

Agence française pour la biodiversité	Note technique		
	Planification du développement de l'éolien en Méditerranée Prise en compte de la biodiversité marine et de l'avifaune terrestre migratrice <i>Eléments préalables à la commission éolien du CMF du 24 mai 2018</i>		
Antenne Méditerranée 26, rue de la république 13 001 Marseille	Version :	V.3	juin 2018
	Rédaction :	Antenne Méditerranée AFB	
Diffusion :	DIRM Méditerranée ;		
Origine :			

La rédaction de la présente note a été coordonnée par l'Antenne Méditerranée de l'Agence française pour la biodiversité, avec les contributions du Parc naturel marin du golfe du Lion, du Parc national des Calanques, du Parc naturel régional de Camargue et du Parc marin de la côte bleue.

Contexte et positionnements

Un premier exercice de planification de l'éolien offshore en Méditerranée, mené en 2015, a conduit à la désignation de trois zones propices pour le déploiement de parcs pilotes d'éoliennes flottantes. Un premier appel d'offres a désigné trois lauréats pour trois projets de fermes pilotes dans le golfe du Lion, au large de Fos-sur-mer, Gruissan et Leucate - Le Barcarès. Ces projets, actuellement en instruction, devraient voir le jour fin 2020, début 2021. L'Agence des aires marines protégées ainsi que les gestionnaires d'espaces marins protégés directement concernés avaient formulé un certain nombre de recommandations concernant la mise en place des fermes pilotes. Les conclusions en sont rappelées ci-dessous.

Agence des Aires Marines Protégées (février 2015) :

Les cartographies fournies, sur la base des seules données disponibles, restent indicatives et il faut rester très prudent quant à leur interprétation. Elles peuvent permettre de dégager des zones de moindres contraintes sur les enjeux environnementaux, qu'il faut combiner avec les informations disponibles sur la sensibilité des différents habitats et espèces aux pressions générées par les projets. A priori, seule une zone d'exclusion concerne les habitats profonds sur un secteur allant du canyon de Lacaze-Duthiers à celui de Sète. Pour les autres compartiments biologiques, il s'agira surtout d'être très vigilant sur le dimensionnement des fermes pilotes et les modalités de construction pour limiter au maximum les impacts.

Il est également nécessaire que soit imposé aux porteurs de projets la mise en place de suivis environnementaux robustes afin que de tels projets de fermes pilotes permettent de mieux appréhender les impacts sur la biodiversité marine. Cela s'accompagnant nécessairement d'acquisition de connaissances sur les écosystèmes marins et de recherche scientifique sur les impacts potentiels des installations éoliennes flottantes.

Conseil de gestion du parc naturel marin du golfe du lion (12 mai 2015), délibération n° 2015/011 (http://www.aires-marines.fr/content/download/15921/133627/version/1/file/PNMGDL_cdg_2015_011_AMI_fermes_pilotes_eoliennes_publi%C3%A9_le_27_08.pdf) :

Des propositions de délimitations géographiques complémentaires ont été formulées. La zone comprise à l'ouest du méridien 003°13.8' doit être exclue de la zone de moindres contraintes, sur un argumentaire de maintien d'une zone importante de pêche de loisir, et de l'existence d'un corridor de poissons pélagiques. La zone au-delà de la limite de 12 milles nautiques doit être exclue de la zone des moindres contraintes, sur un argumentaire d'accès et de répartition des taxes liées à l'exploitation d'éoliennes en mer.

Ainsi que les recommandations suivantes à destination des porteurs de projet :

- *prendre en compte des aménités paysagères ;*
- *appliquer la séquence ERC, en privilégiant les mesures d'évitement et de réduction des impacts ;*
- *adopter un principe général d'éco-conception ;*
- *renforcer les actions d'acquisition de connaissances et les suivis sur le long-terme ;*
- *garantir l'accès partagé aux données ;*
- *garantir la prise en compte d'un **retour d'expérience d'au moins 3 ans** ;*
- *développer le volet socio-économique des projets ;*
- *caractériser la stratégie adoptée vis-à-vis du fouling et des effets récifs ;*
- *maitriser le risque sur les espèces invasives ;*
- *accompagner la phase post appel à projet pour aboutir à une meilleure cohérence entre les interactions du projet avec le milieu naturel et les ambitions du plan de gestion du Parc.*

Pour ce qui concerne les collectivités de façade, le Conseil régional Languedoc-Roussillon s'est engagé par une délibération du 19 décembre 2014 « pour le développement de l'éolien flottant en Méditerranée, dans le respect des équilibres entre les usages, la sensibilité environnementale de ses côtes, et l'objectif de compétitivité économique et de création d'emplois » ; et le Conseil régional Provence-Alpes-Côte d'Azur a inscrit avec l'État, dans le SRCAE un objectif de 100 MW d'éoliennes flottantes d'ici à 2020 et 600 MW d'ici à 2030.

A l'issue du travail de concertation, un document de planification pour le développement de l'éolien en Méditerranée a été élaboré et a permis de désigner les trois zones propices à l'installation de fermes pilotes d'éoliennes flottantes : http://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Document_de_planification_pour_transmission.pdf

En 2018, sont menés des ateliers de concertation sur le développement des parcs éoliens commerciaux en Méditerranée. Le développement des parcs éoliens en mer a pour vocation de répondre aux engagements de la France en matière de diversification de sa production d'énergie : la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) fixe des objectifs d'au moins 23% de la consommation française issue d'énergies renouvelables d'ici 2020 et 32% d'ici 2030.

Les annonces du premier ministre au Comité interministériel de la mer de novembre 2017 confirment la volonté d'engager durablement la France dans les énergies marines renouvelables. Ces annonces ont conduit à la demande du ministre de la transition écologique et solidaire (courrier aux préfets de façade, décembre 2017) d'identifier dans le cadre de l'élaboration du document stratégique de façade (DSF) des « zones propices » permettant de lancer des appels d'offre pour l'éolien en mer. La planification devra permettre de lancer, d'ici 2030, entre 6 et 10 appels d'offres sur une superficie de 1 800 à 3 000 km².

Le Conseil maritime de façade s'est doté d'une commission spécialisée « éolien flottant » chargée du suivi du développement de l'éolien flottant en Méditerranée. Elle a pour mandat de suivre les projets de ferme pilote, proposer des améliorations (techniques et réglementaires) et étudier les enjeux et le développement futur de l'éolien flottant en Méditerranée. Tous les collèges du CMF y sont représentés. Lors de sa séance du 9 janvier 2018, cette commission « éolien » a entériné l'idée de mener une concertation élargie en 4 phases : a) définition de « macro-zones » à l'échelle de

l'ensemble du Golfe du Lion ; b) animation d'ateliers thématiques (pêche, autres activités, filière éolien flottant, environnement) avec pour objectif d'affiner ces macros-zones ; c) synthèse des travaux en commission et validation de zones à vocation ; d) restitution au Conseil Maritime de Façade en juin 2018.

Description des impacts potentiels des projets éoliens flottants sur les habitats, l'avifaune, les mammifères marins

Sur les habitats benthiques

En phase d'installation, les impacts sont essentiellement la destruction d'habitat sous les ancrages (ancres et chaînes) et le long de la tranchée du câble de raccordement électrique de la ferme à la terre.

En phase d'exploitation, les impacts sont directement dépendants du type d'ancrage installé : directs par ragage et abrasion, colmatage, asphyxie des fonds sous les chaînes, indirect par une remise en suspension chronique des sédiments par l'action des chaînes sur le fond.

Très peu d'études d'impacts évaluent de manière fine (modélisation) les cônes de dispersion des sédiments liés à l'action des chaînes en phase d'exploitation. On peut estimer que les systèmes d'ancrages à lignes tendues limitent les impacts sur les habitats benthiques en phase d'exploitation par rapport aux ancrages de type caténaire. Les longueurs de chaîne par ligne d'ancrage varient selon les projets et les orientations au vent, de 500 à 1200 m de long. Le nombre de chaînes par éolienne (3 à 6 par éolienne) varie également selon les projets, ce qui occasionne des surfaces raguées plus ou moins importantes.

En revanche, les coffres créés pour maintenir les ancrages vont créer un volume important de substrat dur en lieu et place d'un substrat meuble, avec colonisation pour de nouvelles espèces, modification éventuelle des réseaux trophiques (à l'instar d'un récif artificiel).

Enfin, il faut considérer les sources d'apport en contaminants chroniques ou accidentelles (relargage par les anodes sacrificielles, fuite de liquides contenus dans les mécanismes des éoliennes, etc.).

Sur l'avifaune

Les oiseaux marins et terrestres migrateurs figurent parmi les espèces les plus directement concernées par la présence d'éoliennes en mer. Les flotteurs émergent de la surface de l'eau de plusieurs mètres, selon les technologies retenues, réduisant la hauteur d'air disponible pour passer sous les extrémités des pales.

Parmi les impacts potentiels figurent notamment :

- la collision :
 - o directe (selon l'altitude de vol des espèces, y compris d'espèces terrestres migratrices, et le tirant d'air entre la surface de l'eau et le bas des pales (la vitesse de rotation des pales à leur extrémité peut être de 250 à 300 km/h),
 - o indirecte par la projection des oiseaux suite aux mouvements d'air induits à proximité des éoliennes ;
- la perte d'habitat ou de zone fonctionnelle (évitement de la zone d'alimentation) ;
- l'effet barrière (modification des trajectoires migratoires par exemple). Les modifications de parcours de transit et comportements d'évitement peuvent générer des pertes énergétiques supplémentaires et accroître le risque de mortalité ; https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/eolien_lpo_2017.pdf ;
- les phénomènes de barotraumatisme par lesquels les différentiels de pression générés par les aérogénérateurs entraînent une mortalité avérée chez les chauves-souris, probable mais mal connue chez les oiseaux.

Pour la plupart des espèces, les risques d'interaction sont susceptibles d'être augmentés avec "l'effet-récif", les flotteurs jouant le rôle de DCP, concentrant la ressource et augmentant l'attractivité de la zone, le rôle de reposoir (création d'îlots artificiels pour les oiseaux, dans des zones habituellement dépourvues). Les collisions peuvent également être favorisées par l'attractivité des éclairages de sécurité la nuit.

Sur les mammifères marins

Les principales préoccupations liées au développement de fermes éoliennes offshore sont l'augmentation des niveaux de bruit, les risques de collisions, les modifications de l'habitat et les altérations des réseaux trophiques.

Concernant les cétacés, les effets sonores constituent la préoccupation majeure. La production accrue de bruit dans le milieu est générée principalement pendant l'installation et le démantèlement des éoliennes, notamment dans le cas d'éoliennes posées où le battage de pieux est considéré comme l'activité la plus impactante ; par le fonctionnement des turbines durant la phase d'exploitation des éoliennes et par l'augmentation du trafic maritime. Dans le cas d'éoliennes flottantes, l'installation ne nécessitant pas de battage de pieu, l'impact acoustique devrait être limité et essentiellement induit par le trafic. Le fonctionnement des éoliennes devrait générer un bruit limité mais qui reste à quantifier : bruit sous-marin généré par la houle sur les flotteurs, turbine en rotation (transmission des vibrations dans l'eau beaucoup plus important que pour le posé), entrechoquement des maillons des chaînes d'ancrages, intensité et fréquence des rotations des navires pour l'entretien, etc. Il est peu probable que les niveaux sonores sous-marins induits par le fonctionnement des éoliennes atteignent des niveaux dangereux ou masquent la communication acoustique des mammifères marins, toutefois leur effet chronique devra être pris en considération. Le retour d'expérience des fermes pilotes sera primordial sur ce point.

Le risque de collision des cétacés avec les installations est très faible. Cependant l'augmentation du trafic maritime associé à l'installation, à la maintenance et au démantèlement des éoliennes engendrera une augmentation du risque de collision des cétacés avec les navires.

Les modifications de l'habitat liées à l'installation de structures dans le milieu (« effet-récif »), la mobilisation de sédiments et la pollution engendrée par l'augmentation du trafic, des dysfonctionnements des installations ou la remise en suspension de contaminants peuvent avoir un impact sur l'écosystème et les peuplements de la zone, ce qui peut avoir des répercussions sur les réseaux trophiques, et indirectement les cétacés. La modification de l'utilisation de la zone par les activités humaines, notamment la réglementation des activités de pêche autour des éoliennes, pourra également avoir un impact sur les peuplements et l'utilisation de la zone par les cétacés.

Enfin, il convient de tenir compte du potentiel d'effets cumulés, à la fois entre les différents projets éoliens mais aussi avec les différentes pressions déjà existantes sur la zone (captures accidentelles, trafic maritime, bruit ambiant, polluants, travaux (extensions de ports, dragages, etc)...).

Introduction d'énergie

Pour l'ensemble de la faune marine, la génération de bruit peut perturber diverses fonctions sociales et de survie dépendantes de l'émission de son entre les animaux (communication, alimentation, reproduction, etc.).

La génération d'un champ électromagnétique par les câbles électriques de raccordement peut également perturber l'orientation des espèces particulièrement sensibles comme les requins, les raies et les mammifères marins. Les retours d'expérience sur ces aspects sont peu nombreux, un programme d'étude est actuellement en cours sur l'impact des CEM sur les invertébrés (projet SPECIES-France Energie Marine).

Introduction/mobilisation de contaminants

La mise en place de structures artificielles sur les fonds marins peut générer une augmentation des concentrations en contaminants dans la colonne d'eau et leur remobilisation dans la chaîne trophique. Les processus identifiés sont principalement : la remise en suspension de sédiments contaminés par l'action de dispositifs d'ancrage sur le fond (chaînes, ancres,..) et l'introduction nouvelle de contaminants par le biais des structures même (revêtements anti-fouling, anodes sacrificielles,..). Les effets d'une exposition chronique à des teneurs en contaminants même légèrement supérieures au bruit de fond géochimique sont encore mal connues, mais doivent être considérés au regard des effets cumulés des impacts dommageables pour les écosystèmes.

Analyse des enjeux environnementaux de Méditerranée

Périmètres des zones réglementées, protégées, d'importance patrimoniale

La façade méditerranéenne française comporte plusieurs aires marines protégées et sites d'importance communautaire susceptibles d'être concernés directement ou indirectement par le développement de parcs éoliens en mer :

- Le Parc naturel marin du golfe du Lion ;
- Le Parc régional de Camargue et la réserve naturelle de Camargue ;
- Le Parc marin de la Côte bleue ;
- Le Parc national des Calanques ;
- Le Parc national de Port-Cros.

Citons également l'ensemble des sites du réseau Natura 2000 en mer d'Occitanie et de Provence-Alpes-Côte d'Azur – au titre la Directive Oiseaux et de la Directive Habitats Faune Flore.

Données disponibles avifaune, mammifères marins, habitats

Les analyses environnementales s'appuient sur différents programmes d'acquisition de connaissance dont les données sont disponibles. Ces programmes sont cités ci-après :

- Données SAMM du programme PACOMM (AFB, 2016) : Suivi aérien de la mégafaune marine (oiseaux et mammifères marins). Campagnes effectuées sur l'ensemble du golfe du Lion (limites de la ZEE) en hiver 2012 (nov à fev) et été 2012 (mai à août). Cartes disponibles et déclinées en différents indices (patrimonialité, habitats potentiels, etc.). Rapport de synthèse.
- Rapports BIOTOPE : état des lieux des connaissances ornithologiques du golfe du Lion 2014. Reprend les données issues des programmes SAMMM et PELMED. Rapports de synthèse et cartes d'abondance par espèces (description détaillée de l'éthologie des différentes espèces et niveaux de sensibilité). Conclusions sur les zones et espèces à enjeux.
- GDEGeM. Projet collaboratif et multidisciplinaire (2013-2016) sur le Grand dauphin. Observations en bateau et photo-identification. Données abondance, répartition spatio-temporelle et comportements.
- IndexPUFF : suivi télémétrique de deux espèces de puffins Yelkouan et Scopoli. + suivi télémétrique de Puffins des Baléares (Meier *et al.*, 2015). Trajets précis de 21 puffins Yelkouan, 242 Scopoli et 67 puffins des Baléares à partir de balises GPS. Cartes de zones de fréquentation, et zones préférentielles d'alimentation. Les données sont acquises par le laboratoire CEFE (CNRS-Montpellier).
- PELMED 2007-2009 : campagnes de chalutage scientifique (IFREMER) sur les petits pélagiques. Observations en parallèle des oiseaux et mammifères marins dans l'aire d'influence du navire.

Cartes et Rapport de synthèse disponibles. Proportion et effectifs d'oiseaux marins en été et hiver dans le golfe du Lion. Résultats par espèces.

- Données BIOTOPE issues EIE Fermes pilotes : Données issues des programmes SAMM, PELMED, GDEGeM, compléments de données acquises dans le cadre des études spécifiques (campagnes de survols aériens, 2016-2018 et observations en bateau selon protocole standardisé SAMM). La disponibilité de ces études est dépendante de l'état d'avancement des procédures réglementaires en cours.
- Interface OBIS-SEAMAP : affichage des espèces de mammifères marins présents sur le golfe du Lion.
- CARTHAM : Acquisition cartographique des habitats d'intérêt communautaires des sites NATURA 2000 en mer. Agence des aires marines protégées, 2011.
- MEDSEACAN : Acquisition cartographique des têtes de canyons méditerranéens continentaux. AAMP GIS Posidonie Comex, 2008-2010.
- ESPEXS Enjeux des Secteurs Potentiellement EXploitables en Sables du golfe du Lion : Caractérisation du compartiment sédimentaire dans le secteur du PNMGL. Extension des « sables du large » structurés en bancs et dunes et constituant 3 unités sédimentaires. Localisation des zones des secteurs de substrats durs profonds (sables cimentés des « Pierres de Sète »). Cartes disponibles et rapport d'étude synthétique. Définition de secteurs à enjeux à exclure.
- Suivi de la mégafaune marine du Parc naturel marin du golfe du Lion : suivi initié par le Parc en 2018 sur la totalité du Parc. Transects réalisés en bateau avec observation des cétacés, de l'avifaune terrestre et marine et des grands poissons pélagiques. Photo-identification des grands dauphins. Données de la campagne avril 2018 en cours de traitement.

Priorisation des enjeux concernant les habitats benthiques, l'avifaune, les mammifères marins

Pour les habitats benthiques

Certains des habitats benthiques du plateau du golfe du Lion sont d'enjeu majeur à fort (tableau 1) :

Habitats benthiques et structures géomorphologique			
Habitats biogéniques	Habitats profonds	Habitats rocheux	Habitats sédimentaires
<p>Majeur : Herbiers à Cymodocées et Zostères</p> <p>Fort : Association à rhodolithes, coralligène, trottoir à <i>Lithophyllum</i>, herbiers de posidonies</p>	<p>Fort : vases bathyales à pennatules, à gorgones et à crinoïdes</p>	<p>Fort : récifs infralittoraux</p>	<p>Majeur : fonds détritiques côtiers, large et/ou envasé, sables fins subtidaux, sédiments intertidaux, vase subtidale, vasière intertidale</p> <p>Fort : Sédiments grossiers subtidaux</p>

Les canyons sous-marins jouent un rôle, prépondérant au sein du talus continental, d'échanges entre le plateau, le talus et la plaine abyssale. Les habitats profonds sont d'enjeu majeurs à fort (tableau 2) :

Habitats benthiques et structures géomorphologique			
Structures géomorphologiques particulières	Dunes sableuse profondes du plateau et du haut de talus	Habitats profonds	Habitats sédimentaires
<p>Fort** : Monts sous-marins, canyons et talus « rocheux »</p>	<p>Fort** : Dunes de sables reliquats des rebords du plateau.</p>	<p>Majeur : Récifs de coraux blancs</p> <p>Fort* : Antipathaires (coraux</p>	<p>Fort : fonds détritiques dubord de plateau</p>

		noirs), autres scléractiniaires (corail jaune et solitaire), biocénose particulière des roches bathyales (gorgones fouet et octocoralliaires, huîtres). Moyen: vases bathyales à pennatules, à gorgones et à crinoïdes	
--	--	---	--

Les têtes de canyons présentent une richesse bien supérieure à celle du plateau et elles sont donc des « hot spots » de diversité. Ce sont aussi des zones tampons, refuge, des frayères, des nurseries et des zones d'alimentation. Les récifs de coraux blancs abritent notamment une biodiversité importante et jouent un rôle fonctionnel important. Des dunes sous-marines profondes bordent le plateau continental, notamment au droit du canyon de Lacaze-Duthiers. La dynamique, active ou fossile, de ces dunes reste mal connue.

Dans la continuité des têtes de canyons se trouvent des roches et bancs profonds du plateau continental. Ces roches et bancs rocheux profonds marquent souvent une rupture avec l'environnement majoritaire de la zone et ont souvent un « effet d'oasis » regroupant sur un petit espace exposé au courant, un grand nombre d'organismes fixés filtreurs et leur cortège d'espèces associées. Dans le golfe du Lion, les roches de Sète, roches de Lacaze-Duthiers, et banc de l'ichtys émergent ainsi d'un environnement sablo-vaseux ou sableux. Ces habitats particuliers ont concouru aux projets de désignation des sites Natura2000 au large pour l'habitat « Récifs ».

Pour l'avifaune

Dans le golfe du Lion, parmi les oiseaux marins, les Laridés sont les plus représentés. Deux espèces cumulent 98,5% des effectifs de cette famille : le Goéland leucophaée et la Mouette pygmée (confirmé par le dernier suivi Parc en avril 2018). Suivent les puffins (Procellariidés ; Yelkouan espèce majoritaire, Baléares, de Scopoli).

Les autres familles observées sont les Sternidés (sternes pierregarin et caugek), les Sulidés (Fou de Bassan), les Alcidés (Pingouin torda), les Hydrobatidés (Océanite tempête) et les Stercoraridés (Labbe parasite, pomarin et Grand Labbe). Ci-dessous (tableau 3) figurent les niveaux de sensibilité et d'enjeu des principales espèces d'oiseaux marins, susceptibles d'être en interaction avec les parcs éoliens.

L'évaluation de leur niveau de sensibilité se base sur différents critères, dont les zones fonctionnelles, d'alimentation, et de nidification; les altitudes de vol et comportements en chasse. Ainsi, la corrélation entre la localisation des oiseaux marins en mer et des chalutiers est forte, variable selon les espèces (par exemple 77% des individus de goélands leucophaée observés en avion sont directement associés à des chalutiers). Il est donc probable que les parcs éoliens auront un effet d'attractivité de certaines espèces ce qui augmentera le niveau d'enjeu.

Le niveau de menace des populations, sur l'ensemble de leur aire de répartition devrait également être pris en considération, ie une espèce en danger d'extinction qui fréquente les zones de façon marginale est un enjeu critique.)

Tab. 3. Enjeu des différentes espèces d'oiseaux marins en fonction de leur sensibilité, leur fréquentation du golfe du lion, leur comportement en vol.

Espèce	Sensibilité/menace	Fréquentation	Altitude de vol	Enjeu (issus des rapports biotope)
Goéland leucophaée	faible	Très forte ; espèce	10-50m jusqu'à	faible

		majoritaire. 0-25 km jusqu'à 80km des côtes	100m	
Goéland d'Audouin	forte	Rare	10-50m jusqu'à 100m	
Puffin yelkouan	forte	Forte. 0-25km et jusqu'à 80 km des côtes	5-20m. jusqu'à 80m (CEFE). Haute altitude la nuit	fort
Puffin de Scopoli	forte	Forte. Sur l'ensemble du plateau, jusqu'aux limites des canyons	5-20m. jusqu'à 80m (CEFE). Haute altitude la nuit	moyen
Puffin des Baléares	forte-critique	Faible	- -	moyen
Océanite tempête	forte	Forte. 10-25km des côtes	5-20m. Potentiellement en plus haute altitude	fort
Mouette pygmée	modérée	Forte en période de migration. De 10 km de la côte jusqu'aux canyons et au-delà	0 à 50m. Potentiellement en plus haute altitude	
Mouette mélanocéphale	modérée	Faible. De 10 km de la côte jusqu'aux canyons et au-delà	0 à 50m.	moyen
Mouette tridactyle	forte	Faible. En hiver uniquement. De 10 km de la côte jusqu'aux canyons et au-delà	5-50m	moyen
Sterne caugek	forte	Forte. Essentiellement côtière	5-30m	fort
Sterne pierregarin	forte	Forte. Période de reproduction uniquement	5-20m	moyen
Pingouin torda	forte	Forte pour l'espèce. De la côte à 30km.	< 10m	moyen
Fou de bassan	forte	Forte pour l'espèce	5-30m, potentiellement plus haute altitude	moyen

Cas particulier des populations de procellariidés (trois espèces de Puffins en Méditerranée et l'océanite tempête). Ces espèces pélagiques constituent un enjeu majeur dans cette partie du golfe du Lion ; l'écologie, la répartition et la sensibilité de ces espèces en font également des bons indicateurs des populations d'oiseaux marins.

Le golfe du lion et les eaux du PN des Calanques sont des zones d'alimentation régulières des puffins, les trajets télémétriques relevés lors des programmes PACOMM et INDEXPUF indiquent les zones marines de transit, de repos et de nourrissage. Les puffins fréquentent ainsi très régulièrement les zones qui pourraient être désignées comme propices au développement des parcs éoliens. Les risques de collision doivent être très précisément évalués, les derniers éléments d'altimétrie mettant en évidence des altitudes de vol plus élevées qu'initialement estimées, et donc dans la zone de rotation des pales des éoliennes. Par ailleurs, les populations du golfe du lion sont jugées vulnérables, car déjà soumises à d'importantes pressions (en particulier par captures accidentelles dans les engins de pêche). L'enjeu prioritaire est donc de protéger les adultes reproducteurs (individus à partir de 5 ans) de toute mortalité additionnelle. L'enjeu est d'autant plus important qu'il s'agit d'espèces longévives (stratégie démographique dite « K ») dont la survie des populations est bien plus sensible aux variations de mortalités au stade adulte qu'aux variations de fécondité.

Les oiseaux terrestres (passereaux et familles apparentés, limicoles, anatidés, etc.) représentent un enjeu considérable toute l'année mais surtout en période de migration pré-nuptiale (février à juin) puis en migration post-nuptiale (août à novembre).

Le flux migratoire draine l'ensemble des migrateurs trans-méditerranéens puis trans-sahariens qui nichent en Europe ainsi que sur une bonne partie de l'Asie, jusqu'en Sibérie orientale pour certains. Les effectifs concernés sont considérables puisque sur les 4 à 5 milliards d'individus qui déferlent à l'automne, au moins 3 milliards d'individus poursuivront leur migration jusqu'en Afrique subsaharienne, les autres se répartissant sur l'ensemble du bassin méditerranéen pour y passer l'hiver. Ce sont donc quelque 8 000 à 10 000 oiseaux qui s'engagent en mer chaque jour par kilomètre de côte.

Les modalités de cette migration sont aujourd'hui assez bien connues notamment concernant les points suivants qui sont en rapport direct avec la problématique de l'éolien flottant. Des études récentes réalisées à l'aide de radars de nouvelle génération ont démontré que :

1. Les flux migratoires se déroulent de jour comme de nuit avec des pics nocturnes pour de nombreuses espèces.
2. Les altitudes de vol s'échelonnent de quelques mètres à plusieurs milliers de mètres d'altitude (jusqu'à 6 000 m et plus). La tranche d'altitude de 0 à 200 m en particulier est souvent très fréquentée par les migrateurs.
3. La notion de « corridors de migration » n'est valable que pour les migrateurs pratiquant le vol plané (utilisant les ascendances thermiques) mais nullement pour les multitudes d'oiseaux qui pratiquent le vol battu (passereaux, limicoles, anatidés etc.). Toutefois, on a démontré que lorsqu'un oiseau migrateur survole une zone montagneuse à altitude élevée, il conserve longtemps son altitude de vol quand il s'engage en mer. On a démontré aussi que, sans parler de « corridors de migration » la topographie peut jouer lorsqu'un linéaire de paysages est favorable aux oiseaux. C'est le cas des couloirs fluviaux comme par exemple le couloir du Rhône, surtout quand il débouche sur un haut lieu de biodiversité comme la Camargue où les concentrations de migrateurs peuvent être spectaculaires.

Ces trois éléments font que l'impact des éoliennes offshore sera potentiellement très important.

Les autres espèces d'oiseaux terrestres détectés en mer sont les rapaces (Bondrée apivore, Busard des roseaux, Balbuzard pêcheur) et les oiseaux d'eau (hérons et aigrettes, limicoles).

Une évaluation de la sensibilité des différentes espèces de migrateurs terrestres au développement de l'éolien en mer devra être menée sur la base notamment de la vulnérabilité des groupes d'espèce, la fréquentation des sites, les altitudes estimées de vol, les comportements au droit des sites d'atterrissage et de repos.

Pour les mammifères marins

NB. Les recommandations ci-après, concernant les cétacés du golfe du Lion, sont issues de la note du GIS3M à l'attention de la commission spécialisée du Conseil maritime de façade, document du 29/03/2018.

Il existe un enjeu fort concernant le Grand Dauphin (*Tursiops truncatus*) sur l'ensemble du plateau continental du golfe du Lion et un enjeu modéré pour les autres espèces de cétacés régulièrement présentes, notamment dans la zone du talus continental et des canyons sous-marins. La globalité du plateau continental du golfe du Lion et donc la totalité des macro-zones pré-identifiées, est reconnue comme habitat important du Grand Dauphin, espèce patrimoniale, et a été identifiée par l'UICN comme IMMA (Important Marine Mammal Area).

En l'état actuel des connaissances pour le Grand dauphin, nous (GIS3M) ne sommes pas en mesure d'identifier au sein du golfe du Lion et des macro-zones, des zones de plus ou moins importance et impact de fermes commerciales d'éoliennes flottantes sur les populations de cétacés.

Cartes d'enjeux prioritaires avifaune, mammifères marins, habitats

Un ensemble de cartes produites par l'Agence française pour la biodiversité est rassemblé en fin de ce document. Ces cartes reprennent les éléments donnés ci-après.

1. Habitats prédictifs et biocénoses benthiques du golfe du lion–
MED_BIO_Habitatspred_IFREMER_eolien_flottant_20180227_a3pa
2. Densités et diversité des oiseaux en mer -
MED_BIO_diversite_oiseaux_eolien_flottant_20180221_a4pa.pdf
3. Répartition des observations de Grand dauphin -
MED_BIO_GDGEM_GdsDauphins_eolien_flottant_20180227_a3pa
4. Habitats préférentiels prédits des grands puffins -
MED_BIO_Habitats_Pref_GdsPuffins_eolien_flottant_20180221_a4pa
5. Habitats préférentiels prédits des petits puffins -
MED_BIO_Habitats_Pref_Petitspuffins_eolien_flottant_20180221_a4pa
6. Habitats préférentiels prédits des Goélands -
MED_BIO_Habitats_Pref_GOEGRIS_eolien_flottant_20180221_a4pa
7. Habitats préférentiels prédits des mouettes -
MED_BIO_Habitats_Pref_Mouettes_eolien_flottant_20180221_a4pa
8. Habitats préférentiels prédits des sternes -
MED_BIO_Habitats_Pref_Sternes_eolien_flottant_20180221_a4pa
9. Répartition en vol des puffins yelkouan (programme PACOMM) -
MED_pacomm_TELPUF_PY_ete_eolien_flottant_20180227_a3pa
10. Cartographie des dunes sableuses de la tête de canyon Lacaze-Duthiers.
11. Localisation des zones rocheuses profondes en tête de canyons.

Les cartes du PNMGL sur les observations de cétacés de 1994 à 2017 peuvent être mises à disposition. Les données d'avril 2018 sont en cours de traitement.

Besoins en connaissances, suivis à mettre en œuvre et capitalisation

Le déploiement et l'exploitation des fermes éoliennes pilotes vont s'accompagner de programmes de suivis environnementaux spécifiques aux effets des différents projets sur les compartiments hydrodynamiques, physico-chimiques, habitats benthiques, avifaune et macrofaune marine.

En complément de ces suivis, et dans l'optique du déploiement de futurs parcs commerciaux, il semble aujourd'hui nécessaire de prévoir la mise en œuvre d'acquisition de connaissance sur les aspects listés ci-dessous.

Habitats marins

Les biocénoses et habitats des milieux côtiers, tels que les herbiers de magnoliophytes (posidonie, cymodocées), les roches à algues photophiles ou les peuplements du coralligène sont maintenant bien connus, tant en terme de répartition que d'effets potentiels liés aux aménagements et artificialisation.

Les connaissances sont plus fragmentaires sur les habitats de substrats meubles profonds tels que le détritique côtier, les sables ou les vases terrigènes côtières.

Par ailleurs, la localisation et la structure des dunes sableuse en tête des canyons Lacaze-Duthiers et Bourcart (projet PNMGL / CEFREM de 2017 ; projet ESPEXS 2012) sont relativement bien décrites.

Les dunes sous-marines en tête de canyons, au vu des premiers résultats, nécessitent une attention particulière à travers une phase d'acquisition de connaissances : monitoring à long terme des conditions hydro-sédimentaires (notamment suivi de la courantologie), accompagné d'une quantification des transferts particulaire (pièges à particules) et d'une meilleure caractérisation lithologique. Les premiers constats permettent de préciser que la mise en place de ces dunes est ancienne, toutefois, leur morphologie même, ainsi que leur possible mobilité, indiqueraient une dynamique actuelle susceptible d'influencer encore leur structure, leur évolution et donc leur sensibilité. Il est probable que les conditions hydro-sédimentaires ayant permis leur mise en place, avec cette morphologie particulière, ne soient plus rencontrées actuellement. En outre, il reste à acquérir de la connaissance sur certaines zones qui pourraient apparaître comme importantes (notamment les linéaments, anciennes dunes érodées, ancien chenal ou embouchure fluviaux), pour lesquelles aucune investigation n'est à ce jour programmée.

Enfin, il s'agira de mettre en œuvre des acquisitions complémentaires de connaissance sur la diversité et le fonctionnement des habitats de substrats durs profonds en tête de canyons, et notamment les roches de Sète, les roches de Lacaze-Duthier et les bancs de l'Ichtys. Ces zones ont fait l'objet de premières reconnaissances fines lors de la campagne MedseaCan en 2010.

Avifaune

D'une manière générale, les retours d'expérience sur les incidences environnementales des éoliennes flottantes vis-à-vis de l'avifaune sont limités et ne concernent que des fermes situées en mer du Nord ou en mer Baltique puisqu'aucune éolienne flottante n'a à ce jour été installée en mer Méditerranée. L'exigence d'exemplarité des études pilotes en Méditerranée nécessite que les futurs projets puissent faire l'objet de suivis naturalistes sérieux et complets sur les impacts potentiels des installations à toutes les phases (état initial, pendant les travaux, la mise en service et le démantèlement).

Cas des oiseaux marins

Les oiseaux marins constituent un enjeu majeur du développement de l'éolien en mer Méditerranée, de par leur probable forte interaction avec les éoliennes en fonctionnement. Parmi l'ensemble des espèces identifiées, le puffin, de par sa distribution spatiale, ses comportements en vol et en nidification et sa sensibilité, est directement concerné par les risques liés au fonctionnement des éoliennes, et devra donc faire l'objet de programmes de recherches dédiés.

Les populations de puffins fréquentant le golfe du Lion font d'ores et déjà l'objet de suivis, en terme de distribution, de *preferendum* alimentaires, d'altitude de vol, de reproduction (sur les archipels marseillais et du Var).

Ci-après sont indiqués les points qu'il conviendrait de compléter pour une meilleure évaluation des possibles effets du développement d'éoliennes en mer sur leurs populations (cf. éléments issus des échanges avec le CEFE et Parc national des calanques).

- Poursuivre le suivi annuel, par la pose de balises, des mouvements des puffins des archipels du Parc national des Calanques et du Parc national de Port-Cros. L'objectif en est de consolider un état initial avant implantation des parcs éoliens commerciaux puis d'évaluer les modifications éventuelles de comportement en mer des populations de Puffins ;
- Travailler au développement de modèles d'habitat et des paysages énergétiques des puffins afin de tester l'impact des pertes d'habitat sur leur écologie spatiale, et évaluer le potentiel des zones de report (*i.e.* zones de nourrissage alternatives) ;
- À partir de ces modèles, il sera possible de tester l'effet des différents facteurs sur les paysages énergétiques des puffins : effets des champs de vents et des changements climatiques ; effet de l'augmentation du trafic maritime; intégration des pertes d'habitats, etc.

- Poursuivre les suivis de trajectoire des puffins (colonies des îles du continent et de Corse) en utilisant des GPS combinés à des accéléromètres pour alimenter la cartographie et modélisation des paysages énergétiques ;
- Des études complémentaires pourraient également être menées sur la perception (vision) des puffins vis-à-vis des éoliennes en mer (avec essai de différentes signalisations colorées des pales et mâts).

Les sternes nicheuses en Méditerranée représentent également un enjeu important pour l'avifaune marine dans la perspective du développement des éoliennes en mer. Il est suggéré de procéder, comme pour les puffins, à une cartographie des habitats marins et la modélisation de leur paysages énergétiques par suivi GPS et accéléromètre.

Dans le périmètre du Parc naturel marin du golfe du Lion, il conviendrait :

- d'améliorer les connaissances sur les espèces présentes, leur comportement (migration, alimentation, etc.), les variations saisonnières des effectifs - > radar ? ->
- analyser les déplacements : cap / vitesse / rectitude dans les macro-zones et à proximité-> Série chronologique (évolution horaire, journalière, mensuelle, saisonnière)
- de corréliser leur présence avec les données environnementales (météo) ou d'autres données biologiques (présence d'espèces de poissons fourrage par exemple).
- de développer et associer différentes techniques permettant les suivis en mer de jour (vidéo, observateurs) et de nuit (radar) afin de pallier les inconvénients de chaque méthode (limites de détection, météo, données diurnes uniquement pour la vidéo).

Cas des oiseaux migrateurs terrestres

https://www.migration.net/index.php?m_id=112&frmSite=63&graph=synthesis&action=list&year=2018

Les interactions entre éoliennes en mer et oiseaux migrateurs sont potentiellement très importantes. Il subsiste donc un gros enjeu de connaissance sur les phénomènes migratoires dans les futures zones de parcs éoliens en mer. Les méthodologies développées pour analyser les courants de migration (flux, altitudes, phénologie de la migration etc.) existent et devraient être mises en œuvre.

Les espèces migratrices terrestres constituent un volet essentiel des suivis à mettre en place d'ici le développement des parcs éoliens commerciaux. Il est donc recommandé que les flux migratoires des oiseaux terrestres soient pris en compte tant dans l'évaluation *a priori* des impacts des éoliennes que dans les suivis accompagnant l'exploitation des fermes pilotes.

Mammifères marins

NB. Les recommandations ci-après, concernant les cétacés du golfe du Lion, sont issues de la note du GIS3M à l'attention de la commission spécialisée du Conseil maritime de façade, document du 29/03/2018.

Afin d'identifier des zones de plus ou moindre impact, l'acquisition de données complémentaires sur la fréquentation spatio-temporelle et l'utilisation des macro-zones par le Grand Dauphin est nécessaire. Des campagnes par bateau de collecte de photo-identification et de données comportementales visuelles et acoustiques à toutes les saisons pendant 1 an dans les macro-zones permettraient de compléter les informations nécessaires. Ces campagnes peuvent être mutualisées avec les suivis envisagés dans le cadre du programme de surveillance de la DCSMM si le calendrier le permet, ainsi qu'avec des campagnes d'acquisition de données complémentaires sur les oiseaux marins.

Les études et suivis doivent considérer l'impact à l'échelle des populations ou communautés concernées.

Bien que l'impact des fermes pilotes sur le Grand Dauphin soit considéré dans les études d'impact comme faible, nous (GIS3M) recommandons un suivi régulier et comparable de la fréquentation des zones, tout au long de la vie des projets, incluant un état initial et permettant de caractériser et quantifier l'impact sur les animaux.

De plus, nous (GIS3M) recommandons la mise en œuvre de projets de recherche sur l'impact écologique du développement de l'éolien flottant dans le golfe du Lion sur la population de Grand Dauphin par un suivi comportemental et individuel de l'utilisation spatio-temporelle des zones de projets, ainsi que sur l'impact socio-écosystémique sur les ressources et les activités humaines.

Chiroptères

A l'heure actuelle, aucun suivi n'a été mis en place ou prévu pour le suivi des chiroptères. Cependant, ce groupe peut être rencontré même à de grandes distances de la côte. Il est donc essentiel que des suivis adaptés soient mis en place pour ces espèces.

Ichtyofaune et invertébrés

Dans les études environnementales accompagnant les projets de fermes éoliennes pilotes, l'ichtyofaune est généralement considérée du point de vue de la ressource halieutique.

Il semble nécessaire de prendre également en compte le compartiment ichtyologique d'un point de vue écosystémique et fonctionnel. Ainsi, les peuplements de poissons devront faire l'objet de suivis en lien avec les possibles "effets-récifs" et "effet-réserve" liés à la présence des structures en mer : concentration et augmentation des densités ; répartition spécifique et par guildes (écologie et alimentation des différentes espèces, poissons fourrages, planctonophages, prédateurs, etc.) ; présence d'espèces non indigènes ; effet sur les réseaux trophiques; etc.

Le suivi des invertébrés devra s'inscrire dans une logique similaire de chaîne fonctionnelle

Recommandations

Harmonisation des méthodologies

L'harmonisation et la standardisation des protocoles et méthodologies appliquées pour les études environnementales en cours et à venir est en effet un enjeu essentiel.

Partage des connaissances et des données recueillies

La mise à disposition des données de l'ensemble des études environnementales devra être précisée, en matière notamment de : formats de restitution (données brutes et rapports d'études); délais de restitution (compatibles avec les besoins d'utilisation dans la perspective des projets à venir); de centralisation et d'accessibilité (capitalisation et mise à disposition par une structure de façade telle que la DIRM).

Une instance de travail sur les sujets environnementaux et scientifiques à l'échelle de la façade

Le rôle et l'objet d'un comité scientifique constitué à l'échelle de la façade pourra être de garantir la cohérence et l'intégration des suivis mis en place à l'échelle de l'ensemble des projets et de la façade, ainsi que d'apporter des recommandations et l'appui nécessaire aux porteurs de projets ainsi qu'aux institutions concernées. Ce comité scientifique devra donc être constitué d'experts indépendants, il apportera des éléments de recommandations et d'avis aux structures, institutions, ainsi qu'au Conseil maritime de façade. Il ne peut donc être issu de ce même conseil, tel que proposé dans le projet de note.

Prise en compte des effets cumulés

Dans la perspective de l'évaluation des impacts des futurs parcs commerciaux, la prise en considération des effets environnementaux doit porter sur une échelle (zone d'influence et liste d'activités) qui soit significative au regard des répartitions et comportements des différentes espèces ciblées. A minima, elle doit inclure l'ensemble des projets de parcs éoliens de la façade. Pour certaines espèces, telles que l'avifaune marine ou migratrice, l'ensemble des facteurs pouvant avoir un effet doivent être identifiés : il peut s'agir des sources de bruit et de dérangement pour les mammifères marins (trafic maritime notamment); des obstacles au déplacement pour l'avifaune (effet barrière) ou des captures accidentelles par les engins de pêche (enjeu fort pour les puffins);

L'évaluation des effets cumulés devra être prise en compte dès la mise en œuvre des suivis environnementaux accompagnant les projets de fermes pilotes.

Exclusion de la bande côtière en lien avec la fréquentation des oiseaux marins

Les plus fortes densités d'oiseaux marins non pélagiques (hors procellariiformes) particulièrement concernés par l'installation de parcs éoliens sont observées dans la bande côtière des 10 km. Toutefois, les suivis des parcours de vol des puffins de scopoli notamment montrent également une fréquentation importante plus au large, en alimentation. Par ailleurs, la distribution spatiale des oiseaux marins sera probablement modifiée par la présence même des structures en mer, de par la disponibilité de la ressource alimentaires qui y sera concentrée (effet récif). Ces constatations vont dans le sens d'un éloignement des futurs parcs éoliens a minima au-delà de 18 km des côtes, le cas échéant au-delà de 20 km pour la zone potentielle de Faraman (zone D) située au droit de la ZPS de Camargue, secteur à fort enjeu ornithologique.

Mise en œuvre d'un programme de recherche intégré

Il s'agirait de disposer des connaissances relatives aux interactions « éolien en mer/espèces et habitats », à l'échelle de la façade. Ce programme devrait cibler les différents compartiments susceptibles d'être concernés, sur les aspects des effets directs (mortalité, dégradations, ..) et indirects (comportements, dynamique de populations, etc.).

Organiser les réglementations de pêche professionnelle et de loisir au sein de parcs éoliens

L'"effet réserve" des futurs parcs éoliens est généralement présenté comme une incidence environnementale positive des projets. Il conviendra donc de mettre en place les dispositifs réglementaires/de gestion visant à la préservation de la ressource halieutique dans les zones de parcs. En outre, ces dispositions permettraient de limiter les risques de captures accidentelles d'oiseaux marins et de mammifères marins dans des secteurs qui seront probablement des lieux de concentration de ces espèces.

Conservation des dunes sableuse profondes

Il est proposé de conditionner l'emprise des zones propices sur les secteurs de dunes sableuses profondes en têtes de canyons à l'acquisition de la connaissance complémentaire sur les effets possibles des systèmes d'ancrage des structures et des câbles sur la conservation et la dynamique de ces dunes.

Conservation des habitats de substrats durs profonds

L'emprise des zones propices est en limite de l'extension connue des secteurs de roches profondes en têtes de canyons (notamment roches de Sète, roches de Lacaze-Duthiers, bancs de l'Ichtys) Il est donc proposé de conditionner l'installation d'éoliennes dans les secteurs les plus au large des zones propices à l'acquisition de connaissance complémentaire sur ces habitats à enjeu fort.