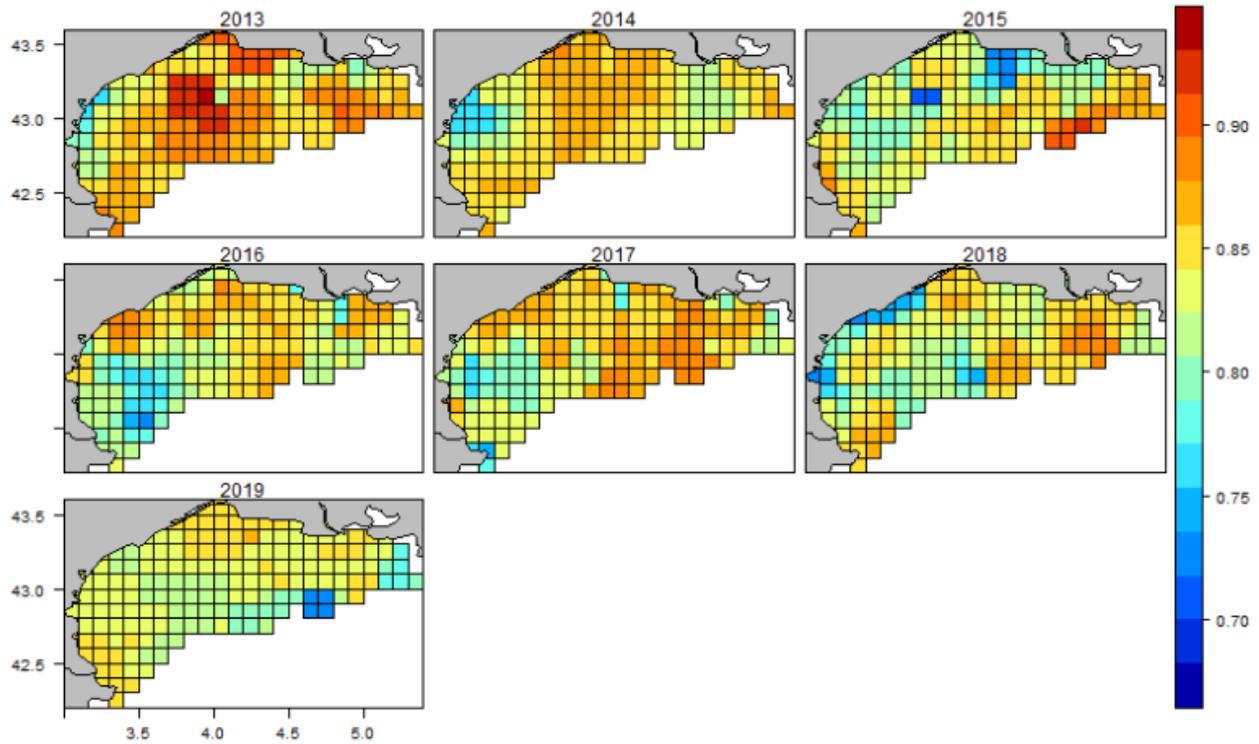
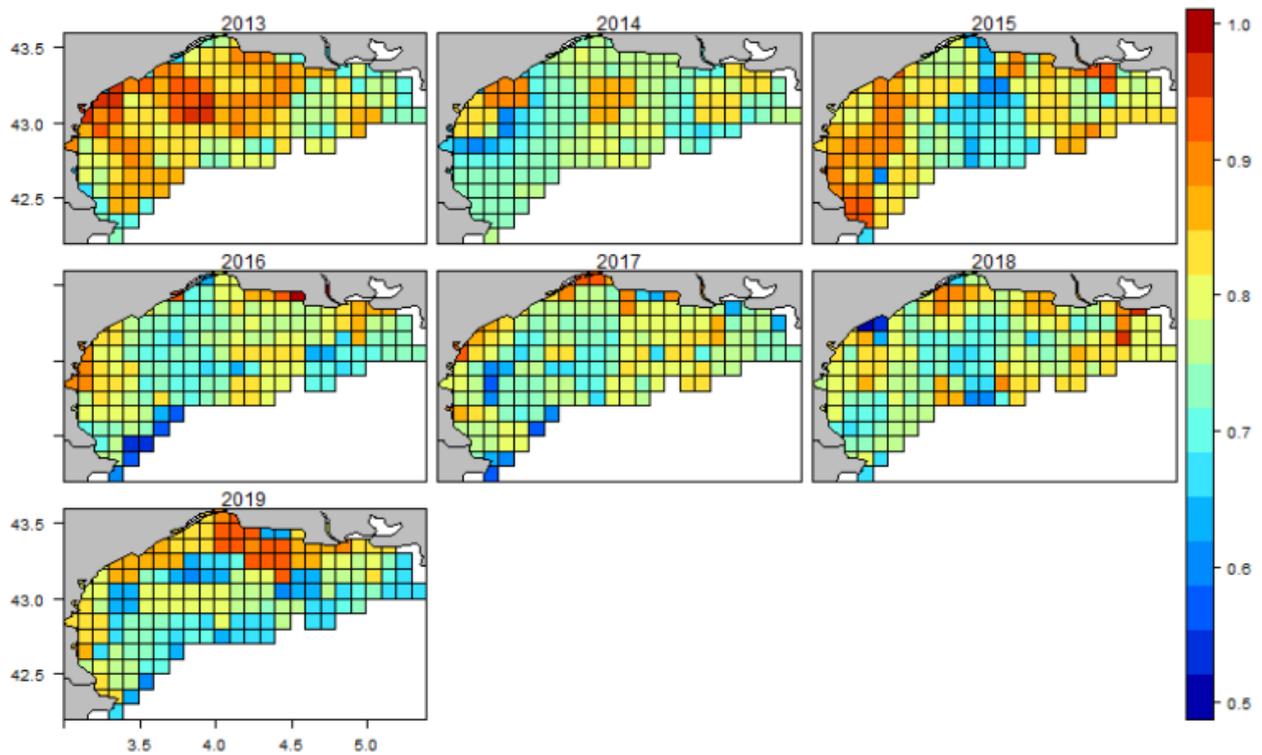


Figure 55 : Cartes de l'indice de Pielou des copépodes pendant les campagnes PELMED de 2013 à 2019 (Nithard, 2019)





Cette étude révèle que la répartition des communautés de zooplancton semble être liée à la variabilité spatiale et temporelle des conditions environnementales, qui varient selon un gradient allant de la côte jusqu'au large et d'ouest en est du Golfe du Lion. Une variabilité interannuelle a également été observée au sein des communautés de zooplancton, principalement due à la stratification des eaux induite par des facteurs tels que le vent, la température et la salinité. Concernant la composition du zooplancton en saison estivale (seule saison étudiée par la campagne PELMED), les communautés de copépodes ont été caractérisées par trois espèces dominantes, à savoir *Oithona similis*, *Centropages typicus* et *Acartia clausi*.

ENJEUX

Dans le cadre du projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée et de leur raccordement, plusieurs enjeux sont liés au zooplancton :

- La modification des propriétés physiques de l'eau et des conditions océanographiques locales : l'installation d'un parc éolien peut modifier ces propriétés, affectant ainsi la distribution et la composition du zooplancton.
- La pollution chimique : en cas de fuite d'hydrocarbures lors de la construction ou de l'exploitation du parc éolien, le zooplancton peut être affecté de manière négative.
- La pollution lumineuse : l'éclairage des plateformes et des navires peut perturber les rythmes biologiques du zooplancton, en affectant par exemple leur comportement de migration verticale nocturne.

Ces différents enjeux peuvent avoir des conséquences sur la composition et l'abondance du zooplancton, qui est un élément clé de la chaîne alimentaire marine et donc de l'écosystème dans son ensemble. Il est donc important de prendre en compte ces enjeux dans la planification et la gestion des parcs éoliens en mer, en mettant en place des mesures de mitigation et de suivi pour minimiser leur impact sur le zooplancton et sur l'écosystème marin dans son ensemble.

LACUNES

Le manque de données est la lacune majeure. « Le principal obstacle apparaît être le manque de suivi de la communauté planctonique dans le Golfe du Lion qu'il semble nécessaire de mettre en place afin de comprendre ses dynamiques face au changement climatique » (Feuilloley, 2020).

4.3.4 Phytoplancton

CONTEXTE

Le phytoplancton représente l'ensemble des organismes photosynthétiques microscopiques qui flottent dans les eaux. Le phytoplancton joue un rôle crucial dans la production primaire des océans, c'est-à-dire dans la conversion de la lumière solaire en matière organique, qui sert de base à la chaîne alimentaire marine. Il a un rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes marins puisqu'il s'agit du premier maillon de la chaîne alimentaire.



Lorsque la concentration en nutriments augmente dans le milieu, le phytoplancton peut proliférer et provoquer des blooms (ou efflorescences algales), voire des "eaux colorées". Ces efflorescences sont de potentielles sources de nuisances dans le milieu par la décomposition de la biomasse phytoplanctonique qui, en diminuant l'oxygène disponible, peut entraîner l'asphyxie des animaux marins (phénomène d'eutrophisation). De plus, certaines espèces produisent des substances toxiques, pour la faune marine ou pour les consommateurs des produits de la mer : ces substances sont appelées phycotoxines.

Les communautés de phytoplancton peuvent varier considérablement en fonction de la saison, des conditions météorologiques, de la disponibilité des nutriments et de l'hydrodynamisme. Il existe donc en Méditerranée une forte variabilité temporelle de l'abondance du phytoplancton, avec des fluctuations saisonnières importantes. Au printemps et en été, la production de phytoplancton est généralement plus élevée, en raison d'une plus grande disponibilité en lumière et en nutriments. Toutefois, des efflorescences (blooms) de phytoplancton peuvent se produire à d'autres moments de l'année en fonction des conditions environnementales. En hiver, la production de phytoplancton est généralement plus faible, en raison de la diminution de la lumière et des températures plus froides.

L'abondance du phytoplancton varie aussi spatialement selon les conditions environnementales locales. Par exemple, la présence de fortes concentrations en nutriments provenant des eaux continentales de la région du delta du Rhône peut favoriser la croissance du phytoplancton dans les zones côtières. Par ailleurs, les vents peuvent jouer un rôle important dans la formation de blooms de phytoplancton, en favorisant l'upwelling (remontée d'eaux riches en nutriments du fond de l'océan) et donc la disponibilité en nutriments pour le phytoplancton.

La note réalisée dans le cadre de la convention entre l'OFB et l'Université de Liège (Goffart et al., 2022) formule quelques remarques intéressantes quant aux facteurs influençant la répartition du phytoplancton :

- « Les forçages hydrodynamiques contraignent les distributions horizontale et verticale de la biomasse phytoplanctonique. La distribution horizontale du phytoplancton est caractérisée par une hétérogénéité spatiale importante.
- En Méditerranée française, à l'exception de la région du delta du Rhône, les eaux du large sont plus riches en nutriments et en phytoplancton que les eaux côtières.
- Du printemps à la fin de l'automne, une thermocline saisonnière isole les eaux chaudes de surface des eaux froides présentes en profondeur. Durant cette période, les eaux situées au-dessus de la thermocline sont épuisées en nutriments et en phytoplancton dans toutes les zones du large.
- Une caractéristique majeure du phytoplancton méditerranéen est la présence d'un maximum profond de chlorophylle (« Deep Chlorophyll Maximum », DCM) pendant toute la période stratifiée. Le DCM est observé dans toute la Méditerranée. Il est situé sous la thermocline et n'est pas détecté par les satellites. Le DCM est une entité dynamique dont les caractéristiques sont contrôlées par les variables abiotiques du milieu. Il constitue la source de nourriture principale pour le zooplancton 6 à 8 mois par an, et attire une partie de l'ichtyoplancton qui s'y rassemble pour profiter de l'agrégation de nourriture. Le DCM a donc un rôle essentiel dans le fonctionnement du milieu pélagique méditerranéen. »



Feuilleley (2020) a d'ailleurs montré que « les conditions environnementales ont largement changé dans le Golfe du Lion, avec un changement majeur au milieu des années 2000, affectant la concentration de Chlorophylle (avec un changement de régime en 2007), mais aussi la température de surface, les upwellings, les fronts thermiques, le débit du Rhône (et en particulier les apports de nutriments azote et phosphore) ainsi que la convection profonde hivernale. Ces changements environnementaux ont pu affecter la production de plancton et, par conséquent, la communauté des petits poissons pélagiques »

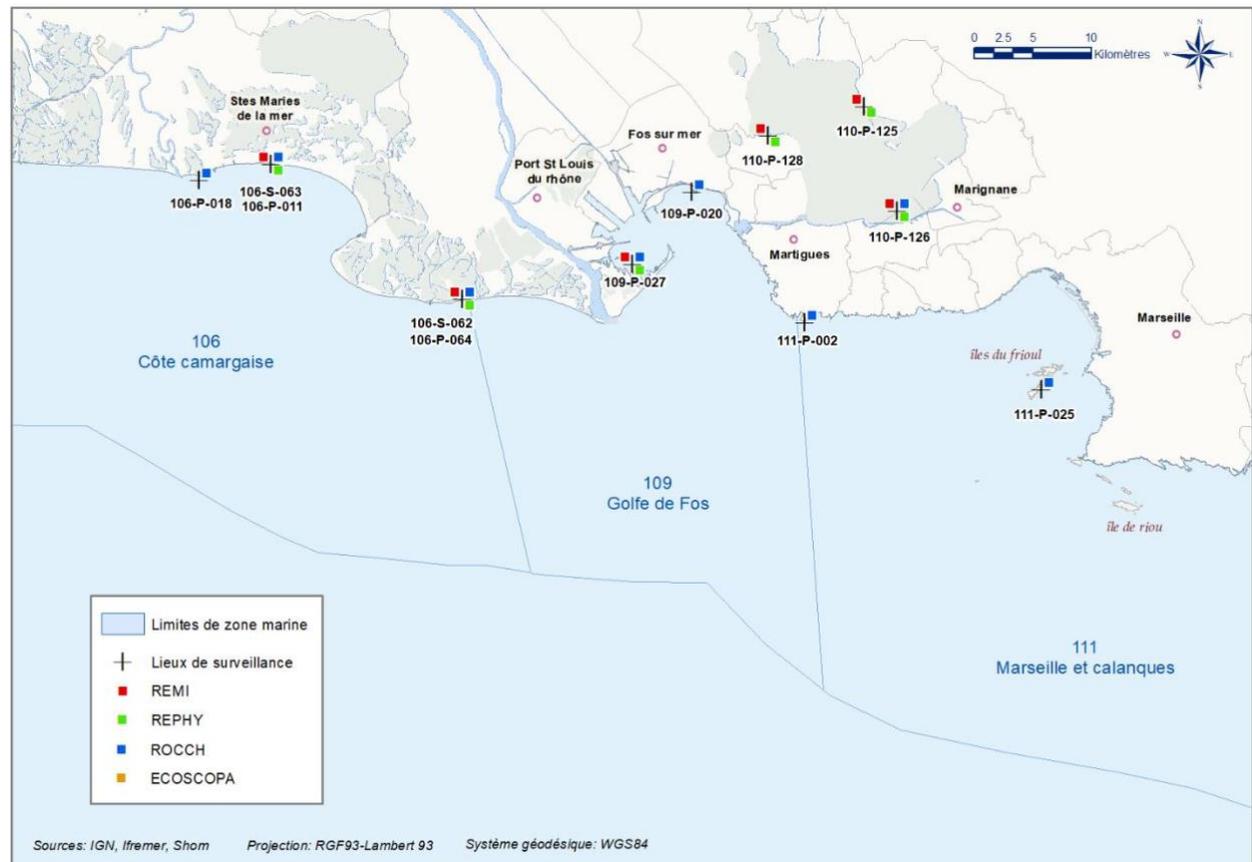
Il est aussi important de noter que la variabilité spatiale de l'abondance du phytoplancton en Méditerranée peut également être liée à des facteurs anthropiques, tels que la pollution, la pêche, le changement climatique et les activités industrielles et portuaires.

ÉTAT ENVIRONNEMENTAL A L'ECHELLE DE L'AIRE D'ETUDE

Les données disponibles sont principalement issues du réseau de surveillance REPHY (réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux) de l'Ifremer. Ces données sont cependant limitées pour définir un état initial de la zone d'étude puisqu'elles ne concernent que les eaux côtières.

Les résultats suivants sont issus du Bulletin de la surveillance 2021 émis par l'Ifremer, qui sont les derniers résultats publiés :

Figure 56 : Localisation des points de suivi des réseaux de surveillance de l'Ifremer dans la zone d'étude.



Source : Ifremer



« 2021 est une année riche en phytoplancton, avec des indices d'abondances plus élevés qu'en 2020 sur la plupart des points suivis. Nous pouvons noter que les Cryptophyceae sont de plus en plus présents sur l'ensemble du littoral. Comme en 2020, les genres dominants, pour l'ensemble des points sont Chaetoceros et Cylindrotheca. Les genres Dinophysis et Pseudo-nitzschia ont été dénombrés régulièrement et à des concentrations comparables aux années précédentes. Les toxines lipophiles ont été recherchées tout au long de l'année sur l'ensemble de nos points avec des périodes plus ou moins longues. Le point « Lazaret (a) » est celui pour lequel le nombre d'analyses de phycotoxines est le plus faible. Aucun dépassement des seuils réglementaires n'a été constaté pour les 3 toxines recherchées.

Sept points du suivi font l'objet d'un dénombrement de flore phytoplanctonique totale (quatre en région Sud PACA et trois en Corse). Cette année, nous observons une baisse plus importante que l'année dernière, de l'abondance et de la diversité phytoplanctonique durant l'automne. Cette observation est commune à l'ensemble des points de surveillance des régions Sud PACA et Corse. »

Figure 57 : Biomasse, abondance et taxons dominants au point « Anse de Carteau » en 2021.

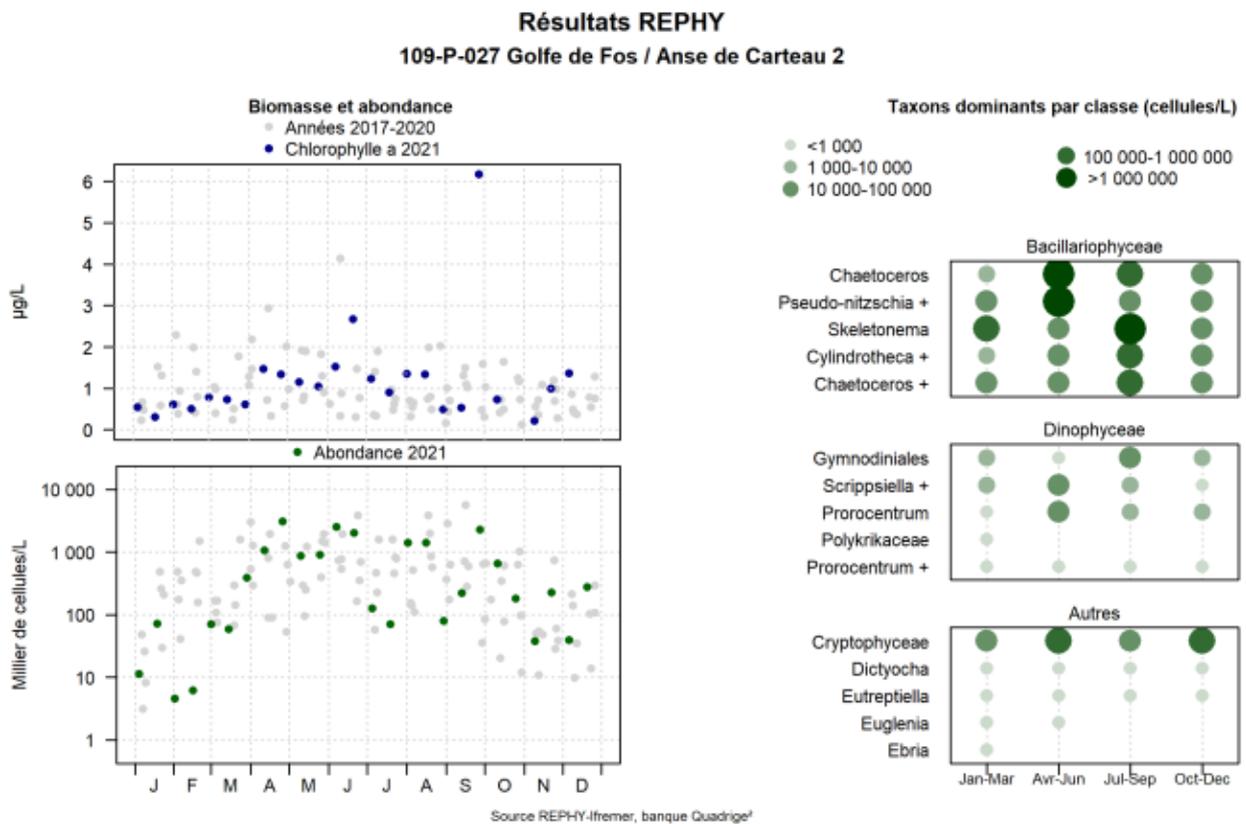




Tableau 7 : Taxons dominants du point de surveillance « Anse de Carteau » en 2021 - Source : REPHY Observation - Ifremer

Intitulé graphe	Libellé taxon	Classe
Chaetoceros	<i>Chaetoceros</i>	Bacillariophyceae
Chaetoceros +	<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	Bacillariophyceae
Cylindrotheca +	<i>Cylindrotheca closterium + Nitzschia longissima</i>	Bacillariophyceae
Pseudo-nitzschia +	<i>Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées (multiseries + pungens)</i>	Bacillariophyceae
Skeletonema	<i>Skeletonema</i>	Bacillariophyceae
Gymnodiniales	Gymnodiniales	Dinophyceae
Polykrikaceae	<i>Polykrikos</i>	Dinophyceae
Prorocentrum	<i>Prorocentrum triestinum</i>	Dinophyceae
Prorocentrum +	<i>Prorocentrum micans + arcuatum + gibbosum + scutellum</i>	Dinophyceae
Scrippsiella +	<i>Scrippsiella + Ensiculifera + Pentapharsodinium</i>	Dinophyceae

« Dans cette zone marine, la flore totale est abondante et diversifiée, avec une prédominance des Bacillariophyceae (ex Diatomées) tout au long de l'année avec des indices d'abondance plus élevés que celui de 2020. Les Dinophyceae et les Autres classes ont des indices d'abondance moins élevés que l'année dernière. Ceci peut témoigner d'une bonne productivité primaire sur ce secteur.

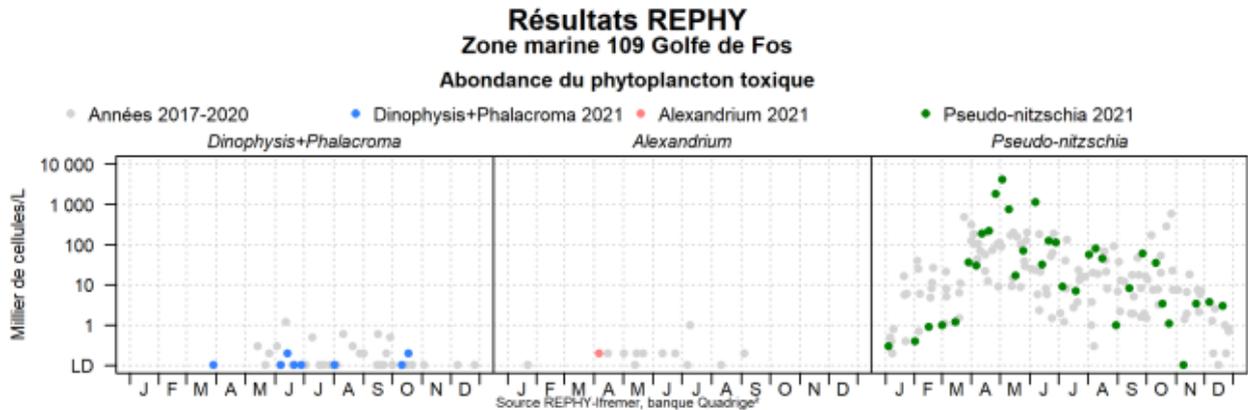
Deux pics de chlorophylle-a ont été observés en juin et en septembre. Ce dernier correspond au maximum obtenu sur les quatre années précédentes. Le premier coïncide avec un bloom de *Chaetoceros* (1 780 000 cellules/L) et le second avec un bloom de *Chaetoceros*, *Skeletonema*, *Leptocylindrus* et *Cylindrotheca* (respectivement 629 000, 129 000, 168 000 et 108 000 cellules/L). On a pu noter d'autres blooms au cours des mois de mars, avril, mai, juin, août, octobre et novembre d'une de ces espèces mais à des concentrations plus faibles n'entraînant pas une augmentation de la chlorophylle-a.

Il est à noter que cette année encore, les cryptophyceae sont présents tout au long de l'année avec des maximums au cours des mois de mai, octobre et novembre (respectivement 742 000, 467 000 et 169 000 cellules/L).

Pour cette zone, les taxons dominants sont les mêmes qu'en 2020. »



Figure 58 : Abondance du phytoplancton toxique dans la zone du « Golfe de Fos » en 2021. Source : REPHY - Ifremer, banque Quadrigé²



« Pour le point de suivi « Anse de Carteau 2 » de la zone marine « Golfe de Fos », le genre *Dinophysis* a été autant présent qu'en 2020, mais sur une période plus courte (de juillet à octobre au lieu de mai à décembre). Le genre *Alexandrium* a été détecté à une seule reprise et à très faible concentration. Le genre *Pseudo-nitzschia* est par contre présent tout au long de l'année à des abondances élevées, atteignant les plus fortes concentrations en avril, mai et juin. »

Comme pour le zooplancton, les données existantes sur des stations au large dans la région Occitanie proviennent uniquement des campagnes océanographiques PELMED menées par l'Ifremer. Ces données n'ont pas encore fait l'objet de publication spécifique. La thèse de Feuilloley en 2020 mentionne des résultats concernant les données relatives au phytoplancton récoltées dans le cadre des campagnes PELMED : « plusieurs types de communauté phytoplanctoniques ont été identifiées, certaines dominées par des dinoflagellés, notamment *Gymnodinium* sp. et d'autres par des diatomées, principalement *Chaetoceros* sp., *Leptocylindrus* sp. et *Proboscia* sp.. »

Comme déjà mentionné, les données issues des campagnes PELMED seront téléchargées sur la plateforme Quadrigé et comparées aux données acquises dans le cadre de cette étude.

Des observations satellites montrant des concentrations en temps réel de la chlorophylle A, paramètre indicateur de la biomasse de phytoplancton, sont disponibles sur le site MARC (Modélisation et Analyse pour la Recherche Côtière) de l'Ifremer. Ces données permettent de connaître l'évolution spatio-temporelle de la biomasse de phytoplancton. Les données sont consultables en ligne seulement sous forme graphique. Les données brutes (format .csv) devraient pouvoir être accessibles en les réclamant à l'Ifremer.

LACUNES

Le manque de données au niveau de stations hauturières est la lacune majeure. « Le principal obstacle apparaît être le manque de suivi de la communauté planctonique dans le Golfe du Lion qu'il semble nécessaire de mettre en place afin de comprendre ses dynamiques face au changement climatique » (Feuilloley, 2020)

Nithard (2021), identifie les mêmes lacunes : La campagne PELMED est la seule source d'informations fournissant des observations sur les communautés de plancton dans tout le golfe du Lion, y compris les zones côtières et hauturières. Il est documenté que les espèces diffèrent entre le printemps et l'été. Afin d'améliorer le suivi, des observations saisonnières des communautés de plancton seraient donc utiles.



4.3.5 Principaux programmes d'acquisition sur la mégafaune marine

De multiples programmes d'acquisition de données passés et en cours servent à compléter les connaissances sur les différents taxons étudiés. Le tableau ci-dessous centralise les principaux programmes de références pour la bibliographie. Une présentation synthétique de chaque programme est proposée à la suite.

Tableau 8 : Programmes d'acquisition de données sur la mégafaune marine

PROGRAMME	AVIFAUNE MARINE	AVIFAUNE MIGRATRICE	MAMMIFERES MARINS	TORTUES ET GRANDS PELAGIQUES	CHIROPTERES
Programme MIGRALION	X	X	X	X	X
Programme de suivi des colonies de Laro-limicoles (Life + Envol, LARIMED I et II)	X				
MEGASCOPE - PELMED	X		X	X	
MEGASCOPE - MOOSE - GE	X		X	X	
PACOMM – SAMM I &II	X		X		
TOP-HABITAT	X		X		
IMPACT-CET					
Sanctuaire Pelagos			X		
GDEGeM			X		
ICCAT				X	
ACCOBAMS SURVEY INITIATIVE	X		X	X	
MEDACES			X		
SEMAFOR		X			
LIFE+ ENVOLL	X				
ORNIT-EOF					
ECOSYS-EOF					
GISOM - Recensement national oiseaux nicheurs	X				
MAVA 1					
SEMAFOR		X			
Tethys Research Institute	X		X	X	
Cap Cétacés			X		
Autres données collaboratives					
OBSenMER	X		X	X	
RNE			X		
RTMMF				X	
Les Peuples de la Mer	X		X	X	
Faune Occitanie et PACA (LPO)	X	X	X		X



4.3.6 Avifaune marine et migrateurs terrestres

4.3.6.1 Principales sources bibliographiques pour l'avifaune marine

Les principales sources bibliographiques pour l'avifaune se basent sur les documents suivants :

- **Etat des lieux des connaissances du patrimoine ornithologique du golfe du Lion et de Camargue** (Rufay et al. 2015) : avifaune marine et côtière à l'échelle du golfe du Lion (région Languedoc Roussillon).
- **Analyse de jeux de données complémentaires issus de différents programmes** : TOP-HABITAT3 (2008-2014), PACOMM-SAMM4 (2011-2012), PELMED5 (1994-2010) et la base de données Faune-PACA (observations naturalistes opportunistes) ;
- **Étude avifaune en Méditerranée. Valorisation des données télémétriques**. Guillet, Claude. Rapport d'étude. CEREMA, mai 2021 ;
- **Valorisation des données issues du programme Feder, Life + Envol puis LARIMED I (2019-2021) et LARIMED II** relatif aux suivis des sites de reproduction des colonies de larolimicoles sur la façade méditerranéenne.
- **Recensement des données et autres livrables du programme MIGRALION** concernant l'avifaune migratrice terrestre et marine du Golfe du Lion ;
- **Note technique de planification du développement de l'éolien en Méditerranée** (Annexe II, OFB, 2018) : coordonnée par l'Antenne Méditerranée de l'Office Français pour la Biodiversité, avec les contributions du Parc naturel marin du golfe du Lion, du Parc national des Calanques, du Parc naturel régional de Camargue et du Parc marin de la Côte Bleue. Elle présente une priorisation des enjeux pour les habitats benthiques, avifaune et mammifères marins ainsi que des informations sur les lacunes et suivis à mettre en œuvre.
- **Etudes d'impacts environnementales des trois projets pilotes d'éoliennes flottantes en Méditerranée** issues d'expertises par bateau, avions et radar. Ainsi que les données collectées dans ce cadre sur le site d'essai MISTRAL situé à l'embouchure du Rhône.
- **Formulaires Standards de Données et Documents d'Objectifs des zones de protection spéciale (ZPS) du réseau Natura 2000 dans le golfe du Lion.**

4.3.6.2 Activités et importance du golfe du Lion en fonction des saisons

Cette partie sera consolidée à partir des dernières connaissances acquises dans le cadre du programme MIGRALION dont les demandes d'autorisation d'utilisation des données sont en cours auprès de la DGECC et de l'OFB.

MIGRATION PRENUPTIALE ET POSTNUPTIALE

Cette partie se base sur les connaissances générales relatives à l'activité des oiseaux dans le golfe du Lion et sur le pourtour méditerranéen ainsi que sur données obtenues par expertises radar et par suivi visuel par bateau dans le cadre des état initiaux des fermes pilotes dans le golfe du Lion.

La migration prénuptiale débute dès le mois de février. Les premiers déplacements concernent principalement des migrateurs terrestres, dont de nombreuses espèces sont connues pour migrer en mer (Bruderer, B. & Liechti, F. 1999).



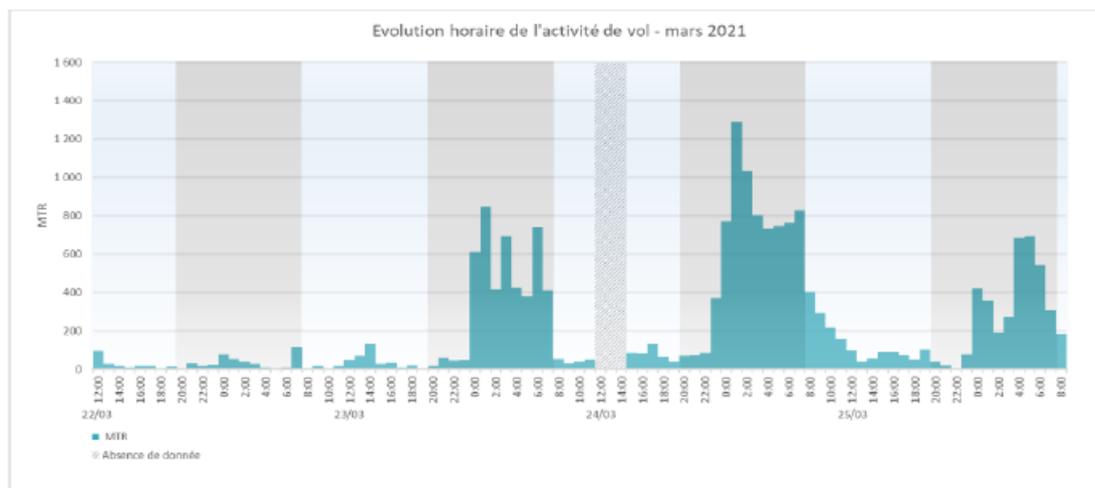
Les principaux groupes concernés par des migrations précoces sont notamment :

- Les passereaux (alouettes, grives, fringilles, etc.), qui concernent de nombreuses espèces pour lesquelles les mouvements en mer restent difficiles à mettre en évidence. Le flux migratoire pour ces espèces de petite taille est majoritairement nocturne ;
- Les anatidés dont plusieurs espèces sont ici concernées par ces mouvements et notamment l'ensemble les espèces présentes au niveau des lagunes méditerranéennes lors de la période d'hivernage ;
- La Mouette pygmée et M. mélanocéphale, avec des périodes avec d'important mouvement observées au cours du mois d'avril et correspondant au retour dans les colonies de nidification;
- Les sternes et plus particulièrement la Sterne caugek et la S. pierregarin avec un pic migratoire observé en avril avec des zones de stationnement notées au large. Les mouvements migratoires des autres espèces marines a été assez peu marquée avec l'observation occasionnelle d'espèces comme les labbes (L. parasite et L. pomarin), classique de l'époque mais en faible en effectifs.

La fin de la période migratoire s'observe en mai, avec l'observation des derniers migrants.

Les flux migratoires en période prénuptiale peuvent être localement fort selon les sites et les conditions météo-océaniques observées.

Figure 59 : Exemple d'évolution horaire de l'activité de vol au printemps par expertise radar sur le littoral méditerranéen



Pour comparaison (données de Biotope et d'autres suivis radar en Europe), on peut considérer que les flux sont faibles en dessous de 500 échos/heure/km en moyenne sur une nuit, moyens entre 500 et 1500 échos/heure/km, forts entre 1500 et 3000 échos/heure/km, et très forts au-dessus de 3000 échos/heure/km. En journée, les flux sont globalement bas, généralement inférieurs à 100 échos/heure/km. Le matin du 25 enregistre une activité plus élevée, faiblissant au cours de la matinée et correspondant à l'activité migratoire.

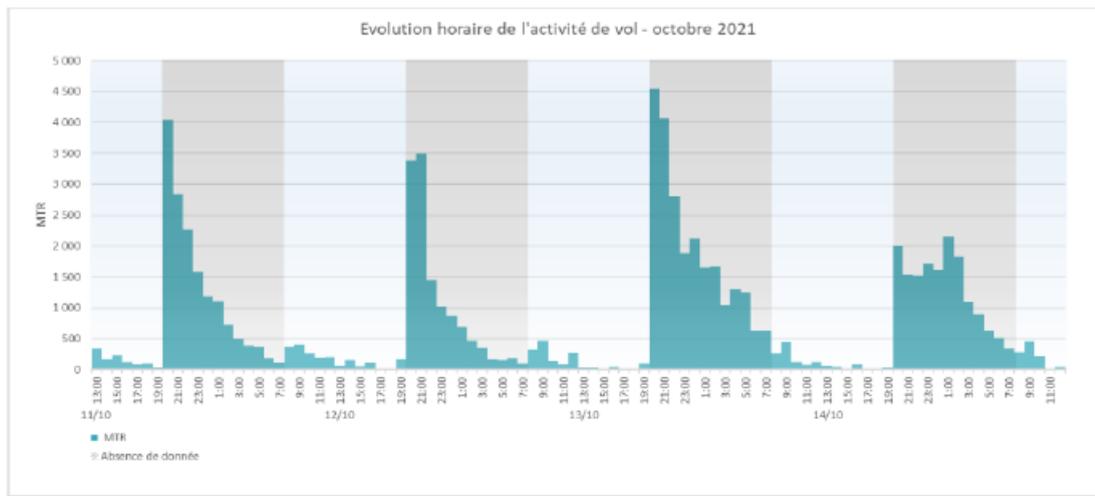
D'une manière générale, l'intensité de la migration postnuptiale observée au niveau du littoral méditerranéen est plus forte que le flux mis en évidence au cours de la migration prénuptiale. Des effectifs conséquents sont notamment enregistrés pour certaines espèces comme les hirondelles ou les pigeons, en lien avec les pics migratoires spécifiques à ces espèces. Les effectifs plus importants concernés par cette période sont d'autre part à mettre en lien avec la présence des jeunes de l'année qui s'ajoutent aux adultes migrants.



Les observations par bateau menées dans le cadre des différents projets en mer ont quant à elle permis d'identifier des migrateurs actifs ou en halte migratoire au large, comme la Sterne pierregarin, la Guifette noire, l'Alouette des champs, la Bergeronnette grise et le Pipit farlouse ou encore les rapaces....

De nombreuses autres espèces migratrices peuvent être observées dans le golfe du Lion avec un flux plus ou moins éloigné du littoral. Ainsi, la Sterne pierregarin semble migrer au large alors que la Sterne caugek préfère se déplacer le long de la côte, ou en flux diffus difficilement détectable et différenciable des individus en déplacements locaux.

Figure 60 : Exemple d'évolution horaire de l'activité de vol en automne par expertise radar sur le littoral méditerranéen



REPRODUCTION

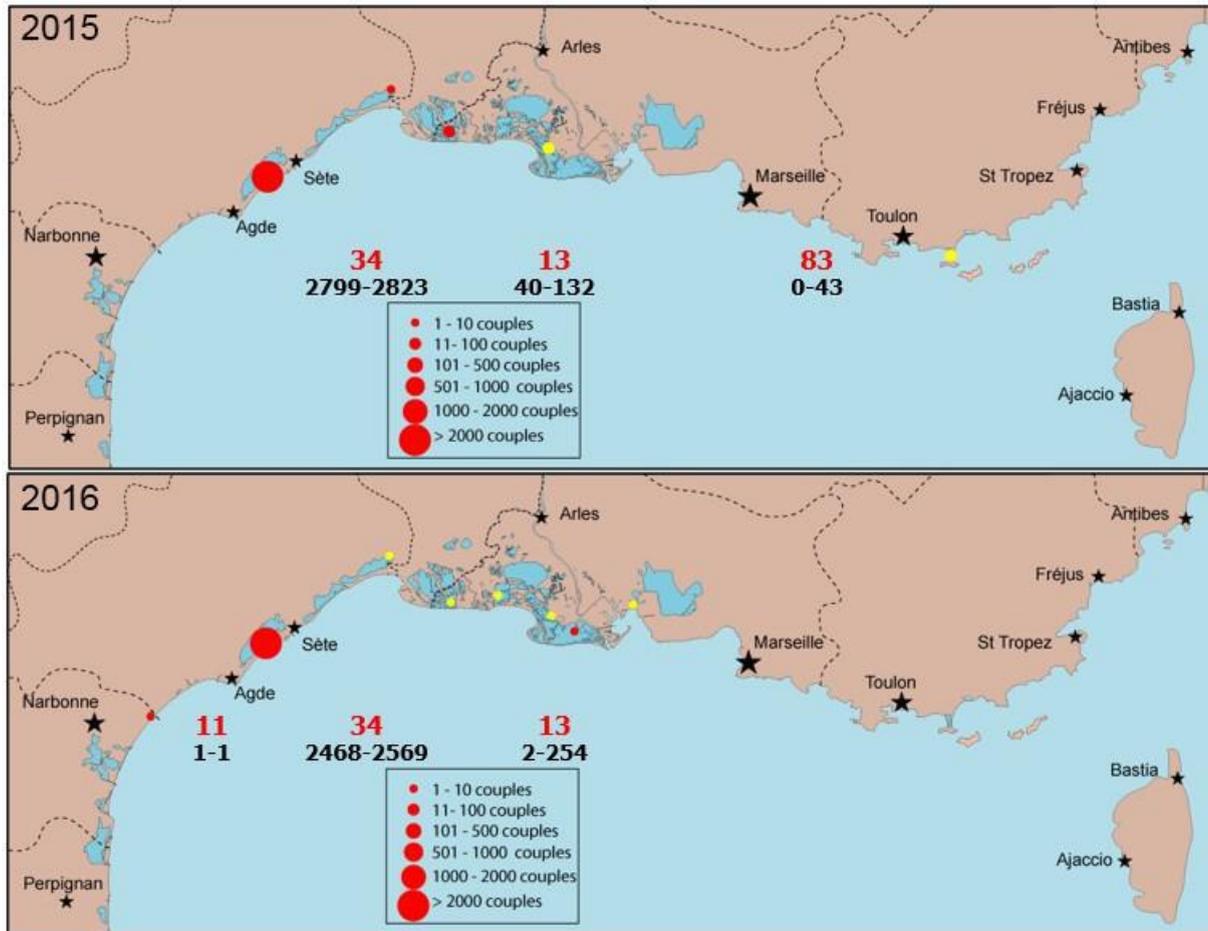
En période de reproduction, la zone d'implantation est concernée par les déplacements provenant des dortoirs et des sites de reproduction situés au niveau du littoral et plus particulièrement des lagunes méditerranéennes. Ainsi, de nombreux déplacements de sternes (Sterne naine, S. pierregarin et S. caugek) sont notés durant la période de reproduction.

Des mouvements de puffins sont également notés avec le Puffin yelkouan qui reste largement majoritaire et le Puffin de Scopoli plus occasionnel.

L'utilisation du golfe du Lion par les espèces marines (sternes et puffins) est fortement conditionnée par les conditions trophiques en lien avec les zones de mélanges et de brassage des eaux observées au niveau des embouchures des principaux fleuves observés dans le golfe (Rhône, Aude, Tet). Selon leur situation, les futures zones d'implantation seront plus ou moins concernées par des déplacements journaliers en provenance des colonies d'oiseaux marins (sternes et mouettes notamment) et présentes au niveau des lagunes méditerranéennes.



Figure 61 : Exemple de recensement des sites de nidification et effectifs reproducteur de la Sterne caugek en 2015 - 2016 (Programme LARIMED)



HIVERNAGE

Les espèces hivernantes majoritaires dans le golfe du Lion sont le Goéland leucophée, le Puffin yelkouan, la Mouette mélanocéphale, la Sterne caugek et Mouette rieuse. Les effectifs de puffins qui fréquentent la zone est globalement faible par rapport aux autres saisons étudiés. D'autres hivernants classiques sont également observés comme le Grand cormoran, le Fou de Bassan, le Pinguin torda, le Grèbe huppé etc.... Les données bibliographiques montrent également la présence d'hivernants qui exploitent le domaine maritime, mais en restant à proximité des côtes telles que le Grèbe à cou noir, Macreuse noire et brune, Eider à duvet, Plongeon arctique, Harle huppé etc...



4.3.6.3 Oiseaux marins nicheurs et hivernants dans le golfe du Lion

Cette partie sera consolidée à partir des dernières connaissances acquises dans le cadre du programme MIGRALION dont les demandes d'autorisation d'utilisation des bilan 2022 est en cours auprès de la DGEC et de l'OFB)

ALCIDES

Le Pingouin torda

De manière générale, l'espèce est observée essentiellement en hivernage au sein de la zone d'étude du Golfe du Lion que ce soit depuis la côte ou en mer.

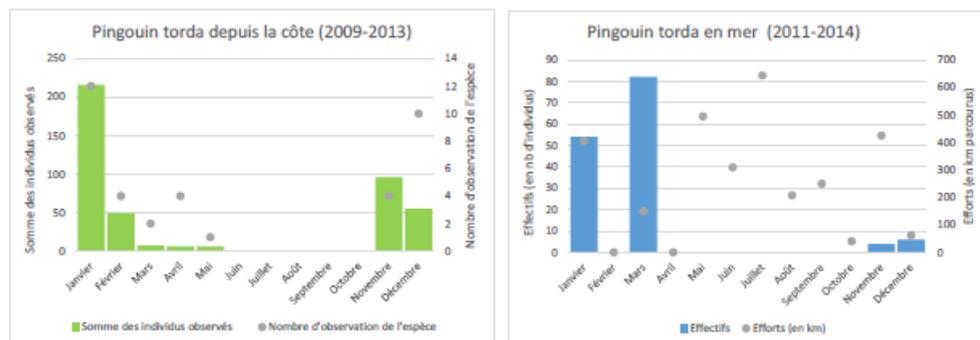
Dans le détail, l'espèce est exclusivement côtière car elle pêche en plongeant et s'alimente de poissons souvent capturés sur les fonds de 10 à 20 mètres.

Deux zones semblent se dégager pour l'hivernage de l'espèce dans le golfe du Lion.

- D'une part le Golfe d'Aigues-Mortes jusqu'à l'embouchure du Petit-Rhône où l'espèce est observée systématiquement en assez grand nombre. Ce secteur au large de l'Espiguette est en fait une zone de capture des poulpes par les pêcheurs du Grau-du Roi. Leur système de piège (des pots posés sur les fonds sableux et attachés à une corde et une bouée), en densité importante dans cette zone fixe une petite faune pélagique (poissons essentiellement) dont les petits pingouins raffolent. Ainsi, en février 2012, un groupe de 200 individus a été observé en mer au large du Grau du Roi, ce qui semble constituer le record pour cette zone .
- D'autre part le secteur de l'embouchure des fleuves Aude et Orb semble abriter aussi une population assez importante de l'ordre de 50 individus.

Les observations en mer démontrent également que l'espèce est assez côtière.

Figure 62 : Phénologie des observations ponctuelles du Pingouin torda depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche.© TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).



Le Pingouin torda hiverne régulièrement en Camargue. Il est exclusivement côtier car il pêche en plongeant et s'alimente de poissons souvent capturés sur les fonds de 10 à 20 mètres.

Jusqu'à une centaine d'individus a été observée à Beauduc en 2007 (Kayser et al. 2014). Toutefois sur la période considérée il a été dénombré entre 10-50 individus essentiellement depuis la digue du port des Saintes-Maries-de-la-Mer en hiver.

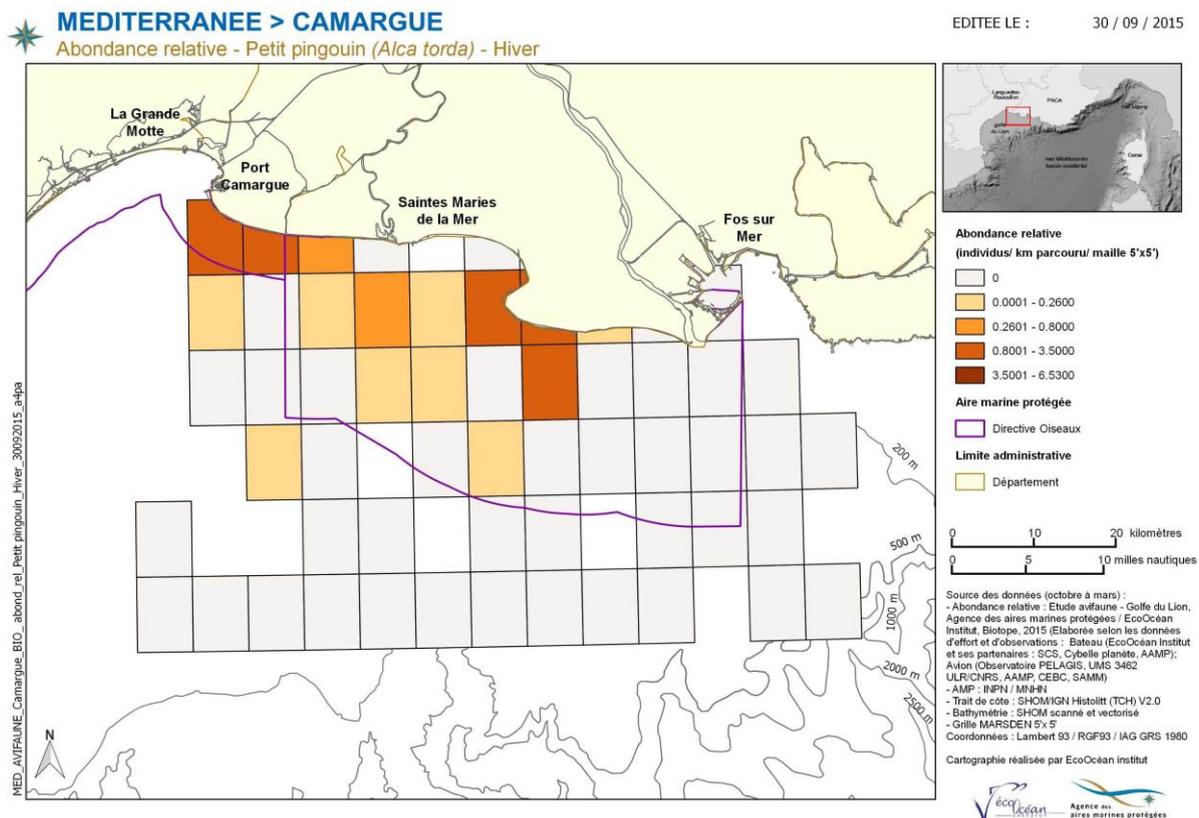
Enfin, à noter très récemment en janvier 2015, 150 individus observés depuis le même secteur.



4. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

Quant aux observations en mer, les individus se concentrent entre Beauduc et la pointe de l'Espiguette proche de la côte. Ce secteur au large de l'Espiguette est en fait une zone de capture des poulpes par les pêcheurs du Grau-du Roi. Leur système de piège (des pots posés sur les fonds sableux et attachés à une corde et une bouée), en densité importante dans cette zone fixe une petite faune pélagique (poissons essentiellement) dont les petits pingouins raffolent.

Figure 63 : Abondance relative du Pingouin torda en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)



Les statuts réglementaires de protection et les statuts de rareté de la population de Pingouin torda sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Statuts de protection et de rareté de la population de Pingouin torda

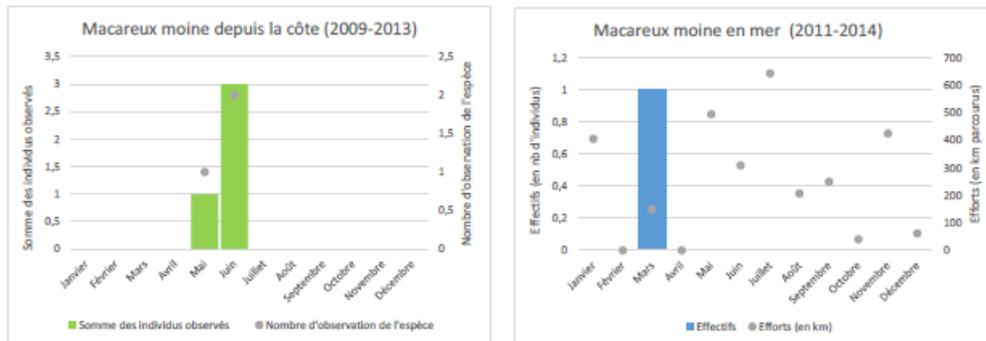
Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)
Pingouin torda (<i>Alca torda</i>)	Art. 2		Préoccupation mineure (LC)	En danger critique (CR)



Le Macareux moine

La phénologie de la base de données Meridionalis (observations) confirme la période de présence de l'espèce dans le golfe du Lion. L'espèce est observée essentiellement en été, d'avril à juillet, même si un pic en mer a été observé en mars, ce qui tend à prouver que les macareux présents en Méditerranée sont des oiseaux immatures.

Figure 64 : Phénologie des observations ponctuelles du macareux moine depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).



Il est délicat de dresser une phénologie précise de l'espèce en Camargue au regard du peu de données récoltées. Néanmoins, ces dernières font état d'une présence de l'espèce durant la migration pré-nuptiale et la période printanière.

Cette phénologie d'observation des Macareux moines en Méditerranée est tout à fait particulière et fait l'objet souvent de débat au sein de la communauté ornithologique. Pourquoi l'espèce est-elle absente en hiver et n'est présente qu'en période printanière? Cette question reste sans réponse pour l'instant.

L'espèce ne se reproduit pas en Camargue mais l'ensemble des observations a eu lieu durant cette période. Il semblerait que ce sont des individus non reproducteurs et immatures.

L'espèce est observée à des effectifs très faibles en mai/juin (Kayser et al. 2014). Généralement les effectifs concernent des individus isolés ou des groupes de 2.

De plus, l'étude de Beaubrun et al. (2013) précise que la technique des chalutages n'est pas la plus adéquate pour le repérer. Cela explique le peu de données de l'espèce lors des campagnes de 1994 à 2010 (Figure 101). Seulement deux observations de macareux ont été réalisées, l'une d'un individu noté en juillet 2007 et la seconde en juin 2007 de 15 oiseaux posés près du navire pendant le trait de chalut.

Les statuts réglementaires de protection et de rareté de la population de Macareux moine sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : Statuts de protection et de rareté de la population de Macareux moine

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)
Macareux moine (<i>Fratercula arctica</i>)	Art. 2		En danger (EN)	En danger critique (CR)



HYDROBATIDES

L'Océanite tempête

La répartition de l'Océanite tempête de Méditerranée sur l'ensemble de la mer Méditerranée est encore mal connue, en partie du fait de ses mœurs particulièrement discrètes, des sites de nidification difficiles d'accès et de ses effectifs réduits. Les données de recensement et de suivi disponibles permettent d'estimer l'effectif de la population Méditerranéenne connue entre 10969-16079 couples, avec trois noyaux de population importants identifiés à Malte, en Sicile, et aux Baléares.

Les colonies les plus proches de notre zone d'étude sont situées sur les îles Mèdes (Catalogne espagnole). Plus loin, elle se reproduit en Corse, en Sardaigne et aux îles Baléares.

Figure 65 : Répartition de l'Océanite tempête à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)



La population totale en Méditerranée française était estimée à environ 300 couples à la fin des années 1990 (Cadiou op. cit.), mais à seulement 40 à 50 couples en 2009 (Debize & Mante 2012).

Hormis les données en milieu insulaire, les observations proviennent essentiellement de sorties en haute mer. L'espèce semble régulière dans la partie sud/sud-ouest du Golfe du Lion (Beaubrun et al. 2000) au niveau des Pyrénées-Orientales, où 6 données sont recueillies du 6 au 10 avril 2007, mais également en face de l'Hérault (5 données), plus rarement au large de la Camargue, du Var (îles d'Hyères) et des Alpes-Maritimes. Contactée à l'unité, un effectif record de 66 individus fut toutefois comptabilisé le 6 juin 2002 au large de la Grande-Motte. Les mentions depuis la côte sont occasionnelles, réalisées généralement suite à des tempêtes ou de forts vents marins (8 le 7 avril 2002 à Leucate). Elle est signalée à quatre reprises le long du littoral audois et à seule reprise en face de la Camargue, de Canet-en-Roussillon et du Grau-du-Roi. Les observations sont effectuées principalement lors de la période pré-nuptiale, d'avril (9 mentions) à juin, et plus marginalement lors du passage post-nuptial, d'août à novembre (données issues de Issa 2008).

Tableau 11 : Populations de l'Océanite tempête sur les îles marseillaises et d'Hyères (2009)

Iles marseillaises	Iles d'Hyères	Corse
< 10 couples	0 ?	33-40 couples



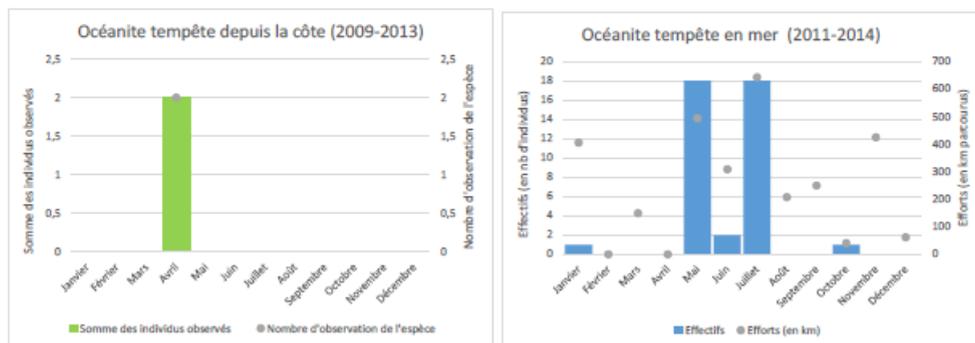
Il est intéressant de noter que l'espèce était connue comme nicheuse historiquement sur les îles de Marseille (50 couples en 1979, 12 couples en 1987, 3 couples en 1991). Le dernier indice de nidification se situe sur l'île de la Jarre (Archipel de Riou en 2007) (Aucelun dè mar, 2007). Au sein des îles d'Hyères, aucune preuve directe de reproduction n'a pu être observée depuis le XIXème siècle où l'espèce a niché sur la période de 1880-1890. En effet, les prospections effectuées durant la saison 2011 confirment l'absence de l'Océanite tempête de Méditerranée comme nicheur sur les îles d'Hyères. Trois observations ont tout de même été enregistrées en période de reproduction, et cela malgré des sites attractifs et ayant historiquement accueilli l'espèce.

L'espèce ne se reproduit pas dans le golfe du Lion. Les observations concernent uniquement des oiseaux adultes non nicheurs ou des oiseaux immatures. L'espèce s'observe toute l'année avec toutefois un probable pic en fin d'été lié à la dispersion postnuptiale des grandes colonies de Méditerranée, comme celles des Baléares. L'espèce est rare en hiver.

Les données PELMED de 1994-2010 (Beaubrun et al., 2013) font clairement ressortir que l'oiseau, de façon générale, s'aventure peu dans la frange très littorale mais reste cantonné plutôt à partir des 50 m de fond.

Les données Meridionalis apportent quelques précisions, l'espèce est effectivement rare tout au long de l'année mais les observations se concentrent essentiellement en migration pré et post nuptiale

Figure 66 : Phénologie des observations ponctuelles de l'Océanite tempête depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer en Camargue (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).

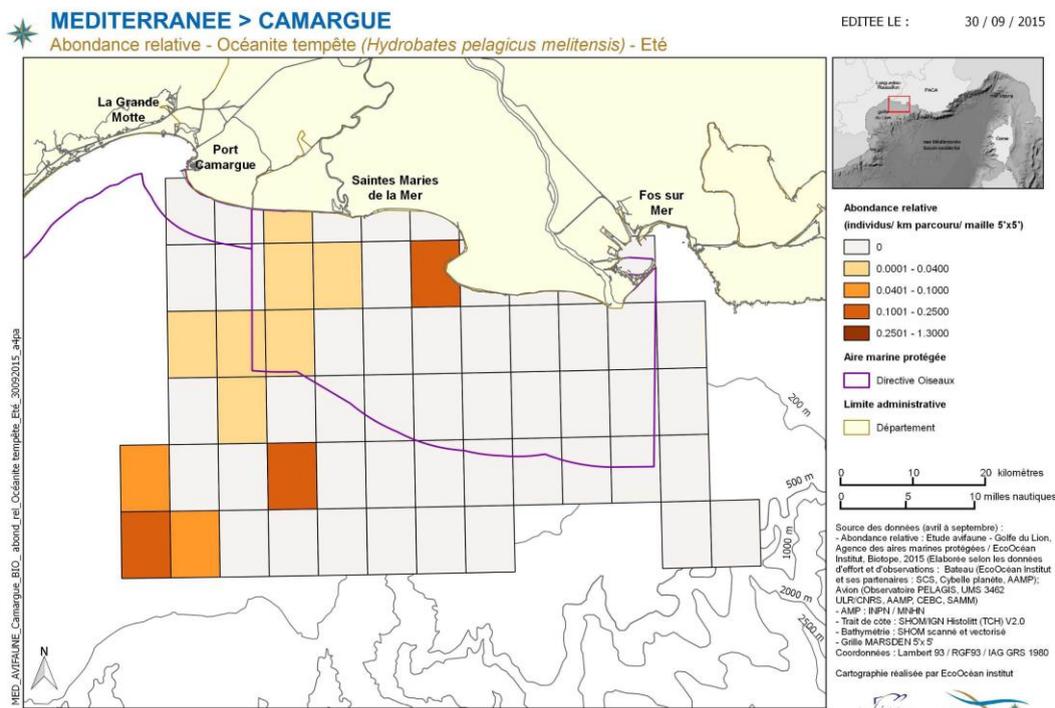
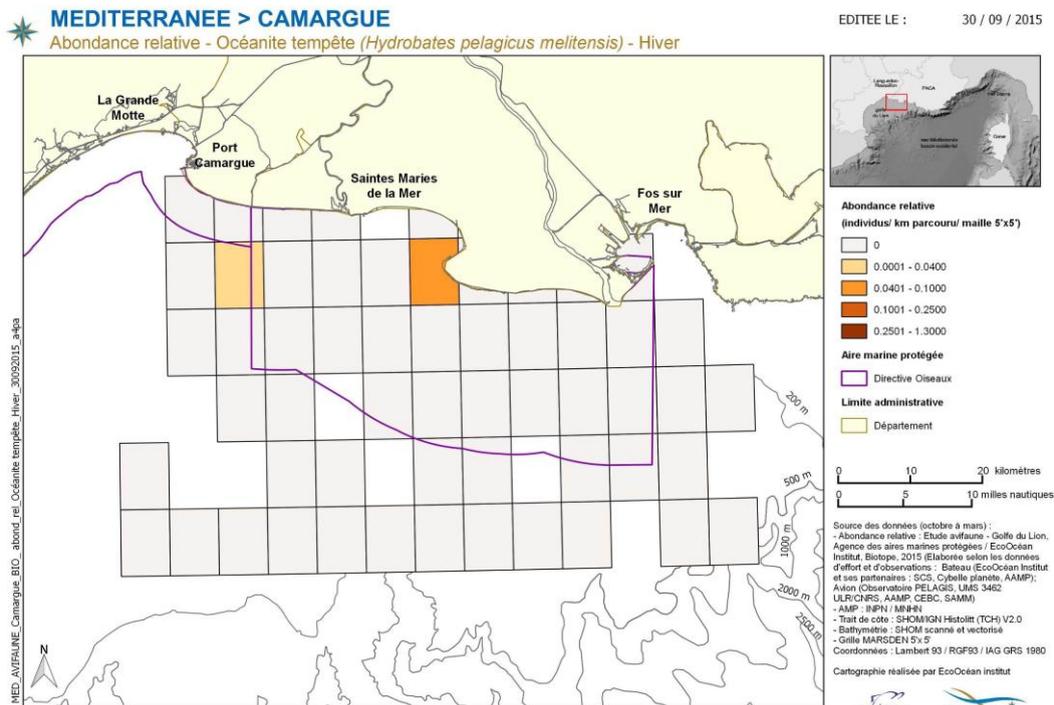


En mer, les observations de l'espèce se concentrent à partir de mai jusqu'en décembre. Les observations en mer concernent l'ensemble du plateau continental, du Golfe d'Aigues-Mortes, où l'espèce est régulièrement observée en petit nombre (1 à 3 individus) en particulier à la sortie de l'émissaire de la station d'épuration de l'agglomération montpelliéraine, mais aussi le grand large de Sète et d'Agde dans les zones de tri du poisson par les chalutiers. Récemment, l'espèce a pu être observée en grand nombre au large du cap Béar au mois d'août au moment de la dispersion internuptiale des oiseaux nichant aux Baléares. Un radeau de 70 individus, a été dénombré en août 2013, à la tombée de la nuit (X. Rufay, obs. pers.) prouvant que le secteur du PNM peut jouer un rôle important pour cette espèce pour les oiseaux non nicheurs ou pour les oiseaux ayant fini leur reproduction

L'espèce ne se reproduit pas en Camargue, c'est certainement pourquoi seuls deux individus ont été observés sur les côtes camarguaises durant cette période. Les observations concernent uniquement des oiseaux adultes non nicheurs ou des oiseaux immatures. Aucun site attractif ne permet d'accueillir l'espèce en Camargue. Néanmoins, des interrogations sur le statut de reproduction de l'espèce notamment en Paca (Iles de Marseille et îles d'Hyères) sont toujours d'actualités car quelques adultes sont régulièrement observés dans ce secteur (Audevard, 2014).



Figure 67 : Abondance relative d'Océanite tempête en hiver et en été dans le golfe du Lion (d'après Ruffray & al., 2015)





En mer, l'essentiel des effectifs (18 individus) ont été observé en mai et juillet (EcoOcéan Institut, 2015). Ces oiseaux ont tous été observés à l'ouest de la zone d'étude avec des abondances maximales principalement situées en dehors de la ZPS Camargue, au sud-ouest de l'aire d'étude dans le secteur le plus pélagique (Figure 67). Une petite concentration d'individus semble toutefois fréquenter le secteur côtier devant Beauduc.

Les statuts réglementaires de protection et les statuts de rareté de la population de l'Océanite tempête sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Statuts de protection et de rareté de la population d'Océanite tempête

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)
Océanite tempête (<i>Hydrobates pelagicus</i>)	Art. 2	An. I	Préoccupation mineure (LC)	Vulnérable (VU)

PROCELLARIDES

Le Puffin de Scopoli

Figure 68 : Répartition du Puffin de Scopoli à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)



Figure 69 : Répartition et effectifs reproducteurs du Puffin de Scopoli en Méditerranée. © Anselme L. & Durand J.P., 2012.

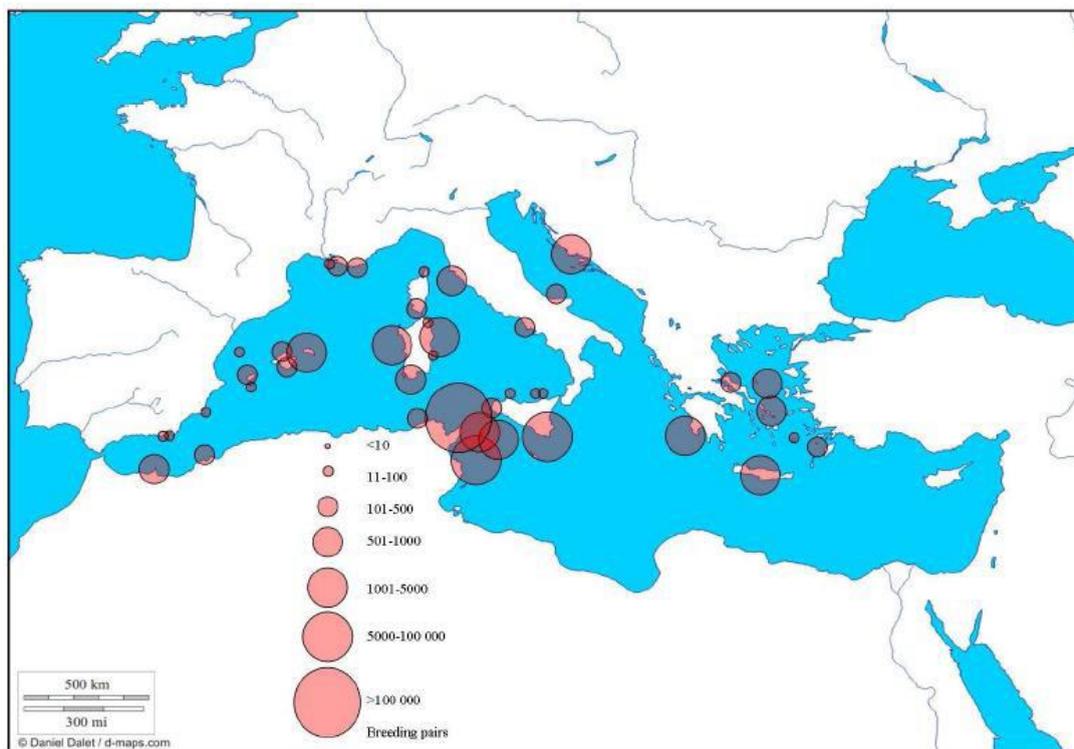


Tableau 13 : Populations du Puffin de Scopoli sur les îles marseillaises, d'Hyères et en Corse (2011)

Îles marseillaises	Îles d'Hyères	Corse du sud	Haute Corse
314 - 395 couples	180 - 370 couples	300-400 couples	53 couples

La population totale est estimée à 141 000 – 223 000 couples (Birdlife 2020), pour un millier de couples nichant en France sur les Îles de Marseille, Hyères, et en Corse. En Méditerranée, la situation apparaît au minimum stable, voire en légère augmentation pour les colonies du Var et des Bouches-du-Rhône (GISOM, 2014).

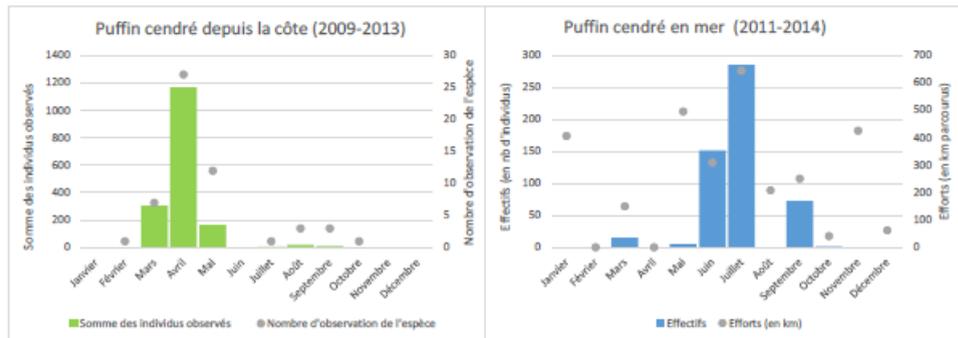
Un recensement par méthode de distance sampling effectué en 2010 dans le cadre du Programme Petites Îles de Méditerranée a permis d'estimer une population de plus de 100 000 couples nicheurs sur la seule île de Zembra (Tunisie), remettant profondément en cause les connaissances sur les effectifs de l'espèce (Anselme&Durand 2012).

De manière générale, le Puffin cendré est une espèce pélagique qui s'alimente sur le plateau continental, sur les têtes de canyon et les zones de remontée abyssales. Dans ces secteurs le Puffin cendré trouve sa nourriture de manière opportuniste, en recherchant les chasses de thons, les oeufs ou larves d'espèces pélagiques et les chalutiers en activité.

La phénologie des observations ponctuelles des bases de données TDV et LPO Paca démontre que depuis la côte l'espèce s'observe entre mars et septembre avec un maximum en avril. 60% des données sont obtenues à partir de la plage de Piémanson (TdV, 2015).



Figure 70 : Phénologie des observations ponctuelles du Puffin cendré depuis la côte entre 2009-2013 en Camargue (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).



L'espèce ne se reproduit pas en Camargue mais la présence des colonies des îles de Marseille à proximité explique la présence de l'espèce durant cette période. Dans le détail, les différents jeux de données analysés nous permettent d'affiner la répartition de l'espèce dans la zone d'étude et de mieux cerner les enjeux de conservation.

En premier lieu, il est intéressant de noter que les études télémétriques issues du programme PACOMM montrent que l'ensemble des oiseaux équipés sur les colonies provençales viennent s'alimenter dans le Golfe du Lion.

Il est intéressant de noter que les études télémétriques issues du programme PACOMM montrent que l'ensemble des oiseaux équipés sur les colonies provençales viennent s'alimenter dans le golfe du Lion.

Sur les colonies des îles de Marseille : Les individus équipés de balises télémétriques sur la colonie de l'île du Frioul en 2011 et 2012 montrent que ces derniers ont fréquenté le sud-ouest du Golfe du Lion (très au large des côtes), au niveau du plateau continental et de la pente continentale (fort gradient de bathymétrie).

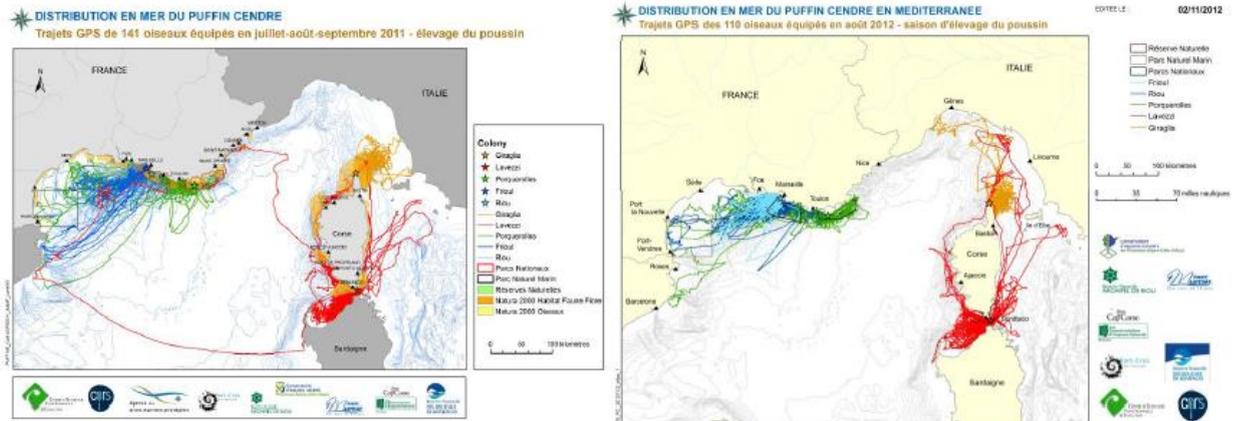
Les individus équipés de l'île du Riou ont également suivi cette tendance avec néanmoins des incursions au sein de la ZPS Côte Languedocienne et une incursion au sein du Parc Naturel Marin d'un individu dont la durée de séjour a été assez longue en 2012.

Sur les colonies des îles d'Hyères : les 13 puffins cendrés équipés de la colonie sur l'île de Porquerolles se sont dirigés essentiellement vers l'ouest de la Méditerranée occidentale dans le Golfe du Lion, en zone hauturière (plateau continentale < 1000m). Des incursions au sein du Parc Naturel Marin sont également notées.

Sur les colonies des îles corses : Un individu de la colonie de Lavezzi en 2011 a effectué un trajet de longues distances en 8 jours, voguant au sein du Golfe du Lion au niveau du plateau continental puis allant au niveau des côtes espagnoles pour revenir vers sa colonie. En 2012, il n'a pas été relevé de tels déplacements.



Figure 71 : Trajets alimentaires en mer Méditerranée du Puffin de Scopoli grâce à la télémétrie. © AAMP, 2011-2012



La télémétrie permet de voir également que les puffins cendrés suivent les chalutiers puisque de nombreux individus s'approchent de la côte à la faveur des ports, en particulier celui de Sète. Les missions en mer (celles de PELMED et d'EcoOcéan Institut) rapportent également ce phénomène. On observe également une différence de densité des observations entre l'est et l'ouest du Golfe du Lion durant les deux années de suivi télémétrique, ce qui est confirmée par les observations visuelles depuis les suivis bateaux et avions (Figure 71), où les abondances relatives sont plus faibles dans le Parc naturel marin que dans le reste du Golfe.

Toutefois, cette différence de répartition est moins nette sur le jeu de données PELMED, analysés de 1994 à 2010, comme le montre la Figure ci-dessous issus du rapport de Beaubrun et al. (2013).

Il est quand même à noter que cette carte est réalisée sur la base d'observations durant des chalutages, qui sont attractifs pour les oiseaux, ce qui a pour effet de modifier la distribution aléatoire des puffins.



Figure 72 : Distribution annuelle des puffins de Scopoli des îles françaises de Méditerranée. Les contours de densité 25%, 50%, 70%, 80% sont illustrés avec un gradient de couleurs d'intensité décroissantes in Péron & Grémillet 2014.
 Bleu : Marseille (n=42), Vert : Porquerolles (n=8), Rouge : Lavezzi (n=24), Jaune : Giraglia (n=25)

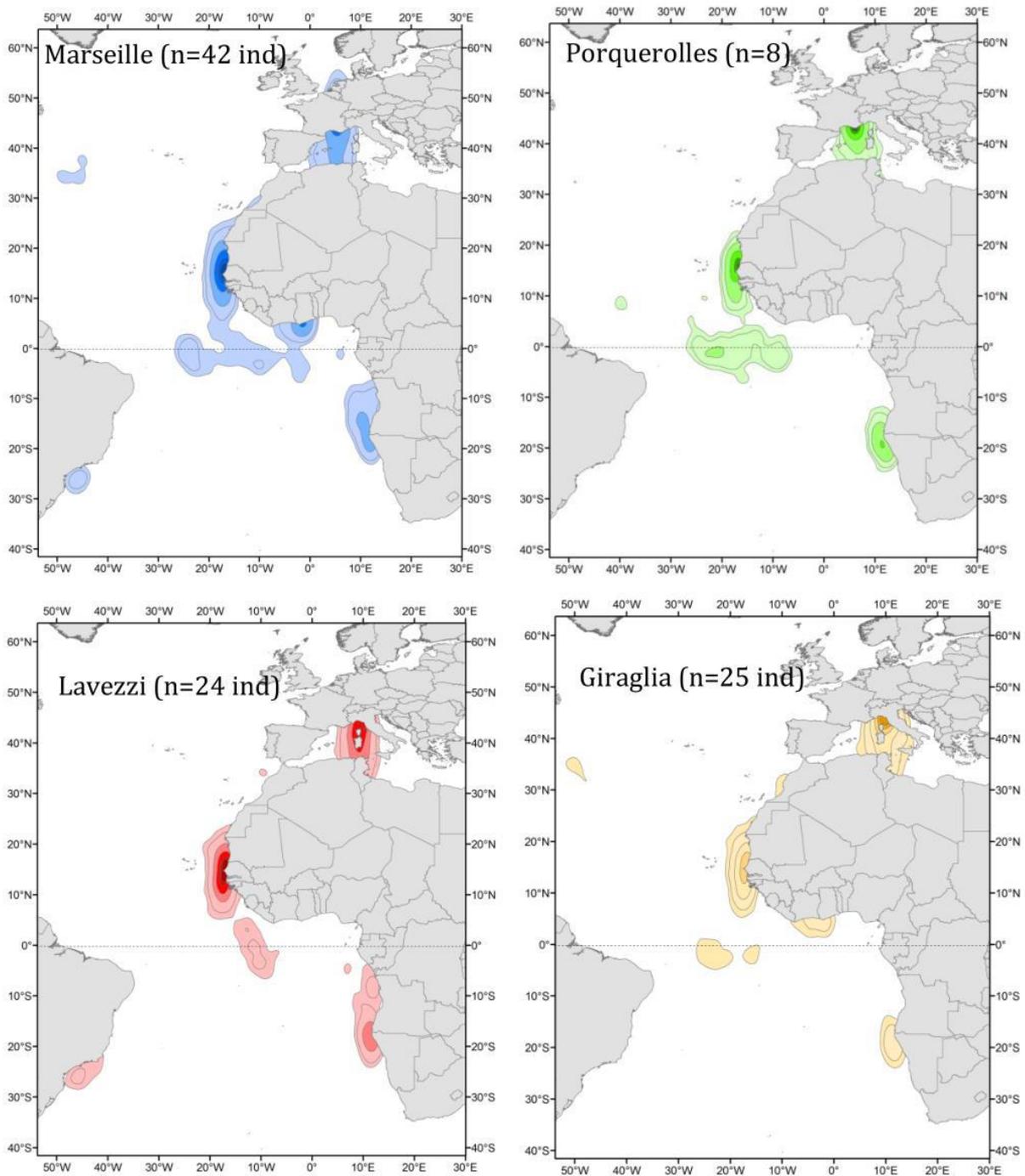
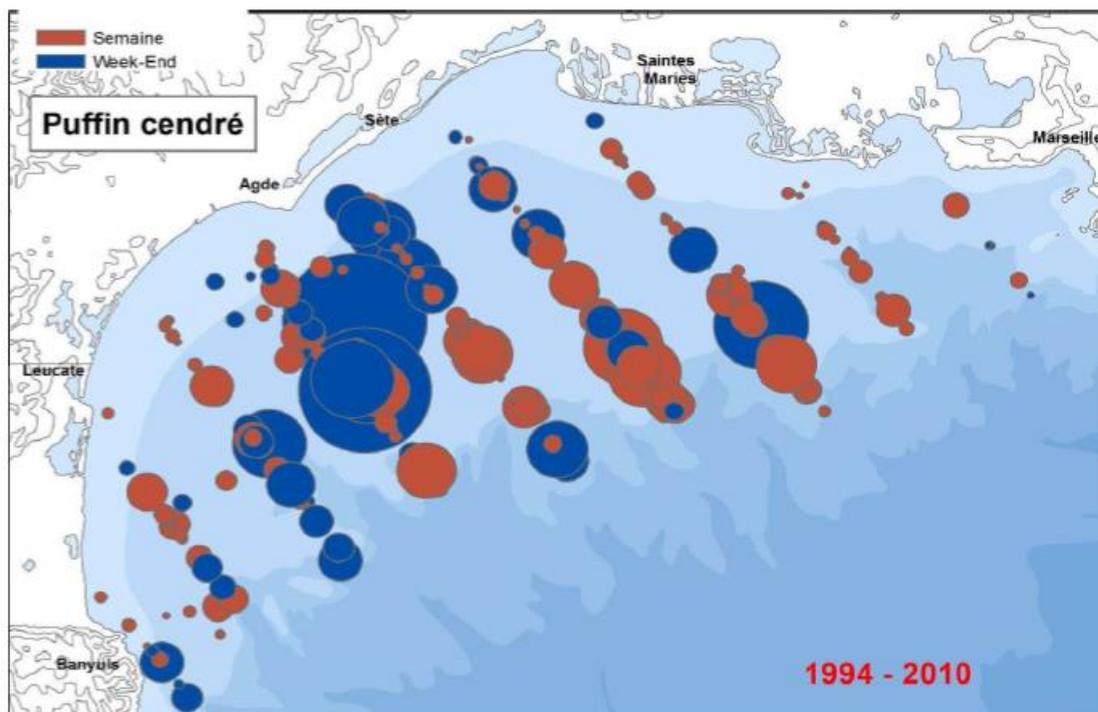




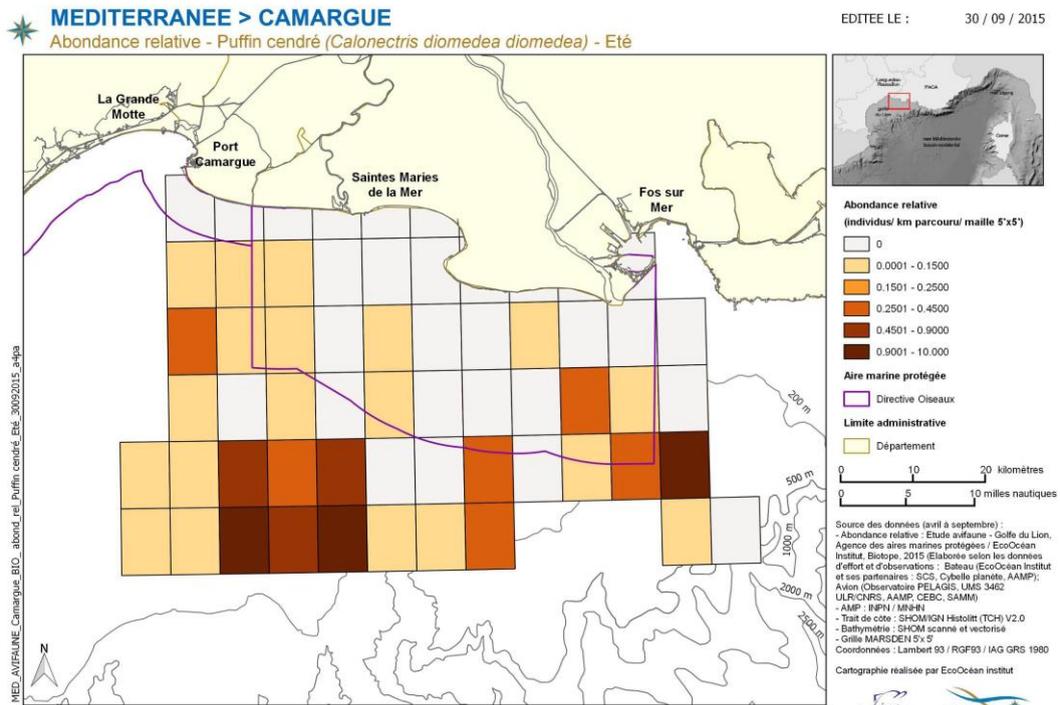
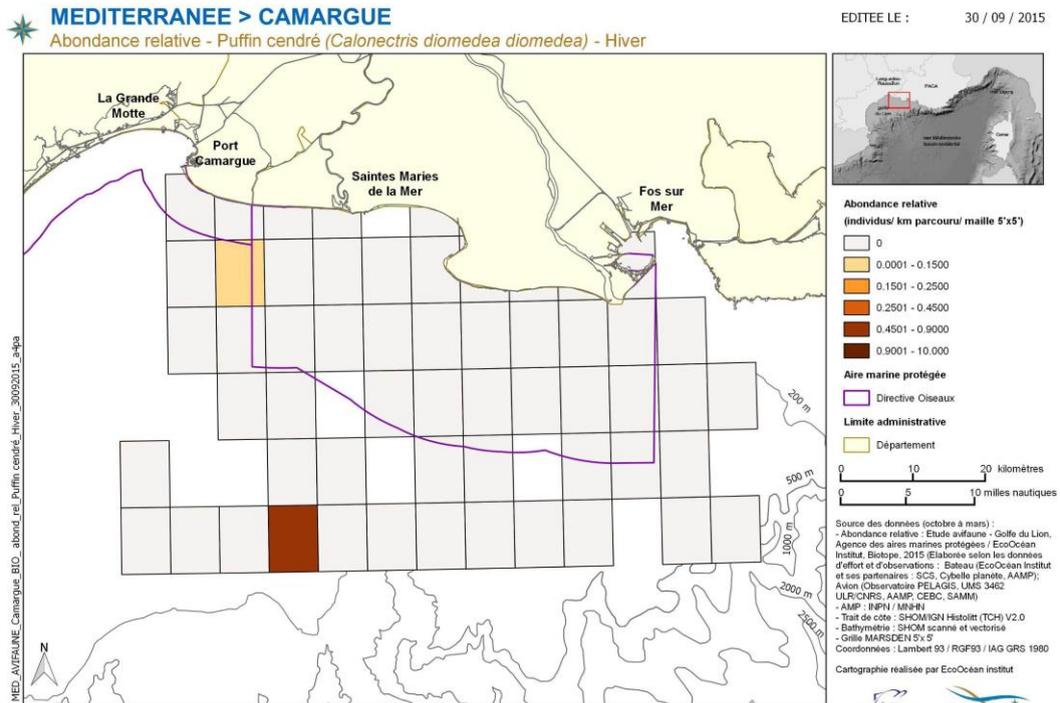
Figure 73 : Carte de répartition du Puffin cendré de 1994 à 2010 (données PELMED, Beaubrun et al., 2013)



Néanmoins, cette carte démontre bien que le Puffin cendré est présent dans le Parc naturel Marin du Golfe du Lion. Les observations de Puffin cendré dans ce secteur Ouest du Golfe du Lion pourrait donc concerner des populations venant des Baléares ou des oiseaux immatures non nicheurs des populations des îles provençales, puisque la maturité sexuelle chez le Puffin cendré est atteinte seulement entre 5 et 8 ans (X. Rufroy, N. Di-Méglio et L. David, comm pers).



Figure 74 : Abondance relative du Puffin de Scopoli en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)





Les statuts réglementaires de protection et les statuts de rareté de la population de Puffin de Scopoli sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14 : Statuts de protection et de rareté de la population du Puffin de Scopoli

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)
Puffin de Scopoli <i>(Calonectris diomedea)</i>	Art. 2	An. I	Préoccupation mineure (LC)	Vulnérable (VU)

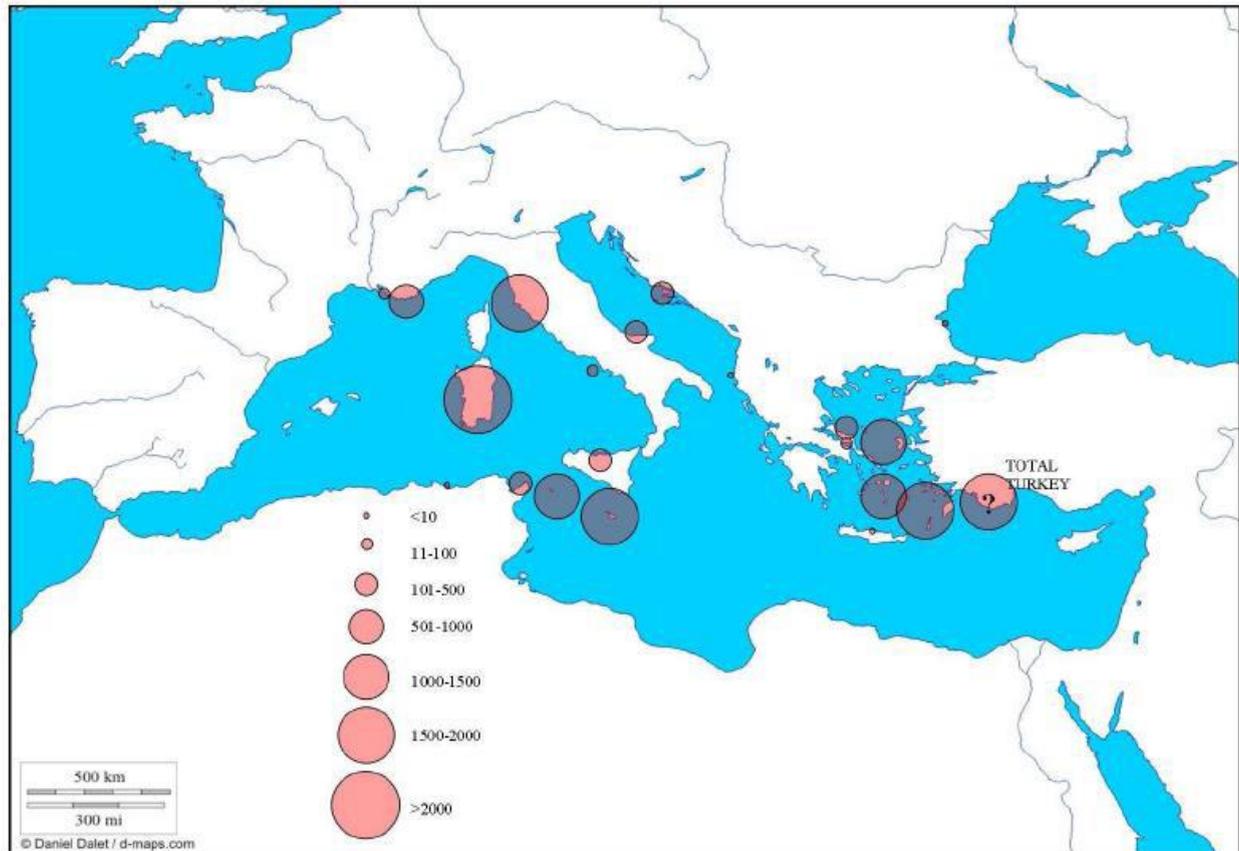
Le Puffin yelkouan

Figure 75 : Répartition du Puffin yelkouan à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)





Figure 76 : Répartition et effectifs reproducteurs du Puffin yelkouan en Méditerranée. © in Bourgeois, K. 2012.



Sa population totale est estimée entre 19 100 et 29 800 couples d'après les dernières estimations de Birdlife International (2020).

La distribution des couples reproducteurs de Puffin yelkouan était encore très mal connue en 2007 (Bourgeois & Vidal 2008). La mise en place de projets Européens LIFE en France (2 en 2003-2007, sur les îles d'Hyère et de Marseille), à Malte (2006-2010) et en Grèce (2007-2011) ainsi que des programmes nationaux (Italie : Baccetti et al., 2009) ont permis d'améliorer ces connaissances. Cependant, il reste encore des incertitudes notamment en Croatie et en Turquie et la taille de certaines populations est encore estimée par des comptages en mer qui ont tendance à surévaluer les effectifs (Bourgeois & Vidal 2008, Baccetti et al. 2009). Ces incertitudes sont d'ailleurs illustrées par la grande différence existante entre la limite inférieure et la limite supérieure de l'estimation de la taille de la population reproductrice mondiale de l'espèce : 7,311-53,785 couples ».

La population française est concentrée sur les îles d'Hyères et de Marseille et se situe probablement à moins de 1000 couples. Quelques couples pourraient par ailleurs nicher en Corse (Bourgeois 2012)

Tableau 15 : Populations du Puffin yelkouan sur les îles marseillaises et d'Hyères

Iles marseillaises	Iles d'Hyères
33-41 couples	596-1007 couples (Bourgeois, 2012)
	Nombre de terriers occupés d'après les comptages dans les colonies (Données coordinateurs GISOM) :
	Le Levant : 2661 terriers occupés(2018)
	Port Cros + île de Bagaud : 1026 terriers occupés (2019)
	Porquerolles : 44 terriers occupés(2017)



Le Puffin yelkouan est une espèce plus littorale que les autres puffins. Elle affectionne les zones de petits fonds (< 100 m) pour se nourrir, en évitant ainsi les zones de grands fonds (canyons) (Bourgeois & Vidal 2007).

Dans le détail, les différents jeux de données analysés nous permettent d'affiner la répartition de l'espèce dans la zone d'étude et de mieux cerner les enjeux de conservation.

Tout d'abord, les études télémétriques issues du programme PACOMM montrent que l'ensemble des oiseaux équipés sur les colonies provençales viennent s'alimenter dans le golfe du Lion.

L'étude de Péron et al. en 2013 a permis de suivre sur deux années (2011-2012), en période de reproduction, respectivement 7 et 13 puffins yelkouan équipés de balises, issus de l'île de Port Cros. Il en résulte que les individus empruntent un passage étroit entre Toulon et les îles vers l'ouest sur 300 km jusqu'au Golfe du Lion pour se disperser ensuite sur l'ensemble du plateau.

Néanmoins, il est nécessaire de garder à l'esprit la forte variabilité inter-individuelle en ce qui concerne les déplacements pour s'alimenter.

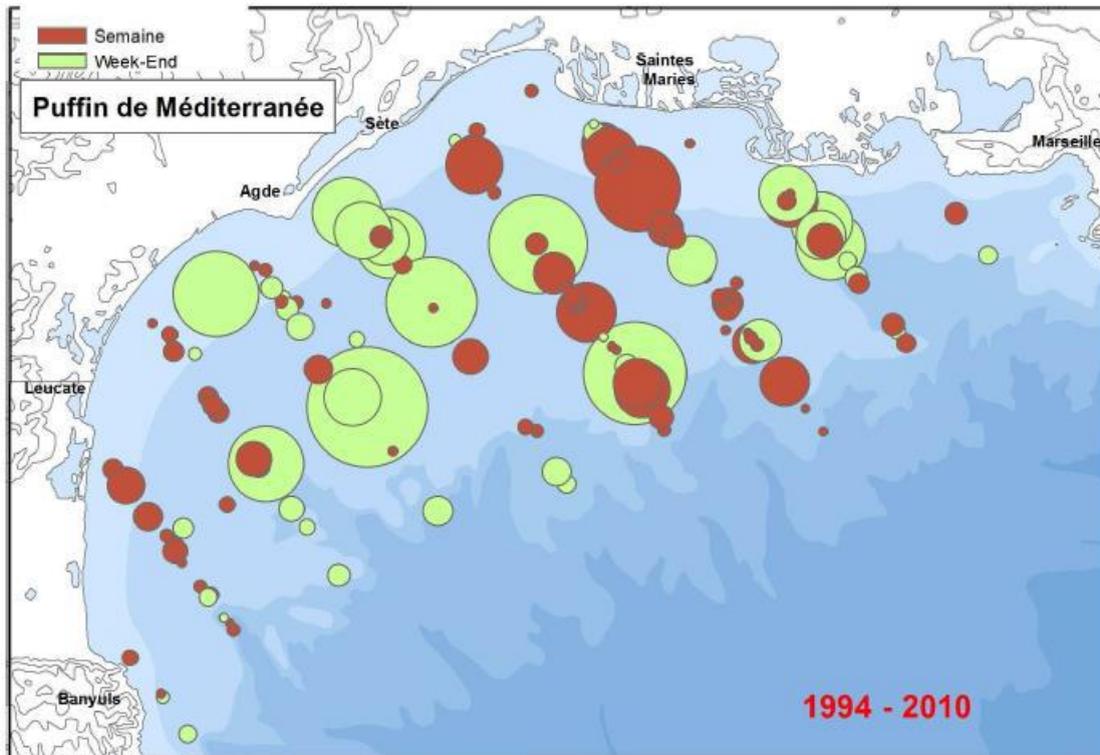
Les données PELMED de 1994 à 2010 (in Beaubrun et al., 2013) suivent également cette tendance (Figure 25). Il en résulte que le Puffin yelkouan est une espèce qui occupe de façon homogène tout le plateau continental du Golfe du Lion, depuis les plus petits fonds jusqu'aux sondes de 100 mètres, avec des effectifs moindres au sein du PNM Golfe du Lion (secteur Canet-Banyuls).

De plus, l'espèce semble assez tributaire des activités humaines selon Beaubrun et al (2013) et N. Di-Méglio & L. David (comm.pers.). En effet, deux zones de présence plus abondante se dessinent sur la Carte n°20 ainsi que sur la Figure 25 : la principale dans le large sud de la Camargue (entre Beauduc et Sète, et jusqu'au rebord du plateau continental) et la seconde, plus diffuse, s'étendant de Gruissan à Canet-Plage, comme le témoigne la figure 23.

Enfin, selon Beaubrun et al. (2013) et les campagnes PELMED de 1994-2010, la baisse des effectifs observés durant ces 16 années de suivis ne semblent pas être liés à la disponibilité alimentaire. Cela serait plutôt lié aux dérangements sur les sites de reproduction et les pressions exercées sur les colonies et/ou la distribution des engins de pêche en mer.



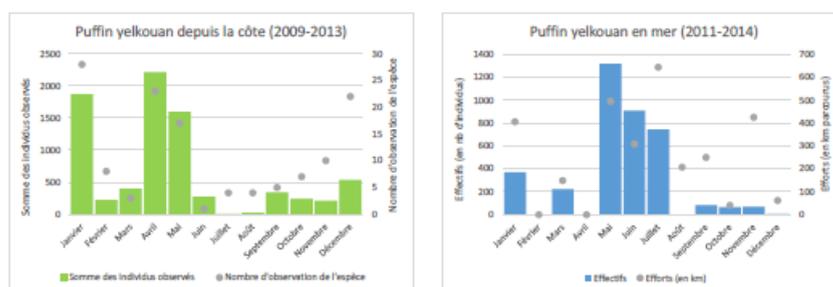
Figure 77 : Proportions relatives des effectifs de puffins de Méditerranée vus en semaine (brun) et en week-end (vert pâle) pendant 163 des chalutages des campagnes PELMED (1994-2010). Pastille la plus grosse = 180 individus



116

L'espèce est globalement observée toute l'année sur les côtes de la Camargue avec une présence plus importante durant la période pré-nuptiale en janvier et autour de la période de ponte en avril-mai. Au large, ces animaux sont rencontrés aussi tout au long de l'année, avec des effectifs importants entre mai et juillet.

Figure 78 : Phénologie des observations ponctuelles du Puffin yelkouan depuis la côte entre 2009-2013 en Camargue (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).

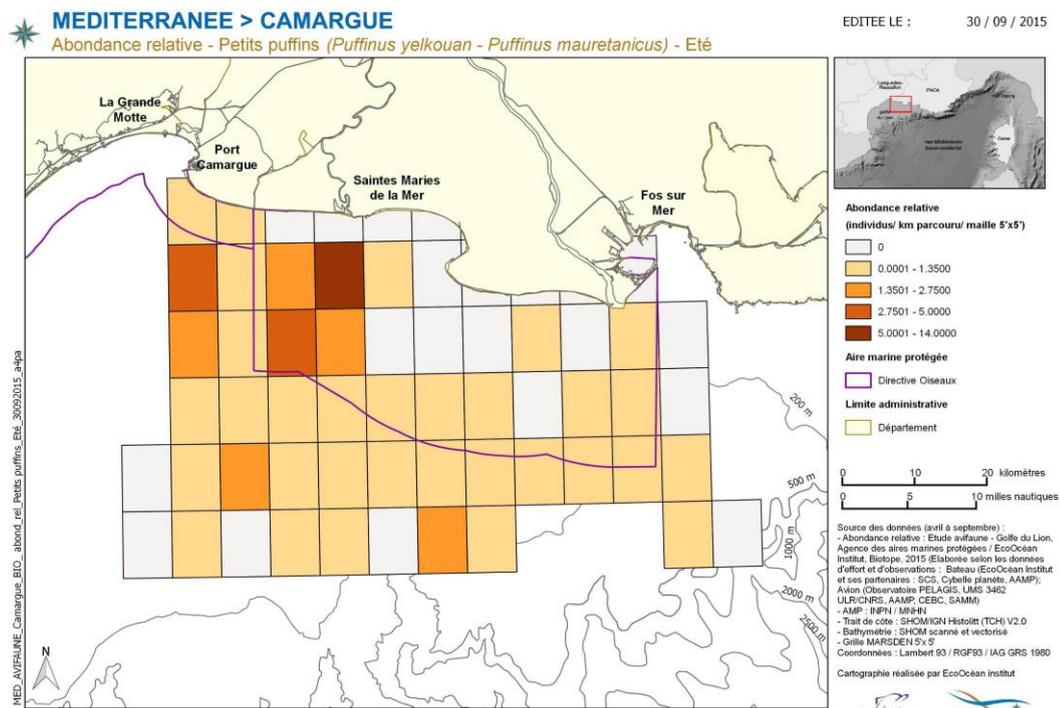
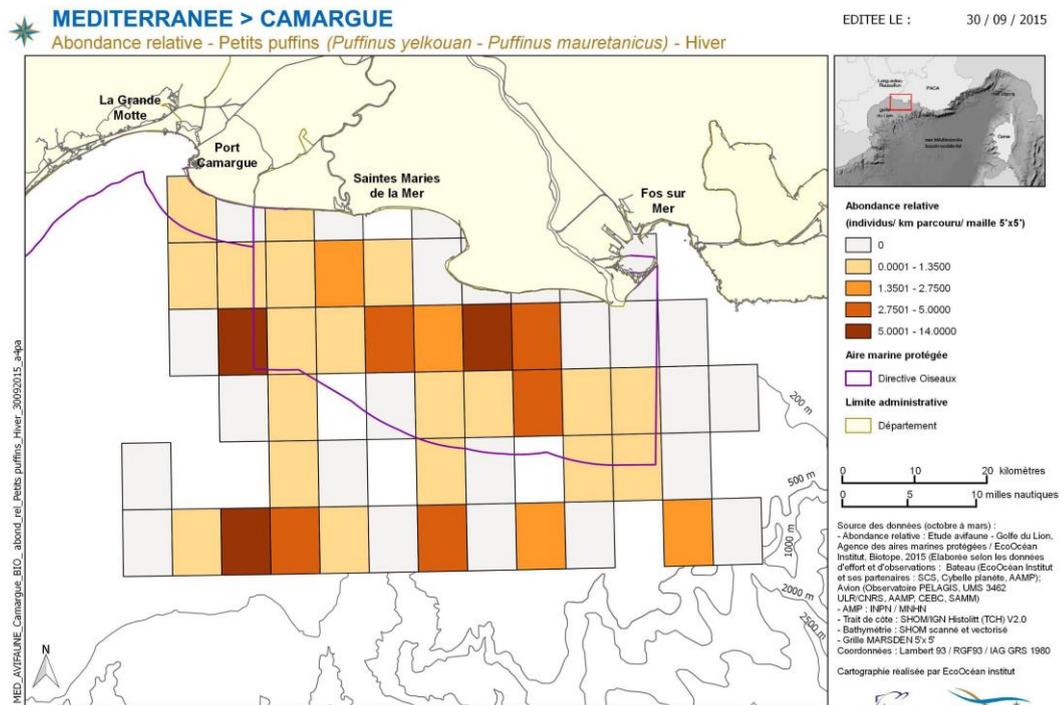


La phénologie en mer est sensiblement la même que depuis la côte si ce n'est qu'on retrouve en période de reproduction (mai-juin-juillet) des individus en mer en alimentation (afin de nourrir les jeunes) ce qui est confirmé par les suivis télémétriques.



4. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

Figure 79 : Abondance relative du Puffin yelkouan en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)





Les observations de la base de données Méridionalis tendent à que les concentrations d'individus ont essentiellement été observés :

- **au niveau de l'embouchure du Rhône**, au large de l'Espiguette en lien avec le panache du Rhône. Dans le Golfe d'Aigues-mortes en période internuptiale, on peut voir apparaître des groupes de 400-800 individus (11/2011, 11/2012, 11/2013) comme en témoigne la Carte n°21.
- **au large de l'embouchure de l'Hérault et de Sète**, en lien avec la présence de chalutiers et au panache de l'Hérault (Carte n°20).

La maturité sexuelle atteinte entre 3 et 4 ans peut également expliquer les données dans le PNM du Golfe du Lion (immature, et adultes non nicheurs), observés lors des missions PACOMM

Tableau 16 : Statuts de protection et de rareté de la population du Puffin yelkouan

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)
Puffin yelkouan (<i>Puffinus yelkouan</i>)	Art. 2	An.I	Préoccupation mineure (LC)	Vulnérable (VU)

La Puffin de Baléares

Figure 80 : Répartition du Puffin des Baléares à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)

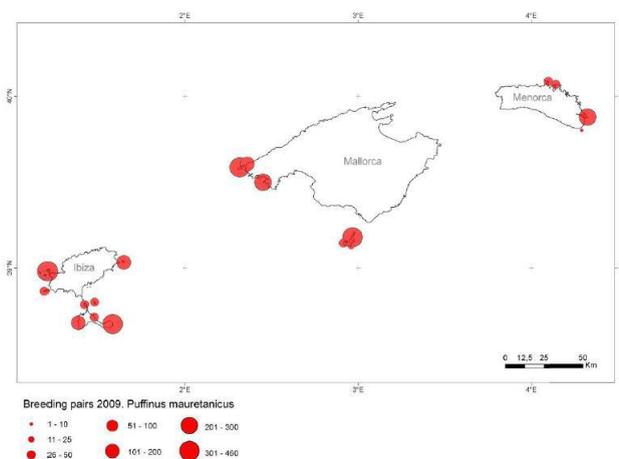


Le Puffin des Baléares se reproduit exclusivement au sein des Baléares au large de l'Espagne, distribués en 5 lieux : Minorque, Majorque, Cabrera, Ibiza et Formentera. Cela représente environ 3193 couples en 2009. Après la reproduction, les colonies se dispersent essentiellement en Atlantique pour l'hivernage (Le Mao & Yésou 1993). La plupart de la population retourne en Méditerranée à l'automne (septembre-principalement novembre), et se concentre le long de la côte ibérique pendant l'hiver (Gutiérrez & Figuerola 1995, Arcos 2001a, b, Ruiz & Martí 2004, Arcos 2008).

A partir des mois de septembre-octobre, une part importante de la population migre vers l'Atlantique, et les retours vers la Méditerranée s'étalent d'avril à mai.

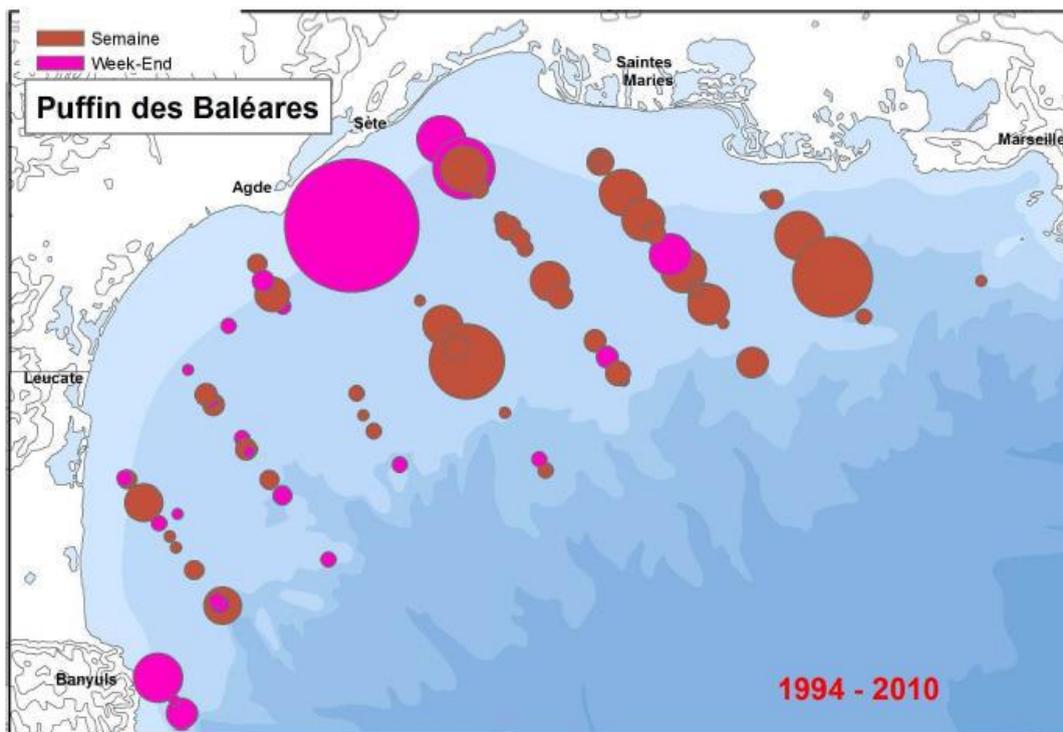


Figure 81 : Localisation des colonies de reproduction et effectifs reproducteurs du Puffin des Baléares en 2009. (CMA 2010).



Globalement, l'espèce est mal connue dans le Golfe du Lion. Uniquement les missions PELMED, les sorties de Découverte du Vivant et ponctuellement d'EcoOcéan Institut mentionnent avec précision cette espèce. Les données aériennes (SAMM) ne permettent pas de faire la distinction entre les « petits puffins ». Il y a donc un manque cruel de données régulières sur cette espèce, ce qui est fort dommageable étant donné le statut de menace du Puffin des Baléares, classé « Critical Endangered » par l'UICN au niveau mondial.

Figure 82 : Proportions relatives des effectifs de puffins des Baléares vus en semaine (brun) et en week-end (cyclamern) pendant 84 des chalutages des campagnes PELMED (1994-2010). Pastille la plus grosse = 100 individus.





Les campagnes de chalutage du programme PELMED (Beaubrun et al., 2013) de 1994 à 2010 démontrent que l'espèce peut se rencontrer sur l'ensemble du Golfe, depuis les secteurs les plus littoraux jusqu'aux sondes de 200 mètres et plus, avec une concentration plus importante au large du Golfe d'Aigues mortes et de Sète. L'espèce exploite essentiellement les secteurs les plus côtiers, entre les lignes de sonde de 5-10 m et 35-40 m, mais il ne dédaigne pas aller plus loin vers le large, attiré par les chalutiers dans le sillage desquels il trouve pitance. Néanmoins, comparés aux 2 autres puffins, le Puffin des Baléares est peu dépendant des activités humaines selon Beaubrun et al., 2013.

Cette distribution, avancée par Beaubrun et al. 2013, est à compléter avec les observations récentes depuis la côte et les sorties en mer effectuées par l'équipe de Découverte du Vivant et EcoOcéan Institut qui tendraient à démontrer que le Puffin des Baléares est plus abondant dans le secteur du PNM du Golfe du Lion que dans le Golfe d'Aigues-Mortes, bien qu'il soit effectivement rencontré entre Agde et Sète.

Ces différences démontrent qu'il y a un travail important à faire sur cette espèce dans le golfe du Lion, à toutes les époques de l'année car l'espèce semble aussi hiverner localement alors qu'il est souvent admis que l'essentiel des Puffins des Baléares passent l'hiver en Atlantique dans le Golfe de Gascogne.

En conclusion, dans l'état des connaissances actuelles, nous pouvons dire que le Parc Naturel Marin joue probablement un rôle assez important dans la préservation de l'espèce du fait du nombre croissant d'individus observés au large de la côte vermeille (X Rufay, obs pers.).

La ZPS Côte Languedocienne ne semblerait pas jouer un rôle prédominant pour la conservation de l'espèce au vue des données limitées collectées sur ce secteur, ce qui reste à confirmer.

Tableau 17 : Statuts de protection et de rareté de la population du Puffin des Baléares

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2011)
Puffin des baléares (<i>Puffinus mauretanicus</i>)	Art. 2	An.I	En danger critique (CR)	Vulnérable (VU) (Migrateur)



PHALACROCORACIDES

Le Grand Cormoran

Figure 83 : Répartition du Grand cormoran à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)



C'est une espèce essentiellement lagunaire, qui est néanmoins vue en mer comme le confirme les données d'EcoOcéan Institut et de SAMM et celles depuis la côte.

Il peut y avoir des concentrations très importantes près de la côte en période d'hivernage : d'octobre à avril.

En mer, les individus observés suivent également le même pattern. Les individus ont été localisés essentiellement au niveau du Golfe de Fos et le long du trait de côte ; bien qu'une maille au large de l'embouchure du Rhône soit notée

Ce sont des oiseaux issus des populations de Mer du Nord voire de l'Europe centrale qui viennent passer l'hiver en Méditerranée (Marion, 1994).

Figure 84 : Phénologie des observations ponctuelles du Grand cormoran depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche). © Meridionalis) et entre 2011-2014 en mer (à droite). © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP,CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau) au sein de Camargue.

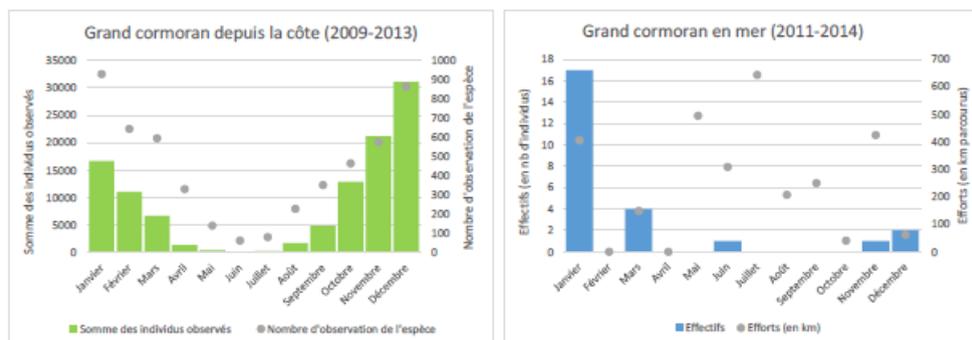




Figure 85 : Abondance relative du Grand cormoran en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)

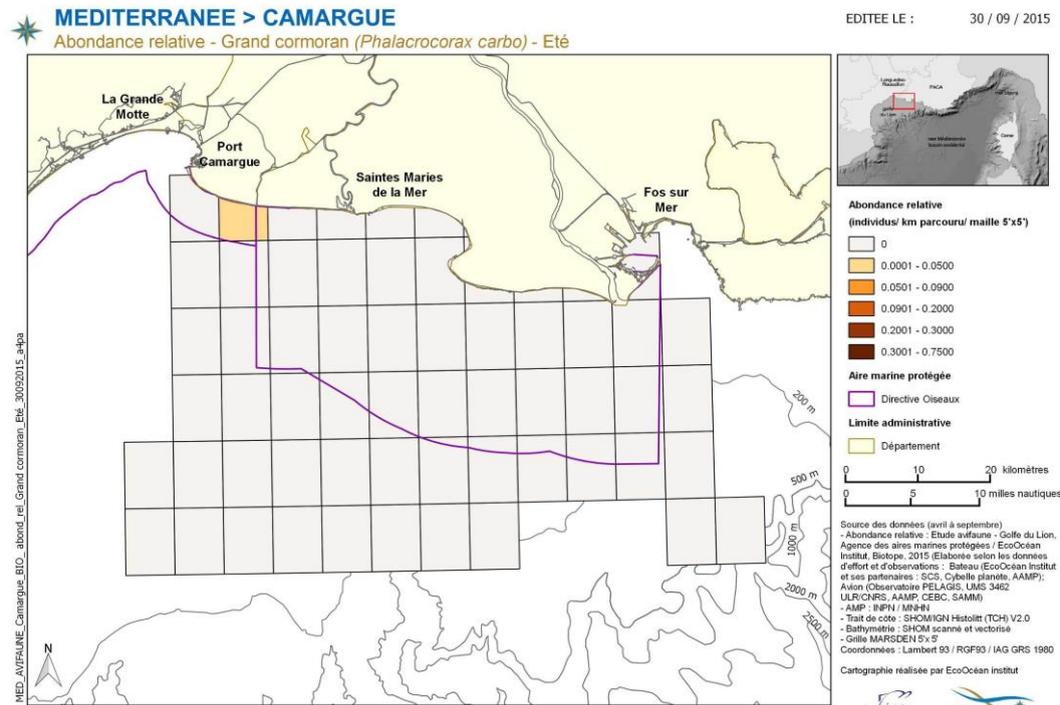
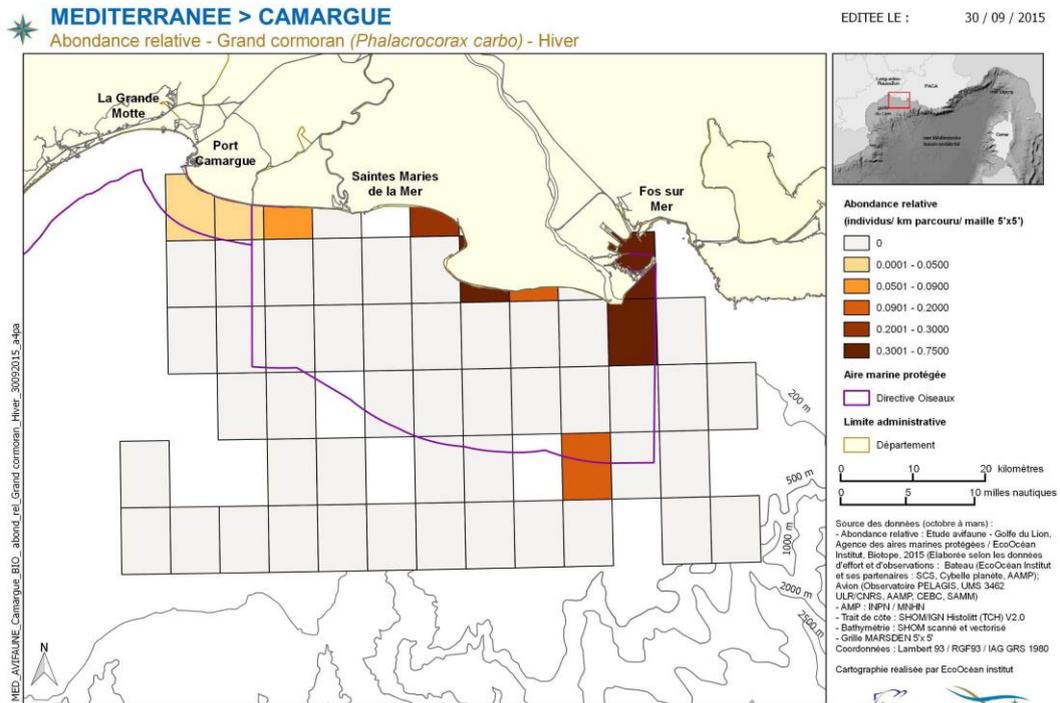




Tableau 18 : Statuts de protection et de rareté de la population du Grand cormoran

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)
Grand cormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	Art. 2		Préoccupation mineure (LC)	Préoccupation mineure (LC)

Le Cormoran huppé de Méditerranée

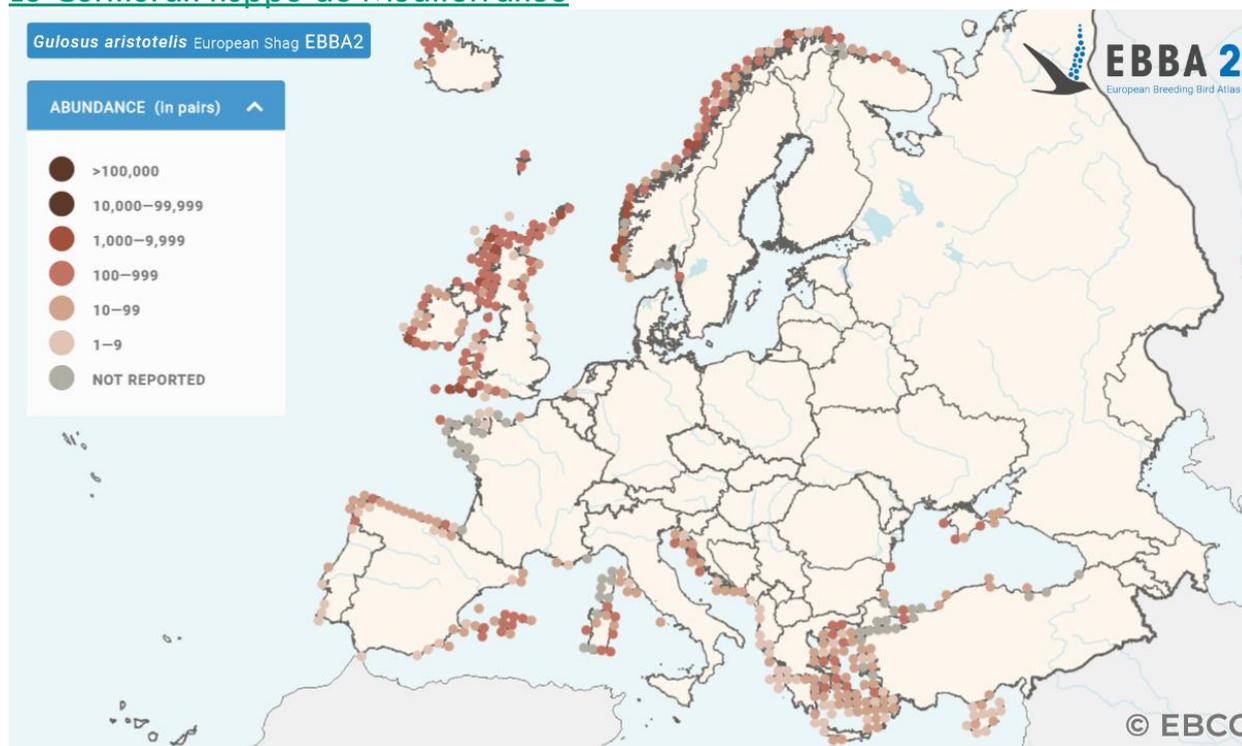


Figure 86 : Répartition du Cormoran huppé à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)

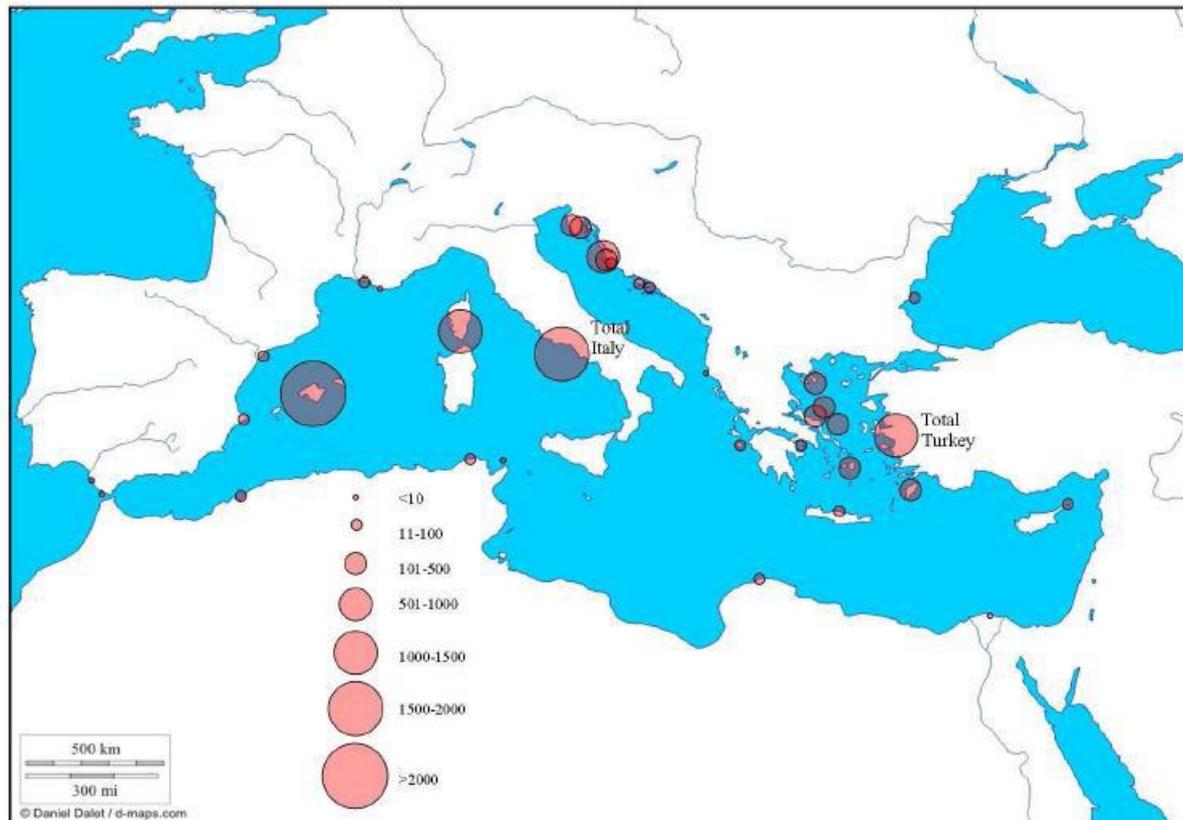
Le Cormoran huppé, sous-espèce *Desmarestii*, peuple les îles et les côtes de la Méditerranée et de la mer Noire. Son habitat est côtier et il ne dépasse que très rarement les limites du plateau continental.

Aucune colonie de reproduction n'est connue dans le golfe du Lion. La colonie la plus proche se situe sur l'Archipel du Riou au large de Marseille avec 15 couples en 2010 (Cadiou, 2011). De mai-juin à l'automne une grande majorité des oiseaux corses se dispersent principalement sur les côtes rocheuses de l'île et du nord de la Sardaigne, mais peuvent aussi atteindre le midi de la France ou les îles Baléares (Guyot 1985 et 1990 ; Culioli 2004). Les observations dans le golfe du Lion concernent des oiseaux en dispersion pré et postnuptiale.

Durant la campagne PELMED de 1994-2010 (Beaubrun, 2013) seul un individu a été observé en vol en 2005, sur des sondes de 60 mètres au niveau de Port-Barcarès



Figure 87 : Répartition et effectifs de la sous espèce *desmarestii*. © Bazin N., Imbert M., 2012.



L'espèce a la spécificité d'être sédentaire et de commencer sa reproduction tôt. On note malgré tout une forte dispersion postnuptiale à partir de mai-juin culminant en août et s'étalant jusqu'à octobre-novembre, la plupart étant des oiseaux juvéniles immatures et adultes non nicheurs, estivant à l'écart des sites de reproduction, parfois en quête de nouveaux territoires (Tatin *et al.*, 2005 ; Issa *et al.*, 2007; Sponza *et al.*, 2010).

Aucune colonie de reproduction n'est connue en Camargue. Aucune observation de l'espèce n'a été réalisée durant cette période. Cela s'explique par le fait que l'espèce se reproduit entre fin octobre à fin juin. Sur la façade méditerranéenne, après les îles de Marseille, colonisées en 1999, ce sont les îles d'Hyères qui ont vu l'espèce s'implanter en 2006 (Tatin *et al.* 2003, Issa *et al.* 2007, Lascève & Tranchant in Flitti *et al.* 2009) et dernièrement sur la commune de Monaco, preuve de l'expansion lente de l'espèce, en 2015 (CEN Paca, 2015).



Les colonies les plus proches se situent sur l'Archipel du Riou au large de Marseille avec 15 couples en 2011 (Cadiou, 2014), puis sur les îles d'Hyères avec 1 couple (Cadiou, 2014) et enfin 1 nouveau couple sur la côte rocheuse de Monaco en 2015.

Tableau 19 : Statuts de protection et de rareté de la population du Cormoran huppé de méditerranée

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté		
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)	Liste rouge PACA (2020)
Cormoran huppé de méditerranée (<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>)	Art. 2	An. I	Préoccupation mineure (LC)	Préoccupation mineure (LC)	En danger (EN)

STERCORACIIDES

Parmi les 4 espèces de labbes présentes en Europe, aucune ne niche en France. En Méditerranée, 3 sont migratrices (Labbe parasite, pomarin, à longue queue) et une espèce est migratrice et estivante (Grand labbe).

Le Labbe parasite (*Stercorarius parasiticus*)

Le Labbe parasite est le plus commun des labbes en Méditerranée. Il est surtout noté dans le Languedoc-Roussillon, et devient plus rare à l'est des Bouches du Rhône.

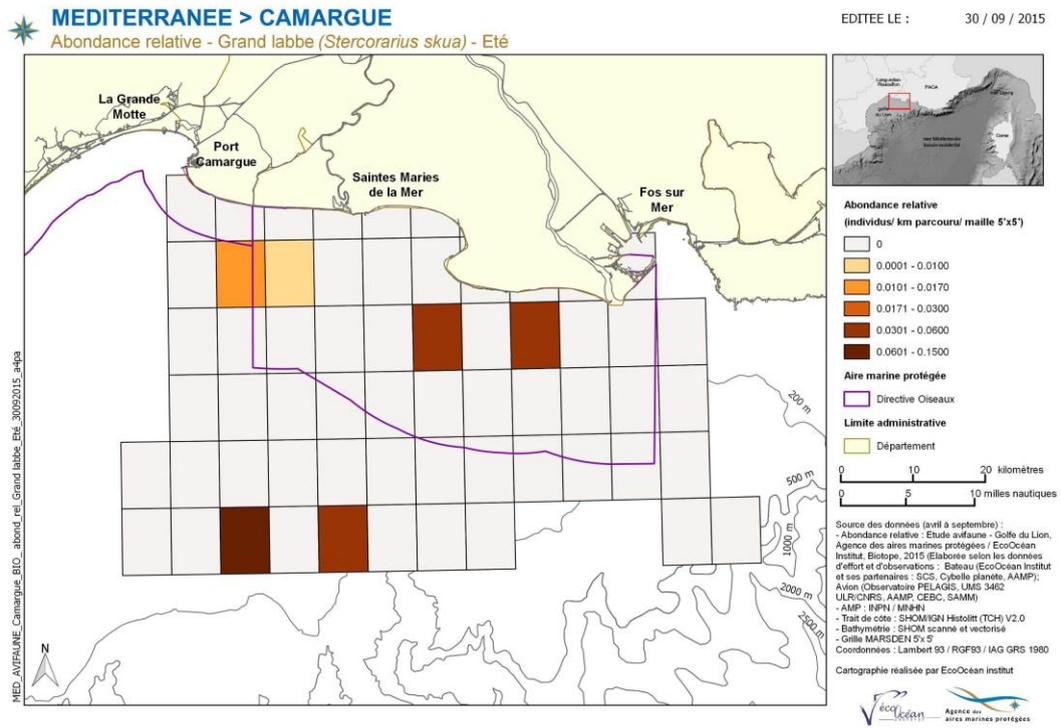
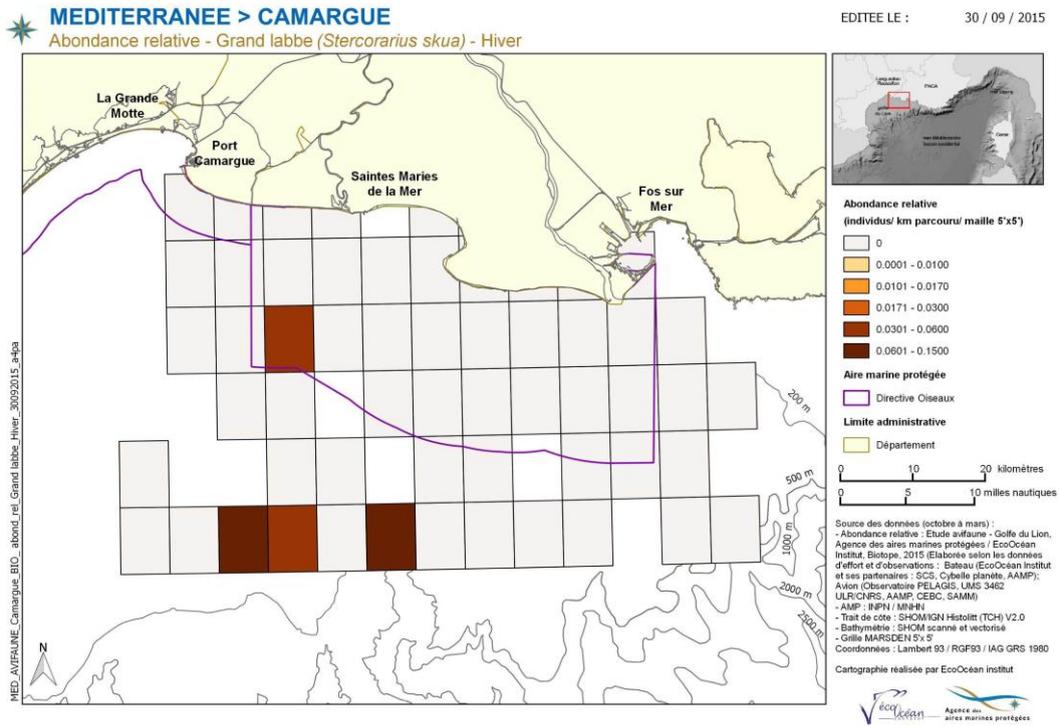
L'espèce ne se reproduit pas en Camargue. Depuis la côte, les observations sont essentiellement en période pré-nuptiale avec quasiment à chaque fois un individu isolé observé souvent depuis la plage de Piémanson sur la période considérée.

En mer, l'espèce est observée çà et là de façon opportuniste à la faveur des chalutiers ou des regroupements de Goélands, notamment en mars avec 5 individus observés entre 2011-2014, très au large au sud-ouest de la zone d'étude (hors ZPS). Enfin, depuis la côte les effectifs détectés restent faibles avec 1-2 individus, sans qu'un secteur dominant ressorte. Il s'agit d'observation liée au caractère opportuniste de l'espèce.

Selon nos résultats et ceux de Beaubrun *et al.* (2013), l'espèce fréquente l'ensemble du Golfe du Lion en été mais avec une proportion moindre en Camargue. L'espèce n'est quasiment pas côtière et les individus sont liés aux hordes d'oiseaux qui suivent les chalutiers.



Figure 88 : Abondance relative de labbe parasite en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)



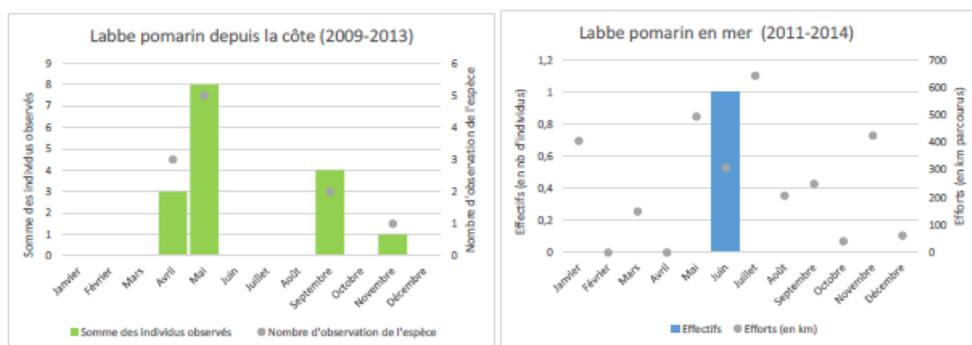


Le Labbe pomarin (*Stercorarius pomarinus*)

L'espèce est observée en très faible quantité lors des deux phases de la migration.).

Depuis la côte, les observations de l'espèce restent ponctuelles avec 1 à 2 individus en migration prénuptiale (avril –mai) essentiellement au large de l'embouchure du Petit-Rhône. En mer, seul une donnée en juin très au large à l'extrême sud-ouest de la zone d'étude a été relevée en 4 années de suivis.

Figure 89 : Phénologie des observations ponctuelles du Labbe pomarin depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).

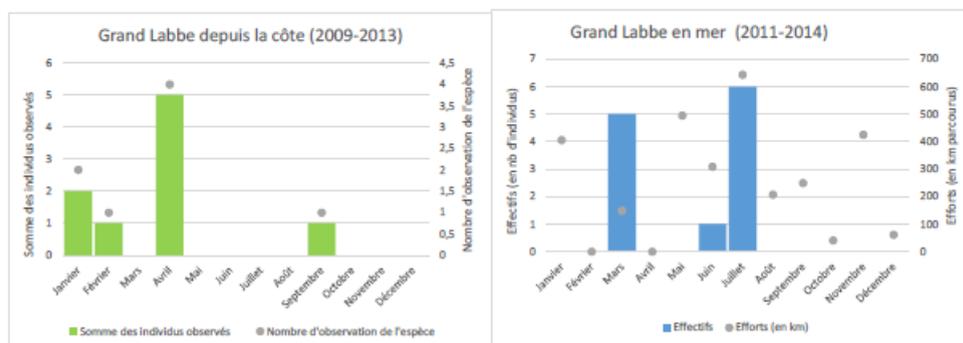


Le Grand labbe (*Stercorarius skua*)

Le Grand Labbe est un migrateur et un hivernant assez rare, d'observation régulière dans le Languedoc-Roussillon et occasionnelle en PACA.

L'espèce se détecte principalement en période prénuptiale (février à avril) et post nuptiale (juin à septembre).

Figure 90 : Phénologie des observations ponctuelles du Grand Labbe depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © Meridionalis) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).

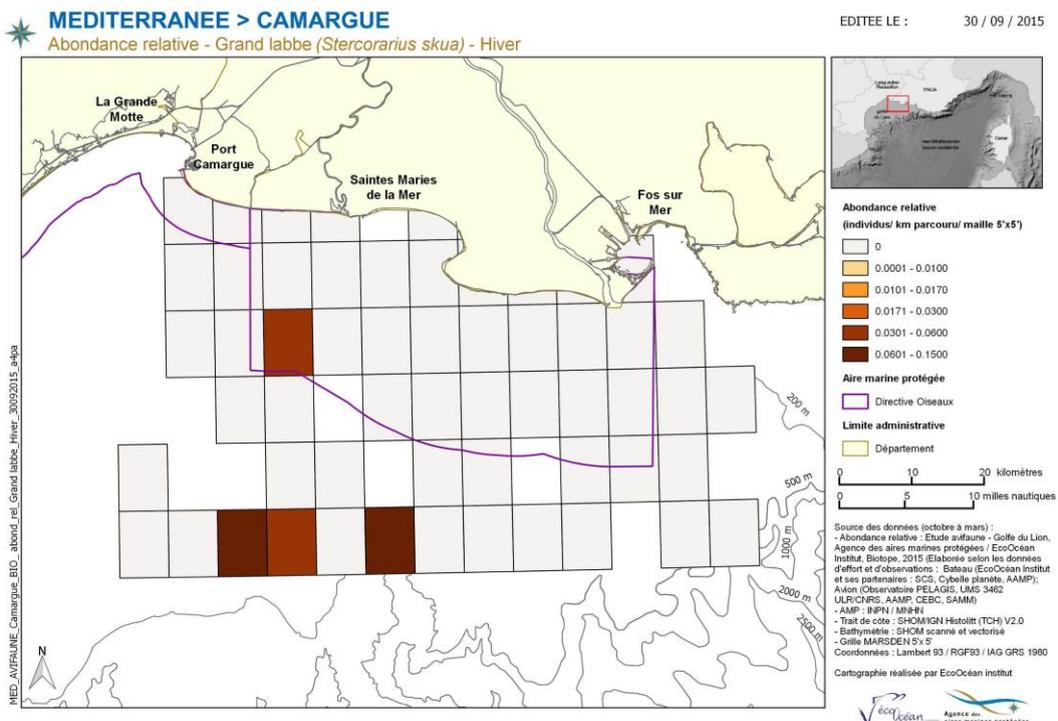
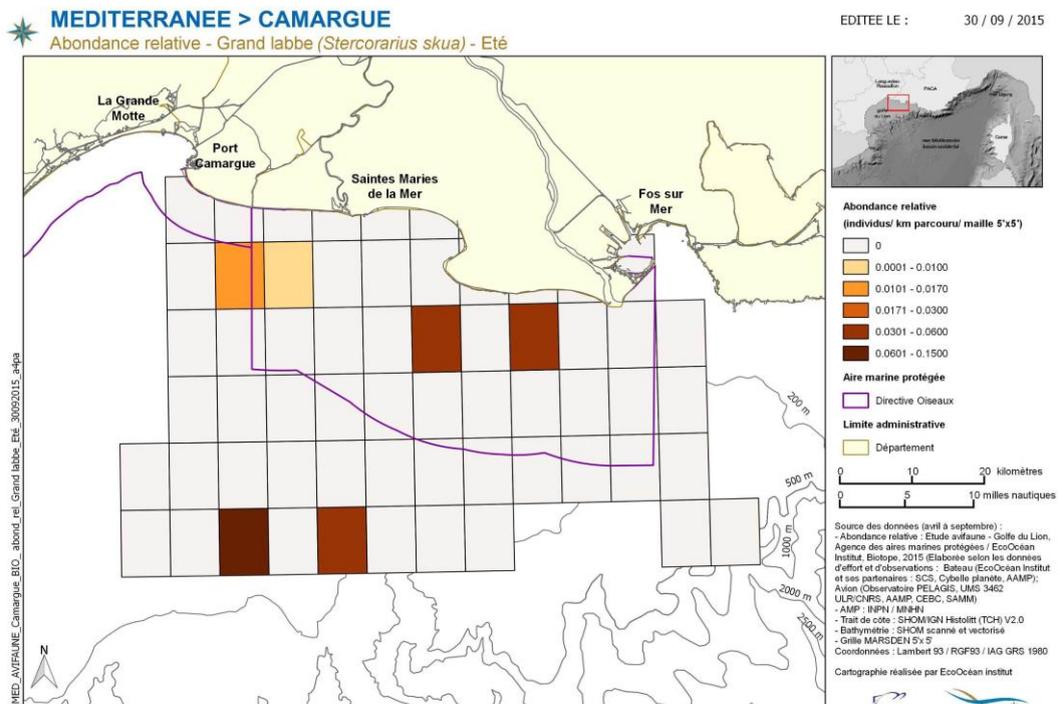


Selon nos résultats et ceux de Beaubrun *et al.* (2013), l'espèce fréquente l'ensemble du Golfe du Lion en été mais avec une proportion moindre en Camargue. L'espèce n'est quasiment pas côtière et les individus sont liés aux hordes d'oiseaux qui suivent les chalutiers.



En mer en hiver, l'espèce est observée çà et là de façon opportuniste à la faveur des chalutiers ou des regroupements de Goélands, notamment en mars avec 5 individus observés entre 2011-2014, très au large au sud-ouest de la zone d'étude (hors ZPS) (figure suivante). Enfin, depuis la côte les effectifs détectés restent faibles avec 1-2 individus (figure suivante) sans qu'un secteur dominant ressorte. Il s'agit d'observation liée au caractère opportuniste de l'espèce.

Figure 91 : Abondance relative de Labbe parasite en hiver et en été au large de la Camargue



Source : Ruffray & al., 2015)



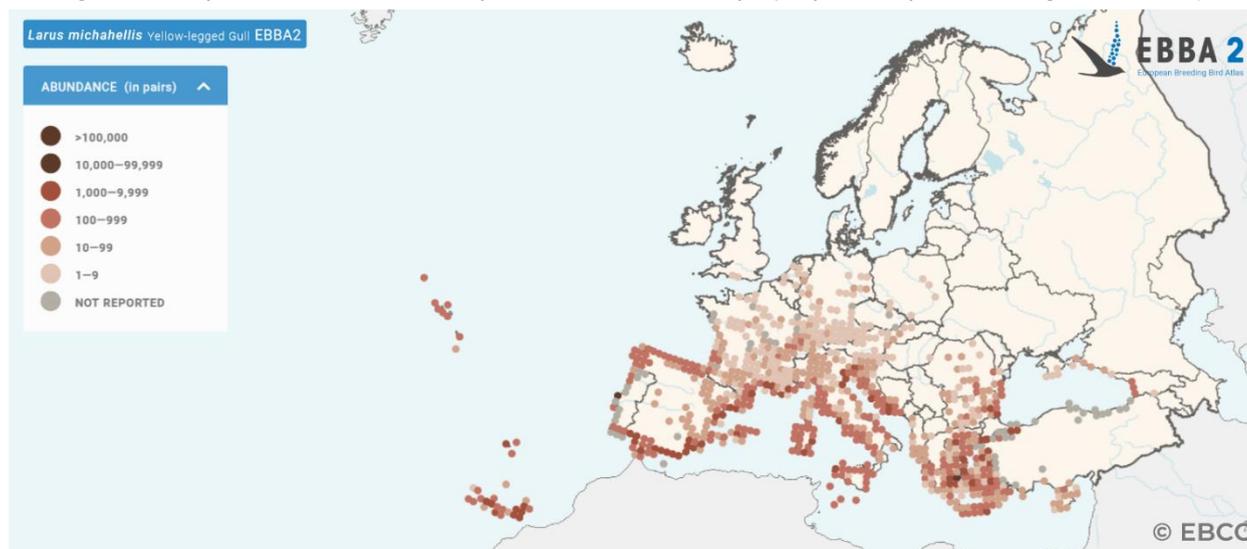
Le Labbe a longue queue (*Stercorarius longicaudus*)

Le Labbe à longue queue est un migrateur rare à l'échelle nationale, et occasionnel en Méditerranée. Moins d'un oiseau par an est noté en Méditerranée.

LARIDES

Le Goéland leucophée

Figure 92 : Répartition du Goéland leucophée à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)



La sous-espèce michahellis niche sur le pourtour méditerranéen d'Europe et d'Afrique du nord. La Méditerranée a une responsabilité en termes d'effectifs nicheurs. Entre 2009 à 2012, la population française s'établissait à 33000 - 35000 couples, essentiellement concentré au niveau des colonies corses, provençales et languedociennes. Le nombre de couples s'élevait à 18145 couples en 2019 (Programme LARIMED, 2019).

Un déclin de la population méditerranéenne, à hauteur de 17% de l'effectif national, est observé lors du dernier recensement national de 2009-2012 en lien avec la régression des colonies des îles d'Hyères et de Marseille alors que les autres populations (atlantiques et France continentale) semblent en augmentation.

Les cartes réalisées dans l'étude de l'avifaune du golfe du Lion (Ruffray et al, 2015) montrent que l'espèce occupe la totalité de l'espace du Golfe du Lion, aussi bien en hiver qu'en été

Les données PELMED de Beaubrun (2013) ont montré que :

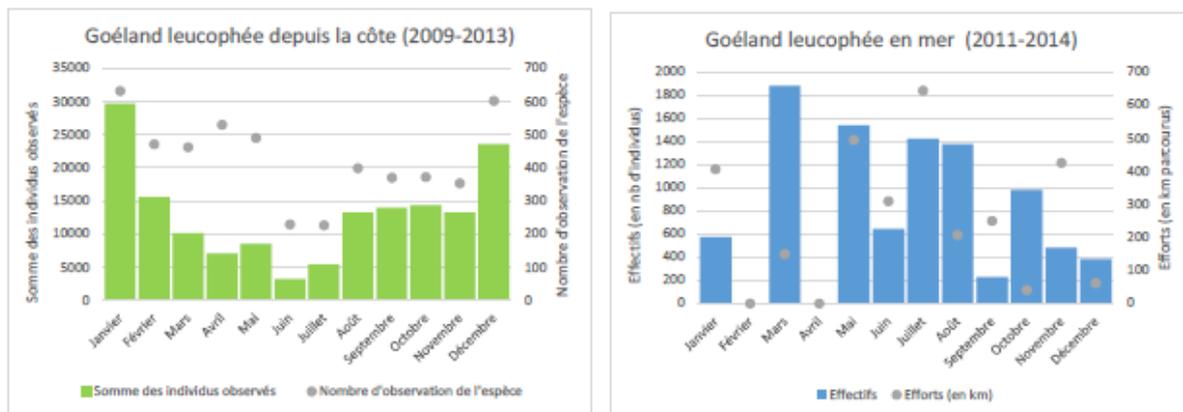
- - Il existe une régression importante des effectifs du sud-ouest vers le nord-est, liée au fait que les colonies de reproduction les plus conséquentes (plusieurs milliers de couples) du Golfe sont installées dans les Pyrénées-Orientales et l'Aude (Carte n°49).
- - Une abondance croissante des proportions de jeunes individus existe en s'éloignant de la côte (surtout visible dans la partie centrale du Golfe) traduisant le fait que les adultes, à cette époque, s'écartent peu de leurs sites de reproduction.



De plus, Beaubrun (2013) précise qu'en période estivale (entre autres), la distribution en mer du Goéland leucophée est très fortement dépendante du rythme des activités des pêcheurs professionnels puisque les petits pélagiques constituent un aliment non seulement indispensable pour les adultes mais de toute première nécessité pour le nourrissage des très jeunes poussins (Beaubrun 1988, Thezenas 1993).

La phénologie d'après les observations depuis la côte et en mer montre que l'espèce est présente toute l'année dans le golfe du Lion

Figure 93 : Phénologie des observations ponctuelles du Goéland leucophée depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)) au sein de la Camargue.



Le Goéland leucophée est omniprésent sur la zone d'étude. Ses effectifs reproducteurs ont commencé à décliner à partir du début des années 2000 mais plus de 5200 couples nicheurs étaient encore recensés en 2009 (Carte n°47), la majorité étant localisé sur la ZPS Camargue, répartis entre les salins de Giraud et la lagune des Impériaux, et dans une moindre mesure sur les salins d'Aigues-Mortes de la ZPS Petite Camargue laguno-marine et le Golfe de Fos (hors ZPS).

La majorité des colonies ne sont composées que d'un à quelques centaines de couples. Ainsi près de 227 sites occupés sont dispersés sur l'ensemble de la zone laguno-marine. A ajouter la présence de plusieurs centaines de couples nicheurs sur la ville du Grau-du-Roi et de quelques dizaines sur celle de Port Saint Louis du Rhône.

Le Goéland leucophée occupe l'ensemble du plateau continental. En été, ses plus fortes densités sont observées dans la bande des 35 premiers kilomètres, distance au delà de laquelle le gain alimentaire est inférieur au coût énergétique nécessaire pour ramener la nourriture à ses poussins. La répartition des goélands se calque en outre de façon satisfaisante avec celle des chalutiers. Cette espèce dépend en grande partie de cette activité de pêche qui concentre alors de forts effectifs au moment où le trait de chalut est ramené à son bord. Il n'est alors pas étonnant de constater les plus fortes densités à proximité du port du Grau-du-Roi et dans le Golfe de Beauduc, au droit des colonies des salins d'Aigues-Mortes et de la lagune des Impériaux, et face à l'embouchure du Rhône, au droit des colonies du Golfe de Fos (où l'on trouve une sardinerie) et de Salin de Giraud.

En hiver, alors que les déplacements alimentaires des goélands sont indépendants de la distance à leurs colonies, leur répartition est plus large tout en étant moins uniforme. Sa superposition avec la pêche au chalut semble alors moindre où les individus s'observent au large des Saintes-Maries-de-la-Mer, de Beauduc, du Golfe de Fos et l'embouchure du Rhône.

Les observations depuis la côte font notamment état de 1000-2000 individus régulièrement présents au niveau de la digue à la mer ouest des Saintes-Maries-de-la-Mer durant les mois d'octobre ou janvier.

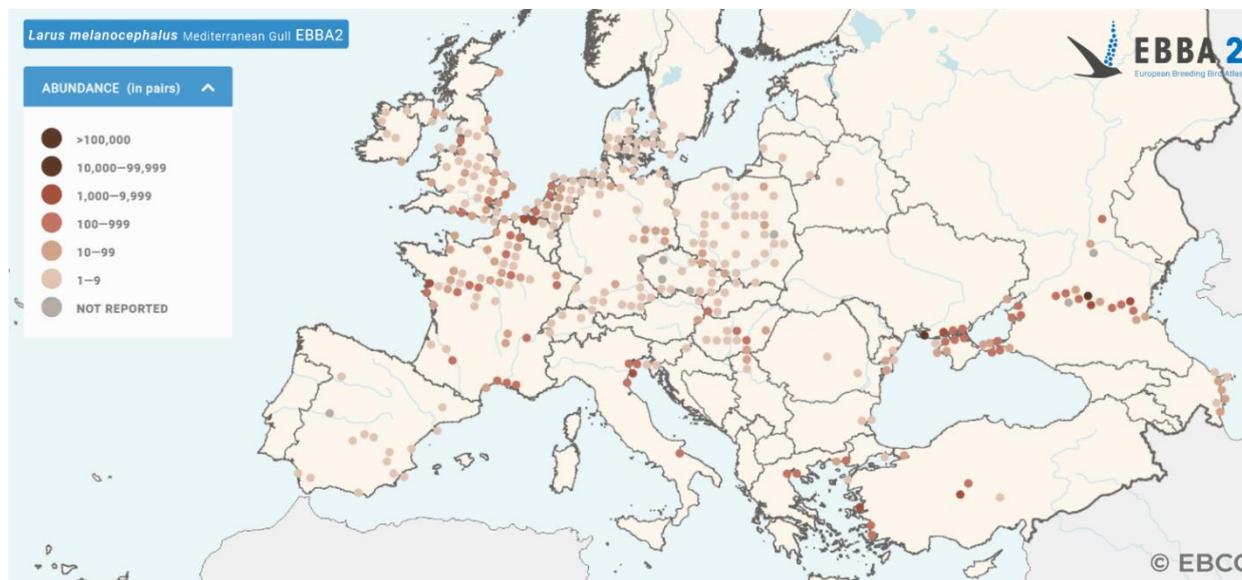
Tableau 20 : Statuts de protection et de rareté de la population du Goéland leucophée

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)
Goéland leucophée (<i>Larus michahellis</i>)	Art. 2		Préoccupation mineure (LC)	Préoccupation mineure (LC)

La Mouette mélanocéphale

La Mouette mélanocéphale se reproduit dans toute l'Europe le long des côtes, des fleuves et des étangs. En France, la Mouette mélanocéphale est présente le long des côtes Méditerranéenne et atlantique, et également à l'intérieur sur les étangs (Brenne, ...) et le long de la Loire.

Figure 94 : Répartition de la Mouette mélanocéphale à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)



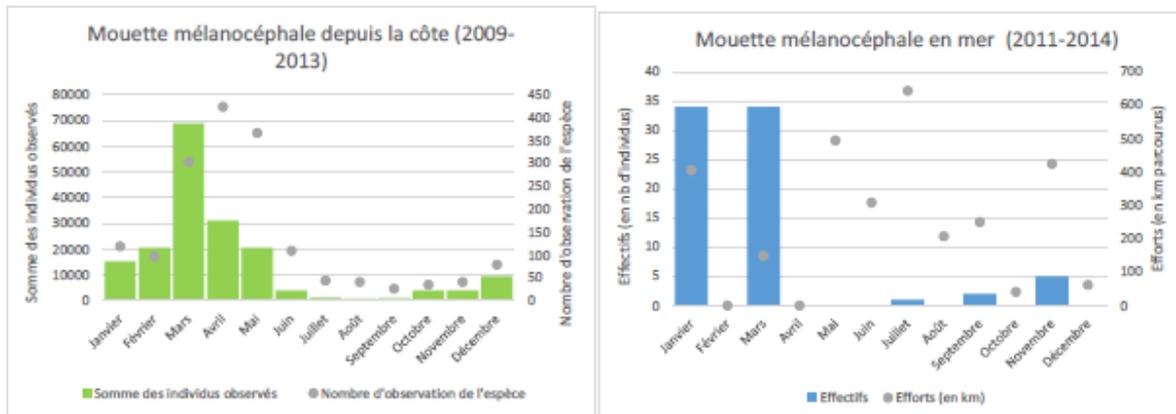
La population nicheuse française est estimée entre 10 000 et 11 000 couples (2010-2011) avec pour bastion la Camargue et le littoral Héraultais. Une forte augmentation des effectifs reproducteurs sont notés ces dernières années. En Méditerranée, le nombre de couples nicheurs s'élevait à 5172 couples répartis en 11 colonies en 2019 (Programme LARIMED, 2019).

En reproduction, la ZPS Camargue à l'intérieur des terres jouent un rôle dans la conservation des colonies de reproduction.

Sur le littoral et sur les ZPS marines depuis la côte, l'espèce est principalement observée en période de reproduction (mars-juin) et d'hivernage (octobre-décembre). Dans une moindre mesure, on l'observe également durant la période d'été. En mer, l'espèce s'observe quasiment toute l'année avec une préférence entre janvier et mars. De nombreuses observations sont également réalisées en juillet et septembre.



Figure 95 : Phénologie des observations ponctuelles de la Mouette mélanocéphale depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © AMV/TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)) au sein de la Camargue.



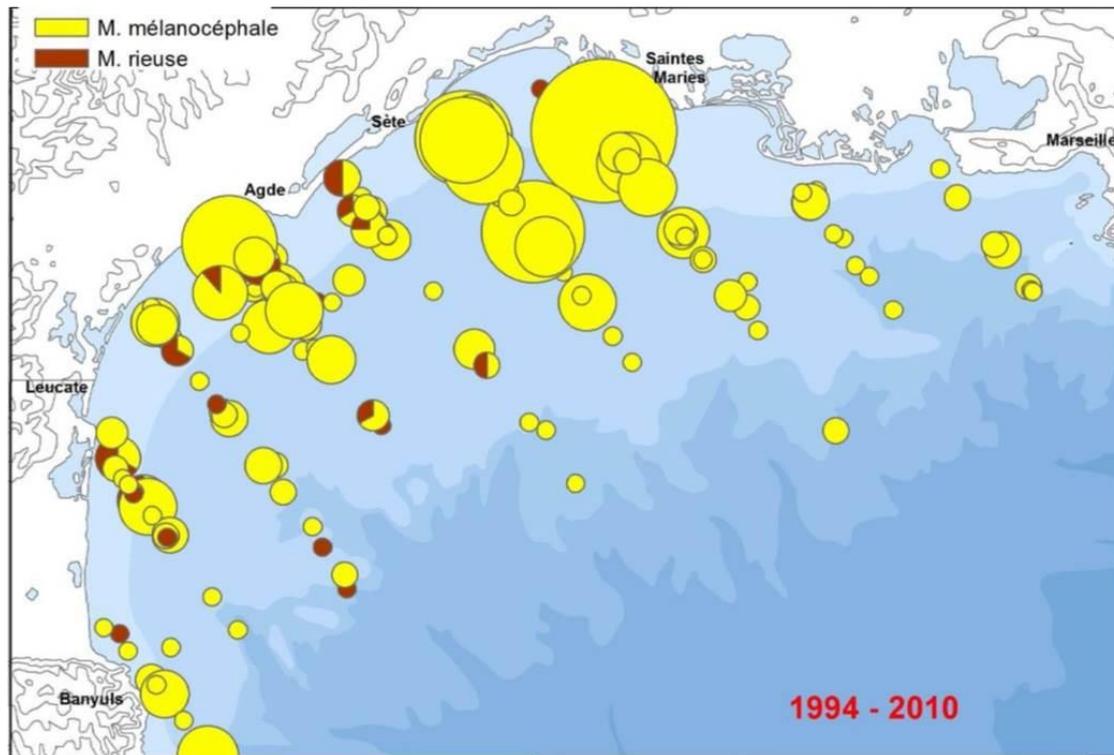
Les données issues du programme SAMM montrent une présence importante de l'espèce (avec les autres espèces de mouettes exception faite de la Mouette pygmée) dans le golfe du Lion et le long des côtes provençales jusqu'au golfe de Gênes en hiver, et une présence beaucoup moins importante en été, avec une localisation principalement côtière.

Ainsi, en période de reproduction, ce sont les lagunes qui jouent un rôle primordial pour le maintien de l'espèce dans un bon état de conservation. En effet, au sein des ZPS lagunaires réparties autour du Golfe du Lion, 14 sites coloniaux différents ont été occupées par l'espèce entre 2010 et 2012, représentant un effectif nicheur oscillant entre 500 et 1500 couples (source BDD Laro-limicole, CEN L-R). Par ailleurs, les colonies sont très mobiles suivant les années, mais elles se distribuent toujours sur les lagunes héraultaises et gardoises. Ces colonies représentent régulièrement environ 80% de la population française (Cadiou, 2011).

ZPS lagunaires sont particulièrement concernées : La Petite Camargue fluvio-lacustre, l'étang de Mauguio, les étangs palavasiens et le Bassin de Thau.

A cette période (avril à juillet), les ZPS lagunaires et les terres agricoles adjacentes jouent donc un rôle primordial dans la conservation de l'espèce, à l'échelle française. En effet, au regard des proies ramenées en période de reproduction (escargots, écrevisses), les adultes reproducteurs s'alimentent essentiellement à l'intérieur des terres et non en mer comme on a tendance à le penser (X. Rufroy, comm. pers). Les observations en mer, en période estivale, concernent d'une part beaucoup d'oiseaux immatures et probablement d'autre part des oiseaux adultes non reproducteurs. En effet, à partir de la fin du mois de mai, il peut y avoir un échec important de la reproduction chez cette espèce et ainsi contribuer à ce qu'il y ait une dispersion des adultes en mer (voir carte 39). A cette époque de l'année, nous pouvons conclure que les ZPS marines du Golfe du Lion jouent un rôle mineur pour la conservation de l'espèce, en particulier le Parc naturel marin. Cet état de fait est aussi démontré par les données PELMED collectées de 1994 à 2010. Les observations de Mouettes mélanocéphales se font sur l'ensemble du plateau, surtout près de la côte, mais avec des effectifs très bas (plus grands groupes = 64 individus), ce qui est très faibles au regard des effectifs se reproduisant sur les lagunes en période printanière et estivale.

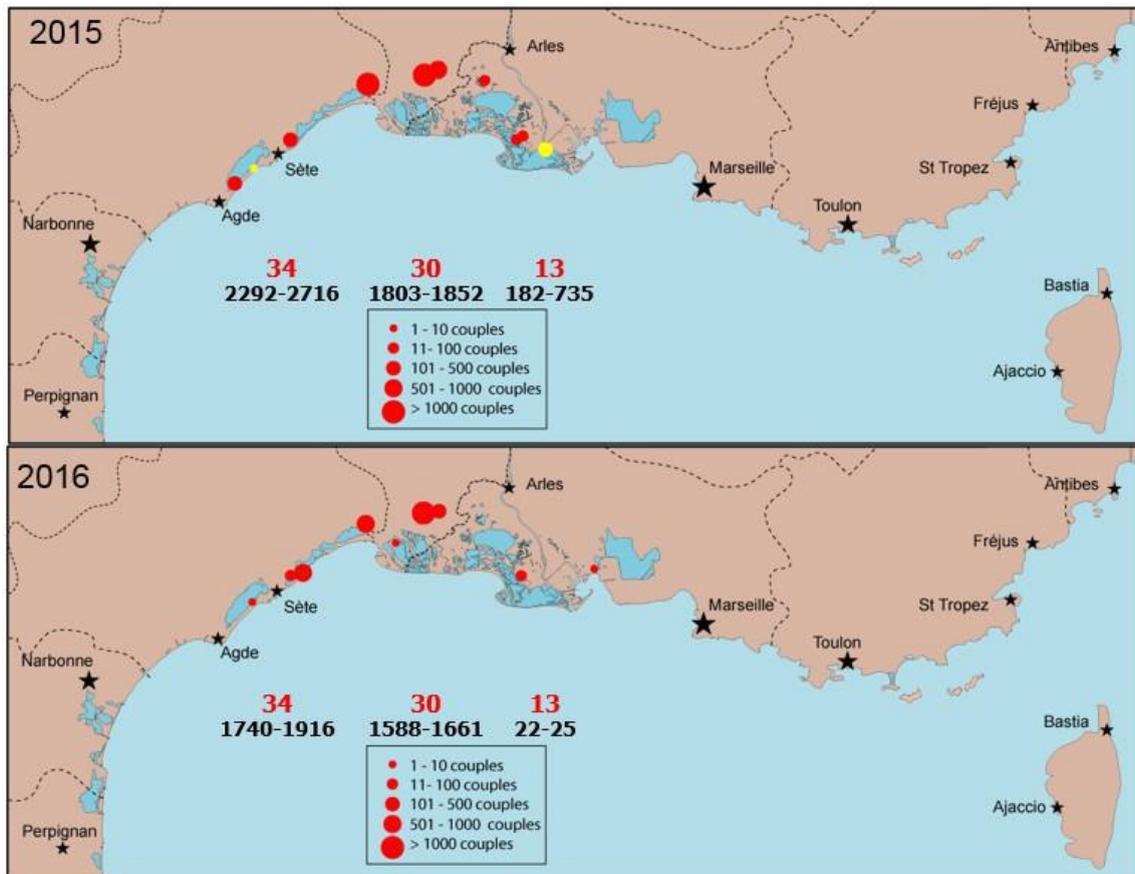
Figure 96 : Observations de Mouette mélanocéphale et de Mouette rieuse dans le Golfe du Lion de 1994 à 2010 en période estivale (plus grand cercle = 64 ind.). © Beaubrun et al, 2013.



L'espèce se reproduit en Camargue. En période de reproduction, ce sont les marais d'eau douce qui jouent un rôle primordial pour le maintien de l'espèce dans un bon état de conservation. En effet, 26 sites de colonies différentes ont été occupés par l'espèce entre 2010 et 2012, représentant un effectif nicheur oscillant entre 2500 et 4500 couples (AMV/TdV, 2015). Par ailleurs, les colonies sont très mobiles suivant les années, ce qui explique les fortes fluctuations annuelles à l'échelle de la zone d'étude et du Golfe du Lion. En Camargue, comme la Mouette rieuse, la Mouette mélanocéphale se concentre sur les marais d'eau douce alors qu'elle occupait en grande majorité la frange laguno-marine du delta jusqu'au début des années 2000. Ces colonies représentent régulièrement environ 50% de la population française (Cadiou, 2014). A cette période (avril à juillet), les zones humides et les terres agricoles adjacentes jouent donc un rôle primordial dans la conservation de l'espèce, à l'échelle française. En effet, au regard des proies ramenées en période de reproduction (escargots, écrevisses, ver de terre), les adultes reproducteurs s'alimentent essentiellement à l'intérieur des terres et non en mer comme on a tendance à le penser (X. Rufay, comm. pers). A noter en particulier le rôle important des foins de Crau inondés périodiquement au printemps et été. A savoir, malgré le peu de données en mer en période estivale par extrapolation avec le golfe du Lion, on peut considérer que lorsqu'il y a un échec important de la reproduction, il peut y avoir une dispersion des adultes en mer. Ces faibles effectifs sont aussi démontrés par les données PELMED collectées de 1994 à 2010. Les observations de Mouettes mélanocéphales se font sur l'ensemble du plateau, surtout près de la côte, mais avec des effectifs très bas (plus grands groupes = 64 individus), ce qui est très faible au regard des effectifs se reproduisant sur les lagunes en période printanière et estivale.



Figure 97 : Localisation des colonies de reproduction de Mouette mélanocéphale dans le golfe du Lion (Source : Life + ENVOLL)



En hiver, l'effectif présent sur le littoral de quelques centaines d'individus est relativement faible comparé aux effectifs en reproduction. Une préférence marquée pour le plateau au droit de l'embouchure du Rhône semble se dessiner. C'est à partir du mois de mars, durant la migration pré-nuptiale, que des effectifs de plusieurs milliers d'individus sont souvent observés sur les salins de Giraud et le golfe de Fos mais également en mer. En hiver, l'espèce se nourrit peu à l'intérieur des terres et a tendance à s'alimenter principalement en mer. Les données depuis la côte semblent confirmer cette tendance également. Notons quelques données remarquables en hiver vers St-Chamas et la Baisse de 500 Francs avec près de 5000 individus en dortoir en mars 2011 et 2013 (TdV/LPO Paca 2015). Ces données impressionnantes témoignent de la concentration d'individus issus du flux de migration pré-nuptial.



Figure 98 : Abondance relative de La Mouette mélanocéphale en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)

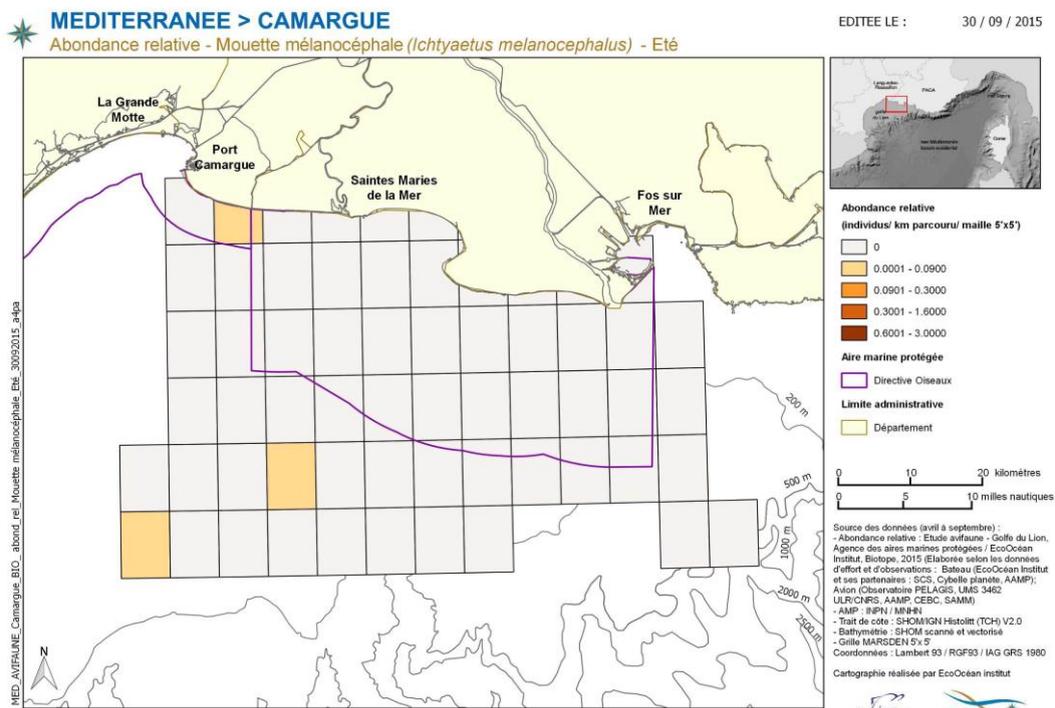
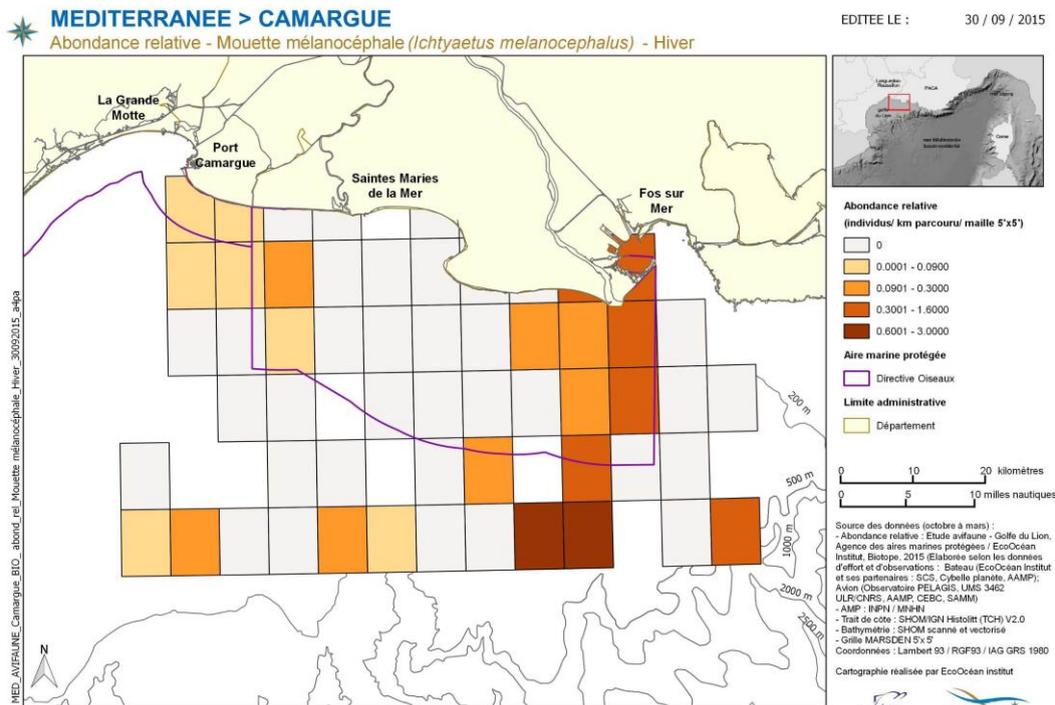


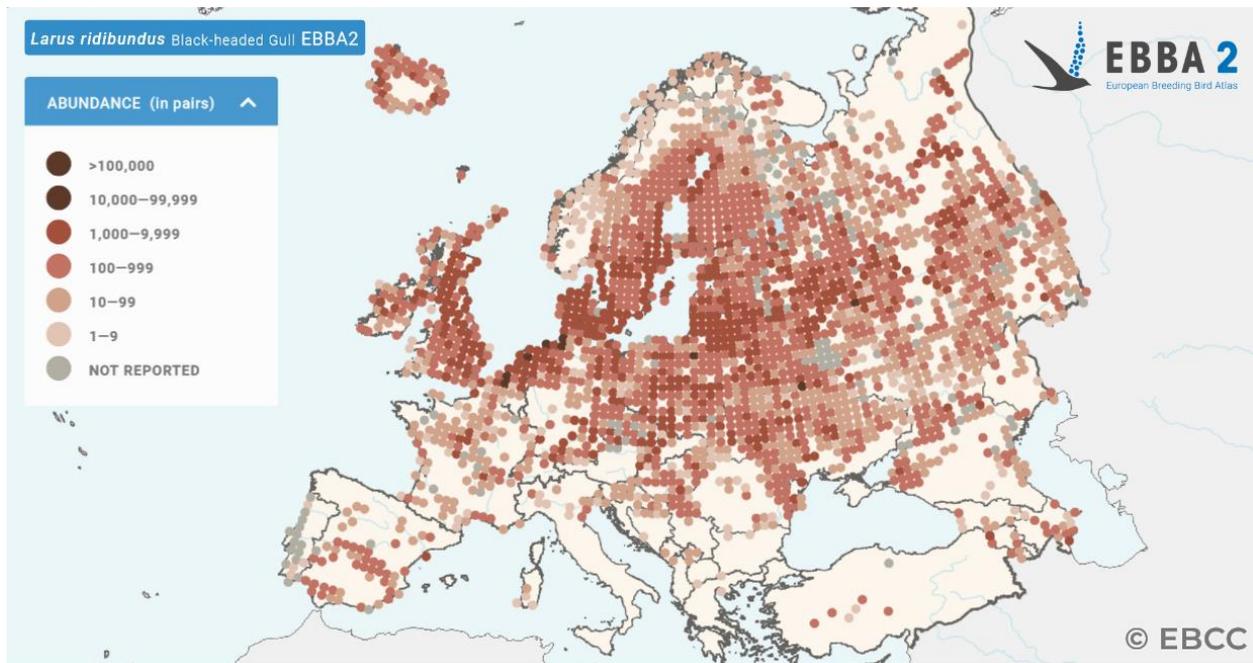


Tableau 21 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Mouette mélanocéphale

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté		
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)	Liste rouge PACA (2020)
Mouette mélanocéphale (<i>Ichthyæetus melanocephalus</i>)	Art. 2	An. I	Préoccupation mineure (LC)	Préoccupation mineure (LC)	Vulnérable (VU)

La Mouette rieuse

Figure 99 : Répartition de la Mouette rieuse à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)



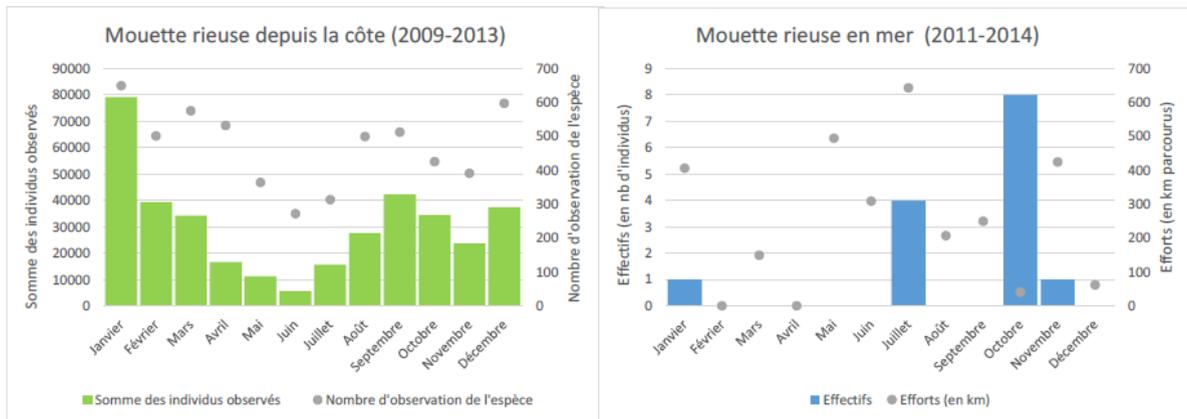
De manière générale, la Mouette rieuse est une espèce présente toute l'année sur la zone d'étude. Au printemps et en été, une population nicheuse s'installe sur les lagunes et en automne et en hiver, de nombreuses mouettes rieuses du nord de l'Europe viennent passer l'hiver en zone Méditerranéenne, augmentant considérablement les effectifs locaux. En hiver, il n'est pas rare de compter plusieurs milliers d'individus sur chaque ZPS lagunaire.

En terme de phénologie de présence, les observations montre bien l'augmentation du contingent durant l'automne et l'hiver (Octobre à Mars), notamment en mer le long du trait de côte.



4. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

Figure 100 : Phénologie des observations ponctuelles de la Mouette rieuse depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)) au sein de la zone d'étude du Golfe du Lion.



L'espèce se reproduit en Camargue en s'installant sur les marais d'eau douce et quelques lagunes. Les effectifs reproducteurs ont varié de 1100 à 1300 couples environ sur la zone d'étude entre 2010 et 2012 pour un total de 66 sites occupés. Cependant, comme la plupart des larolimicoles coloniaux, on observe une forte dynamique des colonies et plus de 50 % de ces sites n'ont été colonisés qu'une seule fois durant la période. Ainsi, si l'ensemble des ZPS a été occupé au moins une fois, les marais d'eau douce de la ZPS Camargue concentrent la majorité des effectifs au cours des trois années. Les salins d'Aigues-Mortes qui accueillait la majorité des effectifs de l'espèce dans les années 1990 sont aujourd'hui abandonnés.

En mer, les données sont assez éparées et il est difficile de dégager des secteurs préférentiels.

En automne et en hiver, de nombreuses mouettes rieuses du nord de l'Europe viennent passer l'hiver en zone Méditerranéenne, augmentant considérablement les effectifs locaux. En hiver, il n'est pas rare de compter plusieurs centaines voire milliers d'individus sur chaque ZPS lagunaire.

A l'intérieur des terres ou sur le trait de côte, les données d'observations sont concentrées essentiellement entre l'ouest de l'embouchure du Rhône et Beauduc où l'on a observé près de 3000 individus à quelques centaines de mètres de la côte depuis la baisse de Quenin / Piémanson en octobre 2011 en pêche. Plus récemment, en janvier 2015, 5000 individus étaient sur le parc à moules à Port-Saint-Louis-du-Rhône. Globalement, les observations en hiver sont réalisées à l'est de la ZPS et à l'intérieur des terres.

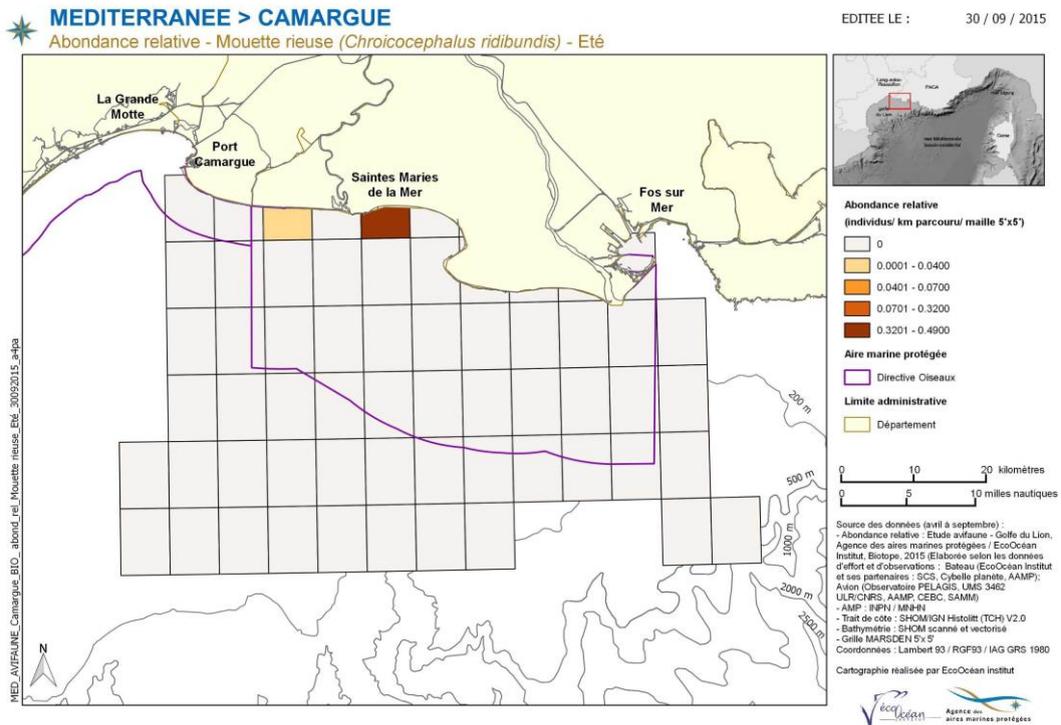
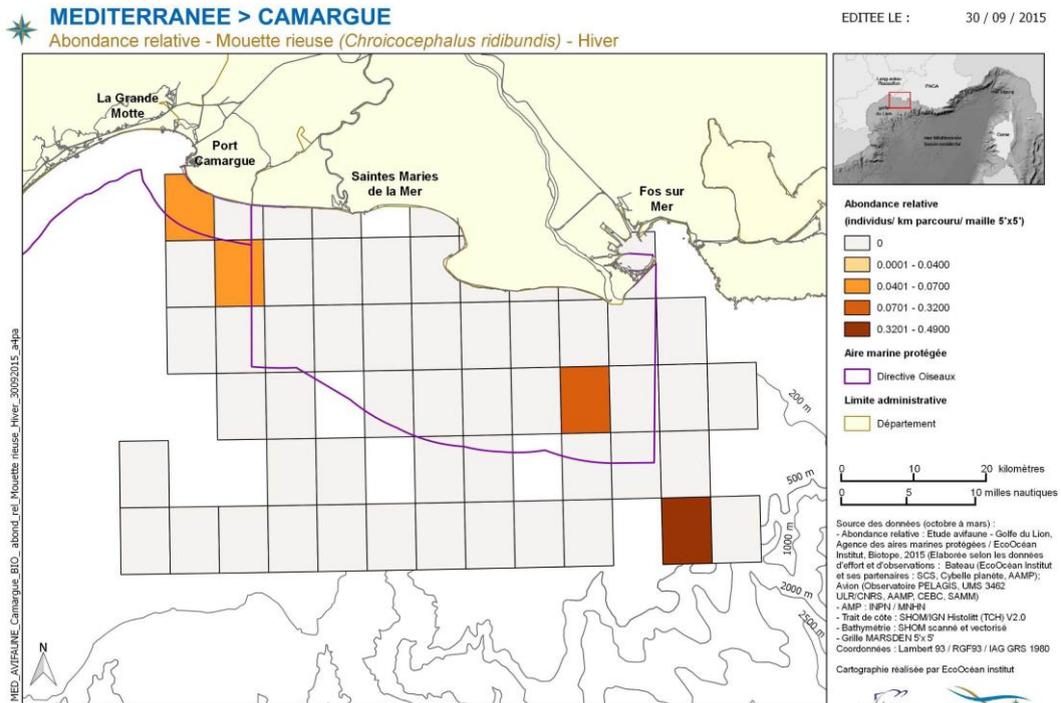
En mer, les données sont assez éparées et il est difficile de dégager des secteurs préférentiels avec seulement 8 individus en octobre et 1 en janvier et en novembre entre 2011-2014.

Tableau 22 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Mouette rieuse

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté		
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)	Liste rouge PACA (2020)
Mouette rieuse (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	Art. 2		Préoccupation mineure (LC)	Quasi-menacée (NT)	Vulnérable (VU)



Figure 101 : Abondance relative de La Mouette rieuse en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)





La Mouette pygmée

Figure 102 : Répartition de la Mouette pygmée à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)

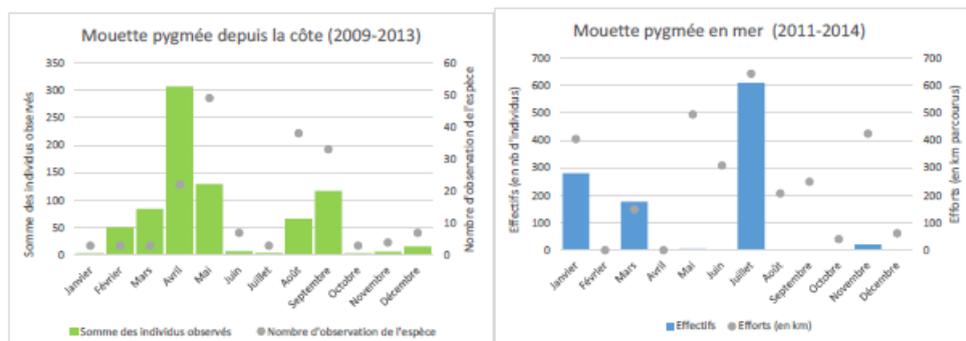


En France, la Mouette pygmée est « nicheuse occasionnelle, migratrice et hivernante peu commune » (Dubois et al 2008). Toutefois, il s'agit d'une espèce pélagique qui passe sans doute inaperçu depuis la cote.

Les observations sont principalement réalisées sur le littoral atlantique et de la Manche, avec des pics migratoires enregistrés en avril, ou octobre/novembre, et au cours de l'hiver.

En Méditerranée, la Mouette pygmée est principalement observée entre mi-mars et début mai, lors de sa migration prénuptiale. Les effectifs comptabilisés depuis la côte fluctuent selon les années et les conditions météorologiques, et concernent plusieurs centaines à quelques milliers d'individus (Issa 2008), avec par exemple 200 individus observés à Beauduc – Cabanes en avril 2012 (données Tour du Valat / LPO PACA). Elle affectionne aussi les plans d'eau côtiers où elle peut se concentrer de façon importante.

Figure 103 : Phénologie des observations ponctuelles de la Mouette pygmée depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).





L'espèce ne niche pas en Camargue mais les observations d'avril et mai font état d'individus en migration prénuptiale. C'est durant la migration prénuptiale que des groupes importants de 200 individus à Beauduc – Cabanes ont été observés en avril 2012. En été, elle n'est observée qu'exceptionnellement en migration postnuptiale. A ce titre, les cartes Carte n°57 et Carte n°59 font état essentiellement de l'espèce en migration prénuptiale et postnuptiale.

De manière générale, quelques individus (< 10) de Mouette pygmée fréquentent ponctuellement le littoral camarguais en hiver de novembre à février. A noter que plus récemment en janvier 2015, 50 individus ont été observés depuis la digue du port des Saintes-Maries-de-la-Mer. L'espèce est observée aussi bien en mer qu'à partir de la côte ou à l'intérieur des terres, sur les lagunes ou les salins et les marais d'eau douce. Enfin, une donnée « historique » hors période de référence de cette étude fait état de 800 individus observés en migration en mars 2008 au large de Piémanson (AMV/TdV, 2015).

En mer, le mois de mars révèle une concentration d'individus également en migration prénuptiale avec près de 177 individus, répartis sur les premiers miles nautiques de la ZPS

La ZPS Camargue joue un rôle potentiellement important en hiver dans sa partie Est (proche du Petit Rhône) et lors de la migration prénuptiale, mais avec des chiffres nettement moins importants que dans le golfe du Lion (quelques centaines d'individus, contre plusieurs milliers dans le PNM Golfe du Lion).

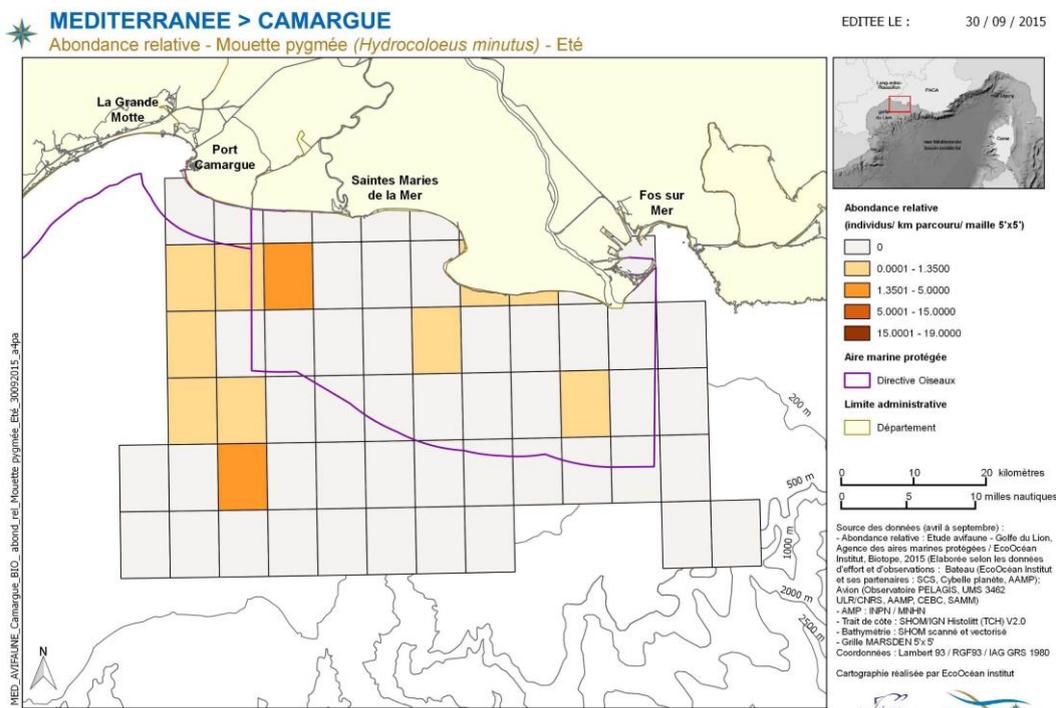
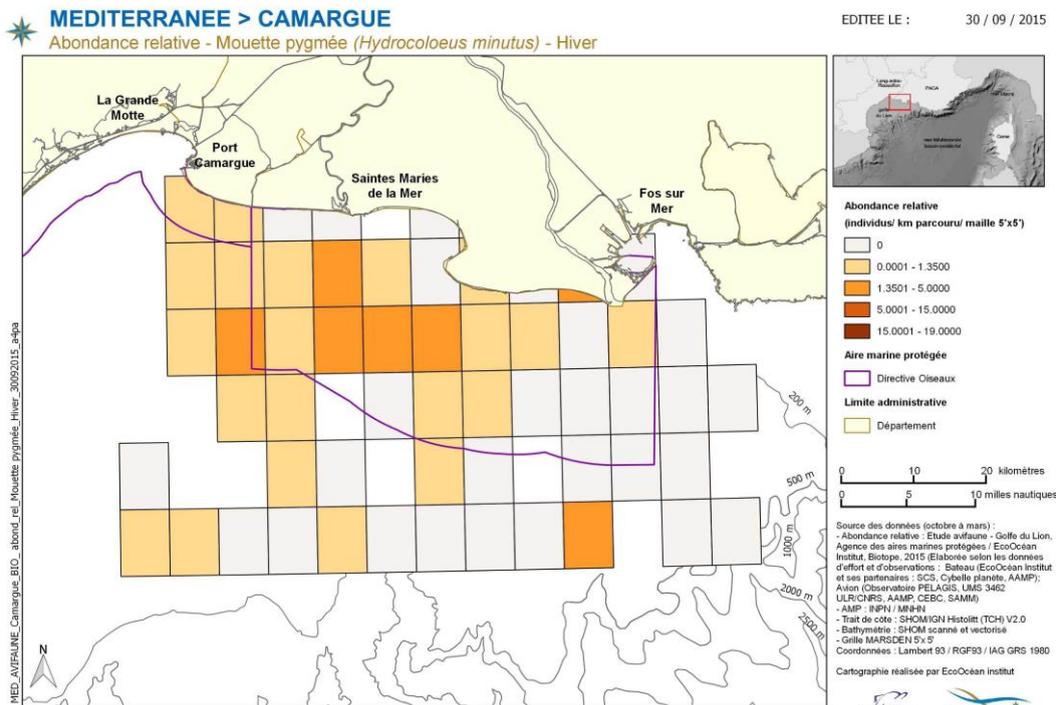
Tableau 23 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Mouette pygmée

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté		
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)	Liste rouge PACA (2020)
Mouette pygmée (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)	Art. 2	An. I	Préoccupation mineure (LC)	Non applicable	



4. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

Figure 104 : Abondance relative de La Mouette pygmée en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)





La Mouette tridactyle

La Mouette tridactyle est une espèce strictement marine, présente sur les côtes méditerranéennes en hiver, et principalement observée en migration prénuptiale entre février et avril et à l'automne (novembre).

Le passage peut concerner plusieurs centaines d'oiseaux le long du littoral audois lorsque les conditions sont favorables (Issa, 2008). L'espèce est principalement observée à l'Ouest du golfe du Lion.

Figure 105 : Abondance relative de La Mouette tridactyle en hiver au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)

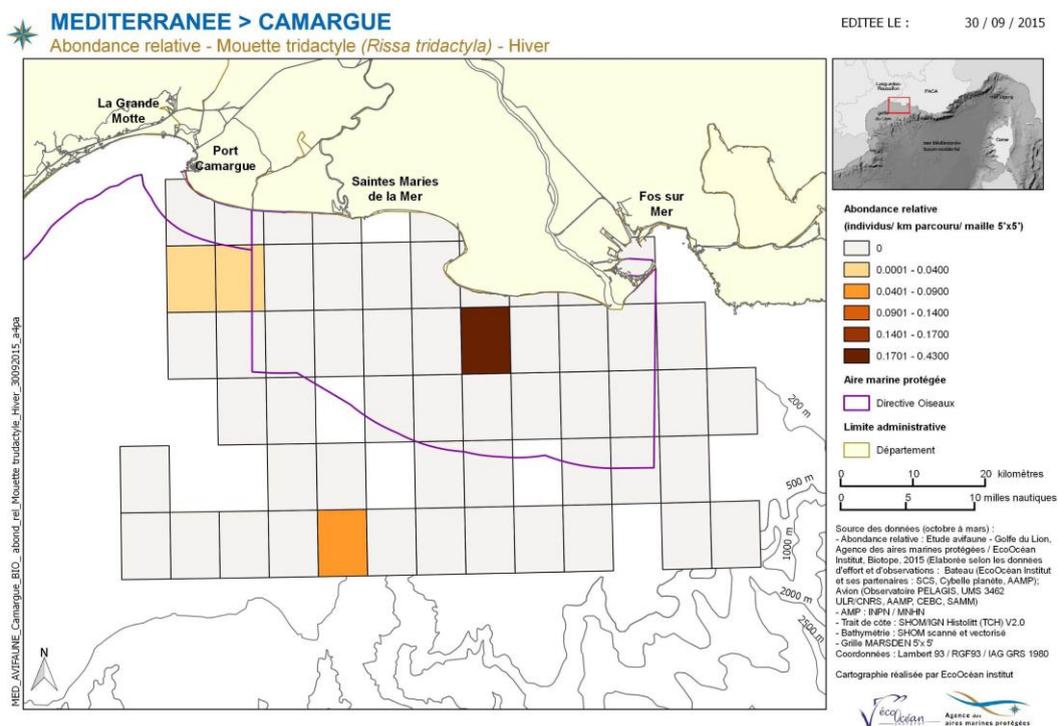


Tableau 24 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Mouette tridactyle

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté		
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)	Liste rouge PACA (2020)
Mouette tridactyle (<i>Rissa tridactyla</i>)	Art. 2		Vulnérable (VU)	Vulnérable (VU)	Non applicable (NA)



Autres goélands

Les autres espèces observées ou potentielles sur le site sont le **Goéland brun** (*Larus fuscus*), le **Goéland d'Audouin** (*Larus audouinii*), le **Goéland cendré** (*Larus canus*) et le **Goéland railleur** (*Larus genei*).

Toutefois, les effectifs possiblement concernés par le projet restent très faibles, comme le montrent la bibliographie.

Le Goéland brun est un hivernant et migrateur régulier, mais présent en faible nombre. Il est principalement observé d'août à mai (Issa 2008), sur les étangs littoraux ou en mer.

Le Goéland d'Audouin est un migrateur rare. La majorité des observations sont réalisées au cours de la migration pré-nuptiale en avril-mai et concerne pour l'essentiel des oiseaux issus des populations espagnoles du delta de l'Ebre.

Aucune colonie de reproduction n'est présente en Camargue malgré des observations de l'espèce durant cette période. Il s'agit en très grande majorité d'observations occasionnelles d'individus isolés. Leur stationnement est généralement de courte durée souvent au niveau de Piémanson et la Baisse des 500 francs (TdV/LPO Paca, 2015). La dernière donnée connue de l'espèce a eu lieu en mai 2014 aux Saintes-Maries-de-la-Mer (LPO Paca, 2015). La faible présence de cette espèce en Camargue est à noter et peut apparaître étonnante au regard des milliers de couples reproducteurs du delta de l'Ebre.

Le jeu de données TdV/LPO Paca (observations depuis la côte) démontre bien que le Goéland d'Audouin est un migrateur occasionnel dans le Golfe du Lion. Il s'observe généralement en période de migration pré-nuptiale, avec quelques individus restant au printemps (sans se reproduire) ; soit de mai et juin

Le Goéland cendré est une espèce rare en Méditerranée, essentiellement observée suite à des tempêtes hivernales ou grandes vagues de froid. L'espèce n'a pas été contactée lors des inventaires.

Le Goéland railleur est un migrateur régulier et nicheur localisé, mais il fréquente très peu la mer et se concentre sur les zones humides terrestres.

Le Goéland railleur n'est donc pas une espèce marine. Sur notre zone d'étude, c'est une espèce associée aux lagunes et parfois aux zones côtières comme les graus ou les plages inondées. C'est pourquoi, aucune observation n'a été réalisée en mer. Enfin, c'est une espèce qui peut être observée toute l'année en Camargue.

Les autres espèces (**Goéland argenté** *Larus argentatus*, **Goéland pontique** *Larus cachinans*, **Goéland marin** *Larus marinus*, etc.) sont considérées comme occasionnelles dans le golfe du Lion.



La Sterne caugek

La Sterne caugek est une espèce largement répandue, présente à la fois dans l'ancien et le nouveau monde. La population européenne niche sur les côtes du continent jusqu'à la mer Caspienne, et hiverne principalement le long des côtes africaines.

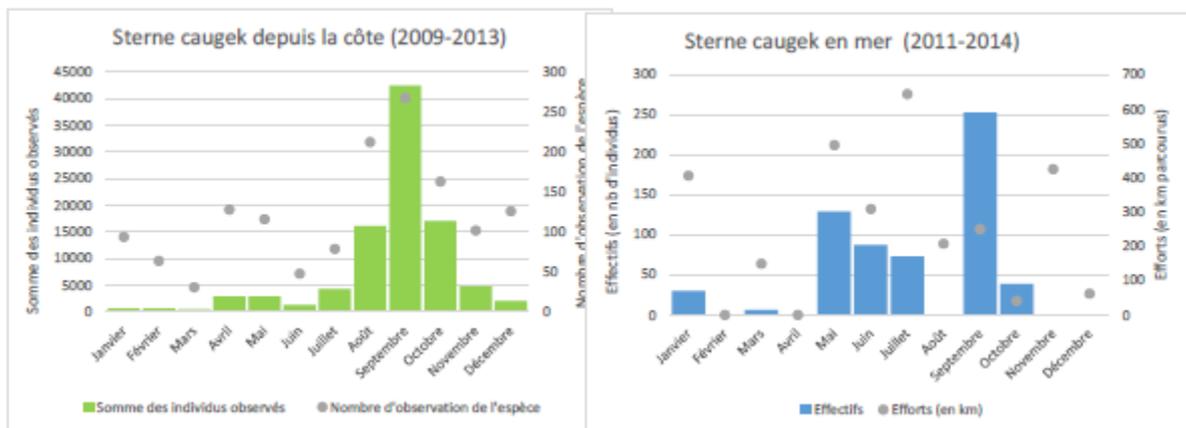
L'espèce est présente toute l'année sur les côtes méditerranéennes, mais les effectifs détectés sont les plus importants lors de la migration et la reproduction de l'espèce (mars à novembre).

Figure 106 : Répartition de la Sterne caugek à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)



144

Figure 107 : Phénologie des observations ponctuelles de la Sterne caugek depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © AMV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).



L'espèce est essentiellement côtière en dehors des périodes de migration où elle peut fréquenter le large.

Au cours des dix dernières années, la population française a augmenté de 12%. Le littoral Méditerranéen ne représente que 15 à 20% des effectifs nationaux (Quaintenne et al, 2014).



Ils s'élevaient 3297 couples pour 6 colonies en 2018 (Programme LARIMED, 2019) sur le littoral méditerranéen.

L'effectif départemental varie en fonction de l'état des sites de nidification, allant de 419 couples en 2000 ou 542 couples en 2009, à seulement 2 couples en 2010. L'effectif 2019 dans les Bouches du Rhône s'élevait à 300 couples nicheurs (Programme LARIMED, 2019).

Jusque dans la moitié des années 2000, la Camargue accueillait la majorité des effectifs reproducteurs des sternes caugeks de Méditerranée, l'espèce ne nichant que de façon ponctuelle en Languedoc- Roussillon. Elles se répartissaient alors entre les salins d'Aigues-Mortes, de Giraud et les étangs inférieurs du Vaccarès. Depuis cette date, le déclin des effectifs s'est accompagné ensuite d'un déplacement des colonies vers l'Hérault et d'une variation résultante des effectifs camarguais plus brutales (près de 450 couples en 2006, 1300 couples en 2008, 2 couples en 2010) en fonction des échanges avec les localités voisines. Entre 2010 et 2012, seuls deux sites ont été occupés, celui localisé sur les salins d'Aigues-Mortes ayant été colonisé tardivement par 482 couples suite à des échecs précoces dans l'Hérault. Aucune nidification n'était observée en 2012 (Carte n°67).

La Sterne caugek, comme l'ensemble des laro-limicoles coloniaux patrimoniaux, souffre de la disparition des îlots de nidification sous l'effet de l'érosion, de leur préemption par le Goéland leucophaée ou du dérangement.

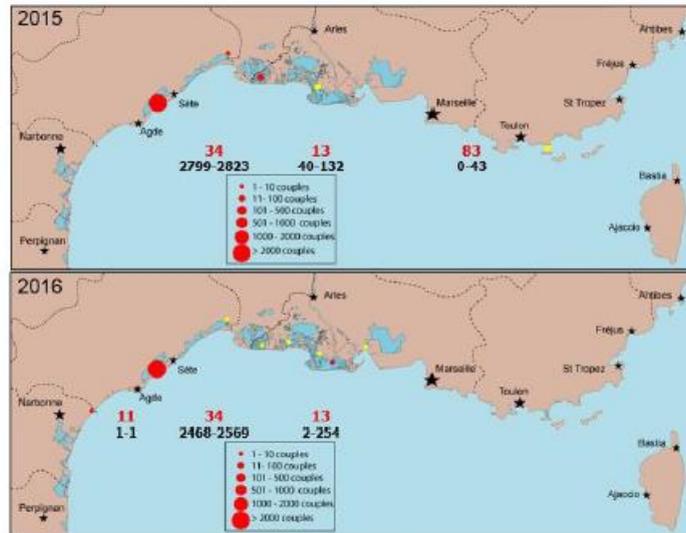
Un plan d'actions mis en oeuvre depuis 2007 est destiné à restituer de tels îlots sur l'ensemble du littoral méditerranéen français (Amis des Marais du Vigueirat 2014). Il s'est poursuivi dans le cadre du Life+ ENVOLL et aujourd'hui avec le Programme LARIMED pour le suivi des colonies de reproduction.

La Sterne caugek répond très favorablement aux aménagements d'îlots mis en oeuvre. En Camargue, les deux colonies observées en 2015 sur les salins d'Aigues-Mortes et de Giraud étaient installées sur ces îlots aménagés et faisaient suite à la quasi-absence de l'espèce depuis 2012.

La Sterne caugek se nourrit quasi-exclusivement en mer. Malgré les faibles effectifs reproducteurs observés durant la période, des reposoirs de plusieurs centaines d'individus étaient régulièrement présents entre avril et mai dans les lagunes des salins. Ce sont sans doute ces oiseaux non reproducteurs qui expliquent la fréquence des observations en mer au printemps (Carte n°69), avec 129 contacts de l'espèce au mois de mai sur 2011-2014. Ces individus proviennent probablement des colonies héraultaises et camarguaises (selon les années) et alimentent leur progéniture en se dispersant en mer jusqu'à une distance d'environ 20 km de la colonie. On les retrouve donc sur l'ensemble de la zone d'étude aussi bien le long du trait de côte qu'au large vers les 200 m de fond. On note cependant une prédominance pour les secteurs de Beauduc et Golfe de Fos sur mer.



Figure 108 : Localisation des colonies de reproduction de Sterne caugek sur le littoral sableux (Life+ENVOLL, 2016)

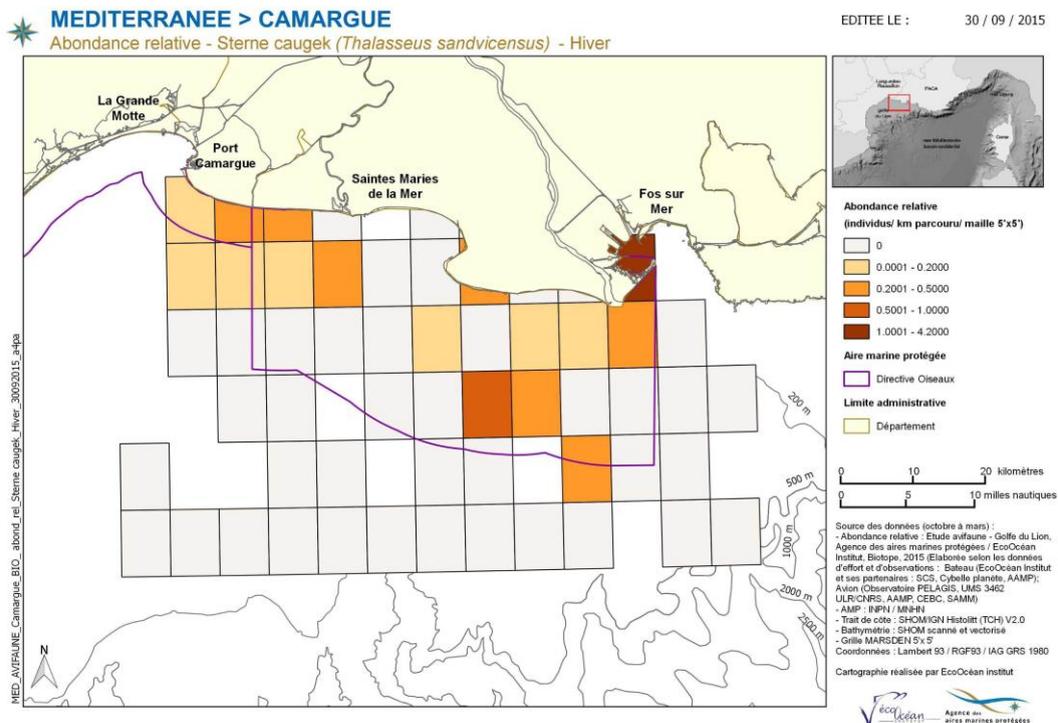


En période postnuptiale, plusieurs milliers d'individus sont régulièrement observés en bord de mer et sur les reposoirs des salins. comme en octobre 2013 avec 2000 individus au They de Ste Ursule ou encore près de 1000 individus en octobre-novembre sur la Baisse des 500 francs et le Grau de Piémanson (TdV/LPO Paca, 2015).

On constate qu'en mer, l'espèce s'aventure moins au large et reste cantonnée au Golfe de Fos et à 15 km environ de l'étang de Sainte Anne.

Durant l'hiver, quelques centaines d'oiseaux fréquentent le littoral au cours de l'hiver.

Figure 109 : Abondance relative de La Sterne caugek en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)



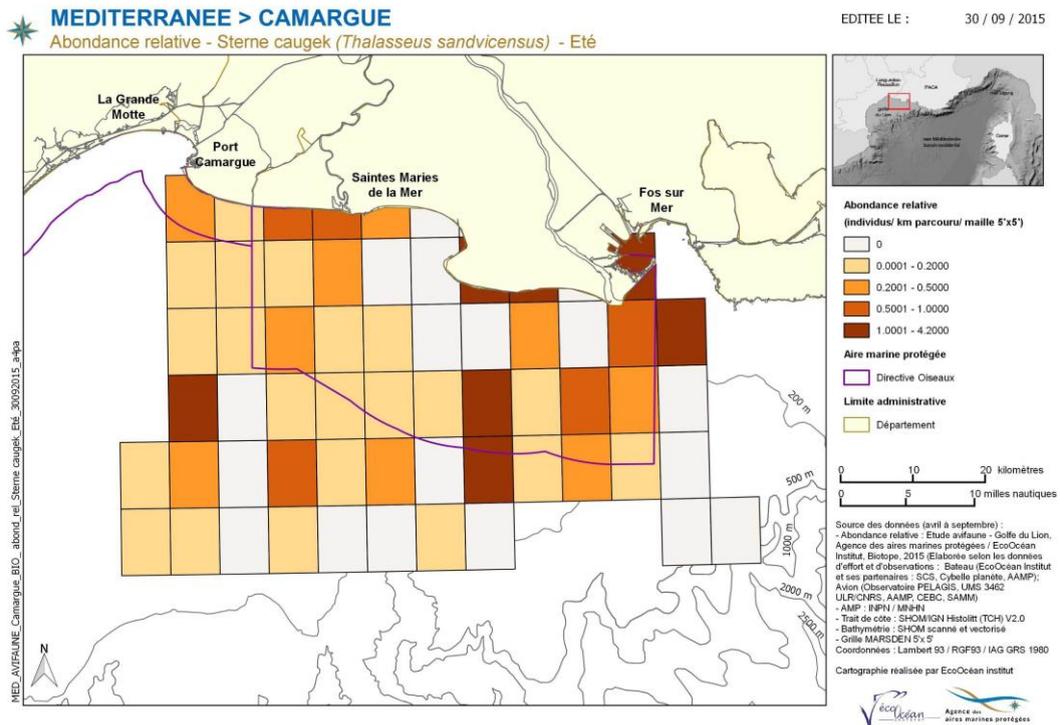


Tableau 25 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Sterne caugek

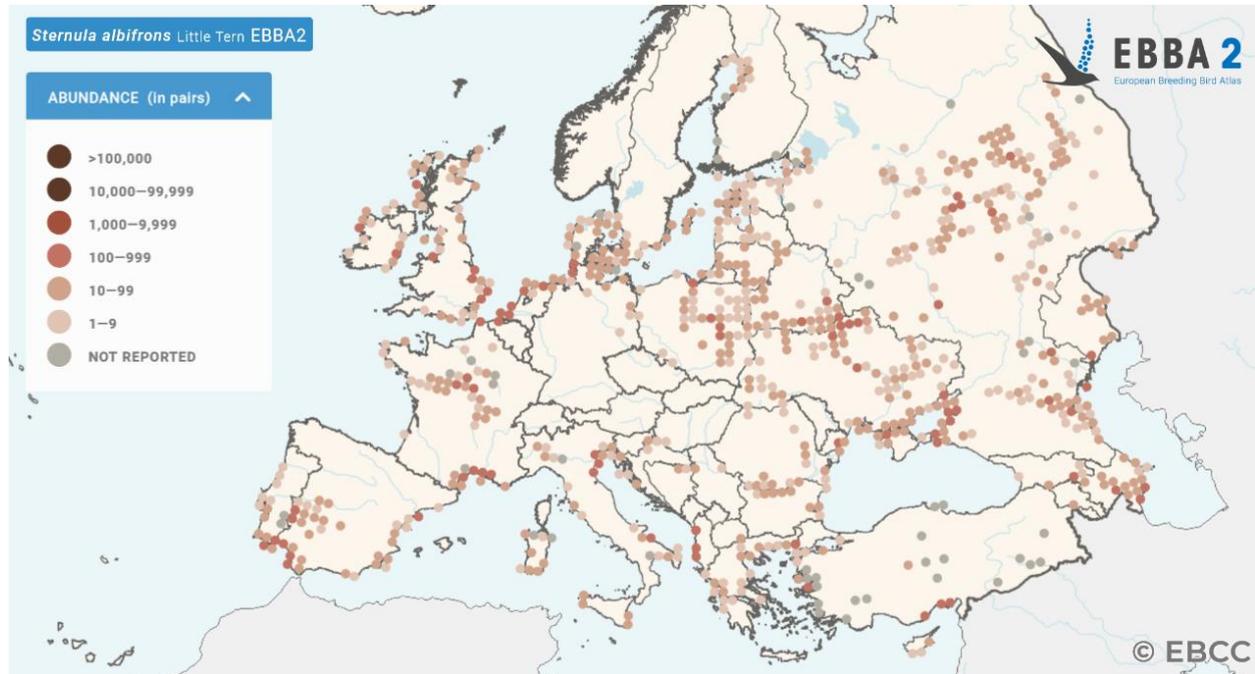
Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté		
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)	Liste rouge PACA (2020)
Sterne caugek (<i>Thalasseus sandvicensis</i>)	Art. 2	An. I	Préoccupation mineure (LC)	Quasi menacée (NT)	Vulnérable (VU)



La Sterne naine

La Sterne naine est, comme la Sterne pierregarin, une espèce migratrice. La Sterne naine arrive sur ces sites de reproduction assez tardivement de mi-avril à mi-mai. Les départs de la colonie s'effectuent dès la fin de juillet et s'étalent jusqu'en septembre.

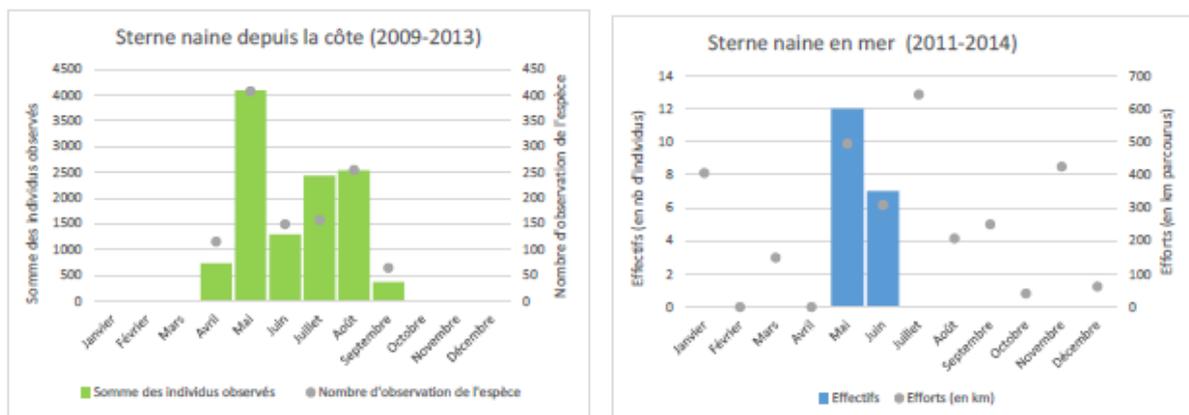
Figure 110 : Répartition de la Sterne naine à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)



148

Au cours de la période de nidification, les oiseaux côtiers fréquentent principalement les plages tranquilles, les zones portuaires, les lagunes côtières, les marais salants, secondairement les îles sablonneuses. En Méditerranée, elles fréquentent les plages, dunes ainsi que les arrières-dunes et les îlots des lagunes et des salins.

Figure 111 : Phénologie des observations ponctuelles de la Sterne naine depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).





Les effectifs de Camargue ont chuté de moitié à partir du début des années 2000. En Camargue, la nidification sur les plages de la Sterne naine reste anecdotique, malgré des tentatives chaque année, en raison de leur surfréquentation. Elle est alors fortement inféodée aux digues et îlots des salins où elle niche de façon dispersée le plus souvent en petites colonies. En 2010, les effectifs méditerranéens se situent entre 500 et 1000 couples (soit 45% de la population nationale) majoritairement en Occitanie. Les derniers comptages relevaient 1059 couples pour 52 colonies en 2019. (Programme LARIMED, 2019) L'espèce connaît une régression marquée en Camargue avec environ 200 couples en 2018 contre 1000 dans les années 1990.

Espèce de petite taille, elle exploite principalement une zone de 5km environ autour de ses colonies pour s'alimenter et nourrir ses poussins. Aussi, elle exploite les lagunes et les étangs les moins salés des salins, voire certains marais d'eau douce, où elle trouve les poissons de petite taille. De même, les colonies côtières fréquentent le bord de mer où elle exploite les eaux peu profondes.

En mer, elle n'utilise que le trait de côte et les zones de très faible profondeur (< 10 mètres) pour pêcher. Pour se nourrir, l'espèce reste sur le front de mer et ne va pas très loin au large (maximum 5 km au droit des colonies). Elle se nourrit essentiellement sur les lagunes et les zones côtières peu profondes qui jouent un rôle pour la croissance des alevins. Lors des inventaires en mer, elle fut donc découverte essentiellement proche de la côte à l'est de la ZPS entre le phare de Beauduc à l'embouchure du Rhône. Elle est donc très inféodée à ces secteurs pour la réussite de la reproduction

L'espèce est absente de la Camargue durant la période hivernale. L'espèce a tendance à s'installer tout de suite sur ses secteurs de reproduction et la migration n'est quasiment pas perçue que ce soit en mer ou depuis la terre.

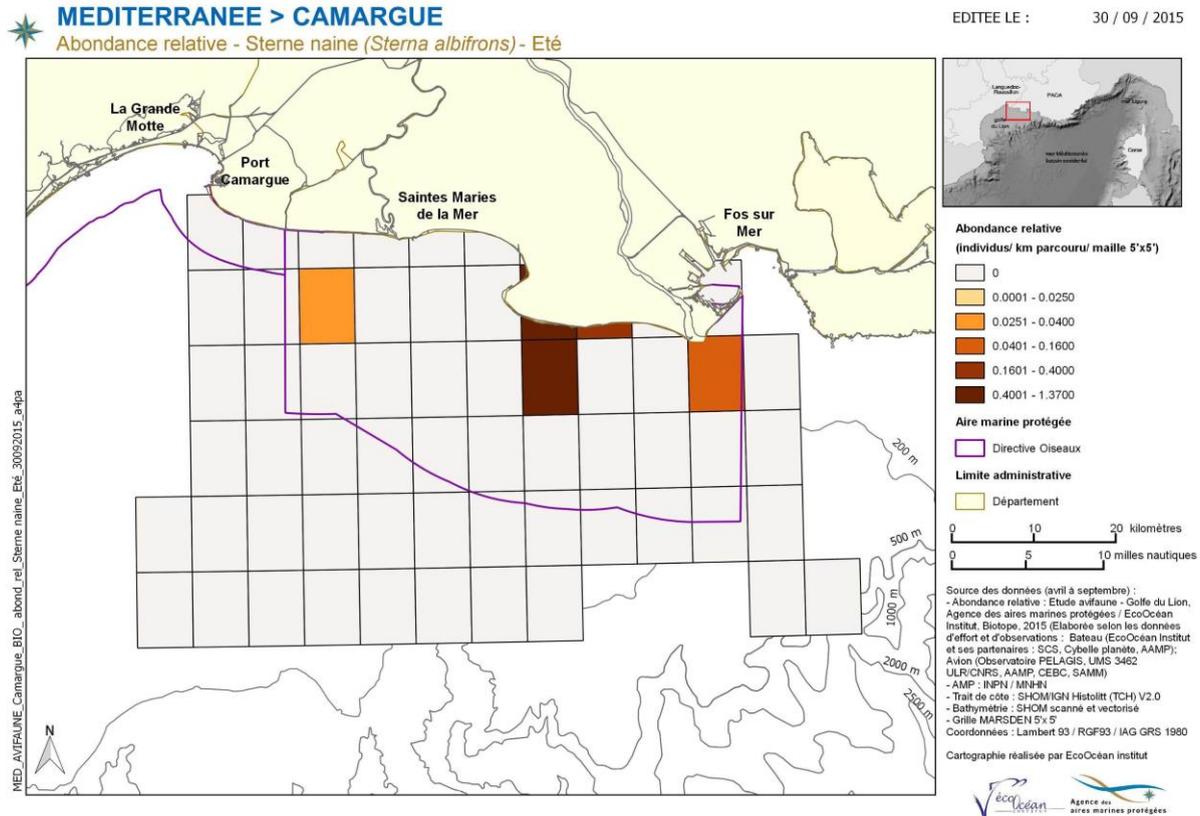
La ZPS Camargue partie marine est importante pour la conservation de l'espèce notamment en termes d'alimentation au droit des colonies durant la période de reproduction.

Tableau 26 : Statuts de protection et de rareté de la population de la Sterne naine

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté		
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)	Liste rouge PACA (2020)
Sterne naine (<i>Sternula albifrons</i>)	Art. 2	An. I	Préoccupation mineure (LC)	Préoccupation mineure (LC)	En danger (EN)



Figure 112 : Abondance relative de La Sterne naine en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)

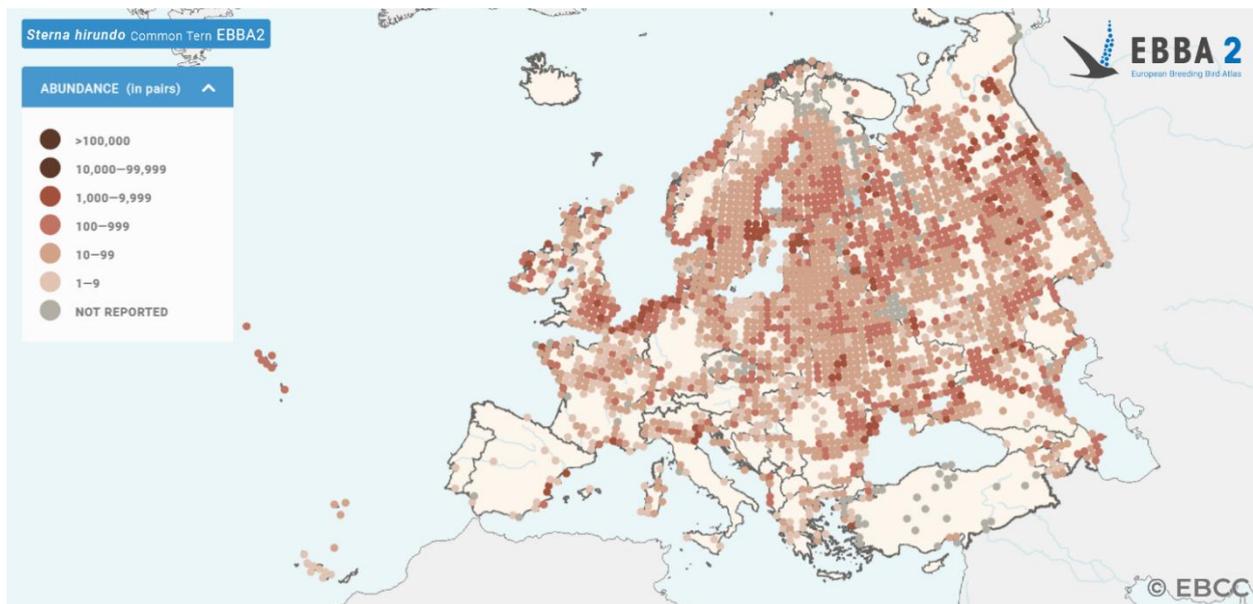


150

La Sterne pierregarin

a Sterne pierregarin est répandue sur tous les continents, nichant en Europe, Asie et Amérique, et hivernant dans l'hémisphère sud.

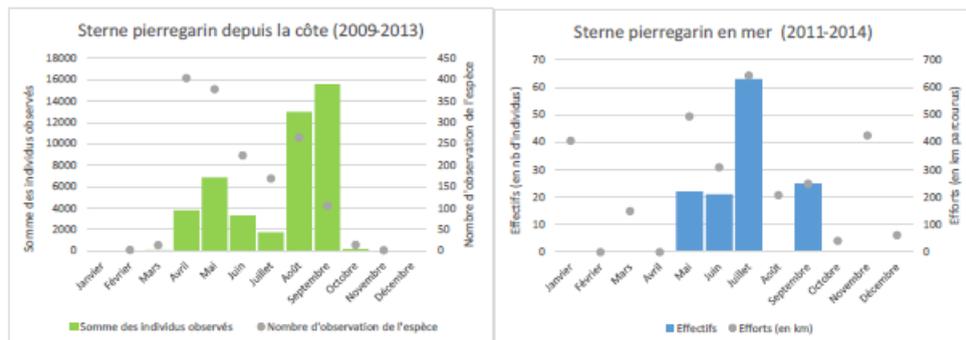
Figure 113 : Répartition de la Sterne pierregarin à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)





L'espèce est migratrice, et n'est présente en Méditerranée que pendant la saison de reproduction (avril à septembre).

Figure 114 : Phénologie des observations ponctuelles de la Sterne pierregarin depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)) au sein de la zone d'étude du Golfe du Lion.



L'espèce se reproduit en Camargue. Les effectifs de Sterne pierregarin de Camargue ont chuté de deux tiers à partir de la moitié des années 1980 pour se stabiliser aujourd'hui à environ 500 couples. Elle reste inféodée aux îlots des salins et lagunes et, comme la Mouette rieuse, a colonisé les marais d'eau douce. Elle niche de façon dispersée le plus souvent en colonies de taille moyenne sur l'ensemble du delta. Ainsi, les 400 à 500 couples recensés entre 2010 et 2012 se sont répartis sur un total de 79 sites. Comme les autres laro-limicoles, elle montre une forte dynamique coloniale et 66 % de ces sites n'ont été occupés qu'une seule année durant la période. Il est très probable que de tels déplacements des colonies aient lieu avec les localités voisines du Languedoc et expliquent une part des variations d'effectifs selon les années.

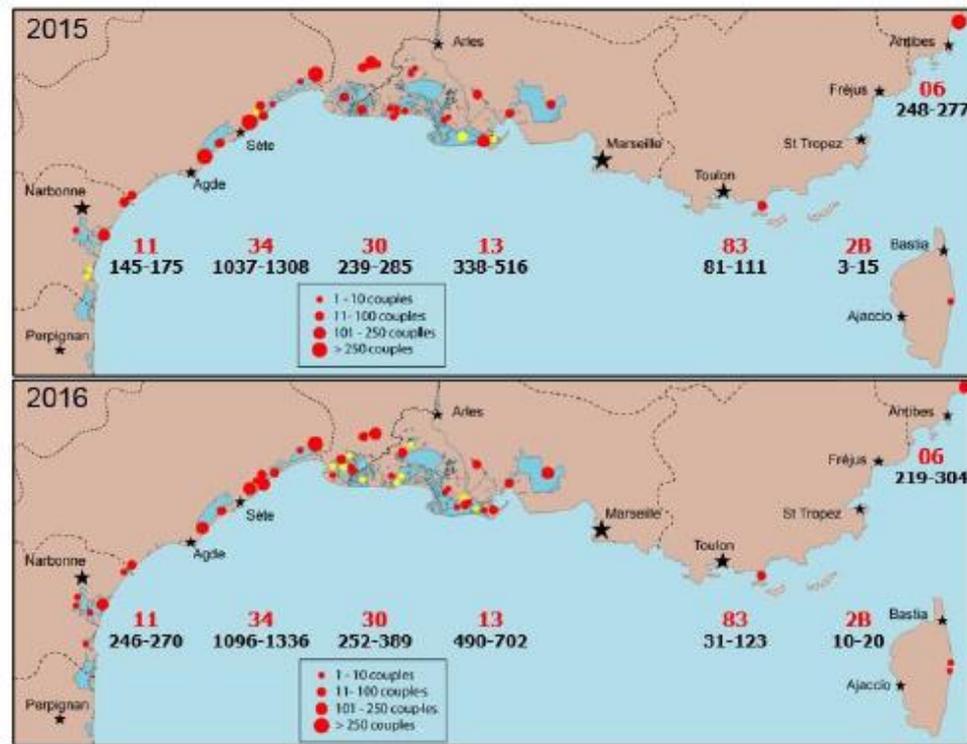
La ZPS Camargue accueillait les plus forts effectifs au cours de l'étude. On peut cependant la trouver en effectifs abondants sur les autres ZPS, tendance qui peut évoluer en fonction des aménagements réalisés pour la nidification. Ainsi, la Sterne pierregarin profite des îlots et radeaux aménagés qui ont accueilli de 62 à 67 % des effectifs recensés au pic d'abondance entre 2010 et 2012.

Comme la Sterne naine, elle exploite les lagunes et les étangs les moins salés des salins ainsi que les marais d'eau douce. Sa distance d'alimentation durant la saison de nidification vis à vis de sa colonie est intermédiaire entre celle de la Sterne caugek et de la Sterne naine. Ainsi, en mer, elle exploite principalement une bande de 10 km à partir de la côte. En effet, on constate que l'espèce fréquente essentiellement l'ouest de la ZPS entre le phare de Beauduc et l'embouchure du Rhône. Bien que l'espèce ait été observée avec des abondances moindres à l'est de la zone d'étude. On remarque bien la « ségrégation » des 2 noyaux (est et ouest) de la Camargue en fonction des secteurs d'alimentation en mer. De plus des données plus au large, au sud-ouest de la zone d'étude (Carte n°76) concernent des oiseaux ayant terminé leur reproduction et entamant déjà leur migration (dès fin juillet). Durant la période postnuptiale, de grands rassemblements jusqu'à plusieurs milliers d'individus sont observés sur les lagunes du littoral en août et septembre. C'est le cas en août 2009 avec près de 2575 individus et 2500 individus en septembre 2013 au They de Ste Ursule.

L'espèce niche principalement le long de la côte sableuse entre La Palme et Fos-sur-Mer (voir cartes suivantes issues du Life+ ENVOLL).



Figure 115 : Localisation des colonies de reproduction de Sterne pierregarin sur le littoral sableux (Life+ENVOLL, 2016)



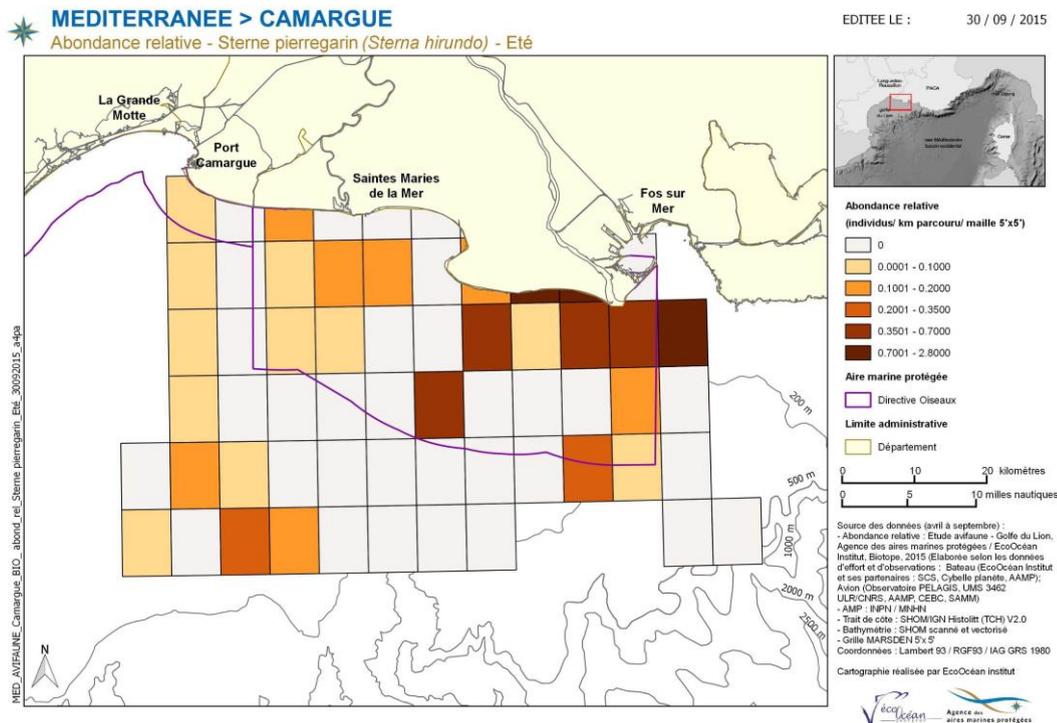
Le nombre de couple nicheurs en méditerranée s'élevait à 2094 couples en 2019 pour 100 colonies (Programme LARIMED, 2019). En Camargue, les effectifs de Sterne pierregarin de Camargue ont chuté de deux tiers à partir de la moitié des années 1980 pour se stabiliser aujourd'hui à environ 500 couples.

En mer, l'espèce est abondante, formant des radeaux à proximité des zones où elle pêche. Elle profite énormément des chasses de thons sur des petits poissons au large et en fin d'été pour s'alimenter durant leur traversée de la Méditerranée et se pose régulièrement en radeau en mer

La ZPS Camargue et ses étangs jouent un rôle important dans la préservation de l'espèce pour ses colonies de reproduction. La partie marine de la ZPS est cruciale pour l'alimentation de l'espèce en période de reproduction. La distribution en mer est intimement liée aux secteurs de nidification.



Figure 116 : Abondance relative de La Sterne pierregarin en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)



Autres sternes et guifettes

La Sterne caspienne (*Sterna caspia*) est une migratrice régulière mais peu commune, observée en migration prénuptiale (début mars à fin mai) et postnuptiale (mi-juillet à début novembre), généralement en petits groupes ou à l'unité sur la côte. L'espèce est rarement observée en mer.

La Sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*) est l'espèce de sterne la plus « terrestre », préférant nettement les plans d'eau intérieurs. Elle est essentiellement observée au cours de sa migration prénuptiale (entre avril et juin), la dispersion postnuptiale étant moins perceptible (Issa 2008). L'espèce est très rarement observée en mer.

La Sterne arctique (*Sterna paradisaea*) est une migratrice occasionnelle, sa voie de migration principale se situant sur le littoral atlantique. Elle est considérée comme très rare en Méditerranée, avec une seule observation depuis 2000 avec un individu en mai 2007 à Pissevaches (in Issa 2008).

La Guifette noire (*Chlidonias niger*) est un migrateur commun aux deux migrations, signalée de fin mars à fin octobre. La Camargue (terrestre) constitue chaque année la zone de stationnement principale en Méditerranée, accueillant des rassemblements importants, notamment lors du passage postnuptial. La migration prénuptiale s'étale de fin mars à début juin avec un pic de passage en mai ; la migration postnuptiale débute en juillet, culmine en août et se termine fin octobre. L'espèce est plutôt terrestre mais peut être observée en mer en effectifs faibles.



SULIDES

La Fou de Bassan

Le Fou de Bassan est réparti des deux côtés de l'Atlantique. En France, près de 22 000 couples ont été dénombrés en 2010, essentiellement dans le département de la Manche.

En Méditerranée, quelques couples tentent de nicher depuis les années 1990 dans des ports de plaisance : quelques tentatives de nidification de couples isolés ont été constatées dans le port de Sausset-les-Pins (Vidal et al. 1995) et à Port-Frioul (Fernandez & Bayle, 1994) dans les Bouches-du-Rhône, ainsi qu'à Bandol (Zotier et al. 1996) dans le Var, où sa reproduction avec succès est observée en 1993 dans le port (données issues de Issa 2008).

Un couple se reproduit également régulièrement à Carry-le-Rouet, et l'année 2011 a même été marquée par la formation d'un deuxième couple de Fou de (Deideri et al., 2014).

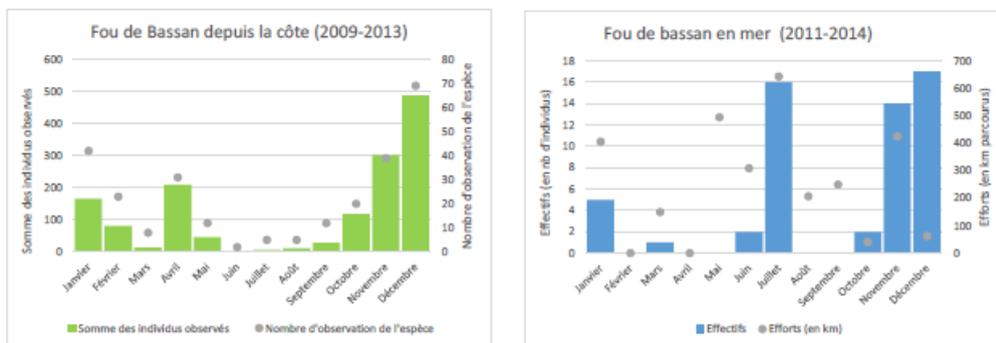
De façon plus générale, le Fou de Bassan est en Méditerranée un migrateur et un hivernant peu commun, mais dont les effectifs sont en constante augmentation depuis les années 1990.

Figure 117 : Répartition du Fou de Bassan à l'échelle de l'Europe (d'après European Breeding Birds Atlas 2)





Figure 118 : Phénologie des observations ponctuelles du Fou de Bassan depuis la côte entre 2009-2013 (à gauche. © TdV/LPO Paca) et entre 2011-2014 en mer en Camargue (à droite. © Observatoire PELAGIS, UMS 3462 ULR/CNRS, AAMP, CEBC (données aériennes) et EcoOcéan Institut (données en bateau)).



L'espèce ne se reproduit pas en Camargue. Néanmoins, des individus sont régulièrement observés en mer dans cette zone et en particulier à l'ouest de l'aire d'étude dans une bande allant de la côte, entre Port Camargue et les Saintes Maries de la Mer, vers le large en direction du Sud-Ouest.

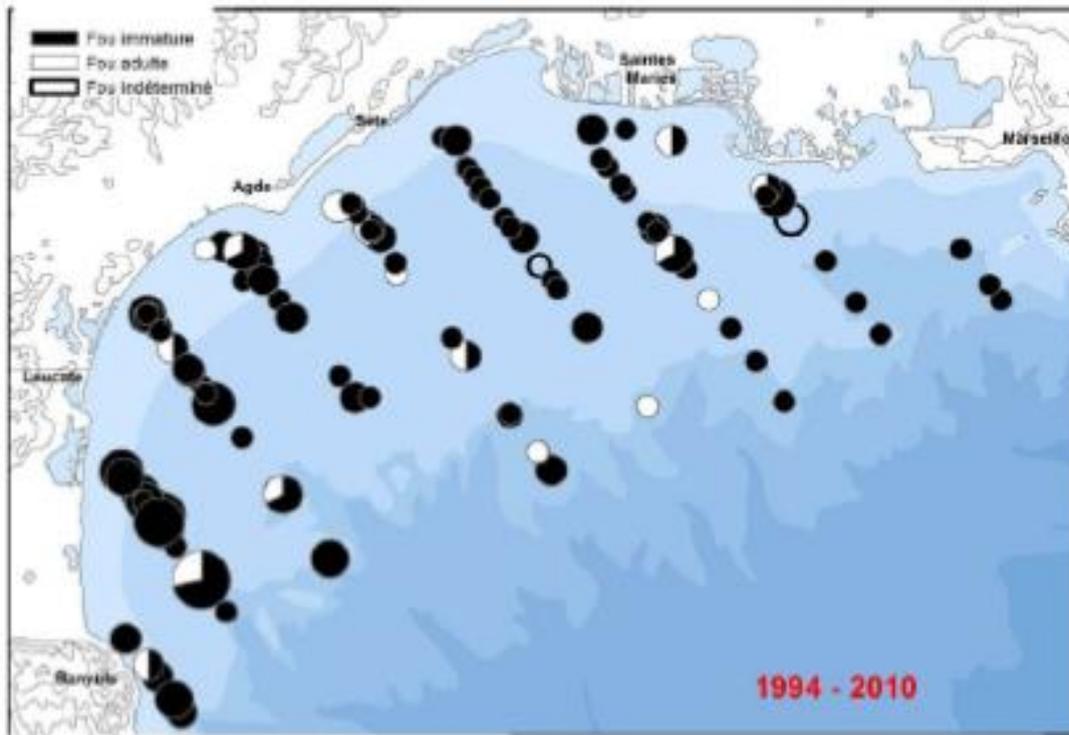
Les données d'avril / mai concernent des individus en période de migration pré-nuptiale et les données de juillet sont des individus en estivage en mer.

Pour la période pré-nuptiale, les maxima atteignent 300 individus au large de Piémanson (avril 2007) avec souvent plus de 100 individus (avril 2009) au large de la Réserve de Camargue (Kayser et al. 2014).

Les données en mer durant l'été sont assez diffuses et peu importantes. On observe 16 individus allant de la côte au large de Port Camargue. Néanmoins, avec les données PELMED, on remarque que l'espèce est présente au droit de Piémanson.



Figure 119 : Proportions relatives des effectifs de fou de Bassan observées pendant 114 chalutages des campagnes PELMED 1994-2010. Plus grosse pastille = 7 individus (Source : Beaubrun et al., 2013).



Durant l'hiver, les observations depuis la côte sont nombreuses avec entre 10-60 individus sur la période considérée. Celles-ci sont concentrées essentiellement sur Piémanson, Beauduc et Saintes-Maries-de-la-Mer. Enfin, au large 14 et 17 individus ont été observés respectivement en novembre et décembre de l'embouchure du Rhône à l'embouchure du Petit Rhône dans une frange côtière. Bien que représentée par peu d'individus, l'espèce est cependant un élément familier du peuplement d'oiseaux marins sur le plateau continental au niveau de la Camargue. Se nourrissant principalement de petits poissons pélagiques vivant en bancs (maquereaux avant tout, proies souvent proches de la surface dans la journée, voire chinchards, sardines, anchois, sprats, ...) qu'il repère en vol et qu'il capture lui-même en plongeant de haut, le fou de Bassan affectionne les larges plateaux continentaux comme celui en Camargue (Beaubrun et al., 2013).

En revanche en hiver, d'après nos cartes et la campagne d'inventaires JUVALION de 2007-2009, deux zones de densités différentes apparaissent :

- L'une est côtière, entre le trait de côte et l'isobathe des 70 mètres,
- L'autre correspond aux secteurs les plus profonds au large de la Camargue (au-delà des sondes de 70 mètres) que les fous fréquentent bien moins.

De plus, Beaubrun et al. (2013) met en évidence que la distribution des Fous de Bassan est liée aux fluctuations de celle des bancs de leurs proies. Les individus prospectent l'ensemble de la zone de façon souvent isolée, mais ils se regroupent pour chasser sur un banc repéré. Ainsi, il côtoie souvent les bateaux de pêche pour y chaparder des proies échappées des chaluts.

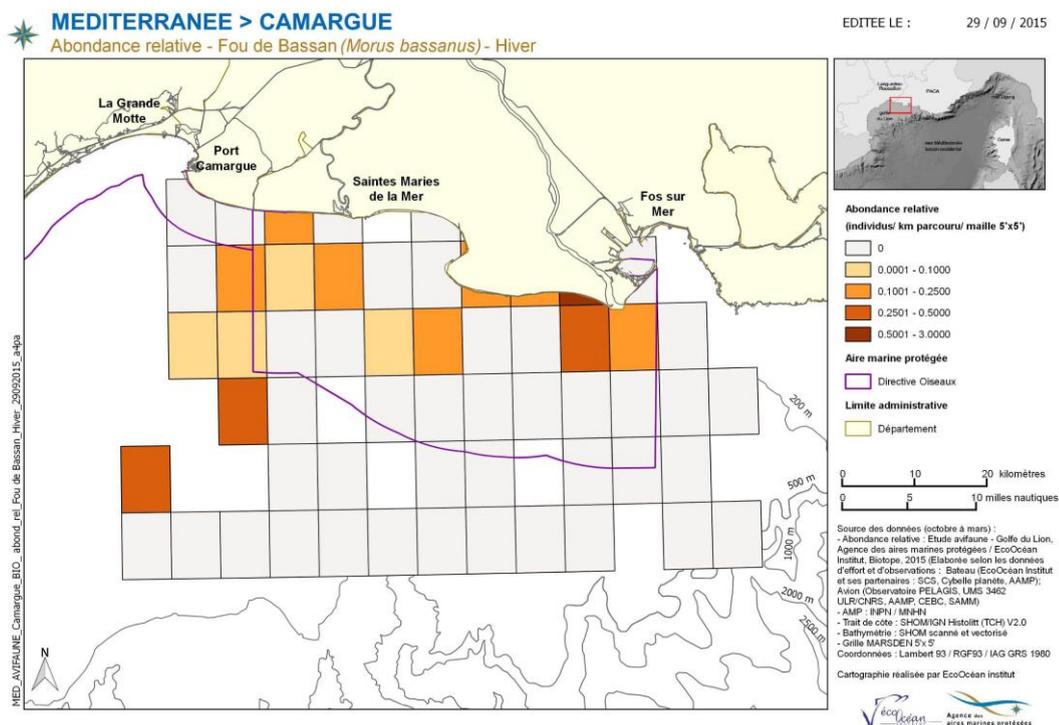
Les données en mer (EcoOcéan Institut et SAMM) et les données TdV/LPO Paca suivent également le même pattern.

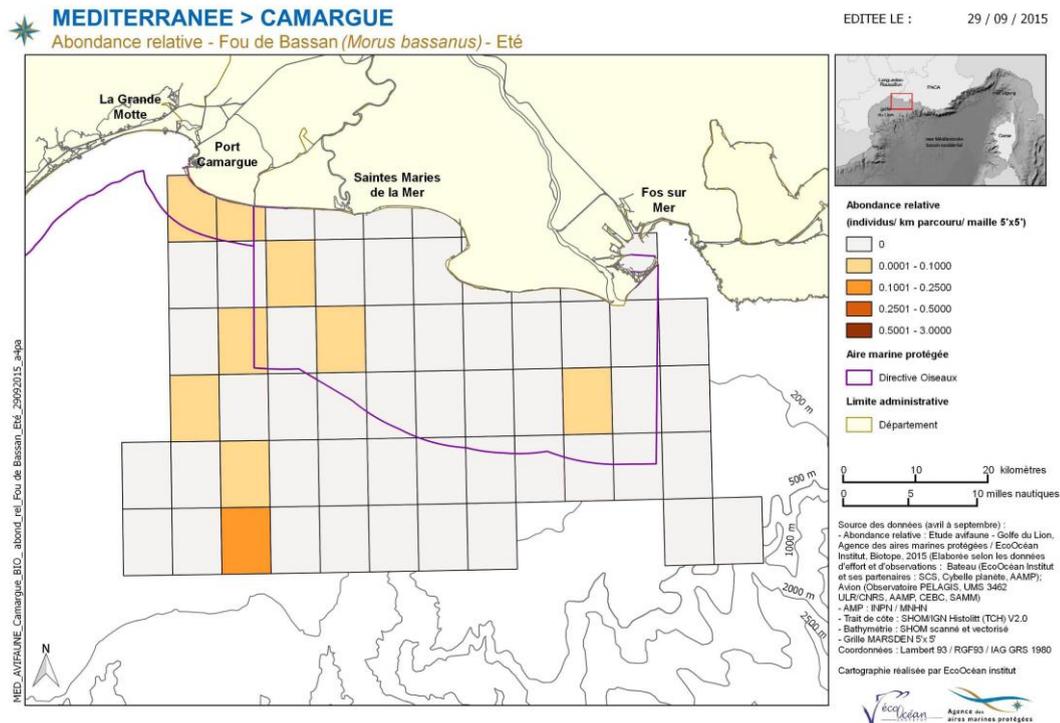


Tableau 27 : Statuts de protection et de rareté de la population de Fou de Bassan

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté		
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2021)	Liste rouge France (2016)	Liste rouge PACA (2020)
Fou de Bassan (<i>Morus bassanus</i>)	Art. 2		Préoccupation mineure (LC)	Quasi menacé (NT)	Non applicable (NA)

Figure 120 : Abondance relative de La Fou de Bassan en hiver et en été au large de la Camargue (d'après Ruffray & al., 2015)





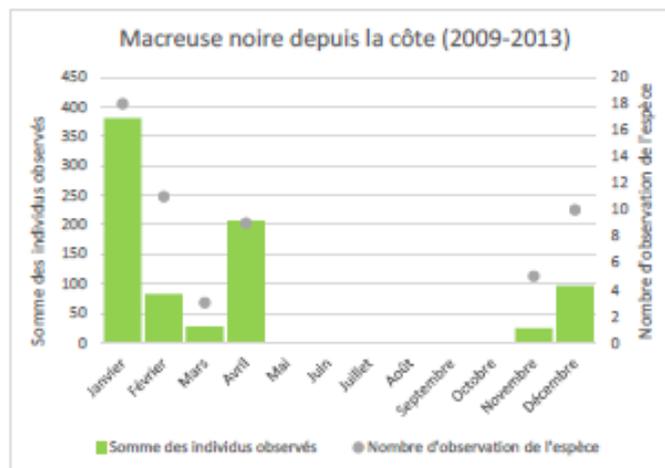
ANATIDES MARINS

158

D'autres espèces sont connues pour hiverner sur le littoral méditerranéen et l'aire d'étude.

La Macreuse noire (*Melanitta nigra*) est un migrateur et un hivernant peu commun, noté essentiellement de novembre à avril sur l'ensemble du littoral. La zone d'hivernage principale se situe dans le golfe de Camargue, qui regroupe plus de 55% des observations, le golfe de Fos, le Golfe d'Aigues-Mortes et le littoral audois. L'espèce reste très côtière.

Figure 121 : Phénologie des observations ponctuelles de la Macreuse noire sur la période 2009-2013 en Camargue. © TdV/LPO Paca, 2015.



L'espèce ne se reproduit pas en Camargue. La présence d'observation au mois d'avril concerne des individus en halte en migration pré-nuptiale.

En effet, la Camargue est également une zone de halte migratoire, notamment en période prénuptiale avec :

- un pic à 120 en avril 2007 depuis la plage Napoléon à Port-Saint-Louis du Rhône (Kayser et al. 2014),
- un pic à 109 individus en avril 2009 au lieu-dit « la Baisse du Radeau » aux Saintes-Marie-de-la-Mer (Kayser et al. 2014).

La présence d'un tel stationnement pourrait être lié à l'élevage de moules à l'embouchure du Rhône (e.g. moules de l'anse de Carteau).

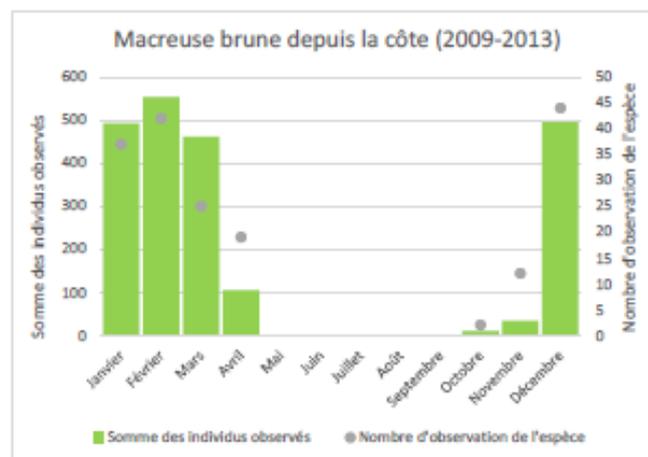
En effet, cette attractivité a été démontrée sur la côte atlantique, en particulier en baies de St-Brieuc (Côtes d'Armor), du Mont Saint Michel et des Veys (Manche), où de nombreuses prédatons dans les concessions mytilicoles ont lieu chaque année.

L'espèce hiverne en Camargue. Les effectifs sont assez variables de quelques individus à environ une vingtaine d'individus selon les années en hiver. A noter qu'en janvier 2011 à Piémanson, il a été observé 80 individus (LPO Paca, 2015).

La présence de l'espèce au sein de la ZPS Camargue semble plutôt liée à l'embouchure du Rhône et non au site en lui-même.

La Macreuse brune (*Melanitta fusca*) est un hivernant présent d'octobre à mai le long du littoral. Avec le golfe de Camargue (33% des observations), le golfe de Fos et l'Etang de Berre (38%), les Bouches du- Rhône accueillent l'essentiel de la population hivernante en Méditerranée française. Les observations concernent des groupes de plusieurs dizaines à quelques centaines d'individus. Occasionnellement, des troupes conséquentes peuvent être observées à proximité des plages (200 le 22 février 2003 au large de la Comtesse/Camargue, 150 au large de Beauduc/Camargue en janvier 2002). Comme pour la Macreuse noire, l'espèce est côtière.

Figure 122 : Phénologie des observations ponctuelles de la Macreuse brune sur la période 2009-2013 en Camargue. © TdV/LPO Paca, 2015.



Historiquement, l'espèce était irrégulière et rare sur le littoral camarguais jusqu'en 1963. Puis les effectifs ont augmenté avec des concentrations importantes d'individus : 1130 en mars 1981, 400 en mars 1991 (Isenmann, 1993) ou encore 450 en janvier 2006 (Kayser et al, 2008).



Néanmoins depuis un peu moins de dix ans, l'espèce est redevenue moins régulière. Les groupes dépassant la centaine ne s'observent plus (Kayser et al. 2014). Les maximas tournent aujourd'hui autour de 50 individus dans le Golfe de Beauduc avec un pic de 90 individus stationnant quasiment tout le mois de janvier 2013 au Grau de la Comtesse aux Saintes-Maries-de-la-Mer et sur le front de mer de Beauduc. Il semblerait que l'hiver 2012/2013 ait été une année faste accueillant entre 33 et 90 individus (LPO Paca, 2015).

L'Eider à duvet (*Somateria mollissima*) est un migrateur et un hivernant peu commun, présent essentiellement de septembre à mars. Observé essentiellement dans les Bouches-du-Rhône, les sites classiques d'hivernage se situent principalement dans le Golfe de Fos (43% des observations) au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône qui accueille chaque année plusieurs dizaines d'oiseaux, ainsi que le Golfe de Camargue (22% des observations). Les groupes les plus importants sont signalés au cœur de l'hiver,

Ces espèces sont par ailleurs côtières et leur présence est non attendue au niveau des zones d'implantation.

AUTRES ESPECES HIVERNANTES

Les Plongeurs

Le **Plongeur arctique** (*Gavia arctica*) est le plus commun des plongeurs hivernant le long du littoral méditerranéen. Le Plongeur arctique est principalement rencontré en mer dans le Golfe de Beauduc et de Fos entre novembre et avril, avec jusqu'à 9 individus adultes en novembre 2009. Il n'est pas rare de voir des stationnements d'individus en plumage nuptial jusqu'en avril avant des remonter vers les zones de reproduction qu'abritent les pays Scandinaves. Les individus profitent de la Camargue, zone d'accumulation de nourriture avant la migration au-dessus des terres pour atteindre des zones de haltes sur les côtes de la mer du Nord.

Le **Plongeur catmarin** (*Gavia stellata*) hiverne annuellement en nombre limité le long du littoral méditerranéen, essentiellement en région PACA. La majorité des observations se situent dans le Golfe de Camargue et de Fos, depuis la côte. L'espèce s'observe avec des effectifs pouvant s'élever jusqu'à une quinzaine d'individus dans le Golfe de Beauduc et le Golfe de Fos.

Le **Plongeur imbrin** est notée en hiver aussi bien dans le Vaccarès que dans les salins et anciens salins de Camargue et en mer dans le Golfe de Beauduc et de Fos avec des effectifs assez faibles

Les Grèbes

Deux espèces de grèbes peuvent être observées près des côtes : le **Grèbe huppé** (*Podiceps cristatus*) et le **Grèbe à cou noir** (*Podiceps nigricollis*).

D'autres espèces peuvent être observées, mais leur présence reste rare : **Grèbe esclavon** (*Podiceps auritus*) et **Grèbe jougris** (*Podiceps grisegana*).

Toutes les espèces de grèbes sont exclusivement côtières.

Le Harle huppé

Le **Harle huppé** (*Mergus serrator*) est un hôte hivernal régulier du littoral méditerranéen. Présent sur l'ensemble de la côte, la population hivernante se concentre principalement entre le Golfe de Fos et d'Aigues-Mortes ainsi qu'au niveau du littoral et des étangs héraultais (Bassin de Thau, Etang du Vic). Noté généralement en petits groupes, des rassemblements importants peuvent être observés dans les principales zones de stationnement de l'espèce.



L'espèce est, comme pour les grèbes, exclusivement côtière.

4.3.6.4 Oiseaux terrestres migrateurs

Cette partie sera consolidée à partir des dernières connaissances acquises dans le cadre du programme MIGRALION dont les demandes d'autorisation d'utilisation des données sont en cours auprès de la DGEC et de l'OFB.

Les chapitres qui seront développés dans le cadre de la note bibliographique à partir des données des programmes d'acquisition en cours sur les oiseaux migrateurs et marins sont les suivants :

4.3.6.4.1 *Phénologie de présence de l'avifaune terrestre migratrice dans le golfe du Lion*

4.3.6.4.2 *Principaux sites d'accueil et de haltes migratoires*

4.3.6.4.3 *Flux migratoires observés dans le golfe du Lion*

4.3.6.4.4 *Altitudes des migrateurs terrestres dans le golfe du Lion*

Etat des connaissances relatives à l'utilisation du golfe du Lion par les migrateurs terrestres

Les « oiseaux terrestres » sont définis comme les espèces qui réalisent l'ensemble de leur cycle biologique sur terre à l'exception de certaines étapes de leurs migrations où elles peuvent se déplacer au-dessus de la mer. De nombreuses espèces d'oiseaux terrestres sont connues pour migrer au-dessus de la Méditerranée, pour diminuer leurs distances et temps de vol et optimiser leurs dépenses énergétiques. Une partie des migrateurs coupe le golfe du Lion selon un axe nord-est/sud-ouest entre la Catalogne ou la côte des Albères, et le Cap d'Agde, la Camargue ou la côte bleue ou côte du Var. Une autre partie des migrateurs traverse directement la Méditerranée selon un axe nord/sud pour directement rejoindre l'Afrique du Nord.

Les principaux couloirs de migration sont situés alors au niveau des zones de halte possible, à savoir les Baléares à l'ouest, la Corse et la Sardaigne, ou encore la Sicile et Malte à l'est.

Les données obtenues par bateau ou avion en Méditerranée confirment ce phénomène, qui est par ailleurs quantifié sur les sites où des expertises radar ont été réalisées. Ces suivis radar menés sur le littoral indiquent que la migration a principalement lieu la nuit, avec des flux d'oiseaux pouvant atteindre plusieurs milliers d'oiseaux par heure et par kilomètre de côte. Les hauteurs de vol s'étagent principalement jusque 1500 m mais peuvent aussi dépasser les 3000 m. Les résultats indiquent par ailleurs que les hauteurs de vol sont plus importantes de nuit que de jour.

De nombreuses espèces d'oiseaux terrestres ont été observés au large lors des campagnes menées par bateau et par avion confirmant l'importance de la zone pour ces mouvements migratoires.

Les rapaces

Exceptés les rapaces nocturnes (chouettes et hiboux), tous les rapaces migrent uniquement de jour, pour profiter des courants thermiques et de la navigation à vue. Les espèces régulièrement observées en mer sont les **busards (notamment Busard des roseaux), Bondrée apivore, faucons (notamment crécerelle), Epervier d'Europe, Balbuzard pêcheur, etc.** La part concernée par les individus migrant en mer est toutefois bien plus faible que celle migrant au-dessus des terres.



La plupart des rapaces migrent au-dessus des terres, en rejoignant l'Afrique par les trajets minimisant les survols en mer. Le cas du Busard des roseaux est particulier, puisque c'est une espèce qui suit globalement cette stratégie en rejoignant l'Afrique par l'Espagne, notamment par la Corse/Sardaigne, par l'Italie/Sicile ou encore par les Balkans (voir carte suivante, in Trierweiler 2014), mais qui est aussi capable de réaliser des distances importantes au-dessus de la mer, et notamment de couper le golfe du Lion (Vardanis et al., 2011).

Figure 123 Trajets migratoires de populations différentes de Busards des roseaux. La carte de gauche représente les trajets en migration à l'automne et la carte de droite au printemps (Source : Trierweiler et al 2014)

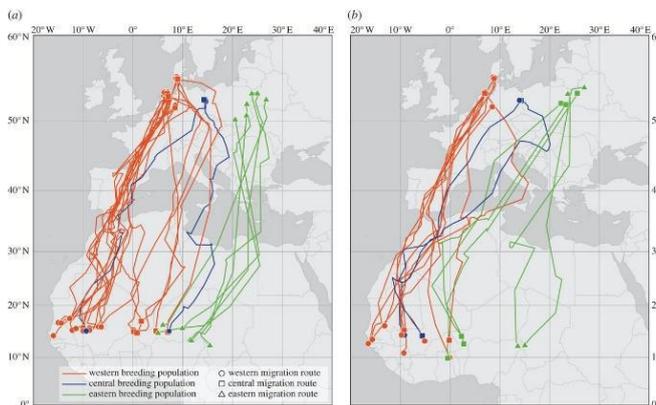
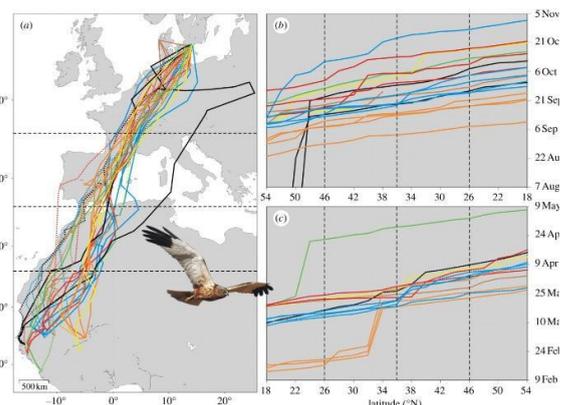


Figure 124 : Trajets migratoires de Busards des roseaux en migration postnuptiale (Source : Vardanis et al 2011)



Les Passereaux et assimilés

162

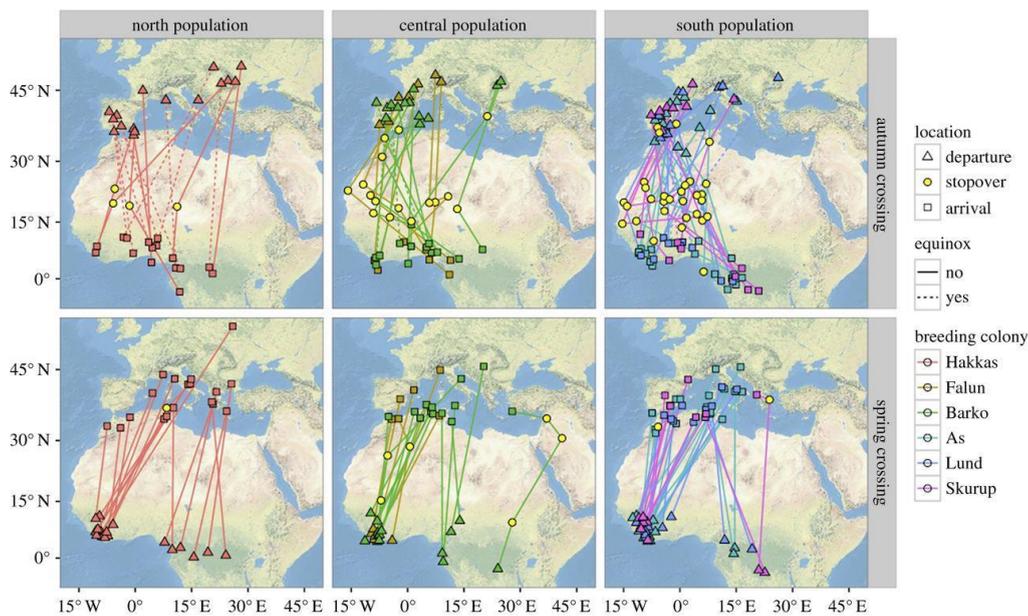
Les passereaux régulièrement observés en migration en mer (de jour) sont les martinets et hirondelles, grives, alouettes, étourneau, bergeronnettes, pinsons, pipits, fauvettes, pouillots, traquets, rouges-gorges, etc. Ils sont souvent observés à basse altitude, mais il est fort possible qu'une partie plus importante de l'effectif migre à plus haute altitude, sans que l'œil humain ne puisse les détecter. En mer, ces espèces sont souvent attirées par les bateaux qui constituent des points de repères ou des zones de repos potentiel lorsque l'état de fatigue des individus les pousse à chercher à se poser. La majeure partie de l'effectif migre toutefois la nuit, lorsque les masses d'air sont plus stables, la température plus fraîche, et que le risque de prédation est plus faible. La plupart des espèces précédentes migrent aussi la nuit, avec les fauvettes paludicoles, gobe-mouches, etc.

Etant donné leur faible poids, les passereaux sont difficiles à équiper et à suivre précisément avec des balises télémétriques. Quelques données existent pour certaines espèces, avec des résolutions spatiales très variables.

Les cartes suivantes présentent les mouvements à grande échelle de Martinets noirs au cours de leurs deux migrations (Åkesson et al., 2016). La résolution ne permet toutefois pas de suivre les trajectoires suivies entre les différents points.



Figure 125 : Déplacements migratoires du Martinet noir (in Åkesson et al., 2016).



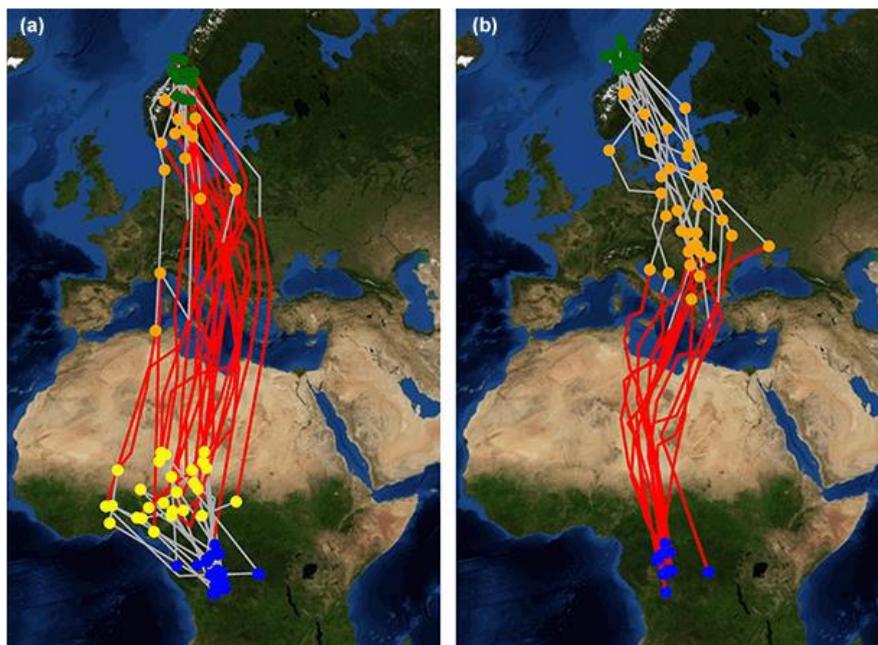
Les oiseaux d'eau

Les oiseaux d'eau constituent un effectif de migrateurs notable compte-tenu de la diversité des espèces, de leurs déplacements migratoires importants et de la taille des populations. Certaines espèces migrent uniquement la nuit comme les rallidés (marouettes, râle...), quand d'autres peuvent être aussi observés de jour comme les limicoles (chevaliers, bécasseaux...) ou encore les ardéidés (hérons, aigrettes).

La carte suivante donne un aperçu des trajets migratoires d'une espèce de limicole (Bécassine double) en migration postnuptiale (à gauche) et en migration prénuptiale (à droite) (in Lindström et al 2016). Les résultats montrent que l'espèce est capable de survoler la Méditerranée sur des distances importantes.



Figure 126 : Déplacements migratoires de la Bécassine double (in Lindström et al., 2016).



4.3.6.5 Lacunes

Les principales lacunes portant sur ce compartiment sont présentées dans la fiche dédiée, en annexe du présent document.



4.3.7 Chiroptères en mer

4.3.7.1 Principales sources bibliographiques pour les Chiroptères

Les principales sources bibliographiques pour les chiroptères sont peu nombreuses et se basent sur les documents suivants :

- **Recensement des données et autres livrables du programme MIGRALION** concernant l'avifaune migratrice terrestre et marine du Golfe du Lion ;
- **Note technique de planification du développement de l'éolien en Méditerranée** (Annexe II, OFB, 2018) : coordonnée par l'Antenne Méditerranée de l'Office Français pour la Biodiversité, avec les contributions du Parc naturel marin du golfe du Lion, du Parc national des Calanques, du Parc naturel régional de Camargue et du Parc marin de la Côte Bleue. Elle présente une priorisation des enjeux pour les habitats benthiques, avifaune et mammifères marins ainsi que des informations sur les lacunes et suivis à mettre en œuvre.
- **Etudes d'impacts environnementales des trois projets pilotes d'éoliennes flottantes en Méditerranée** issues d'expertises par bateau, avions et radar. Ainsi que les données collectées dans ce cadre sur le site d'essai MISTRAL situé à l'embouchure du Rhône.
- **Formulaires Standards de Données et Documents d'Objectifs des zones spéciales de conservation (ZSC) du réseau Natura 2000 dans le golfe du Lion**

4.3.7.2 Données générales sur la migration côtière et la fréquentation du golfe du Lion par les chauves-souris

Cette partie sera consolidée à partir des dernières connaissances acquises dans le cadre du programme MIGRALION dont les demandes d'autorisation d'utilisation des données sont en cours auprès de la DGEC et de l'OFB.

Les connaissances sur le déplacement des chauves-souris en milieu marin sont, à ce jour, lacunaires, notamment en ce qui concerne leur phénologie migratoire (trajets, périodes, conditions météorologiques). L'amélioration des techniques acoustiques ces dix dernières années a néanmoins apporté des preuves de la fréquentation aléatoire du milieu marin par certaines espèces.

Diverses publications scientifiques attestent de l'importance du littoral et des milieux côtiers pour plusieurs chiroptères, également notés au large, voire même en pleine mer (Amengual et al., 2007 ; Hill & Huppopp, 2007 ; Skiba, 2007 ; Boshamer & Bekker, 2008 ; Dulac, 2008 ; Ahlén et al., 2009 ; Jonge Poerink et al., 2013 ; Smith, 2013 ; Dulac, 2014 ; Lagerveld et al., 2014, 2015 ; Bastelica et al., 2015 ; Le Campion & Dubos, 2017). Le nombre de ces études reste cependant limité. Les travaux les plus aboutis ont été réalisés en Europe du Nord (mer du Nord et mer Baltique).

Selon la littérature, les chiroptères peuvent utiliser le milieu marin :

- Lors de comportements de recherche de nourriture ;
- Lors de dispersions de faibles amplitudes ;
- Lors de phénomènes migratoires importants.

En Europe, des études (isotopiques, baguage, acoustique) ont permis de connaître en partie les origines géographiques et les axes migratoires de chauves-souris (Hutterer et al., 2005). Ces études ont permis de mettre en évidence des routes migratoires diffuses dans les terres mais aussi localisées le long de la côte Atlantique et en pleine mer. Par exemple, en période de migration, la Pipistrelle de Nathusius est présente le long des fleuves et des grandes rivières. D'après les connaissances actuelles, trois voies migratoires ont été identifiées avec certitude (Arthur, 2015) :



- Un axe littoral qui longe la mer du Nord, la Manche puis la côte Atlantique ;
- Un second qui suit les fleuves du Rhin au Rhône jusqu'aux rivages méditerranéens ;
- Un troisième axe alpin qui franchit les cols suisses et français.

Figure 127 : Distribution et migration de la Pipistrelle de Nathusius en Europe (Source : Pravettoni, UNEP/GRIDArendal, 2011)



Dans le tableau suivant, les espèces présentes en façade méditerranéenne sont classifiées selon leur caractère migrateur et l'existence de données bibliographiques d'observation en mer (transit et/ou activité de recherche alimentaire).

Figure 128 : Synthèse du caractère migrateur et de l'affinité au survol (ou à l'exploitation) du milieu marin par les espèces de chauves-souris (Source : Biotope, 2016 d'après sources diverses (Source : Le Campion 2010 & 2013 ; Jonge Poeking et al., 2013 ; BSH & BMU, 2014 ; Lavergeld et al., 2014, 2015 ; Biotope, non publié))

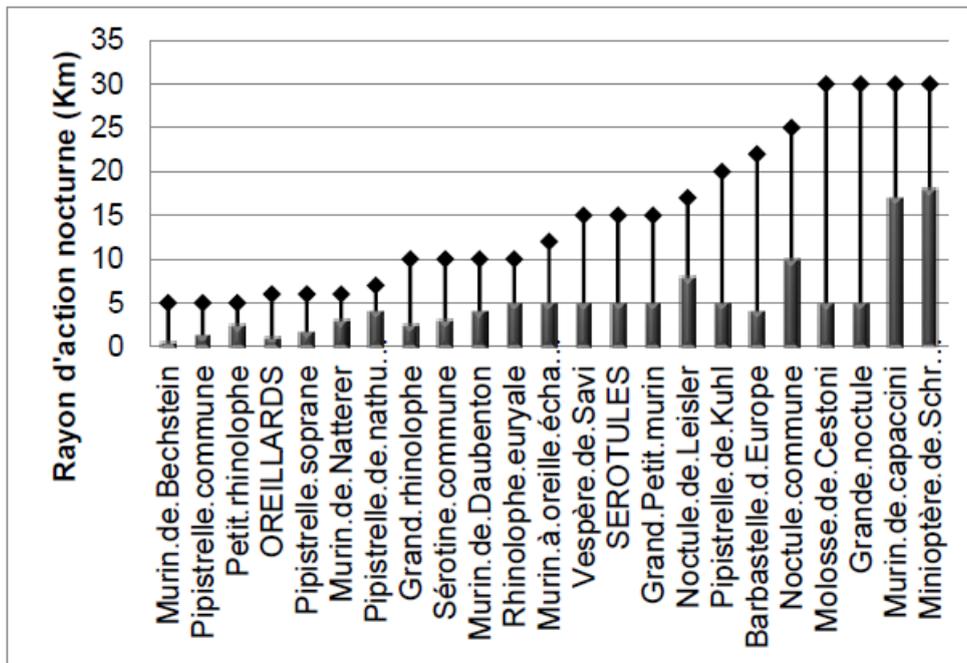
CARACTERISTIQUES DE L'ESPECE (MIGRATION ET EXPLOITATION DU MILIEU MARIN D'APRES LES CONNAISSANCES DISPONIBLES)	ESPECES CONCERNEES
Espèce migratrice au long cours régulièrement contactée en milieu marin	Pipistrelle de Nathusius, Noctule de Leisler, Noctule commune
Espèce migratrice régionale régulièrement contactée en milieu marin	Sérotine commune
Espèce migratrice au long cours dont l'exploitation du milieu marin est faible ou insuffisamment documentée	Grande Noctule
Espèce migratrice régionale ou espèce sédentaire occasionnellement contactée en contexte marin (mais pouvant être notée régulièrement en contexte littoral)	Minoptère de Schreibers, Murin de Capaccini, Murin de Daubenton, Pipistrelle commune, Pipistrelle pygmée, Pipistrelle de Kuhl
Espèce peu migratrice (déplacements de courte distance) rarement contactée en milieu marin et occasionnellement en contexte littoral	Murin à oreilles échancrées, Barbastelle d'Europe, Oreillard gris
Espèce peu migratrice encore jamais contactée en mer	Rhinolophe euryale, Grand Rhinolophe, Petit Rhinolophe, Murin de Natterer, Grand Murin



La probabilité de contacter une espèce en mer est étroitement liée à sa capacité de déplacement, c'est-à-dire :

- A sa capacité journalière de déplacement ;
- A ses propensions à la migration ou aux déplacements saisonniers.

Figure 129 : Rayons d'actions nocturne des chiroptères (Source : Haquart, 2013)



Le tableau qui suit fait la synthèse bibliographique de plusieurs facteurs déterminants pour l'évaluation de la présence potentielle des espèces en mer :

- Si l'espèce a déjà été recensée en mer (M) ou à proximité des côtes en contexte littoral (L) ;
- Le rayon d'action nocturne connu des espèces (les rayons supérieurs à 15 km sont surlignés en rouge) ;
- Les déplacements maximums connus, qui indiquent les caractères plus ou moins migrateurs
- des espèces (plus une espèce est apte à se déplacer, plus les probabilités de la contacter en mer sont fortes) ;
- Le caractère migrateur : espèce sédentaire (moins de 500 km de déplacement saisonnier), transhumant (entre 500 et 1 500 km) ou migratrice (plus de 1 500 km) ;
- L'occurrence par nuit (pourcentage de présence/absence par nuit d'après le référentiel national Actichiro – Haquart, 2015), indicateur de l'abondance locale de ces espèces ;

A partir de ces critères, la probabilité de contact des espèces en mer peut alors être mise en œuvre (Haquart, 2013).

Certaines espèces, par leurs caractéristiques et capacités de déplacement, sont donc potentiellement présentes en mer.

Si on s'attend à contacter ces espèces au large des côtes, c'est toutefois uniquement de façon sporadique et avec des niveaux d'activités très inférieurs à ceux rencontrés en contexte terrestre.



Dans le cadre de la ferme pilote EFGL, huit espèces comme étant les plus susceptibles de fréquenter l'aire d'étude immédiate ont été sélectionnées en fonction de leurs caractéristiques migratoires mais aussi en raison de leurs effectifs importants sur le littoral de l'aire d'étude éloignée et de leur capacité à parcourir d'importantes distances pour s'alimenter ou pour migrer (comme pour la Pipistrelle de Nathusius et les Noctules), notamment dans des milieux homogènes.

Il s'agit notamment des espèces suivantes :

Figure 130 : Espèces susceptibles de fréquenter la zone de la ferme pilote EFGL (d'après Biotope, 2018)

ESPECES	DEJA RECENSEE EN MER	RAYON D'ACTION JOURNALIER	DEPLACEMENT MAXIMUM CONNU	CARACTERE MIGRATEUR	OCCURRENCE PAR NUIT (HAQUART, 2013)	PROBABILITE DE CONTACT EN MER (A 15 KM DE LA COTE)
Minioptère de Schreibers	L	30	830 km	Transhumants	49%	Fort
Molosse de Cestoni	L	30	?	Transhumants	12%	Modéré
Noctule commune	M	25	1546 km	Migrateur	4%	Modéré
Noctule de Leisler	M	17	1567 km	Migrateur	35%	Forte
Pipistrelle commune	L	5	400 km	Sédentaire	85%	Forte
Pipistrelle de Kuhl	L	20	?	Sédentaire	62%	Forte
Pipistrelle de Nathusius*	M	10	1905 km	Migrateur	22%	Forte
Pipistrelle pygmée	L	6	775 km	Transhumants	68%	Forte

Le littoral méditerranéen représente aussi une zone d'hibernation pour une espèce migratrice parcourant de très grandes distances, la Pipistrelle de Nathusius. Les individus passent par le couloir rhodanien pour rejoindre la Camargue et à partir de la fin de l'été (dès le mois d'août), mais surtout en septembre et octobre, on constate des pics d'activité significatifs sur les marais littoraux.

On peut donc s'attendre là aussi à avoir des mouvements saisonniers à caractère migratoire le long de la côte, voire à des déplacements ponctuels en mer pour rechercher une ressource alimentaire, profitant de certaines masses d'air qui peuvent concentrer localement des insectes. Ces possibilités de présence en mer à certaines périodes, notamment à l'automne, manquent grandement de preuves à ce jour dans le golfe du Lion, faute d'études appropriées. L'évaluation du niveau d'enjeu est établie à partir des connaissances bibliographiques actuelles sur les espèces migratrices et ayant des territoires de chasse étendus. Il n'existe pas à ce jour de suivis des chiroptères en milieu marin. La présence des espèces étant inconnue sur l'aire d'étude au droit de la ferme pilote éolienne, un principe de précaution est appliqué. Ainsi, pour les espèces aux activités attendues en mer supposées modérées, comme pour les espèces les plus vulnérables, l'enjeu sur site est évalué comme moyen.



Les statuts réglementaires de protection et les statuts de rareté pour les principaux chiroptères susceptibles d'être rencontrés au large sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 28 : Statuts de protection et de rareté des principales espèces de chiroptères susceptibles d'être rencontrées au large du golfe du Lion

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Protection nationale	Directive habitats	Liste rouge Monde	Site rouge France
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	X	IV	LC	NT
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	X	IV	LC	VU
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	X	IV	LC	LC
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	IV	LC	NT
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	X	IV	LC	LC
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	X	IV	LC	NT
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	X	II/IV	NT	VU
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	X	IV	LC	NT

4.3.7.3 Lacunes

Les principales lacunes portant sur ce compartiment sont présentées dans la fiche dédiée, en annexe du présent document.



4.3.8 Mammifères marins, tortues marines et grands poissons pélagiques

4.3.8.1 Mammifères marins

PRINCIPALES SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES POUR LES MAMMIFÈRES MARINS

Les principales sources bibliographiques pour les mammifères marins se basent sur les documents suivants :

- Rapport du programme MEGASCOPE – campagnes PELMED et MOOSE–GE :
- DOREMUS G., BLANCHARD A., SANCHEZ T., PELTIER H., VAN CANNEYT O., CHABROLLE A. 2022. MEGASCOPE : Suivi de la distribution de la mégafaune marine en Manche, Atlantique et Méditerranée en 2021. Rapport scientifique de l'Observatoire PELAGIS. 69 p.
- Rapport du programme ASI :
- ACCOBAMS, 2021. Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the mediterranean sea from 2018-2019 surveys. By PANIGADA S., BOISSEAU O., CAÑADAS A., LAMBERT C., LARAN S., MCLANAGHAN R., MOSCROP A. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS SURVEY INITIATIVE PROJECT, Monaco, 177 pp.
- Rapports du programme GDEGeM :
 - Di-Méglio, N., David, L., Roul, M., Gimenez, O., Azzinari, C., Jourdan, J., Barbier, M., Labach, H., 2015. Abondance et répartition spatio-temporelle et fonctionnelle du grand dauphin dans le golfe du lion (projet GDEGeM grand dauphin étude et gestion en méditerranée 2013-2015.). GIS3M, fait par EcoOcéan Institut, BREACH et le GECEM.
 - Labach, H., Gimenez, O., Barbier, M., David, L., Di-Méglio, N., Roul, M., Jourdan, J., Azzinari, C., Robert, N., Tomasi, N., 2016. Etude de la population et de la conservation du grand dauphin en méditerranée française (Projet GDEGeM Grand Dauphin Etude et Gestion en Méditerranée 2013-2015.). GIS3M.
- Rapports du programme PACOMM - campagnes SAMM :
 - LARAN S., NIVIERE M., GENU M., DOREMUS G., SERRE S., SPITZ J., VAN CANNEYT O. ET AUTHIER M. 2021. Distribution et abondance de la mégafaune marine lors des campagnes SAMM cycle I et II en Méditerranée. Rapport Final. Observatoire PELAGIS (UMS 3462, La Rochelle Université/CNRS) & OFB. 76 pp.
 - PETTEX, E., FALCHETTO, H., DORÉMUS, G., CANNEYT, O., STEPHAN, E., DAVID, L., STERCKEMAN, A. et RIDOUX, V., 2013. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine - Rapport intermédiaire.
 - SERRE, S., DAVID, L., DI-MEGLIO, N., DOREMUS, G., LARAN, S., SPITZ, J. ET VAN CANNEYT, O., 2019. Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine. SAMM II Méditerranée hiver 2019. Rapport de campagne de l'Observatoire PELAGIS. 52 p.
- **Note technique de planification du développement de l'éolien en Méditerranée** (Annexe II, OFB, 2018) : coordonnée par l'Antenne Méditerranée de l'Office Français pour la Biodiversité, avec les contributions du Parc naturel marin du golfe du Lion, du Parc national des Calanques, du Parc naturel régional de Camargue et du Parc marin de la Côte Bleue. Elle présente une priorisation des enjeux pour les habitats benthiques, avifaune et mammifères marins ainsi que des informations sur les lacunes et suivis à mettre en œuvre.



- **Etudes d'impacts environnementales des trois projets pilotes d'éoliennes flottantes en Méditerranée (EFGL, EOLMED et PGL)** issues d'expertises par bateau, avions et radar. Ainsi que les données collectées dans ce cadre sur le site d'essai MISTRAL situé à l'embouchure du Rhône.
- Formulaires Standards de Données et Documents d'Objectifs des zones de protection spéciale (ZPS) du réseau Natura 2000 dans le golfe du Lion.

Les sources de données librement accessibles incluent :

- Les données cartographiques du réseau national d'échouage
- Les observations réalisées dans le cadre de sciences participatives (protocoles ou opportunistes) : OBSenMER, Les Peuples de la Mer, Regard du vivant, et autres observateurs.

Pour les statuts de conservation et de menaces, nous avons utilisé les Listes Rouges suivantes :

France	UICN France, MNHN, SFPEM & ONCFS (2017). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.
Population méditerranéenne	Références bibliographiques des évaluations méditerranéennes disponibles selon les espèces : <ul style="list-style-type: none"> ■ The IUCN Red List of Threatened Species 2022 ■ The IUCN Red List of Threatened Species 2021 ■ The IUCN Red List of Threatened Species 2012



Légende des statuts réglementaires pour les mammifères marins :

Protection nationale :	Arrêté interministériel du 1 ^{er} juillet 2011 fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection.
Directive Habitat :	Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (modifiée par la Directive 97/62/CEE du Conseil du 27 octobre 1997)



ESPECES RENCONTREES DANS LE GOLFE DU LION

En Méditerranée, les mammifères marins fréquentant le golfe du Lion sont essentiellement des cétacés.

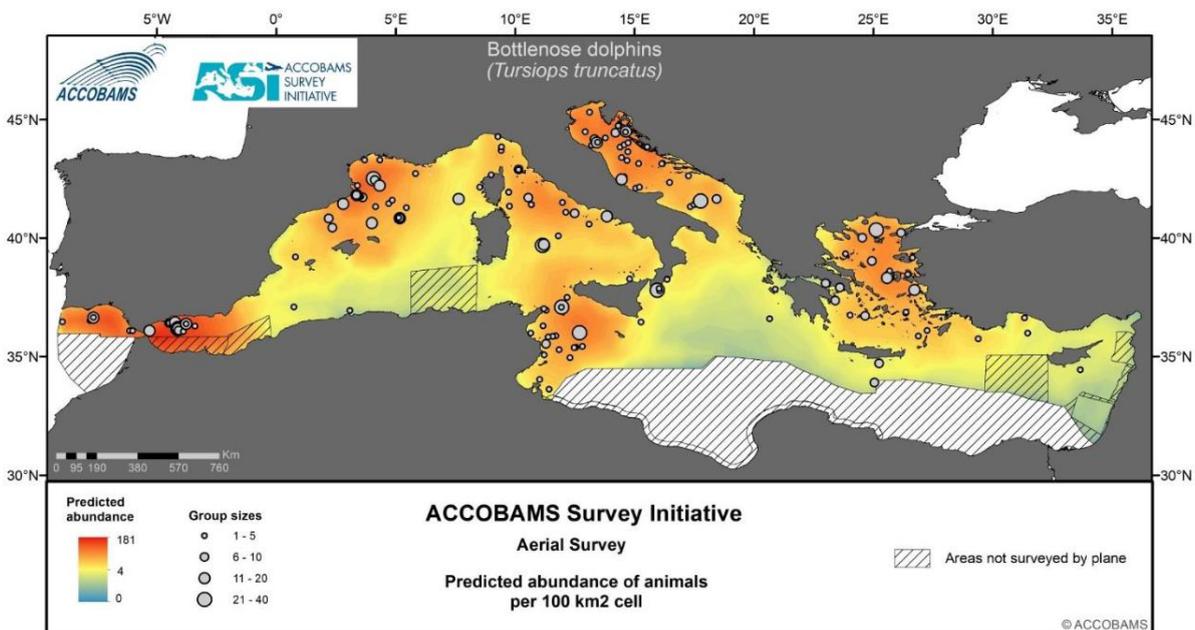
Les principales espèces rencontrées : le Grand dauphin *Tursiops truncatus*, le Dauphin bleu et blanc *Stenella coeruleoalba*, le Dauphin commun *Delphinus delphis*, le Dauphin de Risso *Grampus griseus*, le Rorqual commun *Balaenoptera physalus*, le Cachalot *Physeter macrocephalus*, le Globicéphale noir *Globicephala melas* et la Baleine à bec de Cuvier *Ziphius cavirostris*.

Le Grand dauphin

Le Grand dauphin est le seul mammifère marin résidant sur le plateau du golfe du Lion.

D'une manière générale, l'ensemble des connaissances relatives au Grand dauphin repose essentiellement sur des données visuelles de jour et par beau temps. Les connaissances sont donc partielles avec comme hypothèse sous-jacente que les données récoltées sont représentatives de ce qui se passe pour le reste du temps. Ainsi, les données acoustiques de l'étude (ROUL et al., 2022) montrent des détections acoustiques dans l'ensemble du golfe du Lion et vont dans le sens d'une utilisation globale du golfe par l'espèce.

Figure 131 : Prédiction de l'abondance du Grand dauphin, *Tursiops truncatus*, à l'échelle méditerranéenne. (Source : Figure 30 du rapport ACCOBAMS, 2021)

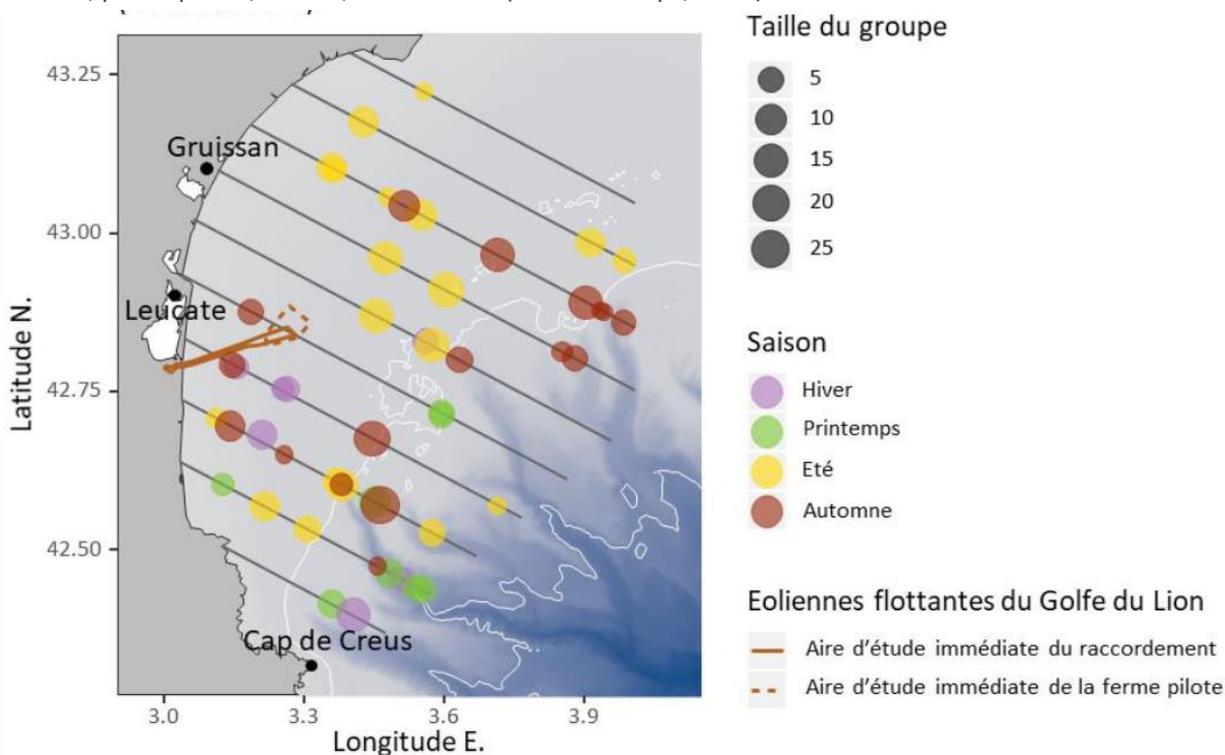


Le programme GDEGeM estime l'abondance moyenne dans le golfe à 655 individus (95% IC: 385 - 1095) entre 2013 et 2015 dont un peu plus de la moitié seraient résidents. Des individus en alimentation, au repos, en socialisation ou en voyage ont pu être observés dans tout le golfe (Di-Méglio et al. 2015). L'analyse des données de photo-identification révèle que les Grands dauphins se déplacent dans l'ensemble du golfe (Di-Méglio et al. 2015) mais aucun couloir de déplacement particulier n'a pu être mis en évidence. Lors des campagnes PELMED et MOOSE, le Grand dauphin est identifié comme espèce phare présente dans tout le golfe du Lion et davantage au nord jusqu'à la côte PACA, et, régulièrement observée autour des chalutiers (Programme MEGASCOPE : Dorémus et al. 2022). Les campagnes SAMM révèlent pour cette espèce une distribution hivernale incontestablement hauturière.

Les analyses de la structure sociale de la population suggèrent l'existence de trois groupes principaux dans le golfe (Labach et al. 2016). Un quatrième groupe principalement présent en Provence comprendrait certains individus qui fréquentent également le golfe du Lion (Labach et al. 2016). Delacourtie et al. (2009) rapporte que les observations de Grand dauphin ont lieu presque à 90% à des bathymétries de moins de 200 m et dans moins de 5% entre 200 et 1000 m. Il n'y a pas de structuration forte des fonctionnalités écologiques du golfe du Lion pour le Grand dauphin (il n'y a pas de zonage des fonctionnalités, pas de délimitation d'aires de reproduction et d'aires d'alimentation). A l'heure actuelle, les seuls échanges connus d'individus avec l'extérieur du golfe concernent l'Est du golfe avec la Provence.

Remarque : Les observations visuelles par avion menées par Biotope dans le cadre de la réalisation de l'état initial de l'environnement pour le projet de ferme pilote EFGL révèle une présence estivale et automnale du Grand dauphin au sein de la zone 1 Occitanie ainsi qu'une présence annuelle plus au Sud de cette zone d'étude.

Figure 132 : Cartes des observations par avion de Grand dauphin, *Tursiops truncatus*, selon la saison. Nombre de passages : hiver = 3, printemps = 2, été = 3, automne = 2. (Source : Biotope, 2017)



Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population de Grand dauphin sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 29 : Statuts de protection et de rareté la population de Grand Dauphin

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Méditerranée (2012)
Grand dauphin <i>Tursiops truncatus</i>	Art. 2	An. II	Préoccupation mineure (LC)	Vulnérable (VU)

A l'échelle du golfe du Lion, on dénombre plus de quatre-vingts cas d'échouage recensés depuis 2010 (données RNE – 2010 à 2023).

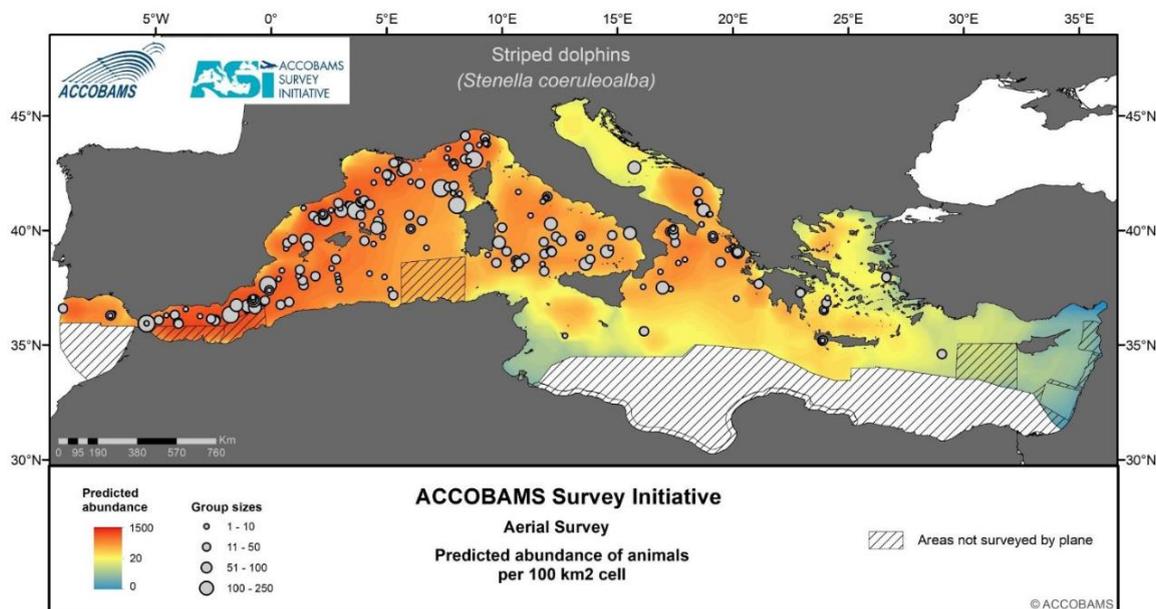


Le Dauphin bleu et blanc

Le Dauphin bleu et blanc est une espèce très commune en Méditerranée si ce n'est la plus abondante comme le confirment les suivis aériens du programme ASI en accord avec les références antérieures (exemple : Forcada et al. 1994, 1995 ; Cotté et al. 2010 ; Panigada et al. 2017(b)). Ce programme présente pour les campagnes aériennes et par bateau des estimations respectives de plus de 400 000 et d'environ 534 000 individus.

Cette espèce pélagique des eaux chaudes et tempérées possède une aire de répartition préférentiellement océanique et elle est facilement observée dès franchissement du talus. Peu présent sur le plateau continental (Cotté et al., 2010 ; Laran et al. 2017), ce delphinidé peut occasionnellement être observé en proximité côtière. Les résultats de la campagne MOOSE (Programme MEGASCOPE : Dorémus et al. 2022) abondent également en ce sens. Le large du golfe du Lion est une des zones géographiques présentant les densités les plus élevées (ACCOBAMS 2021).

Figure 133 : Prédiction de l'abondance du Dauphin bleu et blanc, *Stenella coeruleoalba*, à l'échelle méditerranéenne. (Source : Figure 31 du rapport ACCOBAMS, 2021)

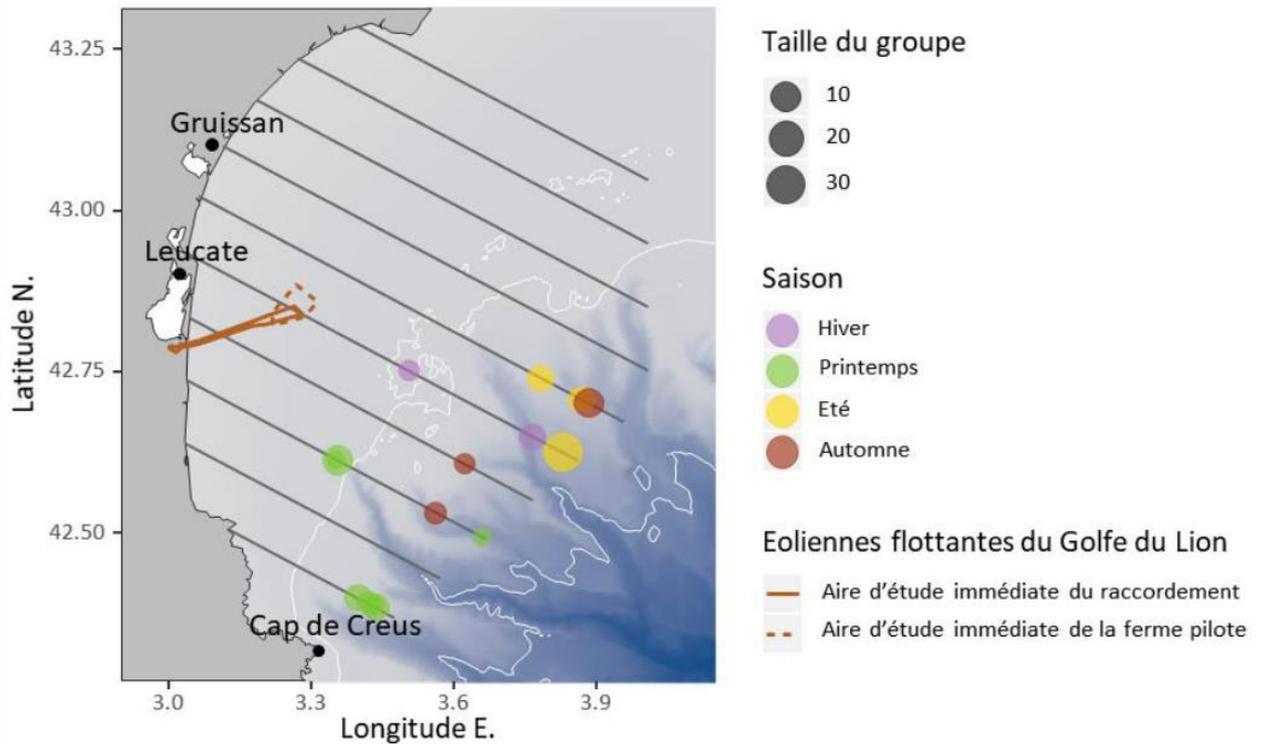


Remarque : Les observations visuelles effectuées lors des missions par avion menées par Biotope dans le cadre de la réalisation de l'état initial de l'environnement pour le projet de ferme pilote EFGL n'ont révélés de présence du Dauphin bleu et blanc qu'au Sud de la zone 1 Occitanie étudiée, au niveau des têtes de canyons.



4. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

Figure 134 : Cartes des observations par avion de dauphin bleu et blanc, *Stenella coeruleoalba*, selon la saison. Nombre de passages : hiver = 3, printemps = 2, été = 3, automne = 2. (Source : Biotope, 2017)



Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population de Dauphin bleu et blanc sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 30 : Statuts de protection et de rareté la population de Dauphin bleu et blanc

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Méditerranée (2012)
Dauphin bleu et blanc <i>Stenella coeruleoalba</i>	Art. 2	An. IV	Préoccupation mineure (LC)	Préoccupation mineure (LC)

A l'échelle du golfe du Lion, on dénombre plus de 280 cas d'échouage recensés depuis 2010 (données RNE – Façade méditerranéenne 2010 à 2023).

Le Dauphin commun

Le Dauphin commun utilise une grande diversité d'habitats. On retrouve l'espèce sur l'ensemble pélagique de la zone océanique à la bande côtière (Notarbartolo Di Sciara et al. 1993 ; Cañadas et al. 2002) incluant talus, plateau continental et canyons sous-marins, habitats pour lesquels le dauphin commun semble avoir une préférence (Jefferson et al. 2015). En Méditerranée, c'est une espèce rare dont la population est en déclin (Bearzi et al. 2009, Vella et al., 2021). Génétiquement distincte de celle de l'atlantique nord-est, la population méditerranéenne divisée en deux sous-populations occupant respectivement les bassins Est et Ouest de la Méditerranée (Natoli et al. 2008).

Remarque : Possiblement confondu avec le Dauphin bleu et blanc, il n'existe que peu de représentation distincte de la distribution du Dauphin commun. D'après l'étude de Gannier (2017), on note des observations de l'espèce éloignées du golfe du Lion. Des observations de delphinidés (indéterminés entre Dauphins commun et bleu et blanc) lors des campagnes ASI (ACCOBAMS) sont tout de même réalisées au Sud de la zone 1 Occitanie, au large de la frontière franco-espagnole.



Figure 135 : Observations estivales de Dauphin commun (1988-2012). L'isobathe 1000 m est dessinée. (Source : Figure 3 de l'article du Groupe de Recherche sur les Cétacés - Gannier, 2017)

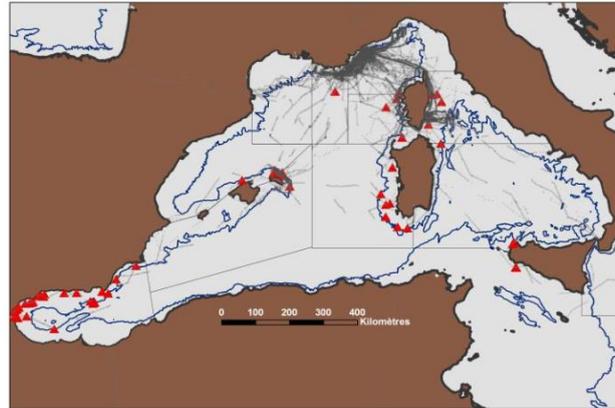
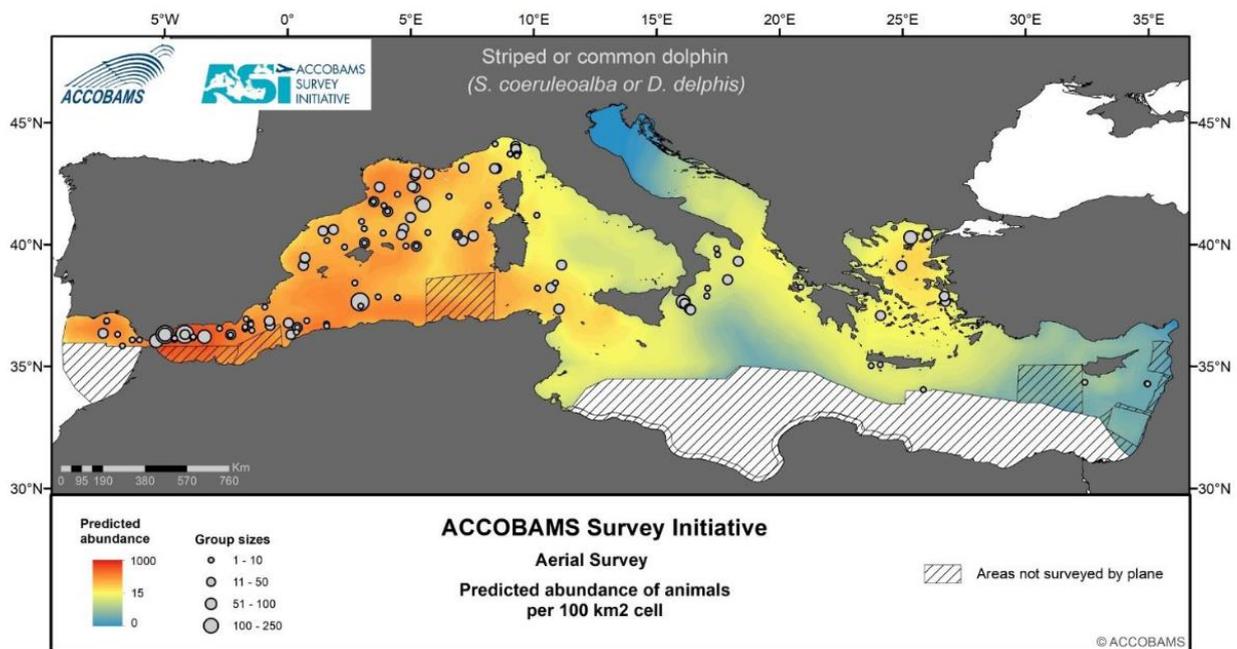


Figure 136 : Figure 45 : Prédiction de l'abondance des Dauphins communs ou rayés (indéterminés), à l'échelle méditerranéenne. (Source : Figure 32 du rapport ACCOBAMS, 2021)



Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population de Dauphin commun sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 31 : Statuts de protection et de rareté la population de Dauphin commun

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Méditerranée (2012)
Dauphin commun <i>Delphinus delphis</i>	Art. 2	An. IV	Préoccupation mineure (LC)	En danger (EN)



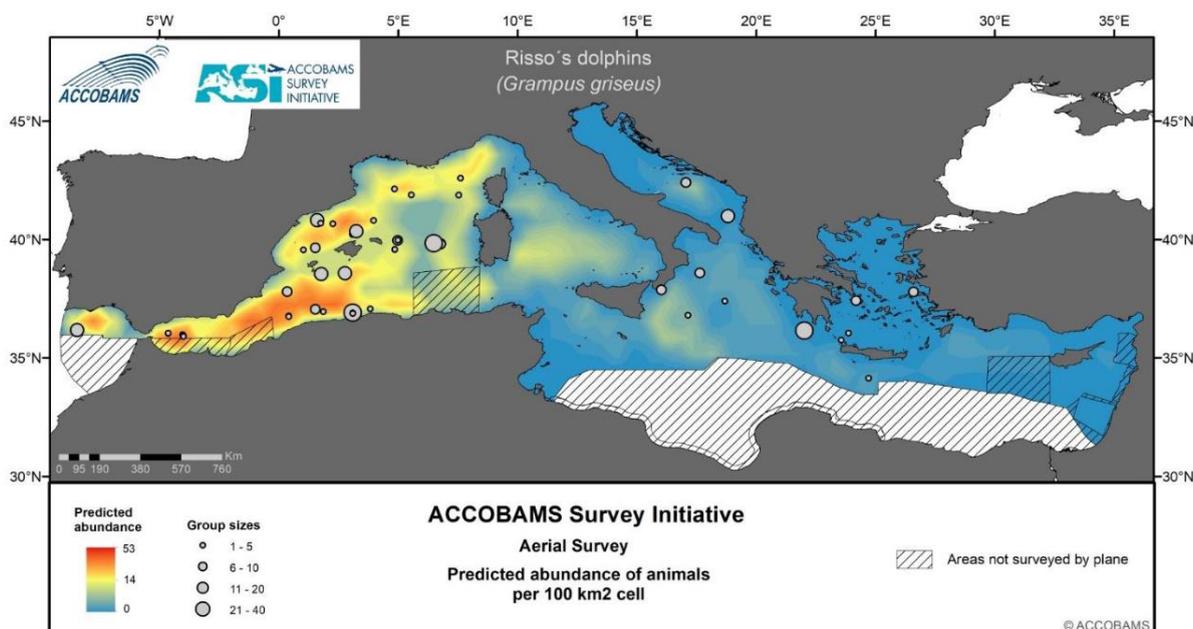
L'espèce est protégée en France et listée dans plusieurs accords internationaux (CITES, ACCOBAMS, Conventions de Berne et de Bonn...). Les principales menaces qui pèsent sur les populations de Dauphin commun proviennent des activités humaines : pollution et exploitation des mêmes ressources halieutiques, captures accidentelles (Bearzi et al. 2009). Actuellement, il existe peu de données permettant d'estimer l'impact de ces activités sur les populations de Dauphin commun dans les eaux européennes.

Les échouages de Dauphins communs sont très occasionnels en Méditerranée (Meheust et al. 2021) : trois cas d'échouages dans le golfe du Lion sur les dix dernières années environ (données RNE – Façade méditerranéenne 2010 à 2023).

Le Dauphin de Risso

Le Dauphin de Risso préfère les eaux pélagiques du talus continental avec un relief escarpé comme les eaux surplombant les canyons sous-marins (Azzellino et al. 2008 et Cañadas et al. 2002).

Figure 137 : Prédiction de l'abondance du Dauphin de Risso, *Grampus griseus*, à l'échelle méditerranéenne. (Source : Figure 29 du rapport ACCOBAMS, 2021)



La population méditerranéenne est distincte de la population atlantique (Gaspari et al. 2007). Le nombre actuel d'individus de cette espèce et la tendance démographique sont inconnus en Méditerranée mais, à partir des échouages et des observations mer, on estime que cette espèce de delphinidé est relativement rare. Dans le golfe du Lion, une douzaine de cas d'échouage a été recensé ces 10 dernières années environ). Laran et al. (2017) donnent des estimations du nombre d'individus dans le secteur Nord-Ouest de la Méditerranée de 2 037 individus en hiver (IC 95% = 709 – 5852) et 1 412 individus en été (IC 95% = 549 – 3736). Cependant aucune observation n'a été faite sur le plateau continental du golfe du Lion hormis le référencement d'une douzaine de cas d'échouage depuis ces 10 dernières années environ (données RNE – GdL 2010 à 2023).

Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population de Dauphin de Risso sont présentés dans le tableau ci-dessous.



Tableau 32 : Statuts de protection et de rareté la population de Dauphin de Risso

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Méditerranée (2012)
Dauphin de Risso <i>Grampus griseus</i>	Art. 2	An. IV	Quasi menacée (NT)	Données insuffisantes (DD)

L'espèce est également listée dans de nombreux accords internationaux (CITES, ACCOBAMS, Convention de Bern, de Bonn, de Barcelone, Arrêté du 1er juillet 2011, ...). Les principales menaces pesant sur l'espèce en méditerranée sont : les captures accidentelles, la pollution sonore et les contaminants chimiques (IUCN 2012 et références associées).

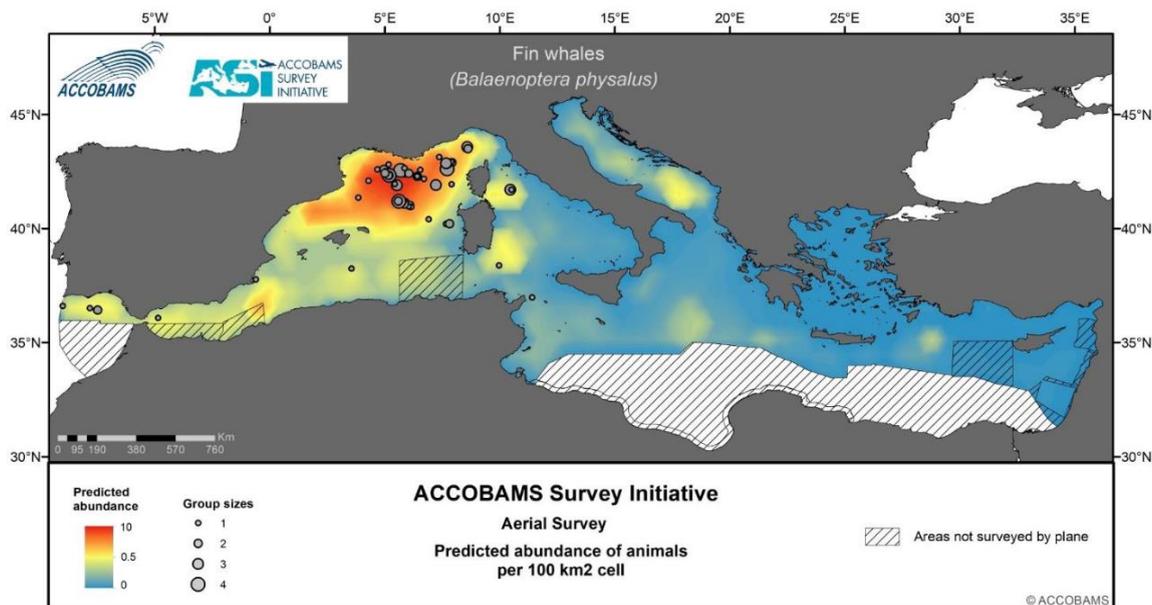
Le Rorqual commun

Le Rorqual commun est le seul mysticète fréquentant régulièrement la région, avec une population résidente en Méditerranée (Bérubé et al. 1998, Panigada et al.2021). Ce cétacé vit généralement en eau profonde en zones pélagiques et au niveau des canyons comme ceux au large du golfe du Lion (Bertille et al. MOOSE 2022) mais il peut fréquenter des zones moins profondes pour s'alimenter. Ainsi, il fréquente occasionnellement le plateau continental notamment au printemps. Les Rorquals communs nagent en général en solitaire ou par deux. Il est ponctuellement possible d'observer un rassemblement de quelques dizaines d'individus lorsque la nourriture (krill) est très abondante ou notamment en période de reproduction.

Le programme ASI a révélé un effectif estimée à 2 135 individus (95% CI=1 241-3 673). Les taux de rencontre maximaux avec le Rorqual commun sont localisés dans les eaux corso-liguro-provençales dont le large du golfe du Lion (ACCOBAMS 2021). Les observations confirment les données bibliographiques sur cette aire de répartition plutôt estivale (Panigada et al. 2006). Il a également été recensé des déplacements sur de longues distances à la fin de la saison printanière (Panigada et al. 2017(a)).

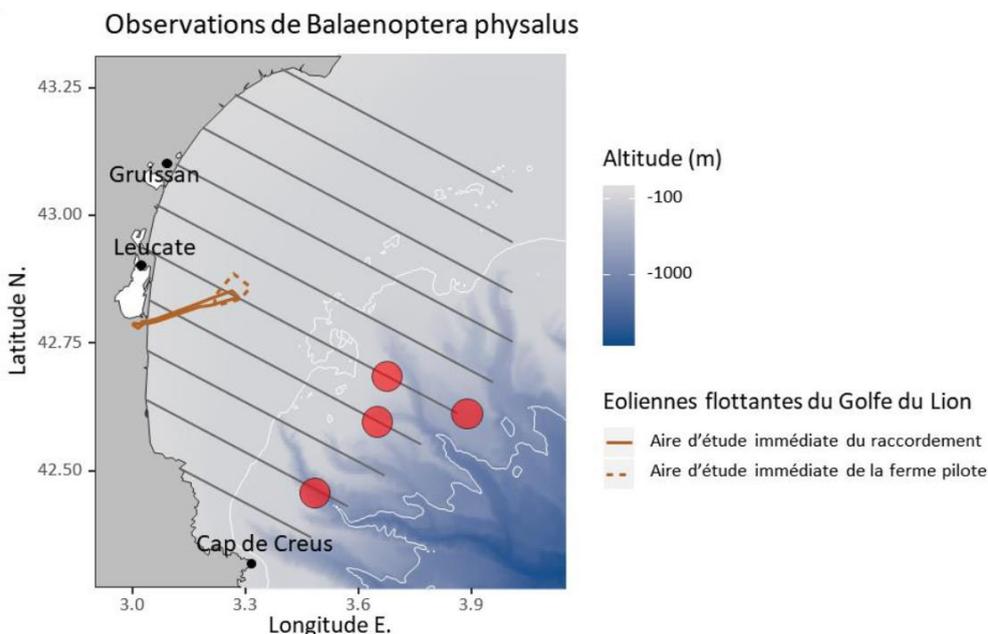


Figure 138 : Prédiction de l'abondance du Rorqual commun, *Balaenoptera physalus*, à l'échelle méditerranéenne. (Source : Figure 28 du rapport ACCOBAMS, 2021)



Remarque : Les observations visuelles par avion obtenues par Biotopie dans le cadre de la réalisation de l'état initial de l'environnement pour le projet de ferme pilote EFGL n'ont révélés la présence de Rorqual commun qu'au Sud de la zone 1 Occitanie, uniquement au printemps au niveau des têtes de canyons.

Figure 139 : Cartes des observations par avion de Rorqual commun, *Balaenoptera physalus*, selon la saison. Nombre de passages : hiver = 3, printemps = 2, été = 3, automne = 2. Toutes les observations ont eu lieu au printemps (Source : Biotopie, 2017)



Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population de Rorqual commun sont présentés dans le tableau ci-dessous.



Tableau 33 : Statuts de protection et de rareté la population de Rorqual commun

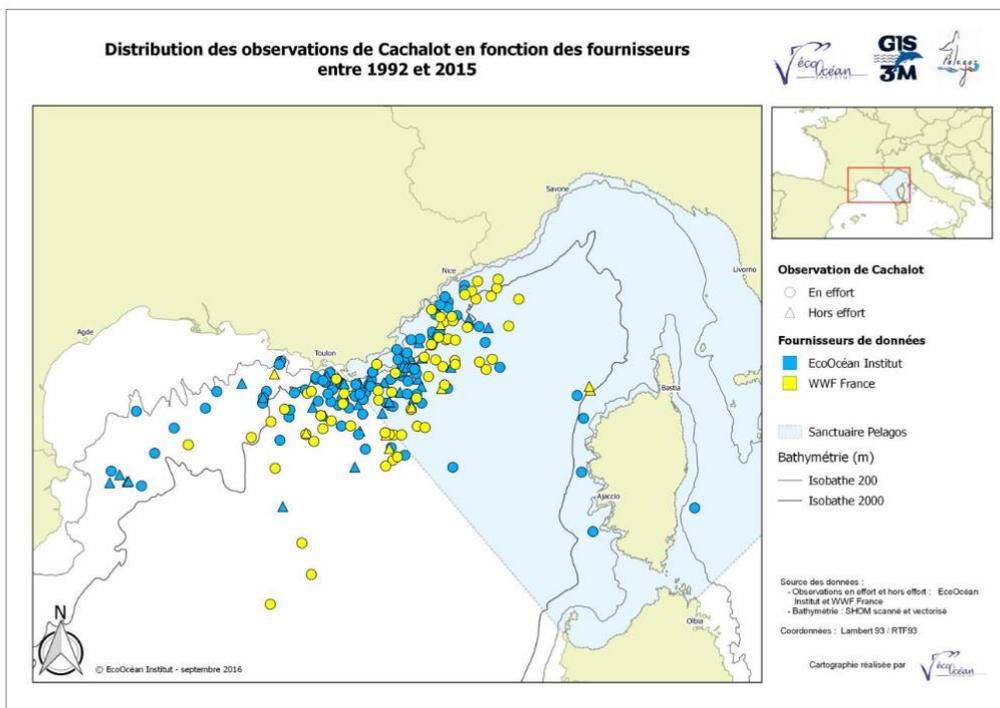
Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Méditerranée (2012)
Rorqual commun <i>Balaenoptera physalus</i>	Art. 2	An. IV	Quasi menacée (NT)	En danger (EN)

Depuis 2010, une dizaine de cas d'échouage a été recensée dans le golfe du Lion (données RNE – 2010 à 2023). Les principales menaces pour cette espèce concernent les collisions avec les navires, la pollution sonore et contaminants chimiques (UICN 2021 et les références associées).

Le Cachalot

Le Cachalot est une espèce généralement océanique qu'il est toutes fois possible d'observer près des côtes au niveau des canyons ou autres structures physiques faisant remonter les eaux profondes (Jefferson et al. 1996). La population méditerranéenne se distingue génétiquement de celle de l'Atlantique Nord (Drouot et al. 2004 ; Engelhaupt 2004). Les données de photo-identification tendent également à cette distinction (Carpinelli et al. 2014) et elles indiquent que l'espèce est largement mobile dans tout le secteur (Carpinelli et al. 2014 ; Rendell et al. 2014). Cependant, des analyses génétiques montrent que, s'ils existent, les échanges avec les individus présents dans le bassin Est de la Méditerranée restent faibles (Frantzis et al. 2011). Plusieurs observations de baleineaux en mer de Ligure et dans le golfe du Lion (Moulins et Würtz 2005 ; Laran et Gannier 2006 ; Laran et al. 2017) confirment que l'espèce se reproduit dans le secteur Nord-Ouest de la Méditerranée.

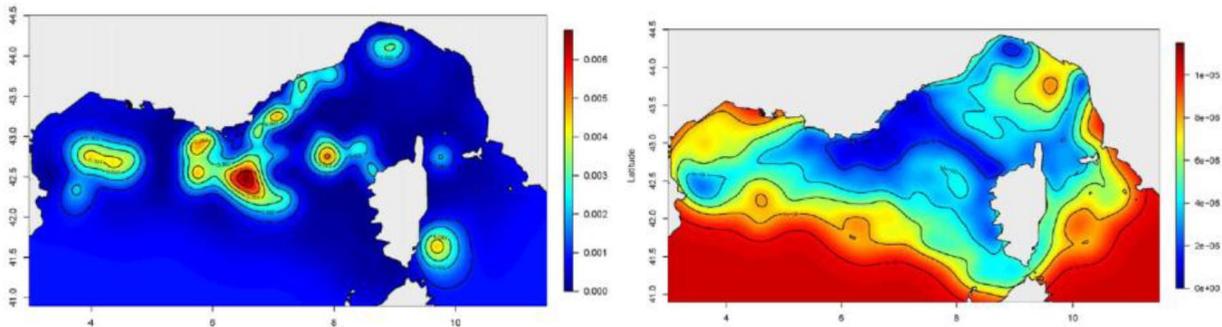
Figure 140 : Distribution des observations de Cachalots entre 1992 et 2015 en Méditerranée nord-occidentale. (Source : Carte 8 du rapport final Di-Méglio et al, 2016 - EcoOcéan Institut)





La densité de Cachalot au large du golfe du Lion compterait parmi les plus importantes de Méditerranée selon Gannier et al. (2002). D'après l'étude de Laran et al. 2017, les données de la campagne SAMM I ne révèle pas de grande différence saisonnière dans l'abondance de cette espèce. Pirootta et al. (2021) fournissent une estimation du nombre total d'individus de la population dans le bassin Ouest Méditerranéen à environ 400 individus (Intervalle de confiance à 95% = 200-1000).

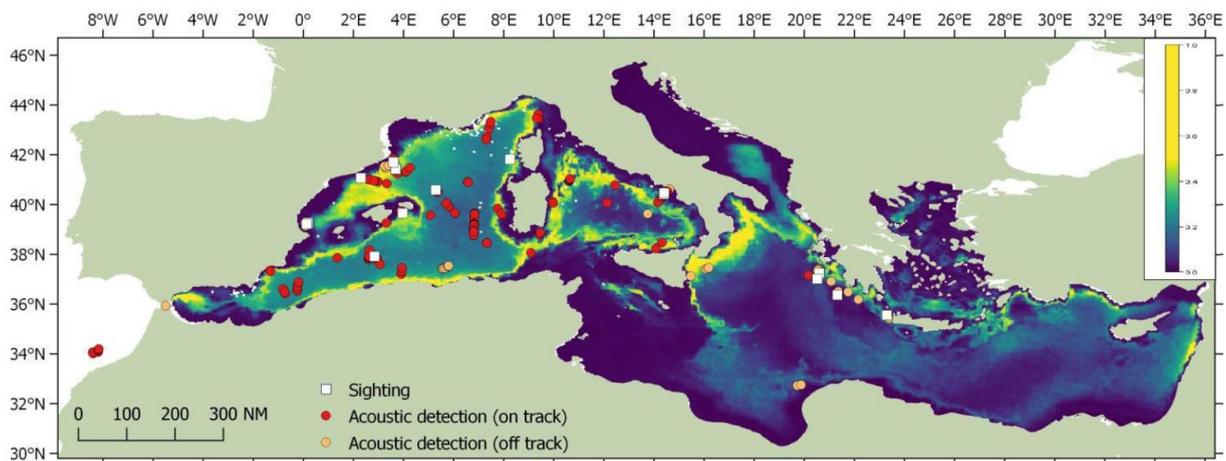
Figure 141 : Cartes issues de Delacourtie et al. (2009). A gauche, les valeurs krigées (espérance du nombre d'observations de Cachalots par kilomètre d'effort) pour les années 1994 à 2008 cumulées. A droite, les variances krigées associées (carré de l'erreur du nombre moyen des observations de Cachalots par kilomètre d'effort). La distribution du Cachalot dans le golfe du Lion est extrapolée à partir des observations effectuées en mer de Ligurie.



Avec des données plus récentes (visuelles et acoustiques) de la campagne ASI, la présence de cachalot au Sud du golfe du Lion est confirmée.

Figure 142 : Carte de densité prédite par Mannocci et al. (2018b) montrant les régions d'habitat idéal pour les cachalots (jaune = probabilité la plus élevée, bleu = probabilité la plus faible) et sur laquelle sont superposées les observations réalisées en bateau lors de la campagne ASI (carrés blancs et cercles rouges/orangés respectivement).

Source : Figure 60 du rapport ACCOBAMS, 2021.



Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population de Cachalot sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 34 : Statuts de protection et de rareté la population de Cachalot

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Méditerranée (2021)
Cachalot <i>Physeter macrocephalus</i>	Art. 2	An. IV	Vulnérable (VU)	En danger (EN)

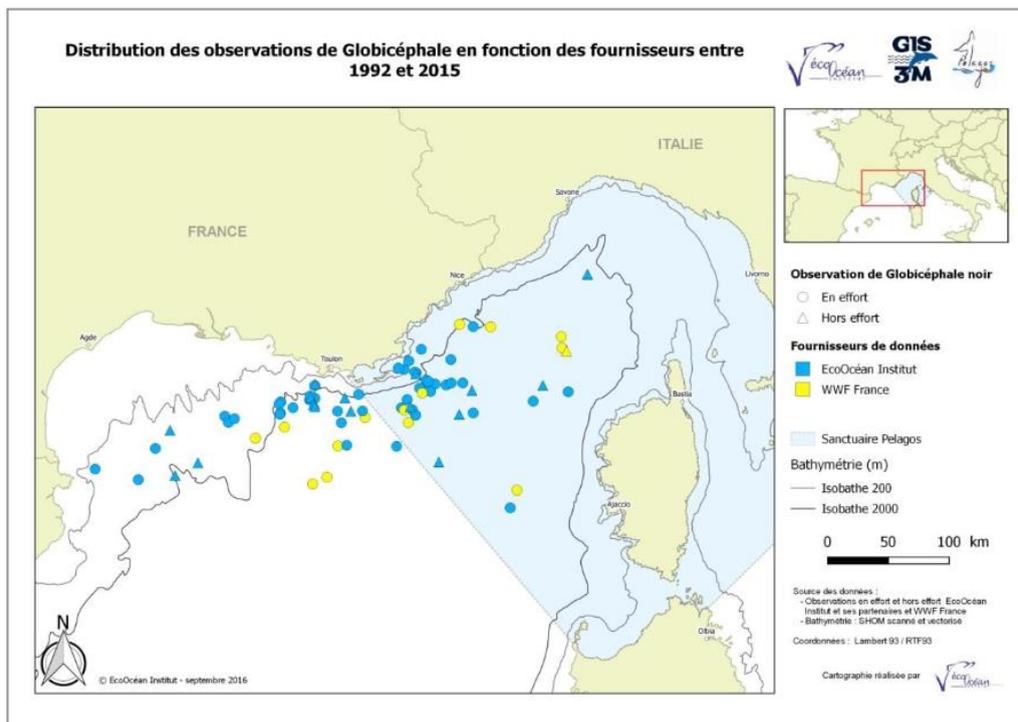


L'espèce est listée dans de nombreux accords internationaux (CITES, ACCOBAMS, Conventions de Bern, de Bonn et de Barcelone...). La problématique des filets dérivants et les collisions dues au trafic maritime sont les principales menaces pesant sur cette espèce. Les nuisances sonores (IUCN 2006 et références associées) et l'ingestion de plastique (De Stephanis et al. 2013 ; Notarbartolo-Di-Sciara 2014) sont des menaces secondaires. Les échouages de Cachalot sont rarement observés dans ce secteur de la Méditerranée (Praca et al. 2011). Depuis 2010, deux cas d'échouages ont été recensés à l'échelle du golfe du Lion (données RNE – 2010 à 2023).

Le Globicéphale noir

L'espèce est principalement rencontrée hors du plateau continental dans des eaux profondes (Azzellino et al. 2008 ; Cañadas et al. 2005) mais elle est plus fréquente près de la côte pendant la reproduction. Des études récentes de génétique et de photo-identification distinguent deux populations dans le bassin ouest de Méditerranée : une petite avec moins de 250 individus dans le détroit de Gibraltar et l'autre plus importante qui s'étend de la mer d'Alboran à la mer Tyrrhénienne (Notarbartolo di Sciara et al. 2016). L'abondance du Globicéphale noir a également été estimée par Laran et al. (2017) suite aux campagnes SAMM. Cette estimation chiffre la population dans le golfe du Lion à 43 individus en hiver (IC à 95% = [8 ; 223]). Cette estimation s'élève à 252 individus (IC à 95% = [89 ; 716]) en bordure de plateau dans le bassin ouest méditerranéen en hiver et à 650 individus (IC à 95% = [166 ; 2538]) dans cette même zone en été.

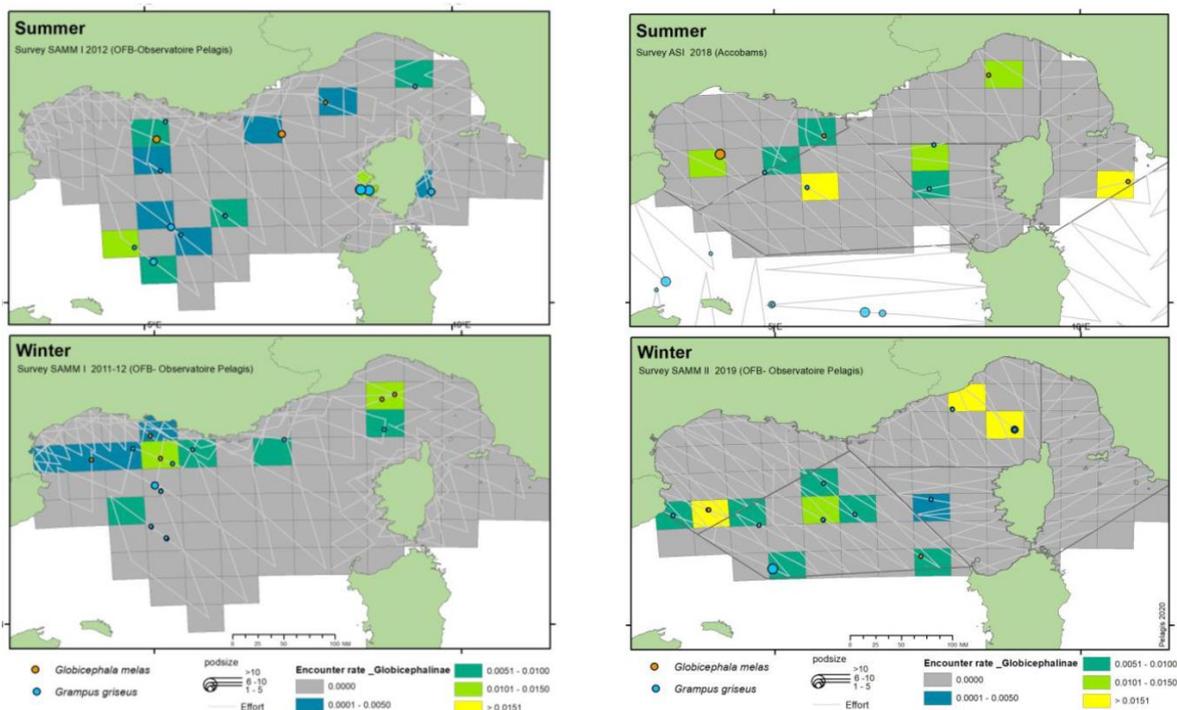
Figure 143 : Distribution des observations de Globicéphale ots entre 1992 et 2015 en Méditerranée nord-occidentale. (Source : Carte 7 du rapport final Di-Méglio et al, 2016 - EcoOcéan Institut)



Les campagnes SAMM et ASI démontrent une distribution estivale des Globicéphales noirs sensiblement similaire entre 2011-2012 et 2018-2019. Aucune donnée n'ont été relevées dans le golfe du Lion en hiver 2019.



Figure 144 : Taux de rencontre pour 1000 km d'effort et pointage des observations pour les Globicéphalinés. SAMM I (campagnes d'hiver 2011 et d'été 2012) à droite. SAMM II (campagne d'hiver 2019) et ASI (campagne d'été 2018) à gauche. (Source : Laran et al. 2021. Suivi aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine – Rapport final)



Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population de Globicéphale noir sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 35 : Statuts de protection et de rareté la population de Globicéphale noir

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Méditerranée (2012)
Globicéphale noir <i>Globicephala melas</i>	Art. 2	An. IV	Préoccupation mineure (LC)	Données insuffisantes (DD)

Le Globicéphale noir est listé dans de nombreux accords internationaux (CITES, ACCOBAMS, Convention de Bern, Convention de Bonn, Protocole SPA/BD Convention de Barcelone, Arrêté du 1er juillet 2011, ...) Le Globicéphale noir n'est pas soumis à de graves menaces en Méditerranée à l'exception d'une épidémie de morbillivirus (Fernandez et al. 2008). Les menaces potentielles sont les captures accidentelles, la pollution sonore (IUCN 2010).

On dénombre, à l'échelle du golfe du Lion, trois cas d'échouage recensés depuis 2010 (données RNE – Façade méditerranéenne 2010 à 2023).



La Baleine à bec de Cuvier

La Baleine à bec de Cuvier fréquente les zones où la bathymétrie excède 1000 m de préférence en bordure de plateau continental et en présence de canyon sous-marins (Notarbartolo di Sciara 2002 ; Gannier et Epinat 2008 ; MacLeod et D'Amico 2006 ; Canadas et al., 2016). Une tentative relativement récente de modélisation de l'habitat des baleines de Cuvier dans la mer Tyrrhénienne (Arcangeli et al. 2015), semble indiquer que celui-ci est plus vaste que précédemment supposé, et surtout, capable de varier dans le temps. La population méditerranéenne est génétiquement distincte de la population atlantique (Dalebout et al. 2005). Si l'espèce fait partie des cétacés les plus communs en mer Méditerranée, elle reste assez rare (Gannier et Epinat 2008). Ainsi, elle n'a été aperçue que deux fois au cours des deux saisons d'échantillonnage de la campagne SAMM I (Laran et al. 2017) et donc aucune estimation fiable de sa densité n'a pu être calculée grâce à cette campagne. Au cours de la campagne ASI, quelques individus ont été détectés acoustiquement au sud du golfe du Lion, zone déjà connue par les observations récurrentes de l'espèce dans le canyon Lacaze-Duthiers (David et al., 2018 ; Canadas et al., 2016).

Figure 145 : Les observations de *Ziphius de Cuvier*, cétacé teuthophage préférentiel (1988-2012). (Sources : Figure 3 de l'article Groupe de Recherche sur les Cétacés – Gannier, 2018).

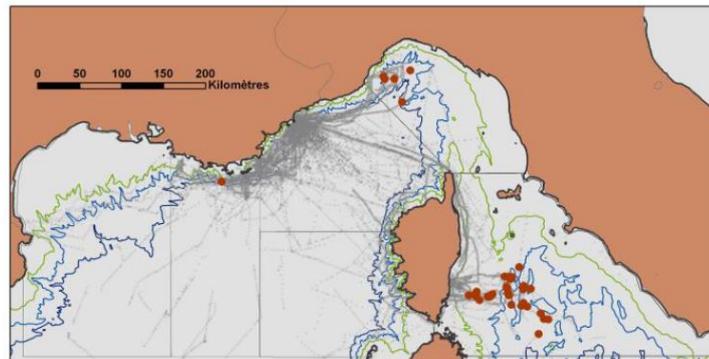
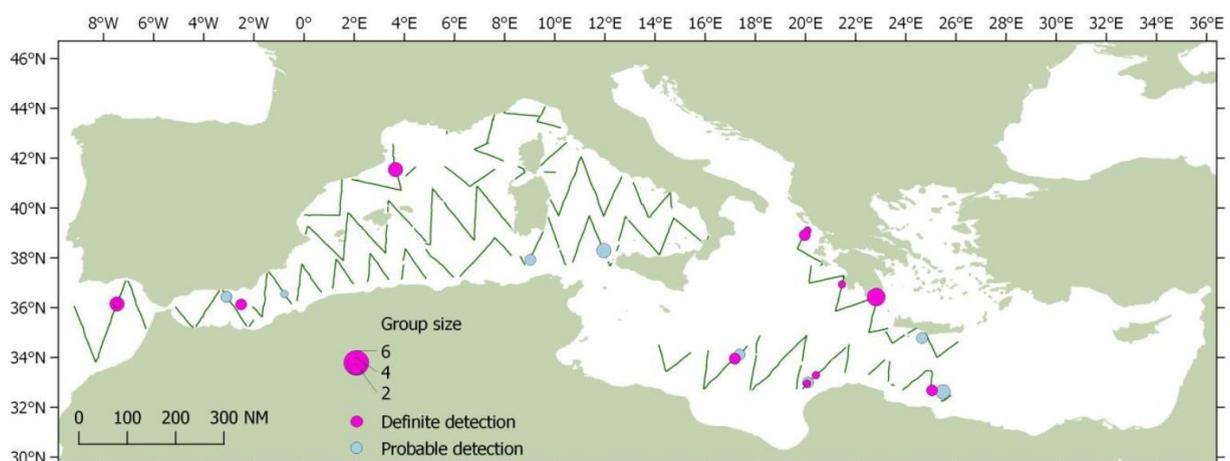


Figure 146 : Détections acoustiques de baleines à bec réalisées lors des campagnes acoustiques Song of the Whale de l'été 2018. La surface des symboles est proportionnelle à la taille du groupe (Sources : Figure 57 du rapport ACCOBAMS, 2021).



Aucune estimation officielle du nombre d'individu de la population méditerranéenne ou de son évolution n'est disponible à l'échelle de la population méditerranéenne. Toutefois, Cañadas et al. (2016) proposent un ordre de grandeur de quelques milliers d'individus.



L'espèce est listée dans de nombreux accords internationaux (CITES, ACCOBAMS, Convention de Bern, Protocole SPA/BD Convention de Barcelone, Arrêté du 1er juillet 2011, ...). Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population de Baleine à bec de Cuvier sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 36 : Statuts de protection et de rareté la population de Baleine à bec de Cuvier

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Méditerranée (2012)
Baleine à bec de Cuvier <i>Ziphius cavirostris</i>	Art. 2	An. IV	Données insuffisantes (DD)	Données insuffisantes (DD)

Du fait de son habitat océanique, cette espèce est relativement peu exposée aux activités humaines mais elle est particulièrement sensible aux bruits sous-marins. Elle est listée spécifiquement dans les lignes directrices de l'ACCOBAMS et dans celles du ministère français visant à limiter les impacts du bruit.

Des échouages de masse antérieurs ont été corrélés à l'utilisation de sonars militaires (Littardi et al. 2004 ; Cox et al. 2005 ; D'Amico et al. 2009). Il s'agirait de la principale menace pesant sur cette espèce en Méditerranée, les autres types de menace évoqués par Notarbartolo di Sciara et al. (2016) étant les captures accidentelles et l'ingestion de plastique.

Aucune tendance ne se dégage des données d'échouage sur les vingt dernières années (Dars et al. 2017). Seules deux observations ont été recensées depuis 2010 à l'échelle du golfe du Lion (données RNE - 2010 à 2023). A noter que la plupart des échouages de baleine de Cuvier sur la façade Méditerranéenne française sont observés à l'Est du Rhône (Gannier et Epinat 2008) ou en Corse (Dhermain et le Réseau Echouage Méditerranéen 2016).



4.3.8.2 Tortues marines

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES ET PRINCIPAUX PROGRAMMES D'ÉTUDE POUR LES TORTUES MARINES

Les principaux programmes de collecte de données et sources bibliographiques pour les tortues marines sont les suivants :

- Le suivi scientifique des tortues marines de la façade méditerranéenne par le Réseau Tortues Marines de Méditerranée Française (RTMMF), coordonné par la Société Herpétologique de France. Le RTMMF intervient également sur les échouages et il est en lien étroit avec les centres de soins du CESTMed dans l'Hérault et CRFS à Antibes. Le RTMMF participe au Programme scientifique « Observatoire des Tortues marines : réseaux d'échouage, de sauvetage et d'observation de Tortues Marines de France métropolitaine et de Saint Pierre et Miquelon » 2021-2026
- Le programme OBSMER de l'Ifremer (observateurs embarqués) collecte des observations de tortues marines depuis 2003. Les campagnes annuelles d'évaluation des ressources halieutiques PELMED (PELagiques MEDiterranée) apportent également des données complémentaires d'observations de mégafaune marine.
- Campagnes de Suivi Aérien de la Mégafaune Marine (SAMM) menées par l'OFB et l'Observatoire Pelagis. Ce dernier met également en œuvre le dispositif MEGASCOPE en plaçant des observateurs expérimentés sur les navires utilisés lors des campagnes halieutiques ou océanographiques.
- Etudes d'impacts environnementales des trois projets pilotes d'éoliennes flottantes en Méditerranée (EFGL, EOLMED et PGL) issues d'expertises par bateau, avions et radar. Ainsi que les données collectées dans ce cadre sur le site d'essai MISTRAL situé à l'embouchure du Rhône.
- Rapport scientifique d'évaluation de l'état écologique des tortues marines en France Métropolitaine – par le MNHN, pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM (Simian G & Artero C, 2018).
- Programme d'acquisition de connaissances sur des tortues équipées de balises télémétriques Argos depuis un an, mené par le Muséum d'histoire naturelle de Paris (MNHN). L'objectif de ce programme de 4 ans, est de connaître les trajets qu'effectuent les tortues, les zones où elles préfèrent rester et déduire les endroits à hauts risques pour mieux préserver l'espèce.
- Sextant, infrastructure de données géographiques marines et littorales développée par l'Ifremer, recense une grande partie des observations de tortues marines en mer sur la façade méditerranéenne depuis 1990 (la base comprend des données biblio depuis 1554). Les données proviennent de professionnels de la pêche, d'observateurs affectés au suivi des mammifères et oiseaux en mer sur les campagnes halieutiques annuelles (OBSMER cf. IFREMER), de chercheurs (IFREMER, ECO OCEAN INSTITUT, et autres associations du GIS 3 M (WWF...), de plaisanciers.
- Plateforme collaborative d'observations en mer ObsenMer, qui complètent également les jeux de données sur les tortues marines.

Autres travaux de recherche :

- **Une synthèse des connaissances** sur les tortues marine se reproduisant en Méditerranée et priorités de conservation et de recherche, de Casale et al. (2018)



- **Publication scientifique rédigée dans le cadre de l'ACCOBAM Survey Initiative (ASI)**, projet développé et mise en œuvre par le Secrétariat Permanent de l'Accord sur la Conservation des Cétacés de la Mer Noire, de la Méditerranée et de l'Atlantique (ACCOBAMS) : estimations d'abondance de la tortue Caouanne à l'échelle du bassin méditerranéen à partir de suivis par transects linéaires (DiMatteo et al., 2022).

Pour les statuts de conservation et de menaces, nous avons utilisé les Listes Rouges suivantes :

Monde	IUCN. 2011. The IUCN Red List of Threatened Species https://shuriken-status.biotope.fr/ - /publication/874/section/624
France	UICN France, MNHN & SHF (2015). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France https://shuriken-status.biotope.fr/ - /publication/874/section/624



Légende des statuts réglementaires pour les mammifères marins :

Protection nationale :	Arrêté interministériel du 14 octobre 2005 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection.
Directive Habitat :	Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (modifiée par la Directive 97/62/CEE du Conseil du 27 octobre 1997

ESPECES RENCONTREES DANS LE GOLFE DU LION

Le golfe du Lion est principalement fréquenté par la tortue Caouanne (*Caretta caretta*). C'est l'espèce la plus commune en mer Méditerranée.

Deux autres espèces de tortues marines peuvent être rencontrées dans le golfe du Lion :

- La tortue Luth (*Dermochelys coriacea*)
- La tortue Verte (*Chelonia mydas*)

La tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*) et la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) n'ont été observées que de très rares fois en Méditerranée.

Seules la tortue Caouanne et la tortue Verte se reproduisent en mer Méditerranée.

Il y a peu de programmes ou projets sur les tortues marines ciblant le secteur du projet, c'est pourquoi nous nous basons principalement sur des jeux de données et résultats d'analyse à des échelles plus larges (golfe du Lion, et sous-région marine de Méditerranée occidentale).

Les données de captures accidentelles et d'échouages répertoriées par le RTMMF et les observateurs embarqués du programme OBSMER illustrent la prépondérance de la tortue Caouanne pour la sous-région marine de Méditerranée occidentale (Simian G & Artero C, 2018) :

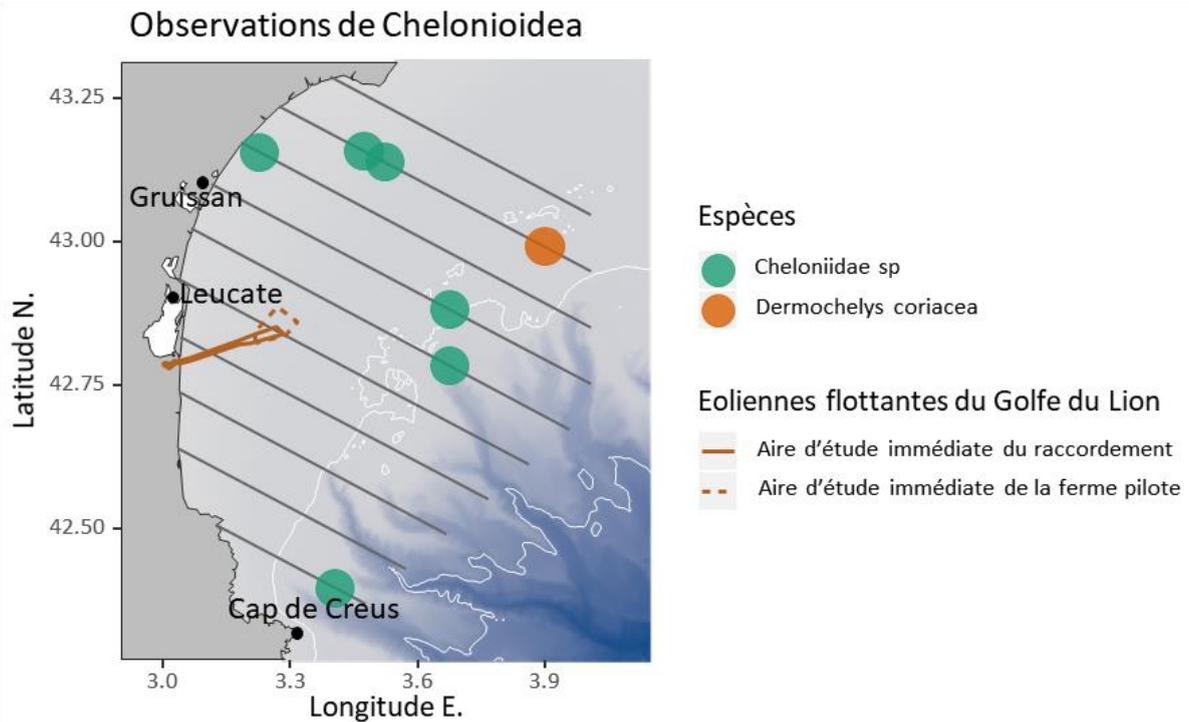
sur la période 2001-2017, 454 cas de captures de tortues Caouannes recensées contre 9 captures de tortues Luth ;



sur la période 2008-2017, 582 échouages de tortues Caouannes recensées (avec d'importantes variations interannuelles) contre 16 de tortues Luth (faible et relativement stable dans le temps).

Les observations visuelles par avion et par bateau menées par Biotope dans le cadre de la réalisation de l'état initial de l'environnement pour le projet de ferme pilote EFGL reflètent la prépondérance de tortues Caouannes (Figure 147). Ces observations restent trop peu nombreuses pour fournir des estimations fiables de fréquentation des aires d'étude immédiate et éloignée.

Figure 147 : Cartes des observations par avion de tortues marines (10 passages). Toutes les observations ont eu lieu en été. « Cheloniidae sp » désigne les tortues à écaille non identifiées à l'espèce. (Source : Biotope, 2017)



NB : La tortue caouanne (*Caretta caretta*) est la plus abondante et la seule rencontrée en bateau (une observation en été).

Lors du suivi SAMM dans la SRM Méditerranée occidentale, aucune tortue Luth n'a été observée. Les abondances estimées (nombre d'individus) des tortues observées concernent donc les Chélonidés et sont de 3295 en hiver 2011 et 11 776 en été 2012 (Simian G & Artero C, 2018).

Figure 148 : Nombre d'individus par km² de tortues marines du groupe des chélonidées dans la SRM Méditerranée occidentale en hiver 2011 (A) et été 2012 (B). Source : Simian G & Artero C, 2018.

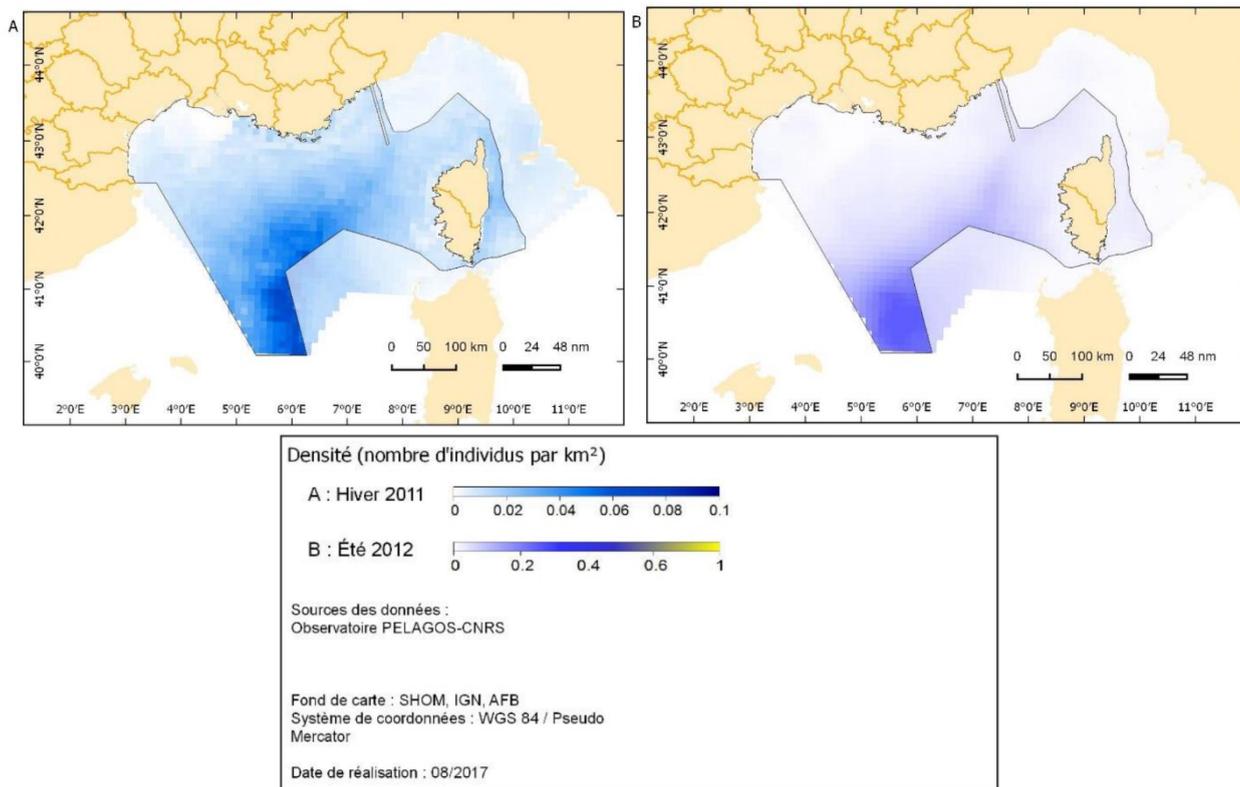
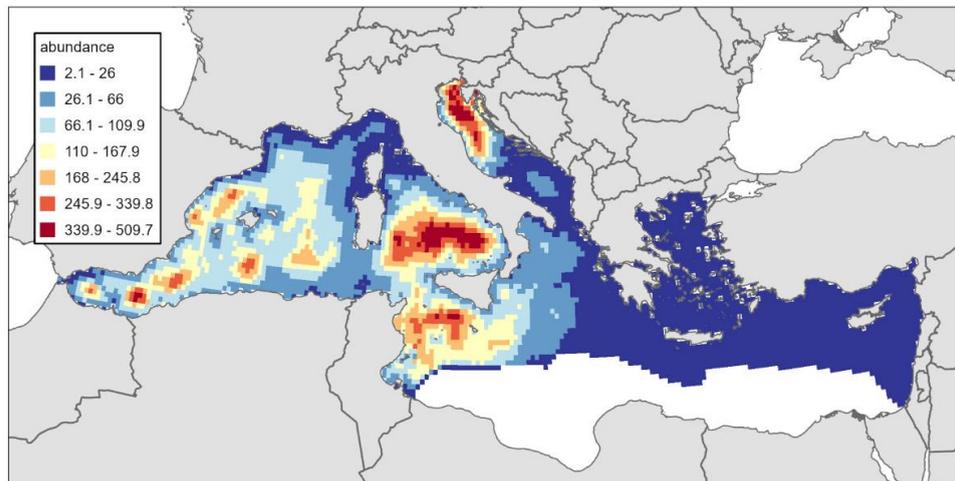


Figure 149 : Prédictions d'abondance de la tortue caouanne en mer Méditerranée pour l'été 2018, ne prenant pas en compte les biais de disponibilité de l'espèce. Echelle : nombre d'individus par cellule de grille de 100km². Zone blanche = zone non prospectée du sud de la mer Méditerranée. Source : DiMatteo et al. 2022



Remarque : les biais de disponibilité sont liés aux temps de plongée et intervalles en surface, qui diffèrent entre jour/nuit, profondeur et saison chaude/froide

Le programme de suivi télémétrique (mis en œuvre par le CestMed) des tortues Caouannes, l'espèce de tortue dominante en Méditerranée, met en évidence le caractère transitoire de leur présence dans le golfe du Lion. Elles ne semblent pas avoir de préférences marquées entre la fréquentation du plateau continental, des fosses ou du talus océanique mais toutes les observations ont eu lieu en été.



Il apparaît que les principaux sites de nidification des tortues nidifiant en Méditerranées (les Caouannes et les Vertes) se concentrent sur l'est du bassin méditerranéen (Casale et al. 2018). Ils sont rares en Méditerranée occidentale.

Sur la façade méditerranéenne française, notons une tentative de ponte de tortue Caouanne dans le Var il y a 10 ans, une autre en Corse il y a 3 ans. Plus exceptionnellement, une ponte est arrivée à terme en Occitanie (Maguelonne (34)) en 2018 et deux autres en juillet 2020 dans le Var (Fréjus et Saint-Aygulf (83)).

Utilisation du bassin méditerranéen et du golfe du Lion (Casale et al. 2018)

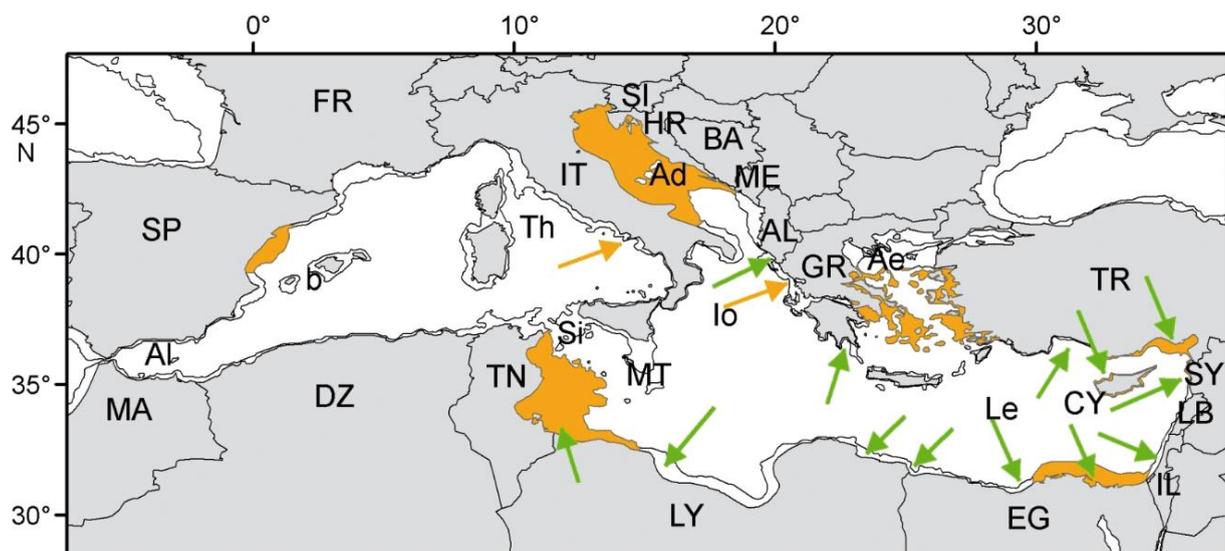
- Zones de nurserie

Les études montrent que l'Ouest du bassin méditerranéen ne présente pas les conditions nécessaires pour une zone de nurserie de l'espèce prépondérante en Méditerranée, à savoir les tortues Caouannes. Les modèles de dispersion et zones de densité des tortues Vertes suggèrent également que les zones de nurserie ne concerneraient pas le golfe du Lion.

- Zones d'alimentation offshore, zones d'alimentation du plateau continental et aires d'hivernage

Les programmes d'acquisition de données aériennes restent insuffisants pour comparer les différentes zones du bassin méditerranéen. L'un des indicateurs d'abondance relative qui pourrait être valorisé serait le taux de captures accidentelles répertorié dans les engins de pêche.

Figure 150 : Zones d'alimentation du plateau continental et aires d'hivernage méditerranéennes des tortues Caouannes *Caretta caretta* (zones et flèches oranges) et des tortues Vertes *Chelonia mydas* (flèches vertes). De manière conventionnelle, le plateau continental est délimité par la ligne isobathe de 200m. Source : Casale et al. 2018



Les sources bibliographiques citées ci-dessus et les résultats du programme de suivi télémétrique (CestMed) des tortues marines dans le golfe du Lion révèlent que celles-ci sont hautement mobiles. Dans le cas le mieux connu, celui de l'espèce la plus fréquente (la tortue Caouanne), les individus évoluent dans l'ensemble de la Méditerranée en effectuant une migration vers les sites de ponte dans le bassin est en passant entre les îles de la mer Tyrrhénienne. Pour les espèces de tortues qui ne pondent pas en Méditerranée, le détroit de Gibraltar est le lieu stratégique où se produisent les échanges avec l'Atlantique.

Le golfe du Lion ne constitue pas un lieu de passage stratégique dans les migrations de tortue marines en Méditerranée.



Les statuts réglementaires de protection et les statuts de rareté des populations de tortues marines dans le golfe du Lion sont les suivants :

Tableau 37 : Statuts de protection et de rareté des tortues marines présentes dans le golfe du Lion

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Monde (2011)	Liste rouge France (2015)
Tortue caouanne (<i>Caretta caretta</i>)	X	II/IV	En danger (EN)	DD
Tortue Luth (<i>Dermochelys coriacea</i>)	X	IV	En danger critique (CR)	DD
Tortue verte (<i>Chelonia mydas</i>)	X	II/IV	En danger (EN)	NA



4.3.8.3 Elasmobranches et grands poissons pélagiques

PRINCIPALES SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES POUR LES ELASMOBRANCHES ET GRANDS POISSONS PELAGIQUES

Les principales sources bibliographiques pour ce compartiment se basent sur les documents suivants :

- Rapport du programme ASI :
ACCOBAMS, 2021. Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the mediterranean sea from 2018-2019 surveys. By PANIGADA S., BOISSEAU O., CAÑADAS A., LAMBERT C., LARAN S., MCLANAGHAN R., MOSCROP A. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS SURVEY INITIATIVE PROJECT, Monaco, 177 pp.
- Rapports du programme PACOMM - campagnes SAMM :
 - LARAN S., NIVIERE M., GENU M., DOREMUS G., SERRE S., SPITZ J., VAN CANNEYT O. ET AUTHIER M. 2021. Distribution et abondance de la mégafaune marine lors des campagnes SAMM cycle I et II en Méditerranée. Rapport Final. Observatoire PELAGIS (UMS 3462, La Rochelle Université/CNRS) & OFB. 76 pp.
 - PETTEX, E., FALCHETTO, H., DORÉMUS, G., CANNEYT, O., STEPHAN, E., DAVID, L., STERCKEMAN, A. et RIDOUX, V., 2013. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine - Rapport intermédiaire.
 - SERRE, S., DAVID, L., DI-MEGLIO, N., DOREMUS, G., LARAN, S., SPITZ, J. ET VAN CANNEYT, O., 2019. Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine. SAMM II Méditerranée hiver 2019. Rapport de campagne de l'Observatoire PELAGIS. 52 p.
- Etudes d'impacts environnementales des trois projets pilotes d'éoliennes flottantes en **Méditerranée (EFGL, EOLMED et PGL)** issues d'expertises par bateau, avions et radar. Ainsi que les données collectées dans ce cadre sur le site d'essai MISTRAL situé à l'embouchure du Rhône.
- Rapport du programme MEGASCOPE – campagnes PELMED et MOOSE–GE :
DOREMUS G., BLANCHARD A., SANCHEZ T., PELTIER H., VAN CANNEYT O., CHABROLLE A. 2022. MEGASCOPE : Suivi de la distribution de la mégafaune marine en Manche, Atlantique et Méditerranée en 2021. Rapport scientifique de l'Observatoire PELAGIS. 69 p.

Pour les statuts de conservation et de menaces, nous avons utilisé les Listes Rouges suivantes :

Europe	UICN (2015). Liste rouge des espèces menacées, évaluation européenne. UICN (2012). Liste rouge des espèces menacées, évaluation européenne.
France	UICN Comité français, MNHN, SFI & AFB (2019). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Poissons d'eau douce de France métropolitaine. Paris, France
Population méditerranéenne	UICN (2016). La Liste rouge des espèces menacées, évaluation méditerranéenne.

Légende des statuts réglementaires pour les grands pélagiques :

Protection nationale :	Arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national.
------------------------	--



Protection européenne :	Règlement (CE) No 1100/2007 DU CONSEIL du 18 septembre 2007 instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes
Directive Habitat :	Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (modifiée par la Directive 97/62/CEE du Conseil du 27 octobre 1997)

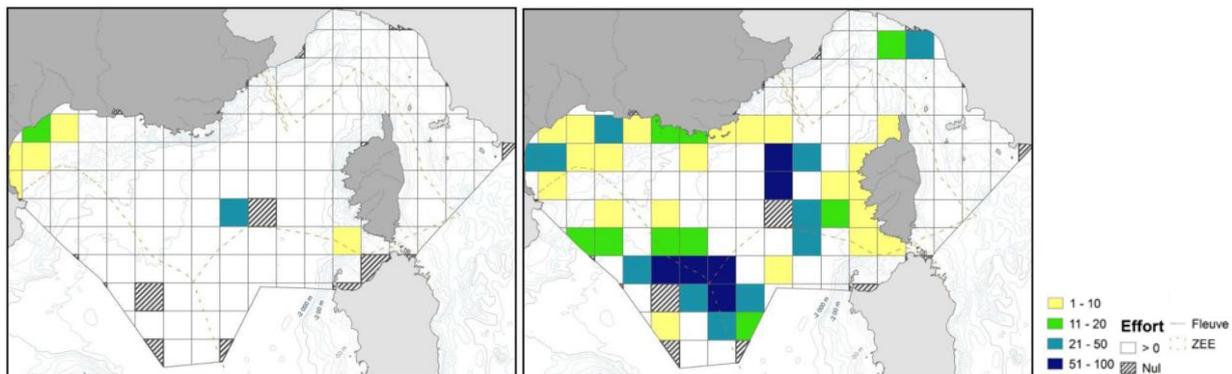
ESPECES RENCONTREES DANS LE GOLFE DU LION

Les grands pélagiques exploités que l'on peut rencontrer sont : le thon rouge, le germon et autres espèces de petits thonidés (pélamides, bonites) et l'espadon. D'autres espèces non recherchées pour la pêche peuvent également être observées dans le golfe du Lion comme les requins peau bleue, blanc et pèlerin et le poisson lune.

Les Thonidés

Le thon rouge, qui reste l'espèce la plus abondante, fait l'objet d'un plan de sauvegarde en raison de sa surexploitation dans les années 90-2000. Sa présence est considérée saisonnière dans le golfe du Lion. Les observations aériennes réalisées dans le cadre des campagnes SAMM en hiver 2011 et été 2012 montrent que les thons et bonites sont beaucoup plus nombreux en été qu'en hiver, saison pendant laquelle ils sont observés dans le golfe du Lion et sporadiquement dans la strate océanique. En été, ces espèces occupent tout le secteur survolé à l'est de la Corse, en grande densité au sud-ouest de la strate océanique.

Figure 151 : Taux de rencontre en nombre d'observations pour 1000 km d'effort pour les thons et les bonites (*Thunnus spp*, *Sarda sp*). SAMM I - campagne d'hiver 2011 (à droite) - SAMM II - campagne d'été 2012 (à gauche). (Source : Pettex et al. Suivi aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine – Rapport intermédiaire)



Une zone de reproduction à proximité du golfe du Lion se trouve au niveau des Baléares (Aranda, 2013). Les autres zones de concentration de thon mature se situent en Sicile au large des côtes du Maghreb et dans l'est méditerranéen. Les juvéniles et subadultes se rapprochent des côtes en grandissant (pêcheur professionnel com. pers.) notamment dans le golfe du Lion.

Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population du Thon rouge sont présentés dans le tableau ci-dessous.

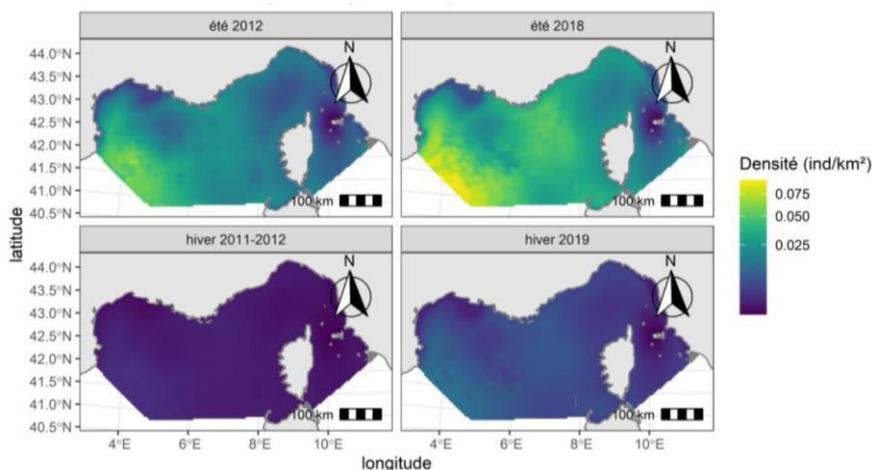
Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge Méditerranée (2011)
Thon rouge <i>Thunnus thynnus</i>			Quasi-menacée (NT)	En danger (EN)



L'Espadon

Les campagnes SAMM ont permis de réaliser des cartographies de densité pour l'Espadon (*Xiphias gladius*). Ainsi, elles soulignent une plus forte densité de l'espèce en saison estivale ; particulièrement au nord-est des îles Baléares et plus faiblement dans la portion côtière des eaux du golfe du Lion. Il semble y avoir une augmentation de densité et d'abondance entre les campagnes SAMM I et SAMM II (Laran et al. 2021).

Figure 152 : Prédiction de densité de l'Espadon, *Xiphias gladius*, à l'échelle méditerranéenne. (Source : Annexe 12 du rapport final des campagnes SAMM I et II. Laran et al., 2021)



Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population d'Espadon sont présentés dans le tableau ci-dessous.

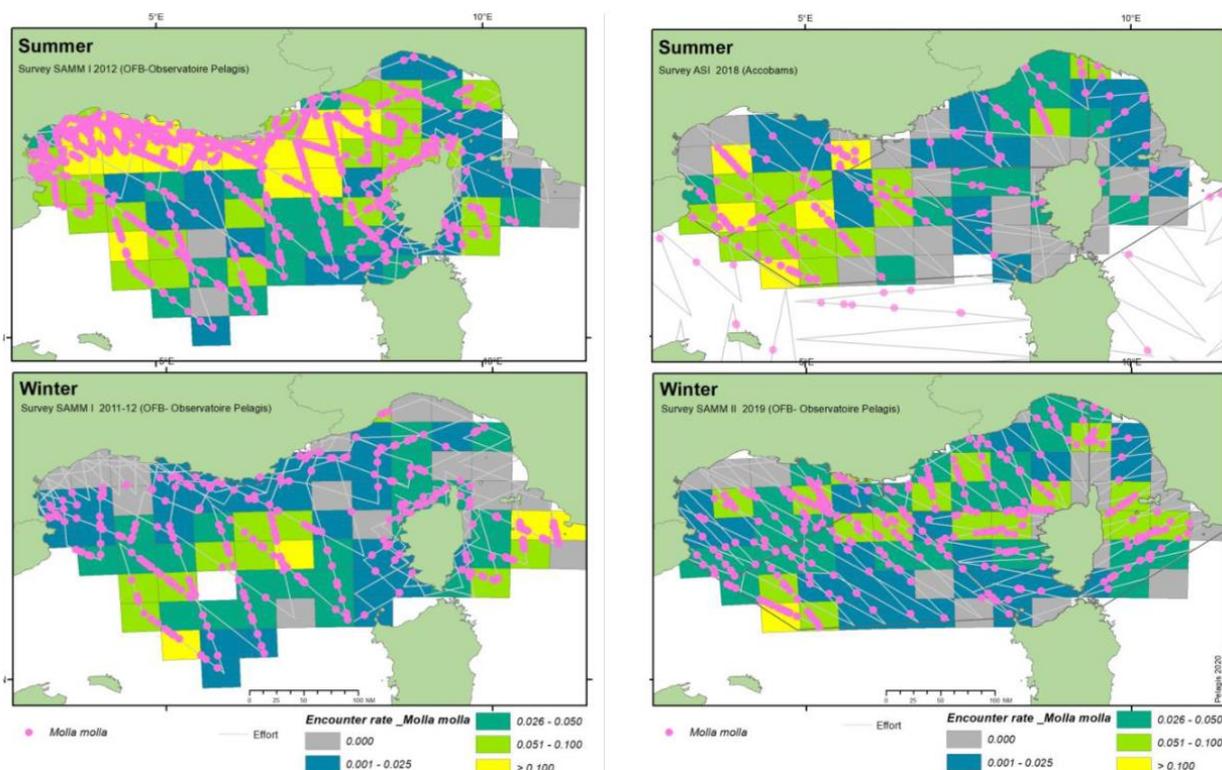
Tableau 38 : Statuts de protection et de rareté la population de l'Espadon

Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge Méditerranée (2011)
Espadon <i>Xiphias gladius</i>			Préoccupation mineure (LC)	Quasi-menacée (NT)

Le Poisson lune

Les résultats des campagnes SAMM (2011 et 2012) ont révélé une abondance de Poisson lune hors du commun au large des côtes françaises, aussi bien atlantique que méditerranéenne. En Méditerranée, le Poisson lune présente une forte variabilité saisonnière et des densités record en été plus particulièrement dans le golfe du Lion : le long de la côte continentale du littoral occitan. Les campagnes suivantes (2018-2019) montrent des taux de rencontre estivaux plus élevés au sud du golfe du Lion.

Figure 153 : Taux de rencontre pour 1000 km d'effort et pointage des observations pour les poissons lunes (*Molla mola*). SAMM I (campagnes d'hiver 2011 et d'été 2012) à droite. SAMM II (campagne d'hiver 2019) et ASI (campagne d'été 2018) à gauche. (Source : Laran et al. 2021. Suivi aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine – Rapport final)



Les Poissons lune ont été observés dans tout le secteur pendant les deux saisons, même s'ils sont moins présents dans la zone côtière en hiver. En été, les taux de rencontre sont très élevés dans le golfe du Lion et sur le talus continental jusqu'en Italie. Le secteur du golfe du Lion près de l'embouchure du Rhône est une zone présentant le plus d'abondance de l'espèce. Dans cette partie de la Méditerranée, les chercheurs ont estimé une densité allant jusqu'à 475 individus sur 100 km².

Dans le golfe du Lion, le nombre important de Poisson lune pourrait être attribuable à une abondance de méduses qui profitent des nutriments apportés par le Rhône à la place des bancs de sardines qui ont quasiment disparu de cette zone marine depuis une dizaine d'années (Grémillet et al., 2017). L'utilisation récente d'instruments de télémétrie a mis en évidence des mouvements migratoires chez cette espèce, jusqu'alors considérée comme peu mobile (Pope et al., 2010 ; Sims et al., 2009). Aucune information ne permet d'estimer la fréquentation des aires d'études par cette espèce. Toutefois, une attention particulière peut lui être affectée du fait de son statut vulnérable à l'échelle mondiale dans la liste rouge IUCN et de son abondance dans le golfe du Lion.



Les statuts réglementaires de protection et les statuts d'évaluation de la population d'Espadon sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 39 : Statuts de protection et de rareté la population de Poisson lune

Nom vernaculaire Nom scientifique	Statut réglementaire		Statut de rareté	
	Protection nationale	Directive Habitats	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge Méditerranée (2011)
Poisson lune <i>Mola mola</i>			Données insuffisantes (DD)	Données insuffisantes (DD)

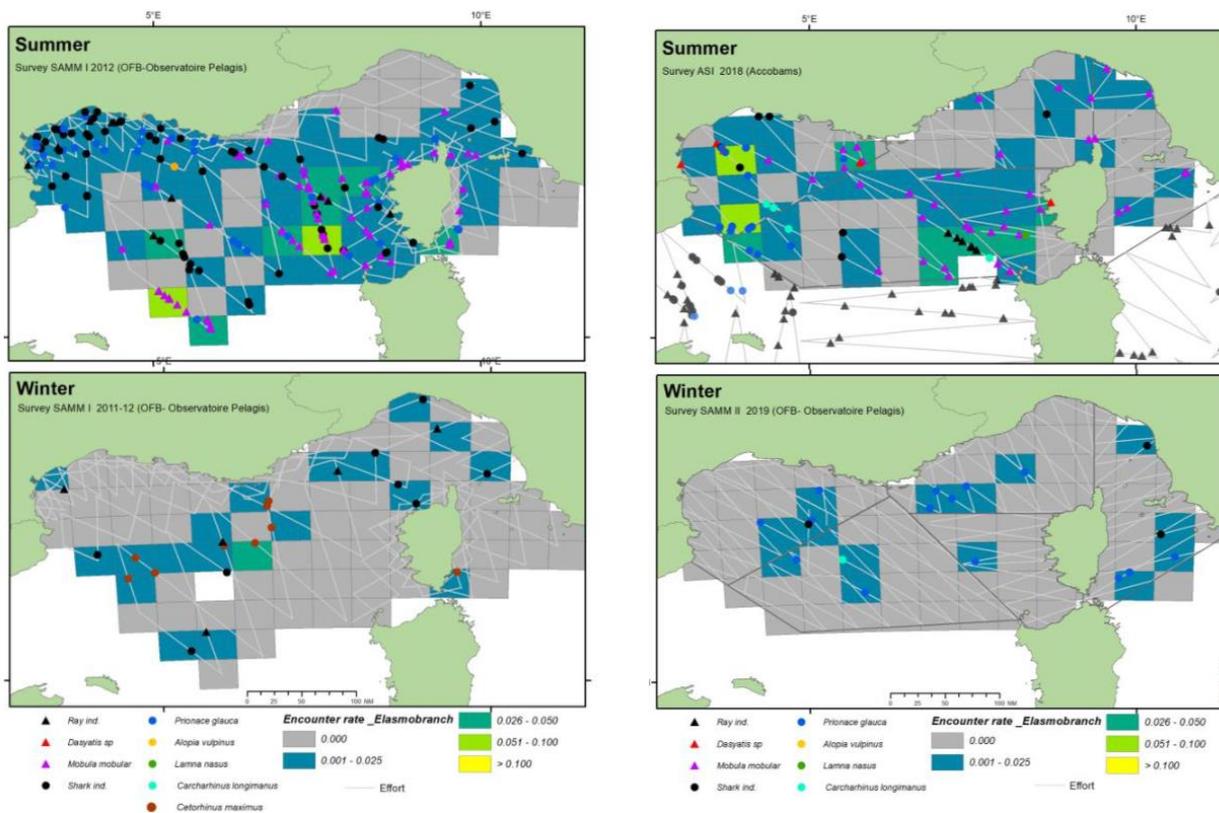
Les élasmobranches

Les requins et les raies ont de la même façon pu être observés lors les diverses campagnes de prospections aériennes (SAMM, ACCOBAMS...) visant l'observation de la mégafaune marine. Parmi les individus observés, certains ont pu être distingués des espèces indéterminées. Pour les raies les espèces identifiées sont le Diable de mer (*Mobula mobular*) et les raies du genre pastenague (*Dasyatis* sp.). Parmi les requins, le Requin peau bleue (*Prionace glauca*) est l'espèce majoritairement observée. Le Requin pèlerin (*Cetorhinus maximus*), le Requin longimane (*Carcharhinus longimanus*) le Requin renard commun (*Alopias vulpinus*) et le Requin taupe commun (*Lamna nasus*) ont pu parfois également être identifiés (Laran et al. 2021).

Les requins sont surtout présents dans la strate océanique en hiver. En été, la distribution des requins est plus étendue et les observations plus nombreuses notamment dans le golfe du Lion. Les requins peau-bleue sont majoritaires. Les informations concernant les raies sont peu nombreuses. Les observations issues des campagnes aériennes montrent que les raies sont sporadiquement observées en hiver, mais sont nettement plus nombreuses en été, principalement dans l'océanique à l'est de la Corse, où les observations de Diable de mer (*Mobula mobular*) sont majoritaires.



Figure 154 : Taux de rencontre pour 1000 km d'effort et pointage des observations pour les élasmobranches. SAMM I (campagnes d'hiver 2011 et d'été 2012) à droite. SAMM II (campagne d'hiver 2019) et ASI (campagne d'été 2018) à gauche. (Source : Laran et al. 2021. Suivi aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine – Rapport final)



Les prédictions de densité calculées à la suite de ces résultats soulignent une stabilité des entre 2011 et 2019 pour les élasmobranches dans leur ensemble, ainsi qu'une plus forte densité en été qu'en hiver.



Le Diable de mer méditerranéen ou Mante géante fréquente principalement les eaux océaniques superficielles, au-dessus du plateau continental. L'espèce a été observée à plusieurs reprises dans le périmètre du Parc naturel marin du golfe du Lion. Cette espèce possède un faible taux de reproduction avec des portées limitées et est par conséquent extrêmement vulnérable et sensible aux changements environnementaux.

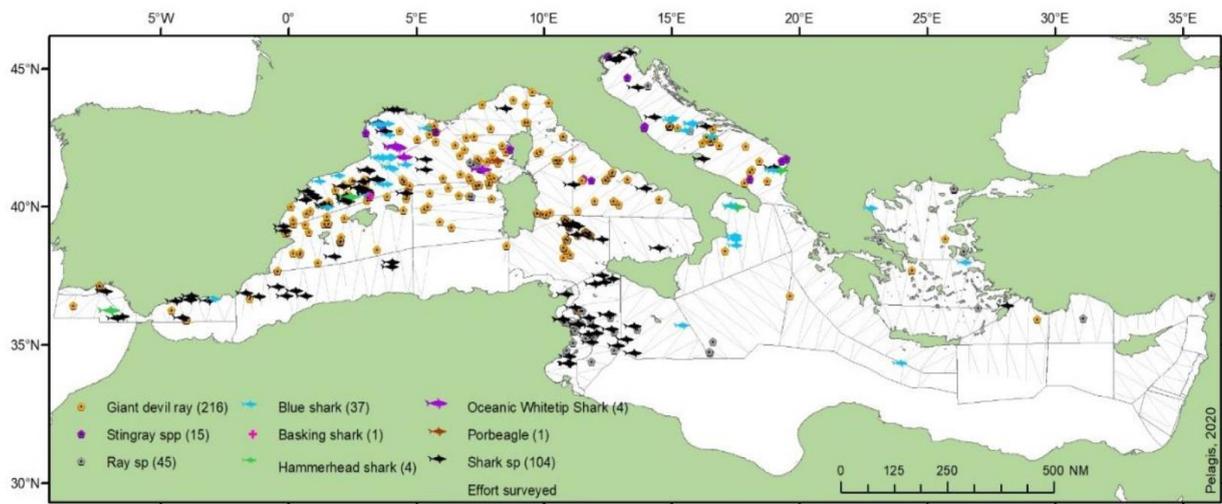
Tableau 40 : Statuts de protection et de rareté la population des élasmobranches

NOM VERNACULAIRE <i>NOM SCIENTIFIQUE</i>	STATUT REGLEMENTAIRE		STATUT DE RARETE	
	PROTECTION NATIONALE	DIRECTIVE HABITATS	LISTE ROUGE EUROPE (2015)	LISTE ROUGE MEDITERRANEE (2016)
Diable de mer <i>Mobula mobular</i>			En danger* (EN)	En danger (EN)
Requin peau bleu <i>Prionace glauca</i>			Quasi-menacé (NT)	En danger critique (CR)
Requin pèlerin <i>Cetorhinus maximus</i>			En danger (EN)	En danger (EN)
Requin longimane <i>Carcharhinus longimanus</i>			En danger (EN)	-
Requin renard commun <i>Alopias vulpinus</i>			En danger (EN)	En danger (EN)
Requin taupe commun <i>Lamna nasus</i>			En danger critique (CR)	En danger critique (CR)

* Liste rouge Mondiale (2022) à défaut de l'évaluation européenne

A noter que les campagnes ACCOBAMS confirment la présence de requins, raies et Poisson lune mais n'apportent toutefois pas d'informations précises sur la fréquentation des aires d'études par les différentes espèces compte tenu notamment de la large échelle de représentation.

Figure 155 : Taux de rencontre des élasmobranches (observation par km) sur une grille de 50x50 km et effort de prospection et d'observation par espèce lors des prospections aériennes. (Sources : Figure 22 du rapport ACCOBAMS, 2021)



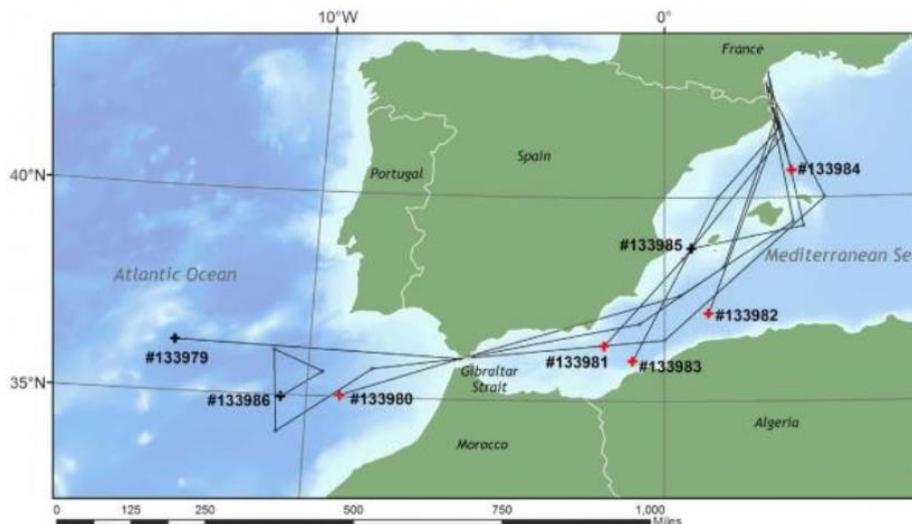


Amphihalins

Trois poissons amphihalins migrateurs sont connus dans la région : l'anguille, la lamproie et l'alose. Les espèces concernées se déclinent en : Anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*), Lamproies marine (*Petromyzon marinus*), Lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*), Alose feinte (*Alosa fallax*) et Alose vraie (*Alosa alosa*). La tendance des stocks pour l'anguille est en déclin et stable pour l'alose. Il n'existe pratiquement pas d'information sur les anguilles et les lamproies en mer. Ces espèces n'ont d'ailleurs pas été capturées lors des campagnes de PSS et uniquement 2 anguilles ont été capturées en mer lors des campagnes MEDITS.

Les anguilles sont transitoirement présentes lors de la dévalaison, mais ne sont jamais capturées ou déclarées en mer par les pêcheurs professionnels. Ce phénomène reste inexpliqué à ce jour, car à la dévalaison ce sont des milliers d'anguilles qui quittent les fleuves et les lagunes pour rejoindre leur aire de ponte (E. Amilhat com.pers. 2017). Il est aujourd'hui admis que les anguilles se reproduisent dans la mer des Sargasses dans les Caraïbes (Lecomte-Finiger, 1994). Au bout de deux ans environ, les jeunes anguilles arrivent au niveau du plateau continental, en Europe et en Afrique du Nord. Cette migration spectaculaire se ferait à la fin du printemps dans le golfe du Lion. Les anguilles remontent ensuite les cours d'eau douce. Elles y vivent plusieurs années, avant d'entamer leur dernière migration vers la mer des Sargasses, où elles se reproduisent et, on le suppose, meurent.

Figure 156 : Trajets d'anguilles suivies par balises Argos depuis le départ de lagunes d'Occitanie vers la zone de reproduction de la mer des Sargasses (Source : Amilhat et al. 2016)



Pour les lamproies marines autrefois assez communes, il semble que l'espèce se soit considérablement raréfiée au point de ne presque plus être observée dans la région. Il n'y a pas de donnée sur des captures de lamproies en mer. Les aloses sont des espèces migratrices anadromes : la reproduction a lieu en eau douce, vers la fin du printemps principalement dans les affluents du Rhône (cf. Rapports PLAGEPOMI divers), puis les juvéniles vont à la mer pendant leur premier été et y restent jusqu'à la maturité. Les adultes reviennent ensuite sur leur lieu de naissance pour se reproduire, et meurent en général après. L'alose est un clupéidé comme l'anchois, elle fréquente la pleine-eau mais reste le long de la frange côtière. L'alose bénéficie également de suivis et de gestion avec le PLAGEPOMI. Comme pour l'anguille, les zones d'implantations retenues sont très éloignées des zones de frayère. En revanche, la zone de raccordement est située dans une zone de transit vers les fleuves et rivières côtières.



Tableau 41 : Statuts de protection et de rareté de population des espèces amphihalines

NOM VERNACULAIRE <i>NOM SCIENTIFIQUE</i>	STATUT REGLEMENTAIRE		STATUT DE RARETE	
	PROTECTION NATIONALE	DIRECTIVE HABITATS	LISTE ROUGE EUROPE (2012)	LISTE ROUGE FRANCE (2019)
Anguille d'Europe <i>Anguilla anguilla</i>	Règlement No 1100/2007*		En danger critique (CR)	En danger critique (CR)
Lamproie marine <i>Petromyzon marinus</i>	Art. 1	An. II	Préoccupation mineure (LC)	En danger critique (CR)
Lamproie fluviatile <i>Lampetra fluviatilis</i>	Art. 1	An. II	Préoccupation mineure (LC)	Vulnérable (VU)
Alose feinte <i>Alosa fallax</i>	Art. 1	An. II	Préoccupation mineure (LC)	Quasi-menacée (NT)
Alose vraie <i>Alosa alosa</i>	Art. 1	An. II	Préoccupation mineure (LC)	En danger critique (CR)

* Protection européenne

4.3.8.4 Lacunes

Les principales lacunes portant sur ce compartiment sont présentées dans la fiche dédiée, en annexe du présent document.



4.3.9 Peuplements et habitats benthiques

4.3.9.1 Contexte

Créocéan, dans son étude bibliographique environnementale concernant ce projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée (2021), décrit le golfe du Lion comme un plateau bien développé permettant le dépôt et l'accumulation des sédiments. Depuis des milliers d'années, les fonds marins du golfe du Lion sont façonnés par les rejets du Rhône qui charrient des particules fines, créant ainsi une immense plaine sédimentaire. Dans la région PACA, la marge provençale présente toutefois une plateforme étroite favorisant le transport des sédiments vers les grands fonds (Garlan et Marchès, 2015). Les sédiments près de la côte sont soumis à un fort hydrodynamisme qui empêche les particules fines de se déposer, donc les sables fins sont majoritaires dans cette zone. En revanche, à mesure que l'on s'éloigne de la côte et que la profondeur augmente, le courant diminue et les particules fines peuvent se déposer, entraînant une dominance des sédiments vaseux dans les zones plus éloignées.

L'aire d'étude en région PACA dispose d'habitats benthiques variés, elle est caractérisée par des fonds meubles vaseux et sableux au large et des substrats plus diversifiés dans les petits fonds, dont des habitats à enjeux tels que des herbiers à posidonies et du coralligène. Les habitats EUNIS (European Nature Information System), référence européenne en matière de classification des habitats marins, qui sont recensés dans les zones de parc et de raccordement sont présentés et décrits par la figure et le tableau suivants.



Figure 157 : Carte des habitats EUNIS présents dans l'aire d'étude de la région PACA

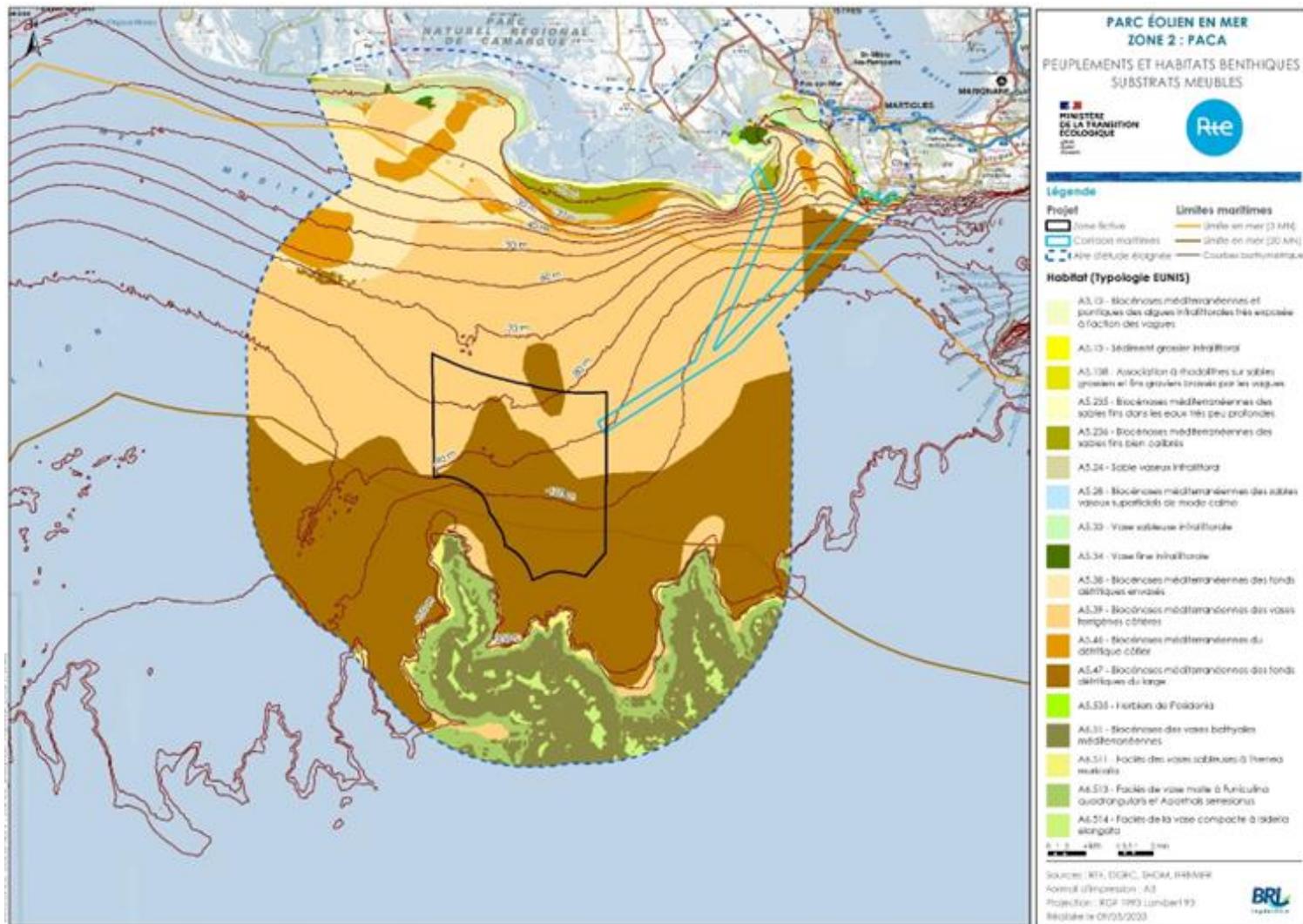


Tableau 42 : Habitats EUNIS rencontrés dans les zones de raccordement et de parc en région PACA

HABITAT	CODE	"TYPE" D'HABITAT	DESCRIPTION
Roche et autres substrats durs infralittoraux	A3	Roche et autres substrats durs infralittoraux	Roche en place, blocs et galets présents dans la zone subtidale peu profonde. Les biocénoses de ces habitats sont typiquement dominées par des algues. La limite supérieure de cette zone correspond à la limite supérieure de la zone des laminaires, et sa limite inférieure correspond à la limite inférieure de croissance des laminaires ou des algues denses. La roche infralittorale comporte typiquement une zone supérieure de laminaires denses (forêt) et une zone inférieure de laminaires clairsemées, avec dans les deux cas des algues dressées sous le couvert. L'espèce dominante est <i>Laminaria hyperborea</i> en milieu exposé et <i>Saccharina latissima</i> (anciennement <i>Laminaria saccharina</i>) en milieu plus abrité. D'autres espèces de laminaires peuvent être dominantes dans certaines conditions. À l'extrême limite inférieure du rivage et dans la zone subtidale très peu profonde (frange infralittorale inférieure), on observe généralement une étroite bande de l'alarie <i>Alaria esculenta</i> (rivages exposés), de laminaires <i>Laminaria digitata</i> (rivages modérément exposés) ou de <i>S. latissima</i> (anciennement <i>L. saccharina</i>) (rivages très abrités). Les zones de terrain mixte sans roche stable peuvent être dépourvues de laminaires, mais peuvent héberger des biocénoses d'algues. Dans les estuaires et autres zones aux eaux turbides, la zone subtidale peu profonde peut être dominée par des biocénoses animales, les biocénoses d'algues n'étant que faiblement développées.
Sédiment grossier infralittoral	A5.13	Sédiment grossier subtidal	Habitats modérément exposés de sable grossier, sable graveleux, galets, cailloutis et gravier de l'infralittoral, susceptibles d'être perturbés par les courants de marée et l'action des vagues. Ces habitats situés en milieu ouvert ou dans les bras de mer soumis aux courants de marée sont caractérisés par une faune robuste comprenant une endofaune de polychètes tels que <i>Chaetozone setosa</i> et <i>Lanice conchilega</i> , des crustacés cumacés tels que <i>Iphinoe trispinosa</i> et <i>Diastylis bradyi</i> , ainsi que des bivalves vénéridés. Habitats où le lancelet <i>Branchiostoma lanceolatum</i> peut également être présent.
Sable fin infralittoral	A5.23	Sable subtidal	Sable propre en eau peu profonde, en milieu ouvert ou dans les chenaux de marée de bras de mer. Cet habitat est typiquement presque dépourvu d'algues et est caractérisé par une faune robuste, en particulier des amphipodes (<i>Bathyporeia</i>) et des polychètes, dont <i>Nephtys cirrosa</i> et <i>Lanice conchilega</i> .
Vase sableuse infralittorale	A5.33	Vase subtidale	Vase sableuse cohésive infralittorale, contenant typiquement plus de 20 % de limon et d'argile, à des profondeurs de moins de 15 à 20 m. Cet habitat est généralement situé dans des baies ou bras de mer abrités et le long des zones abritées en milieu ouvert. Les espèces caractéristiques comprennent une grande diversité de polychètes, dont <i>Melinna palmata</i> , des amphipodes tubicoles (<i>Ampelisca</i> spp.) et des bivalves qui se nourrissent de dépôts tels que <i>Macoma balthica</i> et <i>Kurtiella bidentata</i> . Des pennatulacés tels que <i>Virgularia mirabilis</i> et des ophiures telles que <i>Amphiura</i> spp. peuvent être présents mais moins abondants que dans les eaux plus profondes du circalittoral.
Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés	A5.38	Vase subtidale	Ces biocénoses se développent dans des zones où les fonds détritiques sont recouverts par de la vase d'origine terrigène (dépôts des fleuves). Le sédiment est constitué de vase sableuse ou de sable vaseux, et parfois de vase indurée, riche en débris coquilliers ou en fragments volcaniques (scories) ; la sédimentation est suffisamment lente pour permettre le développement de l'épifaune sessile. Gravier, sable et vase sont mélangés dans des quantités variables mais la proportion de vase est toujours dominante.



HABITAT	CODE	"TYPE" D'HABITAT	DESCRIPTION
Biocénoses méditerranéennes des vases terrigènes côtières	A5.39	Vase subtidale	Le sédiment est toujours 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.
Biocénoses méditerranéennes du détritique côtier	A5.46	Sédiments hétérogènes subtidaux	Ces biocénoses peuvent se rencontrer sur des substrats de nature variée qui dépendent principalement de la typologie de la côte et des formations infralittorales à proximité. Le substrat peut donc parfois être constitué de graviers et de sables issus des roches voisines, ou de débris de coquilles de mollusques, de grands bryozoaires ou de débris morts plus ou moins érodés de <i>Melobesia</i> spp. Les interstices de ces divers composants sont partiellement comblés par une plus ou moins grande proportion de sable et de vase.
Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques du large	A5.47	Sédiments hétérogènes subtidaux	Ces biocénoses sont présentes sur des fonds détritiques constitués de coquilles, de bryozoaires et de squelettes coralliens.
Herbiers de <i>Posidonia</i>	A5.535	Sédiment subtidal dominé par des macrophytes	Cette biocénose se caractérise par la présence de la Phanérogame Magnoliophyte marine <i>Posidonia oceanica</i> . Cette espèce est endémique de Méditerranée et elle constitue des formations caractéristiques désignées sous le terme d' « herbiers » entre la surface et 50 mètres de profondeur.



4.3.9.2 Substrat meuble

Dans le cadre du projet pilote Provence Grand Large et de son raccordement (PGL, 2017), une expertise bio-sédimentaire a été réalisée par In Vivo en 2013. Des prélèvements benthiques ont été réalisés à la benne Day-Grab. Cette zone d'étude se situe à proximité de la zone fictive d'implantation des éoliennes flottantes et de leur raccordement en PACA (Figure 158).

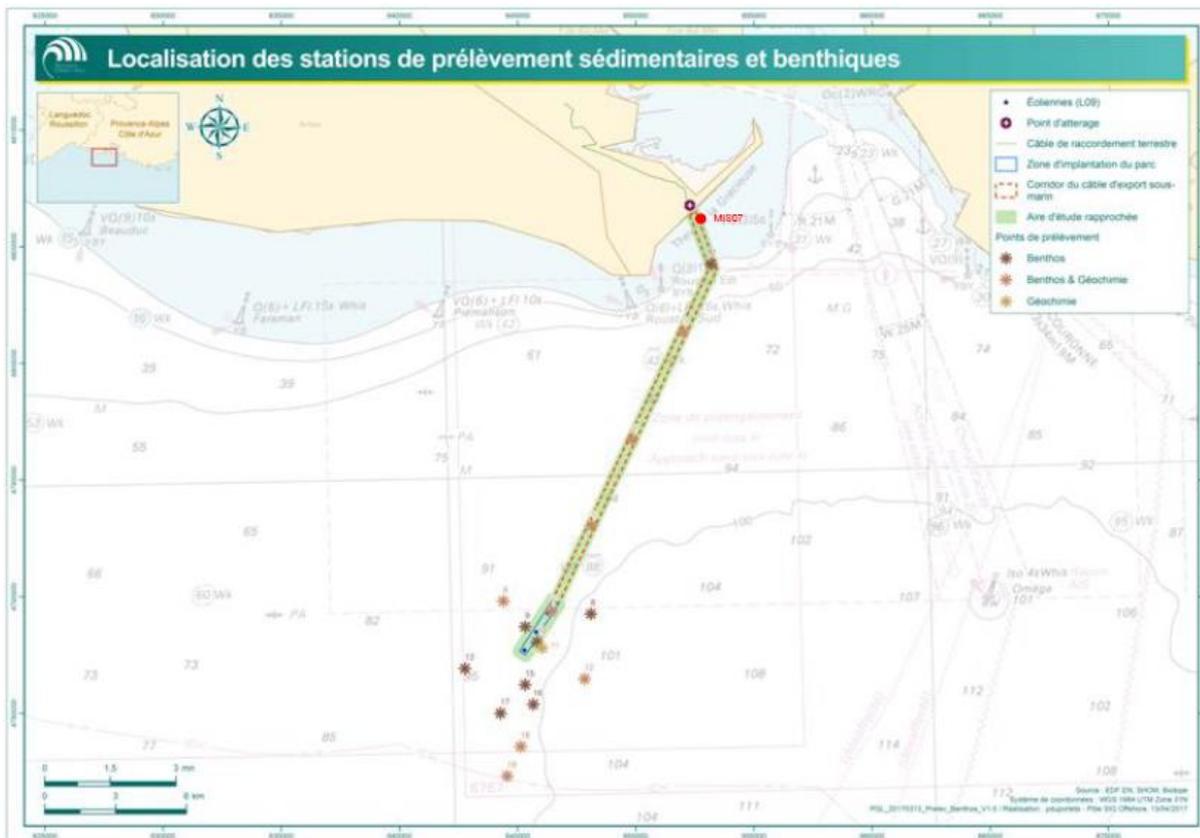


Figure 158 : Stations de prélèvement sédimentaires (PGL, 2017)

COMPOSITION DU PEUPLEMENT

Le tableau suivant compile les différentes espèces pouvant être rencontrées dans et à proximité de la zone d'étude, au travers des études menées dans la zone (PGL, 2017) :

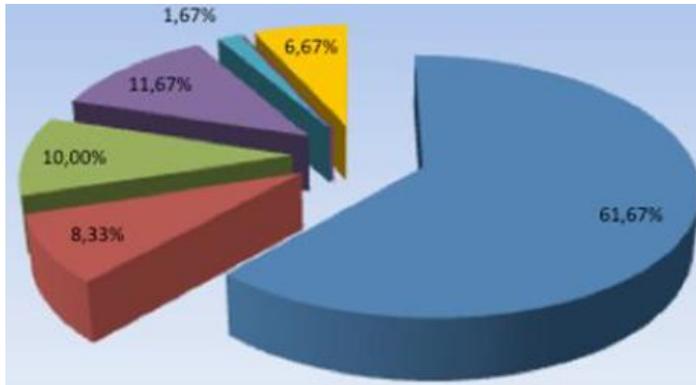


Tableau 43 : Composition des peuplements benthiques (PGL, 2017)

Feeding Type	Espèce	Phylum
deposit feeder, detritus feeder	<i>Ampharete acutifrons</i>	Annelida
unknown	<i>Aphelochaeta sp.</i>	Annelida
deposit feeder: surface, interface grazer	<i>Chaetozone sp.</i>	Annelida
deposit feeder: subsurface, grazer	<i>Cossura sp.</i>	Annelida
carnivore	<i>Drilonereis filum</i>	Annelida
omnivore, predator, scavenger	<i>Glycera gigantea</i>	Annelida
omnivore, predator, scavenger	<i>Glycera unicornis</i>	Annelida
carnivore, detritus feeder	<i>Goniada maculata</i>	Annelida
deposit feeder	<i>Heteromastus filiformis</i>	Annelida
unknown	<i>Labioleanira yhleni</i>	Annelida
deposit feeder: surface	<i>Laonice cirrata</i>	Annelida
deposit feeder: surface	<i>Leiochone leiopygos</i>	Annelida
carnivore	<i>Lumbrineris sp.</i>	Annelida
unknown	<i>Magelona wilsoni</i>	Annelida
deposit feeder: subsurface, grazer	<i>Maldanidae</i>	Annelida
omnivore, predator, scavenger	<i>Malmgreniella lunulata</i>	Annelida
unknown	<i>Malmgreniella polypapillata</i>	Annelida
unknown	<i>Marphysa beillii</i>	Annelida
deposit feeder	<i>Melinna palmata</i>	Annelida
unknown	<i>Monticellina sp.</i>	Annelida
unknown	<i>Nephtys hystericis</i>	Annelida
unknown	<i>Ninoe sp.</i>	Annelida
unknown	<i>Notomastus latericeus</i>	Annelida
unknown	<i>Paradiopatra sp.</i>	Annelida
unknown	<i>Paraonidae</i>	Annelida
unknown	<i>Pista cristata</i>	Annelida
unknown	<i>Poecilochaetus serpens</i>	Annelida
unknown	<i>Polycirrus sp.</i>	Annelida
unknown	<i>Praxillella gracilis</i>	Annelida
deposit feeder: surface, interface grazer	<i>Prionospio sp.</i>	Annelida
unknown	<i>Spio multioculata</i>	Annelida
deposit feeder, filter feeder, suspension feeder	<i>Spionidae</i>	Annelida
deposit feeder	<i>Spiophanes bombyx</i>	Annelida
unknown	<i>Spiophanes kroyeri</i>	Annelida
deposit feeder: subsurface, grazer	<i>Sternaspis scutata</i>	Annelida
unknown	<i>Terebellidae</i>	Annelida
unknown	<i>Terebellides stroemii</i>	Annelida
deposit feeder: subsurface, grazer	<i>Labidoplax digitata</i>	Echinodermata
suspension feeder	<i>Leptopentacta elongata</i>	Echinodermata
unknown	<i>Brissopsis lyrifera</i>	Echinodermata
unknown	<i>Leptosynapta bergensis</i>	Echinodermata
suspension feeder	<i>Amphiura filiformis</i>	Echinodermata
unknown	<i>Abra nitida</i>	Mollusca
unknown	<i>Corbula gibba</i>	Mollusca
suspension feeder	<i>Ensis ensis</i>	Mollusca
deposit feeder: subsurface, deposit feeder: surface	<i>Nucula sulcata</i>	Mollusca
deposit feeder: surface, filter feeder	<i>Thyasira flexuosa</i>	Mollusca
suspension feeder	<i>Turitella communis</i>	Mollusca
unknown	<i>Alpheus glaber</i>	Arthropoda
unknown	<i>Amphipoda</i>	Arthropoda
deposit feeder: surface, interface grazer	<i>Apseudes sp.</i>	Arthropoda
unknown	<i>Calocaris macandreae</i>	Arthropoda
unknown	<i>Goneplax rhomboides</i>	Arthropoda
unknown	<i>Jaxea nocturna</i>	Arthropoda
unknown	<i>Necallianassa truncata</i>	Arthropoda
predator	<i>Pomatoschistus sp.</i>	Chordata
unknown	<i>Actiniaria</i>	Cnidaria
unknown	<i>Golfingia elongata</i>	Sipuncula
unknown	<i>Nemertea</i>	Nemertea
unknown	<i>Sipunculidae</i>	Sipuncula



Au niveau de la zone pilote d'implantation et son raccordement, 60 espèces, appartenant à 5 groupes zoologiques, ont été identifiées, pour, en moyenne, 13 espèces par zone et une densité de 103 individus/m². La répartition de la richesse spécifique est plus ou moins semblable à celle de l'abondance (Figure 160 et Figure 159). Les annélides, crustacés et mollusques dominent les peuplements.



Annélides ; Echinodermes ; Mollusques ; Crustacés ; Vertébrés ; Divers

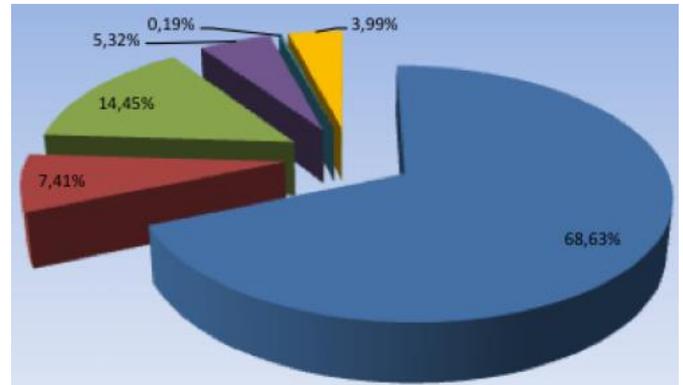


Figure 159 : Richesse spécifique parmi les groupes zoologiques

Figure 160 : Abondance parmi les groupes zoologiques

La proportion des espèces les unes par rapport aux autres est à dominance bonne (indice de Shannon moyen : $3,18 \pm 0,55$) entre les stations, avec des peuplements équilibrés (indice d'équitabilité : $0,89 \pm 0,05$).

GROUPES ECOLOGIQUES

La biocénose benthique est indicatrice de pollution, tel que l'excès de matière organique et le déficit d'oxygène résultant de sa dégradation.

La zone côtière est dominée par :

- Des espèces par des espèces dépositives de surface, tolérantes à l'hypertrophisation de l'environnement (enrichissement du milieu traduisant un déséquilibre) ;
- Des espèces opportunistes de dépositives de subsurfaces, riche dans les zones sédimentaires polluées.

La zone au large est dominée par :

- Des espèces suspensivores, carnivores et dépositives de subsurface tubicoles, qui sont sensibles à l'hyper-eutrophisation. Elles sont donc présentes uniquement dans des milieux équilibrés (milieu sans enrichissement) ;
- Des espèces carnivores et nécrophages insensibles à hypereutrophisation.

D'après l'indice AMBI, toutes les stations sont considérées comme « faiblement perturbées » seulement 3 (plus au large) sont « non-perturbées ». Le M-AMBI témoigne que l'habitat est bon sur la zone d'implantation et de raccordement pilote. L'indice BENTIX est encore plus optimiste en considérant 14 stations comme « excellentes » et 3 comme « bonnes » (PGL, 2017).

En résumé le milieu côtier est faiblement perturbé alors qu'au large le milieu ne l'est pas. La qualité écologique du site pilote reste cependant globalement bonne » (PGL, 2017).



HABITATS

La nature du substrat est le facteur principal de la distribution des espèces marines. La zone d'étude est composée de substrat meuble. Ces substrats se composent de particules sédimentaires minérales, de matière organique ou vivante. Les organismes mobiles occupent leur surface et l'endofaune leurs 20 premiers centimètre (PGL, 2017). D'après la classification EUNIS un seul habitat à été identifié sur toute la zone d'implantation du parc pilote, celui de « Biocénoses méditerranéennes des vases terrigènes côtières » (EUNIS A5.39). Les sédiments et la vase sont transportés par fleuves en continu, l'épifaune ne peut donc s'y développer (PGL, 2017). La présence d'échinoderme *Labidoplax digitata*, de polychètes *Nephtys sp.*, *Prionospio sp.* et *Sternaspis scutata* témoignent de la présence d'une biocénose des vases terrigènes côtières. Au large de zone d'étude sont présents les « biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques du large » (classification EUNIS).

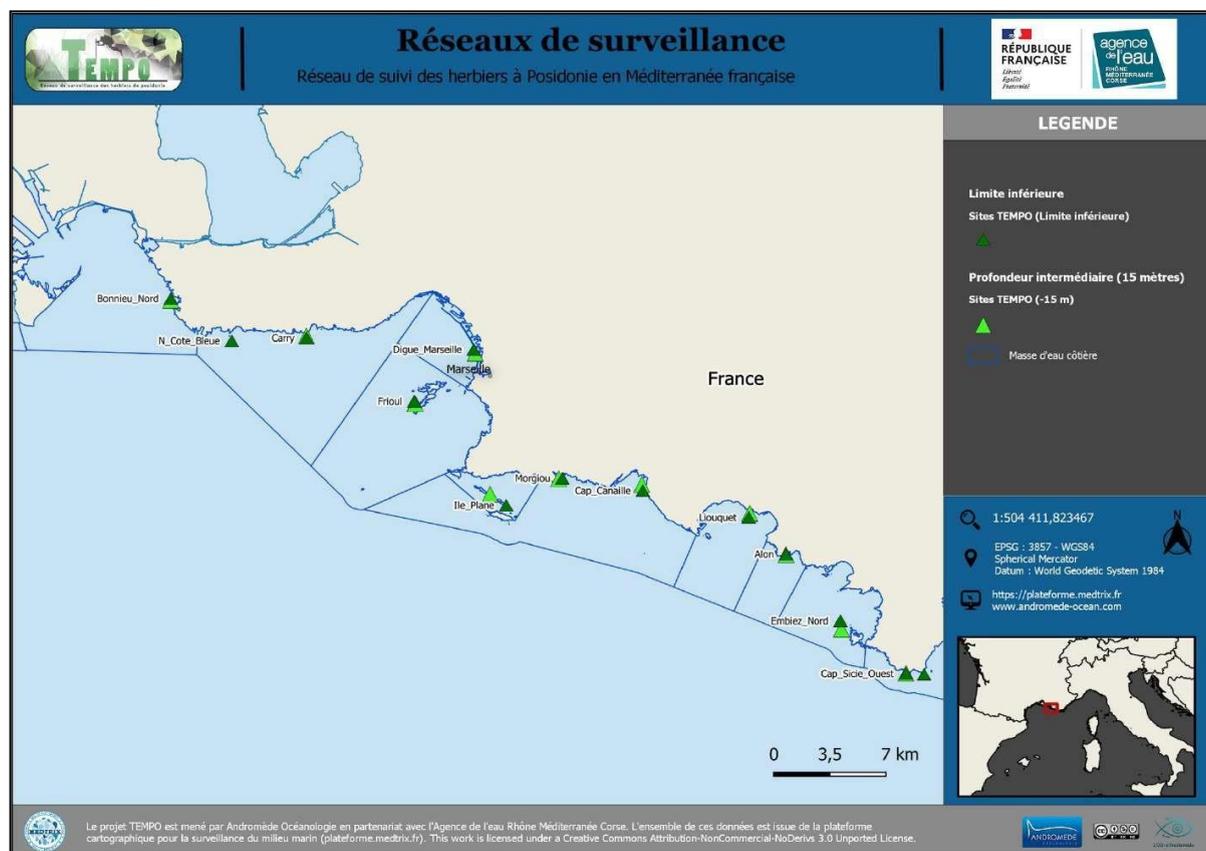
4.3.9.3 Herbier à posidonies

Les principales données disponibles sur le statut écologique des herbiers à posidonies à proximité de la zone d'étude sont issues des résultats du réseau de suivi TEMPO.

Deux sites de suivi du réseau TEMPO sont situées à proximité de la zone d'étude. Le premier, site « Bonnieu Nord », est situé dans le golfe de Fos, au nord-ouest de la zone, et le deuxième, site « Nord Côte Bleue », est située au large de la Côte Bleue, au sud-est de la zone.

Ces sites du TEMPO sont suivis tous les 3 ans, à la fin du printemps.

Figure 161 : Site du réseau TEMPO suivis en 2021 (TEMPO, 2021)

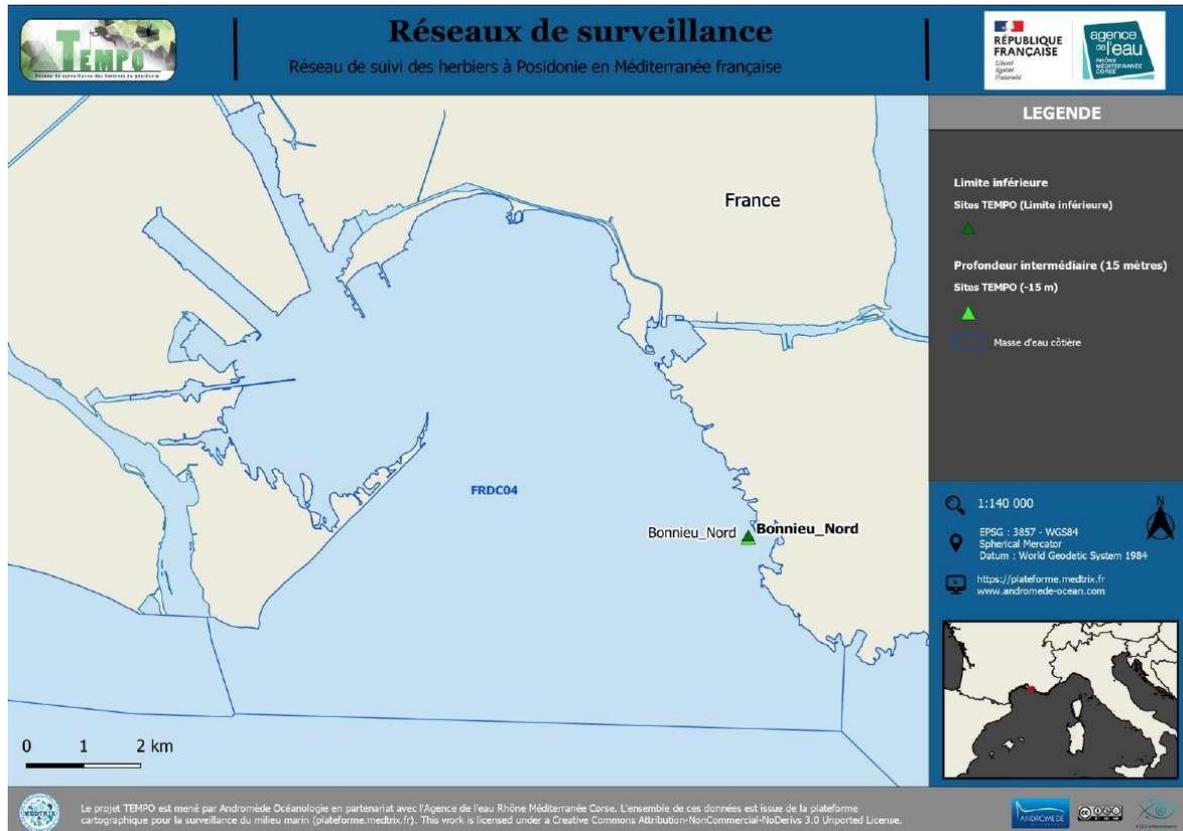




SITE « BONNIEU NORD »

La masse d'eau FRDC04 comprend le site TEMPO : « Bonnieu Nord » qui a été échantillonné en 2012, 2015, 2018 (données de vitalité) et 2016 puis 2018 (cartographie de l'herbier par télémétrie acoustique), puis en 2021.

Figure 162 : Plan de localisation du site « Bonnieu Nord » (TEMPO 2021)



Présentation du site

Tableau 44 : Description générale

Température de l'eau (°C)	18				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	Sable grossier	Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	Autres : ...
Remarques	Un peu coquiller par endroit. Feuilles d'herbier couvertes de sédiment fin (difficile pour les comptages de densité).				
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	Caulerpa taxifolia	Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	Engins de pêche	Traces de mouillage	Structures artificielles	Bloc de matte arraché	Autres : ...
Remarques					



Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	Une bouteille plastique.				
Espèces particulières	Quelques gorgones blanches (<i>Eunicella singularis</i>) sur blocs coralligènes dispersés dans le sédiment et l'herbier. Codium (<i>Codium effusum</i>), girelles (<i>Coris julis</i>), castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), rougets (<i>Mullus surmuletus</i>), serrans (<i>Serranus sp.</i>), picarels (<i>Spicara sp.</i>), crénillables méditerranéens et ocellés (<i>Symphodus mediterraneus</i> , <i>Sphymphodus ocellatus</i>), girelle paon (<i>Thalassoma pavo</i>). Sur le récif : gorgones blanches (<i>Eunicella singularis</i>) et jaunes (<i>Eunicella cavolinii</i>), coralligène.				
Remarques générales					

Le site de Bonnieu Nord est localisé dans la masse d'eau FREC04, à l'extrémité Est du golfe de Fos. L'herbier se développe sur un fond meuble sous forme de taches isolées (sable localement coquiller). Quatre balises sont ancrées dans le sable entre -12,5 et -13,1 m de profondeur. Les taches d'herbier suivies se situent pied d'un tombant rocheux / coralligène en haut duquel se trouve un herbier continu. Le haut du tombant est à -9 m. On trouve des morceaux de coralligène décrochés dans le substrat meuble parmi les taches d'herbier, avec des gorgones fixées dessus. La présence de blocs rocheux augmente l'hétérogénéité du substrat et la richesse en faune et flore du site.

Mesures de vitalité

La limite inférieure de type franche en taches se situe à 13 m de profondeur.

La densité moyenne est de $232,35 \pm 64,7$ faisceaux /m² en 2012, de $173,75 \pm 46,9$ faisceaux/m² en 2015, $241,5 \pm 52$ faisceaux /m² en 2018 et $223,7 \pm 44$ faisceaux /m² en 2021. L'herbier est en état médiocre sur toutes les années de suivi compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; la densité est sub- normale inférieure (Pergent et al., 1995).

Le déchaussement de l'herbier est faible sur toutes les années de suivi (< 5 cm).

Les EQR en 2012 (0,480), 2018 (0,490) et 2021 (0,470) sont proches de la moyenne régionale, celui de 2015 (0,413) est en-dessous comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA (plus faible densité de faisceaux en 2015). Ils indiquent un état moyen du site en 2012, 2015, 2018 et 2021.

Tableau 45 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR^r associés) avec les autres

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	
Nom du site	Bonnieu Nord	Bonnieu Nord	Bonnieu Nord	Bonnieu Nord	
Année	2012	2015	2018	2021	
Valeur EQR LI	0.48	0.41	0.49	0.47	0.26 - 0.77 0.51
Type de limite inférieure	3	3	3	3	1 - 5 2.64
EQR ^r Type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21 - 1 0.58
Profondeur de la limite inférieure	13	13	13	13	13 - 36 25.62
EQR ^r Profondeur de la limite inférieure	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25 - 0.94 0.59
Densité de faisceaux (faisceaux/m ²)	232	174	242	224	23 - 419 168.52
EQR ^r Densité de faisceaux en limite inférieure	0.53	0.33	0.56	0.5	0.13 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier (cm)	0	0	2	2	-1 - 10 1.82



Indices de qualité écologique

L'indice BiPo a été calculé sur ce site en 2015, 2018 et 2021. Les EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2015 (0,398), en 2018 (0,496) et en 2021 (0,467) sont proches de la valeur moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. L'EQR indique un état moyen du site sur toutes les années suivies.

Les valeurs des différents EQR sont présentées dans le tableau suivant pour chaque année de suivi.

Tableau 46 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC04	FRDC04	FRDC04	
Nom du site	Bonnieu Nord	Bonnieu Nord	Bonnieu Nord	
Année	2015	2018	2021	
Valeur EQR (LI)	0.41	0.49	0.47	
Valeur BiPo (PI)	0.4	0.5	0.47	
Valeur PREI (PI)	0	0	0	
Profondeur intermédiaire du site (m)	13	13	13	
Profondeur de la limite inférieure (m)	13	13	13	
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	174	242	219	
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	174	242	224	
Type de limite inférieure	3	3	3	
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0	2.5	2.9	
Longueur des feuilles à la PI (mm)	502	310	590	

Données historiques

Le site RSP « Martigues » a été mis en place en 1995. Il est localisé dans le golfe légèrement plus au Sud que le site TEMPO « Bonnieu_Nord », au large de la pointe Bonnieu, au voisinage de la centrale thermique de Lavera. La limite inférieure de l'herbier est située à une profondeur moyenne de -18 mètres. Jusqu'en 2001 (date du dernier suivi) le site RSP montrait une tendance à la régression de l'herbier, avec un recul important et une disparition de nombreuses touffes de posidonies. La densité moyenne de l'herbier de ce site était normale d'après la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995). Deux balises présentaient une densité sub-normale inférieure



SITE « N_COTE BLEUE »

La masse d'eau FRDC05 comprend un site TEMPO à la profondeur intermédiaire, « Carry_PI » et deux sites TEMPO en limite inférieure : « Carry » échantillonné en 2008, 2012, 2018 (données de vitalité) et 2008, 2012, 2016 et 2018 (cartographie de l'herbier) et « N_Côte_Bleue » défini en 2021. Le site Carry ne fait plus l'objet d'un suivi à partir de 2021.

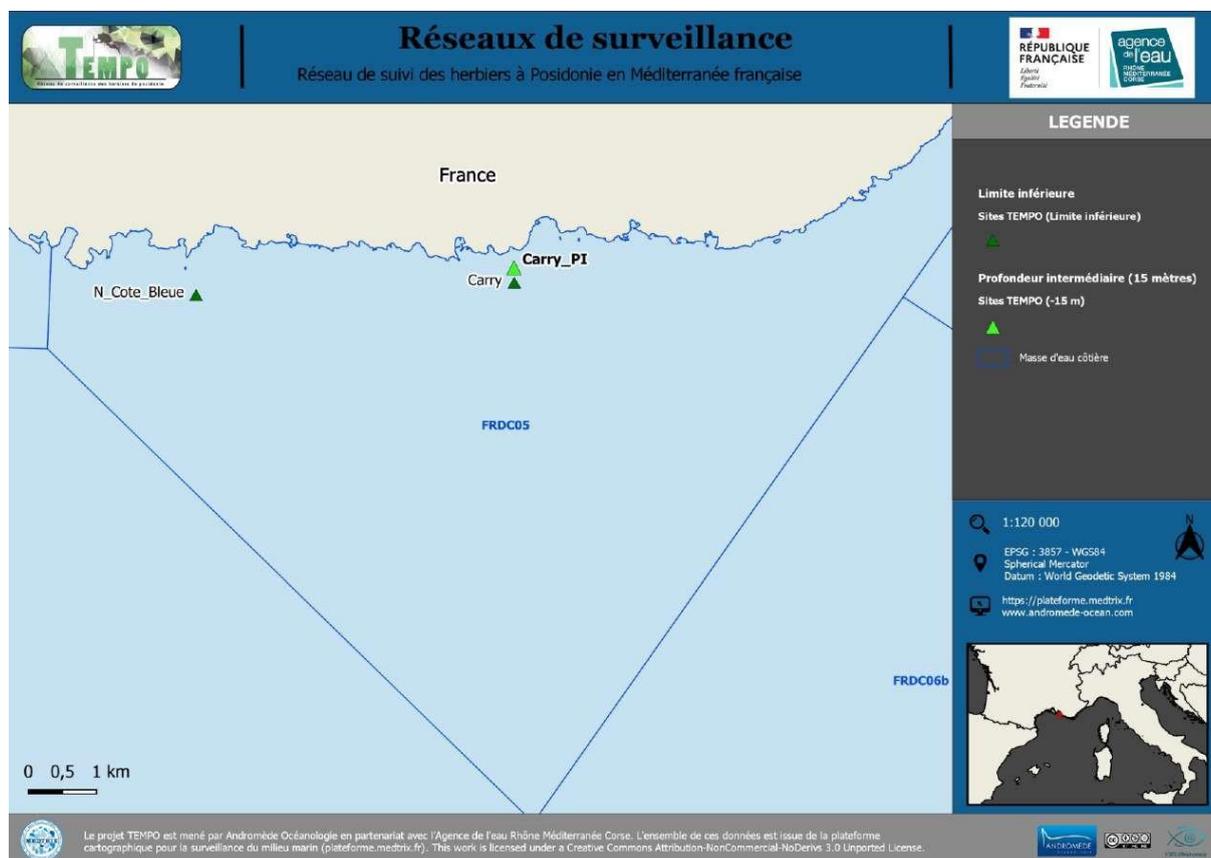


Figure 163 : Plan de localisation du site « N_Côte Bleue » (TEMPO 2021)

Présentation du site

Ce nouveau site localisé dans le Parc marin de la Côte Bleue a été balisé en 2021. Il se situe au Sud de l'îlot de l'Aragnon à Martigues. Des investigations en plongée ont été réalisées par le Parc pour définir le secteur, puis par l'équipe d'Andromède Océanologie à l'aide de scooter sous-marin afin de trouver une zone à suivre. La limite inférieure de type franche en taches se situe à 13 m de profondeur.



Tableau 47 : Description générale

Température de l'eau (°C)	16				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	Sable grossier	Sable fin	<input checked="" type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	Autres : ...
Remarques	Sable grossier envasé qui recouvre matte morte. Roche à proximité.				
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	Caulerpa taxifolia	Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	Engins de pêche	Traces de mouillage	Structures artificielles	Bloc de matte arraché	Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input checked="" type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	Fil en travers et structure métallique dans l'herbier				
Espèces particulières	Nombreux codium (<i>Codium sp.</i>), un chapon (<i>Scorpaena scrofa</i>), un banc de mendoles (<i>Spicara maena</i>), castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), crénilabres, picarels (<i>Spicara smaris</i>), serrans (<i>Serranus sp.</i>) dans blocs rocheux à côté.				
Remarques générales	Casiers de pêche à côté du site				

Ce nouveau site localisé dans le Parc marin de la Côte Bleue a été balisé en 2021. Il se situe au Sud de l'îlot de l'Aragnon à Martigues. Des investigations en plongée ont été réalisées par le Parc pour définir le secteur, puis par l'équipe d'Andromède Océanologie à l'aide de scooter sous-marin afin de trouver une zone à suivre. La limite inférieure de type franche en taches se situe à 13 m de profondeur.

Mesures de vitalité

La limite inférieure de type franche (à fort recouvrement) avec présence de rhizomes plagiotropes se situe à -25 m de profondeur.

La densité moyenne est de $292 \pm 70,8$ faisceaux /m² en 2021. L'herbier est en excellent état compte tenu de sa densité de faisceaux et de sa profondeur (Pergent et al., 2008 et Pergent- Martini et al., 2010). D'après la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995) la densité est normale pour les quatre années de suivi.

L'EQR site (0.77) se situe bien au-dessus de la moyenne régionale PACA (0.51) traduisant un site en bon état écologique.



Tableau 48 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres

Région	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC06	
Nom du site	N Cote Bleue	
Année	2021	
Valeur EQR LI	0.77	0.26 — 0.51 — 0.77
Type de limite inférieure	4	1 — 2.62 — 5
EQR' Type de limite inférieure	0.89	0.21 — 0.58 — 1
Profondeur de la limite inférieure	25	13 — 25.62 — 36
EQR' Profondeur de la limite inférieure	0.74	0.25 — 0.59 — 0.94
Densité de faisceaux (faisceaux/m ²)	292	23 — 168.52 — 419
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	0.67	0.13 — 0.36 — 0.84
Déchaussement de l'herbier (cm)	0	-1 — 1.82 — 10

4.3.9.4 Coralligène

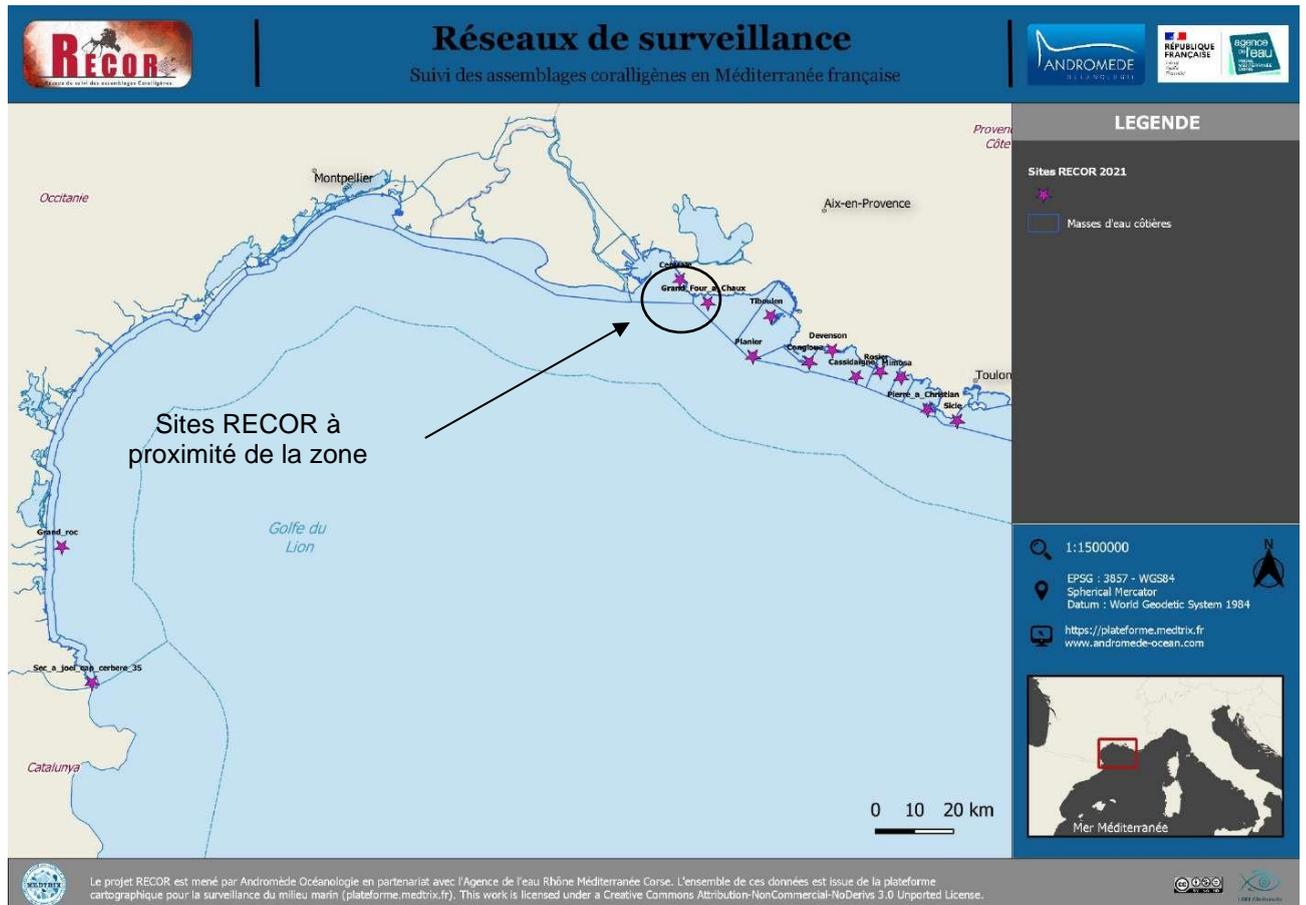
Les principales données disponibles sur le statut écologique des habitats coralligènes à proximité de la zone d'étude sont issues des résultats du réseau de suivi RECOR.

Deux sites de suivi du réseau RECOR sont situées à proximité de la zone d'étude. Le premier, site « Centrale », est situé dans le golfe de Fos, au nord-ouest de la zone, et le deuxième, site « Grand Four à Chaux », est située au large de la Côte Bleue, au sud-est de la zone.

Ces sites du RECOR sont suivis tous les 3 ans depuis 2012. Ainsi, les données sont disponibles pour les deux sites, pour les années 2012, 2015, 2018 et 2021.



Figure 164 : Localisation des site RECOR suivis en 2021 (RECOR 2021)



SITE « CENTRALE »

Présentation du site

Le site Centrale est un massif de coralligène situé dans la masse d'eau FRDC04. Il a été échantillonné à – 17 m, sur le haut du massif, en 2012, 2015, 2018 et 2021.

En 2021, les plongeurs ont observé des girelles (*Coris julis*), des castagnoles (*Chromis chromis*), un gros oursin violet (*Sphaerechinus granularis*), une étoile de mer peigne (*Astropecten spinulosus*), des holothuries, de nombreux nudibranches.

Des engins de pêche (grand filet) sont présents sur le site.



Caractéristiques du site		
Nom du site	centrale	
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :
Piquet:	43 21.784	05 00.153
Capteur(s) de température	43 21.784	05 00.153
Profondeur du piquet (m)	20	
Date d'échantillonnage	12/06/2021	
Profondeur des stations (m)	20	
Remarques sur les stations	Le point GPS du Piquet est situé entre les tombants sur un gros éboulis. La station de quadrats se trouve à proximité Sud-Est, sur site de photogrammétrie. Les quadrats sont réalisés entre les 4 bouées de photogrammétrie. Les gorgones sont à 20 m au NE du site, et localisées à -17 m.	
Capteur(s) de température		
Date de pose	12/06/2021	
Heure de lancement	20h00	
N° capteur	20125771	
Profondeur du capteur (m)	20m	
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes	
Description de la zone	L'ancien capteur a été retrouvé sur le piquet, un nouveau a été posé. Le piquet est sur un petit massif de 1m ² sur le détritique à proximité des plus gros massifs.	

Synthèse des résultats de suivi

Quadrats photographiques

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2015, 2018 et 2021 sur la station à -17 m montre que le pourcentage de couverture par les organismes vivants était stable jusqu'en 2018 (autour de la moyenne régionale) et qu'en 2021 celui-ci augmente fortement (+25 %) en lien avec une baisse de la sédimentation (- 15 %).

Les taux de débris sont stables alors que les nécroses des algues rouges sont en augmentation (0,21 % en 2012, 2,8 % en 2021).

L'indicateur de perturbation diminue au cours du temps, il est nul en 2021. Les algues filamenteuses ont disparu en 2018 après une diminution entre 2012 et 2015.

La biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, était moyenne jusqu'en 2018 en comparaison des autres stations de la région. En 2021, la biodiversité diminue avec des indices de Simpson et de Shannon en-dessous de la moyenne régionale (moins d'espèces de bryozoaires observées, car couverture algale plus importante).

La valeur du CAI augmente au cours des suivis. Alors qu'elle indiquait un état écologique moyen entre 2012 et 2018, en 2021 le CAI indique un état bon du site Centrale. Cette augmentation s'explique par celle des espèces constructrices via une augmentation de la couverture par les *Peyssonnelia* sp. (surtout des espèces érigées) et par une baisse du pourcentage de sédimentation.

La répartition des grands groupes du vivant a peu changé entre 2012 et 2021. Le site et son cortège d'espèces semblent stables.



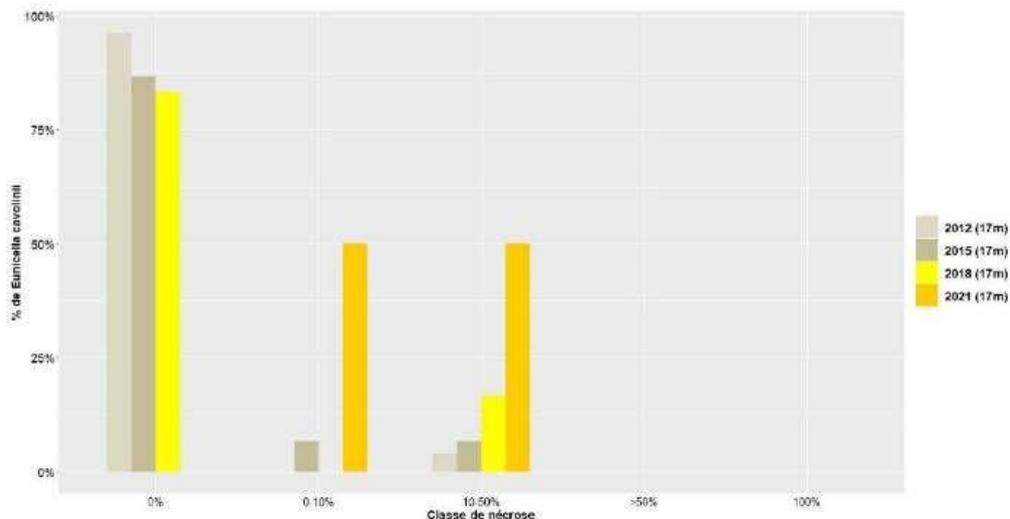
Démographie des espèces érigées

Sur le site, les gorgones blanches *Eunicella singularis* et jaunes *Eunicella cavolinii* ont été échantillonnées à -17 m en 2012, 2015, 2018 et 2021. En 2021, les gorgones ont été étudiées à 20 mètres au Nord-Est du site.

Jusqu'en 2018, les colonies de gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* étaient en bon état (>80

% de colonies sans nécrose) même si des nécroses anciennes diffuses étaient visibles (17 % de colonies nécrosées entre 11 et 50 % en 2018). En 2021 seuls deux individus ont été observés (Figure et tableaux suivants).

Figure 165 : Site centrale. Nécroses des peuplements de gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* (RECOR, 2021)



Jusqu'en 2018, les colonies de gorgones blanches *Eunicella singularis* étaient en excellent état par contre en 2021 on observe une dégradation de l'état des colonies : seuls 40 % des individus sont sains, 40 % présentent des nécroses dites naturelles (<10 % de nécroses), 13% sont nécrosés entre 11 et 50 % et 7 % sont morts (Figure et tableaux suivants).

Les nécroses observées jusqu'en 2018 étaient toutes anciennes alors qu'en 2021 on observe 39 % des nécroses récentes, majoritairement localisées.



Figure 166 : Site centrale. Nécroses des peuplements de gorgones blanches *Eunicella singularis* (RECOR, 2021)

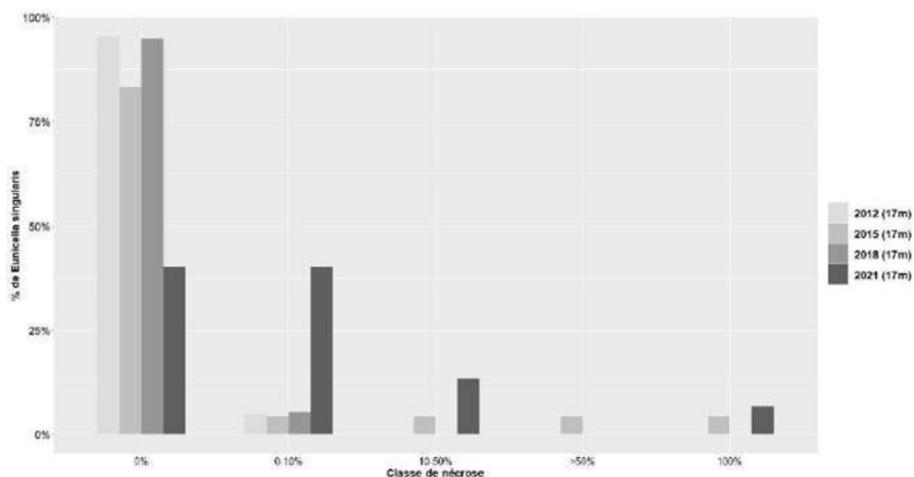


Tableau 49 : Comparaison des données de nécrose pour les gorgones blanches *Eunicella singularis* et les gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* à l'échelle régionale (RECOR, 2021).

Région	PACA								Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	
Site	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	
Profondeur	17	17	17	17	17	17	17	17	
Année	2012	2012	2015	2015	2018	2018	2021	2021	
Espèce	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Eunicella singularis</i>							
% nécrose:0	96.15	95.24	86.67	83.33	83.33	94.67	91	40	70.01
% nécrose:1-10	0	4.76	6.67	4.17	0	3.33	50	40	13.11
% nécrose:11-50	1.85	0	6.67	4.17	16.67	0	50	13.33	8.67
% nécrose:51-99	0	0	0	4.17	0	0	0	0	5.52
% nécrose:100	0	0	0	4.17	0	0	0	4.67	2.08
% nécroses anciennes	100	100	100	100	100	100	50	21.71	68.56
% nécroses récentes	0	0	0	0	0	0	50	38.89	15.33
% nécroses diffuses	0	0	0	33.33	100	50	0	16.67	32.75
% nécroses localisées	100	100	100	66.67	0	50	100	83.33	48.62
Nombre total	26	23	30	48	6	38	2	30	48.39

Quelle que soit l'espèce, il n'y a plus aucune petite colonie depuis 2018 et la taille des plus grandes colonies est stable pour les gorgones blanches. La taille des gorgones jaunes a diminué en 2018 (mortalité suite aux nécroses ?) : les plus grandes colonies mesurent 25 cm pour les gorgones jaunes (données de 2018) et 45-50 cm pour les gorgones blanches (taille constante depuis 2012) (Tableau 3).



Tableau 50 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones blanches *Eunicella singularis* et les gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* à l'échelle régionale (RECOR 2021)

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende	
Masse d'eau	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04		
Site	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale		
Profondeur	17	17	17	17	17	17	17		
Année	2012	2012	2015	2015	2018	2018	2021		
Espèce	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>		
nb petits	8	2	1	0	0	0	0		0 30 2.5
% petits	44.44	16.67	11.11	0	0	0	0		0 100 13.15
nb moyens	10	10	8	7	4	2	4	0 40 11.26	
% moyens	55.56	83.33	88.89	100	100	100	100	0 100 68.07	
nb grands	0	0	0	0	0	0	0	0 24 3.49	
% grands	0	0	0	0	0	0	0	0 100 18.78	
Nombre total	18	12	9	7	4	2	4	1 61 17.25	
Taille max (cm)	45	50	40	45	25	50	45	5 200 60.99	

SITE « GRAND FOUR A CHAUX »

Présentation du site

Le site RECOR Grand Four à Chaux est situé au sein du Parc Marin de la Côte Bleue. Il a été échantillonné à trois profondeurs en 2012 et en 2018 (-40, -43 et -45 m), à une profondeur en 2015 (-40 m) et à deux profondeurs en 2021 (-40, -45 m).

En 2021, la station à -40 m se situe à proximité Nord de l'ancien piquet de suivi (arraché) sur un massif en longueur. La série de quadrats photographiques à -45 m est réalisée sur un massif à proximité (25 m) à l'Ouest du massif principal (plus au Sud de la station -40 m).

Des engins de pêche (lignes de pêche, une ancre) sont observés en 2021, qui ont provoqué l'arrachage du piquet et abimé les gorgones.



Caractéristiques du site		
Nom du site	Grand four à chaux	
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :
Piquet:	43 18 625	05 05 362
Profondeur du piquet (m)	40m	
Date d'échantillonnage	11/06/2021	
Profondeur des stations (m)	40	45
Remarques sur les stations	<p>Site qui s'étend entre 40 m et 50m. Le piquet était sur le haut du tombant à l'Ouest du site à -40 m où tombe le point GPS. Il a été arraché par des engins de pêche lors du suivi 2021.</p> <p>L'étude des gorgones a été réalisée autour du piquet également avec démographie des gorgones jaunes à côté du piquet sur le haut du massif. Gorgones très abimées par engins de pêche ou très jolies regroupées : contrasté.</p> <p>Quadrats à -40m à proximité N de l'ancien piquet de suivi (arraché en 2021) sur un massif en longueur dans la zone de photogrammétrie.</p> <p>Quadrats à -45m sur un massif à proximité (25m) à l'Ouest du massif principal (plus au Sud de la station 40m)</p>	

Synthèse des résultats de suivi

220

Quadrats photographiques

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2015, 2018 et 2021 montre que le pourcentage de couverture par les organismes vivants augmente à -40 m au cours du temps (tout en restant en-dessous de la moyenne régionale). Sur la station à -45 m le pourcentage de couverture par les organismes vivants est stable.

Le pourcentage de sédimentation montre plutôt une dynamique inverse à -40 m.

Le pourcentage de débris est faible, quelle que soit la profondeur ou l'année de suivi.

Le pourcentage de nécroses augmente en 2021 : il est proche de la moyenne régionale à -40 m, et au-dessus de la moyenne à -45 m.

L'indicateur de perturbation diminue au cours du temps.

La biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, était moyenne jusqu'en 2018 en comparaison des autres stations de la région. En 2021, la biodiversité diminue avec des indices de Simpson et de Shannon en-dessous de la moyenne régionale sur les deux stations.

La valeur du CAI était assez stable jusqu'en 2018, elle augmente en 2021 sur les deux stations. Le CAI indique un état écologique moyen des deux stations. Le CAI est en-dessous de la moyenne régionale. Les bryozoaires totaux sont en augmentation avec, en 2021, de nombreux bryozoaires érigés observés par rapport aux années antérieures.

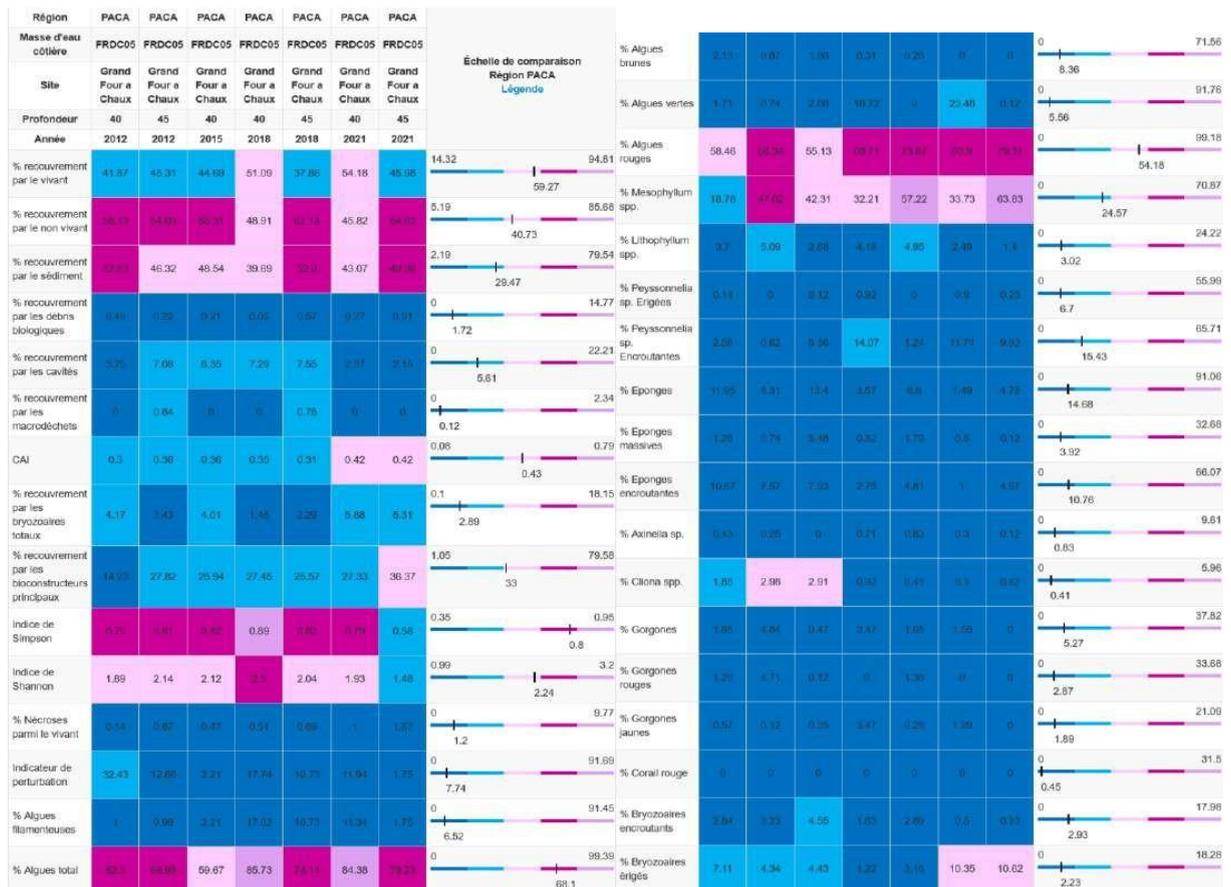
La répartition des grands groupes du vivant a peu changé entre 2012 et 2021 à part les bryozoaires érigés plus nombreux (*Crisia* sp.) à -40 et -45 m en 2021, et moins d'hydres à -40 m en 2021.



4. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

La stratification est assez similaire entre les stations et les années même si les surfaces couvertes par les algues diminuent avec la profondeur au profit des éponges. La strate haute (40 cm) est formée de gorgones à -40 m tandis qu'elle est formée d'éponges à -45 m (10 cm de haut). La strate moyenne est de 10 cm à -40 m et -45 m (algues, bryozoaires et/ou éponges) alors que la strate basse (5 cm) est composée d'algues corallines encroûtantes partout (*Mesophyllum* sp.).

Tableau 51 : Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).(RECOR)



Démographie des espèces érigées

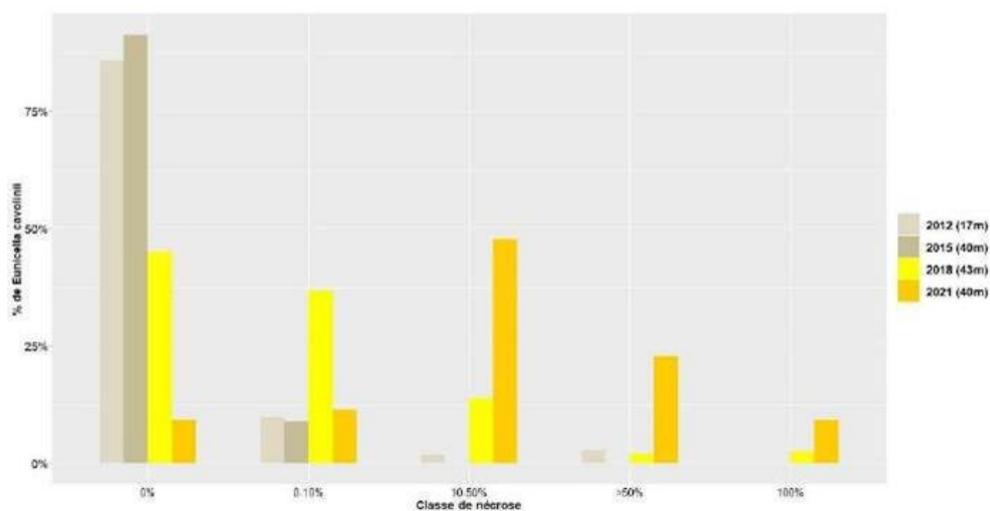
Sur le site, les gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* et/ou les gorgones rouges *Paramuricea clavata* ont été échantillonnées à -17 m en 2012, -40 m en 2015 et en 2021, -43 m en 2018. Les espèces et les profondeurs changeant entre les premières années de suivi, les résultats sont difficilement comparables.

En 2021, l'étude des gorgones a été réalisée autour du piquet et également à côté du piquet sur le haut du massif. Les plongeurs ont noté un contraste de l'état des gorgones avec des gorgones très abimées par des engins de pêche ou très jolies (regroupées).

Entre 2012 et 2021, l'état des populations de gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* s'est fortement dégradé : le pourcentage de colonies saines est passé de 85 % en 2012 à 9 % en 2021, et le nombre d'individus morts a augmenté. Ces nécroses, récentes et diffuses en 2018, sont plutôt anciennes et localisées en 2021 (Figure et tableaux suivants).



Figure 167 : Site Grand Four à Chaux. Nécroses des peuplements de gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* (RECOR, 2021)



Entre 2012 et 2021, l'état des populations de gorgones rouges *Paramuricea clavata* s'est dégradé (peu d'individus comptabilisés) : le pourcentage de colonies saines est passé de 100 % en 2012 à 52 % en 2015 puis à 75 % en 2021, mais les résultats sont peu comparables (mesures réalisées à des endroits du site différents, à profondeurs variables). Ces nécroses sont localisées (Figure et tableaux suivants).

Figure 168 : Site centrale. Nécroses des peuplements de gorgones blanches *Eunicella singularis* (RECOR, 2021)

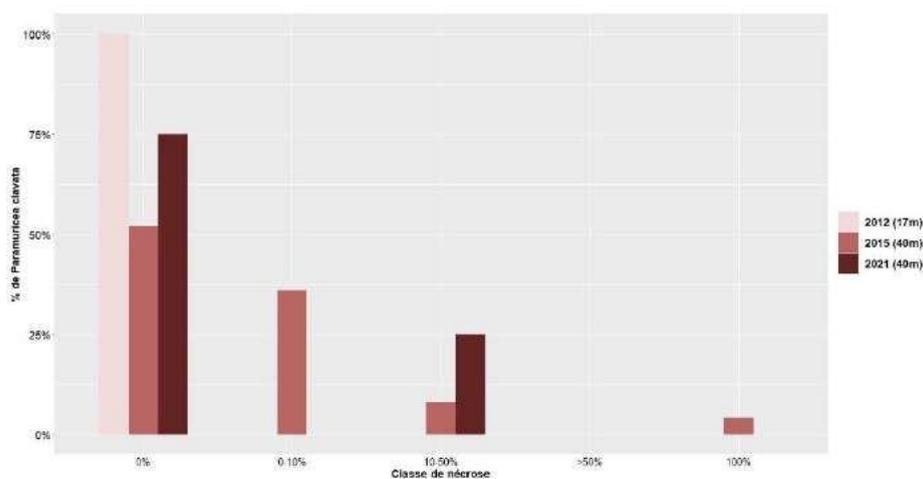




Tableau 52 : Comparaison des données de nécrose pour les gorgones blanches *Eunicella singularis* et les gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* à l'échelle régionale (RECOR, 2021).

Région	PACA		PACA		PACA		PACA		Échelle de comparaison Région PACA Légende
Site	FRDC05								
Profondeur	17	17	40	40	43	40	40		
Année	2012	2012	2015	2015	2018	2021	2021		
Espèce	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Paramuricea clavata</i>	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Paramuricea clavata</i>	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Paramuricea clavata</i>		
% nécrose:0	85.71	100	91.18	52	45	4.09	78	70.01	
% nécrose:1-10	9.02	0	9.02	38	38.88	11.36	0	13.11	
% nécrose:11-50	1.79	0	0	0	13.75	47.73	25	8.87	
% nécrose:51-99	2.98	0	0	0	1.88	22.73	0	82.35	
% nécrose:100	0	0	0	0	2.5	9.09	0	2.69	
% nécroses anciennes	50	0	100	100	21.59	87.5	100	89.56	
% nécroses récentes	50	0	0	0	18.43	12.5	0	15.33	
% nécroses diffuses	31.25	0	0	0	82.35	27.5	0	32.75	
% nécroses localisées	68.75	0	100	100	17.65	72.5	100	49.62	
Nombre total	112	0	34	25	190	44	1	48.39	

Malgré les nécroses importantes, en 2018 des colonies de gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* de moyenne taille (50 cm) et de petite taille étaient présentes alors qu'en 2021 les individus sont uniquement de taille moyenne (problème de recrutement ?) (Tableau 3).



Tableau 53 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones rouges *Paramuricea clavata* et les gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* à l'échelle régionale (RECOR, 2021)

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende	
Masse d'eau	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04		
Site	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale		
Profondeur	17	17	17	17	17	17	17		
Année	2012	2012	2015	2015	2018	2018	2021		
Espèce	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>		
nb petits	8	2	1	0	0	0	0		0 ----- 30 2.5
% petits	44.44	16.67	11.11	0	0	0	0		0 ----- 100 13.15
nb moyens	10	10	8	7	4	2	4	0 ----- 40 11.26	
% moyens	55.56	83.33	88.89	100	100	100	100	0 ----- 100 68.07	
nb grands	0	0	0	0	0	0	0	0 ----- 24 3.49	
% grands	0	0	0	0	0	0	0	0 ----- 100 18.78	
Nombre total	18	12	9	7	4	2	4	1 ----- 61 17.25	
Taille max (cm)	45	50	40	45	25	50	45	5 ----- 200 60.99	



4.3.10 Poissons et méga-invertébrés

4.3.10.1 Contexte

Cette synthèse porte sur les poissons et les méga-invertébrés. Sont considérés comme méga-invertébrés les invertébrés de la mégafaune-épifaune capturables au chalut. Ces espèces se répartissent en fonction :

- Des propriétés physiques du site : bathymétrie, hydrodynamique, nature des fonds ;
- Des propriétés fonctionnelles : zone de frayère, de nourricerie, de croissance et de migration.

La Méditerranée abrite donc des zones fonctionnelles majeures pour de nombreuses espèces de poissons et de méga-invertébrés : les frayères, les nourriceries, les zones de croissance et de migration.

Le plateau continental du golfe du Lion présente une homogénéité d'habitat avec des substrats meubles. Le gradient bathymétrique est le critère principal de la délimitation des propriétés fonctionnelles de l'habitat. Il impacte l'agitation, la répartition et l'abondance des apports de matières, la variation de lumière et de température. Il existe aussi des substrats durs en faible nombre très localisés (épaves, récifs artificiels), ou d'autres, plus étendus, comme les bancs de roches du proche côtier.

Plusieurs campagnes de suivi ont vocation à étudier les communautés de poissons et de méga-invertébrés :

- Des campagnes scientifiques (ObsMer, NOURMED, MEDITS, PELMED) ;
- Des études d'impact :
 - Projet d'éoliennes flottantes et leurs raccordements en Méditerranée (créocean, 2021)
 - Etude du risque d'effet des espèces halieutiques à l'éolien flottant dans le Golfe du Lion (De rock, Hattab and Vaz, 2021)
 - Projet de parc éolien flottant pilote Provence Grand Large (PGL, 2017)

Les campagnes scientifiques de surveillance ont l'objectif de suivre les ressources halieutiques au travers de dénombrement, mesure, pesé et éventuellement de prélèvement de poissons, mollusques et crustacés. Ces données permettent la création d'indices d'abondance des espèces commerciales, et apportent des connaissances sur les espèces capturées non commerciales. Ces campagnes contribuent aux connaissances de l'approche écosystémique des pêches, s'inscrivant dans la politique commune des pêches et la stratégie marine de l'Union européenne.

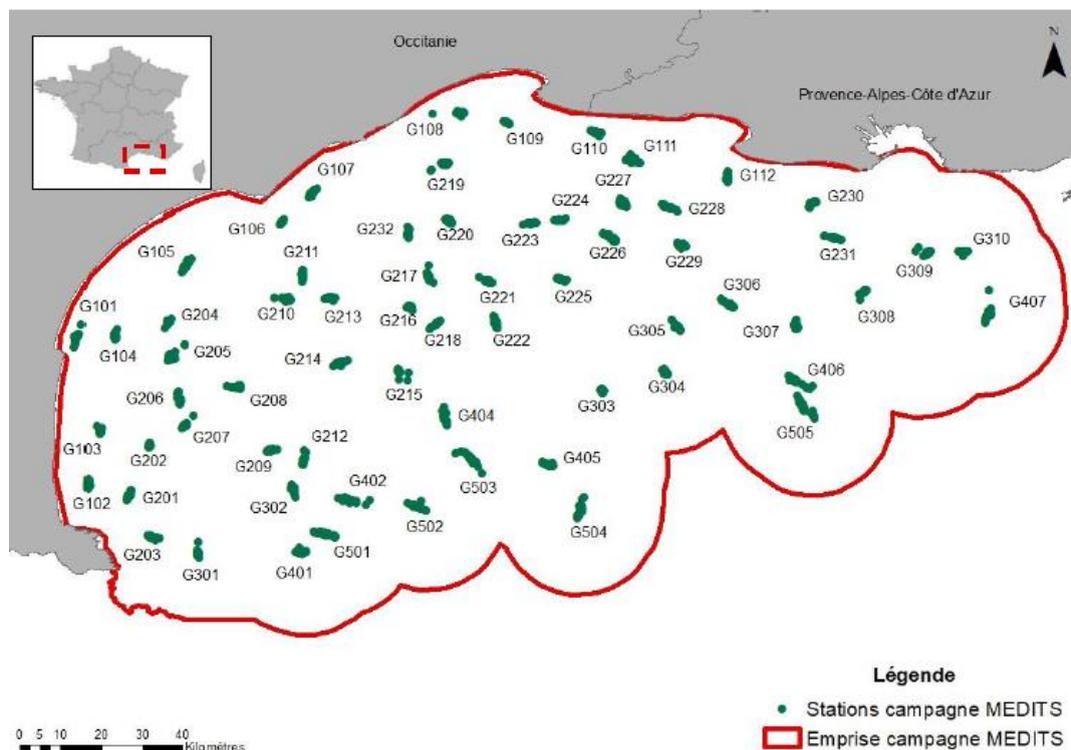
4.3.10.2 État environnemental à l'échelle de l'aire d'étude

CAMPAGNES SCIENTIFIQUES

Sur la façade Méditerranéenne, dans le Golfe du Lion, les campagnes internationales **MEDITS** (MEDiterranean International Trawl Survey) auxquelles participe l'Ifremer, ont lieu tous les ans pendant 1 mois. Les ressources démersales, sur les plateaux continentaux et le haut des pentes continentales, sont échantillonnées par un chalut de fond à grande ouverture verticale à aile courtes (surface couverte à moins de 200 m de profondeur : 0.05 km², et 0.1 km² au-delà de 200 m). L'aire d'étude est bien comprise dans la zone couverte par la campagne MEDITS (Figure 169).



Figure 169 : Emprise de l'étude et stations de la campagne halieutique MEDITS dans le golfe du Lion



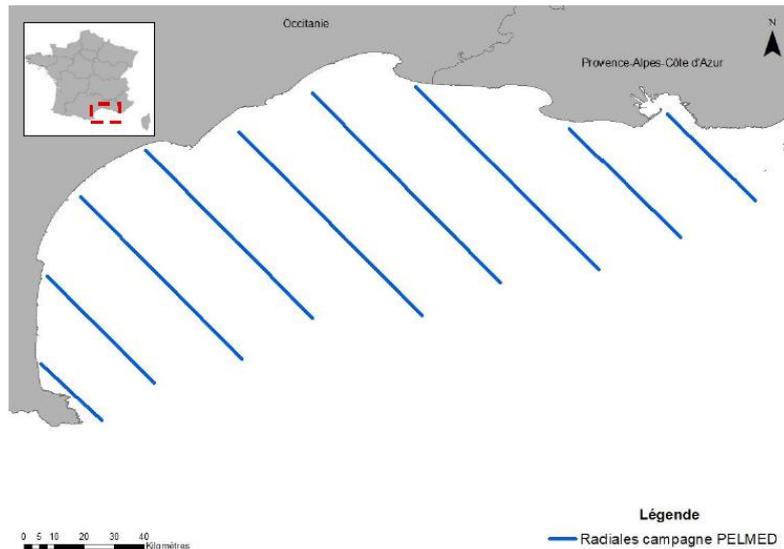
Source : De rock, Hattab and Vaz, 2021

Il existe aussi le programme **OBSMER**, programme d'observation de la mer mis en œuvre par la DGAMPA (direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture). Ce programme est basé sur une collaboration entre les observateurs, pêcheurs professionnels, leurs représentants, l'Ifremer et l'administration. Des observateurs scientifiques embarquent sur des navires de pêche avec des pêcheurs professionnels pour recenser les paramètres biologiques (espèces, poids, nombre d'individus, sexe, taille) des espèces capturées (débarquées ou rejetées), et les conditions de pêche. Ces données contribuent à l'évaluation des stocks et de connaître l'interaction entre l'activité de pêche, les ressources et l'écosystème marin. Les observations de 2019 par Cornou *et al.*, 2021 seront consultées afin de les comparer aux données recueillies dans la suite de l'étude.

Le plateau continental (20-200m de profondeur) du Golfe du Lion et de la région PACA, ont fait l'objet de campagnes **PELMED** (PELagiques MEDiterranée) (Figure 170). C'est une campagne d'évaluation spatio-temporelle de la biomasse des petits pélagiques (anchois et sardines notamment). Cette période permet d'avoir une estimation du recrutement de la sardine (qui se reproduit en hiver), et de suivre les populations reproductrices d'anchois présentes sur le plateau continental du golfe du Lion à cette période. Pour ce faire, une campagne acoustique et un chalutage ont lieu. L'étude acoustique est réalisée par des transects perpendiculaires à la côte (9 transects dans le Golfe du Lion), parallèles les uns aux autres, séparés de 12 milles nautiques. L'inter-transect (chemin entre deux transects) est également prospecté à profondeur constante pour affiner la couverture spatiale. L'aire d'étude est bien comprise dans la zone couverte par la campagne PELMED (Figure 170).



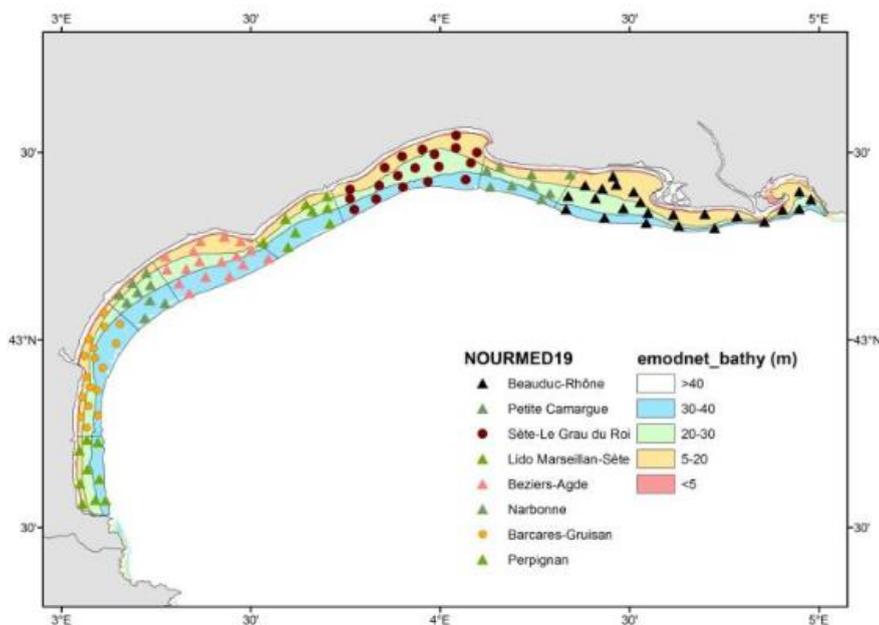
Figure 170 : Transects prospectés lors de la campagne halieutique PELMED



Source : De rock, Hattab and Vaz, 2021

Des campagnes **NOURMED**, sur le suivi des poissons et céphalopodes démersaux des milieux meubles côtiers (5 à 40 m) ont également été réalisées. Ces campagnes en mer visent à échantillonner les zones côtières principales chalutables, d'intérêt halieutique, du golfe du Lion (Figure 171). Elles ont pour objectif de suivre les zones de nourriceries côtières et ainsi renseigner la fonctionnalité et l'état écologique des peuplements. Les données collectées servent au calcul des indicateurs du Bon Etat Écologique (BEE). L'aire d'étude est bien comprise dans la zone couverte par la campagne NOURMED (Figure 171). Les observations de 2019 par Vaz, Brind'Amour and Delaunay, 2020, seront consultées afin de les comparer aux données recueillies dans la suite de l'étude.

Figure 171 : Effort d'observation par chalutage (chaque points est un chalutage) parcourue lors de la campagne NOURMED



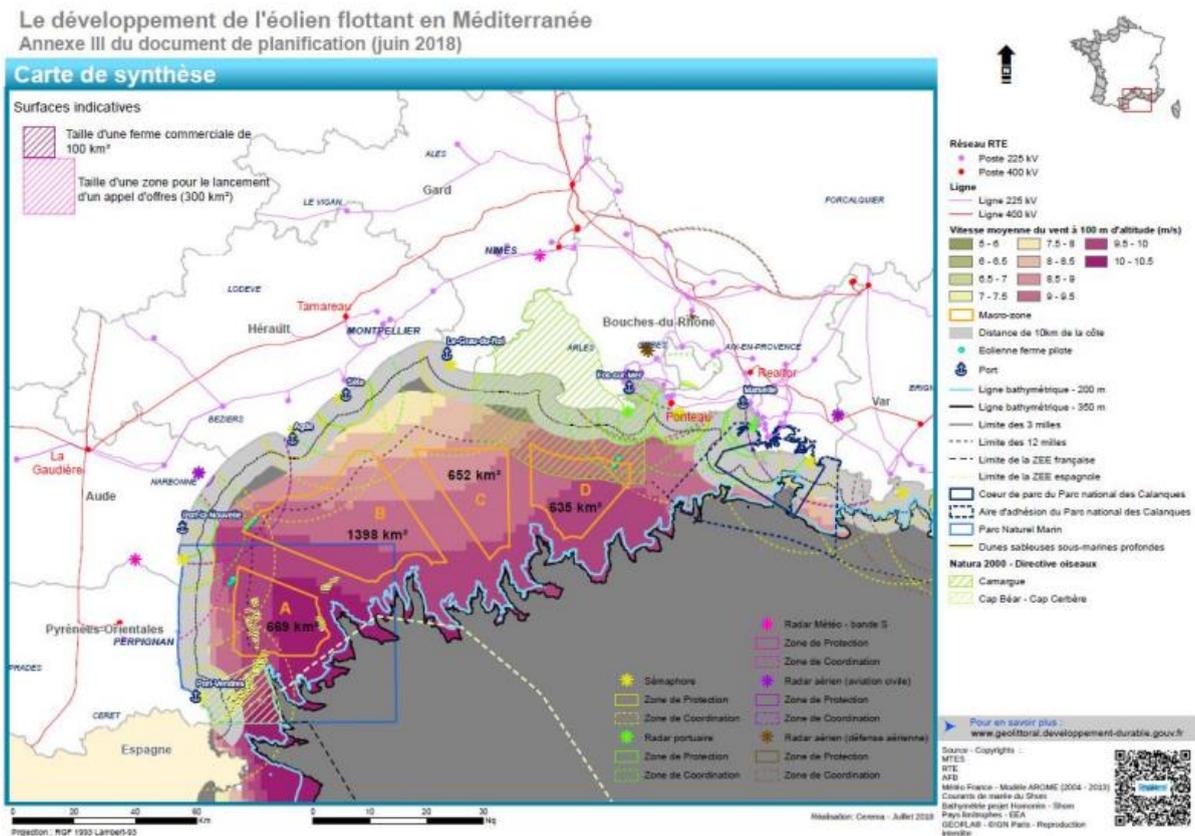
Source : Vaz, Brind'Amour and Delaunay, 2020



ÉTUDES D'IMPACT

L'**Ifremer** (créocean, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021) et **Créocean** (créocean, 2021) ont réalisé des études pour identifier les zones de moindre contrainte pour les espèces halieutiques : poissons, mollusques, crustacés, invertébrés benthiques sensibles. Ces études ont eu lieu dans le Golfe du Lion pour les éoliennes en mer du sixième appel d'offres, 4 sites pilote ont été étudiés (Figure 173). Pour ce faire, les données des campagnes MEDITS et PELMED et des données de débarquements géolocalisés ont été utilisées pour calculer le risque d'effet.

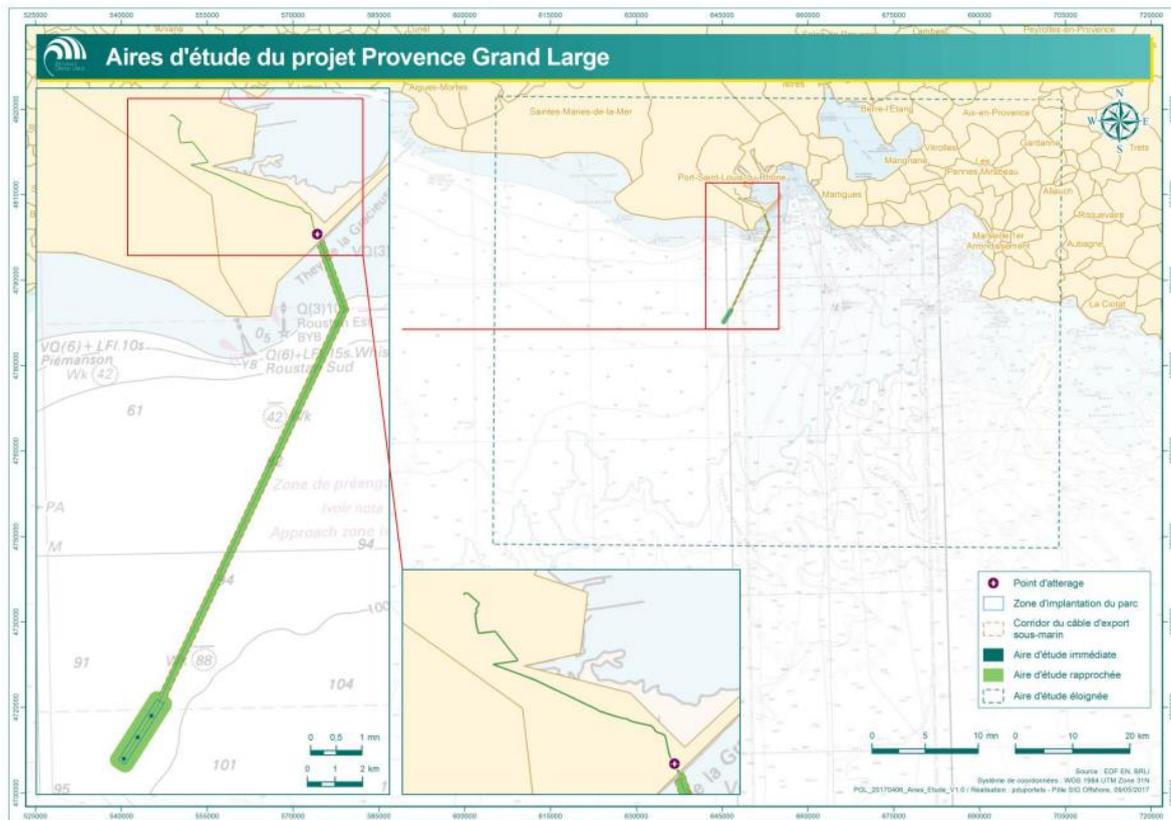
Figure 172 : Carte des quatre potentielles zones (en orange : A, B, C, D) d'implantation du futur parc éolien flottant (dirn, 2018)



L'étude menée par **PGL**, 2017 s'est basée sur les campagnes MEDITS 1994-2010 pour rendre compte de la ressource halieutique, et les données de capture du CRPMEM PACA. Le périmètre d'étude de cette étude est à proximité de la zone fictive d'implantation des éoliennes en PACA (Figure 173).



Figure 173 : Aires d'études pilote (PGL, 2017)



La zone d'étude est stratifiée par la profondeur avec une pente douce (jusqu'à 80 m de profondeur) pour la zone de raccordement, puis un plateau à 100 m de profondeur où seront implantés les éoliennes flottantes, au-delà des 100 m des canyons plongent à 1500 m. Ces différentes profondeurs sont colonisées par une ichthyofaune spécifique, à la diversité et abondance variable.



ICHTYOFAUNE

Composition et abondance

Le tableau suivant compile les différentes espèces pouvant être rencontrées dans et à proximité de la zone d'étude ainsi que leur statut de conservation, au travers des données collectées dans les diverses études d'impact :

Tableau 54 : Liste non exhaustive des espèces d'ichtyofaune et de leur statut de conservation

NOM COMMUN	ESPECE	ROLE FONCTIONNEL DU SITE	STATUT DE CONSERVATION	SOURCE
Motelle mouchetée	<i>Gaidropsarus biscayensis</i>	croissance	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Petite argentine	<i>Argentina sphyraena</i>	croissance	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Arnoglosse lanterne	<i>Arnoglossus laterna</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Grondin pin	<i>Chelidonichthys cuculus</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Blennie ocellée	<i>Blennius ocellaris</i>	croissance	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Bogue	<i>Boops boops</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Saint-Pierre	<i>Zeus faber</i>	nourricerie / frayère	NE	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Capelan de méditerranée	<i>Trisopterus capelanus</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Dragonnet tacheté	<i>Callionymus maculatus</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Sanglerier	<i>Capros aper</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Squale-chagrin commun	<i>Centrophorus granulosus</i>		CR	(Créocéan, 2021)
Cépole commune	<i>Cepola macrophthalma</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Chimère commune	<i>Chimaera monstrosa</i>		NT	(Créocéan, 2021)
Feuille	<i>Citharus linguatula</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Congre commun	<i>Conger conger</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Pastenague violette	<i>Pteroplatytrygon violacea</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Sar non déterminé	<i>Diplodus sp</i>			(Créocéan, 2021)
Anchois commun	<i>Engraulis encrasicolus</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Chien espagnol	<i>Galeus melastomus</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Gobie à écailles	<i>Lesueurigobius friesii</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Gobie noir	<i>Gobius niger</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Requin griset	<i>Hexanchus griseus</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Cavillone commun	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Baudroie rousse	<i>Lophius budegassa</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)



4. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE EN MER POUR LE PARC ÉOLIEN ET SON RACCORDEMENT EN MER

NOM COMMUN	ESPECE	ROLE FONCTIONNEL DU SITE	STATUT DE CONSERVATION	SOURCE
Baudroie commune	<i>Lophius piscatorius</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Sagre commun	<i>Etmopterus spinax</i>		NT	(Créocéan, 2021)
Grondin gris	<i>Eutrigla gurnardus</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Cardine à quatre tâches	<i>Lepidorhombus boscii</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Merlu	<i>Merluccius merluccius</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Torpille marbrée	<i>Torpedo marmorata</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Merlan bleu	<i>Micromesistius poutassou</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021)
Pageot acarné	<i>Pagellus acarne</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Rouget de vase	<i>Mullus barbatus</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Pageot rose	<i>Pagellus bogaraveo</i>		NT	(Créocéan, 2021)
Pageot commun	<i>Pagellus erythrinus</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Phycis de fond	<i>Phycis blennoides</i>		DD	(Créocéan, 2021)
Maquereau espagnol	<i>Scomber colias</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Raie miroir	<i>Raja miraletus</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Raie bouclée	<i>Raja clavata</i>		NT	(Créocéan, 2021)
Raie étoilée	<i>Raja asterias</i>		NT	(Créocéan, 2021)
Petite roussette	<i>Scyliorhinus canicula</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Raie douce	<i>Raja montagui</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Grondin lyre	<i>Trigla lyra</i>	croissance	DD	(Créocéan, 2021)
Sardine	<i>Sardina pilchardus</i>	nourricerie / croissance	NT	(Créocéan, 2021)
Raie douce	<i>Raja polystigma</i>		NA	(Créocéan, 2021)
Sprat	<i>Sprattus sprattus</i>	croissance	LC	(Créocéan, 2021)
Pocheteau noir	<i>Dipturus oxyrinchus</i>		NT	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Chinchard méditerranéen	<i>Trachurus mediterraneus</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021)
Maquereau	<i>Scomber scombrus</i>	nourricerie / croissance	NE	(Créocéan, 2021)
Raie fleurie	<i>Leucoraja naevus</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Squale liche	<i>Dalatias licha</i>		EN	(Créocéan, 2021)
Aiguillat commun	<i>Squalus acanthias</i>		EN	(Créocéan, 2021)
Serran-chèvre	<i>Serranus cabrilla</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Chinchard d'Europe	<i>Trachurus trachurus</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Dorade royale	<i>Sparus aurata</i>		LC	(Créocéan, 2021)
Grande vive	<i>Trachinus draco</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021)
Sole perdrix commune	<i>Microchirus variegatus</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021)
Muge	<i>Mugil sp</i>			(Créocéan, 2021)
Rouget de vase	<i>Mullus barbatus</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Pageot acarne	<i>Pagellus acarne</i>	nourricerie / croissance	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Pageot rose	<i>Pagellus bogaraveo</i>	nourricerie / croissance	NT	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Pageot commun	<i>pagellus erythrinus</i>	nourricerie / frayère	NE	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)

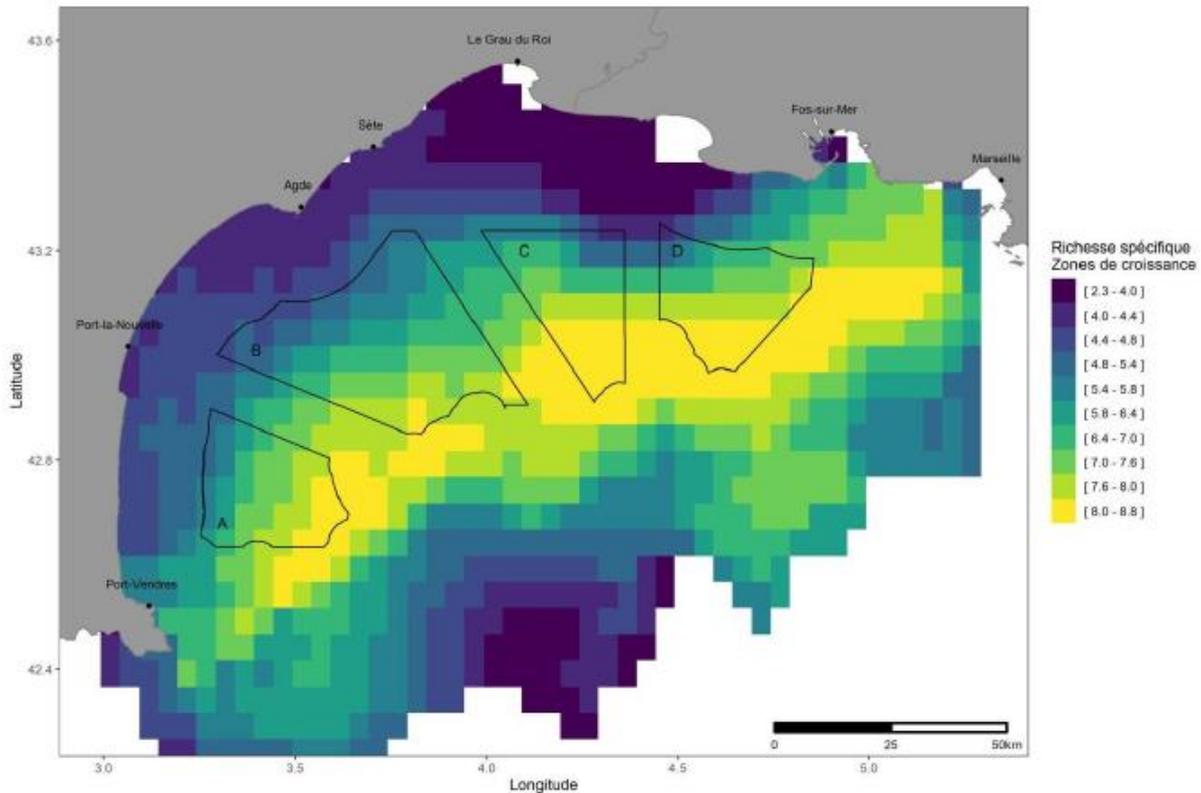


NOM COMMUN	ESPECE	ROLE FONCTIONNEL DU SITE	STATUT DE CONSERVATION	SOURCE
Petite roussette	<i>Scyliorhinus canicula</i>	nourricerie / frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Serran	<i>Serranus cabrilla</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Serran hépate	<i>Serranus hepatus</i>	frayère	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Solenette	<i>Buglossidium luteum</i>		LC	(PGL, 2017)
Mendole	<i>Spicara maena</i>		LC	(PGL, 2017)
Grondin	<i>Aspitrigla obscura</i>		LC	(PGL, 2017)
Grondin perlon	<i>Chelidonichthys lucerna</i>		LC	(PGL, 2017)
Tacaud	<i>Trisopterus minutus</i>		LC	(PGL, 2017)
Requin à peau-bleue	<i>Prionace glauca</i>		EN	(Pettex <i>et al.</i> , 2013)
Requin pèlerin	<i>Cetorhinus maximus</i>		EN	(Pettex <i>et al.</i> , 2013)
Diable de mer	<i>Mobula mobular</i>		EN	(Pettex <i>et al.</i> , 2013)
Poisson-lune	<i>Mola mola</i>		DD	(Pettex <i>et al.</i> , 2013)
Thon	<i>Thunnus thunnus</i>		NT	(Pettex <i>et al.</i> , 2013)
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>		CR	(LEFGL, 2018)
Lamproie marine	<i>Petromyson marinus</i>		LC	(LEFGL, 2018)
Lamproie fluviatile	<i>Lampetra fluviatilis</i>		VU	(LEFGL, 2018)
Aloses feintes	<i>Alosa fallax</i>		LC	(LEFGL, 2018)
Aloses vrais	<i>Alosa alosa</i>		LC	(LEFGL, 2018)

EN : en danger CR : En danger critique VU : vulnérable NA : Non applicable
 NT : Quasi-menacée LC : Préoccupation mineur DD : données insuffisantes NE : non évaluée

La richesse spécifique des adultes non reproducteurs est la plus élevée (> 8 espèces) dans le sud de l'aire d'étude (similaire à la zone D) (Figure 174)(De rock, Hattab and Vaz, 2021)..

Figure 174 : Richesse spécifique des espèces en zone de croissance



Source : De rock, Hattab and Vaz, 2021

Les campagnes MEDITS (entre 1994 et 2010) ont identifié dans le Golfe du Lion sur les fonds meubles 211 espèces meubles. Les plus communes sont : le merlu, le tcaud, le chinchard, le grondin gris (PGL, 2017).

La campagne menée par PGL a révélé également dénombrés 164 espèces entre les sondes 10 et 200 m. Les espèces les plus abondance parmi les espèces très côtières sont la sole, le grondin perlon, le pageot commun (PGL, 2017). Des espèces inféodées au plateau ont également été retrouvées en abondance comme : merlu, tcaud, grondin gris, serran à tache noire, chinchard et anchois (PGL, 2017).

Les espèces présentes en abondance sont en grande partie à forte valeur commerciale. En effet, les principales espèces cibles des pêcheurs sont : la sardine, l'anchois, le maquereau, le merlu, la dorade royale, la sole, la lotte, la bonite, le mullet ou encore la galinette (PGL, 2017). De fait, depuis 3 ans les stocks de petits pélagiques des anchois et des sardines chute (PGL, 2017). Les campagnes PELMED ont montré lors des 20 dernières années des changements démographiques et biologiques des populations de petits pélagiques. L'abondance (le nombre de poissons) des sardines et anchois reste stable, alors que leur biomasse a chuté avec des poissons plus petits et moins gras, ce qui explique la baisse d'effort de pêche et de captures. Les causes probables seraient les modifications du plancton et de la charge en agents pathogènes dans le milieu (Créocœan, 2021).

Plusieurs espèces d'élaémobranches sont présentes dans le golfe du Lion, avec :

- Le requin à peau-bleue, qui domine les observations de requins (Pettex *et al.*, 2013). Il est présent plus au large jusqu'au-delà des zones de canyons (PNMGL, 2014) ;
- Le requin pèlerin, présent jusqu'en zone très côtière (LEFGL, 2018) ;



- Le diable de mer, qui a été observé en été (moins présente en zone côtière en hiver) notamment dans le périmètre du PNMGL (Parc naturel marin du golfe du Lion) et au nord sans avoir pu évaluer la fréquentation (Pettex *et al.*, 2013) ;
- Le Poisson-lune, très abondant dans le golfe du Lion, près de l'embouchure du Rhône, principalement en été (LEFGL, 2018). Les campagnes SAMM (2011-2012) ont relevé une sur-représentation de ce poisson, avec 10 à 30 fois plus de poissons lunes en Méditerranée et plus particulièrement dans le golfe du Lion, comprenant tout le littoral d'Occitanie, en comparaison avec d'autres régions similaires dans le monde (Pettex *et al.*, 2013).

Zones fonctionnelles

Migration

Un déplacement des espèces en fonction de la saison est présent avec en saison chaude des rougets, saupes, pageots, pageots acarnes, tandis qu'en saison froide on observe plutôt des baudroies, muges, seiches et dorades.

Les grands migrateurs sont probablement de passage dans la zone d'étude :

- Dans le golfe du Lion, des juvéniles et subadultes de thon se rapprochent des côtes en grandissant (LEFGL, 2018). Ils s'étendent vers le Nord-ouest et l'Est avec des détections plus fréquentent ces dernières années d'après les observations des pêcheurs professionnels et récréatifs (LEFGL, 2018). En effet, l'abondance des juvéniles de thon rouge a augmenté. Elle est jusqu'à 3 à 4 fois supérieure à celle début des années 2000, en conséquence du plan de reconstitution du stock instauré en 2007 par la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (ICCAT) (LEFGL, 2018). En 2019, les débarquements des navires en Méditerranée occidentale s'élevaient à 737 tonnes pour le merlu, 531 tonnes pour la dorade royale, et 253 tonnes pour le thon rouge (Créocéan, 2021).
- L'abondance de poisson lune en été dans le golfe du lion avait une densité allant jusqu'à 475 individus sur 100 km² d'après les chercheurs. Ces mouvements migratoires saisonniers contredisent le caractère peu mobile de cette espèce (LEFGL, 2018).

Le golfe du Lion peut être un couloir de migration vers l'Atlantique pour les espèces amphihalines migratrices :

- Les anguilles migrent de la mer des Sargasses vers l'Europe, jusqu'au golfe du Lion à la fin du printemps (LEFGL, 2018). Les anguilles remontent ensuite les cours d'eau douce tel que le grau du Rhône et ses affluents. Elles y vivent plusieurs années, avant d'entamer leur dernière migration vers la mer des Sargasses, où elles se reproduisent et meurt. Les zones éoliennes en PACA est donc une zone de migrations (LEFGL, 2018). Cependant la tendance des stocks est en déclin (LEFGL, 2018).
- Les lamproies marine et fluviatile qui étaient autrefois assez communes, se sont raréfiées au point de ne presque plus être observée dans la région (LEFGL, 2018).
- Les aloses feintes et vraie utilisent également ce couloir de migration (LEFGL, 2018). La tendance des stocks est stable pour l'alose (LEFGL, 2018).

Les embouchures des fleuves et les graus sont les voies de migrations essentielles. D'après les données collectées à la côte (estuaires, lagunes), en mer aucune voie de migration ne peut être identifiée quantitativement, dû à un manque de données (Créocéan, 2021). En effet, lors de la campagne de suivi MEDITS aucun spécimen d'anguille, d'alose feinte ou de lamproie n'ont été capturées. Seulement 2 anguilles ont été capturées en mer lors des campagnes MEDITS (LEFGL, 2018). Dans la bibliographie aucun signalement de captures en mer en dehors des aloses n'a été retrouvé (LEFGL, 2018). L'anguille ne fait que migrer de son lieu de croissance à son lieu de reproduction.



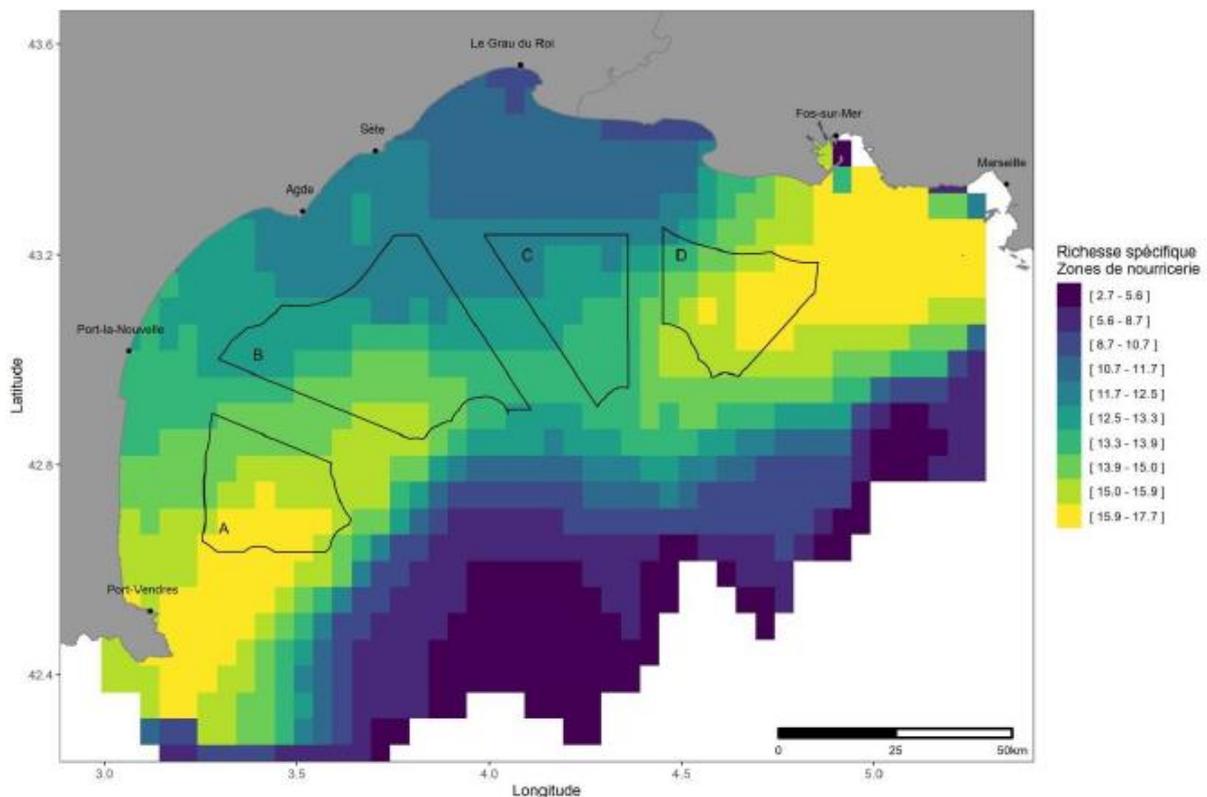
Ces espèces amphihalines ont la plus faible diversité d'espèces par rapport aux autres façades maritimes. En effet, l'anguille, la lamproie marine et l'alose feinte du Rhône n'ont pas atteint le bon état écologique (voire effondrée pour l'anguille) (Créocéan, 2021).

Nourricerie

Les apports du Rhône proche du golfe de Fos et donc de la zone d'étude entraînent une forte productivité biologique de la bande côtière. De fait cette zone est un site de nourrissage et de reproduction de nombreuses espèces : rougets barbets, pageots, soles, loups, dorades royales, anguilles (PGL, 2017). C'est également un lieu de grossissement de l'alose feinte et la migration des lamproies marine et fluviatile (PGL, 2017).

La richesse spécifique de l'ichtyofaune aux stades juvéniles est élevée (> 15.9 espèces) dans l'est de la zone d'implantation et plus faible dans la zone de raccordement (similaire à la zone D) (Figure 175) (De rock, Hattab and Vaz, 2021).

Figure 175 : Richesse spécifique des espèces en zones de nourricerie



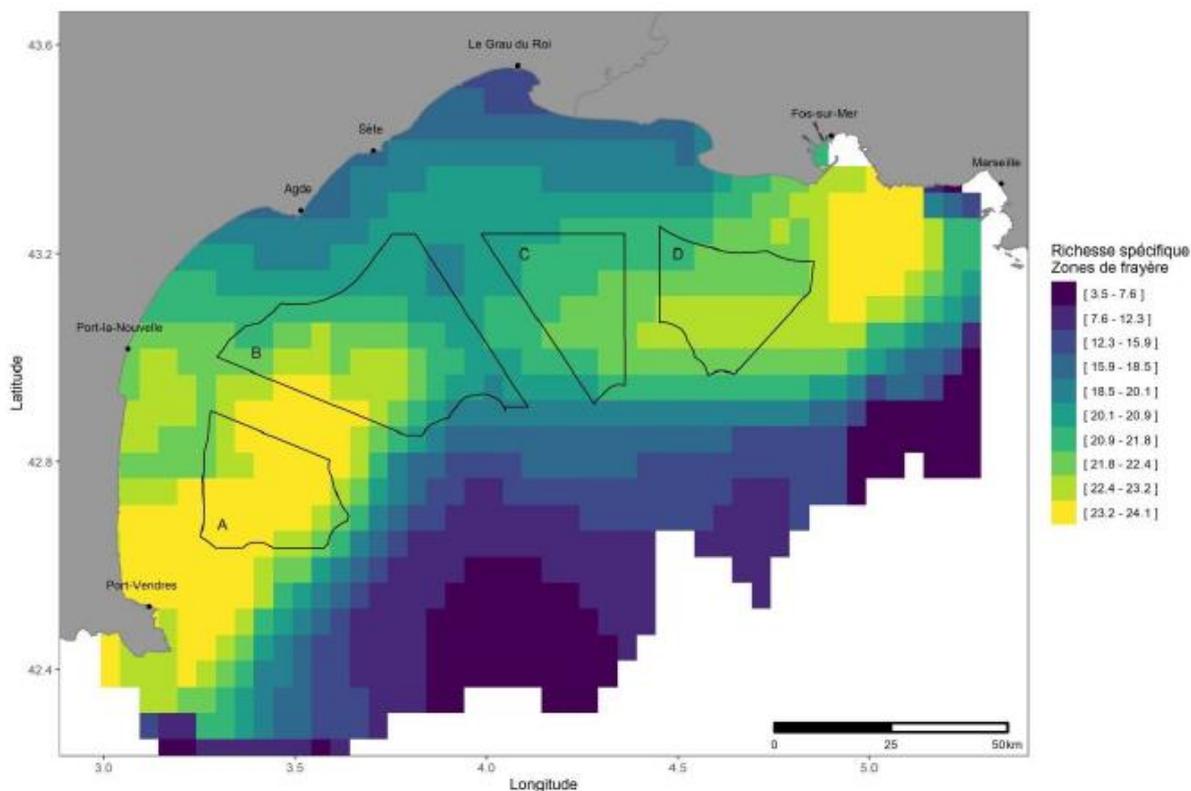
Source : De rock, Hattab and Vaz, 2021

Frayère

La richesse spécifique de l'ichtyofaune aux adultes est élevée dans l'est de la zone d'implantation et plus faible dans la zone de raccordement (similaire à la zone D) (Figure 176) (De rock, Hattab and Vaz, 2021).



Figure 176 : Richesse spécifique des espèces en zone de frayère



7 Source : De rock, Hattab and Vaz, 2021

Les campagnes MEDITS ont montré dans le golfe du lion une forte concentration de juvéniles de merlus (LEFGL, 2018). Cependant, la superficie des zones de nurseries des merlu, l'anchois, la sardine, sont importante à l'échelle du golfe du Lion (LEFGL, 2018). L'aire de reproduction de la sardine et de l'anchois est dans le sud-ouest du golfe du Lion, leurs zones de nurseries est plus au large l'ensemble du golfe du Lion (LEFGL, 2018). Le grau du Rhône est également connu comme zone de frayère de l'aloise (aloise vrais et aloise feinte), celui-ci est proche de la zone de raccordement de la zone PACA (PGL, 2017).

Les zones de substrats durs adjacents (bancs rocheux et récifs artificiels) au niveau du proche côtier sont aussi des zones de reproduction pour le loup, les sars, les dorades (LEFGL, 2018). Le proche côtier est également une zone de nourricerie de la baudroie en saison froide (LEFGL, 2018).

Cependant la zone d'étude n'occupe pas une part significative des zones fonctionnelles identifiées pour les ressources halieutiques. Les zones fonctionnelles identifiées à proximité sont très étendues de par l'homogénéité de la côte et de la présence régulière de fleuves et de lagunes (LEFGL, 2018).

Des suppositions sont également faites pour les nurseries de poissons littoraux (soles, turbot, sars, loups, muges) présents dans les très petits fonds meubles de sables clairs et de substrats durs près ou au sein des points d'accès aux lagunes, aux fleuves et aux ports (LEFGL, 2018). Mais aussi le rouget qui pond sur un fond vaseux entre 80 et 130 m de profondeur (LEFGL, 2018b).



COMMUNAUTES DE MEGA-INVERTEBRES

Mollusques

Le tableau suivant présente les différentes espèces pouvant être rencontrées dans et à proximité de la zone d'étude ainsi que leur statut de conservation :

Tableau 55 : Liste non exhaustive des espèces de mollusques et de leur statut de conservation

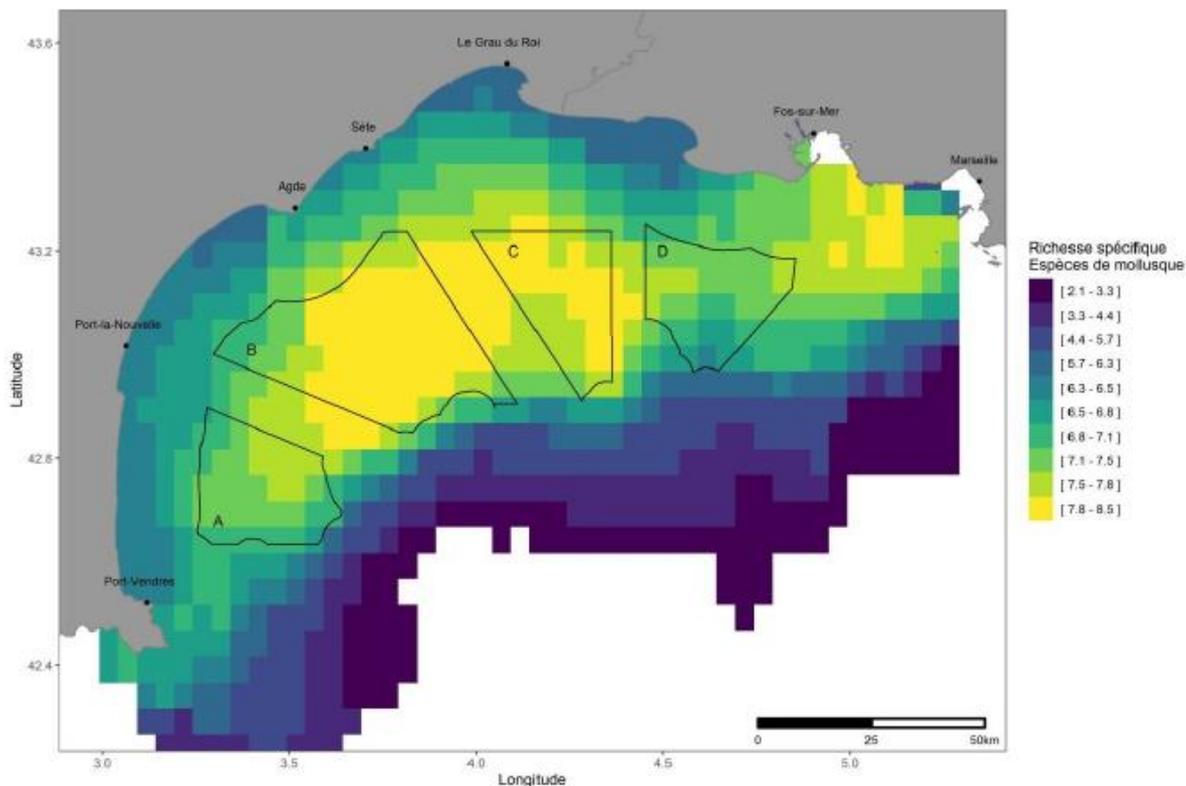
NOM COMMUN	ESPECE	STATUT DE CONSERVATION	SOURCE
Casseron bambou	<i>Alloteuthis media</i>	DD	(LEFGL, 2018; Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Casseron non identifié	<i>Alloteuthis spp.</i>		(Créocéan, 2021)
Pieuvre blanche	<i>Eledone cirrhosa</i>	LC	(Créocéan, 2021)
Elédone musquée	<i>Eledone moschata</i>	LC	(LEFGL, 2018; Créocéan, 2021)
Encornet	<i>Illex coindetii</i>	LC	(Créocéan, 2021)
Pycnodonte-cuillère	<i>Neopycnodonte cochlear</i>	NE	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Poulpe commun	<i>Octopus vulgaris</i>	LC	(LEFGL, 2018; Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Seiche	<i>Sepia elegans</i>	DD	(LEFGL, 2018; Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Seiche non identifiée	<i>Sepiola spp.</i>		(LEFGL, 2018 ; Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Seiche rose	<i>Sepia orbignyana</i>	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Seiche commune	<i>Sepia officinalis</i>	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Toutenon souffeur	<i>Todaropsis eblanae</i>	LC	(Créocéan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)

LC : Préoccupation mineur DD : données insuffisantes NE : non évaluée

La richesse spécifique des mollusques est moyennement élevée à proximité du littoral (zone de raccordement) site d'implantation (similaire à la zone D) (Figure 177).



Figure 177 : Richesse spécifique des espèces de mollusque



Source : De rock, Hattab and Vaz, 2021

Les débarquements des navires en Méditerranée occidentale sont dominés par les espèces de poulpes (1575 tonnes sur les 10 419 tonnes débarquées des navires en 2019 (Créocéan, 2021)).

Crustacés

Le tableau suivant présente les différentes espèces pouvant être rencontrées dans et à proximité de la zone d'étude ainsi que leur statut de conservation :

Tableau 56 : Liste non exhaustive des espèces de crustacés et de leur statut de conservation

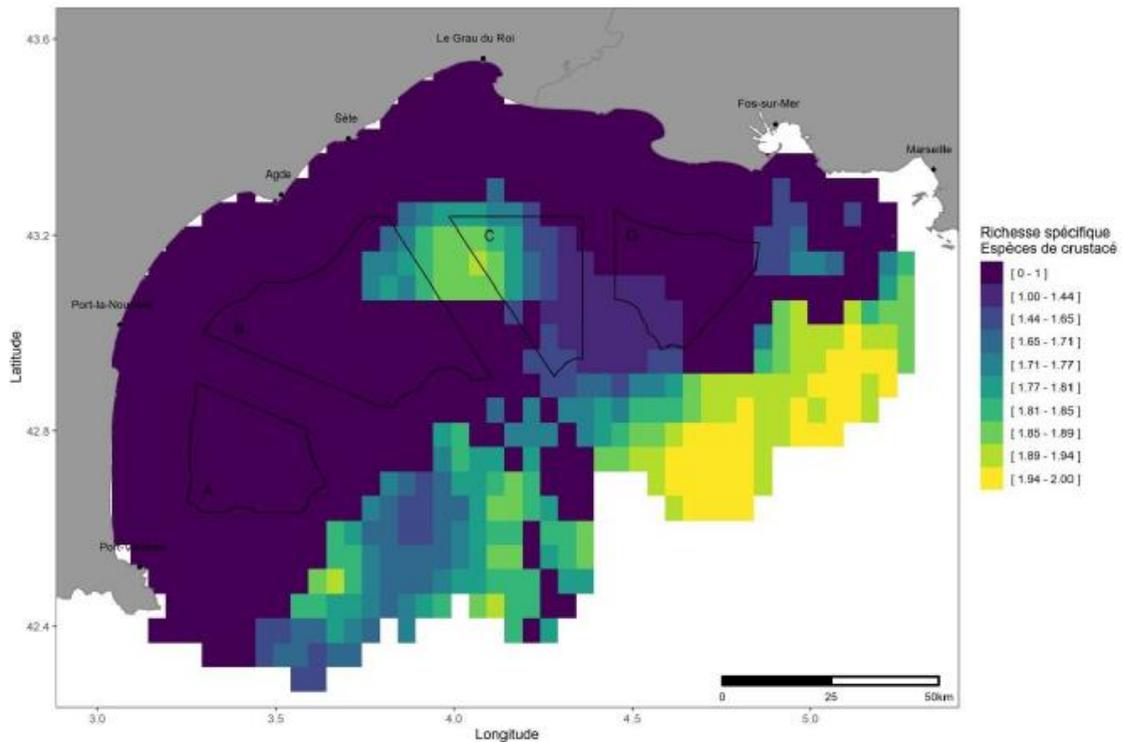
Nom commun	Espèce	Statut de conservation	Source
Gambon rouge	<i>Aristaeomorpha foliacea</i>	NE	(Créocéan, 2021)
Jambonneau pectine	<i>Atrina pectinata</i>	NE	(Créocéan, 2021)
Crevette rose	<i>Parapenaeus longirostris</i>	NE	(Créocéan, 2021)
Langoustine comune	<i>Nephrops norvegicus</i>	LC	(Créocéan, 2021)
Squille ocellée	<i>Squilla mantis</i>	NE	(Créocéan, 2021)
Caramote	<i>Penaeus kerathurus</i>	NE	(LEFGL, 2018; Créocéan, 2021)

LC : Préoccupation mineur NE : non évaluée



La richesse spécifique des crustacés est nulle à moyenne dans la zone de raccordement et d'implantation (similaire à la zone D) (Figure 178). Elle est élevée (> 1.94) uniquement au sud-est du Golfe du Lion (De rock, Hattab and Vaz, 2021).

Figure 178 : Richesse spécifique des espèces de crustacé



Source : De rock, Hattab and Vaz, 2021

Zone de nurricerie

Les crustacés ont des zones de nurriceries plus profondes comme pour la langoustine (Créocœan, 2021).

Invertébrés-benthiques

Le tableau suivant présente les différentes espèces pouvant être rencontrées dans et à proximité de la zone d'étude ainsi que leur statut de conservation :

Tableau 57 : Liste non exhaustive des espèces d'invertébrés benthiques et de leur statut de conservation

Nom commun	Espèce	Statut de conservation	Source
Main de mer	<i>Alcyonium palmatum</i>	NE	(Créocœan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Plume de mer	<i>Funiculina quadrangularis</i>	NE	(Créocœan, 2021)
Corail bambou	<i>Isidella elongata</i>	NE	(Créocœan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Comatule non identifié	<i>Leptometra spp.</i>	NE	(Créocœan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Hydraire plume de faisan	<i>Lytocarpia myriophyllum</i>	NE	(Créocœan, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)

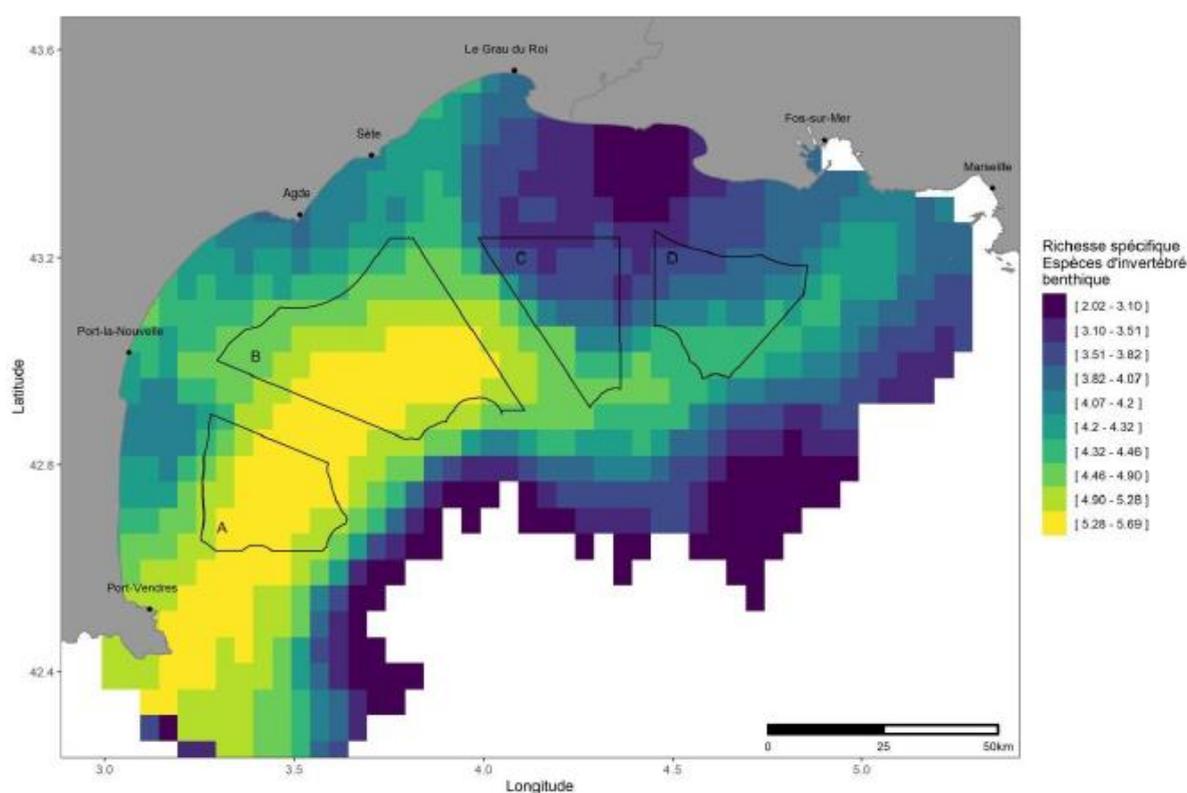


Pennatule grise	<i>Pteroeides spinosum</i>	NE	(Créocean, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Pennatule rouge	<i>Pennatula rubra</i>	NE	(Créocean, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Pennatule phosphorescente	<i>Pennatula phosphorea</i>	NE	(Créocean, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)
Vérétille verge de chien	<i>Veretillum cynomorium</i>	NE	(Créocean, 2021; De rock, Hattab and Vaz, 2021)

NE : Non évalué

La richesse spécifique des invertébrés benthiques est la plus élevée (> 5.28) dans le site d'implantation et moins élevée dans la zone de raccordement (similaire à la zone D) (Figure 179) (De rock, Hattab and Vaz, 2021).

Figure 179 : Richesse spécifique des espèces d'invertébrés benthiques



Source : De rock, Hattab and Vaz, 2021

4.3.10.3 Lacunes

La lacune principale est le manque de données concernant les crustacés, mollusques, invertébrés benthiques et le rôle fonctionnel (nourricerie, reproduction) des sites envers ces groupes taxonomiques.



4.3.11 Continuités écologiques et équilibres biologiques

Le chapitre suivant s'inspire du rapport « Identification et hiérarchisation des enjeux écologiques des façades maritimes métropolitaine – Façade méditerranéenne – Plateau du golfe du Lion » produit par l'OFB en février 2021 dans le cadre des documents stratégiques de façade (DSCMM)

Le littoral du secteur est principalement sableux, entrecoupé de caps (Cap Leucate et Cap d'Agde) et pointements rocheux. Il est caractérisé par un large plateau continental

en forme de croissant, de 200 km de long, soumis à la fois aux apports saisonniers du Rhône, ainsi qu'à ceux des fleuves côtiers à caractère torrentiel.

Les habitats pélagiques du golfe sont un milieu particulièrement propice à l'échelle de la méditerranée occidentale pour les petits poissons pélagiques tels que la sardine, l'anchois et le sprat. Néanmoins, depuis 2008, des évolutions du zooplancton mal expliquées ont entraîné une chute importante des biomasses de ces espèces. Nombre d'espèces se reproduisent près de la côte au niveau des substrats meubles et durs. Les sparidés se reproduisent préférentiellement au printemps (sars) et en été (dorade, marbré) au niveau des sables fins. Alors que le turbot semble se reproduire près de la côte au niveau des sables fins, la sole se reproduit plus au large sur des biocénoses du détritique côtier aux environs de 70 m. Les biocénoses des sables fins sont des zones d'alimentation pour les juvéniles des poissons plats, des sars et des rougets. Les rougets se nourrissent entre 0 et 3 m de profondeur. La zone de nourricerie du sar commun se situe plus profond, entre 8 et 10 m. Cette biocénose est aussi zone de nourricerie des poissons fouisseurs, ainsi que pour la dorade qui se nourrit sur les zones sableuses, entre 30 et 40 m. La biocénose des sables vaseux superficiels de mode calme est une zone de nourricerie de poissons juvéniles ainsi qu'une zone d'alimentation pour les oiseaux marins. Le plateau continental du golfe du Lion est particulièrement fréquenté par de nombreux prédateurs supérieurs qui y exploitent les ressources alimentaires : grand dauphin, tortue caouanne et de nombreuses espèces d'oiseaux pélagiques. Les plus typiques et réguliers sont les puffins des Baléares, Yelkouan et de Scopoli (trois menacées au niveau européen, voire mondial), le Cormoran huppé, l'Océanite tempête ainsi que plusieurs espèces de sternes et mouettes. Le secteur est également fréquenté par nombre de laro-limicoles en période de nidification. D'importants flux d'oiseaux migrateurs "terrestres" longent la côte au printemps et à l'automne. La plupart des espèces ne passent pas au-dessus de la mer ou alors à des altitudes très importantes (1000-2000 m).

Figure 180 : Zone fonctionnelle de dimension « restreinte » pour les espèces marines identifiées au sein du plateau du golfe du Lion

Zones fonctionnelles de dimension « restreinte » pour les espèces marines							Enjeux transversaux		
Zones fonctionnelles halieutiques - Frayères	Zones fonctionnelles halieutiques - Nourricerie	Secteurs de concentration et de migration des poissons amphihalins	Nidification de limicoles et zones d'alimentation	Colonies d'oiseaux marins et zones d'alimentation	Site d'hivernage pour les oiseaux d'eau	Densité maximale et zone fonctionnelle d'oiseaux marins en période interuptiale	Populations localisées d'invertébrés benthiques protégés et/ou exploités	Autres cétacés	Tortues marines
Fort** : Sprat, chinchard, merlu, dorade royale, bogue, chinchard à queue jaune, égletin, eledone, grondin gris, sole, bar, marbré, rouget de vase, sars, turbot, sardine et anchois	Fort** : Sprat, sardine, dorade royale, merlu, anguille, bar, sole, eledone, grondin gris, petite roussette, rouget de vase, chinchard commun, anchois et juvéniles de thon rouge	Majeur : Alose du Rhône Fort* : Lamproie	Majeur : Gravelot à collier interrompu, Avocette élégante, Echasse blanche	Majeur : Goéland leucophaée et railleur, Sterne hansel et naine Fort : Mouette mélanocéphale, Sterne caugek et pierregarin	Fort : Site d'hivernage : Camargue	Majeur : Densité toutes espèces Majeur : Secteurs d'alimentation des puffins Yelkouan et de Scopoli	Grande nacre, Grande cigale & Datte de mer	Grand dauphin en particulier à la côte	nd : Enjeu transversal : observations en hausse de tortues caouannes en mer. (alimentation et hivernage en zone côtière)

Source : OFB, 2021



Pour le secteur Provence – Côte d'Azur qui s'étend du Golfe de Fos, près de Marseille, à la frontière italienne. Le littoral de ce secteur, principalement rocheux et découpé, comporte des plages dans les fonds de baies, criques ou calanques, et plusieurs îles (autour de Marseille, les îles d'Or, de Lérins). Le plateau continental est large de quelques kilomètres, entaillés de canyons profonds avant de laisser place à la plaine abyssale

Les canyons ont un rôle essentiel dans la productivité halieutique et l'alimentation des cétacés (grands plongeurs), le secteur est d'ailleurs inclus dans le sanctuaire pour les mammifères marins Pelagos. On note aussi la présence d'une population résidente de grand dauphin. Les îles (Calanques, Port Cros) sont des zones de reproduction des oiseaux marins (puffin cendré, puffin Yelkouan, océanite tempête), dont seulement 4 (2 autres en Corse) sont présentes en Méditerranée française. L'ensemble du secteur est utilisé comme zone d'alimentation par les oiseaux marins, notamment les puffins, la mouette mélanocéphale et plusieurs espèces de goélands (railleleur, leucophée) particulièrement bien représentées sur le secteur.

Figure 181 : Zone fonctionnelle de dimension « restreinte » pour les espèces marines identifiées au sein du secteur Provence – Côte d'Azur

Zones fonctionnelles halieutiques - Frayères	Zones fonctionnelles de dimension « restreinte » pour les espèces marines				Enjeux transversaux	
	Populations localement importantes d'élasmobranches	Colonies d'oiseaux marins et zones d'alimentation	Densité maximale et zone fonctionnelle d'oiseaux marins en période inter-nuptiale	Populations localisées d'invertébrés benthiques protégés et/ou exploités	Autres cétacés	Tortues marines
Fort** : anchois, mérours	Fort : squalé bouclé : historiquement important au niveau de Nice	Majeur : goéland leucophée et railleur, mouette mélanocéphale, puffin Scopoli et Yelkouan Fort : sterne hansel et naine, océanite tempête Moyen : grand cormoran, sterne pierregarin Faible : cormoran huppé	majeur : secteurs d'alimentation des puffins Yelkouan et de Scopoli	Nd : grande nacre, patelle géante, grande cigale & datte de mer	Grand dauphin (population résidente des îles d'Hyères). Importance des talus canyons pour les grands plongeurs.	Nd : enjeu transversal : observations en hausse de tortues caouannes en mer. Possibles zones de ponte

Source : OFB, 2021



4.4 DESCRIPTION LIES AU PAYSAGE ET AU PATRIMOINE MARITIME

4.4.1 Etat actuel des connaissances

4.4.1.1 Paysage

Le cadre paysager et le patrimoine protégé représentent une composante essentielle à prendre en compte pour la définition d'un projet éolien en mer. En effet, un tel projet est susceptible de modifier durablement les perceptions du littoral et notamment de l'horizon maritime, et donc d'avoir une incidence sur le cadre de vie et la valeur commune et partagée de l'espace littoral. Il est donc nécessaire de bien identifier les enjeux paysagers du territoire d'étude (paysages emblématiques ou structurants, points de vue remarquables, etc.), ainsi que les enjeux patrimoniaux susceptible d'être concernés par des visibilité ou des covisibilités sur le projet. Le recensement et la caractérisation de niveaux d'enjeu en fonction du niveau de protection, de la fréquentation et de la valeur sensible et patrimoniale de chaque élément permettra ainsi d'ajuster au mieux le projet (distance à la côte, implantation, raccordement) et de prévoir les mesures adéquates.

4.4.1.1.1 Les documents de cadrage

Au préalable, un certain nombre de documents de cadrage mentionnent les attentes de l'Etat concernant la prise en compte du paysage et du patrimoine dans les choix d'aménagement du littoral et du milieu marin, et en particulier pour le développement de l'éolien en mer Méditerranée :

- Le **Document Stratégique de Façade Méditerranée (DSF)**, du Ministère de la Transition écologique et solidaire est un document opposable qui cadre notamment la vocation des espaces maritimes et littoraux à l'horizon 2030. Concernant le paysage, la *Partie 1, Chap. 1, Etat des lieux, 1.4 Les sites, les paysages et le patrimoine* propose une introduction aux enjeux relatifs aux paysages littoraux, infra-littoraux et sous-marins, ainsi qu'au patrimoine de la façade méditerranéenne (Occitanie, PACA et Corse). La *Partie 2, chap. 1, 1.1 objectifs environnementaux* annonce notamment l'Objectif transversal S : « Protéger, préserver et mettre en valeur les paysages et le patrimoine (littoral, maritime, subaquatique, historique, etc.) méditerranéen ». Annexes 1, 2, 4 et 6 sont également à consulter (description détaillée des activités marines et littorales, objectifs stratégiques et cartographie des vocations, liste des documents de cadrage par secteur).
- Le **Dossier de la maîtrise d'ouvrage** (mai 2021) énonce les attentes du Ministère, associé à RTE, dans le cadre du Débat public. Il sera utile de prendre connaissance des parties
 - *III.2.a et III.2.b*, concernant le patrimoine et le paysage. Sont étayés ici les prescriptions de la maîtrise d'ouvrage (l'Etat) en matière de compatibilité des projets avec les enjeux paysagers et patrimoniaux : prise en compte exhaustive des éléments patrimoniaux, éloignement des parcs à la côte, cohérence attendue avec les fermes pilotes, prise en compte des épaves...
 - *IV.3.e*, concernant le tourisme, les loisirs, la plaisance et la pêche maritime récréative. Sont étayés les prescriptions de la maîtrise d'ouvrage (l'Etat) en matière de compatibilité des projets avec les enjeux touristiques et récréatifs : prise en compte de la diversité des activités (kitesurf, kayak, paddle, etc.),



- Les fiches thématiques **9.2. Les enjeux patrimoniaux et paysagers** ; **9.5. Les activités humaine (hors pêche)** ; et **10.1. Focus sur les impacts pour le parc et le raccordement au réseau public de transport d'électricité et les mesures « éviter, réduire, compenser » associées**. Ces fiches approfondissent la caractérisation du contexte paysager et les points de vigilance patrimoniaux, autant à terre qu'en mer. La fiche 9.2 précise notamment la localisation des épaves et obstructions. La fiche 9.5 détaille les enjeux liés aux tourisme, à la plaisance et aux loisirs nautiques.
- L'*atlas cartographique* complète le dossier en synthétisant les données des projets, des réflexions et des enjeux sous forme de cartes thématiques.
- Le Rapport du Ministère de la transition écologique, établi conjointement avec RTE, consécutif au débat public portant sur un projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur raccordement (mars 2022). Il fait suite au débat public qui s'est déroulé du 12 juillet au 31 octobre 2021. Il sera intéressant de consulter :
 - *La partie V. Localisation du projet*, Elle fait état de la définition des zones préférentielles pour le lancement des appels d'offre. 7 zones potentielles ont été identifiées lors du débat public, et ont abouti après prise en compte des aspects techniques à la définition des zones 1 et 2, toutes les deux localisées sur le plateau continental.
 - *La partie VI. Prise en compte des enjeux identifiés par le public*, identifie le nombre d'éléments patrimoniaux à prendre en compte sur l'ensemble des zones, précise les attentes du public quant à la visibilité des éoliennes depuis la côte, et sur cette base la distance des zones définies par l'Etat (22 km). Pour le raccordement, il est attendu de veiller « à minimiser l'emprise au sol des postes de raccordement dans le but de limiter l'artificialisation d'espaces à forte valeur patrimoniale et paysagère. ». Concernant le tourisme, « le choix des zones retenues, éloignées des côtes à plus de 22 km, devrait permettre de limiter la visibilité du parc depuis le rivage. L'État examinera la possibilité d'exiger que les candidats proposent des mesures pour faire du projet un atout touristique pour le territoire, à l'instar par exemple de ce qui a été fait pour l'appel d'offres du parc éolien en mer de Dunkerque. L'État et les Régions Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur, en partenariat avec leurs Comités régionaux du tourisme, engageront une étude sur les impacts du développement de parcs commerciaux d'éolien en mer Méditerranée. Par ailleurs, l'étude d'impact de chaque projet, réalisée par le lauréat et par RTE dans le cadre de l'évaluation environnementale, traitera des impacts sur les activités touristiques à terre et en mer. »
- Le bilan du débat public et notamment la page 32 du compte rendu final exprime bien le débat de fond apporter par le déploiement d'éoliennes en mer :



Les éoliennes dans le paysage marin

Les voir ou ne pas les voir ?

Faut-il rendre invisibles les parcs au nom de la sanctuarisation de l'horizon marin ou, au contraire, « rendre palpable » leur présence pour responsabiliser la consommation d'énergie ? Au-delà des appréciations esthétiques, le débat a mis en relief que la question du paysage était un enjeu culturel et un choix de société.

Certains publics trouvent les éoliennes « majestueuses et poétiques », rassurantes par leur « image écologique » et même bienvenues (« la mer, c'est monotone, ça créera une animation »). D'autres ne voient que « de hideux mastodontes d'acier » qui vont défigurer la mer et avant tout la dénaturer. « Des objets verticaux plantés dans l'horizontalité de la mer, c'est pas

naturel » (Débat mobile, Le Barcarès). Une « industrialisation » du large qui serait particulièrement décalée, a-t-on exprimé du côté occitan, avec un littoral côtier « qui a su préserver sa beauté sauvage et son authenticité » (Débat mobile, Le Barcarès). Que l'on s'en fasse ou non une raison, la transformation du paysage marin est communément décrite comme une rupture de nos représentations : « On touche là à l'imaginaire et au symbolique. Ce sont des éléments dont on n'entend jamais parler mais qui sont bien réels » (Plateforme participative).

Et si l'on assumait plutôt les paysages de la transition énergétique ?

Alors que le « système fossile », qui alimente plus de 60% de l'énergie consom-

mée par les Français, est peu visible (à part les lignes à haute tension), « avec le renouvelable, il y a toujours une incidence sur les paysages » (Tchatch' Débat). L'éolien, qu'il soit terrestre ou marin, fait revenir le paysage de la production énergétique dans nos cadres de vie : « La production redevient tangible et c'est un levier pour faire évoluer nos modes de consommation. C'est l'objectif de la transition énergétique » est venu rappeler Bertrand Follea, paysagiste et chercheur (Marche publique).

Un argument émergent, exprimé à divers endroits : « À force de vivre dans l'illusion que l'énergie arrive magiquement à la prise de courant, on n'assume plus que pour produire cette énergie il faut des machines laides qui puent et polluent (ce qui n'est pas le cas pour les éoliennes). Assumons : l'invisibilité ça suffit ! » (Plateforme participative)

- Les guides méthodologiques relatifs à l'étude des impacts des projets éoliens en mer, produits par l'Etat :
- Energies marines renouvelables - Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques, MEDE, 2012 ;
- Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer, Ministère, 2017

Pour les besoins de l'étude, des documents plus ciblés permettent d'identifier les enjeux paysagers et patrimoniaux spécifiques du territoire d'étude : description des entités paysagères, documents de cadrage éolien de la région PACA et du département des Bouches-du-Rhône, des communes littorales, chartes de PNR, ...

- Le **SRADDET** de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur établit les objectifs d'aménagement du territoire à l'horizon 2050. Le SRCAE, en annexe du SRADDET, précise les objectifs régionaux de production énergétique, dont les objectifs de développement éolien en mer.
- L'**Atlas des paysages** du département des Bouches-du-Rhône (2021), permet d'identifier les caractéristiques physiques et sensibles des paysages de l'aire d'étude, les éléments paysagers emblématiques ou nécessitant une vigilance particulière, et les enjeux paysagers associés aux unités paysagères. Il s'organise en 3 volets (*composantes considérées*) : par unité paysagère (*Le Golfe de Fos, la Camargue et l'embouchure du Rhône*), par thématique paysagère (*L'activité industrielle, les énergies renouvelables...*) et par typologie paysagère (*Les marais & étangs, les complexes industrialo-portuaires, le littoral*, ...)
- La **charte 2011-2022** (et éventuelle mise à jour) du Parc naturel régional de Camargue,



- La **charte de paysage et d'urbanisme du PNR de Camargue**, vise à intégrer les objectifs de qualité paysagère de la charte 2011-2022 au sein des projets d'aménagement.
- Le site du **Conservatoire du littoral**, offre des ressources complémentaires sur les paysages littoraux et leur devenir, avec en particulier la **Stratégie d'intervention 2015-2050 Provence-Alpes-Côte-d'Azur**.
- La **Stratégie Régionale de la mer et du littoral**, Région PACA, 2012
- Les données relatives au site d'essai Mistral, prévoyant l'installation de 2 éoliennes en 2024.
- Les documents d'urbanisme des collectivités littorales et infralittorales concernées (**SCoT, PLU...**) : ACCM, Métropole Aix-Marseille-Provence, etc.
- Des **ressources cartographiques** issues de différents fonds en ligne :
 - Plateforme de cartographie en ligne de la région PACA : données géographiques mises à jour pour l'ensemble du territoire de la région, utile notamment pour avoir une connaissance précise du contexte éolien terrestre et en mer.
 - Plateforme de cartographie en ligne dédiée à la filière éolienne offshore en France : Potentiel2030_EMER (arcgis.com) : Cette plateforme présente les données géographiques disponibles sur l'éolien en mer, et ayant été mobilisées dans les différents exercices de concertation. Les informations affichées sont issues d'un recueil de données réalisé auprès des services gestionnaires au fil des exercices. (non exhaustif concernant les données patrimoniales).
 - Données SIG de la DREAL Région PACA (unités paysagères, sites protégés, enjeux paysagers, éléments de patrimoine, paysages remarquables...)
 - Données SIG DATA.SHOM.fr (données maritimes)
 - Atlas des Patrimoines : outil cartographique en ligne du Ministère de la Culture ;
 - Le site www.plongée-loisir.com qui recense certains sites de plongée.
 - Base Mérimée du Ministère de la Culture ;
 - Modèle Numérique de Terrain : Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) de la NASA ;
 - Occupation du sol : CORINE Land Cover 2018, IFEN ;
 - Notice et carte géologique au 1/100000ème de la France, BRGM ;
 - Photos aériennes de Géoportail et de Google Earth ;

L'ensemble des documents de cadrage sont globalement favorables au développement éolien en mer, sous réserve d'une intégration exemplaire des installations vis-à-vis du paysage, et en particulier de la bonne prise en compte des enjeux patrimoniaux littoraux et rétro-littoraux.

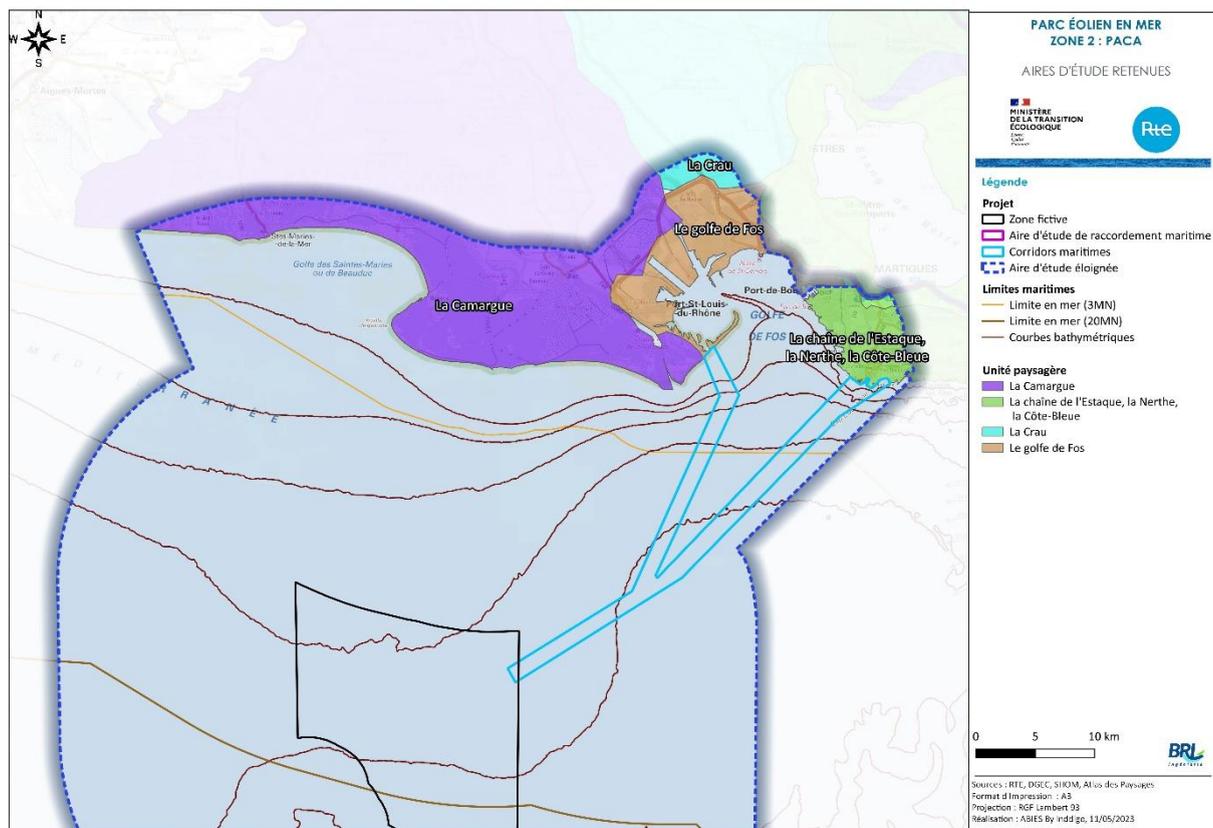
4.4.1.1.2 *Les caractéristiques paysagères et patrimoniales*

L'aire d'étude éloignée de la zone 2 s'étend pour la partie terrestre sur une bande littorale allant de la commune de Saintes-Maries-de-la-Mer à l'ouest jusqu'à la commune de Sausset-les-Pins à l'est. Elle s'inscrit sur 7 communes du département des Bouches-du-Rhône. Le territoire d'étude comprend donc la façade littorale de la Camargue entre les deux bras du Rhône pour une large partie ouest, et la façade littorale portuaire du Golfe de Fos, pour la partie est. Les paysages identifiés au sein de l'aire d'étude éloignée de la zone 2 se caractérisent par le fort contraste entre les espaces naturels de l'estuaire du Rhône (la Camargue) et ceux marqués par une très forte empreinte industrialo-portuaire dans le golfe de Fos. La relation entre ces deux territoires voisins mais à l'héritage et aux ambiances radicalement différentes est un enjeu majeur.



La Camargue présente un paysage de delta humide et offre peu de place à l'urbanisation. Le seul bourg représenté est Saintes-Maries-de-la-Mer, enclave littorale au cœur du delta. Les plages sableuses sont très étirées mais restent peu accessibles et donc confidentielles et peu aménagées. Le rétro-littoral est marqué par les variations de niveau d'eau propres à un estuaire fluvial. Le paysage est rasant et les visibilitées vers la mer sont rares du fait de la végétation spécifique des lagunes. Le Golfe de Fos présente une façade littorale fortement artificialisée (polderisation, plateformes industrielles) et marquée par la verticalité des infrastructures qui tranchent avec l'horizontalité de la mer : cheminées, lignes électriques THT, éoliennes... La chaîne de l'Estaque, la Nerthe, la Côte-Bleue présente au sein de l'aire d'étude une côte plus découpée par des affleurements rocheux, et des reliefs terrestres de garrigue qui offrent des bons dégagements visuels sur le littoral, autant vers l'ouest que vers Marseille à l'est.

La carte ci-dessous présente les unités paysagères de l'aire d'étude éloignée, décrites au sein de l'atlas des paysages du département des Bouches-du-Rhône :



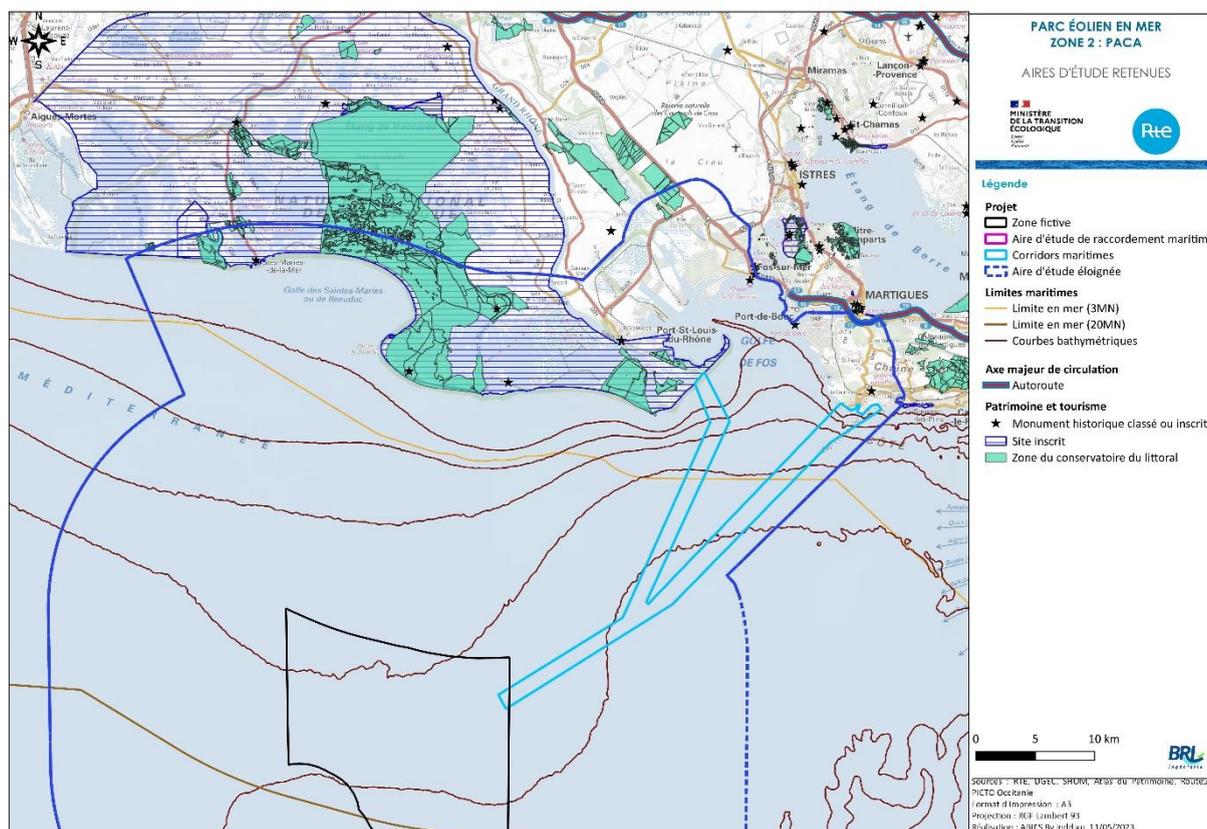
Concernant le patrimoine, les enjeux suivants nécessitent une vigilance particulière :

- **Sites protégés**, en particulier :
 - Site inscrit de Camargue,
 - Site classé de l'étang de Vaccarès
 - Site inscrit du Mas du Grand et Petit Radeau et Quartier du Sauvage et terrains avoisinants.
- **Monuments historiques** :
 - Eglise paroissiale Notre-Dame-de-la-Mer (Saintes-Maries-de-la-Mer)
 - Phare de Beauduc et bâtiment annexe (Arles)
 - Phare de Faraman et bâtiment annexe (Arles)



- Fort de Tourvieille (Arles)
- Phare de Saint-Gervais (Fos-sur-Mer)
- Chapelle Notre-Dame de la Mer (Fos-sur-Mer)
- Fort de Bouc (Martigues)
- Site archéologique Collet Redon (Martigues)
- **Sites littoraux naturels** (plages, sites du conservatoire du littoral, PNR...)
- L'ensemble de la façade camarguaise inscrite au sein du PNR de Camargue.
- Le secteur de Bonnieu (plaine, pointe et anse).
- **Sites littoraux balnéaires et plaisanciers** (plages, stations, ports de plaisance...)
- En Camargue, les plages et le bourg banéaire de Saintes-Maries-de-la-Mer, les plages de Piémanson et Napoléon.
- Dans le Golfe de Fos, le port de Saint-Gervais, le littoral de Port-de-Bouc, les Laurons, Carro, la Couronne, Sainte-Croix.

La carte ci-dessous localise les enjeux patrimoniaux de l'aire d'étude éloignée.





4.4.1.2 Ressources archéologiques sous-marines

Les données concernant le patrimoine archéologique sous-marin est partiellement disponible en ligne :

- Atlas PALM - Cartographie des sites
- DATA.SHOM.fr

Il est toutefois nécessaire d'avoir un retour de la DRASSM et de la DRAC pour obtenir une cartographie précise des épaves et des sites archéologiques sous-marins.

4.4.2 Identification des lacunes et compléments nécessaires

Afin d'affiner la connaissance des enjeux relatifs aux patrimoines et aux paysages littoraux et sous-marins, l'accès aux ressources suivantes est essentiel :

- Accès à l'ensemble des annexes 1 à 6 du DSF
- Cartographie des secteurs officiels de plongée sous-marine (SIG)
- Accès aux **photomontages fictifs produits par l'Etat** pour le débat public (évoqués en page 52 du DMO).
- Consultations de la DRASSM et de la DRAC (référencement et données SIG des épaves et sites archéologiques sous-marins)
- Données relatives au projet pilote MISTRAL



4.5 DESCRIPTION LIES AUX ACTIVITES ET USAGES EN MER ET SUR LE LITTORAL

4.5.1 Pêche professionnelle

Sources de données disponibles

Données générales

- Données SIH « système d'informations halieutiques » de l'Ifremer - réseau d'observation des ressources halieutiques et des usages associés – activités de pêche des différents quartiers maritimes intégrant des données VMS (Vessel Monitoring System) – données de géolocalisation
- Données des associations de producteurs de Méditerranée Occidentale - AMOP (association méditerranéenne des organisations de producteurs)
- Données Valpena : non prises en compte ici et ne sont pas demandées pour cette étude
- Document stratégique de façade (DSF, 2019)
- Données Étude France Agrimer 2020 « éléments d'analyse et enjeux de la petite pêche côtière et ses populations proches en France métropolitaine »
- Données des ventes réalisées en criées (volume et vente des débarquements par espèce transmises à l'Ifremer et intégrées dans le SIH Etat des lieux des activités halieutiques réalisé par le CRPMEM PACA dans le cadre du projet éolien flottant Provence Grand Large.
- Données du CRPMEM PACA.

Données sur la zone d'étude

- Etude Cérema 2021 « projets d'éoliennes flottante en Méditerranée et leur raccordement » intégrant les données SACROIS et RICEP.- Analyse RICEP (réseau d'informations et de conseil en économie des pêches) des données AMOP (2019 et 2020) – flottilles chalutière et flottille ciblant le thon rouge (palangriers ou canneurs). Ces données ont été exploitées par le Cerema dans une étude menée pour le compte de la DGEC en 2021 – Projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur raccordement. Approche cartographique de l'activité de pêche professionnelle en Méditerranée.

La pêche professionnelle est largement pratiquée au large des côtes de Provence-Alpes-Côte-D'azur (PACA). La région compte 530 navires de pêche professionnelle et 765 marins pêcheurs. Sachant qu'un emploi embarqué à la pêche maritime génère, en moyenne, 3 emplois à terre, le secteur représenterait plus de 3000 emplois dans la région. Le département des Bouches-du-Rhône regroupe à lui seul plus de 50% des professionnels de la pêche, suivi par le Var, puis par les Alpes-Maritimes (CRPMEM PACA, 2022). Sur les 1127 navires de la façade méditerranéenne inscrit en 2021, les navires de plus de 12 m des quartiers de Martigues et de Marseille sont au nombre de 21 sur les 248 navires de ces deux quartiers maritimes soit moins de 10%.

La pêche maritime professionnelle en région Provence-Alpes-Côte d'Azur est une pêche artisanale, le plus souvent côtière et à dimension humaine et dont l'ancrage territorial est fort. La polyvalence des métiers est le maître mot dans la région puisqu'un même pêcheur est amené à pratiquer différents engins de pêche selon la saison, la météo, l'espèce ciblée, etc.



Les navires sont rattachés administrativement à quatre quartiers maritimes (SIH, 2018) :

- celui de Martigues, dont les ports principaux sont Martigues, Port-Saint-Louis-du-Rhône et Port-de-Bouc, Anse Aubran ;
- celui de Marseille dont les ports principaux sont : le Vieux Port de Marseille, Saumaty, et La Ciotat;
- celui de Toulon, dont les ports principaux sont Sanary-sur-Mer, Hyères, Saint-Pierre-sur-mer et Saint-Raphaël, vieux port ;
- et celui de Nice, dont les ports principaux sont Cannes, vieux port, Nice et Cros de Cagnes.

Les rayons d'actions des différents quartiers sont définis de manières suivantes :

- Les navires exerçant majoritairement leur activité dans les 12 milles (ou moins) (plus de 75 % de leur activité) sont qualifiés de « Côtiers ». Pour le quartier maritime de Marseille cela représente 91% des navires (76% étangs et <3 milles, et 14% côtier) et 100% des navires (89% étangs et <3 milles, et 11% côtier) du quartier maritime de Martigues;
- Ceux exerçant majoritairement leur activité à l'extérieur de la bande côtière (plus de 75 % de leur activité) sont qualifiés de « Large ». Cela représente 6% des navires pour le quartier maritime de Marseille et aucun pour le quartier maritime de Martigues ;
- Enfin, ceux ayant exercé entre 25 et 75 % de leur activité à la côte ou au large sont qualifiés de « Mixte ». Cela représente 5% des navires pour le quartier maritime de Marseille et aucun pour le quartier maritime de Martigues.

En Méditerranée, l'activité de pêche côtière peut se faire en étang et/ou en mer plus ou moins proche de la côte. Les navires exerçant majoritairement leur activité dans ces zones (plus de 75 % des navires) sont qualifiés de « Étang et <3 milles ». 85% des 530 navires répertoriés sur la région font moins de 10 mètres. Seuls 20 d'entre eux, soit 3,77%, sont équipés d'une VMS¹².

Le système de surveillance des navires par satellite (VMS) est un système de surveillance par satellite des navires de pêche qui fournit à intervalles réguliers des données sur la position, la route et la vitesse des navires aux autorités de pêche. Il est obligatoire pour les navires de pêche professionnelle de plus de 12 mètres, sous pavillon de l'Union européenne, depuis le 1er janvier 2012.

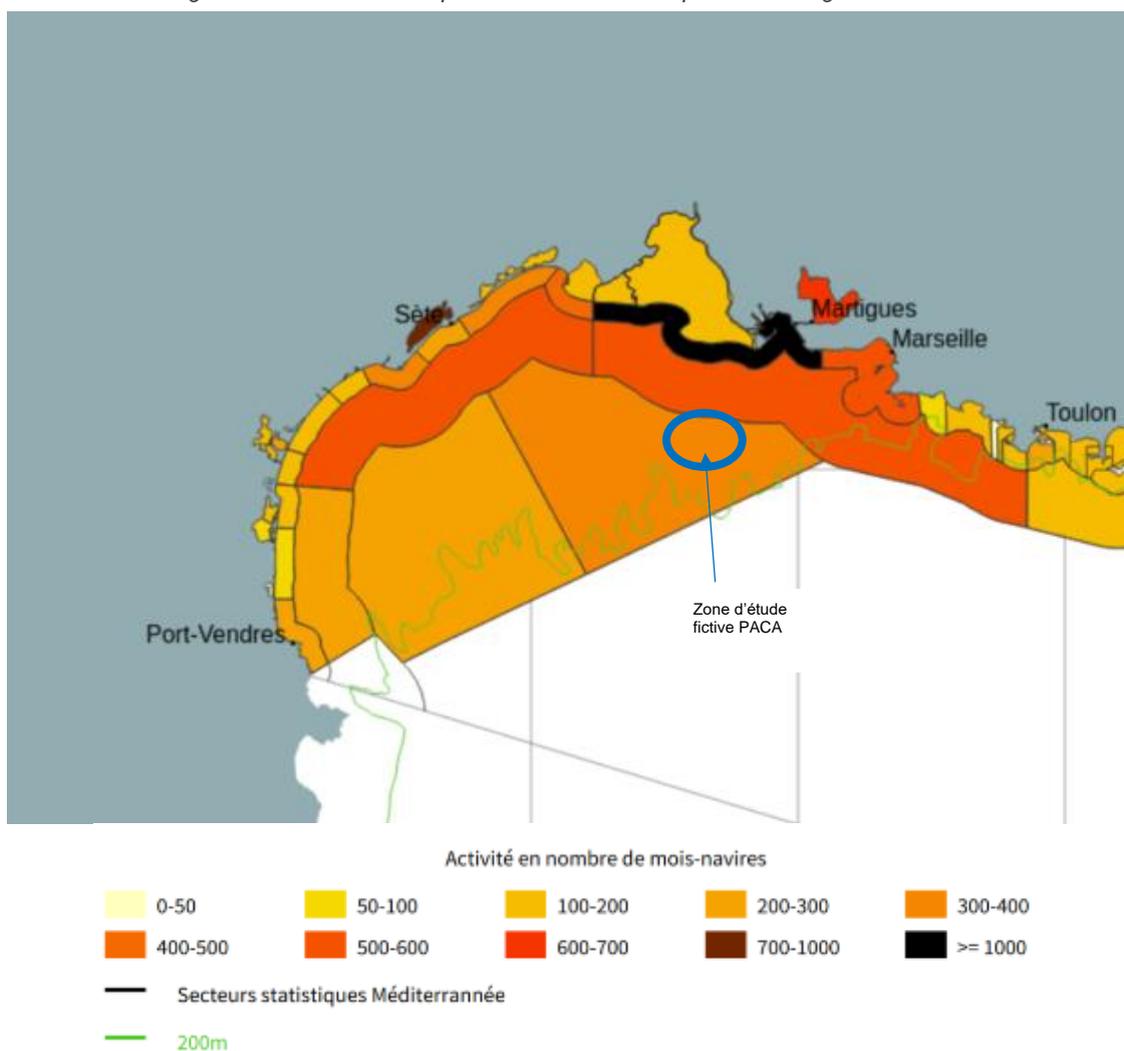
Enfin, contrairement aux autres régions, la filière n'est pas structurée autour de halles à marées et de criées. En effet, 43% des pêcheurs professionnels pratiquent la vente directe à quai.

¹² VMS : Vessel Monitoring System. Le système de surveillance des navires par satellite (VMS) est un système de surveillance par satellite des navires de pêche qui fournit à intervalles réguliers des données sur la position, la route et la vitesse des navires aux autorités de pêche.

Il est obligatoire pour les navires de pêche professionnelle de plus de 12 mètres, sous pavillon de l'Union européenne, depuis le 1er janvier 2012 (agriculture.gouv.fr, s.d.).



Figure 182 : Distribution spatiale des activités de pêche tous engins confondus



Source : (Ifremer-SIH, 2022 (données 2021))

AU NIVEAU DE LA ZONE D'ÉTUDE

Les eaux littorales des Bouches-du-Rhône, sont 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 Occitanie (Grau-du-Roi, Grau d'Agde, Sète...).

La zone d'étude fictive concerne, pour les flottilles de PACA, majoritairement les quartiers maritimes de Martigues et Marseille. L'essentiel de la flotte de ces quartiers est constitué 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.

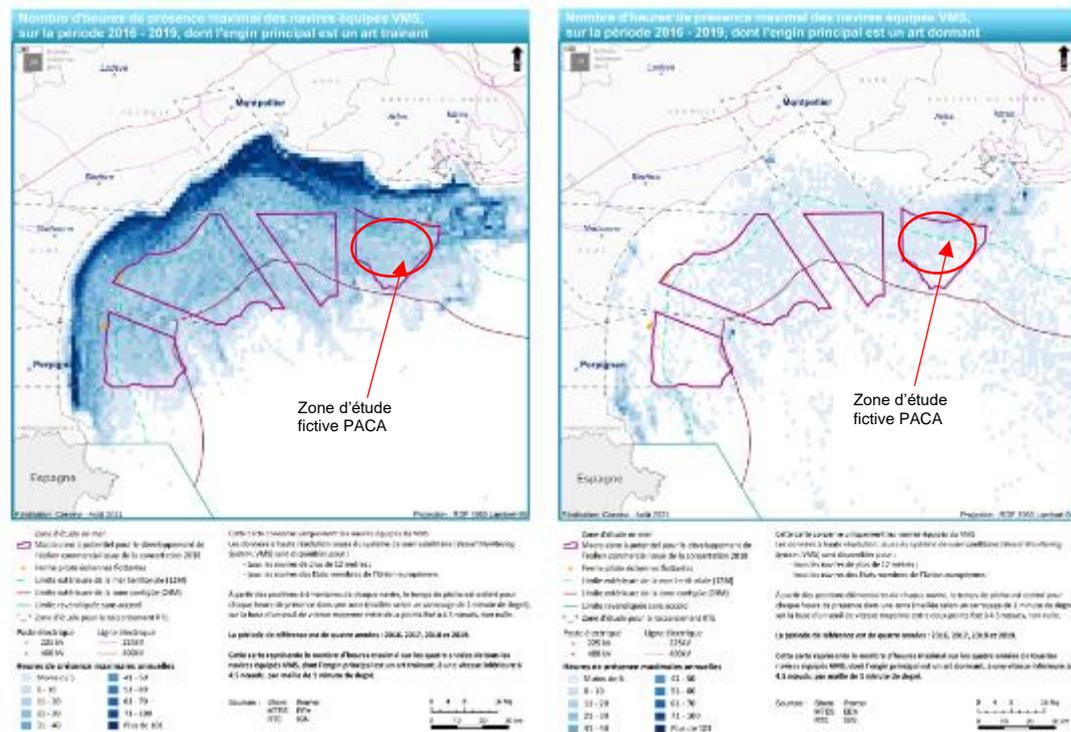
87% des pêcheurs réalisent de la petite Pêche, ce qui veut dire que leurs sorties durent moins d'une journée, sur de petits navires et le plus souvent avec un seul homme à bord. La pêche pour les deux quartiers maritimes dépend en grande partie de la pêche dans les étangs (83%), et dans une moindre mesure de la pêche côtière (12%). La pêche mixte est au large ne compte que pour 2% et 3% soit très peu de navires.



Une étude a été menée par le Cérema sur 4 années consécutives (2016-2019) présente l'état de l'activité des navires de la pêche professionnelle la plus fiable possible en vue des projets éoliens dans le Golfe du Lion. Elle se focalise sur les navires à plus fort rayon d'action de la zone à savoir ceux de plus de 12 m (qui sont équipés de balises VMS). Cette étude ne prend pas en compte les navires de pêche côtiers de taille inférieure et qui en général restent plus à la côte.

Concernant les engins de pêche, l'activité des arts trainants (chalut, senne et drague) sont plus actifs sur la zone que les arts dormants (filet, palangre, nasse, trémail et fil de traine) mais tous deux sont pratiqués de manière plus ou moins fréquente sur la zone.

Figure 183 : Nombre d'heure de présence maximale des navires équipés de VMS, 2016/2019 pour les engins trainants et dormants (ici la zone d'étude est située le plus à l'Est)

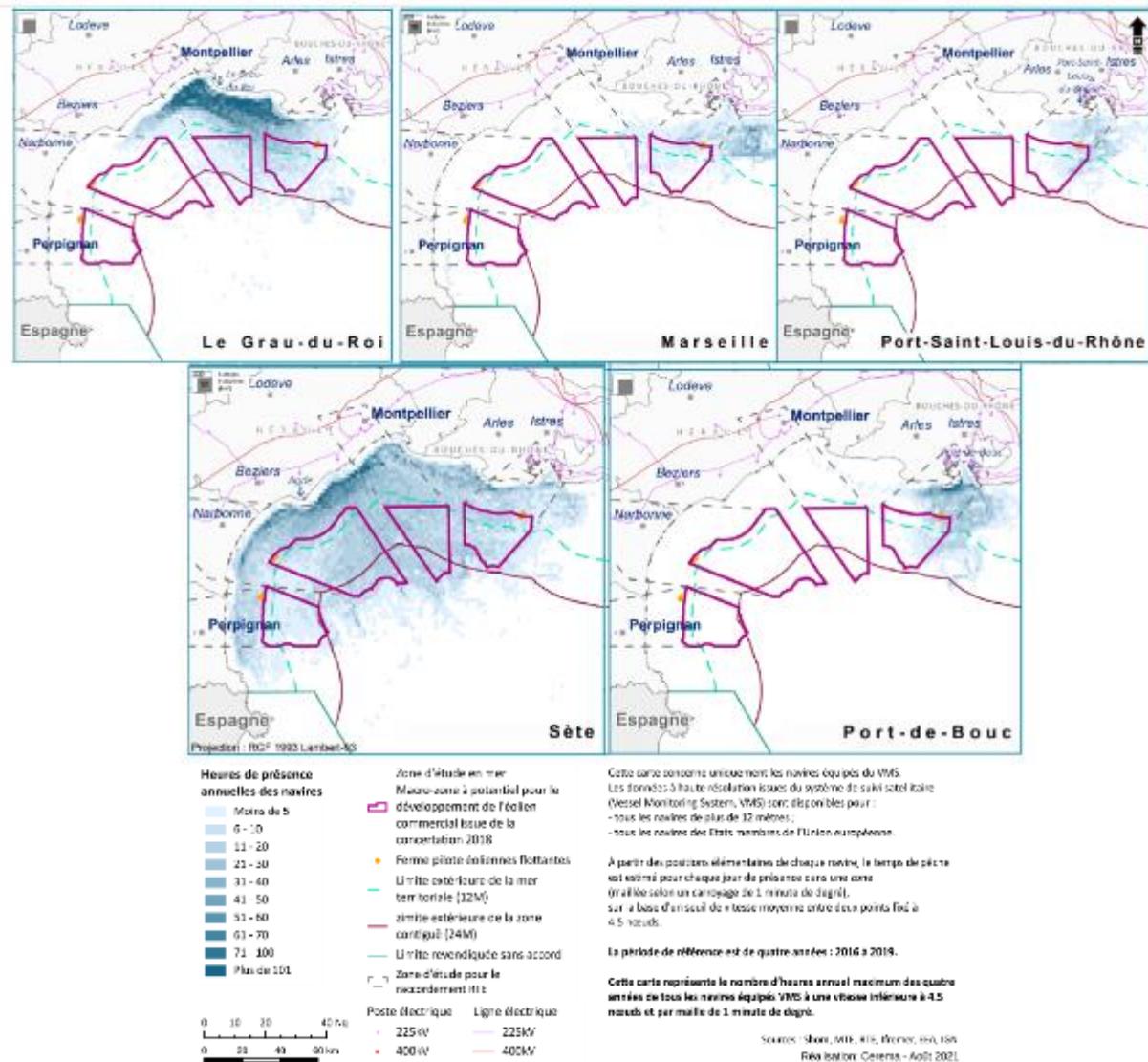


Source : (Cérema, 2021)

Les bateaux de de Port Saint Louis du Rhône (6400 heures/an), Port de Bouc (1734 heures/an) et Marseille (875 heures/an) sont les plus dépendants à la zone car pratiquant respectivement pour 15%, 6% et 2,5% de leur activité sur la zone D du débat Public comprenant la zone d'étude fictive de PACA. A noter que les navires d'Occitanie sont également concernés avec notamment les bateaux de Sète et du Grau du Roi qui interviennent 6400 heures environ (3,5% de leur activité) et 6000 heures/an (5% de leur activité) sur la même zone. Cela représente toutefois par navire des niveaux de dépendance modérés pour les plus actifs d'après les cartes ci-dessous. Les navires des ports de PACA concernés sont actifs surtout en limite nord de la zone mais, n'ayant que peu de navires de pêche au large, ils interviennent, proportionnellement par unité de surface, moins dans cette zone.



Figure 184 : Nombre d'heures de présence maximum pour les navires équipés de VMS par port



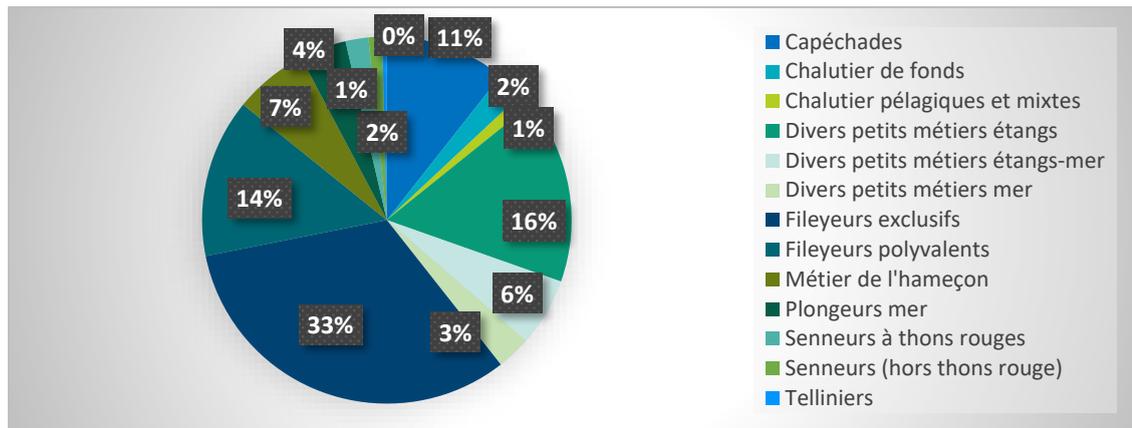
Source : (Cérema, 2021)

Engins utilisés

Les engins les plus utilisés par les flottilles de ces quartiers sont les filets (environ 130 navires par mois tout au long de l'année), les casiers et pièges (environ 60 navires par mois) et métier de l'hameçon (environ 85 navires par mois). Sur la zone d'étude plus proche de l'Occitanie seuls certains chalutiers de PACA pourraient être concernés.

Les différentes flottilles des navires présents sur les deux quartiers maritimes de PACA sont présentées ci-dessous :

Figure 185 : Répartition des navires des quartiers maritimes de Marseille et Martigues par flottille



Source : BRLi et (SIH, 2021)

Production et espèces

La production en tonnage et en valeur des 15 principales espèces débarquées dans les quartiers maritimes de Martigues et de Marseille est présentée dans le tableau ci-après. Les espèces qui sont les plus pêchées sont : le mullet (660 tonnes) et les anchois (401 tonnes). Cependant, les espèces qui ont rapporté le plus en valeur sont : la dorade royale (4 360€), le bar (1 931 €), l'anguille (1 165€) et le mullet (1 229 €). La production conchylicole (dont la production de moules) fait l'objet d'un paragraphe spécifique (cf. 4.5.2). Cela ne préfigure en rien ce qui est capturé sur la zone d'étude mais donne une idée de l'activité de ces quartiers maritimes.

Tableau 58: Production en tonnage et en valeur des 15 espèces principales dans les quartiers maritimes de Martigues (à gauche) et Marseille (à droite)

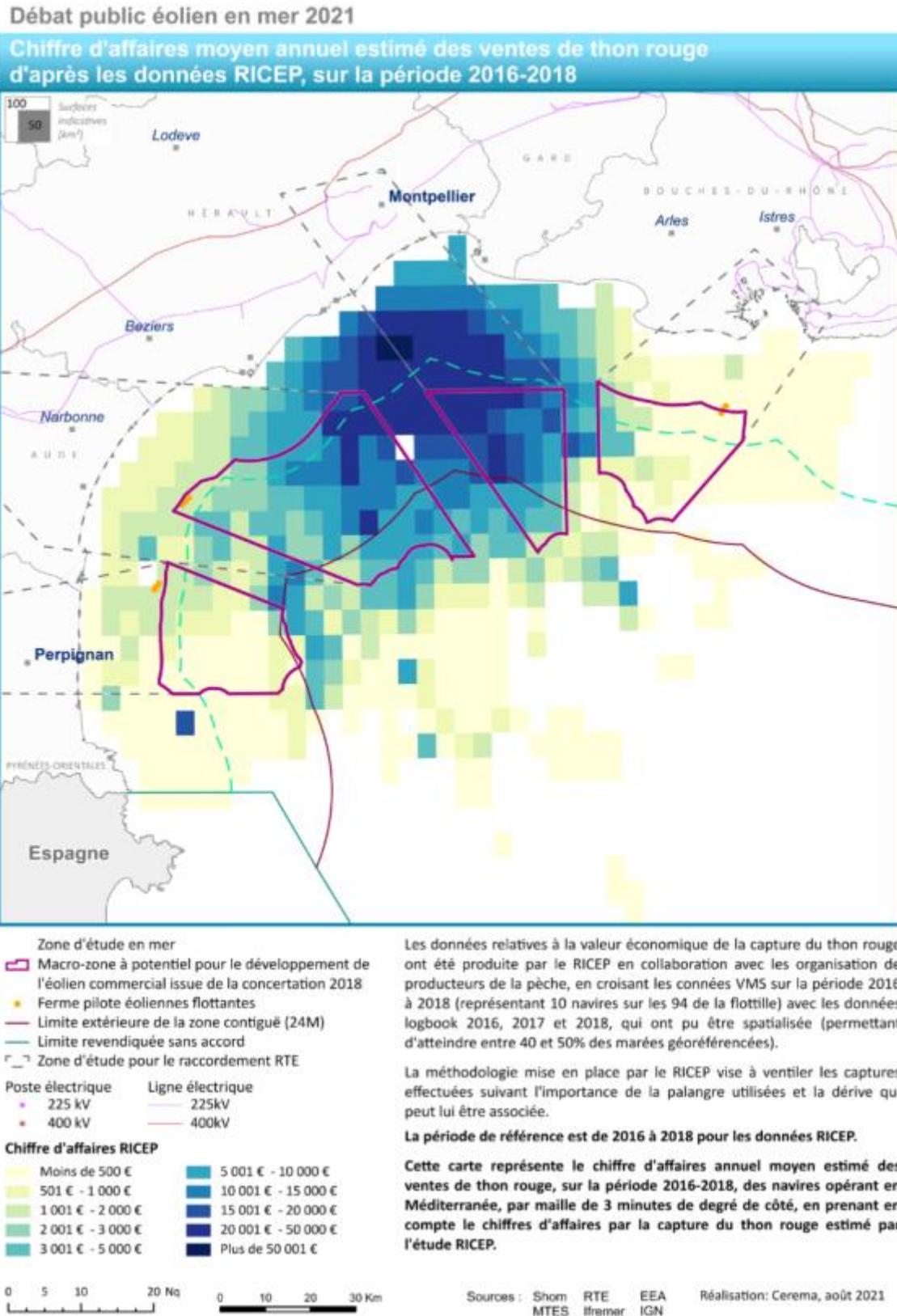
Espèce	Valeur (k€)	Tonnage (T)	Prix moyen calculé (€ / kg)	Espèce	Valeur (k€)	Tonnage (T)	Prix moyen calculé (€ / kg)
Dorade royale	3 194 (22 %)	283 (12 %)	11,30	Dorade royale	1 166 (14%)	123 (9 %)	9,47
Bars	1 565 (11 %)	90 (4 %)	17,38	Merlu européen	917 (11 %)	113 (8 %)	8,13
Anguilles *	1 165 (8 %)	157 (7 %)	7,43	Thon rouge	852 (10 %)	66 (5 %)	12,86
Mulets	1 046 (7 %)	553 (23 %)	1,89	Sole commune	679 (8 %)	33 (2 %)	20,57
Pieuvres, poulpes	924 (6 %)	131 (5 %)	7,07	Baudroies	427 (5 %)	70 (5 %)	6,08
Sole commune	869 (6 %)	42 (2 %)	20,67	Anchois	417 (5 %)	401 (28 %)	1,04
Thon rouge	862 (6 %)	66 (3 %)	13,04	Rougets	415 (5 %)	56 (4 %)	7,44
Merlu européen	488 (3 %)	64 (3 %)	7,57	Bars	366 (4 %)	22 (1 %)	16,99
Nasse-ceinture	320 (2 %)	51 (2 %)	6,25	Pieuvres, poulpes	258 (3 %)	54 (4 %)	4,81
Moules	299 (2 %)	312 (13 %)	0,96	Turbot	225 (3 %)	8 (1 %)	27,18
Crevettes	273 (2 %)	22 (1 %)	12,32	Oursins	205 (2 %)	16 (1 %)	13,00
Bigorneaux	248 (2 %)	46 (2 %)	5,34	Mulets	183 (2 %)	107 (7 %)	1,72
Baudroies	243 (2 %)	38 (2 %)	6,41	Rascasses	181 (2 %)	23 (2 %)	8,03
Turbot	203 (1 %)	7 (0 %)	27,76	Langouste rouge	171 (2 %)	4 (0 %)	45,49
Sars	179 (1 %)	38 (2 %)	4,71	Calmars, Encornets	136 (2 %)	17 (1 %)	8,01
Autres espèces	2 458 (17 %)	487 (20 %)	5,04	Autres espèces	1 684 (20 %)	334 (23 %)	5,05
Total (toutes espèces confondues)	14 334 (100 %)	2 388 (100 %)	6,05	Total (toutes espèces confondues)	8 284 (100 %)	1 445 (100 %)	5,73

Source : (SIH, 2021)

Concernant le Thon une analyse du RICEP sur la période 2016-2018 a été présentée lors du débat public en 2021 et montré que la zone d'étude fictive PACA (zone D) présentait un enjeu réduit au regard de l'activité de pêche thonière dans le Golfe du Lion.



Figure 186 : Chiffre d'affaires moyen des ventes de Thon rouge au regard des zones de capture sur la période 2016-2018 obtenue par l'approche RICEP



Source : Cerema 2021



PECHE PROFESSIONNELLE A PIED

Des activités de pêche professionnelle 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).

4.5.2 Activités conchyloles et d'élevage marin

Sources de données disponibles

- « Monographie La conchyliculture en Méditerranée », Cépralmar, CRCM, LAMETA, IFREMER ; 2011.
 - Évaluation environnementale du schéma des structures des exploitations de cultures marines des Bouches-du-Rhône, Département des Bouches-du-Rhône ;2015
-

L'aquaculture concerne la production piscicole marine et la conchyliculture. La spécialisation des entreprises de productions piscicoles marines concerne l'écloserie et le pré-grossissement de différentes espèces méditerranéennes mais il n'existe pas de cages en mer (Document Stratégique de Façade, 2017).

En 2019, les entreprises conchyloles du littoral méditerranéen ont représenté 10 % du volume des ventes de coquillages pour la consommation nationale. En 2021, la région PACA comptait environ 250 conchyliculteurs et 50 pour le département des Bouches-du-Rhône.

L'aquaculture regroupe plusieurs activités. L'anse de Carteau, dans le golfe de Fos, est consacrée à la conchyliculture. Créée en 1978, cette zone conchylole en pleine mer est gérée depuis 1981 par une coopérative (COOPAPORT) à Port-Saint-Louis-du-Rhône. En 2015, la COOPAPORT comptait 38 exploitants et gère 104 tables sur une surface de 104 ha.

L'activité principale du parc de Carteau est actuellement constituée par l'élevage des moules. Les naissains sont prélevés en grappe dans le milieu naturel sur le site de l'anse de Carteau, dans les darses du Grand Port Maritime de Marseille ou dans l'étang de Berre. Les moules sont ensuite mises en chaussettes afin d'être immergées sur des tables à filières. Lorsqu'elles atteignent la taille commercialisable elles sont nettoyées et purifiées dans les mas de détriage.



Carte 1 : Localisation du parc conchylicole de l'anse de Carteau

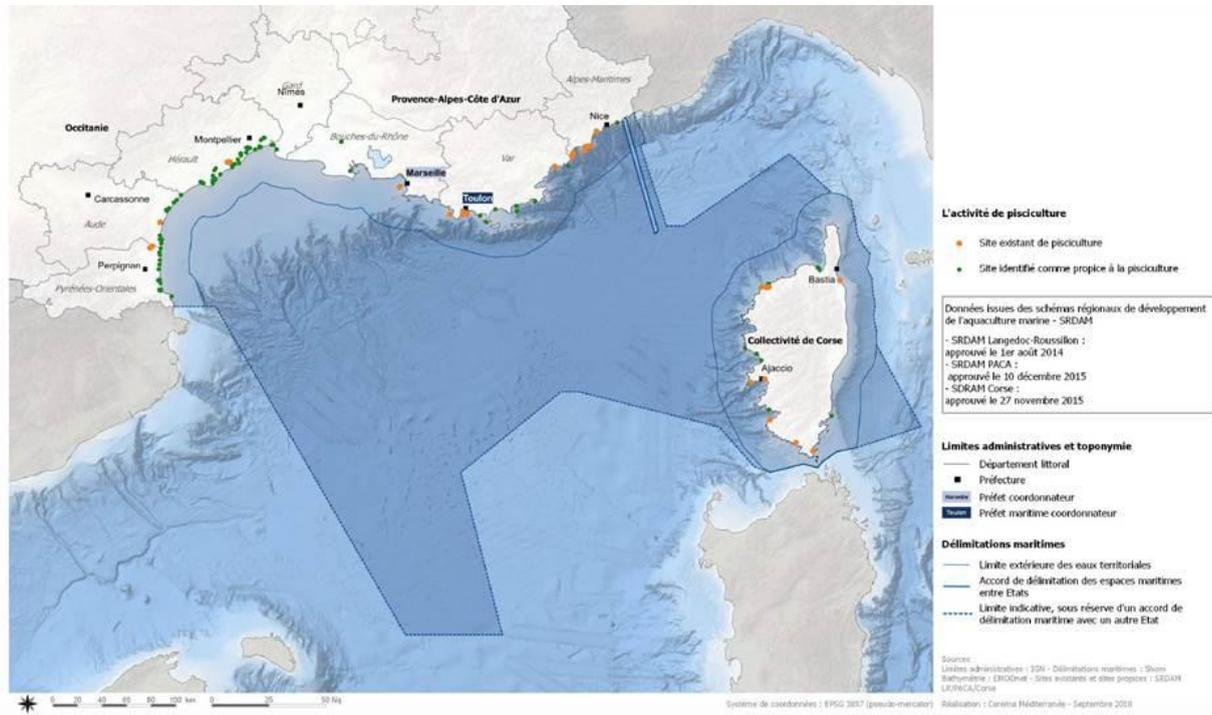


Source : (IGN, GéoFla)

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 ». Face à l'impossibilité d'extension de la conchyliculture, les producteurs, afin de pouvoir pérenniser leur travail se sont lancés dans la production d'huîtres creuses et d'huîtres plates dès 2014. Leur commercialisation pour la première fois en 2015 s'est révélée encourageante notamment pour l'huître plate: une espèce autochtone et donc très prometteuse. Des élevages d'autres espèces de coquillages sont envisagés: il s'agit d'élevage de pétoncles et de violets laissant espérer une meilleure visibilité dans la transmission des entreprises. L'autre objectif des exploitants est de parvenir à une certification de leur production afin de permettre une reconnaissance de leur travail, la qualité de leur produit et donc encourager les ventes de leur production (Évaluation environnementale du schéma des structures des exploitations de cultures marines des Bouches-du-Rhône, 2015).



Figure 187 : Sites existants et sites propices à la pisciculture sur la façade méditerranéenne identifiés dans les SRDAM en 2014-2015



4.5.3 Trafic maritime

Sources de données disponibles

- Communiqué du Grand port maritime de Marseille, 2015.
- Préfet maritime de la méditerranée, zone de compétence, 2013.
- Données AIS

La mer Méditerranée représente seulement 1 % de la surface des mers mais concentre 25% du trafic planétaire, dont 30 % du trafic pétrolier mondial.

Le trafic global en Méditerranée est marqué par une forte saisonnalité mais qui reste inégalement marquée selon le type de navires. Le trafic au niveau de Port-La-Nouvelle est par exemple plus faible en été du fait de la fin de la campagne céréalière. A contrario, les escales dues aux bateaux de croisières sont plus fortes en été.

A noter également que le trafic maritime peut s'accroître sur le plateau continental et en particulier se rapprocher de la limite des 6 milles nautiques lors des périodes de gros temps. Les navires se rapprochent au maximum des côtes pour plus de sécurité de navigation. Ceci reste cependant ponctuel.



4.5.3.1 Trafic de marchandises

Le littoral aux abords du Golfe de Fos sur Mer est le siège d'un important trafic maritime de commerce et de passagers en lien avec le trafic du Grand Port Maritime de Marseille. Le Grand Port Maritime de Marseille Fos, premier port de France et deuxième port à l'échelle de la Méditerranée, représente 28 % du trafic mondial du transport pétrolier.

Les principales catégories de marchandises qui transitent par le golfe de Fos comprennent les produits pétroliers, les produits chimiques, les minerais, les céréales, les matériaux de construction, les produits manufacturés et les conteneurs. Ces activités sont liées majoritairement à la présence du complexe industriel et portuaire de Fos-sur-Mer qui engendre un trafic de plus de 220 000 navires marchands par an, vers les pays du bassin méditerranéen (Espagne, Italie, Maroc, Tunisie, etc.).

Le port de Fos-sur-Mer dispose d'infrastructures modernes, de terminaux spécialisés et de connexions ferroviaires et routières qui facilitent le transit efficace de ces marchandises. Le port de Marseille Fos a traité 38 Millions de Tonnes (MT) de marchandises entre janvier et juin 2022.

Le trafic conteneur est particulièrement dynamique avec près de 800 000 EVP (équivalent vingt pieds) traités soit une augmentation de +5% par rapport à 2021. La filière « remorques » tire également son épingle du jeu avec +4% par rapport à 2021 et +14% par rapport à 2019. La ligne « Tanger » affiche également un trafic dynamique qui permet de gagner des parts de marché à la route, concrétisant un levier de décarbonation significatif (Marseille Fos, le port euroméditerranéen, 2022).

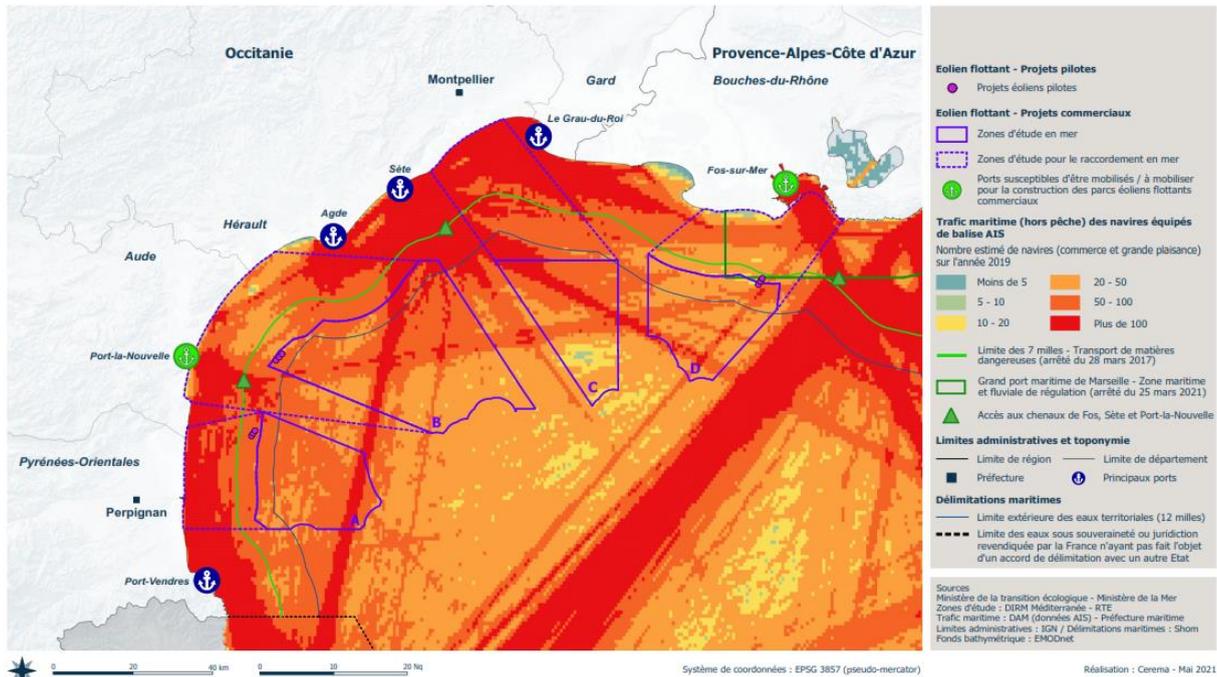
Les activités de ces deux bassins (Est et Ouest) seront ceux qui auront le plus d'impact sur le projet. Un assez grand nombre de trajectoires de navires de type cargo (conteneur) et Tanker passent actuellement sur l'emplacement de la zone d'étude à destination des bassins Ouest et Est du port De Marseille-Fos.

Toutefois, la zone d'étude apparaît localisée 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.

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). Ce point est traité ultérieurement au paragraphe 4.5.5.



Figure 188 : Trafic maritime en 2019 (hors pêche) des navires équipés de balise AIS



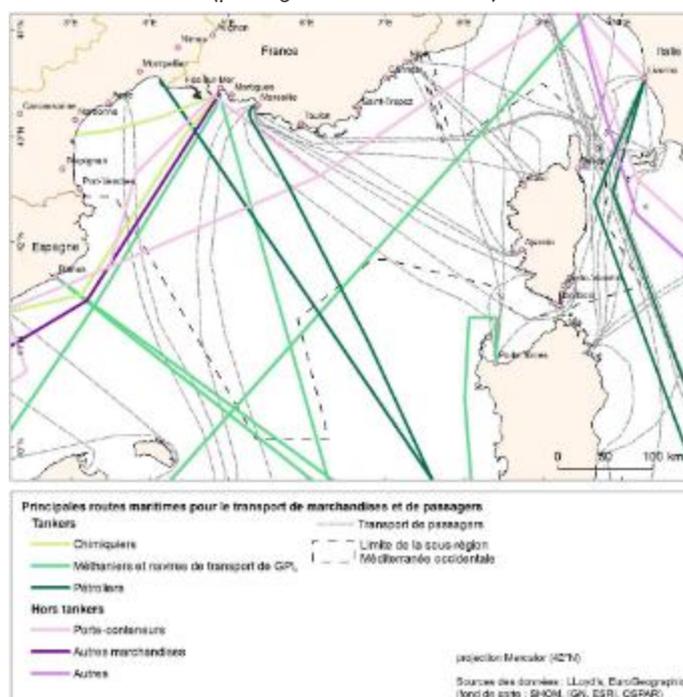
Source : (MTE, 2021)

4.5.3.2 Trafic de passagers

Outre le trafic de marchandises, le golfe de Fos est également un point de départ ou de passage pour les navires de croisière et les ferries. Le port de Marseille, situé à proximité, accueille des navires de croisière de différentes compagnies internationales. Les ferries assurent également des liaisons régulières entre le golfe de Fos et des destinations telles que la Corse, l'Afrique du Nord et les îles voisines. Le premier semestre 2022 est véritablement celui de la reprise des lignes régulières, avec l'accueil de plus de 480 000 passagers ferries soit +21% par rapport à la même période en 2019. Certains de ces navires empruntent actuellement des trajectoires qui passent par-dessus l'emplacement de la zone.



Figure 189 : Trafic maritime (passagers et marchandises) en Méditerranée occidentale



4.5.3.3 Trafic lié aux bateaux de pêche et à la plaisance

262

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. Ces navires n'ont pas de routes maritimes mais traversent et travaillent sur la zone d'étude.

Concernant la plaisance, les navigateurs expérimentés peuvent s'engager au large (navigation hauturière à plus de 6 milles d'un abri) notamment pour rejoindre des destinations plus lointaines ou bien pour pratiquer la pêche de loisirs (pêche au gros).

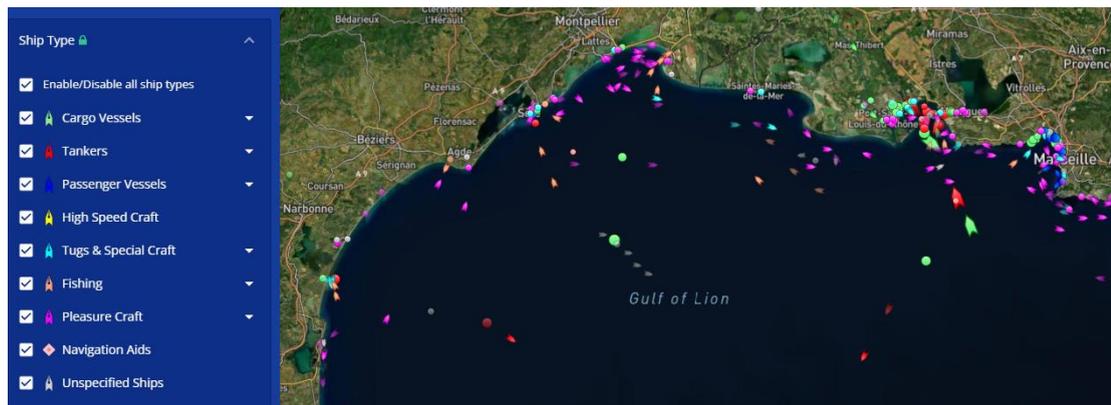
Il existe dans l'enceinte du Golfe de Fos 6 ports de plaisances : Le Grand Bassin, le port Napoléon, le port Saint-Gervais, le port de Port-de-Bouc, le port de Jonquières, et le port de Ferrières. Dans l'ensemble le Golfe de Fos comprend une capacité d'accueil de plus 2100 anneaux.

A une échelle plus éloignée, une trentaine de ports de plaisance sont présents le long de la côte méditerranéenne depuis Gruissan jusqu'à Martigues, la plus forte densité du trafic de plaisance au niveau du périmètre d'étude offshore est plutôt attendue à l'est au large de la Camargue (la capacité d'accueil de Port-Camargue étant de 5000 places à flots) et à l'ouest au large du Grau d'Agde.

Les caractéristiques exactes des deux types de trafic sont difficiles à rassembler, néanmoins, des données en temps réel permettent de visualiser l'utilisation du périmètre d'étude (cf. figures suivantes).



Figure 190 : Suivi AIS ponctuel des navires sur l'ensemble du périmètre d'étude (02/06/23 à 16h 17)



Source : (marinetraffic.com)

4.5.4 Tourisme et loisirs nautiques

Sources de données disponibles

Données générales

- SCOT
- Sites internet d'informations touristiques des départements des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, de l'Hérault et des Bouches-du-Rhône
- Site internet de l'office du tourisme des départements des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, de l'Hérault et des Bouches-du-Rhône.

Données sur la zone d'étude

Site internet des offices de tourisme des villes de la zone d'étude

Le littoral Provençal, la côte rocheuse, les différentes anses et le Golfe de Fos sont des lieux privilégiés de la plaisance, du tourisme balnéaire et de la pratique de sports et loisirs nautiques.

4.5.4.1 Ports et plaisances

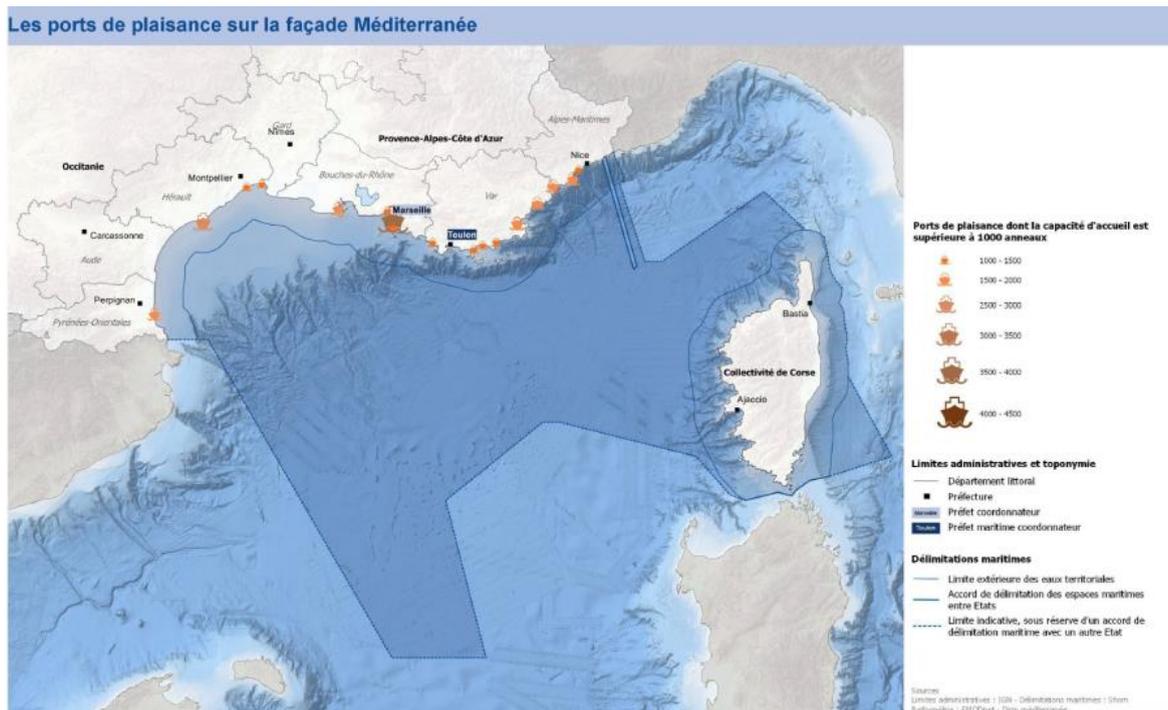
Le golfe de Fos dans sa globalité présente de nombreux ports de plaisance, dont les principaux (hors périmètre rapproché) sont les suivants :

- Le grand bassin et le port Napoléon de Port Saint-Louis-du-Rhône offrant respectivement 314 et 250 anneaux ;
- Le port Saint Gervais de Fos-sur-Mer offrant 840 anneaux,
- Le port de Port-de-Bouc offrant 448 anneaux,
- Les ports de Ferrières et de Jonquières à Martigues offrant respectivement 334 et 200 anneaux.

Cette importante capacité d'accueil des navires de plaisance témoigne de l'importance des activités liées au nautisme au sein du Golfe de Fos et notamment en saison estivale durant laquelle la plaisance contribue à l'augmentation du trafic maritime aux abords des côtes provençales.



Figure 191 : Ports de plaisance



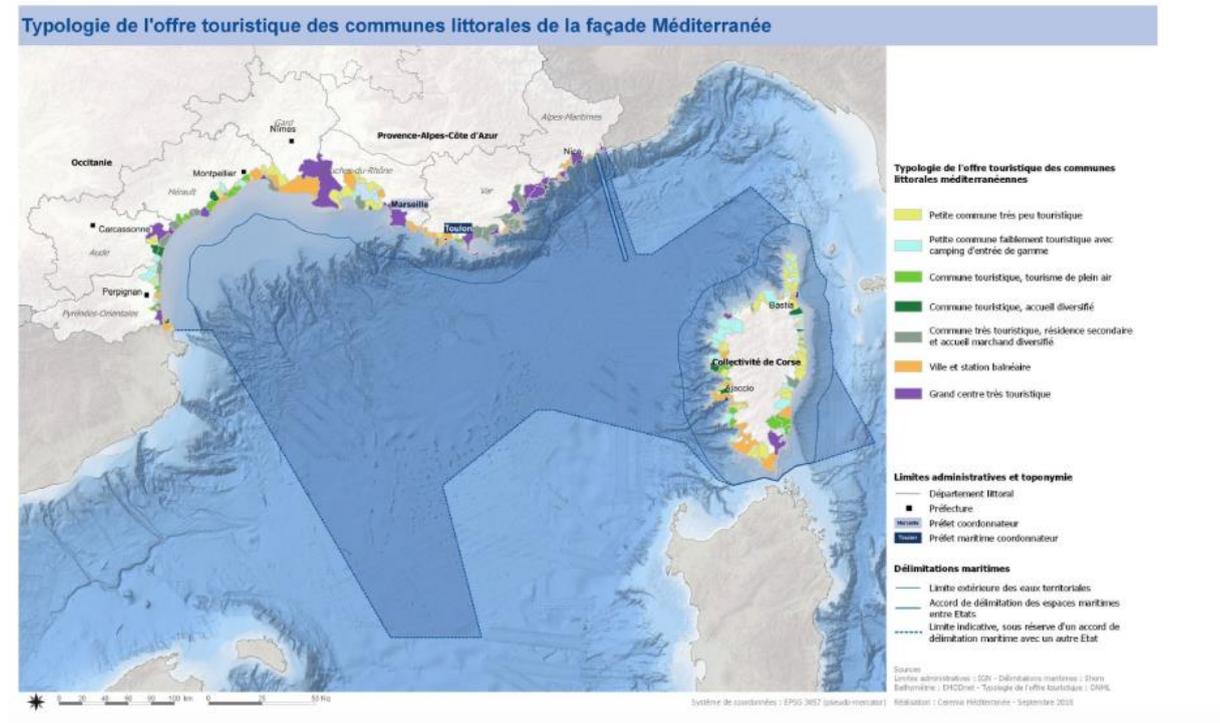
Source : RTE, débat Public, sur les projets d'éoliennes flottantes en Méditerranée, 2021

4.5.4.2 Tourisme balnéaire

Le Golfe de Fos présente une activité de tourisme balnéaire non négligeable, mais qui reste bien moindre comparée à celle de la côte bleue voisine. Différentes plages réparties sur les communes de Port Saint Louis du Rhône (dont l'importante plage Napoléon et They de la Gracieuse), Fos-sur-Mer, Port de Bouc et Martigues, offrent des lieux de baignade.

Le littoral offre les plages aménagées des anses des Laurons et de Bonnieu avec des zones de baignades balisées et surveillées. Un camp naturiste est également présent au Sud de l'anse de Bonnieu.

Figure 192 : Typologie de l'offre touristique des communes littorales de la façade Méditerranéenne



Source : RTE, débat Public, sur les projets d'éoliennes flottantes en Méditerranée, 2021

4.5.4.3 Sports et loisirs nautiques

Les communes du Golfe de Fos présentent un important réseau de structures nautiques (écoles de voile, clubs nautiques, prestataires, associations...) qui proposent toute l'année un panel d'activités centrées autour de la pratique traditionnelle de la voile (dériveurs, catamarans, habitables...), de la glisse (planche à voile, surf) ou de la plongée sous-marine (plongée archéologique également). A noter la présence d'un spot de windsurf accessible depuis la calanque des Rénaïres (le nombre de pratiquants est environ d'une vingtaine).

La pêche de loisir est très répandue 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. En 2013, le nombre d'autorisation de « pêche de loisir du thon rouge et espadon (ORGP) délivré était de 255 dans le département (135 pour le quartier maritime de Martigues et 120 pour Marseille)



4.5.5 Servitudes et contraintes maritimes

Sources de données disponibles

- Carte Shom

4.5.5.1 Servitudes de la Marine Nationale

Le sémaphore du Cap Couronne jouxte le périmètre rapproché en son extrémité Est, sa zone de coordination de 30 km l'interceptant (communes grevées : Arles, Fos et Marseille).

4.5.5.2 Zones à usages réglementées, obstacles et obstructions

Zones à usages 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 ou des interdictions de navigation.

De nombreuses contraintes et servitudes maritimes (civile ou militaire) sont observées sur certains secteurs maritimes de l'aire d'étude en lien avec les activités des ports (chenaux d'accès, zones de navigation, d'attente et de mouillage réglementées), la présence de conduites sous-marines, de zones de clapage, de récifs artificiels ou encore les activités conchylicoles.

Quatre radars couvrent le Golfe de Fos dont deux sont destinés à la surveillance des approches (radar du Cap Couronne, radar de la Vigie Port-de-Bouc) et deux assurent une couverture du golfe en courte portée (radar Fos pétrole et radar de la darse 3) auxquels vient s'ajouter le radar du projet SECMAR50 (projet porté par THALES, labélisé par le Pole 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 GPMM et couvrant une zone bien au-delà du golfe). Leurs zones de coordination présentent un rayon de 20 km.

La zone d'étude comprend différentes zones de réglementations de la navigation et zones réglementées maritimes dans le Golfe de Fos :

- Chenaux de navigation et d'accès au GPMM et zone réglementée. Plusieurs chenaux des ports de Fos-sur-Mer, Port-Saint-Louis-du-Rhône et Martigues se rejoignent au centre du Golfe pour n'en former qu'un, puis longe le littoral de la commune de Martigues jusqu'au large en dehors de la zone du Golfe. Deux autres chenaux se trouvent à l'intérieur de l'Anse de Carteau.
- Zone de mouillage des navires de commerce réparti sur presque l'ensemble du Golfe de Fos excepté dans l'Anse de Carteau et le littoral qui y est associé.
- Zone de préengainement qui commence à l'ouverture du Golfe de Fos.
- Zone de navigation interdite : 2 sont présentes dans la zone d'étude. La première se situe au Sud du port de Martigues, sur la façade Nord-Ouest du littoral de la commune (entre les pointes de Canal-Vieil et de Castagnole). La deuxième se situe toujours sur la commune de Martigues mais sur la façade littorale Sud de la commune.



- Zone de clapage : 2 zones sont présentes au centre du Golfe de Fos dans la zone d'étude.
- Zone conchylicole: 2 Zones conchylicoles sont présentes dans l'Anse de Carreau. La navigation y est interdite.
- Conduite sous-marine et émissaire au niveau du littoral de Martigues, au sud du port.
- Fuseaux de moindre impact qui englobe toute la partie Ouest du littoral de Martigues et traverse horizontalement l'ouverture du Golfe de Fos.
- Service de trafic maritime au niveau du Port de Marigues.
- Zone des 700 m entre la côte à l'est et la zone de mouillage des bateaux de commerce.

Il est important de rappeler que le Golfe de Fos est le siège d'un important trafic maritime, notamment au niveau du chenal de navigation que traverse le périmètre rapproché.

Figure 193 : Zones de contraintes réglementaires liées aux activités de la défense nationale

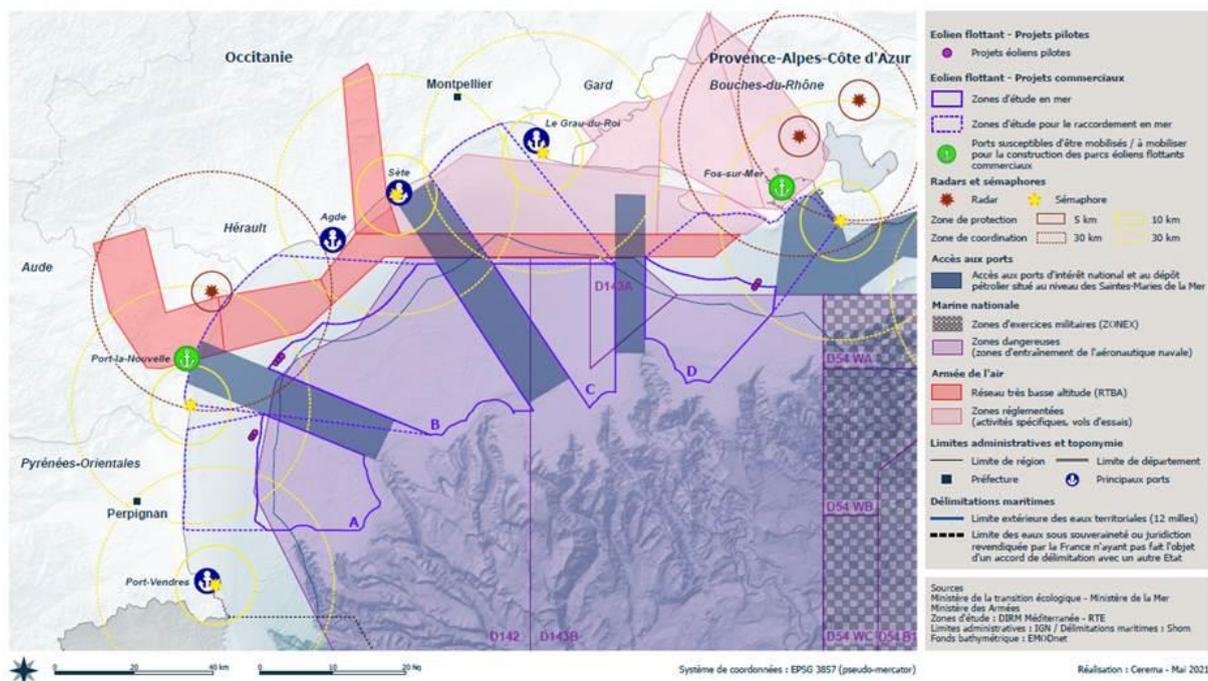
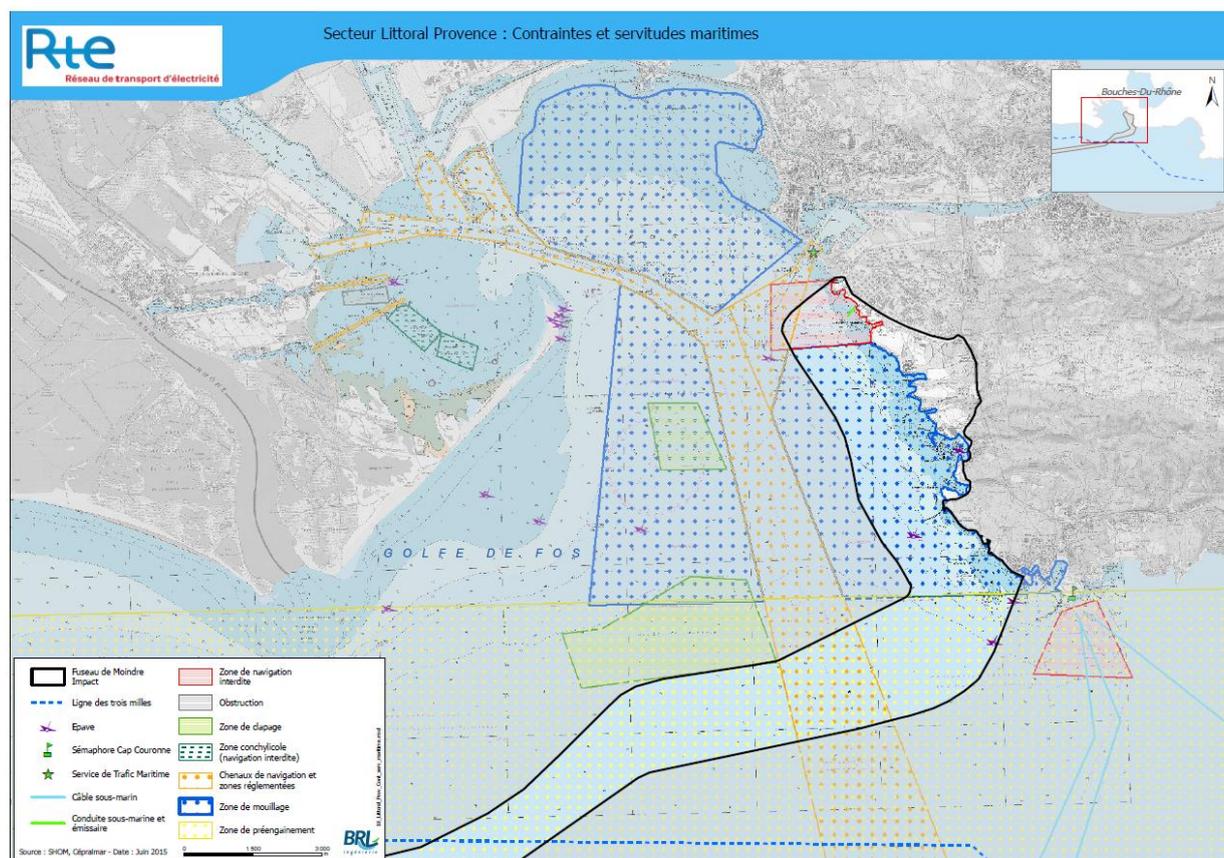




Figure 194 : Contraintes et servitudes maritimes du Golfe de Fos



Source : (RTE, 2015)

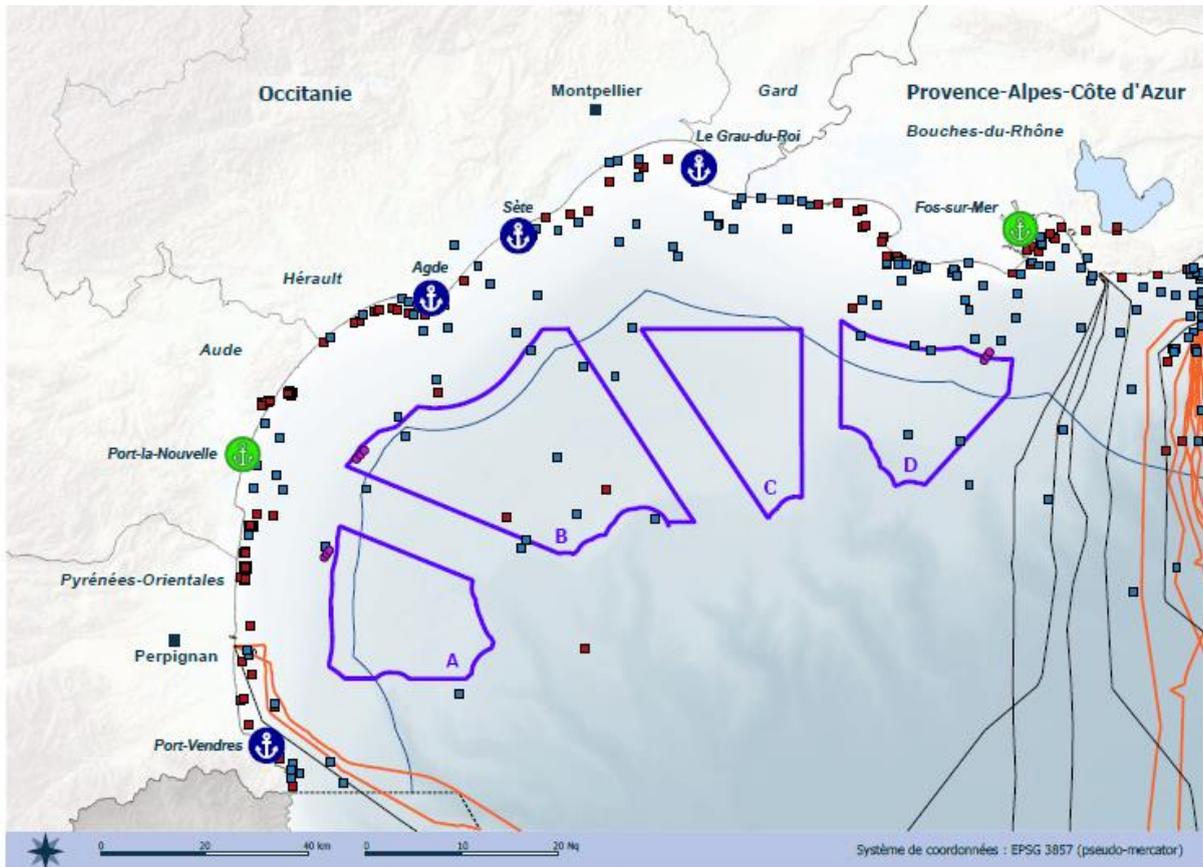
Obstructions

D'après la carte Shom plusieurs épaves et zones de danger sont également présentes au sein de l'aire d'étude à la côte comme au large (cf. figure suivante).

L'aire d'étude ne présente pas d'obstacles ou d'obstructions majeures. Elle comprend cependant des épaves précitées, une obstruction dans l'Anse de Carteau entre 2 chenaux de Port-Saint-Louis-du-Rhône, des câbles sous-marins au niveau du littoral au Sud de Martigues ainsi qu'un émissaire (eau) au niveau de la Pointe d'Auguette.



Figure 195 : Câbles sous-marins, épaves et obstructions



Eolien flottant - Projets pilotes

- Projets éoliens pilotes

Eolien flottant - Projets commerciaux

- ▭ Zones d'étude en mer
Macro-zones à potentiel pour le développement de l'éolien commercial issues de la concertation de 2018
- Ports susceptibles d'être mobilisés / à mobiliser pour la construction des parcs éoliens flottants commerciaux

Limites administratives et toponymie

- Préfecture
- Limite de département
- ⚓ Principaux ports

Câbles sous-marins

- Câble de communication
- Câble désaffecté

Epaves et obstructions

- Epave
- Obstruction

Délimitations maritimes

- Limite extérieure des eaux territoriales (12 milles)
- ■ ■ Limite des eaux sous souveraineté ou juridiction revendiquée par la France n'ayant pas fait l'objet d'un accord de délimitation avec un autre Etat

Sources : Ministère de la transition écologique - Ministère de la Mer / Macro-zones : DIRM Méditerranée / Câbles sous-marins, épaves et obstructions : Shom
Limites administratives : IGN / Délimitations maritimes : Shom / Fonds bathymétrique : EMODnet

Réalisation : Cerema
Avril 2021



4.5.6 Risques technologiques

Sources de données disponibles

Site de l'association Robin des bois.

4.5.6.1 Risques liés aux transports de marchandises dangereuses

Ce risque concerne le trafic aux abords des ports et sur les routes maritimes qui croisent ou longent le périmètre d'étude offshore. Il est d'autant plus grand que le trafic est dense. Ainsi, le risque de pollution concerne essentiellement le secteur au droit du port de Fos qui concentre la majeure partie du trafic de commerce et des matières dangereuses de la zone d'étude (cf. paragraphe sur le trafic maritime).

4.5.6.2 Risques liés aux déchets de guerre

Le risque pyrotechnique en Méditerranée française est principalement lié à la présence de batteries côtières ou d'anciens champs de munitions non explosées (UXO) datant des époques de la première et seconde guerre mondiale. Le littoral méditerranéen a en effet fait l'objet de minages défensifs et de bombardements durant la seconde guerre mondiale. Des phénomènes d'enfouissement des munitions ont pu se produire à des degrés divers en fonction de l'épaisseur de la couche sédimentaire disponible, de la nature des sédiments et de la dynamique sédimentaire.

L'association Robin des Bois, qui a pour objectif la protection de l'Homme et de l'environnement, a diffusé en novembre 2003 un inventaire et cartographie de vestiges de guerre en Provence- Alpes- Côte-d 'Azur.

A priori, il n'y a pas de déchets de guerre à terre. En revanche entre avril 2001 et octobre 2003, ont été découverts par des activités de pêche, de plongée ou de dragage, deux obus de 30 cm de longueur à Fos-sur-Mer ainsi qu'une mine de 500 kg (détruite en 2003) au large de Carro (commune de Martigues).



5 ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ENVIRONNEMENTALE DES ZONES D'ÉTUDE POUR LE RACCORDEMENT TERRESTRE

5.1 DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE TERRESTRE

5.1.1 Facteurs climatiques

Cette thématique est traitée à la section 4.2.1 de la Partie maritime.

5.1.2 Géologie

Sources de données disponibles

- Carte géologique du BRGM sur le département des Bouches-du-Rhône.

Selon la notice de la carte géologique d'Istres, sur la zone d'étude, les traits géographiques les plus marquants sont l'extrémité du cours du Grand Rhône, avec son promontoire deltaïque et le golfe de Fos partiellement barré par la flèche de la Gracieuse.

Un contraste frappant apparaît entre les étendues plates constituées par les sédiments récents de la plaine deltaïque, qui viennent recouvrir en biseau les cailloutis quaternaires de la plaine de la Crau, et les reliefs de la partie orientale affectant les terrains crétacés et tertiaires. L'effet de ces reliefs est accentué par la présence de plusieurs dépressions insolites, fermées pour la plupart (étangs de l'Estomac, de Lavalduc, de Citis, du Pourra, de l'Olivier et de Berre).

La partie est de la zone d'étude est couverte par trois unités géologiques bien distinctes :

- au sud-est de la zone d'étude, la terminaison occidentale de la chaîne de la Nerthe, en forme de presqu'île entre la mer et l'étang de Berre ; elle est constituée essentiellement de formations crétacées affectées par une tectonique complexe et plus ou moins masquées par des dépôts oligocènes et surtout miocènes ;
- au nord de cette structure, une zone synclinale, prolongement occidental du bassin de l'Arc ; elle est occupée par des dépôts du Crétacé supérieur ;
- une succession de collines miocènes qui s'allonge en bordure de l'étang de Berre et du golfe de Fos.

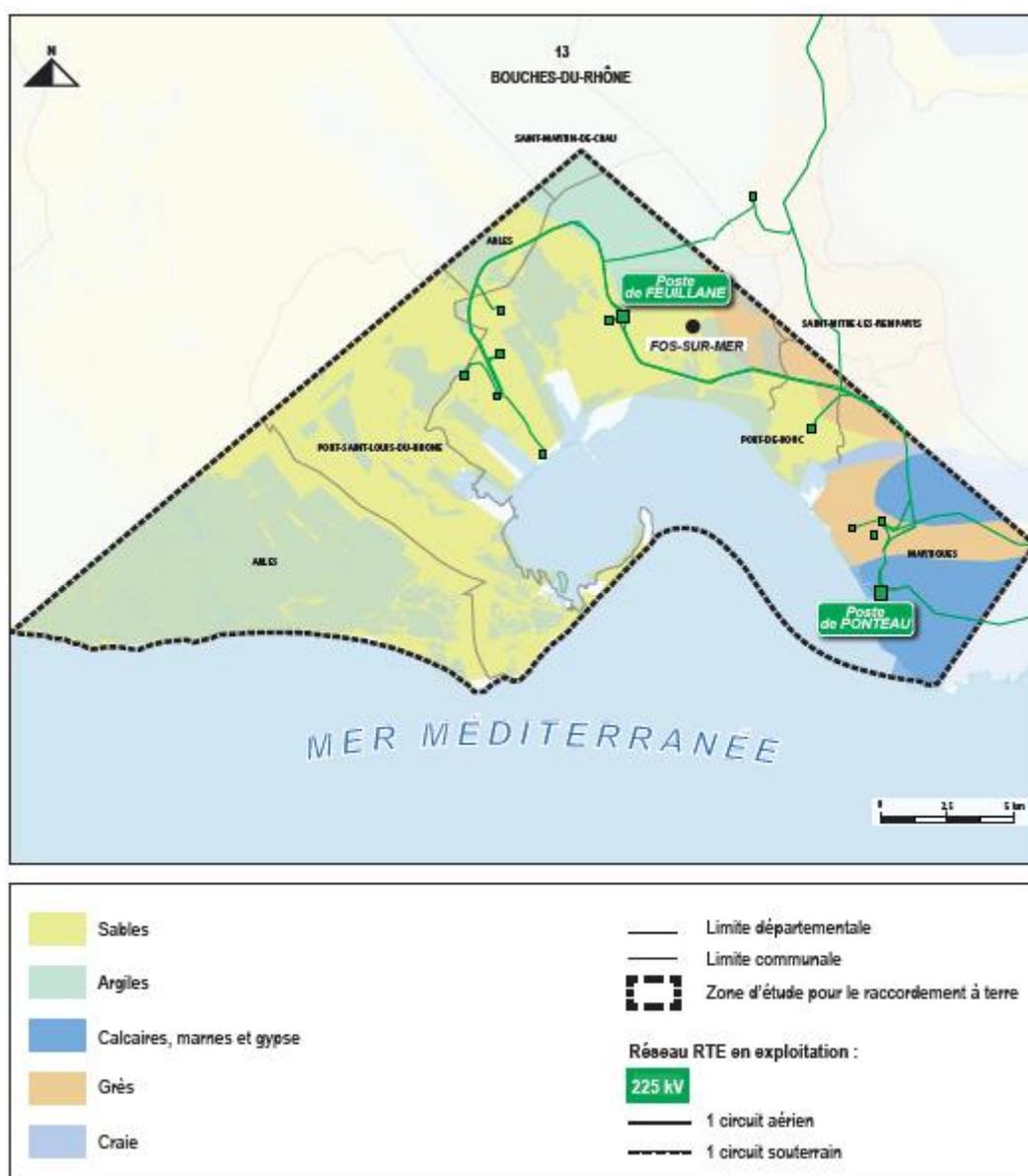
Le contraste morphologique souligné plus haut se retrouve au niveau du littoral, qui est découpé et à pente accentuée sur la bordure orientale du golfe de Fos, alors qu'il est très plat et relativement rectiligne sur le reste du littoral.

Ce sont les processus d'édification du delta, qui sont responsables de cette morphologie plate et de l'individualisation de lagunes d'eaux salées, entre d'anciens cordons littoraux.

L'ensemble de la zone d'étude est concerné principalement par des roches sédimentaires (calcaires, marnes, sable, argile...) (BRGM).



Figure 196: Géologie de la zone d'étude



Source : (MTE, 2021)



5.1.3 Géomorphologie et topographie

Sources de données disponibles

- Données du BRGM.
- données de l'IGN BD Alti ont également été utilisées pour caractériser le relief des aires d'études terrestres.

La zone d'étude est située dans une zone relativement plane, marquée néanmoins par quelques collines plus élevées au sud-est, avec une altitude variant entre 0 et +171 m NGF. La plaine de Camargue au sud-ouest de la zone d'étude, limitée par le bourg de Fos-sur-Mer à l'est, est très plane et concernée par des altitudes comprises entre 0 et 4 m. Le relief aux abords du littoral est donc très plat sur la moitié ouest de la zone d'étude. La plaine de la Crau, au nord du bourg de Fos-sur-Mer, a une altitude moyenne de 10 m. Le relief est cependant beaucoup plus marqué sur la partie sud-est de la zone d'étude. Des collines viennent marquer la zone d'étude entre le bourg de Fos-sur-Mer et le chenal de Caronte, avec des altitudes pouvant aller jusqu'à 80 m. Les altitudes aux abords du littoral et du chenal de Caronte restent cependant très peu élevées.

Au sud du chenal de Caronte, la zone d'étude est concernée par :

- la plaine de Ponteau et Lavéra à l'ouest, donnant sur le golfe de Fos-sur-Mer, avec une altitude comprise entre 0 et 30 m ;
- la partie nord de la chaîne de l'Estaque au sud de la ville de Martigues qui compte les points les plus hauts de la zone d'étude avec des altitudes variant entre 30 et 170 m ;
- la plaine de Saint-Pierre et Saint-Julien qui vient couper la chaîne de l'Estaque en deux, avec des altitudes comprises entre 30 et 70 m ;
- la partie sud de la chaîne de l'Estaque, plongeant dans la mer avec des pentes plus ou moins marquées et avec des altitudes comprises entre 0 et 150 m. À ce niveau, la côte est très découpée et on trouve alors plusieurs anses et calanques.

5.1.4 Réseau hydrographique

Sources de données disponibles

Données générales

- Agence de l'eau Rhône-Méditerranée « SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée 2016-2021
- Agence de l'eau Rhône-Méditerranée « SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée 2022-2027 »,
- Agence régionale de santé (ARS) de Provence-Alpes-Côte-d'Azur pour les données concernant les captages d'alimentation en eau potable et leurs périmètres de protection,
- Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) de Provence-Alpes-Côte-d'Azur,
- Sites internet Gest'eau et hydro.eaufrance.fr.

5.1.4.1 Réseau hydrographique superficiel

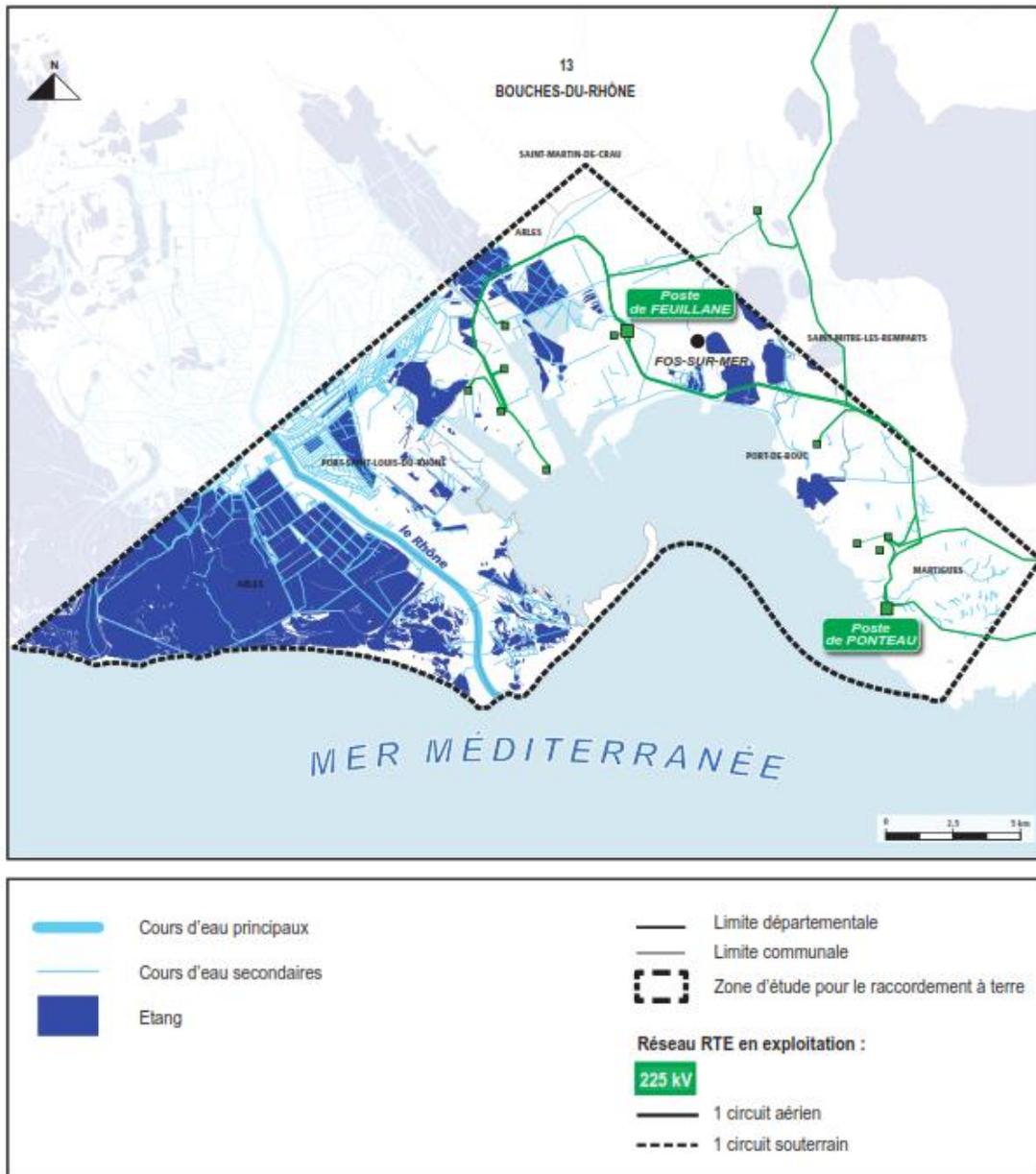
La zone d'étude compte un seul cours d'eau majeur, le Rhône, d'orientation nord-ouest – sud-est. Le Rhône, un des principaux fleuves français, a une longueur totale de 812 km et le bras du Grand Rhône se jette dans la mer au niveau de la zone d'étude. L'objectif de « bon potentiel » à échéance 2015 est renouvelé.



On peut également citer la présence du chenal de Caronte qui relie l'étang de Berre à la mer au niveau de Martigues et Port-de-Bouc.

La zone d'étude compte également de nombreux canaux et de nombreux étangs et notamment dans la plaine de Camargue et à l'est de Fos-sur-Mer (étangs de Lavalduc, de l'Estomac et d'Engrenier).

Figure 197 : Réseau hydrographique



Source : (MTE, 2021)

5.1.4.2 Gestion de la ressource en eau

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) est un document de planification dans le domaine de l'eau. Il définit pour une période de 6 ans :



- les grandes orientations pour garantir une gestion visant à assurer la préservation des milieux aquatiques et la satisfaction des différents usagers de l'eau ;
- les objectifs de qualité et de quantité à atteindre pour cours d'eau, plan d'eau, nappe souterraine, estuaire et secteur du littoral ;
- les dispositions nécessaires pour prévenir toute détérioration et assurer l'amélioration de l'état des eaux et des milieux aquatiques.

Le SDAGE réglementairement en vigueur est le SDAGE Rhône-Méditerranée pour les années 2022 à 2027. Il a été approuvé par le préfet coordonnateur de bassin 21 mars 2022.

Le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) est un document de planification de la gestion de l'eau à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente (bassin-versant, aquifère...).

Il fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau. Le SAGE doit répondre aux objectifs de résultats imposés par la directive-cadre sur l'eau (DCE) et être compatible avec le SDAGE.

- Aucun SAGE n'est recensé sur la zone d'étude.

Les objectifs de ces documents visent principalement à avoir une gestion quantitative de la réserve en eau durant l'année, à garantir et maintenir une bonne qualité physicochimique des eaux (assainissement, pesticides, épandages, etc), à préserver les milieux aquatiques et les zones humides, à prévenir les pollutions et enfin à limiter les épisodes de crues et à gérer les inondations.

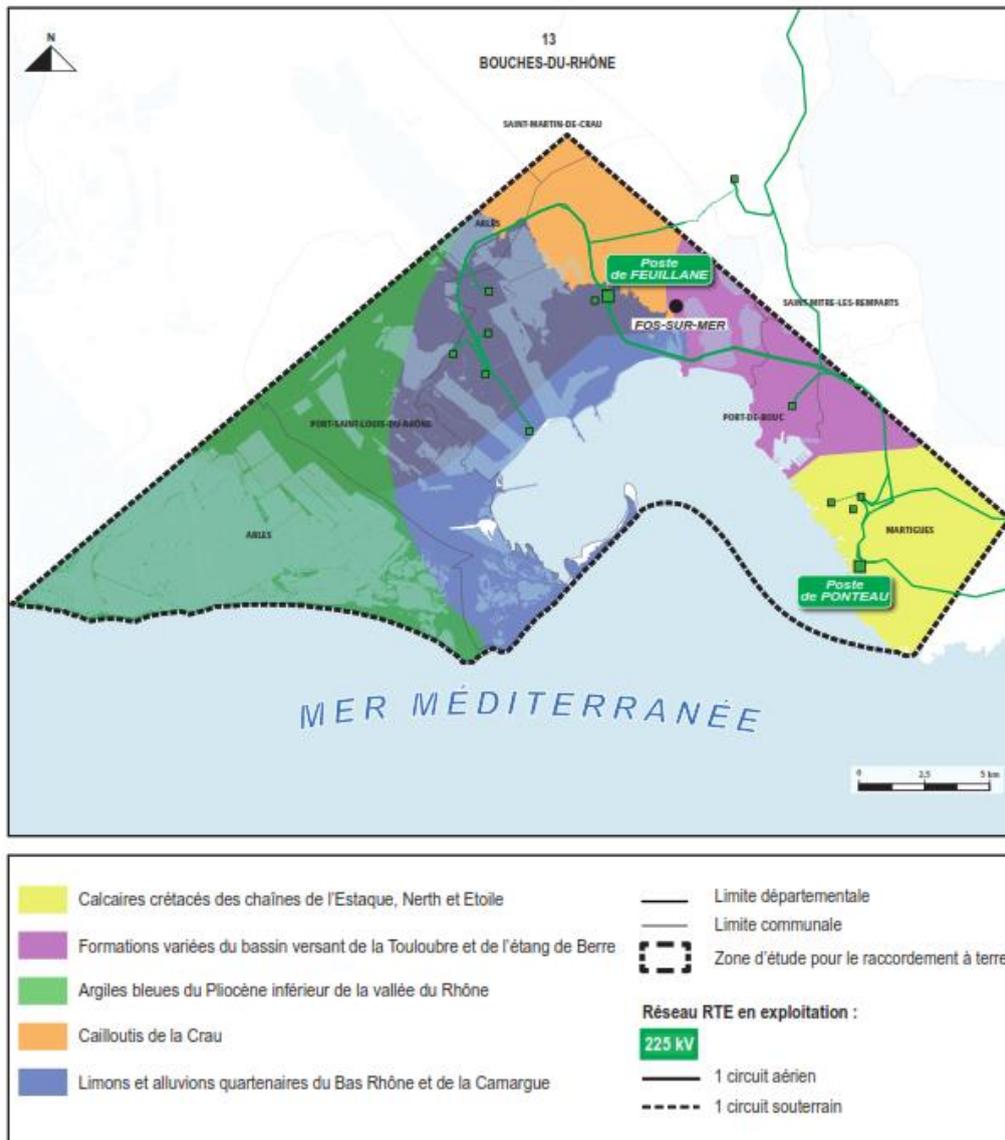
5.1.4.3 Masses d'eau souterraines

La zone d'étude comprend plusieurs masses d'eaux souterraines :

- FRDG504 (codification européenne) « Limons et alluvions quaternaires du Bas Rhône et de la Camargue ».
- FRDG107 (codification européenne) « Calcaires crétacés des chaînes de l'Estaque, Nerthe et Étoile ».
- FRDG513 (codification européenne) « Formations variées du bassin-versant de la Touloubre et de l'étang de Berre ».
- FRDG104 (codification européenne) « Cailloutis de la Crau ».



Figure 198 : Masses d'eau souterraines de la zone d'étude



Source : (MTE, 2021)

5.1.4.4 Captages en eau potable

Les captages d'alimentation en eau potable (AEP) sont des points de prélèvement d'eau destinée à l'usage de la population. Pour des raisons sanitaires (qualité de l'eau prélevée), chaque captage est protégé par un ou plusieurs périmètres de protection dans lesquels les activités sont réglementées par arrêté préfectoral :

- Un périmètre de protection immédiat : toutes les activités y sont interdites hormis celles relatives à l'exploitation et à l'entretien de l'ouvrage de prélèvement de l'eau et au périmètre lui-même.
- Un périmètre de protection rapproché, secteur plus vaste pour lequel toute activité susceptible de provoquer une pollution y est interdite ou est soumise à prescription particulière (construction, dépôts, rejets...),
- Un périmètre de protection éloigné, où la réglementation est plus souple.

Aucun captage ou périmètre de protection n'est recensé sur la zone d'étude.



5.1.5 Bruit ambiant

En zone urbaine littorale, le bruit ambiant est principalement généré par :

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

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.

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 (EREA Ingénierie, 2014). En arrière du littoral, le bruit ambiant diminue.



5.1.6 Qualité de l'air

Sources de données disponibles

- Atmosud, l'observatoire de la qualité de l'air en Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur
- SRCAE Provence-Alpes-Côte-D'azur, région PACA, 2013

La qualité de l'air en PACA est surveillée par AtmoSud, organisme agréé par le Ministère chargé de l'environnement.

Cette surveillance est réalisée par des mesures et des modélisations des polluants réglementés. Le code de l'environnement fixe les polluants à surveiller et les seuils réglementaires associés.

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur est particulièrement sensible à la pollution atmosphérique. C'est l'une des régions françaises les plus émettrices en dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x) et composés organiques volatils (COV). Ces multiples sources d'émissions, conjuguées à un fort ensoleillement, exposent la région à une pollution photochimique à l'ozone parmi les plus élevées d'Europe. Si plus aucun dépassement de la valeur limite horaire en dioxyde de soufre n'a été observé pendant 24 heures depuis 2008, de fréquents dépassements des normes de qualité de l'air sont également constatés pour les oxydes d'azote et pour les particules fines.

La qualité de l'air dégradée s'explique par :

- une pollution urbaine essentiellement due aux transports sur les 4 principales agglomérations (Aix-Marseille, Toulon, Nice et Avignon),
- une pollution industrielle autour de la zone de l'Étang de Berre.

Dans ce contexte, l'amélioration de la qualité de l'air constitue en Provence-Alpes-Côte d'Azur un enjeu sanitaire majeur. Les orientations du SRCAE visent à réduire en priorité les émissions d'oxydes d'azote, les particules fines et les composés organiques volatils (COV) polluants primaires précurseurs de l'ozone (Région Provence-Alpes-Côte-D'azur, 2013).

Le département des Bouches du Rhône est un territoire avec une forte densité de population, des espaces naturels remarquables et de nombreuses sources de pollution de l'air.

Les grandes agglomérations et zones urbanisées, les réseaux routiers et autoroutiers et les grands pôles industriels, pétrochimiques, maritimes et aéroportuaires présent dans le département sont des sources importantes de pollution. De plus, l'utilisation de pesticides, les combustions des chauffages au bois et des brûlages sont susceptibles de dégrader régulièrement la qualité de l'air.

En 2020, toute la population du territoire réside dans une zone dépassant la ligne directrice de l'OMS (Nouvelle LD OMS 2021) pour les particules fines PM_{2.5}. Le transport maritime est responsable de 28% des émissions d'oxyde d'azote et la production d'énergie et les industries sont responsables de 95% des émissions de soufre. La zone urbanisée (Aix-Marseille) engendre une pollution liée aux transports (oxydes d'azote), tandis que l'ouest du département est plutôt concerné par le secteur industriel (particules fines). L'ozone impacte la majeure partie du département.

En 2019, les émissions de particules fines dans les Bouches-du-Rhône représentent 42% des émissions régionales.

La zone d'étude se trouvant à proximité de zones industrielles et portuaires est marquée par de nombreuses sources de dégradation de la qualité de l'air.

5.1.7 Risques naturels

Sources de données disponibles

Données générales

- Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM) de l'Aude, et de l'Hérault,
- Plan départemental de protection des forêts contre les incendies (PDPFCI) de l'Aude, et de l'Hérault.

Données sur la zone d'étude

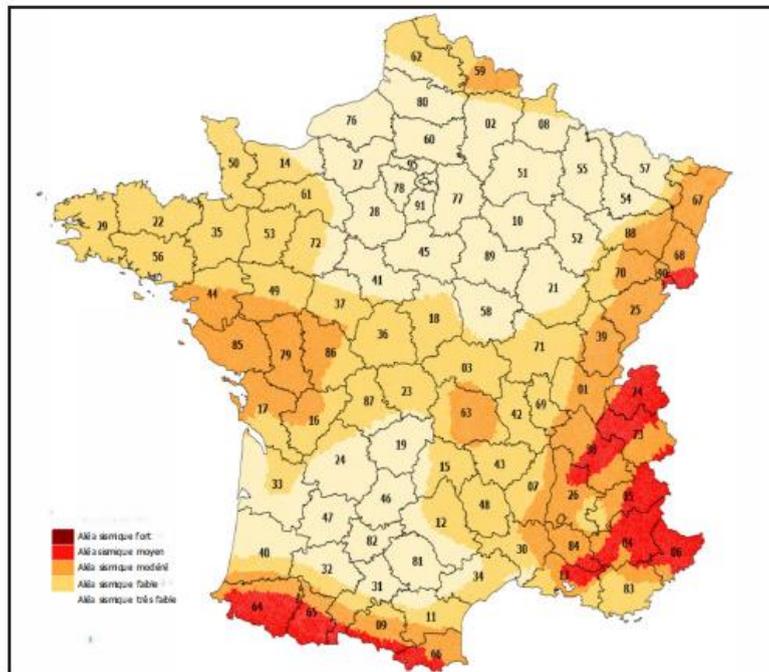
- Site gouvernemental géorisques.

5.1.7.1 Risque sismique

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité, d'occurrence des séismes (articles R.563-1 à R.563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets n°2010-1254 du 22 octobre 2010 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'arrêté du 22 octobre 2010).

L'ensemble de la zone d'étude est en zone 3 (modérée) excepté la commune de Port- Saint-Louis-du-Rhône qui est en zone 2 (faible).

Figure 199: zone de sismicité en France



Source : (CarteFrance.fr, s.d.)

5.1.7.2 Risque inondation

La zone d'étude est concernée par les risques d'inondation par remontées des eaux du Rhône par les canaux de drainage et de submersion marine.



La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône a un Plan de Prévention des Risques (PPR) inondation et submersion marine approuvés.

Les autres communes de la zone d'étude ne comptent aucun PPR lié aux risques d'inondation.

Par ailleurs, la mise en œuvre de la directive européenne inondation, 2007/60/CE fixe un cadre d'évaluation et de gestion des risques d'inondation à l'échelle du bassin Rhône Méditerranée en priorisant les secteurs concentrant les plus forts enjeux humains et économiques appelés TRI (Territoire à Risque inondation Important).

Ainsi, le TRI du Delta du Rhône compte 8 communes. Les phénomènes d'inondation identifiés comme prépondérant sur le TRI concernent les débordements du Rhône et les submersions marines.

Figure 200: Risque inondation de la zone d'étude



Source : (MTE, 2021)



5.1.7.3 Retrait-gonflement des argiles

Le matériau argileux présente la particularité de voir sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau. Dur et cassant lorsqu'il est asséché, un certain degré d'humidité le fait se transformer en un matériau plastique et malléable.

Ces modifications de consistance peuvent s'accompagner, en fonction de la structure particulière de certains minéraux argileux, de variations de volume plus ou moins conséquentes. Ce phénomène de retrait-gonflement des argiles engendre chaque année sur le territoire français des dégâts considérables aux bâtiments.

Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) identifie un risque moyen à fort de retrait-gonflement des argiles sur la quasi-totalité de la zone d'étude.

De plus, les communes de Port-de-Bouc, Saint-Mitre-les-Remparts et Martigues sont concernées par des PPR retrait-gonflement des argiles approuvés.

5.1.7.4 Radon

Le radon est un gaz radioactif issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents naturellement dans le sol et les roches.

En se désintégrant, il forme des descendants solides, eux-mêmes radioactifs. Ces descendants peuvent se fixer sur les aérosols de l'air et, une fois inhalés, se déposer le long des voies respiratoires en provoquant leur irradiation. Le radon est classé par le Centre international de recherche sur le cancer comme cancérigène certain pour le poumon depuis 1987.

Les zones les plus concernées par le risque radon correspondent aux formations géologiques naturellement les plus riches en uranium. Elles sont localisées sur les grands massifs granitiques, ainsi que sur certains grès et schistes noirs.

À l'exception de la commune de Martigues qui est en catégorie 2, toutes les communes de la zone d'étude sont classées comme communes à potentiel radon de catégorie 1 (la plus faible).

5.1.7.5 Mouvements de terrain et cavités

Les risques de mouvements de terrain (éboulement, glissement, effondrement, érosion) sont peu nombreux et restent très ponctuels et localisés.

On recense sur la zone d'étude des cavités souterraines naturelles et 1 ancienne carrière, majoritairement sur la commune de Martigues.

5.1.7.6 Feu de forêts

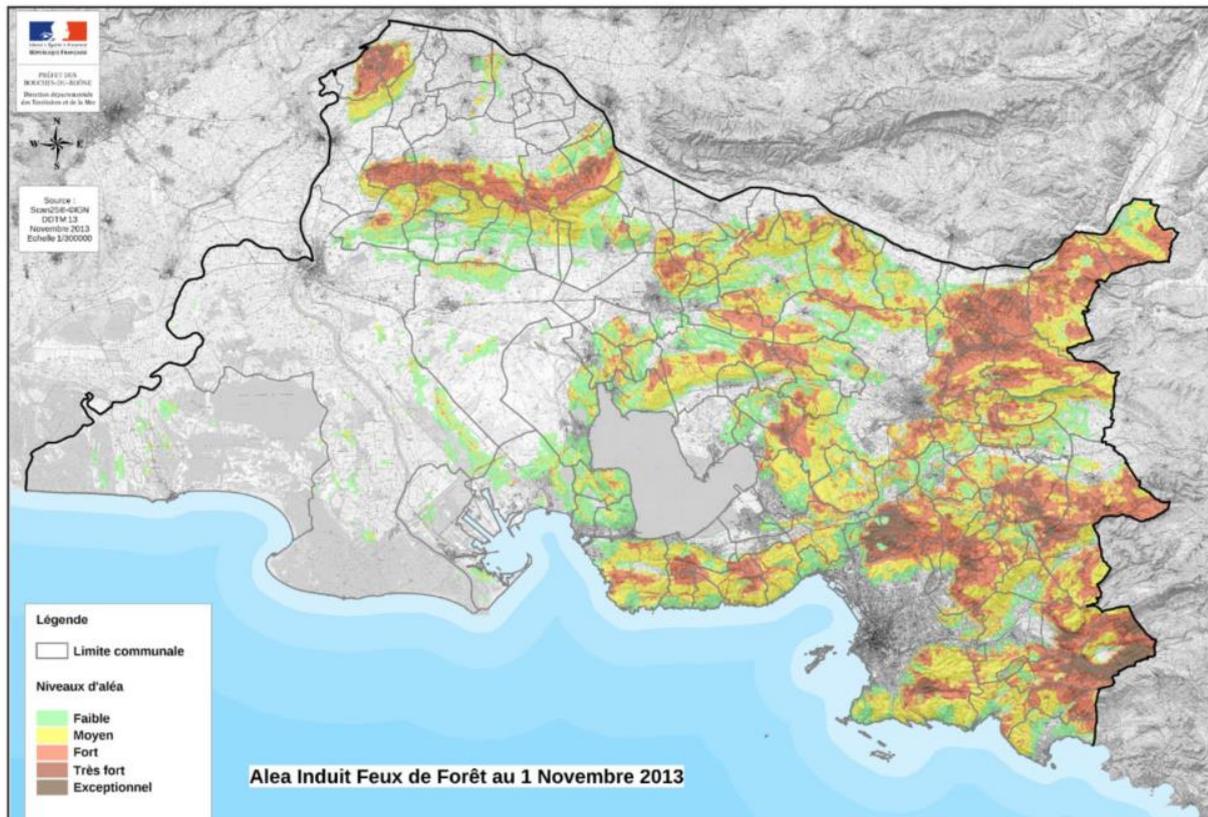
La zone d'étude est concernée par le risque de feu de forêts. Un plan départemental de protection des forêts contre les incendies (PDPFCI) est applicable. Il a pour objectifs, d'une part la diminution du nombre de départs de feux de forêts et la réduction des surfaces brûlées et d'autre part la prévention des risques d'incendies et la limitation de leurs conséquences. Sur ces communes, le débroussaillage des parcelles autour du bâti est obligatoire.

Selon la DDTM des Bouches-du-Rhône, la zone d'étude est concernée par des aléas feu de forêts subis et induits faibles à forts.

Aucune commune n'est concernée par un Plan de Prévention des Risques (PPRif) incendie de forêts approuvé.



Figure 201 : Aléa feu de forêt dans le département des Bouches-du-Rhône



Source : DDTM des Bouches du Rhône (MTE, 2021)

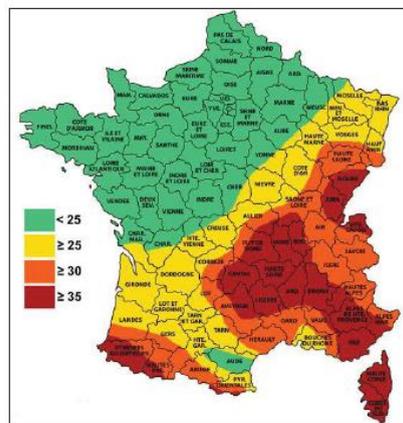
282

5.1.7.7 Risque céraunique

Le niveau céraunique, noté NK, définit le nombre de jours par an où l'on entend le tonnerre, à un endroit donné. La carte ci-contre donne le niveau céraunique en fonction de la localisation en France.

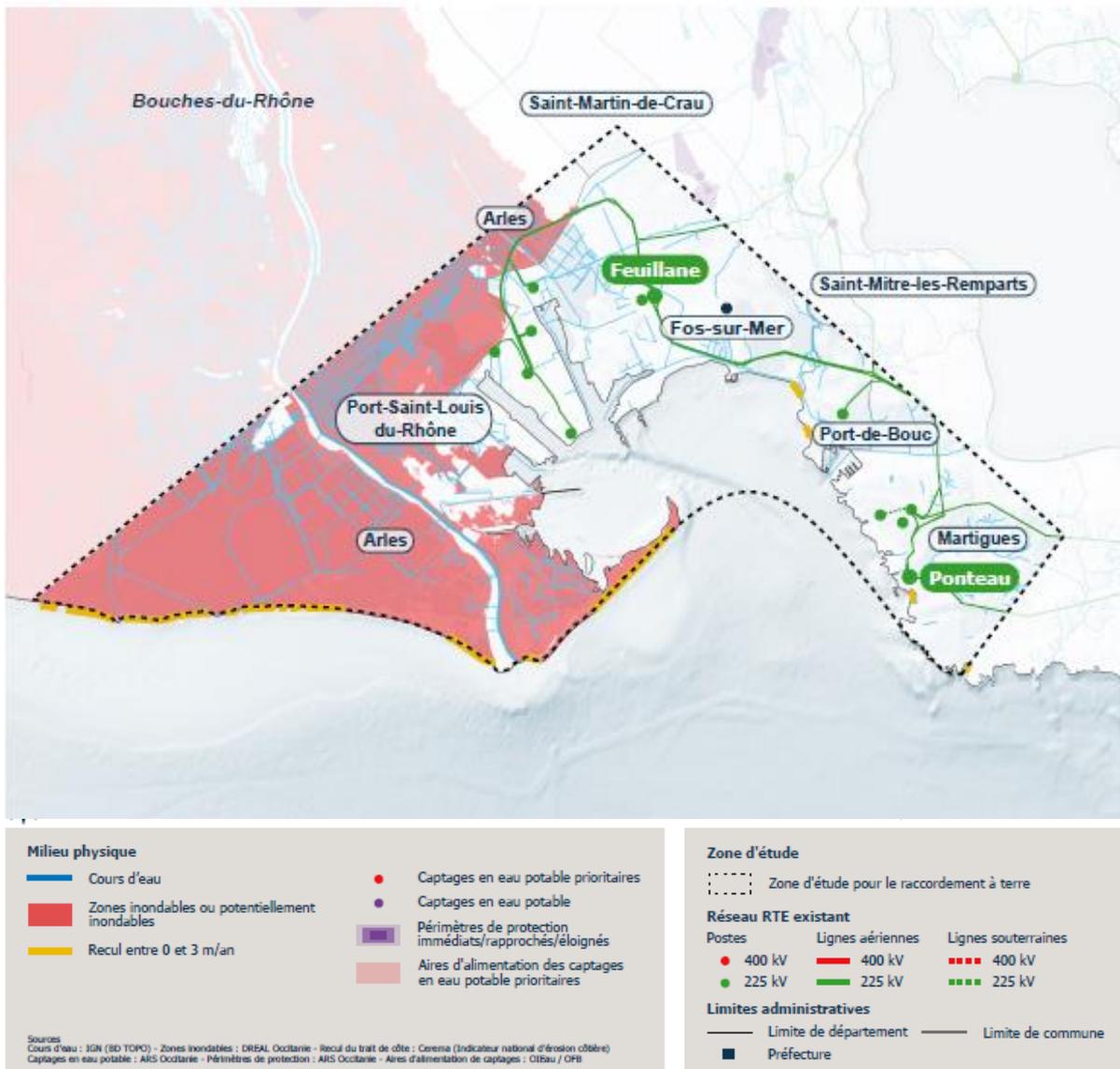
Ainsi, dans le département des Bouches-du-Rhône au niveau de la zone d'étude D, le niveau céraunique se situe aux alentours de 25. Cela signifie qu'il y a 25 coups de tonnerre par an dans ce département. Le département est assez peu foudroyé avec en moyenne 13 208 éclairs par an en comparaison des 36 457 éclairs par an pour l'Ardèche, département le plus foudroyé.

Figure 202 : Niveau céraunique de la France



Source : Météo France

Figure 203 : Synthèse des enjeux du milieu physique de la zone d'étude terrestre



Source : (MTE, 2021)



5.2 DESCRIPTION DE LA BIODIVERSITE ET DES MILIEUX NATURELS TERRESTRES

5.2.1 Etat actuel des connaissances

5.2.1.1 Espaces naturels d'inventaires et de protection environnementale

Cf. Cartes : « Zonages réglementaire / de gestion de la biodiversité », « Zonages Natura 2000 », « Zonages d'inventaire », « Zones humides » et « Plans Nationaux d'Actions »

Un inventaire des zonages du patrimoine naturel s'appliquant sur l'aire d'étude éloignée a été effectué auprès des services administratifs de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) PACA.

Les données administratives concernant les milieux naturels, le patrimoine écologique, la faune et la flore sont principalement de deux types :

- Les zonages réglementaires du patrimoine naturel qui correspondent à des sites au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur dans lesquels les interventions dans le milieu naturel peuvent être contraintes. Ce sont les sites du réseau européen Natura 2000, les arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les réserves naturelles nationales et régionales...
- Les zonages d'inventaires du patrimoine naturel, élaborés à titre d'avertissement pour les aménageurs et qui n'ont pas de valeur d'opposabilité. Ce sont notamment les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF de type II, grands ensembles écologiquement cohérents et ZNIEFF de type I, secteurs de plus faible surface au patrimoine naturel remarquable) ou encore les zones humides identifiées à l'échelle départementale ou régionale.

Enfin, d'autres types de zonages existent, correspondant par exemple à des territoires d'expérimentation du développement durable (ex. : Parcs Naturels Régionaux – PNR) ou à des secteurs gérés en faveur de la biodiversité (Espaces Naturels Sensibles, sites des Conservatoires des Espaces Naturels, sites du Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres...).

De nombreux zonages réglementaires ou de gestion de la biodiversité sont directement concernés par l'aire d'étude éloignée du raccordement terrestre avec :

- 3 Zones de Protection Spéciale (ZPS) désignées au titre de la directive européenne « Oiseaux » ;
- 4 Zones Spéciales de Conservation (ZSC) désignées au titre de la directive « Habitats » ;
- 3 Arrêtés préfectoraux de protection de biotope (APPB) ;
- 2 Zones d'inventaire des Frayères ;
- 1 Réserve naturelle nationale ;
- 2 Sites du Conservatoire des espaces naturels ;
- 2 Sites du Conservatoire du littoral ;
- 1 Parc Naturel Régional.



De nombreux zonages d'inventaire du patrimoine naturel sont également directement concernés par l'aire d'étude éloignée du raccordement terrestre avec :

- 15 Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF), dont 6 de type II et 9 de type I ;
- 1 site RAMSAR ;
- de nombreuses zones humides avérées ou à confirmer du fait de la situation de l'aire d'étude au niveau du delta du Rhône et donc, potentiellement en zone humide.
- Plusieurs Plans Nationaux d'Actions sont directement concernés par l'aire d'étude éloignée du raccordement terrestre (PNA Lézard ocellé, PNA Aigle de Bonelli, PNA Milan royal, PNA Outarde canepetière). De nombreuses espèces concernées par des PNA ou des PRA (Plan régionaux d'Actions) sont également identifiées au niveau de la zone d'étude (Chiroptères, odonates, Faucon crécerellette etc...)

Les Plans Nationaux d'Actions sont des documents d'orientation non opposables visant à définir les actions nécessaires à la conservation et à la restauration des espèces les plus menacées afin de s'assurer de leur bon état de conservation. Cet outil de protection de la biodiversité, mis en œuvre depuis une quinzaine d'année et renforcé à la suite du Grenelle Environnement, est basé sur 3 axes : la connaissance, la conservation et la sensibilisation. Ainsi, ils visent à organiser un suivi cohérent des populations de l'espèce ou des espèces concernées, à mettre en œuvre des actions coordonnées favorables à la restauration de ces espèces ou de leur habitat, à informer les acteurs concernés et le public et à faciliter l'intégration de la protection des espèces dans les activités humaines et dans les politiques publiques.

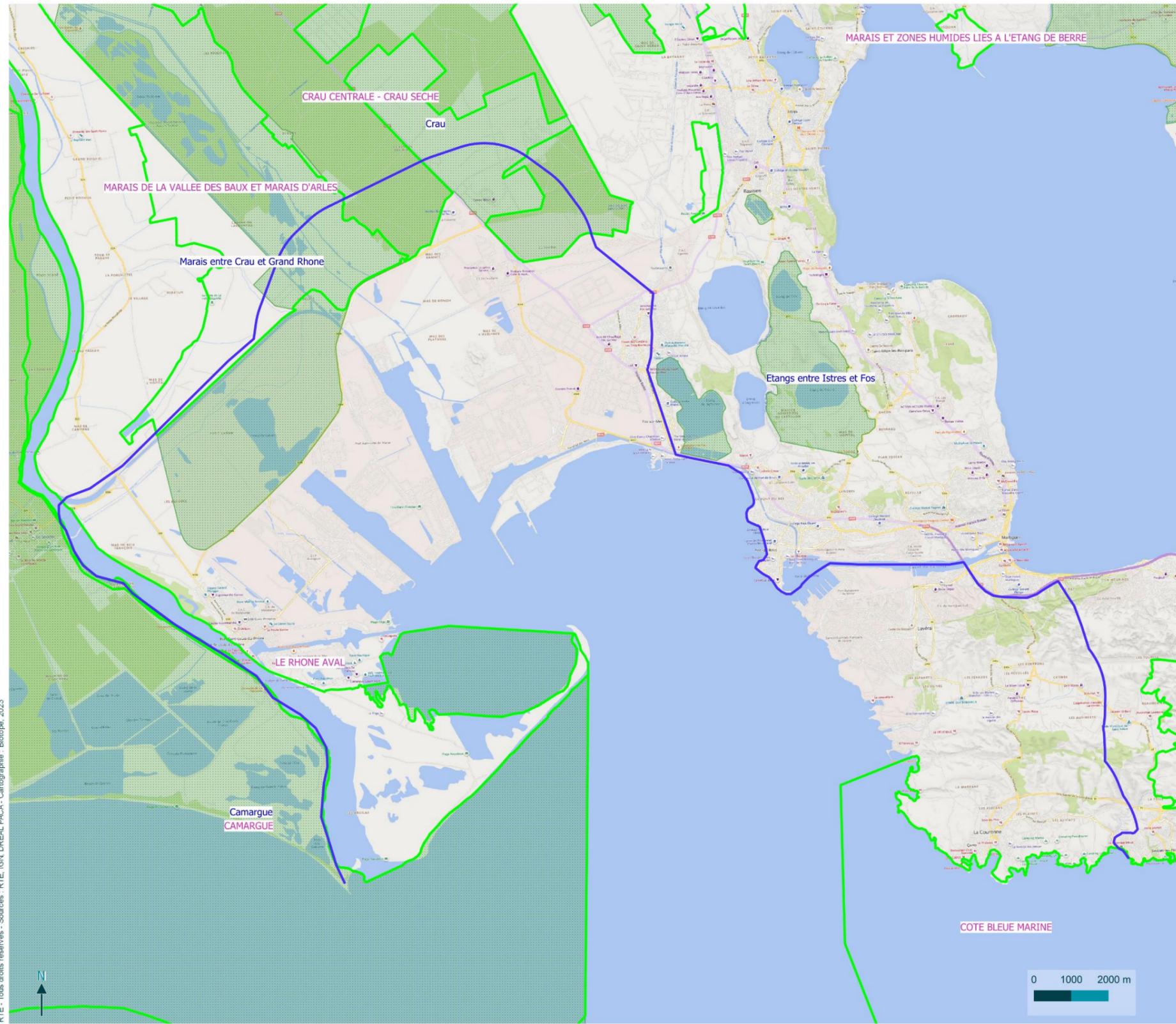


Sites Natura 2000

Parcs éoliens en mer - Lot Méditerranée - Zone 2 - PACA
Synthèse bibliographique environnementale

Légende

-  Aire d'étude éloignée
Raccordement terrestre
-  Zones spéciales de conservation
(Directive "Habitats")
-  Zones de protection spéciales
(Directive "Oiseaux")



© RTE - Tous droits réservés - Sources : RTE, IGN, DREAL PACA - Cartographie : Biotope, 2023

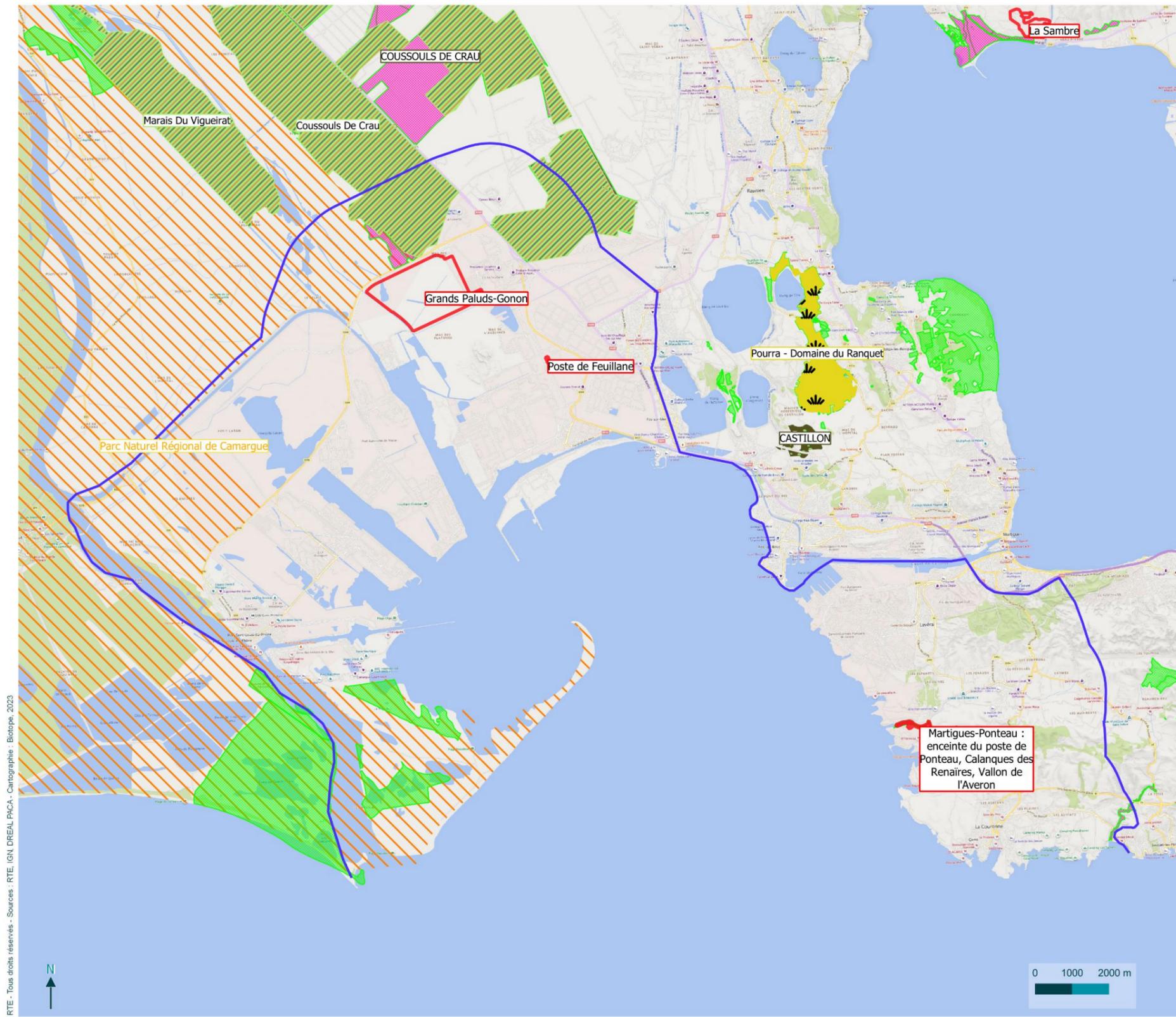


Zonages d'inventaire / de gestion de la biodiversité

Parcs éoliens en mer - Lot Méditerranée - Zone 2 - PACA
Synthèse bibliographique environnementale

Légende

- Aire d'étude éloignée
- Raccordement terrestre
- APPB
- Réserve Naturelle Régionale
- Réserve Naturelle Nationale
- Sites du Conservatoire des Espaces Naturels
- Sites du Conservatoire du littoral
- PNR de Camargue
- Espaces Naturels Sensibles



© RTE - Tous droits réservés - Sources : RTE, IGN, DREAL PACA - Cartographie : Biotope, 2023



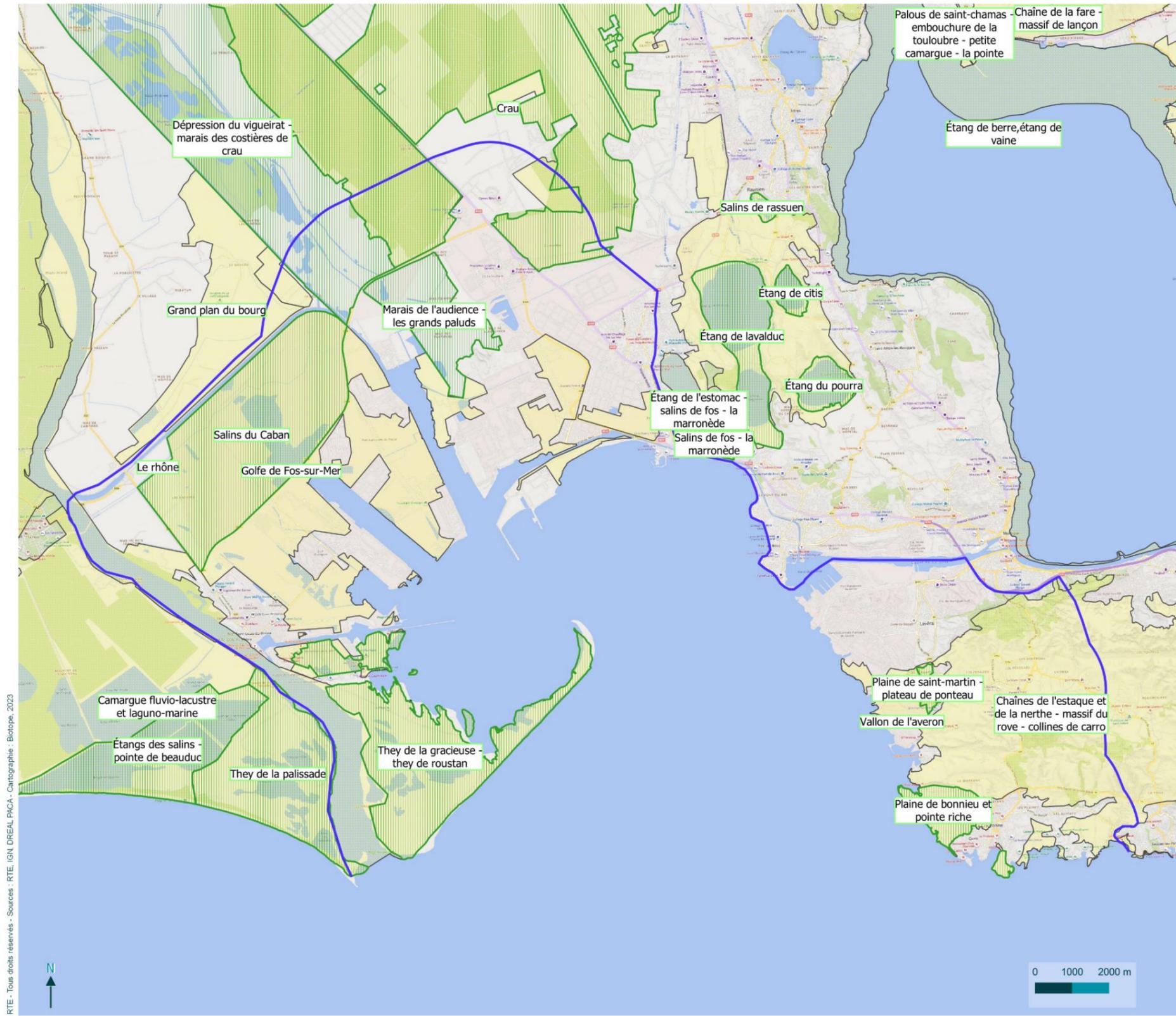


Zonages d'inventaire

Parcs éoliens en mer - Lot Méditerranée - Zone 2 - PACA
Synthèse bibliographique environnementale

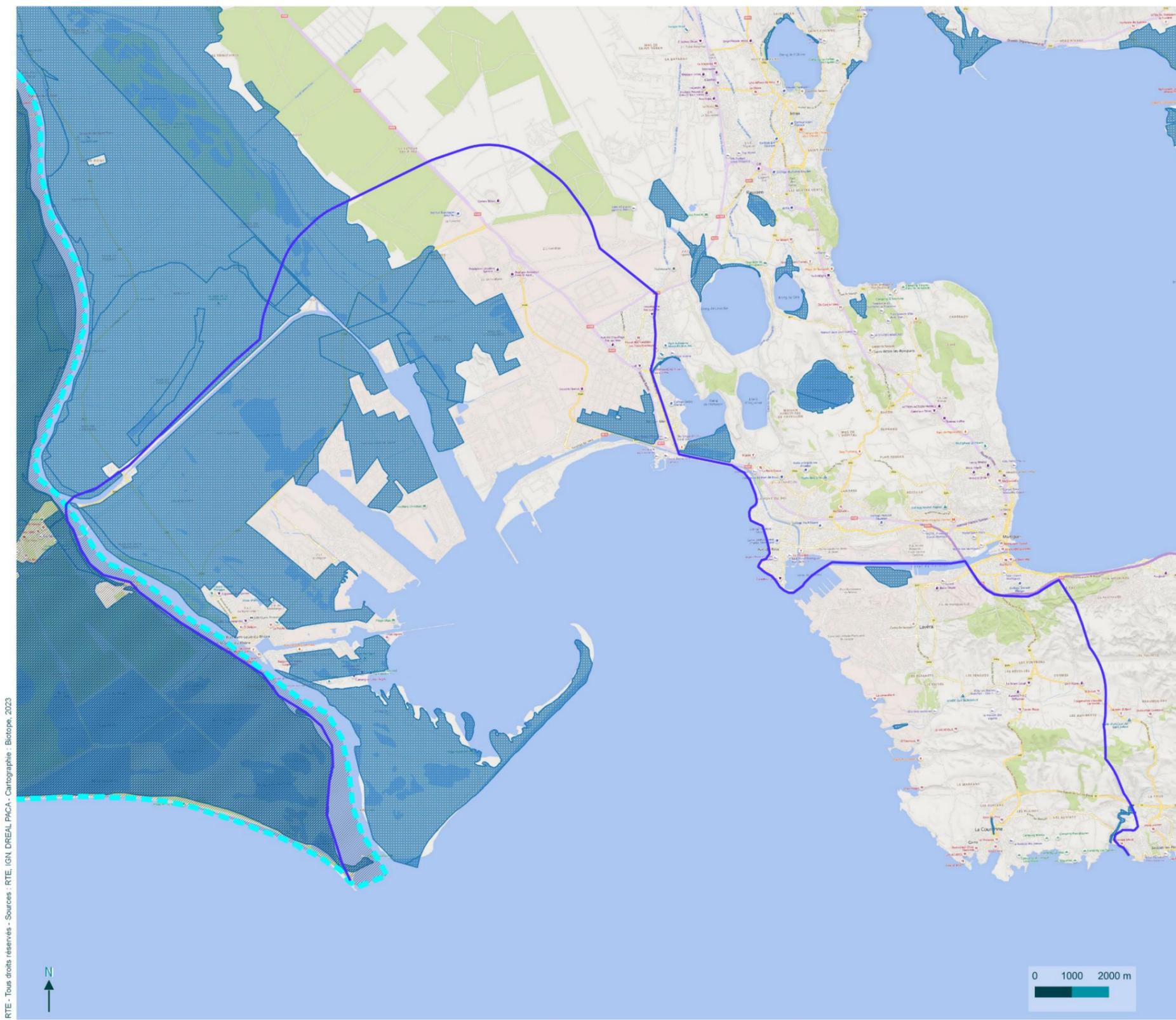
Légende

-  Aire d'étude éloignée
raccordement terrestre
-  ZNIEFF de type 1
-  ZNIEFF de type 2



© RTE - Tous droits réservés - Sources : RTE, IGN, DREAL PACA - Cartographie : Biotope, 2023





Zones humides

Parcs éoliens en mer - Lot Méditerranée - Zone 2 - PACA
Synthèse bibliographique environnementale

Légende

- Aire Etude Eloignee Raccordement Terrestre
- Site RAMSAR "Camargue"
- Zones humides (surfacique)



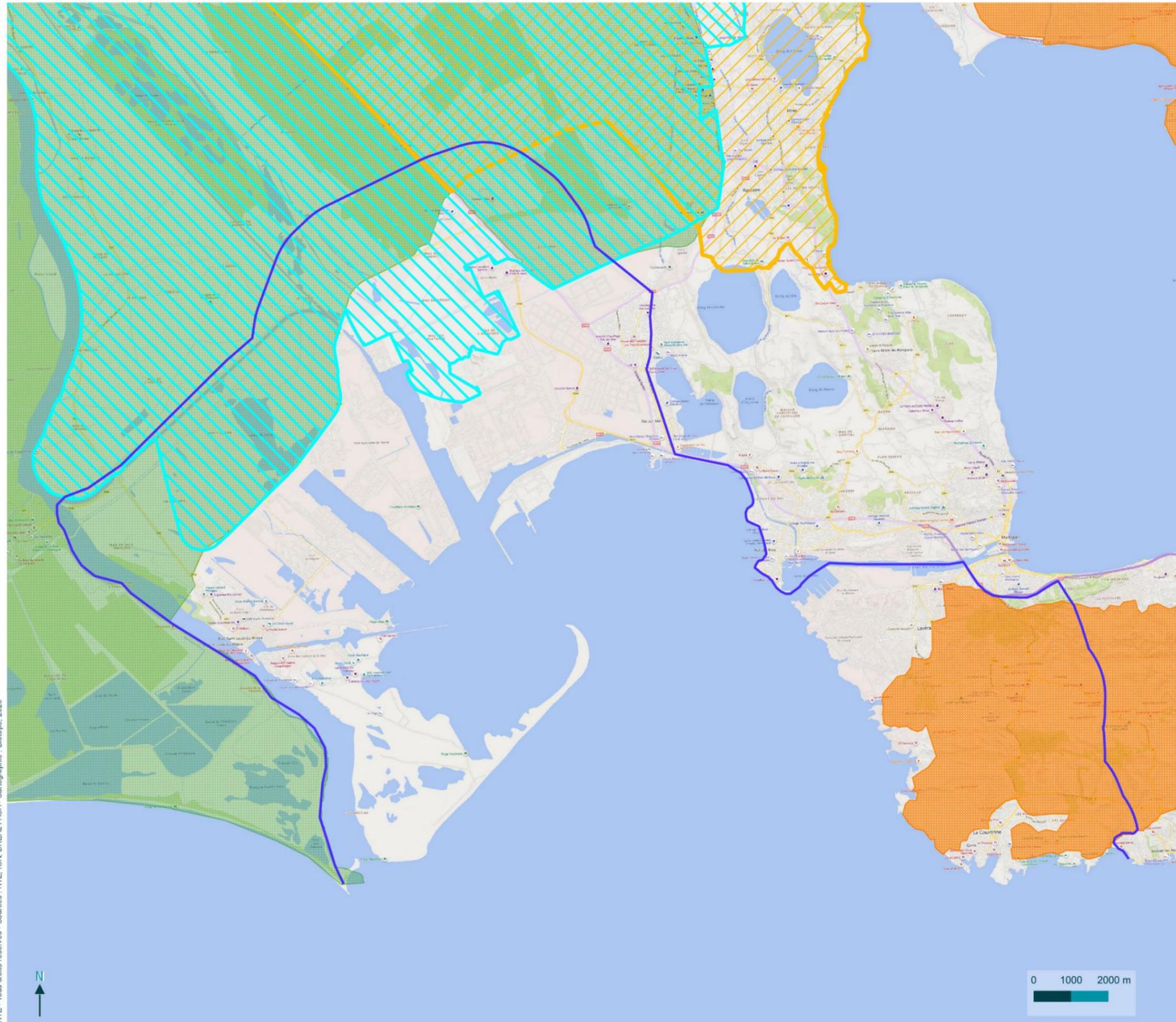


PNA (1/3)

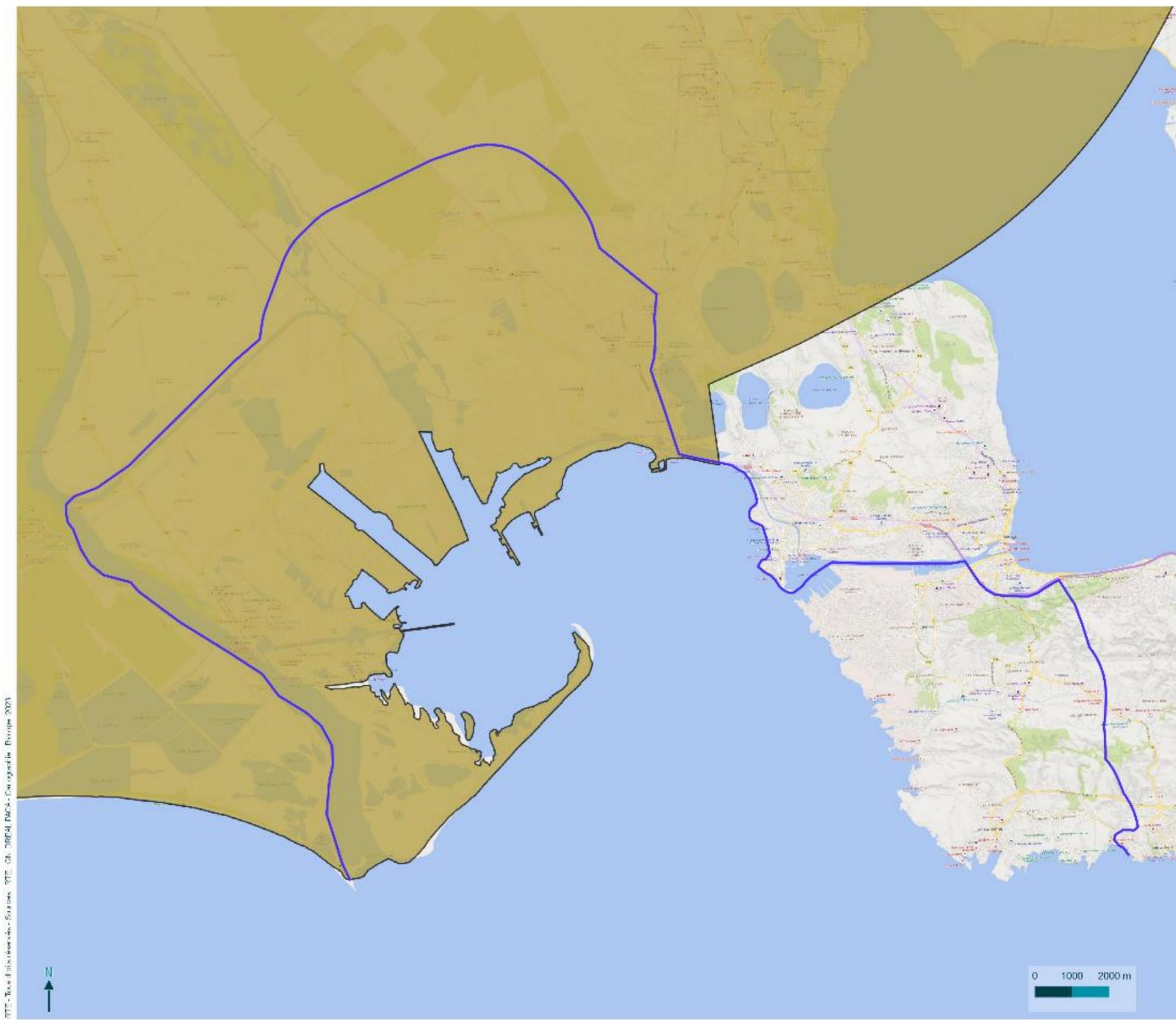
Parcs éoliens en mer - Lot Méditerranée - Zone 2 - PACA
Synthèse bibliographique environnementale

Légende

-  Aire Etude Eloignee Raccordement Terrestre
-  Faucon crécerellette - Domaines vitaux
-  Faucon crécerellette - Zones dortoir
-  Aigle de Bonelli - Domaines vitaux
- Aigle de Bonelli - Erratisme



© RTE - Tous droits réservés - Sources : RTE, IGN, DREAL PACA - Cartographie : Biotope, 2023



© RTE - Tous droits réservés - Sources : RTE, IGN, DREAL PACA, Copernicus, Biotope 2023



PNA (2/3)

Parcs éoliens en mer - Lot Méditerranée - Zone 2 - PACA
Synthèse bibliographique environnementale

Légende

- Aire Etude Eloignee Raccordement Terrestre
- Milan royal - Zones sensibles Hivernage





5.2.1.2 Habitats, faune/flore et zones humides

A la jonction entre diverses zones écologiques comme le delta de Camargue, la plaine de Crau ou encore la cote bleue et la chaîne de Estaque, la situation de la zone d'étude offre une grande variété d'habitats naturels favorables au développement de nombreuses espèces de faune et de flore.

Ces habitats, composés de nombreuses zones humides, lagunes, étangs saumâtres etc... jouent un rôle fonctionnel important pour certains groupes comme les oiseaux d'eau ou les chiroptères.

La diversité des zonages d'inventaire et de protection démontre cette diversité et l'intérêt du site d'un point de vue écologique.

Le delta de Camargue est situé directement à l'ouest de la zone d'étude, le delta de Camargue est une vaste plaine alluviale parsemée d'étangs et de lagunes. Il constitue une zone humide d'importance internationale, notamment pour la reproduction, l'hivernage et la migration de nombreuses espèces d'oiseaux. Le site abrite une grande diversité d'habitats littoraux et d'espèces d'intérêt communautaire. Du fait de sa proximité et de sa richesse, le site influe fortement sur la biodiversité observée au niveau du futur tronçon de raccordement.

De nombreuses espèces patrimoniales en lien avec les formations dunaires, les sansouïres ou les habitats saumâtres sont observées comme les espèces suivantes : Statice de Provence (*Limonium cuspidatum*), la Statice de Girard (*Limonium girardianum*), le Chardon des dunes (*Eryngium maritimum*), le Serapias langue (*Serapias lingua*) et l'Asphodèle d'Ayard (*Asphodelus ayardii*)



Steppe à Saladelle



Friches industrielles et zones humides

Parmi la faune d'intérêt, le site présente une cinquantaine d'espèce patrimoniale avec un intérêt particulier pour l'avifaune mais également pour des espèces comme la Cistude d'Europe (le plus important noyau de population régional), le pélobate cultripède, ainsi que des colonies d'intérêt national pour le Grand Rhinolophe (importantes colonies de reproduction) et le Murin à oreilles échancrées. L'intérêt entomologique de la Camargue est également considérable avec des espèces comme Leste à grands ptérostigmas (*Lestes macrostigma*), Sympétrum déprimé (*Sympetrum depressiusculum*) et Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*), les orthoptères Conocéphale des roseaux (*Conocephalus dorsalis*) et Decticelle des ruisseaux (*Metrioptera fedtschenkoii azami*) ou encore le Criquet des dunes (*Callephorus compressicornis*) sur la franche littoral directement concernée par les possibles emprise du raccordement terrestre.

Concernant l'avifaune, près de 370 espèces fréquentent le site, dont plus de 80 espèces d'intérêt communautaire. Cette richesse exceptionnelle est liée à la position géographique du delta (zone côtière méditerranéenne, au carrefour d'axes migratoires) mais également à l'originalité de certains milieux naturels (lagunes, marais, roselières, sansouïres, dunes...) et à leur grande étendue spatiale.

- Présence de l'unique colonie française de Flamant rose.



- importantes colonies de laros-limicoles et de hérons arboricoles / paludicoles, souvent en effectifs d'importance nationale.
- présence d'espèces nicheuses rarissimes ou très localisées à l'échelon national : Crabier chevelu, Grande Aigrette, Ibis falcinelle, Spatule blanche, Talève sultane, Glaréole à collier, Sterne hansel, Mouette mélanocéphale, Goéland railleur, etc.
- zone d'hivernage d'importance internationale, accueillant chaque année des milliers d'oiseaux d'eau, notamment des canards et des foulques.
- zone très importante comme étape migratoire automnale et printanière. Pour de nombreuses espèces, la Camargue est la dernière halte terrestre avant le franchissement de la mer en automne, ou le premier havre de repos après la traversée maritime au printemps.

Les zones humides présentent des potentialités en termes de territoires de chasse pour les chiroptères en raison de l'émergence à certaines périodes d'invertébrés aquatiques, mais aussi comme zones d'abreuvement. Ces zones humides sont présentes sur l'ensemble du site, sous forme de Lagunes, de Roubines ou de Roselières. Notons également la présence à proximité du delta du Rhône et de zones portuaires pouvant aussi constituer des zones de chasse. Les Roubines présentes sur le site peuvent aussi servir de corridors pour les déplacements.

Enfin, concernant les mammifères terrestres, Castor et Loutre sont probables sur les parties humides du site d'étude. Bien que non avérée à ce jour, d'autres espèces patrimoniales sont susceptibles d'être observées sur le site comme le Campagnol amphibie.

L'embouchure du Rhône et sa bande côtière comprend l'embouchure du Grand Rhône et du Petit Rhône. Elle constitue une zone de forte productivité biologique présentant un intérêt particulier pour les poissons mais également pour l'avifaune qui se reproduit dans les lagunes côtières. Le secteur de l'anse de Carteau se caractérise par la présence d'une remarquable couverture de végétation aquatique, composée d'espèces originales et très localisées dans la région (phanérogames marines : zostères, cymodocées).

L'embouchure du Rhône est ainsi identifiée comme zone de frayère pour l'Alose feinte (*Alosa fallax*), et la Lamproie marine (*Petromyzon marinus*), et quatre autres espèces remarquables, le Blageon (*Leuciscus soufia*), la Blennie fluviatile (*Salaria fluviatilis*), le Toxostome (*Chondrostoma toxostoma*) et la Bouvière (*Rhodeus amarus*).

Elle présente également un intérêt entomologique grâce à la présence d'espèces comme la Decticelle des ruisseaux (*Roeseliana azami*), sauterelle endémique du sud-est de la France et inféodée aux zones humides ainsi que de deux odonates protégés qui affectionnent les cours d'eau de plaine, la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*) et le Gomphe à pattes jaunes (*Gomphus flavipes*)

Dans sa partie rivulaire, le Rhône est bordé par des forêts riveraines qui jouent un rôle essentiel en tant que continuité écologique pour de nombreuses espèces d'oiseaux et de chiroptères. Les boisements de feuillus constituent des habitats potentiellement favorables aux espèces forestières et les peuplements matures constituent des secteurs favorables de gîtes arboricoles pour des espèces comme la Barbastelle ou les noctules.

Dans sa partie continentale, le Rhône est bordé par des forêts riveraines qui jouent un rôle essentiel en tant que continuité écologique pour de nombreuses espèces d'oiseaux et de chiroptères. Les boisements de feuillus constituent des habitats potentiellement favorables aux espèces forestières et les peuplements matures constituent des secteurs favorables de gîtes arboricoles pour des espèces comme la Barbastelle ou les noctules.



Pélobate cultripède



Crapaud calamite



Le golfe de Fos a été fortement aménagé et les zones industrielles se sont étendues sur de vastes prés salés et zones humides d'une grande valeur écologique. De nombreuses espèces inféodées à ces milieux sont patrimoniales car caractéristiques de milieux saumâtres et bien souvent endémiques au secteur. Pélobate cultripède et Crapaud calamite sont présents dans les zones humides. L'ensemble des espèces présentes en Camargue mentionnée plus haut se retrouvent dans les milieux observés en bordure de zones industrielles.

Convolvulus lienatus observé au niveau des zones industrielles de Fos sur mer

Limonium girardianum



La cote bleue et la chaîne de l'Estaque est située à l'est de la zone d'étude. Il s'agit d'une chaîne calcaire et dolomitique où les milieux rupestres prédominent. Ce massif abrite de la forte diversité d'espèce type des massifs calcaire de méditerranée. Parmi la flore, notons de belle population d'Ail petit Moly (*Allium chamaemoly*), d'Ophris de Provence (*Ophrys provincialis*) ou encore Hélianthème à feuilles de marum (*Helianthemum marifolium*).



Concernant l'avifaune susceptibles d'être rencontrées sur la zone d'étude, notons :

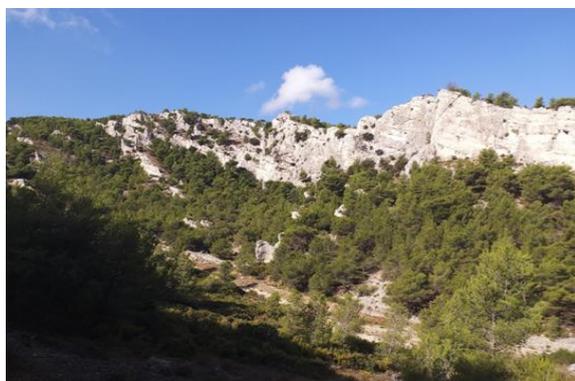
- Les Pies grièches sp. (Pie grièche méridionale, Pie grièche à tête rousse, Pie grièche à poitrine rose) : plusieurs espèces susceptibles de fréquenter les zones ouvertes et les zones de garrigues du site. Ces espèces font l'objet d'un Plan National d'Actions (PNA) ;
- Les rapaces avec plusieurs espèces à enjeux comme l'aigle de Bonelli (voir détail ci-dessous) ou le faucon crécerellette (ces deux espèces font l'objet d'un PNA) ainsi que la présence avérée de Circaète Jean le Blanc, de Chouette chevêche ou encore de Busard des roseaux ;
- Les passereaux des milieux ouverts méditerranéens avec la présence de Fauvette méditerranéenne (Fauvette pichou, Fauvette passerinette, Fauvette mélanocéphale), de Bruant proyer ou encore du rare Traquet oreillard ;

Zoom sur l'aigle de Bonelli :

Concernant l'Aigle de Bonelli, 3 couples reproducteurs sont identifiés sur les communes de Martigues, Châteauneuf les Martigues et du Rove (ZPS falaises de Niolon).

La population du massif a évolué positivement ces 20 dernières années avec 1 couple installé en 2000 (Falaise de Niolon), 2 couples en 2015 et un troisième en 2019. Ainsi, les 3 couples représentent ainsi près de 18% des couples des Bouches du Rhône (3 sur 17 couples) et 7 % de la population nationale

Aigle de Bonelli



Plusieurs espèces nicheuses figurant à l'annexe I de la directive Oiseaux justifient la désignation du site en tant que ZPS. Le Ganga cata maintient ici son unique population française. Le Faucon crécerellette et l'Alouette calandre, espèces menacées de disparition dans notre pays, concentrent en Crau l'essentiel de leur effectif national. En outre, la Crau accueille de 30 à 50% de la population nationale d'Outarde canepetière, et près de 10% de celles de l'Œdicnème criard et du Rollier d'Europe. D'autres espèces remarquables se reproduisent en Crau, telles que l'Alouette calandrelle (forte densité), le Pipit rousseline, le Coucou geai, la Pie-grièche méridionale, la Huppe fasciée, la Chevêche d'Athéna ou le Petit duc scops.

L'entomofaune y est original avec la présence de nombreuses espèces rares ou endémiques comme le Criquet rhodanien (*Prionotropis rhodanica*), le Bupreste de Crau (*Acmaeoderella cyanipennis perroti*), l'Ascalaphon du midi (*Deleproctophylla dusmeti*) ou encore l'Hespérie de la balotte (*Carcharodus baeticus*).



La Crau sèche et la Crau humide constituent une vaste plaine formée d'un épandage naturel de cailloutis grossiers, cimentés en un poudingue à quelques centimètres de profondeur. Il s'agit de l'une des dernières steppes d'Europe, delta fossile de la Durance.



Matorral de galets ponctués d'Amandiers



Secteur mésophile favorable à l'Œdipode émeraude



Bupreste de Crau sur une inflorescence de Chardon d'Illyrie



Lézard ocellé, espèce bénéficiant d'un PNA

Plusieurs espèces nicheuses figurant à l'annexe I de la directive Oiseaux justifient la désignation de cette ZPS. Le Ganga cata maintient ici son unique population française. Le Faucon crécerellette et l'Alouette calandre, espèces menacées de disparition dans notre pays, concentrent en Crau l'essentiel de leur effectif national. En outre, la Crau accueille de 30 à 50% de la population nationale d'Outarde canepetière, et près de 10% de celles de l'Œdicnème criard et du Rollier d'Europe. D'autres espèces remarquables se reproduisent en Crau, telles que l'Alouette calandrelle (forte densité), le Pipit rousseline, le Coucou geai, la Pie-grièche méridionale, la Huppe fasciée, la Chevêche d'Athéna ou le Petit duc scops.

Les Marais et zones humides associées à l'étang de Berre accueillent une grande diversité de milieux humides, plus ou moins liés aux apports d'eau douce (marais de la Touloubre) ou à l'eau salée de l'Etang (cordon du Jaï et Palun de Marignane, Salines de Berre). Ces milieux sont le siège d'une biodiversité importante en terme de milieux (prés et steppes salés rappelant la Camargue) comme en terme d'espèces animales et végétales.



5.2.1.3 Continuités écologiques et équilibres biologiques

Les milieux naturels continus et en bon état de conservation mis en évidence par les zonages d'inventaires et réglementaires sont repris comme réservoirs de biodiversité par le SRCE LR (Cf. cartes ci-après). Ils occupent ainsi une grande partie de l'aire d'étude éloignée du raccordement terrestre (Est et centre) sous forme de zone humide.

Sur la partie Ouest de la zone d'étude, sont essentiellement concernées les garrigues plus ou moins fermées (sous trames « forêt », « milieux semi-ouverts » et « milieux ouverts ») ainsi que des corridors écologiques.

Ces grands habitats sont des matrices perméables pour la faune et un projet de type câbles électriques enterrés n'est pas susceptible de modifier les possibilités de déplacement, même localement.

De nombreux corridors théoriques concernent la faune aquatique (cours d'eau/canaux et graus) et la faune terrestre non ou faiblement volante (corridors liés aux milieux forestiers, semi-ouverts, ouverts, littoraux, mais aussi corridors liés aux sous trames des cultures).

Globalement les corridors sont relativement peu nombreux sur l'aire d'étude, les réservoirs de biodiversité occupant la majorité des surfaces, le reste étant majoritairement dominé par des zones industriels ou portuaires. Là encore, un projet de type câbles électriques enterrés n'est pas susceptible de modifier de manière notable la fonctionnalité des corridors, même s'il conviendra de rester vigilant sur quelques points très précis (rupture de la continuité d'une haie par exemple).

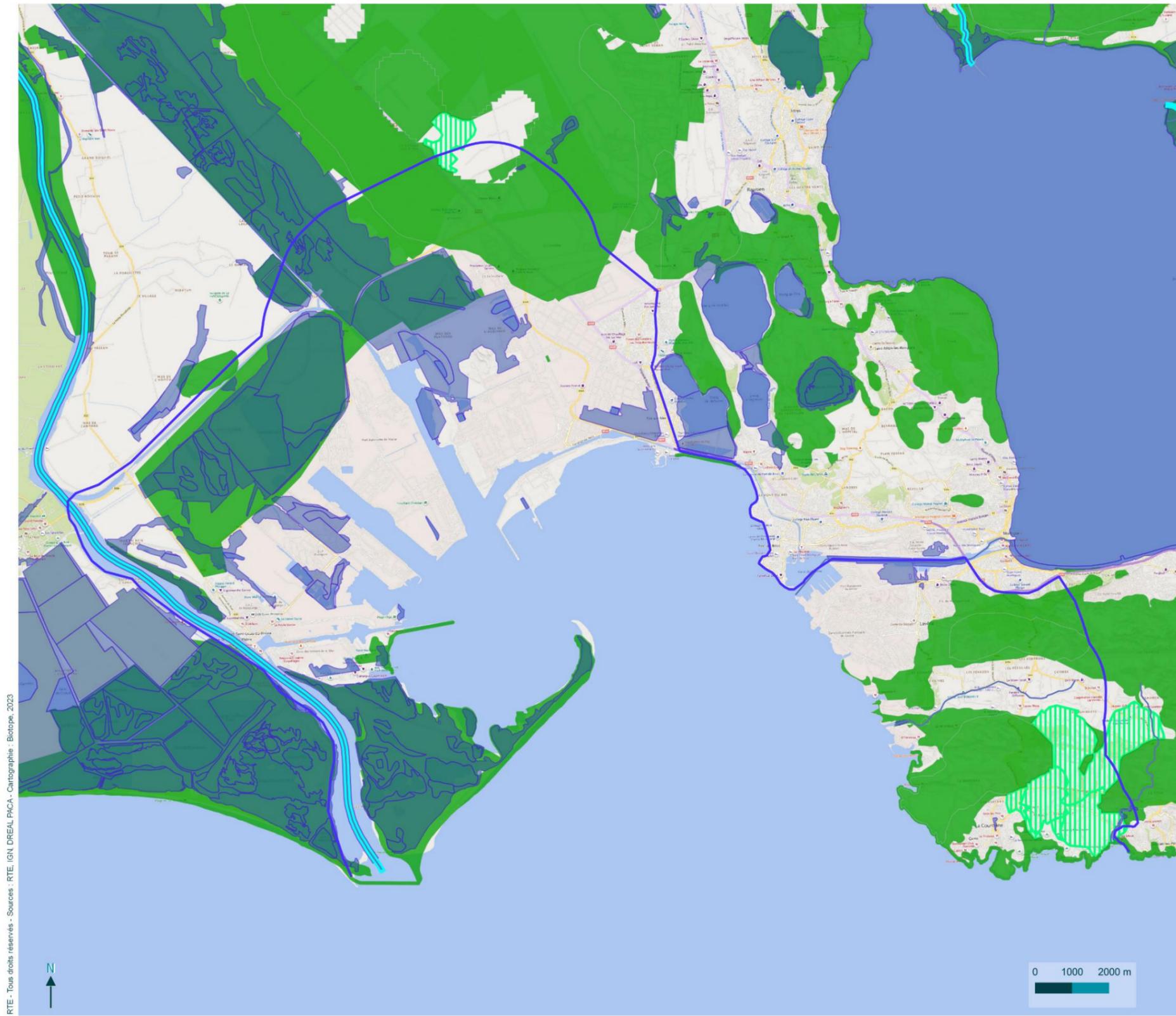


SRCE LR Trame verte et bleue

Parcs éoliens en mer - Lot Méditerranée - Zone 2 - PACA
Synthèse bibliographique environnementale

Légende

- Aire Etude Eloignee Raccordement Terrestre
- Trame verte**
- Réservoir de biodiversité
- ▨ Corridor écologique
- Trame bleue**
- Cours d'eau : Réservoir de biodiversité
- Cours d'eau : Espace de fonctionnalité
- Cours d'eau
- Réservoir de biodiversité : zones humides, plans d'eau et lagunes



© RTE - Tous droits réservés - Sources : RTE, IGN, DREAL PACA - Cartographie : Biotope, 2023



5.2.2 Identification des lacunes et compléments nécessaires

Concernant la faune et la flore terrestre et dulçaquicole il existe une masse très importante de données bibliographiques sur la zone d'étude éloignée du raccordement terrestre.

Les sources de données librement accessibles incluent :

- le Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) de PACA (données Flore et fonge : Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles (CBNMED), Reptiles et amphibiens : équipe Biogéographie et écologie des vertébrés (EPHE-CEFE-CNRS, Montpellier), Oiseaux : base de données Faune PACA (LPO PACA), Mammifères : Groupe Chiroptères de Provence (GCP), Poissons et écrevisses d'eau douce : Maison régional de l'Eau (MRE) et Association Régionale des fédérations départementales de Pêche et de protection du milieu aquatique, Invertébrés : Office pour les Insectes et leur Environnement (OPIE) et Conservatoire des espaces naturels PACA (CEN PACA));
- l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) : consultation du portail français d'accès aux données d'observation sur les espèces (OpenObs) ;
- la base nationale Naïades (OFB), permettant d'accéder aux données sur la qualité des eaux de surface et notamment aux données hydrobiologiques (poissons, invertébrés, plantes aquatiques...);
- des bases de données naturalistes : SILENE Flore et Faune (<https://silene.eu/>), Faune LR (<https://www.faune-paca.org/>), Atlas régionaux pour la faune et la flore, Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéen (ONEM) et ses différentes enquêtes

En complément de nombreuses données produites récemment et non encore bancarisées sont accessibles sous réserve d'autorisation d'utilisation (par exemple études menées pour le compte de RTE dans le cadre de ses activités ou études d'impact de projet d'aménagement au niveau du Grand Port Maritime de Marseille).

Cependant, malgré la bonne connaissance des groupes et espèces fréquentant la zone d'étude éloignée, celle-ci n'est pas suffisante pour produire l'état initial faune-flore de l'étude d'impact du projet de raccordement terrestre (données pas liées à la zone d'étude rapprochée, absence d'homogénéité des données, groupes/espèces sous-prospectés, données trop anciennes...). Les données bibliographiques (bases de données mais aussi fiches ZNIEFF, Documents d'Objectifs des sites Natura 2000, Atlas de répartition des espèces, publications scientifiques...) sont importantes pour tendre vers l'exhaustivité et préparer correctement les campagnes de terrain, mais la réalisation de prospections naturalistes sur un cycle biologique complet reste nécessaire pour l'ensemble des groupes classiquement étudiés (groupes avec présence d'espèces protégées / menacées).

Enfin, l'ensemble de l'aire d'étude couvre une ancienne zone humide correspondant au delta du Rhône, la localisation de zones humides peut donc être incomplète et de plus amples investigations de terrain devront être menées.

Le tableau suivant liste les groupes qui devront faire l'objet de prospections naturalistes (cycle biologique complet) et les protocoles classiquement appliqués.



NB : les protocoles seront nécessairement adaptés aux spécificités des sites concernés par le fuseau d'étude fin, et pourront être affinés sur la base de l'étude générale des fuseaux (comparaison des variantes / pré-diagnostic).

Tableau 32 : Groupes qui devront faire l'objet de prospections naturalistes et protocoles classiquement appliqués

GROUPE CONCERNE	EFFORT ET PERIODE	PROTOCOLE
Habitats naturels et flore 	2 à 3 passages de la fin de l'hiver à la fin de l'été (précoce / pleine saison / tardif), en fonction des milieux présents	Parcours à pied de la zone d'étude. Habitats : relevés simples d'espèces végétales pour l'établissement d'un cortège permettant le rattachement aux habitats naturels semi-naturels ou artificiels listés dans les référentiels utilisés (CB, Eunis, PVF, Natura 2000). Flore : Liste d'espèces sur l'ensemble de la zone d'étude couplée à des pointages au GPS et comptage d'effectifs pour les stations d'espèces floristiques remarquables (espèces protégées, menacées, exotiques envahissantes).
Insectes 	3 passages (printemps/été, voire automne) (rhopalocères, odonates, orthoptères, certains coléoptères)	Parcours à pied de la zone d'étude avec éventuellement captures des imagos au filet à papillons/fauchoir. Recherche des exuvies pour les odonates. Recherches nocturnes ciblées sur la Magicienne dentelée (habitats favorables). Coléoptères protégés : identification des potentialités de présence au regard des d'habitats (arbres âgés/mourants/têtards, analyse des essences...).
Amphibiens 	2 passages (fin d'hiver – printemps)	Repérage diurne des milieux aquatiques et des habitats terrestres. Recherches nocturnes des individus en migration ou en reproduction : détection visuelle, écoute des chants au niveau des milieux aquatiques favorables à la reproduction, captures à l'épuisette en cas de nécessité. Recherche des larves.
Reptiles 	2 passages (printemps)	Inventaire à vue des individus en phase de thermorégulation ou en déplacement (souvent à l'aide de jumelles, notamment pour le Lézard ocellé). Recherche d'individus et d'indices de présence en soulevant certaines caches (pierres, bois mort...), soigneusement remises en place.
Faune aquatique 	1 passage (proche de l'étiage) (poissons, mollusques patrimoniaux / protégés)	Description classique et analyse des habitats aquatiques disponibles sur des tronçons homogènes (zones de fraie, de croissance, caches/refuges...) Recherche d'individus à vue et/ou à l'aide d'engins de capture (prospections diurnes et/ou nocturnes) Eventuellement réalisation de prélèvement d'ADN environnemental (milieu potentiellement riche et difficile à prospecter).
Oiseaux 	4 passages (<i>a minima</i> : hivernage, migration, 2 passages en période de nidification)	Oiseaux nicheurs : points d'écoute réguliers le long du fuseau, de type IPA/IKA, en ciblant principalement la petite avifaune pouvant nicher sur les habitats concernés par les tranchées. Les IPA/IKA seront réalisés le matin, 2 fois dans la saison (avril/début mai puis fin mai), sur les mêmes points. Compléments rapaces et oiseaux nocturnes (après-midi et soirée). En période d'hivernage/migration, parcours à pied de la zone d'étude et réalisation de transects/points d'observation (inventaire à l'aide de jumelles et longue-vue). Identification des habitats d'alimentation ou de repos utiles aux espèces le long du fuseau.



GROUPE CONCERNE	EFFORT ET PERIODE	PROTOCOLE
<p>Mammifères terrestres</p> 	<p>1 passage (printemps/été)</p> <p>(espèces patrimoniales / protégées)</p>	<p>Analyse des habitats et recherche d'indices de présence : empreintes, excréments, marquages territoriaux, restes alimentaires, coulées, tissus morts (poils, bois, cadavres) ...</p> <p>Focus sur la recherche d'empreintes de Loutre et d'indices de présence de Campagnol amphibie.</p>
<p>Chiroptères</p> 	<p>2 à 3 passages (printemps, été et/ou automne)</p>	<p>Prospection diurne visant à analyser l'intérêt des habitats pour la chasse et le déplacement des chiroptères. Recherche de gîtes.</p> <p>Pose d'enregistreurs automatiques pour obtenir des indices d'activité et la liste des espèces des secteurs échantillonnés.</p>



5.3 DESCRIPTION DE L'ÉTAT ACTUEL DES ACTIVITÉS HUMAINES ET DES USAGES

5.3.1 Agriculture et espaces agricoles

Sources de données disponibles

Données générales

- Site internet de la DREAL de Provence-Alpes-Côte-D'azur ;
- Site internet de l'INAO ;
- Site internet de l'INSEE
- Données sur la zone d'étude
- Chambre d'Agriculture Provence-Alpes-Côte-D'azur ;
- Site internet de l'INSEE

L'activité agricole est assez peu présente sur la zone d'étude. Les surfaces agricoles déclarées à la PAC représentent à peine plus de 10 % de la surface totale de la zone d'étude.

Au sud-ouest de l'aire d'étude, au niveau de la Camargue, on trouve des rizières, de nombreuses prairies permanentes pour l'élevage et quelques parcelles de culture de céréales.

Dans la plaine de la Crau au nord de la zone d'étude, on trouve de nombreuses prairies permanentes pour l'élevage et quelques vergers.

Enfin, au sud-est sur les communes de Martigues et Port-de-Bouc, on trouve quelques parcelles de vignes, d'oliviers et de culture de céréales.

L'ensemble ou une partie des communes de la zone d'étude est concerné par les appellations suivantes :

- IGP* viticole « Bouches-du-Rhône »
- IGP viandes « agneau de Sisteron »
- IGP volailles « volailles du Languedoc »
- IGP autres produits agroalimentaires « miel de Provence », « thym de Provence » et « riz de Camargue »
- AOC** viticole « coteaux d'Aix-en-Provence »
- AOP agro-alimentaires « foin de Crau », « huile d'olive d'Aix-en-Provence », « Huile d'olive de la vallée des Baux-de-Provence/ Olives cassées de la vallée des Baux-de-Provence / Olives noires de la vallée des Baux-de-Provence » et « huile d'olive de Provence »

Les prix des terres agricoles au sein de la zone d'étude sont d'environ 15 050 €/ha en 2017 (petite région agricole Camargue - Crau - Littoral de Provence).

Les prix de cette petite région agricole sont légèrement en dessous du prix des terres agricoles des Bouches-du-Rhône (17 700 €/ha en 2017) mais restent assez élevés pour la région.



5.3.2 Tourisme et loisirs

Sources de données disponibles

Données générales

- Sites internet d'informations touristiques des départements des Bouches-du-Rhône
- Site internet de l'office du tourisme des départements des Bouches-du-Rhône.

Données sur la zone d'étude

- Site internet de l'INSEE
 - Sites internet d'informations touristiques des communes concernées par la zone d'étude.
-

Le tourisme est un secteur important de l'économie locale. Hôtels, campings, résidences, gîtes et chambres d'hôtes accueillent les touristes en bord de mer mais également dans les terres (tourisme vert).

Cet attrait est lié à des sites touristiques importants du département des Bouches-du-Rhône qui se trouvent à proximité immédiate de la zone d'étude: la Camargue (nature sauvage, balades à cheval...), Martigues (surnommée la Venise provençale), la côte méditerranéenne...

Les nombreuses plages et ports de plaisance permettent la pratique des activités nautiques. Ces caractéristiques contribuent à attirer les touristes intéressés par toutes les activités relevant du milieu marin : surf, voile, navigation...

La zone d'étude se situe à mi-chemin entre la Camargue et la Côte bleue entre Martigues et Marseille. L'accueil en hébergement de plein air (camping) domine largement.

Les itinéraires de randonnée sont également bien représentés sur la zone d'étude. On peut notamment citer le GRP de Pays 2013 Marseille Provence Métropole, ainsi que plusieurs sentiers de découverte en Camargue et côtiers notamment à Martigues. Des itinéraires cyclables sillonnent également la zone d'étude.

5.3.3 Infrastructures et réseaux

Sources de données disponibles

Données générales

- DREAL d'Occitanie et de Provence-Alpes-Côte-D'azur ;

Données sur la zone d'étude

- « Recensement de la circulation 2018, Direction Interdépartementale des Routes Méditerranée ».
-

5.3.3.1 Trafic routier et ferroviaire

Les axes majeurs routiers traversant la zone d'étude sont :

Réseau autoroutier

- L'autoroute A55 qui relie Marseille à Martigues.



Réseau national

- La route nationale N568 qui relie Martigues à Arles,
- La route nationale N569 qui relie Fos-sur-Mer à Salon-de-Provence.

Réseau départemental

La D5 ; la D9 ; la D49 ; la D50 ; la D268 ; la D35

Au niveau du trafic ferroviaire de passagers (TER Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur), la zone d'étude est traversée par une seule ligne, Marseille/Miramas via Port-de-Bouc, qui dessert 3 gares : Port de Bouc, Martigues et la Couronne.

5.3.3.2 Trafic aérien

Aucun aéroport n'est recensé sur la zone d'étude.

Des servitudes aéronautiques interceptent cependant la zone d'étude. Elles sont liées à la présence de la base aérienne 125 d'Istres située à proximité directe de la zone d'étude.

5.3.3.3 Trafic fluvial et infrastructures portuaires maritimes

La zone d'étude compte plusieurs voies navigables : le Rhône, le chenal de Caronte ainsi que plusieurs canaux et notamment le canal Saint-Louis, le canal de navigation du Rhône au Port de Fos-sur-Mer ou encore le canal de navigation de Fos-sur-Mer à Port-de-Bouc. Toutes les communes sont concernées par ces voies navigables à l'exception de Saint-Mitre-les-Remparts et Saint-Martin-de-Crau.

La zone d'étude compte :

- la majeure partie des installations du port autonome maritime (PAM) de Marseille Fos avec ses bassins ouest (Lavéra et Caronte à Martigues, Port-de-Bouc, Fos-sur-Mer, Port-Saint-Louis-du-Rhône). Il s'agit du premier port de France et troisième port de Méditerranée (en tonnages marchandises).
- environ 5 ports de plaisance côtiers et sur le chenal de Caronte, à Martigues, Port-de-Bouc, Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Figure 204 : Infrastructures et transports de la zone d'étude



Source : (MTE, 2021)

5.3.3.4 Réseaux électriques

La zone d'étude est traversée par le réseau public de transport d'électricité géré par RTE :

- 1 ligne à 400kV de niveau interrégional,
- Des lignes à 225kV de niveau régional,
- Des lignes à 63kV de niveau départemental.

Ces ouvrages électriques sont reliés à 5 postes électriques de transformation à haute et très haute tension.



5.3.4 Servitudes et contraintes techniques

Sources de données disponibles

- Données SEVESO

Plans de Prévention des Risque Technologiques DEULEP

-

Différentes servitudes sont recensées sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

- 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 Malebarge- Poste source de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

D'autres sont aussi répertoriées sur le secteur:

- 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) (Prim.net).



5.3.5 Risques technologiques et sites pollués

Sources de données disponibles

Données générales

- Base des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) ;
- Base de données BASIAS BASOL,
- Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) de Provence-Alpes-Côte-D'azur.

Données sur la zone d'étude

- Les données spécifiques à la zone d'étude ont été majoritairement récupérées sur le site gouvernemental géorisques.

Notamment d'après le Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM) des Bouches-du-Rhône, datant d'octobre 2015, la zone d'étude est soumise à des risques technologiques de plusieurs types.

Le DDRM est un document de sensibilisation illustré par des cartographies, qui regroupe les principales informations sur les risques majeurs naturels, miniers et technologiques du département.

5.3.5.1 Transport de matières dangereuses

Dans le cas du transport de matières dangereuses (TMD), le risque survient lors d'accident du transport de ces substances par voie routière, ferroviaire ou par voie d'eau, ainsi que lors du transport par canalisations. Quatre types d'effets peuvent être associés à ce risque : l'explosion, l'incendie, la formation d'un nuage toxique, ou encore la fuite d'un liquide polluant. Le risque de TMD, consécutif à un accident ou une défaillance, peut donc entraîner des conséquences graves pour les biens, les personnes et/ou l'environnement.

D'après le DDRM des Bouches-du-Rhône, toutes les communes de la zone d'étude sont concernées par le risque de transport de matières dangereuses :

- par transport routier,
- par transport ferroviaire (à l'exception de Saint-Mitre-les-Remparts),
- par canalisation de transport de gaz naturel ou d'hydrocarbures.



5.3.5.2 Risque industriel

Selon l'Institut national de recherche et de sécurité, un risque industriel est : « un évènement accidentel se produisant sur un site industriel mettant en jeu des produits et/ou des procédés dangereux et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les riverains, les biens et l'environnement. ». (INRS, 2014)

D'après le site Géorisques, en 2020, 25 installations SEVESO (sites industriels, présentant des risques d'accidents majeurs, impliquant des produits chimiques dangereux) de seuil haut et 8 installations SEVESO de seuil bas, sont présentes sur la zone d'étude :

Nom de l'établissement	Commune d'implantation	Régime
Air Liquide France Industrie	Fos-sur-Mer	Seuil haut
Arcelormittal Méditerranée	Fos-sur-Mer	Seuil haut
Dépôt pétrolier de Fos	Fos-sur-Mer	Seuil haut
Elengy (ex Tonkin)	Fos-sur-Mer	Seuil haut
Elengy (ex Cavaou)	Fos-sur-Mer	Seuil haut
ESSO Raffinage SAS	Fos-sur-Mer	Seuil haut
Fluxel	Fos-sur-Mer	Seuil haut
Stockage terminal de la Crau	Fos-sur-Mer	Seuil haut
KEM ONE France	Fos-sur-Mer	Seuil haut
Lyondell Chimie France SAS	Fos-sur-Mer	Seuil haut
Solamat Merex	Fos-sur-Mer	Seuil haut
Société du Pipeline Sud-Européen	Fos-sur-Mer	Seuil haut
COGEX	Fos-sur-Mer	Seuil bas
RTDH	Fos-sur-Mer	Seuil bas

Nom de l'établissement	Commune d'implantation	Régime
GCA Logistics Fos	Port-Saint-Louis-du-Rhône	Seuil haut
Alkion Terminal	Martigues	Seuil haut
Biocar	Martigues	Seuil bas
Gazechim	Martigues	Seuil haut
Géogas Lavéra	Martigues	Seuil haut
Total Raffinage France	Martigues	Seuil haut
Fluxel	Martigues	Seuil bas
Géosel Manosque	Martigues	Seuil haut
Petroineos Manufacturing France	Martigues	Seuil haut
Ganaye In Stock	Martigues	Seuil bas
Wilmar France Holding SAS	Martigues	Seuil haut
Ineos Derivatives Lavéra LPG	Martigues	Seuil haut
Kem One	Martigues	Seuil haut
Appryl	Martigues	Seuil bas
Naphtachimie	Martigues	Seuil haut
Ineos Chemicals Lavéra	Martigues	Seuil haut
Ineos Technologies France SAS	Martigues	Seuil bas
Oxochimie	Martigues	Seuil haut
M2I Salin	Arles	Seuil bas

Trois PPRT approuvés (ArcelorMittal, TOTAL Raffinage Marketing et Deulep) et trois PPRT prescrits (Fos Est, Fos Ouest et Lavéra) concernent la zone d'étude.

L'ensemble des communes de la zone d'étude sont identifiées comme soumises au risque industriel.

Des sites pollués sont recensés sur la zone d'étude via la base de données BASOL. Il s'agit de sites qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présentent une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement.



Figure 205 : Risque industriel de la zone d'étude



Source : (MTE, 2021)

5.3.5.3 Risques d'inondation en cas de rupture de barrage

Un barrage est un ouvrage artificiel ou naturel, établi au travers du lit d'un cours d'eau, retenant ou pouvant retenir de l'eau. Une rupture de barrage entraîne la formation d'une onde de submersion se traduisant par une élévation brutale du niveau de l'eau à l'aval, entraînant des conséquences sur la population, les biens et l'environnement.

La zone d'étude ne compte aucun barrage.

Cependant, les communes d'Arles, Fos-sur-Mer, Port-Saint-Louis-du-Rhône et Saint-Martin-de-Crau sont concernées par l'onde de submersion du barrage de Serre-Ponçon.



5.3.5.4 Risque nucléaire

La zone d'étude n'est pas concernée par la présence de centrale nucléaire et ne situe pas dans un périmètre de protection lié au risque nucléaire.

Cependant, la base aérienne 125 d'Istres est une installation nucléaire de base secrète (INBS) intéressant la défense. Le rayon d'application du plan particulier d'intervention (PPI) de la Base 125 d'Istres est de 2 km, ce qui concerne une très faible partie de la zone d'étude au nord.

5.3.5.5 Risque minier

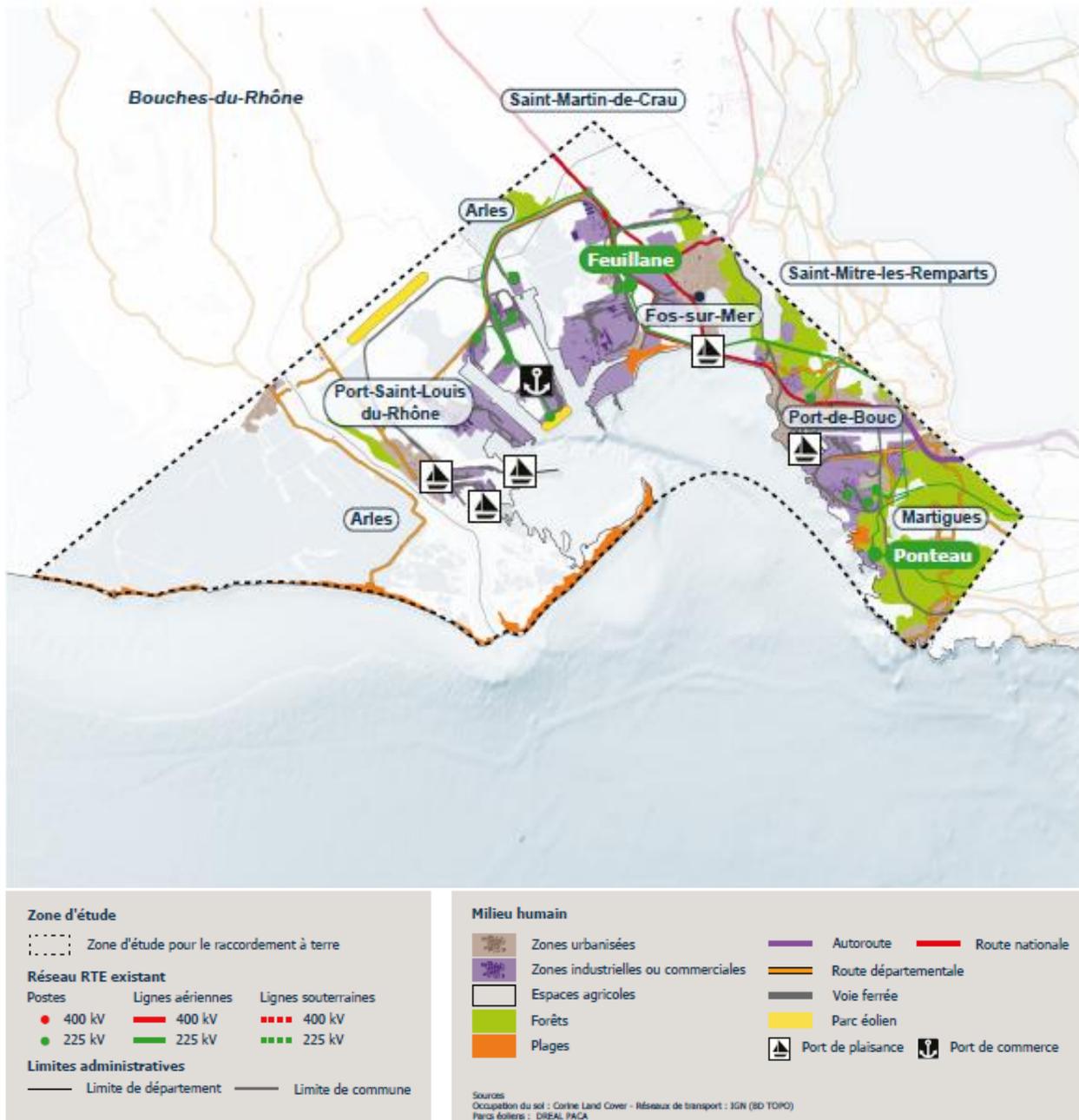
Le risque minier est lié à l'évolution des cavités de mine ou de carrière, d'où les substances sont extraites, à ciel ouvert ou souterraines, abandonnées et sans entretien, du fait de l'arrêt de l'exploitation. Ces cavités peuvent induire des désordres en surface pouvant affecter la sécurité des personnes et des biens.

Selon la préfecture des Bouches-du-Rhône, une évaluation des aléas miniers résiduels a été réalisée par GEODERIS et livrée en 2016. Cette étude, pilotée par la DREAL Provence-Alpes-Côte-D'azur, concerne le bassin de lignite de Provence et les concessions des exploitations lignitifères provençales (Sud bassin de Provence). Au total, 17 communes du département sont exposées aux divers aléas miniers.

La zone d'étude est peu concernée par les risques miniers. Cependant, un effondrement localisé a été recensé à Martigues ainsi que plusieurs puits. Un périmètre de concession minière (mais pas de travaux) se trouve au nord-est de la commune.



Figure 206 : Synthèse des enjeux du milieu humain



Source : (MTE, 2021)



BIBLIOGRAPHIE

ÉTUDES GÉNÉRALES COMMUNES AUX DIFFÉRENTS COMPARTIMENTS

- BRLi, 2018. Etude d'impact et dossiers réglementaires du raccordement de la ferme pilote EFGL (Eoliennes du Golfe du Lion - EFGL) au large de Leucate (Occitanie) – ENGIE / RTE.
- BRLi (2017). Etude d'impact du raccordement du parc éolien flottant Provence Grand Large au large de Port-Saint-Louis du Rhône - RTE.
- BRLi (2015). Études réglementaires pour la création d'une liaison électrique souterraine et sous-marine entre le Midi et la Provence - RTE.
- BRLi (2013). Réalisation de l'étude d'impact du projet de parc pilote d'éoliennes flottantes Provence Grand Large (PGL) au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône. EDF EN.
- BRLi (2014). Etude d'impact du site d'essai d'éolien flottant au large du Golfe de Fos - projet MISTRAL. EDF EN.
- Créocéan (2021). Projets d'éoliennes flottantes en Méditerranée. Etude bibliographique environnementale. 25/06/2021.
- Document stratégique de façade Méditerranée (DSF) 2022-2027 (2019).
- CNDP (2021). Bilan de la présidente du 21 décembre 2021. Débat public Eoliennes flottantes en Méditerranée. Débat EOS 12/07/2021 au 31/10/2021.
- France Energies Marines (2013). Guide d'évaluation des impacts pour les technologies hydroliennes en mer.
- MTE (2021). Dossier du Maître d'Ouvrage – Débat public Projets d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur raccordement (EOS) : livrets techniques, Atlas cartographique, études bibliographiques environnementales terrestre et maritime, <https://eos.debatpublic.fr/un-projet-d-eoliennes-flottantes/>
- Ministère de la transition écologique (MTE). (2021). Atlas cartographique. Débat public 12 juillet-31 octobre 2021. Projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur raccordement.
- MTE (2021). Dossier du Maître d'Ouvrage. Analyse bibliographique environnementale de la zone d'étude D pour le raccordement à terre.
- MTE (2021). Dossier du Maître d'Ouvrage – Débat public Projets d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur raccordement (EOS) Fiche 9-7 « Les enjeux techniques relatifs au choix de la localisation, à la construction et l'exploitation d'un parc éolien en mer ».
- MTE (2021). Dossier du Maître d'Ouvrage – Débat public Projets d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur raccordement (EOS) Fiche 9-1 « L'environnement ».
- MTE (2021). Dossier du Maître d'Ouvrage – Débat public Projets d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur raccordement (EOS). Fiche N°10-1 : Focus sur les impacts pour le parc et le raccordement au réseau public de transport d'électricité et les mesures « éviter, réduire, compenser » associées.
- MTE (2022). Rapport du Ministère de la transition écologique (2022), établi conjointement avec RTE, consécutif au débat public portant sur un projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur raccordement- mars 2022.
- Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (2017). Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer.
- Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (2016). Guide méthodologique pour l'élaboration des documents d'Orientations pour une Gestion durable des Granulats Marins (DOGM).SRCE LR.

- OFB (2018). Note technique de planification du développement de l'éolien en Méditerranée. Juin 2018. Annexe II du document « Le développement de l'éolien flottant en Méditerranée. Document de planification générale - juin 2018. DIRRM.
- OFB (2021). Identification et hiérarchisation des enjeux écologiques des façades maritimes métropolitaine. Méthode et résultats adoptés dans les documents stratégiques de façade – 2nd cycle DCSMM OFB. Février 2021.
- Plan d'Action pour le Milieu Marin de la façade méditerranéenne (2012)
- QUADRAN (2018). Etude d'impact du projet de ferme pilote d'Eoliennes flottantes et son raccordement au réseau public de transport d'électricité (EolMed).

MILIEU PHYSIQUE

- ALOISI, J.-C. and MONACO, A., 1975. La sédimentation infralittorale. Les prodeltas nord-méditerranéens.
- Amassi (2003). Etudes des caractéristiques géobiochimiques des sédiments du golfe de Fos : variabilité spatiale et évolution temporelle.
- Bassetti, M.A., Berné S., Sicre M.-A., Dennielou B., Alonso Y., Buscail R., Jalali B., Menniti C., 2016. Holocene hydrological changes in the Rhône River (NW Mediterranean) as recorded in the marine mud belt. *Clim. Past.* 12, 1539-1553.
- Bassetti et al., 2008. The 100-ka and rapid sea level changes recorded by prograding shelf sand bodies in the Gulf of Lions (western Mediterranean Sea). *Geochem. Geophys. Geosyst.* 9.
- Bassetti, M.A., Jouet, G., Dufois, F., Berne, S., Rabineau, M., Taviani, M., 2006. Sand bodies at the shelf edge in the Gulf of Lions (Western Mediterranean): Deglacial history and modern processes. *Marine Geology* 234, 93-109.
- Berné et al., 2007. Late Glacial to Preboreal sea-level rise recorded by the Rhone deltaic system (NW Mediterranean). *Marine Geology* 245, 65-88 ;
- BOURRIN F., 2009. Variabilité et devenir des apports sédimentaires par les fleuves côtiers : cas du système Têt – littoral roussillonnais dans le golfe du Lion.
- Bourrin F., Durrieu de Madron, Ludwig W., 2006. Contribution to the study of coastal rivers and associated prodeltas to sediment supply in gulf of lions (NW Mediterranean sea). *Vie et milieu. Life and environment*, 2006, 56 (4) : 307-314.
- Brunel C., Certain R., Sabatier F., Robin N., Barusseau J.P., Aleman N., Raynal O., 2014. 20th century sediment budget trends on the Western Gulf of Lions shelf (France): An application of an
- Carte de substrat sédimentaire du projet européen EMOnet éditée en 2019 sur la base des données Shom et de l'Ifremer.
- CEFREM. (2001). *Définition et cartographies des unités sédimentaires du littoral méditerranéen français.*
- Cerema (2017) relatif aux niveaux marins extrêmes pour les ports de Métropole (Niveaux marins extrêmes – Ports de Métropole – CEREMA – Collection Données, disponible sur www.cerema.fr) ;
- Créocéan (2010). Travail de cartographie de la répartition des faciès sédimentaires superficiels à l'échelle du Golfe du Lion.
- Données de sismique réflexion haute résolution (Rabineau, 2001 ; Labaune, 2005 et Jouet, 2007) – Profils de l'Université de Perpignan et de l'Ifremer ;
- Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM) des Bouches-du-Rhône, 2021.
- Dufau-Julliand, C. (2004). Modélisation tridimensionnelle réaliste de l'hydrodynamique du Golfe du Lion, Méditerranée Nord-Occidentale, appliquée à l'expérience MOOGLI3 : Etude des eaux denses générées sur le plateau continental et de l'activité méso-échelle du Courant Nord.



- DUFOIS, F., 2008. Modélisation du transport particulaire dans le Golfe du Lion en vue d'une application au devenir des traceurs radioactifs issus du Rhône.
- Duvail et al., 2005. (s.d.). Duvail, C., Gorini, C., Lofi, J., Le Strat, P. and dos Reis, A.T., 2005 – Correlation between onshore and offshore Pliocene-Quaternary systems tracts below the Roussillon Basin (eastern Pyrenees, France), *Marine and Petroleum Geology*, 22 (6-7): 747-756.
- Duvail, 2008. (s.d.). Duvail C., 2008 – Expression des facteurs locaux et régionaux dans l'enregistrement sédimentaire d'une marge passive. Exemple de la marge passive du Golfe du Lion étudiée suivant un continuum terre-mer, thèse, Université de Montpellier, 210 p.
- ECAMED (2019) . Etude de faisabilité technique de la mise en œuvre d'une zone de réduction des émissions des navires (ECA) en Méditerranée. Ineris.
- Estournel, C., Mikolajczak, G., Ulses, C., Bourrin, F., Canals, M., Charmasson, S., Doxaran, D., Duhaut, T., de Madron, X.D., Marsaleix, P., Palanques, A., Puig, P., Radakovitch, O., Sanchez-Vidal, A., Verney, R., 2023. Sediment dynamics in the Gulf of Lion (NW Mediterranean Sea) during two autumn–winter periods with contrasting meteorological conditions. *Progress in Oceanography* 210, 102942.
- Géorisque. Site internet
- Giresse, P., Berné, S., Certain, R., Courp, T., Hebert, B., Raynal, O., 2023. Beachrocks and lithified barriers in the Gulf of Lions (western Mediterranean Sea) as new markers of the last sea-level rise. *Sedimentology* 70, 569-591.
- Guennoc et al., 2000. (s.d.). Guennoc, P., Gorini, C. & Mauffret, A. , 2000 – Histoire géologique du golfe du Lion.
- Heurtefeux H., Sabatier F., Grosset S. et Ricahrd P. (2009). Bilan de 25 ans de gestion d'une flèche sableuse à pointe libre. Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime EDITION 1, HAMMAMET, TUNISIE 2009.
- Heurtefeux H, Richard P. (2005). Vingt ans de protection des dunes littorales par des techniques douces : bilan et perspectives à travers quelques exemples en Méditerranée française.
- Labaune et al., 2010. (s.d.). Labaune C., Tesson M., Gensous B. Parize O., Imbert P. and Delhaye-Prat V. , 2010 – Detail architecture of a compound incised valley and correlation with forced regressive wedges: exemples of Late Quaternary Têt and Agly rivers, western Gulf of Lions, Med.
- Lofi et al., 2003. (s.d.). Lofi J., Rabineau M., Gorini C., Berné S., Clauzon G., De Clarens P., Dos Reis, A. T., Mountain, G., Ryan, W. B.F., Steckler, M. and Fouchet C., 2003 – Plio-Quaternary prograding clinoform wedges of the western Gulf of Lions continental margin (NW Mediterr.
- Lofi, J., 2002 – La crise de salinité messinienne : conséquences directes et différées sur l'évolution sédimentaire de la marge du golfe du Lion. Thèse de Doctorat, Univ. Lille1.
- Maillet, G.M., Vella, C., Berne, S., Friend, P.L., Amos, C.L., Fleury, T.J., Normand, A., 2006. Morphological changes and sedimentary processes induced by the December 2003 flood event at the present mouth of the Grand Rhone River (southern France). *Marine Geology* 234, 159-177.
- Mauffrey, M.A., Berné, S., Jouet, G., Giresse, P., Gaudin, M., 2015. Sea-level control on the connection between shelf-edge deltas and the Bourcart canyon head (western Mediterranean) during the last glacial/interglacial cycle. *Marine Geology* 370, 1-19.
- McCave, I.N., 1972. Transport and escape of fine-grained sediment from shelf areas, In: *Shelf Sediment Transport: Process and Pattern*, Van Nostrand Reinhold.
- Météo France (2021). Analyse du vent sur le bassin méditerranéen. Version 2.0 du 18/01/2021. Réalisée pour le compte du MTE-DGEC.
- Météo France (2021). Climatologie de visibilité de parcs éoliens fictifs en Méditerranée. Version 2. Du 20/01/2021. Réalisée pour le compte du MTE-DGEC.
- Millot. (1990). The Gulf of Lions' hydrodynamics: *Continental shelf Research*, V. 10 (9-11).

- PAUC, H., 1971. Les courants de sortie des eaux du Rhône. Conséquences sédimentologiques. Vie et Milieu.
- Plan départemental de protection des forêts contre les incendies (PDPFCI) des Bouches-du-Rhône,
- Riboulot, V., Thomas, Y., Berné, S., Jouet, G., Cattaneo, A., 2014. Control of Quaternary sea-level changes on gas seeps. *Geophysical Research Letters* 41, 4970-4977.
- RODITIS, J.C., 1993. Caractérisation de la charge solide en suspension et alluvionnement du Rhône dans le secteur Beaucaire-Arles. Crues et modalités du transfert sédimentaire.
- ROUSSIEZ, V., 2006. Les éléments métalliques. Traceurs de la pression anthropique et du fonctionnement hydro-sédimentaire du golfe du Lion. PhD Thesis, Univ. Perpignan, 247 pp.
- SDAGE 2022-2027 Rhône Méditerranée (2022).
- SHOM (2023). Levés de reconnaissance environnementale des zones d'implantation des futurs parcs éoliens en mer dans le Golfe du Lion et de leurs raccordements.
- SHOM (2021). Description de l'état de la connaissance et des caractéristiques physiques de la macrozone éolien en mer située en Méditerranée (Occitanie et Sud PACA) – 14/01/2021.
- SUANEZ S., 1997. Dynamiques sédimentaires actuelles et récentes de la frange orientale littorale du delta du Rhône.
- ULSES, C., 2002. Dynamique océanique et transport de la matière particulaire dans le Golfe du Lion : Crue, tempête et période hivernale.

QUALITE DES SEDIMENTS

- CEREMA 2014. Évaluation Environnementale Stratégique du Plan d'Action pour le Milieu Marin de la sous-région marine Méditerranée Occidentale, CEREMA, Direction Territoriale Méditerranée, Août 2014.
- Garlan T. et Marchès E. 2015. Nature des fonds marins / SRM MO, rapportage DCSMM*, 6 p.
- IFREMER 2018. Rapport de synthèse de la campagne d'évaluation de la qualité chimique des sédiments (ROCCHSED) 2016 en Méditerranée.
- IRSN, Constat Radiologique Méditerranée, Décembre 2020.

QUALITE DE L'EAU

- COMITE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE, 2022. SDAGE 2022-2027 du bassin Rhône-Méditerranée. Volume principal - Version adoptée par le comité de bassin du 7 décembre 2018. 449p
- COMITE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE, 2016. SDAGE 2016-2021 du bassin Rhône-Méditerranée. Volume principal - Version adoptée par le comité de bassin du 18 mars 2022. 512 p.
- IFREMER. Surval – Accès aux données d'environnement marin et littoral. Disponible sur : <https://surval.ifremer.fr/>
- IRSTEA. Observatoire des sédiments du Rhône. Bouée instrumentée MESURHO (concentrations en MES, turbidité). Disponible sur : <https://bdoh.irstea.fr/OBSERVATOIRE-DES-SEDIMENTS-DU-RHONE/viewer>
- Mirallès F., Herlory O., Brach-Papa C. Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2021. Résultats acquis jusqu'en 2021. Ifremer/ODE/LITTORAL/LEPAC/Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse, 109 p.



BRUIT AMBIANT SOUS-MARIN

- Gervaise, C., Lossent, J., Gigou, A. (2021). Synthèse de la connaissance scientifique sur les effets sonores des éoliennes flottantes sur la faune marine ; contribution au débat public sur le projet de parcs commerciaux d'éoliennes flottantes en Méditerranée française. 52 pages + annexes.
- Le Courtois, F., Kinda, G.B., Stéphan, Y. (2018). Evaluation du descripteur 11 « Energie sonore » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 des eaux métropolitaines au titre de la DCSMM. Perturbations sonores.
- Le Courtois, F., Kinda, G. B., & Stéphan, Y. (2017). Taking into account uncertainties in environmental impact assessment of underwater anthropogenic noise. Présentation à la conférence de l'Acoustical Society of America, Boston (USA).
- Le Courtois, F., Kinda, G.B., Stéphan, Y., Boutonnier, J.-M., and Sarzeaud, O. (2016). Statistical ambient noise maps from traffic at world and basin scales. Actes de Institute of Acoustics, Cambridge (UK).

PEUPELEMENTS ET HABITATS BENTHIQUES

- Abadie A., Viala C., Marre G., Boissery P. (2022) La photogrammétrie sous-marine. Application au suivi des herbiers de posidonie. Seaviews Publ. 108p.
- ANDROMEDE, 2022. Surveillance biologique dans la région Est de la Provence- Alpes-Côte d'Azur – Analyse des données 2022 – Réseau TEMPO de suivi des herbiers de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 217 pages.
- Meinesz, A., & Laurent, R. (1978). Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de Posidonia oceanica dans les Alpes-Maritimes (France)– Campagne Poséidon 1976.
- Pergent, G., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : Etat des connaissances. Mésogée 54, 3-29.
- Charbonnel E., Boudouresque C.F., Meinesz A., Bernard G., Bonhomme P., Patrone J., Kruczek R., Cottalorda J.M., Bertrand M.C., Foret P., Ragazzi M., Le Direac'h L., 2000b. Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie : présentation et guide méthodologique. Année 2000. Région PACA, Agence de l'Eau RMC, GIS Posidonie, CQEL 13, CQEL 83, Conseil Général 06, GIS Posidonie publ. : 1-76.
- Sartoretto Stéphane. 2007. Soutien méthodologique à la mise en œuvre de la Directive Cadre Eau (item Posidonie) : Validation du protocole de calcul de l'EQR dans les écorégions Languedoc-Roussillon et Provence Côte d'Azur.
- Lopez y Royo, C., Casazza, G., Pergent-Martini, C., Pergent, G., 2010. A biotic index using the seagrass Posidonia oceanica (BiPo), to evaluate ecological status of coastal waters. Ecological Indicators 10, 380–389.
- Ruitton S., Boudouresque C.F., Thibaut T., Rastorgeff P.-A., personnic S., Boissery P., Daniel B., 2017. Guide méthodologique pour l'évaluation écosystémique des habitats marins. M / O publ., 161 p.
- Personnic, S., Boudouresque, C.F., Astruch, P., Ballesteros, E., Blouet, S., Bellan-Santini, D., Bonhomme, P., Thibault-Botha, D., Feunteun, E., Harmelin-Vivien, M., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Pastor, J., Poggiale, J.C., Renaud, F., Thibaut, T., Ruitton, S., 2014. An ecosystem-based approach to assess the status of a Mediterranean ecosystem, the Posidonia oceanica seagrass meadow. PLoS ONE 9 (6), e98994.
- Guilhem Marre. Développement de la photogrammétrie et d'analyses d'images pour l'étude et le suivi d'habitats marins. Ingénierie de l'environnement. Université de Montpellier, 2020. Français. Tel-02951806v2.
- France. Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse et l'association l'œil d'Andromède [en ligne depuis 2013]. MEDTRIX. Disponible sur : <<https://medtrix.fr/>>.

- ANDROMEDE, 2021. Surveillance biologique dans la région Ouest de la Provence-Alpes-Côte d'Azur et en région Occitanie– Analyse des données 2021 – Réseau RECOR de suivi des récifs coralligènes. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 166 pages.
- Blanfuné A., Thibaut T., Palomba L. 2017. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau – Rapport d'état écologique des masses d'eau – Littoral rocheux méditerranéen français – Deuxième phase de réévaluation. Contrat Agence de l'eau RMC – ProtisValor : 53 pp. + Atlas cartographique.
- Jouvenel J.-Y., Picard-Afrah I. 2015. Projet Midi-Provence : Tracé route Est. Analyse du passage dans le coralligène. RTE - 26p.
- Ruitton S., Boudouresque C.F., Thibaut T., Rastorgeff P.-A., Personnic S., Boissery P., Daniel B., 2017. Guide méthodologique pour l'évaluation écosystémique des habitats marins. M I O publ., 161 p.

AVIFAUNE

- ALBORES-BARAJAS Y.V., Massa B., Griffiths K. & Soldatini C. 2010 – Sexual dichromatism in Mediterranean stormpetrels *Hydrobates pelagicus melitensis*. *Ardeola*, 57 : 333-337.
- ALBORES-BARAJAS Y.V., Riccato F., Fiorin R., Massa B., Torricelli P. & Soldatini C. 2011 – Diet and diving behaviour of European Storm Petrels *Hydrobates pelagicus* in the Mediterranean (ssp. *melitensis*). *Bird Study*, iFirst : 1-5.
- ARCOS, J.M. 2001a. Status of *Puffinus mauretanicus* and *Puffinus yelkouan* in Catalonia, with
- AUCELUN DE MAR (2007) - Lettre annuelle des programmes LIFE nature oiseaux marins des îles d'Hyères et de Marseille. Bull.4 : 4
- AUDEVARD A . (2014). Recensement de la population d'Océanite tempête de Méditerranée *Hydrobates pelagicus melitensis* sur les îles d'Hyères (Parc national de Port-Cros - 2011). Faune-PACA publication n°42 : 43 pp.
- BAZIN N., IMBERT M., 2012, Le Cormoran huppé de Méditerranée, *Phalacrocorax aristotelis desmarestii*, Etat des connaissances et de la conservation actualisé des populations nicheuses des petites îles Méditerranée. Initiative PIM. 18p.
- BEAUBRUN P., 2003 - Plan d'Action pour le Goéland d'Audouin (*Larus audouinii*) en France. Ecole Pratique des Hautes Etudes, pour la Direction de la Nature et des Paysages, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et la Direction régionale de l'environnement de Corse. 53pp.
- BEAUBRUN P., Roos D., Astruc G., Conéjéro S., Renard D., Bigot J.-L., Liorzou B., Le Corre G. et C. Mellon, 2012. Etat de l'art des connaissances sur les distributions spatiales des oiseaux marins et des petits poissons pélagiques dans le Golfe du Lion. Rapport final du Contrat DREAL-LR / IFREMER n° 11/3211726/F, 580p.
- BORG J.J. & SULTANA J. 2002. Status and distribution of the breeding Procellariiformes in Malta. *II-Merill* 30: 10-15.
- BORG J.J. & SULTANA J. 2004. Important Bird Areas of EU Importance in Malta. *BirdLife Malta*, Malta.
- BORG J.J., Raine H., Raine A.F. & Barbar N. 2010. Protecting Malta's wind chaser: the EU LIFE Yelkouan shearwater project report. EU LIFE Yelkouan shearwater project, Malta.
- BOURGEOIS K, Vorenger J, Faulquier L, Legrand J & Vidal E. 2011. Diet and contamination of the Yelkouan shearwater *Puffinus yelkouan* in the Hyères archipelago, Mediterranean Basin, France. *Journal of Ornithology* 152: 947-953
- BOURGEOIS K. & Vidal E. 2007. Yelkouan shearwater nest-cavity selection and breeding success. *Comptes Rendus Biologies* 330: 205-214.
- BOURGEOIS K. & Vidal E. 2008. The endemic Mediterranean Yelkouan shearwater *Puffinus yelkouan*: distribution, threats and a plea for new data. *Oryx* 42: 187-194.



- BOURGEOIS K. & VIDAL E. 2009. Suivi des populations de puffins des îles d'Hyères : Bilan 2003-2009 et notes méthodologiques. 31 p.
- BOURGEOIS K. 2010. Recensement des populations de puffins sur l'île de Bagaud - « Point zéro » mai 2010. Rapport pour le Parc National de Port-Cros, 7p
- BOURGEOIS K., 2012, Etat des connaissances et de conservation actualisé des populations nicheuses des petites îles Méditerranée. Initiative PIM, 22p.
- BOURGEOIS K., Curé C., Legrand J., Gómez-Díaz E., Vidal E., Aubin T. & Mathevon N. 2007.- Morphological versus acoustic analysis: what is the most efficient method for sexing Yelkouan shearwaters *Puffinus yelkouan*? *Journal of Ornithology* 148: 261-269.
- BOURGEOIS K., Dromzée S., Vidal E. & Legrand J. 2008a. Yelkouan shearwater *Puffinus yelkouan* presence and behaviour at colonies: not only a moonlight question. *Comptes Rendus Biologies* 331: 88-97.
- BOURGEOIS K., Vidal E., Comor V., Legrand J. & Dromzée S. 2008b. Colony-site selection drives management priorities for Yelkouan shearwater. *Journal of Wildlife Management* 72: 1188-1193.
- BRETAGNOLE V. & THIBAUT J.C. 2001. Suivi des déplacements de puffins cendres par satellite-tracking – rapport BRICHETTI P. & FRACASSO G. 2003. *Ornithologia Italiana*, Vol. 1: Gaviidae-Falconidae. Alberto Perdisa, Bologna, Italia.
- CADIOU B. 2004 – Océanite tempête. In : Cadiou B., Pons J.M. & Yésou P. (Eds), Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000). Editions Biotope, Mèze : 62-69.
- CADIOU B., & al. 2011. Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine 2009-2011. 1ère synthèse : bilan intermédiaire 2009-2010. Groupement d'Intérêt Scientifique des Oiseaux Marins et Agence des Aires Marines Protégées. 62p.
- CADIOU B., BARBRAUD C., CAMBERLEIN P., DEBOUT G., DENIAU A., FORTIN M., LE NUZ M., SADOUL N., TRANCHANT Y., YESOU P. 2009. Méthodes de suivi des colonies d'oiseaux marins : dénombrement de l'effectif nicheur et suivi de la production en jeunes. Document de travail GISOM (non publié).
- CADIOU B., PONS J.M., YESOU P., 2004. Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000) Ed. Biotope, Meze, 218 p.
- CEEP. 2007. Cahier de gestion des populations d'oiseaux marins sur les îles de Marseille, programme LIFE Nature 2003-2007 "Conservation des populations d'oiseaux marins des îles de Marseille", Commission européenne. 80 pages.
- CEEP. 2010. Parc Maritime des Îles du Frioul, Bilan d'activités 2010. Conservatoire-Etudes des Ecosystèmes de Provence/Alpes du Sud, Marseille. 100 p.
- CEEP. 2010. Réserve Naturelle de l'archipel de Riou, rapport d'activité 2010. Conservatoire-Etudes des Ecosystèmes de Provence/Alpes du Sud, Marseille. 94 p.
- CONSERVATOIRE DES ESPACES NATURELS Occitanie, 2020. Bilan des comptages réalisés dans le cadre du programme LARIMED en méditerranée. (<https://pole-lagunes.org/projet-larimed-ii-2022-2025/>)
- CETE Méditerranée, 2012. Impacts sur le milieu naturel des éoliennes en mer : benchmark des études réalisées sur les parcs étrangers en service. Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC). Pôle de compétences et d'innovation « Energies renouvelables ». Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer.
- CRAMPS S., Simmons K.E.L. (Eds) (1977) - The birds of the Western Palearctic, Vol I. Oxford University Press, Oxford, London, New-York : 722p.
- DEBIZE E. & MANTE A. 2012, L'Océanite Tempête de Méditerranée, *Hydrobates pelagicus melitensis*, Etat des connaissances et de la conservation actualisé des populations nicheuses des petites îles Méditerranée. Initiative PIM. 17p.
- DEL HOYO, J., Elliot, A., and Sargatal, J. (2002). Handbook of the Birds of the World, Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona. 1992.

- DUBOIS P.J & ISSA N., 2013. Résultats du 4ème recensement des laridés hivernants en France (hiver 2011-2012). *Ornithos* 20-2 : 107-121. 8p.
- FLITTI A., KABOUCHE B., KAYSER Y. & OLIOSO G. 2009. Atlas des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur. LPO PACA, Editions Delachaux et Niestle, Paris, 182 p.
- GONIN, J. (2004).- Premier cas de reproduction d'une colonie de Goélands railleurs *Larus genei* dans l'Aude. *Ornithos* 11
- GUYOT I. & THIBAUT J.C. (1996) - Recent changes in the size of colonies of the Mediterranean shag *Phalacrocorax aristotelis desmarestii* in Corsica. *Western Mediterranean. Seabird.*, 18: 10-19
- GUYOT I., LAUNAY G. & VIDAL P. 1985. Oiseaux de mer nicheurs du Midi de la France et de Corse: evolution et importance des effectifs d'oiseaux marins nicheurs du Midi et de la Corse. *Annales C.R.O.P.* 2, 31-47.
- HANEY, J.C. (1990).- Winter habitat of common loons in the continental shelf of southeastern United States. *The Wilson Bulletin* 102: 253-263
- ISSA N., MULLER Y. coord. 2015. Atlas des oiseaux de France métropolitaine ; nidification et présence hivernale. LPO/SEOF/MNHN/ Delachaux et Niestlé, Paris. 1408 pages
- ISSA N., LEGRAND J., FLITTI A. & LASCEVE M. (2007), Le Cormoran de Desmarest *Phalacrocorax aristotelis desmarestii* - *Ornithos* 14-2 : 95-107.
- KELLER et al., 2020. European Breeding Bird Atlas 2 : distribution, Abundance, and change. European Bird Census Council & Lynx Edicions, Barcelona (<https://ebba2.info/maps/>)
- LANGSTON R.H.W. & PULLAN J.D.-2002-Windfarms and Birds : An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues-BirdLife International, Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Strasbourg 15 october 2002, 37 pp.
- LANGSTON R., 2010. – Offshore wind farms and birds : Round 3 zones, extensions to Round 1 & Round 2 sites & Scottish Territorial Waters. *Sandy: RSPB.* 42 pages.
- LASCEVE M. & TRANCHANT Y. (2009). Cormoran de Desmarest *Phalacrocorax aristotelis desmarestii*. In FLITTI A., KABOUCHE B., KAYSER Y., et OLIOSO G. (2009) Atlas des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes- Côte d'Azur. LPO PACA. Delachaux et Niestlé, Paris pp. 94
- LE MAO, P. & Yésou, P. 1993. The annual cycle of Balearic Shearwaters and western- Mediterranean Yellow-legged Gulls: some ecological considerations. In Aguilar, J. S., Monbailliu, X. & Paterson, A. M. (Eds.), Status and conservation of seabirds. *Proceedings of the 2nd Mediterranean Seabird Symposium.* pp. 135-145
- MARION, L. 1994 – Evolution numérique et préférences écologiques des Grands cormorans hivernant en France. *Alauda* 62 : 13-26.
- MARION, L. 1997a – Le Grand cormoran en Europe : Dynamique des populations et impacts. In CLERGEAU, Ph (éd.), Oiseaux à risques. INRA éd. : 133-178.
- MARION, L. 2014. Recensement national des Grands Cormorans nicheurs en France en 2012. Rapport final corrigé. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, et de l'Energie, Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature. Université de Rennes 1. 22p.
- MARTI R. & DEL MORAL J.C. 2003. Atlas de las aves reproductoras de Espana, SEO/BirdLife, Madrid.
- MNHN Rapport SNPN. 2010 / 4. Note de synthèse sur les captures accidentelles d'oiseaux marins par les engins de pêche. 8 p.
- MOUGEOT F. & BRETAGNOLLE V. 2000. Predation risk and moonlight avoidance behaviour in nocturnal seabirds. *Journal of Avian Biology* 31: 376-386.
- MOUGIN J.L., JOUANIN C. & ROUX F. 1988. Les migrations du Puffin cendré *Calonectris diomedea*. *L'oiseau et RFO*, 58 : 303-319.



- MOUGIN J.L., MOUGIN M.C. 1998. Les profondeurs maximum atteintes en plongée par le puffin cendré *Calonectris diomedea* au cours de ses voyages alimentaires de la période d'incubation = Maximum diving depths of Cory's shearwater in the course of its feeding trips during incubation. *Revue d'écologie* vol. 53, no1, pp. 69-76 (1 p.1/4).
- PETTEX E., Lambert C., Laran S., Ricart A., Virgili A., Falchetto H., Authier M., Monestiez P., Van Canneyt O., Dorémus G., Blanck A., Toison V. & Ridoux V., 2014. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine : rapport final. Univ. Rochelle UMS 3462, 169p.
- DUBOIS P.J., Pierre Le Maréchal, Georges Oliosio et Pierre Yésou. (2008). *Nouvel inventaire des oiseaux de France*. Éd. Delachaux & Niestlé, 560 pages.
- RECORBET B., 2004 – Goéland d'Audouin, Audouin's gull, *Larus audouinii*. In CADIOU et al. (Eds), 2004 - Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000). Editions Biotope, Mèze, 106-110.
- RECORBET, B. (1996).- Composition, abondance, distribution et vulnérabilité aux pollutions par hydrocarbures de l'avifaune marine côtière du Sud Bretagne/ Nord Gascogne. Mémoire EPHE, Montpellier. 265 p. remarks for their identification [in Catalan, English summary]. *Anuari d'Ornitologia de Catalunya* 1998: 245-257.
- TATIN D., MANTE A., VIDAL P., CUCHET T., 2005. - Le cormoran huppé de Méditerranée *Phalacrocorax aristotelis desmarestii* sur l'archipel de Riou (Marseille, France) : colonisation et premiers cas de reproduction. *Faune de Provence, Fr.*, 21: 71-77.
- THIBAUT J.C. 1994. Nest site tenacity and mate fidelity in relation to breeding success in cory's shearwater (*Calonectris diomedea*). *Bird Study*, 41:25-28.
- THIBAUT J.-C., BRETAGNOLLE V. & RABOUAM C. 1997. Cory's shearwater. *B W P Update*. (The Journal of Birds of the Western Palearctic) 1 : 75-98.
- THIBAUT J.C., ZOTIER R., GUYOT I., BRETAGNOLLE V., 1996. Recent trends in breeding marine birds of the Mediterranean region with special reference to Corsica. *Colonial Waterbirds* 19 : 89-117.
- TRANCHANT Y. & VIDAL P. 2006. Observations ornithologiques sur l'archipel de la Galite. Rapport de mission PIM, Conservatoire-Etudes des Ecosystemes de Provence/AlpesduSud, Marseille.
- VIDAL P. & Tranchant Y. 2008. Observations ornithologiques sur l'Archipel de la Galite, PIM Initiative.
- VOTIER, S.C., Bicknell, A.W.J., Cox, S.L., Scales, K.L. & Patrick, S. (2013) A bird's eye view of discard reforms: bird-borne cameras reveal seabird/fishery interactions. *PLoS ONE*, 8, e57376.
- WEIMERSKIRCH, H., Delord, K. & Boué, A. (2013) Suivi télémétrique du Puffin des Baléares sur l'île d'Ibiza Action 2C Report from FAME Project. CEBC-CNRS-LPO-SEPN, Rochefort, France.
- WETLANDS INTERNATIONAL, 2012. *Waterbird Population Estimates, Fifth Edition. Summary Report*. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.
- ZOTIER R. & Vidal P. 2004. Puffin yelkouan *Puffinus yelkouan*. In Cadiou B., Pons J.-M. & Yésou P. (eds) *Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000)*. Editions Biotope, Mèze: 58-61.
- ZOTIER R. 1997. Biogéographie des oiseaux marins en Méditerranée et écologie d'un Procellariiforme endémique : le Puffin de Méditerranée *Puffinus yelkouan*. Thèse EPHE, Université Montpellier II, 168p + annexes.
- ZOTIER R., Bretagnolle V. & Thibault J.C. 1999. Biogeography of the marine birds of a confined sea, the Mediterranean. *Journal of Biogeography* 26: 297-313.
- ZOTIER R., Thibault J.C. & Guyot I. 1992. Known population and distribution of cormorants, shearwaters and storm petrels in the Mediterranean. *Avocetta* 16: 118-126.

CHIROPTERES

- ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. 2009. *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Editions Biotope, Coll. Parthénope, 544p.

- AULAGNIER, S., HAFFNER, P., MITCHELL-JONES, A.J., MOUTOU, F., ZIMA, J. 2010. Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, Ed. Delachaux et Niestlé, 272 p.
- BARATAUD M., 1996, 2002, 2007. Balade dans l'in audible ; méthodes d'identification acoustique des chauves-souris de France ; Ed. Sitelle, 2 CD + livret 48 p. et mises à jour.
- BARATAUD, M. 2012. Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope éditions, Publications scientifiques du Muséum. 344p.
- BIOTOPE et al. 2008. Référentiel régional concernant les espèces de chauves-souris inscrites à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore. Catalogue des mesures de gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. DIREN Languedoc-Roussillon.
- DIETZ, C., VON HELVERSEN, O. 2004. Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronic publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.
- DIETZ, C., VON HELVERSEN, O., NILL, D. 2009. L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux et Niestlé. 400p.
- DISCA, T. & GCLR, 2011. Atlas des chauves-souris du midi méditerranéen. Site internet, ONEM, <http://www.onem-france.org/chiropteres/wakka.php?wiki=PagePrincipale>.
- MATUTINI, F. 2014. Détermination de l'effort d'échantillonnage pour la réalisation d'inventaires chiroptérologiques à différentes échelles spatiales et en fonction de l'hétérogénéité des habitats. Mémoire de Master de l'EPHE et Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive.
- ROEMER C, DISCA T., COULON A. & BAS Y., 2017. Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. *Biological Conservation* 215 (2017) : 116-122.
- RUFRAY, V. 2011. Les gîtes importants pour la conservation des Chiroptères de l'annexe II de la Directive Habitats en Languedoc-Roussillon. Localisation, historique, effectifs sud de la France. *Le Vespère*, 2 :124-180.

MAMMIFERES MARINS

- ACCOBAMS, 2021. Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the Mediterranean Sea from 2018-2019 surveys. ACCOBAMS Survey Initiative Project. By PANIGADA, S., BOISSEAU, O., CAÑADAS, A., LAMBERT, C., LARAN, S., MCLANAGHAN, R., MOSCROP, A., Ed. ACCOBAMS, Monaco, 177pp. Monaco : Ed. ACCOBAMS. Disponible à l'adresse : <https://accobams.org/wp-content/uploads/2021/11/ASI-Med-Report-updated.pdf>
- ARCANGELI, A., CAMPANA, I., MARINI, L. et MACLEOD, C. D., 2015. Long-term presence and habitat use of Cuvier's beaked whale (*Ziphius cavirostris*) in the Central Tyrrhenian Sea. *Marine Ecology*. 1 mai 2015. Vol. 37. DOI 10.1111/maec.12272.
- AZZELLINO, A., GASPARI, S., AIROLDI, S. et NANI, B., 2008. Habitat use of cetaceans along the continental slope and adjacent waters in the western Ligurian Sea. *Deep Sea Research Part I : Oceanographic Research Papers*. 1 mars 2008. Vol. 55, pp. 296-323. DOI 10.1016/j.dsr.2007.11.006.
- BEARZI, G., REEVES, R., REMONATO, E., PIERANTONIO, N. et AIROLDI, S., 2011. Risso's dolphin *Grampus griseus* in the Mediterranean Sea. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*. 1 juillet 2011. Vol. 76, pp. 385-400. DOI 10.1016/j.mambio.2010.06.003.
- BEARZI, G., FORTUNA, C.M., ET REEVES, R., 2009. Ecology and Conservation of Common Bottlenose Dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* 39 (2) : 92-123. Doi :10.1111/j.1365-2907.2008.00133.x
- BÉRUBÉ, M., AGUILAR, A., DENDANTO, D., LARSEN, F., NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., SEARS, R., SIGURJÓNSSON, J., URBAN-R, J. et PALSBJØLL, P. J., 1998. Population genetic structure of North Atlantic, Mediterranean Sea and Sea of Cortez fin whales, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus 1758) : analysis of mitochondrial and nuclear loci. *Molecular Ecology*. mai 1998. Vol. 7, no. 5, pp. 585-599. DOI 10.1046/j.1365-294x.1998.00359.x.



- BRETILLE, V., DORÉMUS, G., CARO, A. et KEMA KEMA, R., 2022. MOOSE - GE : Suivi de la distribution de la mégafaune marine en Méditerranée. Rapport de campagne de l'Observatoire PELAGIS. 16 pp.
- CAÑADAS, A., SAGARMINAGA, R., DE STEPHANIS, R., URQUIOLA, E. et HAMMOND, P.S., 2005. Habitat preference modelling as a conservation tool : proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*. 2005. Vol. 15, no. 5, pp. 495-521. DOI 10.1002/aqc.689.
- CAÑADAS, A., CEBRIAN, D. et REQUENA MORENO, S., 2016b. Mer d'Alboran : Situation et conservation des cétacés. Tunis : PNUE/PAM-CAR/ASP. RAC/SPA, Tunis. 118 pp.
- CAÑADAS, A., AISSI, M., ARCANGELI, A., AZZOLIN, M., B-NAGY, A., BEARZI, G., CAMPANO, I., CHICOTE, C., COTTE, C., CROSTI, R., NATALE, A.D., FORTUNA, C., FRANTZIS, A., GANNIER, A., GARCIA, P., GAZO, M., GUTIERREZ-XARXA, R., HOLCER, D., S. LARAN, G. LAURIANO, T. LEWIS, A. MOULINS, B. MUSSI, S. PANIGADA, X. PASTOR, E. POLITI, M. PULCINI, J. A. RAGA, L. RENDELL, J. TOMAS, M. TRINGALI, 2016a. ACCOBAMS Ziphius Initiative. 44p.
- CAÑADAS, A., SAGARMINAGA, R. et GARCÍA-TISCAR, S., 2002. Cetacean distribution related to depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep-sea Research Part I-oceanographic Research Papers - DEEP-SEA RES PT I-OCEANOGR RES*. 1 novembre 2002. Vol. 49, pp. 2053-2073. DOI 10.1016/S0967-0637(02)00123-1.
- CARPINELLI, E., GAUFFIER, P., VERBORGH, P., AIROLDI, S., DAVID, L., DI-MEGLIO, N., CAÑADAS, A. et al. 2014. Assessing Sperm Whale (*Physeter Macrocephalus*) Movements within the Western Mediterranean Sea through Photo-Identification. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems* 24 (S1) : 23-30. doi:10.1002/aqc.2446.
- COTTE, C., GUINET, C., TAUPIER-LETAGE, I., ET PETIAU, E., 2010. Habitat Use and Abundance of Striped Dolphins in the Western Mediterranean Sea prior to the Morbillivirus Epizootic Resurgence. *Endangered Species Research* 12 (3) : 203-14. doi:10.3354/esr00301
- COX, T. M., RAGEN, T. J., READ, A. J., VOS, E., BAIRD, R. W., BALCOMB, K., BARLOW, J., CALDWELL, J., CRANFORD, T., CRUM, L., D'AMICO, A., D'SPAIN, G., FERNANDEZ, A. et al. 2006. Understanding the impacts of anthropogenic sound on beaked whales. *J. Cetacean Res. Manage.* 2005. Vol. 7, no. 3, pp. 177-187. DOI 10.47536/jcrm.v7i3.729.
- D'AMICO, A., GISINER, R., KETTEN, D., HAMMOCK, J., JOHNSON, C., TYACK, P. et MEAD, J., 2009. Beaked Whale Strandings and Naval Exercises. *Aquatic Mammals*. 1 décembre 2009. Vol. 35, pp. 452-472. DOI 10.1578/AM.35.4.2009.452.
- DALEBOUT, M., ROBERTSON, K., FRANTZIS, A., ENGELHAUPT, D., MIGNUCCI-GIANNONI, A., ROSARIO-DELESTRE, R. et BAKER, C., 2005. Worldwide structure of mtDNA diversity among Cuvier's beaked whales (*Ziphius cavirostris*) : Implications for threatened populations. *Molecular ecology*. 1 novembre 2005. Vol. 14, pp. 3353-71. DOI 10.1111/j.1365-294X.2005.02676.x.
- DARS, C., PELTIER, H., DABIN, W., DEMARET, F., DORÉMUS, G., SPITZ, J. et VAN CANNEYT, O., 2017. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2016. Rapport scientifique de l'Observatoire PELAGIS. Université de La Rochelle et CNRS. 40 pages + annexes. Disponible à l'adresse : <https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/wp-content/uploads/2020/12/rapportechouages2016.pdf>
- DELACOURTIE, F., LARAN, S., DAVID, L., DI-MEGLIO, N., DI FULVIO, T. et MONESTIEZ, P., 2009. Analyse spatio-temporelle de la distribution des cétacés en relation avec les paramètres environnementaux. Programme de recherche PELAGOS France. Rapport final. 262 pp. Disponible à l'adresse : <https://www.gis3m.org/sites/gis3m.org/files/doc/08-042.pdf>.
- DE STEPHANIS, R., GIMÉNEZ, J., CARPINELLI, E., GUTIERREZ-EXPOSITO, C. et CAÑADAS, A., 2013. As main meal for sperm whales : plastics debris. *Marine Pollution Bulletin*. 15 avril 2013. Vol. 69, no. 1-2, pp. 206-214. DOI 10.1016/j.marpolbul.2013.01.033.

- DHERRMAIN, F. et le Réseau Échouage Méditerranéen, 2016. Suivi des échouages sur les côtes méditerranéennes françaises. Années 2012-2016. Rapport GECM / GIS3M, contrat 14-026 pour le Parc national de PortCros, 152 p. Disponible à l'adresse : https://www.gis3m.org/sites/gis3m.org/files/doc/14-026_suivi_des_echouages_2012-2016.pdf.
- DI-MEGLIO, N., ROUL, M., DAVID, L., GIMENEZ, O., AZZINARI, C., JOURDAN, J., BARBIER, M. ET LABACH, H., 2015. Abondance et répartition spatio-temporelle et fonctionnelle du Grand dauphin dans le Golfe du Lion. Projet GDEGeM Grand dauphin Etude et Gestion en Méditerranée 2013-2015. Rapport GIS3M, fait par EcoOcéan Institut, BREACH et le GECM. 79 p.+ 9p annexes.
- DI-MEGLIO, N., TARDY, C., ROUL, M., DAVID, L., ODY, D., JACOB, T., GIMENEZ, O. et LABACH, H., 2016. Eléments de structure et dynamique des populations de Cachalot et Globicéphale noir fréquentant le bassin de Méditerranée nord-occidentale. Parc national de Port-Cros, Animateur de la Partie française de l'Accord Pelagos et GIS3M. Fr. : 84 pp.
- DORÉMUS, G., BLANCHARD, A., THIERRY, S., HÉLÈNE, P., CANNEYT, O. Van et CHABROLLE, A., 2022. MEGASCOPE : Suivi de la distribution de la mégafaune marine en Manche, Atlantique et Méditerranée en 2021. Rapport scientifique de l'Observatoire PELAGIS. 69 pp.
- DROUOT, V., BERUBE, M., GANNIER, A., GOOLD, J. C., REID, R. J. ET PALSBOOLL P. J., 2004. A note on genetic isolation of Mediterranean sperm whales (*Physeter macrocephalus*) suggested by mitochondrial DNA. *Journal of Cetacean Research and Management* 6 (1) : 29–32.
- ENGELHAUPT, D., 2004. Molecular ecology of the sperm whale in the Gulf of Mexico, Mediterranean Sea and North Atlantic. Ph. D. thesis, Durham University, Durham, UK.
- FERNÁNDEZ, A., ESPERÓN, F., HERRAÉZ, P., DE LOS MONTEROS, A.E., CLAVEL, C., BERNABÉ, A., SÁNCHEZ-VIZCAINO, J. M., VERBORGH, P., DESTEPHANIS, R., TOLEDANO, F. et BAYÓN, A., 2008. Morbillivirus and pilot whale deaths, Mediterranean Sea. *Emerging Infectious Diseases*. mai 2008. Vol. 14, no. 5, pp. 792-794. DOI 10.3201/eid1405.070948.
- FORCADA, J., AGUILAR, A., HAMMOND, P. S., PASTOR, X. et AGUILAR, R., 1994. Distribution and numbers of striped dolphins in the western mediterranean sea after the 1990 epizootic outbreak. *Marine Mammal Science*. 1994. Vol. 10, no. 2, pp. 137.
- FORCADA, J., NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., FABBRI, F., 1995. Abundance of fin whales (*Balenoptera physalus*) and striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) summering in the Corso-Ligurian Basin. *Mammalia*. 1 janvier 1995. Vol. 59, pp. 127-140. DOI 10.1515/mamm.1995.59.1.127.
- FRANTZIS, A., AIROLDI, S., NOTARBARTOLO-DI-SCIARA, G., JOHNSON, C. et MAZZARIOL S., 2011. Inter-basin movements of Mediterranean sperm whales provide insight into their population structure and conservation. *Deep Sea Research Part I : Oceanographic Research Papers* 58 (4) : 454-59. Doi :10.1016/j.dsr.2011.02.005.
- GANNIER, A., 2017. Distribution comparée du Dauphin commun (*Delphinus delphis*) et du Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) en Méditerranée occidentale. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*. 2017. Vol. 72, no. 4, pp. 335-352. DOI 10.3406/rev.2017.1897.
- GANNIER, A. 2018. Comparaison de l'habitat estival de quatre cétacés teuthophages préférentiels en Méditerranée nord-occidentale. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 2018, 73 (4), pp.582-602.
- GANNIER, A, DROUOT, V et GOOLD, J-C, 2002. Distribution and relative abundance of sperm whales in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 2002. Vol. 243, pp. 281-293. DOI 10.3354/meps243281.
- GANNIER, A. et EPINAT, J., 2008. Cuvier's beaked whale distribution in the Mediterranean Sea : results from small boat surveys 1996–2007. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. Septembre 2008. Vol. 88, no. 6, pp. 1245-1251. DOI 10.1017/S0025315408000428.
- GASPARI, S., AZZELLINO, A., AIROLDI, S. et RUS HOELZEL, A., 2007. Social Kin Associations and Genetic Structuring of Striped Dolphin Populations (*Stenella Coeruleoalba*) in the Mediterranean Sea. *Molecular Ecology* 16 (14): 2922-33. doi:10.1111/j.1365-294X.2007.03295.x



- JEFFERSON, T. A., LEATHERWOOD, S. et WEBBER, M. A., 1993. FAO species identification guide. Marine mammals of the world. Rome, FAO. 1993.320. p. 587 figs. Disponible à l'adresse : http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/docs2015/Curso_MMarinos_2015/Documentos%20taller%20MM/14_Jefferson_Marine_mammals.pdf
- JEFFERSON, T. A., WEBBER, M. A., PITMAN, R. L. ET GORTER, U., 2015. Marine mammals of the world : a comprehensive guide to their identification. Second edition. London, UK ; San Diego, CA, USA : Elsevier/AP, Academic Press is an imprint of Elsevier.
- LABACH, H., GIMENEZ, O., BARBIER, M., DAVID, L., DI-MEGLIO, N., ROUL, M. et JOURDAN, J., 2016. Etude de la population et de la conservation du Grand Dauphin en Méditerranée française. Rapport GIS3M. 54 p.+ 12 p. annexes.
- LANFREDI, C., ARCANGELI, A., DAVID, L., HOLCER, D., ROSSO, M. & NATOLI, A. 2021. Grampus griseus (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T16378423A190737150. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20213.RLTS.T16378423A190737150.en>
- LARAN, S. et GANNIER, A., 2006. Variation saisonnière de la présence du cachalot (*Physeter macrocephalus*) dans le Sanctuaire Pelagos (Mer Ligure). *Mésogée* 61 : 71–77.
- LARAN, S., NIVIÈRE, M., DORÉMUS, G., SERRE, S., SPITZ, J. et AUTHIER, M., 2021. Distribution et abondance de la mégafaune marine lors des campagnes SAMM cycle I et II en Méditerranée. Observatoire PELAGIS (UMS 3462, La Rochelle Université/CNRS) & OFB. 2021. pp. 76.
- LARAN, S., PETTEX, E., AUTHIER, M., BLANCK, A., DAVID, L., DOREMUS, G., FALCHETTO, H., MONESTIEZ, P., VAN CANNEYT, O. et RIDOUX, V., 2017. Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters- Part I : The North-Western Mediterranean, including the Pelagos sanctuary. *Deep Sea Research Part II : Topical Studies in Oceanography, Abundance, distribution and habitats of Atlantic and Mediterranean marine megafauna*, 141 (juillet) : 20-30. doi:10.1016/j.dsr2.2016.12.011.
- LITTARDI, V., ROSSO, M. et MAURIZIO, W., 2004. Enquêtes historiques (1900-1966) sur les échouages de *Ziphius cavirostris* G. Cuvier, en Mer Ligure. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 37,2004
- MACLEOD, C. D. ET D'AMICO, A., 2006. A review of beaked whale behaviour and ecology in relation to assessing and mitigating impacts of anthropogenic noise, *Journal of Cetacean Research and Management*, vol.7, issue.3, pp.211-221.
- MANNOCCI, L., ROBERTS, J.J. et HALPIN, P.N., 2018. Development of exploratory marine species density models in the Mediterranean Sea. Final report prepared for Naval Facilities Engineering Command, Atlantic under Contract No. N62470-15-D-8006, Task Order TO37 by Duke University Marine Geospatial Ecology Lab, Durham, North Carolina, March 2018, 140 pages.
- MEHEUST, E., DARS, C., DABIN, W., DEMARET, F., MÉNDEZ-FERNANDEZ, P., PELTIER, H., SPITZ, J., CAURANT, F. et VAN CANNEYT, O., 2021. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2020. Rapport scientifique de l'Observatoire PELAGIS. La Rochelle Université et CNRS. 43 pages.
- MOULINS, A. ET WÜRTZ, M., 2005. Occurrence of a herd of female sperm whales and their calves (*Physeter catodon*), off Monaco, in the Ligurian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85 (1) : 213-14. doi:10.1017/S0025315405011094h.
- NATOLI, A., BIRKUN, A., AGUILAR, A., LOPEZ, A. ET RUS HOELZEL, A., 2005. Habitat Structure and the Dispersal of Male and Female Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of the Royal Society of London B : Biological Sciences* 272 (1569): 1217-26. doi:10.1098/rspb.2005.3076.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., 2002. Cetacean species occurring in the Mediterranean and Black Seas. In : G. Notarbartolo di Sciara (Ed.), *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas : state of knowledge and conservation strategies. A report to the ACCOBAMS Secretariat*, Monaco, February 2002. Section 3, 17 p.

- NOTARBARTOLO-DI-SCIARA, G., 2014. Sperm Whales, *Physeter Macrocephalus*, in the Mediterranean Sea: A Summary of Status, Threats, and Conservation Recommendations. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems* 24 (S1) : 4-10. doi:10.1002/aqc.2409.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., PODESTÀ, M. et CURRY, B., 2016. Mediterranean Marine Mammal Ecology and Conservation. Academic Press. London. *Advances in Marine Biology*, First edition. ISBN 978-0-12-805152-8.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., VENTURINO, M., ZANARDELLI, M., BEARZI, G., BORSANI, J. et CAVALLONI, B., 1993. Cetaceans in the Central Mediterranean Sea: Distribution and sighting frequencies. *Italian Journal of Zoology*. 1 janvier 1993. Vol. 60, pp. 131-138. DOI 10.1080/11250009309355800.
- PANIGADA, S., GAUFFIER, P. & NOTARBARTOLO DI SCIARA, G. 2021. *Balaenoptera physalus* (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T16208224A50387979. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T16208224A50387979.en> (<https://www.iucnredlist.org/species/16208224/50387979#population>)
- PANIGADA, S., DONOVAN, GP., DRUON, J-N., LAURIANO, G., PIERANTONIO, N., PIROTTA, E., ZANARDELLI, M., ZERBINI, A.N. et SCIARA, G.N. 2017(a). Satellite tagging of Mediterranean fin whales : working towards the identification of critical habitats and the focussing of mitigation measures. *Scientific Reports* 7
- PANIGADA, S., LAURIANO, G., DONOVAN, G., PIERANTONIO, N., CAÑADAS, A., VAZQUEZ, J.A. ET BURT, L. 2017(b). Estimating cetacean density and abundance in the Central and Western Mediterranean Sea through aerial surveys : implications for management. *Deep Sea Research Part II : Topical Studies in Oceanography*, vol. 141, pp. 41-58. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.04.018>
- PANIGADA, S., NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., PANIGADA, M.Z. 2006. Fin whales summering in the Pelagos Sanctuary (Mediterranean Sea): Overview of studies on habitat use and diving behaviour. *Chemistry and Ecology* 22 : S255–S263.
- PETTEX, E., FALCHETTO, H., DORÉMUS, G., CANNEYT, O., STEPHAN, E., DAVID, L., STERCKEMAN, A. et RIDOUX, V., 2013. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine - Rapport intermédiaire.
- PIROTTA, E., CARPINELLI, E., FRANTZIS, A., GAUFFIER, P., LANFREDI, C., PACE, D.S. & RENDELL, L.E. 2021. *Physeter macrocephalus* (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T16370739A50285671. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T16370739A50285671.en>
- PRACA, E., LARAN, S., LEPOINT, G., THOME, J-P., QUETGLAS, A., BELCARI, P., SARTOR, P. et al., 2011. Toothed whales in the northwestern Mediterranean : Insight into their feeding ecology using chemical tracers. *Marine pollution bulletin* 62 (5) : 1058–1065.
- RENDELL, L., SIMIÃO, S., BROTONS, J. M., AIROLDI, S., FASANO, D., et GANNIER, A., 2014. Abundance and Movements of Sperm Whales in the Western Mediterranean Basin. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems* 24 (S1) : 31-40. doi:10.1002/aqc.2426.
- SERRE, S., DAVID, L., DI-MÉGLIO, N., DORÉMUS, G., LARAN, S., SPITZ, J. et VAN CANNEYT, O., 2019. Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine. SAMM II Méditerranée Hiver 2019. Rapport de campagne de l'Observatoire PELAGIS. 53 p. Disponible à l'adresse : https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/wp-content/uploads/2021/05/SAMM_II_MED_RapportCampagne20190514.pdf
- UICN 2022 : LAURIANO, G. 2022. *Stenella coeruleoalba* (Mediterranean subpopulation) (errata version published in 2022). The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T16674437A210833690.
- UICN 2021 : PANIGADA, S., GAUFFIER, P. & NOTARBARTOLO DI SCIARA, G. 2021. *Balaenoptera physalus* (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T16208224A50387979. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T16208224A50387979.en>.



- UICN 2012(a) : BEARZI, G., FORTUNA, C. & REEVES, R. 2012. *Tursiops truncatus* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T22563A2782611.
- UICN 2012(b) : BEARZI, G. 2012. *Delphinus delphis* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T134817215A195829089. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T134817215A195829089.en>.
- UICN 2012(c) : GASPARI, S. & NATOLI, A. 2012. *Grampus griseus* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T9461A3151471.
- UICN 2012(d) : NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., FRANTZIS, A., BEARZI, G. & REEVES, R. 2012. *Physeter macrocephalus* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T41755A2955634.
- UICN 2012(e) : CAÑADAS, A. 2012. *Globicephala melas* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T9250A3150309.
- UICN 2012(f) : CAÑADAS, A. 2012. *Ziphius cavirostris* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T23211A2785108.
- VELLA, A., MURPHY, S., GIMENEZ, J., STEPHANIS, R., MUSSI, B., VELLA, J.G., LARBI DOUKARA, K., PACE, D.S., 2021. The conservation of the endangered Mediterranean common dolphin (*Delphinus delphis*): Current knowledge and research priorities. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst* 31, 110–136. <https://doi.org/10.1002/aqc.3538>

TORTUES MARINES

- BOURDEIX J., HATTAB T. (1985) PELMED - PELAGIQUES MEDITERRANÉE, <https://doi.org/10.18142/19>
- CASALE, P., BRODERICK, A. C., CAMINAS, J. A., CARDONA, L., CARRERAS, C., DEMETROPOULOS, A., ... & TURKOZAN, O. (2018). Mediterranean sea turtles: current knowledge and priorities for conservation and research. *Endangered species research*, 36, 229-267.
- CASALE, P., HEPPELL, SS. (2016). How much sea turtle bycatch is too much ?Casale, P., Broderick, A. C., Camiñas, J. A., Cardona, L., Carreras, C., Demetropoulos, A., ... & Türkozan, O. (2018). Mediterranean sea turtles: current knowledge and priorities for conservation and research. *Endangered species research*, 36, 229-267.
- DiMatteo A stationary age distribution model for simulating population abundance and potential biological removal in the Mediterranean..*Endangered Species Research*, Vol 29, Iss 3, Pp 239-254.
- DIMATTEO, Cañadas A, CANADAS A, ROBERTS J, SPARKSRoberts J, Sparks L, PANIGADAPanigada S, BOISSEAUBoisseau O, MOSCROP A, FORTUNAMoscrop A, Fortuna CM, LAURINAOLauriano G, HOLCERHolcer D, PELTIERPeltier H, RIDOUXRidou V, RAGARaga JA, TOMAS J, BRODERICKTomás J, Broderick AC, GODLEYGodley BJ, HAYWOOD J, MARCHHaywood J, March D, SNAPEsnape R, SAGARMINAGASagarminaga R and HOCHSCHEIDHochscheid S (2022) Basin-wide estimates of loggerhead turtle abundance in the Mediterranean Sea derived from line transect surveys. *Front. Mar. Sci.* 9:930412
- DORÉMUS, G., BLANCHARD, A., THIERRY, S., HÉLÈNE, P., CANNEYT, O. Van et CHABROLLE, A., 2022. MEGASCOPE : Suivi de la distribution de la mégafaune marine en Manche, Atlantique et Méditerranée en 2021. Rapport scientifique de l'Observatoire PELAGIS. 69 pp.
- IFREMER, Système d'informations halieutiques. Observation des captures en mer : ObsMer [en ligne]. 06/09/2022. Disponible sur : < <https://sih.ifremer.fr/Ressources/ObsMer>>
- LARAN, S., NIVIÈRE, M., DORÉMUS, G., SERRE, S., SPITZ, J. et AUTHIER, M. (2021). Distribution et abondance de la mégafaune marine lors des campagnes SAMM cycle I et II en Méditerranée. Observatoire PELAGIS (UMS 3462, La Rochelle Université/CNRS) & OFB. 2021. pp. 76.

- MAZOR T., BEGER M., McGOWAN J., POSSINGHAM HP., KERK S. (2016). The value of migration information for conservation prioritization of sea turtles in the Mediterranean. Vol 25, 540-552. <https://doi.org/10.1111/geb.12434>
- MNHN 2021 : Description du programme scientifique « Observatoire des Tortues marines : réseaux d'échouage, de sauvetage et d'observation de Tortues Marines de France métropolitaine et de Saint Pierre et Miquelon » 2021-2026. Observatoire des tortues marines, 30p.
- SIMIAN, G., ARTERO, C. (2018). Évaluation de l'état écologique des tortues marines en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM, 68p.

GRANDS PÉLAGIQUES

- AMILHAT, E., AARESTRUP, K., ELISABETH, F., GAEL, S., WESTERBERG, H. et RIGHTON, D., 2016. Corrigendum: First evidence of European eels exiting the Mediterranean Sea during their spawning migration. Scientific Reports. 20 mai 2016. Vol. 6, pp. 26214. DOI 10.1038/srep26214.
- ARANDA, G., ABASCAL, F.J., VARELA, J. et MEDINA, A., 2013. Spawning Behaviour and Post-Spawning Migration Patterns of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) Ascertained from Satellite Archival Tags. PLOS ONE. 1 octobre 2013. Vol. 8, no. 10, pp. e76445. DOI 10.1371/journal.pone.0076445.
- GRÉMILLET, D., WHITE, C.R., AUTHIER, M., DORÉMUS, G., RIDOUX, V. et PETTEX, E., 2017. Ocean sunfish as indicators for the 'rise of slime'. Current Biology. 4 décembre 2017. Vol. 27, no. 23, pp. R1263-R1264. DOI 10.1016/j.cub.2017.09.027.
- LARAN, S., NIVIÈRE, M., DORÉMUS, G., SERRE, S., SPITZ, J. et AUTHIER, M., 2021. Distribution et abondance de la mégafaune marine lors des campagnes SAMM cycle I et II en Méditerranée. Observatoire PELAGIS (UMS 3462, La Rochelle Université/CNRS) & OFB. 2021. pp. 76.
- LECOMTE-FINIGER, R., 1994. Contribution de l'otolithométrie à l'étude de la dynamique de la migration larvaire de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture. 1994. No. 335, pp. 17-31. DOI 10.1051/kmae:1994002.
- PETTEX, E., FALCHETTO, H., DORÉMUS, G., CANNEYT, O., STEPHAN, E., DAVID, L., STERCKEMAN, A. et RIDOUX, V., 2013. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine - Rapport intermédiaire.
- POPE C., E., HAYS C., G., THYS M., T., DOYLE K., T., SIMS W., D., QUEIROZ, N., HOBSON J., V., KUBICEK, L. et HOUGHTON D., J., 2010. The biology and ecology of the ocean sunfish *Mola mola*: a review of current knowledge and future research perspectives. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 1 décembre 2010. Vol. 20, no. 4, pp. 471-487. DOI 10.1007/s11160-009-9155-9.
- SIMS, D., QUEIROZ, N., HUMPHRIES, N., LIMA, F. et HAYS, G., 2009. Long-Term GPS Tracking of Ocean Sunfish *Mola mola* Offers a New Direction in Fish Monitoring. PloS one. 9 octobre 2009. Vol. 4, pp. e7351. DOI 10.1371/journal.pone.0007351.
- UICN 2022 : MARSHALL, A., BARRETO, R., CARLSON, J., FERNANDO, D., FORDHAM, S., FRANCIS, M.P., HERMAN, K., & al. 2022. *Mobula mobular* (amended version of 2020 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T110847130A214381504. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T110847130A214381504.en>.
- UICN 2019 : RIGBY, C.L., BARRETO, R., CARLSON, J., FERNANDO, D., FORDHAM, S., FRANCIS, M.P., HERMAN, K., & al. 2019. *Carcharhinus longimanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39374A2911619. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T39374A2911619.en>.
- UICN 2016 : Ellis, J.R., Farrell, E.D., Jung, A., McCully, S., Sims, D. & Soldo, A. 2016. *Lamna nasus* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T11200A16527805.
- Ellis, J.R., Ferretti, F., Soldo, A. & Walls, R.H.L. 2016. *Alopias vulpinus* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T39339A16571672.



- Notarbartolo di Sciarra, G., Serena, F. & Mancusi, C. 2016. *Mobula mobular* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T110847130A214367431.
- Sims, D., Fowler, S.L., Clò, S., Jung, A., Soldo, A. & Bariche, M. 2016. *Cetorhinus maximus* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T4292A16527877.
- Sims, D., Fowler, S.L., Ferretti, F. & Stevens, J. 2016. *Prionace glauca* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T39381A16553182.
- UICN 2015 : COLLETTE, B.B., FERNANDES, P. et HEESSEN, H. 2015. *Thunnus thynnus* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T21860A97778482.
- COLLETTE, B. & HEESSEN, H. 2015. *Xiphias gladius* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T23148A88829852.
- ELLIS, J., FARRELL, E., JUNG, A., MCCULLY, S., SIMS, D. & SOLDI, A. 2015. *Lamna nasus* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T11200A48916453.
- ELLIS, J., FERRETTI, F., SOLDI, A. & WALLS, R. 2015. *Alopias vulpinus* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T39339A48936583.
- LIU, J., ZAPFE, G., SHAO, K.-T., LEIS, J.L., MATSUURA, K., HARDY, G., LIU, M., ROBERTSON, R. & TYLER, J. 2015. *Mola mola*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T190422A97667070. .
- RIJNSDORP, A.D. & PAPAKONSTANTINO, C. 2015. *Mola mola* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T190422A45141101.
- SIMS, D., FOWLER, S.L., CLO, S., JUNG, A., SOLDI, A. & BARICHE, M. 2015. *Cetorhinus maximus* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T4292A48953216.
- SIMS, D., FOWLER, S.L., FERRETTI, F. & STEVENS, J.D. 2015. *Prionace glauca* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T39381A48924261.
- WALLS, R., SOLDI, A. & BUSCHER, E. 2015. *Carcharhinus longimanus* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T39374A48919886.
- UICN 2011 : DI NATALE, A., BIZSEL, C., MASUTI, E. & ORAL, M. 2011. *Xiphias gladius* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T23148A9420041.
- DI NATALE, A., COLLETTE, B., POLLARD, D., JUAN JORDA, M., MIYABE, N., KADA, O., NELSON, R., CHANG, S., FOX, W. et UOZUMI, Y. 2011. *Thunnus thynnus* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T21860A9330380.
- DI NATALE, A., MASSUTI, E., ORAL, M., KADA, O., GOLANI, D. & BILECENOGLU, M. 2011. *Mola mola* (Mediterranean assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T190422A8793012. Mondiale CR : Rigby, C.L., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Francis, M.P., Herman, K., Jabado, R.W., Liu, K.M., Marshall, A., Pacoureaux, N., Romanov, E., Sherley, R.B. & Winker, H. 2019. *Carcharhinus longimanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39374A2911619. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T39374A2911619.en>.

POISSONS

- Cornou, A.-S. et al. (2021) 'Captures et rejets des métiers de pêche français Résultats des observations à bord des navires de pêche professionnelle en 2019'.
- Créocéan (2021) Projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée Etude bibliographique environnementale, p. 143. Available at: https://www.eoliennesenmer.fr/sites/eoliennesenmer/files/fichiers/2022/09/210629_%C3%A9tude_biblio_VF_0.pdf.
- De rock, P., Hattab, T. and Vaz, S. (2021) Etude du risque d'effet des espèces halieutiques à l'éolien flottant dans le Golfe du Lion - Compartiment « Ichtyofaune, Mollusques, Crustacés, Invertébrés benthiques sensibles » AO6 Méditerranée. Rapport technique et méthodologique. Ifremer.

- Pettex, E. et al. (2013) Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine - Rapport intermédiaire. Available at: <https://doi.org/10.13140/2.1.1657.8884>.
- Parc Naturel Marin du Golfe du Lion (2014) 'Plan de gestion du Parc naturel marin du golfe du Lion'. Available at: <https://www.calameo.com/ofbiodiversite/read/0035029480daea36c107a> (Accessed: 7 May 2023).
- Vaz, S., Brind'Amour, A. and Delaunay, D. (2020) Rapport de campagne de nourriceries côtières : Campagne nourmed 2019. Campagne Nourmed 2019, p. 49.

PLANCTON

- Amélie Nithard (2021) Gradients de variabilité spatiale et inter-annuelle de la diversité taxinomique et fonctionnelle planctonique dans le golfe du lion. PELMED 2013-2021
- Duflos M., Wacquet G., Aubert A., Rombouts I., Mialet B., Devreker D., Lefebvre A., Artigas L.F. 2017. Évaluation de l'état écologique des habitats pélagiques en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre du descripteur 1 de la DCSMM. 333 pp.
- Feuilloy G (2020). Analyse de la variabilité spatio-temporelle du zooplancton dans le Golfe du Lion et conséquences sur les populations de petits pélagiques. PhD Thesis, Université de Montpellier.
- Franz HG, Colebrook JM, Gamble JC, Krause M (1991) The zooplankton of the north sea. Netherlands Journal of Sea Research 28: 1–52 Schminke, 2007 ;
- Schminke HK (2007) Entomology for the copepodologist. Journal of Plankton Research 29: i149–i162
- Richardson AJ (2008) In hot water: zooplankton and climate change. ICES Journal of Marine Science 65: 279–295 Duflos et al., 2018

MILIEU HUMAIN

- Agence des aires marines protégées (2012). Analyse économique et sociale de l'utilisation de nos eaux marines et du coût de la dégradation du milieu marin méditerranée occidentale, Ifremer, ministère de l'Écologie du développement durable et de l'énergie, juin 2012.
- Cérema. (2021). Approche cartographique de l'activité de pêche professionnelle en Méditerranée.
- Cépralmar (2011). Monographie La conchyliculture en Méditerranée, CRCM, LAMETA, IFREMER , 2011.
- Département des Bouches-du-Rhône (2015). Évaluation environnementale du schéma des structures des exploitations de cultures marines des Bouches-du-Rhône.
- Franceagrimer. (2020). La petite pêche côtière en Méditerranée.
- Ifremer - SIH. (2021). Activité des navires de pêche. Quartier maritime de Martigues
- Ifremer - SIH. (2021). Activité des navires de pêche. Quartier maritime de Marseille
- INAO. Site internet
- INSEE. Site internet
- INRS. (2014, décembre 02). Qu'est-ce qu'un risque industriel ? Récupéré sur <https://www.inrs.fr/demarche/risques-industriels/definition-risque-industriel.html>
- Office du tourisme des Bouches-du-Rhône. Site internet
- Schéma régional de développement de l'aquaculture marine - PACA (SRDAM) (2015).

PAYSAGE

- Atlas des paysages des Bouches-du-Rhône (2021)



Charte 2010-2022 du Parc naturel régional de Camargue (2010).
Charte de paysage et d'urbanisme du Parc naturel régional de Camargue
Document Stratégique de Façade Méditerranée (DSF), du Ministère de la Transition écologique et solidaire
SRADDET Provence-Alpes-Côte d'Azur (2019)
Conservatoire du Littoral . Stratégie d'intervention 2015-2050- Provence-Alpes-Côte-d'Azur.
Stratégie Régionale de la mer et du littoral, Région PACA, 2012
SCoT Métropole Aix-Marseille-Provence
PLU communaux

ANNEXES



Annexe 1. Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales - Avifaune

FICHE SYNTHETIQUE D'IDENTIFICATION DES LACUNES DE CONNAISSANCES ENVIRONNEMENTALES au regard des attendus de l'art. R.122-5 du Code de l'Environnement -



Avifaune (Avifaune marine et migrateurs terrestres)

Synthèse de l'état initial

Le plateau du golfe du Lion, du fait de sa richesse halieutique, constitue un lieu privilégié de nourrissage pour les oiseaux pélagiques. Le secteur est utilisé aussi bien en période d'hivernage qu'en période de reproduction. La communauté avifaunistique du golfe du Lion est dominée par les laridés et les procéllaridés (puffins), qui sont susceptibles d'être rencontrés au niveau de l'aire d'étude éloignée marine.

L'ensemble du golfe du Lion est d'autre part fréquenté par un flux d'oiseaux migrateurs (terrestres et marins) lors des périodes de migration pré-nuptiale et post-nuptiale.

En hiver, le golfe du Lion est un site d'hivernage pour plusieurs groupes d'espèces comme les laridés, les procéllaridés et autres espèces venues du nord (labbes, fous, alcidés etc...)

Au niveau littoral, l'aire d'étude est située à proximité des étangs littoraux qui accueillent une diversité et une densité d'espèces d'oiseaux exceptionnelles, mais les enjeux restent limités vis-à-vis de ces zones remarquables, puisque seulement quelques espèces d'oiseaux exploitent à la fois le domaine terrestre et le domaine marin. Il s'agit notamment des laridés (mouettes et sternes) qui se reproduisent au niveau des lagunes et qui s'alimentent en mer.

Protocoles théoriques issus des principaux guides, à mettre en œuvre dans l'hypothèse de l'absence de données initiales précises (ou spécifiques) sur le site de projet

1/ Etude de cadrage préalable, essentiellement bibliographique : consultation de l'ensemble des organismes susceptibles de détenir des données naturalistes + programme MIGRALION + projets nationaux et locaux spécifiques,

2/ Observations de terrain :

- o Relevés par transect bateau : selon une stratégie d'échantillonnage préalablement définie. Sur l'aire d'étude immédiate : 1 fois en moyenne par mois, tout au long d'un cycle annuel. Sur une zone élargie : couverture totale en 1 journée, répétée plusieurs jours avec décalage des débuts et fins de passage,
- o Relevés par transect avion : selon une stratégie d'échantillonnage préalablement définie veillant à la cohérence avec les relevés effectués par bateau.
- o Relevés par observation depuis la côte. Selon une stratégie d'échantillonnage préalablement définie.
- o Observations par radars embarqués : sur l'aire d'étude immédiate. Pendant un cycle annuel (2 recommandés). Il s'agit de quantifier l'ensemble des déplacements diurnes et nocturnes et des phénomènes migratoires des espèces sur un secteur. Permet de préciser les caractéristiques des vols (dont hauteur, direction, comportement), variations journalières et saisonnières.
- o Il est également possible d'utiliser un radar depuis une station à terre pour caractériser les fonctionnalités littoral / large et comparer les activités (migration notamment) à la côte et au large.

Données disponibles à ce jour

- Etat des lieux des connaissances du patrimoine ornithologique du golfe du Lion (Rufay et al. 2015) : avifaune marine et côtière à l'échelle du golfe du Lion (région Languedoc Roussillon).
- Analyse de jeux de données complémentaires issus de différents programmes : TOP-HABITAT3 (2008-2014), PACOMM-SAMM4 (2011-2012), PELMED5 (1994-2010) et la base de données Faune-Languedoc Roussillon de Meridionalis (2009-2013, observations naturalistes opportunistes) ;

- Étude avifaune en Méditerranée. Valorisation des données télémétriques. Guillet, Claude. Rapport d'étude. CEREMA, mai 2021 ;
- Recensement des données et autres livrables du programme MIGRALION concernant l'avifaune migratrice terrestre et marine du Golfe du Lion ;
- Note technique de planification du développement de l'éolien en Méditerranée (Annexe II, OFB, 2018) : coordonnée par l'Antenne Méditerranée de l'Office Français pour la Biodiversité, avec les contributions du Parc naturel marin du golfe du Lion, du Parc national des Calanques, du Parc naturel régional de Camargue et du Parc marin de la côte bleue. Elle présente une priorisation des enjeux pour les habitats benthiques, avifaune et mammifères marins ainsi que des informations sur les lacunes et suivis à mettre en œuvre.
- Etudes d'impacts environnementales des trois projets pilotes d'éoliennes flottantes en Méditerranée issues d'expertises par bateau, avions et radar. Ainsi que les données collectées dans ce cadre sur le site d'essai MISTRAL situé à l'embouchure du Rhône.
- Formulaire Standards de Données et Documents d'Objectifs des zones de protection spéciale (ZPS) du réseau Natura 2000 dans le golfe du Lion.

Bilan des données manquantes et commentaires

L'analyse bibliographique montre que le niveau général de la connaissance est satisfaisant en qualité et quantité.

Compte-tenu des enjeux associés à la thématique (modérés à forts), mais aussi du caractère novateur de la technologie, il apparaît nécessaire de renforcer les connaissances spécifiques à la zone propice de façon à optimiser la localisation du projet, à assurer un état initial complet et une évaluation des impacts du projet pertinente.

Les fiches protocoles présentées conjointement précises les modalités de mises en œuvre de ces suivis.

Compléments d'études proposés et principes des protocoles associés

Pour les besoins de l'étude d'impact, au vu de la sensibilité modérée de cet enjeu et de l'effet potentiel faible à modéré du parc sur cette problématique, les protocoles suivants sont proposés :

- **Inventaires visuels par bateau**, via des transects linéaires sur l'aire d'étude immédiate (voire une zone tampon de 1km). Durée maximum journalière, à une vitesse de 10 à 15 nœuds, avec 3 observateurs. Observations en continu et snapshot. Taux de couverture : environ 20%. Proposition : entre 8 et 12 campagnes par an sur 2 ans. Ces inventaires permettront une caractérisation de la fréquentation et du comportement de l'avifaune au sein de la zone de projet.

Au titre de l'amélioration des connaissances régionales, il est prévu en outre une contextualisation régionale des observations de la façon suivante :

- **Inventaires visuels en avion**, via des transects linéaires sur la zone de projet et ses abords (zones tampon de 15/20 km). Durée maximum journalière, à une vitesse de 90-95 nœuds, avec 3 observateurs. Taux de couverture : environ 10%. Proposition : entre 8 et 12 campagnes par an sur 2 ans.
- **Inventaires digitaux haute altitude en avion**, via des transects linéaires sur la zone de projet et ses abords (zones tampon de 15/20 km). Durée maximum journalière. Environ 500 m d'altitude, vitesse de vol plus importante (220 km/h). Taux de couverture > 10%. Proposition : entre 8 et 12 campagnes par an sur 2 ans.
- **Inventaires digitaux basse altitude** (système STORMM exploité par Hytech-imaging), via des transects linéaires sur la zone de projet et ses abords (zones tampon de 15/20 km). Durée maximum journalière. Altitude d'environ 600 pieds, vitesse de vol de 90 nœuds. Taux de couverture : environ 10%. Proposition : entre 8 et 12 campagnes par an sur 2 ans.

Ces inventaires en avion (visuels et digitaux) permettront de caractériser la fréquentation et l'utilisation de la zone du projet et ses abords (zone d'influence du futur parc éolien en mer).

- **Campagne en mer par bateau à l'échelle du golfe du Lion (campagnes MIGRALION)** avec acquisition des données par différentes méthodes (radar en mer et à la côte, acoustiques, observations visuelles etc...). Option adaptée aux zones d'étude sous réserve de disponibilité de moyens nautiques.

Les expertises radars visent à acquérir des données sur les vols d'oiseaux, les hauteurs de vol, les flux de déplacement, les regroupements, de jour comme de nuit.

- **Déploiement de bouée multi-instrumentée** (radar, acoustique, etc)

Pour le raccordement : Les analyses bibliographiques et inventaires bateau/avion menés pour le parc seront largement valorisés pour le raccordement.

Les fiches protocoles présentées conjointement précises les modalités de mises en œuvre de ces suivis.



Annexe 2. Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales - Mégafaune marines (mammifères marins, tortues marines et grands pélagiques)

FICHE SYNTHETIQUE D'IDENTIFICATION DES LACUNES DE CONNAISSANCES ENVIRONNEMENTALES au regard des attendus de l'art. R.122-5 du Code de l'Environnement -	
 	Mégafaune marine (mammifères marins, tortues marines et grands pélagiques)
Synthèse de l'état initial	
<p>L'aire d'étude éloignée marine n'est pas la région d'apparition préférentielle des cétacés de Méditerranée occidentale, qui se concentrent plus au large au-delà du talus continental. Néanmoins, les études et observations visuelles réalisées témoignent de la possibilité de rencontre (rare et préférentiellement en été) dans l'aire d'étude éloignée de petits et grands delphininés, comme le grand dauphin ou le dauphin de Risso, les plus fréquemment observés en zone côtière du golfe du Lion.</p> <p>Bien que les études et observations témoignent de la possibilité de rencontre (assez rare et préférentiellement en été) dans le golfe du Lion de tortues à écailles, et notamment de la tortue caouanne <i>Caretta caretta</i>, les tortues marines qui se concentrent plus dans le grand large hors du golfe du Lion sont peu susceptibles d'être présentes sein de l'aire d'étude éloignée marine située en zone côtière.</p>	
Protocoles théoriques issus des principaux guides, à mettre en œuvre dans l'hypothèse de l'absence de données initiales précises (ou spécifiques) sur le site de projet	
<p>Pour les besoins de l'étude d'impact, une simple analyse bibliographique des données existantes relatives à la mégafaune marine est réalisée, au vu de la sensibilité faible de l'enjeu et de l'effet potentiel faible du parc sur cette problématique.</p> <p>Cependant, au titre de l'amélioration des connaissances, il est proposé de mettre en œuvre les protocoles suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ecoute du choris acoustique sous-marin pour la caractérisation de la fréquentation des mammifères marins de l'aire d'étude et définition du bruit de fond naturel, - Inventaires en avion pour compléter la caractérisation de la fréquentation des mammifères marins de l'aire d'étude. - Inventaire en bateau pour compléter la caractérisation de la fréquentation des mammifères marins de l'aire d'étude. <p>Les fiches protocoles présentées conjointement précisent les modalités de mises en œuvre de ces suivis.</p>	
Données disponibles à ce jour	
<ul style="list-style-type: none"> • Rapport du programme MEGASCOPE – campagnes PELMED et MOOSE-GE : DOREMUS G., BLANCHARD A., SANCHEZ T., PELTIER H., VAN CANNEYT O., CHABROLLE A. 2022. MEGASCOPE : Suivi de la distribution de la mégafaune marine en Manche, Atlantique et Méditerranée en 2021. Rapport scientifique de l'Observatoire PELAGIS. 69 p. • Rapport du programme ASI : 	

ACCOBAMS, 2021. *Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the mediterranean sea from 2018-2019 surveys*. By PANIGADA S., BOISSEAU O., CAÑADAS A., LAMBERT C., LARAN S., MCLANAGHAN R., MOSCROP A. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS SURVEY INITIATIVE PROJECT, Monaco, 177 pp.

• *Rapports du programme PACOMM - campagnes SAMM :*

LARAN S., NIVIERE M., GENU M., DOREMUS G., SERRE S., SPITZ J., VAN CANNEYT O. ET AUTHIER M. 2021.

PETTEX, E., FALCHETTO, H., DORÉMUS, G., CANNEYT, O., STEPHAN, E., DAVID, L., STERCKEMAN, A. et RIDOUX, V., 2013.

SERRE, S., DAVID, L., DI-MEGLIO, N., DOREMUS, G., LARAN, S., SPITZ, J. ET VAN CANNEYT, O., 2019.

• *Note technique de planification du développement de l'éolien en Méditerranée (Annexe II, OFB, 2018) : coordonnée par l'Antenne Méditerranée de l'Office Français pour la Biodiversité, avec les contributions du Parc naturel marin du golfe du Lion, du Parc national des Calanques, du Parc naturel régional de Camargue et du Parc marin de la côte bleue. Elle présente une priorisation des enjeux pour les habitats benthiques, avifaune et mammifères marins ainsi que des informations sur les lacunes et suivis à mettre en œuvre.*

• *Etudes d'impacts environnementales des trois projets pilotes d'éoliennes flottantes en Méditerranée (EFGL, EOLMED et PGL) issues d'expertises par bateau, avions et radar. Ainsi que les données collectées dans ce cadre sur le site d'essai MISTRAL situé à l'embouchure du Rhône.*

• *Formulaires Standards de Données et Documents d'Objectifs des zones de protection spéciale (ZPS) du réseau Natura 2000 dans le golfe du Lion.*

Bilan des données manquantes et commentaires

L'analyse bibliographique montre que le niveau général de la connaissance est satisfaisant en qualité et quantité, notamment associé aux nombreux programmes d'études compilés lors de la mise en place du parc marin du Golfe du Lion.

Le faible niveau sonore attendu en phases travaux et exploitation, ne nécessitent pas d'études particulières.

Cependant, les moyens d'étude étant communs avec l'étude de l'avifaune (avion/bateau) et de l'acoustique sous-marine (capteurs acoustiques), les résultats en seront valorisés au regard de la composante mammifères marins.

Ces mesures/observations complémentaires serviront en outre à l'amélioration des connaissances qui s'articuleront autour de ce projet novateur.

Les protocoles envisagés sont présentés dans les fiches protocoles.

Compléments d'études proposés et principes des protocoles associés

Pour les besoins de l'étude d'impact, au vu de la sensibilité modérée de cet enjeu et de l'effet potentiel négligeable pour le raccordement et faible au droit du parc sur cette problématique, les protocoles suivants sont proposés :

- **Ecoute du chorus acoustique sous-marin** pour la caractérisation de la fréquentation des mammifères marins de l'aire d'étude et définition du bruit de fond naturel. 3 sites d'écoute par zone de projet (un dans la zone de projet + un entre la zone de projet et la terre, dans la zone de raccordement + un sur un site contrôle). Sur chaque site d'écoute : un enregistreur de données brutes + un FPOD. 24 mois de mesure (12 premiers mois pour le bruit, 24 mois pour les cétacés). Relevage tous les 3 ou 4 mois avec traitement des données dans le mois suivant la relève.
- **Inventaires visuels en bateau** pour une caractérisation de la fréquentation des mammifères marins au sein de la zone de projet. Transects linéaires sur l'aire d'étude immédiate (voire une zone tampon de 1km). Durée maximum journalière, à une vitesse de 10 à 15 nœuds, avec 3 observateurs. Observations en continu et snapshot. Taux de couverture : environ 20%. Proposition : entre 8 et 12 campagnes par an sur 2 ans.
- **Inventaires visuels en avion** pour compléter la caractérisation de la fréquentation des mammifères marins au sein de la zone du projet et ses abords (zone d'influence du futur parc éolien en mer). Transects linéaires sur la zone de projet et ses abords (zones tampon de 15/20 km). Durée maximum journalière, à une vitesse de 90-95 nœuds, avec 3 observateurs. Taux de couverture : environ 10%. Proposition : entre 8 et 12 campagnes par an sur 2 ans.

Les protocoles envisagés sont présentés dans les fiches protocoles.



Annexe 3. Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales - Chiroptères

FICHE SYNTHETIQUE D'IDENTIFICATION DES LACUNES DE CONNAISSANCES ENVIRONNEMENTALES au regard des attendus de l'art. R.122-5 du Code de l'Environnement -	
 	<h3>Chiroptères</h3>
Synthèse de l'état initial	
<p>L'aire d'étude éloignée marine n'est pas la région de contact privilégiés pour les chiroptères, qui se concentrent plus au niveau de la bande littoral. Néanmoins, les études et observations acoustiques réalisées témoignent de la possibilité de rencontre (rare et préférentiellement au périodes de migration) dans l'aire d'étude éloignée de plusieurs espèces au large rayon de dispersion, comme la Noctule de Leisler ou plusieurs espèces de pipistrelles (P. de Kulh , P. nathusius etc...).</p>	
Protocoles théoriques issus des principaux guides, à mettre en oeuvre dans l'hypothèse de l'absence de données initiales précises (ou spécifiques) sur le site de projet	
<p>Pour les besoins de l'étude d'impact, une simple analyse bibliographique des données existantes relatives à la mégafaune marine est réalisée, au vu de la sensibilité faible de l'enjeu et de l'effet potentiel faible du parc sur cette problématique.</p> <p>Cependant, au titre de l'amélioration des connaissances, il est proposé de mettre en oeuvre les protocoles suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ecoute en mer de l'activité des chiroptères notamment lors des périodes de migrations prenuptiale et postnuptiale. - Relevés par observation depuis la côte. Selon une stratégie d'échantillonnage préalablement définie. <p>Les fiches protocoles présentées conjointement précises les modalités de mises en oeuvre de ces suivis.</p>	
Données disponibles à ce jour	
<p>Les principales sources bibliographiques pour les chiroptères sont peu nombreuses et se basent sur les documents suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recensement des données et autres livrables du programme MIGRALION concernant l'avifaune migratrice terrestre et marine du Golfe du Lion ; • Note technique de planification du développement de l'éolien en Méditerranée (Annexe II, OFB, 2018) : coordonnée par l'Antenne Méditerranée de l'Office Français pour la Biodiversité, avec les contributions du Parc naturel marin du golfe du Lion, du Parc national des Calanques, du Parc naturel régional de Camargue et du Parc marin de la côte bleue. Elle présente une priorisation des enjeux pour les habitats benthiques, avifaune et mammifères marins ainsi que des informations sur les lacunes et suivis à mettre en oeuvre. • Etudes d'impacts environnementales des trois projets pilotes d'éoliennes flottantes en Méditerranée issues d'expertises par bateau, avions et radar. Ainsi que les données collectées dans ce cadre sur le site d'essai MISTRAL situé à l'embouchure du Rhône. • Formulaire Standards de Données et Documents d'Objectifs des zones spéciales de conservation (ZSC) du réseau Natura 2000 dans le golfe du Lion. 	
Bilan des données manquantes et commentaires	
<p>L'analyse bibliographique montre que le niveau général de la connaissance est satisfaisant en qualité et quantité.</p>	

Compte-tenu des enjeux associés à la thématique (faibles à modérés), mais aussi du caractère novateur de la technologie, il apparaît nécessaire de renforcer les connaissances spécifiques à la zone propice de façon à optimiser la localisation du projet, à assurer un état initial complet et une évaluation des impacts du projet pertinente.

Les fiches protocoles présentées conjointement précises les modalités de mises en œuvre de ces suivis.

Compléments d'études proposés et principes des protocoles associés

Les connaissances sur le déplacement des chauves-souris en milieu marin sont, à ce jour, lacunaires, notamment en ce qui concerne leur phénologie migratoire (trajets, périodes, conditions météorologiques). L'amélioration des techniques acoustiques ces dix dernières années a néanmoins apporté des preuves de la fréquentation aléatoire du milieu marin par certaines espèces.

Au titre de l'amélioration des connaissances régionales, il est prévu en outre une contextualisation régionale des observations de la façon suivante :

- **Campagne en mer par bateau à l'échelle du golfe du Lion (campagnes MIGRALION)** avec acquisition des données par différentes méthodes (radar, acoustiques, observations visuelles etc...)
- **Valorisation des données récoltées dans le cadre du programme d'acquisition MIGRALION pour le lot 4 : campagnes en mer par bateau avec analyse ciblées sur les sites d'implantation cibles.**

Ces mesures/observations complémentaires serviront en outre à l'amélioration des connaissances qui s'articuleront autour de ce projet novateur.

Les protocoles envisagés sont présentés dans les fiches protocoles.



Annexe 4. Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales – Qualité de l'eau

FICHE SYNTHETIQUE D'IDENTIFICATION DES LACUNES DE CONNAISSANCES ENVIRONNEMENTALES au regard des attendus de l'art. R.122-5 du Code de l'Environnement		
 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE		Qualité de l'Eau Galatea
Protocoles théoriques issus des principaux guides, à mettre en œuvre dans l'hypothèse de l'absence de données initiales précises (ou spécifiques) sur le site de projet		
<ul style="list-style-type: none"> - Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2017. Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer. - MEEM, 2016. Guide méthodologique pour l'élaboration des Documents d'Orientation pour une Gestion durable des Granulats Marins (DOGGM), 180p. - Protocole recommandé par l'Ifremer pour la réalisation des études d'impact et de surveillance des projets de sites d'implantation d'énergie renouvelable en mer (2013) - MEDDTL, 2011. Elaboration d'une stratégie nationale pour la gestion durable des granulats terrestres et marins et des matériaux de carrières. Document de travail pour la réunion du 28/04/2011 : 16 p 		
Données disponibles à ce jour		
<ul style="list-style-type: none"> - Données satellite MODIS - SDAGE 2022-2027 Rhône Méditerranée - Données du Réseau de contrôle Microbiologique (REMI) ; - Données du Réseau d'Observation de la Contamination CHimique (ROCCH) ; - Données du Réseau de surveillance du PHYtoplancton et des phycotoxines (REPHY). - Etat initial du projet Midi Provence, 2015 -Campagnes de mesures sur le secteur de Ponteau – 3 stations au large du coralligène 24 à 28 m de profondeur + plongeurs sur les sites de posidonies en face de Ponteau - Etat de référence avant travaux pour le projet éolien pilote PGL, 2022. 9 stations sondes multi-paramètres - Mesures de paramètres environnementaux (température, salinité, PH, oxygène dissous, turbidité). 		
Bibliographie		
<ul style="list-style-type: none"> - Amouroux I et al., 2023. Implantation de parcs éoliens off-shores : caractérisation et suivi des contaminants chimiques - Recommandations Ifremer. Mars 2023, 26 p. - Amouroux I., Claisse D., 2016. AQUAREF - Opérations d'échantillonnage en milieu marin dans le cadre des programmes de surveillance DCE (matrices : eau, sédiment et biote) - Recommandations techniques – Edition 2015. - Andral B., Tomasino C., 2010. RINBIO 2009 - Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2009. - COMITE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE, 2022. SDAGE 2022-2027 du bassin Rhône-Méditerranée. Volume principal - Version adoptée par le comité de bassin du 18 mars 2022. 449 p. 		

- IFREMER. Surval – Accès aux données d’environnement marin et littoral. Disponible sur : <https://surval.ifremer.fr/>
- IRSTEA. Observatoire des sédiments du Rhône. Bouée instrumentée MESURHO (concentrations en MES, turbidité). Disponible sur : <https://bdoh.irstea.fr/OBSERVATOIRE-DES-SEDIMENTS-DU-RHONE/viewer>
- Mirallès F., Herlory O., Brach-Papa C. Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2021. Résultats acquis jusqu’en 2021. Ifremer/ODE/LITTORAL/LERPAC/Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse, 109 p.
- O. Serais, D. Munaron, E. Caillard, N. Cimiterra, C. Gianaroli, F. Lagarde. Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2021. Région Occitanie - Départements des Pyrénées Orientales, de l’Aude, de l’Hérault, du Gard. Ifremer/ODE/LITTORAL/LERLR/22.02/Laboratoire Environnement Ressources Languedoc-Roussillon, 164 p.
- RTE. Suivi biosédimentaire dans le cadre du raccordement électrique du parc pilote d’éoliennes flottantes Provence Grand Large – Octobre 2022. Créocéan, 75 p.
- Parc Eolien Offshore de Provence Grand Large SAS / RTE, 2017. Projet de parc éolien flottant pilote Provence Grand Large – Etude d’impact environnemental – Mai 2017. Chapitre 2 Etat initial, 344 p.

Chronogramme des investigations et/ou études spécifiques

- Campagnes de mesures sur le secteur de Ponteau en février 2015 et juin 2015.
- Mesures de paramètres environnementaux lors d’un suivi biosédimentaire en juin 2022 dans le cadre du projet PGL.
- Vanessa Millán et al., 2022. Guide des bonnes pratiques pour l’utilisation des DGTs. Échantillonnage des métaux dans les eaux de transition et côtières par la technique du Gradient de Diffusion en couche mince (DGT). ISBN : 978- 84-09-40980-8.

Protocoles préconisés lors des débats publics

Souvent RAS...

Bilan des données manquantes et commentaires

L’analyse bibliographique montre que le niveau général de la connaissance est satisfaisant en qualité et quantité mais essentiellement concentré sur le littoral. Il existe peu de données relatives à la qualité de l’eau sur les zones des parcs.

Compte-tenu des enjeux associés à la thématique, mais aussi du caractère novateur de la technologie, il apparaît nécessaire de renforcer les connaissances spécifiques à la zone propice de façon à optimiser la localisation du projet, à assurer un état initial complet et une évaluation des impacts du projet pertinente.

La fiche protocole présentée conjointement précise les modalités de mises en œuvre des campagnes complémentaires envisagées.

Compléments d’études proposés et principes des protocoles associés

Pour les besoins de l’étude d’impact, au vu de la sensibilité faible de cet enjeu et de l’effet potentiel faible du parc et de son raccordement sur cette problématique, les protocoles suivants sont proposés :

Paramètres étudiés :

- Hydrologiques et physico-chimiques par des mesures à la sonde sur des stations ponctuelles : température, turbidité, salinité, oxygène dissous, pH, fluorescence ;
- Prélèvements ponctuels pour analyses biologiques (Chlorophylle a, Phéopigments), chimie et micro polluants (métaux, matières inhibitrices, hydrocarbures, nutriments, MES, silicium, indium, bromoforme) et bactériologie (Escherichia coli, entérocoques).

Les protocoles détaillés sont présentés dans un document dédié (description détaillée + Fiche protocole) présenté conjointement.



Annexe 5. Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales – Qualité des sédiments

FICHE SYNTHETIQUE D'IDENTIFICATION DES LACUNES DE CONNAISSANCES ENVIRONNEMENTALES au regard des attendus de l'art. R.122-5 du Code de l'Environnement -			
 MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE		Qualité des sédiments	Galatea
Protocoles théoriques issus des principaux guides, à mettre en œuvre dans l'hypothèse de l'absence de données initiales précises (ou spécifiques) sur le site de projet			
<ul style="list-style-type: none"> - Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2017. Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer. - MEEM, 2016. Guide méthodologique pour l'élaboration des Documents d'Orientation pour une Gestion durable des Granulats Marins (DOGGM), 180p. - Protocole recommandé par l'Ifremer pour la réalisation des études d'impact et de surveillance des projets de sites d'implantation d'énergie renouvelable en mer (2013) - MEDDTL, 2011. Elaboration d'une stratégie nationale pour la gestion durable des granulats terrestres et marins et des matériaux de carrières. Document de travail pour la réunion du 28/04/2011 : 16 p. 			
Données disponibles à ce jour			
<ul style="list-style-type: none"> - Campagne ROCCHSED (Réseau d'Observation de la Contamination Chimique dans le Sédiment) 2016, IFREMER - Etat initial du projet RTE Midi-Provence, échantillonnage par Créocéan, 2014. 11 stations échantillonnées entre 6 et 72 m de profondeur pour la qualité des sédiments. - Données des campagnes biosédimentaires réalisées pour l'état de référence avant travaux – Projet éolien pilote PGL. 9 stations le long du tracé du raccordement (à 5, 10, 20, 30, 60 et 90 mètres). 			
Bibliographie			
<ul style="list-style-type: none"> - CEREMA 2014. <i>Évaluation Environnementale Stratégique du Plan d'Action pour le Milieu Marin de la sous-région marine Méditerranée Occidentale</i>, CEREMA, Direction Territoriale Méditerranée, Août 2014. - Garlan T. et Marchès E. 2015. <i>Nature des fonds marins / SRM MO, rapportage DCSMM*</i>, 6 p. - IFREMER 2018. <i>Rapport de synthèse de la campagne d'évaluation de la qualité chimique des sédiments (ROCCHSED) 2016 en Méditerranée</i>. - IRSN, <i>Constat Radiologique Méditerranée, Décembre 2020</i>. 			
Chronogramme des investigations et/ou études spécifiques			
<ul style="list-style-type: none"> - Echantillonnage par Créocéan en 2014 dans le cadre de l'état initial du projet RTE Midi-Provence ; - Suivi biosédimentaire en 2022 – Etat de référence avant travaux du projet éolien pilote PGL - Campagne ROCCHSED (Réseau d'Observation de la Contamination Chimique dans le Sédiment) 2016, IFREMER. 			
Protocoles préconisés lors des débats publics			

Souvent RAS...

Bilan des données manquantes et commentaires

L'analyse bibliographique montre que le niveau général de la connaissance est peu satisfaisant en qualité et quantité.

Compte-tenu des enjeux associés à la thématique (modérés à forts), mais aussi du caractère novateur de la technologie, il apparaît nécessaire de renforcer les connaissances spécifiques à la zone propice de façon à optimiser la localisation du projet, à assurer un état initial complet et une évaluation des impacts du projet pertinente.

Les fiches protocoles présentées conjointement précises les modalités de mises en œuvre de ces suivis.

Compléments d'études proposés et principes des protocoles associés

Pour les besoins de l'étude d'impact, au vu de la sensibilité faible de cet enjeu et de l'effet potentiel faible du parc et de son raccordement sur cette problématique, les protocoles suivants sont proposés afin d'améliorer les connaissances sur la qualité physico-chimique des sédiments et sur le niveau de risques lié aux éventuels blooms phytoplanctoniques lors du remaniement des sédiments.

Les protocoles détaillés sont présentés dans un document dédié (description détaillée + Fiche protocole) présenté conjointement.



Annexe 6. Fiche synthétique d'identification des lacunes de connaissances environnementales - Habitats et peuplement benthiques

FICHE SYNTHETIQUE D'IDENTIFICATION DES LACUNES DE CONNAISSANCES ENVIRONNEMENTALES au regard des attendus de l'art. R.122-5 du Code de l'Environnement -			
 MINISTÈRE DE LA TRANSI ÉNERGÉTIQUE		Habitats et peuplement benthiques	Galatea et IDRABIO
Protocoles théoriques issus des principaux guides, à mettre en œuvre dans l'hypothèse de l'absence de données initiales précises (ou spécifiques) sur le site de projet			
<ul style="list-style-type: none"> - Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2017. Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer. - MEEM, 2016. Guide méthodologique pour l'élaboration des Documents d'Orientation pour une Gestion durable des Granulats Marins (DOGGM), 180p - Protocole recommandé par l'Ifremer pour la réalisation des études d'impact et de surveillance des projets de sites d'implantation d'énergie renouvelable en mer (2013) - MEDDTL, 2011. Elaboration d'une stratégie nationale pour la gestion durable des granulats terrestres et marins et des matériaux de carrières. Document de travail pour la réunion du 28/04/2011 : 16 p. 			
Données disponibles à ce jour			
<ul style="list-style-type: none"> - Données expertises de In Vivo 2013 dans le cadre du projet PGL - Etude bibliographique pour le projet d'éoliennes en mer dans la Golfe du Lion, 2021 - Classification EUNIS (European Nature Information System) 			
Bibliographie			
<ul style="list-style-type: none"> - ANDROMEDE, 2022. Surveillance biologique dans la région Est de la Provence- Alpes-Côte d'Azur – Analyse des données 2022 – Réseau TEMPO de suivi des herbiers de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 217 pages. - Meinesz, A., & Laurent, R. (1978). Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de Posidonia oceanica dans les Alpes-Maritimes (France)– Campagne Poséidon 1976. - Pergent, G., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : Etat des connaissances. Mésogée 54, 3-29. 			

- Charbonnel E., Boudouresque C.F., Meinesz A., Bernard G., Bonhomme P., Patrone J., Kruczek R., Cottalorda J.M., Bertrand M.C., Foret P., Ragazzi M., Le Direac'h L., 2000b. Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie : présentation et guide méthodologique. Année 2000. Région PACA, Agence de l'Eau RMC, GIS Posidonie, CQEL 13, CQEL 83, Conseil Général 06, GIS Posidonie publ. : 1-76.
- Sartoretto Stéphane. 2007. Soutien méthodologique à la mise en œuvre de la Directive Cadre Eau (item Posidonie) : Validation du protocole de calcul de l'EQR dans les écorégions Languedoc-Roussillon et Provence Côte d'Azur.
- Lopez y Royo, C., Casazza, G., Pergent-Martini, C., Pergent, G., 2010. A biotic index using the seagrass *Posidonia oceanica* (BiPo), to evaluate ecological status of coastal waters. *Ecological Indicators* 10, 380–389.
- Ruitton S., Boudouresque C.F., Thibaut T., Rastorgeff P.-A., Personnic S., Boissery P., Daniel B., 2017. Guide méthodologique pour l'évaluation écosystémique des habitats marins. M / O publ., 161 p.
- Personnic, S., Boudouresque, C.F., Astruch, P., Ballesteros, E., Blouet, S., Bellan-Santini, D., Bonhomme, P., Thibault-Botha, D., Feunteun, E., Harmelin-Vivien, M., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Pastor, J., Poggiale, J.C., Renaud, F., Thibaut, T., Ruitton, S., 2014. An ecosystem-based approach to assess the status of a Mediterranean ecosystem, the *Posidonia oceanica* seagrass meadow. *PLoS ONE* 9 (6), e98994.
- Abadie A., Viala C., Marre G., Boissery P. (2022) La photogrammétrie sous-marine. Application au suivi des herbiers de posidonie. *Seaviews Publ.* 108p.
- Guilhem Marre. Développement de la photogrammétrie et d'analyses d'images pour l'étude et le suivi d'habitats marins. Ingénierie de l'environnement. Université de Montpellier, 2020. Français. Tel-02951806v2.
- France. Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse et l'association l'œil d'Andromède [en ligne depuis 2013]. MEDTRIX. Disponible sur : <<https://medtrix.fr/>>.
- ANDROMEDE, 2021. Surveillance biologique dans la région Ouest de la Provence-Alpes-Côte d'Azur et en région Occitanie – Analyse des données 2021 – Réseau RECOR de suivi des récifs coralligènes. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 166 pages.
- Blanfuné A., Thibaut T., Palomba L. 2017. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau – Rapport d'état écologique des masses d'eau – Littoral rocheux méditerranéen français – Deuxième phase de réévaluation. Contrat Agence de l'eau RMC – ProtisValor : 53 pp. + Atlas cartographique.
- Jouvenel J.-Y., Picard-Afrah I. 2015. Projet Midi-Provence : Tracé route Est. Analyse du passage dans le coralligène. RTE - 26p.
- Ruitton S., Boudouresque C.F., Thibaut T., Rastorgeff P.-A., Personnic S., Boissery P., Daniel B., 2017. Guide méthodologique pour l'évaluation écosystémique des habitats marins. M I O publ., 161 p.

Chronogramme des investigations et/ou études spécifiques

- Campagnes benthos In vivo 2013 projet PGL

Protocoles préconisés lors des débats publics

Souvent RAS...

Bilan des données manquantes et commentaires

L'analyse bibliographique montre que le niveau général de la connaissance est plutôt faible. Compte-tenu des enjeux associés à la thématique (XXX), il apparaît nécessaire de renforcer les connaissances spécifiques à la zone propice de façon à optimiser la localisation du projet, à assurer un état initial complet et une évaluation des impacts du projet pertinente.

Les fiches protocoles présentées conjointement précisent les modalités de mises en œuvre de ces suivis.

Compléments d'études proposés et principes des protocoles associés

Pour les besoins de l'étude d'impact, au vu de la sensibilité faible à modéré de cet enjeu et de l'effet potentiel faible à modéré du parc et de son raccordement sur cette problématique, les protocoles sont proposés afin d'améliorer les connaissances sur les habitats et peuplements benthiques et plus particulièrement :



- Identifier la nature des habitats et communautés benthiques présents, notamment les habitats d'intérêt patrimonial, leur état écologique (bon, déjà dégradé, etc.) et leur degré de sensibilité vis-à-vis du projet. Une attention particulière sera apportée aux espèces protégées.

- Cartographier les habitats marins.

Les protocoles détaillés sont présentés dans un document dédié (description détaillée + Fiche protocole) présenté conjointement.



BRL
Ingénierie



www.brl.fr/brli

Société anonyme au capital de 3 183 349 euros
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NÎMES B 391 484 862
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19

1105, avenue Pierre Mendès-France
BP 94001 - 30 001 Nîmes Cedex 5
FRANCE
Tél. : +33 (0) 4 66 84 81 11
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09
e-mail : brli@brl.fr