



ANEXO 21: ESTUDIO DE MEGAFUNA MARINA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Interconexión eléctrica España-Francia por el
Golfo de Bizkaia

Abril 2021



ÉTUDE DES MAMMIFÈRES ET OISEAUX MARINS DANS LE CADRE DU PROJET D'INTERCONNEXION FRANCE-ESPAGNE PAR LE GOLFE DE GASCOGNE



Centre de la Mer de Biarritz
Plateau de l'Atalaye
64200 BIARRITZ
Tel. : 05 59 22 33 34
Fax : 05 59 22 75 30
E-mail : iker.castegé@centredelamer.fr

Coordinateur : Iker Castège (Centre de la Mer de Biarritz)

Équipe rédactrice :

Émilie Milon (Centre de la Mer de Biarritz)

Maite Louzao (AZTI Tecnalia)

Isabel García-Barón (AZTI Tecnalia)

Amaia Astarloa (AZTI Tecnalia)

Ainhize Uriarte (AZTI Tecnalia)

Juan Bald (AZTI Tecnalia)

Ce rapport doit être référencé comme suit : Castège, I., Milon, E., Louzao, M., García-Barón, I., Astarloa, A., Uriarte, A. & Bald, J., 2018. Étude des Mammifères et oiseaux marins dans la cadre du projet d'interconnexion France-Espagne par le golfe de Gascogne. Rapport Centre de la Mer de Biarritz/AZTI Tecnalia/INEFLE/RTE, Biarritz, 129 p + annexes.

Sommaire

Contexte et objectifs	4
1. Contexte	5
2. Objectifs.....	6
3. Le golfe de Gascogne	7
4. Méthodologie générale	9
Diversité spécifique en mammifères et oiseaux marins.....	17
1. Les mammifères marins et tortues marines.....	18
2. Les oiseaux marins	26
Indice de vulnérabilité et hiérarchisation des enjeux	33
1. Indice de vulnérabilité	34
2. Hiérarchisation des espèces	47
3. Fréquentation de la zone d'étude.....	49
Effets potentiels et mesures de réduction.....	79
1. Effets et impacts.....	80
2. Mesures de réduction et recommandations.....	96
Conclusion générale	100
Bibliographie	103
Annexes.....	129

Contexte et objectifs



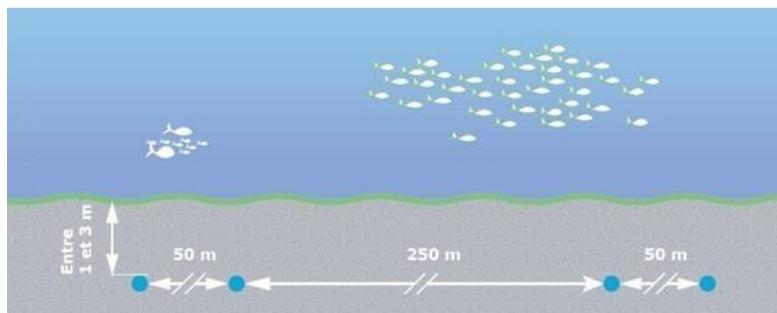
© I. Castège

1. Contexte

Le projet d'interconnexion France-Espagne par le golfe de Gascogne consiste à réaliser une liaison électrique à courant continu d'une capacité maximale de 2 x 1000 MW. La longueur de l'ouvrage à créer est de l'ordre de 370 km dont 280 km dans le golfe de Gascogne. Il se situera dans le domaine maritime français sur 170 km et en Espagne pour environ 110 km. Le fuseau présente une largeur variable en fonction des contraintes rencontrées mais représente en moyenne une largeur voisine de 1,5 mille nautique (soit environ 2 800 m). Le fuseau longe parallèlement le littoral à 5 à 6 milles des côtes (entre 40 et 50 m de profondeur) avant de se rapprocher au niveau de Capbreton pour le franchissement du canyon, pour à nouveau repartir vers le large sur le plateau basque et rejoindre le fuseau espagnol (par des profondeurs de 100 m et au-delà).

Cette liaison est composée de deux paires de câbles. Chaque câble est constitué d'un conducteur en cuivre ou aluminium, enveloppé dans plusieurs couches isolantes et protectrices. Leur diamètre pourra varier de 10 à 15 cm (source : RTE).

Les câbles seront ensouillés dans la mesure du possible dans les fonds sédimentaires meubles du plateau continental. Les travaux impliqueront *a priori* l'utilisation d'outils classiques pour ce type d'opération de type : charrue, water-jetting ou trancheuse.



Coupe d'installation type des différents câbles sous-marins susceptible d'être mise en place (source : RTE)

Sur les secteurs rocheux, à l'approche des côtes espagnoles, une protection « extérieure » sera nécessaire (recouvrement des câbles par un enrochement ou autres). Les concertations menées en France et en Espagne ont permis de déterminer les secteurs d'implantations de la liaison sous-marine. Côté français, un Fuseau de Moindre Impact a été retenu. Côté espagnol, diverses possibilités sont à l'étude.



Fuseau de moindre impact de la partie espagnole (à gauche, en cours d'étude) et de la partie française (à droite ; source : RTE)

Face à la côte landaise, le fuseau traverse un obstacle géomorphologique remarquable : le Gouf de Capbreton. Ce passage revêt plusieurs enjeux, notamment techniques et écologiques. En effet, l'instabilité des fonds ne permettant pas un passage par les pentes du canyon, un forage dirigé est à l'étude pour le franchissement du Gouf. De plus, le Gouf est reconnu comme étant un secteur à très fort intérêt pour la biodiversité et en particulier les prédateurs supérieurs : les oiseaux marins et les cétacés (Castège & Hémerly, 2009 ; Castège & Milon, 2018). Suite à la campagne géophysique réalisée en septembre 2018 sur le gouf de Capbreton, la solution de base dite « Base Case » de franchissement du canyon a été validée pour sa compatibilité avec un ouvrage en forage dirigé. Cette solution se situe entre 0,8 et 1 mille du littoral de Capbreton, et permettrait le passage en sous-œuvre des câbles au niveau du canyon où les profondeurs atteignent environ 110 m au centre et 25 m sur ses abords (source : RTE).

2. Objectifs

Le Centre de la Mer de Biarritz est ainsi sollicité pour réaliser une étude de la mégafaune marine dans le cadre du projet d'interconnexion France-Espagne par le golfe de Gascogne.

La mégafaune marine constitue un compartiment sensible au projet du fait des interactions sur un espace commun entre les opérations prévisibles pour le chantier de pose des câbles et l'aire de distribution de cette mégafaune et le ou les rôle(s) fonctionnel(s) que joue ce secteur pour ces espèces. De plus, des nuisances acoustiques et visuelles, liées classiquement à des

travaux d'ensouillage mais également et principalement au forage dirigé au niveau du gouf de Capbreton peuvent impacter ces animaux.

Il s'agit donc de qualifier le plus précisément possible les enjeux et les sensibilités concernant la mégafaune marine dans l'aire d'influence du projet en caractérisant au mieux :

- ▲ La richesse spécifique de cette mégafaune.
- ▲ Les occurrences de fréquentation spécifique (rare, commun, ...) ainsi que la variabilité saisonnière et géographique de fréquentation du secteur par espèce et multi-spécifique.
- ▲ Les éléments à connaissance permettant de décrire le lien fonctionnel des secteurs d'enjeux principaux.
- ▲ Les effets potentiels de mise en œuvre du projet.

Afin de couvrir l'ensemble du fuseau, le Centre de la Mer de Biarritz a travaillé en collaboration avec l'Azti Tecnalia afin de caractériser la partie espagnole du projet.

3. Le golfe de Gascogne

a) Secteur d'étude

Le secteur d'étude s'étend depuis le littoral de la ville de Lacanau (Nouvelle-Aquitaine) jusqu'à celui de la ville de Gatika en Espagne (province de Biscaye). Le milieu océanique considéré dans cette étude englobe les parties centrales et sud du golfe de Gascogne. Celles-ci s'étalent aux limites de la marge occidentale submergée de l'Europe, également appelée plateau continental, qui marque la zone néritique de moins de 200 m de profondeur.

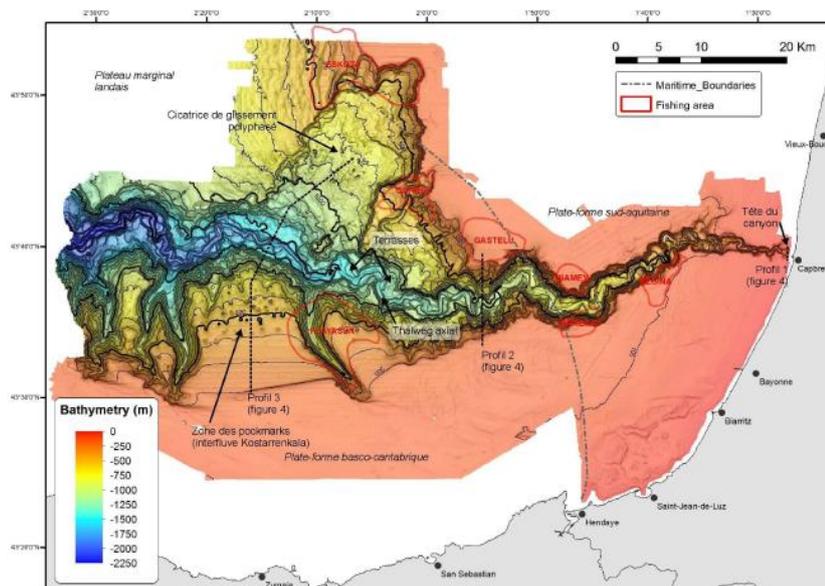
Le plateau continental fait la transition entre l'immense plateau Celtique au nord et celui relativement étroit de l'Espagne. Sa morphologie conditionne largement la circulation des courants marins, le régime des vagues régionales et la distribution actuelle des sédiments.

Le plateau, large d'environ 230 km plus au nord du golfe, s'étrécit entre la Charente-Maritime et le bassin d'Arcachon (de l'ordre de 50 km). La pente vers la plaine abyssale (entre 200 et 4 000 m de profondeur) est plus douce au sud. De la côte vers le large, le plateau continental comprend deux domaines : le plateau interne, de profondeur inférieure à 100 m et à pente forte, et le plateau externe, de profondeur comprise entre 100 et 200 m et à pente plus faible. La limite du plateau est entaillée par deux canyons majeurs : celui du Cap Ferret et le Gouf de Capbreton. Ce dernier, dont la tête se situe à moins de 1 km de la côte, favorise le développement local de vagues puissantes et rapides dont il modifie la direction. D'une

longueur totale de quelques 250 km, le Gouf prend naissance devant Hossegor et Capbreton (Landes) à moins de 250 m du trait de côte et rejoint le canyon de Santander pour déboucher sur la grande plaine abyssale du golfe de Gascogne vers 3 500 m de profondeur.

Les canyons sous-marins sont bien connus pour être des zones de forte productivité et de diversité biologique à tous les niveaux des chaînes alimentaires (Moors-Murphy, 2014). En particulier, les phénomènes de « upwelling » (remontée des eaux profondes à la surface) et de « downwelling » (zones de convergence où les eaux de plus fortes densités s'enfoncent) accroissent la quantité de nutriments et de matière organique disponible, ce qui se traduit par une augmentation des abondances en plancton, poissons pélagiques, calmars et invertébrés.

Le Gouf de Capbreton est connu dans la région pour abriter une faune marine exceptionnelle parmi tous les maillons des chaînes alimentaires : plancton (De Casamajor *et al.*, 2009 ; D'Elbée *et al.*, 2009, 2014), faune benthique et poissons (Sanchez & Santurtun, 2013), prédateurs supérieurs (Castège & Hémerly, 2009 ; Sautour *et al.*, 2013 ; Milon & Castège, 2016 ; Castège & Milon, 2018).



Carte bathymétrique du Gouf de Capbreton (source : Sanchez & Santurtun, 2013)

La mégafaune marine étudiée dans ce présent rapport est mobile et migratrice pour la plupart des espèces. Ainsi, un périmètre plus large que le tracé *stricto sensu* du fuseau de câblage est considéré pour l'étude, en particulier pour la représentation cartographique, laquelle englobe une zone allant jusqu'à à plus de 60 km au large.

b) Source des données

La liste détaillée des espèces recensées au sein de la zone d'étude franco-espagnole repose sur plusieurs sources de données actuellement disponibles. Afin de répondre aux exigences du projet, nous avons également pris en compte les phoques, tortues marines et chiroptères présents dans le secteur d'étude pour la caractérisation de la diversité marine.

- Observations issues du suivi standardisé du programme ERMMA (Environnement et Ressources des Milieux Marins Aquitains) mené par le Centre de la Mer de Biarritz ;
- Observations issues des campagnes océaniques espagnoles BIOMAN et JUVENA menées par l'Azti Tecnalia ;
- Rapports d'autres campagnes marines : SAMM (Pettex *et al.*, 2014) ;
- Atlas régionaux ou nationaux pour la France et l'Espagne (Palomo *et al.*, 2007 ; Castège & Hémerly, 2009 ; Lescure & de Massary, 2012 ; Ruys & Soulier, 2013 ; Berroneau, 2014 ; Ruys & Bernard, 2014 ; Issa & Muller, 2015 ; Savouré-Soubelet *et al.*, 2016 ; Castège & Milon, 2018) ;
- Liste des oiseaux d'Aquitaine (Le Gall & CHA, 2012) ;
- Formulaire Standard de Données des sites Natura 2000 en mer du secteur (www.inpn.fr) ;
- Réseau National Échouages (RNE) et notamment le dernier bilan des échouages 2016 (Dars *et al.*, 2017) ;
- Directive Cadre Stratégie des Milieux Marins (DCSMM) à l'échelle Nord Atlantique (MAGRAMA, 2012a, 2012b)...

4. Méthodologie générale

a) *Partie française : le Centre de la Mer de Biarritz*

▲ Le suivi en mer

Le programme ERMMA, porté par le Centre de la Mer de Biarritz, réunit douze partenaires privés ou publics (Muséum National d'Histoire Naturelle, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Météo-France, Affaires maritimes, Douanes Françaises, Marine Nationale, Gendarmerie Maritime, Institut des Milieux Aquatiques, LAPHY, Aquarium de Biarritz, Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins) dont les compétences sont indispensables au développement d'études pluridisciplinaires. Ce programme repose sur la mise en place de suivis standardisés sur les principaux maillons des chaînes alimentaires (plancton, faune benthique, poisson, cétacés, oiseaux marins)

Ainsi, les populations d'oiseaux et de mammifères marins sont suivies depuis 1976 d'après un protocole standardisé initié par le Muséum National d'Histoire Naturelle. Chaque mois, des observateurs du programme ERMMA embarquent à bord des vedettes des Garde-côtes afin de prospecter les eaux du golfe de Gascogne avec un protocole standardisé reposant sur des transects linéaires (Castège *et al.*, 2004, 2007 ; Hémery *et al.*, 2008 ; Castège & Hémery, 2009 ; De Casamajor *et al.*, 2009 ; Castège & Milon, 2018...). Les informations collectées dans le cadre de ce suivi ont activement participé à la définition des Aires Marines Protégées (Castège & Hémery, 2009) ainsi qu'à leur mise à jour (Milon & Castège, 2016 ; Castège & Milon, 2018).

La très forte antériorité des suivis biologiques menés par l'ERMMA (45 ans de données) permet en outre d'aborder des questions d'évolution et de vulnérabilité des populations aux activités humaine, comme les marées noires (Castège *et al.*, 2004, 2007, 2014), les énergies marines renouvelables (Castège & Milon, 2016a, 2016b), ou encore de mettre en lumière les liens avec les changements océano-climatiques (Hémery *et al.*, 2008 ; Sautour *et al.*, 2013 ; Milon & Castège, 2016 ; Castège & Milon, 2018).



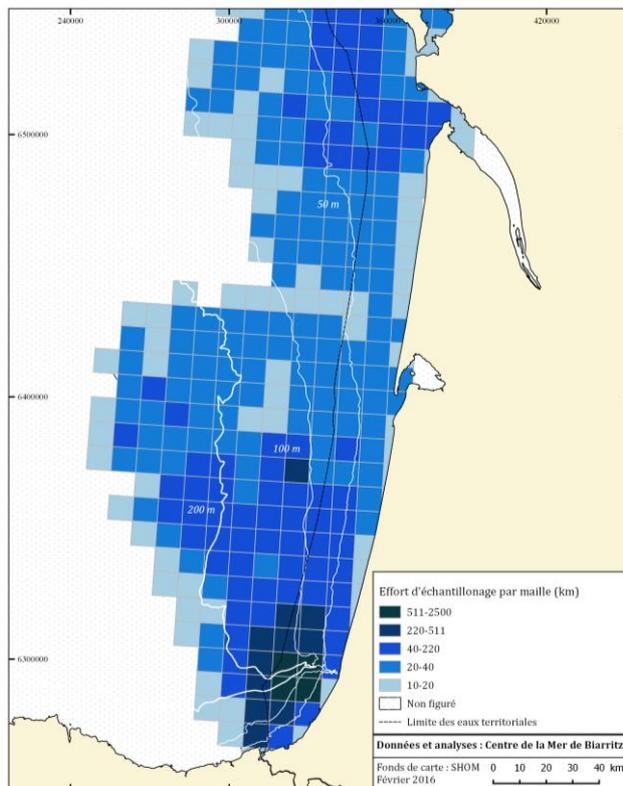
Suivis standardisés en mer des oiseaux marins et cétacés. Les embarquements mensuels ont lieu sur des vedettes des garde-côtes ici l'« Aramis » A713.

▲ Analyse des données

La base de données est gérée et exploitée sous le logiciel Statistical Analysis System (SAS). La structure informatique évolutive des fichiers permet en cas de besoin d'intégrer toute nouvelle information non prévue initialement. L'enregistrement logique de la base informatique est la minute d'observation en mer, qu'il y ait eu ou non un contact avec une espèce ou qu'un phénomène particulier ait été signalé ou non par l'observateur. À chaque enregistrement logique sont systématiquement associées : les coordonnées géographiques, la date, l'heure et la minute, ainsi que les conditions d'observations.

La période analysée dans le présent rapport s'échelonne entre 2003 et 2015, ce qui correspond à plus de 37 209 enregistrements standardisés dans le secteur d'étude, répartis sur les 12 mois de l'année. Au total, la base de données complète dépasse les 170 000

enregistrements. Ces informations portent sur près de 50 espèces d'oiseaux et une dizaine de cétacés. L'effort d'échantillonnage à l'échelle de l'ancienne côte Aquitaine est présenté ci-après.

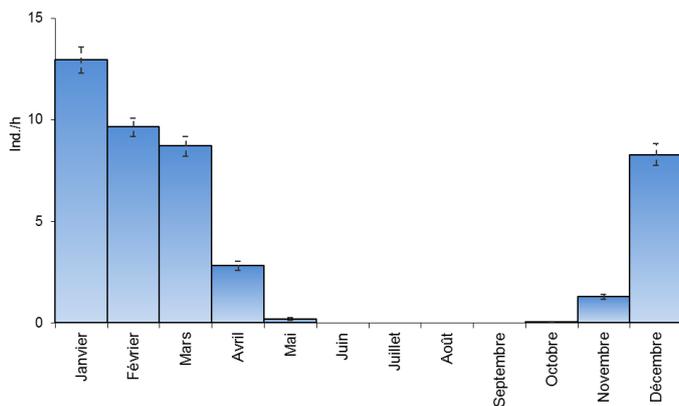


Nombre de kilomètres échantillonnés dans chaque maille (2003-2015). Les mailles font 5 milles nautiques de côté (Source : Milon & Castège, 2016).

Le débat entre abondance relative et abondance / effectif absolu est bien documenté (Seber, 1982 ; Borchers *et al.*, 2002 ; Royle & Dorazio, 2008). Dans notre cas, il s'agit d'un milieu largement ouvert et d'espèces migratrices très mobiles, l'utilisation de l'abondance relative est classiquement recommandée pour mesurer les tendances de ces populations (Evans & Hammond, 2004). Ainsi, nous utiliserons l'abondance relative (nombre moyen d'individu par unité d'effort) lors de nos analyses.

▲ Traitements statistiques et cartographiques

La phénologie des espèces se traduit sous la forme d'un calendrier mensuel, exprimé en nombre moyen d'individu par heure de prospection. L'évolution de l'abondance est accompagnée d'une barre d'erreur standard indiquant la variabilité des effectifs. Les données utilisées ne tiennent pas compte des observations effectuées en présence d'autres navires.



À gauche : exemple d'une évolution de l'abondance d'une espèce au fil des mois (janvier à décembre), exprimée en nombre moyen d'individus par heure. Les barres verticales représentent l'erreur standard.

À droite : Les observations effectuées en présence d'autres navires sont éliminées pour éviter les phénomènes d'attraction artificiels.

L'évolution de l'abondance au cours du temps est analysée dans « l'aire fréquentée par une espèce (AFE) » qui est propre à chaque espèce. L'AFE se compose de toutes les mailles géographiques pour lesquelles l'espèce a été observée au moins une fois dans la période d'années considérées et à la saison du cycle annuel choisie. Elle se limite naturellement à la surface prospectée sur le terrain.

Les cartes présentées sont réalisées sous le logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) QGIS 2.8.3 « Wien » selon une projection en WGS84, les données étant sélectionnées et traitées au préalable sous le logiciel SAS suivant la procédure décrite ci-dessous.

Étape n°1 : sélection des observations

Au préalable, seules les observations effectuées sur les Vedettes des garde-côtes (Douane françaises, Affaires maritimes, Marine Nationale et Gendarmerie Nationale) et dans des conditions standardisées sont conservées. Selon la biologie de l'espèce, certaines données d'observations effectuées en présence d'autres navires (notamment en action de pêche) sont éliminées afin d'éviter les effets d'attraction et de concentration artificielle d'abondance (Powers, 1982 ; Tasker *et al.*, 1984 ; Briggs *et al.*, 1985 ; Garthe & Hüppop, 1994 ; Hyrenbach, 2001 ; Spear *et al.*, 2004).

Étape n°2 : regroupement des données par mailles géographiques carrées

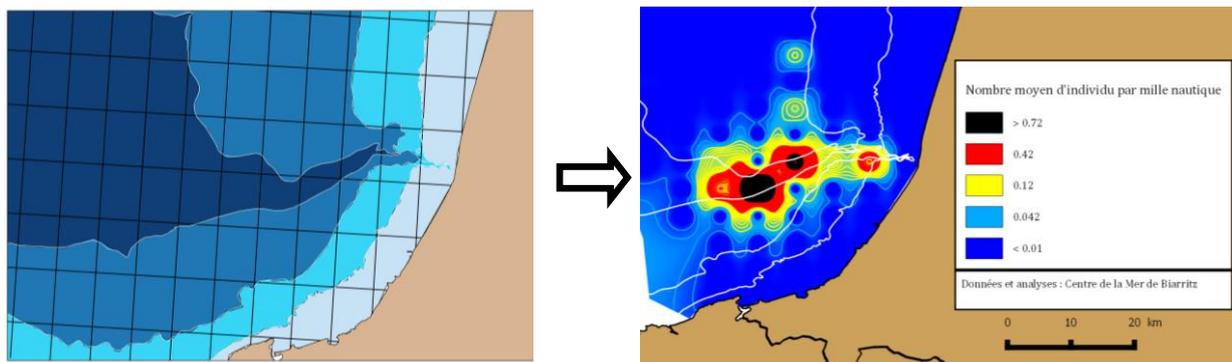
Les données ponctuelles de départ sont regroupées par mailles géographiques carrées de 3 milles nautiques de côté (soit une surface de 30,87 km²). Après regroupement des données, les mailles n'ayant pas été suffisamment prospectées (une seule visite, soit moins de 11 minutes d'observation compte tenu de la vitesse moyenne des navires) et/ou présentant une variabilité de l'abondance trop importante (écart-type/nombre moyen d'individu > 10) sont éliminées. Ainsi, seuls sont représentés les phénomènes réguliers et non pas occasionnels.

Ces critères de sélection ne sont pas appliqués pour les espèces pour lesquelles les observations dans les conditions standardisées en mer sont peu nombreuses et pour les goélands présentant des comportements fortement grégaires.

Étape n°3 : Interpolation

Les données sont ensuite interpolées selon la technique IDW (Pondération Inverse à la Distance) afin de proposer une répartition la plus exacte et réaliste possible des différentes espèces. L'interpolation spatiale en géostatistique consiste à reconstruire les valeurs d'une variable régionalisée sur un domaine à partir d'échantillons connus en un nombre limité de points. La technique de l'interpolation s'appuie donc sur des échantillons connus.

Des courbes d'isovaleurs présentant les mêmes classes d'abondances que l'interpolation ont été ajoutées à intervalles réguliers pour renforcer le visuel des cartes. Les isobathes figurées correspondent aux profondeurs de 50, 100 et 200 mètres (plateau continental).



Méthodologie cartographique : les données sont regroupées par mailles carrées de 3 milles nautiques puis interpolées (interpolation en deux dimensions par la technique IDW de pondération inverse à la distance).

Les zones indiquées « non figurées » sont soit non prospectées, soit éliminées pour une espèce donnée par les différents filtres exposés ci-dessus (présence de navires, maille avec une trop forte variabilité de l'abondance et/ou un temps de prospection insuffisant)

Les bornes numériques des classes d'abondance figurées sur les cartes sont basées sur l'algorithme de Ward (variance intra classe minimale et variance inter classes maximale). Les mailles d'abondance non nulle sont regroupées en le plus petit nombre possible de classes rendant compte du plus fort taux d'inertie des valeurs brutes de départ (afin de perdre le moins d'informations possibles). Les classes d'abondance varient donc selon les espèces, toutefois nous essayons de conserver les mêmes bornes d'une publication à l'autre afin de faciliter la compréhension et les comparaisons.

Les espèces n'utilisent pas le sud du golfe de Gascogne au même moment du cycle annuel. Ainsi, les analyses et cartographies sont réalisées pour les mois de présence de l'espèce dans

le secteur d'étude. Ce découpage s'effectue à l'aide des calendriers saisonniers d'abondance des espèces ainsi que sur des critères biologiques du cycle annuel (reproduction, dispersion, migration, hivernage...) propres à chacune d'elles.

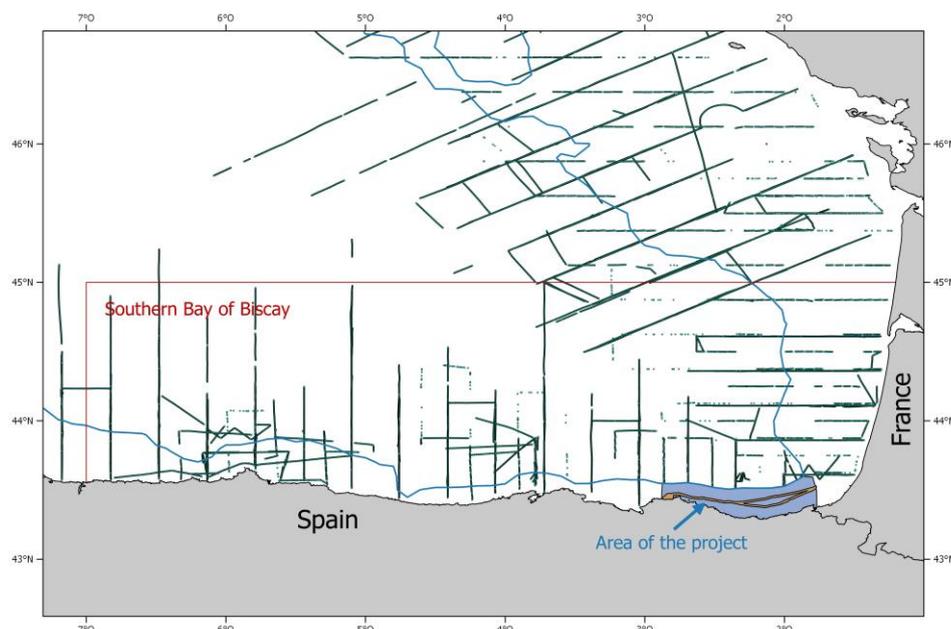
En complément, une analyse des habitats préférentiels au travers de la bathymétrie est proposée selon un découpage en trois principales zones : côtières (profondeur < 50 m), le plateau continental (de 50 à 200 m), et le talus continental (profondeur > 200 m).

b) Partie espagnole : les campagnes de l'Azti

▲ Campagnes océanographiques

L'Azti conduit deux campagnes océanographiques principales, l'une au printemps (BIOMAN, 2016-2018 en mai), et l'autre en automne (JUVENA, 2012-2017 en septembre). Ces deux campagnes couvrent le golfe de Gascogne et tiennent compte des mammifères marins et des oiseaux marins depuis 2012. Ainsi, un ou deux observateurs selon les campagnes, embarquent sur le *R/V Ramón Margalef*. Ils observent à l'œil nu afin de détecter des prédateurs supérieurs, puis de les identifier à l'aide de jumelles binoculaires (10X42) selon la technique du *Distance sampling*.

Au début de chaque période d'observation, une liste de données environnementales est complétée. Par la suite, l'heure, les espèces, les effectifs, l'angle d'observation (en relation avec la vitesse du vecteur) et le comportement de chaque espèce sont notés.



Effort d'échantillonnage des campagnes océanographiques BIOMAN et JUVENA menés par l'Azti Tecnalia et localisation de l'aire d'étude sur le pays basque espagnol.

▲ Traitement des données

Pour chaque période d'observation, la distance parcourue en mille nautique est estimée en fonction des coordonnées géographiques correspondantes (sous le logiciel R). Le nombre d'individus observé pour chaque espèce durant chaque période est ajoutée dans le programme afin d'obtenir un nombre d'individu par distance parcourue. Cet indice a été calculé pour chaque espèce analysée, pour les deux périodes (automne et printemps) et chaque année. Au final les abondances proposées correspondent donc à des effectifs moyens par mille nautique.

Le nombre d'observateur varie en fonction des deux campagnes, entre un et deux observateurs. De ce fait, le rayon d'observation varie de 90 à 180°. Afin d'obtenir des données comparables un filtre a été utilisé pour ne retenir qu'un champ d'observation de 90° sur l'ensemble des données.

En parallèle, les habitats préférentiels de chaque espèce dans la zone d'étude sont caractérisés d'après le modèle ETOPO1 (Amante & Eakins, 2009). Ce modèle développé par le National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) se base sur le relief global de la surface de la Terre selon un arc d'une minute intégrant la topographie terrestre et la bathymétrie des océans. Ces données sont disponibles sur <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/etopo180.html>. Chaque coordonnée géographique prospectée est associée à une profondeur afin de pouvoir relier chaque espèce à un habitat.

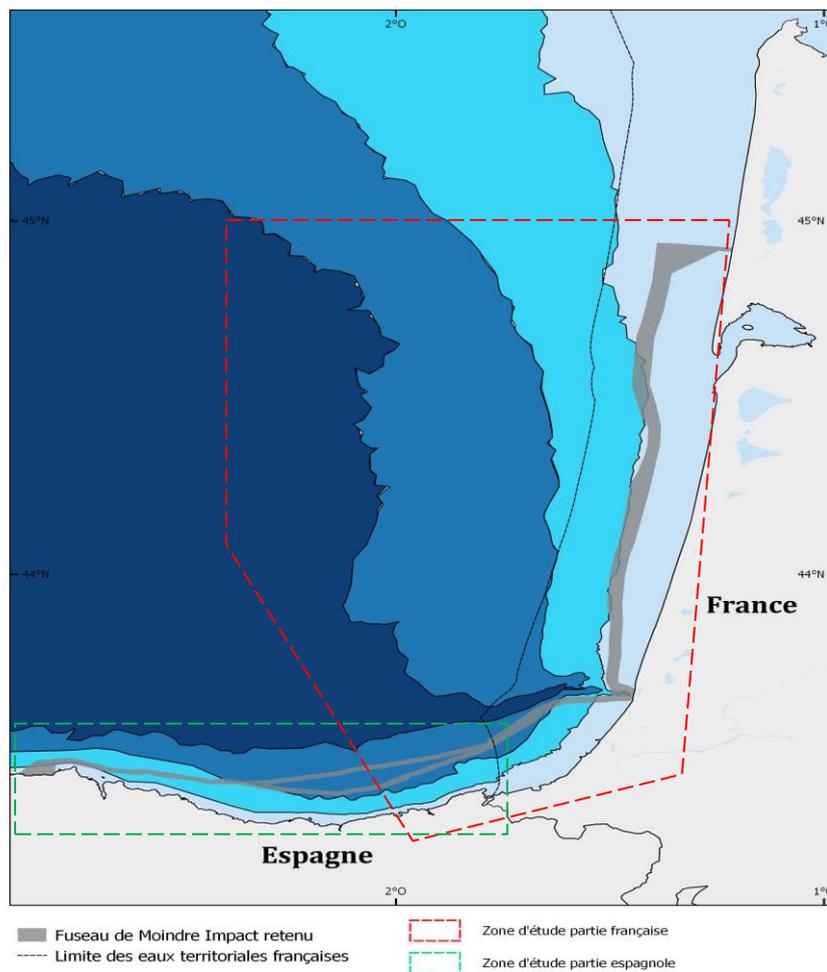


Type de vedette utilisée pour les campagnes océanographiques de l'Azti Tecnalia : R/V Ramón

La zone d'étude côté espagnol est plus restreinte et l'espacement de chaque transect peut ainsi conduire à une absence ou un manque d'observation qui n'est pas forcément révélateur de la réelle présence des espèces localement.

c) Zone d'étude retenue

Les oiseaux marins et les cétacés sont des espèces migratrices hautement mobiles. Ainsi, notre analyse ne peut se cloisonner au tracé seul du câble au risque d'omettre des secteurs d'importance proches. Nous proposons ainsi la zone d'étude représentée sur la carte ci-dessous.



Zone d'étude retenue pour les analyses. En rouge la zone d'étude partie française (suivis en mer du Centre de la Mer de Biarritz), en vert la zone d'étude partie espagnole (campagnes océanographique d'AZTI Tecnalia).

Diversité spécifique en mammifères et oiseaux marins



Dans cette partie, nous présentons les listes les plus exhaustives possibles des espèces d'oiseaux marins, de cétacés, pinnipèdes, tortues marines et des principaux chiroptères présents dans le secteur d'étude franco-espagnol. En plus des suivis en mer menés par le Centre de la Mer de Biarritz et l'Azti Tecnalia, d'autres sources de données ont été utilisées (voir p.9).

1. Les mammifères marins et tortues marines

a) *Diversité spécifique*

Au total, 26 espèces de cétacés ont été recensées dans la bibliographie ou lors des suivis en mer franco-espagnol dans le secteur d'étude, plus 5 espèces de phoques et 4 espèces de tortues marines (voir [tableau 1](#)). Huit espèces (23%) sont considérées comme communes : Dauphin commun (*Delphinus delphis*), Grand dauphin (*Tursiops truncatus*), Globicéphale noir (*Globicephala melas*), Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), Dauphin de Risso (*Grampus griseus*), Grand cachalot (*Physeter macrocephalus*), Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) et Marsouin commun (*Phocoena phocoena*). Toutes seront analysées par la suite, à l'exception du Dauphin de Risso, dont les observations ne sont pas assez nombreuses.

La moitié des espèces sont rares (51%) et certaines sont même peu observées en dehors des échouages à cause de leur caractère très discret (par exemple le Grand cachalot nain, *Kogia sima*). Parmi ces espèces rares figurent les emblématiques Baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*) et Baleine franche (*Eubalaena glacialis*) ou encore l'Orque épaulard (*Orcinus orca*). Enfin, 26% des espèces sont jugées occasionnelles, parmi lesquelles le Rorqual à museau pointu (*Balaenoptera acutorostrata*) qui sera analysé par la suite.

Au final, 9 espèces de mammifères marins (les plus communes ainsi que le Petit Rorqual et l'Orque) seront analysées plus en détail dans la suite de l'étude.



À gauche, le Phoque gris (*Halichoerus grypus*), espèce occasionnelle observée dans le secteur d'étude et à droite la Baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*), une espèce rare.

Famille	Nom latin	Nom	Occurrence
<i>Balaenidae</i>	<i>Eubalaena glacialis</i>	Baleine franche	Rare
<i>Balaenopteridae</i>	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Rorqual à museau pointu	Occasionnelle
	<i>Balaenoptera borealis</i>	Rorqual boréal	Occasionnelle
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Baleine bleue	Rare
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	Commune
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleine à bosse	Rare
<i>Cheloniidae</i>	<i>Caretta caretta</i>	Tortue Caouanne	Occasionnelle
	<i>Chelonia mydas</i>	Tortue verte	Rare
	<i>Lepidochelys kempii</i>	Tortue de Kemp	Rare
<i>Delphinidae</i>	<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	Commune
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Globicéphale tropical	Rare
	<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	Commune
	<i>Grampus griseus</i>	Dauphin de Risso	Commune
	<i>Lagenorhynchus acutus</i>	Lagénorhynque à flancs blancs	Rare
	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	Lagénorhynque à bec blanc	Rare
	<i>Orcinus orca</i>	Orque	Rare
	<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	Commune
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Pseudorque	Rare
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Commune
	<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Commune
<i>Dermochelyidae</i>	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortue Luth	Occasionnelle
<i>Phocidae</i>	<i>Cystophora cristata</i>	Phoque à capuchon	Rare
	<i>Halichoerus grypus</i>	Phoque gris	Occasionnelle
	<i>Pagophilus groenlandicus</i>	Phoque du Groenland	Rare
	<i>Phoca vitulina</i>	Phoque veau marin	Occasionnelle
	<i>Pusa hispida</i>	Phoque annelé	Rare
<i>Physeteridae</i>	<i>Kogia breviceps</i>	Grand cachalot pygmée	Occasionnelle
	<i>Kogia sima</i>	Grand cachalot nain	Rare
	<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	Commune
<i>Ziphiidae</i>	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	Hypérodon boréal	Occasionnelle
	<i>Mesoplodon bidens</i>	Mésoplodon de Sowerby	Rare
	<i>Mesoplodon densirostris</i>	Mésoplodon de Blainville	Rare
	<i>Mesoplodon europaeus</i>	Mésoplodon de Gervais	Rare
	<i>Mesoplodon mirus</i>	Baleine à bec de True	Rare
	<i>Ziphius cavirostris</i>	Baleine à bec de Cuvier	Occasionnelle

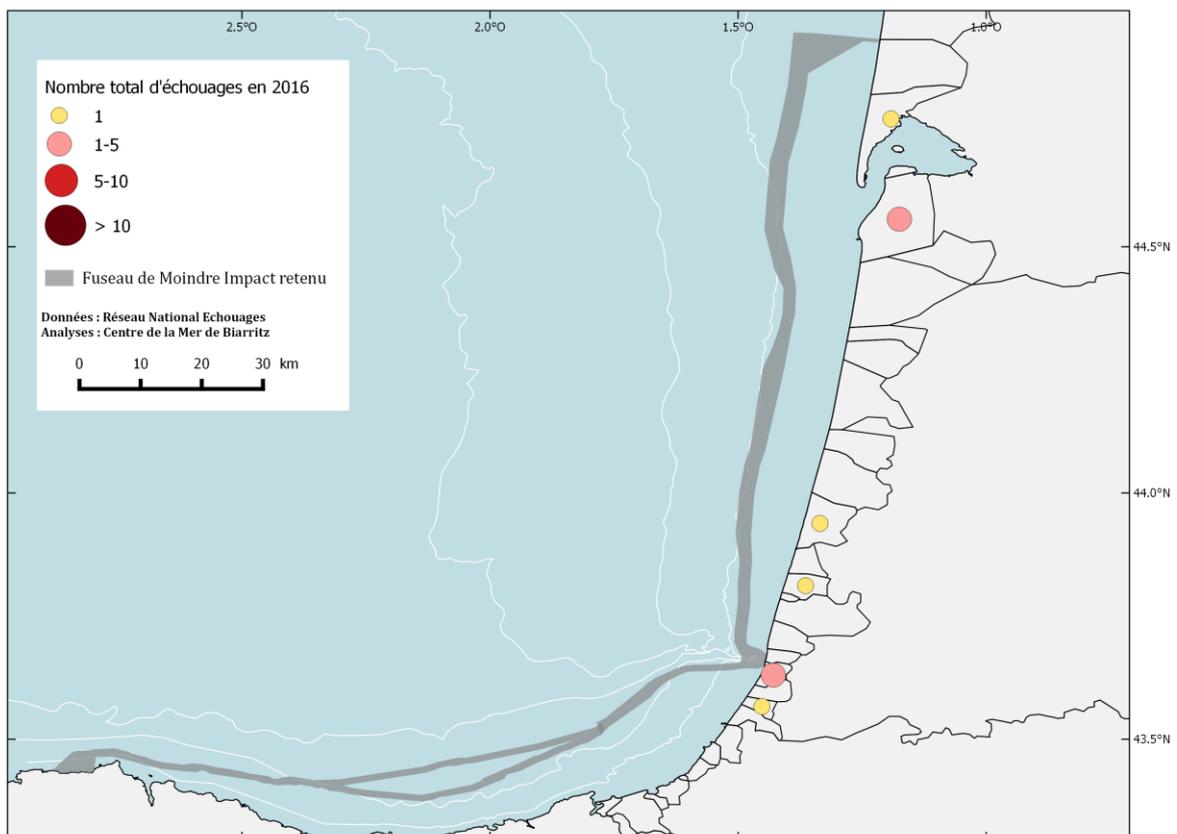
Tableau 1 : Liste et occurrence des espèces de mammifères marins et tortues marines présentes dans le secteur d'étude franco-espagnol. Les espèces sélectionnées pour la poursuite de l'étude sont figurées en gras.

b) Phoques et tortues marines

Cinq espèces de phoques fréquentent le secteur d'étude : le Phoque gris (*Halichoerus grypus*), le Phoque veau-marin (*Phoca vitulina*), le Phoque à capuchon (*Cystophora cristata*), le Phoque annelé (*Pusa hispida*) et le Phoque du Groenland (*Pagophilus groenlandicus*). Les observations en mer sont rares mais ces espèces sont recensées au travers de leurs échouages sur nos côtes.

Néanmoins, seul le Phoque gris est réellement régulier dans le secteur, ainsi que, dans une moindre mesure, le Phoque veau-marin (quelques observations sur le banc d'Arguin ; Ruys & Soulier, 2013). Deux échouages de Phoque du Groenland ont été reportés, dont le dernier en date à Biscarosse en 2010 (Ruys & Soulier, 2013) et moins d'une dizaine en ce qui concerne le Phoque à capuchon.

Environ la moitié des échouages de phoques sur les côtes de l'ancienne Aquitaine ont ensuite donné lieu à des relâchés en mer. En effet, certains membres partenaires du Réseau National Échouages (RNE) sont agréés centre de soin et peuvent s'occuper des phoques et tortues échoués afin de les soigner pour ensuite les relâcher dans le milieu naturel. L' Aquarium de Biarritz, partenaire du programme ERMMA, est ainsi le référent en phoques pour le sud de la Nouvelle-Aquitaine.



Localisation des échouages de Phoques gris (*Halichoerus grypus*) en 2016.

Il n'existe aucune population permanente ou colonie de Phoques gris en Nouvelle-Aquitaine, mais des jeunes sont fréquemment retrouvés échoués vivants sur nos plages chaque année. En général ce concerne moins d'une dizaine d'individus sur toute la façade régionale, à l'exception d'années particulières, notamment lors de l'hiver 2013-2014 où près d'une soixantaine de Phoques gris se sont échoués sur nos côtes. Au Pays Basque espagnol, quelques observations de Phoque gris et de Phoque annelé sont à rapporter (Laria *et al.*, 2001).



Deux espèces de phoque qui fréquentent le sud du golfe de Gascogne : à gauche le Phoque gris (*Halichoerus grypus*) et à droite le Phoque veau-marin (*Phoca vitulina*).

Toutes ces espèces de phoques sont réglementées sous diverses conventions internationales et la Directive « Habitats-Faune-Flore ». Certaines sont menacées au niveau mondial, comme le Phoque à capuchon (« vulnérable »).

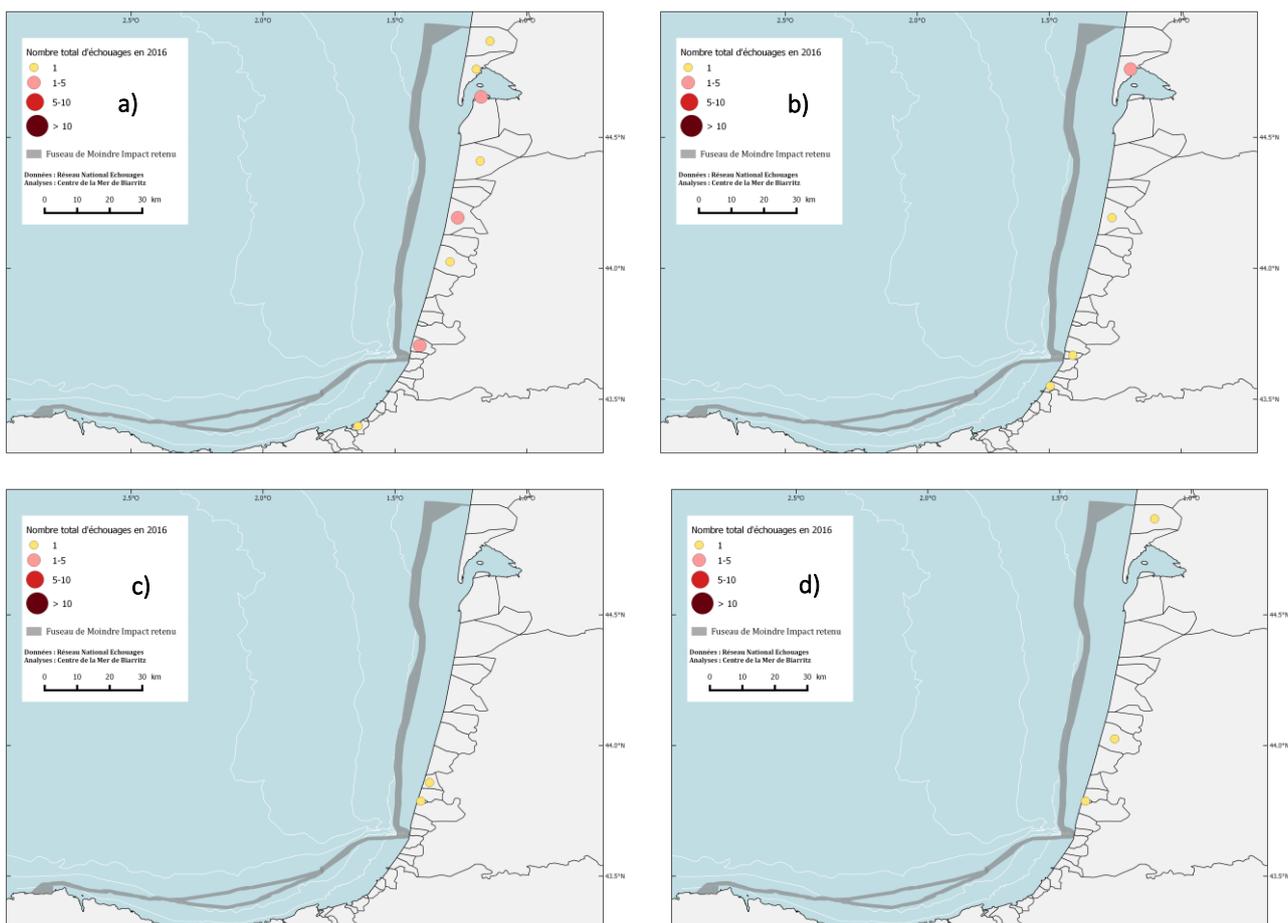
Espèce		Convention Européenne		Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Nom latin	Nom vernaculaire	Berne	Bonn	Habitat	France Arrêté du 01/07/2011	Espagne	France	Espagne
<i>Cystophora cristata</i>	Phoque à capuchon	Annexe III		Annexe V	✓	/	NA	/
<i>Halichoerus grypus</i>	Phoque gris	Annexe III	Annexe II	Annexes II et V	✓	/	NT	NA
<i>Pagophilus groenlandicus</i>	Phoque du Groenland	Annexe III		Annexe V	✓	/	NA	/
<i>Phoca vitulina</i>	Phoque veau-marin	Annexe III	Annexe II	Annexes II et V	✓	/	NT	/
<i>Pusa hispida</i>	Phoque annelé	Annexe III		Annexe V	✓	/	NA	/

Tableau 2 : Statuts de protection et de réglementation des cinq espèces de phoques qui fréquentent le sud du golfe de Gascogne.

Quatre espèces de tortues marines sont susceptibles de fréquenter le secteur d'étude : la Tortue Luth (*Dermochelys coriacea*), la Tortue Caouanne (*Caretta caretta*), la Tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*) et la Tortue verte (*Chelonia mydas*).

La Tortue Caouanne est régulièrement signalée sur les côtes du golfe de Gascogne où elle est surtout observée dans le sud qui équivaut à notre secteur d'étude (67% des échouages ; Lescure & de Massary, 2012). Il s'agit de la tortue marine la plus commune dans les échouages. La présence de la Tortue Luth est aussi avérée en Nouvelle-Aquitaine au travers d'observations en mer et d'échouages (Berroneau, 2014). Entre 1988 et 2012, 29% des échouages de Tortues Luth en France avaient lieu entre l'estuaire de la Gironde et la frontière espagnole (Berroneau, 2014).

Enfin, quelques échouages de Tortue de Kemp et de Tortue verte peuvent avoir lieu sur notre littoral (Berroneau, 2014). Globalement, les échouages et les observations en mer de tortues semblent en augmentation depuis les dernières années (Dell'Amico *et al.*, 2017).



Localisation des échouages de tortues en 2016 (source des données : Réseau National Échouages et Dell'Amico *et al.*, 2017) : a) Tortue Caouanne (*Caretta caretta*) ; b) Tortue luth (*Dermochelys coriacea*) ; c) Tortue verte (*Chelonia mydas*) ; d) Tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*).

Ces quatre espèces de tortues marines sont toutes réglementées au travers de plusieurs conventions internationales. À l'échelle mondiale, toutes ces tortues sont menacées : statut « critique » (Tortue de Kemp), « en danger » (Tortue verte) ou « vulnérable » (Tortue Luth et Tortue Caouanne).

Espèce		Convention Européenne				Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Nom latin	Nom vernaculaire	Berne	Bonn	CITES	OSPAR	Habitat	France Arrêté du 14/10/2005	Espagne Décret royal 139/2011	France	Espagne
<i>Caretta caretta</i>	Tortue Caouanne	Annexe II	Annexe I et II	Annexe A	Annexe V	Annexe II, IV	✓	✓ (VU)	DD	EN
<i>Chelonia mydas</i>	Tortue verte	Annexe II	Annexe I et II	Annexe A		Annexe II, IV	✓	✓	NA	EN
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortue Luth	Annexe II	Annexe I et II	Annexe A	Annexe V	Annexe IV	✓	✓	DD	CR
<i>Lepidochelys kempii</i>	Tortue de Kemp	Annexe II	Annexe I et II	Annexe A		Annexe IV	✓	✓	DD	DD

Tableau 3 : Statuts de protection et de réglementation des quatre espèces de tortues marines qui fréquentent le sud du golfe de Gascogne.



Deux espèces de tortues marines qui fréquentent le sud du golfe de Gascogne : à gauche la Tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*) et à droite la Tortue Caouanne (*Caretta caretta*).

Espèce		Présence sur la zone d'étude			Convention Européenne		Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Nom latin	Nom vernaculaire	Littoral aquitain	Littoral espagnol	Activité littorale/marine	Berne	Bonn	Habitat	France Arrêté du 23/04/2007	Espagne Décret royal 139/2011	France	Espagne
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	✓		●	Annexe II	Annexe II	Annexe II, IV	✓	✓	LC	NT
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	✓	✓	●●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	LC	/
<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi	✓		/	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	LC	NT
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreibers	✓	✓	●●	Annexe II	Annexe II	Annexe II, IV	✓	✓	VU	VU
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	✓	✓	●●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	LC	/
<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées	✓	✓	●	Annexe II	Annexe II	Annexe II, IV	✓	✓	LC	VU
<i>Myotis myotis</i>	Grand murin		✓	●	Annexe II	Annexe II	Annexe II, IV	✓	✓	LC	VU
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	✓	✓	●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	LC	NT
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grand noctule	✓		●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	DD	VU
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	✓	✓	●●●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	NT	NT
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	✓		●●●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	NT	VU
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Khul	✓	✓	●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	LC	/
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	✓		●●●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	NT	NT
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	✓	✓	●●	Annexe III	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	LC	/
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	✓	✓	●●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	LC	/
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard gris	✓	✓	●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	LC	NT
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard roux	✓	✓	●●	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	LC	NT
<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe euryale		✓		Annexe II	Annexe II	Annexe II, IV	✓	✓	NT	VU
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand rhinolophe	✓	✓	●	Annexe II	Annexe II	Annexe II, IV	✓	✓	NT	VU
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit rhinolophe	✓	✓	●	Annexe II	Annexe II	Annexe II, IV	✓	✓	LC	NT
<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni	✓		/	Annexe II	Annexe II	Annexe IV	✓	✓	LC	NT

Tableau 4 : Liste des espèces de chiroptères présentes sur le littoral aquitain et/ou basque espagnol, statuts de protection et de réglementation. Le degré de l'activité sur le littoral ou en pleine mer connu est également figuré, d'après Le Campion, 2010. ● : espèce avec des déplacements côtiers ou une présence en pleine mer faibles ; ●● : espèce avec des déplacements côtiers ou une présence en pleine mer réguliers ; ●●● : espèce avec des déplacements côtiers ou une présence en pleine mer réguliers et importants.

c) Chiroptères

La France métropolitaine abrite 34 espèces de chiroptères sur les 1 200 répertoriées dans le monde, dont 26 sur le territoire de la Nouvelle-Aquitaine (Ruys & Bernard, 2014) et 35 en Espagne (Palomo *et al.*, 2007). Les chiroptères sont les seuls mammifères à pratiquer le vol battu, se déplaçant quotidiennement pour rejoindre leurs gîtes ou leurs territoires de chasse. Certaines espèces, migratrices, volent sur de plus longues périodes au cours de leur cycle de vie.

Les chiroptères sont des animaux protégés et réglementés par des conventions européennes, la Directive « Habitats-Faune-Flore » et des textes nationaux aussi bien en France qu'en Espagne. De plus, un certain nombre de ces espèces sont menacées (d'après les listes rouges nationales).

Le développement d'énergies marines renouvelables off-shore a conduit plusieurs équipes de scientifiques à se pencher sur la présence des chiroptères sur le littoral. Bien que le nombre d'études consacrées à ce sujet demeure pour l'instant assez restreint, il apparaît que les chauves-souris fréquentent la côte, et pour certaines, même les eaux littorales. Il s'agit la plupart du temps de déplacements en lien avec une activité de chasse en zone littorale ou marine, mais certaines espèces effectuent également des migrations régionales saisonnières, voire des migrations longues distances, qui peuvent les conduire à se déplacer en suivant les côtes ou en traversant de vastes étendues marines (Le Campion, 2010). Celles-ci se déroulent en fin d'été pour gagner les aires d'hivernage et au printemps pour gagner les aires de mises-bas, selon un axe Nord-Est / Sud-Ouest. Cela implique pour ces espèces migratrices de longer les côtes ou bien de traverser des espaces marins plus ou moins étendus (Hutterer *et al.*, 2005 ; Kurvits *et al.*, 2011).

Le tableau 4 synthétise les 21 espèces qui fréquentent majoritairement et qui pourraient être concernées par le fuseau de moindre impact. D'après l'étude de Le Campion (2010), l'utilisation du littoral et/ou de la pleine mer par certaines espèces est renseignée.

Les affinités maritimes de ces espèces doivent être mises en lien avec les connaissances locales des populations de chiroptères observées/détectées sur les littoraux concernés par le projet, afin de pouvoir envisager une éventuelle sensibilité du peuplement à la mise en place de ce projet.

2. Les oiseaux marins

a) *Diversité spécifique*

Au total, 68 espèces d'oiseaux marins et canards marins ont été trouvés dans la bibliographie dans le secteur d'étude (Tableau 5). Un tiers de ces espèces est néanmoins considéré comme très rare. Ces espèces ne seront donc pas traitées, par exemple le Mergule nain (*Alle alle*), la Mouette de Ross (*Rhodostethia rosea*) ou encore la Sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*).

Près de 35% des espèces (soit un nombre de 24) sont abondantes ou communes dans le secteur. Toutes ces espèces seront analysées par la suite.

Dans les autres catégories se trouvent des espèces dites peu communes (15%) et rares (21%). Certains de ces oiseaux marins sont néanmoins régulièrement contactés dans le cadre de nos suivis en mer (le Fulmar boréal, *Fulmarus glacialis*) et certains revêtent un intérêt patrimonial communautaire en étant listés dans l'Annexe I de la Directive Oiseaux (Océanite cul-blanc, *Hydrobates leucorhous*, plongeurs...) et seront donc analysés également.

D'après les suivis en mer menés par le Centre de la Mer de Biarritz et l'Azti, les espèces les plus abondantes rencontrées en mer sont le Fou de Bassan (*Morus bassanus*), le Guillemot de Troïl (*Uria aalge*), le Goéland leucophée (*Larus michahellis*), l'Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*), le Puffin majeur (*Ardenna gravis*) ou encore le Grand labbe (*Catharacta skua*).

Au total, 36 espèces parmi les plus communes ou avec de forts enjeux environnementaux sont retenues pour l'étude de vulnérabilité au projet d'interconnexion.



À gauche, la Sterne de Dougall (*Sterna dougallii*), espèce très rare dans le secteur d'étude et à droite le Fou de Bassan (*Morus bassanus*), une espèce très commune.

Famille	Nom latin	Nom	Occurrence
Alcidae	<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	Commune
	<i>Alle alle</i>	Mergule nain	Très rare
	<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	Rare
	<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troil	Commune
Anatidae	<i>Melanitta fusca</i>	Macreuse brune	Rare
	<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	Commune
	<i>Somateria mollissima</i>	Eider à duvet	Rare
Gaviidae	<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	Peu commune
	<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	Peu commune
	<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	Peu commune
Laridae	<i>Chlidonias hybrida</i>	Guifette moustac	Rare
	<i>Chlidonias leucopterus</i>	Guifette leucoptère	Très rare
	<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	Peu commune
	<i>Chroicocephalus genei</i>	Goéland railleur	Très rare
	<i>Chroicocephalus philadelphia</i>	Mouette de Bonaparte	Très rare
	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	Commune
	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Sterne hansel	Très rare
	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	Peu commune
	<i>Hydroprogne caspia</i>	Sterne Caspienne	Rare
	<i>Ichthyaeetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Commune
	<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	Peu commune
	<i>Larus atricilla</i>	Mouette atricille	Très rare
	<i>Larus audouinii</i>	Goéland d'Audouin	Très rare
	<i>Larus cachinnans</i>	Goéland pontique	Rare
	<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	Peu commune
	<i>Larus delawarensis</i>	Goéland à bec cerclé	Rare
	<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	Abondante
	<i>Larus glaucooides</i>	Goéland à ailes blanches	Rare
	<i>Larus hyperboreus</i>	Goéland bourgmestre	Rare
	<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	Peu commune
	<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucopnée	Abondante
	<i>Larus pipixcan</i>	Mouette de Franklin	Très rare
	<i>Larus smithsonianus</i>	Goéland d'Amérique	Très rare
	<i>Onychoprion anaethetus</i>	Sterne bridée	Très rare
	<i>Onychoprion fuscatus</i>	Sterne fuligineuse	Très rare
	<i>Pagophila eburnea</i>	Mouette blanche	Très rare
	<i>Rhodostethia rosea</i>	Mouette de Ross	Très rare
	<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	Commune
	<i>Sterna dougallii</i>	Sterne de Dougall	Très rare
	<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	Commune
<i>Sterna paradisaea</i>	Sterne arctique	Rare	

	<i>Sternula albifrons</i>	Sterne naine	Peu commune
	<i>Thalasseus bengalensis</i>	Sterne voyageuse	Très rare
	<i>Thalasseus elegans</i>	Sterne élégante	Très rare
	<i>Thalasseus maximus</i>	Sterne royale	Très rare
	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	Commune
	<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine	Commune
<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	Abondante
	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	Abondante
<i>Procellariidae</i>	<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	Commune
	<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	Abondante
	<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré	Abondante
	<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	Abondante
	<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	Rare
	<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite cul-blanc	Rare
	<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	Abondante
	<i>Oceanites oceanicus</i>	Océanite de Wilson	Très rare
	<i>Oceanodroma castro</i>	Océanite de Castro	Rare
	<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	Abondante
	<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	Abondante
<i>Scolopaciidae</i>	<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	Peu commune
	<i>Phalaropus lobatus</i>	Phalarope à bec étroit	Rare
	<i>Steganopus tricolor</i>	Phalarope de Wilson	Très rare
<i>Stercorariidae</i>	<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	Commune
	<i>Stercorarius longicaudus</i>	Labbe à longue queue	Très rare
	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	Commune
	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin	Commune
<i>Sulidae</i>	<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	Abondante

Tableau 5 : Liste et occurrence des espèces d'oiseaux marins présentes dans le secteur d'étude franco-espagnol. Les espèces sélectionnées pour la poursuite de l'étude sont figurées en gras.



À gauche, le Puffin majeur (*Ardenna gravis*) et à droite la Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*), deux espèces communes dans le secteur.

b) Colonies de reproduction

Une dizaine d'espèces d'oiseaux marins se reproduisent sur le littoral qui borde le fuseau de moindre impact (Garaita *et al.*, 2006 ; Fernández & Gurrutxaga, 2007 ; Arizaga *et al.*, 2009 ; Molina, 2009 ; MAGRAMA, 2012b ; Galarza, 2013, 2015 ; Castège, 2015 ; Cazaban & Castège, 2015 ; Feigné, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d ; Le Noc, 2015 ; Milon & Castège, 2015 ; Nadé, 2015 ; Castège *et al.*, 2016), que ce soit en France (Gironde, Landes, Pyrénées-Atlantiques) ou en Espagne (Gipuzkoa, Bizkaia).

Espèce	Nom latin	Colonies sur le littoral espagnol	Colonies sur le littoral français
Cormoran huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	✓	✓
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>		✓
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	✓	✓
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>		✓
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	✓	✓
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	✓	✓
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	✓	
Océanite tempête	<i>Hydrobates pelagicus</i>	✓	(✓)
Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis</i>		✓
Sterne naine	<i>Sternula albifrons</i>		(✓)

Tableau 6 : Synthèse des principales espèces d'oiseaux marins qui se reproduisent sur le littoral de la zone d'étude dans le secteur d'étude. Les parenthèses indiquent que la reproduction est exceptionnelle ou irrégulière.

Parmi ces espèces reproductrices, certaines nichent sur des falaises ou des îlots inaccessibles (Océanite tempête, Cormoran huppé, Goéland leucophée) tandis que d'autres sont localisées dans des secteurs reconnus, tel le banc d'Arguin et le bassin d'Arcachon (Sterne caugek) ou encore sur des sites anthropiques (ville, centrale...).

Le banc d'Arguin est la plus grosse colonie du secteur d'étude avec plus de 2 500 couples de Sterne caugek (Le Noc, 2015), une cinquantaine de couples de Mouette rieuse (Nadé, 2015) et quelques dizaines d'autres couples de goélands (Goéland leucophée, Goéland argenté, Goéland brun et Goéland marin). Hormis ce site, les autres colonies n'accueillent que quelques dizaines ou centaines de couples et sont disséminées le long de la côte basque. Deux principales colonies sont connues sur la côte basque française : Hendaye et Biarritz où le Goéland leucophée, le Cormoran huppé et autrefois l'Océanite tempête nichaient. Les

effectifs restent néanmoins assez faibles au regard de la population nationale (environ 130 nids pour le Goéland leucophée ; Milon & Castège, 2015).

En Espagne en revanche, de nombreuses petites à moyennes colonies de ces trois espèces sont dispersées sur les deux provinces du Gipuzkoa et de Bizkaia. L'île d'Izaro à Bermeo accueillait plus d'un millier de Goéland leucophée au début des années 2000 (Arizaga *et al.*, 2009) et constituerait encore à l'heure actuelle la colonie la plus importante de l'espèce dans le secteur d'étude.

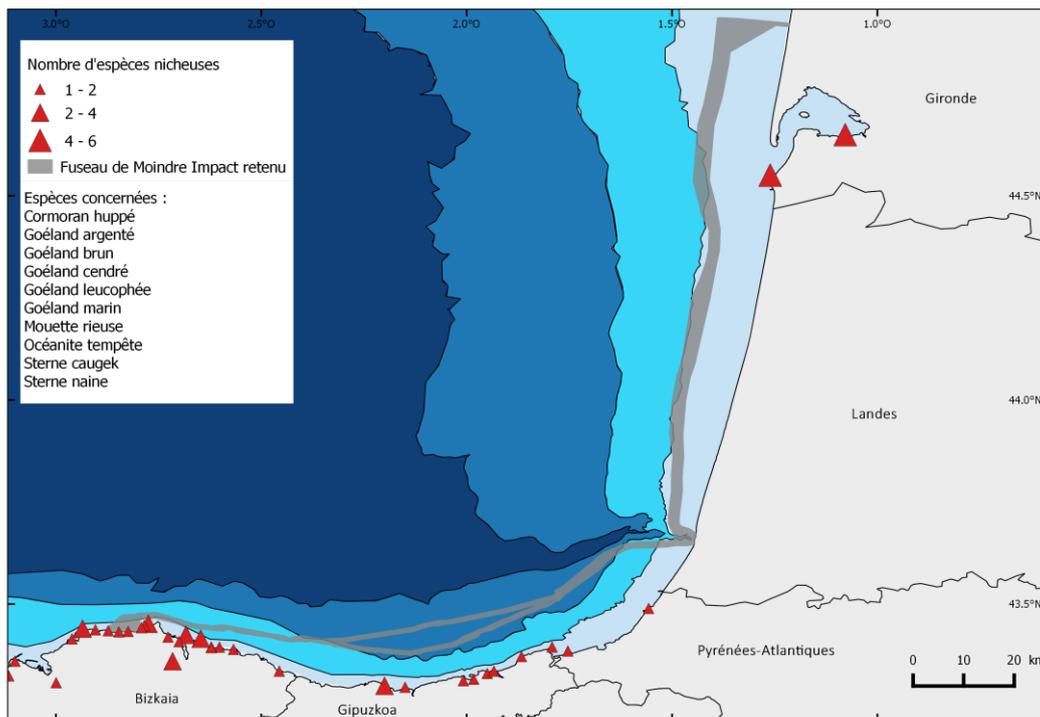


Le Goéland leucophée (*Larus michahellis*) à gauche et la Sterne caugek (*Thalasseus sandvicensis*) à droite sont les deux espèces reproductrices les plus abondantes dans le secteur d'étude.

Si les effectifs ne sont pas très importants, certaines espèces revêtent par contre des enjeux de conservation élevés, à l'image de l'Océanite tempête et de la Sterne caugek, listées à l'annexe I de la Directive Oiseaux. Ainsi, la perturbation créée par l'installation du câble sous-marin en mer peut perturber ces espèces, en particulier si des travaux ont lieu durant la période de reproduction.

Outre le dérangement lié à l'installation en mer, qui peut forcer des individus à déplacer leur aire de recherche de nourriture, la principale source d'inquiétude concerne les zones d'atterrages et en particulier celles en Espagne, puisque pour la partie françaises, celle-ci se situe à plusieurs dizaines de kilomètres du banc d'Arguin.

En Espagne, le fuseau de moindre impact retenu va être relié à terre sur une zone où trois colonies de reproduction de Goéland leucophée et de Cormoran huppé sont identifiées : Punta Andiño, Punta Artay et la centrale nucléaire de Lemoitz. Ces sites sont mineurs en termes d'effectifs nicheurs, bien que 12 couples de Cormoran huppé se reproduiraient tout de même à Punta Andiño.



Carte synthétique présentant les principales colonies de reproduction connues dans le secteur d'étude. La taille du symbole indique la présence d'une ou plusieurs espèces nicheuses sur le même site.

Il apparaît donc important de bien tenir compte de la présence de ces colonies à proximité ou directement dans le fuseau actuel lors du raccordement à la terre.

c) Les oiseaux migrateurs terrestres

Lors de leurs déplacements saisonniers, certaines espèces d'oiseaux terrestres sont confrontées à la traversée de larges étendues d'eau telles qui représentent une barrière géographique majeure dans leur migration. Le littoral néo-aquitain est situé sur un axe de migration important pour les passereaux. Des sites de suivis comme la pointe du cap Ferret, qui referme le bassin d'Arcachon, concentre plusieurs centaines de milliers de migrateurs qui contournent le bassin (Dupuy, 2018). C'est le cas de l'Alouette des champs avec près de 6 000 oiseaux comptés et du Pipit farlouse avec 20 000 oiseaux par automne. À cela, s'ajoutent d'autres espèces comme le Pinson des arbres (*Fringilla coelebs* ; 200 000 individus), l'Étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris* ; 30 000 individus) ou l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica* ; 15 000 individus). Au printemps, la pointe de Grave concentre également des centaines de milliers de migrateurs en direction du nord avant la traversée de l'estuaire de la Gironde. Le cortège d'espèce est sensiblement le même qu'au cap Ferret (Dupuy, 2018).

La migration peut être diurne comme chez les fringillidés, les hirondelles et l'étourneau, mais la majorité des espèces migrent de nuit (fauvettes, pouillots, grives, alouettes, pipits). Les deux espèces majoritaires relevées lors des suivis en mer sont l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) et le Pipit farlouse (*Anthus pratensis*). Ces deux espèces sont des migrateurs abondants en Europe occidentale et plus particulièrement dans le sud-ouest de la France.

Une partie des migrateurs longent la côte atlantique puis coupent à travers le golfe de Gascogne pour rejoindre les côtes basques espagnoles. Au nord du bassin d'Arcachon, les distances sont trop importantes pour que ces migrateurs envisagent la traversée en pleine mer. Les deux périodes cruciales de migration où les abondances relevées sont les plus importantes se situent vers mars-avril puis octobre-novembre.

La présence de navires et structures en mer peut permettre à des passereaux de se reposer lors de cette migration périlleuse. Néanmoins, la nuit, les migrateurs nocturnes peuvent être attirés, et donc détournés, de leur axe migratoire par la lumière générée par les activités nocturnes des navires.



Les oiseaux terrestres font parfois des haltes sur les navires pour se reposer lors de leur migration périlleuse à travers le golfe de Gascogne.
Ici une Bergeronnette grise (*Motacilla alba*).

Indice de vulnérabilité et hiérarchisation des enjeux



1. Indice de vulnérabilité

a) *Méthodologie*

Afin de mieux appréhender les impacts potentiels du projet d'interconnexion France-Espagne et notamment de l'implantation des câbles sous-marins sur la mégafaune marine du secteur, un indice de vulnérabilité adapté localement a été développé. Plusieurs indices de vulnérabilité sont d'ores et déjà utilisés, notamment pour évaluer les impacts des énergies marines renouvelables (par exemple Garthe & Hüppop, 2004 ; Furness *et al.*, 2012).

À partir de la bibliographie existante, 11 critères ont donc été définis pour la construction de l'indice de vulnérabilité local sur la base de deux volets : une note de conservation et une note de vulnérabilité spécifique au projet d'interconnexion. Ces critères sont applicables aux espèces qui fréquentent aussi bien la partie française qu'espagnole du projet.

Note finale espèce i = note de conservation (A) x Σ note des critères de vulnérabilité (B)
--

Les critères utilisés sont détaillés ci-dessous. Dans les cas où des données bibliographiques fiables n'étaient pas disponibles, nous avons utilisé des estimations d'après les espèces les plus proches (la mention « estimation » sera notée).

Chaque critère a été appliqué pour chacune des 45 espèces sélectionnées. Les détails sont présentés en annexe (I à XI) accompagnés de la bibliographie utilisée.

L'indice de vulnérabilité sera établi selon le classement suivant (d'après Furness *et al.*, 2012) :

Note finale	Valeur de l'indice	Vulnérabilité
< 100	1	Très faible
101-200	2	Faible
201-300	3	Modérée
> 300	4	Forte

Ainsi, les espèces sont hiérarchisées en fonction de leur vulnérabilité au projet.

Les critères utilisés et l'attribution des notes sont synthétisés dans le tableau 7 pour les critères de conservation et le tableau 8 pour ceux de vulnérabilité.

	Critères	Détail de la note
Critères pour la note de conservation (A)	Statuts européens	<p>1 = Autres espèces</p> <p>3 = espèce migratrices DO//Annexe IV DHFF</p> <p>4 = espèces OSPAR (si pas Annexe I DO ou Annexe II DHFF)</p> <p>5 = Annexe I DO // Annexe II DHFF</p>
	Statut liste rouge de France et d'Espagne	<p>1 = NA ou DD</p> <p>2 = LC</p> <p>3 = NT</p> <p>4 = VU</p> <p>5 = CR ou EN</p>
	Taux de survie des adultes	<p>1 < 0,75</p> <p>2 = 0,75-0,79</p> <p>3 = 0,80-0,849</p> <p>4 = 0,85-0,899</p> <p>5 > 0,9</p>
	Proportion de la population européenne présente en France et en Espagne (migrateur)	<p>1 < 1% ou DD</p> <p>2 = 1-4%</p> <p>3 = 5-9%</p> <p>4 = 10-19%</p> <p>5 > 20%</p>

Tableau 7 : Liste des critères utilisés pour calculer la note de conservation (A) et détail du classement.

DO : Directive Oiseaux ; DHFF : Directive Habitats, Faune, Flore ; NA : Non applicable ; DD : Données insuffisantes ; LC : Préoccupation mineure ; NT : Quasi-menacé ; VU : Vulnérable ; EN : en danger ; CR : en danger critique

	Critères	Détail de la notation
Critères pour la note de vulnérabilité au dispositif (B)	Profondeur moyenne de plongée	<p>1 < 1 m</p> <p>2 = 2-4 m</p> <p>3 = 5-20 m</p> <p>4 = 20-30 m</p> <p>5 > 30 m</p>
	Pourcentage d'alimentation benthique	<p>1 > 5%</p> <p>2 = 5-20%</p> <p>3 = 20-40%</p> <p>4 = 40-70%</p> <p>5 = 70-100%</p>
	Risques liés aux champs électromagnétiques	<p>0 = pas de risques avérés</p> <p>1 = risques potentiels</p>
	Dérangement des structures et des travaux	<p>1 = Très faible dérangement</p> <p>2 = Faible dérangement</p> <p>3 = Moyen dérangement</p> <p>4 = Moyen à modéré dérangement</p> <p>5 = Dérangement fort</p>
	Dérangement au trafic nautique	<p>1 = Peu ou pas de réponse, attraction</p> <p>2 = Léger évitement</p> <p>3 = Faible à modéré</p> <p>4 = Modéré</p> <p>5 = Fort</p>
	Amplitude de recherche de nourriture	<p>1 > 90 km</p> <p>2 = 20-90 km</p> <p>3 = 10-20 km</p> <p>4 = 5-10 km</p> <p>5 < 5 km</p>
	Spécialisation de l'habitat	<p>1 = Large habitat pour la recherche de nourriture</p> <p>2 = Légère spécialisation</p> <p>3 = Spécialisation moyenne</p> <p>4 = Spécialisation marquée</p> <p>5 = Se nourrit sur des habitats très spécifiques</p>

Tableau 8 : Liste des critères utilisés pour calculer la note de vulnérabilité (B) et détail du classement.

b) Critères de conservation (A)

Quatre critères ont été utilisés afin de définir le statut de conservation des différentes espèces. Des ajustements ont été nécessaires pour l'adapter aux enjeux locaux.

▲ Statuts Européens

La Directive Oiseaux (2009/147/CE) est une mesure prise par l'Union Européenne afin de promouvoir la protection et la gestion des populations d'espèces d'oiseaux sauvages du territoire européen. Les espèces mentionnées à l'Annexe I font l'objet de mesures de conservation spéciales concernant leur habitat, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans leur aire de distribution. Ces espèces présentent donc des enjeux de conservation les plus élevés et sont susceptibles de justifier la mise en place de Zone de Protection Spéciale (Natura 2000, Aire Marine Protégée).

La Directive Habitats, Faune, Flore (92/43/CEE) est une mesure de l'Union Européenne concernant la conservation des habitats naturels ainsi que des espèces de la faune et de la flore sauvages. Les espèces dites d'intérêt communautaire sont listées en priorité dans l'Annexe II pour les plus vulnérables (éligibles pour la désignation de Zones Spéciales de Conservation), puis en Annexe IV. Les cétacés sont concernés par cette directive.

En outre, les espèces listées au titre de la convention OSPAR (Oslo-Paris) ont également été intégrées dans ce critère. Cette convention s'intéresse tout particulièrement à la protection du milieu marin de l'Atlantique nord-est.

L'attribution des notes est la suivante :

Statut Européen	Note
Autres espèces	1
Espèce migratrice (DO) // Espèce Annexe II DHFF	3
Espèce listée dans la convention OSPAR	4
Espèce listée dans l'Annexe I DO // Espèce listée dans l'Annexe II DHFF	5

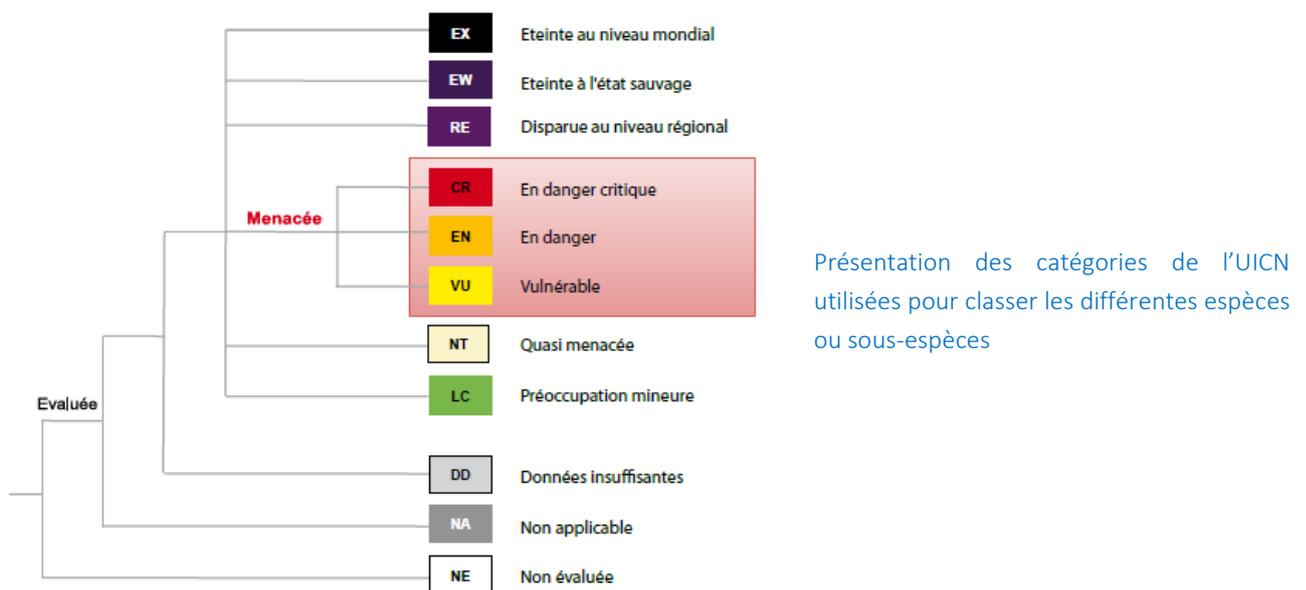
DO : Directive Oiseaux ; DHFF : Directive Habitats, Faune, Flore

▲ Statuts Liste Rouge nationaux

La Liste rouge de l'UICN (Union International pour la Conservation de la Nature) constitue l'inventaire mondial le plus complet de l'état de conservation global des espèces végétales et animales. Cette liste rouge est également adaptée à une échelle nationale sur laquelle se base notre indice de vulnérabilité. Les 11 catégories de classification de l'UICN sont présentées ci-

dessous. Dans cette étude, nous tenons uniquement compte des statuts migrateurs (hivernants ou de passage) pour les oiseaux marins.

Cette liste rouge est déclinée au niveau national, ainsi l'Espagne possède également sa propre hiérarchisation sur son territoire. Les deux statuts français et espagnol sont renseignés. En cas de différence entre les deux pays, le principe de précaution l'emporte : le statut le plus fort en termes de conservation sera retenu pour la note finale.



L'attribution des notes est la suivante :

Statut de la Liste Rouge nationale	Note
Non applicable (NA), non évaluée (NE) ou données insuffisantes (DD)	1
Préoccupation mineure (LC)	2
Quasi menacé (NT)	3
Vulnérable (VU)	4
En danger (EN) ou en danger critique (CR)	5

▲ Taux de survie des adultes

Les données bibliographiques sur les taux de survie des adultes sont prises en compte pour le calcul de l'indice pour caractériser la sensibilité des espèces à une éventuelle augmentation de la mortalité. Les espèces dotées d'un faible taux de survie des adultes auront tendance à

être moins vulnérables à des causes de mortalité supplémentaires que des espèces qui ont une survie annuelle élevée (Garthe & Hüppop, 2004).

Le taux de survie peut différer en fonction des aires géographiques, toutefois le manque de données fiables disponibles peut parfois nous obliger à nous appuyer sur des études effectuées hors Atlantique Nord-Est.

L'attribution des notes est la suivante :

Taux de survie des adultes	Note
< 0,749	1
0,75 - 0,799	2
0,8 - 0,849	3
0,85 - 0,899	4
> 0,9	5

▲ Proportion de la population européenne présente sur le territoire

La responsabilité de chaque pays vis-à-vis des populations européennes est traitée au travers de ce critère. Les données utilisées concernent uniquement les populations migratrices, puisque sur le secteur étudié, la proportion des quelques espèces d'oiseaux nicheurs est considérée comme non représentative. À l'inverse, la prise en compte des nicheurs autre qu'en région Nouvelle-Aquitaine pour la France ou que les provinces Gipuzkoa et Bizkaia en Espagne ne serait pas caractéristique des enjeux locaux.

Pour les oiseaux marins, le calcul du critère se base sur la proportion de la population migratrice sur la population européenne connue. Pour les mammifères marins, les principales données sont issues des suivis SCANS et CODA (Hammond *et al.*, 2009, 2013) et tiennent donc compte de la part des populations du secteur Sud du golfe du Gascogne en fonction de la population de l'Atlantique Nord-Est.

Les classes (voir ci-dessous) sont identiques à celles utilisées par Furness et ses collaborateurs (2012). Dans les cas où les données fiables sont insuffisantes, nous avons choisi d'accorder la note la plus basse en se basant sur l'hypothèse que ces espèces sont rares ou peu présentes sur notre territoire.

La partie espagnole concernée par cette étude se trouve dans la continuité écologique de la partie française et correspond à des milieux quasiment identiques. Le cas échéant, en l'absence de données plus précises, nous considérons que les notes sur la partie française seront représentatives de l'ensemble du secteur.

L'attribution des notes est la suivante :

Proportion de la population européenne présente en France et en Espagne	Note
< 1%	1
1-4%	2
5-9%	3
10-19%	4
> 20%	5

Le tableau 9 synthétise les notes de conservation (A) obtenues pour chacune des espèces étudiées (classées par ordre alphabétique d'après le nom latin). Les notes de conservation s'échelonnent de 9 à 18-20 pour les espèces aux enjeux de conservation les plus importants (Puffin de Scopoli, Puffin des Baléares, Plongeon imbrin).

Nom latin	Nom vernaculaire	Statuts européens	Liste rouge	Survie des adultes	Part de la population hivernante nationale	Note conservation (A)
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	3	1	5	1	10
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	3	1	4	1	9
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	3	1	5	1	10
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	3	4	5	2	14
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	3	4	5	3	15
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré	3	4	5	1	13
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	5	5	5	5	20
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	3	2	4	1	10
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	5	5	4	1	15
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	3	2	4	4	13
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	3	2	5	5	15
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	3	1	5	1	10
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	3	1	5	1	10
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	5	1	4	1	11
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	5	4	4	5	18
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	5	1	3	2	11
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	3	2	5	2	12
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite cul-blanc	5	1	4	1	11
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	5	4	3	1	13
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	5	2	3	1	11
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	5	1	3	3	12
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	3	1	4	3	11
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	3	2	4	3	12
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	4	2	5	5	16
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	3	2	5	3	13

<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	3	1	4	5	13
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	3	2	2	4	11
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	3	1	5	1	10
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	3	1	5	1	10
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	3	5	3	2	13
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	3	2	4	4	13
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	3	1	4	2	10
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	5	4	4	1	14
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	3	4	4	5	16
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	5	5	3	5	18
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	3	5	4	1	13
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	4	4	3	1	12
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	3	2	5	5	15
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	3	2	3	1	9
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin	3	2	3	1	9
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	5	3	4	1	13
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	5	3	4	1	13
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	5	2	5	5	17
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troil	3	5	5	1	14
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine	3	1	4	5	13

Tableau 9 : Synthèse des notes de conservation (A). Les espèces sont listées par ordre alphabétique (nom latin).

c) Critères de vulnérabilité au projet d'interconnexion (B)

▲ Profondeur moyenne de plongée

En plus des mammifères marins, certains oiseaux marins sont capables de plonger à des profondeurs où les câbles seront enfouis. Un risque de perturbation lors de l'installation puis lors du fonctionnement est donc envisagé. La note de ce critère se base sur la profondeur de plongée moyenne, mais tient aussi compte, lorsque cela s'avère pertinent, des profondeurs maximales recensées.

L'attribution des notes est la suivante :

Profondeur moyenne de plongée	Note
< 1 m	1
2-4 m	2
5-20 m	3
20-30 m	4
> 30 m	5

▲ Pourcentage d'alimentation benthique

Les oiseaux marins et cétacés qui se nourrissent de poissons et crustacés benthiques sont plus susceptibles d'interagir avec les câbles lors de leur installation puis lors de la mise en fonction.

L'attribution des notes est la suivante :

Pourcentage d'alimentation benthique	Note
< 5%	1
5-20%	2
20-40%	3
40-70%	4
70-100%	5

▲ Risques liés aux champs électromagnétiques

Les champs électromagnétiques (CEM) sont générés par les câbles entre les génératrices et les boîtes de jonction électriques, par la station de transformation électrique et par les câbles de transport à très haute tension. Le champ magnétique est maximal à la surface du câble et il augmente avec l'intensité du courant transporté. Il décroît rapidement avec la distance au câble et est moins fort lorsque le câble est ensouillé ou recouvert (UICN France, 2014).

Les organismes marins comme certaines espèces d'élaémobranches (poissons cartilagineux), les mammifères marins, les tortues marines et d'autres poissons ont des récepteurs électro ou magnéto-sensibles (Bedore & Kaijura, 2013 ; Gill *et al.*, 2014 ; Putman *et al.*, 2015). L'ajout de champs électromagnétiques dans le milieu marin peut potentiellement altérer la capacité de ces animaux à détecter ou répondre aux signatures magnétiques naturelles. Cela peut impacter leur survie, leur succès reproducteur ou leurs schémas migratoires.

Les études sur les effets à long-terme des CEM sont assez peu développées et les effets sont donc peu connus (voir partie « Effets et impacts »). Nous ne pouvons néanmoins pas négliger cet impact éventuel, c'est pourquoi nous avons décidé de créer spécialement ce critère sur la base de deux notes :

- un facteur nul en l'absence de données concrètes sur les conséquences des CEM sur l'espèce considérée. Cela ne signifie pas que l'espèce ne sera pas impactée, mais qu'à l'heure actuelle, les connaissances sont insuffisantes pour le déterminer avec des preuves scientifiques étayées.
- une note de 1 dans le cas où des effets sont suspectés (espèce connue pour être sensible aux CEM) ou prouvés.

L'attribution des notes est la suivante :

Risques liés aux champs électromagnétiques	Note
Pas de risques avérés	0
Risques potentiels	1

▲ Dérangement des structures et aux travaux

Les oiseaux marins et les cétacés ont des comportements différents face à la présence de structures en mer (plates-formes, exploitations...). Ce comportement repose à la fois sur la réponse générale de l'animal face au dérangement et aussi à sa perception des risques que représentent les structures.

Ce critère englobe également toutes les nuisances liées à la phase des travaux, en particulier les impacts sonores.

L'attribution des notes est la suivante :

Dérangement aux structures et aux travaux	Note
Très faible	1
Faible	2
Moyen	3
Moyen à modéré	4
Modéré	5

▲ Dérangement au trafic nautique

Le dérangement généré par l'installation des câbles puis par les opérations ponctuelles d'entretien ou d'intervention doit être également pris en compte. Les oiseaux marins et les cétacés réagissent de diverses manières à la présence de bateaux : attraction, fuite, tolérance, accoutumance...

L'attribution des notes est la suivante :

Dérangement au trafic nautique	Note
Peu ou pas de réponse	1
Léger évitement	2
Evitement faible à modéré	3
Evitement modéré	4
Fort évitement	5

▲ Amplitude de recherche de nourriture

Certaines espèces d'oiseaux marins peuvent parcourir de grandes surfaces à la recherche de nourriture durant leur période de migration tandis que d'autres sont limitées par le besoin de retourner à un dortoir. Les espèces qui ont une amplitude de recherche de nourriture peu étendue seront probablement plus impactées par l'installation des câbles que les espèces capables de parcourir de plus grandes distances.

L'attribution des notes est la suivante :

Amplitude de recherche de nourriture	Note dispositif
> 90 km	1
20-90 km	2
10-20 km	3
5-10 km	4
< 5 km	5

▲ Spécialisation de l'habitat

Les habitats utilisés par les oiseaux marins et les cétacés pour se nourrir peuvent varier en fonction, par exemple, des masses d'eaux, des fronts estuariens et de leur régime alimentaire spécialisé ou généraliste. Plus une espèce va être spécialisée dans sa recherche de nourriture, plus les risques d'être impactée par la présence des câbles et de la perte d'habitat liés à leur enfouissement dans son aire de recherche sont importants.

L'attribution des notes est la suivante :

Spécialisation de l'habitat	Note
Large habitat	1
Légère spécialisation	2
Spécialisation moyenne	3
Spécialisation marquée	4
Se nourrit sur des habitats très spécialisés	5

Le tableau 10 synthétise les notes de vulnérabilité (B) calculées pour l'implantation des câbles sous-marins d'interconnexion électrique. Ces notes s'étalent de 6 jusqu'à 23-24 (Grand cachalot, Macreuse noire, Marsouin commun).

Nom latin	Nom	Profondeur de plongée	Alimentation benthique	Dérangement CEM	Dérangement au trafic nautique	Amplitude de recherche	Spécialisation de l'habitat	Dérangement à des structures et aux travaux	Note vulnérabilité
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	5	2	0	3	3	3	2	18
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	2	1	0	1	1	1	1	7
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	3	1	0	1	1	1	1	8
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	5	1	1	5	1	4	5	22
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	5	1	1	5	1	4	5	22
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré	2	1	0	1	1	1	1	7
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	2	1	0	1	1	1	1	7
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	1	1	0	1	2	2	1	8
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	1	1	0	1	5	1	2	11
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	1	1	0	2	3	2	1	10
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	5	1	1	5	1	3	5	21
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	4	1	0	2	1	3	2	13
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	1	1	0	1	1	1	1	6
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	3	3	0	5	3	4	3	21
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	3	4	0	5	3	3	2	20
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	3	4	0	5	3	4	3	22
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	5	3	1	5	1	4	5	24
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	1	1	0	1	1	1	1	6
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	1	1	0	1	1	1	1	6
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	1	1	0	2	2	3	1	10
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	1	1	0	2	3	2	1	10
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	1	2	0	2	2	1	1	9
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	1	1	0	2	3	2	1	10
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	1	1	0	2	2	1	1	8
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	1	1	0	2	2	2	1	9
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	1	1	0	2	2	1	1	8

<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	3	5	0	5	5	4	2	24
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	3	1	0	2	1	1	2	10
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	5	1	1	5	1	1	5	19
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	4	5	0	4	4	3	2	22
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	4	5	0	4	4	3	2	22
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	1	1	0	1	1	3	1	8
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	5	2	1	5	1	4	5	23
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	5	3	1	5	1	4	5	24
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	3	1	0	1	1	1	1	8
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	3	1	0	1	1	1	1	8
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	1	1	0	2	2	2	1	9
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	5	2	1	5	1	3	5	22
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	1	1	0	1	2	2	1	8
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin	1	1	0	1	2	2	1	8
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	1	1	0	2	4	3	2	13
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	2	1	0	2	3	3	2	13
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	5	1	1	5	1	3	5	21
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troil	5	2	0	3	2	3	1	16
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine	1	1	0	2	1	2	1	8

Tableau 10 : Synthèse des notes de vulnérabilité (B). Les espèces sont listées par ordre alphabétique (nom latin).
CEM : Champ électromagnétique.

2. Hiérarchisation des espèces

Le calcul de la note finale pour chacune des espèces sur la base des notes de conservation (A) et de vulnérabilité (B) nous permet de hiérarchiser les espèces d'oiseaux marins et de cétacés au regard de l'implantation des câbles sous-marins. Cette hiérarchisation est proposée en tableau 11 selon 4 classes de vulnérabilité : très faible, faible, modérée et forte. En résumé, 18% des espèces présentent une vulnérabilité forte au projet d'interconnexion, 16% une vulnérabilité modérée, 40% une faible vulnérabilité et 27% une vulnérabilité très faible.

Tous les mammifères marins ressortent avec des vulnérabilités fortes, sauf le Globicéphale noir (vulnérabilité modérée) et l'Orque épaulard (vulnérabilité faible). Le Grand cachalot est l'espèce la plus sensible parmi toutes, avec un score final de 384. Les mammifères marins sont des espèces qui peuvent plonger à de grandes profondeurs et donc être susceptibles de se rapprocher des câbles sous-marins. Ils sont aussi très sensibles aux impacts sonores et pourraient donc être touchés par les bruits liés à l'installation des câbles, mais surtout au forage au niveau de la tête du Gouf de Capbreton. Enfin, ces animaux modifient leur comportement en présence de navires et seraient donc concernées par les phases d'installation et de maintenance.



Trois espèces présentant une forte vulnérabilité au projet d'interconnexion électrique France-Espagne par le golfe de Gascogne. De gauche à droite : Grand cachalot (*Physeter macrocephalus*), Grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et Plongeon imbrin (*Gavia immer*)

Parmi les oiseaux marins, le Plongeon imbrin ressort en tête avec une vulnérabilité jugée forte au projet. Cette place s'explique par la note de conservation très élevée de cette espèce (18) due à son statut de conservation « vulnérable » en France comme en Espagne et à la forte part de responsabilité de ces deux pays qui accueillent une proportion importante du faible nombre d'individus hivernant en Europe. En outre, le Plongeon imbrin a une alimentation principalement benthique (50%) et est sensible au dérangement causé par les navires.

Les oiseaux marins avec des vulnérabilités modérées sont le Cormoran huppé, le Grand cormoran, la Macreuse noire, les Plongeurs arctique et catmarin et le Guillemot de Troïl. Il s'agit d'espèces plongeuses qui exploitent le substrat benthiques et susceptibles d'entrer en interaction avec les câbles sous-marins ou de perdre en habitat.

Nom latin	Nom	Note finale	Indice global	Vulnérabilité	
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	384	4	Forte	
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	360	4		
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	357	4		
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	330	4		
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	330	4		
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	322	4		
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	315	4		
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	308	4		
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	288	3	Modérée	
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	286	3		
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	286	3		
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	264	3		
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	242	3		
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	231	3		
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troïl	224	3		
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	190	2	Faible	
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	180	2		
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	169	2		
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	169	2		
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	165	2		
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	144	2		
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	140	2		
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	130	2		
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	130	2		
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	128	2		
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	120	2		
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	120	2		
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	117	2		
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	110	2		
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	108	2		
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	104	2		
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	104	2		
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine	104	2		
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	100	1		Très faible
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	99	1		
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré	91	1		
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	80	1		
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	80	1		
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	80	1		
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	78	1		
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	72	1		
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin	72	1		
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite cul-blanc	66	1		
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	63	1		
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	60	1		

Tableau 11 : Hiérarchisation des espèces en fonction de leur vulnérabilité au projet d'interconnexion France-Espagne par le golfe de Gascogne.

3. Fréquentation de la zone d'étude

a) *Fiches espèces*

Une analyse plus poussée de 26 espèces a été réalisée parmi les 45 étudiées au travers de l'indice de vulnérabilité. Le choix des espèces à analyser plus finement s'est basé sur les résultats de la hiérarchisation : toutes les espèces présentant des vulnérabilités fortes à modérées sont incluses, à l'exception du Grand comoran à l'écologie plutôt continentale. Dans un second temps, les espèces les plus régulières ont été ajoutées, sans restriction vis-à-vis de leur vulnérabilité au projet.

Ces analyses prennent en compte la phénologie des espèces (calendrier de présence), la répartition de leurs abondances sous forme de cartes géoréférencées pour la partie française et de tableau d'abondance relative pour la partie espagnole et l'évaluation de leurs habitats préférentiels au travers de la bathymétrie. Ces résultats sont synthétisés sous forme de fiches espèces présentées ci-après, classées en fonction de leur vulnérabilité au projet (de la vulnérabilité la plus forte à la plus faible).

Des cartes illustrant les échouages recensés en 2016 sur les côtes françaises sud Gascogne sont proposées pour les mammifères marins dont les occurrences en mer ne sont pas assez régulières pour la réalisation de cartes d'abondance. Les données des échouages proviennent du dernier bilan du Réseau National Échouages disponible (Dars *et al.*, 2017).

Chaque fiche espèce proposée résume également les statuts de protection européens et nationaux des espèces et rappelle également la vulnérabilité au projet en reprenant le même code couleur que pour la hiérarchisation. Un texte récapitulatif permet enfin de donner les principales caractéristiques de chaque espèce. Ces fiches espèces se veulent donc synthétiques mais complètes.

Grand cachalot

Physeter macrocephalus

Vulnérabilité au projet
Forte



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	CITES	Habitat	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Annexes I, II, Accord ACCOBAMS	Annexe A	Annexe IV	Arrêté du 01/07/2011	Décret royal 139/2011	VU	VU

Écologie de l'espèce

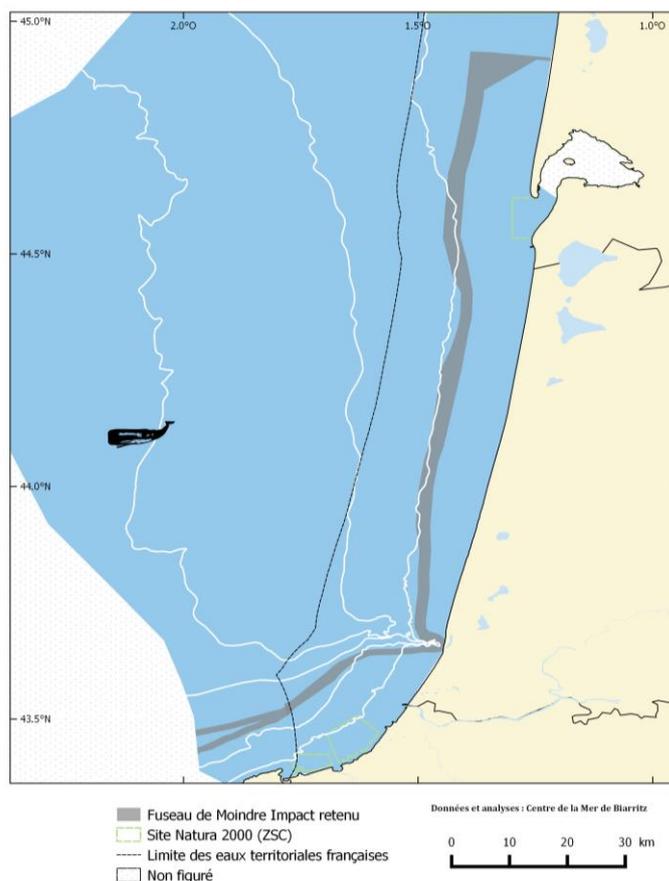
Le Grand cachalot fréquente quasiment toutes les eaux du globe, des pôles à l'équateur. Il est recensé sur toute la façade atlantique métropolitaine, particulièrement aux abords du talus continental. L'espèce est teutophage et s'alimente notamment de calmars de grande taille.

Dans le secteur, le Cachalot est observé dans son habitat préférentiel, à savoir les abords du talus. Les observations des campagnes espagnoles indiquent une présence plus importante en automne à l'échelle de l'ensemble du sud du golfe de Gascogne.

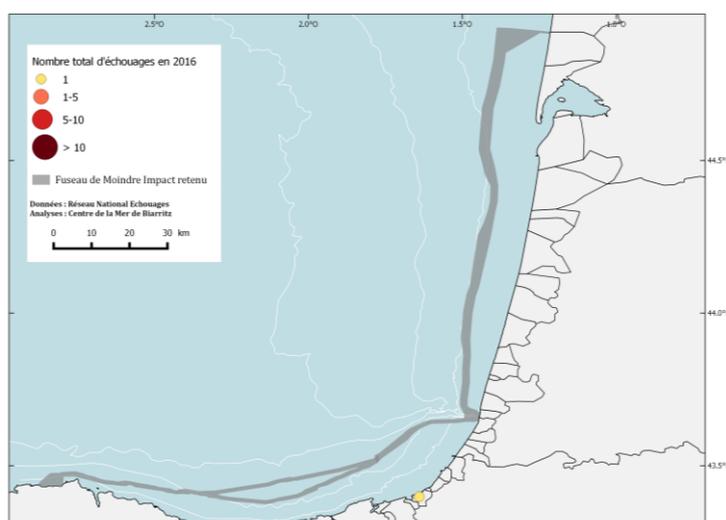
Très peu de Cachalots s'échouent sur nos côtes. En 2016 un unique individu a été retrouvé sur la plage à Saint-Jean-de-Luz (Données Réseau National Échouages).

Le Grand cachalot est une espèce vulnérable aussi bien en France qu'en Espagne. Bien que fréquentant des habitats plus pélagiques que ceux concernés par le projet, une attention devra être portée à cette espèce sensible aux impacts sonores (forage dirigé) mais aussi au dérangement par les navires.

Présence sur la côte française



Échouages en 2016



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	Espèce non analysée	
Automne		

Plongeurs *Gavia sp.*

Vulnérabilité au projet
Forte à modérée



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Annexe II Accords AEWA		Annexe I	Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	VU (<i>G. immer</i>) NA	VU (<i>G. immer</i>) NE

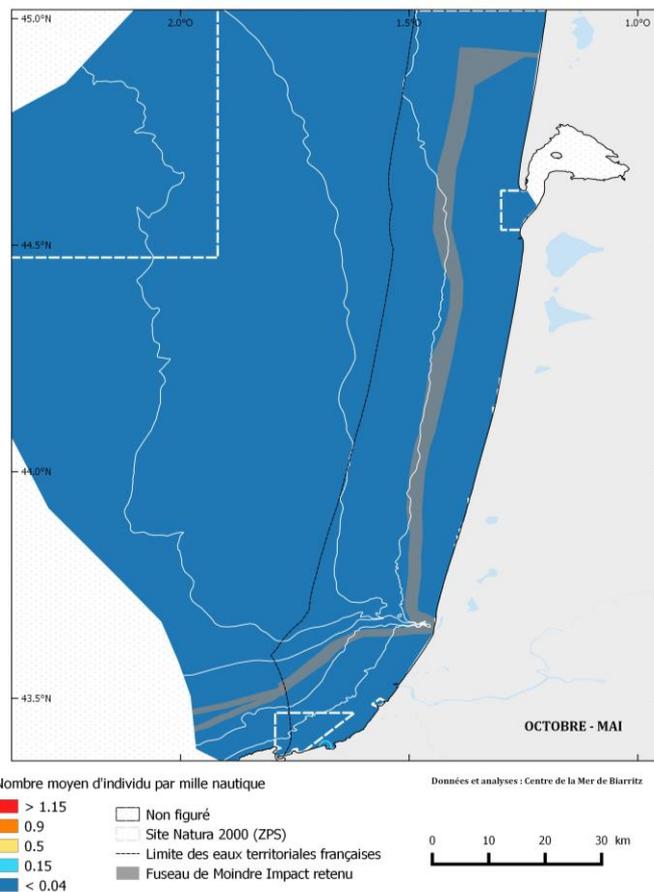
Écologie de l'espèce

Trois espèces de plongeurs fréquentent le golfe de Gascogne : le Plongeur arctique (*Gavia arctica*), le Plongeur catmarin (*Gavia stellata*) et le Plongeur imbrin (*Gavia immer*). Ces taxons sont traités de manière groupée du fait de la difficulté d'identification spécifique lors des campagnes d'observation en mer.

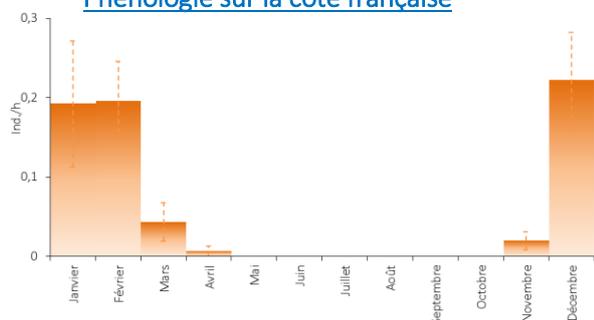
Ces espèces se reproduisent dans des zones paléarctiques (Canada, Groenland, Islande...). Certains individus migrent jusqu'au Portugal et il est donc possible d'en observer quelques-uns dans le sud du golfe de Gascogne entre décembre et février principalement.

Les plongeurs sont des oiseaux très côtiers qui privilégient les eaux calmes et peu profondes comme les baies. Ces espèces sont néanmoins peu présentes dans le secteur, aussi bien en France qu'en Espagne ce qui est supposé limiter leurs interactions avec le projet (espèces plongeurs, côtières, alimentation benthique).

Répartition sur la côte française



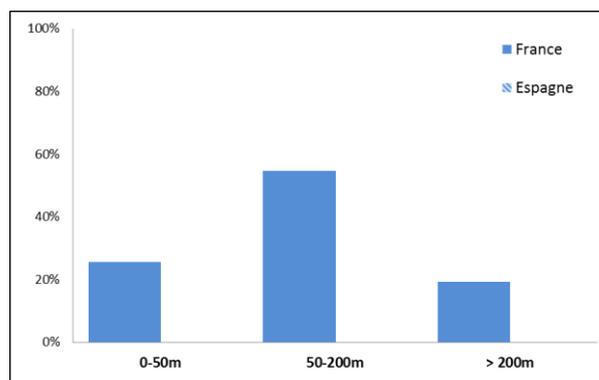
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	Espèces non analysées	
Automne	Espèces non analysées	

Habitats préférentiels



Grand dauphin

Tursiops truncatus

Vulnérabilité au projet
Forte



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	CITES	Habitat	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Accords ASCOBANS ACCOBAMS	Annexe A	Annexes II et IV	Arrêté du 01/07/2011	Décret royal 139/2011	LC	DD

Écologie de l'espèce

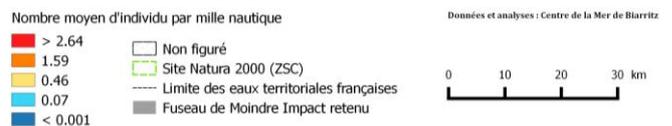
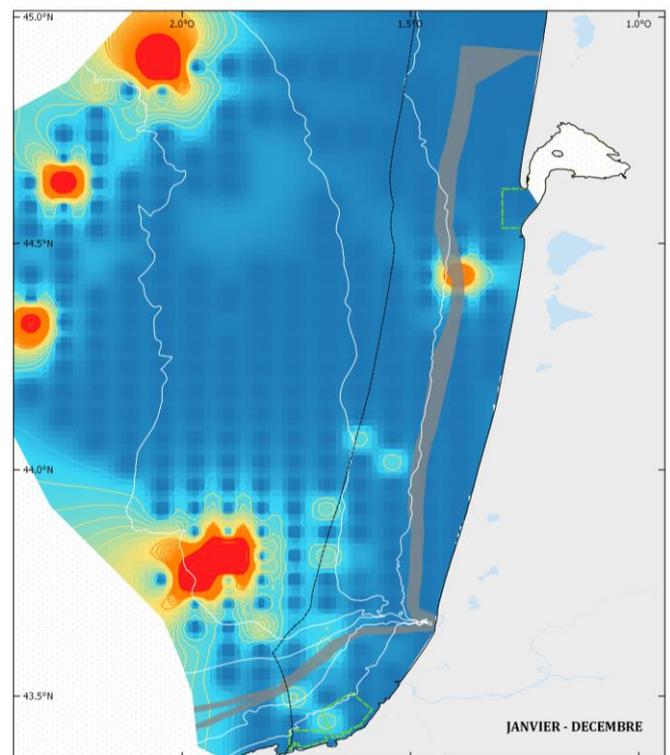
Le Grand dauphin est présent dans l'ensemble des océans de l'équateur jusque dans les hautes latitudes.

Le Grand dauphin est présent toute l'année dans le secteur, avec des pics d'abondance en hiver. De nombreux échouages ont lieu durant cette période hivernale et sont à mettre en relation avec les abondances en mer (Castège *et al.*, 2013).

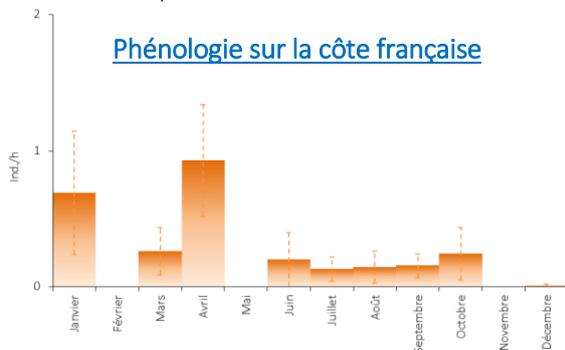
Le Grand dauphin est réparti largement dans le sud du golfe de Gascogne avec des zones de très fortes abondances comme aux abords du Gouf de Capbreton, sur le canyon de cap Ferret ou au large d'Arcachon. Sur la partie française, l'espèce semble davantage fréquenter le plateau continental (profondeur 50-200 m) alors qu'elle se distribue plus dans la zone côtière ou le talus continental pour la partie espagnole.

Le Grand dauphin est une espèce à très forts enjeux de conservation qui risque d'être sensible par le projet (émission de bruit lors du forage dirigé, trafic nautique...). Une attention particulière devra être portée à cette espèce.

Répartition sur la côte française



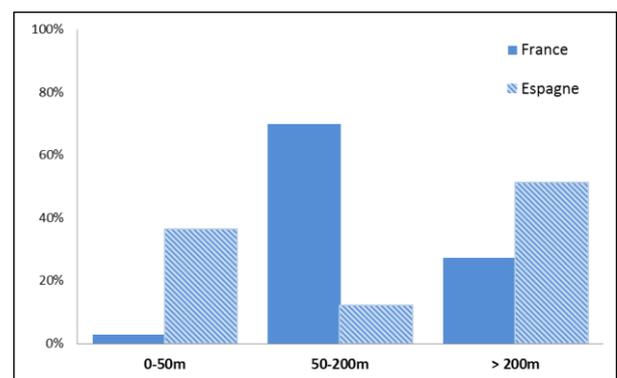
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	2	0,667 ± 3,375

Habitats préférés



Rorqual commun

Balaenoptera physalus

Vulnérabilité au projet
Forte



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	CITES	Habitat	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Annexes I, II Accord ACCOBAMS	Annexe A	Annexe IV	Arrêté du 01/07/2011	Décret royal 139/2011	NT	VU

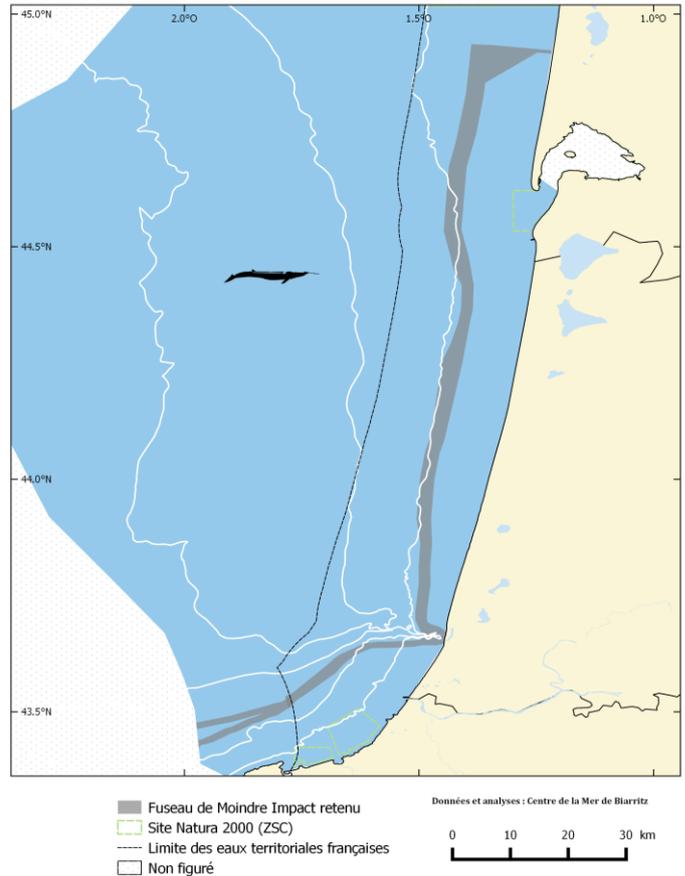
Présence sur la côte française

Écologie de l'espèce

Le Rorqual commun est réparti largement dans tous les océans. En Atlantique Nord, il est présent de la mer de Barents jusqu'au Maroc. Il effectue des migrations nord-sud entre les zones froides d'alimentation et les zones chaudes de reproduction.

D'après les campagnes espagnoles de l'ensemble du sud Gascogne, le Rorqual commun est plus abondant en automne, mais les variations interannuelles sont importantes. L'espèce est surtout inféodée aux grandes profondeurs mais peut être aussi observée sur le plateau continental.

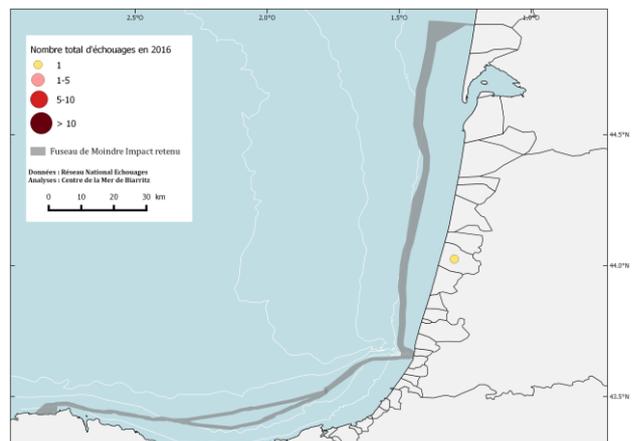
Même si le Rorqual commun présente une répartition plus pélagique, l'espèce apparaît comme potentiellement sensible au projet à cause des risques liés aux émissions sonores (Helloco & Persohn, 2018) et au dérangement issu des navires et plates-formes qui seront mis en place.



Échouages en 2016

Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	0	



Dauphin bleu et blanc *Stenella coeruleoalba*

Vulnérabilité au projet
Forte



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	CITES	Habitat	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Annexe II, Accords ASCOBANS ACCOBAMS	Annexe A	Annexe IV	Arrêté du 01/07/2011	Décret royal 139/2011	LC	DD

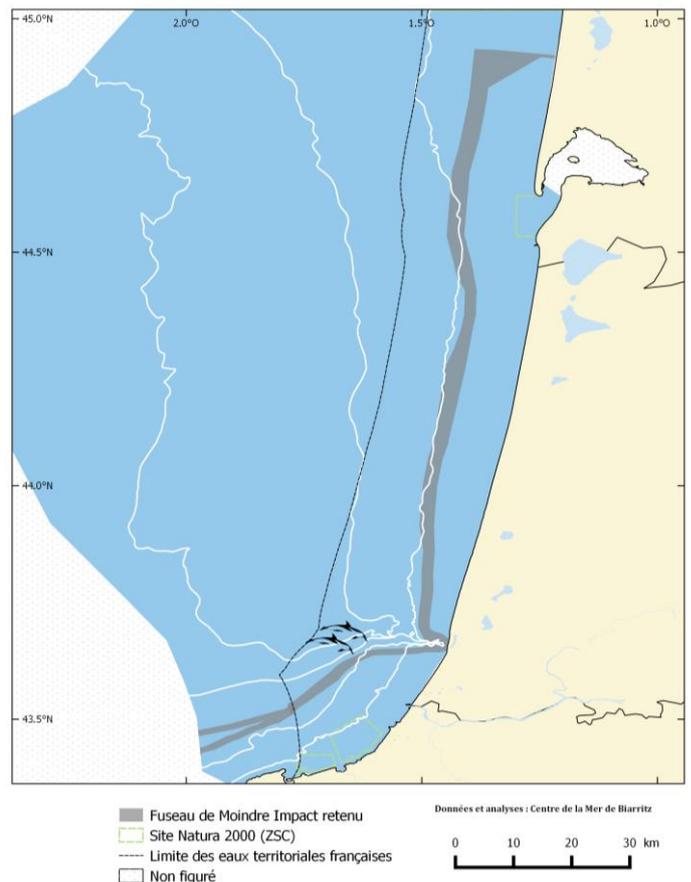
Présence sur la côte française

Écologie de l'espèce

Le Dauphin bleu et blanc est très largement répandu dans les eaux tropicales et tempérées chaudes des océans Atlantique, Pacifique et Indien, ainsi que dans les mers adjacentes, notamment la Méditerranée.

Le Dauphin bleu et blanc est très courant dans le golfe de Gascogne particulièrement aux abords du talus continental au-delà des 200 m de profondeur et notamment au-dessus du Gouf de Capbreton. D'après les campagnes espagnoles, l'espèce est plus présente dans le sud Gascogne durant l'automne (mois de septembre).

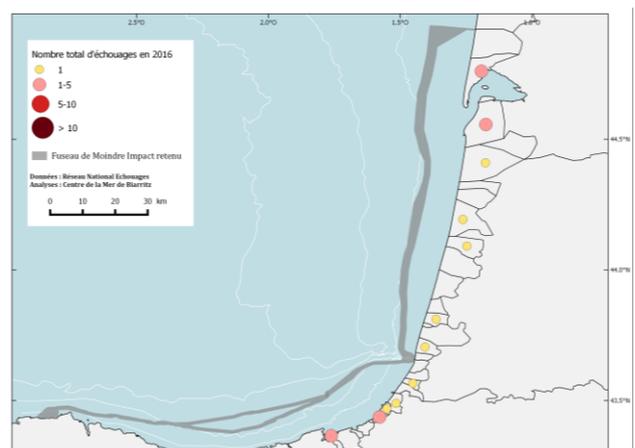
Le Dauphin bleu et blanc s'échoue régulièrement sur tout le linéaire côtier du sud de la Nouvelle-Aquitaine (données Réseau National Échouages). L'espèce est vulnérable aux captures accidentelles, aux pollutions par métaux lourds et composés organiques (PCB, DDT) ainsi qu'aux virus. Elle peut être sensible aux dérangements causés par le projet (présence des navires, bruit).



Échouages en 2016

Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	0	



Marsouin commun

Phocoena phocoena

Vulnérabilité au projet
Forte

Convention Européenne				Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	CITES	OSPAR	Habitat	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Annexe II Accord ASCOBANS ACCOBAMS	Annexe A	✓	Annexe II, IV	Arrêté du 01/07/2011	Décret royal 139/2011	NT	VU



Écologie de l'espèce

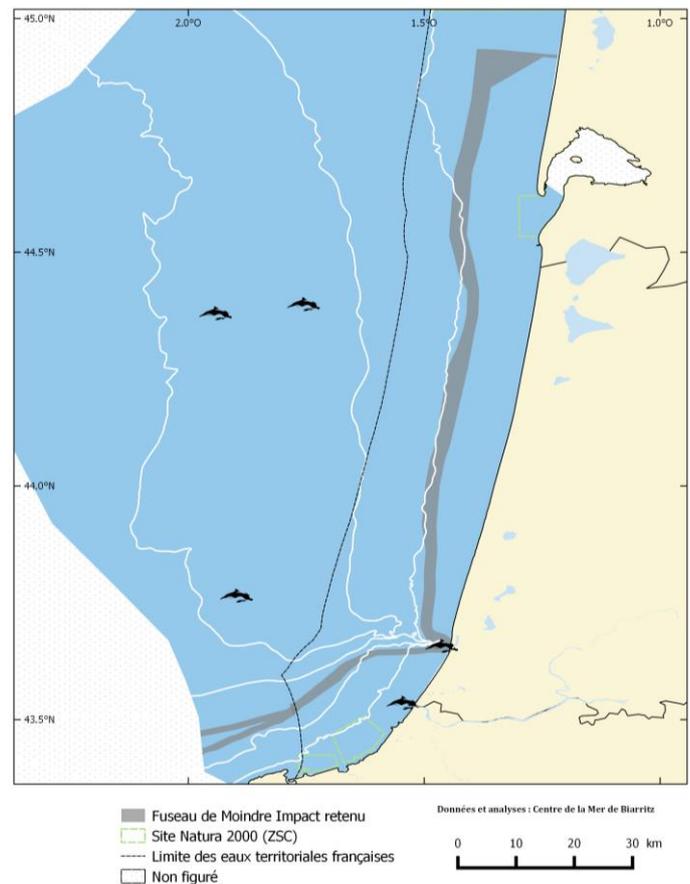
Le Marsouin commun est régulièrement observé dans les eaux tempérées froides à sub-polaires de l'hémisphère nord. Il fréquente les eaux côtières du plateau continental, plus rarement les eaux du large.

C'est une espèce très farouche et discrète qui s'aventure rarement près des navires et est donc très difficile à observer. Elle n'a d'ailleurs pas été contactée lors des campagnes espagnoles analysées dans cette étude. Du côté français, le Marsouin commun a été observé sur le Gouf de Capbreton, le plateau continental landais et à l'embouchure de l'Adour.

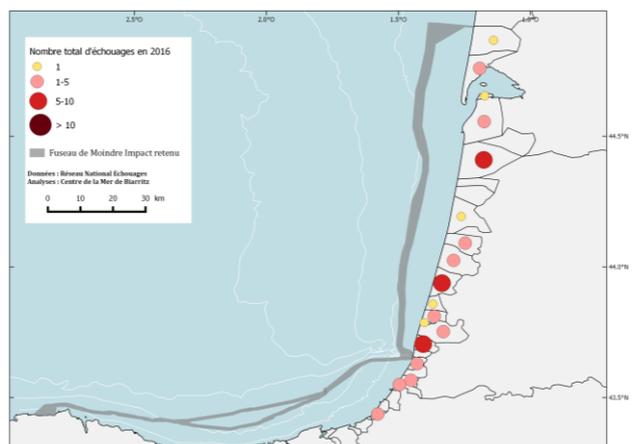
Historiquement très présent près des côtes de la Nouvelle-Aquitaine, le Marsouin commun avait presque disparu de nos eaux à partir des années 1970 jusqu'à une réapparition début des années 2000. Cet événement s'explique par un déplacement des populations de l'Atlantique vers la Manche et la mer du Nord. D'après les données du Réseau National Échouages, des Marsouins se sont échoués un peu partout sur le linéaire de la côte sud Gascogne en 2016.

L'espèce est très vulnérable aux captures accidentelles et aux pollutions chimiques du fait de son caractère côtier. Dans le cadre du projet, le Marsouin commun est l'espèce la plus sensible aux impacts sonores (Helloco & Persohn, 2018) et au dérangement.

Présence sur la côte française



Échouages en 2016



Dauphin commun

Delphinus delphis

Vulnérabilité au projet
Forte



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	CITES	Habitat	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Annexes I, II Accords ASCOBANS et ACCOBAMS	Annexe A	Annexe IV	Arrêté du 01/07/2011	Décret royal 139/2011	LC	DD

Écologie de l'espèce

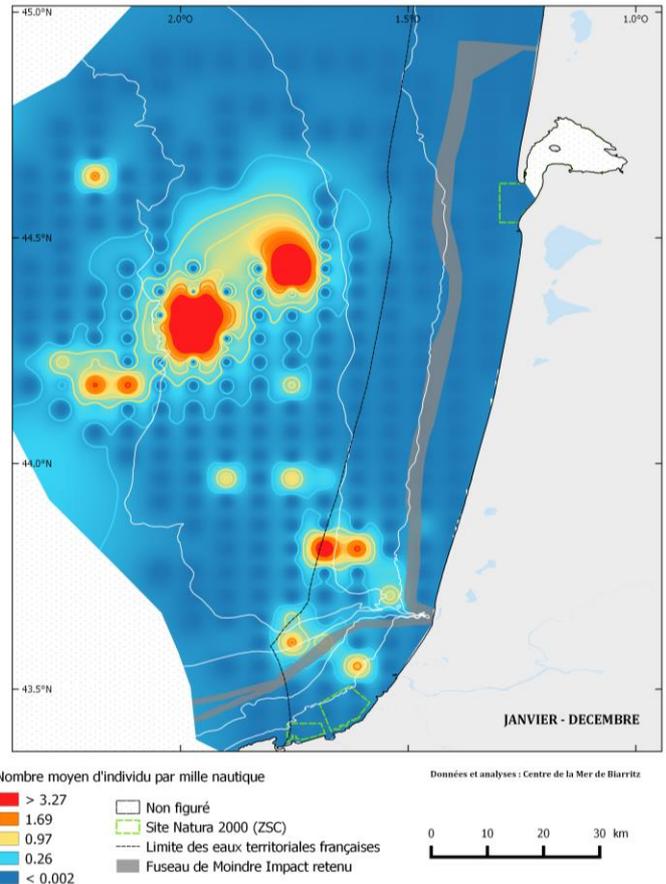
Le Dauphin commun est présent dans les eaux tempérées, subtropicales ou tropicales du monde entier.

Il est observé toute l'année dans le secteur avec des pics en août et en hiver (janvier à mars). Cette période hivernale à fortes densités s'accompagne aussi d'échouages importants (Castège *et al.*, 2013).

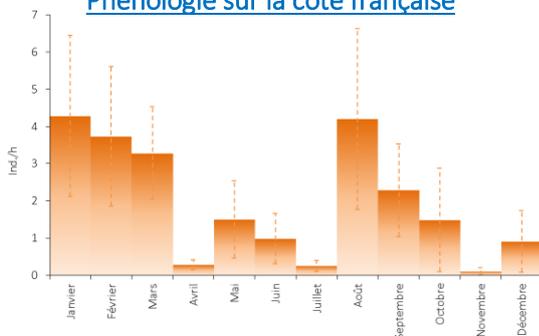
Localement il fréquente surtout le plateau continental landais et les abords du talus. Le gouf de Capbreton apparaît aussi comme une zone privilégiée. L'espèce est en augmentation dans le sud Gascogne, vraisemblablement en lien avec les changements océano-climatiques. Compte-tenu du secteur très restreint côté espagnol, les abondances notées ici ne reflètent pas forcément la réelle présence de l'espèce.

Les interactions avec les activités humaines sont nombreuses, ainsi le Dauphin commun peut être perturbé par les émissions sonores et le trafic nautique liés au projet. Une attention particulière devra être portée à cette espèce.

Répartition sur la côte française



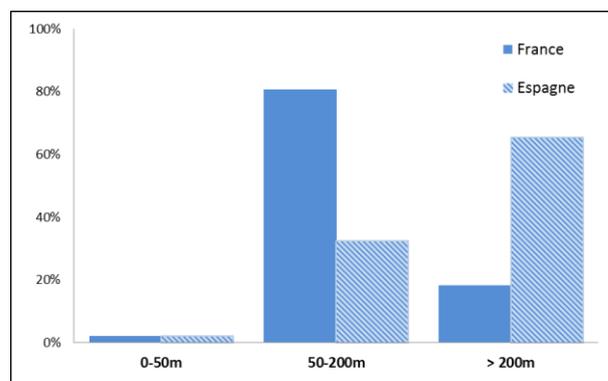
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	2	0,088 ± 0,446

Habitats préférentiels



Petit rorqual

Balaenoptera acutorostrata

Vulnérabilité au projet
Forte



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	CITES	Habitat	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Accord ACCOBAMS	Annexe A	Annexe IV	Arrêté du 01/07/2011	Décret royal 139/2011	LC	VU

Présence sur la côte française

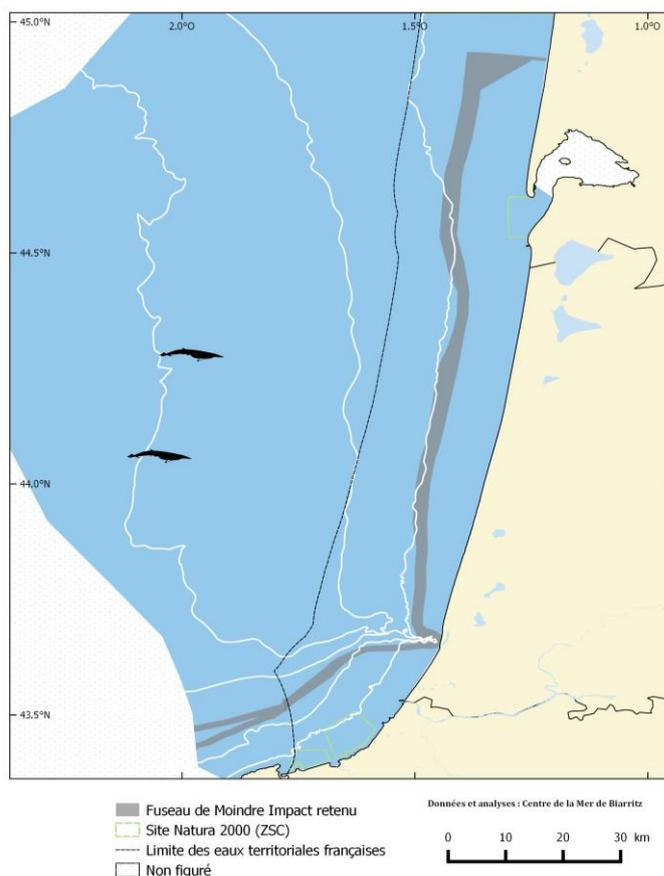
Écologie de l'espèce

Le Petit rorqual, ou Rorqual à museau pointu, est une espèce cosmopolite présente dans tous les océans. Très commun dans l'Atlantique Nord, il est cependant plus rare dans le golfe de Gascogne. Néanmoins, on l'observe sur le plateau continental. Selon les estimations, environ 3 000 Petits rorquals fréquenteraient le secteur Manche-mer du Nord-Golfe de Gascogne.

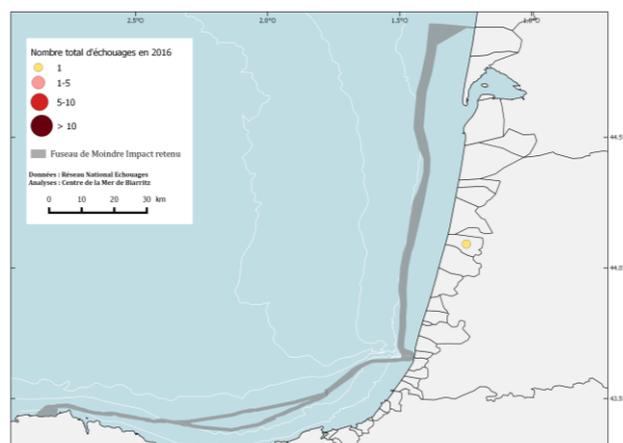
Le Petit rorqual est un mysticète qui se nourrit de divers crustacés (krill, copépodes) et poissons pélagiques (lançons, capelans, maquereaux...)

Entre 1997 et 2016, 10 Petits rorquals se sont échoués sur les côtes sud de la Nouvelle-Aquitaine (données du Réseau National Échouages).

Le Petit rorqual est victime des collisions avec les navires, de l'accroissement du bruit ambiant et de la détérioration de ses habitats. Ainsi, il s'agit d'une espèce très vulnérable au projet, en particulier au bruit émis lors du forage dirigé (Helloco & Persohn, 2018) et au dérangement lié à la présence des navires et plates-formes. Une attention particulière devra donc lui être portée singulièrement au moment des travaux.



Échouages en 2016



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	Espèce non analysée	
Automne		

Globicéphale noir

Globicephala melas

Vulnérabilité au projet
Modérée



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	CITES	Habitat	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Annexe II, Accords ASCOBANS et ACCOBAMS	Annexe A	Annexe IV	Arrêté du 01/07/2011	Décret royal 139/2011	LC	DD

Écologie de l'espèce

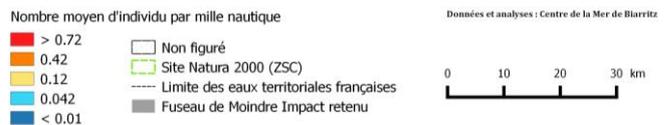
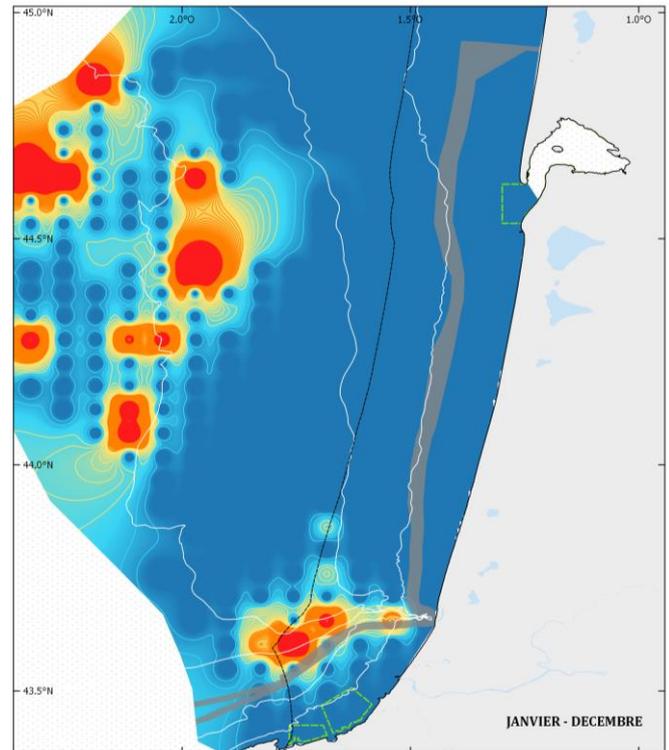
Le Globicéphale noir fréquente les eaux tempérées et sub-polaires de l'Atlantique nord et les eaux de l'hémisphère sud.

Localement, le Globicéphale noir est très abondant sur le Gouf de Capbreton ainsi que le canyon de cap Ferret et le talus continental où il se nourrit de céphalopode (calmars).

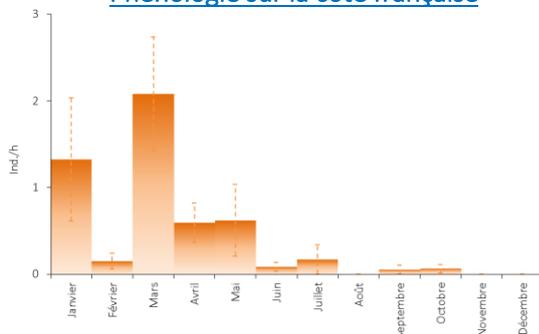
L'espèce ne se montre guère près des côtes, à l'exception du Gouf de Capbreton. Ainsi, le secteur très restreint de la côte basque espagnole ne comporte aucune observation lors de cette étude. Le Globicéphale noir est surtout présent dans le sud du golfe de Gascogne entre janvier et mai.

Le Globicéphale noir est fortement lié au Gouf de Capbreton. Une attention particulière devra être portée sur cette espèce car elle pourrait être dérangée par les bruits émis lors du forage dirigé ainsi que par le trafic nautique lié aux travaux.

Répartition sur la côte française



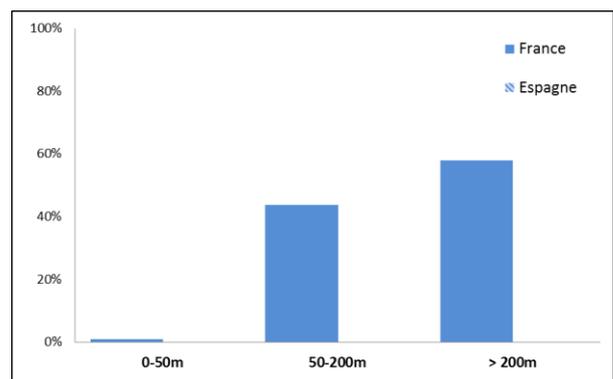
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	0	

Habitats préférentiels



Cormoran huppé

Phalacrocorax aristotelis

Vulnérabilité au projet
Modérée



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II				Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	NA	EN

Écologie de l'espèce

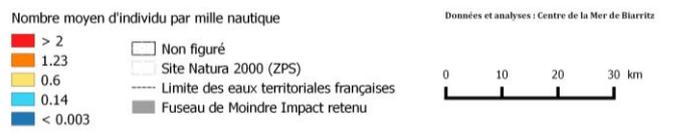
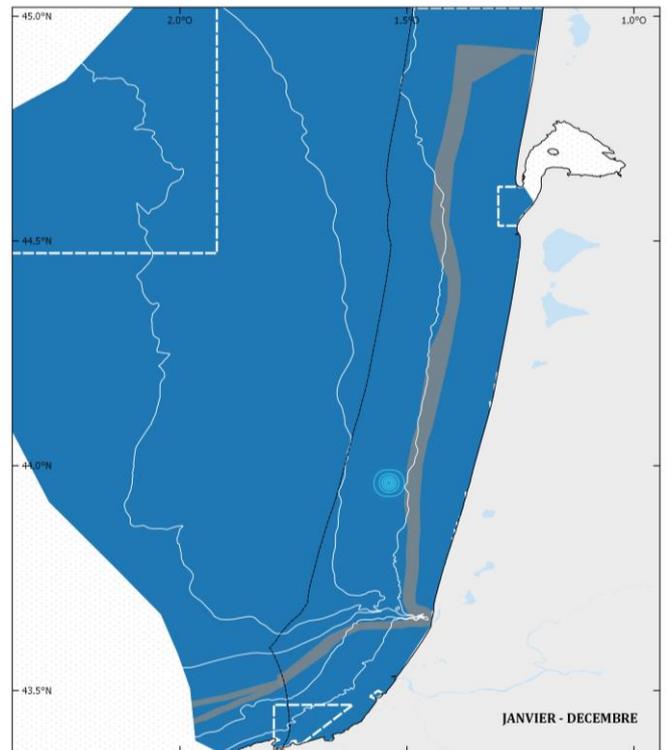
Le Cormoran huppé se reproduit sur les côtes atlantiques de l'Europe, jusqu'au Maroc pour la sous-espèce *Phalacrocorax aristotelis aristotelis* et le long des côtes des mers Méditerranée et Noire pour la sous-espèce *P. a. desmarestii*.

La population française atlantique comporte plus de 7 000 couples principalement situés en Bretagne.

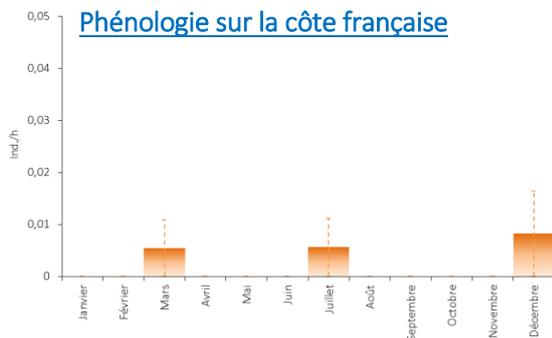
Le Cormoran huppé est une espèce côtière, bien que des observations aient eu lieu sur le plateau continental. Sa présence en mer dans la zone d'étude reste marginale.

Des colonies de reproduction sont localisées le long de la côte basque française et espagnole.

Répartition sur la côte française



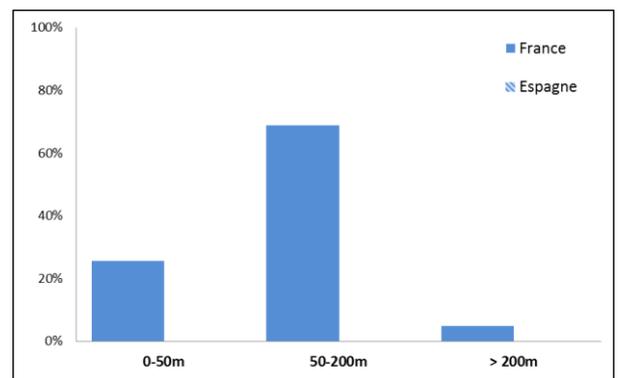
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	Espèce non analysée	
Automne		

Habitats préférentiels



Macreuse noire

Melanitta nigra

Vulnérabilité au projet
Modérée



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe III	Annexe II Accords AEWA		Annexes II et III	Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	LC	NE

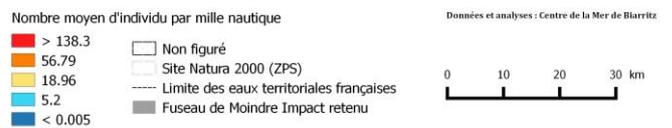
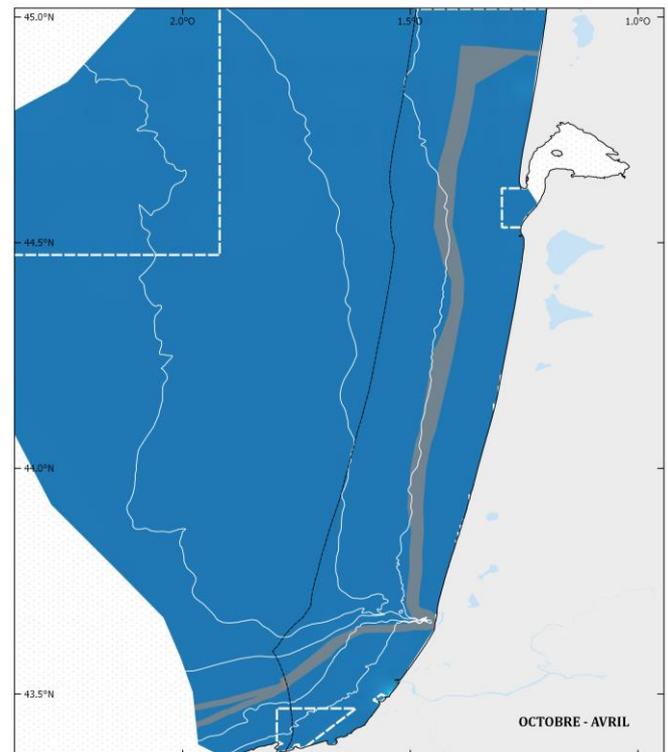
Écologie de l'espèce

La Macreuse noire niche en Islande, Danemark, Scandinavie, Russie et au nord du Royaume-Uni. Elle vient ensuite hiverner dans la mer Baltique, le long des côtes atlantiques de l'Europe et de l'Afrique du Nord.

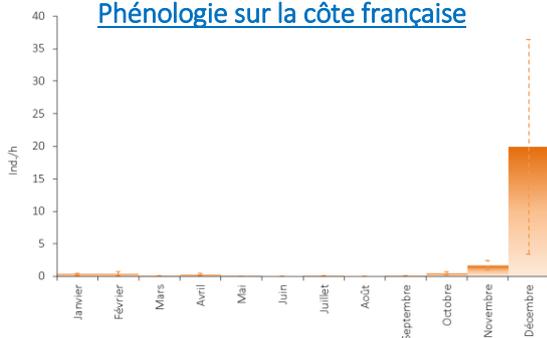
Le sud du golfe de Gascogne ne constitue pas une zone préférentielle pour cette espèce. Des stationnements importants ont été recensés au nord de la zone d'étude, au large de l'estuaire de la Gironde. De rares observations ont été faites près de la baie de Biarritz et dans l'estuaire de l'Adour.

La Macreuse noire reste en groupe tout au long de la journée, très près des côtes (plus de 80% des observations). L'hivernage de l'espèce dans nos eaux est maximal en décembre (avec une très forte variabilité). L'espèce est commune en Espagne mais n'a pas fait l'objet d'analyses poussées dans la présente étude.

Répartition sur la côte française



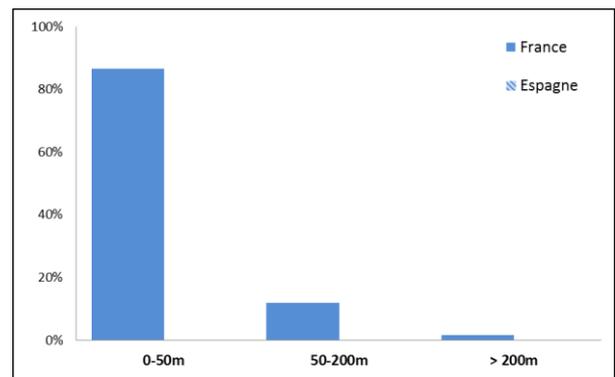
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	Espèce non analysée	
Automne		

Habitats préférentiels



Guillemot de Troïl *Uria aalge*

Vulnérabilité au projet
Modérée



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe III	Accord AEWA			Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	DD	CR

Écologie de l'espèce

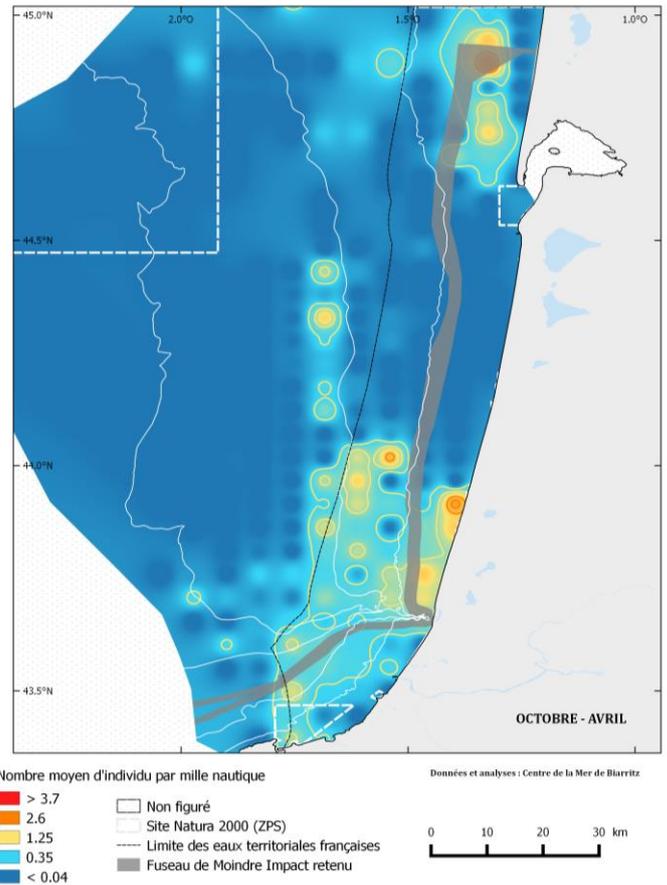
Le Guillemot de Troïl a une répartition holoarctique et se reproduit à la fois dans l'Atlantique et dans le Pacifique. En France, les dernières colonies se situent en Bretagne à hauteur d'environ 300 couples.

Dans le golfe de Gascogne, les premiers migrateurs arrivent en octobre et vont rester hiverner jusqu'en avril. L'espèce est observée en grande partie sur le plateau continental et sur la frange côtière.

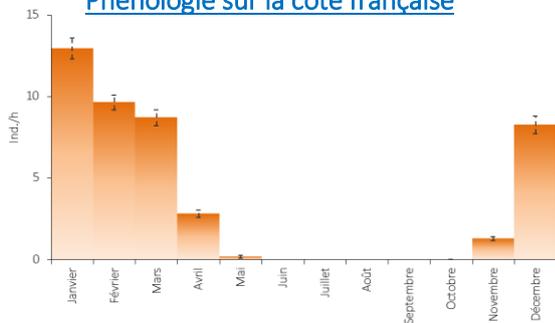
Les campagnes menées sur la partie espagnole concernent des mois où l'espèce est quasiment absente (mai et septembre), d'où une probable sous-représentation du Guillemot de Troïl dans ces résultats.

Le Guillemot de Troïl est l'espèce la plus touchée au monde par la pollution aux hydrocarbures (Cadiou & Siorat, 1999). L'espèce peut être sensible au projet de par son écologie très côtière, ses capacités de plongées (plus de 50 m de profondeur) et sa nature farouche (dérangement par les navires).

Répartition sur la côte française



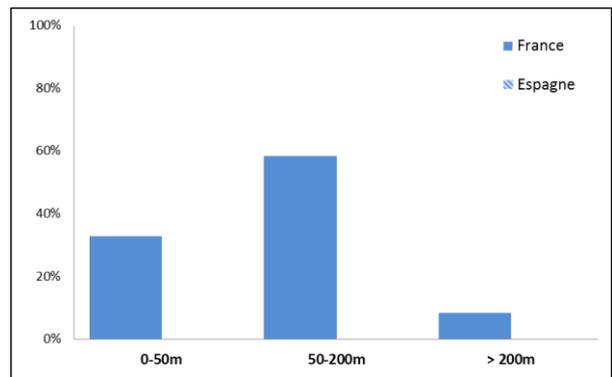
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	0	

Habitats préférentiels



Pingouin torda

Alca torda

Vulnérabilité au projet
Faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe III	Accord AEWa			Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	DD	EN

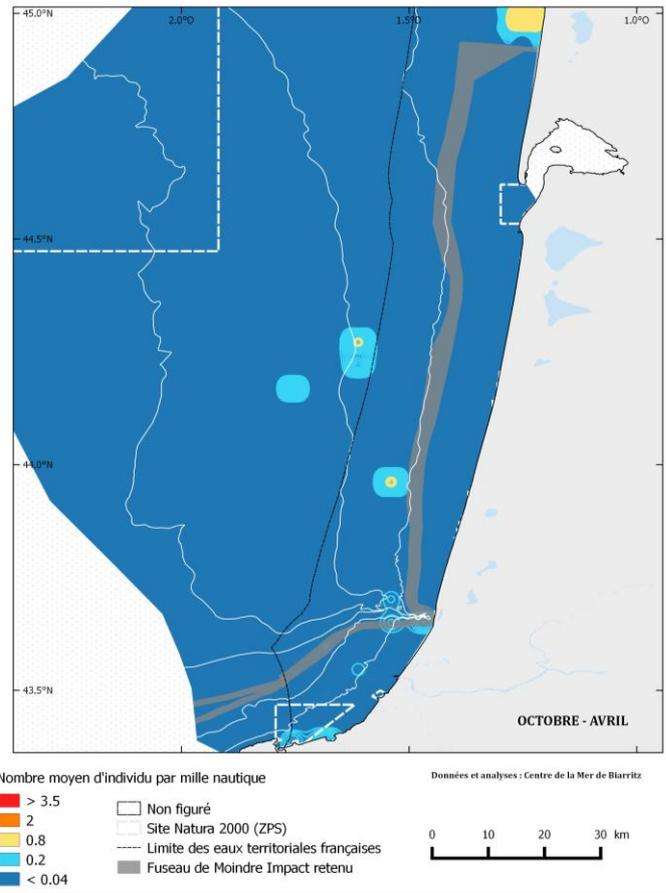
Écologie de l'espèce

Le Pingouin torda est une espèce de l'Atlantique nord qui se reproduit en Amérique du Nord, Groenland, Norvège, Islande... Les colonies de Bretagne (60 couples environ) représentent la limite sud de sa zone de reproduction.

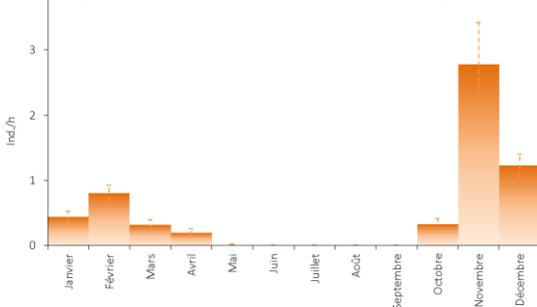
Le Pingouin torda hiverne régulièrement dans le golfe de Gascogne entre octobre et avril. Dans la zone d'étude, on l'observe sur le plateau continental landais et, plus près des côtes, sur la tête du gouf de Capbreton, au Nord d'Arcachon vers Hourtin et aux abords des baies de Saint-Jean-de-Luz et d'Hendaye.

Le Pingouin torda fait partie des espèces boréales qui ont diminué dans le sud du golfe de Gascogne en réponse aux changements océano-climatiques (Castège & Milon, 2018). Même si l'espèce présente une vulnérabilité faible elle pourrait entrer en interaction avec le projet de par son écologie (espèce plongeuse, côtière) et sa nature farouche (dérangement lié aux navires).

Répartition sur la côte française



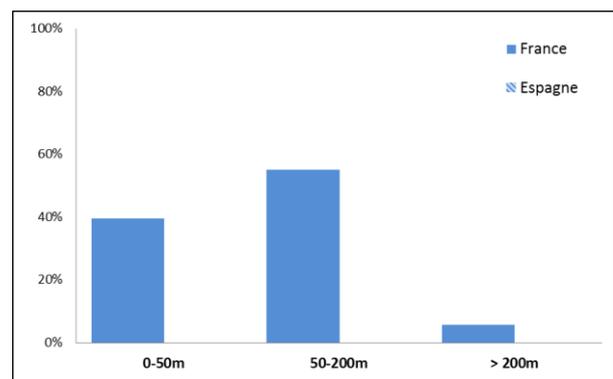
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	Espèce non analysée	
Automne		

Habitats préférentiels



Sterne caugek *Thalasseus sandvicensis*

Vulnérabilité au projet
Faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Annexe II Accord AEWA		Annexe I	Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	LC	NT

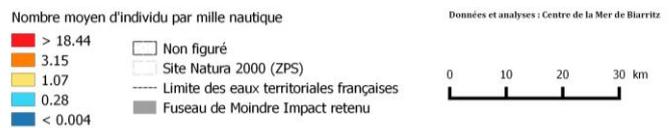
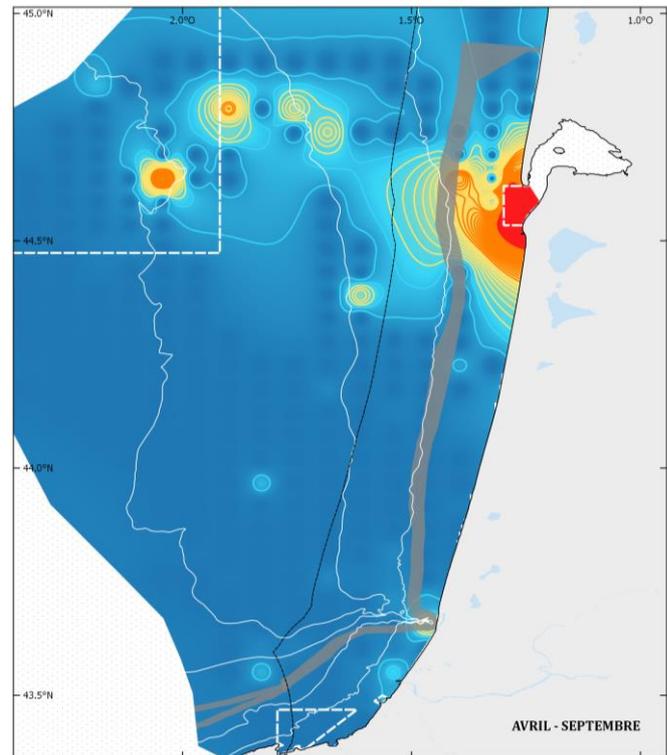
Écologie de l'espèce

En France, la Sterne caugek se reproduit à hauteur de 6 000 à 8 000 couples dispersés depuis le Pas-de-Calais jusqu'au banc d'Arguin à Arcachon, seule colonie du sud Gascogne et la plus méridionale de la façade Atlantique.

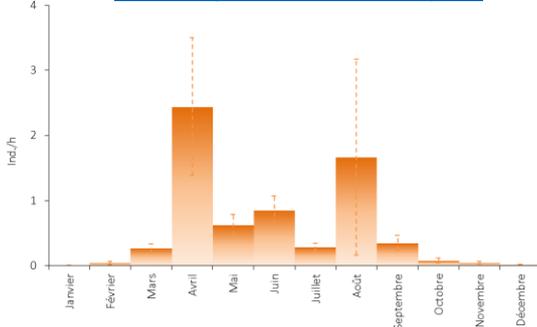
Dans le secteur, l'espèce est présente de mars à septembre avec des pics d'abondance en avril et août. On l'observe surtout aux alentours de sa colonie, et jusqu'au talus continental. Des points récurrents d'observation sont situés sur la tête du gouf de Capbreton et dans le panache de l'Adour. C'est une espèce commune en Espagne également.

Localement, les enjeux de conservation de cette espèce sont importants, surtout au niveau de sa colonie (banc d'Arguin).

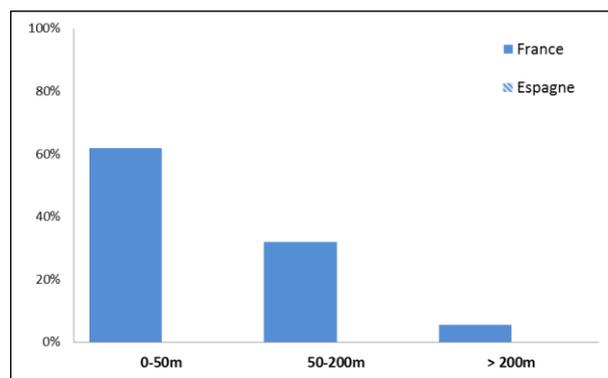
Répartition sur la côte française



Phénologie sur la côte française



Habitats préférentiels



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	Espèce non analysée	
Automne		

Puffin des Baléares

Puffinus mauretanicus

Vulnérabilité au projet
Faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe III	Annexe I	✓	Annexe I	Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	VU	CR

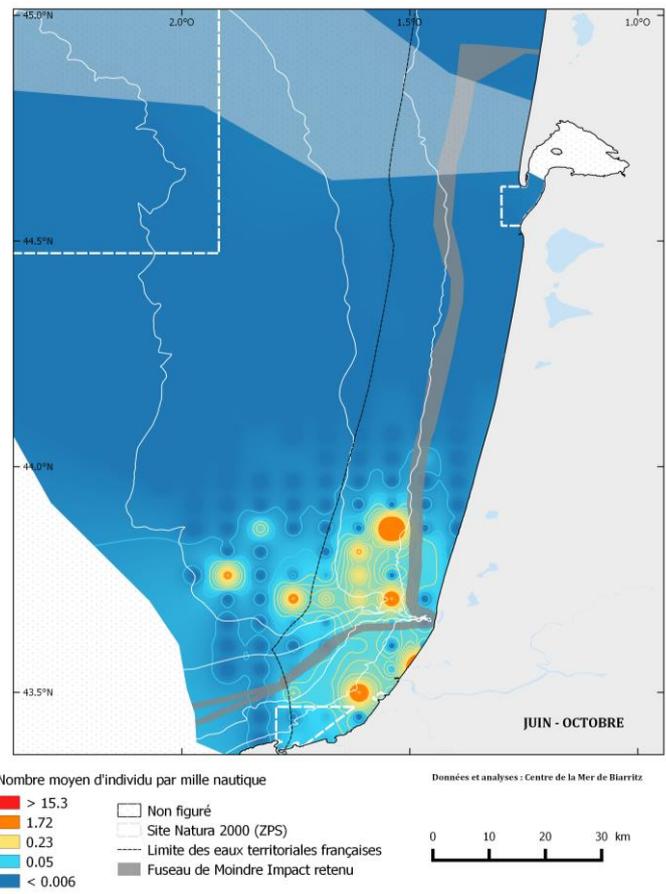
Écologie de l'espèce

Le Puffin des Baléares niche exclusivement dans l'archipel des Baléares. Les eaux françaises de l'Atlantique et de la Manche peuvent héberger jusqu'à 50% de l'effectif mondial en migration (Mayol-Serra *et al.*, 2000).

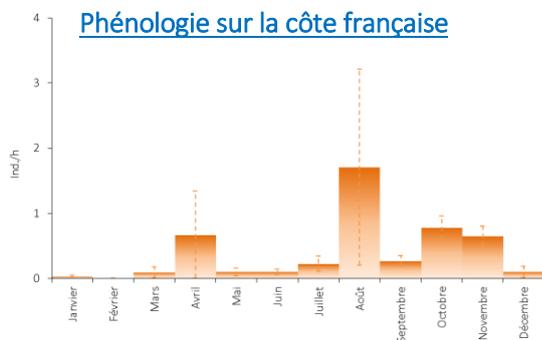
L'espèce est présente dans le sud du golfe de Gascogne essentiellement entre août et novembre. La zone d'étude espagnole pour ce projet étant très réduite, elle ne reflète pas forcément l'importance du secteur pour cette espèce. Le long des côtes françaises, le Puffin des Baléares se regroupe surtout sur le plateau continental, alors qu'en Espagne il fréquente en majorité le talus.

Le Puffin des Baléares est l'oiseau marin le plus menacé d'Europe, en partie à cause des captures accidentelles. Le projet semble peu impactant pour cette espèce qui risque surtout d'être attirée par les navires néanmoins ses forts enjeux de conservation nous obligent à rester très vigilants à son égard.

Répartition sur la côte française



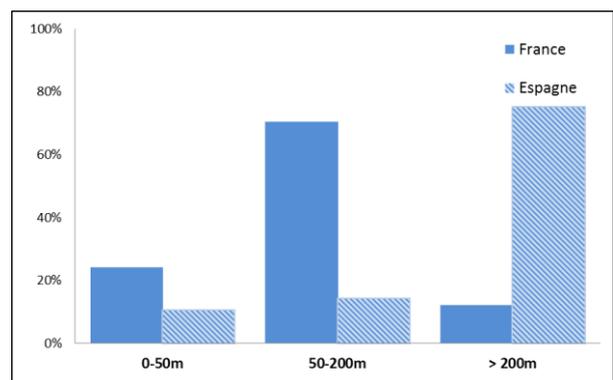
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	1	0,025 ± 0,128

Habitats préférentiels



Goéland brun

Larus fuscus

Vulnérabilité au projet
Faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
	Accord AEWA	✓	Annexe II	Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	LC	LC

Écologie de l'espèce

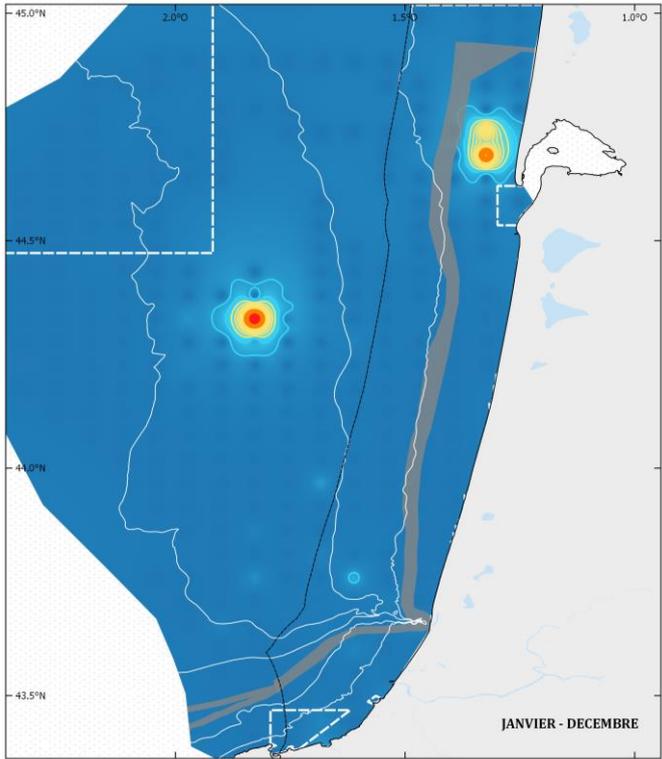
Le Goéland brun niche dans l'hémisphère nord, du Groenland jusqu'à la mer de Barents en passant par les côtes portugaises ou encore l'Islande. Localement, l'espèce niche au niveau du bassin d'Arcachon, de l'estuaire de la Gironde mais surtout sur l'île d'Oléron.

Le Goéland brun est présent toute l'année dans le sud du golfe de Gascogne avec une présence accrue entre décembre et mars. Des points de concentrations se localisent autour du bassin d'Arcachon et sur le plateau continental.

L'espèce est aussi régulièrement observée toute l'année sur la côte basque Espagnole, davantage au large (profondeur 200 m) que sur la partie française (50-200 m).

Le Goéland brun ne souffre pas de menaces particulières, ses populations se portant bien. De plus, l'espèce devrait être peu ou pas impactée par les travaux.

Répartition sur la côte française



Nombre moyen d'individu par mille nautique

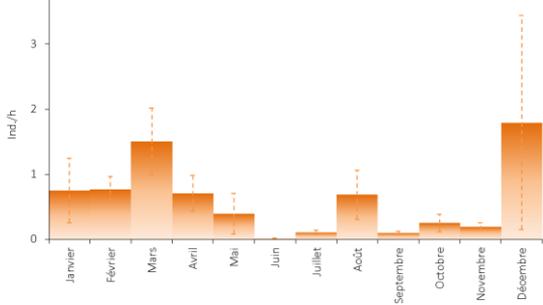
- > 5.73
- 4.2
- 1.82
- 0.5
- < 0.003

Non figuré
 Site Natura 2000 (ZPS)
 Limite des eaux territoriales françaises
 Fuseau de Moindre Impact retenu

Données et analyses : Centre de la Mer de Biarritz

0 10 20 30 km

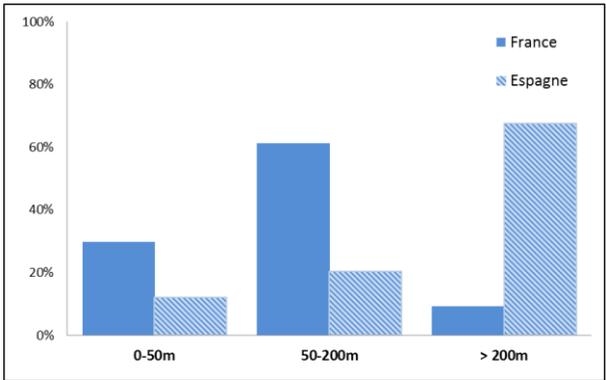
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	3	0,16 ± 0,487
Automne	15	0,198 ± 0,6

Habitats préférentiels



Mouette mélanocéphale

Ichthyaetus melanocephalus

Vulnérabilité au projet
Faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe III	Accord AWEA		Annexe I	Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	DD	EN

Écologie de l'espèce

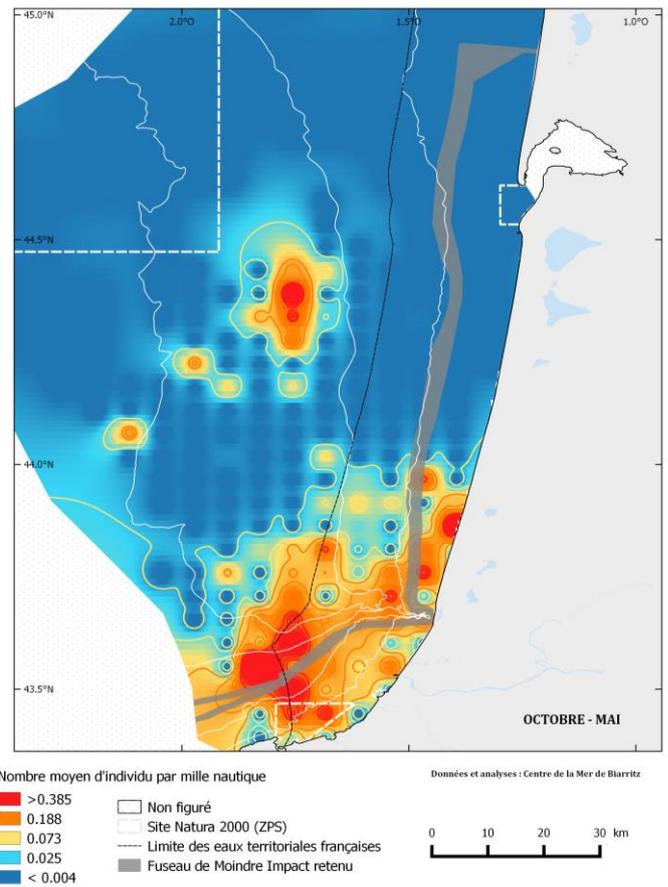
La Mouette mélanocéphale se reproduit presque entièrement en Europe, principalement sur les côtes de la mer Noire en Ukraine. Son aire d'hivernage inclut les zones littorales, côtières et marines de la Méditerranée, de la Mer Noire, de la Manche et de l'Atlantique nord.

La Mouette mélanocéphale est présente dans le sud du golfe de Gascogne surtout entre novembre et mai. Elle se distribue alors sur toute la partie au sud d'Arcachon, en grande partie sur le plateau continental mais aussi plus près des côtes.

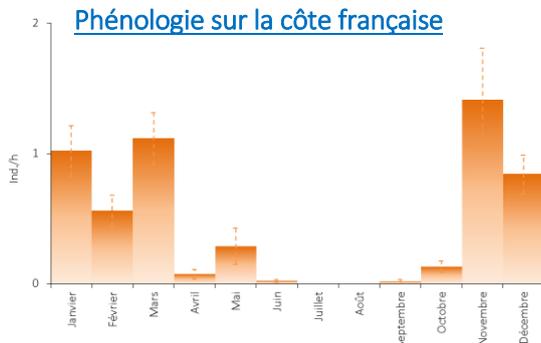
L'espèce n'a été que très peu contactée lors des campagnes pour la partie espagnole et n'est donc pas analysée en détail.

La Mouette mélanocéphale a connu une augmentation significative dans le secteur (Milon & Castège, 2016). L'espèce est très présente dans le secteur et pourrait être attiré par les navires. Cependant l'espèce ne semble pas particulièrement sensible au projet.

Répartition sur la côte française



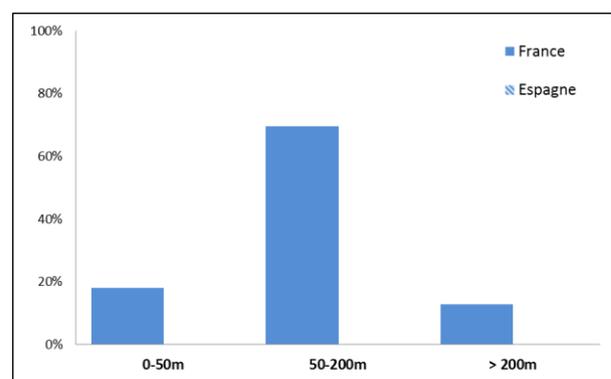
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	Espèce non analysée	
Automne		

Habitats préférentiels



Mouette tridactyle

Rissa tridactyla

Vulnérabilité au projet
Faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe III		✓		Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	NA	VU

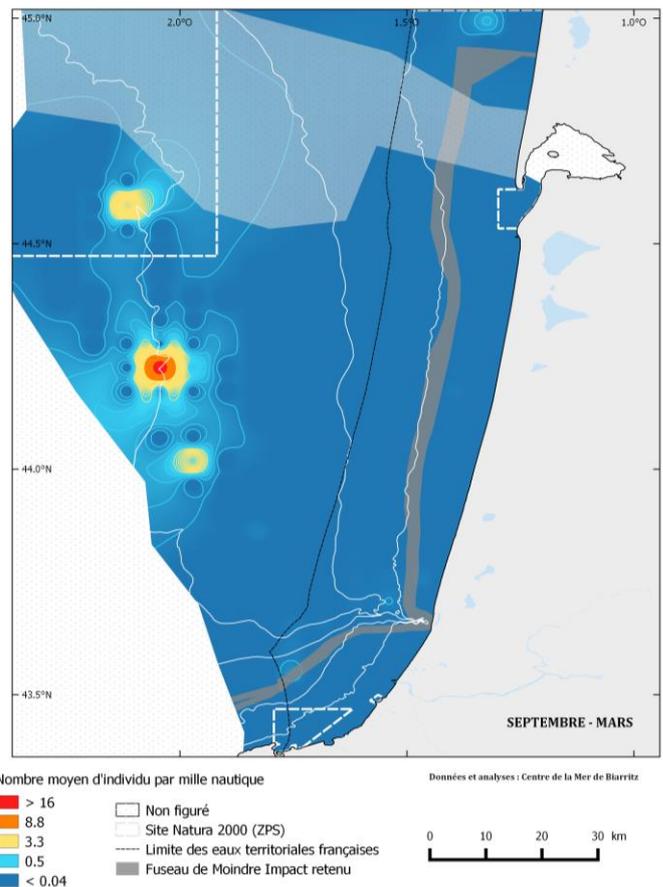
Écologie de l'espèce

La Mouette tridactyle se reproduit dans l'hémisphère nord et notamment en Atlantique où les côtes de l'Espagne et du Portugal constituent sa limite sud de répartition. Les colonies françaises, de l'ordre de 5 000 couples, s'étendent du Nord jusqu'à la Vendée.

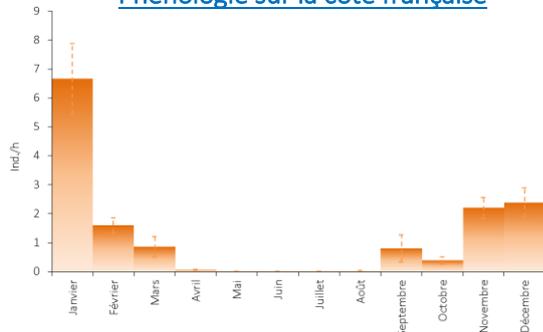
L'espèce hiverne dans le golfe de Gascogne entre septembre et mars, avec un pic de présence en janvier. Dans le secteur d'étude, elle est surtout observée au large, sur le talus continental avec des densités moyennes supérieures à 16 individus par mille nautiques, mais quelques oiseaux sont parfois observés plus près des côtes. En Espagne, les observations concernant le secteur d'étude sont trop marginales pour être analysées.

La Mouette tridactyle est supposée encourir peu de risque dans le cadre du projet puisqu'elle se localise surtout au large. Elle pourrait éventuellement être attirée par les navires.

Répartition sur la côte française



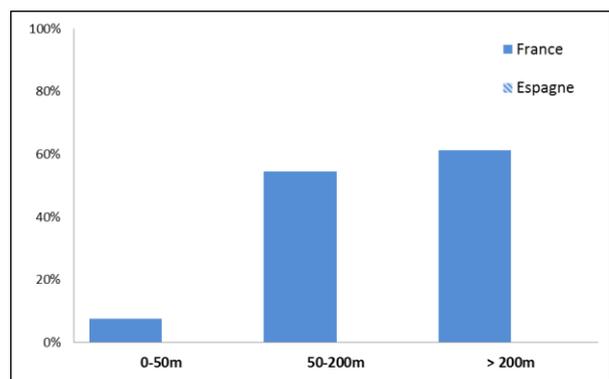
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	Espèce non analysée	
Automne		

Habitats préférentiels



Goéland leucophée *Larus michahellis*

Vulnérabilité au projet
Faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe III	Accord AEWA			Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	NA	NE

Écologie de l'espèce

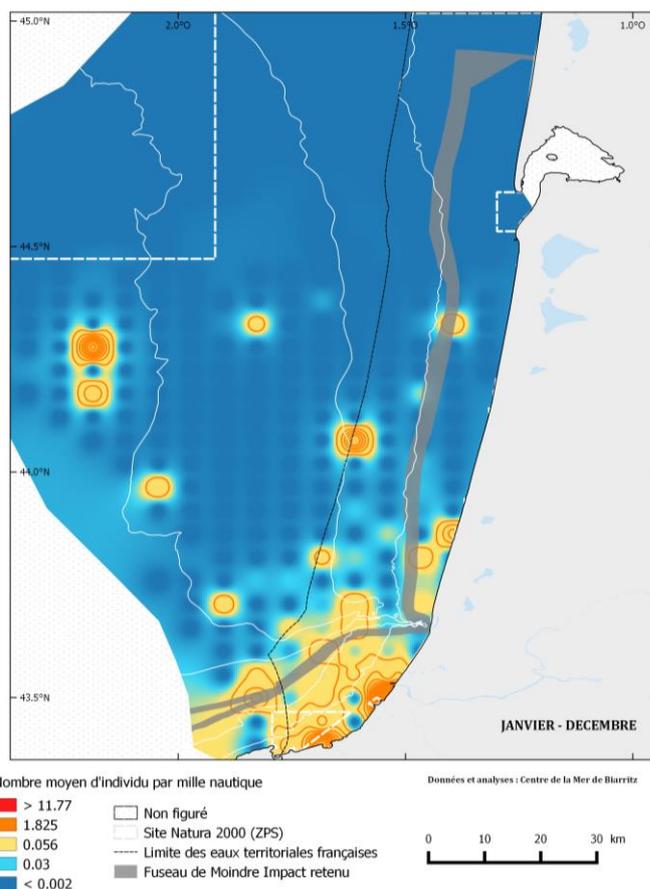
L'aire de reproduction du Goéland leucophée englobe l'ensemble du bassin méditerranéen et le littoral atlantique, depuis le golfe de Gascogne jusqu'au sud du Maroc.

L'espèce connaît depuis une cinquantaine d'année une explosion démographique. Environ 250 nids ont pu être estimés dans le sud de la Nouvelle-Aquitaine, dont les deux principales colonies sont situées à Hendaye et Biarritz. Plus de 4 000 couples se reproduisent le long de la côte basque espagnole sur une trentaine de colonies.

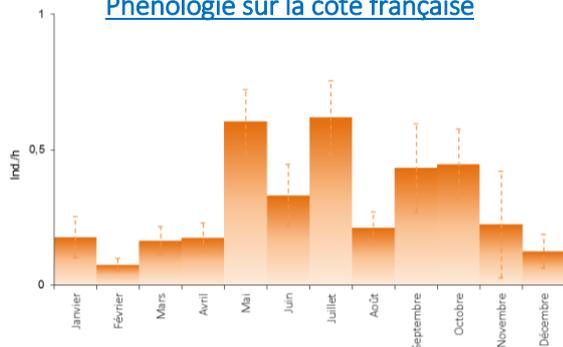
Le Goéland leucophée est observé toute l'année avec une recrudescence en période estivale. L'espèce est observée aussi bien sur la frange côtière que sur le plateau continental ou le talus.

Le Goéland leucophée pourrait être attiré par les navires lors des travaux. La présence de colonies de reproduction aux proches abords de la zone d'atterrissage prévue en Espagne demandera une attention particulière lors de cette phase du projet.

Répartition sur la côte française



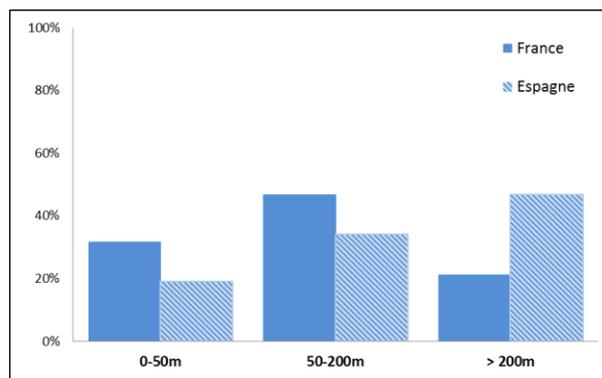
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	17	2,09 ± 4,322
Automne	51	2,87 ± 9,527

Habitats préférentiels



Mouette de Sabine

Xema sabini

Vulnérabilité au projet
Faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II	Accord AEWA			Arrêté du 29/10/2009		NA	NE

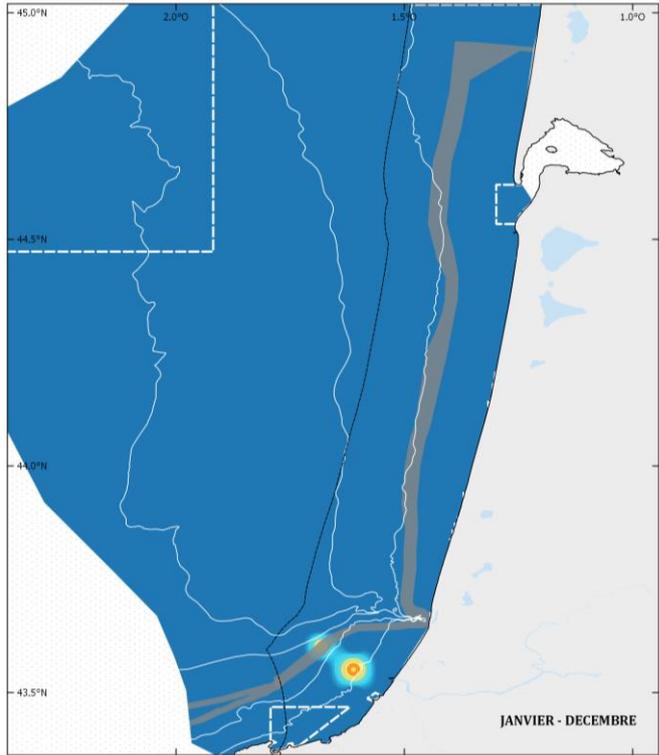
Écologie de l'espèce

La Mouette de Sabine se reproduit sur les côtes arctiques de Sibérie, du Canada et du Groenland. Les oiseaux du Canada traversent l'océan Atlantique pour hiverner au large de l'Afrique australe. Ce sont ces migrateurs qui viennent fréquenter le sud du golfe de Gascogne après la reproduction, avec un pic d'abondance en septembre.

Des regroupements ont été observés au large de l'embouchure de l'Adour sur les tombants des 50 et 100 m avec des abondances moyennes supérieures à 20 individus par mille nautique. Sur la côte basque espagnole, l'espèce n'est pas perceptible au regard du périmètre d'étude restreint, néanmoins elle est bien présente plus au large.

Aucune menace spécifique concernant le projet ne pèse sur la Mouette de Sabine. Le projet d'interconnexion électrique ne devrait pas causer d'impact à l'espèce en dehors du dérangement lié à la présence des navires.

Répartition sur la côte française

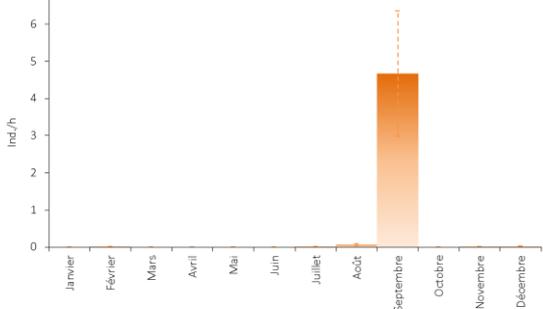


Nombre moyen d'individu par mille nautique
 > 96 (rouge)
 20 (orange)
 0.003 (jaune)
 0.001 (bleu clair)
 < 0.0005 (bleu foncé)

Données et analyses : Centre de la Mer de Biarritz

Legend: Non figuré (white square), Site Natura 2000 (ZPS) (grey square), Limite des eaux territoriales françaises (dashed line), Fuseau de Moindre Impact retenu (grey rectangle)

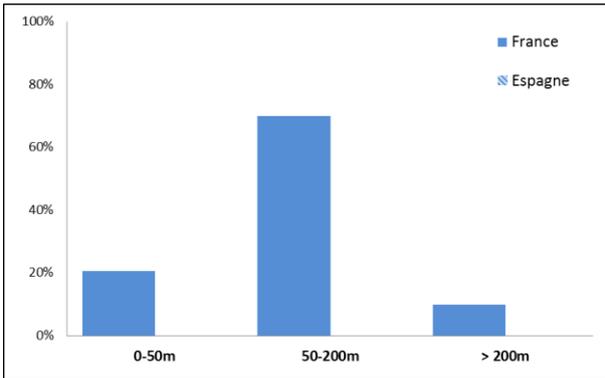
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	0	

Habitats préférés



Fou de Bassan

Morus bassanus

Vulnérabilité au projet
Très faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe III				Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	NA	NE

Écologie de l'espèce

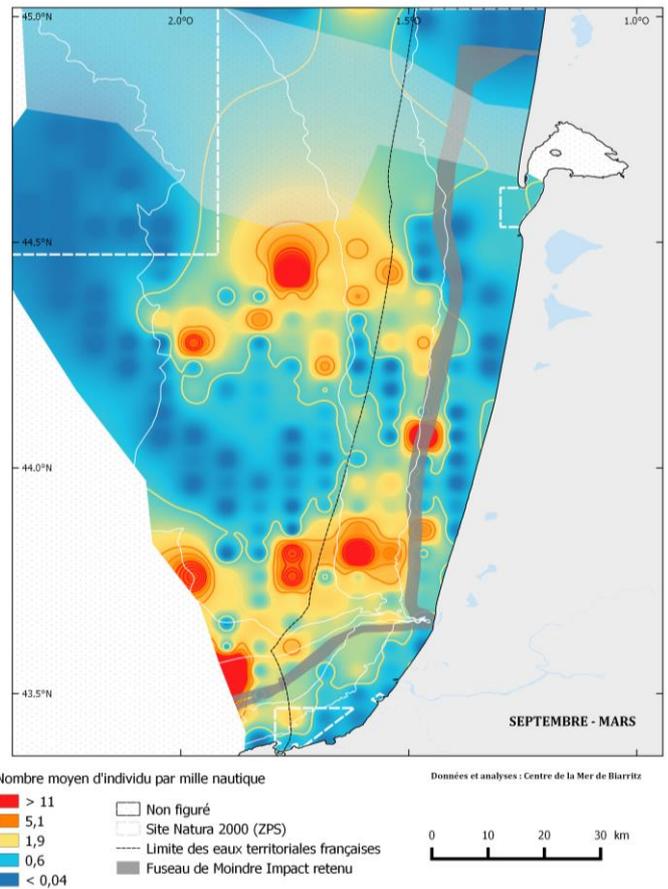
Le Fou de Bassan se reproduit uniquement en Atlantique Nord, de l'Amérique du Nord jusqu'à la Norvège. Ses colonies en France (22 000 couples dans les Côtes-d'Armor) marquent la limite méridionale de son aire de reproduction européenne.

Le Fou de Bassan est présent toute l'année dans le golfe de Gascogne. Alors que les immatures restent pendant l'été, les adultes ne viennent dans le secteur que pour l'hivernage.

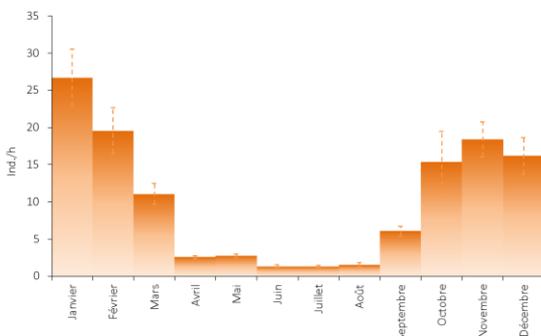
L'espèce est commune dans le sud du golfe de Gascogne et fréquente abondamment les eaux du secteur avec une préférence pour le plateau continental. Le Fou de Bassan est présent en abondance aussi bien sur la partie française qu'espagnole du projet.

Le Fou de Bassan se nourrit des rejets des pêches et pourrait être attiré par les navires et plates-formes présents pour les travaux. L'espèce est très présente sur le secteur mais sa vulnérabilité est très faible pour ce projet.

Répartition sur la côte française



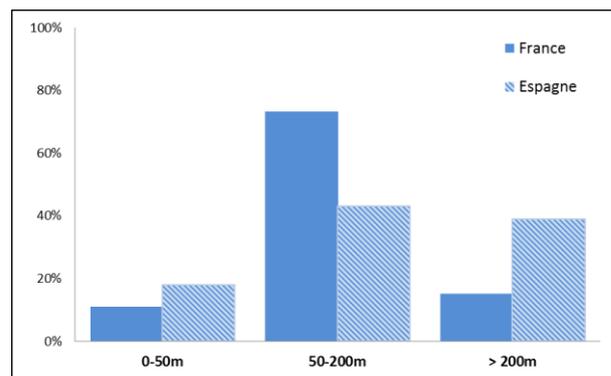
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	16	0,502 ± 0,876
Automne	36	0,616 ± 1,19

Habitats préférentiels



Grand labbe *Catharacta skua*

Vulnérabilité au projet
Faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe III				Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	LC	NE

Répartition sur la côte française

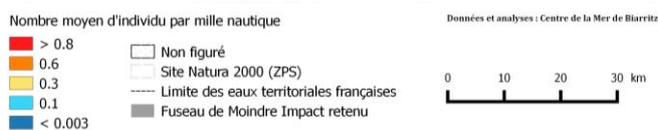
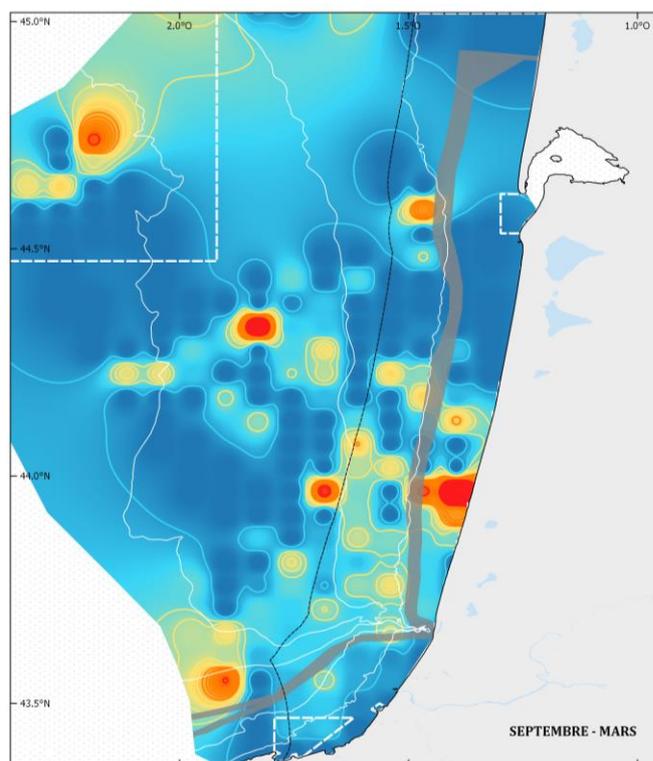
Écologie de l'espèce

Le Grand Labbe ne niche pas en France, mais il se reproduit exclusivement dans le nord de l'Europe.

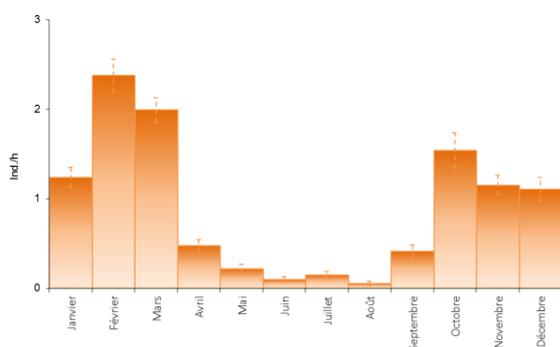
Il peut capturer des poissons par lui-même mais il se nourrit surtout en volant les proies des autres oiseaux marins qu'il persécute jusqu'à ce qu'ils régurgitent la nourriture (kleptoparasitisme).

Le golfe de Gascogne est un secteur d'hivernage important pour cette espèce avec un pic d'observation durant la migration prénuptiale (février/mars). Le Grand labbe fréquente toute la zone sud Gascogne en particulier le plateau landais et les abords du canyon de cap Ferret.

Même si le Grand labbe peut être attiré par les navires, il ne souffre pas de menaces particulières.



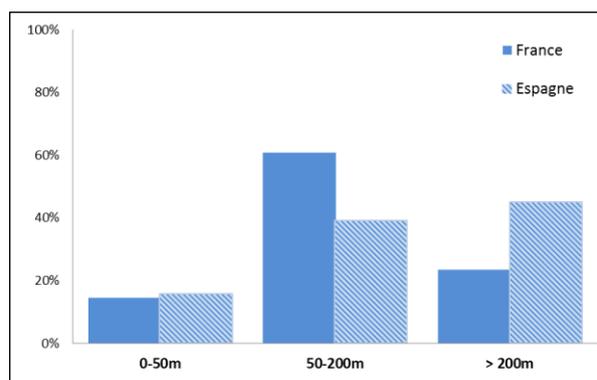
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	5	0,091 ± 0,417

Habitats préférentiels



Océanite tempête

Hydrobates pelagicus

Vulnérabilité au projet
Très faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe II			Annexe I	Arrêté du 29/10/2009	Décret royal 139/2011	NA	VU

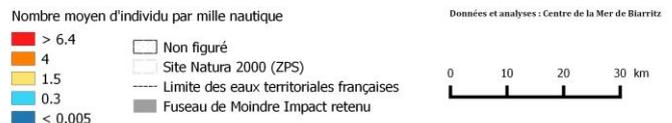
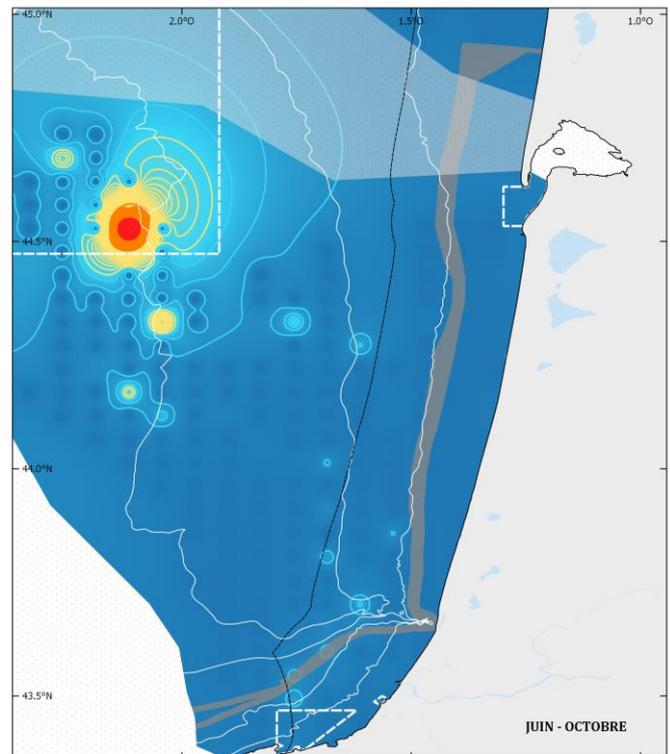
Écologie de l'espèce

L'Océanite tempête se reproduit dans le nord-est Atlantique. En France, les colonies du Morbihan comptent moins d'une vingtaine de couples, et celles de Biarritz ne sont plus occupées (Castège, 2015). Environ 2 000 couples se reproduiraient au nord de l'Espagne (Martí & Del Moral, 2003).

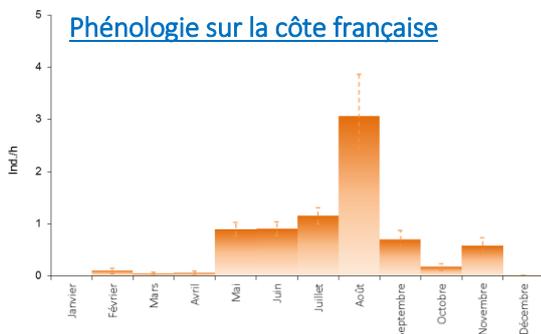
L'Océanite tempête est présent dans le secteur essentiellement de mai à novembre, avec un pic au mois d'août. Localement, l'espèce est observée en fortes densités au niveau du canyon du cap Ferret le long du talus continental (profondeurs supérieures à 200 m). Compte-tenu du périmètre très restreint et côtier de la partie espagnole, aucune observation n'a été relevée sur la période d'étude.

L'Océanite tempête devrait encourir peu de risques en lien avec le projet, à l'exception des travaux d'atterrages en Espagne où des colonies de reproduction sont localisées alentour.

Répartition sur la côte française



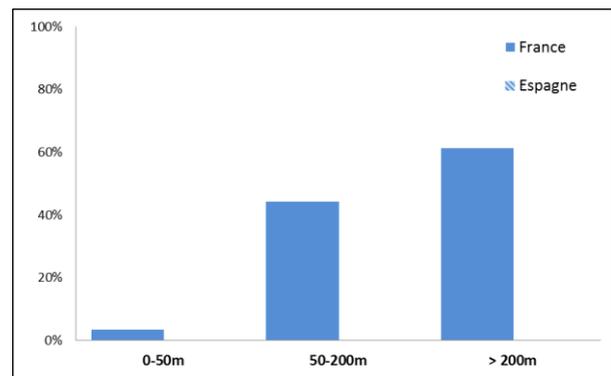
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	0	

Habitats préférés



Puffin majeur

Ardenna gravis

Vulnérabilité au projet
Très faible



Convention Européenne			Directive	Protection nationale		Statut UICN migrateur	
Berne	Bonn	OSPAR	Oiseaux	France	Espagne	France	Espagne
Annexe III				Arrêté du 29/10/2009		NA	NE

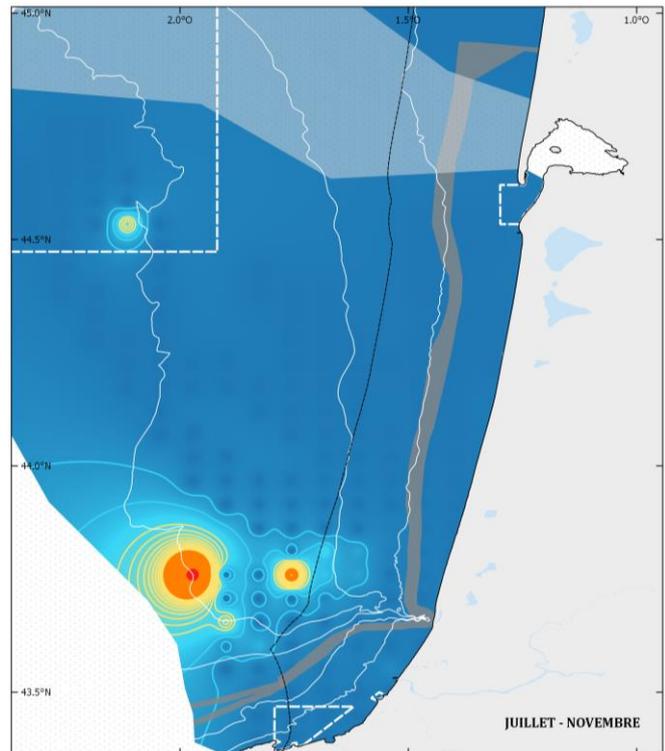
Répartition sur la côte française

Écologie de l'espèce

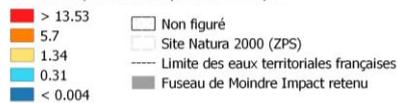
Le Puffin majeur niche sur un nombre très limité d'îles dans l'hémisphère sud. La population compterait jusqu'à 15 millions d'individus.

Le Puffin majeur est présent dans le sud du golfe de Gascogne de juillet à novembre avec un pic en septembre, ce qui correspond à la migration pré-nuptiale vers ses zones de reproduction. Il s'approche peu du littoral et est localement observé sur le talus continental et sur le Gouf de Capbreton.

L'espèce est souvent repérée en groupe de plusieurs dizaines d'individus. Cette espèce présente une vulnérabilité très faible à ce projet, étant présente plus au large.



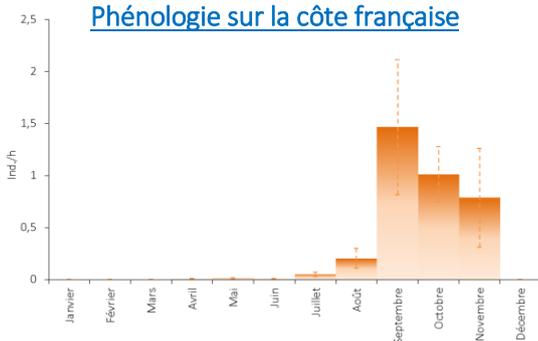
Nombre moyen d'individu par mille nautique



Données et analyses : Centre de la Mer de Biarritz



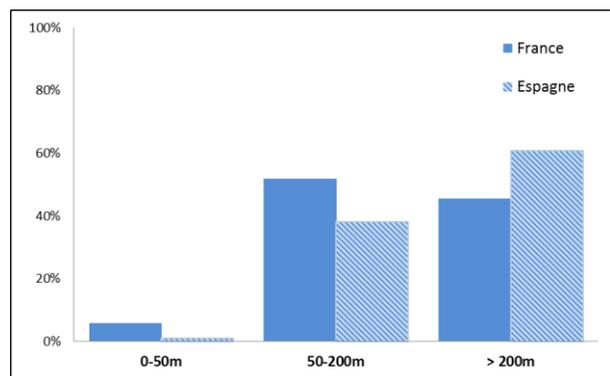
Phénologie sur la côte française



Abondances sur la côte basque espagnole

Période	Nombre d'observations	Nombre d'individu par mille nautique
Printemps	0	
Automne	9	2,169 ± 10,665

Habitats préférentiels



c) Analyse de la répartition des espèces

La mise en parallèle des cartes de répartition ou de présence avec la vulnérabilité au projet pour chaque espèce est indispensable. Il apparaît ainsi que des espèces avec une forte vulnérabilité à l'implantation des câbles sous-marins sont au final peu présentes dans le secteur. C'est le cas par exemple des grands mammifères marins (Rorqual commun, Petit rorqual, Grand cachalot) qui sont inféodés aux grandes profondeurs du plateau et du talus continental. Toutefois, le talus continental est très proche des côtes basques espagnoles et l'absence d'observation plus précises sur ce secteur pousse à prendre des précautions particulières envers ces espèces dotées de forts enjeux de conservation.

De même les Plongeurs, ou la Macreuse noire d'une vulnérabilité forte à modérée, sont peu fréquents dans les eaux du sud du golfe de Gascogne et se concentrent plus au nord du golfe de Gascogne (Castège & Hémerly, 2009 ; Milon & Castège, 2016,) durant la période hivernale. Ainsi, le présent projet d'interconnexion est au final peu susceptible d'impacter ces espèces. Le Grand cormoran et le Cormoran huppé sont aussi vulnérables mais ont une distribution extrêmement côtière, voire essentiellement continentale pour le premier et ne devraient donc pas être trop concernés, sauf pour l'atterrage sur la partie espagnole où des couples de Cormorans huppés se reproduisent à proximité de la zone.

En revanche, d'autres espèces sont à prendre sérieusement en compte lors de la mise en œuvre du projet, en particulier la majorité des delphinidés (Globicéphale noir, Grand dauphin, Dauphin commun, Dauphin bleu et blanc) ainsi que le Marsouin commun présents toute l'année. En effet, ces 5 espèces sont très abondantes localement et notamment sur le Gouf de Capbreton. Le Globicéphale noir et le Marsouin commun sont par ailleurs les plus concernés par le forage dirigé qui aura lieu sur la tête du canyon, car très présents sur cette zone. Il conviendra donc d'être particulièrement vigilant à l'étape du forage sur ce secteur.



Exemples d'espèces de cétacés très présents sur le fuseau d'implantation des câbles, notamment au niveau du Gouf de Capbreton. De gauche à droite : Globicéphale noir (*Globicephala melas*), Dauphin commun (*Delphinus delphis*) et Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*).

Enfin, des oiseaux marins porteurs d'une vulnérabilité moindre (faible, très faible) sont néanmoins très abondants dans le secteur d'étude, voire directement sur le tracé : Fou de Bassan, Goéland leucophaé, Mouette mélanocéphale, Grand labbe, Mouette de Sabine, Puffin des Baléares, Pingouin torda, Sterne caugék. La plupart de ces espèces ne risquent pas d'être touchées par la présence des câbles en elle-même, mais pourraient par contre être dérangées par la phase d'installation. La présence des navires d'opération ou de plates-formes peut conduire à un effet d'attraction artificiel ou peut causer un dérangement important les conduisant à repousser leur aire de recherche de nourriture. Ce dernier point peut être problématique pour certaines espèces qui nichent en été sur le secteur d'étude, en particulier : la Sterne caugék à Arcachon (banc d'Arguin), l'Océanite tempête sur la côte basque espagnole, le Cormoran huppé et le Goéland leucophaé sur la côte basque française et espagnole...



Exemples d'espèces à forts enjeux de conservation (reproducteurs locaux et/ou espèces menacées) présentant une vulnérabilité faible au projet mais qui sont très présentes sur le fuseau retenu pour l'implantation et qui risquent d'être directement concernées par la phase d'installation. De gauche à droite : Sterne caugék (*Thalasseus sandvicensis*), Puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*) et Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*).

Enfin, une attention toute particulière est également requise pour le Guillemot de Troïl, qui ressort avec une vulnérabilité modérée. Cet oiseau n'est présent dans le secteur qu'en hiver (novembre à avril). Avec le Pingouin torda (vulnérabilité faible), ce sont des espèces très côtières qui réagissent négativement à la présence de navire (fuite) et qui peuvent plonger à de grandes profondeurs (jusqu'à 200 m). Ils sont donc susceptibles d'être concernés par l'implantation du câble, en particulier le Guillemot de Troïl, plus abondant et largement répandu sur tout le fuseau. Le Pingouin torda doit aussi être pris en compte, bien que moins abondant dans le secteur car subissant localement les impacts des changements océanoclimatiques (Hémery *et al.*, 2008 ; Milon & Castège, 2016 ; Castège & Milon, 2018). L'espèce n'en est que plus sensible à la moindre perturbation sur son lieu d'hivernage.



Le Guillemot de Troil (*Uria aalge*), à gauche, est une espèce très côtière et abondante en hiver sur tout le tracé des câbles qui risque donc d'être fortement dérangée par le projet (vulnérabilité modérée). À droite, le Pingouin torda (*Alca torda*) est également concerné et subit déjà les impacts des changements océano-climatiques locaux.

d) Analyse plurispécifique

En complément de l'analyse des espèces, une vision plurispécifique est nécessaire afin de localiser les zones biologiquement sensibles en mammifères et oiseaux marins du secteur et de comparer leur position avec le futur passage des câbles sous-marins.

L'analyse utilisée se base sur l'indice de diversité de Shannon-Weaver (Shannon & Weaver, 1949). Cet indice permet de donner une vue globale des peuplements en affectant à chaque espèce la même importance et en tenant compte à la fois du nombre d'espèces et de leurs abondances observées pour une maille donnée. L'inconvénient est donc que le même poids est donné à des espèces ayant des enjeux de conservation différents.

L'indice de Shannon « H » se définit ainsi :

$$H = - \sum (n_i/N) \log (n_i/N)$$

n_i : abondance observée pour chaque espèce « i »

N : abondance globale observée

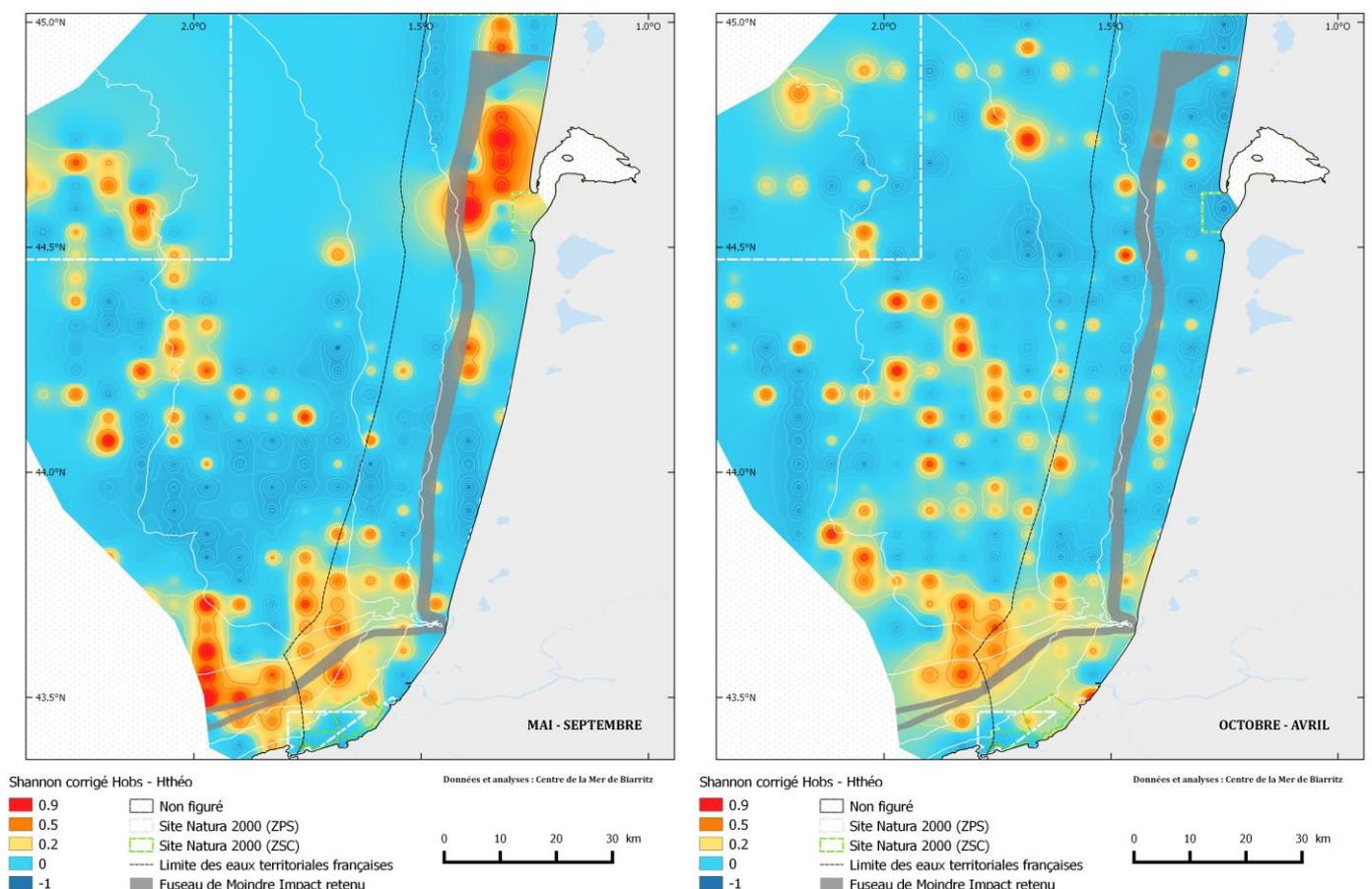
Afin de prendre en compte les différences de prospection des secteurs, cet indice est corrigé : $H_{\text{observé}} - H_{\text{théorique}}$. Le « $H_{\text{théorique}}$ » étant calculé en fonction de la relation théorique entre l'indice de Shannon et le temps de prospection. Ainsi, une valeur négative de l'indice corrigé révèle un « déficit » dans la diversité biologique attendue alors qu'une valeur positive indique un « surplus » de diversité comparé au modèle. L'indice de Shannon, corrigé en fonction de l'intensité de prospection, fait ressortir des secteurs où les concentrations d'abondances sont équilibrées. De ce fait, une zone présentant de très fortes abondances d'une seule espèce aura un indice de diversité faible.

Les périodes estivales et hivernales sont différenciées dans le but de ne pas mélanger les phénomènes et peuplements spécifiques à ces deux cycles. Les observations effectuées en

présence de navires (de pêche ou de plaisance) pouvant induire un phénomène de concentration artificielle d'abondance ont été mises de côté et éliminées.

Les traitements permettent de confirmer que les zones côtières présentent globalement les richesses spécifiques et les abondances maximales. Cela concerne les eaux relativement proches du littoral (moins d'une cinquantaine de kilomètres) et pour des profondeurs situées autour de 50 m. Ces résultats sont à mettre en particulier en relation avec la présence des panaches fluviaux comme zones importantes pour la production primaire (Herbland *et al.*, 2002 ; Planque *et al.*, 2004).

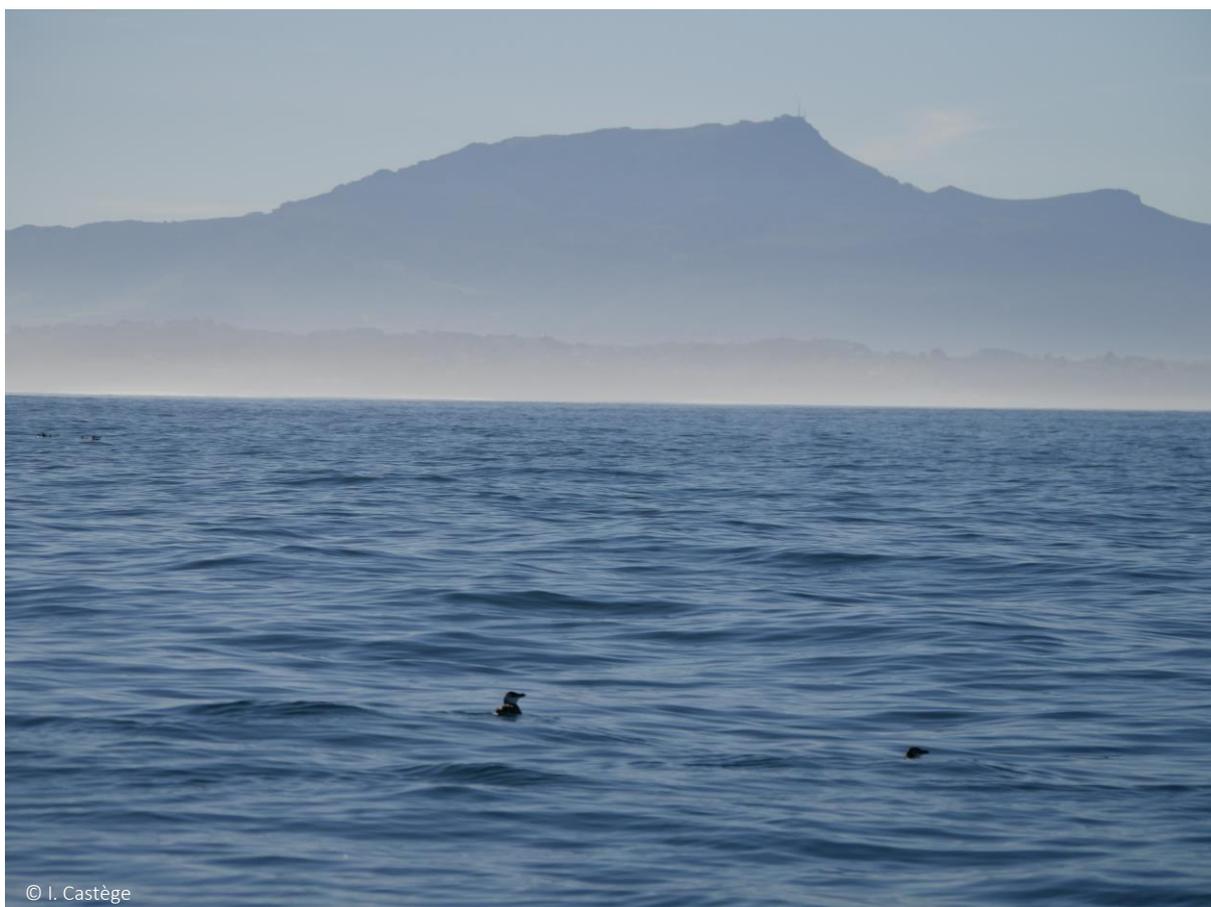
D'une manière générale, l'utilisation du sud du golfe de Gascogne par les prédateurs supérieurs est relativement identique tout au long de l'année. Néanmoins, certains secteurs s'illustrent plus particulièrement en fonction de la saison. Ainsi, durant l'été (de mai à septembre), les abords d'Arcachon ressortent très fortement, en lien avec les espèces qui nichent à l'intérieur de la baie et en particulier sur le banc d'Arguin, comme la Sterne caugek. Néanmoins, cette espèce présente une vulnérabilité faible selon l'indice mis en place dans la présente étude.



Diversité biologique totale (oiseaux marins et cétacés) estivale (à gauche) et hivernale (à droite) représentée par l'indice de Shannon-Weaver corrigé.

Tout au long de l'année, d'autres secteurs d'importance sont confirmés tels les abords proches du plateau Landais, le Canyon de Cap Ferret et, surtout, le Gouf de Capbreton. Ce dernier présente une diversité biologique importante depuis sa tête à quelques centaines de mètres de la côte jusqu'à sa partie plus profonde au-delà de l'isobathe des 200 m. Cette richesse est particulièrement à mettre en relation avec la présence de cétacés teutophages tels le Globicéphale noir.

Effets potentiels et mesures de réduction

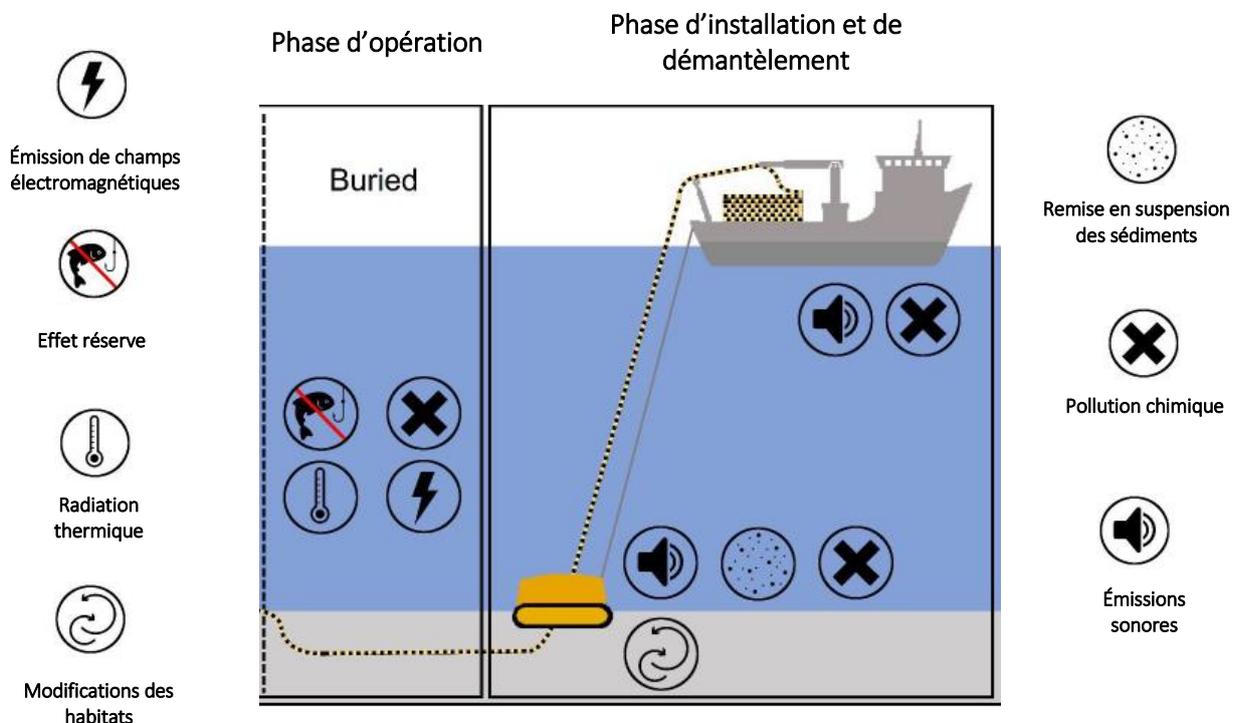


1. Effets et impacts

Lors de cette étude, un certain nombre de critères ont été examinés concernant les effets et impacts avérés ou potentiels du projet sur la mégafaune marine. Ces critères ont été utilisés pour la définition d'un indice de vulnérabilité adapté à la faune marine locale, à ses enjeux de conservation mais aussi, dans la mesure du possible, aux spécificités du présent projet.

Pour chacune des espèces retenues pour le calcul de l'indice, les effets avérés ou potentiels de ces critères sont renseignés et étayés (Annexes I à XI). Taormina et ses collaborateurs (2018) ont réalisé une étude sur les principaux effets et impacts liés à la mise en place d'un câble sous-marin, qui dépasse l'objet de la présente étude et englobe l'ensemble des compartiments de l'environnement marin :

- L'émission de pollution
- La modification de l'habitat
- La mise en suspension de sédiment
- Les impacts sonores
- Les changements liés aux champs électromagnétiques
- L'émission de chaleur
- Risques d'enchevêtrement
- La création d'un effet « réserve »



Schématisme synthétique des effets et impacts identifiés lors de l'installation/démantèlement et opération d'un câble électrique sous-marins enfouis (*Buried*) dans le substrat (traduit d'après Taormina *et al.*, 2018)

Si l'on se base sur la définition de Boehlert & Gill (2012), les effets concernent les modifications des paramètres environnementaux (nature du substrat, hydrodynamisme, température, bruit, champs électromagnétiques...) et les impacts correspondent aux changements observés sur les « récepteurs » à différentes échelles possibles : compartiment de l'écosystème (biotope, biocénose), niveau (communauté, population, espèce) ou processus écologique (interactions trophiques). Ces impacts peuvent être positifs ou bien négatifs. Il conviendra donc de faire la distinction autant que possible.

▲ Champs électromagnétiques

Les champs électromagnétiques (CEM) sont présents naturellement dans l'environnement que ce soit dans l'eau ou dans l'air. Les deux sources de champs magnétiques naturelles proviennent du noyau terrestre et des vents solaires. Dans la mer, la source dominante des champs électriques naturels provient de l'interaction entre la conductivité de l'eau salée, la rotation de la Terre et l'action des marées et courants. Les activités humaines génèrent aussi des sources de CEM, à l'instar des câbles électriques sous-marins.

De nombreux organismes marins (invertébrés, mammifères marins, poissons, tortues) peuvent détecter et répondre aux CEM et sont catégorisés en deux groupes : les espèces electro-sensibles et les espèces magnéto-sensibles.

Les animaux marins électro-sensibles sont essentiellement des élasmobranches (poissons cartilagineux : requins, raies), et des chimères qui peuvent détecter et répondre aux champs électriques grâce à des cellules spécifiques (les ampoules de Lorenzini). Ces animaux sont capables de détecter les basses fréquences et les champs électriques naturellement émis par les organismes vivants ce qui leur permet de trouver des proies, des partenaires sexuels ou d'éviter les prédateurs (Peters *et al.*, 2007). D'autres espèces sont connues pour posséder des récepteurs électro-sensibles différents : les lamproies, les cœlacanthes, les esturgeons, les anguilles... (Gill *et al.*, 2014). Ces espèces électro-sensibles peuvent aussi être magnéto-sensibles et détecter la présence de champs magnétiques de manière indirecte via les champs électriques.

La plupart des espèces dites magnéto-sensibles possèderaient soit des particules magnétiques, appelées magnétites, dans leurs organismes soit des molécules photoréceptrices (cryptochromes) dans leurs yeux. Parmi les espèces marines magnéto-sensibles figurent les cétacés, les tortues marines, certains poissons (saumons, poissons plats, anguilles), les crustacés et les mollusques (voir la synthèse de Gill *et al.*, 2014). Les cétacés et les tortues en particulier se serviraient du champ magnétique terrestre, ainsi que de ses anomalies, pour s'orienter lors des migrations (Kirschvink *et al.*, 1986 ; Walker *et al.*, 1992 ; Lohmann *et al.*, 2012 ; Vanselow *et al.*, 2017). En revanche, les pinnipèdes et siréniens ne possèdent ni magnétite, ni cryptochromes (Gill *et al.*, 2014).

L'utilisation d'un compas magnétique a également été démontrée chez certains oiseaux terrestres migrateurs (Wiltschko & Wiltschko, 1996). Il existe peu d'études sur les oiseaux marins mais les résultats semblent indiquer que les champs magnétiques ne jouent pas un rôle majeur dans leur orientation (Bonadonna *et al.*, 2005 ; Pollonara *et al.*, 2015). D'après la synthèse de Gill et ses collaborateurs (2014), il n'y a aucune preuve que les oiseaux utilisent les champs électromagnétiques (dans ce cas en lien avec des énergies renouvelables) ou pourraient les détecter sous l'eau pour les espèces plongeurs.

Les effets à long terme des CEM sont mal connus pour la plupart des groupes d'organismes marins. La réponse des organismes à la présence de câbles sous-marins est difficilement prévisible car elle va dépendre des espèces concernées, voire des individus eux-mêmes, ainsi que du type et de l'intensité des câbles (Gill *et al.*, 2009).

Une synthèse bibliographique des interactions entre les CEM et les espèces marines électro ou magnéto-sensibles est proposée dans le tableau 12.

Espèce	Objectif du test	Champ électromagnétique	Impacts	Référence
Invertébrés				
Invertébrés	Impact de câbles sous-marins	Câble d'alimentation sous-marin	Aucun impact détecté	Love <i>et al.</i> , 2017
Faune benthique	Impact de câbles sous-marins	Câble d'alimentation sous-marin	Aucun impact détecté	Kuhnz <i>et al.</i> , 2015
Éponges				
Éponges de verres, coraux et faune associée	Impact de câbles sous-marins	Câble d'alimentation sous-marin	Diminution de l'abondance	Dunham <i>et al.</i> , 2015
Mollusques				
Moule commune (<i>Mytilus edulis</i>)	Survie	3.7mT (37G)	Aucun impact détecté	Bochert & Zettler, 2004
Moule commune (<i>Mytilus edulis</i>)	Paramètres biochimiques	5.8, 8, 80 mT (58, 80, 800 G)	Diminution de 20% de l'hydratation et de 15% en azote d'amine	Aristharkhov <i>et al.</i> , 1988
Crustacés				
Crevette grise (<i>Crangon crangon</i>) et Rhithropanopeus harrisi	Survie	3.7mT (37G)	Aucun impact détecté	Bochert & Zettler, 2004
Homard américain (<i>Homarus americanus</i>)	Changements dans le comportement et l'activité	Câble d'alimentation sous-marin (CCHT)	Comportemental	Hutchison <i>et al.</i> , 2018
Tourteau (<i>Cancer pagurus</i>)	Impact des énergies renouvelables	Technologies et câbles émettant des champs électromagnétiques	Comportemental et physiologique	Scott <i>et al.</i> , 2018
Langouste blanche (<i>Panulirus argus</i>)	Effets des anomalies magnétiques	Expérimentations en laboratoire	Changements dans la dépendance en taille	Ernst & Lohmann, 2018
Échinodermes				
Oursins	Troubles de la croissance	10 mT – 0.1 T (100 - 1000G)	Retard du cycle mitotique des embryons précoces et augmentation d'exogastrulation	Levin & Ernst, 1997
Poissons téléostéens				
Flet commun (<i>Platichthys flesus</i>)	Survie	3.7mT (37G)	Aucun impact détecté	Bochert & Zettler, 2004
Poissons	Impact de câbles sous-marins	Câble d'alimentation sous-marin	Aucun impact détecté	Love <i>et al.</i> , 2017
Saumon royal (<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>) et Esturgeon vert (<i>Acipenser medirostris</i>)	Impact de câbles sous-marins sur le comportement et la migration	Câble d'alimentation sous-marin (CCHT)	Aucun effet apparent	Kavet <i>et al.</i> , 2016 Klimley <i>et al.</i> , 2017
Salmonidés	Impact de câbles sous-marins	Câble d'alimentation sous-marin (CCHT)	Effet limité sur la migration	Wyman <i>et al.</i> , 2018
Salmonidés et anguilles	Bradycardie	7 - 70 μ V/cm	Rythme cardiaque élevé	Marino & Becker, 1977
	Première réaction	0.5 - 7.5 V/m	Frémissement des branchies et des nageoires	

	Réaction à l'anode	0.025 - 15 V/m	Nage vers une anode chargée électriquement	
	Électronarcose ou paralysie	15 V/m	Électronarcose ou paralysie	Balayev, 1980 Balayev & Fursa, 1980
Anguille (<i>Anguilla anguilla</i>)	Migration	Même magnitude que celle du champ magnétique terrestre à une distance de 10 m	Environ 60% ont traversé le câble	Westerberg & Begout-Anras, 2004
	Magnéto sensibilité	12,663 - 92,473 nT	Réponse conditionnée significative	Nishi <i>et al.</i> , 2004
	Magnéto sensibilité	Mesure en laboratoire et sur site	Le système d'orientation magnétique est lié à un rythme circatidal	Cresci <i>et al.</i> , 2017
Élasmobranches				
Requins	Sensibilité à un courant alternatif	Tous	1/8-8 Hz Effets sur les fonctions de base	Kalmijn, 2000 Walker <i>et al.</i> , 2003
Requin-citron (<i>Negaprion brevirostris</i>)	Effets des filets anti-requins	Stimuli magnétiques	Mouvement et comportement	O'Connell <i>et al.</i> , 2011
Requin-citron (<i>Negaprion brevirostris</i>)	Portée visuelle	Stimuli magnétiques	Mouvement et comportement	O'Connell <i>et al.</i> , 2014
Petite roussette (<i>Scyliorhinus canicula</i>)	Electrosensibilité dans la recherche de nourriture	Champs électriques	Différence dans l'écologie et le régime alimentaire	Kimber <i>et al.</i> , 2011
Peau bleue (<i>Prionace glauca</i>)	Sensibilité aux champs électriques	Champs électriques	Encerclement répété et attaque des appareils.	Kalmijn, 1982
<i>Mustelus canis</i>	Sensibilité aux champs électriques	<0.021 μ V/cm	Attaque à 18 cm ou plus de la source	
<i>Urolophus halleri</i>	Sensibilité aux champs électriques	5 nV/m	Attaque à 38 cm ou plus de la source	
Raies	Réponse cardiaque	1 x 10 ⁻⁹ V/m	Réponse cardiaque	Kalmijn, 1966
Raie bouclée (<i>Raja clavata</i>)	Réponse cardiaque et respiratoire	10 ⁻⁶ V/m	Rythmes cardiaque et respiratoire sont touchés	
	Réponse cardiaque	4*10 ⁻⁵ V/m	Ralentissement du rythme cardiaque	
	Réponse cardiaque et respiratoire	Champs électriques en laboratoire	Rythmes cardiaque et respiratoire sont touchés	Ball <i>et al.</i> , 2016
Raies	Orientation	5nV/m	Capacité à s'orienter par rapport à des champs électriques uniformes tels que ceux produits par les courants océaniques	Kalmijn, 1982

Petite raie (<i>Leucoraja erinacea</i>)	Activité et déplacements	Câble d'alimentation sous-marin (CCHT)	Comportemental	Hutchison <i>et al.</i> , 2018
Raie à bec long (<i>Raja rhina</i>)	Impacts sur la faune	Câble d'alimentation sous-marin	Aucun impact détecté	Kuhn <i>et al.</i> , 2015
Tortues				
Tortue verte (<i>Chelonia mydas</i>)	Navigation	Variable	Aucun impact détecté	Papi <i>et al.</i> , 2000
Tortue Caouanne (<i>Caretta caretta</i>)	Réponse à l'orientation magnétique	Déplacement magnétiques simulés	Comportement lié à l'orientation magnétique	Putman <i>et al.</i> , 2015
	Orientation	Expérience en laboratoire	Comportement lié à l'orientation magnétique	Fuxjager <i>et al.</i> , 2014
Mammifères marins				
Cétacés	Déplacements	Champ magnétique terrestre $\pm 0.5\text{mG}$	Utilisation de cartes magnétiques pour traverser des zones de faibles intensités magnétiques	Walker <i>et al.</i> , 2003
Dauphin commun (<i>Delphinus delphis</i>), Dauphin de Risso (<i>Grampus griseus</i>), Lagénorhynque à flancs blancs (<i>Lagenorhynchus acutus</i>), Rorqual commun (<i>Balaenoptera physalus</i>), Globicéphale noir (<i>Globicephala melas</i>)	Sensibilité aux échouages		Vulnérabilité significative aux échouages	Kirschvink <i>et al.</i> , 1986
Faune en général				
Faune marine	Impact des énergies renouvelables	Câble sous-marin, technologies diverses	Effets potentiels, lacunes	Boehlert & Gill, 2010
	Impact de câbles sous-marins	Câble sous-marin et champs électromagnétiques	Mesures d'atténuation	Normandeau Associates Inc, 2011
	Impact de câbles sous-marins	Câble sous-marin et champs électromagnétiques	Effets potentiels, lacunes	Taormina <i>et al.</i> , 2018

Tableau 12 : Synthèse bibliographique des interactions entre les champs électromagnétiques et des espèces électro ou magnéto-réceptives (modifié d'après Slater, 2010).

T : Tesla ; G : Gauss ; CCHT : Courant Continu Haute Tension

Les éla-smobran-ches sont connus pour réagir de manière positive à des effaroucheurs à champ élec-triques (notamment contre les requins). La question se pose donc sur l'éventuel rôle de barrière que pourrait jouer des câbles. Gill et ses collaborateurs (2005), ont démontré que des éla-smobran-ches étaient attirés par des champs élec-triques issus de courant continu compris entre 0,005 et 1 $\mu\text{V}/\text{cm}$ et repoussé à partir de 10 $\mu\text{V}/\text{cm}$.

À l'heure actuelle des connaissances, les effets avérés ou potentiels des champs électromagnétiques émis sur les animaux marins sont les suivants (Copping *et al.*, 2016) :

- Modification des habitudes migratoires, désorientations
- Évitement ou attraction et autres changements comportementaux
- Perturbation des interactions proies/prédateurs
- Effets physiologiques (hormonaux, développement des larves)

Seuls ou cumulés, ces effets peuvent avoir des conséquences négatives sur la santé, la survie et/ou le succès reproducteur de certaines espèces.

En fin de compte, peu d'études se sont réellement penchées sur les impacts des champs électromagnétiques sur les mammifères marins. L'hypothèse avancée par Copping et ses collaborateurs (2016) est que les câbles sous-marins seraient moins intenses que le champ géomagnétique terrestre de base et donc que ces animaux n'en seraient pas dérangés. Cette hypothèse reste néanmoins non prouvée. Les auteurs avancent en revanche que les mammifères marins et les tortues seraient plus sensibles à des CEM provenant de courant continu plutôt que de courant alternatif.

En termes de seuil de réponse, il semblerait que, pour les espèces électro-sensibles, un évitement ait lieu à partir de 1 000µV/m (Copping *et al.*, 2016). Néanmoins, la question de la dangerosité à l'exposition à de forts CEM reste ouverte. Dans leur synthèse bibliographique, Taormina et ses collaborateurs (2018) requièrent de porter une attention particulière aux câbles à courant continu monopôle utilisant des électrodes de liaison à l'eau de mer pour le retour du courant électrique, qui peuvent créer des champs électriques et magnétiques plus élevés.

En conclusion, il subsiste encore beaucoup de lacunes sur les impacts des CEM sur la faune marine. À notre connaissance, il n'y a pas de valeur seuil reconnue en termes d'impact sur le vivant.

En ce qui concerne le projet d'interconnexion électrique France-Espagne par le golfe de Gascogne, les caractéristiques des câbles ne sont pas encore définitivement arrêtées car la technologie de ceux-ci est en évolution constante (intensité, tension, composants, isolants...). Le voltage recherché sera situé entre 320 kV et 500 kV.

▲ Modification de l'habitat

Physique

La préparation puis l'installation des câbles va indéniablement modifier le substrat, menant possiblement à une destruction d'habitats, de faune et de flore benthiques. Ces effets sont normalement restreints à la zone d'enfouissement stricte. Dans le cas présent, cela concerne

un linéaire de 280 km. A l'heure actuelle, le scénario de pose n'est pas encore défini. Dans un souci de cohérence avec l'étude d'impact le scénario le plus contraignant d'un point de vue environnemental est la pose et la protection de 4 câbles en mode séparé avec 4 tracés distincts. La largeur du couloir au sein duquel le tracé des 4 câbles est défini représente donc en moyenne entre 350 et 625 m. Il sera plus étroit à l'approche des côtes (pour rejoindre la chambre de jonction d'atterrissage) et plus large (jusqu'à 625 m) dans les eaux les plus profondes supérieures à 100 m, notamment dans les eaux proches de la frontière avec l'Espagne.

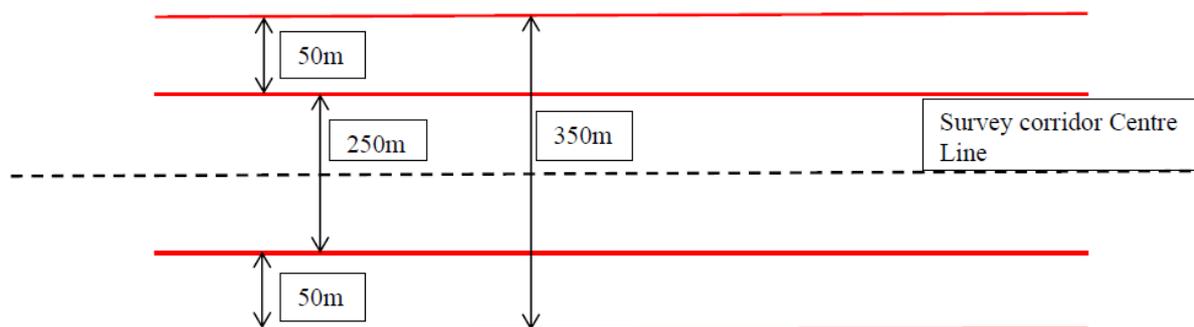


Schéma de disposition des câbles sur les fonds marins pour le scénario de pose des câbles en mode séparé. Source : RTE

Biologique

Des modifications du substrat risquent d'affecter les communautés benthiques directement (déplacements, destruction). L'amplitude et l'importance des changements biologiques vont dépendre de plusieurs facteurs liés à la sensibilité et la capacité de résilience des espèces concernées. La résilience d'un habitat ou d'une communauté est définie par sa capacité à revenir à un état écologique initial après une perturbation (Castège *et al.*, 2014). À cet effet les études d'impacts biologiques réalisées en amont pourront apporter des informations intéressantes sur la composition benthique rencontrée sur le fuseau du câble et les différences éventuelles entre les substrats rencontrés (sableux, vaseux, durs...).

▲ Mise en suspension des sédiments

En fonction de la nature du fond, l'installation et le démantèlement (voire l'entretien) peuvent entraîner un panache de turbidité qui peut s'étendre sur de grandes distances et engendrer de fortes concentrations de matières en suspension durant plusieurs jours. Cette augmentation de la turbidité et de matière en suspensions peut limiter l'apport de lumière nécessaire à la production primaire et perturber la détection de proie pour les poissons. De la même manière, cela peut gêner les invertébrés filtreurs (voir Taormina *et al.*, 2018 et les références citées).

Toutefois, la remise en suspension des sédiments et les effets qui l'accompagnent ne sont occasionnés que sur des zones localisées et durant un pas de temps court.

▲ Pollution chimique

Les principaux risques de pollutions chimiques susceptibles d'arriver concernent la phase de remise en suspension de sédiment où certains polluants enterrés dans le sédiment risquent d'être libérés (métaux lourds, hydrocarbures). Les plus fortes concentrations de contaminants se trouvant en général près des côtes, une analyse du sédiment en amont permettrait de vérifier le niveau de toxicité décelé sur le fuseau du câble.

Tout au long des travaux, les navires et engins utilisés peuvent aussi relâcher accidentellement des hydrocarbures, or les oiseaux marins sont particulièrement sensibles aux pollutions par les hydrocarbures (Cadiou & Siorat, 1999 ; Castège *et al.*, 2004, 2007).

▲ Bruit

L'ensemble du processus d'installation des câbles va entraîner des effets sonores, que ce soit la simple présence des navires sur place, la phase d'ensouillage et surtout le forage dans le Gouf de Capbreton et toute autre partie rocheuse rencontrée sur le fuseau. Durant toute l'opération de déploiement des câbles, au moins deux navires d'accompagnements assureront la sécurité autour du navire câblé et, le cas échéant, des autres navires (par exemple un navire tractant une charrue) ce qui augmente la nuisance sonore dans la zone d'étude.

En ce qui concerne le forage dirigé sur le Gouf de Capbreton, plusieurs options sont possibles d'après l'étude d'impact : 2 forages de grandes tailles ou 5 à 7 petits forages. Pour réaliser ces forages, une ou deux plates-formes autoélévatrices seront prévues sur site en fonction du scénario final. Ces plates-formes reposeront sur des pieux et opéreront des battages de pieux pour installer des guides de forage. Dans le cas où le scénario retenu opterait pour une pénétration de forage à 15°, deux rangées de pieux devront être mises en place, ce qui accentuerait la nuisance sonore pour les mammifères marins.

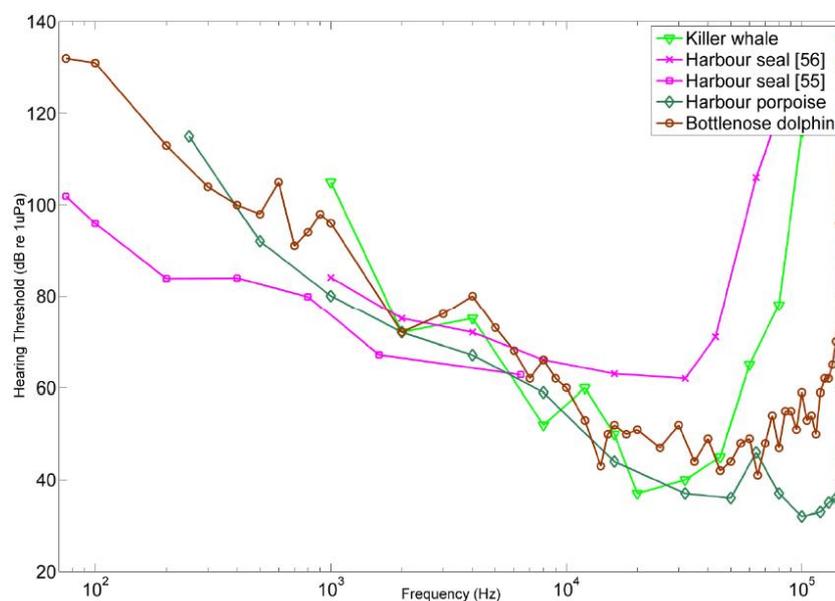
Ainsi, les sources de bruit pourront provenir de (Helloco & Persohn, 2018) :

- la plateforme de travail, en dehors des phases de battage/forage, et les navires. Dans ce cas de figure le bruit généré serait de type continu ;
- Lors des opérations de pose des pieux pour le support de l'outil de forage dirigé (rampe-support). Le bruit généré lors de ces opérations sera de type impulsionnel (battage de pieux) ;
- Lors des opérations de forage à proprement parler. En fonction de la technologie de forage retenue, du bruit de type continu et/ou impulsionnel peut être généré.

Les nuisances sonores dans l'océan peuvent toucher les animaux de différentes manières. Les réponses peuvent aller du simple évitement à un masquage des vocalises ou encore des lésions physiologiques (Southall *et al.*, 2007). Il reste difficile de savoir à quel degré la faune marine va être touchée puisque cela dépend de l'intensité et de la fréquence de la perturbation, de la vitesse de propagation du son, du bruit ambiant et des particularités de chaque espèce.

Parmi les espèces présentes dans le secteur d'étude, il existe déjà des différences dans leurs performances auditives. En effet, les rorquals vont percevoir surtout des bruits émis à basse fréquence (de 7 à 22 000 Hz), les delphinidés et le Grand cachalot à moyenne fréquence (150 à 160 000 Hz) et le Marsouin commun à haute fréquence (200 à 180 000 Hz) (Southall *et al.*, 2007).

De nombreuses études se sont intéressées à la sensibilité auditive des cétacés en s'appuyant sur des delphinidés ou des marsouins en captivité pour les premières tentatives ou sur des modélisations pour les baleines (Popov et Klishin, 1998 ; Ketten et Mountain, 2001 ; Kastelein *et al.*, 2003, 2015 ; Popov *et al.*, 2007 ; Pacini *et al.*, 2010). Des audiogrammes ont ainsi pu être créés et permettent de définir les seuils de détection des bruits en fonction des fréquences émises.



Compilation d'audiogrammes de mammifères marins : Orque (*Orcinus orca* ; vert clair), Phoque veau-marin (*Phoca vitulina* ; rose), Marsouin (*Phocoena phocoena* ; vert foncé) et Grand dauphin (*Tursiops truncatus* ; marron), d'après Haikonen *et al.*, 2013.

Les seuils de risque potentiel généralement admis aujourd'hui sont ceux utilisés par les organismes régulateurs américains (National Marine Fisheries Service) pour l'évaluation *a priori* des risques acoustiques. Une synthèse de la dernière mise à jour du guide est proposée

en [tableau 13](#) (NMFS, 2018). Les scientifiques distinguent les seuils de gêne, de douleur etc. conduisant à des modifications de comportement, puis à des pertes d'audition qui sont temporaires (*TTS : temporary threshold shift*) de celles qui sont permanentes (*PTS : permanent threshold shift*).

Les types de sources ont aussi leur importance, on différencie ainsi les signaux de nature impulsionnelle dits *pulse* (signaux sismique ou sondeurs) et les autres dits *non-pulse* qui sont de forme quelconque (bruit rayonné de navire, activité industrielle sous-marine...). À cela s'ajoute la possibilité d'avoir un signal *multiple* qui traduit le caractère répétitif du signal, il s'applique donc par exemple aux émissions acoustiques et sismiques des navires océanographiques (Lurton et Antoine, 2007).

Groupe	Champ auditif général	Source non impulsionnelle		Source impulsionnelle	
		TTS	PTS	TTS	PTS
Cétacés qui perçoivent les basses fréquences <u>Mysticètes</u> (rorquals, baleines franches...)	7 Hz à 35 kHz	179 dB	199 dB	168 dB	183 dB
Cétacés qui perçoivent les fréquences intermédiaires <u>Odontocètes</u> (dauphins, globicéphales, Grand cachalots, Ziphius, orques, mésoplodon...)	150 Hz à 160 kHz	178 dB	198 dB	170 dB	185 dB
Cétacés qui perçoivent les hautes fréquences <u>Autres odontocètes</u> (Marsouins, Grand cachalot pygmée, <i>Cephalorhynchus sp...</i>)	200 Hz à 180 kHz	153 dB	173 dB	140 dB	155 dB
Phoques (dans l'eau)	50 Hz à 86 kHz	181 dB	201 dB	170 dB	185 dB

Tableau 13 : Synthèse des capacités auditives des mammifères marins et des seuils pondérés de perte temporaire (TTS) ou permanent (PTS) d'audition en fonction de la nature de la source sonore (en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$). Sources : Southall *et al.* ; NMFS, 2018

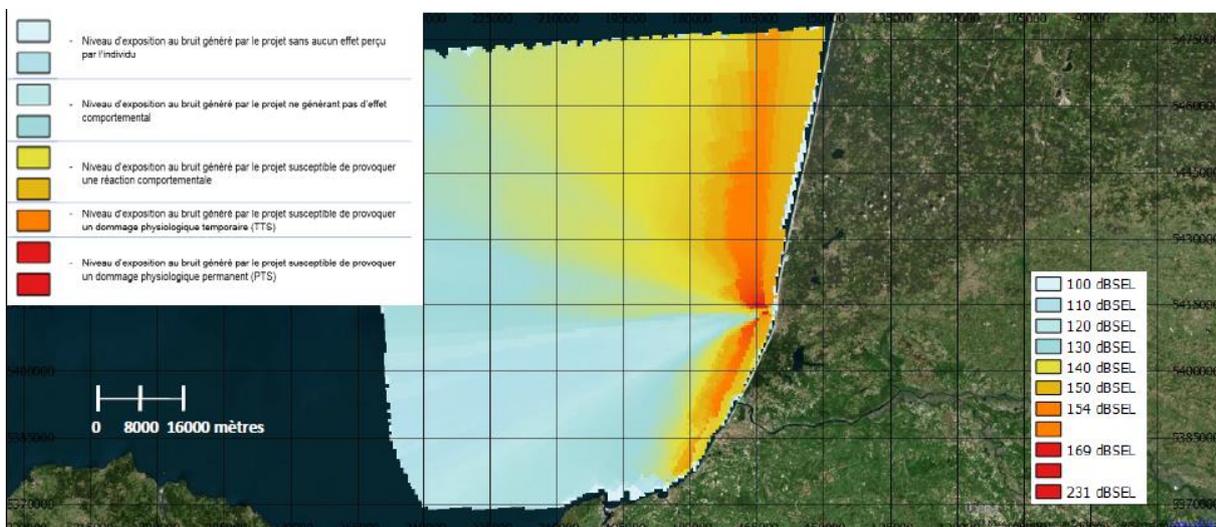
L'étude acoustique menée dans le cadre de ce projet (Helloco & Persohn, 2018) a permis de réaliser des cartes pondérées pour chaque groupe d'audition où figurent les périmètres à l'intérieur desquels les niveaux sonores perçus (liés aux travaux d'interconnexion) sont susceptibles de provoquer une réaction comportementale ou physiologique sur les groupes d'espèces considérés.

D'après leurs conclusions, l'impact sonore est considéré comme fort pour le Marsouin commun que ce soit pour le battage des pieux, le forage et l'ensouillage du câble, ce qui est

cohérent avec la sensibilité acoustique de l'espèce et son écologie très côtière. Les delphinidés et le Grand cachalot seraient moyennement affectés par ces opérations. Pour les baleines présentes dans le secteur (essentiellement Rorqual commun et Petit rorqual), l'opération du battage des pieux reste l'étape la plus impactante. Si ces espèces ne sont pas présentes sur la bande côtière, le bruit va néanmoins se diffuser sur des périmètres importants et sera perceptible pour ces espèces dites de « basse fréquence ». Ainsi, il semblerait que le périmètre pour les pertes d'auditions temporaires pour ces baleines atteint 6 500 m et des dizaines de kilomètres en ce qui concerne le déclenchement éventuel de réactions comportementales.

Pour les autres espèces et autres opérations, l'impact est considéré comme faible du fait de la sensibilité des espèces ou de l'émission sonore dont l'intensité ne serait susceptible de causer que des pertes temporaires d'audition sur un périmètre restreint.

L'opération de battage des pieux pour le forage dirigé au niveau du gouf de Capbreton constitue donc l'étape la plus impactante pour les mammifères marins du secteur pouvant entraîner des pertes permanentes d'audition à proximité de la source émettrice et jusqu'à plusieurs kilomètres dans certains cas. Une attention toute particulière devra donc être déployée pour en limiter les impacts.



Carte des niveaux d'exposition sonore pondérés pour les cétacés qui perçoivent les basses fréquences (rorquals et baleines) selon deux points d'émission potentiel du projet (en dB ref $1\mu\text{Pa}^2.s$) Sources d'émission : 2 opérations de battage de pieux à 231,5 dBSEL ref 1 ref $1\mu\text{Pa}^2.s$ @1m / travaux en été
Source : Helloco & Persohn, 2018

▲ Effet réserve

Il existe potentiellement un effet de réserve naturelle selon si des activités humaines seront admises durant les phases d'installation, d'opération et de démantèlement. En effet, si des interdictions de pratiquer certaines pêches, de s'ancrer, draguer etc. sont émises sur le fuseau, cela pourrait avoir un effet bénéfique pour les écosystèmes marins alentour (Taormina *et al.*, 2018).

▲ Émission de chaleur

Quand l'énergie électrique est transportée, une certaine quantité est perdue par un dégagement de chaleur dû à l'effet Joule. Ce phénomène induit une augmentation de la température à la surface du câble et donc aux alentours proches (OSPAR, 2012). De plus, pour les câbles enfouis, les radiations thermiques peuvent réchauffer de manière significative le sédiment en contact direct. L'augmentation de la température pourrait modifier les propriétés chimiques et physiques du substrat, tels la concentration en oxygène et donc indirectement l'activité des communautés de micro-organismes et bactéries (Taormina *et al.*, 2018). Cela pourrait aussi toucher les organismes benthiques au contact direct avec le substrat (modification de leur répartition, de leur comportement etc.) en fonction de leur tolérance. Toutefois, très peu d'étude se sont concentrées sur les conséquences *in situ*, il convient donc de le traiter avec précaution, bien que la surface concernée soit peu importante et que les radiations thermiques attendues soit faibles (Taormina *et al.*, 2018).

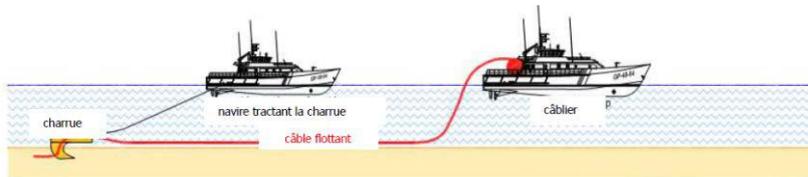
▲ Risque d'enchevêtrement

Les risques d'enchevêtrement des mammifères marins identifiés dans la bibliographie concernent surtout les câbles sous-marins dits « dynamiques », qui flottent donc dans la colonne d'eau et dans lesquels les cétacés peuvent s'empêtrer (Benjamins *et al.*, 2014 ; Copping *et al.*, 2016 ; Taormina *et al.*, 2018). Néanmoins, nous encourageons la prudence lors de la pose des câbles. En effet, d'après l'étude d'impact selon la nature des fonds (déterminant le type d'engins d'ensouillage), plusieurs méthodes de pose peuvent être utilisées faisant appel à un ou plusieurs navires pouvant se suivre.

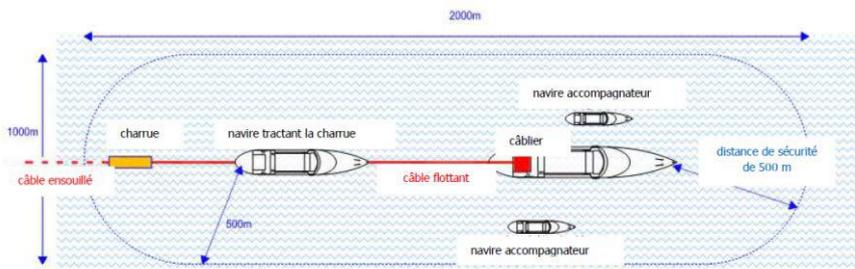
Si l'on envisage le scénario le plus pénalisant de l'étude d'impact, le rayon de sécurité autour des navires serait est de 500 m en latéral de chaque côté du navire et de 2 km en longitudinal (2 navires en convoi et l'engin d'ensouillage). Ainsi, la zone que les mammifères marins ne peuvent traverser peut s'avérer très importante (2 km), au risque d'entrer en collision avec le câble à enfouir et/ou celui de l'engin tracté.

La présence d'un observateur qui avertirait de la présence de cétacés dans la zone et susceptibles de croiser la route de l'un ou l'autre des navires est ainsi indispensable. Étant

donné que le navire câblé principal sera opérationnel en continu, 24h/24, une solution pour la surveillance nocturne doit être mise en œuvre.



Organisation type d'un chantier de pose et d'ensouillage assurés par deux navires en convoi



(D'après ARCADIS, 2011)

▲ Pollution lumineuse

En plus des sources de dérangements identifiées par Taormina et ses collaborateurs (2018), nous préconisons de porter une attention particulière à d'autres effets, tels la pollution lumineuse. Le terme de pollution lumineuse s'applique à la lumière artificielle qui altère l'alternance du jour et de la nuit (rythme nyctéméral) dans les écosystèmes (Longcore & Rich, 2004). En effet, il est possible que des plates-formes soient installées en mer, notamment lors de l'étape de forage sur la tête du canyon de Capbreton. Si des travaux ont lieu de nuit, l'éclairage peut alors avoir un effet sur les animaux, en particulier les oiseaux terrestres. Le fuseau d'interconnexion reste proche du littoral et d'autant plus au niveau de Capbreton. Ainsi, la présence de forts éclairages nocturnes peut attirer de manière artificielle des oiseaux non marins et les détourner de leur voie migratoire.

Un certain nombre d'impacts négatifs sur l'ensemble des maillons des chaînes trophiques ont déjà mis en évidence par des études scientifiques (Longcore et Rich, 2004 ; Gaston *et al.*, 2013 ; Davies *et al.*, 2014) :

- Une désorientation ainsi que des phénomènes d'attraction/répulsion qui mènent à des collisions mortelles avec des infrastructures ou des véhicules, ou bien à un épuisement.
- Des effets sur la reproduction et la dynamique des populations.
- Des problèmes de communication, y compris visuelle avec un impact sur la sélection de partenaire sexuel.
- Un accroissement de la compétition.
- Un déséquilibre dans la relation proie/prédateur avec une prédation accrue.

Les scientifiques distinguent alors des effets directs (collisions mortelles), des effets indirects (des animaux sont piégés par la lumière et vont s'épuiser à tourner en rond) et enfin des effets cumulés (Montevecchi, 2006).

Les impacts majeurs de la pollution lumineuse interviennent durant la nuit et vont donc concerner en priorité les oiseaux marins nocturnes, que ce soit lors de leurs déplacements, leur recherche de nourriture ou bien leurs activités autour de la nidification, ainsi que les migrateurs terrestres qui se déplacent la nuit. Parmi les oiseaux marins les plus sensibles à la pollution lumineuse se trouvent les Procellariiformes (puffins, océanites...) dont au moins une espèce se reproduit sur le littoral du fuseau (Océanite tempête). Beaucoup de Procellariiformes sont nocturnes et se nourrissent donc la nuit, en particulier de proies bioluminescentes et auraient donc une prédisposition à l'attraction lumineuse (Imber, 1975 ; Montevecchi, 2006).

Les études sur les espèces migratrices s'appuient plus sur les passereaux que sur les oiseaux marins ou les limicoles. Enfin, l'émission de lumières qui vont modifier le spectre peut perturber le compas magnétique de certaines espèces tandis que les halos de pollution lumineuse masquent les repères naturels tels la Lune ou les étoiles (Gaston *et al.*, 2013).

Les chiroptères étant nocturnes, ils sont particulièrement affectés par les sources de lumière employées de nuit. Ainsi l'utilisation des éclairages sur le(s) pont(s) des navires ou bien sur les plates-formes la nuit peut avoir une incidence sur les chiroptères présents en pleine mer (voir annexe XII). Les effets sont également conditionnés par le spectre lumineux des lampes employées et l'intensité lumineuse. Ainsi, les sources lumineuses peuvent avoir deux principaux effets :

- **Attraction** : la présence de lumière, notamment dans un spectre de faibles longueurs d'ondes, attire de nombreux insectes (particulièrement des papillons de nuit) et donc accroît les ressources alimentaires disponibles. Les chiroptères présents sur les littoraux aquitain et basque espagnol qui ont montré une plus grande présence sur un site éclairé sont (Stone *et al.*, 2015) : *Pipistrellus spp.*, la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*), la Noctule commune (*Nyctalus noctula*), le Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*) et la Sérotine bicolore (*Vespertilio murinus*).
- **Répulsion** : la présence de lumière sur un site habituel d'alimentation peut empêcher certaines espèces de venir s'y nourrir. Ce qui est le cas du Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*) dans le cas de l'utilisation de lampes à vapeur de sodium à haute pression et de LED (Stone *et al.*, 2015 et références incluses) mais aussi du Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*), de la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), des *Myotis spp.*, et des *Plecotus spp.* (Lacoeuilhe *et al.*, 2014).

Même si d'un premier abord on peut penser que l'attraction de nombreux insectes par la lumière soit bénéfique aux chiroptères, un suivi des espèces d'insectes présentes sur site montre que l'éclairage peut modifier la diversité et l'abondance de certaines espèces et ainsi affecter l'alimentation des espèces de chiroptères présentes sur site.

D'après les auteurs, les lampes halogènes attireraient davantage les oiseaux marins (ici les puffins, Rodríguez *et al.*, 2017) que les LEDs ou les lampes à vapeur de sodium. Gaston et ses collaborateurs (2012) affirment que les éclairages qui émettent dans un spectre de longueur d'onde étroit (Lampe à vapeur de sodium) sont susceptibles d'avoir moins d'impacts écologiques que ceux à large longueur d'onde ou à lumière « froide » (LED et lampe halogène). D'un autre côté les LEDs sont rentables et plus écologiques et leurs effets sont variables en fonction des espèces car elles vont augmenter la discrimination des couleurs, ce qui peut améliorer l'orientation ou encore la recherche de proie (Gaston *et al.*, 2013). Les différents spectres lumineux vont aussi avoir des impacts négatifs ou positifs selon les espèces de chiroptères (Lacoeuilhe *et al.*, 2014 ; Spoelstra *et al.*, 2017), sachant que le spectre lumineux dans le rouge serait le moins impactant et donc à favoriser pour limiter l'impact de l'éclairage sur les populations de chiroptères (Spoelstra *et al.*, 2017).

Si des plates-formes éclairées la nuit sont nécessaires au cours de ce projet, leur présence se fera dans un laps de temps restreint et ne devrait donc pas avoir d'impacts importants sur le long-terme. Une attention particulière devra tout de même être déployée si ces plates-formes nocturnes sont stationnées aux alentours des colonies d'oiseaux marins au moment de la reproduction et surtout pendant la période d'envol des jeunes.

2. Mesures de réduction et recommandations

Les impacts environnementaux potentiels des câbles sous-marins doivent être anticipés avant l'installation. Afin de réduire ces perturbations des mesures existent et doivent être appliquées, à commencer par le choix d'un fuseau de moindre impact comme cela a été le cas ici. Ainsi, les recommandations fournies par la littérature scientifiques sont les suivantes (Copping *et al.*, 2016 ; Taormina *et al.*, 2018) :

- Le fuseau du câble doit tenir compte des espèces et habitats sensibles et/ou d'intérêt patrimonial (les récifs biologiques, les herbiers, etc.).
- Une attention particulière est demandée dans l'orientation et les caractéristiques du câble afin de réduire les émissions de champs électromagnétiques. Par exemple, des câbles triphasés en courant alternatif, des systèmes de transmission de courant continu haute tension en bipôle et l'utilisation d'un bouclier sont encouragés. De la même manière, les câbles monopôles en courant continu à base d'électrode de liaison à l'eau de mer sont à éviter.
- Les zones sélectionnées d'atterrissage et d'installation des câbles doivent éviter la remobilisation des contaminants présents dans les sédiments et donc la contamination du réseau trophique. De la même manière, l'utilisation de méthodes existantes pour atténuer la remise en suspension de sédiment durant l'installation est encouragée (UICN France, 2014).
- L'organisation du chantier devra se faire en respectant les cycles biologiques des espèces mobiles (période de migration ou de ponte) et en minimisant le dérangement d'espèces sensibles. Il est difficile de déterminer une période exempte de risque d'après les phénologies des différentes espèces qui fréquentent le secteur d'étude. Toutefois, dans la mesure du possible, la période de mai à août semble présenter le moins de risques sur les mammifères et oiseaux marins du secteur.
- Au moment du déploiement, veiller que les câbles et, le cas échéant, les amarres soient suffisamment visibles pour la mégafaune marine afin d'éviter tout risque d'enchevêtrement.
- La profondeur d'enfouissement doit être correctement définie. Plus la distance entre les animaux et le câble est grande, plus les risques d'exposition à des effets néfastes (CEM, augmentation de la température) sont diminués (Normandeau *et al.*, 2011).

- En présence d'habitats benthiques sensibles (par exemple des herbiers) il est préférable de déposer les câbles au lieu de les enfouir.
- Nous conseillons en outre la présence d'observateurs embarqués lors des étapes d'installation afin de prévenir la présence de mammifères marins sensibles dans la zone de chantier et éviter les risques d'enchevêtrement lors de la pose des câbles et les impacts sonores au moment du forage dirigé. En effet, la nuisance sonore apparaît comme le plus fort risque à l'encontre de la mégafaune marine. Nous recommandons donc d'appliquer le protocole préconisé par l'Ifremer (Lurton, 2016) comme cela a été le cas lors de l'étude sismique réalisée sur le gouf de Capbreton. Un démarrage progressif (« soft-start ») est fortement encouragé au moment du forage.
- En cas de présence de plates-formes nocturnes qui généreraient de la pollution lumineuse, des préconisations sont possibles, comme éviter d'agir durant les périodes de reproduction aux alentours des colonies. Afin de minimiser les impacts des éclairages sur la biodiversité, les scientifiques (Reed *et al.*, 1985 ; Miles *et al.*, 2010 ; Gaston *et al.*, 2012 ; Rodríguez *et al.*, 2017) recommandent l'usage d'une technologie adéquate, une modification des spectres lumineux et/ou de l'intensité, la conservation de zones d'ombres naturelles, une orientation de la lumière vers le bas (à l'aide d'abat-jours par exemple), une gestion par coupure ou limitation des lumières à certaines heures de la nuit...
- Une attention particulière doit être déployée lors du passage du gouf de Capbreton afin de minimiser l'ensemble des effets et impacts identifiés. D'après l'étude d'impact, le temps de réalisation de cette partie du chantier est estimé entre 250 jours (sur une saison) et 300 jours (répartis sur deux saisons). Les périodes à éviter pour limiter l'impact sur les mammifères marins qui fréquentent régulièrement ce secteur s'étalent de janvier à mai mais concernent également le mois de septembre pour les baleines en particulier.

D'après la bibliographie, nous conseillons également de mettre en place un suivi environnemental en amont, en parallèle et en aval du projet afin de :

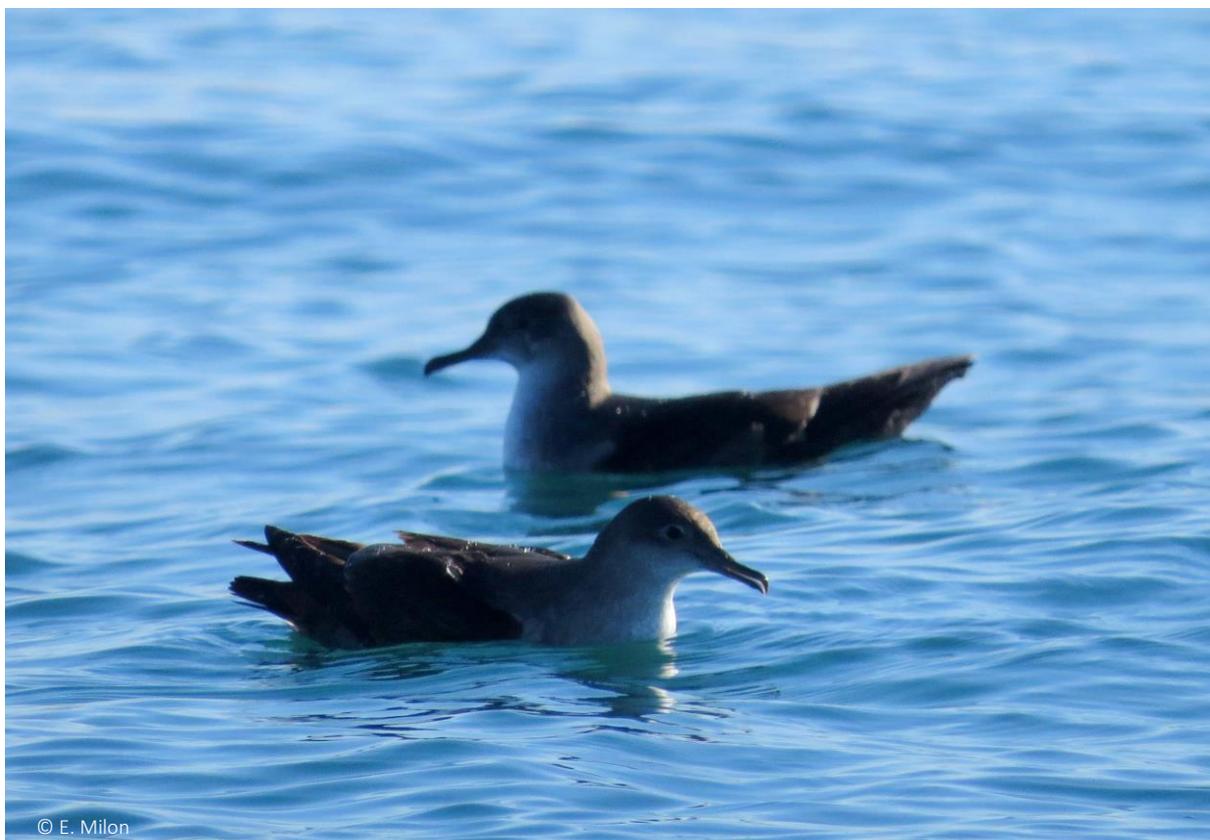
- évaluer les effets prédits par l'étude d'impact environnementale et détecter de possibles altérations non prévues ;
- s'assurer de la bonne mise en œuvre des mesures de réduction/évitement proposées ;
- récolter des données pour améliorer les connaissances afin d'optimiser les prochaines phases du projet ou pour une future application.

D'une manière générale, les scientifiques s'accordent pour souligner les lacunes qui persistent sur les impacts des champs électromagnétiques émis par les câbles sous-marins sur les milieux marins. Une meilleure connaissance sur ce sujet nous apportera une meilleure appréciation des caractéristiques des CEM et aiderait aussi à déterminer des seuils d'exposition. Il apparaît aussi important de se pencher sur la sensibilité au CEM de nombreuses espèces peu étudiées à l'heure actuelle (y compris les cétacés) et de proposer des études focalisées sur les effets cumulés.

Phase/Effets et impacts	Pollution chimique	Modification de l'habitat	Mise en suspension du sédiment	Nuisance sonore	Émission de champs électromagnétique	Risque d'enchevêtrement	Dérangement (navires, plateforme)	Radiation thermique	Effet réserve	Pollution lumineuse nocturne
Installation										
Opération										
Démantèlement										
Exemples de mesures d'atténuation	<p>Éviter les fuites de carburant et le rejet de déchets en mer</p> <p>Choisir des engins peu polluants</p>	<p>Tracé du fuseau qui respecte les habitats sensibles</p> <p>Utilisation d'une charrue avec déplacement de sédiments (blocs rocheux) ou d'une trancheuse à injection d'eau</p> <p>Respect des colonies présentes à proximité lors de l'atterrage</p>	<p>Choisir une technologie qui atténue la remise en suspension du sédiment</p>	<p>Présence d'un observateur embarqué</p> <p>Soft-start</p> <p>Calendrier adapté à la phénologie des espèces</p>	<p>Choisir une technologie qui réduit l'émission de champs électromagnétiques</p> <p>Profondeur d'enfouissement suffisante pour diminuer les risques d'exposition</p>	<p>Présence d'un observateur embarqué</p> <p>Calendrier adapté à la phénologie des espèces</p>	<p>Présence d'un observateur embarqué</p> <p>Calendrier adapté à la phénologie des espèces</p>	<p>Choisir une technologie adaptée</p> <p>Profondeur d'enfouissement suffisante pour diminuer les radiations thermiques</p>	/	<p>Précaution durant la période de reproduction à proximité des colonies</p> <p>Technologie adaptée et lumière orientée vers le bas</p>

Tableau 14: Synthèse des effets et impacts identifiés du projet d'interconnexion électrique France-Espagne par des câbles sous-marins sur la mégafaune marine (oiseaux marins et cétacés). Une distinction est faite entre les phases du projet (installation, opération et démantèlement) : la case est colorée en bleue lorsque la mégafaune risque d'être impactée. Des exemples de mesures d'atténuation sont également proposées (voir le texte pour plus de détails).

Conclusion générale



Cette étude avait pour objectif de caractériser la mégafaune marine qui fréquente le secteur d'étude où seront implantés les câbles d'interconnexion électrique France-Espagne par le golfe de Gascogne. Cette caractérisation a tout d'abord consisté en un état des lieux le plus complet possible des espèces de mammifères marins, oiseaux marins, tortues marines présentes sur l'ensemble du secteur aussi bien français qu'espagnol. Sur les 67 espèces d'oiseaux marins, 30 espèces de cétacés, 5 espèces de phoques et 4 espèces de tortues, 45 espèces communes ou importantes pour le secteur ont été retenues pour la suite des analyses. Cette première étape cruciale a pu mettre en évidence l'extraordinaire biodiversité marine qu'abrite le sud du golfe de Gascogne.

Dans un deuxième temps, un indice de vulnérabilité adapté aux espèces locales et aux spécificités du projet d'interconnexion a été élaboré grâce à un important travail de recherche bibliographique. À l'aide de 4 critères de conservation et 7 de vulnérabilité, une note a permis de hiérarchiser les espèces selon leur sensibilité au projet. Ainsi, 8 espèces ressortent avec une « forte » vulnérabilité au projet : le Grand cachalot, le Plongeon imbrin, le Grand dauphin, le Rorqual commun, le Dauphin bleu et blanc, le Marsouin commun, le Dauphin commun et le Petit rorqual. Cette catégorie rassemble presque tous les cétacés communs du secteur qui sont particulièrement sensibles au bruit, au dérangement, aux perturbations des champs électromagnétiques et qui, de par leurs capacités de plongée, peuvent entrer en interaction avec l'installation des câbles. Un seul oiseau marin (Plongeon imbrin) y figure, porté entre autres par son statut de conservation et son écologie. Sept espèces sont ensuite notées avec une vulnérabilité « moyenne », parmi lesquelles le Globicéphale noir et une grande partie des oiseaux marins plongeurs dotés d'une écologie très côtière.

Sur la base de cette hiérarchisation, nous avons sélectionné 27 espèces, incluant toutes celles avec des vulnérabilités fortes à modérées, ainsi que d'autres, moins sensibles au projet, mais qui sont abondantes localement ou présentant un intérêt patrimonial. Une étude plus fine de la répartition en France et/ou en Espagne en fonction des données disponibles, de la phénologie et de leur écologie a été menée et synthétisée sous forme de fiches espèces. La mise en parallèle des cartes de répartition ou de présence avec la vulnérabilité au projet pour chaque espèce a ainsi pu montrer que des espèces avec une forte vulnérabilité à l'implantation du câble sous-marin sont au final peu présentes dans le secteur. C'est le cas par exemple des grands mammifères marins (Rorqual commun, Petit rorqual, Grand cachalot) qui sont inféodés aux grandes profondeurs (principalement à partir du talus continental) ou des Plongeurs et de la Macreuse noire qui se concentrent plus au nord du golfe de Gascogne durant la période hivernale.

En revanche, d'autres espèces sont à prendre sérieusement en compte lors de la mise en œuvre du projet, en particulier la majorité des delphinidés (Globicéphale noir, Grand dauphin,

Dauphin commun, Dauphin bleu et blanc) ainsi que le Marsouin commun présents toute l'année. En effet, ces 5 espèces sont très abondantes localement et/ou très localisées sur le Gouf de Capbreton. Le Globicéphale noir et le Marsouin commun sont par ailleurs les plus concernés par les travaux qui auront lieu sur la tête du canyon, car très présents sur cette zone. Il conviendra donc d'être particulièrement vigilant à l'étape du forage sur ce secteur.

Enfin, des oiseaux marins porteurs d'une vulnérabilité moindre (faible, très faible) sont néanmoins très abondants dans le secteur d'étude, voire directement sur le tracé du futur câble : Fou de Bassan, Goéland leucopnée, Mouette mélanocéphale, Grand labbe, Mouette de Sabine, Puffin des Baléares, Pingouin torda, Sterne caugek. La plupart de ces espèces ne risquent pas d'être touchées par la présence des câbles en eux-mêmes, mais pourraient par contre être dérangées par la phase d'installation. La présence des navires d'opération ou de plates-formes peut conduire à un effet d'attraction artificiel ou peut causer un dérangement important les conduisant à repousser leur aire de recherche de nourriture.

Pour terminer, une dernière partie aborde plus en détails les effets et impacts identifiés de l'installation de câbles sous-marins sur la mégafaune marine en général. Une attention particulière s'est portée sur les effets des champs électromagnétiques et des nuisances sonores, en lien avec une étude spécifique pour ce projet développée par une autre équipe (Helloco & Persohn, 2018). Cette synthèse des conséquences du projet sur les oiseaux marins et cétacés du secteur est accompagnée de recommandations pour les mesures d'atténuation.

Bibliographie



Aguilar, J.S, Benvenuti, S., Dall'Antonia, L., McMinn-Grive, M., Mayol-Serra, J., 2003. Preliminary results on the foraging ecology of Balearic shearwaters (*Puffinus mauretanicus*) from bird-borne data loggers. *Scientia Marina* **67**: 129–134.

Albores-Barajas, Y.V., Riccato, F., Fiorin, R., Massa, B., Torricelli, P., Soldatini, C., 2011. Diet and diving behaviour of European storm petrels *Hydrobates pelagicus* in the Mediterranean (*ssp. melitensis*). *Bird Study* **58**: 208–212.

Amante, C., Eakins, B.W., 2009. ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis. NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24. National Geophysical Data Center, NOAA. doi:10.7289/V5C8276M.

Arcangeli, A., Crosti, R., 2009. The short-term impact of dolphin-watching on the behaviour of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in western Australia. *Journal of Marine Animals Ecology* **2**: 3-9.

Aristharkhov, V.M., Arkhipova, G.V., Pashkova, G.K., 1988. Changes in common mussel biochemical parameters at combined action of hypoxia, temperature and magnetic field. *Seria biologisceskaja* **2**:238-245.

Arizaga, J., Aldalur, A., Herrero, A., Cuadrado, J.F., Díez, E., Crespo, A., 2013. Foraging distances of a resident Yellow-legged gull (*Larus michahellis*) population in relation to refuse management on a local scale. *European Journal of Wildlife Research* **60**: 171-175.

Arizaga, J., Aldalur, A., Herrero, A., Cuadrado, J.F., Mendiburu, A., Sanpera, C., 2011. High importance of fish prey in diet of Yellow-legged *Larus michahellis* chicks from the southeast Bay of Biscay. *Seabird* **23**: 1-6.

Arizaga, J., Galarza, A., Herrero, A., Hidalgo, J., Aldalur, A., 2009. Distribución y tamaño de la población de la Gaviota Patiamarilla *Larus michahellis lusitanicus* en el País Vasco: tres décadas de estudio. *Revista Catalana d'Ornitologia* **25**: 32-42.

Arizaga, J., Herrero, A., Aldalur, A., Cuadrado, J.F., Oro, D., 2015. Effect of pre-fledging body condition on juvenile survival in Yellow legged Gulls *Larus michahellis*. *Acta Ornithologica* **50**: 137-147.

Au, D., Perryman, W., 1982. Movement and speed of dolphin schools responding to an approaching ship. *Fishery Bulletin* **80**: 371-379

Baird, P.H., 1990. Concentrations of seabirds at oil-drilling rigs. *Condor* **92**: 768–771.

Baird, R.W., Goodyear, J.D., 1993. An examination of killer whale diving behavior using a recoverable, suction-cup attached TDR/VHF tag. 10th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Galveston, Texas, United States of America.

Balayev, L.A., 1980. The Behavior of Ecologically Different Fish in Electric Fields II – Threshold of Anode Reaction and Tetanus. *Journal of Ichthyology* **21**(1): 134-143.

- Balayev, L.A, Fursa, N.N., 1980. The Behavior of Ecologically Different Fish in Electric Fields I. Threshold of First Reaction in Fish. *Journal of Ichthyology* **20**(4): 147-152.
- Ball, R.E., Oliver, M.K., Gill, A.B., 2016. Early life sensory ability—ventilatory responses of thornback ray embryos (*Raja clavata*) to predator-type electric fields. *Developmental Neurobiology* **76**: 721-729.
- Baptist, M.J., Leopold, M.F., 2010. Prey capture success of Sandwich terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis* **152**: 815–825.
- Barrett, R.T., Furness, R.W., 1990. The prey and diving depths of seabirds on Hornoy, north Norway after a decrease in the Barents Sea capelin stock. *Ornis Scandinavica* **21**: 179–186.
- Bedore, C.N., Kajiura, S.M., 2013. Bioelectric Fields of Marine Organisms: Voltage and Frequency Contributions to Detectability by Electroreceptive Predators. *Physiological and Biochemical Zoology* **86**: 298-311.
- Bellefleur, D., Lee, P., Ronconi, R.A., 2009. The impact of recreational boat traffic on marbled murrelets (*Brachyramphus marmoratus*). *Journal of Environmental Management* **90**: 31–538.
- Benjamins, S., Harnois, V., Smith, H., Johanning, L., Greenhill, L., Carter, C., Wilson, B., 2014. Understanding the Potential for Marine Megafauna Entanglement Risk from Marine Renewable Energy Developments. Report by Scottish Natural Heritage, Inverness, UK. 95p.
- Benvenuti, S., Dall’antonia, L., Lyngs, P., 2001. Foraging behavior and time allocation of chick-rearing razorbills (*Alca torda*) at Graesholmen, central Baltic Sea. *Ibis* **143**: 402–412.
- Berroneau, M., 2014. Atlas des Amphibiens et Reptiles d’Aquitaine. Ed. C. Nature, Association Cistude Nature, Le Haillan, France, 256p.
- Bicknell, A.W.J., Oro, D., Camphuysen, C.J., Votier, S.C., 2013. Potential consequences of discard reform for seabird communities. *Journal of Applied Ecology* **50**: 649-658.
- BirdLife International. 2015. European Red List of Birds. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- BirdLife International, 2018. IUCN Red List for birds. Downloaded from <http://www.birdlife.org>.
- Bochert, R., Zettler, M.L., 2004. Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics* **25**: 498-502.
- Boehlert, G.W., Gill, A.B., 2010. Environmental and ecological effects of ocean renewable energy development. *Oceanography* **23**: 68–81.

- Bonadonna, F., Bajzak, C., Benhamou, S., Igloi, K., Jouventin, P., Lipp, H.P., Dell'Omo, G., 2005. Orientation in the wandering albatross: interfering with magnetic perception does not affect orientation performance. *Proceedings of the Royal Society B* **272**: 489-495.
- Borchers, D.L., Buckland, S.T., Zucchini, W., 2002. *Estimating Animal Abundance: Closed Populations*. Springer-Verlag, London, 314p.
- Bradstreet, M.S.W., Brown, R.G.B., 1985. Feeding ecology of the Atlantic alcidae. *In* Nettleship, D.N., Birkhead T.R. (Eds). *The Atlantic Alcidae*. Academic Press, London, pp. 236-318.
- Branstetter, B.K., St. Leger, J., Acton, D., Stewart, J., Houser, D., Finneran, J.J., Jenkins, K., 2017. Killer whale (*Orcinus orca*) behavioral audiograms. *Journal of the Acoustical Society of America* **141** (4): 2387–2398.
- Brierley, A.S., Fernandes, P.G., 2001. Diving depths of northern gannets: acoustic observations of *Sula bassana* from an autonomous underwater vehicle. *Auk* **118**: 529–534.
- Briggs, K.T., Tyler, W.B., Lewis, D.B., 1985. Comparison of ship and aerial surveys of bird at sea. *Journal of wildlife management* **49**: 405-411.
- Brooke, M.L., 1990. *The Manx Shearwater*. London: T.A. Poyser and Academic Press Ltd. 246 p.
- Brown, R.G.B., Bourne, W.R.P., Wahl, T.R., 1978. Diving by Shearwaters. *Condor* **80**: 123-125
- Büche, B., Stubbings, E., Boyle, D., Perrins, C., Yates, L., 2013. Seabird Monitoring on Skomer Island in 2013. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Buckland, S.T., Bloch, D., Cattanach, K.L., Gunnlaugsson, Th., Hoydal, K., Lens, S. Sigurjónsson, J., 1993. Distribution and abundance of long-finned pilot whales in the North Atlantic, estimated from NASS-87 and NASS-89 data. Report of the International Whaling Commission. Special Issue 14: 33-49.
- Burger, A.E., Simpson, M., 1986. Diving depths of Atlantic puffins and common murre. *Auk* **103**: 828–830.
- Cadiou, B., Les coordinateurs, 2015. 5e recensement des oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (2009-2012). *Ornithos* **22-5**: 233-257.
- Cadiou, B., Siorat, F., 1999. Guillemot de Troil *Uria aalge*. *In* Rocamora, G., Yeatman-Berthelot, D. (eds). *Oiseaux menacés et à surveiller en France*. Société d'Etudes Ornithologiques de France & Ligue pour la Protection des Oiseaux, Paris, pp. 82-83.
- Camphuysen, C.J., 1995. Sooty and Manx shearwaters in the southern North Sea: An offshore perspective. *Limosa* **68**: 1–9.

Camphuysen, K.C.J., 2011. Northern gannets in the North Sea: foraging distribution and feeding techniques around the Bass Rock. *British Birds* **104**: 60-76.

Cañadas, A., Sagarminaga, R., Garcia-Tiscar, S., 2002. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean off southern Spain. *Deep Sea Research Part I* **49**: 2053-2073.

Carney, K.M., Sydeman, W.J., 1999. A review of human disturbance effects on nesting colonial seabirds. *Waterbirds* **22**: 68–79.

Carretta, J.V., Danil, K., Chivers, S.J., Weller, D.W., Janiger, D.S., Berman-Kowalewski, M., Hernandez, K.M., Harvey, J.T., Dunkin, R.C., Casper, D.R., Stoudt, S., Flannery, M., Wilkinson, K., Huggins, J., Lambourn, D.M., 2016. Recovery rates of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) carcasses estimated from stranding and survival rate data. *Marine Mammal Science* **32**(1): 349–362.

Castège, I., 2015. Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*). In Theillout, A., Collectif faune-Aquitaine.org. Atlas des oiseaux nicheurs d’Aquitaine. LPO Aquitaine, Delachaux et Niestlé, p. 428.

Castège, I., Hémerly, G. (coords), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Mèze ; Muséum National d’Histoire Naturelle, Paris, 176 p. (Collection Parthénope).

Castège, I., Hémerly, G., Roux, N., D’Elbée, J., Lalanne, Y., D’Amico, F., Mouchès, C., 2004. Changes in abundance and at-sea distribution of seabirds in the Bay of Biscay prior to, and following the “Erika” oil spill. *Aquatic Living Resources* **17**: 361-367.

Castège, I., Lalanne, Y., Gouriou, V., Hémerly, G., Girin, M., D’Amico, F., Mouchès, C., D’Elbée, J., Soulier, L., Pensu, J., Lafitte, D., Pautrizel, F. 2007. Estimating actual seabirds mortality at sea and relationship with oil spills: lesson from the “Prestige” oil spill in Aquitaine (France). *Ardeola* **54**: 289-307.

Castège, I., Milon, E., 2016a. Étude de représentation spatiale des oiseaux et mammifères marins du sud des Landes à la frontière espagnole. Centre de la Mer de Biarritz/Région Nouvelle-Aquitaine. 11p.

Castège, I., Milon, E., 2016b, Étude détaillée en prévision de l’implantation d’un parc houlomoteur : indice de vulnérabilité des oiseaux marins et cétacés. Centre de la Mer de Biarritz/Région Nouvelle-Aquitaine. 58p.

Castège, I., Milon, E. (coords), 2018. Atlas des oiseaux marins et cétacés du Sud Gascogne. De l’estuaire de la Gironde à la Bidassoa. Muséum national d’Histoire naturelle, Paris, 280 p. (Patrimoines naturels ; 78)

Castège, I., Milon, E., Pautrizel, F., 2014. Response of benthic macrofauna to an oil pollution: Lessons from the "Prestige oil spill on the rocky shore of Guéthary (south of the Bay of Biscay, France). *Deep Sea Research II* **106**: 192-197.

Castège, I., Milon, E., Lalanne, Y., D'Elbée, J., 2016. Colonization of the Yellow-legged gull in the southeastern Bay of Biscay and efficacy of deterring systems on landfill site. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **179**: 207-214.

Castège, I., Soulier, L., Hémerly, G., Mouchès, C., Lalanne, Y., Dewez, A., Pautrizel, F., D'Elbée, J., D'Amico, F., 2013. Exploring cetacean stranding pattern in light of variation in at-sea encounter rate and fishing activity: lessons from time surveys in the south Bay of Biscay (East-Atlantic, France). *Journal of Marine Systems* **109-110**: S284-S292.

Castellote, M., Clark, C.W., Lammers, M.O., 2012. Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. *Biological Conservation* **147**: 115–122.

Cazaban, F., Castège, I., 2015. Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis*). In Theillout, A., Collectif faune-Aquitaine.org. Atlas des oiseaux nicheurs d'Aquitaine. LPO Aquitaine, Delachaux et Niestlé, pp. 66-67.

Chabrzyk, G., C. Coulson, J., 1976. Survival and Recruitment in the Herring Gull *Larus argentatus*. *The Journal of Animal Ecology* **45**: 187.

Christensen, T.K., Hounisen, J.P., Clausager, I., Petersen, I.K., 2004. Visual and radar observations of birds in relation to collision risk at the Horns Rev offshore wind farm. National Environmental Research Institute, Denmark.

Clucas, R.J., Fletcher, D.J., Moller, H., 2008. Estimates of adult survival rate for three colonies of Sooty Shearwater (*Puffinus griseus*) in New Zealand. *Emu* **108**(3): 237–250.

Constantine, R., Brunton, D.H., Dennis, T., 2004. Dolphin-watching tour boats change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behavior. *Biological Conservation* **117**: 299–307.

Copping, A., Sather, N., Hanna, L., Whiting, J., Zydlewski, G., Staines, G., Gill, A., Hutchison, I., O'Hagan, A.M., Simas, T., Bald, J., Sparling, C., Wood, J., Masden, E., 2016. Annex IV 2016 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World, 224p.

Cramp, S., Simmons, K.E.L. (Eds.) 1977. *The Birds of the Western Palearctic*, 1. Oxford University Press, Oxford.

Cramp, S., Simmons, K.E.L. (Eds.) 1980. *The Birds of the Western Palearctic*, 2. Oxford University Press, Oxford.

Cresci, A., Paris, C.B., Durif, C.M.F., Shema, S., Bjelland, R.M., Skiftesvik, A.B., Browman, H.I., 2017. Glass eels (*Anguilla anguilla*) have a magnetic compass linked to the tidal cycle. *Science Advances* **3**.

Currey, R.J.C., Dawson, S.M., Slooten, E., Schneider, K., Lusseau, D., Boisseau, O.J., Haase, P., Williams, J.A., 2009. Survival rates for a declining population of bottlenose dolphins in Doubtful Sound, New Zealand: an information theoretic approach to assessing the role of human impacts. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **19**: 658–670.

D’Elbée, J., Lalanne, Y., Castège I. Bru, N., D’Amico F. 2014. Response of planktonic cladocerans (Class: Branchiopoda) to short-term changes in environmental variables in the surface waters of the Bay of Biscay. *Deep Sea Research II* **106**: 87-98.

D’Elbée, J., Castège, I., D’Amico, F., Hémerly, G., Lalanne, Y., Mouchès, C., Pautrizel F., 2009. Variation and Temporal pattern in composition of surface ichthyoplankton in southern bay of Biscay (W. Atlantic). *Continental Shelf Research* **29**: 1136-1144.

Dars, C., Peltier, H., Dabin, W., Demaret, F., Dorémus, G., Spitz, J., Van Canneyt, O., 2017. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2016. Rapport scientifique de l’Observatoire Pélagis, Université de La Rochelle et CNRS. 40 p + annexes.

Daunt, F., Peters, G., Scott, B., Gremillet, D., Wanless, S., 2003. Rapid-response recorders reveal interplay between marine physics and seabird behaviour. *Marine Ecology Progress Series* **255**: 283–288.

Davies, T.W., Duffy, J.P., Bennie, J., Gaston, K.J., 2014. The nature, extent, and ecological implications of marine light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* **12**: 347–355.

De Casamajor, M-N., Castège, I., D’Elbée, J., Hémerly, G., Pautrizel, F., Popovský, J., Soulier, L. 2009. Milieu vivant. *In* Augris C., Caill-Milly, N., De Casamajor, M.-N. (coord.), 2009 Atlas thématique de l’environnement marin du Pays basque et du sud des Landes. Édition Quae-Ifremer pp. 55-81.

Dell’Amico, F., Méheust, E., Mornière, P., 2017. Observations des Tortues marines et des Poissons-Lune en 2016 sur la façade Manche-Atlantique. *Annales de la Société des Sciences Naturelles* **10(8)** : 935-945.

Duffy, D.C., 1983. The foraging ecology of Peruvian seabirds. *Auk* **100**: 800–810.

Dunham, A., Pegg, J.R., Carolsfeld, W., Davies, S., Murfitt, I., Boutillier, J., 2015. Effects of submarine power transmission cables on a glass sponge reef and associated megafaunal community. *Marine Environmental Research* **107**: 50-60.

Dyndo, M., Wiśniewska, D.M., Rojano-Doñate, L., Madsen, P.T., 2015. Harbour porpoises react to low levels of high frequency vessel noise. *Scientific Reports* **5**:11083. DOI: 10.1038/srep11083

Erbe, C., 2002. Hearing Abilities of Baleen Whales. Contract report, Defence R&D Canada. 40p.

Ernst, D.A., Lohmann, K.J., 2018. Size-dependent avoidance of a strong magnetic anomaly in Caribbean spiny lobsters. *The Journal of Experimental Biology* **21**: jeb172205.

Evans, P.G.H., Hammond, P.S., 2004. Monitoring cetaceans in European waters. *Mammal Review* **34** (1): 131–156.

Evans, K., Hindell, M.A., 2004. The age structure and growth of female sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in southern Australian waters. *Journal of Zoology* **263**: 237–250.

Evans, P.G.H., Nettleship, D.N., 1985. Conservation of the Atlantic Alcidae. In Nettleship, D.N., Birkhead T.R. (eds) *The Atlantic Alcidae*. Academic Press, London.

Feigné, C., 2015a. Goéland argenté (*Larus argentatus*). In Theillout, A., Collectif faune-Aquitaine.org. Atlas des oiseaux nicheurs d'Aquitaine. LPO Aquitaine, Delachaux et Niestlé, pp.168-169.

Feigné, C., 2015b. Goéland brun (*Larus fuscus*). In Theillout, A., Collectif faune-Aquitaine.org. Atlas des oiseaux nicheurs d'Aquitaine. LPO Aquitaine, Delachaux et Niestlé, pp. 166-167.

Feigné, C., 2015c. Goéland cendré (*Larus canus*). In Theillout, A., Collectif faune-Aquitaine.org. Atlas des oiseaux nicheurs d'Aquitaine. LPO Aquitaine, Delachaux et Niestlé, pp. 164-165.

Feigné, C., 2015d. Goéland marin (*Larus marinus*). In Theillout, A., Collectif faune-Aquitaine.org. Atlas des oiseaux nicheurs d'Aquitaine. LPO Aquitaine, Delachaux et Niestlé, pp. 172-173.

Fenwick, G.D., 1978. Plankton swarms and their predators at the Snares Islands (note). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* **12**: 223–224.

Fernández, J.M., Gurrutxaga, M., 2007. Censo, distribución y estado de conservación de la población nidificante de cormorán moñudo *Phalacrocorax aristotelis aristotelis* en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Temporada 2006. IKT SA, Gobierno Vasco, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, 31p.

Fifas, S., Goujon, M., Antoine, L., 1998. Application of Leslie's model on a population of common dolphins (*Delphinus delphis*): sensitivity study. *Aquatic Living Resources* **11**(6): 359-369.

Forrester, R.W., Andrews, I.J., McInerney, C.J., Murray, R.D., McGowan, R.Y., Zonfrillo, B., Betts, M.W., Jardine, D.C., Grundy, D.S. (eds), 2007. *The Birds of Scotland*. Scottish Ornithologists' Club, Aberlady.

- Frederiksen, M., Bregnballe, T., 2000. Evidence for density-dependent survival in adult cormorants from a combined analysis of recoveries and resightings. *Journal of Animal Ecology* **69**: 737–752.
- Frederiksen, M., Daunt, F., Harris, M.P., Wanless, S., 2008. The demographic impact of extreme events: stochastic weather drives survival and population dynamics in a long-lived seabird. *Journal of Animal Ecology* **77**: 1020–1029.
- Furness, R.W., 1987. *The Skuas*. T. & A. D. Poyser, Calton.
- Furness, R.W., Todd, C.M., 1984. Diets and feeding of fulmars during the breeding season: a comparison between St Kilda and Shetland colonies. *Ibis* **126**: 379–387.
- Furness, R.W., Wade, H.M., Robbins, M.C., Masden, E.A., 2012. Assessing the sensitivity of seabird populations to adverse effects from tidal stream turbines and wave energy devices. *ICES Journal of Marine Science* **69**(8): 1466-1479.
- Fuxjager, M.J., Davidoff, K.R., Mangiamele, L.A., Lohmann, K.J., 2014. The geomagnetic environment in which sea turtle eggs incubate affects subsequent magnetic navigation behaviour of hatchlings. *Proceedings of the Royal Society B*: **281**(1791): 20141218.
- Galarza, A., 2015. Is the population of Cantabrian yellow-legged gull *Larus michahellis lusitanius* Naumann, 1840 decreasing? 2013/2014 Census in Biscay (Basque Country). *Munibe Ciencias Naturales* **63**: 135-143.
- Galarza, A., 2013. Primera reproducción del gavión atlántico *Larus marinus* L., 1758 en el País Vasco (Golfo de Vizcaya). *Munibe Ciencias Naturales* **61**: 161-164.
- Garaita, R., del Villar, J., Unanue, A., 2006. El Paiño Europeo (*Hydrobates pelagicus*) en Urdaibai. Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Gobierno Vasco, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, 39p.
- Garthe, S., Benvenuti, S., Montevecchi, W.A., 2000. Pursuit plunging by Northern Gannets (*Sula bassana*) feeding on capelin (*Mallotus villosus*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **267**: 1717–1722.
- Garthe, S., Hüppop, O., 1994. Distributions of ship-following seabirds and their utilization of discards in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series* **106**: 1–9.
- Garthe, S., Hüppop, O., 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology* **41**: 724-734.
- Gaston, K.J., Bennie, J., Davies, T.W., Hopkins, J., 2013. The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal. *Biological reviews* **88**: 912-927.

Gaston, K.J., Davies, T.W., Bennie, J., Hopkins, J., 2012. Reducing the ecological consequences of night-time light pollution: options and developments. *Journal of Applied Ecology* **49**: 1256–1266.

Genovart, M., Arcos, J.M., Alvarez, D., McMinn, M., Meier, R., Wynn, R.B., Guilford, T., Oro, D., 2016. Demography of the critically endangered Balearic shearwater: the impact of fisheries and time to extinction. *Journal of Applied Ecology* **53**: 1158–1168.

Gill, A.B., Huang, Y., Gloyne-Phillips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., Wearmouth, V. 2009. COWRIE 2.0 Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2: EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. COWRIE Ltd (project reference COWRIE-EMF-1-06), 128p.

Gill, A.B., Gloyne-Phillips, I., Kimber, J.A., Sigray, P., 2014. Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. *In* Shields, M. A., Payne, A.I.L. (eds). *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions, Humanity and the Sea*, Springer, pp. 61-79.

Gill, A.B., Gloyne-Phillips, I., Neal, K.J., Kimber, J.A., 2005 The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review. Final report. COWRIE Ltd, 128p.

Gremillet, D., Argentin, G., Schulte, B., Culik, B.M., 1998. Flexible foraging techniques in breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo* and Shags *Phalacrocorax aristotelis*: benthic or pelagic feeding? *Ibis* **140**: 113–119.

Grosbois, V., Thompson, P.M., 2005. North Atlantic climate variation influences survival in adult fulmars. *Oikos* **109**: 273–290.

Haikonen, K., Sundberg, J., Leijon, M., 2013. Characteristics of the Operational Noise from Full Scale Wave Energy Converters in the Lysekil Project: Estimation of Potential Environmental Impacts. *Energies* **6**: 2562-2582.

Halsey, L.G., Blackburn, T.M., Butler, P.J., 2006. A comparative analysis of the diving behaviour of birds and mammals. *Functional Ecology* **20**: 889–899.

Hammond, P.S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K., Karczmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W.F., Scott, M.D., Wang, J.Y., Wells, R.S., Wilson, B., 2008a. *Delphinus delphis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T6336A12649851. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T6336A12649851.en>. Downloaded on 27 September 2016.

Hammond, P.S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K., Karczmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W.F., Scott, M.D., Wang, J.Y., Wells, R.S., Wilson, B., 2008b. *Phocoena phocoena*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T17027A6734992.

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T17027A6734992.en>. Downloaded on 27 September 2016.

Hammond, P.S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K.A., Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W.F., Scott, M.D., Wang, J.Y., Wells, R.S., Wilson, B., 2012. *Tursiops truncatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T22563A17347397. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T22563A17347397.en>. Downloaded on 27 September 2016.

Hammond, P.S., Macleod, K., Berggren, P., Borchers, D.L., Burt, L., Cañadas, A., Desportes, G., Donovan, G.P., Gilles, A., Gillespie, D., Gordon, J., Hiby, L., Kuklik, I., Leaper, R., Lehnert, K., Leopold, M., Lovell, P., Øienm, N., Paxton, C.G.M., Ridoux, V., Rogan, E., Samarra, F., Scheidat, M., Sequeira, M., Siebert, U., Skov, H., Swift, R., Tasker, M.L., Teilmann, J., Van Canneyt, O., Vázquez, J.A., 2013. Cetacean abundance and distribution in European Atlantic shelf waters to inform conservation and management. *Biological Conservation* **164**: 107–122.

Hammond, P.S., Macleod, K., Gillespie, D., Swift, R., Winship, A., Burt, M.L., Cañadas, A., Vázquez, J.A., Ridoux, V., Certain, G., Van Canneyt, O., Lens, S., Santos, B., Rogan, E., Uriarte, A., Hernandez, C., Castro, R., 2009. Cetacean offshore distribution and abundance in the European Atlantic (CODA) - Final report. 43 p.

Haney, J.C., Stone, A.E., 1988. Seabird foraging tactics and water clarity: are plunge divers really in the clear? *Marine Ecology Progress Series* **49**: 1–9.

Harris, M.P., Wanless, S., Rothery, P., 2000. Adult survival rates of Shag (*Phalacrocorax arifotelis*), Common Guillemot (*Uria aalge*), Razorbill (*Alca torda*), Puffin (*Fratercula arctica*) and Kittiwake (*Rissa tridactyla*) on the Isle of May, 1986–96. *Atlantic Seabirds* **2**: 133–150

Hedd, A., Regular, P.M., Montevecchi, W.A., Burren, A.D., Burke, C.M., Fifield, D.A., 2009. Going deep: common murrens dive into frigid water for aggregated, persistent and slow-moving capelin. *Marine Biology* **156**: 741–751.

Heide-Jørgensen, M.P., Bloch, D., Stefansson, E., Mikkelsen, B., Ofstad, L.H., Dietz, R., 2002. Diving behaviour of long-finned pilot whales *Globicephala melas* around the Faroe Islands. *Wildlife Biology* **8**: 307-313.

Helloco, L., Persohn, C., 2018. Installation d'un câble électrique sous-marin entre la France et l'Espagne – Etude acoustique et bioacoustique. Néréis environnement/Créocéan, 71p + annexes.

Hémery, G., D'Amico, F., Castège, I., Dupont, B., D'Elbée, J., Lalanne, Y., Mouchès, C., 2008. Detecting the impact of oceano-climatic changes on marine ecosystems using a multivariate index: The case of the Bay of Biscay (North Atlantic-European Ocean). *Global Change Biology* **14**: 27–38.

Hemmingsson, E., Eriksson, M.O.G., 2002. Ringing of red-throated diver *Gavia stellata* and black-throated diver *Gavia arctica* in Sweden. Newsletter Diver/Loon Specialist Group, Wetlands International **4**: 8–13.

Herbland, A., Lazur, P., Petigas, P., Ridoux, V., Guillaud, J.-F., Hily, C., Le Pape, O., Lagadere, F., 2002. Natural and anthropic forcings on the ecosystem and the main halieutic resources of the Bay of Biscay. Synthesis 2002. Programme national environnement côtier. Chantier golfe de Gascogne. Édition IFREMER, 24p.

Hobson, K.A., Welch, H.E., 1992. Observations of foraging northern fulmars (*Fulmarus glacialis*) in the Canadian High Arctic. Arctic **45**: 150–153.

Holmes, P.F., 1939. Some oceanic records and notes on the winter distribution of phalaropes. Ibis **14**(3): 329–342.

Holt, M.M., Noren, D., Veirs, V., Emmons, C.K., Veirs, S., 2009. Speaking up: Killer whales (*Orcinus orca*) increase their call amplitude in response to vessel noise. Journal of the Acoustical Society of America **125**: E127–E132.

Horswill, C., Robinson R.A., 2015. Review of seabird demographic rates and density dependence. JNCC Report No. 552. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.

del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., 1992. Handbook of the Birds of the World, 1. Ostrich to Ducks. Lynx Edicions, Barcelona.

del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., 1996. Handbook of the Birds of the World. Volume 3. Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., Gibson, C., 2018. Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables. Sterling (VA): US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management. OCS Study BOEM, 3 Institute, E. P. R. 2013. EPRI Workshop on EMF and Aquatic Life. Palo Alto, California. 60 pp.

Hutterer, R., Ivanova, T., Meyer-Cords, C., Rodrigues, L., 2005. Bat migrations in Europe, a review of banding data and literature. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, 180 p.

Hyrenbach, K.D., 2001. Albatross response to survey vessels: implications for studies of the distribution, abundance, and prey consumption of seabird populations. Marine Ecology Progress Series **212**: 283–295.

Imber, M.J., 1975. Behaviour of petrels in relation to the moon and artificial lights. Notornis **22**: 302–306.

Issa, N., Muller, Y. (coord.). Atlas des oiseaux de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale volume 1: des Anatidés aux Alcidés. LPO/SEOF/MNHN. Delachaux et Niestlé, Paris, 687p.

Jackson, A.C., 2014. Riding the waves: use of the Pelamis device by seabirds. Proceedings of the 2nd International Conference on Environmental Interactions of Marine Renewable Energy Technologies Stornoway, Isle of Lewis, Outer Hebrides, Scotland.

Jenouvrier, S., Thibault, J.C., Viallefont, A., Vidal, P., Ristow, D., Mougin, J-L., Brichetti, P., Borg, J.J., Bretagnolle, V., 2009. Global climate patterns explain range-wide synchronicity in survival of a migratory seabird. *Global Change Biology* **15**: 268–279.

Johannot, F., Wetz, M. (coords), 2012a. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Oiseaux Tome 8 Vol 1. La Documentation française. 382 pp.

Johannot, F., Wetz, M. (coords), 2012b. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Oiseaux Tome 8 Vol 2. La Documentation française. 390 pp.

Johannot, F., Wetz, M. (coords), 2012c. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Oiseaux Tome 8 Vol 3. La Documentation française. 384 pp.

Kalmijn, A.J., 2000. Detection and Processing of Electromagnetic and Near-field Acoustic Signals in Elasmobranch Fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Board of Biological Sciences* **355**: 1135-1141.

Kalmijn, A. J., 1982. Electric and magnetic field detection in elasmobranch fishes. *Science* **218**: 916-918.

Kalmijn, A. J., 1966. Electro-perception in sharks and rays. *Nature* **212**: 1232-1233.

Kastelein, R.A., Hagedoorn, M., Whitlow, W.L., de Haan, D., 2003. Audiogram of a striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). *Acoustical Society of America* **113**: 1130-1137.

Kastelein, R.A., Schop, J., Hoek, L., Covi, J., 2015. Hearing thresholds of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) for a narrow-bande sweeps (0.125-150kHz). SEAMARCO final report 2015-02. 11p.

Kavet, R., Wyman, M., Klimley, A.P., Vergara, X., 2016. Assessment of Potential Impact of Electromagnetic Fields from Undersea Cable on Migratory Fish Behavior. Report by Electric Power Research Institute (EPRI), 87 pp.

Kerbiriou, C., Le Viol, I., Bonnet, X., Robert, A., 2012. Dynamics of a northern fulmar (*Fulmarus glacialis*) population at the southern limit of its range in Europe. *Population Ecology* **54**: 295–304

Ketten, D.R., Mountain, D., 2001. Modelling Minke whale hearing. Final report submitted to Joint Industry Program. Woods Hole Oceanographic Institution & Boston University. 32p.

Kimber, J.A., Sims, D.W., Bellamy, P.H., Gill, A.B., 2011. The ability of a benthic elasmobranch to discriminate between biological and artificial electric fields. *Marine Biology* **158**: 1-8.

Klimley, A.P., Wyman, M.T., Kavet, R., 2017. Chinook salmon and green sturgeon migrate through San Francisco Estuary despite large distortions in the local magnetic field produced by bridges. *PLOS ONE* **12**: e0169031.

Kirschvink, J.L., Dizon, A.E., Westphal, J.A., 1986. Evidence from strandings for geomagnetic sensitivity in cetaceans. *Journal of Experimental Biology* **120**: 1–24.

Kiszka, J., Macleod, K., Van Canneyt, O., Walker, D., Ridoux, V., 2007. Distribution, encounter rates, and habitat characteristics of toothed cetaceans in the Bay of Biscay and adjacent waters from platform-of-opportunity data. *Journal of Marine Science* **64 (5)** : 1033-1043.

Klinowska, M., 1986. Cetacean live stranding date relate to geomagnetic disturbances. *Aquatic Mammals* **11.3**: 109-119.

Kooyman, G.L., Davis, R.W., 1987. Diving behaviour and performance, with special reference to penguins. *In* Croxall, J.P. *Seabirds Feeding Ecology and Role in Marine Ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 63–76.

Kotzerka, J., Garthe, S., Hatch, S.A., 2010. GPS tracking devices reveal foraging strategies of Black-legged Kittiwakes. *Journal of Ornithology* **151**: 459–467.

Krementz, D.G., Barker, R.J. & Nichols, J.D., 1997. Sources of variation in waterfowl survival rates. *Auk* **114**: 93–102.

Kremers, D., López Marulanda, J., Hausberger, M., Lemasson, A., 2014. Behavioural evidence of magnetoreception in dolphins: detection of experimental magnetic fields. *Naturwissenschaften* **101**: 907–911.

Kuhnz, L., Buck, K., Lovera, C., Whaling, P., Barry, J., 2015. Potential Impacts of the Monterey Accelerated Research System (MARS) cable on the seabed and benthic faunal assemblages Report by Monterey Bay Aquarium Research Institute, 58 pp.

Kurvits, T., Nellemann, C., Alfthan, B., Kühl, A., Prokosch, P., Virtue, M., Skaalvik, J.F. (éd.) , 2011. *Planète vivante : Planète connectée – Prévenir la fin des migrations d’animaux sauvages dans le monde par des réseaux écologiques. Un rapport d’évaluation d’urgence. Programme des Nations Unies pour l’environnement, grid-Arendal, 76 pp.*

Lacoeuilhe, A., Machon, N., Julien J-F., Le Bocq, A., Kerbiriou, C., 2014. The Influence of Low Intensities of Light Pollution on Bat Communities in a Semi-Natural Context. *Plos one* **9(10)**: e103042.

Langston, R.H.W., 2010. Offshore Wind Farms and Birds: Round 3 zones, extensions to Round 1 and Round 2 sites and Scottish Territorial Waters. RSPB Research Report 39. RSPB, Sandy.

Laria, L., López, A., Alonso, J.M., AMBAR, 2001. Situación actual de la Foca gris (*Halichoerus grypus*) en el Cantábrico y Atlántico peninsular. In Alonso Farré, J.M., López Fernández, A. Libro de resúmenes del 1er simposiu de la Sociedad Española de Cetáceos, 23- 27 febrero de 2000, pp. 40-44.

Le Campion, T., 2013. Projet de parc éolien offshore du Banc de Guérande (44). Synthèse de pré-diagnostic chiroptérologique, réalisée pour EDF Energies Nouvelles. Groupe mammalogique breton, 20 p.

Le Gall, O., le Comité d'Homologation Aquitain, 2012. La liste des oiseaux d'Aquitaine (arrêtée au 31 juillet 2012). 01FA_LOAK/LPO. www.fauneaquitaine.org, 16p.

Le Noc, C., 2015. Sterne caugek (*Thalasseus sandvicensis*). In Theillout, A., Collectif faune-Aquitaine.org. Atlas des oiseaux nicheurs d'Aquitaine. LPO Aquitaine, Delachaux et Niestlé, pp.174-175.

Lea, S.E.G., Daley, C., Boddington, P.J.C., Morison, V., 1996. Diving patterns in shags and cormorants (*Phalacrocorax*): tests of an optimal breathing model. Ibis **138**: 391–398.

Lescure, J., de Massary, J.-C. (coords), 2012. Atlas des Amphibiens et Reptiles de France. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité), 272p.

Levin, M., Ernst, S., 1994. Applied AC and DC Magnetic Fields Cause Alterations in the Mitotic Cycle of Early Sea Urchin Embryos. Bioelectro-magnetics **16**(4): 231-240.

Lockyer, C., 2003. Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the North Atlantic: Biological parameters. NAMMCO Scientific Publication **5**:71-90.

Lohmann, K.J., Putman, N.F., Lohmann, C.M.F., 2012. The magnetic map of hatchling loggerhead sea turtles. Current Opinion in Neurobiology **22**: 336-342.

Longcore, T., Rich, C., 2004. Ecological light pollution. Frontiers in Ecology and the Environment **2**: 191-198.

Louzao, M., García-Barón, I., Rubio, A., Martínez, U., Vázquez, J.A., Murcia, J.L., Nogueira, E., Boyra, G., 2018. Understanding the 3D environment of pelagic seabirds from multidisciplinary oceanographic surveys, to advance ecosystem-based monitoring. Marine Ecology Progress Series 10.3354/meps12838.

Love, M.S., Nishimoto, M.M., Clark, S., McCrea, M., Bull, A.S., 2017. The Organisms Living Around Energized Submarine Power Cables, Pipe, and Natural Sea Floor in the Inshore Waters of Southern California. Bulletin, Southern California Academy of Sciences **116**: 61-87.

Lovvorn, J.R., Jones, D.R., 1991. Effects of body size, body fat, and change in pressure with depth on buoyancy and costs of diving in ducks (*Aythya spp.*). *Canadian Journal of Zoology* **69**: 2879–2887.

Lurton, X., 2016. Contrôle des risques sonores pour les mammifères marins – Protocole pour les émissions sismiques. Département : Infrastructures Marines et Numériques Unité : Navires et Systèmes Embarqués. Ifremer, 34p.

Lurton, X., Antoine, L., 2007. Analyse des risques pour les mammifères marins liés à l'emploi des méthodes acoustiques en océanographie. Rapport final. Brest, France : Ifremer DOP/CB/NSE/AS/07-07, 88p.

Lusseau, D., Bain, D.E., Williams, R., Smith, J.C., 2009. Vessel traffic disrupts the foraging behavior of southern resident killer whales *Orcinus orca*. *Endangered Species Research* **6**: 211–221.

MAGRAMA, 2012a. Estrategias Marinas. Mamíferos Marinos. Evaluación inicial y buen estado ambiental. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. https://www.miteco.gob.es/gl/costas/temas/proteccion-medio-marino/0_Documento%20grupo%20mamiferos%20marinos%20def_tcm37-130952.pdf

MAGRAMA, 2012b. Estrategias Marinas. Grupo Aves. Evaluación inicial y buen estado ambiental. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. https://www.miteco.gob.es/gl/costas/temas/proteccion-medio-marino/0_Documento%20grupo%20aves_tcm37-130951.pdf

Majoor, F., Van Horsen, P., Dijk, K., 2005. Survival of black-headed gulls *Larus ridibundus* wintering in urban areas in the Netherlands. *Limosa* **78**: 85–96.

Marino, A.A., Becker, R.O., 1977. Biological Effects of Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields: A Review. *Physiological Chemistry and Physics* **9**(2): 131-148.

Martí, R., Del Moral, J.C. (Eds.), 2003. Atlas de las Aves Reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid.

te Marvelde, L., Meininger, P.L., Flamant, R., Dingemanse, N.J., 2009. Age-specific density-dependent survival in Mediterranean Gulls *Larus melanocephalus*. *Ardea* **97**(3): 305–312.

Mattson, M., Thomas, J.A., St. Aubin, D., 2005. Effects of Boat Activity on the Behavior of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Waters Surrounding Hilton Head Island, South Carolina. *Aquatic Mammals* **31**: 133-140.

Mayol-Serra, J., Aguilar, J.S., Yésou, P., 2000. The Balearic Shearwater *Puffinus mauretanicus*: status and threats. In Yésou, P., Sultana, J. (ÉDS.) Monitoring and conservation of birds, mammals and sea turtles of the Mediterranean and Black Seas. Proceedings of the 5th Medmaravis Symposium. Malta, Environment Protection Department, pp. 24–37.

McCluskie, A.E., Langston, R.H.W., Wilkinson, N.I., 2012. Birds and wave & tidal stream energy: an ecological review. RSPB Research Report No. 42, 124p.

Meier, R.E., Wynn, R.B., Votier, S.C., McMinn Grivé, M., Rodríguez, A., Maurice, L., van Loon, E.E., Jones, A.R., Suberg, L., Arcos, J.M., Morgan, G., Josey, S.A., Guilford, T., 2015. Consistent foraging areas and commuting corridors of the critically endangered Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus* in the northwestern Mediterranean. *Biological Conservation* **190**: 87–97

Miles, W., Money, S., Luxmoore, R., Furness, R.W., 2010. Effects of artificial lights and moonlight on petrels at St Kilda. *Bird Study* **57**: 244-251.

Miller, P.J.O., Kvalsheim, P.H, Lam, F-P., A.Wensveen, P.J., Antunes, R., Alves, A.C., Visser, F., Kleivane, L., Tyack, P.L., Sivle, L.D., 2012. The severity of behavioral changes observed during experimental exposures of killer (*Orcinus orca*), long-finned pilot (*Globicephala melas*), and sperm (*Physeter macrocephalus*) whales to naval sonar. *Aquatic Mammals* **38**: 362–401.

Miller, P.J.O., Shapiro, A.D., Deecke, V.B., 2010. The diving behaviour of mammal-eating killer whales (*Orcinus orca*): variations with ecological not physiological factors. *Canadian Journal of Zoology* **88**: 1103-1112.

Milon, E., Castège, I., 2015. Goéland leucophée (*Larus michahellis*). In Theillout, A., Collectif faune-Aquitaine.org. Atlas des oiseaux nicheurs d'Aquitaine. LPO Aquitaine, Delachaux et Niestlé, pp. 170-171.

Milon, E., Castège, I., 2016. Répartition des oiseaux marins et cétacés dans le sud du golfe de Gascogne. Centre de la Mer de Biarritz/Agence des Aires Marines Protégées, 155p.

Molina, B. (Ed.), 2009. Gaviota reidora, sombría y patiamarilla en España. Población en 2007-2009 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid.

Monaghan, P., Walton, P., Wanless, S., Uttley, J.D., Burns, M.D., 1994. Effects of prey abundance on the foraging behaviour, diving efficiency and time allocation of breeding guillemots *Uria aalge*. *Ibis* **136**: 214–222.

Montevecchi, W.A., 2006. Influences of artificial light on marine birds. In Rich, C., Longcore, T. (eds.), *Ecological consequences of artificial night lighting*, Island Press, Washington, pp. 94-113.

Moors-Murphy, H.B., 2014. Submarine canyons as important habitat for cetaceans, with special reference to the Gully: A review. *Deep-Sea Research II* **104**: 6–19.

Nadé, P., 2015. Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*). In Theillout, A., Collectif faune-Aquitaine.org. Atlas des oiseaux nicheurs d'Aquitaine. LPO Aquitaine, Delachaux et Niestlé, pp. 162-163.

National Marine Fisheries Service (NMFS), 2018. 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, 167 p.

Naugle, D.E., 2004. Black Tern (*Chlidonias niger surinamensis*): a technical conservation assessment. USDA Forest Service, Rocky Mountain Region, 42pp.

Navarro, J., González-Solís, J., 2009. Environmental determinants of foraging strategies in Cory's shearwaters *Calonectris diomedea*. Marine Ecology Progress Series **378**: 259–267.

Nettleship, D.N., Kirwan, G.M., Christie, D.A., Boesman, P., Garcia, E.F.J., 2018a. Common Murre (*Uria aalge*). In Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A., De Juana, E. (eds). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelone. (téléchargé depuis <https://www.hbw.com/node/54060>).

Neumann, D.R., Orams, M.B., 2006. Behaviour and ecology of common dolphins (*Delphinus delphis*) and the impact of tourism in Mercury Bay, North Island, New Zealand. Aquatic Mammals **32**: 1-9.

Nisbet, I.C.T., Cam, E., 2002. Test for age-specificity in survival of the Common Tern. Journal of Applied Statistics **29**: 65–83.

Nishi, T., Kawamura, G., Matsumoto, K., 2004. Magnetic Sense in the Japanese Eel, *Anguilla japonica*, as Determined by Conditioning and Electrocardiography. The Journal of Experimental Biology **207**: 2965-2970.

Noren, D.P., Johnson, A.H., Rehder, D., Larson, A., 2009. Close approaches by vessels elicit surface active behaviors by southern resident killer whales. Endangered Species Research **8**: 179–192.

Normandeau Associates Inc., Exponent Inc., Tricas, T., Gill, A., 2011. Effects of EMFs from Undersea 1 Power Cables on Elasmobranchs and Other Marine Species. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Regulation, and Enforcement, Pacific OCS Region, Camarillo, CA. OCS Study BOEMRE 2011-09, 426p.

O'Connell, C.P., Abel, D.C., Gruber, S.H., Stroud, E.M., Rice, P.H., 2011. Response of juvenile lemon sharks, *Negaprion brevirostris*, to a magnetic barrier simulating a beach net. Ocean & Coastal Management **54**: 225-230.

O'Connell, C.P., Guttridge, T.L., Gruber, S.H., Brooks, J., Finger, J.S., He, P., 2014. Behavioral modification of visually deprived lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) towards magnetic fields. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **453**: 131-137.

Olesiuk, P.F., Bigg, M.A., Ellis, G.M., 1990. Life history and population dynamics of resident killer whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington State. Report of the International Whaling Commission Special Issue **12**: 209-242.

Oro, D., de León, A., Mínguez, E., Furness, R.W., 2005. Estimating predation on breeding European storm-petrels (*Hydrobates pelagicus*) by yellow-legged gulls (*Larus michahellis*). *Journal of Zoology (Lond.)* **265**: 421–429.

Oro, D., Furness, R.W., 2002. Influences of food availability and predation on survival of kittiwakes. *Ecology* **83**: 2516–2528.

OSPAR Commission, 2012. Guidelines on Best Environmental Practice (BEP) in Cable Laying and Operation. 18p.

Pacini, A.F., Nachtigall, P.E., Kloepper, L.N., Linnenschmidt, M., Sogorb, A., Matias, S., 2010. Audiogram of a formerly stranded long-finned pilot whale (*Globicephala melas*) measured using auditory evoked potentials. *The Journal of Experimental Biology* **213**: 3138-3143.

Paiva, V.H., Geraldés, P., Ramírez, I., Meirinho, A., Garthe, S., Ramos, J.A., 2010. Oceanographic characteristics of areas used by Cory's shearwaters during short and long foraging trips in the North Atlantic. *Marine Biology* **157**: 1385–1399.

Palestis, B.G., Hines, J.E., 2015. Adult Survival and Breeding Dispersal of Common Terns (*Sterna hirundo*) in a Declining Population. *Journal of the Waterbird Society* **38** (3): 221-320.

Palomo, L.J., Gisbert, J., Blanco, J.C., 2007. Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid, 588 pp.

Papi, F., Luschi, P., Akesson, S., Capogrossi, S., Hays, G.C., 2000. Open-sea Migration of Magnetically Disturbed Sea Turtles. *Journal of Experimental Biology* **203**: 3435-3443.

Pearson, T.H., 1968. The feeding biology of sea-bird species breeding on the Farne Islands, Northumberland. *Journal of Animal Ecology* **37**: 521–552.

Peters, R.C., Eeuwes, L.B.M., Bretschneider, F., 2007. On the electro-detection threshold of aquatic vertebrates with ampullary or mucous gland electroreceptor organs. *Biological Reviews* **82**: 361–73.

Petersen, I.K., Christensen, T.K., Kahlert, J., Desholm, M., Fox, A.D., 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Hornd Rev, Denmark. NERI Report. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S. 161.

Petersen, I.K., Fox, A.D., 2007. Changes in bird habitat utilization around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on common scoter. Report request, Commissioned by Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute, University of Aarhus.

Pettex, E., Lambert, C., Laran, S., Ricart, A., Virgili, A., Falchetto, H., Authier, M., Monestiez, P., Van Canneyt, O., Dorémus, G., Blanck, A., Toison, V., Ridoux, V., 2014. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine - Rapport final. Univ. Rochelle UMS 3462, 169p.

- Piatt, J.F., Nettleship, D.N., 1985. Diving Depths of Four Alcids. *The Auk* **102**: 293-297.
- Pirotta, E., Merchant, N.D., Thompson, P.M., Barton, T.R., Lusseau, D., 2015. Quantifying the effect of boat disturbance on bottlenose dolphin foraging activity. *Biological Conservation* **181**: 82–89.
- Planque, B., Lazure, P., Jégou, A.M., 2004. Detecting hydrological landscapes over the Bay of Biscay continental shelf in spring. *Climate research* **28**:41-52.
- Pollonara, E., Luschi, P., Guilford, T., Wikelski, M., Bonadonna, F., Gagliardo, A., 2015. Olfaction and topography, but not magnetic cues, control navigation in a pelagic seabird: displacements with shearwaters in the Mediterranean Sea. *Scientific Reports* **5**: 16486.
- Pons, J.M., Migot, P., 1995. Life-History Strategy of the Herring Gull: Changes in Survival and Fecundity in a Population Subjected to Various Feeding Conditions. *Journal of Animal Ecology* **64**: 592-599.
- Popov, V.V., Supin, A.Y., Pletenko, M.G., Tarakanov, M.B., Klishin V.O., Bulgakova, T.N., Rosanova, E.I., 2007. Audiogram variability in normal Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*). *Aquatic Mammals* **33**(1): 24-33.
- Popov, V.V., Klishin V.O., 1998. EEG study hearing in the common dolphin, *Delphinus delphis*. *Aquatic Mammals* **24**(1): 13-20.
- Powers, K.D., 1982. A comparison of two methods of counting birds at sea. *Journal of Field Ornithology* **53**(3): 209-222.
- Prévot-Julliard, A-C., Lebreton, J-D., Pradel, R., 1998. Re-evaluation of adult survival of Black-headed Gulls (*Larus ridibundus*) in presence of recapture heterogeneity. *Auk* **115**: 85–95.
- Pusineri, C., Magnin, V., Meynier, L., Spitz, J., Hassani, S., Ridoux, V., 2007. Food and feeding ecology of the common dolphin (*Delphinus delphis*) in the oceanic northeast Atlantic and comparison with its diet in neritic areas. *Marine Mammal Science* **23**: 30-47.
- Putman, N.F., Verley, P., Endres, C.S., Lohmann, K.J., 2015. Magnetic navigation behavior and the oceanic ecology of young loggerhead sea turtles. *The Journal of Experimental Biology*, **218**: 1044-1050.
- Ramp, C., Delarue, J., Bérubé, M., Hammond, P.S., Sears, R., 2014. Fin whale survival and abundance in the Gulf of St. Lawrence, Canada. *Endangered Species Research* **23**: 125–132.
- Ratcliffe, N., Catry, P., Hamer, K.C., Klomp, N.I., Furness, R.W., 2002. The effect of age and year on the survival of breeding adult great skuas *Catharacta skua* in Shetland. *Ibis* **144**: 384–392.

Rattiste, K., 2006. Life History of the Mew Gull (*Larus canus*). A Long-Term Individual-Based Study. Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 244, 38pp.

Reed, J. R., Sincock, J. L., Hailman, J. P., 1985. Light attraction in endangered procellariiform birds: Reduction by shielding upward radiation. *The Auk* **102**: 377–383.

Regular, P.M., Davoren, G.K., Hedd, A., Montevecchi, W.A., 2010. Crepuscular foraging by a pursuit-diving seabird: tactics of common murre in response to the diel vertical migration of capelin. *Marine Ecology Progress Series* **415**: 295–304.

Regular, P.M., Hedd, A., Montevecchi, W.A., 2011. Fishing in the dark: a pursuit-diving seabird modifies foraging behaviour in response to nocturnal light levels. *PLOS One* **6**:e26763.

Richter, C.F., Dawson, S.M., Slooten, E., 2003. Sperm whale watching off Kaikoura, New Zealand: effects of current activities on surfacing and vocalisation patterns. *Science for Conservation* **219**. Wellington, New Zealand, Department of Conservation, 78p.

Ridgway, S.H., Carder, D.A., 2001. Assessing hearing and sound production in cetaceans not available for behavioral audiograms: Experiences with sperm, pygmy sperm, and gray whales. *Aquatic Mammals* **27.3**: 267-276.

Rodgers, J.A., Jr., Schwikert, S.T., 2003. Buffer zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from disturbance by airboats in Florida. *Waterbirds* **26**: 437–443.

Rodríguez, A., Dann, P., Chiaradia, A., 2017. Reducing light-induced mortality of seabirds: High pressure sodium lights decrease the fatal attraction of shearwaters. *Journal for Nature Conservation* **39**: 68–72.

Rojek, N.A., Parker, M.W., Carter, H.R., McChesney, G.J., 2007. Aircraft and vessel disturbances to common murre *Uria aalge* at breeding colonies in central California, 1997–1999. *Marine Ornithology* **35**: 61–69.

Ronconi, R.A., Clair, C.C.S., 2002. Management options to reduce boat disturbance on foraging black guillemots (*Cephus grylle*) in the Bay of Fundy. *Biological Conservation*, **108**: 265–271.

Ronconi, R.A., Ryan, P.G., Ropert-Coudert, Y., 2010. Diving of Great Shearwaters (*Puffinus gravis*) in Cold and Warm Water Regions of the South Atlantic Ocean. *PLoS ONE* **5**(11): e15508.

Ropert-Coudert, Y., Daunt, F., Kato, A., Ryan, P.G., Lewis, S., Kobayashi, K., Mori, Y., Grémillet, D., Wanless, S., 2009. Underwater wingbeats extend depth and duration of plunge dives in northern gannets *Morus bassanus*. *Journal of Avian Biology* **40**: 380–387.

Roycroft, D., Kelly, T.C., Lewis, L.J., 2004. Birds, seals and the suspension culture of mussels in Bantry Bay, a non-seaduck area in Southwest Ireland. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **61**: 703–712.

Royle, J.A., Dorazio, R.M., 2008. Hierarchical Modeling and Inference in Ecology: The Analysis of Data from Populations, Metapopulations and Communities Academic Press, Bullington, MA, USA, 464p.

Ruys, T., Bernard, Y., (coords.) 2014. Atlas des Mammifères sauvages d'Aquitaine – Tome 4 - Les chiroptères. Cistude Nature & LPO Aquitaine. Edition C. Nature, 256 pp.

Ruys, T., Soulier, L. (coords) 2013. Atlas des Mammifères sauvages d'Aquitaine - Tome 3 - Les Mammifères marins. Cistude Nature & LPO Aquitaine. Edition C. Nature, 144p.

Sanchez, F., Santurtun, M. (coord), 2013. SYNThèse et Analyse des données eXistantes sur un écosystème profond transfrontalier : le gouf de Capbreton — « SYNTAX ». Rapport technique final. Fonds commun de Coopération Eurorégion Aquitaine/Euskadi, Anglet, 224p.

Santos, M.B., Pierce, G.J., 2003. The diet of Harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the Northeast Atlantic. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* **41**: 355–390.

Sautour, B., Bachelet, G., Boet, P., Caill-Milly, N., Castège, I., Chaalali, A., David, V., Del Amo, Y., De Casamajor, M.N., D'Elbée, J., De Montaudouin, X., Kantin, R., Lepage, M., Rochard, E., 2013. Biodiversité Marine. *In* Le Treut, H. (Coord). Prévoir pour agir: la région Aquitaine anticipe le changement climatique. Presses Universitaires de Bordeaux, LGPA-Editions, pp. 173-188.

Savouré-Soubelet, A., Aulagnier, S., Haffner, P., Moutou, F., Van Canneyt, O., Charrassin, J.-B., Ridoux, V. (Coord.), 2016. Atlas des mammifères sauvages de France volume 1 : Mammifères marins. Muséum nation d'Histoire naturelle, Paris, IRD, Marseille, 480p, (Patrimoines naturels, 74).

Schorger, A.W., 1947. The deep diving of the loon and old-squaw and its mechanism. *Wilson Bulletin* **59**: 151–159.

Schwemmer, P., Garthe, S., 2005. At-sea distribution and behavior of a surface-feeding seabird, the lesser black-backed gull *Larus fuscus*, and its association with different prey. *Marine Ecology Progress Series* **285**: 245–258.

Schwemmer, P., Garthe, S., 2006. Spatial patterns in at-sea behaviour during spring migration by little gulls in the southeastern North Sea. *Journal of Ornithology* **147**: 354–366.

Schwemmer, P., Mendel, B., Sonntag, N., Dierschke, V., Garthe, S., 2011. Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. *Ecological Applications* **21**: 1851–1860

Scott K., Harsanyi, P., Lyndon, A.R., 2018. Understanding the effects of electromagnetic field emissions from Marine Renewable Energy Devices (MREDs) on the commercially important edible crab, *Cancer pagurus* (L.). *Marine Pollution Bulletin* **131**: 580-588.

Seber, G.A.F., 1982. *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*, 2nd edn. London, Griffin.

SEO/BirdLife, 2012. *Atlas de las aves en invierno en España 2007-2010*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/BirdLife. Madrid.

Shamoun-Baranes, J., Bouten, W., Camphuysen, C.J., Baaij, E., 2011. Riding the tide: intriguing observations of gulls resting at sea during breeding. *Ibis* **153**: 411–415.

Shannon, C.E., Weaver, W., 1949, *The Mathematical Theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, 148p.

Silva, M.A, Magalhães, S., Prieto, R., Santos, R.S., Hammond, P.S., 2009. Estimating survival and abundance in a bottlenose dolphin population taking into account transience and temporary emigration. *Marine Ecology Progress Series* **392**: 263–276.

Slater, M., Fischer, C., Jones, R., Schultz, A., 2010. *Effects of Electromagnetic Fields on Marine Species: A Literature Review*. Report by Oregon Innovation Council and Oregon Wave Energy Trust (OWET), 26 pp.

Soanes, L.M., Bright, J.A., Angel, L.P., Arnould, J.P.Y., Bolton, M., Berlincourt, M., Lascelles, B., Owen, E., Simon-Bouhet, B., Green, J.A., 2016. Defining marine important bird areas: Testing the foraging radius approach. *Biological Conservation* **196**: 69–79.

Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene, Jr C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A., Tyack, P.L., 2007. *Marine mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations*. *Aquatic Mammals* **33**:411–521.

Spear, L.B., Ainley, D.G., Hardesty, B.D., Howell, S.N.G., Webb, S.W., 2004. Reducing biases affecting at-sea surveys of seabirds: use of multiple observer teams. *Marine Ornithology* **32**: 147–157.

Spitz, J., Cherel, Y., Bertin, S., Kiszka, J., Dewez, A., Ridoux, V., 2011. Prey preferences among the community of deep-diving odontocetes from the Bay of Biscay, Northeast Atlantic. *Deep-Sea Research I* **58**: 273–282.

Spoelstra, K., Van Grunsven, R.H.A., Ramakers, J.J.C., Ferguson, K.B., Raap, T., Donners, M., Veenendaal, E.M., Visser, M.E., 2017. Response of bats to light with different spectra: light-shy and agile bat presence is affected by white and green, but not red light. *Proceedings of the Royal Society* **284**: 20170075.

Stanford, W.P., 1953. Winter distribution of the Grey Phalarope. *Ibis* **95**: 483-491.

Stenhouse, I.J., Robertson, G.J., 2005. Philopatry, Site Tenacity, Mate Fidelity, and Adult Survival in Sabine's Gulls. *The Condor* **107**: 416–423.

Stone, E.L., Harris, S., Jones, G., 2015. Impacts of artificial lighting on bats : a review of challenges and solutions. *Mammalian Biology* **80**(3): 213-219.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., Carlier, A., 2018. A review of potential impacts of underwater power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **96**: 380-391.

Tasker, M.L., Jones P.H., Dixon, T., Blake, B.F., 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *The Auk* **101**: 567-577.

Teilmann, J., Larsen, F., Desportes, G., 2007. Time allocation and diving behaviour of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in Danish and adjacent waters. *Journal of Cetacean Research and Management* **9**(3): 201–210.

Thaxter, C.B., Lascelles, B., Sugar, K., Cook, A.S.C.P., Roos, S., Bolton, M., Langston, R.H.W., Burton, N.H.K., 2012. Seabird foraging ranges as a preliminary tool for identifying candidate Marine Protected Areas. *Biological Conservation* **156**: 53–61.

Thayer, J.A., Sydeman, W.J., Fairman, N.P., Allen, S.G., 1999. Attendance and effects of disturbance on coastal common murre colonies at Point Reyes, California. *Waterbirds* **22**: 130–139.

Tremblay, Y., Cherel, Y., Oremus, M., Tveraa, T., Chastel, O., 2003. Unconventional ventral attachment of time-depth recorder as a new method for investigating time budget and diving behavior of seabirds. *Journal of Experimental Biology* **206**: 1929–1940.

UICN France, 2014. Développement des énergies marines renouvelables et préservation de la biodiversité. Synthèse à l'usage des décideurs. Paris, France, 88p.

Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Courtens, W., Onkelinx, T., Van de walle, M., Verstraete, H., 2013. Bird Monitoring at Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: Assessing Seabird Displacement Effects. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Vanselow, K.H., Jacobsen, S., Hall, C., Garthe, S., 2017. Solar storms may trigger sperm whale strandings: explanation approaches for multiple strandings in the North Sea in 2016. *International Journal of Astrobiology*, pp. 1-9.

Velando, A., Munilla, I., 2011. Disturbance to a foraging seabird by sea-based tourism: Implications for reserve management in marine protected areas. *Biological Conservation* **144**: 1167–1174.

Verborgh, P., De Stephanis, R., Pérez, S., Jaget, Y., Barbraud, C., Guinet, C., 2009. Survival rate, abundance, and residency of long-finned pilot whales in the Strait of Gibraltar. *Marine Mammal Science* **25**: 523–536.

Walker, M.M., Diebel, C.E., Kirschvink, J.L., 2003. Detection and use of the Earth's Magnetic Field by Aquatic Vertebrates. In Collins, S.P., Marshall, N.J. (eds). Sensory Processing in Aquatic Environments. Springer, New York, pp. 53-74

Walker, M.M., Kirschvink, J.L., Ahmed, G., Dizon, A.E., 1992. Evidence that fin whales respond to the geomagnetic field during migration. *Journal of Experimental Biology* **171**: 67–78.

Walls, R., Canning, S., Lye, G., Givens, L., Garrett, C., Lancaster, J., 2013. Analysis of Marine Environmental Monitoring Plan Data from the Robin Rigg Offshore Wind Farm, Scotland (Operational Year 1): Technical Report. Natural Power Consultants, Dumfries and Galloway, Scotland, UK.

Wanless, S., Burger, A.E., Harris, M.P., 1991. Diving depth of shags *Phalacrocorax aristotelis* breeding on the Isle of May. *Ibis* **133**: 37–42.

Wanless, S., Corfield, T., Harris, M.P., Buckland, S.T., Morris, J.A., 1993. Diving behaviour of the shag (*Phalacrocorax aristotelis*) (Aves: Pelecaniformes) in relation to water depth and prey size. *Journal of Zoology (London)* **231**: 11–25.

Wanless, S., Frederiksen, M., Harris, M.P., Freeman, S.N., 2006. Survival of gannets *Morus bassanus* in Britain and Ireland, 1959–2002. *Bird Study* **53**: 79–85.

Wanless, S., Harris, M.P., Burger, A.E., Buckland, S.T., 1997. Use of time-depth recorders for estimating depth and diving performance of European shags. *Journal of Field Ornithology* **68**: 547–561.

Wanless, S., Harris, M.P., Calladine, J., Rothery, P. 1996. Modelling responses of herring gull and lesser black backed gull populations to reduction of reproductive output: Implications for control measures. *Journal of Applied Ecology* **33**: 1420–1432.

Warham, J., 1996. The Behaviour, Population Biology, and Physiology of the Petrels. Academic Press, London.

Watanuki, Y., Daunt, F., Takahashi, A., Newell, M., Wanless, S., Sato, K., Miyazaki, N., 2008. Microhabitat use and prey capture of a bottom-feeding top predator, the European shag, shown by camera loggers. *Marine Ecology Progress Series* **356**: 283–293.

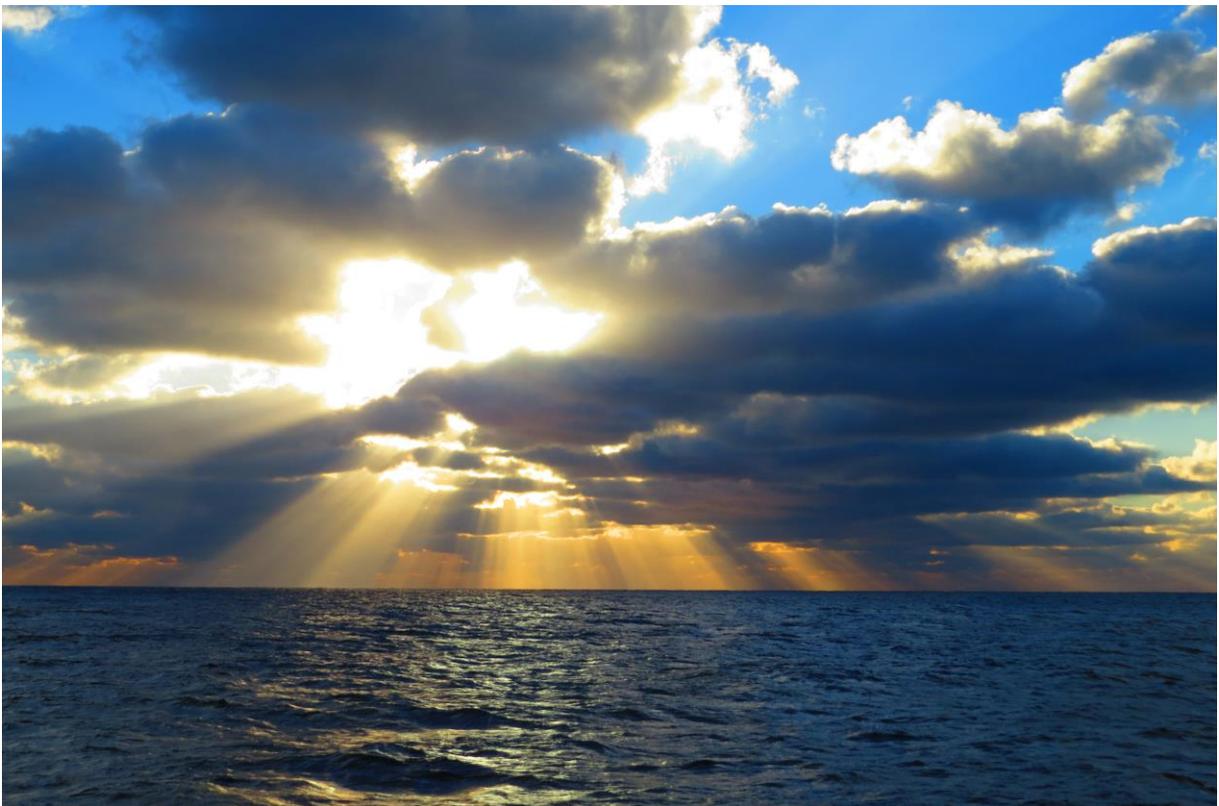
Watanuki, Y., Wanless, S., Harris, M., Lovvorn, J.R., Miyazaki, M., Tanaka, H., Sato, K., 2006. Swim speeds and stroke patterns in wing-propelled divers: a comparison among alcids and a penguin. *Journal of Experimental Biology* **209**: 1217–1230.

Weimerskirch, H., 1998. How can a pelagic seabird provision its chick when relying on a distant food resource? Cyclic attendance at the colony, foraging decision and body condition in sooty shearwaters. *Journal of Animal Ecology* **67**: 99–109.

Weimerskirch, H., Sagar, P.M., 1996. Diving depths of Sooty Shearwaters *Puffinus griseus*. *Ibis* **138**: 786–788.

- Weiser, E.L., Lanctot, R.B., Brown, S.C., Gates, H.R., Bentzen, R.L., Bêty, J., Boldenow, M.L., English, W.B., Franks, S.E., Koloski, L., Kwon, E., Lamarre, J.-F., Lank, D.B., Liebezeit, J.R., McKinnon, L., Nol, E., Rausch, J., Saalfeld, S.T., Senner, N.R., Ward, D.H., Woodard, P.F., Sandercock, B.K., 2018. Environmental and ecological conditions at Arctic breeding sites have limited effects on true survival rates of adult shorebirds. *The Auk* **135**: 29-43.
- Westgate, A., Read, A., Berggren, P., Koopman, H., Gaskin, D., 1995. Diving behaviour of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Bay of Fundy. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **52**(5): 1064-1073.
- Westerberg, H., Begout-Anras, M.L., 2000. Orientation of silver eel (*Anguilla anguilla*) in a disturbed geomagnetic field. In Moore, A., Russell, I. (eds.) *Advances in Fish Telemetry. Proceedings of the 3rd Conference on Fish Telemetry*. Lowestoft: CEFAS, pp. 149-158.
- Wiese, F.K., Montevecchi, W.A., Davoren, G.K., Huettmann, F., Diamond, A.W., Linke, J., 2001. Seabirds at risk around offshore oil platforms in the north-west Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* **42**: 1285–1290.
- Williams, R., Lusseau, D. and Hammond, P.S. 2006. Estimating relative energetic costs of human disturbance to killer whales (*Orcinus orca*). *Biological Conservation* **133**: 301-311.
- Williams, R., Trites, A.W., Bain, D.E. 2002. Behavioural responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale-watching boats: opportunistic observations and experimental approaches. *Journal of Zoology (London)* **256**: 255-270.
- Wiltschko, W., Wiltschko, R., 1996. Magnetic orientation in birds. *The Journal of Experimental Biology* **199**: 29–38.
- Wyman, M.T., Klimley A.P., Battleson, R.D., Agosta, T.V., Chapman, E.D., Haverkamp, P.J., Pagel, M.D., Kavet, R., 2018. Behavioral responses by migrating juvenile salmonids to a subsea high-voltage DC power cable. *Marine Biology* **165**: 134.
- Van der Winden, J., 2002. The odyssey of the Black Tern *Chlidonias niger*: migration ecology in Europe and Africa. In Both, C., T. Piersma (eds) *The avian calendar: exploring biological hurdles in the annual cycle*. Proc. 3rd Conf. European Orn. Union, Groningen, August 2001. *Ardea* **90**(3) special issue: 421-435.
- Van der Winden, J., van Horssen, P.W., 2008. A population model for the black tern *Chlidonias niger* in West-Europe. *Journal of Ornithology* **149**: 487–494.
- Zhang, C.I., Song, K-J., Na, J-H., 2010. Estimation of mortality coefficients and survivorship curves for minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) in Korean waters. *Animal Cells and Systems* **14**: 291-296.

Annexes



Annexe I : Statuts européens (critère n°1)

Nom latin	Nom	Directives Oiseaux/ Habitat	Berne	Bonn	OSPAR	Washington (CITES)	Note
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	Migr 4.2	Annexe III	AEWA		Annexe A	3
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	Migr 4.2	Annexe III				3
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	Migr 4.2	Annexe III				3
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	Annexe IV	Annexe II	Accord ACCOBAMS		Annexe A	3
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	Annexe IV	Annexe II	Annexe I, II, accords ACCOBAMS		Annexe A	3
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré	Migr 4.2	Annexe III				3
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	Annexe I	Annexe II				5
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	Migr 4.2	Annexe III				3
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	Annexe I	Annexe II				5
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	Annexe II	Annexe III	AEWA			3
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	Annexe IV	Annexe II	Annexe I, II, accords ASCOBANS et ACCOBAMS			3
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	Migr 4.2	Annexe III	AEWA			3
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	Migr 4.2	Annexe III				3
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	Annexe I	Annexe II	Annexe II, AEWA			5
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	Annexe I	Annexe II	Annexe II, AEWA			5
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	Annexe I	Annexe II	Annexe II, AEWA			5
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	Annexe IV	Annexe II	Annexe II, accords ASCOBANS et ACCOBAMS		Annexe A	3
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	Annexe I	Annexe II				5
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	Annexe I	Annexe II				5
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	Annexe I	Annexe II				5
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Annexe I	Annexe II	Annexe II, AEWA			5
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	Annexe II		AEWA			3

<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	Annexe II	Annexe III	AEWA			3
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	Annexe II		AEWA	X		4
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	Annexe II		AEWA			3
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	Migr 4.2	Annexe III				3
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	Annexe II, III	Annexe III	Annexe II, AEWA			3
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	Migr 4.2	Annexe III				3
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	Annexe IV	Annexe II	Annexe II, accords ASCOBANS et ACCOBAMS		Annexe A	3
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	Migr 4.2	Annexe II				3
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	Migr 4.2	Annexe III	AEWA			3
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large		Annexe II	Annexe II, AEWA			3
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	Annexe II, IV	Annexe II	Annexe II, accords ASCOBANS et ACCOBAMS	X		5
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	Annexe IV	Annexe II	Annexe I, II, accord ACCOBAMS		Annexe A	3
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	Annexe I	Annexe III	Annexe I	X		5
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	Migr 4.2	Annexe II				3
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	Migr 4.2	Annexe III		X		4
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Annexe IV	Annexe II	Annexe II, accords ASCOBANS et ACCOBAMS		Annexe A	3
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite		Annexe III				3
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin		Annexe III				3
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	Annexe I	Annexe II	Annexe II, AEWA			5
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	Annexe I	Annexe II	Annexe II, AEWA			5
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Annexe II, IV	Annexe II	Annexe II, accords ASCOBANS et ACCOBAMS		Annexe A	5
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troïl	Migr 4.2	Annexe III	AEWA			3
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine	Migr 4.2	Annexe II	AEWA			3

Annexe II : Statuts de la Liste Rouge de France et d'Espagne (critère n°2)

Nom latin	Nom	Liste rouge France	Liste rouge Espagne	Note Espagne	Note France	Note
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	DD	NE	1	1	1
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	NA (passage)	NE	1	1	1
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	NA (passage)	NE	1	1	1
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	LC	VU	4	2	4
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	NT	VU	4	3	4
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré	/	VU	4	1	4
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	LC	EN	5	2	5
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	LC (passage)	NE	2	2	2
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	DD (passage)	EN	5	1	5
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	LC	NE	2	2	2
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	LC	DD	2	2	2
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	NA	NE	1	1	1
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	NA	NE	1	1	1
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	NA	NE	1	1	1
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	VU	VU	4	4	4
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	NA	NE	1	1	1
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	LC	DD	2	2	2
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	NA	NE	1	1	1
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	NA	VU	4	1	4
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	LC	NE	2	2	2
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	NA	NE	1	1	1
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	NA	NE	1	1	1
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	LC	NE	2	2	2
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	LC	LC	2	2	2
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	LC	NE	2	2	2

<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	NA	NE	1	1	1
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	LC	NE	2	2	2
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	NA (passage)	NE	1	1	1
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	DD	DD	1	1	1
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	NA	EN	5	1	5
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	LC	NE	2	2	2
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	NA (passage)	NE	1	1	1
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	NT	VU	4	3	4
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	VU	VU	4	4	4
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	VU (passage)	CR	5	4	5
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	NA (passage)	EN	5	1	5
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	NA	VU	4	1	4
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	LC	DD	2	2	2
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	LC (passage)	NE	2	2	2
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin	LC (passage)	NE	2	2	2
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	LC (passage)	NT	3	2	3
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	LC (passage)	NT	3	2	3
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	LC	DD	2	2	2
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troil	DD	CR	5	1	5
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine	NA (passage)	NE	1	1	1

Annexe III : Taux de survie des adultes (critère n°3)

Nom latin	Nom	Taux de survie des adultes	Note	Références
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	0,905	5	Harris <i>et al.</i> , 2000 ; Büche <i>et al.</i> , 2013
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur		4	Estimation d'après les autres puffins
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	> 0,9	5	Clucas <i>et al.</i> , 2008
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	0.905 (mer Coréenne)	5	Zhang <i>et al.</i> , 2010
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	> 0,9	5	Ramp <i>et al.</i> , 2014
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré		5	Estimation d'après le Puffin de Scopoli
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	0,86 moyenne ; 0,950	5	Warham, 1996 ; Jenouvrier <i>et al.</i> , 2009
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	0,89	4	Ratcliffe <i>et al.</i> , 2002
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	0,87 ; 0,849	4	Naugle, 2004 ; van der Winden & van Horssen, 2008
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	0,825 ; 0,90	4	Prévot-Julliard <i>et al.</i> , 1998 ; Majoor <i>et al.</i> , 2005
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	0,92-0,97	5	Fifas <i>et al.</i> , 1998
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	0,916	5	Harris <i>et al.</i> , 2000 ; Büche <i>et al.</i> , 2013
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	> 0,9	5	Grosbois & Thompson, 2005 ; Kerbiriou <i>et al.</i> , 2012
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	0,85	4	Garthe & Hüppop, 2004
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	0,87	4	Wanless <i>et al.</i> , 2006 ; Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	0,84	3	Hemmingsson & Eriksson, 2002
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	0,982	5	Verborgh <i>et al.</i> , 2009
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	0,86	4	Warham, 1996
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	0,833	3	Oro <i>et al.</i> , 2005
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	0,8	3	Garthe & Hüppop, 2004
<i>Ichthyaeetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	0,84	3	te Marvelde <i>et al.</i> , 2009
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	0,93 ; 0,881 ; 0,83	4	Chabrzyk & Coulson, 1976 ; Pons & Migot, 1995 ; Büche <i>et al.</i> , 2013 ;
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	0,896	4	Rattiste, 2006
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	0,88 ; 0,91	5	Wanless <i>et al.</i> , 1996 , Büche <i>et al.</i> , 2013

<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	> 0,9	5	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucopnée	> 0,85	4	Arizaga <i>et al.</i> , 2015
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	0,773	2	Krements <i>et al.</i> , 1997
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	> 0,9	5	Garthe & Hüppop, 2004
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	> 0,9	5	Olesiuk <i>et al.</i> , 1990
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	0,821 ; 0,858	3	Harris <i>et al.</i> , 2000 ; Frederiksen <i>et al.</i> , 2008
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	0,88	4	Frederiksen & Bregnballe, 2000
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	0,86	4	Weiser <i>et al.</i> 2018
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	0,867	4	Lockyer, 2003
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	0.856–0.986	4	Evans & Hindell, 2004
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	0,809	3	Genovart <i>et al.</i> , 2016
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	0,905 ; 0,87	4	Brooke, 1990 ; Büche <i>et al.</i> , 2013
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	0,81 ; 0,88 ; 0,80 ; 0,85	3	Harris <i>et al.</i> , 2000 ; Oro & Furness, 2002 ; Garthe & Hüppop, 2004 ; Büche <i>et al.</i> , 2013
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc		5	Estimation d'après les autres dauphins
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	0,84	3	Del Hoyo <i>et al.</i> , 1996
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin		3	Estimation d'après le Labbe parasite
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	0,88	4	Nisbet & Cam, 2002 ; Palestis & Hines, 2015
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	0,88 ; 0,898	4	Garthe & Hüppop, 2004 ; Horswill & Robinson, 2015
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	0,94 ; 0,9374 ; 0,97	5	Currey <i>et al.</i> , 2009 ; Silva <i>et al.</i> , 2009 ; Carretta <i>et al.</i> , 2016
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troïl	0,885 ; 0,952	5	Harris <i>et al.</i> , 2000 ; Garthe & Hüppop, 2004
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine	0,89	4	Stenhouse & Robertson, 2005

Annexe IV Proportion de la population européenne présente en France et en Espagne (critère n°4)

Nom latin	Nom	Population Européenne	Population française	Population espagnole	Proportion population Française sur Européenne	Note France	Proportion population Espagnole sur Européenne	Note Espagne	Note	Source
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	979 000-1 020 000	?	?	<1%	1	?	1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	?	?	12 380 [5 797-28 152]		1	?	1	1	Louzao <i>et al.</i> , 2018 ; Birdlife International, 2015
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	?	?	3 203 [1 753-5 748]		1	?	1	1	Louzao <i>et al.</i> , 2018 ; Birdlife International, 2015
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	80 000 (Atlantique Nord-Est)	3 000 (Manche, mer Celtique et golfe de Gascogne)		4%	2	4%	2	2	Savouré-Soubelet <i>et al.</i> , 2016
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	9 019 (Atlantique Nord-Est)	755 (Secteur Sud du golfe de Gascogne)		8,37%	3	8,37%	3	3	Ruys & Soulier, 2013, Hammond <i>et al.</i> , 2009
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré	504 000-507 000	?	?		1	?	1	1	Birdlife International, 2018
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	61 000 - 96 000	?	28 000-34 000		1	35%- 46%	5	5	Birdlife International, 2015
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	32 600-34 500	?	?		1	?	1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015 ; SEO/BirdLife, 2012
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	149 000 - 308 000	?		?	1	?	1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015 ; SEO/BirdLife 2012
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	4 000 000-5 970 000	672 000	330 392	13%	4	6,60%	3	4	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015 ; SEO/BirdLife, 2012
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	56 221 (Atlantique Nord-Est)	18 431 (Secteur Sud du golfe de Gascogne)		33%	5	33%	5	5	Ruys et Soulier, 2013, Hammond <i>et al.</i> , 2008a, 2013
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	9 550 000-11 600 000	?	?		1		1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015 ; SEO/BirdLife, 2012
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	6 760 000-7 000 000	500	?	<1%	1		1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015 ; SEO/BirdLife, 2012
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	108 000-176 000	1 000 - 1 500	41 [34-49]	< 1%	1	<1%	1	1	Issa & Muller, 2015 ; SEO/BirdLife, 2012
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	1 400-2 600	1 000	363 [264-465]	50%	5	18%	4	5	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015 ; SEO/BirdLife, 2012

<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	84 200-186 000	4 000 - 8 000	15 [4-22]	4%	2	<1%	1	2	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015 ; SEO/BirdLife, 2012
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	25 338 (Atlantique Nord-Est)	599 (Secteur Sud du golfe de Gascogne)		2%	2	2%	2	2	Buckland <i>et al.</i> , 1993, Hammond <i>et al.</i> , 2009
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	?	?	?		1		1	1	BirdLife International, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	1 314 000-1 545 000	?	?		1		1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	47 400-90 500	185	?	< 1%	1		1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	236 000-656 000	18 000 – 20 000	40 000	3-7,6%	3	8,90%	3	3	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	2 060 000-2 430 000	173 000	200-400	8%	3	<1%	1	3	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	1 280 000-2 160 000	37 000	68-83	2%	3	<1%	1	3	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	788 000-920 000	40 000	320 000	4,6%	3	37%	5	5	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	360 000-400 000	20 585	315	5,40%	3	<1%	1	3	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	819 000-1 070 000	55 000 – 65 000	350 000 - 400 000	6-7%	3	37,8-42,7%	5	5	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	214 000 - 263 000	16 000 – 37 000	1 247 [243- 1 991]	7,5-14%	4	<1%	1	4	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	1 370 000	?	?		1		1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	?	120 (îles Crozet)	?		1		1	1	Savouré-Soubelet <i>et al.</i> , 2016
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	153 000 - 157 000	?	3 746	1%	1	2,40%	2	2	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	803 000-1 020 000	94 000	53 723 [49 323 - 55 927]	9-12%	4	5,80%	3	4	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012

<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	1 100 - 3 400	5-50	?	0,4-1,5%	2		1	2	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	375 358 (Atlantique Nord-Est)	2 357 (Secteur Sud du golfe de Gascogne)		< 1%	1		1	1	Hammond <i>et al.</i> , 2008b, 2013
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	2 077 (Atlantique Nord-Est)	477 (Secteur Sud du golfe de Gascogne)		22,90%	5	22,90%	5	5	Hammond <i>et al.</i> , 2009
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	25 000	8 000	25 000	32%	5	100%	5	5	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	1 026 000 - 1 177 500	?	?		1		1	1	Birdlife International, 2015
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	3 460 000-4 410 000	1 149	?	< 0,1%	1		1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	67 414 (Atlantique Nord-Est)	17 108 (Secteur Sud du golfe de Gascogne)		25%	5	25%	5	5	Hammond <i>et al.</i> , 2009
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	79 800-112 000	?	?		1		1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin	40 000	?	?		1		1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	631 000-1 210 000	10	?	<1%	1		1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	160 000-295 000	646	1 100 - 1 200	< 1%	1	<1%	1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	16 485 (Atlantique Nord-Est)	5 430 (Secteur Sud du golfe de Gascogne)		33%	5	33%	5	5	Hammond <i>et al.</i> , 2012, 2013
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troil	2 350 000-3 060 000	?	?	<1%	1		1	1	BirdLife International, 2015 ; Issa & Muller, 2015; SEO/BirdLife, 2012
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine	2 100-4 100	?	> 6 000		1	> 100%	5	5	Birdlife International, 2015; SEO/BirdLife, 2012

Annexe V : Profondeur moyenne de plongée (critère n°5)

Nom latin	Nom	Profondeurs maximales	Profondeur moyenne	Note	Références
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	15-140m	20-40 m	5	Bradstreet & Brown, 1985 ; Piatt & Nettleship, 1985 ; Barrett & Furness, 1990 ; Benvenuti <i>et al.</i> , 2001 ; Watanuki <i>et al.</i> , 2006 ; Halsey <i>et al.</i> , 2006
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	2m - 18, 9m	50% < 2m	2	Brown <i>et al.</i> , 1978 ; Ronconi <i>et al.</i> , 2010
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	5-67m	5 m	3	Brown <i>et al.</i> , 1978 ; Duffy, 1983 ; Weimerskirch & Sagar, 1996 ; Aguilar <i>et al.</i> , 2003
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	250 m		5	Ruys & Soulier, 2013
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	250 m		5	Ruys & Soulier, 2013
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré			2	Estimation d'après le Puffin de Scopoli
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	4,9-9,8m	1,3-2,6 ; 1,74-4,3m	2	Brown <i>et al.</i> , 1978 ; Paiva <i>et al.</i> , 2010
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	1m	0	1	Furness, 1987
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire		0m	1	Johannot & Wetzl, 2012b
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	1m	0	1	Cramp & Simmons, 1980
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	200m		5	Ruys & Soulier, 2013
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	30-70m	20 m	4	Bradstreet & Brown, 1985 ; Piatt & Nettleship, 1985 ; Burger & Simpson, 1986 ; Barrett & Furness, 1990 ; Halsey <i>et al.</i> , 2006 ;
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	3-5m	0 m	1	Cramp & Simmons, 1977 ; Hobson & Welch, 1992
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	6m	3-5m	3	Cramp & Simmons, 1977 ; Halsey <i>et al.</i> , 2006
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	< 10m	15-70m	3	Schorger, 1947 ; Cramp & Simmons, 1977 ; Kooyman & Davis, 1987 ; Lovvorn & Jones, 1991
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	< 10m	10m	3	Cramp & Simmons, 1977
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	600 m - 828m	7m	5	Heide-Jørgensen <i>et al.</i> , 2002 ; Ruys & Soulier, 2013
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	0	0	1	Cramp & Simmons, 1977
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	5,5m	1	1	Cramp & Simmons, 1977 ; Albores-Barajas <i>et al.</i> , 2011
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	Se nourrit en surface		1	Estimation
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Comme la Mouette rieuse		1	McCluskie <i>et al.</i> , 2012

<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	1 m		1	Cramp & Simmons, 1980
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	1 m		1	Cramp & Simmons, 1980
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	1m	0	1	Cramp & Simmons, 1980 ; Schwemmer & Garthe, 2005
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	1 m		1	Cramp & Simmons, 1980
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucopnée		< 1m	1	Estimation
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire		10-20 m	3	Halsey <i>et al.</i> , 2006 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	20-35m	< 20 m	3	Haney & Stone, 1988 ; Garthe <i>et al.</i> , 2000 ; Brierley & Fernandes, 2001 ; Halsey <i>et al.</i> , 2006 ; Ropert-Coudert <i>et al.</i> , 2009
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	162m, 254 m	> 100 m	5	Baird & Goodyear, 1993 ; Miller <i>et al.</i> , 2010
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	10-80m	20-30 m	4	Barrett & Furness, 1990 ; Wanless <i>et al.</i> , 1991, 1993, 1997 ; Lea <i>et al.</i> , 1996 ; Gremillet <i>et al.</i> , 1998 ; Daunt <i>et al.</i> , 2003 ; Halsey <i>et al.</i> , 2006 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007 ; Watanuki <i>et al.</i> , 2008
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	10-37m	< 15	4	Cramp & Simmons, 1977 ; Kooyman & Davis, 1987 ; Lea <i>et al.</i> , 1996 ; Gremillet <i>et al.</i> , 1998
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	Se nourrit en surface		1	Johannot & Weltz, 2012c
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	200 m	5 m pour la plupart du temps, mais 30-50m	5	Westgate <i>et al.</i> , 1995 ; Teilmann <i>et al.</i> , 2007
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	3 000 m		5	Ruys & Soulier, 2013
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	26m	< 10m	3	Aguilar <i>et al.</i> , 2003
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	26m	1	3	Aguilar <i>et al.</i> , 2003
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	1m	0	1	Cramp & Simmons, 1980
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	700 m		5	Ruys & Soulier, 2013
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite		0	1	Furness, 1987
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin			1	Estimation
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	1m	0	1	Haney & Stone, 1988
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	2m	1	2	Baptist & Leopold, 2010
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	300m		5	Ruys & Soulier, 2013
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troil	37-200m	> 50 m	5	Piatt & Nettleship, 1985 ; Burger & Simpson, 1986 ; Barrett & Furness, 1990 ; Monaghan <i>et al.</i> , 1994 ; Daunt <i>et al.</i> , 2003 ; Tremblay <i>et al.</i> , 2003 ; Halsey <i>et al.</i> , 2006 ; Watanuki <i>et al.</i> , 2006 ; Hedd <i>et al.</i> , 2009 ; Regular <i>et al.</i> , 2010, 2011
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine		< 1m	1	Estimation

Annexe VI : Pourcentage d'alimentation benthique (critère n°6)

Nom latin	Nom	Alimentation benthique	Note	Références
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	10%	2	Bradstreet & Brown, 1985 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	Poisson de surface	1	McCluskie <i>et al.</i> , 2012
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	0%	1	Cramp & Simmons, 1977 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	Krill, crustacés et poissons	1	Ruys & Soulier, 2013
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	Krill, poissons, calmars	1	Ruys & Soulier, 2013
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré	0%	1	Estimation
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	0%	1	McCluskie <i>et al.</i> , 2012
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	0%	1	Furness, 1987
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	En mer, surface	1	Van der Winden, 2002
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	0%	1	Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	poisson pélagique	1	Ruys & Soulier, 2013
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	0%	1	Pearson, 1968 ; Bradstreet et Brown, 1985
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	0%	1	Cramp & Simmons, 1977 ; Furness & Todd, 1984
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	30%	3	Cramp & Simmons, 1977 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	50%	4	Cramp & Simmons, 1977 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	40%	4	Cramp & Simmons, 1977 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	Calmar benthique, poissons pélagiques	3	Spitz <i>et al.</i> , 2011 ; Ruys & Soulier, 2013
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	0%	1	Cramp & Simmons, 1977 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	0%	1	Cramp & Simmons, 1977 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007 ; Albores-Barajas <i>et al.</i> , 2011
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	En mer, surface	1	McCluskie <i>et al.</i> , 2012
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	En mer, surface	1	McCluskie <i>et al.</i> , 2012
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	10%	2	Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	0%	1	Forrester <i>et al.</i> , 2007

<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	0%	1	Pearson, 1968 ; Schwemmer & Garthe, 2005
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	0%	1	Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	0%	1	Arizaga <i>et al.</i> , 2011
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	100%	5	Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	0%	1	Cramp & Simmons, 1977 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	Saumon, hareng, thon, mammifères marins	1	Ruys & Soulier, 2013 ; Savouré-Soubelet <i>et al.</i> , 2016
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	80%	5	Pearson, 1968 ; Cramp & Simmons, 1977 ; Wanless <i>et al.</i> , 1993 ; Gremillet <i>et al.</i> , 1998 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007 ; Watanuki <i>et al.</i> , 2008
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	80%	5	Pearson, 1968 ; Cramp & Simmons, 1977 ; Gremillet <i>et al.</i> , 1998 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	En mer, surface	1	Johannot & Weltz, 2012c
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	Poisson pélagiques et démersaux	2	Santos & Pierce, 2003 ; Ruys & Soulier, 2013
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	Calmar benthique, poissons pélagiques	3	Ruys & Soulier, 2013
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	Poisson pélagique + rejets	1	McCluskie <i>et al.</i> , 2012
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	0%	1	Cramp & Simmons, 1977 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	0%	1	Pearson, 1968 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007 ; Kotzerka <i>et al.</i> , 2010
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Poisson pélagique, benthopélagiques et calmars	2	Ruys & Soulier, 2013
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	0% kleptoparasitisme	1	Furness, 1987 ; Issa & Muller, 2015
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin	0% kleptoparasitisme	1	Issa & Muller, 2015
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	0%	1	Pearson, 1968 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	0%	1	Pearson, 1968 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Poissons pélagiques	1	Ruys & Soulier, 2013
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troïl	10%	2	Pearson, 1968 ; Bradstreet & Brown, 1985
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine	En mer, surface	1	Estimation

Annexe VII : Risques liés au câble et aux champs électromagnétiques (critère n°7)

Nom latin	Nom	Dérangement par les champs électromagnétiques	Note	Références
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	Pas de rôle important du champ magnétique dans l'orientation	0	Estimation d'après les autres procellariiformes
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	Pas de rôle important du champ magnétique dans l'orientation	0	Estimation d'après les autres procellariiformes
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	Sensibilité au champ magnétique terrestre (orientation)	1	Kirschvink <i>et al.</i> , 1986 ; Klinowska, 1986 ; Copping <i>et al.</i> , 2016
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	Sensibilité au champ magnétique terrestre (orientation, échouages)	1	Klinowska, 1986 ; Walker <i>et al.</i> , 1992 ; Copping <i>et al.</i> , 2016
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré	Pas de rôle important du champ magnétique dans l'orientation	0	Pollonara <i>et al.</i> , 2015
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	Pas de rôle important du champ magnétique dans l'orientation	0	Pollonara <i>et al.</i> , 2016
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	Sensibilité au champ magnétique terrestre (orientation, échouages)	1	Kirschvink <i>et al.</i> , 1986 ; Copping <i>et al.</i> , 2016
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal		0	Estimation d'après les autres procellariiformes
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	Sensibilité au champ magnétique terrestre (orientation, échouages)	1	Kirschvink <i>et al.</i> , 1986 ; Copping <i>et al.</i> , 2016
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc		0	Estimation d'après les autres procellariiformes
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête		0	Estimation d'après les autres procellariiformes
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale		0	Pas d'étude à notre connaissance

<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	Sensibilité au champ magnétique terrestre (orientation, échouages)	1	Copping <i>et al.</i> , 2016
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	Sensibilité au champ magnétique terrestre (orientation)	1	Copping <i>et al.</i> , 2016
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	Sensibilité au champ magnétique terrestre (orientation, échouages)	1	Copping <i>et al.</i> , 2016 ; Vanselow <i>et al.</i> , 2017
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares		0	Estimation d'après les autres procellariiformes
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais		0	Estimation d'après les autres procellariiformes
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Sensibilité au champ magnétique terrestre (orientation, échouages)	1	Kirschvink <i>et al.</i> , 1986 ; Copping <i>et al.</i> , 2016
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Sensibilité au champ magnétique terrestre (orientation, échouages)	1	Kirschvink <i>et al.</i> , 1986 ; Kremers <i>et al.</i> , 2014 ; Copping <i>et al.</i> , 2016
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troïl		0	Pas d'étude à notre connaissance
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine		0	Pas d'étude à notre connaissance

Annexe VIII : Dérangement des structures et aux travaux (critère n°8)

Nom latin	Nom	Dérangement à des structures et aux travaux	Note	Références
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	Évitement	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Vanermen <i>et al.</i> , 2013 ; Walls <i>et al.</i> , 2013
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur		1	Estimation
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	Légère attraction	1	Baird, 1990 ; Wiese <i>et al.</i> , 2001
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	Impact du bruit. Meilleure audition : 40 à 15 000Hz, projection. Seuil apparemment autour de 1 000Hz pour 40 dB Seuil détection = 39dB - 125 000Hz. Incertitude sur le comportement. Impact sonore du projet faible à moyen (battage pieux).	5	Ketten & Mountain, 2001 ; Benjamins <i>et al.</i> , 2014 ; Copping <i>et al.</i> , 2016 ; Helloco & Persohn, 2018
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	Impact du bruit. Meilleure audition de 20-150Hz. Incertitude sur le comportement. Impact sonore du projet faible à moyen (battage pieux)	5	Erbe, 2002 ; Benjamins <i>et al.</i> , 2014 ; Copping <i>et al.</i> , 2016 ; Helloco & Persohn, 2018
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré		1	Estimation
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli		1	Estimation
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	Peu probable d'être affecté, attraction lors des activités de préparation et d'opération	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Vanermen <i>et al.</i> , 2013
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire		2	Estimation
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	Peu probable d'être affecté	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Jackson, 2014
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	Impact du bruit. Seuil détection = 53dB - 64 000Hz. Incertitude sur le comportement, peut aussi être attiré. Impact sonore du projet moyen.	5	Popov & Klishin, 1998 ; Benjamins <i>et al.</i> , 2014 ; Copping <i>et al.</i> , 2016 ; Helloco & Persohn, 2018
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	Évitement	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Vanermen <i>et al.</i> , 2013 ; Walls <i>et al.</i> , 2013
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	Légère attraction, peut s'y reposer	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Jackson, 2014
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	Évitement	3	Christensen <i>et al.</i> , 2004 ; Petersen & Fox, 2007 ; Petersen <i>et al.</i> , 2008
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	Moins perturbé que les autres plongeurs	2	Roycroft <i>et al.</i> , 2004
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	Évitement. Diminution des effectifs pendant la construction et les opérations	3	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Walls <i>et al.</i> , 2013
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	Impact du bruit. Seuil détection = 53,1dB - 40 000Hz. Incertitude sur le comportement, peut aussi être attiré. Impact sonore du projet moyen.	5	Pacini <i>et al.</i> , 2010 ; Benjamins <i>et al.</i> , 2014 ; Copping <i>et al.</i> , 2016 ; Helloco & Persohn, 2018
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	Légère attraction	1	Wiese <i>et al.</i> , 2001; Baird, 1990
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	Légère attraction	1	Baird, 1990 ; Wiese <i>et al.</i> , 2001
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	Peu probable d'être affecté	1	McCluskie <i>et al.</i> , 2012
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Peu probable d'être affecté	1	McCluskie <i>et al.</i> , 2012

<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	Peu probable d'être affecté	1	Christensen <i>et al.</i> , 2004 ; Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	Peu probable d'être affecté	1	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	Peu probable d'être affecté, attraction durant les phases de construction et d'opération	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Walls <i>et al.</i> , 2013
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	Peu probable d'être affecté	1	Christensen <i>et al.</i> , 2004 ; Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	Peu probable d'être affecté	1	Estimation d'après le Goéland brun
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	Evite la structure, préfère eaux ouvertes	2	Forrester <i>et al.</i> , 2007 ; Petersen & Fox, 2007
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	Évitement probable de plonger à proximité, diminution et évitement lors des opérations	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Walls <i>et al.</i> , 2013
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	Impact du bruit. Seuil de détection = 49dB - 34 000 Hz. Réponse comportementale en présence de navires, interruption de la recherche de nourriture, augmentation des vocalises en cas de pollution sonore	5	Holt <i>et al.</i> , 2009 ; Lusseau <i>et al.</i> , 2009 ; Noren, <i>et al.</i> , 2009 ; Branstetter <i>et al.</i> , 2017
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	Évitement	2	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	Évitement	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Walls <i>et al.</i> , 2013
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large		1	Estimation
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	Impact du bruit. Seuil détection = 39dB - 125 000Hz. Incertitude sur le comportement, peut aussi être attiré. Impact sonore du projet fort.	5	Benjamins <i>et al.</i> , 2014 ; Kastelein <i>et al.</i> , 2015 ; Copping <i>et al.</i> , 2016 ; Helloco & Persohn, 2018
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	Impact du bruit. Meilleure audition entre 5 000Hz et 20 000Hz. Incertitude sur le comportement. Impact sonore du projet moyen.	5	Ridgway & Carder, 2001 ; Benjamins <i>et al.</i> , 2014 ; Copping <i>et al.</i> , 2016 ; Helloco & Persohn, 2018
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares		1	Estimation
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	Légère attraction	1	Baird, 1990 ; Wiese <i>et al.</i> , 2001
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	Légère attraction, diminution durant la phase de construction	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Vanermen <i>et al.</i> , 2013 ; Walls <i>et al.</i> , 2013 ; Jackson, 2014
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Impact du bruit. Seuil détection = 42dB - 64 000Hz. Incertitude sur le comportement. Impact sonore du projet moyen.	5	Kastelein <i>et al.</i> , 2003 ; Benjamins <i>et al.</i> , 2014 ; Copping <i>et al.</i> , 2016 ; Helloco & Persohn, 2018
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	Peu probable d'être affecté	1	Christensen <i>et al.</i> , 2004 ; Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin		1	Estimation
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	Peut éviter la structure si présence de goélands, attraction	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Vanermen <i>et al.</i> , 2013
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	Peut éviter la structure si présence de goélands, attraction	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Vanermen <i>et al.</i> , 2013
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Impact du bruit. Seuil détection = < 50dB - 45 000Hz. Incertitude sur le comportement, peut aussi être attiré. Impact sonore du projet moyen.	5	Popov <i>et al.</i> , 2007 ; Benjamins <i>et al.</i> , 2014 ; Copping <i>et al.</i> , 2016 ; Helloco & Persohn, 2018
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troil	Légère attraction mais évitement pendant les phases de de construction et d'opération	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Vanermen <i>et al.</i> , 2013 ; Walls <i>et al.</i> , 2013
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine		1	Estimation

Annexe IX : Dérangement au trafic nautique (critère n°9)

Nom latin	Nom	Comportement face au trafic nautique	Note	Références
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	Évitement modéré à courte portée	3	Evans & Nettleship, 1985 ; Carney & Sydeman, 1999 ; Thayer <i>et al.</i> , 1999 ; Garthe & Hüppop, 2004 ; Rojek <i>et al.</i> , 2007 ; Ronconi & Clair, 2002 ; Bellefleur <i>et al.</i> , 2009
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	Se nourrit parfois des rejets	1	Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	Petite réponse, se nourrit parfois des rejets	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	Interruption de la recherche de nourriture pendant du « whale watching »	5	Christiansen <i>et al.</i> , 2013
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	Changement dans les vocalises lorsque le bruit ambiant augmente	5	Castellote <i>et al.</i> , 2012
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré		1	Estimation d'après le Puffin de Scopoli
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	Se nourrit des rejets	1	Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	Petite réponse, se nourrit parfois des rejets	1	Garthe & Hüppop, 2004 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	Petite réponse, se nourrit parfois des rejets	1	Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	Léger évitement à courte portée, se nourrit parfois des rejets	2	Garthe & Hüppop, 2004 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	Attraction au départ puis ensuite s'en vont. Changement dans le comportement.	5	Neumann & Orams, 2006
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	Léger évitement à courte portée	2	Evans & Nettleship, 1985 ; Carney & Sydeman, 1999 ; Garthe & Hüppop, 2004
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	Petite ou pas de réponse, se nourrit des rejets	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	Fuit vite et loin	5	Garthe & Hüppop, 2004 ; Schwemmer <i>et al.</i> , 2011
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	Fuit vite et loin (mais moins que les 2 autres)	5	Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	Fuit vite et loin	5	Garthe & Hüppop, 2004 ; Schwemmer <i>et al.</i> , 2011
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	Évitement des sonars	5	Miller <i>et al.</i> , 2012
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	Pas de réponse mais se nourrit parfois des rejets	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	Pas de réponse mais se nourrit parfois des rejets	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	Tolérante au dérangement, se nourrit parfois des rejets	2	McCluskie <i>et al.</i> , 2012 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Léger évitement à courte portée	2	McCluskie <i>et al.</i> , 2012
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	Léger évitement à courte portée, se nourrit parfois des rejets	2	Garthe & Hüppop, 2004 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	Léger évitement à courte portée, se nourrit des rejets	2	Garthe & Hüppop, 2004 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013

<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	Léger évitement à courte portée, se nourrit des rejets	2	Garthe & Hüppop, 2004 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	Léger évitement à courte portée, se nourrit des rejets	2	Garthe & Hüppop, 2004 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	Léger évitement à courte portée, se nourrit des rejets	2	Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	Fuit vite et loin	5	Garthe & Hüppop, 2004 ; Schwemmer <i>et al.</i> , 2011
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	Léger évitement à courte portée, se nourrit des rejets	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	Evitement	5	Williams <i>et al.</i> 2002, 2006
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	Oiseaux fuient les navires de plaisance, les bateaux réduisent leurs actions de pêche	4	Cramp & Simmons, 1977 ; del Hoyo <i>et al.</i> , 1992 ; Velando & Munilla, 2011
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	Fuite modérée	4	Rodgers & Schwikert, 2003 ; Garthe & Hüppop, 2004
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large		1	Estimation
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	Evite les bateaux (nuisance sonore)	5	Dyndo <i>et al.</i> , 2015
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	Les résidents semblent plus tolérants au whale watching, mais il y a des changements de comportement (sauts, temps passé à la surface, souffle etc.)	5	Richter <i>et al.</i> , 2003
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	Se nourrit parfois des rejets	1	Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	Petite réponse, se nourrit parfois des rejets	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	Léger évitement à courte portée, se nourrit des rejets	2	Garthe & Hüppop, 2004 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Evite plutôt les bateaux	5	Au & Perryman, 1982
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	Petite réponse, se nourrit parfois des rejets	1	Garthe & Hüppop, 2004 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin	Petite réponse, se nourrit parfois des rejets	1	Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	Léger évitement à courte portée, se nourrit des rejets	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	Léger évitement à courte portée, se nourrit des rejets	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Bicknell <i>et al.</i> , 2013
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Changement de comportement quand beaucoup de bateaux. Diminution de l'activité de recherche de nourriture. Plus de comportement de mouvement (fuite) . Réponse différente en fonction des bateaux	5	Constantine <i>et al.</i> , 2004 ; Mattson <i>et al.</i> , 2005 ; Arcangeli & Crosti, 2009 ; Pirodda <i>et al.</i> , 2015
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troil	Evitement modéré à courte portée	3	Evans & Nettleship, 1985 ; Carney & Sydeman, 1999 ; Thayer <i>et al.</i> , 1999 ; Garthe & Hüppop, 2004 ; Rojek <i>et al.</i> , 2007 ; Ronconi & Clair, 2002 ; Bellefleur <i>et al.</i> , 2009
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine	Se nourrit parfois des rejets	2	Bicknell <i>et al.</i> , 2013

Annexe X : Amplitude de recherche de nourriture (critère n°10)

Nom latin	Nom	Amplitude de recherche de nourriture	Note	Références
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	10-24km	3	Benvenuti <i>et al.</i> , 2001 ; Langston, 2010 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012 ; Soanes <i>et al.</i> , 2016
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	> 1000 km	1	Ronconi <i>et al.</i> , 2010
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	max > 1500 km	1	Fenwick, 1978 ; Camphuysen, 1995 ; Weimerskirch, 1998
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual		1	Estimation
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun		1	Estimation
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré		1	Estimation d'après le Puffin de Scopoli
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	> 100km	1	Navarro & González-Solís, 2009
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	> 30 km	2	Langston, 2010 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	2-5 km	5	Del Hoyo <i>et al.</i> , 1996
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	< 15km	3	Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun		1	Estimation
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	30 km mais max >100 km	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	> 50 mais max >500 km	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	Côtier	3	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	Côtier	3	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	11km, max = 50 km // moyen = 5	3	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir		1	Estimation
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	100 km	1	Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	100 km	1	Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	Jusqu'à 50km	2	Schwemmer & Garthe, 2006
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	< 15km	3	Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	< 40 km	2	Langston, 2010 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012

<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	15-25 km	3	Langston, 2010 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	40-72 km	2	Camphuysen, 1995 ; Shamoun-Baranes <i>et al.</i> , 2011 ; Schwemmer & Garthe, 2005 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	< 40 km	2	Langston, 2010
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucopée	< 50 km mais peut jusqu'à 200 km	2	Arizaga <i>et al.</i> , 2013
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	2 km	5	Langston, 2010
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	en moyenne > 100 km, max 590	1	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard		1	Estimation
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	< 10 km	4	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012 ; Soanes <i>et al.</i> , 2016
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	10 km	4	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large		1	Estimation
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun		1	Estimation
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot		1	Estimation
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	> 100	1	Meier <i>et al.</i> , 2015
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	> 100 km	1	Langston, 2010 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	moyenne > 20 km	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012 ; Soanes <i>et al.</i> , 2016
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc		1	Estimation
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	6,4 km , 28 km	2	Langston, 2010 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin		2	Estimation
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	< 10 km	4	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	15 km	3	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin		1	Estimation
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troïl	> 20 km, 40 km	2	Furness <i>et al.</i> , 2012 ; Thaxter <i>et al.</i> , 2012
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine		1	Estimation

Annexe XI : Spécialisation de l'habitat (critère n°11)

Nom latin	Nom	Spécialisation de l'habitat	Note	Références
<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	Montre des préférences (eaux peu profondes, « hotspot » locaux avec stratification tidale)	3	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	Comme les autres puffins	1	Estimation
<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	Océanique, préfère les eaux froides pélagiques	1	Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	Talus, zone pélagique	4	Milon & Castège, 2016 ; Castège & Milon, 2018
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	Talus, zone pélagique	4	Milon & Castège, 2016; Castège & Milon, 2018
<i>Calonectris borealis</i>	Puffin cendré		1	Estimation d'après le Puffin de Scopoli
<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin de Scopoli	Vaste habitat, préférence océanique et néritique pour se nourrir	1	Paiva <i>et al.</i> , 2010
<i>Catharacta skua</i>	Grand Labbe	Au-delà du plateau, associé aux rejets de pêche	2	Garthe & Hüppop, 2004 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	Grands cours d'eau, fleuves, bords de mer, large, lacs...	1	Johannot & Weltz, 2012b
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	Côtier mais avec beaucoup de flexibilité	2	Garthe & Hüppop, 2004 ; Schwemmer & Garthe, 2005 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	Se nourrit de préférence près du talus, différentes stratégies en fonction des populations (océaniques ou néritiques). Dans le golfe de Gascogne plutôt inféodé au talus continental	3	Cañadas <i>et al.</i> , 2002 ; Kiszka <i>et al.</i> , 2007 ; Pusineri <i>et al.</i> , 2007 ; Milon & Castège, 2016; Castège & Milon, 2018
<i>Fratercula arctica</i>	Macareux moine	Se nourrit loin de la côte et est pélagique en hiver	3	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boréal	Océanique, vaste habitat	1	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	Front estuarien, eaux peu profondes	4	Forrester <i>et al.</i> , 2007 ; Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	Eaux marines côtières, moins spécialisé que les 2 autres	3	Garthe & Hüppop, 2004 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007 ; Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	Front estuarien, eaux peu profondes	4	Garthe & Hüppop, 2004 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007 ; Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Globicephala melas</i>	Globicéphale noir	Se nourrit de préférence près du talus et dans les canyons, eaux profondes océaniques	4	Cañadas <i>et al.</i> , 2002 ; Kiszka <i>et al.</i> , 2007 ; Spitz <i>et al.</i> , 2011 ; Milon & Castège, 2016; Castège & Milon, 2018
<i>Hydrobates leucorhous</i>	Océanite culblanc	Océanique	1	Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Océanite tempête	Pélagique, souvent près du plateau continental	1	Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée		3	Garthe & Hüppop, 2004
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Vaste habitat, ports, estuaires, dans les terres, pélagiques...	2	Johannot & Weltz, 2012a
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	Se nourrit dans la zone intertidale, près des navires, en zone urbaine etc.	1	Garthe & Hüppop, 2004 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007

<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	Habitat côtier, estuarien et en mer	2	Garthe et Hüpopp, 2004 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	Vaste habitat	1	Garthe & Hüpopp, 2004 ; Schwemmer & Garthe, 2005 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	Se nourrit en mer, dans les estuaires, sur la côte	2	Garthe & Hüpopp, 2004 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	Vaste habitat	1	Estimation
<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	Eaux peu profondes	4	Garthe & Hüpopp, 2004 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	Océanique	1	Garthe & Hüpopp, 2004 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Orcinus orca</i>	Orque épaulard	Tout type d'habitat	1	Savouré-Soubelet <i>et al.</i> , 2016
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	flexible mais côtier	3	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	Habitat d'eau douce, côtier	3	Garthe & Hüpopp, 2004 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	Zones océaniques riches en plancton et sur les <i>upwellings</i>	3	Holmes, 1939 ; Stanford, 1953
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	Habitat côtier	4	Ruys & Soulier, 2013
<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	Talus, zone pélagique	4	Milon & Castège, 2016; Castège & Milon, 2018
<i>Puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	Lié à la présence des poissons	1	Johannot & Wetz, 2012c
<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des Anglais	Pélagique mais principalement sur le plateau	1	Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	Autour de l'isobathe 200m	2	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Zone pélagique	3	Milon & Castège, 2016; Castège & Milon, 2018
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	Plateau continental	2	Garthe & Hüpopp, 2004 ; Forrester <i>et al.</i> , 2007
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin		2	Estimation
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	Côtier, eaux peu profondes, estuariennes	3	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	Côtier, eaux peu profondes, substrats sableux, dépend de la marée	3	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Se nourrit de préférence près du talus et dans les canyons. Populations soit côtières, soit océaniques. Plateau et talus continental	3	Cañadas <i>et al.</i> , 2002 ; Kiszka <i>et al.</i> , 2007 ; Milon & Castège, 2016; Castège & Milon, 2018
<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troil	Montre des préférences (eaux peu profondes, « hotspot » locaux avec stratification tidale)	3	Furness <i>et al.</i> , 2012
<i>Xema sabini</i>	Mouette de Sabine		2	Estimation

Annexe XII : Synthèse des impacts de la lumière sur les chiroptères

Espèce		Présence sur la zone d'étude		Impact de la lumière artificielle nocturne
Nom latin	Nom vernaculaire	Littoral Aquitain	Littoral espagnol	
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	✓		
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	✓	✓	
<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi	✓		
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreibers	✓	✓	
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	✓	✓	
<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées	✓	✓	
<i>Myotis myotis</i>	Grand murin		✓	
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	✓	✓	
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grand noctule	✓		
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	✓	✓	
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	✓		
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Khul	✓	✓	
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	✓		
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	✓	✓	
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	✓	✓	
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard gris	✓	✓	
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard roux	✓	✓	
<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe euryale		✓	
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand rhinolophe	✓	✓	
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit rhinolophe	✓	✓	
<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni	✓		

Rouge : impact négatif ; bleu : impact positif ; gris : impact neutre. Pas de couleur : pas de données.

Source : Lacoeylhe *et al.*, 2014 ; Stone *et al.*, 2015