

CHAPITRE 3

EFFETS ET IMPACTS DU PROJET



SOMMAIRE

1. METHODOLOGIE: RAPPELS	9
1.1. ANALYSE DES EFFETS.....	9
1.2. DETERMINATION DES IMPACTS	10
2. EFFETS EN PHASE DE CONSTRUCTION	11
2.1. EFFETS SUR LE MILIEU PHYSIQUE EN PHASE DE CONSTRUCTION	11
PARTIE MARITIME	11
2.1.1. Effets sur la géologie, la morphologie et la nature des fonds marins.....	11
2.1.2. Effets sur l'hydrodynamisme.....	14
2.1.3. Effets sur la dynamique sédimentaire marine et côtière	14
2.1.4. Effets sur la qualité des eaux.....	14
2.1.5. Effets sur la qualité des sédiments	18
2.1.6. Effets sur l'environnement sonore	19
2.1.7. Effets sur l'électromagnétisme.....	23
PARTIE TERRESTRE	24
2.1.8. Effets sur la topographie.....	24
2.1.9. Effets sur la nature des sols	24
2.1.10. Effets sur la ressource en eau	25
2.1.11. Effets sur la qualité des milieux aquatiques terrestres	29
2.1.12. Effets sur l'environnement sonore	35
2.1.13. Effets sur les risques inondation et submersion marine	37
2.2. EFFETS SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE EN PHASE DE CONSTRUCTION	40
PARTIE MARITIME	40
2.2.1. Effets sur les habitats marins et les biocénoses benthiques.....	40
2.2.2. Effets sur les espèces pélagiques	44
2.2.3. Effets sur les mammifères marins	48
2.2.4. Effets sur les tortues	53
2.2.5. Effets sur l'avifaune	54
PARTIE TERRESTRE	55
2.2.6. Effets sur les milieux naturels terrestres en phase de construction	55
2.2.7. Effets sur les continuités écologiques	73
2.3. EFFETS SUR LE PATRIMOINE ECOLOGIQUE, PAYSAGER ET CULTUREL EN PHASE DE CONSTRUCTION	74
2.3.1. Effets sur le patrimoine écologique et les protections patrimoniales.....	74
2.3.2. Effets sur le paysage et le patrimoine culturel.....	78
2.4. EFFETS SUR LE MILIEU HUMAIN EN PHASE DE CONSTRUCTION	80
PARTIE MARITIME	80
2.4.1. Effets sur la navigation maritime.....	80
2.4.2. Risques pyrotechniques	81
2.4.3. Effets sur les zones maritimes réglementées.....	84
2.4.4. Effets sur la sécurité maritime	84

2.4.5.	Effets sur la pêche professionnelle.....	85
2.4.6.	Effets sur les activités touristiques et de loisirs (maritimes et côtières)	86
PARTIE TERRESTRE		87
2.4.7.	Effets sur la santé humaine	87
2.4.8.	Effets sur le trafic routier.....	89
2.4.9.	Effets sur les servitudes aériennes et terrestres	89
3.	EFFETS EN PHASE D'EXPLOITATION	90
3.1.	EFFETS SUR LE MILIEU PHYSIQUE EN PHASE D'EXPLOITATION.....	90
PARTIE MARITIME		90
3.1.1.	Effets sur la géologie	90
3.1.2.	Effets sur la morphologie et la nature des fonds marins	90
3.1.3.	Effets sur l'hydrodynamisme.....	91
3.1.4.	Effets sur la dynamique sédimentaire et côtière.....	91
3.1.5.	Effets sur la qualité des eaux.....	92
3.1.6.	Effets sur la qualité des sédiments	97
3.1.7.	Effets sur l'environnement sonore	97
3.1.8.	Caractérisation des champs électromagnétiques émis par les câbles.....	100
3.1.9.	Augment ation de la température	102
PARTIE TERRESTRE		104
3.1.10.	Effets sur la qualité des milieux aquatiques terrestres	104
3.1.11.	Effets sur la ressource en eau	104
3.1.12.	Effets sur les risques inondation et submersion marine	106
3.2.	EFFETS SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE EN PHASE D'EXPLOITATION	107
PARTIE MARITIME		107
3.2.1.	Effets sur les habitats marins et les biocénoses marines.....	107
3.2.2.	Effets sur les espèces pélagiques	112
3.2.3.	Effets sur les mammifères marins	118
3.2.4.	Effets sur les tortues	122
3.2.5.	Effets sur l'avifaune	124
PARTIE TERRESTRE		136
3.2.6.	Effets sur les milieux naturels terrestres.....	136
3.2.7.	Effets sur les continuités écologiques	136
3.3.	EFFETS SUR LE PATRIMOINE ECOLOGIQUE, PAYSAGER ET CULTUREL EN PHASE D'EXPLOITATION	137
3.3.1.	Effets sur le patrimoine écologique et les protections patrimoniales.....	137
3.3.2.	Effets sur le paysage et le patrimoine culturel.....	138
3.4.	EFFETS SUR LE MILIEU HUMAIN EN PHASE D'EXPLOITATION	147
PARTIE MARITIME		147
3.4.1.	Effets sur la navigation et la sécurité maritime	147
3.4.1.	Effets sur les risques pyrotechniques	160
3.4.2.	Effets sur la pêche professionnelle.....	160
3.4.3.	Effets sur les activités de tourisme et de loisirs	163
PARTIE TERRESTRE		164
3.4.4.	Effets sur le trafic routier.....	164

3.4.5.	Effets sur les servitudes terrestres	164
3.4.6.	Effets sur l'économie locale	165
3.4.7.	Effets sur la santé humaine	166
3.4.8.	Activités humaines	173
4.	EFFETS EN PHASE DE DEMANTELEMENT	174
4.1.	EFFETS SUR LE MILIEU PHYSIQUE EN PHASE DE DEMANTELEMENT	174
4.1.1.	Effets sur la géologie, la morphologie et la nature des fonds marins	174
4.1.2.	Effets sur l'hydrodynamisme	174
4.1.3.	Effets sur la dynamique sédimentaire marine et côtière	175
4.1.4.	Effets sur la qualité des eaux	175
4.1.5.	Effets sur la qualité des sédiments	175
4.1.6.	Effets sur l'environnement sonore	175
4.1.7.	Effets sur l'électromagnétisme	177
4.1.8.	Effets sur le milieu terrestre	177
4.2.	EFFETS SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE EN PHASE DE DEMANTELEMENT	178
4.2.1.	Effets sur les habitats marins et les biocénoses benthiques	178
4.2.2.	Effets sur les espèces pélagiques	179
4.2.3.	Effets sur les mammifères marins	179
4.2.4.	Effets sur les tortues	180
4.2.5.	Effets sur l'avifaune	181
4.2.6.	Milieus naturels terrestres	181
4.3.	EFFETS SUR LE PATRIMOINE ECOLOGIQUE, PAYSAGER ET CULTUREL EN PHASE DE DEMANTELEMENT	182
4.3.1.	Effets sur le patrimoine écologique et les protections patrimoniales	182
4.3.2.	Effets sur le paysage	182
4.3.3.	Effets sur le patrimoine culturel	182
4.4.	EFFETS SUR LE MILIEU HUMAIN EN PHASE DE DEMANTELEMENT	183
5.	SYNTHESE DES EFFETS ET IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	185
6.	ADDITION ET INTERACTION DES EFFETS ENTRE EUX	204

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 1 : Méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux potentiels d'un projet d'aménagement (Source : MEDDE, 2012)	10
Figure 2 : Exemple d'engins de <i>jetting</i> et charrue (Sources : RTE, 2017 et LD TravOcean)	13
Figure 3 : Mouvements de sédiments lors des opérations de <i>jetting</i>	15
Figure 4 : Illustration de la turbidité générée par un appareil de <i>jetting</i>	16
Figure 5 : Gabarit de source sonore (en dB ref. $1\mu\text{Pa}/\sqrt{\text{Hz}}$ @1m) localisée près du fond, permettant de modéliser le bruit généré par l'outil tracté d'ensouillage d'un câble (Source : Quiet Oceans pour Parc du Banc de Guérande, 2014)	20
Figure 6 : Navire câblé	21
Figure 7 : Gabarit de source sonore (en dB ref. $1\mu\text{Pa}/\sqrt{\text{Hz}}$ @1m) modélisant un navire de type remorqueur (Source : Quiet Oceans pour Parc du Banc de Guérande, 2014)	22
Figure 8 : Intensités de diverses sources de bruit sous-marin (Source : d'après Vella, 2001)	22
Figure 9 : Exemple d'un passage en ensouillage sur des réseaux de petite largeur	25
Figure 10 : Localisation des secteurs de travaux à proximité de milieux aquatiques (Source : RTE, 2017) ..	30
Figure 11 : Milieux aquatiques situés à proximité du tracé du câble d'export terrestre (© BRLi)	31
Figure 12 : Traversée du canal Saint-Louis par forage dirigé	31
Figure 13 : Schéma de principe du forage dirigé pour la traversée du Canal Saint-Louis (Source : RTE, 2017)	31
Figure 14 : Terrain SHELL sur la route du câble d'export terrestre	33
Figure 15 : Illustration de l'opération de levage du rotor complet d'une éolienne (© Siemens)	35
Figure 16 : Turbidité moyenne en janvier et août en Méditerranée Occidentale (NTU = Nephelometric Turbidity Unit - Source : Gohin, 2011)	42
Figure 17 : Audiogrammes de quelques poissons (Source : COWRIE, 2006)	46
Figure 18 : Zones d'influence du bruit sur les mammifères marins (Source : d'après Richardson et al., 1995)	48
Figure 19 : Audiogrammes des principaux mammifères marins rencontrés dans la zone d'étude	49
Figure 20 : Evaluation des distances d'incidences de différentes sources sonores sur les mammifères marins (Source : modifié d'après OSL, 2014)	51
Figure 21 : Site d'atterrissage sur la plage Napoléon (parking) et exemple de chantier d'atterrissage (Sources : BRLi, 2013 et EDF-EN)	55
Figure 22 : Routes empruntées par le tracé du câble d'export terrestre (© BRLi)	56
Figure 23 : Fourrés des marais salés méditerranéens / Dunes embryonnaires – secteur route Napoléon (Source : Biotope, 2013)	57
Figure 24 : Schéma d'implantation de la base O&M du parc pilote	79
Figure 25 : Calcul du risque UXO (Source : Elenkhos, 2013)	82

Figure 1 : Schéma de transfert des métaux constitutifs des anodes sacrificielles vers les différents compartiments marins (Source : <i>Deborde et al., 2014 (acte de colloque)</i>)	96
Figure 2 : Propagation du son dans une éolienne en exploitation (Betke et al., 2004).....	98
Figure 8 : Principales étapes de colonisation des structures immergées en milieu marin.....	108
Figure 4 : Raie bouclée et petite roussette (© Ifremer)	116
Figure 10 : Emission sonore d'une éolienne en mer en fonctionnement	119
Figure 11 : Caractéristiques de l'éolienne flottante prises en considération pour l'analyse paysagère du projet (Source : <i>Composite, 2017</i>).....	139
Figure 12 : Analyse paysagère réalisée sur simulation depuis la plage Napoléon (Source : <i>Composite, 2017</i>)	141
Figure 13 : Analyse paysagère réalisée sur simulation depuis la plage de Carro (Source : <i>Composite, 2017</i>)	142
Figure 14 : Analyse paysagère réalisée sur simulation depuis la plage de Piémanson (Source : <i>Composite, 2017</i>).....	143
Figure 15 : Analyse paysagère réalisée sur simulation depuis un point de vue en hauteur (RD09) (Source : <i>Composite, 2017</i>).....	144
Figure 16 : Etude préalable d'intégration du bâtiment de contrôle-commande du parc pilote	145
Figure 18 : Collision frontale et après dérive accidentelle	151
Figure 6 : Navire câblé.....	176
Figure 22 : Addition et interaction des effets entre eux (Source : <i>BRLi, 2013</i>)	204

Liste des tableaux

Tableau 1 : Surfaces de sédiments remaniés en phase de travaux	13
Tableau 2 : Seuils de dommages permanents (PTS) pour les différents groupes de mammifères marins...	50
Tableau 3 : Niveaux sonores correspondants aux seuils de blessure et de modification comportementale du NMFS (Source : <i>NOAA, 2005</i>).....	50
Tableau 4 : Evaluation des effets du projet sur la tortue Caouanne en phase de travaux (Source : <i>Biotope, 2017</i>).....	54
Tableau 5 : Grille d'analyse des impacts sur le milieu biologique terrestre (source : <i>Naturalia, 2017</i>).....	71
Tableau 6 : Emprises des travaux liés au câble de raccordement maritime sur les ZNIEFF	75
Tableau 7 : Durées d'installation en mer du parc pilote	81
Tableau 8 : Evaluation du risque UXO lié à l'installation du projet (Source : <i>Elenkhos, 2013</i>).....	83
Tableau 9 : Valeurs de champs électromagnétiques modélisés dans le cadre de programmes de recherche ou de développement de parcs éoliens en mer.....	101
Tableau 10 : Effets du projet pilote sur la tortue Caouanne en phase d'exploitation (Source : <i>Biotope, 2017</i>)	123
Tableau 11 : Evaluation des impacts par collision (Source : <i>Biotope, 2017</i>)	129
Tableau 12 : Analyse des impacts par dérangement et perte d'habitat associée (Source : <i>Biotope, 2017</i>)	133
Tableau 13 : Analyse des impacts par effet barrière (Source : <i>Biotope, 2017</i>).....	134
Tableau 14 : Bilans annuels des échanges du GPM Marseille-Fos et estimations pour l'année 2018 issues du projet stratégique GPMM 2014-2018 (Source : <i>Tecnitas, 2017</i>).....	149

Tableau 15 : Matrice d'acceptabilité du risque	156
Tableau 16 : Acceptabilité des scénarios	157
Tableau 17 : Echelle de gravité (SI) de la note NOR DEVT1613199	158
Tableau 18 : Echelle de fréquence (FI) de la note NOR DEVT1613199	158
Tableau 19 : Matrice d'acceptabilité du risque (RI) de la note NOR DEVT1613199	158
Tableau 20 : Résultats des scénarios suivant la note NOR DEVT1613199	159
Tableau 21 : Evaluation des effets du projet sur la tortue Caouanne en phase de travaux (<i>Source : Biotope, 2017</i>).....	180
Tableau 21 : Effets du projet sur le milieu physique.....	187
Tableau 22 : Impacts du projet sur le milieu biologique	189
Tableau 23 : Impacts du projet sur le patrimoine écologique, paysager et culturel	189
Tableau 24 : Impacts du projet sur le milieu humain.....	191
Tableau 25 : Grille d'analyse des impacts sur le milieu biologique terrestre (<i>source : Naturalia, 2017</i>).....	203

Liste des cartes

Carte 1 : Aléa inondation constitué par l'inondation par le débordement du Rhône et/ou par la submersion marine (<i>Source : PPRi de Port-Saint-Louis-du-Rhône, 2016</i>).....	38
--	----



1. METHODOLOGIE: RAPPELS

L'état initial a permis d'analyser les enjeux des différents compartiments récepteurs du milieu au niveau de la zone d'étude.

Le présent chapitre correspond à l'évaluation des effets du projet sur l'environnement du site. Le croisement des sensibilités des compartiments récepteurs avec les effets du projet permet de déterminer et d'évaluer les impacts de ce dernier.

Les termes « effet » et « impact » n'ont pas la même signification :

- L'effet décrit la conséquence objective du projet sur l'environnement : par exemple, le niveau sonore sous-marin va augmenter pendant les travaux de construction du parc.
- L'impact est apprécié vis-à-vis de compartiments récepteurs : ils sont évalués en mettant en perspective les effets du projet sur les paramètres du milieu avec la sensibilité de ces compartiments.

1.1. Analyse des effets

Les effets du projet sont traités pour chaque phase du projet :

- Effets pendant les travaux ;
- Effets pendant l'exploitation du parc pilote ;
- Effets pendant le démantèlement.

Les effets sont ensuite analysés selon les quatre milieux définis au Chapitre 1 « Etat initial » :

- Milieu physique ;
- Milieu vivant (ou biologique) ;
- Patrimoine écologique, paysager et culturel ;
- Milieu humain (activités socio-économiques et usages).

Les effets sont hiérarchisés de la manière suivante :

- Nature de l'effet : positif ou négatif ;
- Type d'effet : direct ou indirect ;
- Durée de l'effet : temporaire et permanent, à court, moyen et long terme ;
- Intensité de l'effet : nul ou négligeable, faible, moyen, fort.

1.2.Détermination des impacts

L'impact est apprécié vis-à-vis de compartiments récepteurs : ils sont évalués en mettant en perspective les effets du projet sur les paramètres du milieu avec la sensibilité de ces compartiments.

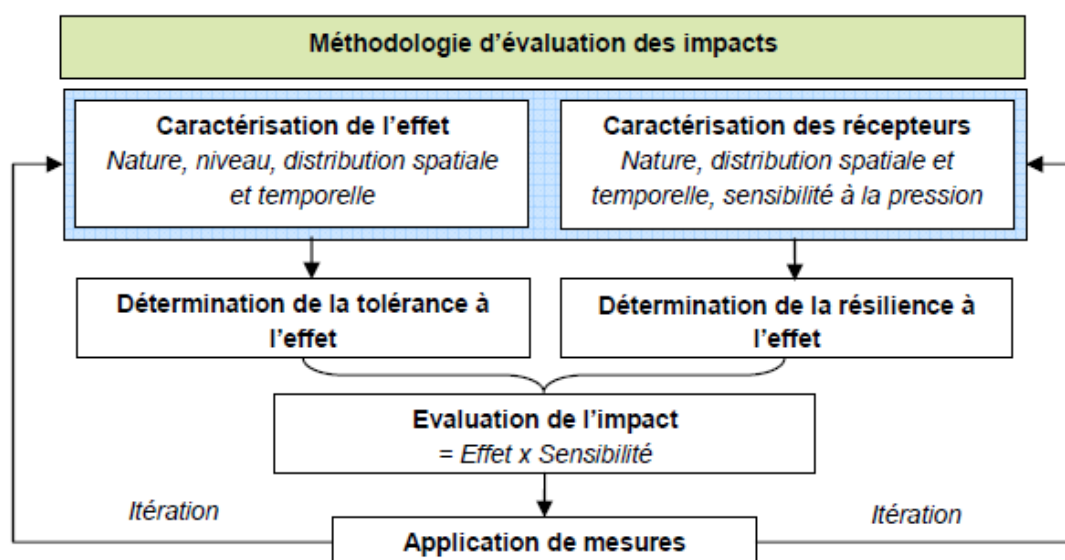


Figure 1 : Méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux potentiels d'un projet d'aménagement
(Source : MEDDE, 2012)

Les impacts sont appréhendés au regard de compartiments récepteurs que sont le milieu vivant, les activités et usages de la mer et du littoral ou encore le patrimoine naturel, culturel et paysager mais également sur la santé et la sécurité. Par exemple, l'impact de l'augmentation du bruit sous-marin est évalué vis-à-vis des espèces marines (notamment des mammifères marins). C'est la raison pour laquelle l'étude indique des niveaux d'effets mais ne conclut pas à des niveaux d'impacts sur les paramètres physiques du milieu.

Dans ce chapitre, l'évaluation des impacts du projet intègre plusieurs mesures d'évitement et de réduction prévues dès la conception de celui-ci. Ces mesures sont présentées dans le Chapitre 7 « Mesures prévues par le maître d'ouvrage » de cette étude d'impact.

NOTA : les hypothèses sont conservatrices dans la mesure où les linéaires, emprises et surfaces d'interaction maximales ont été considérées.



2. EFFETS EN PHASE DE CONSTRUCTION

2.1. Effets sur le milieu physique en phase de construction

PARTIE MARITIME

2.1.1. Effets sur la géologie, la morphologie et la nature des fonds marins

Pour rappel, le fond marin au niveau de la zone d'implantation du parc pilote est constitué de dépôts sédimentaires (essentiellement des argiles très molles dans les 6 premiers mètres, puis des limons argilo-sableux jusqu'à 20-30 mètres de profondeur). A l'approche de la zone d'atterrissage, au droit de la plage Napoléon, le corridor du câble d'export sous-marin traverse une zone de sables fins bien triés.

En phase de travaux, la nature des fonds peut être modifiée uniquement au niveau des ancrs et de l'ensouillage du câble maritime d'export, par remaniement des fonds et par un apport de matériaux extérieurs.

2.1.1.1. Remaniement des fonds

Zone d'implantation des éoliennes

Compte tenu de la typologie des fondations, l'installation des trois éoliennes flottantes ne nécessite ni préparation préalable des fonds, ni mise en place d'une couche d'assise. Le hub de connexion et les câbles inter-éoliennes seront directement posés sur le fond. Compte tenu de l'absence de fondation posée sur les fonds (technologie flottante), seule la mise en place des ancrs peut être à l'origine d'un remaniement des fonds.

Les ancrs (qui sont en fait des tubes d'acier enfoncés dans les sédiments) seront directement installées et ballastées depuis le navire de transport. Chaque ancre fait au maximum 15 m de diamètre, ce qui correspond à une emprise de 177 m². Les sédiments seront donc remaniés sur une surface de l'ordre de 1 590 m² pour les trois éoliennes (trois ancrs pour chaque éolienne). Seule la partie très superficielle des sédiments sera remaniée, dans le périmètre intérieur des tubes et par effet de souffle sur quelques dizaines de centimètres autour des ancrs. Le volume de sédiments réellement remanié et en contact du milieu marin (non confiné à l'intérieur des ancrs) est strictement négligeable. Compte tenu de la nature des sédiments sur zone (fins, de type vase), la pose des ancrs entraînera une augmentation très limitée et temporaire de la turbidité. Celle-ci restera de courte durée, de l'ordre de quelques jours pour la pose de chaque éolienne : environ 5 jours sont en effet nécessaires à l'installation des 3 ancrs d'un flotteur.

Raccordement électrique maritime

- **Travaux de préparation des fonds**

Des travaux de préparation des fonds, visant à faciliter le passage des outils de tranchage et de pose des câbles, auront lieu ponctuellement et uniquement en cas de besoin, préalablement à ces opérations.

Outre la réalisation de campagnes géophysiques et de relevés UXO, ces travaux préparatoires s'étaleront sur 1 à 2 semaines environ 1 mois avant la mise en place du câble. Ils consisteront à enlever les roches, débris ou obstacles éventuels par des systèmes de grappins, et si besoin à niveler le fond. Etant donné la nature sablo-vaseuse et homogène des fonds et leur homogénéité, le retrait des obstacles concernera le plus souvent des objets très localisés et non pas des linéaires importants.

- **Installation et protection du câble électrique**

Les opérations d'ensouillage ou de protection des câbles s'accompagnent d'une altération des fonds lors du creusement des tranchées et en cas de mise en place éventuelle, ponctuelle, de protections extérieures.

- **Ensouillage du câble d'export**

Les travaux d'ensouillage du câble d'export seront à l'origine d'un remaniement des fonds sur la largeur de la tranchée et le long de tout le linéaire du câble, soit 19 km environ entre l'éolienne de tête et la chambre d'atterrissage située à l'arrière de la plage Napoléon. Le câble sera ensouillé à une profondeur moyenne d'1,5 m. La profondeur d'ensouillage sera confirmée par les campagnes géophysiques réalisées préalablement aux travaux. Dans tous les cas, l'objectif est d'assurer la protection physique des câbles dans la durée. La nature sablo-vaseuse des fonds sur tout le linéaire (substrats meubles homogènes comme vu dans l'état initial et absence d'obstruction) facilitera les opérations d'ensouillage et la reconstitution rapide des fonds après travaux.

Au vu de la nature des fonds, la mise en place du câble d'export se fera à l'aide d'une charrue sous-marine et/ou à l'aide de la technique de « *jetting* » consistant à envoyer de l'eau ou de l'air sous pression à la surface du substrat.

Selon la technique envisagée, entre 42 750 et 114 000 m³ de sédiments seront temporairement déplacés par le l'ouverture de la tranchée pour l'ensemble du linéaire du câble d'export en mer (soit 19 km de câble sous-marin), en considérant une profondeur d'ensouillage d'1,5 m et une emprise de tranchée maximale de près de 4 m avec une charrue. Pour rappel, la largeur de la souille est de l'ordre d'1,5 m pour un ensouillage par *jetting* et de l'ordre de 50 cm avec une trancheuse mécanique.



Figure 2 : Exemple d'engins de *jetting* et charrue (Sources : RTE, 2017 et LD TravOcean)

Les fonds marins seront remaniés localement sur la largeur de la tranchée. A cette largeur, il convient d'ajouter une surlargeur de sols tassés par les appuis des engins soit une emprise totale de près de 3 à 8 m de large. Au total, c'est donc une surface de fond de 57 000 m² à 152 000 m² qui sera perturbée par les travaux d'ensouillage du câble d'export. Si la technique de charrue est utilisée, elle sera de toute façon complétée sur les secteurs plus proches du rivage par le *jetting*, méthode mieux adaptée à la nature sableuse du substrat, afin de permettre d'ensouiller le câble à la profondeur souhaitée.

Cet effet restera limité dans le temps (3 à 4 semaines pour la mise en place du câble hors aléas météorologiques) et localisé dans l'espace le long du couloir d'installation du câble (soit au maximum 3 à 8 m de large, emprise de l'engin de chantier sous-marin comprise). L'emprise maximale des travaux sera de 0,14 km². La tranchée se refermera naturellement, compte tenu de la nature sablo-vaseuse des fonds marins. La méthode de *jetting* permet une reconstitution particulièrement rapide du sol par sédimentation derrière l'appareil (dépendant de la cohésion des sédiments en présence). La configuration morphologique des fonds sera donc à court terme quasi-similaire à la situation d'avant travaux.

Synthèse des surfaces remaniées durant les travaux d'installation

Les surfaces de sédiments remaniés durant les travaux d'installation sont présentées dans le tableau suivant :

Opérations	Surfaces remaniées par unité	Surfaces remaniées
Installation des ancrs des flotteurs	530 m ² / flotteur (3 ancrs)	1 590 m ²
Ensouillage du câble d'export par charrue ou <i>jetting</i>	300 à 800 m ² pour 100 m de câble	57 000 à 152 000 m ²
TOTAL		~ 55 600 m ² à ~ 145 600 m ²

Tableau 1 : Surfaces de sédiments remaniés en phase de travaux

2.1.1.2. Apport de matériaux extérieurs

L'ensouillage, traitée dans le paragraphe précédent sera la technique de protection préférentielle du câble. Toutefois, en cas d'impossibilité technique d'atteindre une profondeur d'ensouillage suffisante à la protection du câble, des protections externes seront mises en place ponctuellement pour protéger le câble d'agressions extérieures et de l'affouillement éventuel des sols.

La mise en place éventuelle de protections extérieures de type enrochements, matelas de béton ou coquilles entrainera ponctuellement une modification permanente de la morphologie et de la nature des fonds au droit du linéaire de câble. Compte tenu de la nature des fonds cette option reste peu probable pour les secteurs infra et circa-littoraux. Seuls les secteurs supra-littoraux exposés aux risques océano-météorologiques et constitués de fonds sableux pourraient être concernés par ces modalités de protection des câbles. L'emprise restera très limitée et l'impact attendu circonscrit au périmètre immédiat des protections.

L'installation des composants du parc pilote et du câble de raccordement maritime auront un effet, direct et faible sur la morphologie et la nature des fonds. Cet effet sera temporaire au niveau des ancrages des éoliennes et des travaux d'ensouillage du câble maritime d'export. Il sera permanent dans les parties où des protections externes pourront être posées (en cas d'impossibilité d'ensouiller).

2.1.2. Effets sur l'hydrodynamisme

En phase d'installation, aucune modification de la houle et des courants n'est attendue.

L'effet du projet pilote sur les agents hydrodynamiques est nul en phase de construction.

2.1.3. Effets sur la dynamique sédimentaire marine et côtière

Les travaux d'installation du parc pilote et de son raccordement étant sans effet sur l'hydrodynamisme, aucun effet n'est engendré sur la dynamique sédimentaire.

2.1.4. Effets sur la qualité des eaux

Les risques d'altération de la qualité des eaux marines et littorales lors des travaux d'installation du parc pilote et du raccordement électrique peuvent être liés à :

- L'augmentation locale de la turbidité liée à l'accroissement de matières en suspension (qualité physique des eaux) ;
- La remise en suspension de polluants (qualité chimique des eaux) ;
- L'apport de matériaux extérieurs ;
- Risque de pollution accidentelle.

Nota : L'assemblage des éoliennes à quai n'aura pas d'interaction directe avec le milieu marin.

2.1.4.1. Remise en suspension des sédiments

La turbidité au sein de la colonne d'eau, dépend de la teneur en matières en suspension, des conditions hydrodynamiques du site, du taux de particules fines et de la nature des travaux. Les sédiments de la zone d'étude sont pour l'essentiel constitués de vases (silts de moins de 63 μm), particules très fines susceptibles d'être facilement remobilisées.

Les travaux d'ensouillage du câble électrique sous-marin (emprise de 3 à 8 m de large), et dans une moindre mesure, la mise en place des ancres et des câbles électriques inter-éoliennes, seront à l'origine de remaniement des fonds.

L'installation des ancres par gravité-suction générera une remise suspension locale autour de chaque ancre, par un léger souffle au moment du contact de l'ancre avec le fond. Aucune augmentation de turbidité importante n'est de ce fait attendue. Les 3 éoliennes ne seront pas installées de manière simultanée. Pour la mise en place du câble d'export maritime, ce sont entre 42 470 m^3 et 114 000 m^3 de sédiments qui seront remobilisés à la surface des fonds et qui pourront générer localement des effets turbides. Deux solutions d'ensouillage sont envisagées : charrue et/ou *jetting*. La technique de charrue sous-marine permet de limiter la dispersion des matériaux, comparativement au *jetting* qui consiste à ensouiller le câble par un jet d'air ou d'eau sous pression et qui génère par conséquent des mouvements de sédiments (voir ci-après).

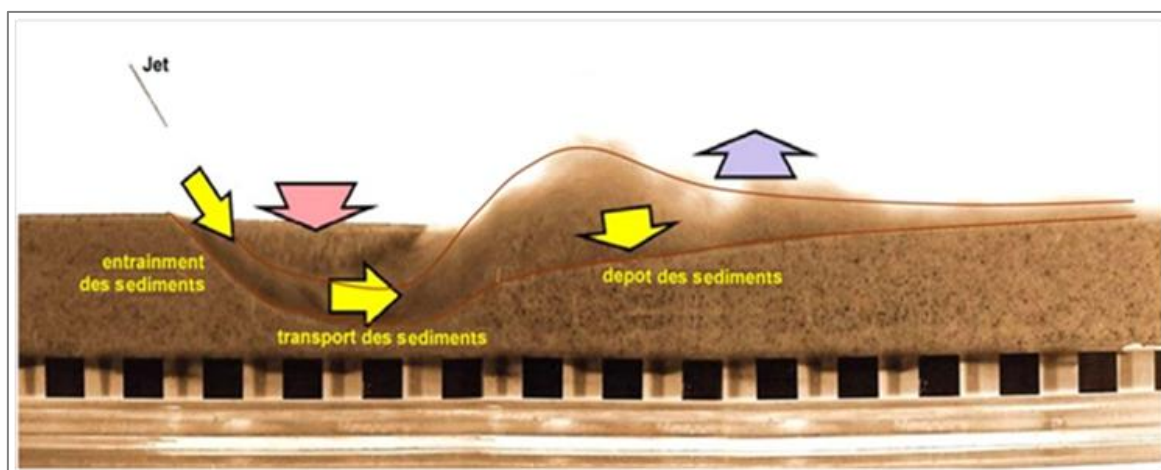


Figure 3 : Mouvements de sédiments lors des opérations de *jetting*

Lors des opérations de *jetting*, le panache généré dépend du type de sol et des conditions de mer.

Pour des sols sableux dont les particules en suspension seront relativement lourdes, le panache restera au niveau de la tranchée et de sa zone immédiate. Pour des sols limoneux comme ceux rencontrés sur la zone à partir de quelques mètres de profondeur, le panache dépendra davantage des courants sous marins. En Méditerranée, ces courants sont extrêmement faibles. Le panache restera donc localisé autour de l'appareil de *jetting*.

La photo suivante est extraite d'une opération de *jetting* effectuée dans des sols similaires à ceux de la zone de travaux.

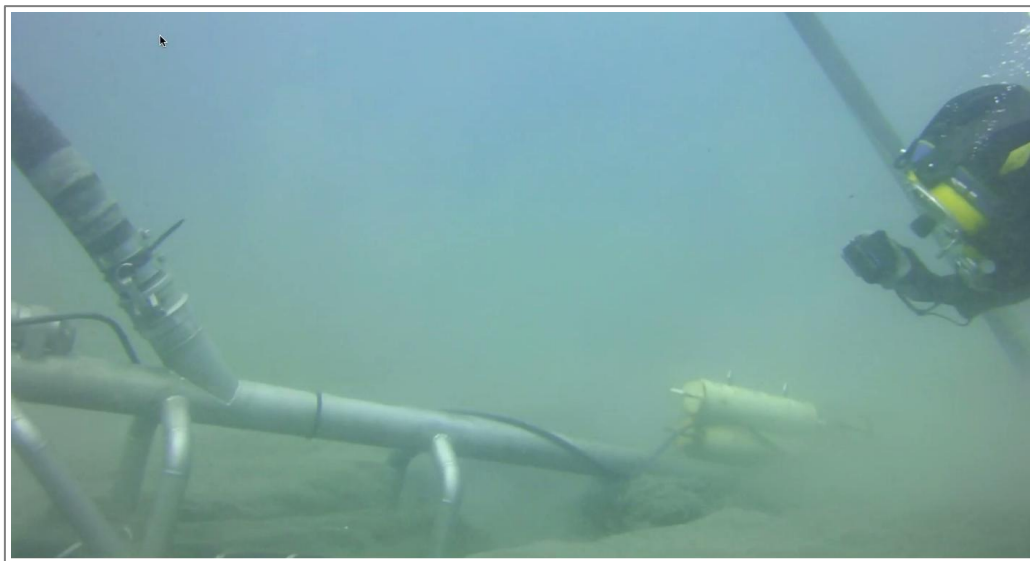


Figure 4 : Illustration de la turbidité générée par un appareil de *jetting*

La faible emprise des travaux (limitée à l'emprise des ancres, du hub de connexion et des travaux d'ensouillage), ainsi que les courtes périodes d'installation (3 à 4 semaines pour l'ensouillage du câble, 5 jours d'installation des ancres par éolienne) contribueront à limiter l'ampleur et la durée de la remobilisation des sédiments. Une sédimentation rapide des matériaux remis en suspension est généralement observée dans un rayon de 10-20 m autour de l'axe de pose du câble (cf. étude EGIS EAU 2012, EMR MEDD). La sédimentation des particules en suspension permettra un retour rapide au niveau de turbidité ambiant présent sur le secteur.

Pour la partie parc, la profondeur de la zone d'implantation en mer, d'environ 100 m, aura deux effets ; l'absence d'effet corrélé avec les conditions océano-météorologiques (plus d'influence de la houle et absence de courant de marée et de vent) et le confinement de ces effets à proximité du fond. Les événements turbides, limités aux périmètres immédiats des ancrages, seront sans effet sur les couches supérieures de la colonne et indétectables à la côte.

Aucune zone de conchyliculture, activité sensible à l'augmentation de la turbidité, n'est située à proximité de la zone de projet. Les zones conchyloles les plus proches sont situées dans l'anse de Carteau, à plus de 13 km de la zone d'installation des éoliennes, 1,7 km du site d'atterrissage et 6 km des travaux de traversée du canal Saint-Louis en relation direct avec l'anse Carteau.

La zone au large de l'embouchure du Rhône est de plus soumise à une forte turbidité naturelle notamment lors des épisodes de crue. La turbidité générée par les travaux sur une largeur réduite entre la côte et le parc pilote en mer sera négligeable au regard de l'influence du panache du Rhône qui se fait sentir jusqu'à plus de 100 m de profondeur.

L'augmentation de la turbidité des eaux marines lors des travaux de mise en place des ancrages, des câbles inter-éoliennes et du câble d'export maritime est directe et temporaire, observable à court terme. En raison des faibles volumes concernés d'une part, et de la courte durée (limitée à la période des travaux) et faible étendue spatiale de la turbidité augmentée, cet effet peut être qualifié de négligeable.

2.1.4.2. Remise en suspension de polluants et apports de matériaux extérieurs

Relargage des polluants issus de sédiments contaminés

Le risque lié à la remise en suspension dépend fortement de la qualité physico-chimique des matériaux sédimentaires et des conditions hydrodynamiques. L'expertise biosédimentaire, réalisée par In Vivo a montré la présence de contaminations géochimiques des sédiments de la zone de projet au niveau du site d'implantation des éoliennes flottantes et le long du tracé du câble maritime d'export.

En présence de cette pollution dans les sédiments, la remise en suspension des particules lors des travaux pourra donc être à l'origine d'une remobilisation de polluants dans le milieu. Le risque concerne plus particulièrement le mercure qui est présent en concentration supérieure au seuil de contamination avérée établie par le RLM (niveau 3 - seuil RLM de l'Ifremer), en particulier sur les sédiments les plus profonds comme le point PGL 11 (cf. état initial). D'autres métaux, le cuivre, le cadmium, le plomb ou encore deux HAP (le fluoranthène et le benzo(a)pyrène) présentent également des concentrations supérieures au bruit de fond méditerranéen mais restent toutefois en deçà du seuil de contamination avérée du RLM Méditerranée.

Les travaux d'ensouillage du câble seront à l'origine d'une remobilisation probable des sédiments fins sur lesquels sont adsorbés des contaminants. Cette remise en suspension pourrait être à l'origine d'une dégradation temporaire de la qualité des eaux de fond. Cette dégradation sera limitée au temps de re-sédimentation soit quelques heures à quelques jours pour les particules les plus fines. Cet impact est direct mais est considéré comme faible compte tenu de son caractère temporaire (limité à quelques jours seulement) et localisé sur le fond et le long de la route du câble. L'impact est de plus à relativiser au vu des faibles surfaces de sédiments remaniés ainsi que de l'existence de remaniements réguliers des fonds sur la zone par les activités anthropiques préexistantes (chalutage, mouillage de gros navires...).

Matériaux de protection du câble

Les matériaux susceptibles d'être utilisés pour la protection externe des câbles (ex. : roches, matelas béton, coquilles), sont généralement qualifiés d'inertes pour les enrochements et les bétons et, dans tous les cas, exempts de tout composant susceptible d'altérer la qualité du milieu marin. Toutefois, les tronçons de câble concernés par les protections par enrochements seront très ponctuels.

2.1.4.3. Altération de la qualité des eaux par apport de matériaux extérieurs

Les matériaux extérieurs apportés lors des travaux (enrochements, matelas béton, etc.), de provenance terrestre, seront exempts de contaminants et de fines. Il n'y a aucun risque d'altération de la qualité des eaux *via* ces apports extérieurs.

Il n'y aura donc pas d'altération de la qualité des eaux par apport de matériaux extérieurs.

2.1.4.4. Risque de pollution accidentelle

Tous les travaux envisagés seront soumis aux contraintes de qualité et de sécurité garantissant la maîtrise des risques sur la santé et l'environnement (règles HSE). La réalisation de travaux maritimes présente néanmoins un risque, résiduel et acceptable, d'altération de la qualité des eaux, en cas de rejet accidentel de substances polluantes dans le milieu marin (voir mesure d'évitement relatives à la gestion des pollutions accidentelles dans le chapitre 7 de cette étude d'impact). Aussi, afin d'éviter toute pollution de l'eau, des dispositions seront prises lors de travaux par la mise en place d'un plan de prévention des risques intégré au système de management environnemental. Celui-ci s'appliquera à tous les engins de travaux et de maintenance (à terre ou en mer) et à toutes les entreprises intervenant sur le site.

L'application et le contrôle des règles HSE strictes à toutes les phases du chantier permettront de maîtriser le risque de pollution accidentelle et d'accidents avec les engins de travaux. Dans ces conditions, aucun effet lié aux pollutions accidentelles des eaux n'est attendu.

Par ailleurs, tous les navires seront équipés de cuves de rétention des eaux noires, suite à la mise en œuvre de la convention MARPOL. Ainsi, pour toutes les opérations de chantier se déroulant à moins de 12 MN des côtes, aucun rejet d'eaux usées ne sera effectué : toutes les eaux usées seront récoltées et amenées à terre où elles seront traitées.

Afin d'éviter toute pollution, les déchets et les effluents générés au niveau des plateformes et des navires nécessaires aux travaux seront stockés à bord des navires tant qu'ils seront en mer et seront déchargés par la suite au niveau du port de Cherbourg lors de leur nouveau chargement et ravitaillement.

Il n'y aura donc pas de rejet d'eaux usées, d'effluents ou de déchets dans l'eau.

En phase de construction, l'effet du projet pilote sur la qualité de l'eau est donc direct, temporaire et faible.

2.1.5. Effets sur la qualité des sédiments

Lors de la phase de construction, la qualité des sédiments pourrait être altérée par une pollution liée aux dépôts des matériaux extérieurs (enrochements, fondations, etc.). Cependant, comme précisé précédemment, l'ensemble des matériaux utilisés est exempt de tout contaminant.

L'effet des travaux sur la qualité des sédiments est donc considéré nul.

2.1.6. Effets sur l'environnement sonore

En phase de construction du parc éolien flottant et de son raccordement électrique, aucune opération susceptible d'être particulièrement bruyante n'est envisagée. L'augmentation du bruit peut être liée aux deux activités suivantes :

- Le trafic de navires induit par l'ensemble des opérations d'installation ;
- L'ensouillage du câble de raccordement maritime.

2.1.6.1. Effets sur le bruit aérien

Les bruits générés lors de l'installation des éoliennes flottantes et du câble d'export maritime resteront très limités : les navires d'installation ne sont pas susceptibles d'engendrer des niveaux sonores particuliers à la côte. De quelques jours pour l'installation des éoliennes à quelques semaines pour le câble d'export, les travaux seront réalisés sur une courte période. L'installation des éoliennes sur leur flotteur ne génère par de bruit en dehors de la manœuvre des remorqueurs et des opérations d'embossage des chaînes de tenue. Ces opérations seront réalisées sur des zones situées à plus de 14 km de la côte et à près de 25 km des premières habitations.

La pose des câbles est réalisée par des navires spécialisés qui ne génèrent pas de nuisances sonores aériennes particulières. Seules les opérations de tranchage relatives à l'atterrage du câble de raccordement maritime en bas de l'estran pourront être à l'origine d'une augmentation temporaire du bruit ambiant aérien, limitée à la durée des travaux.. En mer, le bruit des engins d'ensouillage est souvent couvert par le bruit des moyens maritimes qui réalisent l'opération. Une élévation des niveaux sonores se produira sur le plan d'eau pendant la période des travaux (soit 3 à 4 semaines au total), ces bruits s'atténuant avec la distance depuis la source. Cette augmentation des niveaux sonores restera donc très localisée et limitée dans le temps. Les unités qui assurent ce type d'opérations sont généralement des engins de chantiers standards dont le niveau de bruit est réglementé.

Les effets du projet sur le bruit ambiant aérien en phase de construction sont donc directs, temporaires et faibles.

2.1.6.2. Effets sur le bruit sous-marin

Ensouillage du câble

L'ensouillage du câble en mer est réalisé par un navire de surface et un outil spécifique le plus souvent tracté sur le fond. Le bureau d'études Quiet Oceans donne le gabarit de source sonore à 1 m associé à ce type d'opération, dérivé de mesures effectuées sur le parc éolien offshore Beatrice (Royaume-Uni) et de mesures réalisées en Ecosse (Quiet Oceans, 2014).

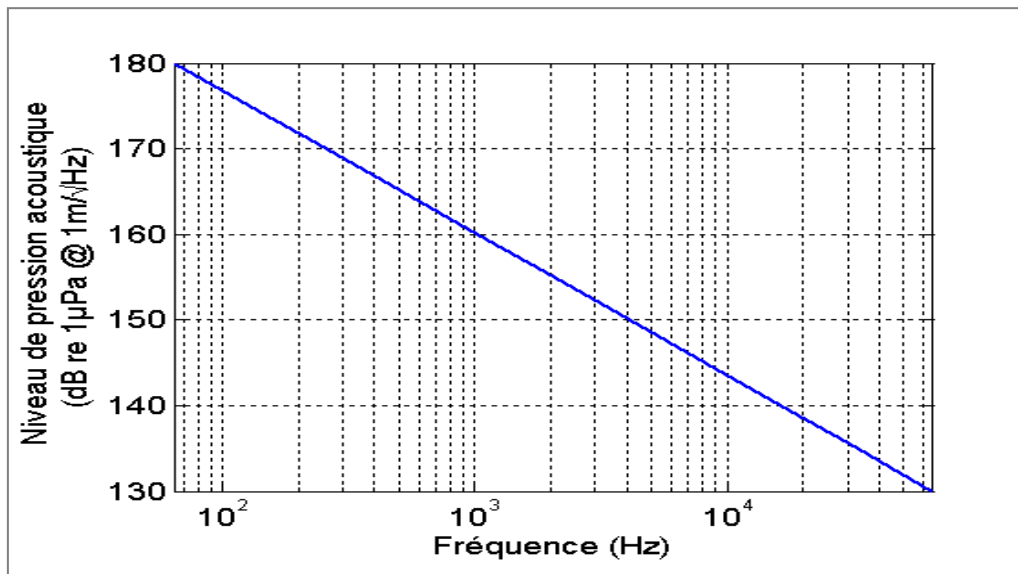


Figure 5 : Gabarit de source sonore (en dB ref. 1μPa/√Hz @1m) localisée près du fond, permettant de modéliser le bruit généré par l'outil tracté d'ensouillage d'un câble (Source : Quiet Oceans pour Parc du Banc de Guérande, 2014)

D'après les éléments bibliographiques disponibles, le bruit généré lors de la réalisation de tranchée pour la pose d'un câble est estimé entre 178 et 186 dB ref 1 μPa à 1 m de la source (Nedwell et Howell, 2004 ; Quiet-Oceans, 2017), sur une large bande de fréquence comme de nombreuses activités humaines (Ospar, 2009).

A titre comparatif, le bruit moyen des navires est de 152 à 190 dB ref 1 μPa respectivement pour de petits navires par petits-fonds et pour de gros navires au large. A priori, l'ensouillage dans des sédiments meubles, tels que les fonds au large du golfe de Fos-sur-Mer, se situerait dans une gamme de bruit moins forte (du fait de l'atténuation par les sédiments meubles). Ainsi, les niveaux sonores induits par les travaux d'ensouillage du câble seront du même ordre de grandeur que ceux liés au trafic maritime important au large de la zone d'étude.

Bruit généré par les navires de chantier

Certaines études concluent que les émissions sonores dues aux travaux d'installation ou de maintenance des câbles sont comparables à celles entraînées par les passages de navires. A titre indicatif, les niveaux des émissions sonores induites par la mise en place de câbles sous-marins sont les suivants¹ :

- navires et machines : 152 - 192 dB re 1μPa,
- ensouillage : entre 153 et 178 dB re 1μPa (entre 153 et 173 dB pour une charrue).

Les émissions dues à la présence des engins de chantier et moyens nautiques contribuent également aux émissions sous-marines mais dans une moindre mesure notamment du fait que le nombre de bateaux sur

¹ Étude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques des énergies marines renouvelables. Version 2012. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

site sera limité (entre 2 et 5 bateaux selon les opérations) et que la zone au large du golfe de Fos fait déjà l'objet d'un trafic maritime important en lien avec la présence des bassins d'activités du GPMM.

Les navires qui interviendront pour le chantier de mise en place du parc pilote seront globalement de petite taille, à l'exception du navire câblé de plus de 140 m de long. Le bruit provoqué par les navires dépend du type, de la taille, de l'entraînement, de la vitesse, etc. La plupart du bruit dégagé provient de la rotation des hélices mais aussi du fonctionnement des machines et des turbulences générées.



Figure 6 : Navire câblé

Quelques ordres de grandeur peuvent être fournis :

- Navires de petite taille (< 50 m) : 160-175 dB ; la fréquence est plus haute que les navires de plus grande taille avec une fréquence se situant généralement entre 1 kHz pour les machines et 10 kHz pour la cavitation. Ce type de navire correspond aux navires d'intervention en exploitation et en maintenance,
- Navires de moyenne taille (50 à 100 m) : 165-180 dB ; la bande de fréquence est basse (< 1 kHz). Il s'agit de navires évoluant plutôt dans des eaux côtières,
- Navires de grande taille (plus de 100 m de long) : 180-190 dB ; la fréquence est basse. Cette catégorie de navires inclut les porte-conteneurs, les superpétroliers mais aussi les navires utilisés pour la mise en œuvre de projets EMR.

Le nombre de navires intervenant sur site sera limité à 2 à 3 navires pour le remorquage des éoliennes et l'installation des ancrs (qui n'interviendront pas simultanément) ; il sera de l'ordre de 2 à 5 navires pour l'ensouillage des câbles (remorqueur, câblé, navire de traction...). Les opérations seront temporaires (8,5 à 9,5 semaines de chantier maritime). La vitesse des navires sur le site de chantier maritime sera réduite (inférieure à 1 nœud par exemple pour la vitesse de pose du câble). Les rotations de navire liées aux travaux en mer représentent donc une augmentation négligeable des nuisances sonores d'origine nautique au regard du trafic maritime local associé aux bassins Ouest du Grand Port Maritime de Marseille.

Le navire de mise en place des ancrs (type *SBM Normand Installer*) et les remorqueurs permettant l'installation des éoliennes flottantes circuleront entre le quai et le site en mer, pendant la phase d'installation du parc pilote. D'après la Commission OSPAR, les navires de type barge émettent des niveaux sonores de l'ordre de 160-180 dB re 1 µPa à la source, sur une bande de fréquence comprise entre 20 Hz et 10 kHz (Commission OSPAR, 2009). Le gabarit de source sonore utilisé par la société Quiet Oceans est issu du modèle de bruit d'un navire de type remorqueur. Il est donné sur la figure suivante.

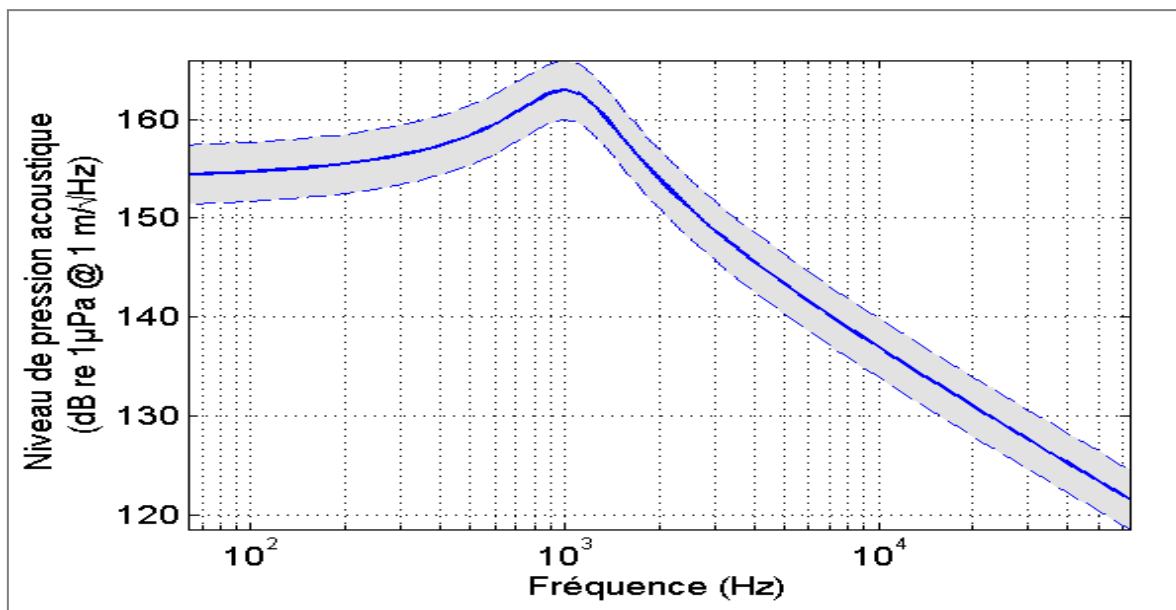


Figure 7 : Gabarit de source sonore (en dB ref. 1µPa/√Hz @1m) modélisant un navire de type remorqueur
(Source : Quiet Oceans pour Parc du Banc de Guérande, 2014)

Le bruit émis par les opérations d'installation du parc pilote se situe dans des niveaux sonores similaires à ceux fréquemment enregistrés en mer.

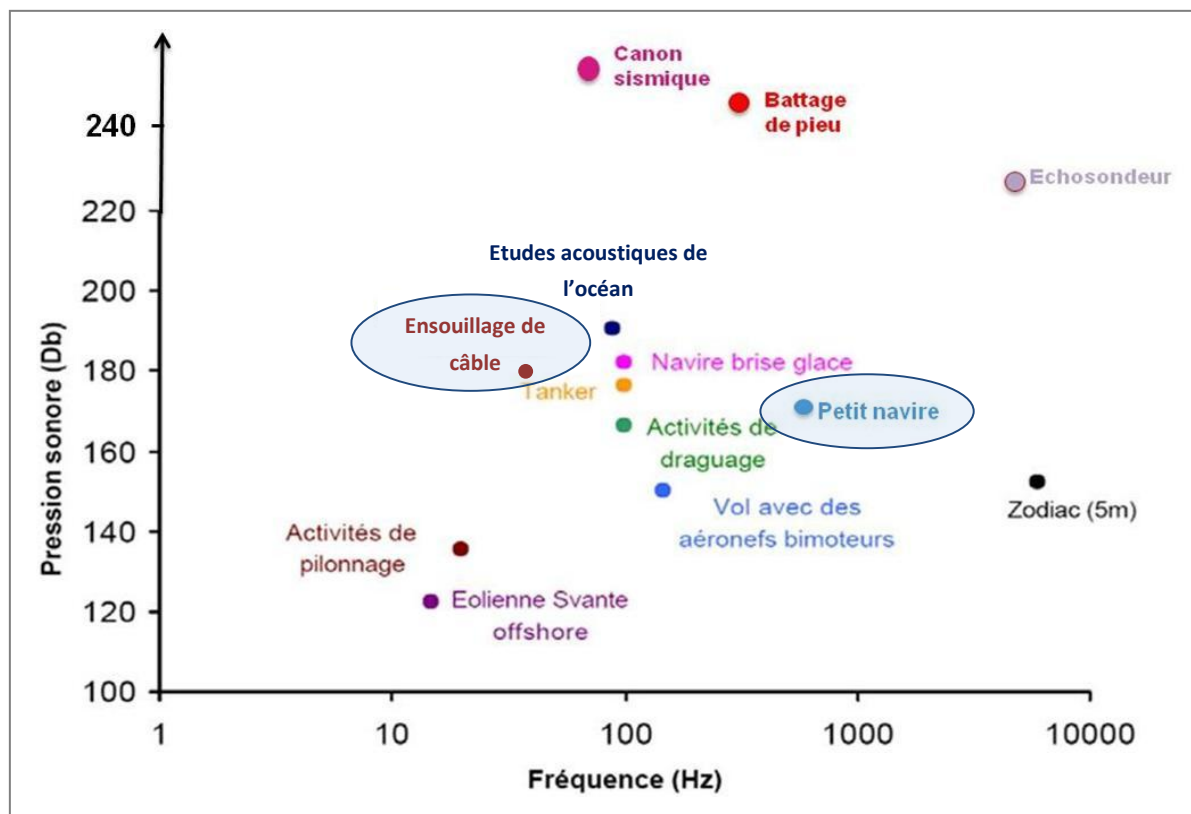


Figure 8 : Intensités de diverses sources de bruit sous-marin (Source : d'après Vella, 2001)

Les effets du projet sur l'environnement sonore sous-marin en phase de construction seront donc directs, temporaires, observables à court terme et faibles.

2.1.7. Effets sur l'électromagnétisme

En phase de construction, aucun champ électromagnétique n'est émis par les câbles électriques constitutifs du parc pilote et du câble d'export.

Les effets du projet sur l'électromagnétisme sont nuls en phase de construction.

PARTIE TERRESTRE

2.1.8. Effets sur la topographie

Liaison électrique souterraine

La liaison électrique sera souterraine, elle n'est pas de nature à modifier la topographie de la zone d'étude.

Le seul effet, temporaire, est associé aux modifications de structures lors des travaux d'ouvertures de tranchées pour l'enfouissement des fourreaux, la création des chambres de jonction, l'élargissement ou la création de voies d'accès nécessaire au passage des engins ou encore éventuellement lors des opérations de franchissement de roubines par tranchée ouverte si la technique par forage dirigé est impossible à mettre en œuvre. Ces ouvrages terrassés seront systématiquement rebouchés en fin de travaux sans qu'il ne subsiste de déblais ou remblais par rapport à l'état initial.

Lors de ces différents terrassements, les matériaux extraits serviront toutefois à reboucher la tranchée à l'avancement, permettant un retour similaire à l'état initial, y compris en ce qui concerne les propriétés de nature et perméabilité des matériaux initiaux. En outre, lors du passage éventuel en roubine, les ouvrages seront sans effet de seuil sur les profils en long et en travers du cours d'eau et donc, par voie de conséquence sur leurs propriétés hydrauliques.

Salle de contrôle-commande du parc pilote

La salle de contrôle-commande sera installée sur une parcelle de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, adjacente au poste de livraison électrique sur lequel le parc pilote est raccordé. La perception topographique du secteur pourra être légèrement altérée si des opérations d'excavation sont nécessaires à l'encaissement du bâtiment. Ces éléments seront analysés dans le cadre de la demande du permis de construire du bâtiment.

Les effets du projet pilote sur la topographie seront négligeables en phase de travaux.

2.1.9. Effets sur la nature des sols

Le tracé du câble de raccordement terrestre longera la route. Les travaux de terrassement nécessaires à sa mise en place seront de faible emprise (largeur de 55 cm, profondeur d'1 m), ils remanieront les sols ponctuellement mais ne modifieront pas leur nature de manière significative. Une fois le câble posé, la tranchée sera refermée et la voirie remise en état.

Les effets du projet pilote sur la nature des sols seront négligeables en phase de travaux.

2.1.10. Effets sur la ressource en eau

2.1.10.1. Eaux superficielles

Modification de la morphologie du réseau hydrographique

L'installation de la liaison électrique souterraine s'effectuera pour la majorité de son linéaire sur les routes et les chemins de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Les opérations au niveau du réseau hydrographique seront donc très localisées. Elles se limitent aux franchissements du canal Saint-Louis et de deux roubines.

La technique envisagée pour réaliser ces derniers est un passage en sous-œuvre avec la technique du forage dirigé autant que possible mais ils pourront être réalisés en tranchée ouverte en cas de difficultés techniques particulières pour le forage. Les impacts potentiels sont donc à distinguer en fonction de la technique qui sera utilisée (forage dirigé ou ensouillage) et des milieux traversés :

Si le passage en forage dirigé permet d'éviter toute intervention et altération de la morphologie initiale des roubines, le passage en ensouillage nécessite d'ouvrir les berges et de procéder au creusement des tranchées au sein même du lit mineur suivant les principes illustrés dans le schéma ci-dessous.

Ces travaux induisent une modification temporaire de la morphologie de la roubine. Cette effet sera toutefois d'ampleur limitée par l'emprise et la durée des travaux (deux roubines concernées sur quelques mètres de large) ainsi que par le fait que les profils seront reconstitués à l'identique afin de conserver les caractéristiques morphométriques actuelles (conservation des profils en long et en travers). L'impact présente donc un niveau faible.

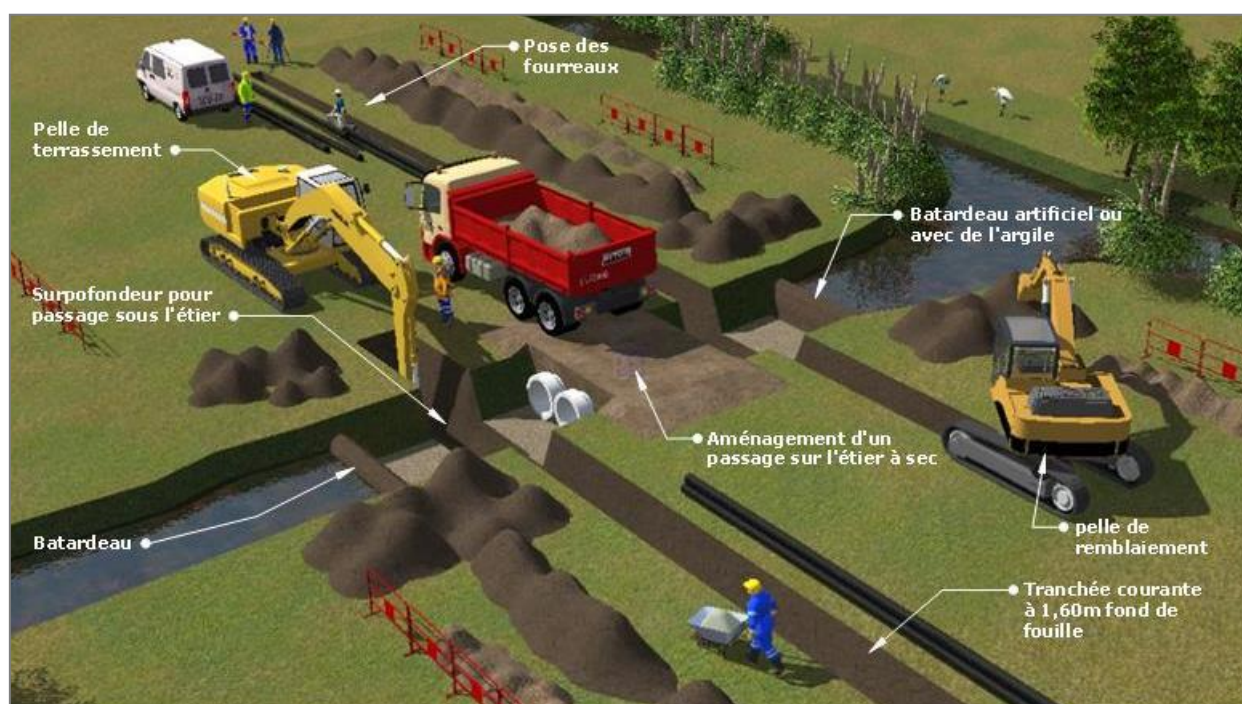


Figure 9 : Exemple d'un passage en ensouillage sur des réseaux de petite largeur



Modification du régime normal d'écoulement des eaux superficielles

Comme indiqué précédemment, les travaux seront très largement adossés aux infrastructures existantes permettant ainsi d'éviter, sur la quasi-totalité du linéaire, toute modification des écoulements superficiels. Les altérations de ces écoulements sont uniquement susceptibles d'intervenir de façon temporaire lors :

- Du franchissement des roubines ;
- Du rejet des eaux de pompage dans le réseau hydrographique lors de la réalisation des chambres de jonction.

Le franchissement des roubines sera réalisé autant que possible par un forage dirigé permettant ainsi d'éviter un passage dans le lit mineur et toute perturbation des écoulements des eaux superficielles. Toutefois, si cette technique s'avérait impossible techniquement, un passage par ensouillage serait mis en œuvre. Ce mode de pose nécessite de réaliser un assèchement temporaire entre deux batardeaux pour mettre en œuvre la liaison souterraine (voir Figure précédente). Pendant cette phase de travaux, la continuité des écoulements sera donc perturbée, empêchant notamment temporairement la libre circulation de la faune et des micro-organismes.

La réalisation ensuite d'une dizaine de chambres de jonction nécessitera de procéder à des pompages de rabattement de nappe afin de pouvoir travailler hors d'eau. Ces pompages seront associés à des rejets d'eau dans les milieux avoisinants avec des débits de l'ordre de 9,1 m³/h au maximum (environ 210 m³/j soit moins de 2000 m³/jour). Ces débits seront nettement supérieurs à ceux observés dans les roubines (eaux quasi stagnantes) modifiant ainsi localement et temporairement l'écoulement de celles-ci. En cas de rejet par épandage, l'entreprise s'assurera de la compatibilité des débits de rejet avec la capacité d'évacuation des exutoires.

A noter que les eaux pompées en phase travaux dans ces tranchées de faible profondeur seront les eaux superficielles de la nappe, en continuité hydrogéologique avec les eaux des roubines dans lesquelles elles seront rejetées. L'impact sera donc local et temporaire.

Vis-à-vis du risque inondation, les travaux n'auront pas d'impact dans la mesure où les règles courantes de précaution sont appliquées, notamment, l'arrêt/report du chantier lorsque Météo France émet un bulletin d'alerte pour des phénomènes exceptionnels. Le stockage des matériaux et des équipements de préférence en dehors des zones inondables.

En phase travaux, les modifications du régime des écoulements sur l'écoulement des eaux superficielles seront donc très localisées dans l'espace (deux roubines au maximum traversées) et de faible durée (travaux dans les roubines de quelques jours et rejets temporaires). L'impact est considéré direct, temporaire, de court terme et faible.

Altération de la qualité des eaux superficielles

L'installation courante de la liaison électrique souterraine s'effectuera sur la quasi-totalité du linéaire par tranchée ouverte peu profonde qui sera creusée puis rebouchée à l'avancement. Ces travaux de mise en tranchée, hors nappe, n'engendreront pas une altération de la qualité de l'eau par des substances toxiques en dehors des risques de pollution liés au déversement accidentel de produits polluants issus du chantier

(hydrocarbures, huiles, déchets, produits dangereux...). Les mesures prises pour préserver les eaux limiteront les risques de pollution par des substances polluantes éventuelles.

Le franchissement des roubines ou l'installation des chambres de jonction pourraient en revanche altérer pendant le temps des travaux la qualité de l'eau par la remise en suspension de sédiments :

- Si le franchissement du canal Saint-Louis et des roubines est effectué en forage dirigé, cette technique nécessite l'installation de deux ateliers positionnés en entrée / sortie du forage et qui seront localisés à une distance suffisante des berges pour ne pas les impacter. L'utilisation de bentonite (mélange d'eau et d'argile naturelle) sert de lubrifiant lors de l'opération. La bentonite correspond à un matériau naturel qui ne constitue pas un risque pour l'environnement et les boues de forage seront récupérées et gérées par l'entreprise en charge des opérations. Seuls les éventuels excédents non récupérés et recyclés qui s'écouleraient vers les cours d'eau en faible quantité pourraient augmenter le taux de matière en suspension très ponctuellement des eaux superficielles. L'impact de cette technique est donc négligeable.
- Si les franchissements des obstacles sont effectués en tranchée ouverte, alors pendant le temps des travaux la qualité des eaux superficielles sera altérée par remise en suspension des sédiments avec pour conséquence, une augmentation de la turbidité. Cette altération des eaux ne concerne toutefois que la phase de batardage et débatardage des différents franchissements. La phase d'ouverture et de fermeture des tranchées étant réalisée à l'abri de ces batardeaux, aucune émission ou remise en suspension d'éléments fins ne sera faite pendant cette phase. L'impact est donc faible.
- Concernant enfin les rejets des eaux d'exhaure lors des éventuels pompages en fond de souille pour l'installation des chambres de jonction, la méthodologie de rabattement mise en œuvre permettra d'assurer une maîtrise de la qualité des eaux. Un contrôle visuel de la turbidité des eaux d'exhaure sera effectué avant rejet. En cas de présence de matières en suspension ou de pompages d'eau chargées lors des opérations de terrassement, les eaux d'exhaures seront décantées et/ou filtrées (par exemple benne de décantation cloisonnée avec rejet par surverse, rideau en géotextile, filtre en paille) avant rejet dans le milieu naturel immédiat (canal, roubines).
- Les techniques de décantation seront adaptées afin de tenir compte des contraintes locales et des débits d'exhaure à traiter. Conformément aux prescriptions de la réglementation, les rejets devront présenter une teneur en matières en suspension (MES) inférieure à 41 mg/L². L'entreprise assurera le contrôle des teneurs en MES et de la turbidité par la réalisation de mesures in situ et mettra en place les dispositifs nécessaires pour respecter ces normes de rejet (bassins de décantation avec filtration des eaux d'évacuation si nécessaire). Les bassins seront entretenus et les matériaux extraits évacués. Si la teneur en MES de 41 mg/l n'est pas respectée, les travaux seront arrêtés et les dispositions adéquates prises par l'entreprise pour ne pas dépasser ce seuil. Par ailleurs, aucun rejet d'eaux susceptibles d'être salines ne sera effectué dans des zones humides alentours.

Compte tenu de ces éléments l'impact sur la qualité des eaux superficielles est jugé faible dans le cadre du projet.

² Le calcul est le suivant : $C = F/Q$ où (C) est la concentration cible (kg/m³), (F) le flux (kg/j) dont le seuil pour ne pas être en déclaration au titre de la « loi sur l'eau » doit être inférieur à 9 kg/j et (Q) le débit (m³/j) estimé à 9,1 m³/h ou 220 m³/j dans le cas d'un pompage en fond de fouille et rejet à proximité lors du projet.

2.1.10.2.Eaux souterraines

Modification des écoulements des eaux souterraines

Comme cela est présenté précédemment, l'installation de la liaison électrique souterraine s'effectuera sur la quasi-totalité du linéaire par tranchée ouverte peu profonde. La tranchée sera creusée et rebouchée à l'avancement.

Ces travaux de mise en tranchée, peu profonds et hors nappe, ainsi que les quelques passages en sous œuvre par forage dirigé (non contraints par les problématiques de nappe), ne nécessiteront a priori pas la mise en œuvre de pompes spécifiques. En revanche, la réalisation d'une dizaine de chambres de jonction nécessitera de procéder à des pompes de rabattement de nappe afin de pouvoir travailler hors d'eau.

Les débits de pompage peuvent être estimés à partir de la formule de Schneebeli applicable à un fond de fouille :

$$Q = 2,5.K.r\sqrt{S}$$

Avec : Q = débit de drainage stabilisé (m³/s)

K = perméabilité (m/s)

r = hauteur de rabattement (m)

S = Surface mouillée de la fouille (m²)

Les hypothèses retenues ci-dessous sont celles du projet de création d'une liaison électrique souterraine 63 kV entre l'atterrage et le poste de raccordement situé sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Ces hypothèses seront affinées lors de la réalisation d'études préliminaires aux travaux :

- Hauteur de rabattement : r = 1 m (considérant une nappe à 1 m/TN et un fond de fouille à 2 m/TN) ;
- Perméabilité : K = 1,85.10⁻⁴ m/s ;
- Surface mouillée : S = 30 m².

Les résultats du calcul indiquent un débit de pompage théorique d'environ 9,1 m³/h par chambre de jonction, soit 18,2 m³/h dans l'hypothèse d'un pompage en simultané limité à deux ouvrages au maximum.

En considérant un pompage en continu pendant toute la durée des travaux, le volume d'exhaure est estimé à environ 8000 m³ par chambre de jonction, soit un volume total d'environ 80 000 m³ pour l'ensemble des travaux (une dizaine de chambres de jonction). Ces volumes seront restitués immédiatement dans le milieu, à proximité immédiate du pompage. En outre, compte tenu du fait que les roubines sont connectées aux plans d'eau proches et à la nappe affleurante, un équilibre des niveaux d'eau sera naturellement observé et l'impact du projet sur le rabattement de nappe sera faible et très limité dans le temps comme dans l'espace.

Altération de la qualité des eaux superficielles

Le principe de pose courant des câbles n'envisage pas d'utilisation de substances polluantes. Les fourreaux seront posés directement dans les tranchées qui seront recouvertes rapidement après pose du grillage

avertisseur et les forages dirigés utiliseront un fluide constitué d'argile qui ne constitue pas de risque toxique pour l'environnement.

Les impacts qualitatifs potentiels liés au chantier concernent donc principalement :

- la présence de matières en suspensions au niveau des eaux de pompage lors de l'installation des chambres de jonction (potentiellement chargées) qui seront rejetées par la suite et susceptibles de rejoindre les masses d'eau souterraines ;
- les risques de pollution liés à un déversement chronique ou accidentel de produits polluants issus du chantier (hydrocarbures, huiles, déchets, produits dangereux....).

Dans le cadre des rabattements de nappe, les eaux d'exhaure seront naturellement filtrées par les terrains en place. En cas de présence de matières en suspension, les eaux seront décantées et/ou filtrées avant rejet dans le milieu naturel comme cela est expliqué ci-avant pour les eaux superficielles.

Concernant le risque de pollution la qualité des eaux souterraines peut être affectée principalement en cas d'émission accidentelle de substances polluantes : soit en cas de fuite d'huile ou d'hydrocarbure mais aussi en cas d'utilisation de béton, particulièrement dans le cas d'un contact avec l'eau de la nappe lors de l'installation des chambres de jonction. Le risque de pollution est par nature imprévisible mais reste peu probable à l'échelle du projet compte tenu des éléments mis en œuvre. Il concerne essentiellement la mise en œuvre des chambres de jonction et l'impact sur la qualité des eaux souterraines est donc jugé faible.

En outre, afin d'éviter autant que possible les risques de pollution accidentelle, des mesures seront imposées dans les cahiers des charges des entreprises en charge des travaux. Enfin, en cas de déversement accidentel, une intervention rapide sera réalisée.

2.1.11. Effets sur la qualité des milieux aquatiques terrestres

La qualité des eaux des milieux aquatiques terrestres les plus proches de la zone de projet ne représente pas un enjeu compte tenu de leur faible intérêt écologique. A souligner toutefois la relation directe entre le Canal Saint-Louis et l'anse de Carteau et ses zones conchylicoles.

Nota : La construction de la salle de contrôle-commande du parc pilote n'aura pas d'interaction avec des milieux aquatiques.

2.1.11.1. Risques associés à une diffusion accidentelle de fluides ou matériaux vers les milieux aquatiques

Mise en place du câble de liaison électrique terrestre

Les travaux de mise en place de la liaison électrique terrestre ne sont pas de nature polluante (creusement puis remblaiement d'une tranchée pour la mise en place du câble) mais la présence d'engins et de matériaux classiques pour des opérations de terrassements sur la zone de chantier représente un risque potentiel :

- de pollution accidentelle des milieux naturels et des milieux aquatiques environnants par infiltration ou ruissellement de substances polluantes (hydrocarbures, huiles...) ;
- d'augmentation de la turbidité des eaux suite à l'entraînement de matériaux dans les milieux aquatiques.

La mise en place du câble de liaison électrique terrestre aura lieu sur certains secteurs à proximité immédiate de milieux aquatiques. Sur les 9 km de linéaire de câble d'export terrestre, quelques secteurs sensibles sont identifiés car situés à proximité immédiate de milieux aquatiques (voir carte suivante) :

- La réalisation de la tranchée le long de la route Napoléon avec passage de buses assurant la connexion hydraulique entre le Rhône à l'Ouest et les lagunes à l'Est ;
- La traversée du canal Saint-Louis ;
- La traversée du canal situé de l'autre côté de la zone militaire (au nord de la voie ferrée) ;
- La traversée d'un canal de drainage au droit de l'arrivée au poste électrique.

Enfin, il est probable compte tenu de la topographie et de la nature des sols, qu'une partie des tranchées et des chambres de jonction soit réalisée en présence d'eau, notamment sous la route Napoléon.



Figure 10 : Localisation des secteurs de travaux à proximité de milieux aquatiques (Source : RTE, 2017)



Figure 11 : Milieux aquatiques situés à proximité du tracé du câble d'export terrestre (© BRL)

La plupart des travaux n'auront toutefois pas lieu en contact direct avec les milieux aquatiques puisque la technique de forage dirigé sera privilégiée. C'est le cas notamment pour le passage du canal Saint-Louis prévu par un forage horizontal dirigé, technique permettant de passer sous l'ouvrage en évitant de creuser une tranchée. Le point d'entrée du forage sous la darse se situera ainsi à près de 10 m du canal Saint-Louis et à plusieurs mètres sous le niveau de l'eau.



Figure 12 : Traversée du canal Saint-Louis par forage dirigé

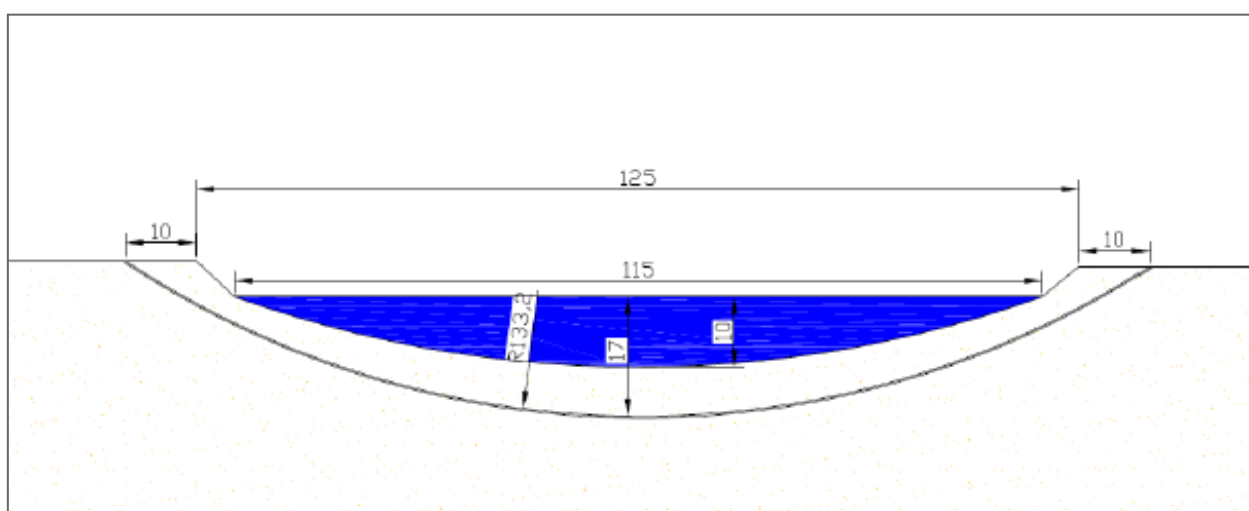


Figure 13 : Schéma de principe du forage dirigé pour la traversée du Canal Saint-Louis (Source : RTE, 2017)

Le passage du petit canal au nord de l'ancienne base militaire, de la voie ferrée et du terrain situé à proximité de l'avenue se fera également préférentiellement par un long forage dirigé permettant d'éviter les incidences sur les milieux, dont certains révèlent sur ce secteur des intérêts écologiques importants (cf. photo ci-contre).



Aucune interaction avec le toit de la nappe de Crau n'est attendue. Selon les informations du Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM), les sols rencontrés sur le secteur d'intervention sont en effet constitués de limons et d'argiles et les galets de la Crau sont absents jusqu'à environ 30 m de profondeur. Ces résultats seront néanmoins confirmés à un stade plus avancé du projet par la réalisation de sondages géotechniques au niveau des zones où un forage dirigé est prévu.

Toutes les précautions seront ainsi mises en œuvre pour éviter ou réduire au maximum les impacts des travaux sur les milieux aquatiques.

Tout d'abord, des études de reconnaissances géotechniques et l'installation de piézomètres permettront d'adapter les techniques de réalisation et permettront de retenir les périodes les plus favorables ainsi que le meilleur positionnement des chambres de jonction.

Les travaux de forage feront de plus l'objet d'une attention particulière pour éviter toute pollution liée à l'injection de fluide de forage et à l'évacuation des matériaux extraits.

La technique du forage dirigé nécessite en effet l'injection de boues permettant d'évacuer les déblais et de maintenir les parois latérales du forage. Un traitement de ces boues sera assuré par l'entreprise en charge du forage dirigé.

De même, les eaux issues des travaux de forage seront dirigées vers des bassins provisoires aménagés « hors sol » via des systèmes de traitement des M.E.S avant leur rejet vers le milieu naturel. Des contrôles seront menés par l'entreprise en charge des travaux selon une fréquence à adapter afin d'évaluer la qualité des rejets et vérifier les performances du process de traitement.

Dans les secteurs où la présence d'eau est attendue suite à la réalisation des travaux, des précautions et mesures particulières seront également prises :

- Opérations de pompage prévues pour la réalisation des terrassements et de la pose des fourreaux ;
- Filtration avant rejet des eaux issues du pompage (décantation, contrôle de la turbidité avant rejet, brise charge,...) ;
- Rabattement de la nappe lors les travaux de réalisation des chambres de jonction ;
- Limitation des volumes pompés par vérification des niveaux de nappe ...

Au niveau de la route Napoléon, le câble sera préférentiellement positionné au-dessus des buses à faible profondeur.

La longueur des tranchées ouvertes à un instant donné sera à limiter afin d'éviter des phénomènes d'écoulement à l'intérieur de la tranchée.

Enfin, plus généralement, la prévention des pollutions accidentelles fera l'objet de dispositions particulières (bac de rétention, absorbants, décantation, surveillance du taux de matière en suspension...). L'impact prévisible des travaux de mise en place de la liaison électrique terrestre sur les milieux aquatiques est temporaire, direct, de court terme et négligeable compte tenu des modalités techniques de travaux envisagées (forage dirigé privilégié) sur les secteurs sensibles (au sens de proximité des milieux aquatiques) et de l'application de mesures préventives et de gestion des pollutions éventuelles.

2.1.11.2. Contamination des milieux aquatiques du fait de la présence des sols pollués

Le tracé du câble terrestre traverse (sur 240 m) le terrain Shell dans sa partie non exploitée le long de la limite Est (à 3-4 m de la limite de la parcelle) (voir figure suivante).



Figure 14 : Terrain SHELL sur la route du câble d'export terrestre

Le diagnostic de la zone d'étude a mis en évidence la présence de sols potentiellement pollués au niveau de ce terrain, actuellement constitué d'un terrain vague. Ce terrain est répertorié dans la base de données BASIAS d'inventaire historique des sites industriels et activités de service. Les activités industrielles historiques du site (activités liées à la pétrochimie) laissent présager de l'existence d'une pollution avérée des sols : dépôt d'hydrocarbures, fabrication/stockage de peintures, pigments, vernis, ancrs ou solvants, fabrication, fusion et dépôt de goudron, bitume, asphalte, etc. Des sondages à la pelle mécanique seront effectués tous les 20 mètres environ afin de caractériser précisément la pollution de la zone de travaux, et adapter la méthode de traitement des sols excavés.



La mise en place d'un câble souterrain ne constitue pas en soit un aménagement sensible mais l'excavation de près de 216 m³ de terres potentiellement polluées pour la réalisation de la tranchée nécessitera la prise en charge de cette problématique afin d'éviter toute exportation de la pollution dans l'environnement et notamment vers les milieux aquatiques voisins (canal Saint-Louis et petit canal). L'excavation des sols pourra de plus représenter un risque de pollution lié à la présence d'hydrocarbures volatiles.

Les terres polluées par des hydrocarbures, lorsqu'elles sont excavées, sont des déchets dangereux qui se doivent d'être traités. La gestion des déchets est normalement assurée par le prestataire responsable de la pollution et producteur des déchets.

L'application des principes de gestion des sites et sols (potentiellement) pollués, issus du code de l'environnement et des circulaires du 8 février 2007, conduit à gérer les sites en fonction de l'usage qui en est fait. Ainsi, la conduite des travaux de réhabilitation lors d'un changement d'usage doit s'inscrire dans ce cadre.

L'application des textes législatifs et réglementaires conduit donc, en fonction de l'usage retenu, à examiner les différentes techniques de dépollution, leurs performances, leurs coûts, et en fonction du bilan coût/avantage, à retenir la technique optimale pour qu'en fine, l'état de l'environnement soit compatible avec les usages prévus.

Le choix de la technique de dépollution se fait également en fonction d'autres critères notamment :

- la superficie du site et le volume de terres polluées,
- le coût des traitements,
- la nature et le degré de pollution du site,
- la stabilité des substances à dépolluer,
- les objectifs de dépollution.

Des travaux de dépollution des sols seront entrepris sur une partie des terrains appartenant aujourd'hui à Shell. Les modalités de dépollution seront étudiées ultérieurement par la personne en charge de l'opération au vu des résultats des analyses de sols. Le diagnostic de pollution de sols permettra de caractériser la qualité des matériaux à excaver et, le cas échéant, de déterminer le mode opératoire pour gérer ces déchets en phase de travaux et les évacuer vers une filière de traitement dédiée.

La dépollution des terres contaminées par des hydrocarbures se fera préférentiellement sur site afin de permettre une réutilisation des matériaux pour le rebouchage de la tranchée : soit par traitement biologique (bioterre, biopile), par confinement, lavage de terres (hydrocarbures légers et lourds, métaux), ou encore désorption thermique ou ventilation forcée des sols en terre pour les hydrocarbures volatils. Les terres pourront le cas échéant être évacuées vers un centre de traitement adapté.

La réalisation de tranchées dans des sols potentiellement pollués représentera un risque direct, temporaire, observable à court terme et localisé (linéaire de 240 m de long et 60 cm de large) de contamination de l'environnement notamment des milieux aquatiques voisins. L'effet attendu sera cependant négligeable compte tenu de la mise en œuvre de procédés de dépollution des terres ou de gestion des terres polluées excavées (évacuation vers des centres de traitements appropriés) et de la mise en œuvre de précautions générales en phase travaux.

2.1.12. Effets sur l'environnement sonore

Opérations d'assemblage des composants du parc à terre

L'assemblage des éoliennes flottantes se fera sur un quai industriel (quai Gloria identifié à ce stade). Les opérations de levage et d'installation de l'éolienne sur le flotteur bord à quai seront effectuées à l'aide de grues mobiles et de modules de transport automoteurs pour charges lourdes. Les niveaux sonores qu'elles génèrent correspondent à ceux émis par les chantiers habituellement présents sur ce site. La durée de ces opérations reste limitée dans le temps, de l'ordre de quelques dizaines d'heures au total, réparties sur potentiellement 2 à 3 semaines.



Figure 15 : Illustration de l'opération de levage du rotor complet d'une éolienne (© Siemens)

L'assemblage des différents composants des flotteurs ne nécessite pas d'infrastructure spécifique. Les différents modules seront assemblés sur un chantier temporaire, dit « forain », à l'aide de moyens de levage standards. Cette opération ne génèrera pas de niveaux sonores particuliers.

Installation de la liaison terrestre

De la même façon, le chantier de mise en place du raccordement terrestre (atterrage et liaison souterraine) sera source de nuisances sonores, du fait :

- Des opérations induites par le chantier même : fonctionnement des engins de chantier, terrassements pour l'ouverture des tranchées, réalisation des forages dirigés, construction des ouvrages souterrains connexes... ;

- Du trafic routier supplémentaire sur les voies de circulation généré par le déplacement des engins et véhicules de chantiers. Cette augmentation sonore concerne aussi l'accroissement ponctuel (dans le temps et l'espace) du report éventuel de trafic sur les voies secondaires empruntées par les riverains pour éviter les zones de travaux.

Au niveau du littoral (zone d'atterrage), le chantier d'atterrage (mise en place du câble et construction des ouvrages souterrains associés : chambre d'atterrage, puits de mise à terre et chambre pour les câbles de télécommunications) sera à l'origine de nuisances sonores pour les usagers de la plage liées au fonctionnement des engins sur la plage et l'arrière plage (tels que pelles mécaniques ou trancheuse, bétonnière, etc.) et au trafic routier généré par le chantier (mouvements de camions) notamment sur la route Napoléon. Cette gêne restera toutefois très localisée au regard de l'étendue de la plage et limitée dans le temps (durant les 1 à 2 mois de chantier d'atterrage). Aucune habitation n'est située à proximité (l'habitation la plus proche est située à plus de 5 km de la plage Napoléon). Les travaux d'atterrage seront de plus effectués préférentiellement en période hivernale afin d'éviter les périodes de forte fréquentation et limiter les nuisances pour les usagers.

Les travaux d'installation de la liaison souterraine concerneront près de 9 km entre le point d'atterrage et le poste électrique et s'étaleront sur une durée d'environ 11 mois. La mobilité du chantier implique à la fois un « déplacement » du bruit et un impact ponctuel limité à la fois par le type d'engins nécessaires (pelle mécanique, trancheuse, finisseur, tire-câble, mini-pelles, camion toupie et d'une enrobeuse pour certaines portions du tracé) et la nature des espaces traversés. Le tracé retenu ne concerne aucune zone d'habitation et suit principalement les routes au sein d'espaces naturels ou industriels. Les variantes de tracé passant plus à l'ouest par le centre-ville de Port-Saint-Louis-du-Rhône ont d'ailleurs été écartées en phase de définition du projet afin de limiter les impacts pour les riverains en phase chantier. Les travaux les plus proches des secteurs d'habitation sont ceux concernant la partie terminale du tracé, au-delà des terrains Shell. Les habitations restent localisées à plus de 250 m de la zone de chantier.

En phase chantier, des niveaux sonores allant de 75 dB(A) à 110 dB(A) peuvent être attendus pour ce type de travaux (engins d'excavation, de chantier et de transport). A titre indicatif, les niveaux sonores d'opérations d'excavations par pelleteuse sont de l'ordre de 100 à 110 dB(A) en moyenne à proximité du chantier. Ces bruits s'atténuent avec la distance. On estime ainsi que les niveaux sonores sont de l'ordre de 80 à 90 décibels (dB) à moins de 20 m, ce qui correspond à un environnement sonore équivalent à celui d'un passage de voiture.

De façon générale et afin de préserver le confort des riverains, les travaux respecteront les niveaux de bruit admissibles réglementés notamment par les articles R.1334-32, R.1334-36, R.1334-37, R.1337-6 à R.1337-10 du code de la santé publique relatif à la lutte contre les bruits de voisinage (décret n°2006-1099 du 31 août 2006). De plus, l'arrêté du 18 mars 2002, modifié le 22 mai 2006, fixe les dispositions communes applicables aux matériels et engins de chantier et les arrêtés spécifiques pris pour chaque type d'engin. Les émissions sonores, perceptibles, seront maintenues à des niveaux acceptables.

Les travaux seront effectués pendant les heures et jours ouvrables, conformément à l'arrêté préfectoral du 20 juin 2000 (article 5) qui précise notamment que le bruit sera limité aux périodes 7h-20h.

Les nuisances sonores des travaux de mise en place du raccordement terrestre du parc éolien seront limitées compte tenu du caractère évolutif du chantier (effet temporaire, localisé et observable sur le court terme) et de l'éloignement des zones d'habitations. Les travaux respecteront les niveaux sonores admissibles prescrits dans la réglementation ainsi que les réglementations locales éventuelles.

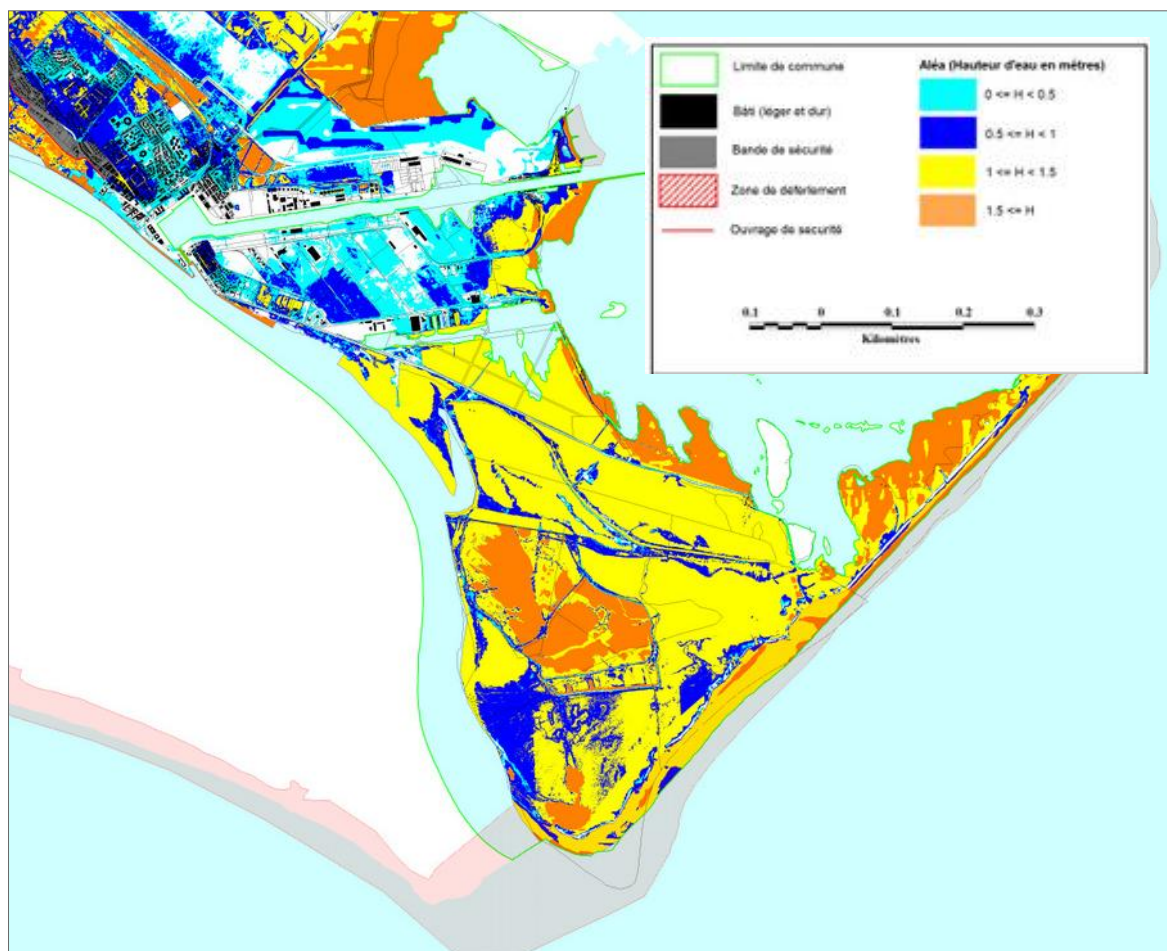
Construction du bâtiment de contrôle-commande

La construction de cette salle constitue une opération classique de travaux urbains, les effets sur l'environnement sonores seront faibles. De plus, il n'y a pas d'habitation à proximité directe de la parcelle sur laquelle ce bâtiment sera implanté.

2.1.13. Effets sur les risques inondation et submersion marine

Le risque inondation et le niveau d'aléa associé (hauteur d'eau H^3) ont été caractérisés dans le cadre de l'état initial (carte présentée de nouveau ci-dessous). Le tracé terrestre du câble d'export, pour lequel l'inondation ne constitue pas une contrainte particulière, suit pour l'essentiel les infrastructures routières. Celles-ci sont caractérisées par des hauteurs d'eau maximales de 1 m (aléa faible ou modéré - bleu clair et bleu foncé sur la carte ci-après).

³ L'aléa est considéré comme modéré lorsque la hauteur d'eau est inférieure ou égale à 1 mètre et fort lorsqu'elle est supérieure à 1 mètre.



Carte 1 : Aléa inondation constitué par l'inondation par le débordement du Rhône et/ou par la submersion marine (Source : PPRi de Port-Saint-Louis-du-Rhône, 2016)

Seul un secteur central de la route Napoléon présente des hauteurs d'eau entre 1 et 1,5 m (en jaune sur la carte). Il est à noter cependant que les zones naturelles de la commune et notamment le secteur de part et d'autre de la route Napoléon, présentent un aléa Rhône et submersion marine maximum (plus de 1,5 m d'eau).

Une grande partie du périmètre concerné par le projet est donc situé en zone inondable :

- suite au débordement du Rhône, dans la partie nord et ouest,
- par intrusion marine, au sud du canal Saint-Louis

2.1.13.1. Contraintes pour le déroulement des travaux

Ce risque inondation représente des contraintes potentielles pour le déroulement des travaux.

Les travaux de creusement de la tranchée d'installation du câble sont en effet susceptibles d'être effectués dans l'eau sur une partie du linéaire en raison :

- Du niveau topographique peu élevé de la route, dont la hauteur au-dessus du niveau des plans d'eau (mer et étangs) est faible,
- Des variations du niveau des eaux en fonction des conditions climatiques.

NOTA : les données topographiques disponibles à ce jour ne permettent pas une grande précision dans cette analyse. Il est cependant anticipé la présence de remontées de nappe dans certaines parties de fouilles d'ouvrages. Des mesures techniques seront alors prises pour assurer le bon déroulement qualitatif des travaux (bassin de décantation avant rejet des eaux de la tranchée dans le milieu naturel par exemple).

Il est également possible que l'ouverture de la tranchée conduise au « drainage » ponctuel et localisé de la nappe d'accompagnement des plans d'eau voisins eu égard à son caractère potentiellement subaffleurant. Les mesures prises en cas de réalisation des travaux en contact avec l'eau sont précisées au sein du paragraphe précédent relatif à l'évaluation des impacts sur la qualité des milieux aquatiques terrestres.

2.1.13.2.Modifications du risque

Hormis les contraintes habituelles de travaux en zone inondable (localisation de la base de chantier, calendrier des travaux, pas de surélévation du terrain naturel...), la mise en place du câble électrique souterrain n'est pas un projet de nature sensible au regard du risque inondation.

La construction des ouvrages souterrains associés ne constitue pas non plus un élément sensible du projet vis-à-vis de cette problématique car la chambre d'atterrage, les chambres de jonction, le puits de mise à terre et la chambre pour les câbles de télécommunication seront tous enterrés. Il n'y aura par conséquent aucun impact de ces aménagements sur le risque inondation.

Les matériaux issus du creusement des tranchées pourront être stockés provisoirement au sein de l'emprise du chantier. La plupart des matériaux seront ensuite réemployés les autres seront évacués vers un site agréé.

L'ensemble du projet sera conforme aux prescriptions du PPR inondation de la commune et aucun effet n'est attendu (voir chapitre 6 « Compatibilité du projet avec les plans, schémas et programmes » de cette étude d'impact).

2.2.Effets sur le milieu biologique en phase de construction

PARTIE MARITIME

2.2.1.Effets sur les habitats marins et les biocénoses benthiques

En phase de construction, les communautés benthiques peuvent potentiellement être perturbées par :

- une destruction directe et localisée des habitats et espèces benthiques présentes lors de l'installation des ancrs, des câbles inter-éoliennes et du câble de raccordement maritime ;
- une augmentation de la turbidité puis un dépôt de particules sédimentaires lié à la remise en suspension des sédiments présents sur le site ;
- les nuisances sonores potentiellement engendrées par les opérations d'installation des différents éléments du parc ;
- la contamination par des substances toxiques en cas de pollution accidentelle.

Nota : les pollutions accidentelles ne constituent pas, au sens de la réglementation, un effet avéré du projet sur l'environnement. Il s'agit ici d'intégrer la gestion de ce risque dans les effets potentiels environnementaux.

2.2.1.1.Perte d'habitat benthique et destruction ou perturbation de biocénoses

Les opérations d'installation ancrs et d'ensouillage du câble d'export et dans une moindre mesure, celles de pose des câbles inter-éoliennes, seront à l'origine d'une perte d'habitat et de destruction directe des biocénoses associées.

Pour rappel, les surfaces impactées seront d'environ 1 590 m² pour l'installation des ancrs. Les engins d'ensouillage du câble d'export auront une emprise comprise entre 57 000 et 152 000 m². La surface totale impactée par ces travaux est de de 0,079 km² à 0,174 km² (voir Tableau 1). Les câbles inter-éoliennes, d'un diamètre compris entre environ 15 cm à 20 cm, seront reposeront sur les fonds marins sur environ 2,5 km (pour l'ensemble du parc pilote). Leur emprise sur le fond marin restera inférieure à 500 m².

Comme décrit dans l'état initial, la zone d'étude présente une faible diversité biologique, deux biocénoses étant présentes sur la zone d'étude. Pour rappel, il s'agit des habitats suivants :

- la biocénose de vases terrigènes côtières (VTC – IV.1.1. ou habitat EUNIS A5.39 « *Mediterranean communities of coastal terrigenous muds*») qui occupent la majeure partie de la zone d'étude (zone d'implantation du parc au large et route du câble d'export jusque vers une dizaine de mètres de profondeur) : cet habitat ne représente pas un enjeu particulier ;
- la biocénose des sables fins bien calibrés (SFBC – III.2.2. ou habitat EUNIS A5.236 « *Mediterranean communities of well sorted fine sands*») sur la partie la plus côtière du câble d'export. : référencée comme d'intérêt communautaire, elle concerne uniquement un court linéaire du câble d'export entre la côte et une profondeur d'environ 10 m.

Les travaux d'ensouillage du câble auront une emprise réduite de 3 à 4 m de large (largeur de tranchée + emprise de l'engin d'ensouillage) et se dérouleront sur une courte période.

On peut de plus s'attendre, sur toutes les zones impactées, à une recolonisation rapide des peuplements après travaux. En effet, plus le sédiment est meuble, moins le temps de renouvellement des populations est long.

Dans le cas de travaux de mise en place de câbles, le temps de renouvellement des communautés benthiques varierait, selon la nature du substrat (de la vase aux sédiments grossiers) de 1 à 12 mois (source : Ifremer, 2011). Une recolonisation rapide par les peuplements benthiques, peut donc être attendue dans le cadre de ce projet, effectuée à partir des individus présents à proximité des surfaces perturbées. Les surfaces d'habitats et biocénoses détruits sont de plus réparties de façon homogène au sein du parc et seules des bandes étroites seront touchées par les travaux. On peut par conséquent s'attendre à un potentiel de régénération important des communautés impactées à partir des communautés environnantes non altérées.

Les travaux d'installation du parc pilote et de son raccordement auront des interactions mécaniques directes avec les fonds marins à l'origine d'une destruction localisée ou d'une perturbation des habitats et biocénoses benthiques. L'impact attendu est cependant limité au vu du caractère temporaire des perturbations en mer (phase de travaux de l'ordre de 3 semaines au total pour l'installation des éoliennes en mer, 4 à 6 semaines pour la pose du câble d'export sous-marin), de la faible emprise des travaux, de la faible sensibilité des habitats sur la majeure partie de la zone d'intervention (biocénoses de vases terrigènes côtières) et de la dynamique de recolonisation rapide des communautés benthiques des substrats meubles.

En zone côtière, même si les enjeux sont plus importants (biocénose de sables fins calibrés), l'impact de l'ensouillage de câbles reste faible (largeur d'emprise de l'engin d'ensouillage de 3 à 4 m), observable à court terme et temporaire.

2.2.1.2. Création d'un panache turbide pouvant affecter la vie sous-marine

Comme expliqué précédemment, les travaux en mer et notamment l'ensouillage du câble d'export et la pré-installation des ancrages seront à l'origine d'une remise en suspension des particules fines (fonds vaseux avec majorité de silts de moins de 63 µm) qui auront un impact potentiel indirect sur la faune marine locale.

La sédimentation des particules remises en suspension est susceptible d'affecter la faune marine benthique de deux façons :

- Par asphyxie si l'épaisseur du dépôt et la vitesse de sédimentation sont trop élevées par rapport aux capacités de mobilité des espèces de la macrofaune benthique ;
- Par modification de la nature sédimentaire des fonds.

Les peuplements supra-benthiques (poissons de fond, crustacés, mollusques, etc.) sont quant à eux mobiles et ont donc la capacité d'éviter la zone temporairement turbide. De récentes études de suivi relatives aux

effets d'opérations de dragage dans le cadre de la mise en place de fondation d'éolienne en mer n'ont pas révélé d'effet négatif sur les juvéniles ou adultes de poissons dans un rayon de 150 m des opérations⁴.

La remise en suspension liée au travail d'ensouillage restera limitée à une bande de 10-20 m de part et d'autre de la zone de pose du câble.

Les peuplements benthiques de la zone sont déjà soumis :

- à une forte turbidité dans ce secteur du prodelta du Rhône soumis à une large influence des apports particuliers du Rhône ;
- à un remaniement régulier des fonds par les activités de chalutage.

Comme présentée dans la partie 2.1.1.1, l'augmentation de la turbidité restera limitée, à la fois dans l'espace et dans le temps. On peut par conséquent considérer que les impacts sur les communautés benthiques inféodées à des milieux temporairement turbides seront limités.

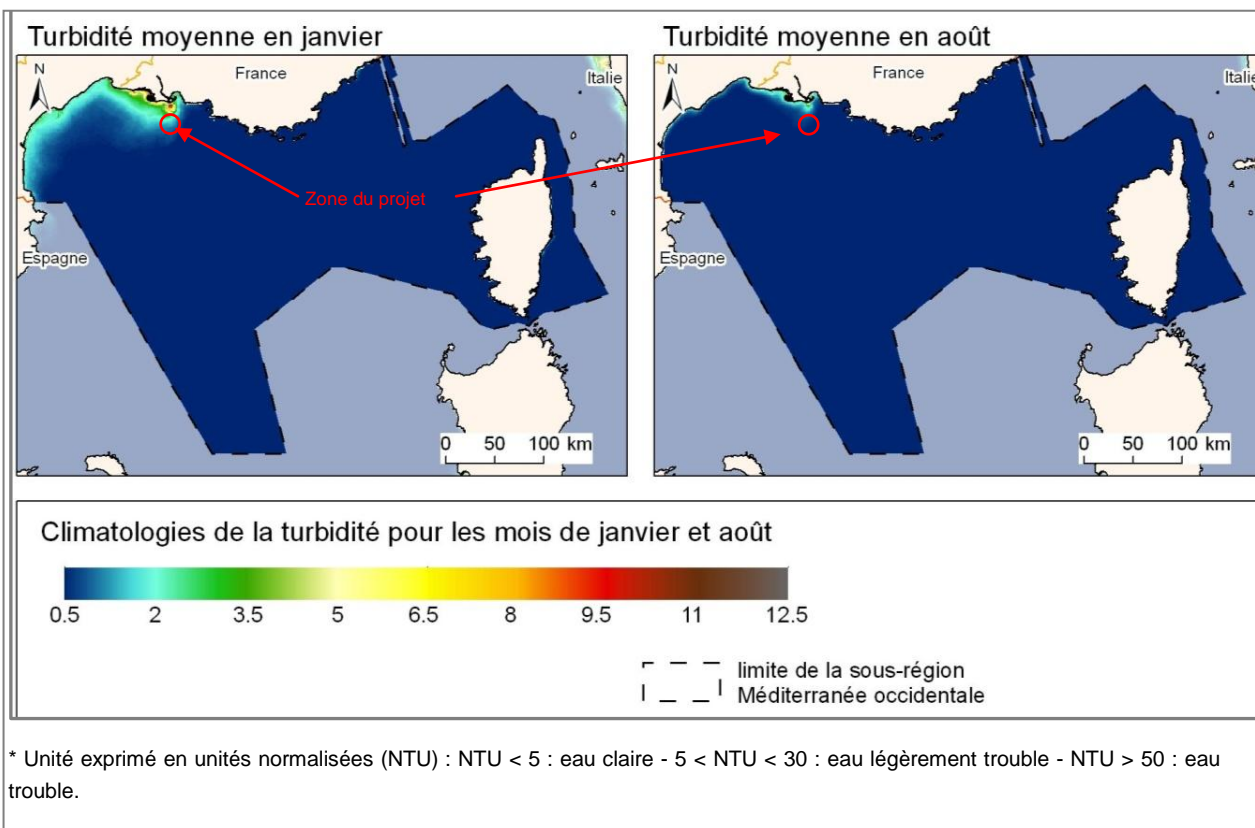


Figure 16 : Turbidité moyenne en janvier et août en Méditerranée Occidentale (NTU = Nephelometric Turbidity Unit - Source : Gohin, 2011)

⁴ Ministère de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Energie. 2012. Energies Marines renouvelables. Étude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques.

L'augmentation de turbidité liée aux travaux aura un impact négligeable sur la faune marine locale au regard du niveau de turbidité déjà existant sur la zone, des faibles surfaces concernées par les travaux et de la durée limitée des interventions. La turbidité s'estompera de plus rapidement (effet temporaire) et l'incidence sur la vie sous-marine, adaptée à des variations de la turbidité de l'eau importante (panache du Rhône, pêche...) est considérée comme temporaire, observable à court terme et négligeable.

A noter toutefois que la sédimentation des particules remises en suspension dépend directement des conditions océanographiques et des caractéristiques des matériaux. Un retour à une turbidité normale est généralement observée en quelques heures d'après les retours d'expériences d'opérations de dragage ; toutefois, étant donné la nature des fonds de la zone de projet largement dominée par des vases (fraction < 63 µm), un temps de sédimentation légèrement supérieur pourra être observé.

2.2.1.3. Risque de pollution accidentelle des eaux de surface

La gestion du risque de pollution accidentelle des eaux de surface a été présentée dans la partie 2.1.4.4. Ce risque de pollution accidentelle, lié à la fréquentation des moyens nautiques et engins de chantier mis en œuvre, est très peu probable et la pollution qui en résulterait aurait un impact très faible sur la qualité de l'eau et donc indirectement sur les populations marines présentes (quantités réduites, de l'ordre d'un à quelques mètres cube au maximum, pollution de surface).

Un tel risque est d'autant plus faible que les moyens préventifs et curatifs mis en œuvre durant les travaux d'installation du parc et de son raccordement permettront un dépistage précoce et un traitement rapide des éventuels incidents.

2.2.1.4. Augmentation du bruit lié aux opérations de chantier

L'augmentation du bruit sous-marin liée aux opérations d'installation du parc pilote et du câble d'export sous-marin a été présentée à la section 2.1.6.2. Le trafic maritime et les différentes opérations du chantier seront à l'origine d'une augmentation des émissions sonores sur la zone, susceptible de perturber la faune marine locale.

Les peuplements macro-benthiques sont relativement peu sensibles aux stimuli sonores. Des effets notoires du bruit sous-marin peuvent exister pour certaines espèces, mais uniquement aux environs immédiats d'une source sonore de forte intensité. Dans le cadre des travaux envisagés pour l'installation du parc éolien flottant pilote, un dérangement des espèces benthiques lié aux perturbations sonores peut se produire.

Les poissons présentent des capacités auditives, grâce aux organes otolithiques et à leur vessie natatoire. Une augmentation du bruit sous-marin peut potentiellement engendrer une perturbation de leurs systèmes auditifs, mais le réflexe de fuite de ces espèces benthiques mobiles est le plus probable.

Les espèces peu mobiles (mollusques et crustacés principalement) appartiennent exclusivement au groupe des invertébrés. Ces derniers perçoivent le bruit à travers un organe particulier, le statocyste (structure cavitaire), qui permet la détection des pressions acoustiques. Les recherches sur les invertébrés sont peu

nombreuses. L'installation du parc pilote n'engendrera aucune opération particulièrement bruyante. Certaines espèces benthiques peuvent potentiellement être perturbées (fuite, désorientation) par le bruit émis par l'ensouillage du câble de raccordement.

Les impacts sur les espèces benthiques liés à l'augmentation du bruit sous-marin en phase de travaux seront donc négatifs, directs, temporaires, et faibles. Ils seront nuls sur les habitats benthiques.

2.2.2. Effets sur les espèces pélagiques

Pour rappel, l'ichtyofaune comprend l'ensemble des poissons, qu'ils soient d'intérêt commercial ou non. Les effets sont ici évalués au regard de la ressource halieutique, à travers laquelle l'ichtyofaune a été caractérisée dans l'état initial.

Les effets sur les espèces benthiques d'intérêt halieutique (essentiellement des crustacés sur la zone d'étude) sont traités dans la partie précédente relative aux biocénoses benthiques.

Cette partie traite donc des effets sur les espèces pélagiques d'intérêt halieutique uniquement.

Les effets potentiels sur la ressource halieutique sont principalement liés :

- A la remise en suspension de particules sédimentaires au niveau des substrats meubles et l'augmentation de turbidité associée ;
- Aux nuisances sonores et vibrations engendrées par les travaux ;
- De manière indirecte, à la perte d'habitat et la destruction de biocénoses benthiques ;
- A une contamination potentielle par des substances polluantes, inhérente à tous travaux et au transit des navires de chantier (risque de pollution accidentelle).

2.2.2.1. Effets liés à la remise en suspension de particules sédimentaires

Les effets liés à la remise en suspension des sédiments ont été évoqués dans le chapitre sur le milieu physique et la partie relative aux biocénoses benthiques.

Comme vu précédemment, une remise en suspension de particules fines pourraient observée lors des travaux d'installation. Dans les petits fonds, inférieurs à 15 m, une augmentation de la turbidité pourrait être observée, de manière transitoire, dans la colonne d'eau. Cette turbidité sera de courte durée et localisée dans un rayon de quelques dizaines de mètres autour de l'emprise des travaux.

Les effets associés resteront temporaires et faibles sur les espèces pélagiques. Dans ce secteur, sous influence du Rhône, la turbidité est un des paramètres majeurs de l'écosystème qui profite des apports du fleuve. Les espèces pélagiques de la zone intègrent cette variabilité saisonnière du milieu et peuvent supporter des événements turbides ponctuels. Leur capacité de fuite constitue également un moyen d'interagir face à la variabilité du milieu. En effet, les poissons juvéniles ou adultes disposent d'une mobilité qui leur permet d'éviter les expositions aux eaux trop turbides (Westerberg *et al.*, 1996 ; Knudsen *et al.*, 2006 ; in Wilhelmsson *et al.*, 2010) et de se reporter sur d'autres zones voisines. De récentes études de suivi

des effets d'opérations de dragage préalables à la pose de fondations d'éoliennes offshore n'ont révélé aucun effet négatif que ce soit sur les juvéniles ou les adultes de poissons, dans un rayon de 150 m autour des opérations (Hammar *et al.*, 2008 ; in Wilhelmsson *et al.*, 2010).

Par ailleurs, les organismes vivants qui fréquentent le secteur côtier au large des Bouches-du-Rhône sont accoutumés à des augmentations de turbidité naturelles lors d'épisodes climatiques intenses (vents, tempêtes, épisodes méditerranéens..) et de crues. De ce point de vue, les impacts liés aux remises en suspension par les travaux seront négligeables au regard notamment de l'influence du panache du Rhône.

A noter toutefois la présence de plusieurs contaminants dans le secteur du golfe de Fos (notamment du mercure – voir partie de l'état initial relative à la qualité physico-chimique des sédiments), susceptibles d'être relargués dans le milieu et de se bio accumuler dans les chaînes trophiques. Les phénomènes de bioaccumulation des contaminants chimiques sont complexes et difficilement quantifiables car ils varient considérablement en fonction des conditions physico-chimiques, des substances chimiques et de leur spéciation ainsi que des espèces concernées. Toutefois, les volumes de sédiments remaniés sont ici très faibles et le panache turbide sera localisé et temporaire. Les risques de transfert des contaminants depuis la matrice minérale vers les compartiments biologiques sont très limités et limitent l'impact de cette phase. Les fonds du secteur sont de plus régulièrement remaniés par les diverses activités anthropiques locales. L'impact des travaux est donc estimé comme potentiellement faible sur les peuplements marins.

Les effets et impacts liés à la remise en suspension de particules sédimentaires sur la ressource halieutique pélagique seront donc négatifs, directs, temporaires, de court terme et faibles.

2.2.2.2.Effets liés à l'augmentation de bruit sous-marin

Tous les poissons étudiés à ce jour sont capables d'entendre des sons (Fay et Popper, 2000 ; Kasumyan, 2005 ; Popper & Fay, 2010), grâce à deux systèmes sensoriels leur permettant de détecter les mouvements de l'eau (l'oreille interne et la ligne latérale) (Popper *et al.*, 2003 ; Webb *et al.*, 2008).

Les capacités auditives des poissons varient beaucoup suivant les espèces. Les études du COWRIE (2006) indiquent qu'en règle générale, leur spectre auditif est compris entre 30 Hz et 1 kHz. Certaines espèces présentent des adaptations particulières et peuvent détecter des sons jusqu'à 3-5 kHz. D'autres études ont révélé que dans de rares exceptions, la sensibilité de certaines espèces s'étend au domaine des infrasons (< 5 Hz) ou des ultrasons (>20 kHz) (Thomsen *et al.*, 2006).

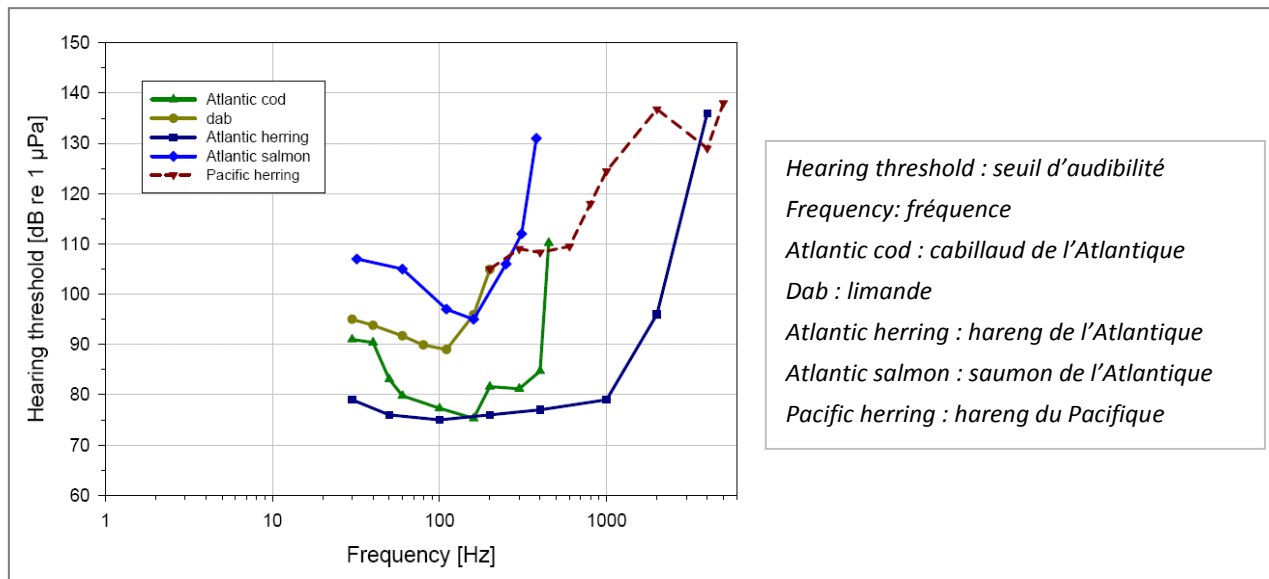


Figure 17 : Audiogrammes de quelques poissons (Source : COWRIE, 2006)

Les activités anthropiques émettent, généralement, des sons de basses fréquences (10 à 500 Hz). Les poissons pélagiques sont donc susceptibles d'être affectés par les émissions sonores. Les connaissances relatives aux perturbations comportementales liées au bruit chez les poissons sont très limitées (Thomsen *et al.*, 2006). La diversité des gammes d'audition qu'ils peuvent présenter rend notamment l'exercice de détermination de seuils d'impact plus complexe que pour les mammifères marins. Néanmoins, la principale conséquence à considérer est leur fuite ou l'évitement de la zone de travaux.

Comme indiqué précédemment, les opérations mises en œuvre dans le cadre de l'installation du parc éolien flottant pilote ne seront pas particulièrement bruyantes. Lors des travaux d'installation, les espèces pélagiques fuiront ou éviteront donc probablement la zone. Ces effets seront temporaires, limités au temps d'installation des structures (7 à 8 semaines de travaux en mer). Les effets cesseront dès la fin des travaux.

Plusieurs retours d'expériences sur les parcs éoliens en mer attestent d'une recolonisation par les espèces mobiles peu de temps après la fin des travaux (Kragefsky, 2014). D'autres études montrent quant à elles l'absence de réaction comportementale significative des bruits de travaux sous-marins (canons à air) sur les poissons pélagiques (Wardle *et al.*, 2001). Dans le contexte du projet de Provence Grand Large, les effets des travaux sur les espèces pélagiques sont davantage comparables à des perturbations transitoires. Ils sont qualifiés d'impacts, mais la résilience de ces espèces est rapide et complète.

Les effets et impacts sur les espèces pélagiques liés aux nuisances sonores et aux vibrations seront donc négatifs, directs, temporaires, de court terme et faibles.

2.2.2.3. Pertes d'habitats

Comme présenté précédemment, les travaux de mise en place du câble (ensouillage, emprise des egins) et dans une moindre mesure, la pose des ancrs et câbles inter-éoliennes, auront une emprise directe sur les fonds marins (et donc sur les habitats benthiques).

Les espèces benthiques ou démersales qui ont un lien trophique avec le benthos, seront impactées de manière indirecte par les pertes ou modifications de peuplements et habitats benthiques. Les pertes ou modifications occasionnées sont toutefois très localisées. Elles concernent de plus des communautés benthiques qui sont réparties de façon homogène sur la zone environnante du tracé, donc non spécifiques aux surfaces perturbées.

En outre, les habitats meubles disposent relativement de bonnes capacités de recolonisation qui font que l'effet sera temporaire. Pour les substrats meubles, les durées de recolonisation mesurées sont en effet généralement de 2 à 3 ans suivant l'arrêt des opérations de travaux (MEDDE, 2012) et peuvent aller jusqu'à 3 ou 4 ans sur les sables grossiers (Lozach, 2011) ;

En amont de la recolonisation, les poissons et les céphalopodes seront en capacité de s'alimenter durant les travaux sur les espaces adjacents non concernés par l'emprise des opérations et retrouveront une nourriture adaptée sur les substrats recolonisés par la suite.

A l'échelle des stocks de la zone considérée, la sensibilité des stocks halieutiques à la perturbation des habitats benthiques et habitats d'espèces est donc jugée faible. La recolonisation des substrats nouveaux (enrochements) ou remobilisés (sédiments mis en suspension) contribuera au retour des espèces benthiques d'intérêt halieutique fixées ou mobiles.

Les effets et impacts associés à la perte d'habitat sur les espèces pélagiques peuvent donc être considérés comme faibles. Ils sont indirects, temporaires et de court terme.

Ceci est cohérent avec les différents rapports et observations réalisées par exemple sur d'autres parcs éoliens, dont celui d'East Anglia ONE qui confirme que cet impact est non significatif (Scottish Power et Vattenfall, 2012).

2.2.2.4. Risque de pollution accidentelle

Le risque de pollution accidentelle est développé dans le chapitre relatif aux effets des travaux sur la qualité des eaux (voir partie 2.1.4.4 du présent document). La mise en place d'un plan de gestion des risques industriels permettra d'éviter tout risque de pollution accidentelle par la fuite de fluide émanant du matériel ou des navires durant les travaux d'installation du parc pilote et de mise en place de la liaison sous-marine (cf. paragraphe relatif aux impacts sur la qualité de l'eau). En cas de survenue d'un tel événement, l'impact négatif attendu sur la qualité du milieu est très faible voire négligeable, compte tenu des quantités de polluants très réduites, du faible trafic associé, ainsi que de la zone restreinte d'intervention.

Le risque de contamination des peuplements marins par une pollution accidentelle est donc considéré comme négligeable.

2.2.3. Effets sur les mammifères marins

L'état initial a montré que la zone d'implantation du projet se situe à des fonds inférieurs à 100 m sur le plateau continental, en dehors du sanctuaire Pelagos ; il ne s'agit pas d'une zone très fréquentée par les mammifères marins. Quelques espèces de dauphins sont toutefois susceptibles de fréquenter la zone, en particulier le grand dauphin (seule espèce d'intérêt communautaire présente sur la ZSC « Côte bleue marine » située à l'Est du projet, dans la zone d'étude), particulièrement connu pour affectionner les eaux littorales, le plus souvent inférieure à 500 m de profondeur.

2.2.3.1. Effets liés à l'augmentation de bruit sous-marin

Effets génériques du bruit sur les mammifères marins

Les mammifères marins utilisent leurs systèmes sensoriels acoustiques pour communiquer, se déplacer, s'orienter et se nourrir. De manière générale, l'augmentation du bruit sous-marin générée par des travaux maritimes peut déranger ou blesser les mammifères marins présents à leur proximité. L'exposition des mammifères marins à des niveaux sonores importants peut en effet entraîner des déficiences auditives, temporaires (TTS, *temporary threshold shift*) ou permanentes (PTS, *permanent threshold shift*), ainsi que des modifications de comportements (perturbation).

Comme pour l'ensemble des espèces marines sensibles au bruit, différents niveaux de perturbation sont à discerner. A ces niveaux sont associées des zones d'influence sur l'audition, dont le rayon dépend de l'espèce concernée, de l'intensité du bruit, de sa fréquence et de sa durée, ainsi que des conditions de site qui influent sur la dispersion du bruit dans le milieu.

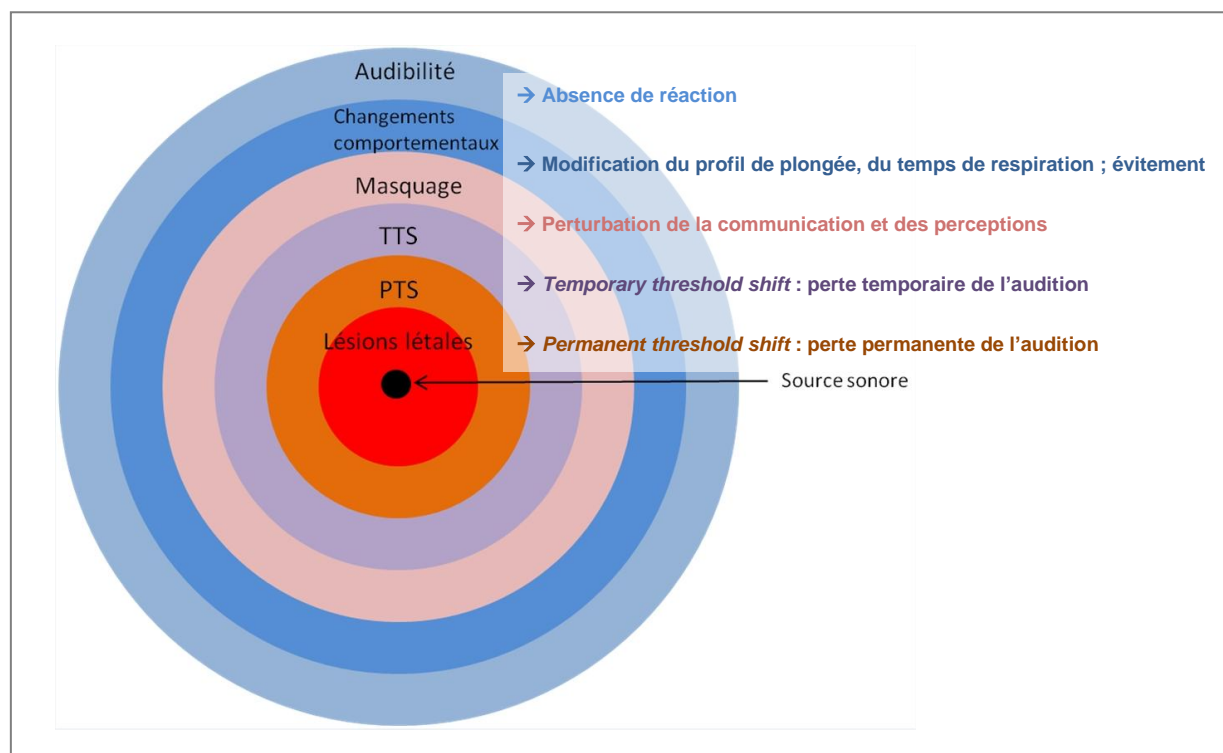


Figure 18 : Zones d'influence du bruit sur les mammifères marins (Source : d'après Richardson et al., 1995)

L'analyse des effets du bruit sous-marin sur les mammifères marins se réfère aux seuils de perturbation et de perte d'audition des animaux.

Sensibilité acoustique des espèces recensées

Chaque espèce présente une sensibilité acoustique spécifique. Les audiogrammes des cétacés et pinnipèdes les plus souvent rencontrés dans le Raz Blanchard sont présentés sur la figure suivante. Ils indiquent, pour chaque fréquence considérée, un niveau sonore qui correspond à la capacité de l'espèce à percevoir les sons (extraits de la publication de Nedwell *et al.*, 2004).

Les limites haute et basse du bruit ambiant permettent de donner un ordre de grandeur de l'audibilité chez les espèces présentées. Ces limites intègrent les origines climatiques, géologiques, biologiques et anthropiques du bruit ambiant (Wenz, 1962 ; Cato, 2008).

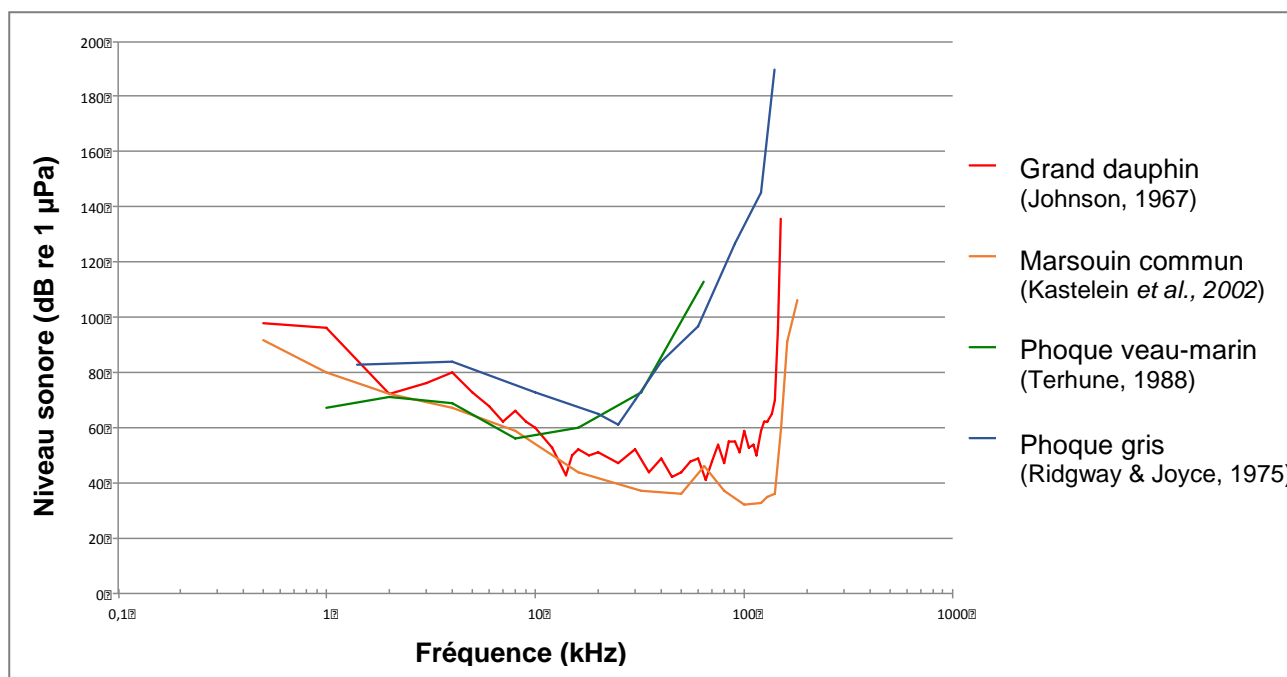


Figure 19 : Audiogrammes des principaux mammifères marins rencontrés dans la zone d'étude
(Sources : Wenz, 1962 ; Cato, 2008 ; Nedwell *et al.*, 2004)

La figure précédente montre que les audiogrammes du marsouin commun et du grand dauphin sont en forme de U, avec une sensibilité plus importante entre 10 et 150 kHz. Le marsouin est l'espèce la plus sensible au bruit et aux variations de pression acoustique (perception auditive à moins de 40 dB re 1 µPa), tandis que le grand dauphin réagit à partir de 40 dB re 1 µPa.

Concernant les pinnipèdes, on note une plus grande sensibilité des deux espèces de phoque (gris et veau-marin) dans la gamme de fréquences de 1 à 20 kHz, et à partir d'un niveau sonore de 55 à 60 dB re 1 µPa.

Critères d'évaluation des effets liés au bruit sous-marin

L'évaluation des effets liés au bruit sous-marin sur les mammifères marins est encore au stade de recherche et développement par la communauté scientifique internationale, il n'existe pas à ce jour de méthode

standardisée. Plusieurs seuils de perturbation et de perte d'audition des mammifères marins ont néanmoins été définis. Les seuils proposés par Southall *et al.* (2007) et par le NMFS, organisme régulateur des Etats-Unis, sont à ce jour les valeurs qui font référence pour la majorité des espèces. Ces seuils sont utilisés dans la plupart des études d'impact.

Critères de Southall

Groupe de mammifères marins	Type de son		
	Impulsion unique	Impulsions répétées	Bruit continu
Cétacés de basse, moyenne et haute fréquence			
Niveau de pression acoustique (dB re 1 μ Pa)	230 (pic)	230 (pic)	230 (pic)
Niveau d'exposition sonore (dB re 1 μ Pa ² .s)	198	198	215
Pinnipèdes (dans l'eau)			
Niveau de pression acoustique (dB re 1 μ Pa)	218 (pic)	218 (pic)	218 (pic)
Niveau d'exposition sonore (dB re 1 μ Pa ² .s)	186	186	203

Tableau 2 : Seuils de dommages permanents (PTS) pour les différents groupes de mammifères marins
(Source : Southall *et al.*, 2007 issu de Subacoustech Environmental Ltd, 2013)

Les bruits émis par les opérations de travaux d'installation du parc pilote sont des sons continus. Les PTS et TTS des cétacés correspondent à des niveaux de pression acoustique respectifs de 230 dB re 1 μ Pa (Pic à pic) et 224 dB re 1 μ Pa (Pic à pic). Le PTS est de 218 dB re 1 μ Pa (Pic à pic) pour les pinnipèdes.

Critères du NMFS

Les seuils de risque potentiel généralement admis aujourd'hui sont ceux utilisés depuis 1997 par le service des pêches des Etats-Unis (NMFS) pour l'évaluation *a priori* des risques acoustiques. Ces seuils sont déterminés pour tout type de son (continu et impulsifs) et ne font pas la distinction entre les différentes classes de fréquence des espèces. Ils sont donnés dans le tableau suivant :

Groupe	Seuil de blessure (pression en dB re 1 μ Pa RMS)	Seuil de modification comportementale (pression en dB re 1 μ Pa RMS)
Cétacés	180	160
Pinnipèdes	190	160

Tableau 3 : Niveaux sonores correspondants aux seuils de blessure et de modification comportementale du NMFS (Source : NOAA, 2005)

De manière conservatrice, le seuil de 180 dB re 1 μ Pa, plus faible que les niveaux proposés par Southall *et al.* (2007), est ici retenu pour l'analyse des effets sur l'ensemble de mammifères marins.

Mise en relation des sensibilités acoustiques et du bruit émis

Pour rappel, les niveaux de bruit liés à l'ensouillage des câbles et au trafic induit par les navires d'installation durant les opérations sont de l'ordre de 180 dB au maximum et ne dépassent pas les bruits du trafic

maritime habituel qui se produisent régulièrement. Ils sont trop faibles pour causer une blessure ou pour détériorer, même temporairement, les capacités auditives.

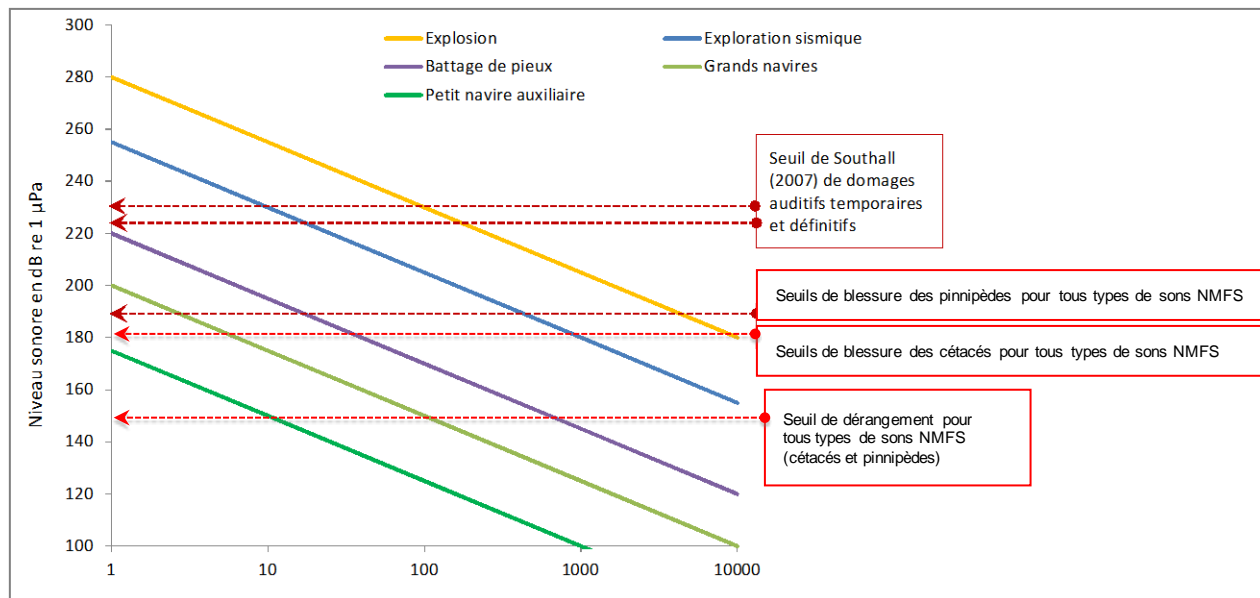


Figure 20 : Evaluation des distances d'incidences de différentes sources sonores sur les mammifères marins
(Source : modifié d'après OSL, 2014)

D'après le graphe ci-dessus, les grands navires (200 dB re 1 µPa en niveau sonore de crête) pourraient causer des dommages acoustiques uniquement à proximité de la coque. Les plus petits navires type barge (175 dB re 1 µPa en niveau sonore de crête) ne provoqueront aucun de dommages auditifs. Selon les critères de (Southall *et al.*, 2007), aucun type de navire ne pourrait être à l'origine de dommages auditifs.

La distance maximale de dérangement des cétacés et des pinnipèdes serait de l'ordre de quelques mètres (proche de la coque) pour les petits navires, selon le critère conservatif de 180 dB re 1 µPa. Elle serait d'environ 50 à 60 m pour les grands navires.

Conclusion

Aucun dommage physiologique sur les mammifères marins n'est donc escompté dans le cadre des opérations d'installation des éoliennes flottantes et de l'ensouillage du câble d'export sous-marin. Une perturbation temporaire et localisée des espèces dans un périmètre immédiat autour des navires présents sur zone pourra être observée, au même titre et dans les mêmes proportions que d'autres activités maritimes communes dans ce secteur à proximité du port de Fos-sur-Mer et de l'étang de Berre. Ce dérangement consistera en toute vraisemblance en une fuite des espèces en présence, le temps des opérations d'installation.

Les modélisations acoustiques d'installation de câbles et de bruit généré par des navires d'installation, réalisées pour les parcs éoliens en mer de Courseulles-sur-Mer, Fécamp et Saint-Nazaire confirment cette analyse. Elles ont été réalisées en calculant des niveaux d'exposition sonore :

- Pour le grand dauphin (cétacé basse fréquence) et les pinnipèdes, le niveau d'exposition sonore lié à l'ensouillage de câble et au trafic maritime induit n'est pas supposé atteindre les seuils d'impact créant

des modifications comportementales ou des pertes d'audition (temporaires ou permanentes) (BioConsult, 2014). Les effets des travaux de construction sont donc négligeables ;

- Pour le marsouin commun, les activités de pose des câbles ou de trafic induit peuvent poser uniquement des modifications comportementales chez le marsouin commun, jusqu'à environ 1,5 km au maximum de la source (Quiet Oceans, 2014). Ce dérangement consistera en toute vraisemblance en une fuite des espèces en présence le temps des opérations d'installation.

Ces conclusions sont par ailleurs cohérentes avec les retours d'expérience d'opérations similaires réalisées pour des parcs éoliens en mer en Europe du nord.

Les effets de l'augmentation du bruit sous-marin en phase de construction peuvent donc être considérés comme négatifs, temporaires, directs, observables à court terme et faibles pour les mammifères marins fréquentant le secteur d'étude.

2.2.3.2.Effets liés au remaniement des fonds

Comme vu précédemment, une augmentation temporaire et très localisée de la turbidité est attendue lors des travaux, par remise en suspension des sédiments des substrats meubles. Celle-ci aura peu d'impact direct sur les mammifères marins. Mais elle peut affecter les espèces benthiques et pélagiques, et avoir des conséquences sur les autres organismes du réseau trophique.

L'installation des éoliennes (mise en place des ancres) et du câble de raccordement maritime peut engendrer un remaniement des fonds et une remise en suspension de sédiments, donc une modification des habitats. Celle-ci peut avoir des effets indirects sur les mammifères marins, en raison de la dégradation ou de la destruction de certaines fonctions supports exercées par ces habitats.

Comme démontré précédemment, l'effet du projet sur les habitats du site est faible en phase de construction. Ceux-ci ne seront pas modifiés significativement.

De plus, l'état initial a révélé que la zone d'implantation du projet ne constitue pas une zone présentant une fonctionnalité spécifique (reproduction, alimentation, etc.) pour les mammifères marins. Le dérangement concernera uniquement des individus de passage, qui éviteront la zone de travaux.

Ainsi, l'effet lié au remaniement des fonds en phase de travaux sur les mammifères marins sera négatif, temporaire, indirect et faible.

2.2.3.3.Effets liés aux risques de collision

En phase de construction, le seul risque de collision est lié à la présence des navires d'installation sur zone.

Le risque de collision entre les mammifères marins et les navires en transit reste une source principale de mortalité chez certaines espèces, en particulier les grands cétacés (baleines). Chez les dauphins, plus rapides et plus mobiles, ce risque est nettement plus réduit. En effet, ces derniers disposent de facultés

d'écholocation pour repérer des objets mobiles et sont très fréquemment observés aux abords des navires en transit (vagues d'étraves notamment).

Les phoques sont potentiellement plus sensibles à ce risque mais, contrairement aux dauphins, ne provoquent pas le contact avec les navires, développant des réponses de fuite à leur approche.

Enfin, il est à noter que les collisions répertoriées avec les navires en transit concernent principalement des navires dont les vitesses sont importantes. En effet, la vitesse semble être le facteur déterminant dans la gravité de la collision : lorsqu'elle est comprise entre 8,6 et 15 nœuds, la probabilité qu'une collision induise une blessure létale augmente de 21% à 79% (Vanderlaan et Taggart, 2007).

Dans le cadre de ce projet, les navires de travail (remorqueurs, navires de pose des ancres et des câbles inter-éoliennes, navire câblé) opéreront à des vitesses très faibles. De plus, peu de navires seront présents sur zone de manière simultanée (un navire principal et un navire support). Ces derniers interviendront sur de courtes durées (voir chapitre 1 « Description du projet » de cette étude d'impact).

Le risque de collision est considéré comme négligeable pour les espèces d'odontocètes (dauphins et marsouins) et de pinnipèdes (phoques) qui y sont peu sujets. L'impact associé est donc négligeable également.

2.2.3.4. Impacts liés à une pollution accidentelle

Le risque de pollution accidentelle des eaux de surface associé à la présence de navires de chantier est développé dans le paragraphe relatif à la qualité des eaux. Le plan de prévention des risques qui sera mis en œuvre et la nature des composants transportés lors de l'installation rendent ce risque très peu probable. Si un accident survenait, les mesures prévues permettraient de contrôler toute diffusion liée à un déversement.

Ces caractéristiques permettent d'affirmer que les incidences sur la vie marine seront négligeables, notamment du fait de l'application de moyens préventifs et éventuellement curatifs.

2.2.4. Effets sur les tortues

L'analyse a été effectuée par le bureau d'études Biotopie pour la tortue Caouanne, dans le cadre de l'étude d'incidences Natura 2000. Cette espèce est en effet répertoriée dans la ZSC « Camargue ». L'analyse est valable pour les autres tortues marines susceptibles d'être présentes ponctuellement dans la zone d'étude.

La synthèse de cette analyse est présentée ci-après pour la phase de travaux :

Nature et durée de l'effet	Sensibilité et risque	Intensité de l'effet	Nombre d'individus potentiellement impactés	Effectifs présent sur la ZSC	Niveau d'incidence
Destruction d'individus en phase de chantier - Permanent	Sensibilité faible Risque de collision avec les bateaux de faible occurrence compte de tenu de la rareté de cette espèce, de la durée réduite des travaux et du trafic maritime existant	Faible	Non évaluable. Probablement nul à très faible	Non connu	Négligeable
Dérangement d'origine sonore en phase de chantier - Temporaire ou permanent	Sensibilité modérée Perturbation temporaire liée au passage des bateaux, à la pose du câble et des ancrages	Faible			Négligeable

Tableau 4 : Evaluation des effets du projet sur la tortue Caouanne en phase de travaux (Source : Biotope, 2017)

2.2.5. Effets sur l'avifaune

En phase de travaux, les navires d'installation présents sur site pourront être à l'origine d'un dérangement temporaire des espèces en présence. Celles-ci pourront éviter la zone de chantier en mer durant les opérations d'installation du parc pilote et du câble d'export.

L'un des avantages de l'éolien offshore flottant est sa phase travaux allégée, qui ne demande pas de lourds moyens à la mer ni de travaux intrusifs, notamment lors de la mise en place des fondations. Les éoliennes seront assemblées à terre et remorquées au large pour être fixées sur leurs ancrages.

L'utilisation de bateaux pour les travaux et l'absence de moyens aériens permet de réduire l'impact par dérangement des oiseaux.

L'impact principal de l'installation de ces éoliennes flottantes repose sur la pose des ancrages et l'ensouillage du câble, qui mettront en suspension des sédiments et augmenteront temporairement la turbidité de l'eau.

Les délais réduits de la phase travaux (5 jours pour la pose des ancrages d'une éolienne, 1 jour pour le remorquage, 2 jours pour la connexion aux ancrages, 1 jour de raccordement inter-éolienne, et 1 à 2 mois pour la pose du câble) limitent fortement le niveau d'impact attendu.

Le nombre réduit d'éoliennes (3) limite encore l'impact de la phase travaux sur l'avifaune.

Les effets et impacts du projet sur l'avifaune sont principalement liés à un dérangement temporaire et une perte d'habitat provisoire circonscrite à la zone de travaux. Compte tenu de la nature des opérations en mer du projet pilote et du câble d'export sous-marins, il peuvent être qualifiés de directs, temporaires, observables à court terme et faibles.

PARTIE TERRESTRE

2.2.6. Effets sur les milieux naturels terrestres en phase de construction

Les travaux de mise en place des aménagements prévus dans le cadre de ce projet sont susceptibles d'entraîner divers impacts sur les habitats naturels, les espèces animales (et pour certaines sur leurs habitats) et les espèces végétales qui les occupent. Des impacts directs et indirects pourront être observés.

2.2.6.1. Destruction ou dégradation d'habitat ou d'espèces végétales

Pose du câble sur la zone d'atterrage

200 m de plage sont concernés par les travaux d'atterrage (intervention d'une pelle mécanique, d'un treuil et de galet) mais aucune formation dunaire n'est présente à ce niveau et le câble rejoint le parking arrière.

L'emprise chantier sur la zone d'atterrage est estimée à 1,5 ha incluant l'installation de chantier, la zone de stockage et la circulation des engins, la chambre d'atterrage, le puits de mise à la terre et la chambre des câbles de télécommunication.

Une tranchée d'environ 1 m de large sera réalisée afin d'enterrer le câble entre 1,5 et 2 m de profondeur pour éviter tout risque de mise à nu en cas de fortes tempêtes. La zone de chantier pourrait s'étendre sur près de 30 m de large. La nature sableuse du littoral facilitera l'opération d'ensouillage du câble. Le volume de sable concerné par la tranchée est estimé à 1000 m³. La tranchée sera rebouchée avec les matériaux extraits.

L'utilisation d'un treuil pourra être nécessaire pour tirer le câble. Il faudra dans ce cas ajouter l'emprise du socle béton supportant le treuil de tirage du câble. Il est possible que la plage soit creusée sur 50 cm de profondeur et sur une surface de 50 m² (5 m de large par 10 m de long) afin d'y déposer ce socle. Une bâche sera déposée au fond de la fouille pour isoler le béton des matériaux sableux et faciliter la remise en état à la fin des travaux.

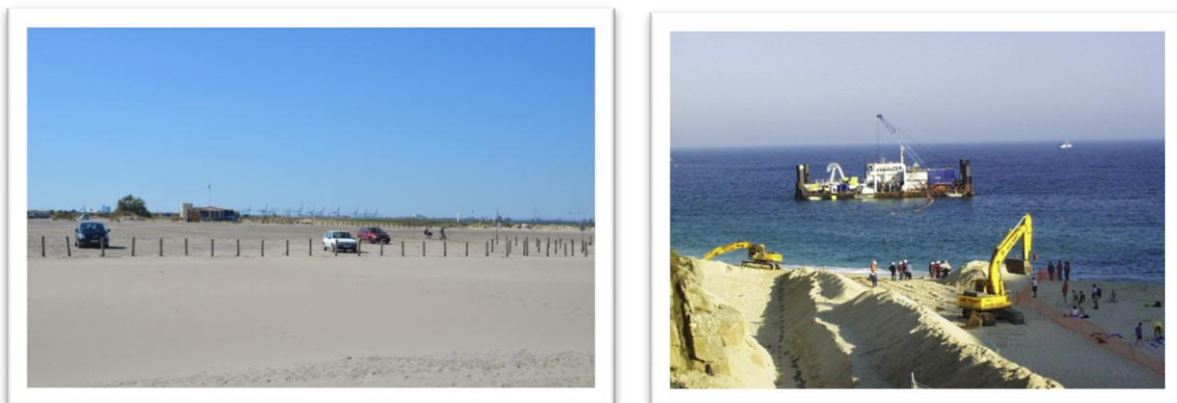


Figure 21 : Site d'atterrage sur la plage Napoléon (parking) et exemple de chantier d'atterrage (Sources : BRLI, 2013 et EDF-EN)

La chambre d'atterrage d'une surface de 30 m² sera enterrée sur le parking devant le poste de secours.

Les travaux sur le site d'atterrissage ne dureront que quelques semaines. L'impact sera limité à l'emprise du chantier qui ne concerne pas de formation dunaire.

Liaison terrestre

Le tracé du câble a été défini pour utiliser au maximum les infrastructures existantes dans l'objectif de limiter l'emprise sur les milieux naturels. L'emprise des travaux sur une grande partie du linéaire (90 %) se limite donc aux routes ou leur accotement (route de Carteau, avenue de la Mer, avenue de la 1^{ière} DFL...), pistes cyclables (le long de la route Napoléon), voies d'accès ou encore zone d'activités, **et ne concerne donc directement aucun habitat naturel remarquable** (voir photos suivantes).



Figure 22 : Routes empruntées par le tracé du câble d'export terrestre (© BRLi)

Le câble sera entièrement enterré le long ou sous les routes existantes à l'aide d'une pelle mécanique ou d'une trancheuse de manière à limiter autant que possible l'emprise de la tranchée (de 50 à 60 cm de large).

Etant donnée la sensibilité environnementale du secteur de la route Napoléon, le câble sera entièrement enfoui sous la chaussée existante, notamment sous la piste cyclable, afin de réduire l'impact sur les milieux naturels environnants. La chaussée sera reprise à l'identique à la fin des travaux.

Les expertises naturalistes sur les habitats terrestres sur ce secteur ont montré que la plupart des habitats situés à proximité immédiate (jusqu'à 1 m environ) de la route Napoléon sont anthropisés (formations rudérales sans valeur propre). Les abords immédiats de la route ne présentent pas d'enjeu particulier. Au-delà de cette distance, de nombreux habitats naturels (fourrés, steppes, prés salés, roselières) relativement bien conservés et présentant des enjeux fort à modérés ont en revanche été observés. Les enjeux de conservation forts ont été notés sur les dunes situées près du poste de secours.

Six sites présentant des enjeux floristiques forts ont de plus été identifiés à proximité immédiate de la route Napoléon (bordure de la piste cyclable ou accotement) ainsi que des habitats favorables aux amphibiens (enjeux potentiels dans le secteur entre les cabanes du Levant et le They de Saint-Antoine-Ermite).



Figure 23 : Fourrés des marais salés méditerranéens / Dunes embryonnaires – secteur route Napoléon (Source : Biotope, 2013)

D'autres secteurs le long de la route du câble mais plus au Nord, présentant des habitats à enjeux modérés et quelques stations d'espèces floristiques protégées, ont été identifiés. Il s'agit notamment du secteur entre le petit canal et le carrefour de Garrouyas où des habitats de fourrés halophiles méditerranéens et roselières ont été répertoriés au-delà de la route. Le câble sera de la même façon enterré sous un chemin puis sous l'avenue de la Mer et l'emprise des travaux ne concernera donc pas directement les milieux naturels non anthropisés.

Les installations de chantier (cabanes de chantier et zones de dépôt de matériaux/matériels) seront implantées sur des secteurs aménagés (routes et parkings) et n'auront pas non plus d'emprise sur les milieux naturels.

Au vu de la présence d'espaces naturels présentant des enjeux, une attention particulière sera portée à la limitation de l'emprise du chantier de part et d'autre des infrastructures routières existantes et à la mise en protection des stations végétales remarquables identifiées dans le cadre de l'état initial afin de limiter les impacts sur ces secteurs.

Bâtiment de contrôle-commande du parc pilote

La salle de contrôle-commande du parc pilote sera implantée sur une parcelle urbanisable de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, adjacente à celle sur laquelle se situe le poste de livraison électrique RTE existant. Il n'existe pas de d'habitat naturel ou de milieu aquatique particulier sur cette parcelle.

Dans la mesure du respect de la limitation de l'emprise de travaux aux infrastructures routières existantes et de la mise en défens des stations de flore protégée, aucun habitat naturel remarquable ne sera détruit et les impacts attendus sur les milieux naturels seront faibles, temporaires (reconstitution à l'identique des zones de chantier – 18 mois de chantier au total, liaison maritime comprise) et limités dans l'espace à des habitats largement artificialisés. A l'issue des travaux, le maître d'ouvrage s'engage de plus à une remise en état du site à l'identique. Aucun impact résiduel n'est attendu.

2.2.6.2.Dérangement de la faune locale

Un autre effet prévisible du déroulement du chantier est le dérangement d'espèces, notamment de l'avifaune. De forts enjeux avifaunistiques ont en effet répertoriés sur la zone d'étude notamment sur le secteur du They de la Gracieuse et les travaux risquent d'être à l'origine de perturbations des populations d'oiseaux nichant ou s'alimentant sur le secteur. Le site offre plusieurs secteurs de nourrissage, de nidification et d'hivernage pour l'avifaune et jouxte des milieux exceptionnels pour une avifaune nombreuse et diversifiée. La faible largeur de la zone d'intervention et la présence de la route Napoléon largement fréquentée notamment en période estivale, limite cependant son rôle dans la fonctionnalité globale du secteur pour l'avifaune.

Il s'agit d'un impact direct, temporaire, susceptible d'induire une modification comportementale de l'avifaune qui évitera la zone d'influence des travaux sur des distances plus ou moins importantes en fonction de la sensibilité des espèces.

Certaines espèces, telles le chevalier gambette, l'échasse blanche, la fauvette à lunettes ou encore le flamant rose, seront plus sensibles au dérangement car ayant des zones de nidification et d'alimentation proches de l'emprise des travaux à terre (cf. dossier d'évaluation d'incidence Natura 2000 joint à ce dossier en pièce 4b). Le risque de perturbation est particulièrement élevé de mars à juillet.

Une attention particulière a cependant été portée à la période d'intervention des travaux eu égard au calendrier biologique des espèces remarquables. Les travaux s'étaleront sur 18 mois pour l'installation des 9,4 km de câble et sur plusieurs semaines sur la plage Napoléon. Les périodes de travaux (1^{er} trimestre 2018), notamment sur le secteur de la plage et de la route Napoléon, tiennent compte du calendrier biologique des espèces locales remarquables. Aucun impact résiduel significatif n'est par conséquent attendu.

2.2.6.3.Effets sur le milieu biologique des canaux et roubines

Les roubines seront traversées en tranchée pour enfouir le câble de raccordement sous le lit de ces fossés. Les travaux seront réalisés en période d'étiage si possible, dans l'enceinte de batardeaux pour éviter la propagation des pollutions liées à ces travaux (matières en suspension, pollution accidentelle) et maîtriser l'eau présente sur le chantier. les écoulements seront maintenus à l'aide d'une pompe dirigeant les eaux de l'amont vers l'aval de la zone de travaux. Les eaux de fond de fouille seront décantées avant rejet au milieu naturel. Les berges et le fond des roubines seront remis en état à l'identique, avec la terre et les limons du site.

Les incidences de ces travaux sur les milieux aquatiques et peuplements piscicoles de ces roubines sont temporaires, et sont les suivantes :

- Dérangement de la faune,
- Dégradation temporaire et localisée de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques,
- Remise en suspension de sédiments,
- Risque de pollution accidentelle des eaux.

Ces impacts peuvent être considérés comme faible eu égard à la durée des travaux sur les roubines (1 à 2 semaines) et au faible niveau d'enjeu associé à ces milieux.

2.2.6.4. Conclusion sur les impacts sur la biodiversité terrestre

Une synthèse des impacts des travaux terrestres sur les milieux naturels, avant application de mesures, est présentée ci-après.

Légende – niveau d'enjeu et niveau d'impact



Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Plage Napoléon								
Bancs de sables fins infralittoraux à faible couverture permanente d'eau marine		Destruction/altération des habitats (qualité, structure, organisation) par terrassement, roulement, dépôts de matériaux, confusion sédimentaire, tassement, érosion...	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Faible à modéré	Oui
Replats boueux ou sableux supra- et médiolittoraux exondés à marée basse					Permanent			
Végétations annuelles des laisses de mer					Temporaire			
Dunes embryonnaires et dunes blanches					Permanent			
Panicaud de mer <i>Eryngium maritimum</i>		Destruction/altération de population et d'habitat par	Direct	Chantier	Permanent Temporaire	Locale	Faible à modéré	Oui

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Cortège sabulicole <i>Ammophila arenaria</i> , <i>Euphorbia paralias</i> , <i>Cakile maritima</i> , <i>Anthemis maritima</i> , <i>Polygonum maritimum</i>		terrassement, roulement, dépôts de matériaux, confusion sédimentaire, érosion, tassement...			Temporaire			
Cicindèle à trois dessins <i>Cylindera trisignata</i>	Reproduction avérée ou potentielle	Destruction d'individus (œufs, larves, nymphes, adultes) lors des travaux d'enfouissement Destruction d'habitats lors des travaux d'enfouissement	Direct	Chantier	Permanent Temporaire	Locale	Faible	Oui
Cochevis huppé <i>Galerida cristata</i>	Reproduction	Dérangement d'individus, perte d'habitats fonctionnels, risque de destruction d'individus (nichées au sol).	Direct et indirect	Chantier	Temporaire à Permanent	Locale	Faible à Modéré	Oui
Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i>	Reproduction							Oui

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Route Napoléon								
Lagunes côtières méditerranéennes		Chantier sous route, ne devrait théoriquement pas porter atteinte aux habitats et végétations connexes.	Direct	Chantier	Temporaire à Permanent	Locale	Faible	Oui
Baies peu profondes								
Dunes embryonnaires et dunes blanches								
Végétations annuelles des vases salées								
Prés salés méditerranéens								
Fourrés halophiles méditerranéens								
Roselières								
Fourrés méditerranéens à Tamarix								
Boisements d'Orme riverain								
Limonium de Provence <i>Limonium cuspidatum</i>								
Lis de mer <i>Pancratium maritimum</i>		Risque de débordement accidentel (engins, matériaux)						
<i>Zostera noltei/marina</i>								

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	Reproduction	Dérangement d'individus	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable	Non
Couleuvre à échelons <i>Rinechis scalaris</i>	Reproduction	Dérangement d'individus	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable	Non
Fauvette à lunettes <i>Sylvia conspicillata</i>	Habitats fonctionnels	Dérangement d'individus lors de la réalisation des travaux.	Indirect	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable	Non
Chevalier gambette <i>Tringa totanus</i>	Transit, alimentation							
Echasse blanche <i>Himantopus himantopus</i>	Transit, alimentation							
Avocette élégante <i>Recurvirostra avocetta</i>	Transit, alimentation							
Flamant rose <i>Phoenicopterus ruber</i>	Transit, alimentation	Dérangement lors de la phase chantier	indirect	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable. Le gîte n'est pas concerné par le projet et il s'agit d'espèces très peu sensibles à ce type de dérangement.	Non
Pipistrelles sp.	Une colonie de 10 individus							

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Cortège de chiroptères communs	Potentielle en chasse et transit	Destruction et altération d'habitats de chasse et transit	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable. Il s'agit d'un part infime d'habitats détruits. Impact qui n'est pas de nature à remettre en cause une quelconque fréquentation	Non
Cortège de chiroptères patrimoniaux	Potentielle en chasse et transit	Destruction et altération d'habitats de chasse et transit	Direct	Chantier	Temporaire	Locale		
Presqu'île du Mazet								
Végétations annuelles des vases salées		Destruction/altération des habitats (qualité, structure, organisation) par terrassement, roulement, dépôts de matériaux et matériel, confusion sédimentaire, tassement, érosion, drainage...	Direct	Chantier	Permanent à temporaire	Locale	Faible	Oui
Prés salés méditerranéens							Faible	
Fourrés halophiles méditerranéens							Faible	
Steppes salées méditerranéennes							Modéré	
Fourrés méditerranéens à Tamarix							Faible	
Gazons amphibies halo-nitrophiles							Faible	
Crypside piquant <i>Crypsis aculeata</i>		Destruction/altération de population et d'habitat par	Direct	Chantier	Permanent à temporaire	Locale	Faible	
Orchis à odeur de vanille <i>Orchis coriophora subsp. fragans</i>							Faible	

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Limonium à feuilles de pâquerette <i>Limonium bellidifolium</i>		terrassment, roulement, dépôts de matériaux, confusion sédimentaire, érosion, tassement, drainage...					Modéré	
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	Reproduction	Dérangement d'individus, perte d'habitats fonctionnels, risque de destruction d'individus (nichées au sol).	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Couleuvre à échelons <i>Rinechis scalaris</i>	Reproduction							
Pipit rousseline <i>Anthus campestris</i>	Habitats fonctionnels	Dérangement d'individus sur les marges des habitats fonctionnels.	Indirect	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable	Non
Œdicnème criard <i>Burhinus oedichenus</i>	Habitats fonctionnels							
Faubourg Hardon (terrain Shel)I								

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Sérapias à petites fleurs <i>Serapias parviflora</i> Parl.		Destruction d'individus Altération voire destruction de l'habitat de la phase chantier	Direct	Chantier	Temporaire Permanent	Locale	Modéré	Oui
Reptiles communs (Lézard des murailles, Tarente de Maurétanie)	Reproduction	Destruction d'individus et altération de l'habitat lors des travaux d'enfouissement Dérangement	Direct et indirect	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	Reproduction	Dérangement d'individus, perte d'habitats fonctionnels, risque de destruction d'individus (nichées au sol).	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Couleuvre à échelons <i>Rinechis scalaris</i>	Reproduction							

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Avifaune commune protégée	Potentielle en reproduction	Altération d'habitat fonctionnel risque de destruction d'individus (nichées au sol)	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
		Dérangement d'individus en phase de transit et d'alimentation						
Cortège de chiroptères communs	Potentielle en chasse et transit	Destruction et altération d'habitats de chasse et transit	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable. Il s'agit d'un part infime d'habitats détruits. Impact qui n'est pas de nature à remettre en cause une quelconque fréquentation	Non
Cortège de chiroptères patrimoniaux	Potentielle en chasse et transit	Destruction et altération d'habitats de chasse et transit	Direct	Chantier	Temporaire	Locale		
Milieux naturels aux abords de l'avenue de la mer jusqu'au poste électrique								
Végétations annuelles des vases salées		Destruction/altération des habitats (qualité, structure, organisation) par terrassement, roulement, dépôts de matériaux et matériel,	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Prés salés méditerranéens							Modéré	
Fourrés halophiles méditerranéens							Assez fort	
Steppes salées méditerranéennes							Assez fort	

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Fourrés méditerranéens à Tamarix		confusion sédimentaire, tassement, érosion...					Faible	
Bois de Peupliers noirs et blancs							Faible	
Limonium de Provence <i>Limonium cuspidatum</i>		Destruction/altération de population et d'habitat par tassement, roulement, dépôts de matériaux, confusion sédimentaire, érosion, tassement...	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Assez fort	Oui
Limonium de Girard <i>Limonium girardianum</i>							Assez fort	
Statice à feuilles de pâquerette <i>Limonium bellidifolium</i>							Modéré	
Chiendent allongé <i>Elytrigia elongata</i>							Modéré	
Cicindèle bordée de blanc <i>Cephalota circumdata leonschaeferi</i>	Reproduction avérée ou potentielle	Destruction d'individus (œufs, larves, nymphes, adultes) lors des travaux	Direct	Chantier	Permanent Temporaire	Locale	Modéré	Oui

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Cicindèle des marais <i>Cylindera paludosa</i>		d'enfouissement Destruction d'habitats lors des travaux d'enfouissement						
Péloдые ponctué <i>Pelodytes punctatus</i>	Reproduction	Destruction d'individus en phase terrestre, altération d'habitats de gîte, dérangement.	Direct et indirect	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Rainette méridionale <i>Hyla meridionalis</i>	Reproduction							
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	Reproduction	Dérangement d'individus, perte d'habitats fonctionnels, risque de destruction d'individus (nichées au sol).	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Couleuvre à échelons <i>Rinechis scalaris</i>	Reproduction							

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Bruant proyer <i>Emberiza calandra</i>	Reproduction	Dérangement d'individus, perte d'habitats fonctionnels, risque de destruction d'individus (nichées au sol).	Direct et Indirect	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible à modéré	Oui
Pipit rousseline <i>Anthus campestris</i>	Habitats fonctionnels	Dérangement d'individus sur les marges des habitats fonctionnels.	Indirect	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable	Non
Oedicnème criard <i>Burhinus oedicnemus</i>	Habitats fonctionnels							
Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>	Habitats fonctionnels							
Pipistrelles sp.	Une colonie de 500 individus en reproduction	Dérangement lors de la phase chantier	indirect	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable. Le gîte n'est pas concerné par le projet et il s'agit d'espèces très peu sensibles à ce type de dérangement	Non
Cortège de chiroptères communs	Potentielle en chasse et transit	Destruction et altération d'habitats	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable. Il s'agit d'un part infime	Non

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Cortège de chiroptères communs	Potentielle en chasse et transit	de chasse et transit					d'habitats détruits. Impact qui n'est pas de nature à remettre en cause une quelconque fréquentation	

Tableau 5 : Grille d'analyse des impacts sur le milieu biologique terrestre (source : *Naturalia*, 2017)

2.2.6.1.Risque de pollution accidentelle des milieux par infiltration, ruissellement de substances polluantes

Le risque de pollution accidentelle lors des travaux par déversement accidentel de matières polluantes a été traité en grand partie dans le cadre de la qualité des milieux aquatiques terrestres.

Les matières polluantes concernées sont plus particulièrement :

- les hydrocarbures des engins de chantier et camions de transport (carburants, lubrifiants, fluides hydrauliques...),
- les déchets générés par le chantier : déchets organiques, bombes de peinture, résidus de béton ou d'enrobés lors de la fermeture de la tranchée...

Il convient de plus d'ajouter les déblais des travaux de creusement de la tranchée, qui, sur certains secteurs, nécessiteront d'être évacués vers des filières autorisées, par les entreprises attributaires des travaux. Il s'agit plus précisément :

- des boues des opérations de forage dirigé (passage du câble sous la darse notamment) constituées de déblais excavés, de fluides de forage (souvent une suspension aqueuse de bentonite) et d'adjuvants. Ces boues forment des déchets lorsqu'elles sortent du chantier.
- des déchets de la parcelle Shell en rive Nord de la Darse, dont les sols sont susceptibles d'avoir été pollués (hydrocarbures). Un diagnostic sera effectué avant les travaux, pour qualifier ce risque.
- La problématique de pollution de ces sols et de dépollution envisagée afin d'éviter toute diffusion des polluants dans l'environnement de la zone de travaux est abordée au paragraphe 2.1.4.4. ;
- La réalisation de tranchée dans des sols potentiellement pollués représentera un risque direct de contamination de l'environnement mais ce risque est limité à l'emprise (240 m de long et 50 cm de large) et à la durée des travaux. Des mesures de dépollution des terres excavées et des précautions générales seront par conséquent prises en phase travaux.

Par ailleurs, le pompage des eaux d'infiltration dans la tranchée d'implantation du câble est prévu. Le rejet direct au milieu naturel entraîne un risque de pollution par les matières en suspension.

Le risque de pollution accidentelle lié à la présence d'engins de chantier sur la plage ou les diverses zones de chantier est globalement faible et la pollution qui en résulterait aurait un impact limité notamment du fait de la faible ampleur des travaux (en durée et en surface) et de l'application de moyens préventifs et curatifs. Le risque de pollution associé aux travaux sur les terrains Shell et aux opérations de forage est cependant plus important. Comme indiqué précédemment dans le document, une attention particulière sera portée à la prévention des pollutions accidentelles compte tenu de la présence de nombreux milieux aquatiques aux abords du site de chantier terrestre (zones humides, canal...).

2.2.6.2.Risque de pollution par les matières en suspension

Les travaux risquent de se réaliser dans l'eau au vu de la topographie des lieux et des variations des niveaux d'eau. La solution de base consistera à pomper les eaux d'infiltration dans la tranchée.

Le rejet direct au milieu naturel des eaux de pompage dans la tranchée entraîne un risque de pollution par les matières en suspension issues du mélange des terres remaniées et de l'eau d'infiltration. Ce phénomène est couramment observé lors des travaux routiers, lorsque les précipitations ruissellent sur les plates-formes non revêtues et emportent des matières fines vers le milieu naturel.

2.2.7. Effets sur les continuités écologiques

Le projet de raccordement du parc éolien consiste en l'ensouillage d'un câble électrique. Il ne crée donc pas d'obstacle visible en phase exploitation.

Sur la partie maritime, le câble s'insère dans une zone à faible enjeu, ne représentant pas un corridor de déplacement majeur pour les espèces marines. Par ailleurs, les travaux sont de courte durée et nécessitent peu d'équipements : ils ne constituent pas un obstacle notable pour la faune marine.

Sur la partie terrestre, ce câble projeté longe principalement la voirie existante et n'intercepte donc pas d'axe majeur de circulation des espèces.

A la traversée des roubines en tranchée, les impacts sur les continuités écologiques sont temporaires, liés uniquement à la phase travaux. Les travaux sont réalisés dans l'enceinte de batardeaux pour limiter la dispersion des MES. Les écoulements seront maintenus par l'installation d'une pompe permettant de laisser l'eau circuler de l'amont vers l'aval.

Pour les traversées de roubines en forage dirigé, ainsi que pour le canal Saint Louis, il n'y a aucune atteinte aux continuités écologiques, les écoulements étant maintenus toute la durée des travaux, sans intervention sur les fonds.

L'impact du raccordement électrique sur les continuités écologiques est donc négligeable en phase travaux.

2.3.Effets sur le patrimoine écologique, paysager et culturel en phase de construction

2.3.1.Effets sur le patrimoine écologique et les protections patrimoniales

2.3.1.1.Natura 2000

Pour rappel, la zone de projet est comprise dans la ZPS « Camargue ». Le câble de raccordement traverse la ZSC « Camargue » et la ZSC « Rhône Aval ».

Les effets en phase de construction et les incidences sur l'état de conservation des habitats et des espèces ayant justifié leur désignation sont traités dans l'étude d'incidences Natura 2000 jointe au dossier (Fascicule C).

Cette étude conclut qu'il n'y a aucune incidence significative dommageable sur les états de conservation des habitats et des espèces ayant justifié la désignation de ces sites Natura 2000.

2.3.1.2.Autres zones de protection et ZNIEFF

Le littoral de Port-Saint-Louis-du-Rhône et ses abords est localisée à proximité directe de la Camargue qui constitue un patrimoine écologique remarquable comme en témoigne le grand nombre de mesures de protection, de gestion et d'inventaire du patrimoine naturel sur le secteur. Les eaux côtières, sous l'influence des apports du Rhône, sont caractérisées par une forte productivité biologique. Le secteur a ainsi un rôle important dans l'équilibre biologique (zones de frayère et de nurserie pour plusieurs espèces halieutiques) et physique du littoral (cordons festonnés et rides littorales).

Pour rappel au sein de l'aire d'étude élargie, les zonages environnementaux hors Natura 2000 sont nombreux avec la présence de 9 ZNIEFF, 1 Parc naturel régional, 1 réserve de biosphère, 1 site RAMSAR, 3 sites du conservatoire du littoral, de nombreux espaces remarquables au titre de la loi Littoral, 1 Plan National d'Action ou encore 1 site géologique (voir état initial de la présente étude d'impact).

Les inventaires scientifiques ne sont pas des dispositifs de protection réglementaire. Ils n'ont de ce fait pas de valeur juridique directe. Ces inventaires ont pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs particulièrement importants sur le plan écologique. Ils constituent une base de connaissance scientifique pour la constitution des zones de conservation de la biodiversité, ainsi que pour la prise en compte de l'environnement dans les projets d'aménagement.

Pour rappel, la zone d'implantation des éoliennes flottantes se situe en dehors de toute zone d'inventaire scientifique. Le tracé du raccordement, maritime et terrestre traversent deux ZNIEFF : « They de la Gracieuse – They de Roustan » (type I) et « They de la Gracieuse » (type II) qui est à dominante maritime.

Les surfaces des deux ZNIEFF sur lesquelles les effets des travaux seront effectifs sont données dans le tableau suivant. Elles représentent une très faible portion de leur superficie respective totale.

ZNIEFF concernée	Aire totale de la ZNIEFF (km ²)	Longueur de câble maritime traversant la ZNIEFF (km)	Emprise des travaux de pose du câble maritime dans la ZNIEFF (km ²)	% de la ZNIEFF impactée
« They de la Gracieuse – They de Roustan » (type I)	13,83	5,5	0,015	0,11
« They de la Gracieuse » (Marine type II)	26,08	2,35	de 0,017 à 0,0208	0,065 à 0,080

Tableau 6 : Emprises des travaux liés au câble de raccordement maritime sur les ZNIEFF

La liaison souterraine du raccordement intercepte également le périmètre du Parc naturel régional de Camargue, de la partie centrale de la réserve de Biosphère Camargue, du site du conservatoire du littoral « They du Mazet et du Levant » et d'espaces remarquables au titre de la loi Littoral.

Impact des travaux de mise en place de la liaison sous-marine

Lors des opérations de mise en place des 2 derniers kilomètres du câble sous-marin, la ZNIEFF marine « They de la Gracieuse » sera potentiellement impactée du fait d'altération éventuelle de la qualité du milieu ou de perturbation des espèces ayant motivées sa désignation :

- Effets sur les espèces, essentiellement :
 - Perte d'habitats et destruction des habitats ;
 - Modification de l'ambiance acoustique.
- Effets sur les milieux par :
 - Mise en suspension de particules fines et augmentation de la turbidité ;
 - Contamination éventuelle par des substances polluantes (pollution accidentelle).

Ces effets et impacts associés sont analysés dans les diverses parties du document ci-après :

- Les effets du projet sur la qualité de l'eau sont étudiés au paragraphe 2.1.4. Les travaux n'auront pas d'impact significatif sur la qualité du milieu du fait d'une faible augmentation de la turbidité, localisée et de courte durée ;
- Les impacts du projet sur les différentes espèces sont étudiés dans les parties spécifiques à la faune marine dans la partie 2.2. Pour toutes les espèces, les impacts des travaux d'installation seront faibles à négligeables.

Les impacts de la phase travaux en mer sont temporaires (3 à 4 semaines), localisés (le long de la route du câble soit sur une surface de 0,017 à 0,02 km² de la ZNIEFF), observables à court terme et de faible intensité. Ils ne sont pas de nature et d'ampleur à remettre en cause les habitats ou espèces ayant justifié la désignation de la ZNIEFF marine interceptée par le tracé du câble.

Impact des travaux de mise en place de la liaison souterraine

Travaux d'atterrage

Les travaux d'atterrage sur la plage Napoléon seront localisés au sein de la ZNIEFF de type I « They de la Gracieuse – They de Roustan » ainsi que du périmètre du Parc naturel régional de Camargue et de la réserve de Biosphère du même nom. L'emprise totale du chantier (y compris les installations de chantier, la zone de stockage et la circulation des engins) est toutefois localisée et restreinte à 1,5 ha (soit 0,11% de la surface totale de la ZNIEFF) sur la plage et l'arrière plage, secteur artificialisé (parking) et habituellement largement fréquenté. Aucune formation duniaire n'est présente sur le secteur concerné. Ces effets resteront limités à la durée des travaux d'atterrage, comprise entre 1 et 2 mois.

Aucun impact n'est attendu ni sur la ZNIEFF, ni sur la réserve biosphère ni sur le PNRC. Toutefois comme tout aménagement situé au sein du périmètre du parc le projet fera l'objet d'un avis consultatif du PNRC.

Les travaux d'atterrage ont lieu au sein d'espaces remarquables au titre de la loi Littoral. Les travaux dans de tels espaces sont soumis aux dispositions de l'article L121-25 du Code de l'urbanisme. Ils doivent être réalisés suivant des techniques de moindre impact environnemental et ne doivent pas porter atteinte à l'environnement ou aux sites et paysages.

La présente étude d'impact permet de répondre aux exigences de minimisation des impacts sur l'environnement des travaux.

Les travaux d'atterrage n'auront pas d'impact significatif sur les habitats ou espèces ayant justifié la désignation de la ZNIEFF et le classement du secteur en Parc naturel régional de Camargue.

Liaison souterraine

La liaison souterraine concerne un linéaire de 5,5 km au sein de la ZNIEFF « They de la Gracieuse-They de Roustan ». Toutefois, le tracé général du câble a été défini pour utiliser au maximum les infrastructures existantes dans l'objectif de limiter l'emprise sur les milieux naturels. Hormis au niveau de l'atterrage sur la plage Napoléon (cf. paragraphe précédent), l'emprise du linéaire de câble au sein de la ZNIEFF se limite donc à la route Napoléon et sa piste cyclable. Elle ne concerne aucun habitat naturel remarquable.

Le déroulement des travaux pourra toutefois être à l'origine de dérangement des espèces présentes notamment de l'avifaune (évitement temporaire de la zone de travaux). La faible largeur de la zone d'intervention et le rôle fonctionnel limité du secteur au droit de présence de la route Napoléon, largement fréquentée notamment en période estivale, limitent les risques de dérangements de l'avifaune locale.

Les travaux de réalisation de la liaison souterraine sur le secteur de la ZNIEFF n'auront pas d'incidence sur les habitats et espèces ayant fait l'objet de sa désignation (aucune emprise sur les habitats et dérangement temporaire et limité des espèces locales).

2.3.1.3.Effets sur les zones humides

La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône comprend de très vastes zones humides qui englobent la quasi-totalité du territoire communale en dehors des secteurs anthropisés (centre urbain, routes). L'installation de la liaison électrique souterraine s'effectuera sur la quasi-totalité de son linéaire par tranchée ouverte peu profonde sur ces secteurs anthropisés en s'endossant aux infrastructures existantes (routes et chemins), évitant ainsi d'intervenir dans les milieux naturels.

Ces travaux de mise en tranchée ainsi que les quelques franchissements d'obstacles (canal Saint-Louis et deux roubines) se situeront donc en dehors des zones humides et potentiellement humides identifiées d'une part dans le cadre de l'inventaire départemental et d'autre part lors des inventaires réalisés spécifiquement pour le projet (carte ci-dessous).

Aucun n'impact n'est donc à prévoir sur la fonctionnalité hydraulique et écologique des zones humides.

2.3.1.4.Bilan des effets sur le patrimoine écologique

Les effets et impacts du projet pilote sur le patrimoine écologique en phase de travaux seront donc négatifs, directs, temporaires, de court terme et faibles.

2.3.2. Effets sur le paysage et le patrimoine culturel

2.3.2.1. Effets sur le paysage

- **Travaux en mer**

Installation du parc pilote et de son raccordement

Lors de l'installation du parc pilote et de son raccordement, la vue sur la mer sera temporairement perturbée par la présence des navires d'installation. Ces derniers n'interviendront pas tous de manière simultanée et restent peu nombreux. Les opérations d'installation sont de courte durée. Le chantier sera peu visible depuis la côte en raison de la distance la séparant du site d'implantation (environ 15 km).

Ce transit supplémentaire de navires, limité à la faible durée des opérations en mer (voir Tableau 1), s'insère dans un paysage littoral fortement industrialisé, caractéristique du secteur du golfe de Fos.

Les effets des travaux sur le paysage sont directs, temporaires, de court terme et négligeables.

Aménagement de la base d'exploitation et de maintenance du parc pilote

Le bâtiment de la base d'exploitation et de maintenance sera construit sur le site de la centrale thermique EDF de Martigues, en profitant autant que possible des infrastructures existantes. Les aménagements de la digue (création de portiques et d'une passerelle) seront sans conséquence sur le paysage existant.

- **Travaux terrestres**

Assemblage des éoliennes à quai

À terre, l'intégration des éoliennes sur leur fondation flottante se fera sur des terre-pleins du quai Gloria (Port-Saint-Louis-du-Rhône), aménagés en partie pour cette activité, dans l'enceinte de la concession portuaire du GPMM. La perception paysagère des différentes opérations de transport, de levage et d'assemblage est compatible avec la zone d'activité.

Installation des composants terrestres du parc pilote et de son raccordement

En phase de travaux, les effets sur le paysage sont liés à la présence des engins de chantier, à la création de la tranchée le long du tracé du câble et aux travaux de construction de la salle de contrôle-commande du parc pilote. Les travaux de terrassement étant réalisés au niveau des routes, parking et zones urbanisables, leur incidence sur le paysage est très limitée et temporaire, restreinte à quelques mois.



Figure 24 : Schéma d'implantation de la base O&M du parc pilote

Les travaux d'installation du parc éolien flottant et de son raccordement auront donc un effet négatif, direct, temporaire et faible sur le paysage.

2.3.2.2. Effets sur le patrimoine culturel

La construction du parc éolien flottant pilote et de son raccordement n'aura aucun effet sur les quelques monuments inscrits et classés du littoral présents sur le secteur d'étude.

Les travaux d'enfouissement du câble traverseront le site inscrit « Camargue » sur 6 km. Le tracé du câble a été défini pour utiliser au maximum les infrastructures existantes dans l'objectif de limiter l'emprise sur les milieux naturels. L'emprise des travaux sur une grande partie du linéaire (70%) se limite donc aux routes (route du Carteau, avenue de la Mer), pistes cyclables (le long de la route Napoléon sur un linéaire d'environ 9 km) et ne concerne que de façon limitée des formations naturelles. Le câble sera ainsi entièrement ensouillé le long des routes existantes à l'aide d'une pelle mécanique ou d'une trancheuse de manière à limiter autant que possible l'emprise de la tranchée (de 50 à 80 cm de large), sauf lors de franchissement de buse où celui-ci sera positionné dans un trottoir complémentaire. Ces travaux n'entraîneront ainsi aucune dégradation du site inscrit. Comme vu précédemment, leurs seuls effets sur le paysage seront liés à la présence des engins de chantier et à la présence de la tranchée. Ces effets seront courts, limités à la durée des travaux d'environ 18 mois pour la pose de la liaison électrique.

La salle de contrôle-commande se situe en dehors du site inscrit « Camargue ».

Le projet aura un effet et un impact nuls sur le patrimoine culturel en phase de travaux.

2.4.Effets sur le milieu humain en phase de construction

PARTIE MARITIME

2.4.1.Effets sur la navigation maritime

En phase chantier, les opérations seront à l'origine :

- d'une augmentation temporaire de trafic associé aux allers-retours des navires de chantier,
- d'une gêne temporaire et localisée de la navigation pour les navires fréquentant le secteur qui devront contourner la zone de travaux.

2.4.1.1.Contournement de la zone de chantier balisée

Le site de projet se situe bien au large et n'interfère ni avec le chenal d'accès aux bassins ouest du Grand Port Maritime de Marseille, ni avec les zones de mouillage de part et d'autre de ce chenal qui se situent en zone plus côtière aux abords immédiats du Golfe de Fos, ni avec les principales routes de navigation des navires de commerce et de passagers. Compte tenu du faible nombre d'éoliennes à installer, la surface de la zone d'action balisée est réduite et son orientation (environ 2 km dans le sens est-ouest et 7 km dans le sens nord-est / sud-ouest) limitera la distance de contournement pour les navires en direction des bassins du GPMM (navires de commerce, de passagers). Le chantier ne représentera pas une forte contrainte à la navigation.

Les modifications des caractéristiques nautiques des zones concernées (limites du parc pilote, position des éoliennes flottantes, information sur la mise en place ou le démantèlement d'éoliennes,...) lors des phases de travaux et à la clôture de cette dernière seront transmises au SHOM pour mettre à jour la documentation nautique (carte marine, instructions nautiques,...).

2.4.1.2.Trafic des navires intervenants sur le chantier

En phase de chantier, les opérations seront à l'origine d'une gêne temporaire et localisée de la navigation.

Le chantier maritime nécessitera l'intervention de quelques navires seulement (remorqueurs des éoliennes flottantes, navire d'installation des ancrs, navire câblé). Pour rappel, les durées d'installation en mer des composants du parc pilote sont les suivantes :

Opération	Durée
Installation des ancrs par le navire de transport	Environ 5 jours / flotteur (3 ancrs)
Remorquage de chaque éolienne sur le site en mer	< 1 jour
Connexion et mise sous tension des lignes d'ancrage	Environ 2 jours / flotteur
Installation d'un câble inter-éoliennes	1 jour
Préparation au raccordement et tests électriques d'une liaison inter-éoliennes avant mise sous tension	5 jours
Séquence totale d'installation en mer d'une éolienne	Environ 3 semaines

Tableau 7 : Durées d'installation en mer du parc pilote

Les 3 éoliennes seront installées successivement (voir planning dans le chapitre 3 « Description du projet » de l'étude d'impact).

Concernant la mise en place de la liaison de raccordement maritime, le chantier maritime nécessitera l'intervention régulière de plusieurs navires pendant 3 à 4 semaines, qui effectueront des allers-retours entre la zone de chantier au large et la base de chantier portuaire. Les opérations de pose et d'ensouillage du câble nécessitent l'intervention de 2 à 5 navires (remorqueur, câblé, navire de traction, etc.). La protection des câbles nécessite quant à elle l'intervention de quelques moyens de support pour piloter les engins d'ensouillage ou d'enrochement. L'intervention est donc de courte durée et très localisée. Aucune perturbation significative du trafic local n'est attendue durant ces opérations entre la zone du parc au large et le site d'atterrissage.

Peu de navires seront présents de manière simultanée et leur intervention sera de durée relativement courte. Aucune augmentation significative du trafic maritime n'est donc attendue. L'impact potentiel de la mise en place du site sur le trafic maritime local sera donc minime au regard de l'intensité du trafic actuel lié aux activités portuaires du Golfe de Fos et de l'emprise réduite du chantier.

En lien avec les autorités maritimes, le maître d'ouvrage proposera un plan de coordination maritime.

Les effets du projet sur la navigation maritime en phase de construction seront donc négatifs, directs, temporaires et faibles.

2.4.2. Risques pyrotechniques

Le risque pyrotechnique représente un enjeu non négligeable sur le secteur maritime concerné par le projet Provence Grand Large. La présence d'anciens champs de mines a en effet été identifiée.

2.4.2.1. Evaluation du niveau de risque associé au projet

Sur base de la caractérisation bibliographique du niveau d'aléa de pollution pyrotechnique de la zone d'étude et du type de travaux conduit, le risque d'explosion d'engins pyrotechnique a été qualitativement évalué. Les principaux éléments d'évaluation figurent ci-après, ils conduisent à l'évaluation des impacts

potentiels. La mise en œuvre de mesures de détection et dépollution spécifiques (Voir chapitre mesures) réduit à un niveau négligeable l'impact résiduel du projet.

Le principal risque pyrotechnique est lié à la présence de mines marines initialement posées sur le fond. Les fonds au niveau de la zone d'étude sont cependant constitués de sédiments fins limoneux en lien avec la forte influence des apports alluviaux du Rhône. Le risque de la présence pyrotechnique est par conséquent masqué par un envasement potentiel des UXO dans les sédiments sous une couverture sédimentaire d'épaisseur estimée entre 0 et 5 m.

L'estimation du risque, sur une échelle à 27 niveaux, dépend :

- de la catégorie du risque (ici principalement mines de fond),
- de l'aléa de présence de l'engin explosif considéré sur la zone d'étude,
- des conséquences du type de travaux à proximité d'un engin non explosé, prenant en compte la profondeur relative de l'un par rapport à l'autre.

Il en est déduit un niveau de risque par catégorie d'engin non explosé et un niveau de risque global pour la zone :

CALCUL DU RISQUE DECOUVERTE D'UNE MUNITION NON EXPLOSEE ⁷				Echelle de risque	
Analyse	Origine du risque	Niveau d'activité	Echelle de risque	Faible	
Zone d'étude	3	3	9	Moyen	
				Elevé	
				Important	

Figure 25 : Calcul du risque UXO (Source : Elenkhos, 2013)

L'activité globale de la zone d'étude est considérée moyenne.

De façon plus spécifique, ces niveaux de risque ont été évalués pour chaque type principal de travaux, hors toute mesure spécifique au projet (détection / déplacement / déminage / ...) :

- Pose du dispositif d'ancrage des éoliennes,
- Création de souille pour mise en place des câbles,
- Pose du câble par ensouillage.

Il en ressort les résultats suivants :

ANALYSE DU RISQUE					
Activité	Catégorie de risques	Probabilité ⁹	Conséquence ¹⁰	Echelle de risque	
				Catégorie	Activité
Posé du câble électrique	Batterie de défense côtière	2	4	8	6
	Bombardement	1	4	4	
	Champ de mine	3	4	12	
	Zone de dépôts	1	4	4	
	Intervention de l'Etat	3	4	12	
	Epaves	1	4	4	
	Gabarit de tir (champ de tir)	1	4	4	
	Zone de vidange (Bombardier durant WWII)	1	4	4	
	Autres types de combat	1	4	4	

Echelle de risque	
Faible	
Moyen	
Elevé	
Important	

ANALYSE DU RISQUE					
Activité	Catégorie de risques	Probabilité ⁹	Conséquence ¹⁰	Echelle de risque	
				Catégorie	Activité
Pose du moyen de retenu de l'éolienne flottante	Batterie de défense côtière	4	4	16	13
	Bombardement	2	4	8	
	Champ de mine	6	4	24	
	Zone de dépôts	2	4	8	
	Intervention de l'Etat	6	4	24	
	Epaves	4	4	16	
	Gabarit de tir (champ de tir)	2	4	8	
	Zone de vidange (Bombardier durant WWII)	2	4	8	
	Autres types de combat	2	4	8	
Souille pour câble électrique	Batterie de défense côtière	6	4	24	20
	Bombardement	3	4	12	
	Champ de mine	9	4	36	
	Zone de dépôts	3	4	12	
	Intervention de l'Etat	9	4	36	
	Epaves	6	4	24	
	Gabarit de tir (champ de tir)	3	4	12	
	Zone de vidange (Bombardier durant WWII)	3	4	12	
	Autres types de combat	3	4	12	

Tableau 8 : Evaluation du risque UXO lié à l'installation du projet (Source : Elenkhos, 2013)

2.4.2.2. Conclusions des analyses de risque pyrotechnique en phase de construction avant toutes mesures

Le risque associé à la présence de pollution pyrotechnique est considéré comme moyen au vu de l'analyse des événements historiques sur le secteur et du type de travaux. Des mesures spécifiques de détection et déminage préalable seront mis en place de façon préventive. Le risque résiduel deviendra ainsi négligeable sur l'emprise des travaux.

2.4.3. Effets sur les zones maritimes réglementées

Le parc pilote se situe en dehors de toutes les zones de servitudes maritimes du Golfe de Fos et ses abords (chenal d'accès au port de Fos-sur-Mer, zones de mouillage, zones de servitudes des radars et sémaphores présents sur le littoral...). Aucune obstruction marine (épave, câble sous-marin, site archéologique, émissaire...) n'est présente sur la zone du parc et sur la route maritime du câble électrique d'export.

Enfin, l'instauration de nouvelles règles de circulation maritime sur et au voisinage du parc éolien et l'installation du câble sous-marin d'export seront à l'origine de nouvelles servitudes maritimes.

2.4.4. Effets sur la sécurité maritime

Les travaux de génie maritime, nécessaires à la réalisation du projet, mettront en œuvre des opérations et des moyens nouveaux inhabituels sur le secteur considéré, sur une durée limitée, mais néanmoins significative. La Préfecture maritime émettra un arrêté spécifique régissant la navigation et les usages pour l'ensemble de la zone concernée afin d'assurer la sécurité des usagers.

La surveillance du plan d'eau pendant la période de construction sera assurée par le maître d'ouvrage grâce à la mobilisation de navires de surveillance dits « chiens de garde ».

Les modalités de diffusion des avis aux navigateurs concernant les différentes phases de travaux de mise en place des installations du projet seront conformes à l'usage :

- Fourniture d'éléments techniques à la Préfecture maritime qui établira les AVURNAV ;
- Reprise des mêmes éléments d'informations dans des communiqués de presse publiés dans des journaux locaux, une semaine avant le début effectif des phases de travaux concernées ;
- Information systématique du SHOM qui veillera à publier les avis qui conviennent pour la correction des cartes et ouvrages (par exemple, mention sur les cartes marines, dès l'arrêté d'autorisation des travaux, du périmètre complet du parc éolien pilote) ;
- Une information ciblée sera effectuée vers les différents usagers de la mer (notamment les pêcheurs et plaisanciers) afin de les informer des travaux et des contraintes associées.

Grâce au travail de coordination avec les services de l'Action de l'Etat en Mer (Préfecture Maritime, Centre des Opérations Maritimes, CROSS, etc.) et aux mesures qui seront mises en place, l'effet du

projet sur la sécurité maritime sera négligeable en phase de construction. Les impacts associés le seront également.

2.4.5. Effets sur la pêche professionnelle

La pêche est une activité économique de premier plan notamment dans les Bouches-du-Rhône. Le projet d'implantation du parc pilote éolien a par conséquent été étudié en concertation étroite avec les professionnels du secteur.

En phase de chantier, les travaux provoqueront une gêne localisée des activités de pêche professionnelle. Cet impact est lié :

- d'une part, aux travaux de pose du câble sous-marin d'export sur un corridor compris entre les profondeurs 0 et 100 m durant lesquels une perturbation temporaire (3 à 4 semaines) de la pratique des activités est à prévoir.
 - Les activités de pêche seront en effet interdites pendant la durée des travaux de passage du navire câblé. Les petits métiers sont les plus concernés auxquels s'ajoutent les chalutiers sur la zone au-delà de l'isobathe des 50 m (le chalutage est en effet interdit dans les Bouches du Rhône en deçà de l'isobathe 50 mètres).
 - Le chantier de mise en place du câble d'export est très limité dans l'espace et dans le temps et les perturbations attendues sur les activités de pêche sont minimales.
- d'autre part, au chantier d'installation des éoliennes et de leurs ancrages. L'interdiction de pêche au niveau du parc pilote en mer sera effective dès le démarrage des travaux et sera maintenue jusqu'au démantèlement du site pour des raisons de sécurité voir partie traitant des effets et impacts en phase exploitation).

L'emprise de près de 0,78 km² du chantier d'installation des éoliennes flottantes sur le domaine maritime aura un impact direct sur les activités de pêche de cette zone proche des 12 miles nautiques, en réduisant d'autant la surface des zones de pêche. Cette interdiction d'accès à la zone de chantier en mer se prolongera par une interdiction de pêche sur la zone du parc éolien durant toute la période d'exploitation (20 ans). Les principaux métiers concernés sont les chalutiers puis les palangriers et les fileyeurs. L'impact lié à l'emprise du parc sur le domaine maritime est abordé dans le paragraphe suivant traitant des impacts en phase exploitation.

Les travaux en mer auront un impact direct sur la pêche en limitant l'accès à la ressource sur certaines zones. Cet impact est cependant temporaire et très localisé. Il est considéré comme faible pour les travaux d'ensouillage du câble. Les travaux d'installation du parc pilote et de son raccordement électrique affecteront en revanche durant 6 à 7 semaines l'activité de chalutiers, de palangriers, fileyeurs ou encore senneurs.

Les travaux se déroulent loin des zones conchylicoles de l'anse Carteau et aucun impact n'est attendu sur ces activités.

2.4.6. Effets sur les activités touristiques et de loisirs (maritimes et côtières)

Le littoral au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône et des communes voisines est un lieu de forte fréquentation pour les activités de tourisme et loisirs.

Les travaux d'atterrage du câble d'export au niveau de la plage Napoléon pourront être à l'origine d'une perturbation temporaire des activités de tourisme et de loisirs (baignade, randonnées, etc.), du fait :

- De l'interdiction d'accès aux zones de chantier (en mer et à terre) durant toute la durée des travaux : toutes les activités nautiques seront interdites au niveau de la zone d'atterrage et dans un périmètre défini autour du chantier de mise en place du câble de raccordement ;
- De la présence et du trafic des engins de chantier et des nuisances sonores qu'ils engendreront.

Le temps d'exécution limité des travaux sur la zone d'atterrage (quelques semaines), leur emprise limitée au vu de la vaste étendue de plage et le maintien de la circulation sur la route Napoléon (seule voie d'accès à la plage) durant les travaux, limiteront cependant fortement les perturbations. Les travaux sur ce secteur seront de plus réalisés hors saison estivale pour limiter la gêne potentielle. Sur la plupart de la zone de chantier, les activités touristiques et de loisirs pourront même d'ailleurs être maintenues pendant les travaux.

Enfin, des mesures seront prises pour garantir la sécurité du chantier terrestre (voir chapitre 7 « Mesures proposées par le maître d'ouvrage »).

Les travaux d'installation du parc et de son raccordement électriques auront un effet négatif, direct, temporaire et faible sur les activités touristiques et de loisirs présentes sur le littoral.

PARTIE TERRESTRE

2.4.7. Effets sur la santé humaine

Les impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique de ce projet de parc pilote éolien se rapportent pour l'essentiel à la problématique de sécurité maritime, traité dans le paragraphe 2.4.4. Il convient donc de s'y référer pour plus de détails.

Etant donné les modalités envisagées pour la sécurité du chantier et la prévention de toutes pollutions potentielles (balisage de la zone de travaux, signalisation et balisage lumineux du parc, indication de la zone sur les cartes marines, mesures de prévention et d'intervention en cas de pollution accidentelles ...), les impacts attendus sur la sécurité des usagers du milieu marin littoral et la santé et salubrité publique sont faibles à négligeables.

En phase de travaux, les autres effets potentiels sur la santé et la sécurité humaine peuvent être liés :

- A la détérioration de la qualité des eaux de baignade et conchylicoles ;
- A la détérioration de la qualité de l'air ;
- A l'augmentation du bruit ambiant aérien.

2.4.7.1. Qualité des eaux

Les perturbations potentielles des eaux de baignades et des eaux conchylicoles proviennent principalement de la remise en suspension de particules fines. Comme vu précédemment, l'effet des travaux sur la qualité de l'eau sera faible et temporaire. En particulier, la qualité microbiologique des eaux ne sera pas affectée. La remise en suspension de sédiments et l'augmentation de turbidité associée resteront temporaires et localisées. Les particules remises en suspension se redéposeront sur le fond marin le bien avant d'atteindre la côte. A l'exception des opérations d'atterrissage du câble durant lesquelles l'accès au chantier (plage Napoléon) sera interdit, la fréquentation des plages et la consommation des coquillages n'engendreront donc aucun risque sur la santé des citoyens.

De plus, afin d'éviter toute perturbation de l'environnement, des dispositions seront prises via le respect du plan de prévention des risques. Celui-ci s'applique à tous les engins de travaux et de maintenance (à terre ou en mer) et à toutes les entreprises intervenant sur le site. Ce plan permettra notamment d'éviter au maximum les pollutions accidentelles et les accidents avec les engins de travaux.

L'altération temporaire de la qualité des eaux en phase de travaux n'aura donc pas d'effet sur la santé humaine.

2.4.7.2. Qualité de l'air

De plus, les travaux mis en œuvre seront des chantiers classiques, dont la seule conséquence sur la qualité de l'air est liée au trafic et à la présence d'engins de chantier.

Le nombre de navires en mer restera limité (remorqueurs des éoliennes, navire câblé, navire d'installation des ancrages).

De plus, le respect des règles HSE qui seront imposées aux prestataires intervenant sur le chantier permet de limiter les effets des travaux sur la qualité de l'air.

Les effets liés à l'altération de la qualité de l'air sur la santé humaine seront nuls en phase de travaux.

2.4.7.3. Nuisances sonores

Comme vu dans la partie sur le milieu physique, les travaux engendreront des niveaux de bruit aérien caractéristiques des opérations de chantier classiques, qui ont été qualifiés de faibles. Les bruits générés par les engins de chantier en fonctionnement ou en circulation pourront être perçus de manière ponctuelle et

Comme indiqué précédemment, les travaux d'atterrissage du câble de raccordement maritimes seront de plus limités dans le temps, de l'ordre de quelques semaines.

Les bruits d'engins de chantier sont réglementés. Les travaux respecteront notamment les dispositions de l'article R. 1334-36 du code de la Santé publique

Les travaux prévus amènent à considérer deux catégories mobiles de sources de bruit avec des niveaux sonores allant de 75 dB(A) à 100 dB(A) :

- les engins d'extraction et de chantier,
- les engins de transport.

Le code de la santé publique (article R.1334-36) prévoit les dispositions suivantes concernant les bruits de chantier :

« si le bruit mentionné à l'article R. 1334-31 a pour origine un chantier de travaux publics ou privés, ou des travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :

- *Le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;*
- *L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;*
- *Un comportement anormalement bruyant. »*

Les travaux d'atterrissage et terrestres seront réalisés dans le respect de la réglementation en vigueur.

Les effets liés aux nuisances sonores générées en phase de travaux n'auront pas d'effet sur la santé humaine. Les travaux, peu bruyants, seront localisés et auront lieu uniquement en journée.

2.4.8. Effets sur le trafic routier

L'interdiction d'accès aux zones de chantier (concernant en majeure partie les infrastructures routières) et l'augmentation du trafic routier lié aux allers-retours des divers engins de chantier (camion toupie, enrobeuse, pelle mécanique, tire-câble, camions d'évacuations, mini-pelles...) sera à l'origine de perturbations du trafic routier durant les 12 mois de travaux (installation de la chambre de jonction souterraine, mise en place de la liaison terrestre, construction du poste de transformation).

Les travaux intéressent en partie la plage Napoléon et la route Napoléon, seule voie d'accès à la plage du même nom. La fréquentation de celle-ci est :

- maximale en période estivale (juillet – août),
- plus élevée en fin de semaine (samedi – dimanche) et pendant les vacances scolaires.

Par ailleurs, les travaux effectués sous voirie impliquent des coupures partielles ou totales de celles-ci :

- L'avenue de la 1^{ère} FLD et la Route du Carteau supportent un faible trafic et des déviations seront aisément mises en place,
- En revanche, l'axe Av. Max Dormoy – Route du Mas de Ricca supporte un trafic régulier, pouvant être reporté vers la RD 268, mais en provoquant une augmentation du trafic dans le centre-ville.

Le trafic lié aux activités industrielles et commerciales de Port-Saint-Louis-du-Rhône (zone d'activité de Malebarge) risque de d'être perturbé lors des travaux de mise en place de la partie terminale du tracé du câble.

Afin de limiter les effets du projet sur le trafic routier, les travaux terrestres et d'atterrissage en dehors de la période estivale (de juin à septembre). Les effets sont donc qualifiés de directs, temporaires, observables à court terme et faibles.

2.4.9. Effets sur les servitudes aériennes et terrestres

Le projet dans sa phase de construction n'aura pas d'effet sur les contraintes hertziennes ou aéronautiques.



3. EFFETS EN PHASE D'EXPLOITATION

3.1. Effets sur le milieu physique en phase d'exploitation

PARTIE MARITIME

3.1.1. Effets sur la géologie

Comme décrit en phase de travaux, les ancres (enfouies à environ 15 m profondeur) et le câble de raccordement ensouillé n'atteindront pas le substratum, compte tenu des importantes épaisseurs sédimentaires sur le secteur d'étude.

Le projet en phase d'exploitation n'aura aucun d'effet sur la géologie.

3.1.2. Effets sur la morphologie et la nature des fonds marins

Le système d'ancrage des flotteurs à lignes tendues (type « TLP ») permet d'éviter toute interaction directe des lignes d'ancrage avec le fond marin ; il n'y aura pas d'effet de ragage. Ce système permet de limiter le rayon d'excursion de l'éolienne, à environ 5 m autour de l'axe centrale en conditions normales (≤ 15 m en conditions extrêmes), ce qui la rend stable et peu mobile.

Les câbles inter-éoliennes dynamiques seront stabilisés sur le fond marin par leur propre poids et grâce à la conception de la « lazy wave ». il n'y aura pas de remaniement des fonds et de remise en suspension des sédiments associés à leur présence.

Au niveau du câble maritime d'export, aucun effet n'est attendu en phase d'exploitation sur la morphologie et la nature des fonds (câble ensouillé) ; à l'exception de quelques endroits ponctuels au niveau desquels une protection extérieure du câble pourrait être mise en place (en cas d'impossibilité d'ensouillage.).

Seules les ancres seront enfouies dans les sédiments du fond marin.

Le hub de connexion et une portion des câbles inter-éoliennes dynamiques seront posés et stabilisés sur les fonds. Les processus sédimentaires ne seront pas perturbés par la présence de ces éléments dont l'emprise au fond est très faible. De plus la nature vaseuse des fonds favorisera l'intégration superficielle des câbles et structures posées qui seront intégrés à cet horizon sédimentaire. Par ailleurs, les vitesses de courant sur le fond sont très faibles dans ce secteur (quasi-absence de marnage en Méditerranée, et pas d'influence du vent sur le fond). La présence du parc pilote n'aura pas d'influence sur les courants, donc pas d'influence sur le transport sédimentaire.

La morphologie et la nature des fonds ne seront pas modifiées par la présence des structures flottantes. Elles pourront l'être très localement au niveau de protections extérieures du câble d'export. L'effet du projet sur la morphologie et la nature des fonds est donc négligeable.

3.1.3. Effets sur l'hydrodynamisme

En l'absence de fondation implantée sur le fond marin, il n'est pas attendu d'effet particulier sur les agents hydrodynamiques du site. Les ancres seront enfouies jusqu'à 15 m de profondeur dans les sédiments,

Pour rappel, le flotteur est constitué de quatre corps de bouées immergés en acier, joints par une structure tubulaire, en acier également. Il ne constitue pas une structure pleine et massive. Les 3 bouées latérales, d'un diamètre de 9 m chacune et d'environ 11,5 m de hauteur, représentent un volume immergé d'environ 104 m³ unitaire, ce qui est très faible, en comparaison d'un navire tanker du type de ceux qui croisent au large du port de Fos (environ 500 000m³, pour un navire de 250m).

Les lignes d'ancrage constituent des chaînes tendues classiques d'amarrage dans la colonne d'eau, elles n'ont pas d'influence sur l'hydrodynamisme du secteur.

Par ailleurs, le caractère flottant des éoliennes fait qu'elles n'ont qu'une action très limitée et localisée sur les houles. Le faible tirant d'eau des éoliennes (environ 25 m), devant l'importante profondeur d'eau du site (entre 90 m et 100 m) ne peut non plus conduire à des variations significatives des courants. En l'absence de modification de l'hydrodynamisme au droit du site, il n'y a pas non plus de modification des conditions sédimentaires au droit du parc.

La présence physique du câble n'est pas susceptible de modifier les courants locaux étant donné que la liaison sous-marine est en quasi totalité ensouillée.

La présence du parc éolien flottant pilote aura un effet négligeable sur les caractéristiques hydrodynamiques du site.

3.1.4. Effets sur la dynamique sédimentaire et côtière

En phase d'exploitation, la présence du parc pilote et de son raccordement n'aura pas d'influence particulière sur les courants (voir partie précédente) ; il n'aura donc aucune influence sur la dynamique sédimentaire et le trait de côte.

Les sédiments cohésifs (de type vases, largement représentés sur la zone d'étude), qui se déplacent par suspension dans la colonne d'eau, ne seront pas affectés sinon très localement, par les micro-turbulences à l'approche des quelques protections externes du câble d'export pouvant être mises en place, si l'ensouillage est impossible par endroits. Ces perturbations sont cependant insuffisantes pour stopper (ou même stocker) le transport des sédiments fins.

Aucun effet n'est attendu sur la géomorphologie côtière et l'évolution du trait de côte en phase d'exploitation du projet.

3.1.5. Effets sur la qualité des eaux

En phase exploitation du parc pilote, une altération de la qualité des eaux peut être liée à :

- Une augmentation de la turbidité des eaux :
 - suite à la colonisation de la partie du flotteur immergée par des organismes (fécès, émission de larves) ;
 - lors des opérations de maintenance liées à l'ensouillage du câble maritime d'export ;
- Un accroissement de la matière organique suite à la colonisation des flotteurs (augmentation de la teneur en nutriments) ;
- La présence d'effluents et de déchets au sein des éoliennes en fonctionnement ou lors des opérations de maintenance du parc pilote ;
- Aux interventions de maintenance sur les éoliennes et le câble d'export (risque de pollution accidentelle) ;
- La présence des dispositifs de protection des éoliennes flottantes contre la corrosion marine ;

3.1.5.1. Augmentation de la turbidité

Colonisation du flotteur par les organismes

Les nouveaux substrats constitués par la partie immergée du flotteur (environ 25 m de tirant d'eau pourra être colonisée par de nouvelles espèces. Ces organismes rejettent dans l'eau des pseudo-fèces. Ceci aura pour effet de créer une turbidité légèrement plus importante au niveau des flotteurs. Cette situation est visible naturellement, aux abords de tous les substrats colonisés. L'incidence de cet effet sur la charge particulaire est négligeable au regard des valeurs de matières organiques rejetées et de la turbidité naturelle, très importante sur le secteur d'étude sous influence du Rhône. Elle sera non mesurable par les outils *ad hoc* de mesures de la turbidité.

L'augmentation de la turbidité, liée à la colonisation de la partie immergée des flotteurs, sera négligeable.

Opérations de maintenance du câble maritime d'export

- **Opérations de réparation de câble**

Dans le cas d'un incident sur le câble (d'origine interne ou externe), des moyens seront déployés afin de permettre la réparation du tronçon endommagé. La périodicité de cette maintenance corrective (cas d'un aléa non planifié) n'est par définition pas connue.

Les effets potentiels des opérations de réparation sont les mêmes que ceux des travaux en mer mais avec un effet bien moindre en raison de leur courte durée et de leur localisation très restreinte autour du câble endommagé. En effet, les opérations de réalisation d'une boucle de jonction de réparation ont lieu uniquement autour du câble endommagé et sont donc très localisées. La durée de réparation d'un câble endommagé est de l'ordre de 15 à 25 jours en fonction des conditions météorologiques.

- **Opérations de réensouillage de câble**

En zone côtière, des modifications du profil de la plage peuvent survenir en lien avec le régime de houles et de courants. Des variations de profondeur de l'ordre de 2 m et de modifications du trait de côte de 2 à 4 m peuvent être attendues. La profondeur d'ensouillage du câble fera par conséquent l'objet sur ce secteur d'atterrissage d'un suivi régulier.

En cas d'écart trop important, des mesures correctives seront effectuées avec la réalisation d'opérations de ré-ensouillage du câble par « jetting ». Les techniques mises en œuvre et les moyens associés et par conséquent les effets associés sont les mêmes que pour la phase de pose du câble.

3.1.5.2. Augmentation de la teneur en nutriments

Les rejets (pseudo-fécès) des organismes ayant colonisé les flotteurs engendrent un rejet de matières organiques. La quantité de matière rejetée sera fonction de l'importance de la colonisation. La matière organique émise est rapidement dispersée et diluée dans le milieu. De plus, la teneur en nutriments est largement sous influence des rejets du Rhône, au niveau de la zone d'étude. Compte tenu des caractéristiques du secteur et du faible nombre de structures immergées, la légère augmentation de la concentration en éléments nutritifs ne sera donc pas conséquente.

La présence du parc pilote aura un effet négligeable sur la concentration en matière organique dans le milieu marin.

3.1.5.3. Gestion des effluents et déchets présents dans les éoliennes

Les éoliennes n'émettront pas de matières dangereuses dans le milieu : toutes les matières potentiellement polluantes (liquide hydraulique, liquide de frein et de refroidissement, huile de lubrification, etc.) seront confinées à l'intérieur des turbines. En effet, chaque éolienne est dotée d'un système qui permet d'écouler les eaux pluviales sans pollution du milieu marin. Elle comporte des systèmes de rétention et de séparation des huiles et des eaux polluées au niveau de chaque composant mécanique et/ou électrique, afin de préserver le milieu marin de fuites éventuelles et de toute pollution. Les fluides issus de ces systèmes seront collectés par des navires et traités à terre. Le volume de chaque bac de rétention est conçu pour récupérer la fuite la plus importante qui pourrait se produire au niveau du composant défaillant.

Il n'y aura donc pas effluent ou de déchet émis dans le milieu marin par les éoliennes flottantes en fonctionnement.

3.1.5.4. Activités de maintenance

Maintenance du parc pilote

Des déchets ou effluents (huiles de vidange par exemple) seront générés pendant les activités de maintenance :

- Lors des interventions maritimes sur les éoliennes ;
- A terre, au sein de la base portuaire.

Ces déchets et effluents générés par les activités en mer seront conditionnés dans chaque éolienne avant d'être transvasés vers le navire de transfert dédié à la maintenance du parc pilote. Ils seront ensuite acheminés vers la base portuaire afin d'y être stockés, puis évacués vers une filière de traitement adaptée. Des conditionnements adaptés seront conçus pour le transbordement des déchets (caisses, bidons hermétiques, conteneurs, etc.).

Enfin, les déchets générés par les activités de la base portuaire y seront directement stockés, puis évacués vers les filières de traitement adaptées. La base portuaire de maintenance disposera d'aires de stockage dédiées, conçues et dimensionnées dans le respect de la réglementation en vigueur.

Comme précédemment pour la phase travaux, malgré la très faible probabilité d'une pollution accidentelle, des mesures préventives et curatives adaptées seront prévues afin d'éviter l'occurrence et la propagation d'un tel évènement. Pour cela, un plan de prévention des risques sera mis en place, applicable à tous les engins de travaux et de maintenance (à terre ou en mer) et à toutes les entreprises intervenant sur site.

Maintenance préventive du câble de raccordement

En phase exploitation, les opérations de maintenance préventive consisteront en la réalisation :

- de suivis géophysiques réguliers le long du tracé d'ensouillage du câble pour vérifier sa position et la configuration du fond au droit de l'ouvrage ;
- de contrôle des protections en place ;
- de levés topographiques à l'atterrage pour vérifier le positionnement de l'ouvrage et les conséquences des éventuels mouvements sédimentaires.

Ces opérations en elles-mêmes ne sont pas de nature à générer une quelconque pollution du milieu. La maintenance va en revanche nécessiter l'intervention de navires de reconnaissance pour la réalisation des inspections. Tout comme en phase de travaux, la présence de ces navires constitue un risque, bien que très faible, de pollution accidentelle (fuites d'hydrocarbures ou autres polluants des navires et engins de maintenance) en cas d'un accident maritime (collision entre navires, naufrages...) ou de mauvaises manipulations. **Le plan de prévention des risques permet de gérer et maîtriser tout risque de pollution accidentelle.**

Le long du tracé sous-marin, un premier suivi sera réalisé lors de la 1ère année d'exploitation afin d'évaluer les conséquences à court termes des ouvrages sur les fonds marins. Spécifiquement, pour l'atterrage, cette surveillance se fera les 2 premières années. Un contrôle sera ensuite conduit après 5 ans. La poursuite de ce suivi sera décider en fonction des résultats de cette phase initiale

Les opérations de maintenance préventive et corrective du parc pilote et du câble d'export sous-marin auront un effet négligeable sur la qualité des eaux. La probabilité d'une pollution accidentelle est extrêmement faible au vu des moyens nautiques mis en œuvre, de la nature et de la fréquence des interventions. Le plan de gestion des risques qui sera mis en œuvre permettra de plus d'éviter les risques de pollution accidentelle des eaux (mesures préventives et curatives).

3.1.5.5. Peinture de protection

Les peintures de protection des fondations flottantes contre la corrosion marine n'empêchent pas la colonisation et ne libèrent pas de biocides. Les peintures utilisées respecteront la directive n°2004/42/CE du 21/04/2004 relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certains vernis et peintures.

Afin de limiter les rejets dans le milieu marin, aucun revêtement antifouling ne sera appliqué sur le flotteur ce projet. Ce dernier est dimensionné en tenant compte de la colonisation de la structure par les espèces marines.

L'application de peintures de protection contre la corrosion sur le flotteur aura un effet négligeable sur la qualité des eaux.

3.1.5.6. Protection cathodique

Afin de protéger les flotteurs de la corrosion marine, des anodes, dites « sacrificielles », seront réparties sur le flotteur de chaque éolienne. Ces anodes seront constituées à 95 % d'aluminium.

La dégradation des anodes sacrificielles conduit à un relargage dans le milieu naturel des matériaux qui les constituent : l'oxydation de l'aluminium entraîne une diffusion d'éléments métalliques vers le milieu marin. Le principal d'entre eux est l'aluminium qui le métal le plus présent de la croûte terrestre. C'est donc également le premier composant métallique des sédiments qui transite en zone estuarienne. La plupart de ces éléments oxydés demeure attachée à la surface de l'anode. Mais une partie est susceptible d'être transférée dans l'environnement sous forme dissoute ou particulaire (Pineau *et al.*, 2011).

L'aluminium émis par ce type d'anode est essentiellement transféré au milieu marin sous forme particulaire (Deborde *et al.*, 2015). La majeure partie peut s'adsorber sur les particules présentes dans l'eau (MES), notamment lorsque la turbidité du milieu est importante ; c'est le cas de la zone d'étude concernée, sous influence des déversements du Rhône. Cette fraction peut sédimenter dès que les conditions hydro-sédimentaires le permettent.

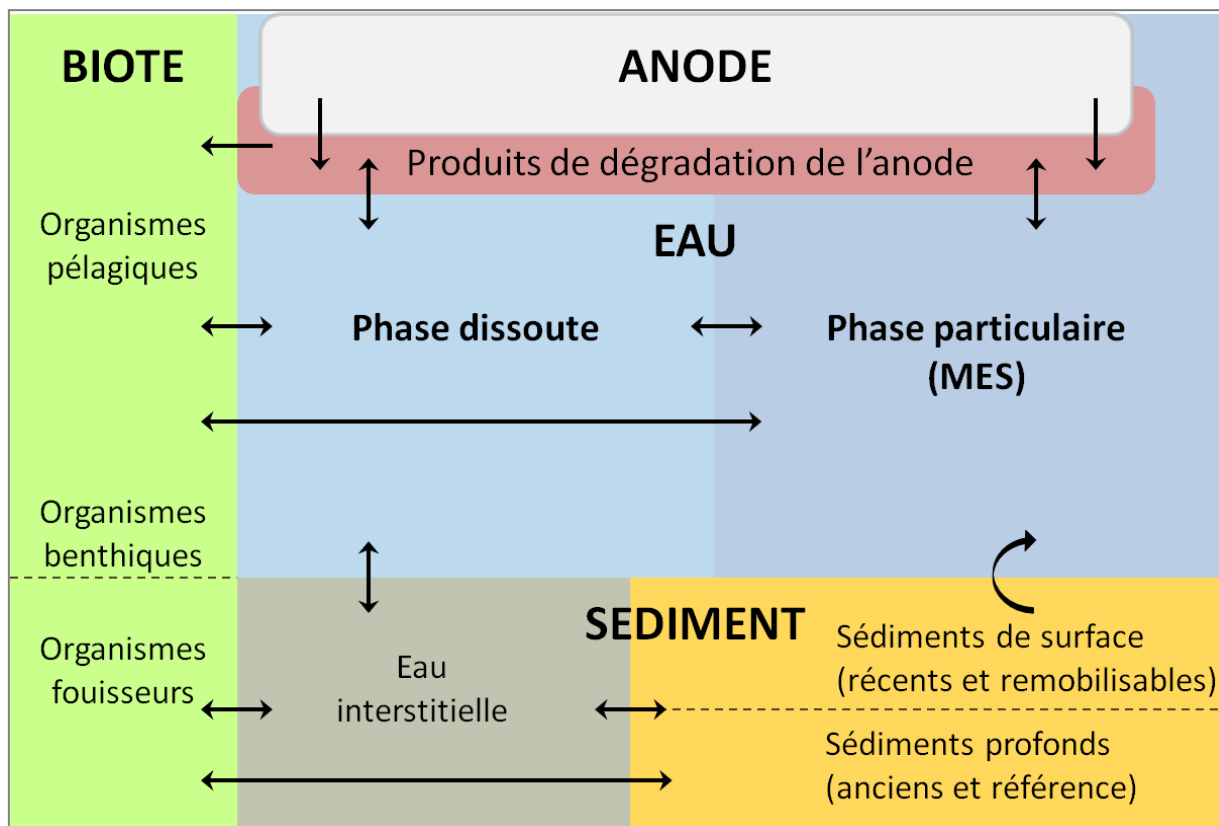


Figure 26 : Schéma de transfert des métaux constitutifs des anodes sacrificielles vers les différents compartiments marins (Source : Deborde et al., 2014 (acte de colloque))

L'aluminium est naturellement présent en grande quantité dans le milieu marin : sa concentration moyenne dans l'eau de mer varie de 2 à 150 µg/L (Mao et al., 2011). Il est important de noter que ce métal n'est pas inscrit dans la liste des substances prioritaires fixées par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Il ne fait pas l'objet de suivis dans le cadre des réseaux de surveillance de la qualité du milieu marin.

D'après la bibliographie existante (Deborde et al., 2015), environ 95 % de l'aluminium libéré par des anodes sacrificielles dans le compartiment aquatique est associé aux MES. Compte tenu des valeurs des volumes d'anodes qui pourraient être installés sur les infrastructures immergées, les flux journalier d'aluminium serait de l'ordre de 7 kg. A titre de comparaison, on peut estimer les flux moyens d'aluminium charriés par le Rhône quotidiennement à environ 15 000 kg. L'aluminium est un constituant naturel du milieu marin et n'est pas considéré comme un contaminant, il s'agit d'un paramètre descriptif des sédiments. Les concentrations en aluminium émises sont infimes ; elles ne sont pas comparables avec les teneurs en métaux naturellement présentes dans le secteur et ne seront pas détectables par les outils analytiques.

La zone d'étude en mer est par ailleurs largement soumise aux apports en métaux du bassin versant par le Rhône. Le golfe de Fos est en effet au cœur d'un secteur très industrialisé, dans lequel les concentrations en métaux, dont plusieurs sont des contaminants (mercure, cadmium, etc.), sont très élevées, supérieures aux moyennes nationales.

La présence d'anodes sacrificielles ne sera pas mesurable (éléments traces) et n'aura pas d'effets sur la qualité des eaux.

3.1.6. Effets sur la qualité des sédiments

Les effets sur la qualité des sédiments proviennent de diffusion de contaminants liés à la présence d'anodes galvaniques sur les flotteurs. Comme détaillé dans le paragraphe précédent, les anodes n'auront pas d'influence sur la qualité des eaux marines et côtières qui sont sous influence des apports en métaux par le Rhône. Pour rappel, l'aluminium est un élément constitutif des sédiments, qui n'est pas considéré comme un contaminant dans le milieu marin.

De plus, les éoliennes n'émettront pas de matières dangereuses au contact du milieu. En effet, toutes les matières potentiellement polluantes (fluide hydraulique, hydrocarbures...) seront confinées au niveau des éoliennes flottantes. Comme présenté précédemment, ces effluents/déchets seront conditionnés et transférés au niveau de la base de maintenance, avant élimination vers une filière adaptée.

Le risque de pollution des sédiments en phase d'exploitation du parc pilote est donc négligeable.

3.1.7. Effets sur l'environnement sonore

3.1.7.1. Effets sur le bruit sous-marin

Les émissions sonores d'éoliennes en phase d'exploitation seront inférieures à celles générées lors des travaux de construction et de démantèlement, l'effet est donc moins important lors de cette phase (Madsen et al., 2006).

Dans le cas des éoliennes en mer posées, la rotation de la turbine entraîne une vibration de la fondation de l'éolienne, dont les ondes se propagent dans l'eau à grandes distances (Vella et al., 2001). Ces émissions sonores sont situées dans les basses fréquences et diffèrent selon la nature du substrat et le type de fondations utilisé (Dolman et al., 2003) : les fondations de type monopieu (en acier) émettent des niveaux sonores dans des gammes de fréquences plus hautes que les fondations gravitaires en béton.

Le bruit sous-marin est détectable lorsqu'il est supérieur au bruit ambiant. Le niveau de bruit atteint par des éoliennes en mer posées en exploitation est compris entre 90 et 120 dB_{rms} re 1 µPa à 1 m (Madsen et al. 2005, Thomsen et al., 2006). Les émissions sonores issues de parcs éoliens en exploitation ont été modélisées : les valeurs obtenues sont de 124,2 dB re 1 µPa²s et concernent essentiellement les basses fréquences.

La figure suivante schématise les émissions acoustiques d'une éolienne posée en fonctionnement.

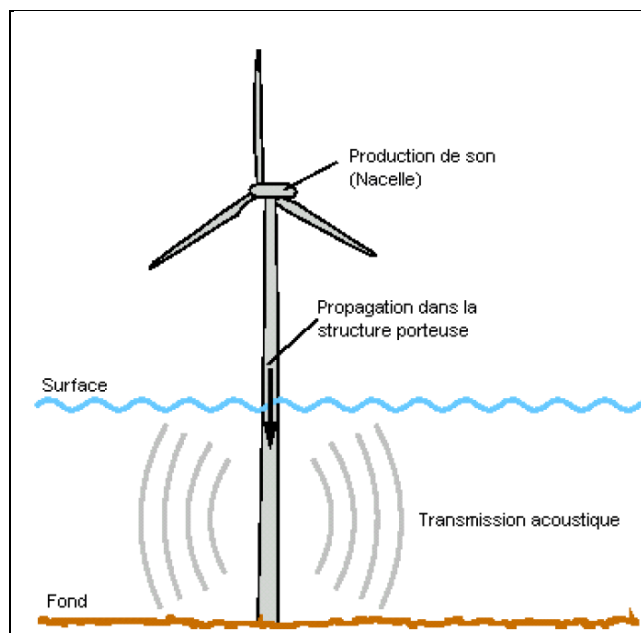


Figure 27 : Propagation du son dans une éolienne en exploitation (Betke et al., 2004)

Le projet Provence Grand Large concerne des éoliennes flottantes, qui disposent d'une certaine mobilité (bien que restreinte compte tenu des lignes d'ancres « TLP » retenues), contrairement aux éoliennes fixées sur le fond. Aussi, les vibrations se propageant au niveau du flotteur sont rapidement amorties et dissipées par la structure.

A titre indicatif, une synthèse bibliographique a permis d'évaluer le bruit sous-marin généré par un parc éolien en mer durant son exploitation : de nombreuses mesures ont été réalisées à l'aide d'hydrophones sur les parcs en exploitation de Middlegrunden et Vindeby au Danemark, et d'Utgrunden en Suède.

De récents suivis ont été effectués à partir de trois hydrophones mis en place dans le parc d'Utgrunden en Suède. Celui-ci est constitué de sept éoliennes de 3,5 MW posées sur des fondations de type monopieu dans 10 mètres d'eau (*Utgrunden offshore windfarm* – INGEMANSSON – 2009). Les résultats de ces suivis ont permis d'établir les conclusions suivantes :

- Les éoliennes émettent principalement dans des **fréquences comprises entre 30 Hz et 800 Hz**. En dessous de 3 Hz, aucune émission n'a pu être détectée en raison du bruit de fond marin,
- Ce sont les **bruits mécaniques de l'éolienne** transmis *via* le mât et les fondations dans l'eau qui génèrent les bruits sous-marins. Les bruits aérodynamiques (bruits de pales) sont atténués lors de la transition entre l'air et l'eau,
- L'**atténuation du bruit** mesurée dans l'eau est de **4 dB à chaque fois que la distance à l'éolienne doublée**,
- A deux reprises, le passage de bateaux à proximité du parc a couvert le bruit des éoliennes.

Compte tenu des considérations spécifiques à l'éolien flottant, qui ont été présentées ci-avant, les niveaux de bruit attendus par l'éolienne en fonctionnement seront sensiblement plus faibles.

3.1.7.2. Bruits lié aux activités d'exploitation et de maintenance

Les opérations de maintenance induiront un trafic de navires dans le parc pilote ou en transit entre le parc et la base de maintenance située au niveau de la centrale EDF de Martigues. Cette activité est modélisée par un navire de type remorqueur. Le gabarit sonore est identique à celui présenté pour la phase de construction.

Les émissions sonores liées à la maintenance du parc sont peu élevées et ponctuelles. Elles sont du même ordre de grandeur que celles générées par les activités de pêche actuellement présentes quotidiennement sur le site.

Les effets du projet sur l'environnement sonore sous-marin en phase d'exploitation sont directs, permanents et faibles.

3.1.7.1. Effets sur le bruit aérien

Dans le cadre des projets éoliens en mer posés, les effets acoustiques à la côte des éoliennes en fonctionnement ont été étudiés par modélisation. Il s'agit d'éoliennes de grande puissance classiques, dont les caractéristiques générales sont similaires à celles de l'éolienne Siemens SWT-8.0-154.

A titre d'exemple, pour le parc éolien situé au large de Saint-Nazaire (dont les premières éoliennes sont situées à environ 12 km des côtes), les niveaux maximum générés par les éoliennes en activité qui ont été modélisés sont de l'ordre de 27,5 dB(A) au droit des habitations. Les premiers secteurs habités sont à plus de 17 km des éoliennes du projet Provence Grand Large. Pour ce site, les niveaux de bruit existants déterminés à partir de mesures *in situ*, varient globalement entre 32 et 58 dB(A), selon les classes de vent. L'émergence maximale au droit des habitations, calculées à partir de la contribution des éoliennes et du bruit existant, est de 0,5 dB(A) (Pouliguen) aux vitesses de vent de 6 et 7 m/s, à 10 m du sol et en période de nuit (Source : *Parc éolien en mer du Banc de Guérande, 2014*). **Les modélisations réalisées indiquent que les émergences sonores au droit des habitations riveraines les plus proches du parc éolien et des lieux côtiers fréquentés par le public ne montrent aucun dépassement des seuils réglementaires en période de jour et de nuit (Source : *Parc éolien en mer du Banc de Guérande, 2014*).**

Dans le cas du projet Provence Grand Large, compte tenu de la typologie et du très petit nombre d'éoliennes d'une part, et de la distance à la côte importante du parc pilote d'autre part, le bruit lié à l'exploitation du parc pilote sera donc imperceptible et conforme aux seuils réglementaires et aux dispositions du code de la santé publique.

Les effets du projet en phase d'exploitation sur l'environnement sonore aérien sont donc qualifiés de directs, permanents et négligeables.

3.1.8. Caractérisation des champs électromagnétiques émis par les câbles

3.1.8.1. Rappels sur l'électromagnétisme

Généralités sur les champs électriques et magnétiques

Pour les réseaux d'électricité à 50Hz, on distingue le champ magnétique (CM50) et le champ électrique (CE50).

- Les sources possibles de champs électriques et magnétiques de fréquence extrêmement basse (0 à 300 Hertz) sont de deux types : A titre indicatif, le champ électrique et le champ magnétique naturel en milieu marin s'élèvent approximativement à 25 $\mu\text{V/m}$ et 50 μT .

Les appareils ménagers engendrent des champs électriques et magnétiques quand ils fonctionnent. En l'occurrence, ce sont des champs à 50 Hz mais notons qu'il existe également une multitude d'appareils générant des champs de fréquence différente.



Les câbles sous-marins

Le champ électrique d'un câble reste confiné dans le conducteur, grâce à l'écran métallique essentiellement. Aucun champ électrique n'est donc émis directement à l'extérieur du câble.

En revanche, aucun élément ne retient le champ magnétique qui est diffusé autour du câble.

L'intensité des champs magnétiques émis par les câbles sous-marins dépend de plusieurs paramètres :

- du type de courant électrique (continu ou alternatif) ;
- de l'intensité du courant électrique transitant : le champ magnétique augmente avec l'intensité du courant ;
- des caractéristiques des câbles utilisés (configuration et distance entre conducteurs, etc.).

3.1.8.2. Retours d'expériences : modélisations des champs électromagnétiques au niveau de parcs éoliens

Afin d'estimer les valeurs des champs magnétique et électrique induit qui seront générés par les câbles électriques et le câble de raccordement maritime du parc pilote, une recherche bibliographique a été effectuée : les résultats de modélisations menées pour des câbles similaires à ceux qui seront utilisés sont explicités dans le tableau suivant :

Etude	Tension (kV)	Intensité (A)	Distance radiale au câble (m)	Champ magnétique (μ T)	Champ électrique induit (μ V/m)
Modélisation d'AEI Cables Ltd (CMACS, 2003)	33	641	0	1,7	-
			2,5	0,61	-
Parc de Kentish Flat (CMACS, 2005)	33	530	1,5	0,03	2,5
		265		0,02	1,5
Projet de démonstration Béatrice (Talisman Energy Limited, 2006)	33	175	0,9	0,8	45
			20	0	0
Parc éolien du Moray Firth (Moray offshore renewables, 2012)	33	715	1	13	-
			6	0,5	-
			11	0,15	-

Tableau 9 : Valeurs de champs électromagnétiques modélisés dans le cadre de programmes de recherche ou de développement de parcs éoliens en mer

La bibliographie donne des valeurs de champs magnétiques de l'ordre du μ T, à une distance de 1 à 3 m du câble. Seule la modélisation réalisée pour le parc du Moray Firth donne une valeur maximale de 13 μ T à 1 m du câble. L'intensité de ces champs diminue très rapidement avec la distance radiale au câble : à 6 m du câble pour ce même parc, le champ magnétique n'est plus que de 0,5 μ T.

A titre indicatif, le mouvement des particules d'eau en présence du champ géomagnétique génère un champ électrique induit de l'ordre de 10-100 μ V/m. Les variations naturelles du champ géomagnétique en induisent un de l'ordre de 1 à 10 μ V/m. Les valeurs des champs induits en présence de câbles électriques sous-

marins sont donc du même ordre de grandeur que celui des champs existant naturellement dans le milieu marin.

Les valeurs attendues des champs électriques (CE50) et des champs magnétiques (CM50) à 50 Hz émis par le présent projet en milieu marin sont présentées dans le tableau suivant :

Comme indiqué précédemment, du fait même de sa structure (présence d'un écran métallique coaxial extérieur, relié à la terre), un câble sous-marin n'émet pas de champ électrique.

Le tableau suivant donne les valeurs de champs magnétiques attendues à proximité de la liaison de raccordement sous-marine à la tension de référence 63 000 volts ayant une capacité de transit de 240 A.

	Champ magnétique (en μT)				
	Au-dessus de la liaison	à 5 m de l'axe de la liaison	à 10 m de l'axe de la liaison	à 15 m de l'axe de la liaison	à 100 m de l'axe de la liaison
Valeurs maximales	2	0,15	<0,1	négligeable	négligeable
Valeurs moyennes indicatives	0,3	<0,1	négligeable	négligeable	négligeable

En cohérence avec les normes de mesure en vigueur (Norme UTE C-99-132), les valeurs données ici correspondent au champ magnétique à 1 m au-dessus du plancher marin.

Des mesures in situ des champs électromagnétiques émis par des câbles sous-marins en mer seront réalisées prochainement, dans le cadre d'un projet de R&D coordonné par France Energies Marines, pour lequel EDF EN (qui détient la société Provence Grand Large SAS) est partenaire. Ces mesures permettront de consolider les connaissances sur ce sujet.

3.1.9. Augmentation de la température

Tout câble électrique traversé par un courant électrique conduit à une élévation de température du conducteur.

La variation de température observée autour d'un câble est faible et localisée. Elle s'inscrit dans les gammes de variation naturelle. Sa dilution est très rapide dans le milieu environnant et l'effet est donc très localisé.

Le Connecticut Siting Council (CSC, 2001) a examiné l'effet de la chaleur rayonnant des câbles ensouillés dans le fond marin dans le cadre du projet « *Cross Sound Cable Interconnector* », un système de câbles à haute tension en courant continu ensouillé entre la Nouvelle Angleterre et Long Island à New York. Le CSC a estimé que l'augmentation de la température au niveau du fond marin immédiatement au-dessus du câble était de 0,19 °C dans le sol alors que l'augmentation correspondante de la température de l'eau était de 0,000006 °C. L'échauffement potentiel est donc considéré comme impossible à détecter par rapport aux fluctuations naturelles dans les sédiments environnants.

En outre, l'ensouillage et la protection du câble maritime d'export par enrochements permettent de réduire l'élévation de température de l'eau.

Au regard de ces éléments, l'augmentation de la température de surface des câbles aura un effet négligeable sur la température générale de l'eau.

PARTIE TERRESTRE

3.1.10. Effets sur la qualité des milieux aquatiques terrestres

Le câble électrique de raccordement est enterré sur tout son linéaire. Aucune opération de maintenance n'est nécessaire sauf en cas d'aléas techniques majeurs. Aucun effet sur les milieux aquatiques n'est attendu.

Seule la salle de contrôle-commande du parc pilote, d'une superficie de quelques dizaine de m², sera visible à terme. La modification de l'occupation des sols à terme sera donc strictement limitée à la création de ce bâtiment.

Le seul risque réside en une pollution accidentelle lors des opérations de maintenance.

L'effet du projet pilote sur les milieux aquatiques terrestres est nul, compte tenu de la nature des installations et des mesures préventives qui seront prises afin d'éviter tout risque de déversement de produits polluants lors des interventions sur site.

3.1.11. Effets sur la ressource en eau

3.1.11.1. Eaux superficielles

Modification de la morphologie du réseau hydrographique

A la fin des travaux, les sites traversés ainsi que les lits et les berges des cours d'eau seront reconstitués avec les matériaux extraits et stockés à proximité immédiate de la tranchée.

Il n'y aura donc aucune modification des profils en long et en travers. L'impact est donc nul en phase aménagée.

Modification du régime normal d'écoulement des eaux superficielles

Après les travaux, la liaison souterraine sera enfouie suffisamment profondément afin de ne pas créer un effet de seuil et modifier de façon permanente l'écoulement des eaux et la section hydraulique des canaux et roubines. Le fait que les tranchées seront rebouchées avec les matériaux extraits conduit à ne pas envisager de modification significative de la perméabilité locale des terrains autour de la tranchée considérée. Aucun impact n'est à prévoir sur l'écoulement des eaux superficielles.

Par ailleurs, aucune surface n'est soustraite au lit majeur de cours d'eau en phase aménagée. Les ouvrages seront souterrains, n'entraîneront aucun remblai dans le lit majeur et par conséquent aucune incidence sur l'expansion de crues.

Altération de la qualité des eaux superficielles

La liaison électrique n'aura aucun impact sur les eaux superficielles en phase aménagée. La phase exploitation n'implique en effet aucune émission susceptible d'affecter la qualité des eaux superficielles ; les câbles utilisés sont conformes aux normes en vigueur et les matériaux utilisés ne sont pas de nature à altérer la qualité et le bon état global du réseau hydrographique.

Aussi, en phase aménagée, aucun n'impact n'est à prévoir sur la qualité des eaux superficielles.

En cas de travaux de maintenance ou de réparation, les modalités de gestion des eaux d'exhaure mises en œuvre en phase travaux seront également applicables. Dans ce cadre, le service chargé de la Police de l'Eau sera informé de ces opérations.

Si nécessaire, les modalités de travaux comprenant les procédures de chantier, accompagnées des mesures et moyens pour éviter toute pollution du milieu récepteur seront transmises au Service chargé de la Police de l'Eau pour validation.

3.1.11.2.Eaux souterraines

Modification des écoulements des eaux souterraines

L'installation d'une liaison souterraine peut induire des perturbations locales des écoulements souterrains (effet drainant, effet barrage, modifications locales des écoulements,...) en lien avec la modification de la perméabilité des sols.

Toutefois, dans le cadre du projet les travaux de mise en tranchée seront principalement réalisés hors nappe. Pour éviter toute perturbation, les tranchées seront par ailleurs remblayées par les matériaux extraits afin de conserver une perméabilité identique au terrain initial.

Concernant les chambres de jonction, leurs dimensions limitées n'induiront qu'un effet très localisé qui s'atténuera rapidement avec l'éloignement par rapport à l'ouvrage considéré (rayon d'action limité non perceptible à l'échelle de la masse d'eau).

L'impact du projet en phase exploitation est donc négligeable.

Altération de la qualité des eaux souterraines

La phase exploitation n'implique en effet aucune émission susceptible d'affecter la qualité des eaux souterraines. Les câbles utilisés sont conformes aux normes en vigueur et les matériaux utilisés inertes.

Aussi, en phase aménagée, aucun n'impact n'est à prévoir sur la qualité des eaux souterraines.

3.1.12. Effets sur les risques inondation et submersion marine

L'ensemble des ouvrages réalisés (câble et bâtiments associés) seront enterrés, à l'exception de la salle de contrôle-commande du parc pilote. Sa présence sur une parcelle de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, directement adjacente au poste de livraison électrique RTE, n'aura pas d'effet particulier sur les risques d'inondation et de submersion marine du secteur.

Aucun effet n'est attendu sur les risques inondation et submersion marine en phase d'exploitation.

3.2.Effets sur le milieu biologique en phase d'exploitation

PARTIE MARITIME

3.2.1.Effets sur les habitats marins et les biocénoses marines

En phase d'exploitation, les effets du projet sur les biocénoses marines peuvent être liés :

- A une perte ou une modification d'habitat ;
- A la colonisation de la partie immergée des flotteurs et des éventuelles protections externes du câble d'export par effet « récif » ;
- A des nuisances sonores et vibrations ;
- Aux champs électromagnétiques générés par les câbles électriques ;
- A la température de surface des câbles.

3.2.1.1.Perte ou modification

En phase d'exploitation, la perte ou la modification des habitats benthiques pourrait être liée à :

- une modification des conditions hydro-sédimentaires du site ;
- une modification de la qualité des eaux ;
- la création de substrats liés à la présence de structures immergées ou la mise en place ponctuelle de protections extérieures du câble d'export sous-marin (« effet récif », voir section suivante).

Comme cela a été présenté dans la partie sur le milieu physique, la présence du parc pilote, du fait de sa très faible emprise sur les fonds marins (limitée à l'emprise des ancres et d'un faible linéaire de câbles dynamiques posés sur le fond), n'aura pas d'influence sur les agents hydrodynamiques ; elle ne modifiera donc pas la dynamique sédimentaire du site, à l'échelle du parc.

Compte tenu de l'effet négligeable du projet sur les conditions hydro-sédimentaires du site, l'effet lié à la modification de l'hydrodynamisme sur les habitats benthiques est considéré comme négligeable.

Comme vu dans la partie sur le milieu physique, le parc pilote en exploitation aura un effet négligeable sur la qualité des eaux.

Il n'y a donc pas de risque de modification des habitats benthiques L'effet est négligeable.

3.2.1.2.Effet récif

La présence d'ouvrages immergés en mer pourrait générer le développement d'une vie marine spécifique liée à la colonisation par des organismes marins. Une première colonisation microbienne est suivie par l'établissement d'une macrofaune sessile puis éventuellement par l'augmentation de la fréquentation de

populations de poissons et de crustacés. Cet effet récif est en particulier observé dans le cas des éoliennes posées, pour lesquelles un substrat dur est mis en place au niveau des fondations.

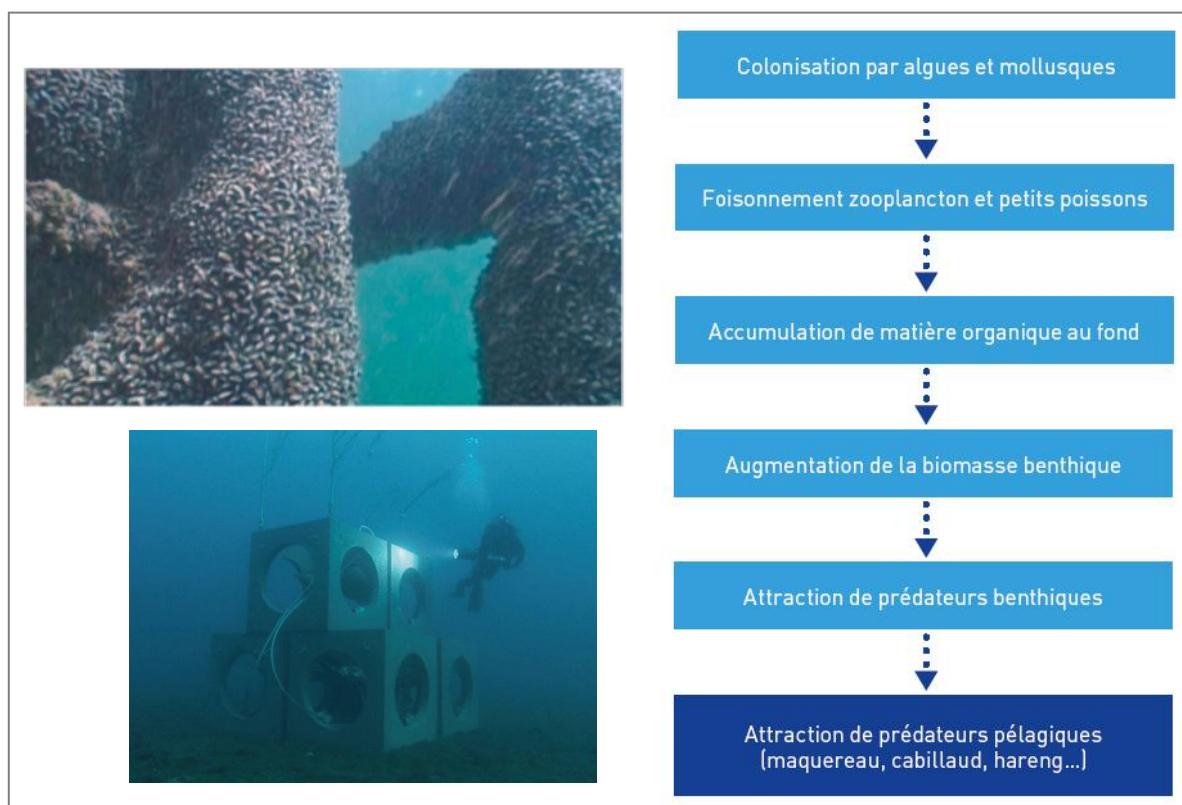


Figure 28 : Principales étapes de colonisation des structures immergées en milieu marin

Aucun revêtement antifouling ne sera appliqué sur les flotteurs des éoliennes. En effet, ces derniers ont été dimensionnés en tenant du compte du fouling. Une colonisation de ces structures sera donc observée. A cela s'ajoute l'effet récif avéré des chaînes d'ancrage et l'effet de concentration (DCP) des structures flottantes, contribuant ainsi à un effet récif global du parc qui constituera un site privilégié de productivité primaire et une zone refuge pour les poissons.

Même si l'ensouillage du câble est privilégiée, la mise en place de protections externes de type enrochements pourrait être envisagée localement sur certains secteurs. Ces protections (substrats durs) sur des fonds sédimentaires créeront de nouvelles surfaces d'habitats et pourront donc être à l'origine d'une diversification des habitats. Par leur structure ou la nature du matériau, ces protections peuvent en effet constituer des supports de fixation pour la faune sessile, voire des zones d'abris pour certaines espèces caractéristique du circalittoral méditerranéen et offrira des cavités qui serviront d'abris pour les certaines espèces de poissons (congres,). En outre, à la faveur de la complexification des habitats créée progressivement, il peut être considéré que d'autres peuplements viendront accroître sensiblement la biodiversité autour des enrochements. Il est cependant nécessaire de rappeler que la zone du parc se situe sur des fonds de l'ordre de 100 m. Ces fonds circalittoraux sont propices aux développements des espèces sciaphiles et la dynamiques des populations est limitée par la faible lumière incidente et la quasi absence de production primaire.

Les substrats rocheux ou les bétons texturés avec rugosité sont connus comme étant de bons supports de colonisation parmi les récifs artificiels. Les ouvrages de protection du câble assureront probablement également une fonction de récif de production.

L'effet récif est défini par l'Ifremer comme un effet qui conduit à « apporter une biomasse complémentaire par l'immersion de dispositifs dits de production » (Ifremer, 2008). Il est toutefois difficile de dire à ce jour si l'impact est lié à une concentration de la biomasse sur la zone des enrochements (simple déplacement des peuplements vers la zone des câbles lié à un phénomène d'attraction) ou si cela permettra une réelle production de biomasse nette (installation pérenne de peuplement) par rapport à l'existant. Même si le sujet reste discuté, la majorité des auteurs et des publications scientifiques s'accordent sur les bénéfices écologiques des récifs artificiels, notamment de l'augmentation locale de la biodiversité, des abondances et des biomasses (Cepralmar, 2016). On notera ici que les développements de zone de récifs artificielles ne se font pas à des profondeurs supérieures à 50 ou 60 m.

Un des principaux effets sera lié à la présence des structures en surface, dans la colonne d'eau et dans une moindre mesure sur le fond. Ces structures susceptibles d'être colonisées devraient être à l'origine d'une production organique accrue par colonisation ou concentration d'organismes autour des structures immergées. Ces effets, potentiellement positifs, resteront toutefois limités, en raison des faibles surfaces nouvelles créées et de la faible productivité de la zone de projet.

3.2.1.3. Nuisances sonores et vibrations

Eoliennes en fonctionnement

Les émissions sonores engendrées par le fonctionnement des éoliennes sont dues principalement aux vibrations du mât de l'éolienne transmises aux fondations immergées. Comme présenté dans la partie sur le milieu physique, dans le cas spécifique d'une éolienne flottante, ces vibrations restent limitées et vont rapidement se dissiper dans la mesure où la structure conserve une certaine mobilité (rayon d'excursion de l'ordre de 5 m en fonctionnement normal). Ces niveaux sonores resteront limités, compris entre 90 et 120 dB_{rms} re 1 µPa à 1 m (Madsen et al. 2005, Thomsen et al., 2006) pour des éoliennes en mer posées.

L'effet du projet lié aux nuisances sonores sur les biocénoses benthiques par les éoliennes flottantes en fonctionnement sera donc négligeable.

Augmentation du bruit lié aux opérations de maintenance

Les principales émissions sonores en phase exploitation sont liées au trafic généré par les navires d'intervention pour la maintenance courante et lourde du parc pilote. Un navire sera utilisé pour transférer le personnel depuis la base de maintenance du CCG Martigues jusqu'au parc éolien. Ce navire, basé de manière permanente sur le site du CCG Martigues, aura une vitesse nominale d'environ 20 nœuds en transit. La stratégie de maintenance des infrastructures sous-marines reposera essentiellement sur des inspections effectuées par des moyens spécialisés (relevés bathymétriques, inspections à distance par ROV, etc.).

La fréquence des interventions de maintenance lourde en cas d'incidents techniques n'est pas connue mais sera de toute façon ponctuelle. Elle mobilisera au plus 3 à 4 navires sur site en cas de rapatriement d'une éolienne.

Des données sur les émissions sonores de navires sont données au paragraphe précédent sur les émissions sonores en phase travaux.

Concernant le raccordement, les opérations de maintenance seront ponctuelles et mobiliseront peu de navires. La maintenance préventive consistera notamment à une surveillance ponctuelle du linéaire de câble sous-marine par des relevés géophysiques (contrôle du câble et de la configuration du fond au droit de l'ouvrage). Les interventions auront lieu après installation et à 5 ans, au-delà selon les configurations et les résultats des premières vérifications. Les opérations de maintenance curatives (réparation de câble, ré-ensouillage éventuel...), en cas d'incident, nécessiteront l'intervention d'un moyen maritime de pose de câble léger complété si nécessaire par des moyens d'ensouillage du câble. Le nombre de navires mobilisés reste dans tous les cas faible et la durée d'intervention limitée (15 à 25 jours pour une réparation de câble).

La maintenance du parc nécessitera une fréquentation régulière du site mais le nombre de navires sera faible et aucune opération bruyante, hors maintenance lourde exceptionnelle en cas d'incidents majeurs, n'est prévue. Les interventions de maintenance du câble seront très ponctuelles. L'impact des émissions sonores est considéré comme négligeable au regard de l'important trafic maritime local (navires de commerce, de passagers, de pêche...) et viendra s'ajouter au bruit de fond existant.

3.2.1.4. Emissions de champs électromagnétiques par les câbles

L'une des particularités du milieu marin vient du fait qu'une partie de la faune est capable de détecter un champ magnétique statique. C'est notamment le cas d'espèces qui utiliseraient le champ magnétique terrestre pour s'orienter durant leurs migrations, telles que :

- La plupart des espèces de mammifères marins ;
- Les espèces de tortues marines ;
- Les grands crustacés (langoustes notamment) ;
- Quelques poissons osseux.

Cette magnéto-sensibilité de certaines espèces doit être distinguée de la sensibilité des élaémobranches (requins et raies) au champ électrique, sensibilité qui est notamment exploitée pour la détection des proies.

Les ouvrages de transport d'électricité installés au milieu marin n'émettent pas de champ électrique à 50 Hz. Ils émettent un champ magnétique à 50 Hz décroissant très rapidement.

Effets potentiels sur les habitats et peuplements benthiques

Le nombre d'études sur cette problématique étant limité, il est difficile de déterminer avec certitude la sensibilité aux champs magnétiques des espèces.

D'après le COWRIE, le champ magnétique maximal mesuré aux abords d'un câble de 36 kV est de 0,6 μ T.

Les connaissances actuelles indiquent une sensibilité aux champs électromagnétiques pour au moins trois catégories d'espèces (mollusques, arthropodes et échinodermes). La magnétosensibilité des invertébrés serait ainsi susceptible d'être inférieure à 100 nT (Kirschvink and Gould, 1981 ; Lohmann and Lohmann 1996 ; Walker *et al.*, 1984), tandis que leur sensibilité aux champs électriques serait perceptible pour des gammes de 3 à 20 mV/cm (Steullet *et al.*, 2007).

De façon générale, et du fait de la diminution rapide du champ magnétique en fonction de la distance à la source, les espèces benthiques et les espèces se nourrissant sur le fond seront plus exposées aux champs électromagnétiques des câbles sous-marins du fait de leur mode de vie. L'ensouillage ou la protection des câbles par enrochement permet de réduire l'exposition de ces espèces aux champs électromagnétiques sur les organismes.

Qualification des impacts

De manière générale, les espèces benthiques sont plus exposées aux champs électromagnétiques des câbles sous-marins, en raison de leur mode de vie. Les recherches sur les invertébrés sont très peu nombreuses et concernent principalement les espèces benthiques d'intérêt halieutique.

Sensibilité

On ne sait pas à l'heure actuelle à quel point les invertébrés sont sensibles au champ magnétique. A priori, les invertébrés ne répondront pas à des champs magnétiques alternatifs de 50-60 Hz d'intensité inférieure à 5 μ T, qui varient trop rapidement pour qu'une réponse soit possible (Adair 1944, in Normandeau *et al.*, 2011).

Quelques études expérimentales ont été menées sur plusieurs espèces marines d'invertébrés. Dans celle de Bochert et Zettler (2004), la crevette grise *Crangon crangon*, le crabe *Rhithropanopeus harrisii*, le crustacé isopode *Sduria entomon* et la moule bleue *Mytilus edulis* ont été exposés pendant plusieurs semaines à un champ magnétique statique de 3700 μ T. Les résultats n'ont révélé aucune différence en termes de taux de survie avec les groupes témoins.

Une étude sur le macrobenthos à proximité du câble monopolaire DC SwePol (qui relie la Suède à la Pologne) n'a révélé aucun changement significatif dans la composition des espèces et leur abondance un an après la construction : cette observation suggère que le champ magnétique créé à proximité du câble n'affecte pas les ressources benthiques (Andrulewicz *et al.*, 2003). Une autre expérience n'a montré aucune réponse de la part de l'axone d'un homard commun exposé à un champ magnétique de 0,8 T de 50 Hz (Ueno *et al.*, 1986 in Normandeau *et al.*, 2011). Ce champ est bien supérieur à celui généré par les câbles électriques du parc.

Electro-sensibilité

Comme les poissons, les invertébrés sont susceptibles d'utiliser les champs électriques pour détecter des proies principalement, mais cela n'est pas vérifié. Les seuils de sensibilité reportés dans les quelques études menées sur le sujet sont de l'ordre de 3 à 20 mV/cm. Les champs électriques induits par les câbles électriques du parc seront bien inférieurs à ces valeurs seuils. Cela suggère que les invertébrés ne seront pas impactés par ces champs.

L'ensouillage du câble maritime d'export dans le sédiment et/ou la mise en place de protections externes (matelas béton, enrochements) permet de sortir en grande partie de l'aire d'influence des champs émis.

Seule une partie des câbles inter-éoliennes dynamiques sera au contact du fond marin (environ 2,5 km pour l'ensemble du parc pilote). Des perturbations locales des espèces benthiques au niveau de ces zones de contact des câbles avec les fonds marins pourraient être observées. Afin d'améliorer les connaissances sur ce sujet, les sociétés RTE et EDF Energies Nouvelles participent à un programme de recherche et développement dédié à l'évaluation de l'impact des câbles électriques en mer sur les espèces marines. Ce programme, appelé SPECIES et coordonné par France Energies Marines, permettra la réalisation de mesures sur site à proximité de câbles en mer, couplées à des expériences en laboratoire (voir chapitre 7 « Mesures proposées par le maître d'ouvrage »).

Dans l'état actuel des connaissances, les effets sur les espèces benthiques ou démersales liés aux champs magnétiques sont négligeables.

3.2.1.5. Modification de la température au niveau des câbles

Les études disponibles sur le sujet attestent toutefois d'un impact très limité sur la vie sous-marine.

Comme expliqué dans l'analyse des effets sur le milieu physique, les caractéristiques et la configuration des câbles électriques du parc ensouillés en moyenne à une profondeur de 1,50 m, ainsi que la nature des substrats, limiteront l'augmentation de température à la surface du fond. La masse et les courants, même faibles, permettent une dissipation thermique puissante et rapide rendant quasiment indétectable l'augmentation locale de la température.

En l'état actuel des connaissances, compte tenu de la faible augmentation de température attendue autour de ses câbles, de son caractère très localisé et de sa diffusion rapide dans le milieu environnant, l'effet sur les biocénoses benthiques lié à l'augmentation de la température est considéré comme négligeable.

3.2.2. Effets sur les espèces pélagiques

En phase d'exploitation, les effets du parc éolien flottant pilote sur les espèces pélagiques peuvent être liés :

- Aux éventuelles nuisances sonores et vibrations ;
- A l'effet récif créé par les flotteurs immergés ;
- Aux champs électromagnétiques générés par les câbles électriques en fonctionnement ;
- A l'augmentation de température à proximité des câbles.

3.2.2.1. Nuisances sonores et vibrations

Comme présenté précédemment, les émissions sonores engendrées par le fonctionnement des éoliennes sont dues principalement aux vibrations du mât de l'éolienne transmises aux fondations immergées. Dans le



cas spécifique d'une éolienne flottante, ces vibrations restent limitées et vont rapidement se dissiper dans la mesure où la structure conserve une certaine mobilité (rayon d'excursion de l'ordre de 5 m en fonctionnement normal). Ces niveaux sonores resteront limités, compris entre 90 et 120 dB_{rms} re 1 µPa à 1 m (Madsen et al. 2005, Thomsen et al., 2006) pour des éoliennes en mer posées.

Le trafic maritime des navires de maintenance sera également à l'origine de bruit sous-marin. Les effets pourront être ressentis à l'échelle du parc pilote, le long du câble maritime d'export et de la zone de transit entre le parc pilote et la base de maintenance de Martigues.

L'effet du projet lié aux nuisances sonores sur les espèces pélagiques par les éoliennes flottantes en fonctionnement sera donc négligeable.

La maintenance du parc nécessitera une fréquentation quotidienne du site mais le nombre de navires sera faible et aucune opération bruyante, hors maintenance lourde exceptionnelle en cas d'incidents majeurs, n'est prévue. Les interventions de maintenance du câble seront très ponctuelles. L'impact des émissions sonores est considéré comme négligeable au regard de l'important trafic maritime local (navires de commerce, de passagers, de pêche...) et viendra s'ajouter au bruit de fond existant.

3.2.2.2.Effet récif

La présence de structures immergées (les flotteurs en particulier) constitue un support de colonisation et des abris pour la faune marine, contribuant à un effet récif avec accroissement de biomasse et participant à la chaîne trophique locale. Cet effet récif est présenté en détail au paragraphe précédent sur les peuplements benthiques (voir partie 3.2.1.2).

Par ailleurs, le phénomène d'attraction des structures flottantes pour les petits pélagiques (effet DCP : dispositif de concentration de poissons) pourra conduire à une concentration de la ressource au-delà d'un effet récif de production. Le maître d'ouvrage est partenaire d'un projet de R&D en cours de montage, dédié à l'étude de l'effet DCP généré par des parcs éoliens flottants pilotes. Il s'agit d'un projet coordonné par France Energies Marines (voir chapitre 7 « Mesures prévues par le maître d'ouvrage » de l'étude d'impact).

L'effet récif en phase d'exploitation du parc pilote est considéré positif, direct, temporaire et moyen. Il se produira à moyen terme.

3.2.2.3. Effets liés aux champs électromagnétiques sur les espèces pélagiques

L'une des particularités du milieu marin vient du fait qu'une partie de la faune est capable de détecter un champ magnétique statique et/ou électrique. C'est notamment le cas d'espèces qui utiliseraient le champ magnétique terrestre pour s'orienter durant leurs migrations⁵, telles que⁶ :

- La plupart des espèces de mammifères marins ;
- Les espèces de tortues marines ;
- Les grands crustacés (langoustes notamment) ;
- Quelques poissons osseux.

Cette magnéto-sensibilité de certaines espèces doit être distinguée de la sensibilité des élasmobranches (requins et raies) aux champs électriques, sensibilité qui est notamment exploitée pour la détection des proies. Cette capacité est liée aux champs électriques induits par l'activité musculaire « désordonnée » de proies, blessées, en détresse.

La majorité des espèces sensibles au champ magnétique sont donc des espèces pélagiques. Or, le champ magnétique généré par les câbles sous-marins du présent projet décroît très rapidement quand on s'éloigne de l'ouvrage. Compte tenu du périmètre très limité d'influence de ces effets, les espèces sensibles au champ magnétique n'auront pas d'exposition significative au champ magnétique secondaire lié aux câbles.

Conclusions des études menées au-dessus d'ouvrages similaires

Les études les plus avancées ont été menées en mer Baltique du fait des nombreuses liaisons sous-marines entre les pays riverains (la plupart de ces liaisons étant toutefois à courant continu) et du développement des fermes éoliennes marines, comme au Danemark dans le parc éolien de Nysted. Ces études se sont notamment focalisées sur le comportement de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) car c'est une espèce dont le comportement migratoire est mieux connu.

Les différentes études menées en Suède⁷ et au Danemark⁸ ont permis de constater une légère modification du comportement des anguilles (vitesse de migration) au niveau des câbles. Néanmoins, les auteurs s'accordent à dire que l'impact global sur la migration est faible et que le câble sous-marin ne constitue en aucun cas un obstacle aux migrations de cette espèce.

Enfin, un programme de suivi pluriannuel de différentes espèces autour du câble de Nysted a montré que la mise en service de liaison sous-marine n'avait pas modifié la distribution globale des espèces de poissons surveillées⁹.

⁵ Gill, 2005 ; DONG Energy et al., 2006 ; OSPAR, 2008 ; Simas et al., 2010

⁶ Lohman et al., 1995 ; Kirschvink, 1997

⁷ Westerberg & Lagenfelt, 2008

⁸ DONG Energy et al., 2006

⁹ Bio/consult, 2004



Eléments concernant la sensibilité particulière des élasmobranches

Comme précisé ci-avant, les liaisons sous-marines de transport d'électricité n'émettent aucun champ électrique. Néanmoins, elles émettent un champ magnétique 50 Hz qui par effet d'induction dans les éléments électriquement conducteurs (eau de mer et poissons) est susceptible de produire un champ électrique de très faible amplitude au voisinage de ces liaisons.

Certaines espèces marines peuvent détecter les champs magnétiques et/ou électriques, et les utilisent pour s'orienter, se déplacer, déceler la présence de proies ou de prédateurs, se reproduire. De manière générale, l'électro-réception permet principalement de détecter d'autres individus (proies, congénères, prédateurs). La magnéto-réception est essentiellement liée à l'orientation et au déplacement (utilisation du champ géomagnétique de 50 μ T).

Magnéto-sensibilité

Concernant les effets des champs magnétiques sur les poissons, la plupart des expériences et des études disponibles concernent les espèces migratoires des familles des salmonidés et des anguillidés. Ces poissons peuvent en effet utiliser le champ géomagnétique comme outil d'orientation et de navigation. La plupart des espèces amphihalines pouvant être rencontrées sur le site sont des poissons migrateurs, comme le saumon d'Atlantique.

Des seuils de détection du saumon atlantique au champ magnétique compris entre 0,5 et 4 mT ont été rapportés (Normandeau *et al.*, 2011). Ces valeurs sont bien supérieures aux champs émis par les câbles qui n'auront donc a priori aucun effet sur cette espèce. De plus, on rappelle que dans le cadre du projet, il s'agit de champs magnétiques alternatifs qui seront générés. Le champ varierait trop rapidement pour que l'organisme y réponde. Il faudrait qu'il soit d'une intensité au moins supérieure à 5 μ T pour pouvoir avoir un effet (Normandeau *et al.*, 2011). Au vu des intensités des champs magnétiques émis par les câbles du parc, les poissons ne peuvent donc être éventuellement perturbés qu'à quelques mètres de part et d'autre du câble.

Electro-sensibilité

Les élasmobranches, et notamment les requins, sont sensibles à de très faibles variations de champ électrique, naturellement provoquées par le déplacement de leurs proies dans l'eau. Les champs électriques induits par le champ magnétique des liaisons sous-marines sont du même ordre de grandeur et il est logique de supposer que les élasmobranches (requins notamment) sont biologiquement capables de le percevoir.

Le BOEMRE a reporté dans son rapport de 2011, les données de sensibilité existant pour ce groupe d'espèces : les élasmobranches sont sensibles à des champs électriques stationnaires de l'ordre de 1-5 nV/cm, soit 0,1-0,5 μ V/m (Normandeau *et al.*, 2011). Les seuils de sensibilité des élasmobranches aux champs électriques alternatifs (AC) sont en revanche moins documentés. Quelques expériences neurophysiologiques ont été menées en laboratoire ; elles ont montré que plusieurs espèces d'élasmobranches répondaient à des champs alternatifs de l'ordre de 10 nV/cm, à une gamme de fréquences comprise entre 0,01 et 25 Hz. La sensibilité était maximale aux très basses fréquences de 1 à 10 Hz. En se basant sur ces études, il apparaît que les élasmobranches seront a priori peu sensibles aux champs électriques produits à 50 Hz par les câbles électriques (Normandeau *et al.*, 2011). Cette déduction

est cependant à prendre avec précaution : dans l'étude du COWRIE menée en 2009, des expériences en environnement semi-contrôlé ont montré des modifications de comportement (rapprochements vers le câble, modifications des déplacements) de petites roussettes, d'aiguillats et de raies bouclées à proximité de câbles AC ensouillés en fonctionnement.

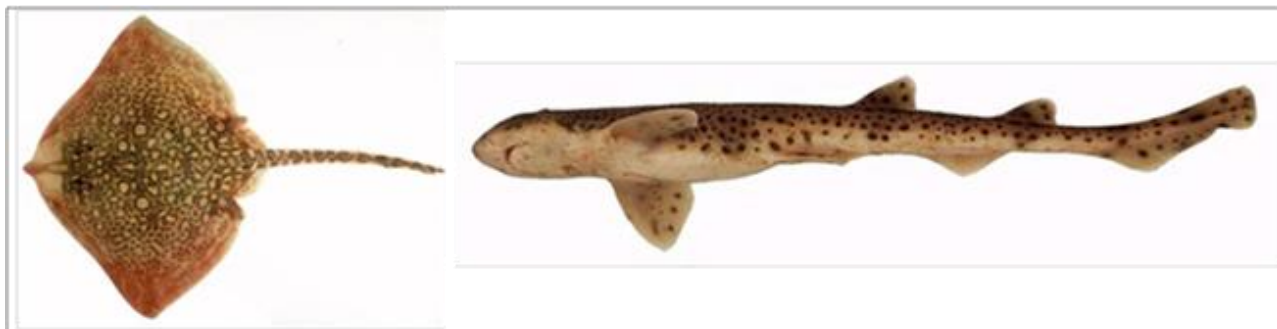


Figure 29 : Raie bouclée et petite roussette (© Ifremer)

A titre d'exemple, un seuil de détection de 1-95 $\mu\text{V/m}$ a été rapporté pour la petite roussette (Normandeau *et al.*, 2011). Cette espèce pourrait donc potentiellement percevoir un champ électrique émis de 50 $\mu\text{V/m}$ jusqu'à environ 7 m du câble. Pour la raie bouclée, le BOEMRE donne un seuil de détection de 1-10 $\mu\text{V/m}$ (Normandeau *et al.*, 2011). De la même façon, cette espèce pourrait donc percevoir un champ électrique émis de 50 $\mu\text{V/m}$ jusqu'à environ 7 m du câble.

Les scientifiques ayant étudié ce sujet considèrent d'une part que le phénomène est de faible ampleur et localisé, d'autre part que d'autre sens (odorat et vue notamment) jouent un rôle déterminant dans le repérage des proies par ces espèces. Au final, ils en concluent qu'il est peu probable que ce phénomène ait une influence significative sur les espèces considérées.

Synthèse

Les ouvrages de transport d'électricité installés au milieu marin n'émettent pas directement de champ électrique à 50 Hz. Ils émettent un champ magnétique à 50 Hz décroissant très rapidement. Ce champ magnétique induit lui-même un champ électrique de faible valeur.

De ce fait, seules les communautés situées au voisinage immédiat du câble seraient susceptibles d'être exposées au champ magnétique¹⁰. Au vu des connaissances scientifiques sur les espèces concernées, et au vu des retours d'expériences menés au-dessus d'ouvrages déjà installés, **les impacts potentiels de l'électromagnétisme sur la faune marine sont jugés mineurs** par la communauté scientifique¹¹. Enfin, afin d'approfondir encore sa connaissance des effets potentiels des câbles électriques sur la biodiversité marine, RTE a engagé des partenariats avec des instituts de recherche.

¹⁰ Meißner et Sordyl, 2006

¹¹ Wilson *et al.*, 2010

Qualification des impacts

En l'état actuel des connaissances, considérant que :

- la typologie des câbles, ainsi que l'ensouillage (ou protections externes) ou la protection des câbles par enrochement permet de réduire l'influence potentielle des champs électromagnétiques ;
- le retour d'expérience sur les nombreux parcs éoliens en Mer du Nord montre le retour des espèces de la colonne d'eau sur les sites en phase d'exploitation.

Dès la mise en service du parc pilote, un champ magnétique existera de manière directe et permanente. L'effet des champs magnétiques sur les espèces pélagiques est considéré comme négligeable.

3.2.2.4.Effets liés à la température de surface du câble

Chez les poissons, la température est un facteur important qui peut influencer sur leur reproduction, la ponte et la durée d'incubation des œufs (également propre à chaque espèce).

Comme expliqué dans l'analyse des effets sur le milieu physique, les caractéristiques et la configuration des câbles électriques du parc, ainsi que la nature des substrats, limiteront l'augmentation de température à la surface du fond.

L'effet lié à l'augmentation de température à la surface des câbles sur les espèces pélagiques est considéré négligeable. L'impact associé le sera également.

3.2.3. Effets sur les mammifères marins

En phase exploitation, le dérangement potentiel induit par le parc est lié au fonctionnement des éoliennes et aux opérations de maintenance. Ces activités engendrent du bruit et des vibrations, des champs électromagnétiques et des risques de collision dus à un effet barrière du parc.

3.2.3.1. Nuisances sonores

Eoliennes en fonctionnement

De manière générale, les niveaux acoustiques connus à ce jour pour les phases opérationnelles de parcs éoliens ne présentent pas de danger de blessures ou de pertes d'audition pour les mammifères marins¹².

Les émissions sonores engendrées par le fonctionnement des éoliennes sont dues principalement aux vibrations du mât de l'éolienne transmises aux fondations immergées. Comme présenté dans la partie sur le milieu physique, dans le cas spécifique d'une éolienne flottante, ces vibrations restent limitées et vont rapidement se dissiper dans la mesure où la structure conserve une certaine mobilité (rayon d'excursion de l'ordre de 5 m en fonctionnement normal). Ces niveaux sonores resteront limités, compris entre 90 et 120 dB_{rms} re 1 µPa à 1 m (Madsen et al. 2005, Thomsen et al., 2006) pour des éoliennes en mer posées. Les niveaux sonores les plus élevés sont de plus émis à des basses fréquences, comprises entre 100 et 200 Hz (Hammar et al., 2010). D'autres sources scientifiques donnent une gamme de fréquences plus large, comprise dans les basses fréquences entre 1 et 400 Hz (Nedwell et Howel, 2003, in Wilhemson, 2010).

La plage de plus grande sensibilité auditive des mammifères marins est principalement comprise entre 1 kHz et 100 kHz (voir figure suivante). La gamme de fréquences sonores transmises par une éolienne en milieu marin est inférieure, variant d'1 Hz à 400 Hz. L'éolienne Siemens SWT-8.0-154 présente en particulier une vitesse de rotation relativement faible (comprise en 0 et 13 tours/min), permettant de diminuer la gamme de fréquences de fonctionnement.

Ces niveaux sonores, atteints en fonctionnement à plein régime du parc, sont très faibles, compris entre 80 dB et 110 dB au pied d'une l'éolienne (posée) (Wilhemson, 2010). Les niveaux sonores attendus au niveau de la fondation flottante sont plus faibles encore, pour les raisons présentées précédemment. Des observations dans les parcs nord-européens ont montré que les sons inférieurs à 90 dB ne perturbent pas les mammifères marins.

¹² Energies Marines Renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques, version 2012 – Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie

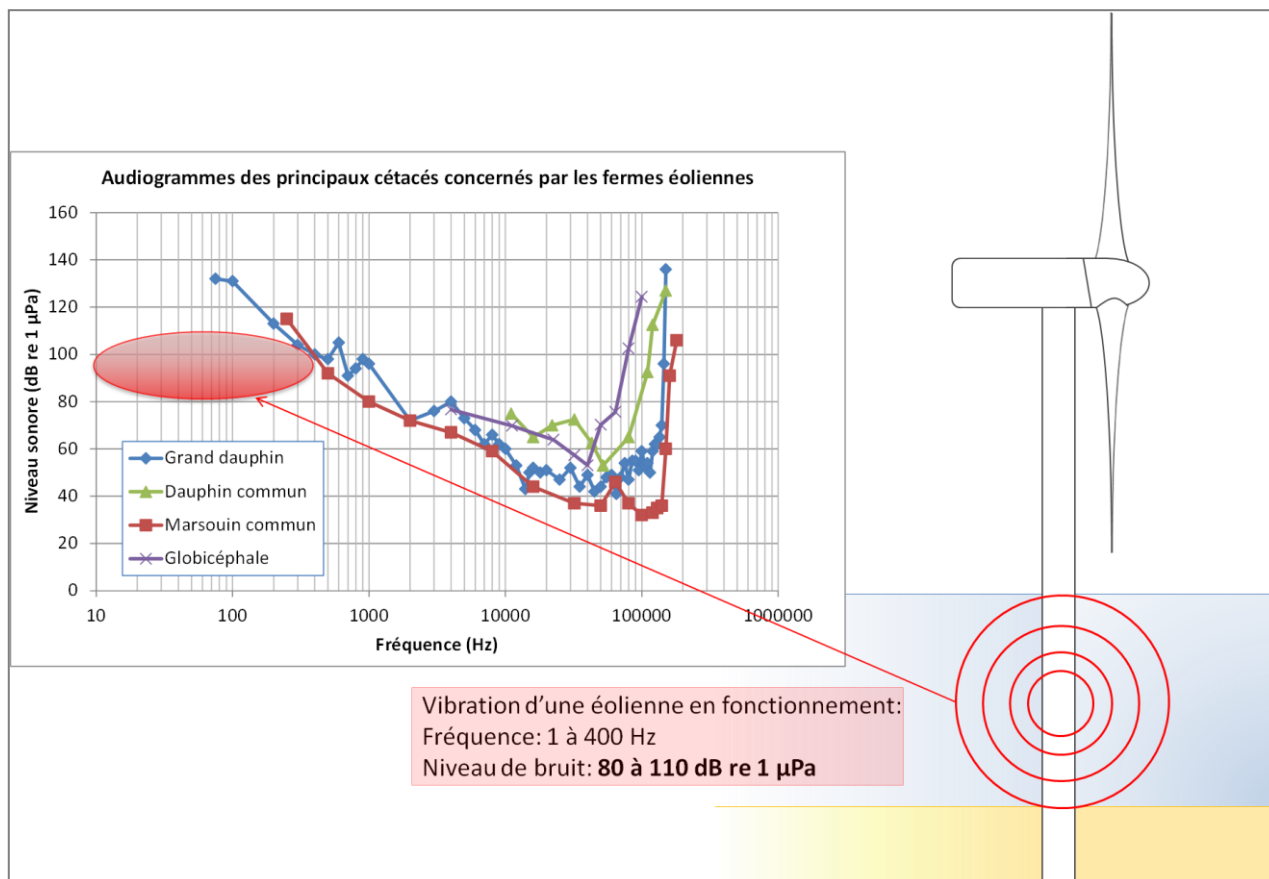


Figure 30 : Emission sonore d'une éolienne en mer en fonctionnement

Les études menées au Danemark¹³ sur l'impact des parcs éoliens sur les marsouins indiquent qu'après la phase de construction, les animaux retrouvent la fréquentation habituelle du site (Teilmann *et al.*, 2006a). La vitesse de recolonisation peut différer d'un site à l'autre, selon la nature des techniques de construction utilisées. D'une manière générale, la recolonisation du site est quasiment complète après deux ans (Teilmann *et al.*, 2006b).

L'effet du bruit émis par les éoliennes flottantes en fonctionnement sur les mammifères marins est donc négligeable.

Bruit lié aux activités de maintenance

Les opérations de maintenance des installations peuvent engendrer un dérangement temporaire et localisé des mammifères marins fréquentant la zone d'étude. Comme présenté dans la partie sur le milieu physique, le bruit émis par les navires de maintenance sera faible, semblable à celui émis par les navires d'installation du parc pilote. Le dérangement concernera l'emprise locale de l'intervention et sera limité dans le l'espace et dans le temps, les animaux étant à même de s'éloigner sur quelques dizaines à quelques centaines de mètres.

¹³ Etude préliminaire des interactions possibles entre le projet de parc éolien du Banc de Guérande et les mammifères marins – document de synthèse, mars 2013 – Observatoire PELAGIS, Centre de Recherche sur les Mammifères Marins, ULR VALOR, Université de la Rochelle, CNRS

Ce dérangement est également à relativiser du fait de la localisation du site d'implantation à proximité de la zone d'approche du Golfe de Fos, secteur caractérisé par son trafic intense (notamment par de gros navires de commerce).

L'effet de ce type de bruit sur les mammifères marins sera donc négligeable.

En phase d'exploitation, les effets liés au bruit sous-marin sur les mammifères marins seront donc négligeables. Les impacts associés le seront également.

3.2.3.2.Effets liés aux émissions électromagnétiques des câbles

Les mammifères marins peuvent être sensibles au champ magnétique. A l'heure actuelle, les études suggèrent que les cétacés utilisent le champ géomagnétique (50 μ T) pour migrer sur de longues distances (Gill, 2005 ; Dolman *et al.*, 2003).

Les retours d'expériences existants n'ont pas mis en évidence d'impacts électromagnétiques des câbles sous-marins sur les mammifères marins, et ces impacts sont souvent qualifiés de négligeables (Ramboll, 2009).

Des compléments d'information sont présentés au paragraphe 3.2.2.3 consacré aux espèces pélagiques.

Les effets des champs électromagnétiques produits sur les mammifères marins par les câbles électriques sous-marins sont donc considérés comme négligeables.

3.2.3.3.Risque de collision

Avec les composants du parc pilote

Bien que peu d'études aient été menées sur le sujet, les retours d'observations directes témoignent d'une bonne capacité d'identification et d'évitement de structures immergées immobiles par les mammifères marins. Aucun des suivis réalisés sur les parcs éoliens offshore posés existants ne témoigne de blessures par collision. Les flotteurs des éoliennes, immergés sur environ 25 m, ne constituent pas des obstacles particuliers pour les mammifères marins. Ils constituent en effet des objets passifs, relativement peu mobiles (rayon d'excursion de l'éolienne de l'ordre de 5 m en conditions normales de fonctionnement), que les mammifères marins pourront facilement identifier et éviter.

Les chaînes d'ancrage de type TLP sont des lignes tendues, elles ne généreront pas de risques d'enchevêtrement pour les mammifères marins. Le nombre de lignes d'ancrage est de plus très faible (9, 3 par flotteur) et le rayon d'ancrage très limité (70 m).

Du fait de l'espacement important entre les éoliennes (de l'ordre 920 m), ces structures ne constituent pas un réseau dense de câbles et de chaînes ; les mammifères marins pourront facilement les identifier et les éviter. Les câbles inter-éoliennes dynamiques seront de plus stabilisés sur les fonds marins : sa courbe en

« S » (appelée « *lazy wave* ») a en effet été conçue et dimensionnée afin de limiter les mouvements de ces câbles.

Compte tenu de l'immobilité des structures et de la capacité d'évitement des mammifères marins, la présence du parc pilote en mer et de son raccordement ne généreront pas de risque de collision particulier avec les mammifères marins.

Avec les navires de maintenance

Comme présenté précédemment, les opérations de maintenance généreront un faible trafic de navires entre la base de maintenance et la zone du parc pilote et/ou de son raccordement maritime. De plus, les mammifères marins, en particulier des odontocètes (dauphins, marsouins) disposent d'une capacité d'évitement leur permettant de rentrer avec les navires de maintenance, qui transiteront à une vitesse relativement faible (de l'ordre de 20 nœuds pour le navire de maintenance courante du parc pilote).

Le risque de collision avec les navires de maintenance est donc considéré négligeable.

Les effets et impacts potentiels liés au risque de collision des mammifères marins en phase d'exploitation du projet seront négligeables.

3.2.3.4.Effet barrière

L'emprise réelle des infrastructures du parc pilote est très faible, inférieure à 2000 m².

Compte tenu :

- Du très faible nombre d'éoliennes (3),
- De l'espace important entre les éoliennes (environ 920 m),
- De l'emprise limitée des lignes d'ancrage de type TLP (rayon d'ancrage de l'ordre de 70 m),
- De la capacité des mammifères marins à repérer des objets/obstructions en mer et à les contourner,

Il n'est attendu aucun effet barrière lié à la présence du parc pilote.

3.2.3.5.Effets biologiques liés à la présence des flotteurs

Effet récif/DCP

L'effet récif et l'effet DCP attendus suite à la mise en place de structures immergées dans le cadre du projet sont détaillés dans les parties relatives aux peuplements benthiques et aux poissons. Les mammifères marins pourront bénéficier de l'augmentation de biomasse attendue. Ces effets seront toutefois sans doute limités au vu de l'ampleur du projet (3 éoliennes et seuls quelques secteurs localisés de protections externes du câble qui est préférentiellement ensouillé).

Effet réserve

Les éoliennes en mer sont généralement implantées dans des espaces qui accueillent d'autres usages maritimes, comme la pêche, la plaisance, la navigation de commerce.

Dans les zones marines où les usages sont réglementés et les prises de pêche notamment interdites, la perturbation réduite des habitats et la réduction des pressions sur les individus résulte en un effet positif global sur les écosystèmes : l'effet réserve¹⁴. Il se manifeste au travers d'effets structuraux, éthologiques et sur la distribution des individus. Les restrictions d'usage dans le périmètre des parcs pourraient ainsi avoir un effet similaire, plus ou moins important selon les mesures de gestion prévues.

Ainsi du fait du double effet récif-DCP (dans une faible mesure) et de l'effet réserve plus sensible, tendant à augmenter la biomasse disponible, le projet est susceptible d'avoir un impact positif sur certains mammifères marins. Cet effet sera permanent, observable à moyen/long terme et faible.

3.2.4. Effets sur les tortues

L'évaluation des impacts du projet sur la Tortue Caouanne a été réalisée dans le cadre de l'étude d'incidence Natura 2000 du projet sur la ZSC « Camargue », réalisée par le bureau d'études Biotope. Le tableau suivant présente les différents types et niveaux d'impacts attendus en phase d'exploitation. Cette évaluation est valable pour les autres espèces de tortues susceptibles de fréquenter ponctuellement le secteur d'étude.

Nature et durée de l'effet	Sensibilité et risque	Intensité de l'effet	Nombre d'individus potentiellement impactés	Effectifs présent sur la ZSC	Niveau d'incidence
Perte ou modification d'habitat - Permanent	Sensibilité modérée. Risque faible (faible surface du projet et faible utilisation de la zone d'implantation) Effet récif limité compte tenu du type d'éolienne	Faible	Non évaluable, probablement nul à très faible	Non connu	Négligeable
Dérangement d'origine sonore en phase exploitation - Permanent	Sensibilité faible : espèce peu sensible au son de basse fréquence émis par les éoliennes. Risque faible (effectifs très faibles) Dérangement dû au	Faible			Négligeable

¹⁴ Energies Marines Renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques, version 2012 – Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie

Nature et durée de l'effet	Sensibilité et risque	Intensité de l'effet	Nombre d'individus potentiellement impactés	Effectifs présent sur la ZSC	Niveau d'incidence
	bruit produit par les éoliennes en fonctionnement non évaluable (non connu)				
Dérangement d'origine électromagnétique et perte d'habitat associé - Permanent	Sensibilité modérée. Risque faible (effectifs très faibles) Risque de perturbation du déplacement limité, d'autant plus que le câble de raccordement sera ensouillé.	Faible			Négligeable

Tableau 10 : Effets du projet pilote sur la tortue Caouanne en phase d'exploitation (Source : Biotope, 2017)

Les effets du projet sur les tortues en phase d'exploitation seront donc directs, permanents, long terme et négligeables.

3.2.5. Effets sur l'avifaune

3.2.5.1. Effet collision

Espèces les plus sensibles à l'effet

- Puffins et Océanite tempête

	Sensibilité à la collision			
	Langston (2010)	Furness et al (2013)	Bradbury et al (2014)	Humphreys et al (2015)
Puffin des Baléares	*	Non évalué	Très faible	*
Puffin yelkouan	Non évalué	Non évalué	Non évalué	Non évalué
Puffin des anglais (pour comparaison)	*	0	Très faible	*
Puffin de Scopoli	Non évalué	Non évalué	Non évalué	Non évalué
Puffin cendré (pour comparaison)	*	Non évalué	Très faible	*
Océanite tempête	*	91	Faible	*
	* (faible) à *** (fort)	Valeurs de 0 (faible) à 1307 (très fort)	Très faible à très fort	* (faible) à ***** (très fort)

Les procellariidés, et particulièrement les **puffins yelkouan et de Scopoli** sont les espèces qui présentent le plus fort enjeu de conservation pour le projet.

La bibliographie donne peu de retour d'expérience sur l'effet des parcs éoliens sur ces espèces, comme le montre par exemple le suivi du parc de Horns Rev 2 (2^{ème} plus grand parc offshore danois), où seulement 2 Puffins fuligineux ont été observés entre l'automne 2010 et le printemps 2012 (Skov et al, 2012). Pour le parc d'Egmond aan Zee, le troisième plus grand parc offshore des Pays-Bas, les seules données concernant les puffins sont les suivantes : « la présence des procellariiformes dans le parc est limitée à des conditions météo empêchant l'accès au mât pour le suivi [...] Des centaines d'échos présents dans la base de données enregistrés par le radar vertical pourraient appartenir à des procellariiformes » (Krijveld et al, 2012).

Les documents de référence européens traitant de la sensibilité des oiseaux à l'éolien offshore s'accordent toutefois à considérer que le risque de collision de ces espèces est faible, étant donné qu'elles volent toujours à très basse altitude et qu'elles sont agiles (Wade 2015, Humphreys et al 2015, Johnston et al 2014, Bradbury et al 2014, Furness et al 2013, MacArthur 2012, Cook et al 2012, Langston 2010, Garthe et Huppop 2004).

Cependant, toutes ces études se basent sur le comportement observé des oiseaux lors de suivis visuels, donc uniquement de jour et essentiellement en conditions météorologiques favorables. Très peu d'études traitent du comportement nocturne des puffins, et aucun suivi de parc éolien existant n'apporte de retour d'expérience sur le sujet.

Il est connu que l'espèce peut se déplacer de nuit, comme le montre l'activité importante des oiseaux sur les colonies de reproduction (Gineste 2016), ou la présence d'individus à l'arrière des chalutiers ou des bateaux de pêche en activité nocturne. Les suivis télémétriques réalisés sur les Puffins yelkouan en France indiquent toutefois que les mouvements nocturnes sont nettement plus faibles que les mouvements diurnes (80% du temps posés sur l'eau de nuit contre 32% de jour, Péron & Grémillet 2014).

L'un des facteurs pouvant modifier le comportement des oiseaux en mer et augmenter le risque de collision est l'attractivité potentielle par les éclairages du parc éolien. Cette attractivité est connue et très documentée sur terre pour les procellariidés, notamment lorsque les oiseaux font des allers-retours vers les colonies (Gineste 2016, Raine et al 2007, Le Corre et al 2002, Imber, 1975). Lorsqu'ils sont attirés par une source lumineuse, leur agilité et leur perception de l'environnement sont très altérées, allant jusqu'à des collisions contre les sources lumineuses ou les structures proches, ou des échouages au sol (Gineste 2016, obs. pers.). La présence des feux d'obstacles continus basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) positionnés sur les mâts à 45 m au-dessus du niveau moyen de la mer et éclairant sur 360° pourrait modifier le comportement des puffins et de l'Océanite tempête, et les attirer vers les éoliennes.

Par ailleurs, les puffins sont des espèces qui volent en général à basse altitude au niveau de la surface de l'eau. Par mauvais temps ou de nuit, les oiseaux ont une activité moins importante (20% activité nocturne), et sont généralement posés sur l'eau en formation dite de radeau. L'attractivité lumineuse des structures en mer n'est pas avérée. Le risque de collision ne concerne pas outre mesure les puffins en raison de leur faible hauteur de vol. Sur des projets éoliens en mer français de la côté Atlantique, les résultats du modèle de collision déployé laisse à présager que la mortalité par collision semble présenter un risque négligeable pour le puffin des Baléares. En effet le modèle de collision tel qu'utilisé et paramétré pour le puffin des Baléares aboutit à un taux de collision égal à zéro .

Concernant l'effet barrière, trois éoliennes seront installées et espacées d'environ 920 m les unes des autres. Le suivi d'une espèce de Puffin, le Puffin des Anglais, a été réalisé sur les parcs anglais et montre que les oiseaux passent entre les éoliennes et utilisent la zone pour se déplacer sans effet barrière, ni perte d'habitats.

Compte tenu de ces éléments, l'effet sur les puffins est qualifié de faible, aboutissant tout de même à un impact moyen, en raison d'une sensibilité environnementale forte. Une mesure de réduction, présentée dans la fiche MR4 intitulée « Choix des moyens logistiques et sensibilisation des pilotes » permettra de réduire les dérangements de la halte et du repos des oiseaux. Si cette mesure ne permet pas de diminuer l'impact résiduel, il permet cependant de conclure à un impact résiduel non significatif.

- **Sternes et Guifette noire**

	Sensibilité à la collision			
	Langston (2010)	Furness et al (2013)	Bradbury et al (2014)	Humphreys et al (2015)
Sterne caugek	**	229	Moyen	***
Sterne pierregarin	**	245	Moyen	***
Guifette noire	Non évalué	Non évalué	Moyen	***
	* (faible) à *** (fort)	Valeurs de 0 (faible) à 1307 (très fort)	Très faible à très fort	* (faible) à ***** (très fort)

La sensibilité des **Sternes caugek** et **pierregarin** à la collision pour les parcs éoliens offshore est généralement considérée comme moyenne, étant donné leur temps passé en vol, leurs hauteurs de vol, et les cas de mortalité documentés sur des parcs côtiers (Humphreys et al 2015, Johnston et al 2014, Bradbury et al 2014, Furness et al 2013, MacArthur 2012, Cook et al 2012, Langston 2010, Garthe et Huppop 2004).

L'état initial a montré que les deux espèces fréquentaient la zone d'implantation. La Sterne caugek est présente toute l'année, alors que la Sterne pierregarin est présente uniquement en période de migration et de reproduction. Les effectifs sont assez faibles en dehors des périodes de migration qui peuvent concentrer des flux importants d'oiseaux (mars/avril et août/septembre pour la Sterne caugek, avril et septembre pour la Sterne pierregarin) et donc augmenter le risque de collision.

En période de reproduction, les effectifs concernés par la zone de projet sont moins importants que ceux observés près des côtes, étant donné les rayons de déplacement moyens des deux espèces. Les observations réalisées par bateau, par avion, et depuis la côte, confirment par ailleurs que la Sterne caugek se concentre plutôt à l'embouchure du Rhône en dehors des périodes de migration.

Les parties émergées des supports flottants des éoliennes pourraient cependant attirer ces espèces en tant que reposoirs et ainsi augmenter le risque de collision, comme le montrent Klure et al (2013), les premiers résultats des suivis du prototype Windfloat et les observations réalisées en mer, qui montrent une attractivité forte des sternes pour les supports flottants (bouées, bois, déchets, etc.). Les surfaces disponibles sont toutefois limitées compte-tenu de la forme du flotteur, et il est aussi possible qu'un phénomène d'aversion limite l'utilisation de ces supports par les sternes. Afin d'anticiper ce risque éventuel et vu qu'aucun retour d'expérience n'est disponible pour ce type d'éoliennes, un suivi continu des structures sera réalisé, permettant de quantifier le risque d'impact. En cas de risque significatif ou d'impact constaté, des systèmes diminuant fortement l'attractivité de la structure pour les oiseaux seraient alors installés.

Le niveau d'impact pour les sternes est donc considéré comme faible, à moyen dans le cas d'une attractivité liée à l'effet récif et aux supports émergés, ainsi que lors des mouvements migratoires, dans l'état actuel des connaissances.

L'impact sur la Guifette noire est évalué comme faible étant donné le faible effectif concerné, et la durée de présence réduite de l'espèce.

- **Mouettes**

	Risque de collision			
	Langston (2010)	Furness et al (2013)	Bradbury et al (2014)	Humphreys et al (2015)
Mouette mélanocéphale	**	Non évalué	Fort	****
Mouette pygmée	*	Non évalué	Moyen	****
	* (faible) à *** (fort)	Valeurs de 0 (faible) à 1307 (très fort)	Très faible à très fort	* (faible) à ***** (très fort)

La **Mouette mélanocéphale** fréquente principalement la zone de projet en hiver et au début du printemps. La **Mouette pygmée** est aussi présente en hiver avec des effectifs plus faibles, mais est surtout concernée par des mouvements migratoires importants au printemps, comme l'ont montré les suivis réalisés par bateau, avion et radar.

Les données bibliographiques indiquent une sensibilité importante à la collision pour la Mouette mélanocéphale, compte tenu notamment de ses hauteurs de vol parfois importantes (ex : Humphreys et al 2015, Langston 2010, Garthe et Huppopp 2004).

Comme pour les sternes, les mouettes peuvent être attirées par les structures flottantes des éoliennes, augmentant ainsi le risque de collision.

Le faible nombre d'éoliennes (3), la présence limitée de ces espèces dans le temps et les hauteurs de vol relevées, notamment pour la Mouette pygmée, tendent toutefois à limiter l'impact sur ces espèces.

L'impact par collision est donc considéré comme faible, à moyen dans le cas d'une attractivité par les structures et lors des mouvements migratoires.

- **Fou de Bassan**

	Sensibilité à la collision			
	Langston (2010)	Furness et al (2013)	Bradbury et al (2014)	Humphreys et al (2015)
Fou de Bassan	**	725	Fort	****
	* (faible) à *** (fort)	Valeurs de 0 (faible) à 1307 (très fort)	Très faible à très fort	* (faible) à ***** (très fort)

Bien que le **Fou de Bassan** vole souvent à hauteur de pâle et donc dans la zone à risque pour la collision (Humphreys et al 2015, Johnston et al 2014, Bradbury et al 2014, Furness et al 2013, MacArthur 2012, Cook et al 2012, Langston 2010, Garthe et Huppopp 2004), le fait qu'il évite généralement la proximité immédiate des parcs éoliens (Vanermen et al 2012, Krijgsveld et al 2011, Leopold et al 2010, Petersen et al 2006) et que l'effectif concerné est faible implique une évaluation du niveau d'impact comme faible.

- **Migrateurs terrestres**

Les **migrateurs terrestres** sont aussi très sensibles aux éclairages, et des cas de collision et de mortalité massifs de nuit sont documentés sur des phares ou des parcs éoliens offshore, notamment sur les mâts et

plateformes (ex : Alpha Ventus, en Allemagne). Ces collisions concernent surtout des passereaux (grives, étourneau, rouge-gorge, pipits, etc.), et la cause des collisions n'est pas totalement établie, mais le type d'éclairage pourrait en être en partie responsable (illumination continue, halogène).

Concernant les migrateurs terrestres diurnes, l'effet est peu documenté sur les parcs éoliens offshore en fonctionnement. Toutefois, tous les objets flottants en mer peuvent devenir des reposoirs potentiels, surtout s'ils sont rencontrés en fin de trajet migratoire au-dessus de la mer lorsque les oiseaux sont épuisés, et les éoliennes pourraient ainsi attirer certains oiseaux et augmenter le risque de collision. Comme sur terre, ce sont les dégradations rapides des conditions météorologiques qui augmentent fortement le risque de collision.

L'impact sur les migrateurs devra donc être particulièrement suivi lors de la phase de fonctionnement notamment pour s'assurer que le type d'éclairage utilisé, particulièrement les feux continus rouges, n'augmente pas le risque de collision pour les migrateurs nocturnes, et que le risque demeure faible pour les migrateurs diurnes. L'impact est actuellement estimé comme moyen.

- **Autres espèces**

L'impact sur les autres espèces est considéré comme faible, principalement car les effectifs directement concernés par le projet sont très faibles.

Synthèse de l'effet collision

Le tableau suivant évalue les niveaux d'impacts résiduels pour la collision contre les pales ou la structure des 3 éoliennes du projet.

Compte-tenu de la taille du projet (seulement 3 éoliennes), les impacts restent limités pour la plupart des espèces.

Les espèces qui présentent les niveaux d'impacts potentiels les plus élevés sont celles qui pourraient être éventuellement attirées par les éoliennes (par l'éclairage ou les structures), augmentant ainsi le risque de collision.

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Effet collision		Niveau d'impact
Puffin yelkouan	Fort	Faible	→	Moyen (si attractivité par éclairage)
Puffin de Scopoli	Fort	Faible		Moyen (si attractivité par éclairage)
Puffin des Baléares	Moyen	Faible		Faible
Océanite tempête	Moyen	Faible		Faible
Sterne caugek	Moyen	Faible à moyen		Faible à moyen

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Effet collision		Niveau d'impact
Sterne pierregarin	Moyen	Faible à moyen	→	Faible à moyen
Guifette noire	Moyen	Faible		Faible
Goéland leucopnée	Faible	Moyen		Faible
Mouette mélanocéphale	Moyen	Faible à moyen		Faible à moyen
Mouette pygmée	Moyen	Faible à moyen		Faible à moyen
Fou de Bassan	Moyen	Faible		Faible
Groupe des labbes	Faible	Faible		Faible
Groupe des alcidés	Faible	Faible		Faible
Groupe des anatidés marins	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Grèbes, plongeurs	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Grand Cormoran	Faible	Faible à moyen		Faible
Flamant rose	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Migrateurs terrestres	Moyen	Moyen		Moyen

Tableau 11 : Evaluation des impacts par collision (Source : Biotope, 2017)

3.2.5.2.Effet par dérangement et perte d'habitat associée

Espèces les plus sensibles à l'effet

- Puffins et Océanite tempête

	Sensibilité au dérangement et à la perte d'habitat			
	Langston (2010)	Furness et al (2013)	Bradbury et al (2014)	Humphreys et al (2015)
Puffin des Baléares	*	2	Très faible	*
Puffin yelkouan	Non évalué	Non évalué	Non évalué	Non évalué
Puffin des anglais (pour comparaison)	*	2	Très faible	*
Puffin de Scopoli	Non évalué	Non évalué	Non évalué	Non évalué
Puffin cendré (pour comparaison)	*	Non évalué	Très faible	*
Océanite tempête	*	2	Faible	*

* (faible) à *** (fort) Valeurs de 1 (faible) à 32 (très fort) Très faible à très fort * (faible) à ***** (très fort)

La sensibilité des **puffins** et de l'**Océanite tempête** à la perte d'habitat engendrée par les éoliennes offshore et le dérangement occasionné par les bateaux est considérée comme faible dans la littérature (Humphreys 2015, Furness et al 2013, MacArthur 2012, Cook et al 2012, Langston 2010, Garthe et Huppopp 2004).

Le Puffin yelkouan utilise régulièrement la zone d'implantation tout au long de l'année, avec des effectifs parfois importants.

Le Puffin de Scopoli n'est présent qu'en période de reproduction, mais le projet est situé en bordure des zones de concentration de l'espèce.

Ces espèces possèdent cependant de vastes zones de prospection alimentaire par rapport à la superficie concernée par le parc éolien, qui est notamment faible compte-tenu du nombre réduit d'éoliennes.

L'impact est donc considéré comme moyen pour le Puffin yelkouan et le Puffin de Scopoli (lié au fort intérêt de conservation de ces espèces), et faible pour le Puffin des Baléares et l'Océanite tempête.

• Sternes

	Sensibilité au dérangement et à la perte d'habitat			
	Langston (2010)	Furness et al (2013)	Bradbury et al (2014)	Humphreys et al (2015)
Sterne caugek	*	9	Moyen	**
Sterne pierregarin	*	8	Faible	**
Guifette noire	Non évalué	Non évalué	Faible	**
	* (faible) à *** (fort)	Valeurs de 1 (faible) à 32 (très fort)	Très faible à très fort	* (faible) à ***** (très fort)

La sensibilité des **sternes et de la Guifette noire** à la perte d'habitat engendrée par les éoliennes offshore et le dérangement occasionné par les bateaux est considérée comme faible à moyen dans la littérature (Humphreys 2015, Furness et al 2013, MacArthur 2012, Cook et al 2012, Langston 2010, Garthe et Huppopp 2004).

Le projet est situé à distance des zones de concentration des sternes caugek et pierregarin, qui sont plus côtières notamment en période de reproduction et d'hivernage. La zone d'implantation n'est pas concernée par ces zones de concentration, et les effectifs présents sont relativement faibles par rapport à ceux observés à l'embouchure du Rhône ou près des côtes.

Sur la zone d'implantation, ce sont surtout les migrateurs qui seront concernés par l'effet, mais sur une durée restreinte et avec des zones de halte migratoire favorables aux alentours (pas d'intérêt particulier de la zone d'implantation pour ce sujet).

La nature du projet avec un nombre faible d'éoliennes et une emprise limitée réduit par ailleurs fortement ce risque.

L'impact est donc évalué comme faible pour ces espèces.

• Mouettes

	Sensibilité au dérangement et à la perte d'habitat			
	Langston (2010)	Furness et al (2013)	Bradbury et al (2014)	Humphreys et al (2015)
Mouette mélanocéphale	*	Non évalué	Tres faible	*
Mouette pygmée	*	Non évalué	Tres faible	*
	<i>* (faible) à *** (fort)</i>	<i>Valeurs de 1 (faible) à 32 (très fort)</i>	<i>Très faible à très fort</i>	<i>* (faible) à ***** (très fort)</i>

La sensibilité des mouettes au dérangement et à la perte d'habitat est considérée comme faible dans la littérature.

La **Mouette pygmée** est présente sur la zone de projet, mais principalement en période migratoire (février à avril) ; les données obtenues par avion montrent par ailleurs que l'espèce est largement répandue à cette période sur le Golfe du Lion et au large du Golfe de Fos sur Mer et de Marseille, et que la zone d'implantation ne constitue pas une zone de concentration particulière de l'espèce.

L'impact est donc considéré comme faible pour l'espèce.

Comme pour la Mouette pygmée, la **Mouette mélanocéphale** n'est présente sur la zone de projet que sur une période courte (hiver et printemps). La zone d'implantation ne constitue pas une zone de concentration de l'espèce, qui préfère notamment le front de contact entre les eaux du Rhône et les eaux marines, situé plus au nord du projet.

L'impact est donc considéré comme faible pour l'espèce.

Fou de Bassan

	Sensibilité au dérangement et à la perte d'habitat			
	Langston (2010)	Furness et al (2013)	Bradbury et al (2014)	Humphreys et al (2015)
Fou de Bassan	*	3	Très faible	*
	<i>* (faible) à *** (fort)</i>	<i>Valeurs de 1 (faible) à 32 (très fort)</i>	<i>Très faible à très fort</i>	<i>* (faible) à ***** (très fort)</i>

L'impact pour le Fou de Bassan est considéré comme faible car sa sensibilité à la perte d'habitat lié à la présence d'éoliennes offshore est évaluée comme faible dans la littérature, et l'effectif concerné est faible et le projet concerne une surface limitée.

Autres espèces

Compte-tenu de la très faible utilisation de la zone de projet pour les autres espèces et du nombre réduit d'éoliennes (3), l'impact est considéré comme faible pour ces dernières.



Synthèse de l'effet dérangement et perte d'habitat associée

Les oiseaux de mer sont potentiellement très sensibles à l'érection d'obstacles verticaux dans leur environnement où la vue est toujours très dégagée.

Sur terre, le phénomène de dérangement et d'exclusion autour d'un parc éolien varie en fonction des milieux, des espèces et des parcs, mais peut atteindre 800 mètres des éoliennes, notamment pour les oiseaux de grande taille, certains limicoles et les migrateurs (Maclean et al., 2006 ; Percival, 2003 ; Hoetker et al. 2004).

Les espèces les plus sensibles à la perturbation et donc à la perte d'habitat induite par les parcs éoliens offshore sont les anatidés marins (macreuses, eiders, Fuligule milouinan, Garrot à œil d'or, etc.), les harles, les plongeurs, les cormorans et les grèbes.

Les espèces qui réagissent de manière moins marquée aux parcs éoliens sont les sternes, les guifettes et les alcidés (Pingouin torda, Macareux moine).

Enfin, les espèces considérées comme étant les moins sensibles au dérangement lié aux parcs éoliens sont les goélands, mouettes, labbes, Fou de Bassan, puffins et océanites (Humphreys et al 2015, Bradbury et al 2014, Furness et al 2013, Langston 2010).

En ce qui concerne la perte d'habitat directe liée aux structures des éoliennes, l'impact est considéré comme négligeable compte-tenu des surfaces concernées (uniquement les sections des flotteurs).

La présence sous l'eau de structures immergées pourrait avoir un effet attractif pour certaines communautés benthiques et certaines espèces de poissons, qui pourraient profiter aux oiseaux marins pêcheurs et donc avoir un impact positif sur ces espèces. Cet effet positif pourrait cependant augmenter les risques de collision en cas de formation de zones de pêches à proximité immédiate des éoliennes.

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Effet dérangement / perte d'habitat	➔	Niveau d'impact
Puffin yelkouan	Fort	Faible	➔	Moyen
Puffin de Scopoli	Fort	Faible		Moyen
Puffin des Baléares	Moyen	Faible		Faible
Océanite tempête	Moyen	Faible		Faible
Sterne caugek	Moyen	Faible		Faible
Sterne pierregarin	Moyen	Faible		Faible
Guifette noire	Moyen	Faible		Faible
Goéland leucopnée	Faible	Faible		Faible
Mouette mélanocéphale	Moyen	Faible		Faible
Mouette pygmée	Moyen	Faible		Faible
Fou de Bassan	Moyen	Faible		Faible
Groupe des labbes	Faible	Faible		Faible

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Effet dérangement / perte d'habitat	➔	Niveau d'impact
Groupe des alcidés	Faible	Faible		Faible
Groupe des anatidés marins	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Grèbes, plongeurs	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Grand Cormoran	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Autres espèces	Négligeable ou nul	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul

Tableau 12 : Analyse des impacts par dérangement et perte d'habitat associée (Source : Biotope, 2017)

La perte d'habitat sera provoquée par le phénomène d'aversion lié à la présence des 3 éoliennes en mer, et par le dérangement occasionné par les allers-retours des bateaux de maintenance et des bateaux de plaisance.

3.2.5.3. Impact par effet barrière et modification des trajectoires

L'impact par effet barrière et modification des trajectoires de vol est le moins documenté et le plus difficile à appréhender. Il correspond à une modification du comportement habituel des oiseaux, qui modifient leurs trajectoires (entraînant un surcoût énergétique) ou changent l'utilisation de certaines zones.

Compte-tenu de son éloignement à la côte, le projet est peu concerné par les mouvements pendulaires côte/large des espèces qui nichent sur le littoral et qui s'alimentent en mer. Ces mouvements concernent principalement les Laridés (goélands) et Sternidés (sternes), et sont généralement observés sur les premiers kilomètres du littoral. La localisation des éoliennes, à plus de 15 km des côtes et leur espacement, limite cet impact. La configuration du parc limite par ailleurs l'effet barrière sur les déplacements côte / large, avec une largeur dans la direction est/ouest de seulement 1000 m de large.

L'orientation nord-est / sud-ouest du parc limite l'effet barrière sur les déplacements migratoires des oiseaux terrestres, qui volent préférentiellement selon cet axe.

L'effet barrière est plus important pour les déplacements qui ont lieu au large selon un axe est/ouest ; ces mouvements concernent surtout certaines espèces marines en migration active ou en déplacements sur longues distances, comme cela a été observé pour la Sterne pierregarin, la Sterne caugek, les Mouettes pygmée et mélanocéphale, ou les puffins. D'autres espèces peuvent être concernées, notamment lors de brefs épisodes de déplacements ou de migration intenses.

Les deux espèces les plus concernées sont les Puffins yelkouan et de Scopoli, qui font de nombreux allers-retours est-ouest au cours de la période de reproduction, notamment pour nourrir les jeunes. Les données issues des suivis télémétriques des Puffins yelkouan indiquent que la zone de projet se situe sur un axe de déplacement de l'espèce, entre les zones de reproduction situées sur les colonies des îles marseillaises ou d'Hyères, et les zones d'alimentation situées dans le Golfe du Lion (Péron et al 2013). Le faible nombre d'éoliennes limite toutefois l'accroissement potentielle des distances de transit.



Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Effet barrière		Niveau d'impact
Puffin yelkouan	Fort	Faible		Moyen
Puffin de Scopoli	Fort	Faible		Moyen
Puffin des Baléares	Moyen	Faible		Faible
Océanite tempête	Moyen	Faible		Faible
Sterne caugek	Moyen	Faible		Faible
Sterne pierregarin	Moyen	Faible		Faible
Guifette noire	Moyen	Faible		Faible
Goéland leucopée	Faible	Faible		Faible
Mouette mélanocéphale	Moyen	Faible		Faible
Mouette pygmée	Moyen	Faible		Faible
Fou de Bassan	Moyen	Faible		Faible
Groupe des labbes	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Groupe des alcidés	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Groupe des anatidés marins	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Grèbes, plongeurs	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Grand Cormoran	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Flamant rose	Faible	Négligeable ou nul		Négligeable ou nul
Migrateurs terrestres	Moyen	Faible		Faible



Tableau 13 : Analyse des impacts par effet barrière (Source : Biotope, 2017)

L'impact est donc considéré comme :

- moyen pour les puffins yelkouan et de Scopoli,
- négligeable à faible pour les autres espèces.

Une attention particulière devra être portée à la réaction des Sternes pierregarin et caugek (en migration), de la Mouettes pygmée (notamment en migration), de la Mouette mélanocéphale et des migrateurs terrestres.

3.2.5.1.Synthèse des impacts sur l'avifaune marine

Les principaux effets prévisibles sur l'avifaune sont les risques de collision, le dérangement et perte d'habitats associée, et l'effet barrière.

Les impacts sont évalués à partir des publications les plus récentes sur le sujet et des retours d'expérience sur les parcs offshore en fonctionnement. Toutefois, la technologie étant nouvelle et aucun parc n'étant installé en Méditerranée, la quantification des impacts repose sur certaines hypothèses quant à la réaction des espèces visées par le projet, et les niveaux d'impacts finaux traduisent cette imprécision (ex : « faible à moyen »).

Les impacts moyens concernent le Puffin yelkouan pour la perte d'habitat, et la Sterne caugek, Sterne pierregarin, Mouette mélanocéphale, Mouette pygmée, et les migrateurs terrestres pour la collision et mortalité directe.

PARTIE TERRESTRE

3.2.6. Effets sur les milieux naturels terrestres

Les effets du projet de raccordement du parc éolien en phase d'exploitation du parc sont liés aux opérations de maintenance, à la présence de champs magnétiques et à l'échauffement des câbles. En effet, une fois les câbles posés et les tranchées rebouchées, il ne sera pas nécessaire sauf cas exceptionnel, d'ouvrir à nouveau les tranchées. Tous les ouvrages connexes (chambre de jonction, ...) sont également enterrés.

Pour ce qui est de l'effet induit par le mouvement des électrons dans les câbles, si un champ électromagnétique et un échauffement des câbles sont inévitablement générés, compte tenu de l'enfouissement des câbles (le sol constituera un bouclier naturel contre ces perturbations), aucun impact significatif n'est attendu sur les populations animales et végétales au droit du tracé de la liaison souterraine et des ouvrages associés.

Les opérations de maintenance consistent en une visite piétonne annuelle le long du tracé et tous les six ans au niveau de quelques chambres de jonction. Ces activités n'auront aucun effet sur les populations animales et végétales présentes au voisinage.

Milieux biologiques des canaux et roubines

En phase exploitation, le câble enterré n'entraîne aucun obstacle à l'écoulement des eaux, ni modification du milieu naturel, ni rejet. Il n'a pas d'incidence en phase exploitation.

En phase exploitation, la liaison et les ouvrages connexes sont souterrains et les opérations de maintenance très légères et peu fréquentes (une visite par an environ). Le projet n'engendrera donc aucun impact sur le milieu naturel durant cette phase.

3.2.7. Effets sur les continuités écologiques

Le projet de raccordement du parc éolien consiste en l'ensouillage d'un câble électrique. Il ne crée donc pas d'obstacle visible en phase exploitation.

Sur la partie maritime, le câble s'insère dans une zone à faible enjeu, ne représentant pas un corridor de déplacement majeur pour les espèces marines. Par ailleurs, les travaux sont de courte durée et nécessitent peu d'équipements : ils ne constituent pas un obstacle notable pour la faune marine.

Sur la partie terrestre, ce câble projeté longe principalement la voirie existante et n'intercepte donc pas d'axe majeur de circulation des espèces.

L'impact du raccordement sur les continuités écologiques est donc négligeable en phase travaux et nul en phase exploitation.

3.3.Effets sur le patrimoine écologique, paysager et culturel en phase d'exploitation

3.3.1.Effets sur le patrimoine écologique et les protections patrimoniales

3.3.1.1.Parc pilote en mer

Concernant les zones Natura 2000, les incidences du projet pilote sur l'état de conservation des habitats et des espèces ayant justifié leur désignation sont traitées dans l'étude d'incidences Natura 2000 jointe au dossier.

Cette étude conclut que le projet pilote n'a aucune incidence significative dommageable sur les états de conservation des habitats et des espèces ayant justifié la désignation de ces sites Natura 2000.

Aucune autre zone de protection réglementaire n'est directement concernée par le parc pilote en mer. De plus, l'analyse sur le milieu vivant a montré que le projet en phase d'exploitation n'aura pas d'incidence significative sur les habitats et leur fonctionnalité.

Aucun effet n'est donc attendu sur les zones de protection situées à proximité du parc éolien pilote.

Concernant les inventaires scientifiques, la zone d'implantation des éoliennes flottantes se situe en dehors de toute zone d'inventaire scientifique. De plus, l'analyse sur le milieu vivant a montré que le projet en phase d'exploitation n'aura pas d'incidence significative sur les habitats et leur fonctionnalité.

Le parc éolien flottant n'aura donc pas d'effet sur les zones d'inventaires scientifiques en phase d'exploitation.

3.3.1.2.Liaison sous-marine

En phase d'exploitation, la liaison est sous-marine et les opérations de maintenance sont peu fréquentes. Ces dernières consisteront en la réalisation de campagnes géophysiques (environ tous les 5 ans) permettant de vérifier le positionnement du câble et la configuration des fonds à ses abords.

Les impacts éventuels de la modification des champs magnétiques, de l'élévation de température à proximité des câbles sur les habitats et espèces ont été étudiés au sein des paragraphes 3.2.1.4, 3.2.1.5, 3.2.2.3, 3.2.2.4 et 3.2.3.2 de ce chapitre. Les impacts sont considérés comme négligeables.

L'exploitation du raccordement sous-marin du parc éolien PGL n'est donc pas de nature à porter atteinte aux zonages en tant que tel ni à l'état de conservation des habitats, espèces et habitats d'espèces ayant justifié leur désignation.

3.3.1.3. Liaison souterraine

Les effets du projet en phase d'exploitation sont liés aux opérations de maintenance, à la présence de champs magnétiques et à l'échauffement des câbles. En effet, une fois les câbles posés et les tranchées rebouchées, il ne sera pas nécessaire sauf cas exceptionnel (maintenance lourde), d'ouvrir à nouveau les tranchées.

Si un champ magnétique et un échauffement des câbles sont inévitablement générés, compte tenu de l'enfouissement des câbles, le sol constituera un bouclier naturel contre ces perturbations qui, de ce fait, n'auront pas d'effets significatifs sur les populations animales et végétales au-dessus ou autour des câbles.

Les opérations de maintenance consistent en une visite piétonne annuelle le long du tracé et tous les six ans au niveau de quelques chambres de jonction. Ces activités n'auront aucun impact sur les populations animales et végétales que ce soit au-dessus ou aux abords de la liaison souterraine.

En phase exploitation, la liaison est souterraine et les opérations de maintenance très légères et peu fréquentes (une visite par an environ). Le projet n'engendrera donc aucun effet sur les zonages d'inventaires et de protection du patrimoine naturel durant cette phase.

3.3.1.4. Bilan des effets sur le patrimoine écologique

Les effets et impacts du projet sur le patrimoine écologique pendant l'exploitation du parc pilote seront donc négligeables.

3.3.2. Effets sur le paysage et le patrimoine culturel

Effets sur le paysage

Parc éolien flottant pilote

L'étude paysagère a été confiée au bureau d'études Composite. L'évaluation des effets du parc éolien flottant pilote sur le paysage repose sur une analyse détaillée des enjeux paysagers identifiés sur le territoire d'étude, ainsi que sur la réalisation de simulations paysagères.

Afin de minimiser les incidences visuelles de la machine, le design et la sécurisation de ses composants ont été étudiés avec soin (*Source : Composite, 2017*) :

- Au sein de la gamme RAL (teinte claire obligatoire) disponible au regard de la réglementation aérienne, la teinte 7035 a été retenue pour assurer la meilleure intégration possible des 3 machines dans l'horizon marin ;
- Conformément aux normes de l'AISM (réglementation maritime internationale), la base de chaque éolienne doit être peinte en jaune (RAL 1003), sur son pourtour, depuis le niveau des plus hautes marées astronomiques (HAT) jusqu'à 15 mètres au-dessus de celui-ci ;

- Au regard de l'augmentation du danger que représente une structure isolée, elle doit être rendue lumineuse avec 3 feux jaunes à éclats synchronisés (4 éclats d'une seconde sur des cycles de 15 secondes avec une portée de 5 miles nautiques (9,3 km). Cette distance minimale prescrite par l'AIMS sera retenu comme la distance de référence (maximale) pour minimiser l'incidence visuelle nocturne depuis la côte.

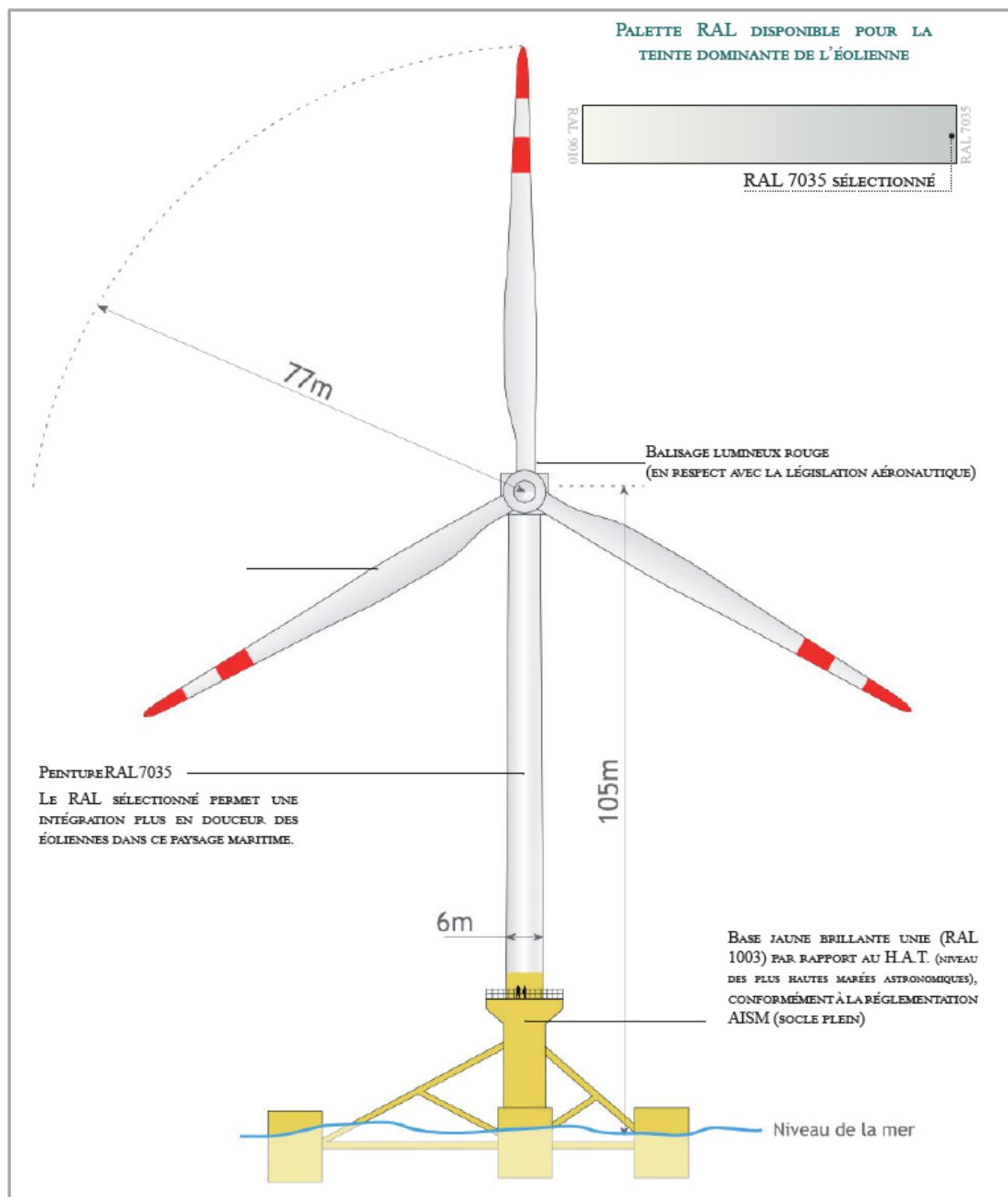


Figure 31 : Caractéristiques de l'éolienne flottante prises en considération pour l'analyse paysagère du projet (Source : Composite, 2017)

Les photomontages du projet Provence Grand Large ont été réalisés par le bureau d'études GEOPHOM en 2017. Dix photomontages ont été réalisés pour le projet Provence Grand Large, à partir de photographies

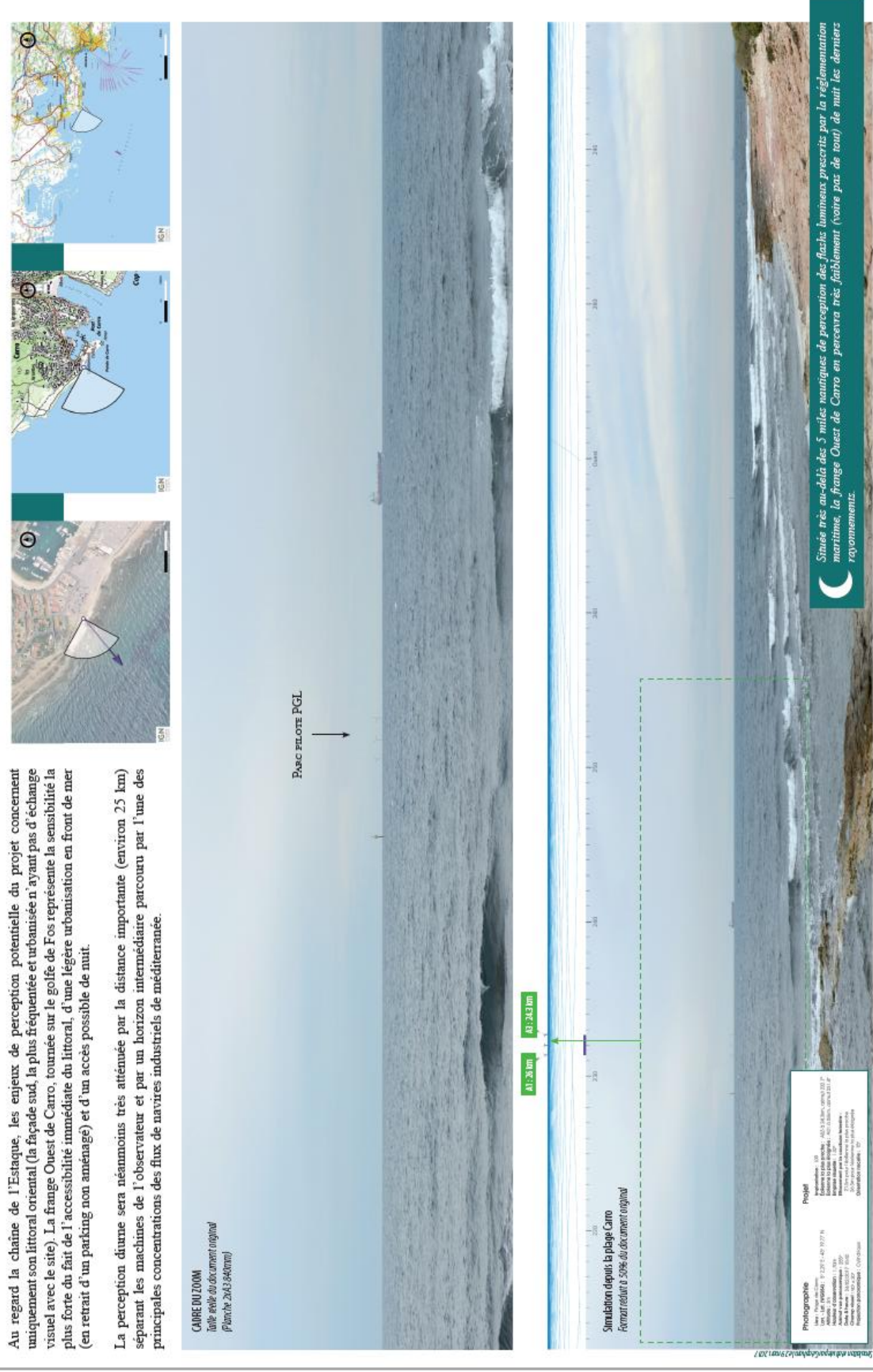
prises depuis des points de vue relativement sensibles depuis la côte, qui couvrent le littoral depuis Saintes-Maries-de-la-Mer jusqu'à Marseille. Ces points ont été sélectionnés :

- En fonction des enjeux paysagers et patrimoniaux identifiés;
- Après avis et conseils auprès du comité de liaison mis en place dans le cadre de la concertation du projet ;
- En fonction de l'accessibilité des différents sites (qui n'est pas toujours aisée).

La réalisation des photomontages s'appuie sur une approche méthodologique qui vise à offrir à l'observateur une vue simulée du projet dans des conditions aussi proches que possibles d'une observation réelle.

Le cahier des photomontages réalisés spécifiquement pour ce projet est joint en annexe du présent dossier.

Les conclusions de l'expertise paysagère sont présentées ci-après, pour les points les plus proches et les plus sensibles du paysage au droit du projet.



Le parc éolien flottant pilote Provence Grand Large s'inscrit dans un paysage déjà très industrialisé. Compte tenu de sa distance au littoral, ce projet minimise très fortement le risque d'évolution de l'horizon marin depuis la côte. Les effets visuels, notamment à l'œil nu, peuvent être considérés comme nuls à très faibles depuis les lieux fréquentés, comme depuis les espaces plus naturels de l'embouchure rhodanienne (Source : Composite, 2017).

Ainsi, l'étude paysagère ne met pas en évidence d'impact paysager significatif, compte tenu notamment de l'éloignement du projet et du positionnement des éoliennes. Il s'agit là d'une des vocations premières du principe des éoliennes offshore flottantes : permettre un éloignement des parcs permettant de limiter leur perception visuelle depuis la côte.

Salle de contrôle-commande du parc pilote

A terre, la seule modification paysagère en phase d'exploitation est liée à la présence de la salle de contrôle-commande du parc pilote, située à Port-Saint-Louis-du-Rhône, à proximité du poste de livraison électrique RTE. Sa conception sera étudiée en détails ultérieurement, afin d'assurer sa bonne intégration paysagère à proximité de la végétation existante. Une étude préalable a été réalisée par le bureau d'études Composite, qui a réalisé l'expertise paysagère du projet (voir figure suivante).

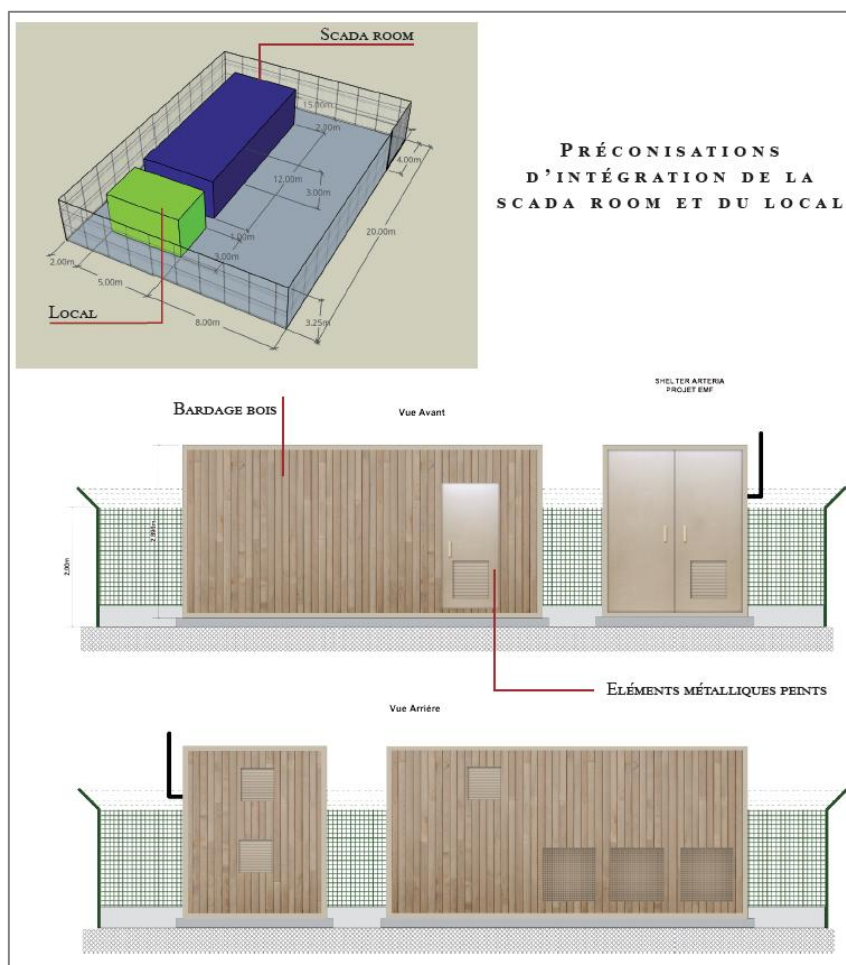


Figure 36 : Etude préalable d'intégration du bâtiment de contrôle-commande du parc pilote
(Source : Composite, 2017)

La présence de la salle de contrôle-commande aura donc un effet permanent et négligeable sur le paysage.

En conclusion, les effets du projet sur le paysage en phase d'exploitation sont considérés comme directs, permanents, observables à long terme et faibles.

Sites inscrits

Le tracé du câble d'export terrestre traversera :

- Le site inscrit « Camargue » ;
- Un espace remarquable du littoral (au titre du code de l'urbanisme).

Le câble de raccordement terrestre et la chambre de jonction sont enterrés de manière permanente, ils n'affecteront pas le site inscrit ni l'espace remarquable.

La salle de contrôle-commande du parc pilote ne se situe pas dans le périmètre du site inscrit.

Monuments historiques

L'exploitation du parc pilote n'aura aucun effet sur les quelques monuments inscrits et classés du littoral, ni sur les épaves et les sites archéologiques en mer identifiés dans l'aire d'étude élargie du projet.

Le projet aura un effet et un impact nuls sur le patrimoine culturel en phase d'exploitation du parc éolien flottant pilote.

3.4.Effets sur le milieu humain en phase d'exploitation

PARTIE MARITIME

3.4.1.Effets sur la navigation et la sécurité maritime

3.4.1.1.Impact sur le trafic maritime

L'impact attendu sera d'une part lié à l'emprise du parc pilote éolien sur le domaine maritime et à la réglementation de navigation associée. La surface limitée de la concession après optimisation du projet (passage de 14 km² à 0,78 km² environ) et sa localisation en dehors des principaux axes de navigation limitent les impacts sur la navigation.

Les d'éoliennes flottantes seront signalées par des feux de balisages maritimes. Le parc sera également signalé en tant que nouvelle zone d'accès réglementée sur les cartes maritimes.

Le Préfet Maritime réglementera la navigation et les usages au sein du projet après avis de la Grande Commission Nautique. L'architecture du projet et l'espacement entre les éoliennes (920 mètres) devraient permettre le transit à travers le parc des navires d'une longueur hors-tout inférieure à 25 mètres. Cela limitera fortement les impacts sur les routes de navigation de cette catégorie de navire (notamment les plaisanciers et la plupart des navires de pêche du secteur).

L'interdiction de passage pour les navires de longueur supérieure dans la zone impliquera le changement et l'allongement des routes des navires, avec pour corollaire l'augmentation de la consommation en énergie primaire et les coûts d'usage. De plus, les manœuvres d'évitement peuvent avoir pour conséquence un report des navires sur d'autres routes, d'où un accroissement de trafic et des risques liés. La taille réduite du parc n'est pas de nature à entraîner des perturbations de ce type importantes et un report des navires sur d'autres routes générant un risque supplémentaire significatif des risques liés (collisions).

Une enquête sur le site hollandais Egmond aan Zee estime que l'effet sur la navigation en dehors du parc est négligeable. Une enquête réalisée à Nysted conclut que le trafic commercial est peu affecté par la présence des parcs, bien que le trafic général soit chiffré à 48 000 navires au sud du parc¹⁵.

Le câble d'export sous-marin sera entièrement ensouillé et ne présentera pas de danger particulier pour la navigation. Il sera par ailleurs signalé sur les cartes maritimes.

Compte tenu de l'existence d'un trafic non nul de navires de grandes dimensions dans la zone et de la taille des ancres utilisées (potentiellement plusieurs tonnes), il a par ailleurs été proposé aux autorités portuaires que le mouillage soit interdit le long du tracé du câble afin d'éviter d'endommager ce dernier. Selon la capitainerie du GPMM, cette disposition ne devrait pas impacter de manière notable les activités portuaires, notamment la zone de pré-engainement (ou zone d'attente) du port de Fos-sur-Mer en limite Nord du parc.

¹⁵ Elsam Engineering et ENERGI E2, 2005



3.4.1.2. Risques de perturbations des radars embarqués

Dans le cadre du projet de site d'essai Mistral, une étude spécifique a été menée par le bureau d'étude SIGNALIS concernant l'impact sur les radars embarqués dont les conclusions sont également valables pour le parc pilote. L'étude s'est appuyée sur le retour d'expérience du Port of London Authority concernant le parc éolien en mer de Kentish Flats. Ce dernier est situé dans l'estuaire de la Tamise et comprend 30 éoliennes disposées en diamant. Les premières éoliennes se situent à moins d'1 mile nautique au sud du chenal « Princes Channel » qui connaît un trafic de 40 à 50 navires par jour.

D'après le Port of London Authority, l'impact du parc éolien sur les radars embarqués est plus significatif que sur les radars fixes. Les phénomènes susceptibles d'être détectés sur les écrans radar à proximité de la zone d'implantation du parc sont listés ci-dessous par ordre croissant d'importance :

- Réflexions linéaires dans plusieurs secteurs,
- Déformations de secteur,
- Images « miroirs »,
- Détection de cibles de façons intermittentes entre les éoliennes,
- Déformations radiales,
- Zones d'ombre,
- Réflexions - Faux échos.

Les phénomènes de réflexions linéaires et de déformations de secteur sont assez difficiles à prévoir. Par contre, il y a de très fortes chances d'observer les quatre autres phénomènes qui sont : images miroirs, détection de cibles de façon intermittentes entre les éoliennes, déformations radiales et zones d'ombre.

L'ensemble de ces phénomènes sont largement repris et expliqués dans le document « Kentish Flats Radar Study – BWEA – Examining the effect of offshore wind farms on radar navigation » dont les conclusions sur l'impact des éoliennes sur les radars embarqués sont les suivantes :

- Les effets observés étaient dans certains cas en rapport avec la vitesse des navires passant à proximité du parc éolien,
- De faux échos sont souvent apparus provenant des structures métalliques des bateaux conduisant l'étude. Ces phénomènes furent accentués par la forte quantité d'énergie électromagnétique réfléchiée par les éoliennes,
- De petits bateaux navigant à proximité du parc éolien furent détectés par le radar embarqué du navire effectuant le test. Le signal radar de retour semblait ne pas trop avoir été perturbé par son passage au travers du parc éolien. Toutefois, les radars équipés d'un réglage du niveau de gain normal ou automatique peuvent effectivement ne pas détecter de très petites cibles,
- Sur des radars embarqués équipés d'un plotting automatique, des échos de petits bateaux navigant à proximité du parc éolien peuvent s'associer avec de gros échos générés par les éoliennes. Ces effets sont brefs et durent le temps que les bateaux s'éloignent de l'éolienne,
- Des perturbations sont donc à attendre sur les radars embarqués des navires qui transiteront aux abords du parc éolien.

Pour compenser ces effets négatifs, il est proposé d'augmenter la signalisation des éoliennes par une aide à la navigation électronique qui viendra s'ajouter aux balisages lumineux obligatoires.

Une aide à la navigation AIS (AtoN) type 1 sera ainsi installée sur chaque machine et permettra aux bateaux munis d'un AIS de voir et de localiser précisément les éoliennes.

3.4.1.3. Risques de collision de navires avec les éoliennes du parc

Les éoliennes en mer constituent des obstacles susceptibles d'être heurtés par les navires suite à plusieurs causes initiatrices. Une étude a été menée par le bureau d'études TECNITAS pour apprécier le risque de collision de navires avec les éoliennes du parc pilote en cas d'avarie ou d'incident de navigation.

- **Prévisions de trafic à l'horizon 2030 :**

Pour évaluer les risques de collision, il apparaît important de prendre en compte l'évolution du trafic maritime durant la période d'exploitation du parc éolien (2020 à 2040). Pour cela, TECNITAS a considéré l'année 2030 comme celle correspondant le mieux au trafic moyen sur l'ensemble de la période d'exploitation du parc éolien. Les résultats obtenus avec ce trafic moyen sont ensuite multipliés par le nombre d'années d'exploitation (20).

Le cabinet TECNITAS a, dans un premier temps, réalisé des prévisions à l'horizon 2030 pour les navires avec routes maritimes (c'est-à-dire les cargos, tankers et navires à passagers).

Les prévisions de trafic pour les navires avec route maritime sont estimées avec les données du Grand Port Maritime de Marseille-Fos (bilans annuels de 2013 à 2016 et projet stratégique 2014-2018 pour l'estimation en 2018).

	2012	2013	2014	2015	2016	2018
Tonnage brut total	85 632 633	79 953 641	78 520 233	81 730 592	80 626 669	86 500 000
Vracs liquides (tonnes)	56 121 145	49 486 252	47 335 597	49 933 256	49 207 929	45 200 000
Vracs solides (tonnes)	12 280 460	13 173 083	13 447 982	13 894 855	12 957 602	22 000 000
Total Vracs (tonnes)	68 401 605	62 659 335	60 783 579	63 828 111	62 165 531	67 200 000
Marchandises diverses (tonnes)	17 231 028	17 294 306	17 736 654	17 902 481	18 461 138	19 400 000
Nombre d'escales	15 670	15 654	15 487	15 254	14 920	
Nombre de passagers	2 441 663	2 618 681	2 464 682	2 547 341	2 713 850	3 300 000
Nombre de conteneurs	658 039	683 438	726 239	749 036	-	
Nombre d'EVP	1 061 193	1 099 247	1 179 910	1 223 071	1 251 744	1 500 000

Tableau 14 : Bilans annuels des échanges du GPM Marseille-Fos et estimations pour l'année 2018 issues du projet stratégique GPMM 2014-2018 (Source : Tecnitas, 2017)

A partir de ces données, TECNITAS note une diminution régulière du tonnage brut total, de 6 % entre 2012 et 2016 alors que les prévisions donnent une augmentation de 1 % entre 2012 et 2018. TECNITAS note aussi une diminution du nombre d'escales de 5 % entre 2012 et 2016.

La catégorie « Cargo » représentée par les vracs solides, les marchandises diverses et les conteneurs montre une augmentation du trafic respectivement entre 2012 et 2016 de 6 %, 7 % et 18 % puis pour les

prévisions entre 2012 et 2018 respectivement 79,1 %, 12,6 % et 41,4 %. TECNITAS pose l'hypothèse que le trafic de la catégorie « **Cargo** » augmentera de 60 % entre les années de références 2015 – 2016 et 2030.

Malgré une diminution des vracs liquides (produits pétroliers, gaz, produits chimiques,...) de 12 % entre 2012 et 2016 (et une baisse estimée de 19,5 % entre 2012 et 2018) TECNITAS retient un trafic stable en ce qui concerne la catégorie « **Tanker** » entre 2015 et 2030. En effet, les fluctuations entre le pétrole brut et les produits raffinés ainsi que le développement de l'avitaillement en GNL permettent de poser l'hypothèse d'un équilibre.

Le nombre de passagers est en augmentation de 11 % entre 2012 et 2016 et serait en augmentation de 35,2 % entre 2012 et 2018 selon les prévisions. En considérant les lignes régulières nationales à un volume stabilisé à 1 million de passagers, les lignes régulières internationales stabilisées à 500 000 passagers et une augmentation du volume des croisières à 3,6 millions de passagers, TECNITAS retient l'hypothèse d'une augmentation de trafic de la catégorie « **Passagers** » de 100 % entre les années de références 2015–2016 et 2030.

En ce qui concerne les navires sans route maritime (principalement les navires de pêche et les navires de plaisance), TECNITAS pose l'hypothèse que le trafic restera stable entre les années de références 2015 – 2016 et 2030.

Etant donné que la flotte de navires de pêche décline depuis des décennies, TECNITAS retient l'hypothèse conservatrice (pour la densité de présence) selon laquelle la densité des navires de pêche n'évoluera pas jusqu'à 2030.

• **Scénarios de collision étudiés :**

Sur la durée de vie du parc éolien (20 ans), différents scénarios de collision sur le mât de l'éolienne ou le flotteur ont été analysés par le cabinet TECNITAS pour les navires avec ou sans route maritime.

TECNITAS a retenu comme hypothèse de règle de circulation dans le parc un rayon d'exclusion de 100 mètres autour de chaque éolienne..

Au regard de ces hypothèses, de l'activité et des vitesses de navigation, trois types de situations initiales ont été considérées :

- le navire est « de passage » (plus ou moins au voisinage du parc pilote), c'est-à-dire suivant son itinéraire prévu,
- le navire effectue des accostages aux éoliennes (ici, seuls les navires dédiés à la maintenance sont pris en compte),
- le navire est éloigné du parc mais sera amené sur le parc par une dérive.

Par ailleurs, deux types de collision sont différenciés :

- les collisions frontales pour lesquelles le navire entrant en collision le fait quand il est en route (propulsion non défaillante) et en direction du parc éolien flottant,

- les collisions suite à dérive accidentelle pour lesquelles le navire entrant en collision heurte une éolienne du fait de la dérive dirigée par les vents et les courants.

En fonction du type de collision (collision frontale ou collision après dérive accidentelle), les caractéristiques géométriques de l'impact entre le navire qui entre en collision et l'éolienne sont très différentes. Le navire qui entre en collision peut impacter l'éolienne par son bulbe (avant) ou par son bordé (coté).

Pour l'étude, les collisions frontales et après dérive (sur le flotteur ou le mât de l'éolienne) ont été considérées dans l'étude car elles sont les plus significatives en termes d'impacts. Par contre, le scénario de choc frontal pour les navires de servitude qui seront dédiés à la maintenance des éoliennes a été exclu. La mission de ces navires est en effet d'intervenir sur le parc pilote. Leur équipage est, plus que quiconque, conscient de la présence des éoliennes, habitué à la navigation au sein du parc éolien et adopte des vitesses et des trajectoires d'approche adaptées. Qui plus est, la manœuvrabilité de ces unités réduit le risque de choc frontal. TECNITAS ne retient que le risque d'une erreur lors de l'accostage.

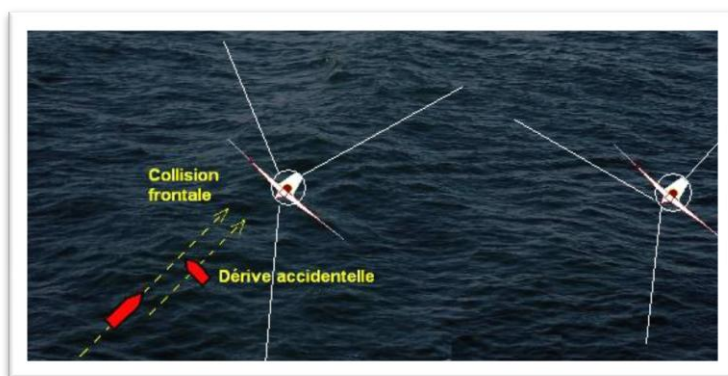


Figure 37 : Collision frontale et après dérive accidentelle

Les conditions océano-météorologiques (courants, vents et houles) ont également été prises en compte pour la détermination des probabilités d'incidents et la modélisation des conséquences d'un incident. Par exemple, la probabilité d'apparition d'une avarie de propulsion s'accroît avec les conditions météorologiques plus sévères. En raison de la différence de vitesse de dérive sous différentes conditions de vent, la longueur de la trajectoire de dérive peut varier impactant alors la probabilité de collision avec une des éoliennes. La vitesse de dérive donne l'énergie impliquée dans la collision, qui est le facteur le plus important dans le dommage au navire et à l'éolienne.

Pour l'analyse de risques de collision, les scénarii sélectionnés sont présentés ci-après. L'analyse quantitative des scénarii de collision a été effectuée grâce au logiciel DRIFTEC, hormis le scénario de collision des navires de maintenance (scénario C1) qui a été calculé manuellement.

Navires sans route maritime :

Scénario n°	Type de collision	Condition initiale	Type de navire
C1	Collision frontale	Erreur de navigation (lors de l'approche ou de l'accostage)	Navire de servitude dédié à la maintenance des éoliennes
C2	Collision frontale	Erreur de navigation	Tout type de navires navigant à proximité du parc pilote

D1	Dérive accidentelle	Perte de manœuvrabilité	Navigant à proximité du parc pilote
----	---------------------	-------------------------	-------------------------------------

Scénario C1 : il s'agit d'un scénario de collision des navires de servitude dédiés à la maintenance du parc pilote. Ce scénario de collision est calculé manuellement sur la base d'une probabilité d'erreur d'accostage estimée pour une installation offshore à 6.0×10^{-6} par navire et par visite. Cette valeur correspond à la probabilité pour les accostages des navires de servitude à une installation offshore¹⁶. Le Maître d'ouvrage prévoit de réaliser 50 visites par an.

Scénario C2 : il s'agit d'un scénario de collision frontale suite à erreur de navigation d'un navire naviguant à proximité du parc pilote. Il prend en compte le trafic de navires sans route maritime (navires de pêche non munis d'AIS et autres navires) qui, passant à proximité, dévient sur une éolienne à cause d'une erreur de navigation.

Scénario D1 : il s'agit d'un scénario de collision liée à une dérive accidentelle suite à perte de manœuvrabilité. Ce scénario prend en compte le trafic de navires sans route maritime (navires de pêche non munis d'AIS et autres navires) passant dans une large zone autour du parc qui y dérive à cause d'une avarie.

Navires avec route maritime :

Scénario n°	Type de collision	Condition initiale	Type de navire
C3	Collision frontale	Erreur de navigation	Tout type de navires navigant à proximité du parc pilote
D2	Dérive accidentelle	Perte de manœuvrabilité	Navigant à proximité du parc pilote

Scénario C3 : il s'agit d'un scénario de collision frontale suite à erreur de navigation d'un navire naviguant à proximité du parc pilote. Il prend en compte le trafic de navires avec route maritime (cargos, tankers et navires à passagers) qui, passant à proximité, dévient sur une éolienne à cause d'une erreur de navigation.

Scénario D2 : il s'agit d'un scénario de collision liée à une dérive accidentelle suite à perte de manœuvrabilité. Ce scénario prend en compte le trafic de navires avec route maritime passant dans une large zone autour du parc qui y dérive à cause d'une avarie.

¹⁶ CMPT, 1999, A Guide to Quantitative Risk Assessment for Offshore Installations, ISBN

- **Résultats de l'étude de risque de collision :**

Navire sans route maritime :

L'analyse donne les résultats suivants pour les navires sans route maritime :

		Probabilités qu'un navire sans route maritime entre en collision avec une éolienne du parc pilote en 20 ans				
Scénario	Type de collision	Navire de maintenance	Navires de pêche	Autres navires	Total	soit une fois tous les... ans
C1	Collision frontale	6.00E00E-03			6.00E00E-03	33333333
C2	Collision frontale		2.32E-06	1.01E01E-03	1.01E01E-03	1980219802
D1	Dérive accidentelle		33.51E-04	11.77E-01	1.77E77E-01	113113
	Total	6.00E00E-03	33.53E-04	1.78E78E-01	11.84E-01	2320323203
	Une fois tous les ... ans	33333333	5660656606	112112		

La catégorie « Autres navires » contribue principalement au risque de collision des navires sans route maritime.

La dérive accidentelle est la responsable prépondérante de cette probabilité de risque.

Il faut noter que les navires de pêche doté d'AIS, de manière obligatoire ou volontaire, sont comptés à la fois dans le calcul navires de pêche par densité de présences (d'après les données IFREMER) et aussi dans le calcul de la catégorie « Autres navires ». On remarque donc que l'importance de la catégorie « Autres navires » serait due aux autres navires de cette catégorie (plaisance, navires de service,...).

L'erreur de navigation, pour les navires de pêche et les navires de servitude dédiés aux activités locales, est très conservatrice puisque les marins de ces types de navires connaissent au mieux les zones où ils évoluent régulièrement.

Ces valeurs doivent être considérées avec une extrême prudence, car, par nature, les navires sans route maritime ont des routes peu prévisibles (non répétitives) dans le temps. On ne peut prévoir si les pêcheurs ou plaisanciers jugeront opportun de passer près du parc éolien, au regard du risque qu'ils encourent ou bien préféreront prendre une marge de sécurité.

Navire avec route maritime :

L'analyse donne les résultats suivants pour les navires avec route maritime :

		Probabilité qu'un navire avec route maritime entre en collision avec une éolienne du parc pilote en 20 ans				
Scénario	Type de collision	Cargo	Tankers	Passagers	Total	soit une fois tous les... ans
C3	Collision frontale	4.48E-04	1.28E-04	3.95E-05	6.16E-04	32494
D2	Dérive accidentelle	5.31E-02	2.70E-02	4.13E-07	8.01E-02	250
	Total	5.35E-02	2.71E-02	3.99E-05	8.07E-02	248
	Une fois tous les ... ans	373	737	501090		

Les tankers et les navires de type cargo sont les navires qui présentent le plus de risque de collision avec le site éolien.

Les navires à passagers présentent un risque nettement moindre dans la zone.

Les valeurs pour les navires avec route maritime sont inférieures aux valeurs des navires sans route maritime.

- Commentaires sur les fréquences de collision et discussion qualitative sur les conséquences :**

Il est important de souligner qu'un risque de collision n'est pas synonyme de risque grave. La fréquence trouvée est à relativiser avec le type de collision et le type de navires. La gravité de la conséquence dépend en effet du type de navire, de l'énergie cinétique convertie lors du choc, etc. Pour exemple, les navires de pêche sont souvent petits (en Méditerranée 93% font moins de 15m) et la collision, particulièrement si elle est en dérive, n'aura le plus souvent aucune conséquence.

Très peu de collisions frontales suite à erreur de navigation sont attendues. Les navires impliqués dans les collisions après dérive accidentelle sont majoritairement de type « autres navires », des navires qui sont par définition de petite taille par rapport aux navires avec route maritime.

- Domages possibles pour l'éolienne et/ou le navire :**

En raison de l'absorption limitée de l'énergie par l'objet subissant la collision (l'éolienne), toute l'énergie cinétique du navire impactant ne sera pas absorbée. Le comportement d'effondrement de l'éolienne serait à étudier.

Quatre scénarios principaux sont possibles :

- Scénario 1 : Le navire emporte l'éolienne, avec rupture possible des ancrages de l'éolienne, qui peut donc elle-même se mettre à dériver,
- Scénario 2 : Le navire déstabilise l'éolienne (le couple généré par la collision déséquilibre l'éolienne) qui chavire par manque de stabilité suffisante,
- Scénario 3 : Le navire endommage le flotteur de l'éolienne qui n'est plus à l'équilibre à gîte nulle. Dans le meilleur des cas, celle-ci retrouve un équilibre avec une gîte acceptable. Dans le pire des cas, celle-ci chavire (à l'eau ou sur le navire),
- Scénario 4 : Le navire rompt le mât de l'éolienne qui tombe à l'eau ou sur le navire.

En termes de conséquences, l'éolienne peut donc être soumise à une dérive, chavirer ou avoir son mât brisé ou laisser tomber un de ces éléments constitutifs.

Dommmages environnementaux :

En cas de collision frontale ou frontale/latérale de l'éolienne, il y aura de (sérieux) dommages sur la proue du navire, mais pas de (sérieux) dommages sur le flanc du navire, où sont situées les citernes de cargaison. La structure d'un navire dans la zone de collision frontale est très rigide, ce qui y limite les dommages. Cela ne causera donc pas une fuite des hydrocarbures transportés ou du carburant.

En cas de frottement sur la partie rigide autour de la proue, le navire absorbe l'énergie cinétique sans subir beaucoup de dommages. Des dommages peuvent survenir en raison de la chute du mât sur le pont.

Aucun dommage environnemental n'est attendu en cas de collision frontale, le mât étant construit de façon à ce qu'aucune partie ne se sépare et ne déchire la coque du navire, provoquant une fuite d'hydrocarbures et/ou produits chimiques.

Des dommages environnementaux (pollution,...) peuvent survenir en cas de collision par dérive, là où la coque du navire peut être déchirée (impact sur le bordé) par une partie rigide du mât ou du flotteur. Cela peut provoquer une fuite d'hydrocarbures et/ou produits chimiques. Cependant pour atteindre une double-coque l'impact doit-être important.

Dommmages personnels :

Des dommages personnels (blessures, accidents mortels) ne sont attendus que lorsque le mât et/ou une partie de la turbine s'écrase sur le pont.

En cas de contact, les petits navires ne feront généralement que « frotter » contre le mât et ne le percuteront pas frontalement. Il est à noter que les navires les plus probables pour une collision sont les navires sans route maritime de la catégorie « Autres navires », puis les catégories « Tankers » et « Cargos ». Ces deux types de navires ont des équipages relativement réduits (de 2-3 personnes pour des navires de plaisance à une douzaine de personnes pour des navires de marchandises).

Les ferries et autres grands navires à passagers ont un risque proche de zéro d'entrer en collision avec les éoliennes du parc, du fait de leur quasi absence de la zone voisine et de la fiabilité de leur système propulsif.

Toutefois, un développement touristique du site pourrait entraîner l'exploitation de petits navires à passagers.

Acceptabilité du risque :

Les conséquences des collisions ne sont pas quantifiées. L'acceptabilité de certains scénarii ne peut être déterminée *a priori*. Nous proposons néanmoins des critères d'acceptation formalisés selon deux approches.

- *Première approche - PGL*

Une première approche consiste en l'adoption d'une matrice d'acceptabilité identique à celle utilisée dans la première étude PGL qui correspond à la même acceptation du risque que celle du site d'essai Mistral.

La durée de vie du projet Provence Grand Large (20 ans) permet d'« accepter » quatre fois plus d'occurrences que le projet Mistral (dont la durée de vie était de 5 ans).

La définition des fréquences d'occurrences est adaptée des Guidelines de l'IMO (FSA : Formal Safety Assessment process) :

		Conséquences sur éolienne / navire impactant / environnement			
		N°1 Brèche dans la coque du navire sans pollution/ Eolienne endommagée/	N°2 Blessures légères/ Pollution mineure/ Eolienne chavirée ou détruite	N°3 Pollution majeure/ Rupture double coque / explosion/Perte certaine du navire	N°4 Décès
Nombre d'occurrences durant la durée de vie du champ expérimental	Fréquent	$4 < n < 10^{+2}$	Inacceptable	Inacceptable	Inacceptable
	Raisonna- ment probable	$10^2 < n < 4$	Acceptable	Inacceptable	Inacceptable
	Rare	$10^{-4} < n < 10^{-2}$	Acceptable	Acceptable	Inacceptable
	Extrêmement rare	$n < 4 \cdot 10^{-4}$	Acceptable	Acceptable	Acceptable

Tableau 15 : Matrice d'acceptabilité du risque

Les scénarii de collision jugés acceptables sont identifiables par la couleur verte dans le tableau ci-dessous.

L'acceptabilité des scénarii C2, C4 et D3 n'a pas été évaluée en raison du manque d'éléments permettant de qualifier avec précision les conséquences de ce type de collision.

Scenario n°	Type de collision	Description	Nombre d'occurrences pendant la durée de vie du parc (20 ans)	Conséquences probables estimées
C1	Collision frontale	Accostant à l'éolienne	6.00E00E-03 Rare	Petit navire adapté aux accostages d'éoliennes. Peu de dommages attendus (niveau 1).
C2	Collision frontale	Navigant à proximité du parc (navires sans route maritime)	1.01E01E-03 Rare	Les navires concernés sont des petits navires. L'impact de ces navires n'impliquera pas de dégâts importants sur l'éolienne mais peut avoir des conséquences importantes sur le navire en lui-même et sur son équipage (entre le niveau 2 et le niveau 3).
C3	Collision frontale	Navigant à proximitéproximité du parc (navires avec route maritime)	66.16E-04 Rare	Les navires de type «Cargo » et « Tankers » sont les principaux navires concernés. L'énergie impliquée dans une collision frontale d'un navire de marchandise peut avoir des conséquences importantes sur l'éolienne (niveau 2) mais resteront limitées sur le navire (niveau 1 à 2)
D1	Dérive accidentelle	Navigant à proximité du parc (navires sans route maritime)	11.77E-01 Raisonnablement probable	Petit navire. Peu de dommage attendu du fait de la vitesse d'impact limitée (niveau 1).
D2	Dérive accidentelle	Navigant à proximité du parc (navires avec route maritime)	8.01E-02 Raisonnablement probable	Les navires de type «Cargo » et « Tankers » sont les principaux navires concernés. L'énergie impliquée dans une collision par dérive d'un navire de marchandises peut avoir des conséquences limitées sur l'éolienne (niveau 1 à 2) et resteront limitées sur le navire (niveau 1).

Tableau 16 : Acceptabilité des scénarios

- *Seconde approche - NOR DEVT1613199*

A titre de comparaison, une deuxième approche est proposée par l'adoption d'une matrice d'acceptabilité éditée par le Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer (Note technique du 11 juillet 2016 relative aux mesures de sécurité maritime applicables à la planification d'un champ éolien en mer NOR DEVT1613199, texte non paru au journal officiel).

Les échelles de gravité (SI) et de fréquence sont les suivantes :

SI	GRAVITÉ	EFFETS SUR LA SÉCURITÉ des personnes	EFFETS sur les biens	S (équivalent-morts/an)
1	Mineure	Lésions corporelles simples ou légères	Dommage localisé au matériel	0,01
2	Significative	Lésions corporelles multiples ou graves	Dommage peu important	0,1
3	Grave	Un mort ou des lésions corporelles multiples graves	Dommage grave	1
4	Catastrophique	Plusieurs morts	Perte totale	10

Tableau 17 : Echelle de gravité (SI) de la note NOR DEVT1613199

FI	FRÉQUENCE	DÉFINITION	F (fréquence par année dans la zone d'étude)
7	Fréquent	Susceptible de se produire une fois par mois	10
5	Raisonnement probable	Susceptible de se produire une fois par an	0,1
3	Rare	Susceptible de se produire une fois tous les 5 ans	0,001
1	Extrêmement rare	Susceptible de se produire une fois sur une période de 20 ans	0,00001

Tableau 18 : Echelle de fréquence (FI) de la note NOR DEVT1613199

FI	FRÉQUENCE	GRAVITÉ SI			
		1	2	3	4
		Mineure	Significative	Grave	Catastrophique
7	Fréquent – 10	8	9	10	11
6	1	7	8	9	10
5	Raisonnement probable – 0,1	6	7	8	9
4	0,01	5	6	7	8
3	Rare – 0,001	4	5	6	7
2	0,0001	3	4	5	6
1	Extrêmement rare – 0,00001	2	3	4	5

Tableau 19 : Matrice d'acceptabilité du risque (RI) de la note NOR DEVT1613199

Légende :

La couleur rouge correspond à un niveau de risque inacceptable.

La couleur jaune correspond à un niveau de risque acceptable ALARP.

La couleur verte correspond à un niveau de risque acceptable.

Les résultats de l'étude pour chaque scénario, traités selon les critères de cette note, donnent les résultats suivants

Scénario n°	Type de collision	Description	Fréquence par an	Fréquence FI	Gravité SI	Risque RI
C1	Collision frontale	Accostant à l'éolienne	3.00E-04	3	2	5
C2	Collision frontale	Navigant à proximité du parc (navires sans route maritime)	5.06E-05	2	3	5
C3	Collision frontale	Navigant à proximité du parc (navires avec route maritime)	3.08E-05	2	3	5
D1	Dérive accidentelle	Navigant à proximité du parc (navires sans route maritime)	8.87E-03	4	2	6
D2	Dérive accidentelle	Navigant à proximité du parc (navires avec route maritime)	4.01E-03	4	3	7

Tableau 20 : Résultats des scénarios suivant la note NOR DEVT1613199

Les scénarios étudiés sont tous classés avec un niveau de risque acceptable ALARP¹⁷.

L'ensemble des résultats (acceptabilité initiale et acceptabilité à partir de la note NOR DEVT1613199) montre que le risque de collision généré par l'implantation du parc éolien Provence Grand Large est acceptable sous réserve de démontrer que toutes les mesures raisonnables sont mises en place.

¹⁷ ALARP (As Low As Reasonably Practicable) désigne un risque acceptable s'il est considéré aussi faible que cela est raisonnablement possible.

3.4.1. Effets sur les risques pyrotechniques

L'exploitation du parc éolien (y compris lors des phases de maintenance lourde) ne nécessite pas d'intervenir en dehors des zones travaillées lors de la phase de construction.

Le risque pyrotechnique aura été neutralisé avant les étapes d'intervention sur les fonds marins (suite aux investigations plus fines engagées au droit de la zone d'implantation des éoliennes, des câbles et du poste électrique).

Les effets et impacts du projet associés au risque pyrotechnique sont qualifiés de négligeables en phase d'exploitation.

3.4.2. Effets sur la pêche professionnelle

3.4.2.1. Présence du câble d'export sous-marin

La présence du câble d'export n'aura aucun impact sur la pratique des activités de pêche entre le parc pilote et la plage Napoléon (site d'atterrissage) étant donné qu'il sera ensouillé sur tout son linéaire à une profondeur d'environ 1,5 m. La profondeur d'ensouillage est suffisante pour ne pas induire de restriction d'usage. Toutefois, localement, en cas de difficulté d'ensouillage sur des parties du tracé, il peut être prévu de l'enrochement ou des matelas gabion de protection du câble. Ces protections représentent des emprises faibles et seront signalées par RTE pour intégration aux bases de données marines si cela se justifie. L'incidence de ces protections sur les activités de pêche est donc négligeable.

Nota : Le tronçon le plus au large du câble d'export (derniers 100-200 m) ne sera pas ensouillé. Toutefois ce tronçon est inclus dans le parc qui est une zone interdite à la pêche. Les conséquences de la présence du câble en surface sur ce secteur sont donc nulles pour les activités de pêche.

D'autre part, le câble sous-marin, qui transporte un courant de moyenne tension (63 kV), ne génère qu'un champ magnétique mineur, qui de plus est atténué par la profondeur d'ensouillage, qui ne devrait pas affecter la croissance ou la qualité des poissons.

Il n'y aura aucun impact de la présence du câble d'export sur les activités de pêche.

3.4.2.2. Perte de zones de pêche liée à la surface d'emprise du parc

L'impact attendu en phase d'exploitation du parc pilote éolien sur les activités de pêche sera lié à l'emprise du parc sur le domaine maritime dans ce secteur où les activités de pêche sont importantes et régulières tout au long de l'année. Le périmètre occupé par la zone d'implantation des éoliennes flottantes, soit 0,78 km², sera en effet, pour des raisons de sécurité, interdit à la pêche durant la durée d'exploitation du parc (20 ans). La présence du parc pourra de plus nécessiter pour certains navires l'obligation de contournement du parc (augmentation des dépenses de carburants, temps de route supplémentaire).

Le parc pilote se situera en effet au large, dans une zone proche des 12 milles marins. Un tel « éloignement » exclu de tout impact direct une partie de la flotte de pêche et plus exactement les navires non armés en 3^{ième} catégorie qui ne peuvent pratiquer leurs activités qu'en zones plus côtières. Les petits métiers de 4^{ième} et 5^{ième} catégorie de navigation ne seront donc pas impactés par le projet.

L'étude halieutique a montré que 18% des navires immatriculés dans le quartier maritime de Martigues (soit 26 navires) étaient susceptibles de pêcher dans la zone du parc. Il s'agit des navires équipés au minimum en 3^{ième} catégorie et pratiquants les métiers suivants : trémail, palangre dérivante, senne tournante, chalut de fond, chalut pélagique ou encore filet fixe droit (CRPMEM PACA, 2013). 47 navires provenant de Martigues et Marseille mais aussi du Languedoc-Roussillon (Agde, Sète, Port-Le-Nouvelle et le Grau du Roi) et d'Espagne ont été identifiés sur la zone de projet via les données VMS. Parmi ces navires, 72% sont des chalutiers (soit 34 chalutiers). Selon les années (2011 et 2012 étudiées), les chalutiers effectuent en moyenne 30 à 40 passages par navire et par an sur la zone du parc, ces derniers étant répartis sur toute l'année sans grande différenciation saisonnière.

Le principal impact attendu concerne donc la flottille de chalutiers de PACA et du Languedoc-Roussillon qui exercent une activité toute l'année dans le secteur du parc pilote. La flottille chalutière utilise des navires exclusivement armés pour la pêche au chalut pélagique ou de fond et il sera dans ce cas difficile d'envisager pour ces pêcheurs de reporter leur effort de pêche sur un autre métier comme pourraient plus facilement le faire des navires polyvalents.

Parmi les autres navires susceptibles de pêcher sur la zone de parc et qui verront par conséquent également leur zone de pêche réduite, on peut citer certains petits métiers équipés en 3^{ième} catégorie qui pêchent aux filets maillants et palangres sur la zone de mai à octobre, ciblent la sole (espèce à forte valeur commerciale) de décembre à début mars ou encore les senneurs qui pratiquent leur activité une grande partie de l'année (de février à octobre) sur la zone pour la pêche de poissons bleus.

La possibilité pour les pêcheurs qui pratiquaient leurs activités sur la zone du parc de reporter leurs efforts de pêche vers les secteurs voisins est à envisager, mais ce report se fera sans aucun doute sur des secteurs déjà pratiqués au vu de l'importance des activités de pêche dans la bande des 12 milles au large du Golfe de Fos.

La localisation du parc a été toutefois définie en concertation avec les représentants de la pêche professionnelle de Martigues afin de prendre en considération les contraintes des activités de pêche locales et minimiser les interactions du parc avec ces activités. Il a ainsi été proposé par la prud'homie de Martigues de positionner le parc à une bathymétrie relativement constante, le long de l'isobathe des 100 m, dans une zone jugée de moindre impact. Le choix de cet emplacement a été validé le 21 juin 2013 en réunion prud'homale. L'emprise du parc dans le sens est-ouest constituera donc le principal obstacle aux activités de chalutages locales. Une traine de chalut devient cependant inexploitable lorsqu'elle est coupée par un secteur interdit¹⁸ par conséquent tous les traits de chalut effectués habituellement sur les lignes bathymétriques interceptées par le parc seront potentiellement impactés.

¹⁸ MEDDE, 2012 - Energies marines renouvelables. Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques



L'enquête halieutique réalisée par le CRPMEM n'a cependant pas permis de définir avec précision combien de navires et pêcheurs pêchent réellement dans la zone du parc et quelle est l'importance relative de leurs activités au sein de cette zone, notamment du fait du faible retour des enquêtes réalisées auprès des professionnels de la pêche. Des données du centre de sécurité de Marseille sont actuellement en attente afin d'établir de manière exacte les nombres de navires pouvant prétendre à aller naviguer dans cette zone. Malgré les nombreuses sources d'informations existantes (base de données du CRPMEM PACA, SIH de l'Ifremer, données VMS...), les données restent lacunaires, parfois imprécises et, pour la plupart, agrégées à des échelles peu ou pas adaptées à la définition des activités à l'échelle de la zone du parc pilote éolien et à une analyse fine de ses impacts sur les activités de pêche.

L'impact attendu sur les activités de pêche est lié à une perte directe de secteurs de pêche concernant majoritairement les chalutiers qui exercent leur activité toute l'année sur la zone, mais aussi des palangriers, des fileyeurs et des senneurs. Cet impact est cependant limité à la durée d'exploitation du parc (20 ans) et réversible à la fin du projet.

L'impact est considéré comme faible compte tenu de la localisation du parc le long de l'isobathe des 100 m et de sa faible emprise (comparé à l'importance des zones potentielles de pêche au chalut au large des Bouches-du-Rhône notamment).

La connaissance des conséquences de la présence du parc pilote sur les activités de pêche (directement ou indirectement via la ressource) sera également approfondie par les suivis relatifs à la ressource halieutique qui seront mis en place, ainsi que par la participation d'EDF Energies Nouvelles à un programme de R&D dédié et coordonné par France Energies Marines (projet APPEAL).

Il est important en particulier de poursuivre la concertation avec les pêcheurs, plus spécifiquement avec la flotte de chalutiers, la plus impactée par le projet, pour connaître leur dépendance à la zone de projet.

3.4.2.3.Sécurité maritime et activités halieutiques

La sécurité des pratiques de pêche au voisinage du parc pilote se rapporte à la problématique générale de sécurité maritime et est, à ce titre, traitée dans la partie 3.4.1 (risque de collision directe en cas de dérive etc.). A noter que toute activité de pêche sera interdite au sein du parc en phase exploitation pour des raisons justement de sécurité du fait de la présence de câbles électriques et de chaînes d'ancrage dans la colonne d'eau ainsi que des flotteurs, dont la position peut varier dans un rayon d'environ 5 m en conditions normales de fonctionnement.

3.4.2.4.Effets positifs potentiels sur la ressource halieutique

Il est à noter qu'un impact positif sur la ressource halieutique (augmentation de biomasse) est probable au sein du parc en lien avec l'interdiction de pêche sur la zone et l'effet réserve potentiel associé. La présence de structures (flotteurs, chaînes d'ancrage, enrochements,...) offrira des surfaces supplémentaires d'habitats par des micro-organismes vivants pouvant servir de ressources alimentaires supplémentaires pour la faune piscicole. De nombreuses références bibliographiques issues notamment des suivis de la mise en place de



zones de réserve en mer ou encore des premiers retours d'expériences de parcs éoliens offshore fixés, sont désormais disponibles à ce sujet. Si les impacts positifs de l'effet refuge sur la ressource halieutique se répercutent en périphérie du parc, les pêcheurs pourront en bénéficier, mais ce point reste toutefois à être vérifié.

Les éoliennes flottantes pourraient être à l'origine d'un effet DCP (Dispositifs de Concentration de Poissons) dont on connaît les bénéfices créés par des structures plus petites (concentration de poissons notamment de grands pélagiques)¹⁹. Le projet de R&D évoqué précédemment comporte un volet spécifique relatif à l'effet DCP et à l'influence de parcs éoliens flottants pilotes sur les chaînes trophiques.

Enfin, ce projet de parc pilote pourra être l'opportunité de création d'emplois alternatifs ou de nouveaux emplois pour la construction et la maintenance du parc.

3.4.3. Effets sur les activités de tourisme et de loisirs

Le développement d'activités d'écotourisme industriel (organisation de sortie en mer aux abords du parc pilote) pourrait être envisagé. Des impacts positifs seraient alors attendus principalement liés à l'attractivité de la présence d'un parc d'éoliennes flottantes, technologie innovante (augmentation du trafic aux abords du site).

Plus globalement, la présence d'un parc pilote, qui constitue l'une des étapes de développement d'une technologie innovante dans le domaine des énergies renouvelables, viendra renforcer l'image et la volonté d'implication du territoire dans le développement durable et plus particulièrement son soutien à la filière industrielle des énergies marines.

Aucun impact négatif sur la pratique des activités de tourisme et loisirs sur le littoral n'est attendu du fait du caractère souterrain des ouvrages terrestres et littoraux.

¹⁹ MEDDE, 2012 - Energies marines renouvelables. Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques.

PARTIE TERRESTRE

3.4.4. Effets sur le trafic routier

Aucune augmentation significative du trafic routier n'est attendue dans le cadre des opérations de maintenance du parc et du poste de transformation associé.

Les effets et impacts sur le trafic routier en phase d'exploitation du parc sont négligeables.

3.4.5. Effets sur les servitudes terrestres

3.4.5.1. Servitudes aériennes

Le parc pilote en mer se situe au sein d'une zone militaire d'essai en vol de la base aérienne d'Istres (communes grevées de servitudes : Fos, Istres et Saint-Martin-de-Crau) imposant une limitation de hauteur d'obstacle. Cette zone aéronautique qui va jusqu'au niveau de la mer protège les activités de la base d'essais en vol d'Istres.

Depuis l'origine du projet, cette servitude fait l'objet d'une attention toute particulière. Des réunions de travail spécifiques ont été organisées avec le Commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes de la Zone aérienne de Défense Sud sans qu'aucun élément rédhibitoire vis-à-vis du projet pilote n'ait été identifié. Il convient également de préciser qu'il existe depuis 2005 un parc terrestre de 12 éoliennes de 110 m sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, au sein de cette même zone d'essai en vol.

3.4.5.2. Servitudes terrestres

La liste des servitudes terrestres sur la zone de projet est présentée dans l'état initial. Parmi ces servitudes, aucune n'est rédhibitoire pour la réalisation des travaux.

Les précautions seront prises afin de respecter les servitudes de halage et de marchepied le long du Rhône et de passage sur le littoral. La route du câble évite notamment le périmètre de protection de la Tour Saint-Louis (monument inscrit), la zone ferroviaire soumise à servitude et le cimetière communal. Les modalités de réalisation du chantier intégreront les préconisations applicables aux zones submersibles (servitude EL2 du PLU) et notamment l'absence de remblai.

Les servitudes associées à la présence d'un important réseau de canalisations de transport (gaz, électricité, assainissement des eaux pluviales, Télécom...) seront respectées.

Tous les propriétaires ou gestionnaires des terrains et/ou réseaux interceptés par le projet (Etat, GPMM, SAN Ouest Provence, RFF...) seront consultés pour autorisation avant travaux. Ces acteurs ont d'ailleurs déjà été largement impliqués dès la phase amont de définition du projet (choix du tracé du câble et du site

d'implantation du poste de transformation) dans le cadre de la démarche de concertation menée par le maître d'ouvrage Provence Grand Large SAS.

Aucun effet ni impact sur les servitudes existantes n'est attendu au vu du tracé retenu et dans la mesure du respect de certaines précautions.

La mise en place du câble électrique de raccordement du parc éolien au poste de transformation au droit de la zone d'activité de Malebarge sera à l'origine de la création d'une nouvelle zone de servitudes le long de la route du câble, aussi bien à terre qu'en mer. Cette nouvelle servitude sera intégrée dans le document d'urbanisme de la commune.

3.4.6. Effets sur l'économie locale

Outre les retombées liées aux emplois en phase de construction et d'installation des éoliennes flottantes, le parc pilote générera des retombées économiques locales en phase d'exploitation. Ces retombées sont de deux natures :

- les taxes versées au titre de l'exploitation des éoliennes marines,
- les revenus associés aux activités de maintenance des éoliennes flottantes en phase pré-industrielle établies localement, dans la mesure où les caractéristiques des infrastructures le permettent.

Sur le plan fiscal, les prototypes mis en place sur le site seront assujettis à la Taxe Spéciale sur les Eoliennes en Mer (environ 15 k€/an par MW installé) dont le produit sera réparti de la façon suivante :

- 50 % aux communes littorales,
- 35 % au Comité National des Pêches (projets d'exploitation durable des ressources halieutiques),
- 15 % pour les projets concourant au développement durable des autres activités maritimes.

On peut de plus souligner que les collectivités pourront valoriser l'image positive liée à cette installation d'un parc pilote d'éoliennes flottantes. Le Maître d'ouvrage Provence Grand Large SAS mettra à disposition des collectivités pendant les travaux et en phase d'exploitation des informations techniques qui pourront être utilisées pour en faire des présentations au public (données de fonctionnement, photos, vidéos,...).

Mais au-delà du parc pilote à proprement parler, l'enjeu principal pour le territoire consiste à participer à la création d'une nouvelle filière industrielle dans le domaine de l'éolien flottant. Selon une étude indépendante réalisée pour le compte du Pôle Mer PACA, cette filière pourrait être à l'origine de la création de plus de 1 000 emplois directs à l'horizon 2020.

Enfin, le parc pilote permettra de consolider les connaissances sur la technologie d'éolien flottant et de susciter un certain nombre de projets de recherche dans le domaine (mise en place de bouées d'instrumentation, de suivi et d'étude de bio-fouling ou autres ...). A ce titre, le projet participe largement au développement de la R&D et aura des retombées économiques positives via l'activité générée pour des entreprises locales dans le cadre du suivi technique et environnemental qui sera mis en place.

3.4.7. Effets sur la santé humaine

3.4.7.1. Impact sonore en phase exploitation

Le parc pilote est situé à près de 14 km de la côte la plus proche qui n'est de plus pas urbanisée. Dans le cadre de projets éoliens en mer posés de grande taille, l'émergence maximale au droit des habitations, calculées à partir de la contribution des éoliennes et du bruit existant, est de l'ordre de 0,2dB(A) à 0,5 dB(A) (Sources : Eoliennes offshore du Calvados et Parc du Banc du Guérande, 2014).

Le parc pilote en mer ne sera pas à l'origine de nuisances sonores pour les populations littorales, compte tenu de son importante distance de la côte.

Le raccordement terrestre aura lieu au niveau d'un ouvrage existant en fonctionnement.

Aucune nuisance sonore significative nouvelle n'est par conséquent attendue du raccordement du parc éolien pilote au réseau sur les populations résidentes locales.

3.4.7.2. Champs électriques et magnétiques en phase exploitation

Champs électriques et magnétiques en milieu souterrain

Valeurs des champs électriques (CE50) et champs magnétiques (CM50) à 50 Hz émis par le présent projet en milieu souterrain

Du fait même de ses dispositions constructives (présence d'un écran métallique coaxial extérieur, relié à la terre), la liaison souterraine n'émet pas de champ électrique.

Le tableau suivant donne les valeurs de champs magnétiques attendues à proximité de la liaison de raccordement à 63 000 volts ayant une capacité de transit de 240 A.

	Champ magnétique (en μ T)				
	Au-dessus de la liaison	à 5 m de l'axe de la liaison	à 10 m de l'axe de la liaison	à 15 m de l'axe de la liaison	à 100 m de l'axe de la liaison
Valeurs maximales	10	2	1	0,25	négligeable
Valeurs moyennes indicatives	1	0,2	<0,1	négligeable	négligeable

Conformément aux normes de mesures (Norme UTE C-99-132), on donne les valeurs de champs magnétiques à 1 mètre du sol.

Les valeurs maximales du tableau correspondent à une configuration maximaliste. Elles sont en effet calculées pour l'intensité maximale de 240 A et pour des géométries de pose particulières, correspondant à celles des chambres de jonction.

La réglementation en vigueur

En juillet 1999, le Conseil des Ministres de la Santé de l'Union Européenne a adopté une recommandation²⁰ sur l'exposition du public aux champs magnétiques (CEM), couvrant la gamme de fréquences de 0 Hz à 300 GHz (GigaHertz). Cette recommandation reprend les mêmes valeurs que celles prônées par la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non Ionisants (ICNIRP²¹) en 1998.

La recommandation Européenne se fixe pour objectif d'apporter aux populations « un niveau élevé de protection de la santé contre les expositions aux CEM ». Les limites préconisées sont des valeurs instantanées applicables aux endroits où « le public passe un temps significatif ».

	Champ électrique	Champ magnétique
Unité de mesure	Volt par mètre (V/m)	micro Tesla (μT)
Recommandation Européenne Niveaux de référence mesurables pour les champs à 50 Hz	5 000 V/m	100 μT

Il faut noter à ce sujet que l'ICNIRP a publié en novembre 2010 un nouveau guide sanitaire (« Health Guidelines ») applicable aux champs magnétiques et électriques de basse fréquence (1 Hz à 100 kHz). Il relève le niveau de référence pour le champ magnétique qui passe ainsi de 100 μT à 200 μT pour les valeurs à 50 Hz. Le niveau de référence pour le champ électrique reste quant à lui inchangé²².

La majorité des pays européens, dont la France, applique la recommandation Européenne. En particulier, tous les nouveaux ouvrages électriques en France doivent respecter un ensemble de conditions techniques définies par un arrêté interministériel. Celui en vigueur, l'arrêté du 17 mai 2001²³, reprend, dans son article 12 bis, les limites de 5 000 V/m et de 100 μT, issues de la Recommandation Européenne.

A noter que les conditions d'application de cet « arrêté technique » sont les conditions normales de fonctionnement de l'ouvrage. Compte tenu des dispositions constructives mises en œuvre par RTE pour ses nouveaux ouvrages, les valeurs de champs électriques et magnétiques émis ne dépassent jamais les limites réglementaires : en conséquence et dans tous les cas, l'ouvrage considéré est conforme à la réglementation.

Le partenariat RTE – AMF (Association des Maires de France)

²⁰ voir détail dans les Références bibliographiques

²¹ voir détail dans les Références bibliographiques

²² voir détail dans les Références bibliographiques

²³ arrêté fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique, J.O. 12 juin 2001



Dans le cadre du partenariat signé en décembre 2008, et renouvelé en novembre 2013, entre RTE et l'Association des Maires de France (AMF), RTE met à la disposition des maires concernés par ses ouvrages, un dispositif d'information et de mesures sur les champs magnétiques de très basse fréquence. Concrètement, les maires peuvent demander à RTE de faire évaluer les niveaux de champs magnétiques 50Hz et bénéficier d'une information particularisée à l'environnement de leur commune.

Etat des connaissances scientifiques

De très nombreuses études ont été menées depuis plus de 35 ans, dans de nombreux pays, afin de déterminer si les champs électriques et magnétiques à 50 ou 60 Hz¹⁷ peuvent avoir, sur le long terme, des effets sur la santé - on parle dans ce cas des « effets potentiels à long terme ». Ces études reposent sur deux méthodes : expérimentales ou épidémiologiques.

- Les études expérimentales, menées en laboratoire, sont des études qui cherchent à provoquer des effets de manière contrôlée. On distingue :
 - Les expérimentations in vitro (« *dans le verre* ») portent sur des modèles biologiques simplifiés (cellules, constituants cellulaires...) et cherchent à identifier de possibles mécanismes d'action des CEM au niveau cellulaire, voire subcellulaire.
 - Les expérimentations in vivo (« *sur le vivant* ») sur des animaux de laboratoires, recherchent quant à elles des mécanismes d'effet sur la santé de l'animal. Ainsi, on expose des rats, des souris, etc. à différents niveaux de champs. Ils sont ensuite comparés à des animaux témoins ayant vécu dans les mêmes conditions de laboratoire, mais sans exposition significative aux CEM.

Pour qu'un effet soit reconnu comme établi, l'expérience qui l'a observé doit être répliquée avec des résultats identiques dans des laboratoires différents.

En 1992, le Congrès des Etats-Unis a engagé un vaste programme de recherches expérimentales et d'information sur les champs électriques et magnétiques : le « EMFRAPID Program²⁴ ». Le rapport final, rendu public en mai 1999 sous l'égide du NRC²⁵, conclut que « toutes les tentatives de réplification expérimentale ont abouti à des résultats négatifs ou pour le moins incertains et que pratiquement toutes les études animales sur le cancer sont négatives, même à des niveaux d'exposition supérieurs de 100 à 1000 fois aux niveaux usuels d'exposition résidentielle »²⁶.

Depuis ce premier grand programme de recherche, le constat est resté inchangé : les études expérimentales sur cellules et sur animaux de laboratoire sont négatives dans leur ensemble, autrement dit ont échoué à identifier un mécanisme d'action crédible des champs électriques et magnétiques pouvant conduire à des pathologies. Ce constat général est largement partagé par le monde scientifique : toutes les expertises collectives, même les plus récentes (voir ci-dessous) sont d'accord sur ce point.

²⁴ EMF-RAPID : Electric Magnetic Fields Research And Publication Information Dissemination program

²⁵ NRC : National Research Council

²⁶ Voir détail dans les Références bibliographiques

- Les études épidémiologiques

Les études épidémiologiques consistent à étudier des populations qui, par leur travail ou leur lieu de résidence ou encore leurs habitudes de vie, sont exposées à un facteur d'environnement, en l'occurrence les CEM dans notre cas. On compare la santé de ces populations (et notamment le taux de cancer) à celle d'une population de référence qui est moins exposée. Les études épidémiologiques sont donc des études d'observation qui, contrairement à l'expérimentation, n'interviennent pas sur le cours des événements.

Au cours du temps, les méthodes épidémiologiques ont progressé, en améliorant les mesures d'exposition et en augmentant les puissances statistiques. Elles ont permis de borner le risque éventuel. Pour la grande majorité des expositions résidentielles, il n'y a pas de données probantes vis-à-vis d'un risque pour la santé, qu'il s'agisse d'enfants ou d'adultes.

D'une manière générale, ces études épidémiologiques ont produit des résultats statistiques faibles, parfois contradictoires, et ont posé - et posent toujours - des problèmes de cohérence et de biais potentiels. Leurs auteurs s'accordent eux-mêmes à reconnaître l'existence de possibles biais qui pourraient expliquer certains résultats. Il s'ensuit qu'une étude isolée est totalement insuffisante pour permettre de tirer des conclusions générales sur l'existence ou non d'effets sanitaires.

La meilleure illustration qu'on puisse en donner est celle des deux études épidémiologiques menées par Draper et Bunch au Royaume Uni. L'étude Draper²⁷ publiée en 2005 et couvrant les cas de leucémie infantile identifiés entre 1962 et 1995 avait observé un excès significatif de leucémies jusqu'à 200 m des lignes à haute tension. Publiée 9 ans plus tard, basée sur les mêmes données, mais étendue jusqu'à l'année 2008, l'étude Bunch²⁸ n'observe plus de risque, quelle que soit la distance aux lignes. Une étude danoise publiée en 2015 (étude Pedersen²⁹) a confirmé cette tendance : les données des 20 dernières années infirment totalement les observations d'une étude ancienne, publiée en 1993 (étude Olsen³⁰).

Face à ces résultats contradictoires, des expertises collectives sur les effets des champs électriques et magnétiques ont été réalisées par des scientifiques à travers le monde, sous l'égide de gouvernements ou d'instances gouvernementales. Ces expertises regroupent et comparent les résultats de centaines d'études. A ce jour, plus de 80 expertises émanant d'autorités nationales ou internationales ont unanimement conclu qu'il n'existe pas de preuve que les champs électriques et magnétiques basse fréquence puissent avoir un effet délétère sur la santé humaine.

- Les expertises collectives internationales récentes

Les expertises internationales de référence sont celles de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), de la Commission Internationale de Protection Contre les Rayonnements Ionisants (ICNIRP), du PHE³¹ anglais

²⁷ <http://www.bmj.com/cgi/reprint/330/7503/1290>

²⁸ <http://www.nature.com/bjc/journal/v110/n5/full/bjc201415a.html>

²⁹ <http://www.nature.com/bjc/journal/v113/n9/full/bjc2015365a.html>

³⁰ Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G (1993a) Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children. BMJ 307: 891-895.

³¹ PHE a notamment repris l'ensemble des activités du NRPB (National Radio-Protection Board), qui a été un des organismes d'expertise les plus actifs du domaine dans les années 2000

(Public Health England), du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), et du Comité européen Scientifique sur l'Environnement et les Risques Sanitaires Nouvellement Identifiés (SCENIHR).

Le CIRC, une instance de l'OMS, a réalisé une expertise sur l'effet cancérigène éventuel des CEM statiques et basse fréquence (donc 50 Hz) en juin 2001³². Les conclusions du CIRC constituent à ce jour la référence à partir de laquelle vont se prononcer toutes les expertises collectives postérieures, à savoir :

- les études expérimentales sur animaux de laboratoire sont négatives : aucun effet établi sur l'apparition et le développement des cancers ainsi que sur la reproduction (malformation, avortement) ;
- aucun risque pour les adultes n'a été établi par les études épidémiologiques en général, y compris pour les fortes expositions rencontrées en milieu professionnel ;
- certaines études épidémiologiques ont trouvé une association statistique entre l'exposition moyenne aux champs magnétiques pour des populations dites « exposées » (voir définition ci-dessous) et une augmentation du risque de leucémie pour l'enfant. La démonstration de la réalité de cette association reste cependant peu convaincante, d'une part parce que les études épidémiologiques n'ont pas toutes observé cette association, d'autre part parce qu'elles ne sont pas exemptes de biais et enfin parce qu'aucun résultat expérimental (c'est-à-dire aucun mécanisme d'action identifié) ne vient corroborer cette association statistique.

C'est sur cette base (quelques études épidémiologiques « positives » et études expérimentales « négatives ») que le CIRC a classé les champs magnétiques 50/60Hz comme « cancérigènes possibles » vis-à-vis du risque de leucémie de l'enfant (classement 2B), catégorie qui comprend par exemple le café ou encore les légumes au vinaigre.

Vis-à-vis de tous les autres types de cancers (adultes et enfants), les champs électriques et magnétiques 50/60Hz, de même que les champs magnétiques et électriques statiques, sont classés en catégorie 3, c'est-à-dire non classifiables en termes de cancérogénicité. Cette catégorie comprend par exemple le thé et les matériaux dentaires.

En juin 2007, l'OMS a publié un nouvel avis (Aide Mémoire n°322)³³. Il s'appuie sur le travail d'un groupe international d'experts, mandaté par l'OMS pour établir un rapport de synthèse des analyses récentes (dont celle du CIRC) sur les champs basses fréquences et la santé. La position de l'OMS est dans la continuité de celle de 1999: « *au vu de cette situation [...] les politiques basées sur l'adoption de limites d'exposition arbitrairement faibles ne sont pas justifiées.* »

A quatre reprises, la Commission Européenne a mandaté des comités d'experts pour faire l'analyse des études publiées depuis la Recommandation européenne de 1999. Le CSTEE (Comité Scientifique sur la Toxicité, l'Eco-toxicité et l'Environnement) a rendu un rapport en 2002³⁴, tandis que le SCENIHR (*Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks*) a analysé les études parues les années

³² voir détail dans les Références bibliographiques

³³ Voir détail dans les Références bibliographiques

³⁴ Voir détail dans les Références bibliographiques

suivantes et a publié trois rapports en 2007, 2009 et 2015³⁵. Pour la troisième fois, ce dernier comité conclut sans ambiguïté qu'aucune étude scientifique nouvelle, ni avis d'expert, ne modifie le bilan des études fait par le CIRC en 2001, et donc implicitement, ne justifie un quelconque changement de la Recommandation européenne de 1999.

Des comités européens (CSTEE puis SCENIHR) ont donc ainsi couvert systématiquement les 15 années de recherches postérieures à la recommandation européenne et à l'avis du CIRC, et ceci sans trouver, sur ces 15 ans, d'élément scientifique justifiant de revoir ladite recommandation : ceci est en soi tout à fait éloquent quant à la faiblesse des preuves scientifiques vis-à-vis du risque sanitaire.

L'ICNIRP a publié en 2010 de nouvelles recommandations de protection sanitaires (Health Guidelines³⁶), venant remplacer celles de 1998 dont on rappelle qu'elles constituent la base scientifique de la Recommandation européenne de 1999. Si l'ICNIRP préconise désormais des valeurs plus élevées (200 µT) pour la protection contre les effets immédiats, il s'est également exprimé sur les possibles effets à long terme. Ses conclusions s'inscrivent en cohérence des expertises précédentes.

Ainsi, vis-à-vis des études expérimentales, l'ICNIRP conclut que : « *Aucun mécanisme biophysique n'a été identifié et les résultats expérimentaux des études cytologiques³⁷ et sur l'animal en laboratoire n'accréditent pas l'idée que l'exposition à des champs magnétiques 50/60 Hz pourraient être une cause de leucémie chez l'enfant* ». Enfin, en matière de cancérogénicité : « *l'ICNIRP considère que les données scientifiques actuellement disponibles pour affirmer que l'exposition prolongée à des champs magnétiques basse fréquence présente un lien de causalité avec une risque accru de leucémie chez l'enfant, ne sont pas assez solides pour servir de base à une limitation de l'exposition* ».

- Les avis émis par les autorités françaises

Le rapport³⁸ du comité d'experts spécialisés mandatés par L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET³⁹), publié en avril 2010, reprend la position de l'OMS de juin 2007 : « Compte-tenu des incertitudes méthodologiques, de l'absence, à ce jour, de mécanisme d'action plausible, de la négativité des principales études chez l'animal, la valeur de 0,4 µT ne peut pas être avancée comme un niveau de risque effectif, au-delà duquel la probabilité de voir survenir des effets sanitaires dommageables serait démontrée. ». C'est également l'une des conclusions que donne l'avis⁴⁰ de l'AFSSET du 23 mars 2010 en s'appuyant sur ce rapport d'experts : « Les effets à court terme des champs extrêmement basses fréquences sont connus et bien documentés, et les valeurs limites d'exposition (100 µT pour le champ magnétique 50Hz, pour le public) permettent de s'en protéger. »

³⁵ Voir détail dans les Références bibliographiques

³⁶ Voir détail dans les Références bibliographiques

³⁷ Sur les cellules

³⁸ Voir détail dans les Références bibliographiques

³⁹ L'AFSSET est devenue l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail) en 2010 après fusion avec l'AFSSA

⁴⁰ Voir détail dans les Références bibliographiques

De la même façon, le rapport ⁴¹ de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST) publié en mai 2010, conclut qu'il n'y a pas lieu de modifier la réglementation en vigueur : « Les normes internationales de protection de la population (limite de 100µT à 50Hz) et des travailleurs sont efficaces pour protéger la population des effets à court terme liées aux expositions aiguës. Il n'est donc pas nécessaire de les modifier.

Synthèse

De nombreuses expertises ont été réalisées ces trente-cinq dernières années concernant l'effet des champs électriques et magnétiques sur la santé, dont certaines par des organismes officiels tels que l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), l'Académie des Sciences américaine, des comités européens comme le SCENIHR et le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). L'ensemble de ces expertises conclut d'une part à l'absence de preuve d'un effet significatif sur la santé, et s'accorde d'autre part à reconnaître que les champs électriques et magnétiques ne constituent pas un problème de santé publique.

Ces expertises ont permis à des instances internationales telles que la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) d'établir des recommandations relatives à l'exposition du public aux champs électriques et magnétiques. Ces recommandations ont été reprises par la Commission Européenne et visent à apporter « un niveau élevé de protection de la santé ».

Les ouvrages de RTE sont conformes à l'arrêté technique du 17 mai 2001 qui reprend en droit français les limites issues de la Recommandation Européenne du 12 juillet 1999 pour tous les nouveaux ouvrages et dans les conditions de fonctionnement en régime de service permanent. Le dispositif des Plans de Contrôle et de Surveillance des CEM, mis en place par décret, permettra de vérifier par des mesures directes et indépendantes que ces valeurs sont également respectées dans toutes les zones fréquentées régulièrement par le public.

Au-delà de l'application de la réglementation et afin de répondre aux préoccupations légitimes de la population, RTE s'engage à :

- soutenir la recherche biomédicale dans le domaine, en coordination avec les organismes internationaux, en garantissant l'indépendance des chercheurs et en assurant la publication des résultats obtenus ;
- respecter les recommandations sanitaires émises par les autorités françaises ou internationales ;
- informer régulièrement le public en toute transparence des avancées de la recherche.

Compte-tenu de l'état actuel des connaissances, l'impact des champs magnétiques sur la santé humaine est négligeable.

⁴¹ Voir détail dans les Références bibliographiques

3.4.8. Activités humaines

En phase d'exploitation, la liaison électrique souterraine longeant les routes et la salle de contrôle-commande du parc pilote n'auront aucun effet sur les activités humaines du territoire.

4. EFFETS EN PHASE DE DEMANTELEMENT

Les effets du projet lors de la phase de démantèlement du parc pilote sont pour l'essentiel similaires à ceux décrits pour la phase de construction. Ceux-ci ont été présentés dans la partie 2 de ce document, il convient de s'y reporter.

Lors du démantèlement, les deux maîtres d'ouvrage s'assureront de la remise en état du site. Les modalités de démantèlement du site seront appréciées en concertation avec les autorités en charge afin de prendre en compte les enjeux environnementaux associés à la démobilisation complète des infrastructures. Le démantèlement sera réalisé dans les conditions réglementaires et environnementales du moment. L'ensemble des matériaux démobilisés seront valorisés ou évacués dans les filières adaptées, dans les conditions réglementaires du moment.

Nota : Dans la mesure où il s'agit d'un parc pilote avec des perspectives industrielles et en fonction des résultats du projet, certaines infrastructures pourront faire l'objet d'une demande de prolongation et de maintien dans le respect des dispositions réglementaires.

4.1.Effets sur le milieu physique en phase de démantèlement

4.1.1.Effets sur la géologie, la morphologie et la nature des fonds marins

Pour rappel, le fond marin au niveau de la zone d'implantation du parc pilote est constitué de dépôts sédimentaires (essentiellement des argiles dans les 6 premiers mètres, puis des limons argilo-sableux jusqu'à 20-30 mètres de profondeur). A l'approche de la zone d'atterrissage, au droit de la plage Napoléon, le corridor du câble d'export sous-marin traverse une zone de sables fins bien triés.

En phase de démantèlement, la nature des fonds peut être modifiée lors du désensouillage du câble maritime d'export, seule opération pouvant remobiliser les sédiments, de manière locale et temporaire. En comparaison des modalités d'installation, seule une fraction minoritaire de sédiments de surface sera remobilisée. Le relevage des ancres et des câbles inter-éoliennes n'aura pas d'influence sur la morphologie et la nature des fonds.

Les travaux de démantèlement auront un effet direct, temporaire, de court terme et négligeable sur la géologie, la morphologie et la nature des fonds.

4.1.2.Effets sur l'hydrodynamisme

En phase d'installation, aucune modification de la houle et des courants n'est attendue.

L'effet du projet pilote sur les agents hydrodynamiques est nul en phase de construction.

4.1.3. Effets sur la dynamique sédimentaire marine et côtière

Les travaux d'installation du parc pilote et de son raccordement étant sans effet sur l'hydrodynamisme, aucun effet n'est engendré sur la dynamique sédimentaire.

4.1.4. Effets sur la qualité des eaux

Les effets attendus sur la qualité des eaux lors du démantèlement du parc pilote sont identiques à ceux décrits pour la phase de construction (voir partie 2.1.4).

L'augmentation de la turbidité des eaux marines lors des travaux de démantèlement du parc pilote et de son raccordement est directe et temporaire, observable à court terme. Les faibles volumes concernés sont moins importants que durant l'installation ; les travaux de retrait du câble d'export et des structures sont vraisemblablement de plus courte durée.

Les effets sur la turbidité peuvent donc être qualifiés de négligeables.

De la même manière que pour l'installation, un plan de prévention des risques sera mis en place en phase de travaux, afin de prévenir tout risque de pollution accidentelle ou d'accident avec les engins de travaux.

Comme pour la phase de construction, les effets du projet sur la qualité des eaux seront négligeables lors du démantèlement du parc éolien pilote.

4.1.5. Effets sur la qualité des sédiments

Lors des opérations de démantèlement, il n'y aura pas d'apport de matériaux extérieurs.

Le plan de prévention des risques industriels qui sera mis en place permettra d'éviter tout risque de pollution accidentelle lors des opérations de relevage des composants du parc pilote et du désensouillage du câble d'export.

L'effet des opérations de démantèlement du parc pilote sur la qualité des sédiments sera donc nul.

4.1.6. Effets sur l'environnement sonore

Les opérations réalisées lors du démantèlement du parc pilote et les engins présents sur le chantier seront dans l'ensemble identiques à ceux présentés lors de la phase d'installation. Les niveaux sonores produits seront donc du même ordre de grandeur, voire plus faibles en l'absence d'opération d'ensouillage, que ceux générés lors de la construction du parc pilote. Les niveaux sonores attendus en phase de travaux dans le cadre de l'installation du parc pilote et de son raccordement sont présentés dans la partie 2.1.6. Les conclusions sont identiques, elles sont rappelées comme suit.

4.1.6.1.Effets sur le bruit aérien

Les travaux de démantèlement auront un effet direct, temporaire, de court terme et faible sur le bruit ambiant aérien.

4.1.6.2.Effet sur le bruit sous-marin

Comme expliqué dans la partie 2.1.6.2, les navires qui interviendront pour le chantier de mise en place du parc pilote seront globalement de petite taille, à l'exception du navire câblé de plus de 140 m de long. Le bruit provoqué par les navires dépend du type, de la taille, de l'entraînement, de la vitesse, etc. La plupart du bruit dégagé provient de la rotation des hélices mais aussi du fonctionnement des machines et des turbulences générées.



Figure 38 : Navire câblé

Quelques ordres de grandeur peuvent être fournis :

- Navires de petite taille (< 50 m) : 160-175 dB ; la fréquence est plus haute que les navires de plus grande taille avec une fréquence se situant généralement entre 1 kHz pour les machines et 10 kHz pour la cavitation. Ce type de navire correspond aux navires d'intervention en exploitation et en maintenance,
- Navires de moyenne taille (50 à 100 m) : 165-180 dB ; la bande de fréquence est basse (< 1 kHz). Il s'agit de navires évoluant plutôt dans des eaux côtières,
- Navires de grande taille (plus de 100 m de long) : 180-190 dB ; la fréquence est basse. Cette catégorie de navires inclut les porte-conteneurs, les superpétroliers mais aussi les navires utilisés pour la mise en œuvre de projets EMR.

Les travaux de démantèlement auront un effet direct, temporaire, de court terme et faible sur le bruit ambiant sous-marin.

4.1.7. Effets sur l'électromagnétisme

Lors du démantèlement du parc, les câbles sous-marins n'émettent pas de champ électromagnétique.

Les travaux de démantèlement n'auront aucun effet sur l'électromagnétisme.

4.1.8. Effets sur le milieu terrestre

Les effets du projet sur les composantes physiques du milieu terrestre (topographie, nature des sols, ressource en eau, qualité des milieux aquatiques, environnement sonore) seront comparables en phase de démantèlement, compte tenu de la réversibilité des opérations.

Ces effets sont traités dans les parties 2.1.8, 2.1.9, 2.1.10, 2.1.11, 2.1.12 et 2.1.13. Les conclusions sont identiques à celles pour les effets en phase de construction.

4.2.Effets sur le milieu biologique en phase de démantèlement

4.2.1.Effets sur les habitats marins et les biocénoses benthiques

En phase de démantèlement, les communautés benthiques peuvent potentiellement être perturbées par :

- une destruction directe et localisée des habitats et espèces benthiques présentes lors du désensouillage du câble de raccordement maritime ;
- une augmentation de la turbidité puis un dépôt de particules sédimentaires lié à la remise en suspension des sédiments présents sur le site (lors de l'opération de désensouillage) ;
- les nuisances sonores potentiellement engendrées par les opérations de démantèlement des différents éléments du parc ;
- la contamination par des substances toxiques en cas de pollution accidentelle.

Compte tenu de la réversibilité des opérations lors du démantèlement, ces effets seront comparables à ceux présentés pour la phase de construction. Les impacts attendus sont limités.

Les travaux de démantèlement du parc pilote et de son raccordement auront peu d'interactions mécaniques directes avec les fonds marins (désensouillage du câble essentiellement).

L'impact attendu reste donc très limité au vu du caractère temporaire des perturbations en mer, de la faible emprise des travaux, de la faible sensibilité des habitats sur la majeure partie de la zone d'intervention (biocénoses de vases terrigènes côtières) et de la dynamique de recolonisation rapide des communautés benthiques des substrats meubles.

En zone côtière, même si les enjeux sont plus importants (biocénose de sables fins calibrés), l'impact du désensouillage de câbles reste, observable à court terme et temporaire.

L'augmentation de turbidité liée aux travaux restera limitée et localisée. Elle aura un impact négligeable sur la faune marine locale au regard du niveau de turbidité déjà existant sur la zone, des faibles surfaces concernées par les travaux et de la durée limitée des interventions. La turbidité s'estompera de plus rapidement (effet temporaire) et l'incidence sur la vie sous-marine, adaptée à des variations de la turbidité de l'eau importante (panache du Rhône, pêche...) est considérée comme temporaire, observable à court terme et négligeable.

A noter toutefois que la sédimentation des particules remises en suspension dépend directement des conditions océanographiques et des caractéristiques des matériaux. Un retour à une turbidité normale est généralement observée en quelques heures d'après les retours d'expériences d'opérations de dragage ; toutefois, étant donné la nature des fonds de la zone de projet largement dominée par des vases (fraction < 63 µm), un temps de sédimentation légèrement supérieur pourra être observé.

Enfin, les impacts sur les espèces benthiques liés à l'augmentation du bruit sous-marin en phase de travaux seront négatifs, directs, temporaires, et faibles. Ils seront nuls sur les habitats benthiques.

4.2.2. Effets sur les espèces pélagiques

Pour rappel, l'ichtyofaune comprend l'ensemble des poissons, qu'ils soient d'intérêt commercial ou non. Les effets sont ici évalués au regard de la ressource halieutique, à travers laquelle l'ichtyofaune a été caractérisée dans l'état initial.

Les effets sur les espèces benthiques d'intérêt halieutique (essentiellement des crustacés sur la zone d'étude) sont traités dans la partie précédente relative aux biocénoses benthiques.

Cette partie traite donc des effets sur les espèces pélagiques d'intérêt halieutique uniquement.

Les effets potentiels sur la ressource halieutique sont principalement liés :

- A la remise en suspension de particules sédimentaires au niveau des substrats meubles et l'augmentation de turbidité associée ;
- Aux nuisances sonores et vibrations engendrées par les travaux ;
- De manière indirecte, à la perte d'habitat et la destruction de biocénoses benthiques ;
- A une contamination potentielle par des substances polluantes, inhérente à tous travaux et au transit des navires de chantier (risque de pollution accidentelle).

Les effets et impacts liés à la remise en suspension de particules sédimentaires sur la ressource halieutique pélagique seront négatifs, directs, temporaires, de court terme et faibles.

Les effets et impacts sur les espèces pélagiques liés aux nuisances sonores et aux vibrations seront négatifs, directs, temporaires, de court terme et faibles.

Les effets et impacts associés à la perte d'habitat sur les espèces pélagiques peuvent être considérés comme faibles. Ils sont indirects, temporaires et de court terme.

Le risque de contamination des peuplements marins par une pollution accidentelle est considéré comme négligeable, compte tenu du plan de gestion de risques mis en œuvre.

4.2.3. Effets sur les mammifères marins

L'état initial a montré que la zone d'implantation du projet se situe à des fonds inférieurs à 100 m sur le plateau continental, en dehors du sanctuaire Pelagos ; il ne s'agit pas d'une zone très fréquentée par les mammifères marins. Quelques espèces de dauphins sont toutefois susceptibles de fréquenter la zone, en particulier le grand dauphin (seule espèce d'intérêt communautaire présente sur la ZSC « Côte bleue marine » située à l'Est du projet, dans la zone d'étude), particulièrement connu pour affectionner les eaux littorales, le plus souvent inférieure à 500 m de profondeur.

Les principales conclusions de l'effet du projet en phase de travaux sur les mammifères marins sont les suivantes :

Les effets de l'augmentation du bruit sous-marin en phase de démantèlement peuvent être considérés comme négatifs, temporaires, directs, observables à court terme et faibles pour les mammifères marins fréquentant le secteur d'étude.

L'effet lié au remaniement des fonds en phase de travaux sur les mammifères marins sera négatif, temporaire, indirect et faible.

Le risque de collision avec les navires de chantier est considéré comme négligeable pour les espèces d'odontocètes (dauphins et marsouins) et de pinnipèdes (phoques) qui y sont peu sujets. L'impact associé est donc négligeable également.

4.2.4. Effets sur les tortues

L'analyse a été effectuée par le bureau d'études Biotope pour la tortue Caouanne, dans le cadre de l'étude d'incidences Natura 2000. Cette espèce est en effet répertoriée dans la ZSC « Camargue ». L'analyse est valable pour les autres tortues marines susceptibles d'être présentes ponctuellement dans la zone d'étude.

La synthèse de cette évaluation, menée pour la phase de travaux est présentée dans le tableau suivant :

Nature et durée de l'effet	Sensibilité et risque	Intensité de l'effet	Nombre d'individus potentiellement impactés	Effectifs présent sur la ZSC	Niveau d'incidence
Destruction d'individus en phase de chantier - Permanent	Sensibilité faible Risque de collision avec les bateaux de faible occurrence compte de tenu de la rareté de cette espèce, de la durée réduite des travaux et du trafic maritime existant	Faible	Non évaluable. Probablement nul à très faible	Non connu	Négligeable
Dérangement d'origine sonore en phase de chantier - Temporaire ou permanent	Sensibilité modérée Perturbation temporaire liée au passage des bateaux, à la pose du câble et des ancrages	Faible			Négligeable

Tableau 21 : Evaluation des effets du projet sur la tortue Caouanne en phase de travaux (Source : Biotope, 2017)

Les effets du projet sur les tortues en phase de démantèlement sont donc qualifiés de temporaires, directs, de court terme et faibles. Le niveau d'incidence associé est qualifié de négligeable.

4.2.5. Effets sur l'avifaune

En phase de travaux, les navires de chantier présents sur site pourront être à l'origine d'un dérangement temporaire des espèces en présence. Celles-ci pourront éviter la zone de chantier en mer durant les opérations de démantèlement du parc pilote et du câble d'export.

L'un des avantages de l'éolien offshore flottant est sa phase travaux allégée, qui ne demande pas de lourds moyens à la mer ni de travaux intrusifs.

L'utilisation de bateaux pour les travaux et l'absence de moyens aériens permet de réduire l'impact par dérangement des oiseaux. Les délais réduits de la phase travaux limitent fortement le niveau d'impact attendu. Le nombre réduit d'éoliennes (3) à démanteler limite encore l'impact de la phase travaux sur l'avifaune.

Les effets et impacts du projet sur l'avifaune sont principalement liés à un dérangement temporaire et une perte d'habitat provisoire circonscrite à la zone de travaux. Compte tenu de la nature des opérations en mer du projet pilote et du câble d'export sous-marin, il peuvent être qualifiés de directs, temporaires, observables à court terme et faibles.

4.2.6. Milieux naturels terrestres

Les opérations de démantèlement de la liaison électrique souterraine sont identiques aux opérations d'installations. Compte tenu des habitats et espèces terrestre à enjeu identifiés à proximité de l'aire d'étude terrestre rapprochée, les mêmes mesures seront mises en phase de chantier (voir chapitre 7 « Mesures prévues par le maître d'ouvrage de l'étude d'impact »).

Les impacts évalués pour les milieux terrestres en phase de travaux avant application de ces mesures sont présentés dans le Tableau 26.

4.3.Effets sur le patrimoine écologique, paysager et culturel en phase de démantèlement

4.3.1.Effets sur le patrimoine écologique et les protections patrimoniales

L'évaluation des effets et impacts conduite pour cette thématique en phase de construction est la même pour la phase de démantèlement. Le détail de l'analyse est présenté dans la partie 2.3.

Les effets et impacts du projet pilote sur le patrimoine écologique en phase de travaux seront donc négatifs, directs, temporaires, de court terme et faibles.

4.3.2.Effets sur le paysage

Les moyens navals du démantèlement seront du même type que ceux utilisés pour l'installation du parc. Présents sur site sur une courte durée, ils n'engendreront pas de perturbation particulière du paysage.

Seule l'ouverture de la tranchée pour retirer le câble maritime ensouillé pourra occasionner une perturbation temporaire au niveau de la zone d'atterrage (plage Napoléon). La tranchée sera refermée, et pour les mêmes raisons qu'en phase d'installation (nature sablo-vaseuse des sédiments), il n'est pas attendu de création de souille à l'issue des travaux.

Les effets et impacts du projet sur le paysage en phase de démantèlement seront donc négatifs, directs, temporaires, observables à court terme et faibles.

4.3.3.Effets sur le patrimoine culturel

Aucun effet n'est attendu sur les monuments historiques ou les épaves présentes en mer.

Le projet aura un effet et un impact nuls sur le patrimoine culturel en phase de démantèlement.

4.4.Effets sur le milieu humain en phase de démantèlement

Les effets et impacts sur le milieu humain seront comparables en phases de construction et de démantèlement du parc éolien flottant pilote. L'analyse des effets et impacts des travaux sur les compartiments liés à cette thématique est présentée au chapitre Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Activité professionnelle de pêche

La zone d'implantation des éoliennes flottantes étant interdite à la pratique de la pêche pendant l'exploitation du parc pilote, l'impact du démantèlement sur l'activité sera plus faible que pour la phase de construction. De plus, le retrait définitif des éoliennes flottantes et autres composants du parc permettra à la pêche professionnelle d'être pratiquée de nouveau dans les zones qui auront été interdites à l'activité lors de l'exploitation.

Sécurité maritime

En mer, les impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique de ce projet de parc pilote éolien se rapportent pour l'essentiel à la problématique de sécurité maritime, traitée dans le paragraphe 2.4.4. Il convient donc de s'y référer pour plus de détails. Les mesures relatives à la sécurité maritime durant les phases de travaux seront définies en coordination avec les autorités maritimes.

Nuisances sonores pendant travaux

Les travaux prévus amènent à considérer deux catégories mobiles de sources de bruit avec des niveaux sonores allant de 75 dB(A) à 100 dB(A) :

- les engins d'extraction et de chantier,
- les engins de transport.

Le code de la santé publique (article R.1334-36) prévoit les dispositions suivantes concernant les bruits de chantier :

« si le bruit mentionné à l'article R. 1334-31 a pour origine un chantier de travaux publics ou privés, ou des travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :

- *Le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;*
- *L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;*
- *Un comportement anormalement bruyant. »*

Les travaux d'atterrissage et terrestres seront réalisés dans le respect de la réglementation en vigueur.

Les effets liés aux nuisances sonores générées en phase de travaux n'auront pas d'effet sur la santé humaine. Les travaux, peu bruyants, seront localisés et auront lieu uniquement en journée.

Etant donné les modalités envisagées pour la sécurité du chantier et la prévention du risque de pollution accidentelle (balisage de la zone de travaux, signalisation et balisage lumineux du parc, indication de la zone sur les cartes marines, mesures de prévention et d'intervention en cas de pollution accidentelle, etc.), les impacts attendus sur la sécurité des usagers du milieu marin littoral et la santé et salubrité publique sont faibles à négligeables.

5. SYNTHÈSE DES EFFETS ET IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

Les effets et impacts du projet pilote, évalués sur les différents compartiments récepteurs, sont synthétisés dans le tableau suivant.

Ce tableau présente les effets et impacts évalués avant mise en place des mesures de réduction qui sont présentées dans le chapitre 7 « Mesures prévues par le maître d'ouvrage ». Les mesures d'évitement qui ont été intégrées au projet dès sa phase conception ont en revanche été prises en compte dans l'évaluation qui vient d'être présentée.

La synthèse des impacts résiduels, évalués après application des mesures de réduction, est présentée dans le chapitre 7 « Mesures prévues par le maître d'ouvrage ».

Grille d'analyse :

Niveaux d'effet	Positif	Négligeable/nul	Faible	Modéré	Fort
-----------------	---------	-----------------	--------	--------	------

Nota : Les habitats et espèces terrestres sont traités dans le Tableau 26.

	CONSTRUCTION	EXPLOITATION	DEMANTELEMENT
MILIEU PHYSIQUE			
Géomorphologie et nature des fonds	Remaniement des fonds lors de la mise en place des ancrages, câbles électriques et chambre de jonction sous-marine et de l'ensouillage du câble d'export	Pas de remaniement des fonds attendu (ancrages tendus)	Remaniement des fonds lors de la dépose des câbles et ancres
Hydrodynamisme et dynamique hydro-sédimentaire	Aucun impact	Aucun impact	Aucun impact
Qualité des eaux marines et des sédiments	Augmentation temporaire de la turbidité (sédiments vaseux et sablo-vaseux) lors des opérations d'ensouillage du câble d'export et installation des ancrages	-	Augmentation temporaire de la turbidité (sédiments sablo-vaseux) lors des opérations de désensouillage du câble électrique d'export et enlèvement de ancres et lignes d'ancrage
	Risque de pollution accidentelle par les navires de chantier et lors des travaux à proximité du milieu marin	Risque de pollution accidentelle par les navires d'interventions sur site	Risque de pollution accidentelle par les navires de chantier et lors des travaux à proximité du milieu marin
	Remaniement des sédiments avec risque de mobilisation de polluants	-	Remaniement des sédiments avec risque de mobilisation de polluants
	-	Risque de pollution accidentelle par diffusion de substances polluantes (fluides) en mer (maintenance ou indicent technique sur les éoliennes)	-
Bruit sous-marin	-	Diffusion de substances à long terme (protection cathodique, revêtements anticorrosion, antifouling, etc.)	-
	Emissions sonores liées à la présence des navires d'installation et à l'ensouillage du câble d'export	Emissions sonores et vibrations des éoliennes en fonctionnement Bruit généré par les navires de maintenance	Emissions sonores liées à la présence des navires et aux opérations de démantèlement
Bruit aérien	Augmentation du bruit liée aux opérations d'installation du parc pilote et de son raccordement	Augmentation du niveau sonore lié à la présence des éoliennes et à la circulation des navires de maintenance	Augmentation du bruit liée aux opérations de démantèlement
Champs électromagnétiques et température	-	Emission de champs électromagnétiques et augmentation de température liées à la présence des câbles électriques	-

	CONSTRUCTION	EXPLOITATION	DEMANTELEMENT
Milieux aquatiques terrestres	Risque de pollution accidentelle notamment au niveau de la traversée des canaux et route Napoléon (proximité de zones humides)	Pas d'impact car le câble de raccordement ne contient pas de polluant	Risque de pollution accidentelle notamment au niveau de la traversée des canaux et route Napoléon (proximité de zones humides)
	Risque de contamination de l'environnement par excavation de sols pollués (terrains Shell)	-	-
	Continuité hydraulique entre milieux	Continuité hydraulique entre milieux	Continuité hydraulique entre milieux
Risques inondation/submersion	Aucun impact	Aucun impact (ouvrages enterrés /ou dimensionnés au regard du risque inondation)	Aucun d'impact

Tableau 22 : Effets du projet sur le milieu physique

	CONSTRUCTION	EXPLOITATION	DEMANTELEMENT
MILIEU BIOLOGIQUE			
Biocénoses/Peuplements benthiques	Destruction directe et perturbation des habitats et biocénoses liées à l'installation des ancrs, câbles et raccords électriques	Pas de remaniement des fonds en phase d'exploitation	Destruction directe et perturbation des habitats et biocénoses lors de la dépose du réseau de câbles et des ancrages
	-	Rayonnement de chaleur et champs électromagnétiques émis par les câbles	-
	Risque de pollution accidentelle par les navires de chantier	Risque de pollution accidentelle par les navires de maintenance ou de suivi	Risque de pollution accidentelle par les navires de chantier
	Perturbations liées par remise en suspension de sédiments	Perturbation liée aux émissions sonores des éoliennes en fonctionnement et à la circulation des navires de maintenance ou de suivi	Perturbations liées par remise en suspension de sédiments
Espèces pélagiques	Perturbation par émissions sonores du chantier	Effet récif / DCP lié à la présence de structures immergées	Perturbation par émissions sonores du chantier
	Pertes d'habitats liées à l'installation des ouvrages sur le fond marin	Perturbation liée aux champs électromagnétiques et à la température des câbles	-
	Risque de collision avec les navires de chantier	Risque de collision avec les navires de maintenance et de suivi du site	Risque de collision avec les navires de chantier
	Perturbation par émissions sonores du chantier	Perturbation liée aux émissions sonores des éoliennes en fonctionnement et à la circulation des navires de maintenance ou de suivi	Perturbation par émissions sonores lors des travaux de démantèlement
Tortues Marines	Risque de collision avec les navires d'installation	Perturbation liée aux champs électromagnétiques	Risque de collision avec les navires d'installation
		Perte ou modification d'habitat liée à la présence des ancrages, l'emprise des structures flottantes et l'effet DCP	
		Risque de collision avec les navires de maintenance et de suivi du site	
		Perte ou modification d'habitat permanent	
Tortues Marines	Dérangement sonore	Dérangement sonore	Dérangement
		Perturbation liée aux champs électromagnétiques et perte d'habitat associé	

	CONSTRUCTION	EXPLOITATION	DEMANTELEMENT
Avifaune	Dérangement temporaire d'espèces par les opérations du chantier à terre (notamment pour les espèces ayant des zones de nidification et d'alimentation à proximité (chevalier gambette, échasse blanche, fauvette à lunettes, flamant rose)		Dérangement temporaire d'espèces par les opérations du chantier à terre
	Dérangement d'espèces et perte d'habitat associée aux opérations du chantier maritime	Dérangement d'espèces par le trafic maritime des navires de maintenance et de suivi	Dérangement d'espèces et perte d'habitat associée aux opérations du chantier maritime
		Risque de collision avec les éoliennes	
		Dérangement et perte d'habitat de repos ou d'alimentation associée à la présence des éoliennes - Effet barrière.	

Tableau 23 : Impacts du projet sur le milieu biologique

	CONSTRUCTION	EXPLOITATION	DEMANTELEMENT
PAYSAGE ET PATRIMOINE			
Sites Natura 2000	Aucun impact significatif sur les ZSC et ZPS voisins	Aucun impact significatif sur les ZSC et ZPS voisins	Aucun impact significatif sur les ZSC et ZPS voisins
Paysage	Impact visuel temporaire du chantier maritime et terrestre (notamment sur le paysage naturel de la plage Napoléon pendant les travaux d'atterrage)	Absence d'impact visuel significatif (en perception diurne et nocturne) des éoliennes depuis la côte et notamment depuis les secteurs les plus sensibles (plage Napoléon, côte de Carro, front de mer de Port-de-Bouc et plage de Piémanson) Perception des éoliennes en mer (curiosité plus qu'artificialisation de l'espace maritime)	Impact visuel temporaire du chantier maritime et terrestre (notamment sur le paysage naturel de la plage Napoléon pendant les travaux de désensouillage du câble)
Patrimoine terrestre et maritime	Aucun impact	Aucun impact	Aucun impact

Tableau 24 : Impacts du projet sur le patrimoine écologique, paysager et culturel

	CONSTRUCTION	EXPLOITATION	DEMANTELEMENT
MILIEU HUMAIN			
Pêche professionnelle	Perturbation des activités de pêche professionnelle sur la zone de chantier maritime au large	Perte de zone de pêche liée à l'emprise du parc pilote sur le DPM (0,78 km²) (essentiellement pour les chalutiers)	Perturbation des activités de pêche professionnelle sur zone de chantier maritime
	Perturbation des activités de pêche professionnelle lors des travaux d'ensouillage du câble entre le site d'atterrissage et la zone du parc	Aucun impact le long de la route du câble	Perturbation des activités de pêche professionnelle lors des travaux d'ensouillage du câble entre le site d'atterrissage et la zone du parc
	Perturbations des ressources halieutiques lors du chantier (fuite...)	Augmentation potentielle de la disponibilité de la ressource halieutique pélagique au voisinage du site (effet réserve)	Perturbations des ressources halieutiques lors du chantier (fuite...)
Conchyliculture	Aucun impact	Aucun impact	Aucun impact
Navigation et sécurité maritime	Augmentation temporaire du trafic maritime	Augmentation temporaire du trafic maritime lié à la maintenance	Augmentation temporaire du trafic maritime
	Gêne temporaire de la navigation sur et au voisinage du chantier – Contournement du chantier	Instauration de nouvelles règles de navigation	Gêne temporaire de la navigation sur et au voisinage du chantier - Contournement du chantier
	-	Risque de collisions frontales ou par dérive accidentelle des navires avec les éoliennes	-
Activités de tourisme et loisirs	-	Perturbation des radars embarqués	-
	Perturbations temporaires des activités de loisirs sur la plage Napoléon et au droit du site de chantier offshore (emprise du chantier et perturbation de l'accès)	Nouvelles règles de navigation sur et à proximité du parc pilote et du câble de raccordement	Perturbations temporaires des activités de loisirs sur la plage Napoléon et au droit du site de chantier offshore (emprise du chantier et perturbation de l'accès)
		Développement d'activités d'éco-tourisme	
Economie	Création d'emplois et retombées économiques indirectes	Augmentation de la fréquentation locale (attractivité du site)	Création d'emplois et retombées économiques indirectes
		d'emplois (maintenance, suivi et création d'une nouvelle filière industrielle)	
		Retombées financières (taxes)	
		Contribution à la création d'une nouvelle filière industrielle	
		Aide au développement des projets de recherche et de R&D (récifs, aquaculture offshore...)	

	CONSTRUCTION	EXPLOITATION	DEMANTELEMENT
Servitudes	Interaction avec les servitudes maritimes (zone d'attente) et terrestres (canalisation...)	Interaction avec les servitudes maritimes (uniquement zone d'attente du port) et terrestres (canalisations souterraines ...)	Interaction avec les servitudes maritimes (zone d'attente) et terrestres
		Interaction avec la zone militaire d'essai en vol de la base aérienne	
		Création de nouvelles servitudes (parc pilote et le long du câble d'export)	

Tableau 25 : Impacts du projet sur le milieu humain

Le tableau ci-après présente les impacts évalués pour chaque habitat et espèce d'intérêt patrimonial et réglementaire en milieu naturel terrestre identifié(e), avant application des mesures.

Légende –niveau d'enjeu et niveau d'impact



Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Plage Napoléon								
Bancs de sables fins infralittoraux à faible couverture permanente d'eau marine		Destruction/altération des habitats (qualité,	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Faible à modéré	Oui

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Replats boueux ou sableux supra- et médiolittoraux exondés à marée basse		structure, par organisation) par terrassement, roulement, dépôts de matériaux, confusion sédimentaire, tassement, érosion...			Permanent			
Végétations annuelles des hautes de mer					Temporaire			
Dunes embryonnaires et dunes blanches					Permanent			
					Temporaire			
Panicaud de mer		Destruction/altération de population et d'habitat			Permanent			
<i>Eryngium maritimum</i>		terrassement, roulement, dépôts de matériaux, confusion sédimentaire, érosion, tassement...			Temporaire			
Cortège sabulicole			Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Faible à modéré	Oui
<i>Ammophila arenaria</i> , <i>Euphorbia paralias</i> , <i>Cakile maritima</i> , <i>Anthemis maritima</i> , <i>Polygonum maritimum</i>								

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Cicindèle à trois dessins <i>Cylindera trisignata</i>	Reproduction avérée ou potentielle	Destruction d'individus (œufs, larves, nymphes, adultes) lors des travaux d'enfouissement Destruction d'habitats lors des travaux d'enfouissement	Direct	Chantier	Permanent Temporaire	Locale	Faible	Oui
Cochevis huppé <i>Galerida cristata</i>	Reproduction	Dérangement d'individus, perte d'habitats	Direct et indirect	Chantier	Temporaire à Permanent	Locale	Faible à Modéré	Oui
Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i>	Reproduction	fonctionnels, risque de destruction d'individus (nichées au sol).						Oui
Route Napoléon								
Lagunes côtières méditerranéennes		Chantier sous route, ne devrait théoriquement pas porter atteinte aux habitats et	Direct	Chantier	Temporaire à Permanent	Locale	Faible	Oui
Baies peu profondes								
Dunes embryonnaires et dunes blanches								

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Végétations annuelles des vases salées		végétations connexes. Risque de débordement accidentel (engins, matériaux)						
Prés salés méditerranéens								
Fourrés halophiles méditerranéens								
Roselières								
Fourrés méditerranéens à Tamarix								
Boisements d'Orme riverain								
Limonium de Provence								
<i>Limonium cuspidatum</i>								
Lis de mer								
<i>Pancratium maritimum</i>								
<i>Zostera noltei/marina</i>								
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	Reproduction	Dérangement d'individus	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable	Non
Couleuvre à échelons <i>Rinechis scalaris</i>	Reproduction	Dérangement d'individus	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable	Non

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local			Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Fauvette à lunettes <i>Sylvia conspicillata</i>	Habitats fonctionnels			Dérangement d'individus lors de la réalisation des travaux.	Indirect	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable	Non
Chevalier gambette <i>Tringa totanus</i>	Transit, alimentation									
Echasse blanche <i>Himantopus himantopus</i>	Transit, alimentation									
Avocette élégante <i>Recurvirostra avocetta</i>	Transit, alimentation									
Flamant rose <i>Phoenicopterus ruber</i>	Transit, alimentation									
Pipistrelles sp.	Une colonie de 10 individus			Dérangement lors de la phase chantier	indirect	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable. Le gîte n'est pas concerné par le projet et il s'agit d'espèces très peu sensibles à ce type de dérangement.	Non
Cortège de chiroptères communs	Potentielle en chasse et transit			Destruction et altération d'habitats de chasse et transit	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable. Il s'agit d'un part infime d'habitats détruits.	Non

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Cortège de chiroptères patrimoniaux	Potentielle en chasse et transit	Destruction et altération d'habitats de chasse et transit	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Impact qui n'est pas de nature à remettre en cause une quelconque fréquentation	
Presqu'île du Mazet								
Végétations annuelles des vases salées		Destruction/altération des habitats (qualité, structure, organisation) par terrassement, roulement, dépôts de matériaux et matériel, confusion sédimentaire, tassement, érosion, drainage...	Direct	Chantier	Permanent à temporaire	Locale	Faible	Oui
Prés salés méditerranéens							Faible	
Fourrés halophiles méditerranéens							Faible	
Steppes salées méditerranéennes							Modéré	
Fourrés méditerranéens à Tamarix							Faible	
Gazons amphibies halo-nitrophiles							Faible	
Crypside piquant <i>Crypsis aculeata</i>		Destruction/altération de population et d'habitat par	Direct	Chantier	Permanent à temporaire	Locale	Faible	
Orchis à odeur de vanille <i>Orchis coriophora subsp. fragans</i>							Faible	

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Limonium à feuilles de pâquerette <i>Limonium bellidifolium</i>		terrassement, roulement, dépôts de matériaux, confusion sédimentaire, érosion, tassement, drainage...					Modéré	
Couleuvre de Montpelliér <i>Malpolon monspessulanus</i>	Reproduction	Dérangement d'individus, perte d'habitats fonctionnels, risque de destruction d'individus (nichées au sol).	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Couleuvre à échelons <i>Rinechis scalaris</i>	Reproduction							
Pipit rousseline <i>Anthus campestris</i>	Habitats fonctionnels	Dérangement d'individus sur les marges des habitats fonctionnels.	Indirect	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable	Non
Œdicnème criard <i>Burhinus oedichenus</i>	Habitats fonctionnels							
Faubourg Hardon (terrain Shel)								

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Sérapias à petites fleurs <i>Serapias parviflora</i> Parl.		Destruction d'individus Altération voire destruction de l'habitat de la phase chantier	Direct	Chantier	Temporaire Permanent	Locale	Modéré	Oui
Reptiles communs (Lézard des murailles, Tarente de Maurétanie)	Reproduction	Destruction d'individus et altération de l'habitat lors des travaux d'enfouissement Dérangement	Direct et indirect	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	Reproduction	Dérangement d'individus, perte d'habitats fonctionnels, risque de destruction d'individus (nichées au sol).	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Couleuvre à échelons <i>Rinechis scalaris</i>	Reproduction							

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Avifaune commune protégée	Potentielle en reproduction	Altération d'habitat fonctionnel risque de destruction d'individus (nichées au sol)	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
		Dérangement d'individus en phase de transit et d'alimentation						
Cortège de chiroptères communs	Potentielle en chasse et transit	Destruction et altération d'habitats de chasse et transit	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable. Il s'agit d'un part infime d'habitats détruits.	Non
Cortège de chiroptères patrimoniaux	Potentielle en chasse et transit	Destruction et altération d'habitats de chasse et transit	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Impact qui n'est pas de nature à remettre en cause une quelconque fréquentation	
Milieux naturels aux abords de l'avenue de la mer jusqu'au poste électrique								
Végétations annuelles des vases salées		Destruction/altération des habitats (qualité, structure, organisation) par terrassement, dépôts de roulement, dépôts de matériaux et matériel,	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Prés salés méditerranéens							Modéré	
Fourrés halophiles méditerranéens							Assez fort	
Steppes salées méditerranéennes							Assez fort	

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Fourrés méditerranéens à Tamarix		confusion sédimentaire, tassement, érosion...					Faible	
Bois de Peupliers noirs et blancs							Faible	
Limonium de Provence <i>Limonium cuspidatum</i>		Destruction/altération de population et d'habitat par tassement, roulement, dépôts de matériaux, confusion sédimentaire, érosion, tassement...	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Assez fort	Oui
Limonium de Girard <i>Limonium girardianum</i>							Assez fort	
Statice à feuilles de pâquerette <i>Limonium bellidifolium</i>							Modéré	
Chiendent allongé <i>Elytrigia elongata</i>							Modéré	
Cicindèle bordée de blanc <i>Cephalota circumdata leonschaeferi</i>	Reproduction avérée ou potentielle	Destruction d'individus (œufs, larves, nymphes, adultes) lors des travaux	Direct	Chantier	Permanent Temporaire	Locale	Modéré	Oui

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Cicindèle des marais <i>Cylindera paludosa</i>		d'enfouissement Destruction d'habitats lors des travaux d'enfouissement						
Pélodyte ponctué <i>Pelodytes punctatus</i>	Reproduction	Destruction d'individus en phase terrestre, altération d'habitats de gîte, dérangement.	Direct et indirect	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Rainette méridionale <i>Hyla meridionalis</i>	Reproduction							
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	Reproduction	Dérangement d'individus, perte d'habitats fonctionnels, risque de destruction d'individus (nichées au sol).	Direct	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible	Oui
Couleuvre à échelons <i>Rinechis scalaris</i>	Reproduction							

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Bruant proyer <i>Emberiza calandra</i>	Reproduction	Dérangement d'individus, perte d'habitats fonctionnels, risque de destruction d'individus (nichées au sol).	Direct et Indirect	Chantier	Temporaire à permanent	Locale	Faible à modéré	Oui
Pipit rousseline <i>Anthus campestris</i>	Habitats fonctionnels	Dérangement d'individus sur les marges des habitats fonctionnels.	Indirect	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable	Non
Oedicnème criard <i>Burhinus oedicnemus</i>	Habitats fonctionnels							
Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>	Habitats fonctionnels							
Pipistrelles sp.	Une colonie de 500 individus en reproduction	Dérangement lors de la phase chantier	indirect	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable. Le gîte n'est pas concerné par le projet et il s'agit d'espèces très peu sensibles à ce type de dérangement	Non
Cortège de chiroptères communs	Potentielle en chasse et transit	Destruction et altération d'habitats	Direct	Chantier	Temporaire	Locale	Négligeable. Il s'agit d'un part infime	Non

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Description de l'impact	Type d'impact	Chantier / Exploitation	Durée de l'impact	Portée de l'impact	Évaluation de l'impact	Nécessité de mesures
Cortège de chiroptères communs	Potentielle en chasse et transit	de chasse et transit					d'habitats détruits. Impact qui n'est pas de nature à remettre en cause une quelconque fréquentation	

Tableau 26 : Grille d'analyse des impacts sur le milieu biologique terrestre (source : *Naturalia, 2017*)

6. ADDITION ET INTERACTION DES EFFETS ENTRE EUX

Les différents compartiments de l'environnement (milieux physique, biologique, humain et paysage) étant en interrelation entre eux, la modification de l'un de ces éléments pourra entraîner un impact direct et/ou indirect sur les autres éléments.

Le schéma ci-dessous permet de visualiser les impacts négatifs directs et les impacts négatifs indirects sur les différents compartiments de l'environnement liés à la mise en place du projet de parc pilote éolien flottant.

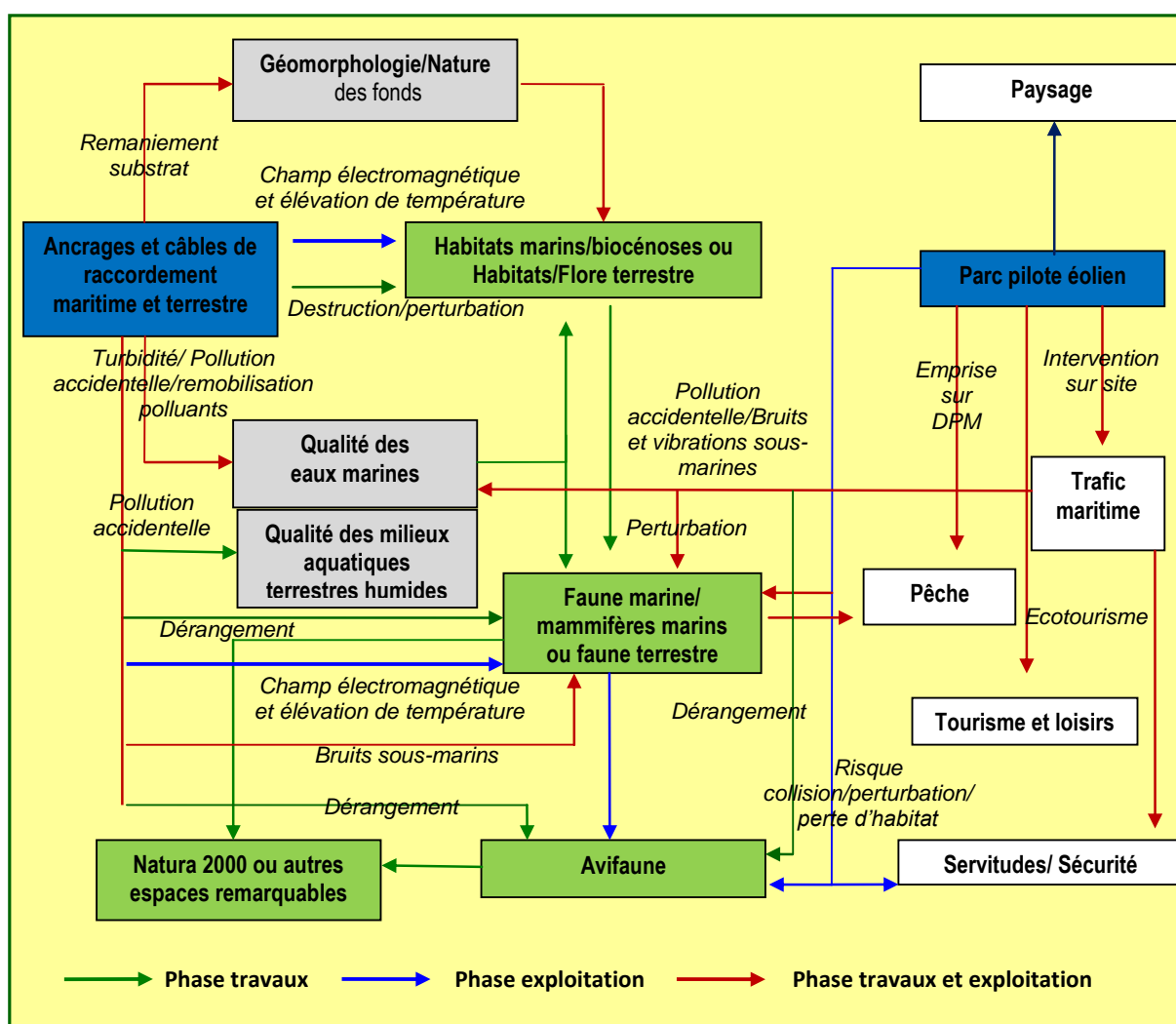


Figure 39 : Addition et interaction des effets entre eux (Source : BRLi, 2013)

Compte tenu des faibles effets identifiés pour l'ensemble des compartiments récepteurs du milieu marin et de la taille très réduite du projet, il n'est pas attendu d'addition ou d'interaction de ces effets entre eux

susceptible de perturber le milieu marin de manière notable, à toutes les phases du projet. Les opérations d'installation seront en effet de courte durée, peu bruyantes et réalisées de manière successive.

L'emprise de la zone d'implantation du parc pilote (zone de concession) reste limitée (0,78 km²), comportant un très faible nombre d'éoliennes flottantes (3). Les effets associés à la présence du parc pilote et de son raccordement restent très localisés.

