

Parc éolien
en mer de Fécamp

ETUDE D'IMPACT
DU PARC EOLIEN EN MER
DE FECAMP (76)
- VOLET MAMMIFERES -



Eoliennes Offshore
des Hautes Falaises

Octobre 2014



ÉTUDE D'IMPACT DU PARC ÉOLIEN EN MER DE FECAMP (76) - VOLET MAMMIFÈRES -

VERSION 1 : OCTOBRE 2013

VERSION 2 : DÉCEMBRE 2013

VERSION 3 : FÉVRIER 2014

VERSION 4 : MARS 2014

VERSION 5 : OCTOBRE 2014

Responsable Projet : Arnaud Govaere
+ 33 (0)3 21 10 51 52
agovaere@biotope.fr
Avenue de l'Europe, ZA de la Maie
62720 Rinxent (France)

Eoliennes Offshore des
Hautes Falaises

Octobre 2014



SOMMAIRE

Cette étude comprend le présent rapport ainsi qu'un atlas cartographique séparé.

I. INTRODUCTION	1
II. PRESENTATION DU PROJET	3
III. METHODOLOGIE DDE L'ETUDE.....	4
III.1. ELEMENTS METHODOLOGIQUES.....	4
III.2. METHODOLOGIES SPECIFIQUES.....	5
III.2.1. Méthodologie pour évaluer les effets du parc éolien sur les habitats naturels marins	5
III.2.2. Méthodologie pour évaluer les effets du parc éolien sur les mammifères marins.....	8
III.2.2.1. Synthèse des connaissances existantes	8
III.2.2.2. Inventaires spécifiques sur la zone de projet	9
III.2.2.3. Synchronisation des inventaires.....	11
III.2.2.4. Les recensements par bateau	12
• Le secteur étudié.....	12
• La méthode	12
III.2.2.5. Les recensements par avion	14
• Le secteur étudié.....	14
• La méthode	15
III.2.2.6. Les recensements depuis la côte.....	18
• Le secteur étudié.....	18
• La méthode	18
• Les inventaires.....	18
III.2.2.7. L'étude d'impact acoustique	19
III.2.3. Méthodologie pour évaluer les effets du parc éolien sur les chiroptères	22
III.2.3.1. Expertise réalisée par Biotope.....	22
III.2.3.2. Etude bibliographique par le GMN	23
III.2.4. Protection et statuts de rareté des espèces	24
III.2.4.1. Protection des espèces	24
III.2.4.2. Statuts de rareté des espèces.....	24
IV. ETAT INITIAL POUR LES MAMMIFERES MARINS.....	26
IV.1. PRESENTATION DES ESPECES	26

IV.1.1. Le Grand Dauphin.....	26
IV.1.2. Le Marsouin commun.....	28
IV.1.3. Le Phoque gris.....	32
IV.1.4. Le Phoque veau-marin.....	33
IV.1.5. Le Dauphin bleu et blanc.....	35
IV.1.6. Le Dauphin commun	37
IV.1.7. Le Globicéphale noir	38
IV.2. INVENTAIRES SAMM	40
IV.2.1. Globicéphalinés.....	41
IV.2.2. Petits delphininés.....	41
IV.2.3. Grand Dauphin	41
IV.2.4. Marsouin commun	42
IV.2.4.1. Taux de rencontre en nombre d'individus	42
IV.2.4.2. Densité	43
IV.2.5. Balénoptéridés.....	44
IV.3. ECHOUAGES.....	44
IV.3.1. Cétacés.....	45
IV.3.2. Pinnipèdes.....	47
IV.4. OBSERVATIONS OPPORTUNISTES DU GMN	49
IV.5. SUIVI TELEMETRIQUE DES PHOQUES.....	50
IV.5.1. Phoque veau-marin.....	50
IV.5.2. Phoque gris.....	51
IV.6. RESULTATS DES CAMPAGNES D'INVENTAIRES	53
IV.6.1. Campagne 2008/2009	53
IV.6.1. Campagne 2012/2013	54
IV.7. BIOEVALUATION DES MAMMIFERES MARINS.....	56
V. ETAT INITIAL POUR LES CHAUVES-SOURIS	58
V.1. GENERALITES SUR L'UTILISATION DE LA MANCHE PAR LES CHIROPTERES.....	58
V.2. RESULTATS DES ECOUTES NOCTURNES EN MER	60
V.3. BIOEVALUATION DES CHAUVES-SOURIS.....	60
V.4. ENJEUX POUR LES CHAUVES-SOURIS.....	63
VI. SYNTHESE DE L'ETAT INITIAL	64
VII. GENERALITES SUR LES EFFETS DES PROJETS EOLIENS.....	65
VII.1. EFFETS POSSIBLES SUR LES MAMMIFERES MARINS	65
VII.1.1. Le Marsouin commun	66
VII.1.2. Les delphinidés	67

VII.1.3. Les phoques.....	68
VII.2. EFFETS POSSIBLES SUR LES CHAUVES-SOURIS.....	70
VII.2.1. Collisions et barotraumatisme.....	70
VII.2.2. Modification des trajectoires.....	74
VIII. EFFETS DU PROJET	76
VIII.1. MAMMIFERES MARINS.....	76
VIII.1.1. Acoustique.....	76
VIII.1.1.1. Méthodologie pour l'évaluation des effets	76
VIII.1.1.1.1. En phase de construction	77
VIII.1.1.1.2. En phase opérationnelle.....	80
VIII.1.1.1.3. En phase de démantèlement	81
VIII.1.1.2. Effets sur les mammifères marins	81
VIII.1.1.2.1. Effets sur les mammifères « hautes fréquences ».....	81
VIII.1.1.2.2. Effets sur les mammifères « moyennes fréquences »	84
VIII.1.1.2.3. Effets sur les mammifères « basses fréquences ».....	86
VIII.1.1.2.4. Effets sur les pinnipèdes.....	88
VIII.1.1.3. Synthèse pour les mammifères marins	92
VIII.1.2. Perte ou modification d'habitat	96
VIII.1.2.1. Généralités.....	96
VIII.1.2.2. Effets du projet.....	98
VIII.1.3. Collisions.....	104
VIII.1.4. Electromagnétisme	104
VIII.1.4.1. Généralités.....	104
VIII.1.4.2. Effets du projet.....	105
VIII.1.5. Synthèse des effets du projet sur les mammifères marins.....	108
VIII.2. CHIROPTERES.....	109
IX. ÉVALUATION DES EFFETS CUMULES.....	110
IX.1. PROJETS PRIS EN COMPTE.....	110
IX.2. ANALYSE DES EFFETS CUMULES	115
IX.2.1. Perte ou modification de l'habitat	115
IX.2.1.1. Emprise des installations	115
IX.2.1.2. Modification de l'hydrodynamisme	116
IX.2.2. Effets acoustiques.....	117
IX.2.2.1. Phase de construction	117
IX.2.2.2. Phase d'exploitation.....	120
IX.2.3. Collisions.....	121

X. MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION DES EFFETS DU PROJET	122
X.1. LA LIMITATION DU NIVEAU DES EMISSIONS SONORES.....	122
X.2. ÉLOIGNER LES MAMMIFERES MARINS DES ZONES DE TRAVAUX.....	123
X.3. MESURES RETENUES.....	124
X.4. ÉVALUATION DES EFFETS RESIDUELS.....	126
XI. MESURES DE SUIVI ET D'ACCOMPAGNEMENT	127
XI.1. MESURES DE SUIVI.....	127
XI.1.1. Suivi visuel des mammifères marins	127
XI.1.2. Suivi acoustique passif des mammifères marins.....	128
XI.1.3. Suivi de l'activité des chiroptères	128
XI.2. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	129
XI.2.1. Participation aux programmes scientifiques en Manche	129
XII. CONCLUSION	130
XIII. BIBLIOGRAPHIE	134

ANNEXES

- Annexe 1 : Conditions météo-océaniques des observations
- Annexe 2 : Observations de mammifères marins par avion 2008/2009
- Annexe 3 : Observations de mammifères marins par avion 2012/2013
- Annexe 4 : Observations de mammifères marins par bateau 2008/2009
- Annexe 5 : Observations de mammifères marins depuis la côte 2012/2013
- Annexe 6 : Synthèse bibliographique
- Annexe 7 : Distances représentatives des zones de dépassement des seuils sonores (QUIET OCEANS)

ATLAS CARTOGRAPHIQUE (JOINT A L'ETUDE)

- Carte 1 « Présentation de l'aire d'étude et des transects »
- Carte 2 « Périmètres de protection des espaces naturels dans la périphérie de la zone de projet »
- Carte 3 « Localisation des exploitations de granulats marins et projet éolien en mer en cours »
- Carte 4 « Distribution des oiseaux posés – cortège des oiseaux pélagiques –fulmars, des labbes, des puffins et des océanites » - inventaire par avion
- Carte 5 « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux pélagiques –Fulmars, Labbes, Puffins et Océanites » campagne 2008/2009
- Carte 6 « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux pélagiques –Fulmars, Labbes, Puffins et Océanites » campagne 2012/2013
- Carte 7 « Localisation des observations de labbes » inventaires par avion, 2008/2009 et 2012/2013
- Carte 8 : « Observations d'océanites et de puffins » inventaires par avion, 2008/2009 et 2012/2013
- Carte 9 : « Observations de Fulmars boréaux et de Mouettes tridactyles » Inventaires par avion, 2008/2009
- Carte 10 : « Observations de Fulmars boréaux et de Mouettes tridactyles » Inventaires par avion, 2012/2013
- Carte 11 : « Distribution des oiseaux posés – cortège des oiseaux pélagiques - Fou de Bassan » - inventaire par avion
- Carte 12 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux pélagiques –Fou de Bassan » campagne 2008/2009
- Carte 13 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux pélagiques –Fou de Bassan » campagne 2012/2013
- Carte 14 : « Distribution des oiseaux posés- cortège des oiseaux pélagiques - laridés pélagiques - hors Goélands argentés et laridés indéterminés » - inventaire par avion
- Carte 15 : « Distribution des oiseaux posés – cortège des oiseaux pélagiques - laridés pélagiques –Goélands argentés et laridés indéterminés » - inventaire par avion
- Carte 16 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux pélagiques –laridés pélagiques » campagne 2008/2009
- Carte 17 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux pélagiques –laridés pélagiques (hors Goéland argenté) » campagne 2012/2013
- Carte 18 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux pélagiques – Goéland argenté » campagne 2012/2013
- Carte 19 : « Observations de Mouette mélanocéphale » inventaires par avion, 2008/2009 et 2012/2013
- Carte 20 « Distribution des oiseaux posés – cortège des oiseaux pélagiques - groupe des alcidés » - inventaire par avion
- Carte 21: « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux pélagiques – groupe des alcidés » campagne 2008/2009
- Carte 22 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux pélagiques – groupe des alcidés » campagne 2012/2013
- Carte 23 : « Distribution des oiseaux posés – cortège des oiseaux marins côtiers - groupe des anatidés » - inventaire par avion

- Carte 24 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – groupe des anatidés » campagne 2008/2009
- Carte 25 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – groupe des anatidés » campagne 2012/2013
- Carte 26 : « Distribution des oiseaux posés – cortège des oiseaux marins côtiers - groupe des plongeurs » - inventaire par avion
- Carte 27 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – groupe des plongeurs » campagne 2008/2009
- Carte 28 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – groupe des plongeurs » campagne 2012/2013
- Carte 29 : « Distribution des oiseaux posés – cortège des oiseaux marins côtiers - groupe des grèbes » - inventaire par avion
- Carte 30 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – groupe des grèbes » campagne 2008/2009
- Carte 31 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – groupe des grèbes » campagne 2012/2013
- Carte 32 : « Distribution des oiseaux posés – cortège des oiseaux marins côtiers - groupe des cormorans » - inventaire par avion
- Carte 33 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – groupe des cormorans » campagne 2008/2009
- Carte 34 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – groupe des cormorans » campagne 2012/2013
- Carte 35 : « Distribution des oiseaux posés – cortège des oiseaux marins côtiers – Mouette rieuse et Goéland cendré » - inventaire par avion
- Carte 36 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – Mouette rieuse et Goéland cendré » campagne 2008/2009
- Carte 37 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – Mouette rieuse et Goéland cendré » campagne 2012/2013
- Carte 38 : « Distribution des oiseaux posés – cortège des oiseaux marins côtiers - groupe des sternes » - inventaire par avion
- Carte 39 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – groupe des sternes » campagne 2008/2009
- Carte 40 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux marins côtiers – groupe des sternes » campagne 2012/2013
- Carte 41 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux littoraux– groupe des limicoles » campagne 2008/2009
- Carte 42 : « Densité des oiseaux observés par bateau – cortège des oiseaux littoraux– groupe des limicoles » campagne 2012/2013
- Carte 43 : « Distribution de l'ensemble des oiseaux posés » - inventaires par avion campagne
- Carte 44 : « Densité de l'ensemble des oiseaux observés par bateau » campagne 2008/2009
- Carte 45 : « Densité de l'ensemble des oiseaux observés par bateau » campagne 2012/2013
- Carte 46 : « Distribution des oiseaux posés – densité bioévaluée » - inventaire par avion
- Carte 47 : « Evolution des densités de trajectoires de vol détectées par radar »
- Carte 48 : « Comparaison des trajectoires de vol détectées par radar au cours du jour et de la nuit de novembre 2008 à avril 2009 »

- Carte 49 : « Comparaison des trajectoires de vol détectées par radar au cours du jour et de la nuit de avril 2009 à octobre 2009 »
- Carte 50 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux pélagiques » (mars à mai et juin à août) campagne 2008/2009
- Carte 51 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux pélagiques » (mars à mai et juin à août) campagne 2012/2013
- Carte 52 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux pélagiques » (septembre à novembre et décembre à février) campagne 2008/2009
- Carte 53 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux pélagiques » (septembre à novembre et décembre à février) campagne 2012/2013
- Carte 54 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux marins côtiers » (mars à mai et juin à août) campagne 2008/2009
- Carte 55 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux marins côtiers » (mars à mai et juin à août) campagne 2012/2013
- Carte 56 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux marins côtiers » (septembre à novembre et décembre à février) campagne 2008/2009
- Carte 57 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux marins côtiers » (septembre à novembre et décembre à février) campagne 2012/2013
- Carte 58 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux littoraux et terrestres » campagne 2008/2009 »
- Carte 59 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux littoraux » (mars à mai et juin à août) campagne 2012/2013
- Carte 60 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux littoraux » (septembre à novembre et décembre à février) campagne 2012/2013
- Carte 61 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux terrestres » (mars à mai et juin à août) campagne 2012/2013
- Carte 62 : « Distribution des oiseaux en vol – cortège des oiseaux terrestres » (septembre à novembre et décembre à février) campagne 2012/2013
- Carte 63 : « Localisation des oiseaux associés à des bateaux de pêche » inventaires par avion, campagne 2008/2009
- Carte 64 : « Localisation des oiseaux associés à des bateaux de pêche » inventaires par avion, campagne 2012/2013
- Carte 65 : « Distribution des mammifères marins » campagne 2008/2009
- Carte 66 : « Distribution des mammifères marins » campagne 2012/2013
- Carte 67 : « Sensibilité à la perte d'habitats des alcidés, Fou, Fulmar, Mouette mélanocéphale et pygmée » inventaires par avion, campagne 2008/2009
- Carte 68 : « Sensibilité à la perte d'habitats des alcidés » inventaires par avion, campagne 2012/2013
- Carte 69 : « Sensibilité à la perte d'habitats du Fou de Bassan » inventaires par avion, campagne 2012/2013
- Carte 70 : « Sensibilité à la perte d'habitats du Fulmar boréal » inventaires par avion, campagne 2012/2013
- Carte 71 : « Sensibilité à la perte d'habitats du Fulmar boréal par période » inventaires par avion, campagne 2008/2009 et 2012/2013
- Carte 72 : « Sensibilité à la perte d'habitats des Mouettes mélanocéphales et pygmées » inventaires par avion, campagne 2012/2013
- Carte 73 : « Sensibilité à la perte d'habitats des plongeurs » inventaires par avion, campagne 2012/2013

ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Extrait du maillage en éléments finis à proximité de 3 des 83 fondations composant le parc éolien.	7
Figure 2 : Présentation des aires d'études et des transects (BIOTOPE)	10
Figure 3 : Navire utilisé pour les recensements en 2008/2009 (BIOTOPE)	12
Figure 4 : Navire utilisé pour les recensements en 2012/2013 (BIOTOPE)	13
Figure 5 : Séance d'observations par avion (BIOTOPE).....	15
Figure 6 : L'avion utilisé pour les recensements (BIOTOPE)	15
Figure 7 : Matérialisation des couloirs sur les haubans de l'avion (BIOTOPE)	16
Figure 9 : Bilan des observations en mer de Grands Dauphins (Tiré de Reid & al. (2003)	26
Figure 10 : Grands Dauphins ((photo prise en avion © Caloin Frédéric / BIOTOPE)	27
Figure 11 : Audiogramme du Grand Dauphin (en vert)Source : NEDWELL & al. (2003)..	27
Figure 12 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Grand Dauphin (BIOTOPE).....	28
Figure 13 : Bilan des observations en mer de Marsouins communs (Tiré de Reid & al. (2003).....	29
Figure 14 : Marsouin commun (© Caloin Frédéric / BIOTOPE)	29
Figure 15 : Estimation des densités de marsouins (individus/km ²) communs lors des recensements SCAN de 1994 (gauche) et SCANS II de 2005 (droite) (Hammond & MacLeod, 2006).....	30
Figure 16 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Marsouin commun (BIOTOPE)	31
Figure 17 : Audiogramme du Marsouin commun (en rouge) (Source : NEDWELL & al. (2003).....	31
Figure 18 : Phoque gris © Caloin Frédéric / BIOTOPE.....	32
Figure 19 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Phoque gris (BIOTOPE)	33
Figure 20 : Phoque veau-marin © Caloin Frédéric / BIOTOPE.....	34
Figure 21 : Audiogramme du Phoque veau-marin (en bleu foncé) et du Phoque gris (en rose) (Source : NEDWELL & al. (2003)	34
Figure 22 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Phoque veau-marin (BIOTOPE)	35
Figure 23 : Bilan des observations en mer de Dauphins bleu et blanc (Tiré de Reid & al. (2003).....	36

Figure 24 : Audiogramme du Dauphin bleu et blanc (en bleu foncé) (Source : NEDWELL & al. (2003)	36
Figure 25 : Bilan des observations en mer de Dauphins communs (Tiré de Reid & al. (2003).....	38
Figure 26 : Audiogramme du Globicéphale noir (Source : Pacini & al, 2010)	39
Figure 27 : Taux de rencontre en nombre d'individus des petits delphininés (Source : CRMM & AMP, 2013)	41
Figure 28 : Taux de rencontre en nombre d'individus des Grands Dauphin (Source : CRMM & AMP, 2013)	42
Figure 29 : Taux de rencontre en nombre d'individus des Marsouins communs (Source : CRMM & AMP, 2013)	43
Figure 30 : Densité de points des marsouins communs sur la zone d'étude et ses environs (Source : CRMM & AMP, 2013)	43
Figure 31 : Taux de rencontre en nombre d'individus des balénoptéridés (Source : CRMM & AMP, 2013)	44
Figure 32 : Répartition des échouages 100 km autour de Fécamp entre 1971 et 2011 ..	45
Figure 33 : composition spécifique des échouages de cétacés 100 km autour de Fécamp entre 1971 et 2011	46
Figure 34 : Distribution saisonnière des échouages de Marsouin commun 100 km autour de Fécamp entre 1971 et 2011 (Source CRMM, 2013)	46
Figure 35 : Composition spécifique des échouages de pinnipèdes 100 km autour de Fécamp entre 1971 et 2011	48
Figure 36 : Distribution saisonnière des échouages de pinnipèdes 100 km autour de Fécamp entre 1971 et 2011	48
Figure 37 : Répartition des données bibliographiques de mammifères marins de 1980 à 2009 (Source GMN, 2009)	49
Figure 38 : Résultats du suivi télémétrique des Phoques veaux-marins en Manche (Source : CRMM & AMP, 2013)	51
Figure 39 : Résultats du suivi télémétrique des Phoques gris en Manche (Source : CRMM & AMP, 2013)	52
Figure 40 : Phénologie d'observation des cétacés (données avion + bateau) lors de la campagne 2008/2009 (BIOTOPE)	53
Figure 41 : Phénologie d'observation des cétacés (données avion + bateau + côte) lors de la campagne 2012/2013 (BIOTOPE).....	54
Figure 42 : Dauphin bleu et blanc (Cliché BIOTOPE).....	56
Figure 43 : Chauves-souris potentiellement présentes sur le littoral haut-normand (GMN)	59
Figure 44 : Chauves-souris potentiellement en interaction avec le projet (GMN)	62

Figure 45 : Mortalité avérée des chiroptères en Europe, proportion des groupes d'espèces impactés par l'éolien terrestre	72
Figure 46 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères hautes fréquences pour 1 seconde d'activité de battage (Source : QUIET OCEANS, 2013)	82
Figure 47 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères hautes fréquences pour 1 seconde d'activités simultanées (dragage, clapage et dépose d'éolienne) (Source : QUIET OCEANS, 2013)	82
Figure 48 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères hautes fréquences pour 1 seconde d'activité en exploitation (Source : QUIET OCEANS, 2013)	82
Figure 49 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères moyennes fréquences pour 1 seconde d'activité de battage (Source : QUIET OCEANS, 2013)	85
Figure 50 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères moyennes fréquences pour 1 seconde d'activités simultanées (dragage, clapage et dépose d'éolienne) (Source : QUIET OCEANS, 2013)	85
Figure 51 : Estimation des risques cumulés sur une seconde pour les mammifères moyennes fréquences en exploitation (Source : QUIET OCEANS, 2013)	85
Figure 52 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères basses fréquences pour 1 seconde d'activité de battage (Source : QUIET OCEANS, 2013)	87
Figure 53 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères basses fréquences pour 1 seconde d'activités simultanées (dragage, clapage et dépose d'éolienne) (Source : QUIET OCEANS, 2013)	87
Figure 54 : Estimation des risques cumulés sur une seconde pour les mammifères basses fréquences en exploitation (Source : QUIET OCEANS, 2013)	87
Figure 55 : Estimation des risques cumulés pour les pinnipèdes pour 1 seconde d'activité de battage (Source : QUIET OCEANS, 2013)	89
Figure 56 : Estimation des risques cumulés pour les pinnipèdes pour 1 seconde d'activités simultanées (dragage, clapage et dépose d'éolienne) (Source : QUIET OCEANS, 2013)	89
Figure 57 : Estimation des risques cumulés sur une seconde pour les pinnipèdes en exploitation (Source : QUIET OCEANS, 2013)	89
Figure 58 : Synthèse de la sensibilité acoustique par espèce en fonction du type de travaux (BIOTOPE)	93
Figure 59 : Synthèse des effets acoustiques du projet sur les différentes espèces (BIOTOPE)	95
Figure 60 : Ecart relatif de la hauteur significative de la houle par effet combiné du sillage des turbines (ACTIMAR)	99
Figure 61 : Ecart d'évolution des fonds en 30 ans entre état naturel et état projeté (ACTIMAR)	100
Figure 62 : Champ de concentration maximale en mortes eaux (ACTIMAR)	101

Figure 63 : Synthèse des effets du projet sur les mammifères marins par perte ou modification de l'habitat (BIOTOPE)	103
Figure 64 : Synthèse des effets électromagnétiques du projet sur les mammifères marins (BIOTOPE)	107
Figure 65 : Synthèse générale des effets du projet sur les mammifères marins (BIOTOPE)	108
Figure 67 : Caractéristiques générales des différents projets éoliens offshore en Manche (BIOTOPE)	113
Figure 68 : Projets éoliens offshore en Manche (BRLi, 2014)	114
Figure 69 : Synthèse des effets résiduels du projet sur les mammifères marins (BIOTOPE)	126

I. INTRODUCTION

Un appel d'offres portant sur la construction de parcs éoliens en mer a été lancé par le gouvernement français le 11 juillet 2011 pour la réalisation de 5 fermes éoliennes en mer sur les sites du Tréport (76), Fécamp (76), Courseulles-sur-Mer (14), Saint Briec (22) et Saint Nazaire (44).

La société « Eolien Maritime France » (EMF), réunissant EDF Energies Nouvelles et DONG Energy Power, a été désignée lauréate sur le site de Fécamp.

Le projet est porté par la société de projet « Eoliennes Offshore des Hautes Falaises », dédiée au développement et à l'exploitation du projet. Ses actionnaires sont EMF et la société wpd offshore.

Le projet de parc éolien en mer de Fécamp se situe à 13 kilomètres du littoral de Haute-Normandie. Avec 83 aérogénérateurs, le site de Fécamp développera une capacité totale de 498 MW.

Toutefois, avant de pouvoir engager les travaux et mettre en service les installations, le maître d'ouvrage doit produire toutes les études réglementaires et environnementales.

La société Eoliennes Offshore des Hautes Falaises a donc confié au cabinet d'études BIOTOPE la réalisation de **3 études** :

- Une étude « faune flore » portant sur l'avifaune, destinée à être intégrée à l'étude d'impact du projet sur l'environnement (article R. 122-1 et suivants du code de l'environnement),
- Une étude « faune flore » portant sur les mammifères, destinée à être intégrée à l'étude d'impact du projet sur l'environnement (article R. 122-1 et suivants du code de l'environnement),
- Un document d'incidences sur Natura 2000 (article R. 414-19 et suivants du code de l'environnement) - En accord avec le pétitionnaire et la DREAL Haute Normandie, l'étude est scindée en 2 documents (un premier relatif au Site d'Intérêt Communautaire FR2300139 « Littoral Cauchois », un second pour la Zone de Protection Spéciale FR2310045 « Littoral seino-marin »).

Ces études se sont appuyées sur :

- Des inventaires en mer (avifaune/mammifères) réalisés par BIOTOPE, le Groupe Ornithologique Normand (GONm), la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) de Haute-Normandie et le Groupe Mammalogique Normand (GMN) ;
- Une étude de l'ULR Valor de l'Université de La Rochelle (membre de l'observatoire PELAGIS, organisme de référence sur les mammifères marins) concernant l'analyse des données bibliographiques sur les mammifères marins ;
- Une étude d'impact hydro-acoustique pour le projet éolien offshore de Fécamp (QUIET OCEANS, BIOCONSULT, 2013) ;
- Une étude d'impact hydro-acoustique pour le projet éolien offshore de Courseulles-sur-Mer (QUIET OCEANS, BIOCONSULT, 2013) ;
- Une étude « Chiroptères » du Groupe Mammalogique Normand (2013) ;
- Une étude d'impact hydro-sédimentaire menée par ACTIMAR (2013).
- L'étude d'impact environnemental du parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer, réalisée par la société IN VIVO (2014).

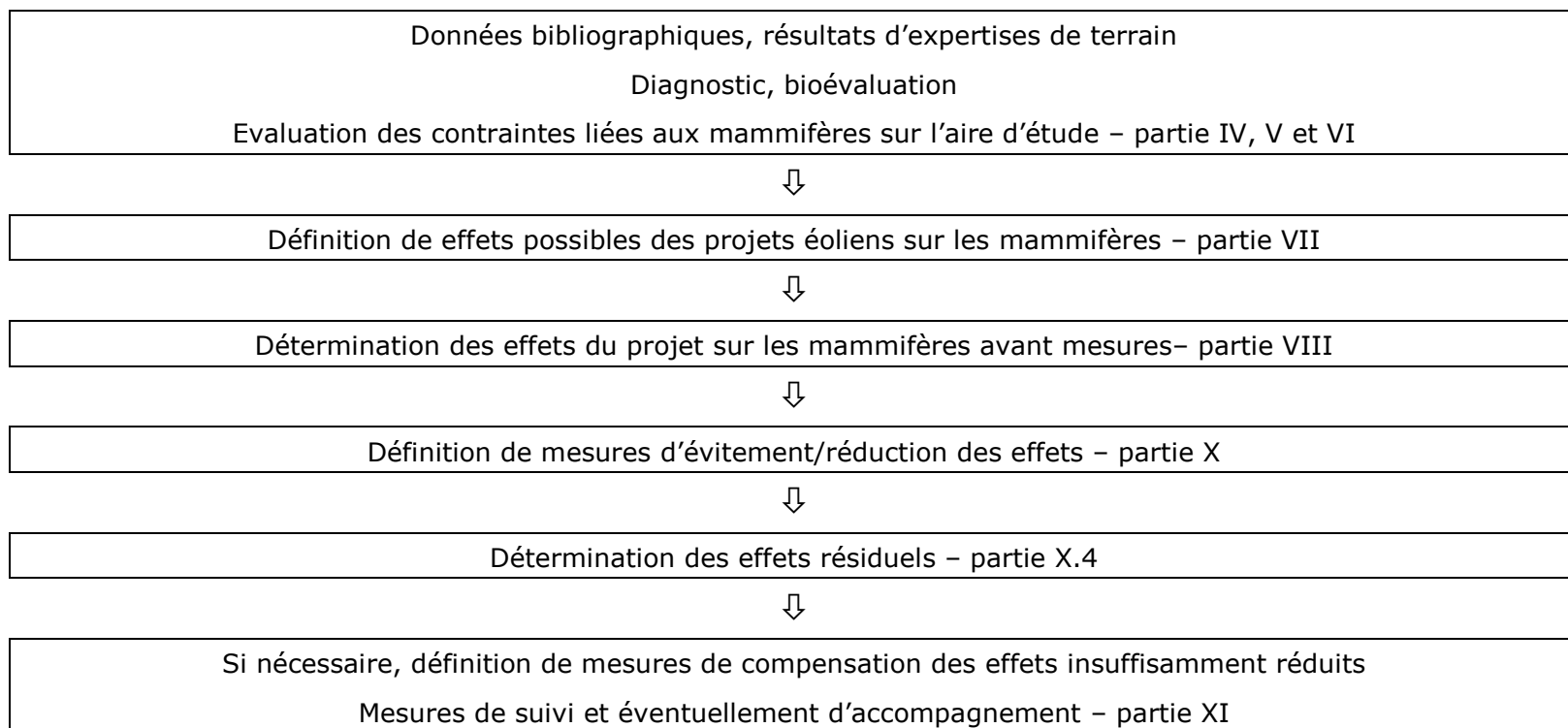
II. PRESENTATION DU PROJET

La présentation du projet qui a servi à cette évaluation figure dans le corps de l'étude d'impact déposée en instruction.

III. METHODOLOGIE DDE L'ETUDE

III.1. ELEMENTS METHODOLOGIQUES

Rappel de la démarche d'analyse des effets sur l'environnement d'un projet



III.2. METHODOLOGIES SPECIFIQUES

III.2.1. METHODOLOGIE POUR EVALUER LES EFFETS DU PARC EOLIEN SUR LES HABITATS NATURELS MARINS

La construction du parc éolien ne concerne directement que des milieux naturels distants du littoral cachois (environ 13 km).

Toutefois, un parc éolien est susceptible d'avoir un effet indirect sur ces milieux :

- en phase de construction, les travaux de préparation du sol peuvent générer un panache turbide qui pourrait affecter les milieux littoraux ;
- en phase d'exploitation, les fondations des éoliennes pourraient modifier les conditions hydro-sédimentaires (courants et houles).

Un **modèle hydrosédimentaire** a été établi par la société ACTIMAR. Cette étude vise à évaluer les effets du projet éolien offshore sur le milieu physique, à savoir :

- La bathymétrie et la morphologie du fond ;
- La sédimentologie, caractérisée par l'épaisseur des sédiments et la nature des fonds ;
- L'hydrodynamique, conditionnée par le régime des vagues et des courants en interaction avec les éléments précités.

La première étape vise à :

- Rassembler, pour chaque thème, les données disponibles pertinentes pour l'évaluation environnementale du projet ;
- Caractériser l'état de chaque composante de l'environnement physique et les synthétiser.

Ensuite, les effets du projet de parc éolien offshore sur l'environnement physique sont évalués. L'évaluation porte sur l'ensemble des composantes de l'état initial. Elle est basée sur :

- Une analyse bibliographique, permettant de décrire les phénomènes mis en jeu et de qualifier les incidences du projet ;
- La mise en place de modélisations numériques spécifiques. L'outil numérique est une aide précieuse pour l'appréciation des effets. L'effet est évalué par différence entre évolutions calculées dans l'état naturel et évolutions calculées en présence d'ouvrages, de sorte que toutes les erreurs et incertitudes communes aux deux simulations se compensent, et que seule la contribution spécifique liée aux ouvrages demeure ;
- L'expertise des résultats. Les résultats des simulations numériques sont analysés, discutés et interprétés pour fournir au final l'évaluation de l'effet des ouvrages sur le milieu physique, en prenant en compte notamment les



hypothèses admises au départ de la modélisation, la représentativité des conditions naturelles simulées, l'examen complémentaire des données sur les secteurs et/ou les processus pour lesquels la modélisation s'avère trop limitée, et pour lesquels l'expertise doit suppléer la modélisation.

La **chaîne de modélisation hydro-sédimentaire retenue** pour l'étude est le système TELEMAC (code SISYPHE), développé par EDF-LNHE, car il repose sur l'utilisation de maillages non-structurés qui eux seuls permettent de bien représenter les géométries complexes et, pour notre étude, d'inclure des fondations dans le maillage.

Les données bathymétriques du SHOM ont été exploitées pour la construction du modèle, ainsi que les levés bathymétriques haute résolution de la zone du projet fournies par le maître d'ouvrage.

Le modèle numérique est construit à partir du projet de parc éolien établi au démarrage de l'étude d'impact. Il comporte 83 éoliennes à embase gravitaire. Un extrait du maillage est présenté sur la ci-dessous.

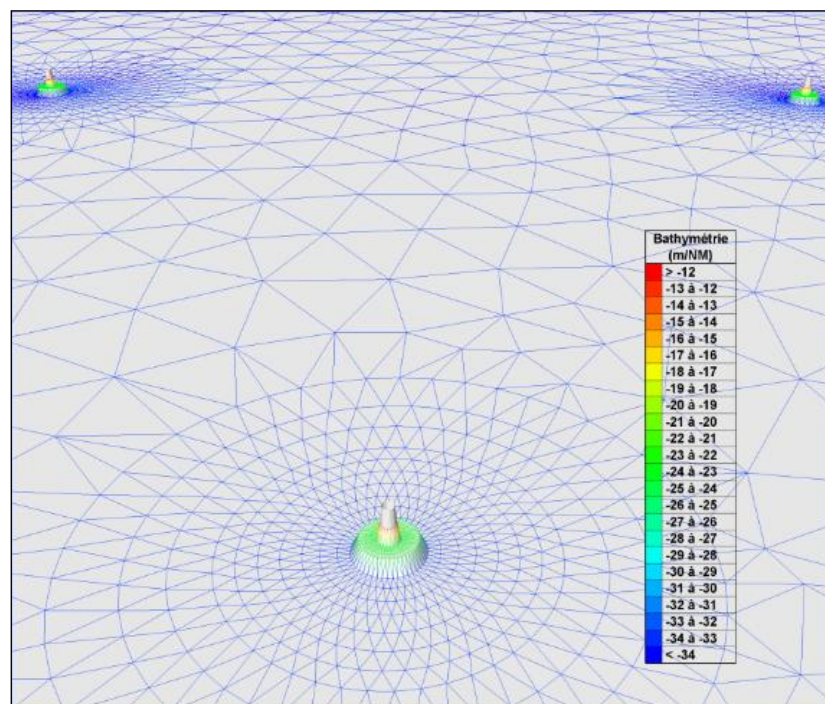


Figure 1 : Extrait du maillage en éléments finis à proximité de 3 des 83 fondations composant le parc éolien.

Source : Actimar, 2013

Les modèles numériques sont mis en place dans un premier temps sur la configuration naturelle (actuelle) du site. L'analyse des résultats sur la configuration naturelle permet de paramétrer et de valider les modélisations numériques à partir des éléments bibliographiques et des mesures disponibles. Le modèle hydrodynamique 3D est ainsi paramétré à partir des données historiques du SHOM, et validé, notamment en termes de structure verticale du courant, grâce aux mesures courantologiques acquises par ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) dans le cadre du projet de récifs artificiels mené en 2004 au large de Fécamp/Etretat par la CCI Bolbec.

Dans un second temps, les ouvrages sont implantés dans les modèles. Cela permet d'apprécier comment se comporte le milieu physique en leur présence.

En dernière étape, les effets sont évalués par différence entre évolutions calculées dans l'état naturel et évolutions calculées en présence d'ouvrages, de telle sorte que toutes les erreurs et incertitudes communes aux deux simulations disparaissent, et que seule la part spécifique liée aux ouvrages demeure.



III.2.2. METHODOLOGIE POUR EVALUER LES EFFETS DU PARC EOLIEN SUR LES MAMMIFERES MARINS

Le document d'objectifs du site du littoral cauchois fait état de plusieurs éléments :

- des connaissances parcellaires sur la présence et le comportement des mammifères marins dans la zone ;
- les projets industriels en mer (extraction de granulats et éolien) présentent une menace pour les objectifs de conservation.

L'analyse a donc reposé :

- sur une synthèse des connaissances réalisée par l'ULR Valor ;
- sur des inventaires spécifiques afin d'augmenter les connaissances sur site, réalisée par le Groupe Mammologique Normand, la LPO Haute-Normandie et la société Biotope ;
- sur une modélisation acoustique sous-marine réalisée par la société Quiet Océan, modélisation couplée à une analyse des risques biologiques réalisée par la société BioConsult.

III.2.2.1. Synthèse des connaissances existantes

La synthèse des connaissances a été menée par l'ULR Valor.

Plusieurs types de données ont été utilisées pour dresser un état des lieux des connaissances de la fréquentation de la zone de Fécamp par les mammifères marins : (i) les échouages (1971-2011), qui ont également permis d'effectuer des dérives inverses et de localiser l'origine possible de mortalité des animaux ; (ii) les observations en mer standardisées, réalisées par suivi aérien durant la campagne SAMM (2011-2012) sur un hiver et un été ; (iii) les suivis télémétriques des phoques gris et veaux-marins réalisés entre 2007-2013 à partir de la baie de Somme et de la baie des Veys.

Plusieurs types de données et de traitements ont été utilisés pour cette étude. Chacune présente des avantages et des inconvénients. Les traitements choisis sont complémentaires afin d'obtenir une image aussi juste que possible du fonctionnement du secteur d'étude. Toutefois, des lacunes subsistent. La variabilité interannuelle et la saisonnalité restent des facteurs limitants. La télémétrie a montré que les comportements individuels varient beaucoup, en particulier chez le phoque gris. La non répétition des campagnes SAMM et leurs larges échelles de suivi rendent impossible la généralisation de leurs résultats. Les informations apportées aident à comprendre le fonctionnement du secteur, mais ne constituent en aucun cas un état de référence complet avant travaux. **C'est pourquoi des inventaires spécifiques ont été menés sur zone.**

III.2.2.2. Inventaires spécifiques sur la zone de projet

Trois méthodes d'inventaire complémentaires ont été utilisées pour les mammifères marins :

- 1) des **inventaires par avion** d'octobre 2008 à septembre 2009 (12 sorties) et renouvelés entre septembre 2012 et août 2013 (12 sorties) ;
- 2) des **inventaires par bateau** entre mars 2008 et octobre 2009 (29 sorties) et renouvelés entre septembre 2012 et août 2013 (12 sorties) ;
- 3) des **inventaires réalisés depuis la côte** (jetée d'Antifer) entre septembre 2012 et août 2013 (10 sorties).

	Avantages	Inconvénients
Suivi par avion	- Détection des zones de stationnement - Large zone d'étude parcourue rapidement	- La présence de l'avion peut induire un changement de comportement (fuite ou jeu) - Détermination spécifique parfois difficile si l'animal sonde.
Suivi par bateau	- Déterminations spécifiques plus aisées - Meilleure détermination des comportements naturels	- Faible superficie spatiale couverte - Attractivité ou évitement du bateau par certaines espèces
Suivi depuis la côte	- Détections des espèces le long de la côte y compris par mauvaises conditions météorologiques - Détection des espèces en stationnement côtier et notamment des phoques.	Aucune visibilité sur la zone d'implantation

Le suivi par avion permet donc de disposer d'une image fiable (car réalisée sur une journée) de la répartition des mammifères marins sur un vaste secteur. Il permet notamment d'observer le gradient côte-large qui s'établit naturellement pour un certain nombre d'espèces. Les observations réalisées depuis la côte permettent de confirmer ou non ce gradient. Les inventaires en bateau permettent d'effectuer un « zoom » sur l'aire d'étude rapprochée avec une détermination spécifique et numérique plus fine.

Les moyens d'observations ont été utilisés à la fois pour recenser les oiseaux et les mammifères marins, conformément aux recommandations de l'observatoire Pelagis (mutualisation des transects).

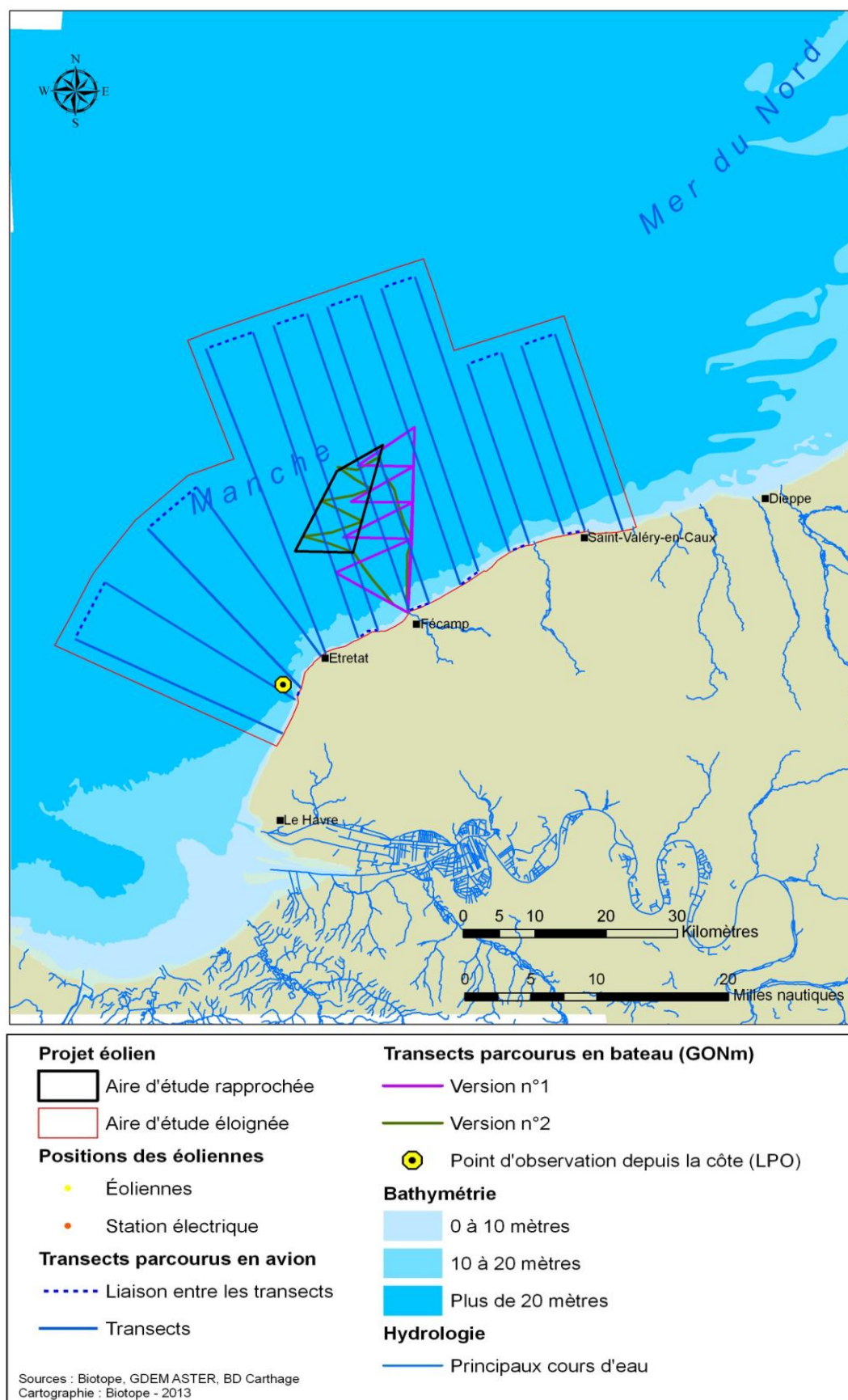


Figure 2 : Présentation des aires d'études et des transects (BIOTOPE)

III.2.2.3. Synchronisation des inventaires

A la demande des services de l'Etat, des sorties synchrones ont été réalisées entre 2012 et 2013. Celles-ci sont très difficiles à mettre en place, les conditions météorologiques devant être favorables pour les observateurs en bateau (mer pas trop formée, pas de pluie), le pilotage de l'avion (visibilité suffisante, pas de conditions orageuses, pas de vents violents) et l'accès à la digue d'Antifer possible (pas de bateau apponté) en plus de la disponibilité des pilotes et des observateurs.

De plus, cette synchronisation entraîne également une limite. Certaines espèces pélagiques sont visibles sur la côte principalement dans des conditions tempétueuses notamment d'ouest (puffins, océanites, labbes, Mouette de Sabine) qui les rapprochent des côtes. Or, les sorties par mer agitée ne sont pas possibles en bateau pour des raisons évidentes de sécurité et et car cela augmente les difficultés à percevoir les oiseaux au milieu des vagues. En avion, celles-ci sont réalisables. Néanmoins, dans ces conditions la visibilité est nettement dégradée à cause de l'écume formée par les vagues qui attirent le regard des observateurs mais également par le confort d'observation moindre lié à l'instabilité de l'avion. Il est alors plus difficile de repérer les oiseaux entre les vagues. A la côte, au contraire, les observations sont réalisables même par mauvaises conditions météorologiques. Même si les conditions et la visibilité peuvent être limitées, la stabilité de l'observateur permet d'identifier et de repérer les oiseaux en transit.

- BILAN DE LA SYNCHRONISATION DES INVENTAIRES -			
Date	Avion	Bateau	Côte
17/09/2012			
12/02/2013			
19/03/2013			
25/04/2013			
22/05/2013			
15/07/2013			
02/08/2013			

Sur les douze sorties réalisées entre 2012 et 2013 :

- seule la sortie de février a permis de synchroniser les trois méthodes de comptage ;
- 5 sorties synchrones avion-bateau ont pu être réalisées entre février et août 2013.

III.2.2.4. Les recensements par bateau

- Le secteur étudié

La zone suivie par bateau correspond à l'aire d'étude rapprochée, couvrant une superficie d'environ 87 km². Elle est située au centre de l'aire d'étude élargie, ou aire d'influence, entre 13 et 22 km des côtes. A l'intérieur de cette aire rapprochée, les éoliennes occupent environ 66,6 km².

- La méthode

Le bateau a été choisi de façon à permettre des conditions d'observation favorables par temps calme ou par mer moyennement agitée. Ces inventaires ont été réalisés par le Groupe Ornithologique Normand et le Groupe Mammalogique Normand (observations oiseaux et mammifères) entre mars 2008 et octobre 2009 (29 sorties) puis par le Groupe Ornithologique Normand seul entre septembre 2012 et août 2013 (12 sorties).

Au total, trois ou quatre personnes prennent place à bord du bateau :

- le skipper, qui s'occupe de la navigation, suit les transects définis et annonce le début et la fin de chaque transect ;
- deux observateurs qui réalisent les observations de chaque côté du bateau.



Figure 3 : Navire utilisé pour les recensements en 2008/2009 (BIOTOPE)

La faible taille et la hauteur du bateau utilisée en 2008/2009 constitue une limite méthodologique car il ne permet pas d'effectuer de sortie par mer formée. De plus, celui-

ci n'offre pas de point surélevé permettant aux observateurs de voir au-dessus des vagues et offrant une meilleure visibilité et confort d'observation.



Figure 4 : Navire utilisé pour les recensements en 2012/2013 (BIOTOPE)

Cette limite méthodologique est partiellement gommée par le bateau utilisé en 2012/2013. La taille supérieure du bateau (15 mètres) et la présence d'une place surélevée permet une meilleure qualité d'observation même si celle-ci se trouve à l'arrière du bateau avec une vue vers l'avant obstruée par du matériel. Notons que ce bateau n'était pas disponible lors des inventaires réalisés en 2008/2009.

Au cours des sorties en mer, chaque observation est rapportée à la portion de transect concernée. Ces transects sont suivis à l'aide d'un GPS. Les informations suivantes sont notées :

- le numéro du transect ;
- l'espèce concernée ;
- le nombre d'individus et, si possible, l'âge, le sexe ;
- si le ou les mammifères marins sont en phase d'alimentation active ;
- d'éventuelles remarques (contacts hors transect, comportement...).

Les observations sont réalisées principalement à l'œil nu afin de scanner l'horizon ainsi qu'à l'aide de jumelles (8x40 ou 10x40) en cas de nécessité. Lors des transects, le bateau se déplace à environ 8 nœuds de moyenne, vitesse toutefois variable (entre 6 et 10 nœuds) selon les conditions météorologiques. Les transects ont été modifiés au cours de la période d'étude (en septembre 2008) afin de prendre en compte une modification de la zone de projet. Celle-ci est restée la même en 2012/2013.

Bien que conçue pour le suivi de l'avifaune, la méthode de suivi par bateau convient pour l'observation des mammifères marins.

Néanmoins, il est recommandé pour les recensements de mammifères marins d'utiliser un bateau avec plateau surélevé permettant une meilleure visibilité. Ce type de bateau utilisé lors de la campagne 2012/2013 n'était pas disponible en 2008/2009.

Les conditions favorables à l'observation des oiseaux ont conditionné les dates des sorties. Elles sont globalement satisfaisantes pour l'observation des mammifères marins. Les données peuvent être considérées comme standardisées, le même protocole ayant été appliqué durant l'ensemble des campagnes en bateau.

III.2.2.5. Les recensements par avion

- Le secteur étudié

La zone suivie par avion correspond à l'aire d'influence ou aire d'étude éloignée. Cette aire d'influence du projet s'étend d'Antifer à St Valéry-en-Caux et jusque 30 à 50 km au large environ. L'état initial y est analysé de manière complète par avion. Le point d'observation depuis la côte se trouve également dans le sud de cette emprise (jetée d'Antifer). L'emplacement a été choisi pour permettre d'observer assez loin en mer en profitant de la jetée du terminal d'Antifer.

Au total, 585 km de transect ont été parcourus par avion lors de chaque sortie. Les 16 transects prennent place entre la côte et 30 à 50 km au large. Ils sont espacés de 3 ou 5 km de manière à pouvoir parcourir la totalité de l'aire d'étude avion (2 871 km²) en une journée. Les 16 transects sont inclus dans l'aire d'étude avion et forment l'aire d'étude éloignée utilisée pour les inventaires par avion (du sud d'Antifer jusqu'au-delà de St Valéry-en-Caux).

Cette distance de 585 km est la plus grande distance que peut parcourir l'avion sur une journée. En effet, en période hivernale, la durée réduite du jour ne permet pas d'augmenter le temps de vol.

Fécamp est le principal port de la zone d'étude. L'aire d'étude éloignée est également située au nord de la baie de Seine.

La zone de projet (où seront implantées les éoliennes) est située à l'intérieur d'une aire d'étude rapprochée (= aire d'étude bateau, environ 87 km²) localisée entre 13 et 25 km des côtes. Elle prend place au sein d'une aire d'étude éloignée (aire d'influence) d'environ 2 600 km² allant du sud d'Antifer à St Valéry-en-Caux et jusqu'à 30 à 50 km au large.

• La méthode

L'avion a été choisi en raison de sa capacité à couvrir une zone d'étude très large en peu de temps. Nous avons opté pour un avion ailes hautes (Cessna) afin d'avoir une meilleure visibilité à la verticale de l'avion.

Trois personnes prennent place à bord de l'avion.

- le pilote, qui s'occupe de la navigation, suit les transects définis et annonce le début et la fin de chaque transect ;
- deux observateurs qui prennent place à la droite du pilote et à l'arrière et qui réalisent les observations de chaque côté de l'avion.



Figure 5 : Séance d'observations par avion (BIOTOPE)



Figure 6 : L'avion utilisé pour les recensements (BIOTOPE)

Au cours des transects, chaque observation est positionnée à l'aide d'un G.P.S. (autre que celui servant à la navigation de l'avion). Les informations suivantes sont notées :

- la position GPS de l'avion à la perpendiculaire du contact ;
- l'espèce ou le groupe d'espèce concerné ;
- le nombre d'individus ;

- la distance par rapport à l'avion ;
- d'éventuelles remarques (contacts hors transect, , comportement, ...) ;
- le lien ou non avec un bateau

Les observations sont réalisées à l'œil nu. La détermination peut être complétée à l'aide de jumelles (grossissement 10x). La détermination spécifique est parfois délicate pour certaines espèces ou groupes d'espèces (phoques, dauphins) notamment dans le cas où les individus sondent au passage de l'avion. Dans ce cas, seul le genre est déterminé (ex : phoque indéterminé).

Lors des transects, l'avion vole à 110-130 km/h et à une altitude de 60 à 80 mètres, selon les conditions météorologiques. Le parcours regroupant les 16 transects est effectué en commençant alternativement par l'est (St Valéry-en-Caux) ou par l'ouest (Antifer). A chaque sortie, on alterne le point de départ et le point d'arrivée de manière à parcourir chaque transect un nombre égal de fois dans chaque sens (large-côte ou côte large), cela pour lisser les effets dus à l'heure de la journée et aux reflets du soleil qui peuvent altérer la visibilité.

Pour chaque transect, on note :

- le numéro du transect ;
- l'angle de dérive de l'avion ;
- la vitesse et la hauteur de vol ;
- les conditions météorologiques (vitesse, direction et force du vent, visibilité...).



Figure 7 : Matérialisation des couloirs sur les haubans de l'avion (BIOTOPE)

Les distances des mammifères marins par rapport à l'avion sont évaluées de la manière suivante :

- couloir A : de 0 à 100 m ;
- couloir B : de 100 à 250 m ;
- couloir C : de 250 à 1000 m ;
- couloir D : > à 1000 m (hors carré).

Afin de faciliter l'évaluation par les observateurs, des repères visuels sont disposés sur les haubans de l'avion afin de matérialiser les couloirs.

Après un maximum de 4h de vol un arrêt ravitaillement est réalisé. Cette pause d'au moins une heure permet également aux observateurs de se reposer.

Lorsque l'avion rencontre des mammifères marins, l'observateur demande au pilote de dérouter l'avion et d'effectuer des cercles autour du secteur concerné afin de parfaire les observations. Le transect est ensuite poursuivi.

La vitesse de l'avion et la hauteur de vol ne permettent pas une détermination spécifique pour toutes les espèces. Dans ce dernier cas, l'avion peut cependant effectuer un cercle autour du rassemblement pour faciliter le comptage et la détermination. Les autres limites de la technique de dénombrement par avion concernent la capacité de détection de l'observateur et la probabilité de détection qui varie avec la distance, les espèces et les conditions d'observation (état de la mer, position du soleil). Il faut aussi noter que cette technique permet de couvrir une surface importante et de donner une image des espèces et effectifs observés à un instant « t » lors du parcours des transects.

Notons également que l'avion utilisé par BIOTOPE ne possède pas de « Bubble windows », ceci induit une visibilité réduite à l'aplomb de l'avion. Les avions possédant ce type d'équipement sont rares, très coûteux (en location et en consommation de carburant) et n'ont pas certains avantages de l'avion utilisé ici (maniabilité, faible vitesse, faible hauteur).

Même si le CRMM indique que les transects avion et bateau peuvent être mutualisés pour les observations de mammifères marins et d'oiseaux, certaines limites méthodologiques sont à indiquer :

- l'absence de « Bubble windows » sur l'avion crée un angle mort sous l'avion ;
- les conditions météo-océaniques qui doivent être nécessairement bonnes pour l'observation des mammifères marins (mer belle à peu agitée).

III.2.2.6. Les recensements depuis la côte

- **Le secteur étudié**

La zone qui correspond au suivi visuel depuis la côte est relativement réduite. Elle couvre un rayon approximatif de 4 km depuis la jetée d'Antifer. 4 km est la distance de visibilité moyenne pour d'autres sites de suivis depuis la côte (cap Gris-Nez). Ce rayon est différent en fonction des espèces : les flux de Fou de Bassan seront visibles à grande distance, ce qui ne sera pas le cas pour des espèces plus petites. De plus, la visibilité dépend de nombreuses variables (couverture nuageuse, température, état de la mer).

Cette aire d'étude n'intersecte donc pas l'aire d'implantation mais elle permet d'avoir une idée des mouvements migratoires qui ont lieu le long de la côte.

- **La méthode**

La méthodologie se base sur la méthodologie FAME (Futur de l'Environnement Marin Atlantique). Ce programme créé pour les oiseaux a permis de noter quelques mammifères marins.

Sont renseignés :

- L'heure de début et de fin de la session
- Les conditions météorologiques (visibilité, couverture nuageuse, puissance du vent et orientation, état de la mer)
- L'espèce
- Son effectif (minimal si l'effectif n'est pas précisément défini)
- Son comportement (déplacement, stationnement, alimentation)

- **Les inventaires**

Ces comptages depuis la côte ont été réalisés par la LPO Haute-Normandie lors de la campagne d'inventaires 2012/2013 de septembre 2012 à août 2013 à raison d'une sortie par mois. La LPO Haute-Normandie possède une connaissance suffisante des

mammifères marins même si son expertise porte principalement sur l'avifaune dans le cadre du présent dossier.

Seules les sorties de décembre et de février n'ont pas pu être réalisées en raison des conditions météorologiques et de la difficulté d'accès au site (il est nécessaire qu'aucun bateau ne soit accosté à la digue).

III.2.2.7. L'étude d'impact acoustique

L'étude d'impact acoustique a été réalisée par la société Quiet Océan.

La méthodologie proposée pour l'étude des impacts acoustiques est issue d'une expertise scientifique en acoustique sous-marine acquise dans un contexte international, principalement dans le domaine de la Défense, et par la pratique opérationnelle de procédures d'évaluation et de mitigation lors de campagnes océano-acoustiques opérationnelles en mer menées par l'OTAN (NATO Undersea Research Centre, 2004).

Cette méthodologie est réalisée en 5 étapes décrites ci-dessous.

Etape 1 : Recueil des données

Les ondes acoustiques sous-marines pouvant se propager sur plusieurs dizaines de kilomètres, la zone d'étude acoustique dépasse largement le périmètre d'implantation du futur parc éolien. Aussi, la zone de recueil des données couvre la Manche Orientale, des côtes françaises aux côtes anglaises, de la presqu'île du Cotentin à l'ouest à Calais à l'est.

A ce stade d'avancement du projet, les prévisions des émissions sonores sous-marines et leur propagation dans le milieu océanique sont définies sur la base d'un recueil :

- de données relatives au milieu physique issues de la littérature, et de fournisseurs spécialisés ou de bases de données environnementales, telles que la température, la salinité, la marée, la bathymétrie, la nature des fonds, etc. ;
- de données relatives à l'activité anthropique, issues d'un recensement des activités existantes sur la zone d'étude ;
- de données techniques recueillies auprès de la Société Eoliennes Offshore des Hautes Falaises concernant les techniques de construction, les éoliennes et les opérations de maintenance qui devraient être mis en oeuvre lors de ce projet ;
- de données relatives au milieu vivant, portant essentiellement sur la fréquentation des mammifères marins issues d'une étude spécifique mammifères marins.

Etape 2 : Campagnes de mesures in-situ

Pour calibrer l'état sonore existant et les prévisions de la distribution des bruits liés au projet, une série de mesures in-situ ont été réalisées dans et à proximité de la zone du projet sur des durées statistiquement significatives du bruit ambiant existant.

Deux types de mesures complémentaires ont été réalisées

- Deux enregistreurs d'acoustique passive autonomes ont été immergés à des points fixes permettant d'évaluer les niveaux sonores actuellement présents ;
- Des transmissions acoustiques actives de signaux calibrés et contrôlés permettent de réduire les incertitudes, en particulier sur la nature géoacoustique des fonds.

La mesure par un hydrophone est ponctuelle par nature, et son domaine de validité est restreint à l'endroit, l'immersion et le temps de la mesure. La mesure effectuée par chaque hydrophone déployé permet de recueillir la résultante de toutes les contributions de tous les bruits situés dans le rayon de couverture de l'hydrophone.

Ainsi, l'utilisation d'hydrophone permet, dans sa bande de sensibilité, à la fois de :

- mesurer les bruits naturels de l'environnement (bruit des vagues, etc.),
- mesurer les bruits biologiques de toute nature,
- mesurer les bruits anthropiques (hélices, moteurs, engin de pêche, vibrations, explosions, chocs, etc.).

Etape 3 : Production des champs sonores statistiques de l'état initial et liés au Projet

Le projet implique des techniques dont les émissions sont impulsionnelles ou continues, à large bande, et couvrant les bandes de fréquences infra-sonore, audibles et ultrasonores, allant de quelques dizaines d'Hertz (Hz) à plusieurs dizaines de kHz. Les hypothèses et les données caractérisant les sources sonores mises en oeuvre par le projet de construction, d'exploitation et de maintenance du parc, leur distribution spatiale et leur variabilité temporelle sont définies pour chaque type de bruit. Des modèles scientifiques de calculs de propagation des ondes de pression en milieu sous-marin sont mis en oeuvre dans une plateforme technologique de prévision des distributions sonores sous-marines validée et appelée Quonops ©. L'émergence statistique des bruits du projet est estimée pour chacun des scénarios descriptifs du projet.

Etape 4 : Cartographie des risques biologiques statistiques liés au projet

Les bruits sous-marins liés à l'implantation et au fonctionnement de parcs éoliens peuvent avoir une incidence sur la vie sous-marine, en particulier les mammifères marins qui disposent d'une sensibilité auditive accrue (SMRU 2007). La sensibilité des

mammifères marins aux bruits d'origine anthropique n'est pas simple à comprendre puisqu'elle dépend de nombreux facteurs internes et externes, interdépendants. Les mammifères marins font appel à leurs capacités acoustiques, en émission et en réception, pour communiquer, naviguer, s'orienter, éviter les prédateurs et s'alimenter. Cependant, la sensibilité auditive dépend des espèces, elle varie entre les individus d'une même population et peut être influencée par une gamme de facteurs naturels tels que l'âge (Houser 2006).

D'une manière générale, les impacts potentiels peuvent être au niveau d'un individu et au niveau des populations, avec des effets différents :

- Au niveau d'un individu, l'échelle des impacts couvre, d'un côté du spectre, la modification du comportement et des facultés à communiquer, à chasser ou à se reproduire, à la destruction physiologique totale ou partielle des capacités auditives, perte pouvant entraîner la mort pour les effets les plus extrêmes ;
- Au niveau des populations, l'échelle des impacts couvre la décroissance de la natalité, l'augmentation de la mortalité infantile, ou encore l'abandon du site.

Les travaux présentés dans cette étude n'adressent les niveaux d'impact qu'à l'échelle de l'individu car seuls les seuils de tolérance et de dommage physiologiques individuels sont connus et quantifiés à ce jour.

Le champ sonore est transformé en niveau sonore perçu selon la sensibilité de chaque espèce en fonction de la fréquence ou de leur fonction d'audition. Cette transformation, proposée par (Southall, et al., 2007) revient à sélectionner uniquement les fréquences qui sont réellement perçues par l'homme ou par les animaux. Ils sont calculées en intégrant l'énergie acoustique dans la bande passante à -6dB à partir de la courbe de pondération (« M-Weighting ») en pression de chaque espèce.

Les zones affectées par l'empreinte sonore du projet sont donc ainsi converties, conformément aux recommandations internationales en termes de niveau d'exposition sonore (Boyd, 2008). L'exposition sonore correspond au bruit perçu spécifiquement par chaque espèce pendant une durée donnée.

Les zones de risques sont ensuite identifiées d'après les seuils de tolérance définis par (Southall, et al., 2007) :

- Une zone hors de l'empreinte sonore du projet, c'est-à-dire au sein de laquelle les bruits médians du projet sont masqués par le bruit existant déjà ;
- Une zone au sein de l'empreinte sonore mais de faible probabilité de dommage physiologique direct ;

- Une zone de réactions comportementales potentielles pour les espèces hautes fréquences ;
- Une zone de forte probabilité de dommages physiologiques directs temporaires de l'appareil auditif ;
- Une zone de forte probabilité dommages physiologiques directs permanents de l'appareil auditif.

Ces évaluations sont réalisées sous forme de cartographie statistique à partir de la prédiction de la distribution statistique des niveaux sonores.

Etape 5 : Analyse et interprétation

Enfin, les informations géographiques de dépassements de seuils, de risque biologique sont confrontées aux connaissances sur la fréquentation potentielle par les mammifères marins afin de préconiser des stratégies d'évitement et/ou de réduction et formuler des recommandations en termes de gestion des risques.

III.2.3. METHODOLOGIE POUR EVALUER LES EFFETS DU PARC EOLIEN SUR LES CHIROPTERES

Cette thématique a été étudiée dans un premier temps (2011) par le cabinet d'expertise Biotope au cours de ses investigations pour les mammifères marins à partir d'une étude bibliographique et de comptage terrain. Dans un second temps (2013), le Groupe Mammalogique Normand (GMN) a réalisé une synthèse bibliographique et une analyse des enjeux à partir de leur base de données. Ceci a permis de valider les enjeux précédemment définis.

III.2.3.1. Expertise réalisée par Biotope

Afin de mesurer l'activité des chauves-souris en période migratoire au large (mouvements éventuels entre le continent et les îles britanniques), des enregistrements automatiques de l'activité des chauves-souris à partir d'enregistreurs d'ultrasons (appareils « Anabats » de Wildlife Acoustics) ont été réalisés depuis le bateau utilisé pour les campagnes radar de l'avifaune.

Les Anabats SD1 sont des enregistreurs automatiques d'ultrasons fonctionnant en division de fréquence (la fréquence des ultrasons est divisée par 8 ou 16 permettant de rendre les sonars audibles à l'oreille humaine). Les sonars des chauves-souris passant près de l'appareil sont enregistrés sur une carte Flash dans un fichier indépendant, nommé par la date et l'heure. Le cône de détection est variable selon les espèces, il peut être estimé à une cinquantaine de mètres pour les petites espèces (Pipistrelles...). Cette technique permet d'évaluer objectivement l'activité des chiroptères sur un site (dénombrement de tous les contacts nocturnes) et la proportion des différents cortèges et espèces. Les résultats permettent d'analyser la diversité spécifique, les pics de fréquentation pour chacune des espèces identifiées.

Les observations se sont déroulées en mars, septembre et octobre 2009, soit en période migratoire et notamment la nuit.

Préalablement à ces observations, une étude bibliographique a été réalisée.

III.2.3.2. Etude bibliographique par le GMN

L'objectif de l'analyse était d'effectuer une synthèse des données disponibles dans la base de données du Groupe Mammalogique Normand (GMN), afin d'évaluer le risque éolien pour les chiroptères dans le périmètre du projet éolien offshore de Fécamp, situé à plus de 10 km des côtes de Seine-Maritime. La consultation de la base de données informatisée du GMN a permis de dresser une esquisse du peuplement chiroptérologique présent en zone terrestre, et susceptible d'être rencontré au large des côtes.

L'extraction de la base informatisée du GMN a été réalisée sur 14 communes situées sur le littoral de Seine-Maritime dans un périmètre d'environ 15 kilomètres autour du projet éolien. La période de recueil des données s'étale de décembre 1982 à janvier 2013, mais 68,5% des observations sont postérieures à 2000. Les données des décennies 80 et 90 semblent toujours d'actualité au regard des données récentes concernant la répartition des espèces, notamment pour les espèces localement rares (Petit Rhinolophe, Grand Rhinolophe, Murin de Bechstein, Grand Murin...). Les données proviennent d'observations réalisées par radiopistage, capture au filet, inventaires acoustiques.

III.2.4. PROTECTION ET STATUTS DE RARETE DES ESPECES

III.2.4.1. Protection des espèces

Une espèce protégée est une espèce pour laquelle s'applique une réglementation contraignante particulière.

L'étude d'impact se doit d'étudier la compatibilité entre le projet d'aménagement et la réglementation en matière de protection de la nature. Les contraintes réglementaires identifiées dans le cadre de cette étude s'appuient sur les textes en vigueur au moment où l'étude est rédigée.

➤ **Droit européen**

La directive européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats/Faune/Flore », prévoit dans son article 12 un système de protection stricte des mammifères inscrits à son annexe IV sur le territoire des Etats membres. Le texte prévoit notamment l'interdiction de « détérioration ou destruction des sites de reproduction ou des aires de repos » des espèces visées.

➤ **Droit français**

Toutes les espèces de mammifères marins sont protégées au titre de l'arrêté du 1er juillet 2011. L'article II signale notamment qu'est interdite la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux. Ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, aussi longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de cette espèce et pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation compromette la conservation de l'espèce en remettant en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.

Toutes les chauves-souris sont également protégées au titre de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

III.2.4.2. Statuts de rareté des espèces

Les listes d'espèces protégées ne sont pas nécessairement indicatrices du caractère remarquable des espèces. Cette situation nous amène à utiliser d'autres outils, établis par des spécialistes, pour évaluer la rareté des espèces présentes : listes rouges,

synthèses régionales ou départementales, littérature naturaliste... (voir tableau ci-après et bibliographie).

Ils rendent compte de l'état des populations des espèces (effectifs, dynamique) et des habitats dans le secteur géographique auquel ils se réfèrent : le complexe Manche / mer du Nord, le territoire national, une région, un département. Contrairement au milieu terrestre, la répartition des oiseaux de mer au large est mal connue. Ces listes de référence n'ont pas de valeur juridique.

- OUTILS DE BIOEVALUATION UTILISES POUR CETTE ETUDE -			
	Niveau mondial et européen	Niveau national	Niveau local
Mammifères	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive Habitats : articles, annexes I à VI Atlas of cetacean. Distribution in North-West European waters. Reid & al. (2003)	Inventaire de la faune menacée en France (MNHN, 1994) UICN 2008– Liste des mammifères menacés en France.	Les Mammifères sauvages de Normandie : statut et répartition (GMN, 2004)

IV. ETAT INITIAL POUR LES MAMMIFERES MARINS

IV.1. PRESENTATION DES ESPECES

Les principales espèces fréquentant le secteur sont présentées ci-après.

IV.1.1. LE GRAND DAUPHIN

En France, la répartition des Grands Dauphins est assez morcelée, des groupes côtiers résidents étant actuellement observés dans l'ouest du Cotentin, en Corse et en Bretagne (Liret, 2001) et ayant existé dans d'autres secteurs littoraux de la façade atlantique (Noirmoutier, Pertuis Charentais, bassin d'Arcachon) (Ferrey et al., 1993). Au large, des groupes de grands dauphins sont fréquemment rencontrés dans les campagnes d'observations visuelles (Certain et al., 2008) ou par les plateformes opportunistes que constituent les ferries (Brereton et al., 2001 ; Kiszka et al., 2007).

La campagne de recensement à échelle européenne SCANS II estime l'effectif des grands dauphins du plateau continental à environ 12 600 (CV = 0.27) (MacLeod et al., 2008), principalement localisés entre la péninsule ibérique et l'ouest de l'Irlande.

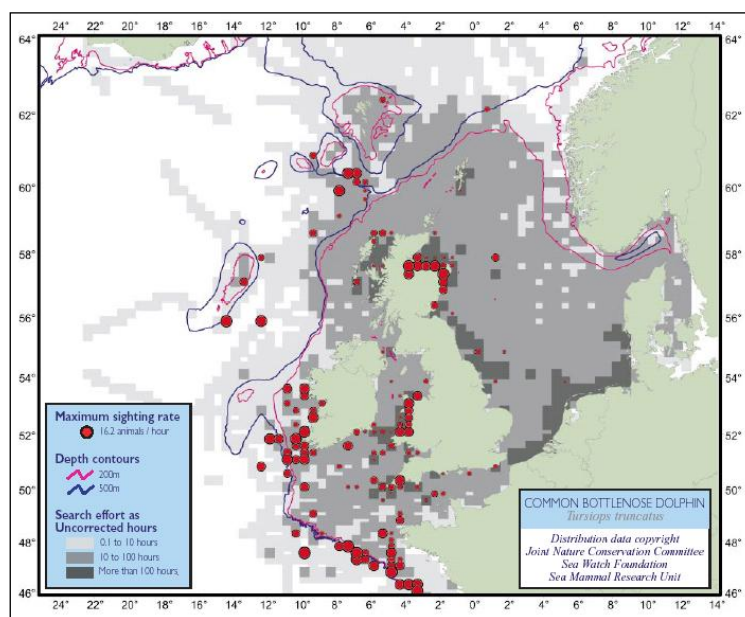


Figure 8 : Bilan des observations en mer de Grands Dauphins (Tiré de Reid & al. (2003))

Les Grands Dauphins sont des animaux sociaux. Ils forment des groupes de 2 à 25 individus en moyenne, même si des rassemblements de centaines d'individus ont déjà été observés. Le régime alimentaire des grands dauphins est largement opportuniste et dépend du site. Globalement, les Grands Dauphins se nourrissent de grands poissons démersaux (comme les mugilidés), de gadidés et de céphalopodes (comme les loliginidés) (Spitz et al., 2006). Le rut a lieu vers le printemps en général (CASTEGE & HEMERY, 2009). La mise-bas a lieu environ un an plus tard.



Figure 9 : Grands Dauphins ((photo prise en avion ©Caloin Frédéric / BIOTOPE)

La sensibilité auditive du Grand Dauphin est comprise entre 0,075 (seuil 130 dB re 1 μ Pa) et 150 kHz (seuil 135 dB re 1 μ Pa) (ERBE, 2004 ; HAMMOND & al., 2002), centrée autour de 60 kHz (WALKER & CRESSWELL, 2009) et il présenterait une gêne à partir de 150 dB (LEGALL & al., 2004). Tout comme le Dauphin commun, il émet deux types de sons :

- des sifflements d'une durée de 0,5 seconde et d'une fréquence variant de 7 à 15 kHz ;
- des clics, de 20 à 120 kHz (voire 170 kHz).

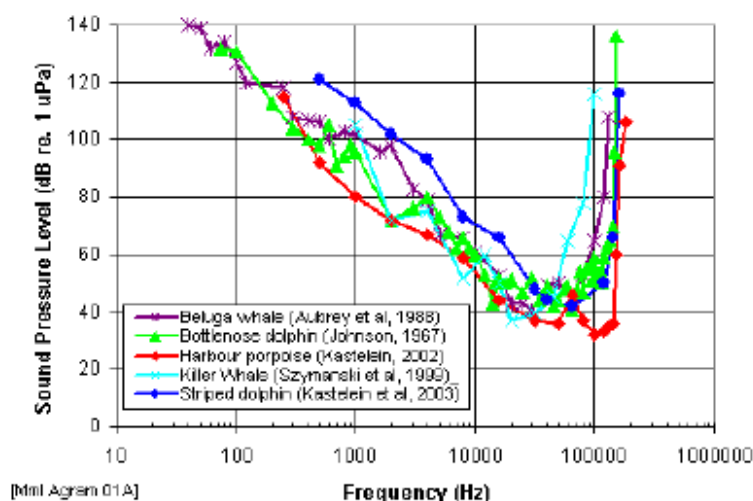


Figure 10 : Audiogramme du Grand Dauphin (en vert) Source : NEDWELL & al. (2003)

Il semblerait qu'il présente des phénomènes d'évitement à partir de 90-120 dBht (LEGALL & *al.*, 2004 ; RICHARDSON & *al.*, 1995).

3 individus de Grand Dauphin ont été déterminés de manière certaine dans la zone d'étude lors de la campagne 2008-2009: 1 individu en mars 2009 et 2 individus en juin 2009. 3 individus (2 ad. 1 jeune) ont également été observés en août 2013.

De plus de nombreux témoignages viennent confirmer la présence estivale de l'espèce (Fin juillet à début septembre) à proximité de l'aire d'étude (notamment face à Dieppe).

A partir des données biologiques et des observations réalisées sur site nous avons déduit le tableau suivant : le rouge correspond aux périodes les plus sensibles, le gris foncé aux périodes où les observations sont régulières.

Synthèse des périodes de sensibilité du Grand Dauphin													
ESPECE	PERIODE SENSIBLE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Grand Dauphin	Accouplement												
	Gestation												
	Mise-bas												
	Lactation												
	Pic d'observation sur le secteur d'étude												

Figure 11 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Grand Dauphin (BIOTOPE)

Le Grand Dauphin est donc un visiteur régulier entre mars et juillet dans le secteur d'étude. En période hivernale, l'espèce semble absente. L'ouest du Cotentin abrite le principal noyau de population.

IV.1.2. LE MARSOUIN COMMUN

L'espèce était considérée comme abondante sur les côtes françaises jusque dans les années 60-70 puis a décliné drastiquement (Duguy & Hussenot, 1982 ; Rosel, 1997). Le principal moteur de cette disparition aurait été la chasse directe (Read, 1999) et la destruction des habitats (Donovan & Bjørge, 1995).

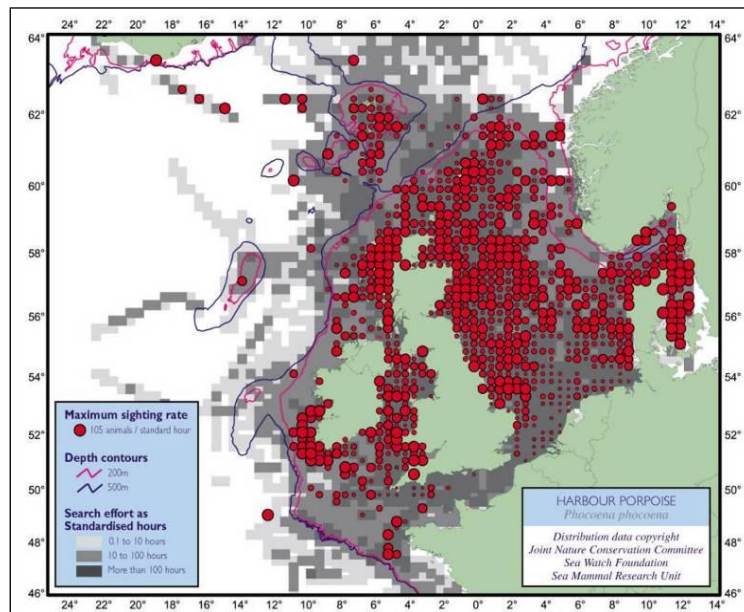


Figure 12 : Bilan des observations en mer de Marsouins communs (Tiré de Reid & al. (2003))

Toutefois, de récentes observations plaident en faveur d'un retour du marsouin sur les côtes atlantiques françaises (Jung et al., 2009). Des observations relativement abondantes ont été effectuées autour de la Bretagne (Figure 1, Reid et al., 2003) et une autre étude (MacLeod et al., 2009) a montré une augmentation significative de la présence du marsouin en Manche depuis 1996. Ce changement d'occurrence ne serait pas dû à une réelle augmentation de la population de marsouins, mais plutôt à un glissement de leur aire de répartition de la mer du Nord vers la Manche (Hammond & MacLeod, 2006).



Figure 13 : Marsouin commun (©Caloin Frédéric / BIOTOPE)

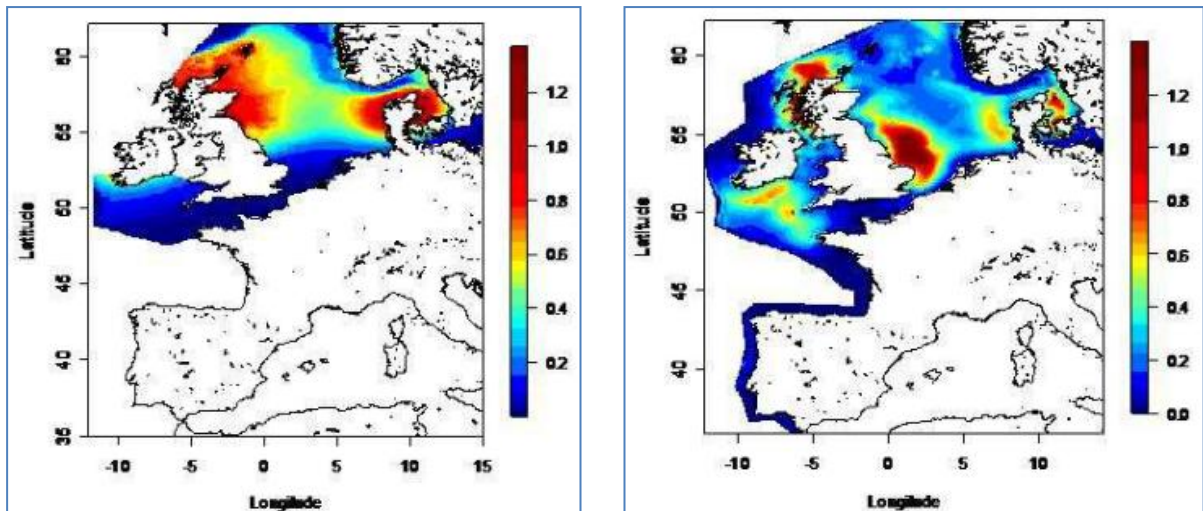


Figure 14 : Estimation des densités de marsouins (individus/km²) communs lors des recensements SCAN de 1994 (gauche) et SCANSII de 2005 (droite) (Hammond & MacLeod, 2006)

Malgré leur préférence pour les eaux côtières, les marsouins ne sont probablement pas cantonnés aux eaux littorales et pourraient d'ailleurs entreprendre des « migrations » saisonnières côtes-large et nord-sud (Rosel, 1997).

Le marsouin se nourrit principalement de petits poissons démersaux (gadidés, merlucidés) (Donovan & Bjørge, 1995). De par son comportement côtier, le marsouin est particulièrement soumis aux activités anthropiques et aux modifications qu'elles provoquent.

Au total (bateau et avion confondus), 21 données de Marsouin concernant 41 individus ont été notées dans l'aire d'étude en 2008/2009. En 2012/2013, 89 individus (soit plus du double) ont été notés dans l'aire d'étude par avion alors qu'aucune donnée n'a été recueillie par bateau. L'augmentation des effectifs entre les deux campagnes est à mettre en relation avec la recolonisation actuellement en cours de la Manche par l'espèce.

Les données s'étalent sur toute l'année avec un pic de fréquentation de janvier à juin. La distribution semble assez différente selon la période. En période hivernale, l'espèce semble davantage présente à la côte et répartie de façon plus homogène au printemps.

A partir des données biologiques et des observations réalisées sur site nous avons déduit le tableau suivant : le rouge correspond aux périodes les plus sensibles, le gris foncé aux périodes où les observations sont régulières.

Synthèse des périodes de sensibilité du Marsouin commun													
ESPECE	PERIODE SENSIBLE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Marsouin commun	Accouplement												
	Gestation												
	Mise-bas												
	Lactation												
	Pic d'observation sur le secteur d'étude												

Figure 15 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Marsouin commun (BIOTOPE)

Le Marsouin commun est l'espèce la plus régulière sur l'aire d'étude élargie. L'espèce semble continuer sa progression vers le sud. L'augmentation des observations entre les deux campagnes et du nombre d'échouages en sont les preuves. L'espèce est présente toute l'année, avec un pic de fréquentation de janvier à juin. La reproduction sur zone ne peut être écartée au vu des femelles gestantes et jeunes individus retrouvés échoués sur les côtes normandes.

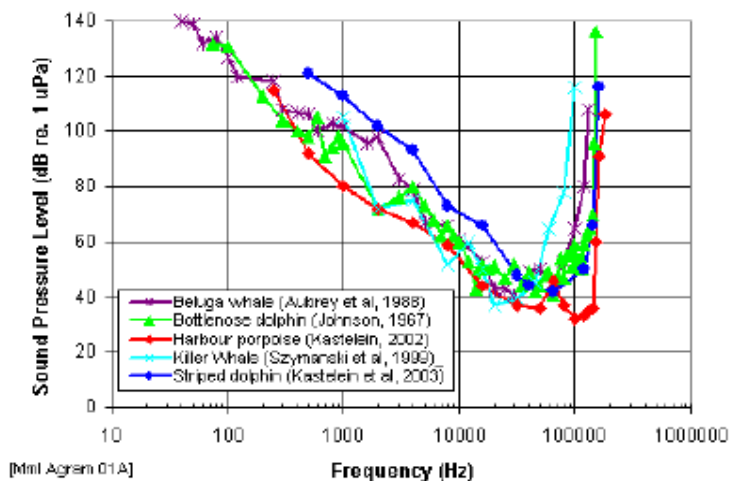


Figure 16 : Audiogramme du Marsouin commun (en rouge) (Source : NEDWELL & al. (2003))

Le Marsouin commun est sensible aux ondes sonores d'une fréquence supérieure à 100 Hz principalement entre 1 kHz (seuil 80 dB re 1 µPa) et 150 kHz (seuil 120 dB re 1 µPa) (Dudgeon offshore windfarm, 2009 ; HAMMOND & al., 2002 ; NEDWELL & al., 200). A 40 kHz, il est gêné à partir de 130 dB (LEGALL & al., 2004). Les niveaux sonores audibles minimaux varient entre 92 et 115 dB pour une fréquence inférieure à 1kHz, entre 60 et 80 dB pour une fréquence entre 1 et 8kHz et entre 32 et 46 dB pour les fréquences allant de 16 à 140 kHz avec un seuil minimum de 120 dB pour 100 kHz

(ERBE, 2004 ; NEDWELL & *al.*, 2009 ; THOMSEN & *al.*, 2006). Le Marsouin commun est particulièrement sensible entre 8 et 30/40 kHz où il entend des sons de moins de 50 dB. En dehors de ces limites, il entend en-dessous de 80 dB pour des fréquences comprises entre 1 et 150 kHz (ANDERSEN, 1970 ; HOFFMANN & *al.*, 2000).

Pour la communication, le Marsouin commun utilise des sons de fréquences comprises entre 13 Hz et 130 kHz (HOFFMANN & *al.*, 2000) mais également des fréquences plus basses (1,4 - 2,5 Hz et 30-60 Hz) (VERBOOM & KASTELEIN, 1995 *in* THOMSEN & *al.*, 2006). Pour l'écholocation, les clics émis sont d'une durée moyenne de 77 μ s et d'une fréquence comprise entre 120 et 150 kHz, 131 kHz en moyenne (TEILMANN & CARSTENSEN, 2001 ; VERBOOM & KASTELEIN, 1995 *in* THOMSEN & *al.*, 2006).

IV.1.3. LE PHOQUE GRIS

En France, ces animaux vivent en colonie de quelques dizaines d'individus. Ces petites colonies se situent en Bretagne (archipel de Molène, Sept-Iles, ...) et en Manche orientale (Baies de Somme, Canche et Authie, secteur du cap Gris-Nez). Les colonies françaises de Phoques gris sont les plus méridionales pour l'espèce.

Contrairement aux cétacés, les phoques ne sont pas inféodés au milieu aquatique et reviennent fréquemment à terre, sur des reposoirs. Les sites de repos des phoques gris sont des rochers en zone intertidale (Bretagne), ou des bancs de sable depuis la baie du Mont Saint-Michel jusqu'à la frontière belge. Depuis 2008, quelques naissances sont enregistrées en Baie de Somme.

La mue a lieu de janvier à mars, et la mise bas d'octobre à décembre. Durant ces périodes, les phoques limitent leur temps passé en mer et sont plus souvent observés sur les reposoirs.



Figure 17 : Phoque gris ©Caloin Frédéric / BIOTOPE

Il communique avec des sons compris entre 0.1 et 3 kHz (ERBE, 2004) et est sensible entre 2 et 100 kHz.

Seuls deux contacts ont été réalisés sur la frange côtière depuis l'avion. Néanmoins, les données de suivis télémétriques montrent que l'espèce transite et s'alimente régulièrement au large. Deux individus ont transité via la zone d'implantation.

A partir des données biologiques et des observations réalisées sur site, nous avons déduit le tableau suivant : le rouge correspond aux périodes les plus sensibles, le gris foncé aux périodes où les observations sont les plus régulières.

Synthèse des périodes de sensibilité du Phoque gris													
ESPECE	PERIODE SENSIBLE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Phoque gris	Accouplement												
	Gestation												
	Mise-bas												
	Lactation												
	Pic d'observation sur le secteur d'étude	Difficile à définir, trop peu de données d'observation recueillies (uniquement 2 en juillet) mais présence probablement régulière (résultats suivis télémétriques)											

Figure 18 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Phoque gris (BIOTOPE)

Le Phoque gris fréquente régulièrement le large, en transit et pour l'alimentation. Il est présent dans l'aire d'implantation en phase de transit. Des colonies sont présentes en Baie de Somme.

IV.1.4. LE PHOQUE VEAU-MARIN

Le phoque veau-marin affectionne particulièrement les milieux estuariens sablonneux. Leurs sites de repos sont généralement des bancs de sable ou de vase de la zone intertidale. En France, ils sont regroupés en plusieurs colonies, toutes situées en Manche : la baie du Mont Saint-Michel, la baie des Veys, la baie de Somme et dans une moindre mesure côtes de la mer du Nord.

En France, les Phoques veaux-marins sont en augmentation. Le nombre de phoques sur les reposoirs et les naissances attestent d'une augmentation de l'ordre de 14% pour les colonies de la baie du Mont Saint Michel, de baie de Veys et de baie de Somme (Hassani, 2010). Cet accroissement correspondrait à un déplacement vers le sud des populations du Nord de la mer du Nord.



Figure 19 : Phoque veau-marin ©Caloin Frédéric / BIOTOPE

La reproduction puis la mue se déroulent en été (juin à août). Bien que passant plus de temps à terre à ces périodes que le reste de l'année, le contraste est moins important que chez le phoque gris, car le jeune phoque veau-marin rejoint le milieu aquatique plus rapidement que chez l'autre espèce. Les zones d'alimentation sont généralement proches des sites de repos, limitées à quelques km voire dizaine de km autour des colonies, pour des profondeurs de quelques mètres à quelque dizaine de mètres. Les phoques veaux-marins s'alimentent principalement de poissons démersaux (sole et autres poissons plats), et dans une moindre mesure de poissons pélagiques (bar, anchois...).

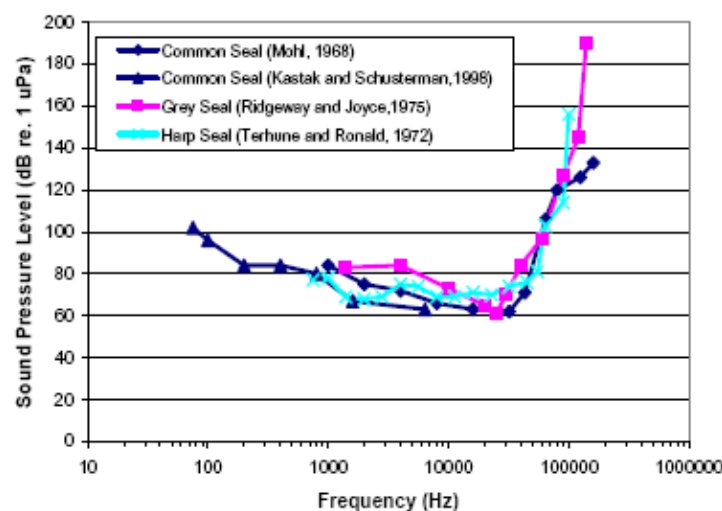


Figure 20 : Audiogramme du Phoque veau-marin (en bleu foncé) et du Phoque gris (en rose) (Source : NEDWELL & al. (2003))

La sensibilité du Phoque veau-marin est définie entre 0.1 kHz (avec un seuil à 96 dB re 1 μ Pa) et 50 kHz (avec un seuil entre 60 et 85 dB re 1 μ Pa). A 180 kHz il entend à partir de 130 dB (ERBE, 2004 ; THOMSEN & al., 2006). La sensibilité diminue dans les fréquences plus hautes (HAMMOND & al., 2006). Dans l'air il est sensible à des sons de 2 kHz et de 8 -16 kHz avec un seuil de 45 dB re 1 μ Pa. Pour communiquer, le

Phoque veau-marin utilise des clics compris entre 8 et 150 kHz, principalement entre 12-40 kHz. Il utilise également des sons entre 100 Hz et 4 kHz et entre 0.1 et 2 kHz. Des appels d'une fréquence d'environ 50 Hz sont utilisés par les mères pour garder le contact avec leurs petits (HOFFMANN & *al.*, 2006).

Au sein de l'aire d'étude, une seule donnée de Phoque veau-marin a été recueillie depuis la jetée d'Antifer (sud de l'aire d'étude élargie).

A partir des données biologiques et des observations réalisées sur site nous avons déduit le tableau suivant : le rouge correspond aux périodes les plus sensibles, le gris foncé aux périodes où les observations sont les plus régulières.

Synthèse des périodes de sensibilités du Phoque veau-marin													
ESPECE	PERIODE SENSIBLE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Phoque veau-marin	Accouplement												
	Gestation												
	Mise-bas												
	Lactation												
	Pic d'observation sur le secteur d'étude	Difficile à définir, trop peu de données d'observation recueillies (uniquement 1 en mai) mais présence probablement occasionnelle											

Figure 21 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Phoque veau-marin (BIOTOPE)

Le Phoque veau-marin est un visiteur irrégulier, présent uniquement sur la frange côtière. Les colonies de reproduction les plus proches se trouvent en baie de Somme et en baie des Veys.

IV.1.5. LE DAUPHIN BLEU ET BLANC

Cette espèce pélagique des eaux chaudes et tempérées possède une aire de répartition dont la limite septentrionale atteint le Sud des Îles Britanniques. Elle ne pénètre qu'occasionnellement et en petit nombre la Manche (Normandie, littoral picard) et en Mer du Nord.

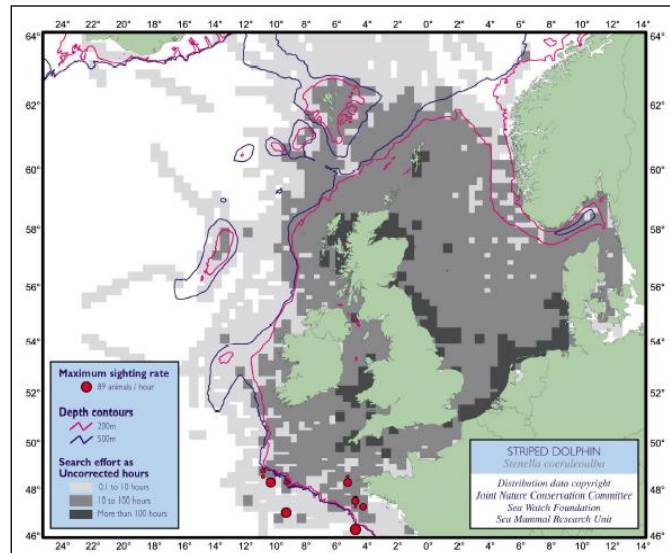


Figure 22 : Bilan des observations en mer de Dauphins bleu et blanc (Tiré de Reid & al. (2003))

Il se nourrit principalement de céphalopodes et de poissons méso-pélagiques (Sprat, Merlan, Tacaud, etc.) mais aussi de crustacés¹. La reproduction a lieu entre l'été et l'automne et la mise-bas 12 à 13 mois plus tard²³.

Il émet deux types de sons :

- des sifflements d'une durée de 0,5 seconde et d'une fréquence variant de 7 à 15 kHz ;
- des clics, de 20 à 120 kHz (voire 170 kHz).

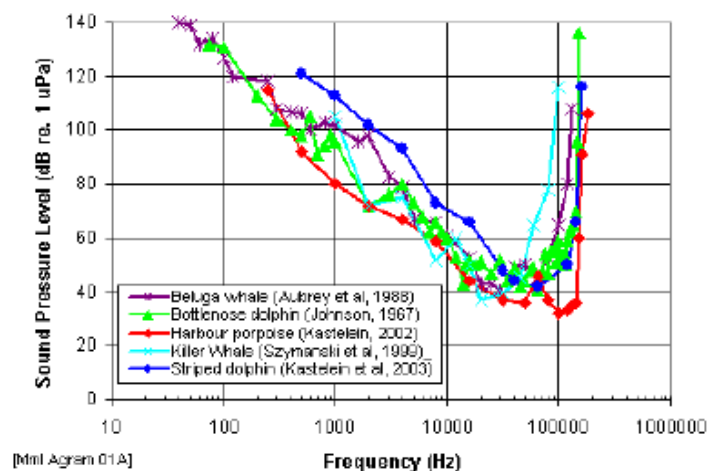


Figure 23 : Audiogramme du Dauphin bleu et blanc (en bleu foncé) (Source : NEDWELL & al. (2003))

¹ http://www.cms.int/reports/small_cetaceans

² www.cetaces.info

³ <http://www.cetaces.org>

Les fréquences utilisées par le Dauphin bleu et blanc pour communiquer sont comprises entre 3 et 12,5 kHz (HAMMOND & *al.* 2002). D'après l'audiogramme ci-dessus, sa sensibilité serait plus large : de 500 Hz à 100 kHz environ. Il semble lui aussi, particulièrement sensible aux environs de 60 kHz et présente une gêne à partir de 160 dB⁴.

Cinq individus ont été notés en mars dans l'aire d'étude à proximité du port de Fécamp, lors des inventaires par avion. Cette donnée est relativement rare. En effet, l'espèce n'a jamais été citée dans cette zone ces 28 dernières années (GMN, 2009). Durant la campagne SAMM menées par les aires marines protégées, aucune observation de petits delphinidés n'a été réalisée sur l'aire d'étude élargie.

Le Dauphin bleu et blanc est considéré comme un visiteur très occasionnel dans l'aire d'étude élargie.

IV.1.6. LE DAUPHIN COMMUN

Le Dauphin commun (*Delphinus delphis*, Linnaeus, 1758) est, parmi les delphinidés, l'espèce qui se trouve la plus largement répandue tempérées des deux hémisphères (Evans, 1994).

Le Dauphin commun utilise une grande diversité d'habitats. On le retrouve aussi bien de la zone océanique à la bande côtière en passant par le talus et le plateau continental. La campagne SCANS-II estime la population de dauphins communs en Europe à 63 366 individus (CV=0,46) (Hammond et al., 2007).

Le Dauphin commun est un delphinidé grégaire, qui vit en groupe de quelques dizaines (unité sociale de base) à plusieurs milliers d'individus (Evans, 1994).

⁴ COMMITTEE ON POTENTIAL IMPACTS OF AMBIENT NOISE IN THE OCEAN ON MARINE MAMMALS OCEAN, 2003. Ocean noise and marine mammals, Studies Board Division on Earth and Life Studies national research council of the national academies press

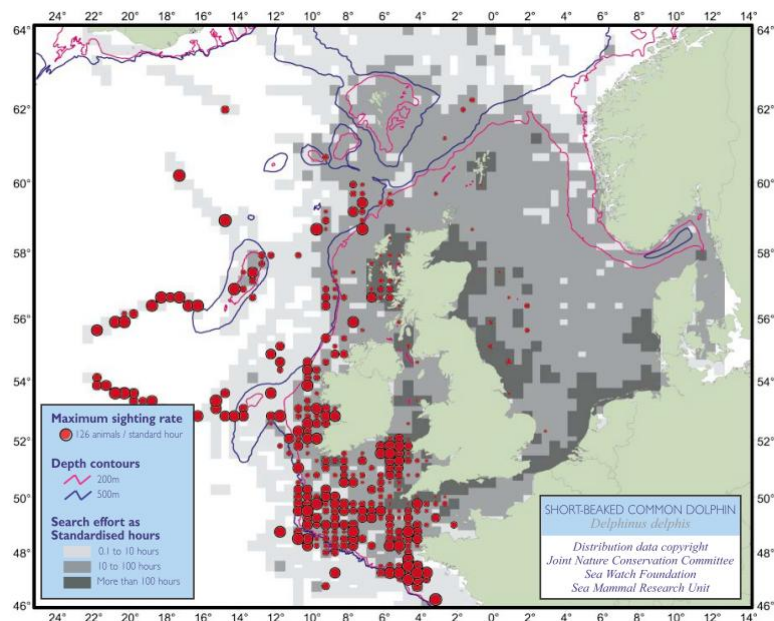


Figure 24 : Bilan des observations en mer de Dauphins communs (Tiré de Reid & al. (2003))

Le régime alimentaire du dauphin commun est mixte, à base de poissons et de céphalopodes avec une prépondérance de petits poissons pélagiques. En effet, 77% de son régime alimentaire sur le plateau continental est composé d'anchois, de sardines, de sprats et de chinchards (Spitz, 2010).

Les fréquences utilisées par le Dauphin commun pour communiquer sont comprises entre 2 et 18 kHz (HAMMOND & al., 2002).

Une seule observation opportuniste récente d'un seul individu a été réalisée face à Dieppe (au nord de l'aire d'étude élargie). Aucune observations durant les campagnes d'inventaires dédiées à cette étude, ni durant la campagne SAMM menées par les aires marines protégées.

Le Dauphin commun est considéré comme un visiteur occasionnel dans l'aire d'étude élargie.

IV.1.7. LE GLOBICEPHALE NOIR

Habituellement pélagique, le Globicéphale noir se rapproche épisodiquement des côtes, au printemps et en fin d'été, peut être lors de déplacements migratoires entre le nord de l'Europe et le Golfe de Gascogne mais également lors de déplacements alimentaires.

Très grégaire, il se déplace habituellement en groupes de 20 à 50 individus et est régulièrement contacté en compagnie d'autres espèces de cétacés.

Le Globicéphale noir se nourrit essentiellement de Calmars et de poissons (CASTEGE & HEMERY, 2009). Les fréquences utilisées par le Globicéphale noir pour communiquer semblent être situées entre 1 et 18 kHz (ERBE, 2004 ; HAMMOND & *al.*, 2002).

En Normandie l'espèce est principalement observée sur les côtes du Pays de Caux, dans les îles Anglo-Normandes et dans le Nord et le Nord-Est du Cotentin. Le nombre important d'échouages et d'observations du Globicéphale noir en Normandie place ce cétacé au deuxième rang d'abondance après le Grand Dauphin.

Sa surreprésentation dans les données opportunistes peut s'expliquer par la période de passage qui correspond à la période maximale d'activité de la plaisance et par la faible discrétion de l'espèce (grande taille, aileron de grande taille).

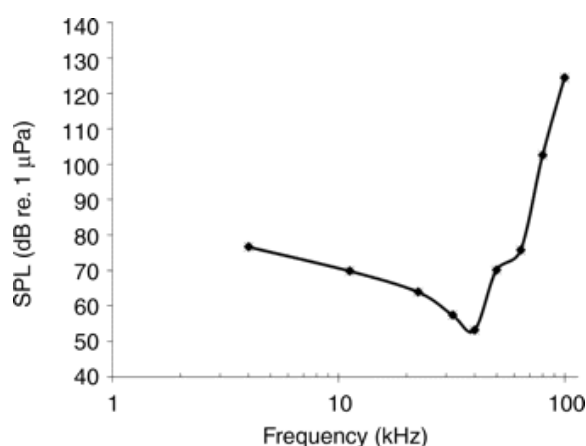


Figure 25 : Audiogramme du Globicéphale noir (Source : Pacini & *al.*, 2010)

D'après l'audiogramme ci-dessus, sa sensibilité maximale serait autour de 40 kHz. La gamme d'audition optimale est située entre 11 et 50 kHz, ce qui le place dans la catégorie des mammifères à moyennes fréquences, comme les dauphins.

Le Globicéphale noir a fait l'objet d'observations opportunistes régulières en fin d'été de 1980 à 2009. Aucun contact n'a été réalisé durant les deux campagnes d'étude et durant la campagne SAMM menée par les aires marines protégées. L'espèce n'est donc pas considérée comme régulière sur l'aire d'étude élargie.

IV.2. INVENTAIRES SAMM

Source : AAMP et observatoire Pelagis

En 2012, L'Agence des aires marines protégées a mis en œuvre un programme d'acquisition des connaissances sur les oiseaux et les mammifères marins en France métropolitaine (PACOMM). Parmi ce programme, le suivi aérien de la mégafaune marine (SAMM) permet d'obtenir une bonne appréhension de la répartition de certaines espèces à l'échelle des eaux de France métropolitaine. Il permet de repérer les enjeux à l'échelle d'une façade maritime.

Deux campagnes d'inventaires aériens ont été réalisées durant l'hiver 2011/2012 (début novembre à mi-février) et l'été 2012 (mi-mai à mi-août). Ce survol est réalisé à 600 pieds (250 m) ne permet pas de différencier précisément les espèces. Les résultats sont donc présentés par groupes d'espèces. Les cartes présentées ci-dessous sont issues du travail de synthèse réalisé par l'agence des aires marines protégées et sont centrées sur la Manche. Le cercle rouge représente la zone d'étude.

Les cartes présentées dans ce dossier sont des cartes de taux de rencontres maillées, où seule la correction de l'effort est appliquée.

Ce taux de rencontre correspond au rapport du nombre d'observations réalisées sur le nombre de kilomètres d'effort d'observation, ramené à 1000 km d'effort par une simple règle de trois. On ne tient pas compte du nombre d'individus observés. Les cartes présentent selon les taxons deux niveaux de résolution différents : un maillage 40 x 40 km sur l'ensemble des quatre strates (côtier C, néritique N, pente P et océanique O), un maillage 15 x 15 km sur l'emprise de la strate côtière (on prend en compte les observations et l'effort de la strate côtière et de la portion des transects néritique qui se trouvent dans cette emprise). Ce second maillage a pour objectif de présenter les données avec plus de détail dans les eaux territoriales où se situent la majorité des aires protégées existantes.

Sauf mention contraire, la première carte présente la campagne d'hiver 2011/2012, la seconde, la campagne d'été 2012.

IV.2.1. GLOBICEPHALINES

Le groupe des globicéphalinés comprend dans l'aire d'étude qui nous concerne les delphinidés à bec court comme le Dauphin de Risso *Grampus griseus*, l'Orque *Orcinus orca* ou le Globicéphale noir *Globicephala melas*

Aucun globicéphaliné n'a été observé en Manche-Est durant les inventaires hivernaux et estivaux.

IV.2.2. PETITS DELPHININÉS

Les petits delphininés regroupent les Dauphins communs et les Dauphins bleu-et-blanc, qu'il est souvent difficile à distinguer lors de suivis aérien. En hiver, peu d'observations ont été réalisées pour les petits delphininés en Manche Est. Les observations effectuées ont eu lieu en Manche Ouest jusqu'au Cotentin.

En été, aucune observation de petits delphininés n'a été effectuée dans la zone d'étude.

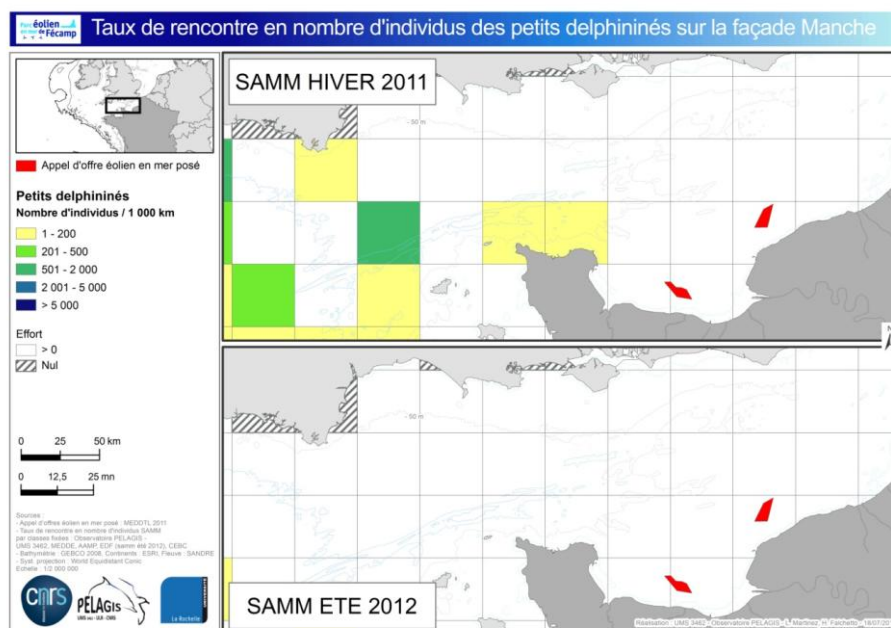


Figure 26 : Taux de rencontre en nombre d'individus des petits delphininés (Source : CRMM & AMP, 2013)

IV.2.3. GRAND DAUPHIN

Les Grands Dauphins sont peu présents sur la zone de Fécamp en hiver et de la Manche Est en général. Les observations effectuées dans la zone d'étude ont eu lieu du côté anglais de la Manche, soit à environ 50 km du parc de Fécamp. Les effectifs étaient par ailleurs assez importants, jusqu'à 50 individus pour 1 000 km parcourus. Des

observations ont également été effectuées à l'ouest du Cotentin, soit hors de la zone d'étude.

En été, aucune observation de Grand Dauphin n'a été effectuée en Manche Est. Les seules observations à proximité de la zone d'étude ont eu lieu à l'ouest du Cotentin et concernent la population résidente du golfe normand-breton.

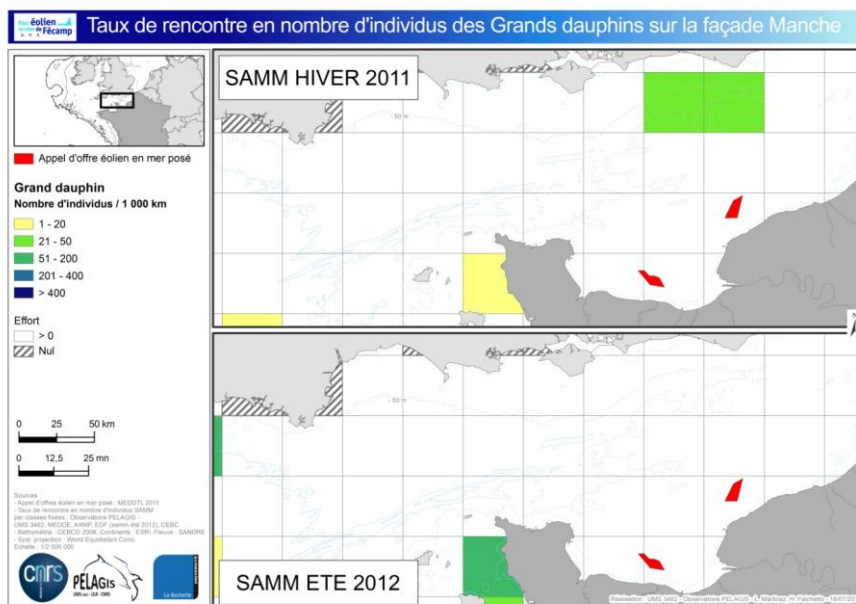


Figure 27 : Taux de rencontre en nombre d'individus des Grands Dauphin (Source : CRMM & AMP, 2013)

Très peu d'observations ont été réalisées en Manche pour l'hiver comme pour l'été. Aucune densité de points n'a donc pu être calculée pour l'espèce.

IV.2.4. MARSOUIN COMMUN

IV.2.4.1. Taux de rencontre en nombre d'individus

Sur la zone de Fécamp, les marsouins sont très présents en hiver comme sur une bonne partie de la Manche. Les effectifs sont plus importants à l'est du cap d'Antifer, même si la distribution est assez homogène. Les observations sont répertoriées sur l'ensemble de la Manche jusqu'en Angleterre.

En été, les observations sont un peu moins nombreuses, surtout très près des côtes. Les marsouins sont toujours observés sur l'ensemble de la Manche mais les effectifs sont moins importants qu'en hiver sur la zone d'étude, les forts effectifs étant plutôt localisés vers l'ouest.

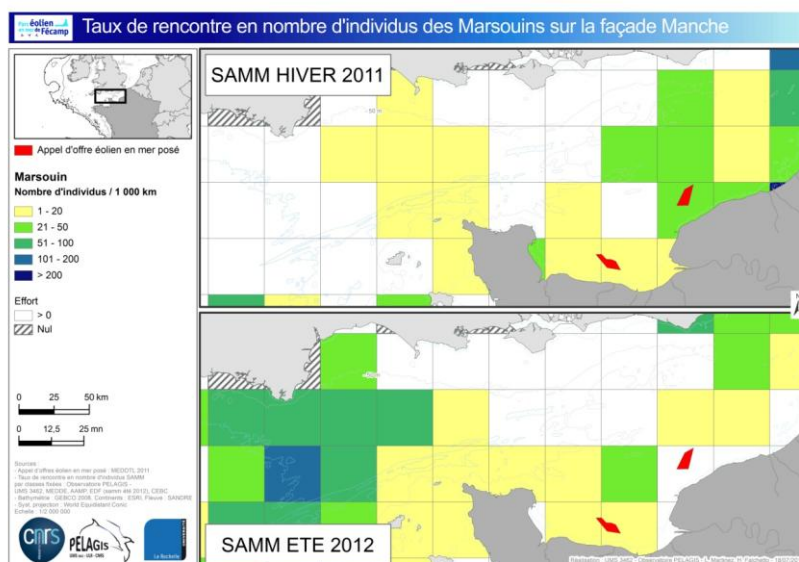


Figure 28 : Taux de rencontre en nombre d'individus des Marsouins communs (Source : CRMM & AMP, 2013)

IV.2.4.2. Densité

Les densités de marsouins en hiver dans la Manche sont très importantes, les plus fortes étant enregistrées dans le Pas de Calais. L'ouest du Cotentin est également abondamment fréquenté. De nombreuses observations ont été effectuées au large de Fécamp, avec des tailles de groupe relativement importantes pour l'espèce.

En été, le même schéma est observé, avec de très fortes densités dans le Pas de Calais, mais aussi à l'ouest du Cotentin. Ces fortes densités « masquent » les autres observations, qui ont pourtant eu lieu dans toute la zone du parc de Fécamp. Les marsouins communs sont donc présents toute l'année en Manche en effectifs importants. Sur la zone autour de Fécamp, la fréquentation est tout de même plus forte en hiver.

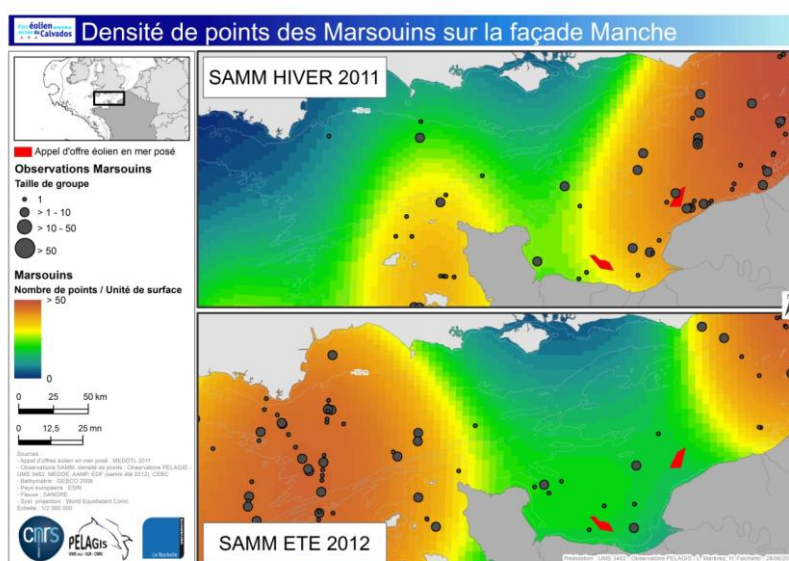


Figure 29 : Densité de points des marsouins communs sur la zone d'étude et ses environs (Source : CRMM & AMP, 2013)

IV.2.5. BALENOPTERIDES

Les balénoptéridés regroupent les Petits Rorquals et les Rorquals communs. Peu d'observations de grands cétacés ont été effectuées en Manche Est. En hiver, une observation a eu lieu au Nord du projet de parc de Fécamp, près des côtes britanniques de la Manche. En été, aucune observation n'a été réalisée en Manche Est.

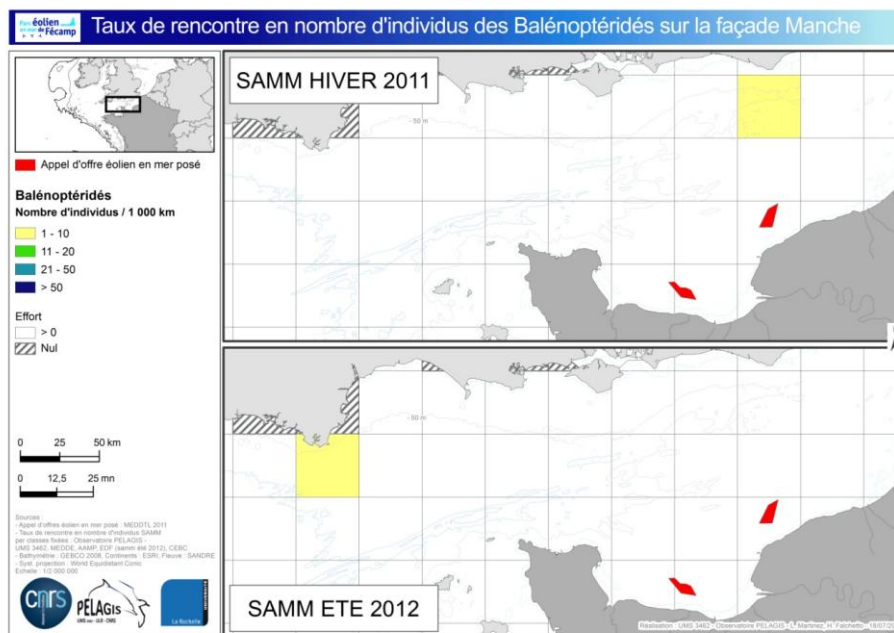


Figure 30 : Taux de rencontre en nombre d'individus des balénoptéridés (Source : CRMM & AMP, 2013)

IV.3. ECHOUAGES

Source : Observatoire PELAGIS

En France, les échouages de mammifères marins sont suivis par le Réseau National Echouages (RNE) depuis 1970. Le suivi des échouages sur les littoraux français représente donc une série temporelle sur 40 années consécutives.

Il convient toutefois d'être prudent, le fait de retrouver des animaux échoués sur une zone ne signifie pas forcément qu'ils l'ont fréquentée de leur vivant. En effet, les carcasses de mammifères marins peuvent dériver sur de grandes distances au gré des vents et des courants (Peltier, 2007). Ainsi, les échouages à la côte ne présument pas de l'abondance absolue de cétacés dans une zone mais sont des indicateurs d'abondance relative et de distribution de cétacés.

Entre 1971 et 2011, 449 échouages ont été recensés dans un rayon de 100 km autour de Fécamp. Les échouages répertoriés concernent 17 espèces, dont 4 espèces de phoques. Les phoques représentent près de 30% des échouages. Les phocoenidés ne sont

représentés en France que par le Marsouin commun. Ils représentent toutefois la majorité des animaux échoués, avec plus de 50%. Les delphinidés regroupent le Dauphin commun, le Grand Dauphin, le Dauphin bleu-et-blanc, le Globicéphale, le Dauphin de Risso et les lagénorhynques. Ils sont toutefois peu nombreux sur la zone d'étude, comptabilisant 14% des effectifs totaux. Le reste des cétacés concerne les balénoptéridés (rorquals) et les ziphiidés (baleines à bec).

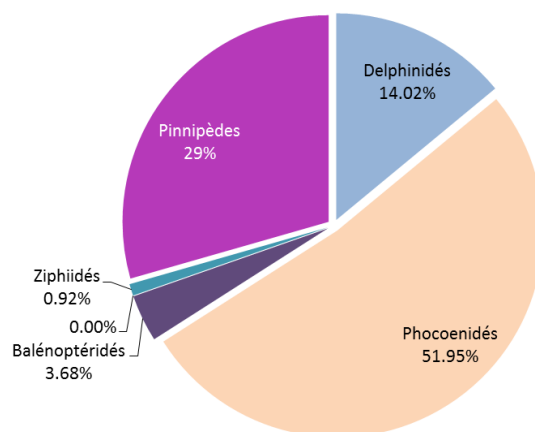


Figure 31 : Répartition des échouages 100 km autour de Fécamp entre 1971 et 2011
(Source CRMM, 2013)

IV.3.1. CETACES

Les marsouins communs sont prépondérants dans la composition spécifique des animaux échoués dans la zone d'étude, puisqu'ils représentent plus de 75% des échouages. Le Dauphin commun et le Globicéphale noir arrivent loin derrière avec chacun 7%. Le Rorqual commun enregistre un total de 3% des échouages, suivi du Dauphin bleu et blanc et du Grand Dauphin avec 2%.

Les autres espèces représentent chacune moins d'1% (Petit Rorqual, Dauphins de Risso, ziphiidés...) des échouages. Plusieurs Lagénorhynques à bec blanc ont aussi été identifiés. Quelques espèces rares sont ainsi à signaler : 2 Hyperodons boréaux, un Mésoplodon de Sowerby et une Baleine à bosse ont ainsi été retrouvés échoués dans la zone, alors qu'elles sont relativement rares à l'échelle de la façade.

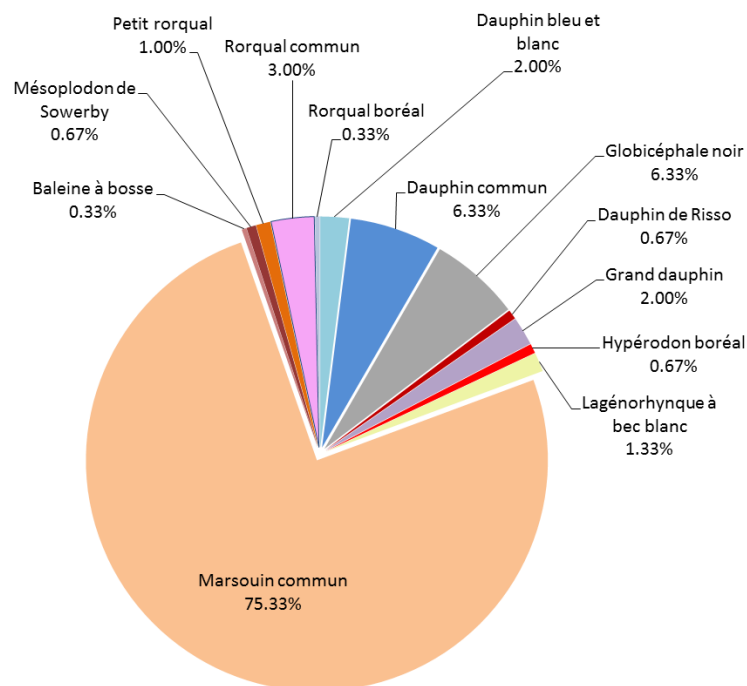


Figure 32 : composition spécifique des échouages de cétacés 100 km autour de Fécamp entre 1971 et 2011
(Source CRMM, 2013)

Parmi les espèces recensées, seuls les échouages de Marsouin commun marquent une forte saisonnalité. Les échouages de Marsouin commun ont lieu toute l'année, avec un pic important entre mars et mai, pour atteindre un maximum de 50 en avril. Ces pics correspondent aux épisodes d'échouages multiples observés chaque année sur le littoral de la Manche dont la majorité est souvent due aux captures accidentelles dans les engins de pêche.

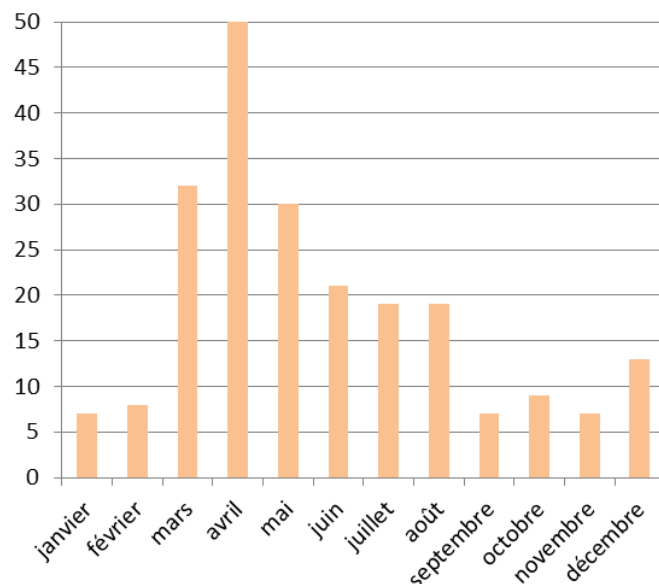


Figure 33 : Distribution saisonnière des échouages de Marsouin commun 100 km autour de Fécamp entre 1971 et 2011 (Source CRMM, 2013)

Les autres espèces présentent des effectifs plus faibles, mais sont néanmoins signalées en échouages toute l'année sur la zone d'étude.

Les Dauphins bleu et blanc sont peu nombreux, mais signalés entre mars et septembre en échouage. Le Globicéphale noir est répertorié toute l'année en échouage, avec un maximum en fin d'été. Le Grand Dauphin est signalé de façon régulière durant l'année, mais en très petit effectif. Enfin le Dauphin commun est également signalé toute l'année, avec un maximum en avril.

Globalement, les échouages répertoriés sur la zone d'étude suivent les mêmes tendances qu'au niveau de la façade Manche. En effet, une hausse générale des échouages est constatée des années 70 à aujourd'hui, avec une accélération depuis la fin des années 90.

Cette augmentation pour l'ensemble des échouages est essentiellement due aux échouages de Marsouin commun. Leur augmentation est quasiment exponentielle depuis la fin des années 90, confirmant la thèse du déplacement de population vers le sud de la mer du Nord. Quasiment disparu des côtes françaises jusqu'aux années 90, le marsouin est aujourd'hui l'espèce principale de la Manche Est.

IV.3.2. PINNIPÈDES

Au total, 128 phoques ont été retrouvés échoués sur la zone d'étude. Le Phoque veau-marin est l'espèce principale retrouvée sur la zone puisqu'il représente 81% des échouages. Le Phoque gris arrive ensuite avec 15% des échouages, suivi du Phoque du Groenland et du Phoque barbu. Les Phoques du Groenland et le Phoque barbu sont des phoques polaires, qui sont donc arrivés par hasard sur le littoral français. Leur présence n'est pas représentative d'un quelconque schéma migratoire.

Le Phoque gris et le Phoque veau-marin sont présents en France, avec des colonies en Manche et en Bretagne Sud. La colonie la plus proche de la zone d'étude est située en baie de Somme (94 km de l'aire d'étude rapprochée, 60 km de l'aire d'influence), et abrite une colonie de Phoque veau-marin et de Phoque gris. La baie des Veys est un peu plus éloignée (104 km de l'aire d'étude rapprochée, 68 km de l'aire d'influence), mais abrite également une colonie de Phoque veau-marin. Les individus retrouvés échoués proviennent probablement de ces colonies, et correspondent souvent à de jeunes individus.

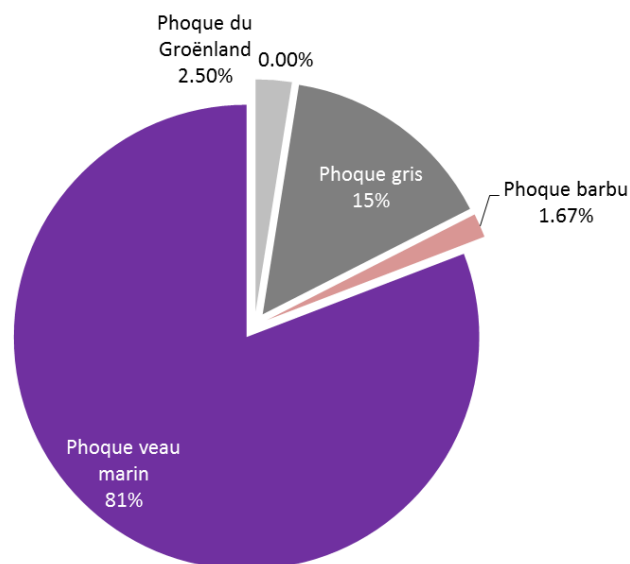


Figure 34 : Composition spécifique des échouages de pinnipèdes 100 km autour de Fécamp entre 1971 et 2011
(Source CRMM, 2013)

Les échouages de phoques sont enregistrés toute l'année, mais avec des pics entre juin et septembre et entre novembre et décembre. Cette saisonnalité des échouages de pinnipèdes est due à celle des Phoques gris et veaux-marins.

En effet, les Phoques veaux marins présentent des pics d'échouages entre juin et septembre, avec un maximum en août. Cela correspond à la période de mise-bas pour cette espèce, et donc une période où les animaux sont particulièrement vulnérables, en particulier les jeunes. Pour les Phoques gris, un pic est observé entre novembre et décembre, période de mise bas.

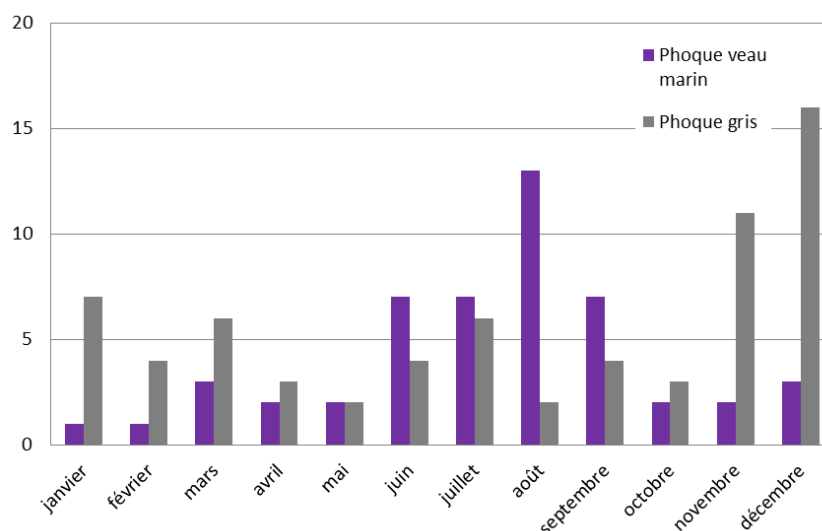


Figure 35 : Distribution saisonnière des échouages de pinnipèdes 100 km autour de Fécamp entre 1971 et 2011
(Source CRMM, 2013)

Les plus grandes densités d'échouages de Phoque gris sont enregistrées au niveau de la baie de Somme qui accueille la seule colonie de l'espèce à proximité de l'aire d'étude. Concernant le Phoque veau-marin, les concentrations d'échouages les plus importantes sont notées autour des colonies de reproduction de la baie des Veys et de la baie de Somme.

IV.4. OBSERVATIONS OPPORTUNISTES DU GMN

Les observations opportunistes collectées par le GMN depuis 1980 dans le secteur d'étude sont au nombre de 80 (carte 13). 5 espèces ont été identifiées. L'espèce majoritairement rencontrée est le Globicéphale noir, suivi du Marsouin commun. Des Phoques gris et veaus-marins ont également été observés à terre. Enfin, quelques Grands Dauphins ont également été répertoriés.

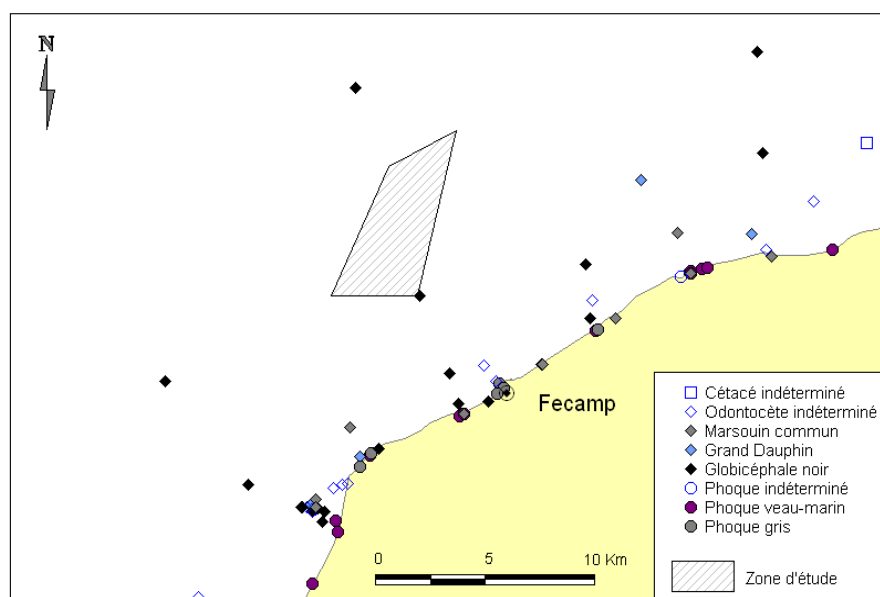


Figure 36 : Répartition des données bibliographiques de mammifères marins de 1980 à 2009 (Source GMN, 2009)

Il convient de souligner que les données utilisées ici sont des données opportunistes. Certaines sont issues de signalement de la part de plaisanciers, d'autres ont été acquises sans protocole précis et pour la plupart sans l'effort d'observation associé. Elles sont donc à considérer avec prudence et ne doivent pas être sur-interprétées. Les données opportunistes sont une source d'information qui renseigne sur les espèces présentes, dans la mesure où l'identification de l'espèce est certaine. Elles ne peuvent toutefois pas renseigner sur la saisonnalité de présence dans la mesure où elle reflète généralement plus la saisonnalité de présence d'observateurs sur l'eau que des mammifères marins.

IV.5. SUIVI TELEMETRIQUE DES PHOQUES

Source : CRMM

Des suivis télémétriques par balises GPS/GSM ont été réalisés ces dernières années sur les phoques veaux marins et phoques gris en Manche, en particulier pour la zone nous concernant :

- A partir de la baie des Veys : suivi de 12 phoques veaux marins entre 2007 et 2009 (Vincent et al. 2010)
- A partir de la baie de Somme : suivi de 10 phoques veaux marins en 2008-2009 (Vincent et al. 2010)
- A partir de la baie de Somme : suivi de 12 phoques gris en 2012-2013 (Vincent et al., données non publiées).

Ces suivis permettent de visualiser les déplacements des deux espèces de phoques autour de l'aire d'étude et de repérer les zones fréquentées par les phoques.

IV.5.1. PHOQUE VEAU-MARIN

Aucune localisation obtenue à partir des 12 phoques équipés en baie des Veys ne se superpose au périmètre du projet de parc éolien de Fécamp. La majorité des déplacements observés par télémétrie restent néanmoins très côtiers, aucun des individus suivis ne s'étant déplacés à plus d'une quinzaine de kilomètres en mer au large des côtes.

La colonie de phoques de la baie de Somme est située à environ 90 km du projet de parc de Fécamp. Les dix phoques veaux marins suivis par balises GPS/GSM en 2008-2009 ont réalisé, comme en baie des Veys, des déplacements particulièrement côtiers, ne se déplaçant pas à plus de 15 km à l'ouest de la baie de Somme, mais généralement moins de 5 km vers le large dans les autres zones. Leurs trajets longitudinaux le long des côtes ont cependant atteint 70 à près de 100 km à partir de la baie de Somme, que ce soit jusqu'au cap Gris-Nez au nord ou jusqu'à Saint-Pierre-en-Port au sud.

Comme en baie des Veys, ces suivis télémétriques de Phoques veaux marins montrent que ces animaux sont relativement mobiles, se déplaçant régulièrement à plusieurs dizaines voire une centaine de kilomètres de leur colonie pour se nourrir ou changer de lieu de repos, mais que leurs déplacements restent toujours très côtiers.

Aucune des localisations obtenues au cours de ces suivis n'est superposée au périmètre du projet de parc éolien de Fécamp, la plus proche étant située à environ 13 km de celui-ci, à proximité de la côte.

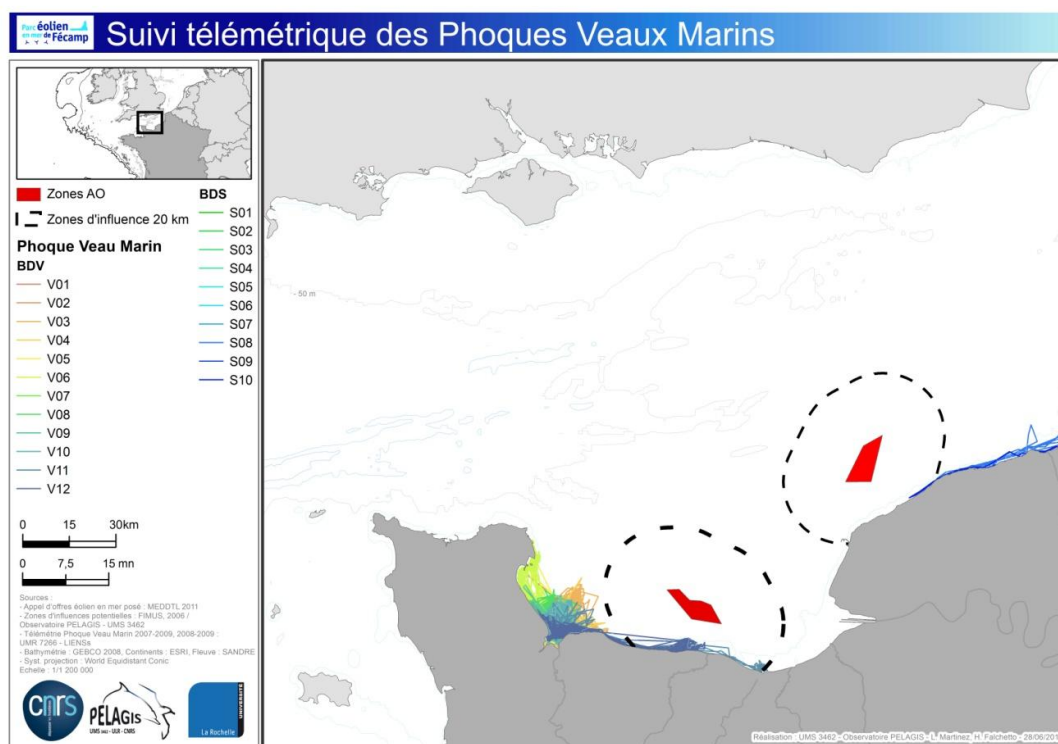


Figure 37 : Résultats du suivi télémétrique des Phoques veaux-marins en Manche (Source : CRMM & AMP, 2013)

IV.5.2. PHOQUE GRIS

Les suivis télémétriques de Phoques gris réalisés à partir de la baie de Somme permettent de mettre en évidence un comportement très différent de celui du Phoque veau-marin. Cette espèce se déplace à beaucoup plus grande distance et beaucoup plus au large : certains individus se sont rendus aux Pays-Bas, au sud de l'Allemagne ou en Ecosse, et plusieurs ont effectué de fréquents voyages en mer au centre de la Manche voire au centre de la mer du Nord pour chasser, à des distances de la côte atteignant 100 voire 300 km.

Les résultats obtenus montrent ainsi d'une part la plus grande mobilité des Phoques gris à partir de la colonie où ils peuvent être ponctuellement observés à terre, mais aussi la plus grande variabilité inter-individuelle de comportement (chaque phoque exploitant une zone différente pour chasser).

Au cours de ces 12 suivis individuels, plusieurs phoques sont passés dans une zone de moins de 20 km du parc de Fécamp. Deux phoques ont même traversé la zone du parc, dont l'un à deux reprises. Dans les deux cas, ces localisations correspondent à des trajets

relativement directs entre deux zones d'intérêt pour le phoque, aucun n'ayant privilégié la zone pour chasser.

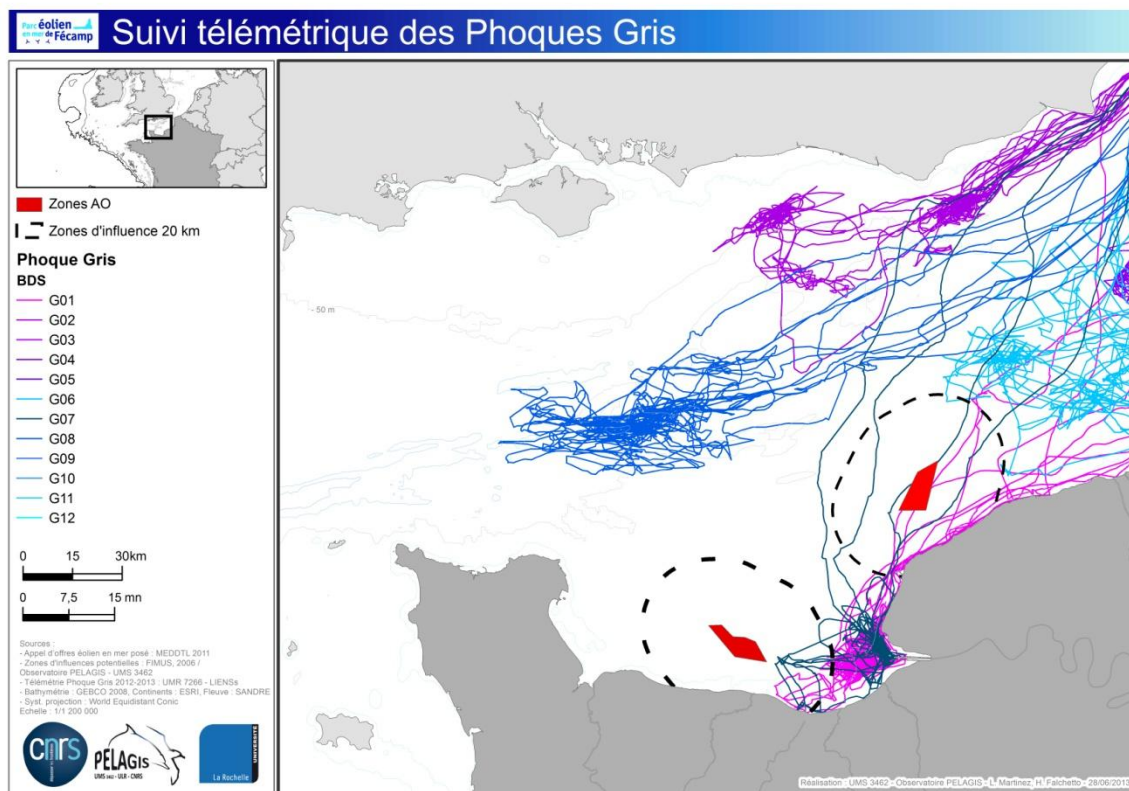


Figure 38 : Résultats du suivi télémétrique des Phoques gris en Manche (Source : CRMM & AMP, 2013)

IV.6. RESULTATS DES CAMPAGNES D'INVENTAIRES

Voir annexes 3 à 6 : Détail des observations de mammifères marins (inventaires par bateau et par avion et depuis la côte)

IV.6.1. CAMPAGNE 2008/2009

Lors de la campagne 2008/2009 menés de mars à 2008 à octobre 2009, quatre espèces de mammifères marins ont été recensées en avion dans l'aire éloignée. Ce sont trois cétacés : le Dauphin bleu et blanc, le Grand Dauphin et le Marsouin et une espèce de pinnipède indéterminé : le Phoque gris / Phoque veau-marin.

45 mammifères marins n'ont pas pu être déterminés spécifiquement : il s'agit probablement de dauphins ou de marsouins.

Les recensements par bateau (GMN, 2009) ont quant eux permis de recenser 9 individus (Marsouins et Delphinidés non déterminés).

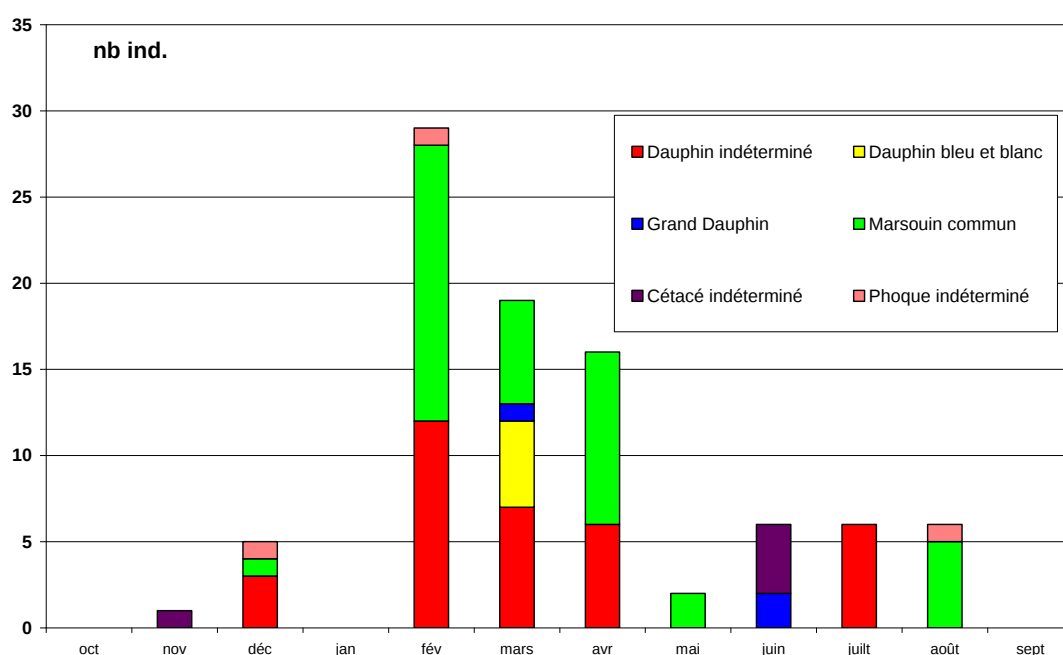


Figure 39 : Phénologie d'observation des cétacés (données avion + bateau) lors de la campagne 2008/2009 (BIOTOPE)

Les observations sont plus nombreuses au printemps, encore régulières en été puis déclinent en automne. En hiver, les observations sont moins régulières. Les déplacements printaniers de dauphins et de marsouins sont à mettre en relation avec la remontée des mammifères marins vers leurs zones de mises bas. Les données estivales

quant à elles concernent principalement les dauphins et spécifiquement le Grand Dauphin *Tursiops truncatus* qui met bas surtout en début d'été.

En septembre-octobre, les Grands Dauphins quittent les secteurs littoraux pour rejoindre le pourtour des îles anglo-normandes. Le Marsouin semble quasi absent de la zone en hivernage.

IV.6.1. CAMPAGNE 2012/2013

Seules quatre espèces ont été recensées dans l'aire d'étude élargie entre septembre 2012 et août 2013 depuis l'avion depuis le bateau et depuis la côte :

- 2 espèces de pinnipèdes : le Phoque gris et le Phoque veau-marin ;
- 2 espèces de cétacés : le Marsouin commun et le Grand Dauphin.

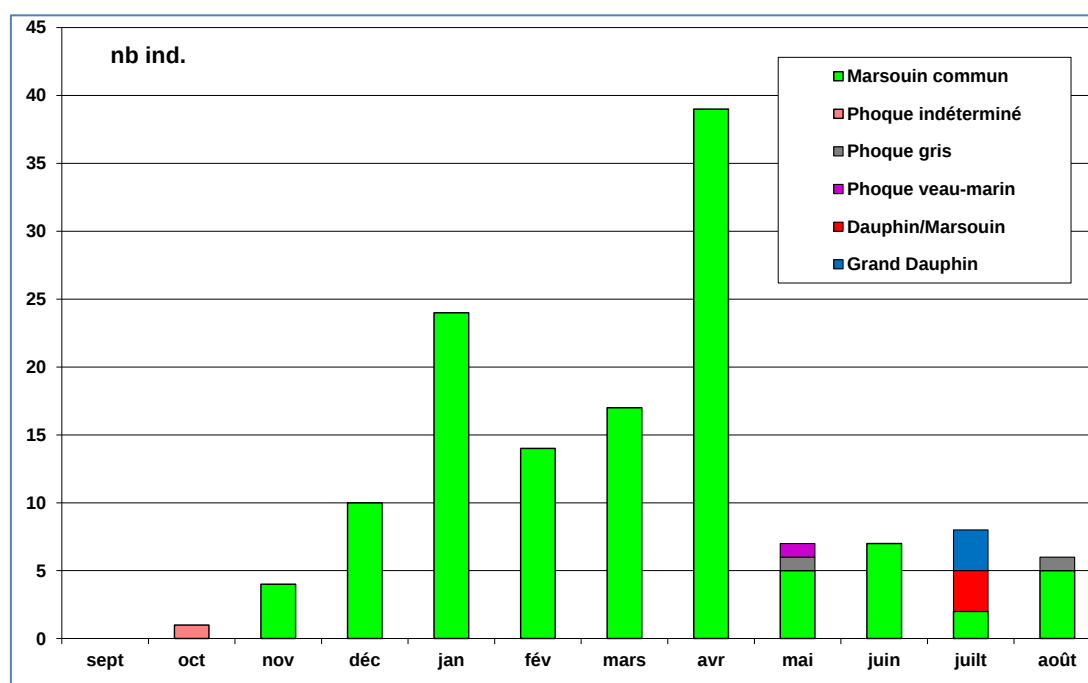


Figure 40 : Phénologie d'observation des cétacés (données avion + bateau + côte) lors de la campagne 2012/2013 (BIOTOPE)

Lors de la campagne 2012/2013, la diversité observée est beaucoup plus faible. Les 3 observations de Phoque gris et de Phoque veau-marin ont été réalisées sur la frange côtière tout comme lors de la campagne 2008/2009. Concernant les cétacés, une seule observation de Grand Dauphin a été réalisée en juillet 2013. Cette observation concerne 2 individus adultes accompagnés d'un jeune individu. Toutes les autres observations de cétacés concernent le Marsouin commun. Les effectifs observés semblent supérieurs à ceux observés en 2008/2009 mais cela peut être dû à la quantité de dauphin/marsouin non déterminés spécifiquement lors de la précédente campagne (45). En 2012/2013, le nombre de dauphins/marsouins est beaucoup plus faible (3). Ces observations se

répartissent entre le mois de novembre et le mois de mai. Si la répartition au mois de janvier/février semble très concentrée sur la frange côtière (moins de 10 km des côtes), cela ne semble pas être le cas entre mars et mai avec une répartition plus homogène dans l'ensemble de l'aire d'étude élargie (voir carte 66).

L'ensemble des données issues de différentes sources (échouages, données opportunistes, campagne SAMM, et deux campagnes bateau/avion dédiées) permet de donner une idée précise de la mammalofaune marine présente dans l'aire d'étude élargie.

Deux espèces de cétacés peuvent être considérées comme présentes régulièrement dans la zone d'étude :

- Le **Marsouin commun** semble l'espèce la plus régulière sur le site, présent quasiment toute l'année avec de plus fortes densités entre janvier et avril. Cette période correspond à la période d'accouplement. La présence de l'espèce d'avril à août laisse planer le doute quant à la possibilité de reproduction sur l'aire d'étude. Même si aucun indice sur des individus vivants n'a été recueilli (femelle accompagnée de son petit), des échouages de femelles gestantes ou de jeunes ont été notés en Normandie.

- Le **Grand Dauphin**, même si l'espèce n'est pas aussi régulière que le Marsouin, les informations laissent penser qu'elle est présente dans le secteur d'étude entre mars et juillet. De nombreux témoignages circonstanciés (vidéos de pêcheurs, plaisanciers) rapportent la présence de cette espèce en pêche au-dessus d'une épave située en face de Dieppe (au nord de l'aire d'étude).

Deux espèces de pinnipèdes sont amenées à fréquenter l'aire d'étude élargie de façon plus ou moins régulière. La présence de colonies en baie de Somme nécessite qu'elles soient prises en compte comme des espèces régulières :

- Le **Phoque veau-marin** fréquente uniquement la frange côtière depuis la baie de Somme. Les suivis télémétriques réalisés sur l'espèce montrent qu'il ne fréquente pas l'aire d'implantation.

- Le **Phoque gris** fréquente davantage l'aire d'étude élargie et notamment le large. Les suivis télémétriques montrent d'ailleurs que l'espèce peut être amenée à fréquenter l'aire d'implantation lors de transits (celle-ci n'est pas utilisée comme zone d'alimentation).

Trois autres espèces peuvent être jugées comme irrégulières voire occasionnelles et notamment présentes au cours de leur déplacements migratoire :

- Le **Globicéphale noir** est un visiteur régulier en fin d'été. Aucune observation n'a été observée dans le cadre de cette étude. Les seules données proviennent de

la base de données du GMN (pas d'observation dans la zone d'étude lors de la campagne SAMM).

- Le **Dauphin commun**, aucune observation n'a été réalisée dans le cadre des inventaires menés pour cette étude. Les seules données proviennent d'observations opportunistes. En août 2013, une observation circonstanciée a été notée en face de Dieppe (Infos, OBS - MAM : OBServatoire des MAMmifères Marins en Mer de la Manche). L'espèce semble très occasionnelle dans la zone d'étude.

- Le **Dauphin bleu et blanc** est une espèce hauturière, une seule observation a été réalisée dans l'aire d'étude en mars 2009. L'espèce semble très occasionnelle dans la zone d'étude.

IV.7. BIOEVALUATION DES MAMMIFERES MARINS

Le tableau ci-après liste les espèces observées et indique leurs statuts d'abondance à différentes échelles.

Le statut dans l'aire d'étude est défini à dire d'experts sur la base des différents types de données recueillies dans le cadre de cette étude.

Remarque : un grand nombre d'observations n'a pas été déterminé au niveau spécifique du fait du mode de recensement.

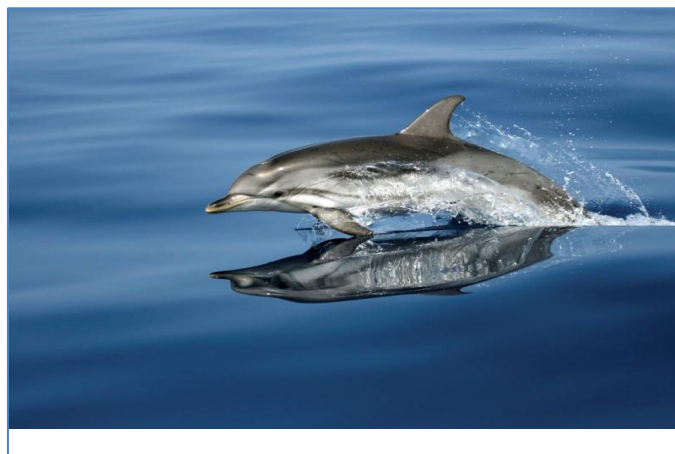


Figure 41 : Dauphin bleu et blanc (Cliché BIOTOPE)

- MAMMIFERES MARINS – ESPECES RECENSEES SUR L’AIRE D’ETUDE ELOIGNEE -						
Espèce	DH	P	Liste rouge Monde	Liste rouge France	Statut en Manche	Statut dans l’aire d’étude
Espèces régulières ou colonies de reproduction présentes						
Grand Dauphin (<i>Tursiops truncatus</i>)	II et IV	X	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Régulier, plus commun en Manche ouest	Visiteur régulier, notamment en période estivale. Présence en faibles effectifs
Marsouin commun (<i>Phocoena phocoena</i>)	II et IV	X	Préoccupation mineure	Quasi-menacée	Rare	Présence régulière durant toute l’année avec de plus fortes densités de janvier à avril.
Phoque gris (<i>Halichoerus grypus</i>)	II et V	X	Préoccupation mineure	Quasi-menacée	Rare mais régulier	Visiteur régulier sur la frange côtière. Fréquente également régulièrement le large en transit et pour l’alimentation. Présence dans l’aire d’implantation en phase de transit. Colonies en baie de Somme.
Phoque veau-marin (<i>Phoca vitulina</i>)	II et V	X	Préoccupation mineure	Quasi-menacée	Commun	Visiteur irrégulier uniquement sur la frange côtière. Colonies de reproduction en baie de Somme.
Espèces occasionnelles/irrégulières						
Dauphin bleu et blanc (<i>Stenella coeruleoalba</i>)	IV	X	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Occasionnel	Occasionnelle une seule observation en mars 2009.
Dauphin commun (<i>Delphinus delphis</i>)	IV	X	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Commun en Manche ouest, plus occasionnelle en Manche est	Occasionnelle une observation opportuniste en août 2013 face à Dieppe.
Globicéphale noir (<i>Globicephala melas</i>)	IV	X	Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Commun	Observations opportunistes régulière en fin d’été. Pas de contact durant les deux campagnes d’étude.

DH : Directive Habitats (annexe II : espèces d’intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation ; annexe IV : espèces d’intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte ; annexe V : Espèces d’intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l’exploitation sont susceptibles de faire l’objet de mesures de gestion)

P : Protection nationale au titre de l’Arrêté du 1^{er} juillet 2011 fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection

V. ETAT INITIAL POUR LES CHAUVES-SOURIS

V.1. GENERALITES SUR L'UTILISATION DE LA MANCHE PAR LES CHIROPTERES

(source : GMN)

L'extraction de la base de données du GMN a été réalisée sur 14 communes situées sur le littoral de Seine-Maritime dans un périmètre d'environ 15 kilomètres autour du projet éolien offshore. Cette distance correspond généralement à la distance maximale qu'une chauve-souris sédentaire à grand rayon d'action prospecte autour de son gîte pour se nourrir et s'abreuver. Les espèces migratrices se déplacent sur des distances nettement plus importantes allant jusqu'à près de 2000 km pour certaines d'entre elles. Les données disponibles dans la base de données du GMN permettent donc de porter à un minimum de 12 espèces sur les 22 connues en Normandie, le nombre d'espèces présentes à moins de 15 km de la zone du projet. Auxquelles sont ajoutées 4 espèces déjà observées en Normandie et dont le caractère migrateur est connu.

Espèces	Nbre de données	Rareté Normandie	Vulnérabilité
Espèces contactées dans le périmètre des 15km			
Petit Rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>	206	Très rare	Vulnérable
Grand Rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	123	Très rare	Vulnérable
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	86	Rare	Vulnérable
Murin de Bechstein <i>Myotis bechsteini</i>	7	Très rare	Vulnérable
Murin de Daubenton <i>Myotis daubentoni</i>	69	Commune	Faible
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i>	30	Rare	Faible
Murin à moustaches <i>Myotis mystacinus</i>	156	Commune	Faible
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	2	Commune	Faible
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	17	Commune	Faible
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	1	Rare	Faible
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	11	Rare	Vulnérable
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>	17	Commune	Faible
Espèces à caractère migrateur contactée en Normandie			
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	-	Rare	-
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	-	Rare	-
Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	-	Très rare	-
Sérotine bicolore <i>Vespertilio murinus</i>	-	Exceptionnelle	-

Figure 42 : Chauves-souris potentiellement présentes sur le littoral haut-normand (GMN)

V.2. RESULTATS DES ECOUTES NOCTURNES EN MER

Une seule espèce de chiroptères a été contactée au cours des écoutes effectuées à l'aide d'un ANABAT SD1. Celui-ci a été posé sur le bateau au cours des différentes missions de suivi avifaune par radar en mars, septembre et octobre 2009, soit en période migratoire. Seule la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) a été contacté à 16 km de la côte. C'est une espèce migratrice capable de parcourir de grandes distances entre les gîtes estivaux et les gîtes hivernaux. Un seul contact a été enregistré le 22 septembre 2009 en fin de nuit (vers 5h).

V.3. BIOEVALUATION DES CHAUVES-SOURIS

Le tableau suivant liste les différentes espèces de chauves-souris observées dans un rayon de 15 km autour du site et les migrateurs possibles contactés en Normandie.

Espèces	An DH	Liste rouge France	Sensibilité à l'éolien terrestre	Caractère migrateur/présence en mer	Potentialité d'interaction avec le projet
Petit Rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>	An II An IV	Préoccupation mineure	Faible	Espèce sédentaire. Pas d'activités connues en mer	Faible
Grand Rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	An II An IV	Quasi-menacée	Moyenne	Espèce sédentaire. Pas d'activités connues en mer	Faible
Grand Murin <i>Myotis myotis</i>	An II An IV	Préoccupation mineure	Faible	Déplacements régionaux. Déplacements côtiers ou offshore occasionnels	Faible
Murin de Bechstein <i>Myotis bechsteini</i>	An II An IV	Quasi-menacée	Moyenne	Espèce sédentaire. Pas d'activités connues en mer	Faible
Murin de Daubenton <i>Myotis daubentoni</i>	An II	Préoccupation mineure	Faible	Sédentaire. Présence en pleine mer rarement mentionnée, ou à moins de 20 km des côtes	Faible
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i>	An II	Préoccupation mineure	Faible	Sédentaire. Pas d'activités connues en mer	Faible
Murin à moustaches <i>Myotis mystacinus</i>	An II	Préoccupation mineure	Faible	Espèce sédentaire. Pas d'activités connues en mer	Faible
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	An II	Préoccupation mineure	Moyenne	Déplacements régionaux. Présence en pleine mer régulièrement mentionnée, à plus de 20km kilomètres des côtes	Moyen
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	An II	Préoccupation mineure	Forte	Sédentaire. Présence en pleine mer rarement mentionnée, ou à moins de 20 km des côtes	Faible
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	An II	Quasi-menacée	Forte	Migrateur. Présence en pleine mer souvent mentionnée, à des distances de côtes supérieures à 100km	Forte
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella</i>	An II	Préoccupation	Faible	Déplacements régionaux. Pas d'activités connues	Faible

<i>barbastellus</i>	An IV	mineure		en mer	
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>	An II	Préoccupation mineure	Faible	Sédentaire. Présence en pleine mer régulièrement mentionnée, à plus de 20km kilomètres des côtes	Faible
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	An II	Quasi-menacée	Forte	Migrateur. Présence en pleine mer régulièrement mentionnée, à plus de 20km kilomètres des côtes	Forte
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	An II	Quasi-menacée	Forte	Migrateur. Présence en pleine mer régulièrement mentionnée, à plus de 20km kilomètres des côtes	Forte
Pipistrelle pygmée <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	An II	Préoccupation mineure	Forte	Déplacements régionaux. Présence en pleine mer rarement mentionnée, ou à moins de 20 km des côtes	Faible
Sérotine bicolore <i>Vespertilio murinus</i>	An II	Non évaluée	Moyenne	Migrateur. Espèce occasionnelle en Haute-Normandie. Présence en pleine mer souvent mentionnée, à des distances de côtes supérieures à 100km des côtes	Moyen

Figure 43 : Chauves-souris potentiellement en interaction avec le projet (GMN)

- La colonne « DH - Statut de protection en Europe » indique l'inscription ou non de l'espèce aux annexes de la Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16.
- La colonne « Liste rouge France » indique le degré de menace de l'espèce au niveau national
- La colonne « Sensibilité à l'éolien terrestre » se fonde sur le niveau de menace au niveau national (statut liste rouge France NT : espèce quasi menacée, LC : préoccupation mineure, DD : données insuffisantes) et la classe de sensibilité à l'éolien sur 3,5 (en nombre de cadavres découverts sous les machines en Europe) (source : SFEPM – décembre 2012).
- La colonne « Caractère migrateur et présence en mer » se base sur l'évaluation des capacités de chaque espèce de chiroptères présents en Normandie à se déplacer et/ou chasser en mer (d'après T. Dubos – Groupe Mammalogique Breton, 2009 sur la base des travaux d'Ahlen et al. 2007 et des observations non publiées du GMB et du GMN).
- La colonne « Sensibilité à l'éolien en mer » synthétise l'ensemble de ces données.

V.4. ENJEUX POUR LES CHAUVES-SOURIS

L'aire d'étude n'est pas un milieu favorable aux chauves-souris. Elle n'est qu'une voie de transit migratoire potentiel. La présence d'un individu en migration a pu être mise en évidence au cours de la mission radar de septembre 2009 avec un seul contact d'une Pipistrelle de Nathusius, qui est une des espèces les plus souvent rencontrées en vol migratoire sur terre au printemps et en automne.

Les périodes de migration propres aux chiroptères s'étalent de la fin du mois de mars jusqu'au début du mois de juin, puis reprennent au cours du mois d'août et jusqu'à la fin du mois d'octobre. La période de contact correspond donc à la migration d'automne.

La diversité spécifique des chauves-souris sur l'aire d'étude est très faible.

La présence de la Pipistrelle de Nathusius à cette distance de la côte est remarquable. Cette espèce est connue pour parcourir de grandes distances en période de migration pour gagner ses gîtes d'hiver. Il est donc probable que l'on soit en présence d'échanges entre la France et les Iles Britanniques. Si l'activité des chauves-souris reste faible au large, l'étude a toutefois permis de confirmer l'existence de mouvements trans-Manche en période migratoire.

VI. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT INITIAL

L'aire d'influence du projet éolien en mer de Fécamp (ou aire d'étude éloignée) comprend une vaste zone allant de Saint-Valéry-en-Caux au sud du cap d'Antifer et s'étendant jusqu'à 36 km en mer. L'aire d'étude rapprochée (ou zone de projet) est située au centre de cette aire d'influence.

Sur la base des données disponibles dans le cadre de cette étude (données d'échouages, campagnes SAMM, observations opportunistes, et de campagnes d'inventaires bateau et avion en mer en 2008/2009 et 2012/2013), sept espèces de mammifères marins semblent fréquenter l'aire d'étude dont quatre de façon plus régulière :

- le **Marsouin commun** semble l'espèce la plus régulière sur le site, présent quasiment toute l'année avec de plus fortes densités entre janvier et avril. Cette période correspond à la période d'accouplement. La présence de l'espèce d'avril à août laisse planer le doute quant à la possibilité de reproduction sur l'aire d'étude. Même si aucun indice sur des individus vivants n'a été recueilli (femelle accompagnée de son petit), des échouages de femelles gestantes ou de jeunes ont été notés en Normandie.

- le **Grand Dauphin**, même si l'espèce n'est pas aussi régulière que le Marsouin, semble être présent en période estivale.

Deux espèces de pinnipèdes sont amenées à fréquenter l'aire d'étude éloignée de façon plus ou moins régulière. La présence de colonies en Baie de Somme et baie des Veys nécessite qu'elles soient prises en compte comme des espèces régulières :

- le **Phoque veau-marin** fréquente uniquement la frange côtière depuis la Baie de Somme ;

- le **Phoque gris** fréquente d'avantage l'aire d'étude élargie et notamment le large y compris l'aire d'implantation.

Trois autres espèces peuvent être jugées comme irrégulières voir occasionnelles et notamment présentes au cours de leur déplacement migratoire :

- le **Globicéphale noir** est un visiteur régulier en fin d'été ;

- le **Dauphin commun** et le **Dauphin bleu et blanc** dont la présence semble très occasionnelle dans la zone d'étude.

Les inventaires ont également permis de noter un contact avec un Requin pèlerin en dehors de la zone de projet et de mettre en évidence des transits migratoires de chauves-souris entre les Iles Britanniques et le continent. Transits, qui selon l'analyse du GMN représentent un enjeu écologique faible. Ces deux éléments ne constituent cependant pas un enjeu important pour le projet.

VII. GENERALITES SUR LES EFFETS DES PROJETS EOLIENS

VII.1. EFFETS POSSIBLES SUR LES MAMMIFERES MARINS

Des effets peuvent être occasionnés par des perturbations directes et/ou indirectes pendant les travaux de construction du parc, mais également durant la phase d'exploitation.

Depuis quelques années, les parcs éoliens offshore de différents pays font l'objet de suivis post-construction, ce qui permet de disposer de retours d'expérience concernant les mammifères marins (**Cf. Annexe 1 : Synthèses bibliographiques**).

C'est le cas notamment en Belgique, Pays-Bas, Allemagne et au Danemark. Si certains projets concernent la Mer baltique avec des conditions difficilement comparables à celle de la Manche, d'autres proches en distance offrent des conditions assez semblables (c'est le cas notamment des parcs belges de Thornton bank et Blighbank). Ces suivis de parcs éoliens offshore permettent d'apprécier les réactions aux différents stades (phase de construction et de fonctionnement). Pour cela, différents protocoles ont été mis en place pour les mammifères marins :

- la pose d'enregistreurs automatiques (C-Pod ou T-Pods) pour suivre l'activité du Marsouin ;
- la pose de balise pour les phoques ;
- le suivi visuel de l'activité dans le parc avec comparaison d'une zone témoin.

Une partie de ces références sont décrites précisément (lieu, protocole, résultats) en **Annexe 9**. Ces résultats sont présentés ici par espèce :

VII.1.1. LE MARSOUIN COMMUN

Sur le parc éolien d'Egmond aan Zee, 2 ans après la mise en fonctionnement, l'enregistrement de l'activité acoustique du Marsouin commun a montré que l'espèce fréquente davantage le parc éolien que l'extérieur de celui-ci. L'augmentation de la ressource alimentaire grâce à l'effet « récif » et l'effet « abri » procuré par le parc en l'absence de certains types de pêche et d'un moindre trafic sont les hypothèses avancées pour expliquer ce résultat.

Dans d'autres parcs danois et hollandais, aucune différence n'a pu être mise en évidence entre l'intérieur et l'extérieur du parc éolien en phase de fonctionnement. Néanmoins, il apparaît que les visites du Marsouin commun sont régulières dans les parcs, probablement surtout en phase d'alimentation (en profitant de l'effet « récif »). Un parc de la mer Baltique (Nysted) quant à lui a vu la fréquentation du Marsouin disparaître durant la phase de construction et les deux années suivantes avant de revenir à un niveau proche de l'état de référence. Les conclusions obtenues sur un parc ne peuvent donc pas être extrapolés à l'ensemble de ceux-ci. Des mesures des émissions sonores sous-marines réalisées en phase de fonctionnement sur plusieurs parcs danois montrent que celles-ci sont audibles à faible distance pour le Marsouin commun (70-100m). Des réactions comportementales de la part des Marsouins communs sont donc peu probables en phase de fonctionnement sauf à très faible distance des éoliennes (Tougaard et al 2009).

Des enregistrements réalisés par T-Pods réalisés sur le parc danois d'Horns Rev n'ont montré aucune différence d'activité entre l'extérieur du parc et l'intérieur de celui-ci et

ceci quelle que soit la distance de l'éolienne. A l'intérieur du parc aucune corrélation avec la distance de la turbine ou la vitesse du vent n'a pu être établie. L'autre modification notée concerne un changement du rythme journalier avec un accroissement de l'activité à proximité des turbines du parc de Horns Rev qui serait lié au changement du peuplement piscicole au pied des aérogénérateurs. De plus, les données disponibles recueillies avant, pendant et après la construction du parc éolien indiquent un faible effet négatif sur les Marsouins durant la période de construction et de semi-fonctionnement (période à laquelle des opérations intensives de maintenance étaient réalisées) avec un effet spécifique dû à l'excavation des fonds marins liée à la mise en place des fondations. Des mesures réalisées en Allemagne et en Suède ont montré que les travaux liés à la phase de construction (forage) peuvent propager le son jusqu'à plus de 80km et entraîner des réponses comportementales jusqu'à 20 km. (Thomsen & al, 2006) Des mesures réalisés sur 2 parcs en phase de construction (travaux de forage) ont montré que ceux-ci entraînent une diminution de la fréquence du Marsouin commun et ceci jusqu'à 72 heures après les travaux. Cet impact a été détecté jusqu'à 18 km, et semble absent à 22 km (Brandt & al, 2011).

VII.1.2. LES DELPHINIDES

Peu de retours d'expérience sont disponibles pour les delphinidés quels qu'ils soient, ceux-ci sont souvent absent des parcs de la mer du Nord. Quelques travaux théoriques signalent que confrontés au seuil de gêne de 90 dB décrit par *Nedwell et al.* (2003), la zone de réponse du Grand Dauphin serait de 4,6 km (SKOV, 2006). D'autres observations indiquent des phénomènes d'évitement à 50 km (BAILEY, H., et al., 2010). D'autres recherches théoriques (David, 2006) suggèrent que le Grand Dauphin peut détecter le bruit produit par le battage à plus de 40 km de la source et qu'à une fréquence de 9 kHz, il est capable de masquer les vocalisations les plus fortes jusqu'à 10-15 km.

Mais le faible nombre de sources et le caractère théorique de celles-ci ne permettent pas de donner une indication fiable de la réaction des delphinidés.

VII.1.3. LES PHOQUES

Durant la période post-construction du parc éolien d'Egmond aan Zee en Allemagne, les phoques équipés de balises ont élargi leur zone de présence vers le parc éolien qu'ils évitaient par ailleurs durant la phase de construction en s'en éloignant jusqu'à 40 km (Brasseur et al 2010). Des mesures des émissions sonores sous-marines réalisées en phase de fonctionnement sur plusieurs parcs danois montrent que celles-ci sont audibles par les phoques de 100 m à plusieurs kilomètres. Des réactions comportementales sont donc plausibles même à grande distance (Tougaard et al 2009). Des mesures réalisées en Allemagne et en Suède ont montré que les travaux liés à la phase de construction (forage) peuvent propager le son jusqu'à plus de 80 km et entraîner des réponses comportementales jusqu'à 20 km. Des lésions auditives sont à craindre à une distance de 400 m pour les phoques.

Le marquage de phoques situés à proximité du parc éolien de Horns rev (Danemark) a montré que celui-ci n'avait pas d'effets notables en phase opérationnelle sur la répartition des phoques qui fréquentaient même l'intérieur du parc. En phase de construction (excavation), aucune observation de phoques n'a été réalisée à l'intérieur du parc, probablement à cause des nuisances sonores.

Le tableau ci-après recense les effets potentiels (génériques) d'un projet éolien offshore sur les mammifères marins.

- EFFETS POSSIBLES D'UN PROJET EOLIEN OFFSHORE SUR LES MAMMIFERES MARINS -	
Types d'effets	Groupes concernés
Collision Effet direct temporaire à l'échelle du projet. Il est augmenté lors du chantier et des phases de maintenance au cours de l'exploitation (perturbations liées à la présence des bateaux...). La vitesse réduite des navires de travaux devrait toutefois permettre de limiter la probabilité de collision	Cétacés essentiellement
Perte ou modification d'habitat Effet direct, permanent à l'échelle du projet. Il est augmenté lors du chantier et des phases de maintenance au cours de l'exploitation (perturbations liées à la présence des bateaux...). Il s'agit d'un effet d'emprise lié à l'occupation de l'espace par les infrastructures. Effet secondaire temporaire lié à la présence de bateaux, filins, ancres lors du chantier Effet secondaire temporaire lié à la remise en suspension des sédiments/polluants	Tous les mammifères marins
Effet acoustique Effet direct, permanent et temporaire à l'échelle du projet. Il s'agit de l'effet lié au bruit provoqué par le chantier et en phase de fonctionnement.	Cétacés essentiellement
Effet électromagnétique Effet indirect, permanent à l'échelle du projet. Il s'agit de l'effet lié aux champs magnétiques provoqués par le câblage sous-marin.	Cétacés essentiellement

VII.2. EFFETS POSSIBLES SUR LES CHAUVES-SOURIS

VII.2.1. COLLISIONS ET BAROTRAUMATISME

Les chauves-souris en recherche de proies sont attirées par le mouvement des pales, pour des raisons encore mal comprises, mais probablement par simple curiosité (Cryan & Barclay, 2009). Une structure de taille importante avec un axe vertical « perchée » dans un espace ouvert ressemble fortement à un arbre potentiellement pourvu en cavités que pourrait rechercher des chiroptères arboricoles en déplacement (Kunz et al., 2007).

Les causes de mortalités peuvent alors être liées soit à des percussions directes avec les pales, soit à des phénomènes de barotraumatisme (Baerwald et al., 2008 ; Seiche, 2008 ; Baerwald & Barclay, 2009 ; Cryan & Brown, 2007 ; Cryan & Barclay, 2009). Les animaux, à l'approche de pales en rotation, rencontrent une zone de forte dépression qui engendre une hémorragie interne conduisant à la mort. Les chauves-souris sont donc impactées avant même de toucher les pales ce qui explique que la plupart des cadavres récupérés et examinés ne présentent aucune lésion externe. Signalons également que les chauves-souris, qui se déplacent grâce à leur système d'écholocation, ont tendance à réduire le rythme des émissions ultrasonores lors des trajets migratoires en mer afin d'économiser de l'énergie (Ahlén, 2009). On peut donc imaginer qu'en agissant ainsi elles réduisent leur capacité de détection des obstacles tels que des éoliennes.

Sur les parcs terrestres, les estimations des niveaux réels de mortalité par éolienne et par an sont en général assez élevées sur les sites qui ont révélé des cas de mortalité (DURR, 2011). Les calculs tiennent compte du nombre de bêtes retrouvées, de la probabilité de repérer un animal mort et de la vitesse de disparition par prédation naturelle.

- SYNTHÈSE DE LA MORTALITÉ AVÉRÉE DES CHIROPTÈRES EN EUROPE - (PARCS ÉOLIENS TERRESTRES)															
	DE U	A	CH	CR O	E	ES T	FR A	NL	N O R	PO R	SL O	S W E	TC H	UK	Tot al
Nyctalus noctula	513	3			1		9			1		1	3		531
Nyctalus lasiopterus	0				1		2								3
N. leisleri	66		1		1		21			18			1		108
Eptesicus serotinus	32				1		10			1			7		51
E. nilssonii	2					2			1			8			13
Vespertilio murinus	54											1	2		57
Myotis myotis	2				1										3
M. dasycneme	1														1
M. daubentonii	4									2					6
M. bechsteinii	0						1								1
M. emarginatus	0						2								2
M. brandtii	1														1
M. mystacinus	2														2
Pipistrellus pipistrellus	283				1		213	1		10		1	3		512
P. nathusii	358	1					65	1				5	2		432
P. pygmaeus	32						66			2		1		1	102
P. kuhlii	0				1		59								60
Pipistrellus sp.	22		1				62			16			2	3	106
Hypsugo savii	1			1	3		22			6	2				35
Barbastella barbastellus	0						1								1
Plecotus austriacus	6	1													7
Plecotus auritus	4														4
Chiroptera sp.	31				14	1	16			8		30		6	106
Total	1414	5	2	1	25	3	554	2	1	66	2	47	20	10	2149

DEU = Allemagne, A = Autriche, CH = Suisse, CRO = Croatie, E = Espagne, EST = Estonie, FRA = France, NL = Pays-Bas, NOR = Norvège, POR = Portugal, SLO = Slovénie, SWE = Suède, TCH = Tchéquie, UK = Grande-Bretagne

d'après DURR janvier 2011 (<http://www.mluv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb2.c.451792.de>), MJ Dubourg-Savage le 16/12/2009 (<http://www.sfepm.org/eoliennescs.htm>) et Eurobats publication N°3 (Rodrigues et al., 2008).



Forte potentialité de présence au sein du parc de Fécamp

Potentialité de présence moyenne au sein du parc de Fécamp

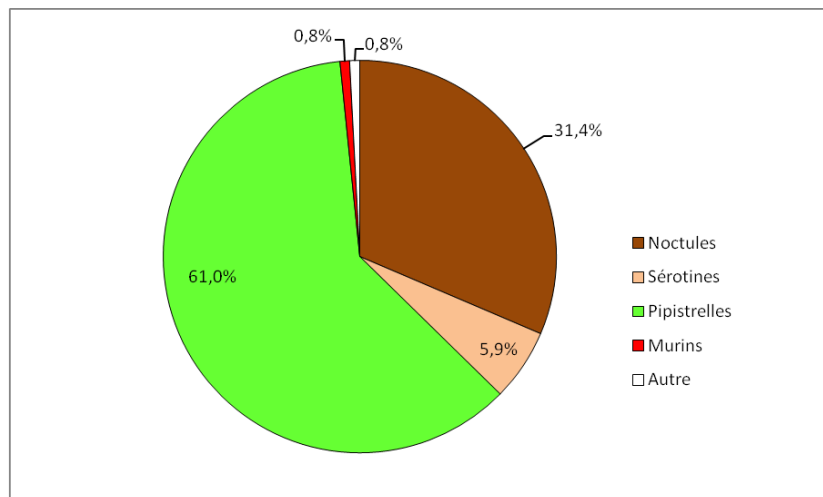


Figure 44 : Mortalité avérée des chiroptères en Europe, proportion des groupes d'espèces impactés par l'éolien terrestre

d'après DURR janvier 2011 (<http://www.mlv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb2.c.451792.de>), MJ Dubourg-Savage le 16/12/2009 (<http://www.sfepm.org/eoliennescs.htm>) et Eurobats publication N°3 (Rodrigues et al., 2008).

Ces chiffres, valables pour les parcs éoliens terrestres, ne présagent en rien des niveaux d'impact des parcs en mer : ils prouvent cependant que le risque existe et tendent à renseigner sur les espèces qui pourraient être impactées.

Globalement, ce sont les espèces qui volent régulièrement au-dessus de la cime des arbres qui sont les plus touchées et surtout les espèces capables de grands déplacements migratoires. Il s'avère en effet que les risques de mortalité liés à la présence d'éoliennes sont plus élevés en ce qui concerne les migrateurs que les chiroptères locaux. Ainsi, les noctules / sérotines représentent plus du quart des espèces impactées et les Pipistrelles (Vespère de Savi inclus), plus de la moitié, dont une part très importante est imputable à la Pipistrelle de Nathusius, connue pour ses très grands trajets migratoires. La plupart de ces espèces sont aussi arboricoles, tout du moins quant au choix de leur gîte, ce qui va dans le sens d'une attirance vers les éoliennes, structures « évoquant » des arbres.

Si le cas des espèces arboricoles ne s'applique pas à l'éolien en mer, la catégorie des espèces migratrices est directement concernée par le développement de l'éolien en mer, comme évoqué dans le chapitre V.

Retours d'expérience

Russ & al. (2001) signalent un nombre important de contacts de Pipistrelle de Nathusius en septembre sur les îles Shetland et depuis les plateformes pétrolières en mer du Nord. Dans une étude dédiée à la migration des chauves-souris en mer en Scandinavie (mouvements entre la Suède et le Danemark), Ahlén & al. (2009) rapportent que la

majorité des mouvements ont lieu au ras de l'eau (moins de 10 m), accréditant la thèse de la recherche d'invertébrés marins en surface. Ceci réduirait ainsi les risques.

Des études d'observation par caméra infra-rouge sur des parcs terrestres révèlent que les chiroptères s'approchent des éoliennes que les pales soient en mouvement ou non. Elles montrent des comportements de chasse, comme de prospection des nacelles et des pales (Rydell et al., op. cit.). Ce sont effectivement les pipistrelles et les noctules qui volent, prospectent et chassent régulièrement à des altitudes élevées, de l'ordre de 20-30 mètres (Bach & Bach, 2010). Aucune observation de ce type n'a encore été faite sur un parc en mer.

Par ailleurs, sur le plan phénologique, les collisions relatives aux chiroptères se produisent bien plus souvent en fin d'été (90% des cas de mortalité), c'est-à-dire en août-septembre, période qui correspond aux déplacements migratoires automnaux des adultes et des jeunes (Dulac op. cit., Leuzinger et al., 2008 et Rydell et al., 2010). Un petit pic de mortalité est aussi constaté au printemps, période de déplacement post hibernation.

Les études de l'activité des chiroptères en altitude réalisées notamment par BIOTOPE dans le cadre du projet Chirotech®, et d'autres (Rydell et al., op. cit.) montrent également que l'essentiel de l'activité des chiroptères à terre a lieu dans des conditions météorologiques bien spécifiques. Les conditions « à risque » correspondent à des vitesses de vent faibles, généralement inférieures à 6 m/s et à des températures généralement supérieures à 10°C. Cela correspond également aux conditions qui précèdent la découverte de chiroptères impactés (Behr & von Helversen, 2005 et 2006). Les risques sont très élevés entre 0 et 2 m/s, et déclinent entre 2 et 8 m/s. Ces paramètres sont valables pour le domaine terrestre et varient notamment en fonction de la localité et des espèces présentes. Aucune information n'est disponible sur les paramètres qui conditionnent le vol des chauves-souris en migration en mer.

VII.2.2. MODIFICATION DES TRAJECTOIRES

Cet effet est moins documenté et plus difficile à appréhender. Il représente le surcoût énergétique lié à la réaction des chauves-souris face aux éoliennes. Seule une étude documentée (Ahlén, 2009) aborde le comportement des chauves-souris en mer (dans le cas de mouvements entre la Suède et le Danemark).

On peut considérer, en s'inspirant de cette étude et du cas des oiseaux, que les réactions peuvent être de plusieurs types :

- la poursuite de la trajectoire amenant un passage entre les machines ;
- l'évitement : les chauves-souris contournent le parc éolien ;
- la prise d'altitude : les chauves-souris prennent de l'altitude en amont du parc éolien. Ahlén & al (2009) suggèrent d'ailleurs que ce comportement est le plus répandu face aux éoliennes en mer ;
- le demi-tour : les chauves-souris rebroussent chemin et tentent de passer plus loin ;
- l'attraction : prospection des nacelles et des pâles.

Les distances de réaction dépendent de plusieurs facteurs :

- la configuration du parc (nombre de machines, espacement entre les machines, fonctionnement ou non, orientation par rapport à l'axe de déplacement...) ;
- la sensibilité des espèces à la présence d'un obstacle dans leur espace aérien ;
- les conditions météorologiques (vent, ...);
- le balisage lumineux du parc, qui peut attirer les chauves-souris vers le parc (recherche d'insectes).

Toutes les réactions peuvent entraîner des modifications du comportement des migrants et des dépenses énergétiques non négligeables. Cette perte énergétique peut affecter des espèces par ailleurs menacées. SPEAKMAN & al. (2009) ont cependant montré que l'impact sur les ressources énergétiques lié à la déviation de trajectoire pour éviter un parc offshore était négligeable pour les oiseaux (moins de 2% des réserves de graisse). Aucune étude de ce type n'a cependant été faite sur les chauves-souris.

Cependant, la zone de projet était fréquentée essentiellement par des chauves-souris en migration entre les Iles Britanniques et le continent. Seules les populations migratrices sont donc concernées, les populations locales de Seine-Maritime ne s'engageant pas à de telles distances en mer pour chasser.

- EFFETS POSSIBLES D'UN PROJET EOLIEN EN MER SUR LES CHIROPTERES -

Types d'effets	Principaux groupes concernés sur l'aire d'étude	Phase du projet	Impact direct ou indirect
Effet par collision ou barotraumatisme Il s'agit d'un effet par collision des chauves-souris contre les pales ou les mâts des éoliennes.	Chauves-souris en vol migratoire entre les Iles Britanniques et le continent	Essentiellement en phase exploitation	Direct
Effet par modification des trajectoires Il s'agit de l'effet lié à l'obstacle nouveau que constitue le projet éolien dans l'espace aérien. Cela inclut la dépense d'énergie nécessaire à la déviation de la trajectoire.	Chauves-souris en vol migratoire entre les Iles Britanniques et le continent	Essentiellement en phase chantier et d'exploitation	Direct

VIII. EFFETS DU PROJET

VIII.1. MAMMIFERES MARINS

VIII.1.1. ACOUSTIQUE

VIII.1.1.1. Méthodologie pour l'évaluation des effets

(Source : QUIET-Oceans, 2013. Etude d'Impact Acoustique du Parc Eolien en Mer de Fécamp).

Au sens de (Southall, et al., 2007), les cétacés et les pinnipèdes peuvent être répertoriés en 4 classes en fonction de leur sensibilité auditive et de différents paramètres liés à la qualité de l'écoute (milieu de propagation, morphologie, ...). Chaque espèce d'une même classe présente :

- Une gamme de fréquence d'audition et de sensibilité similaire ;
- des seuils de dommages temporaires et permanents identiques.

Le tableau ci-dessous présente les sensibilités auditives pour chacun des groupes selon Southall et al. (2007) :

SENSIBILITE AUDITIVE DES DIFFERENTS MAMMIFERES MARINS								
Groupes d'espèces	Espèces concernés dans l'aire d'étude	Gammes de Fréquence de sensibilités	Seuils de Niveau d'Energie d'Exposition perçue (dB réf. 1µPa²s)					
			Seuil de modification du comportement		Seuil dommages temporaires		Seuil dommages permanents	
			1 seconde	24 heures	1 seconde	24 heures	1 seconde	24 heures
Hautes fréquences	Marsouin commun	0.2-180 kHz	145	162	164	181	198	215
Moyennes Fréquences	Grand Dauphin Globicéphale noir	0.15-160 kHz	ND	ND	183	195	198	215
Basses Fréquences	Rorquals	0.007-22 kHz	ND	ND	183	195	198	215
Pinnipèdes	Phoque gris Phoque veau-marin	0.075-75 kHz	ND	ND	171	187	186	203

Le dommage auditif entraîne une élévation du seuil d'audition produit par une surdité plus ou moins partielle. Ces dommages peuvent être temporaires et l'animal peut

retrouver son audition complète au bout de quelques minutes, voir quelques heures. Ces dommages peuvent être permanents. L'animal a alors une capacité diminuée à entendre les sons dans certaines plages de fréquence ce qui peut diminuer ses capacités à chasser ou à communiquer (Abgrall, 2008).

Ces seuils ont permis de définir pour chaque groupe d'espèces et pour chaque type de travaux, les zones d'impact potentiel sur les mammifères marins. Elles ont été définies en prenant en compte le bruit ambiant dans la zone d'étude. Celui-ci a été calibré par des mesures réalisées sur site du 26 juin au 14 juillet 2013. Les simulations de bruit ambiant réalisées pour les autres saisons ont montré que l'effet de saisonnalité est faible.

VIII.1.1.1.1. En phase de construction

Des gabarits ont été définis ou adaptés à partir de bases bibliographiques par QUIET-Oceans pour chacune des phases de travaux définies ci-dessous.

Bruit généré par les opérations de dragage

L'opération de dragage est effectuée à partir d'un navire spécifique (drague aspiratrice en marche ou stationnaire). Les opérations ont lieu en continu, et le bruit généré est donc de même nature. La durée maximale de travaux en continu est de 20h (scénario approuvé par QUIET-Oceans et le service Ingénierie du maître d'ouvrage).

Le scénario représentatif d'une position de dragage correspond à la superposition d'un navire générant un bruit propre et d'un engin sous-marin sur le fond générant un bruit propre.

Bruit généré par l'ensouillage des câbles

L'ensouillage des câbles est réalisé par un navire de surface et un outil spécialisé, le plus souvent tracté sur le fond. Les opérations ont lieu en continu, et le bruit généré est donc de même nature.

Le scénario représentatif de l'ensouillage des câbles correspond à la superposition d'un navire générant un bruit propre et d'un engin sous-marin sur le fond générant un bruit propre, très peu documenté (Nedwell & Howell, 2004). Dans cette étude, trois positions ont été étudiées entre le centre du site d'implantation du futur parc éolien et une position après 20 heures de travaux à la vitesse moyenne d'avancement de 150m/h.

Bruit généré par l'opération de clapage

Le clapage consiste en un déversement rapide de matériau à partir d'un navire spécifique. En pratique, à un instant donné, le fond du navire s'ouvre totalement et permet le déversement de l'ensemble des matériaux stockés à l'intérieur. A la connaissance de QUIET-Oceans, ce type de source sonore n'a pas fait l'objet de publication scientifique permettant d'estimer un gabarit de source sonore en fonction de la fréquence ainsi que la répartition de l'énergie dans la colonne d'eau. Pour cette étude, QUIET-Oceans a donc créé par défaut un gabarit de source en supposant que l'énergie acoustique est engendrée intégralement au niveau de la surface (trappe de déchargement).

Bruit généré par les opérations de dépose des fondations dans le parc

Cette opération consiste en l'acheminement des structures des éoliennes depuis le port du Havre à l'aide de 5 navires de type remorqueur maximum puis la dépose de chaque structure à l'emplacement désiré. Dans cette étude, seule la partie dépose de la structure est analysée. Chaque navire est considéré comme étant un navire de type remorqueur.

Bruit généré par les navires de chantier

Afin d'acheminer les outils, les personnels ou les matériaux sur la zone de construction du parc éolien, des navires spécifiques circuleront dans ou à proximité de la zone de construction et à partir du port de Fécamp. En moyenne, sur la durée totale du chantier, 15 navires seront en activité dans le parc éolien et dans le couloir de circulation port de Fécamp/parc éolien à chaque instant. Le gabarit de source sonore utilisé est issu du modèle de bruit de navire de type remorqueur (Wales and Heitmeyer 2002) et adapté à partir des informations issues des travaux de la « *Scripps Oceanographic Institution* » (Hildebrand 2009).

Bruit généré par le battage de pieux

Le poste électrique (ou OST) pourrait être posé sur une fondation de type jacket avec quatre à huit pieux au sol. Cette opération est associée aux émissions sonores les plus fortes en comparaison des émissions sonores provoquées par la mise en place des fondations gravitaires utilisées pour les 83 éoliennes (cf. Bruit généré par les opérations de dépose des fondations dans le parc).

La fixation au sol se fait l'intermédiaire de 4 à 8 pieux de 1,5 à 3 m de diamètre. Chaque pieu est enfoncé à une profondeur de l'ordre de 40 m à la vitesse de 30 coups par

minute. Le nombre total de coups pour l'enfoncement d'un pieu est de 15 000 coups soit 9 heures de battage en continu sans interruption. Chaque pieu de la structure jacket est battu indépendamment. L'opération de battage en elle-même pourrait ne durer que 45h (un peu plus de 2 jours) à laquelle s'ajoute le temps de positionner les ateliers (48 à 72h au total).

Lors de la phase de battage, les bruits générés sont par nature impulsionnels. Afin de traduire les impacts potentiels de façon plus juste, la communauté scientifique (Southall, et al., 2007) s'accorde aujourd'hui à intégrer cette notion au travers du niveau d'exposition sonore (Sound Exposure Level, SEL, exprimé en dB re. $1\mu\text{Pa}^2.\text{s}$). Les hypothèses relatives aux niveaux des bruits de construction choisies sont dérivées de la littérature internationale disponible (ITAP, 2008) issue en particulier des projets en Mer du Nord de construction des plateformes Q7 et OWEZ (De Jong, Ainslie, Benda-Beckman, & Blacquièrre, 2008), Beatrice (Talisman Energy (UK) Limited, 2004), North Hoyle et Scroby Sands (Nedwell, Langworthy, & Howell, 2004) et Horns Rev II (ITAP, 2008).

QUIET-Oceans a mis en évidence une régression logarithmique entre le diamètre des pieux et le niveau d'exposition sonore maximum par coup à un mètre du pieu à partir des retours d'expérience des parcs éoliens en mer Q7, FINO 1, 2 et 3, Alpha Ventus, Utgrunden, Sky 2000, Amrumbank West, Horns Rev II, North Hoyle, et Barrow. Cette régression logarithmique issue d'une compilation de données n'a pas pris en compte la nature du sol sur le site de Fécamp. Un sol meuble est susceptible d'entraîner une absorption plus importante de l'énergie acoustique contenue dans le pieu. Dans un milieu meuble, lorsque le pieu est enfoncé, la transmission acoustique entre le pieu et le sol peut entraîner une diminution de l'énergie sonore émise dans la colonne d'eau. Il n'existe pas, à la connaissance de QUIET-Oceans, de modélisation de la distribution de la génération du bruit le long des pieux. Aussi, afin de traduire au mieux la physique des phénomènes vibratoires en jeu, QUIET-Oceans a procédé à une modélisation à dire d'expert de la distribution de l'énergie émise par le pieu lors de son battage : la moitié de l'émission de l'énergie sonore émise est due à la vibration du pieu sur les $\frac{3}{4}$ supérieurs de la colonne d'eau, tandis que l'autre moitié est émise proche du fond, par le quart inférieur du pieu. Cette dissymétrie est motivée par l'impact du pieu sur le sédiment.

Exposition cumulée

Pour l'atelier de battage de pieu de diamètre 3m (construction de du poste électrique en mer, scénario le plus bruyant), une exposition cumulée a été calculée associée au dépassement du seuil de dommage physiologique permanent. Ce calcul permet d'évaluer des distances d'impact de dépassement du seuil de dommage physiologique permanent (PTS) pour différents temps d'exposition sonore effectifs, c'est-à-dire sans interruption,

pour les différentes espèces susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude. Concernant le battage de pieu, il est supposé durant l'enfoncement du pieu une atténuation progressive de l'énergie sonore émise pour chaque coup en raison du confinement progressif de la source sonore dans le substrat. Cette atténuation peut atteindre 10dB en phase finale de l'enfoncement (Lübben, Neumann, & Gabriel, 2013). Cette évolution ne tient pas compte du changement de substrat au cours de l'enfoncement du pieu. Concernant les mammifères marins susceptibles d'être présents dans la zone d'étude, il est supposé que l'animal ne se déplace pas pendant les 120 minutes d'exposition aux bruits du battage. Ces distances ne tiennent donc pas compte de l'instinct de fuite dans une direction opposée à la source de bruit et qui aurait comme conséquence de réduire son exposition sonore instantanée.

VIII.1.1.1.2. En phase opérationnelle

Bruit généré par le fonctionnement des turbines

Il existe peu de littérature concernant le bruit continu rayonné par une éolienne en mer en exploitation en général, et aucune (à notre connaissance) concernant le bruit continu rayonné par une éolienne de 6MW en exploitation. Les mesures de bruit rayonné par une structure éolienne « monopieu » de 4,9m de diamètre sur le site de Horns Rev II mettent en évidence un bruit rayonné de fond très large bande, auquel vient se rajouter des raies spectrales en basse fréquence (Betke K., 2006). En raison du manque de littérature, à partir du gabarit de bruit rayonné pour une éolienne reposant sur une structure « monopieu », QUIET-Oceans a établi le gabarit d'une éolienne reposant sur une structure « GBS » en supposant que le bruit de fond large bande est 9 dB en dessous et que les raies spectrales sont moins intenses car le mât de l'éolienne est maintenu dans sa structure GBS qui atténue les fréquences propres de celui-ci. Cette hypothèse reste à confirmer par des mesures in-situ.

Maintenance par bateau

Les opérations de maintenances décrites par la société Eoliennes Offshore des Hautes Falaises consistent en un trafic induit moyen journalier de 1 à 3 navires de type « supply » de 30 m de longueur circulant à l'intérieur du parc et/ou en transit entre le parc et le port de Fécamp. Cette activité est modélisée par un navire de type « navire de servitude ». Les gabarits sont sensiblement inférieurs aux navires commerciaux transitant en Manche.

VIII.1.1.1.3. En phase de démantèlement

Etant donné le développement récent des parcs éoliens, peu d'expériences permettant d'évaluer les effets de la phase de en phase de démantèlement des éoliennes sont rapportées. On suppose les perturbations issues du démantèlement du parc similaires à celles de la construction.

VIII.1.1.2. Effets sur les mammifères marins

VIII.1.1.2.1. Effets sur les mammifères « hautes fréquences »

Sur le secteur d'étude, ce groupe comprend uniquement le Marsouin commun, espèce la plus commune dans l'aire d'étude éloignée. Cette espèce est présente toute l'année avec de plus fortes densités entre janvier et avril. Les concentrations sont davantage côtières en fin d'hiver. La présence de l'espèce d'avril à août laisse penser que la reproduction est possible sur l'aire d'étude. Même si aucun indice sur des individus vivants n'a été recueilli (femelle accompagnée de son petit), des échouages de femelles gestantes ou de jeunes ont été notés en Normandie.

La synthèse des étendues des zones d'impacts physiologiques et comportementaux potentiels en fonction de la nature des travaux, pour une durée d'exposition d'une seconde et pour les différentes espèces, présentée en annexe, montre pour cette espèce que les étendues des zones d'impact sont les plus importantes.

Comme attendu, le battage est l'activité la plus impactante puisqu'elle est susceptible de modifier le comportement dans un rayon de plus de 20 km et d'occasionner des dommages physiologiques temporaires à 1,9 km de la source et des dommages physiologiques permanents à 0,5 km de la source (Figure 45).

Au bout de 3 heures d'activités, la zone de dépassement des dommages physiologiques permanents atteint 2,96 km.

Les autres ateliers de construction du parc entraînent des zones d'impacts plus faibles mais non négligeables. Celles-ci n'atteignent jamais le seuil de dommage physiologique permanent mais peuvent induire des dommages temporaires à des distances variables entre 0,45 et 1,90 km. Le comportement peut être modifié entre 2,59 et 11 km (Figure 46).

L'exploitation devrait avoir un effet non significatif sur le Marsouin commun (Figure 47).

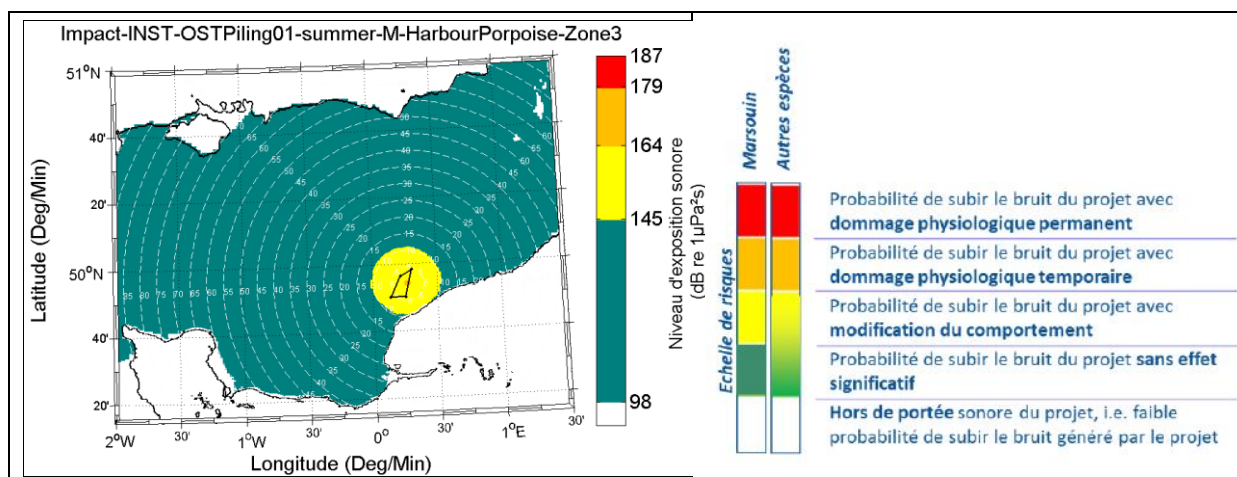


Figure 45 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères hautes fréquences pour 1 seconde d'activité de battage (Source : QUIET OCEANS, 2013)

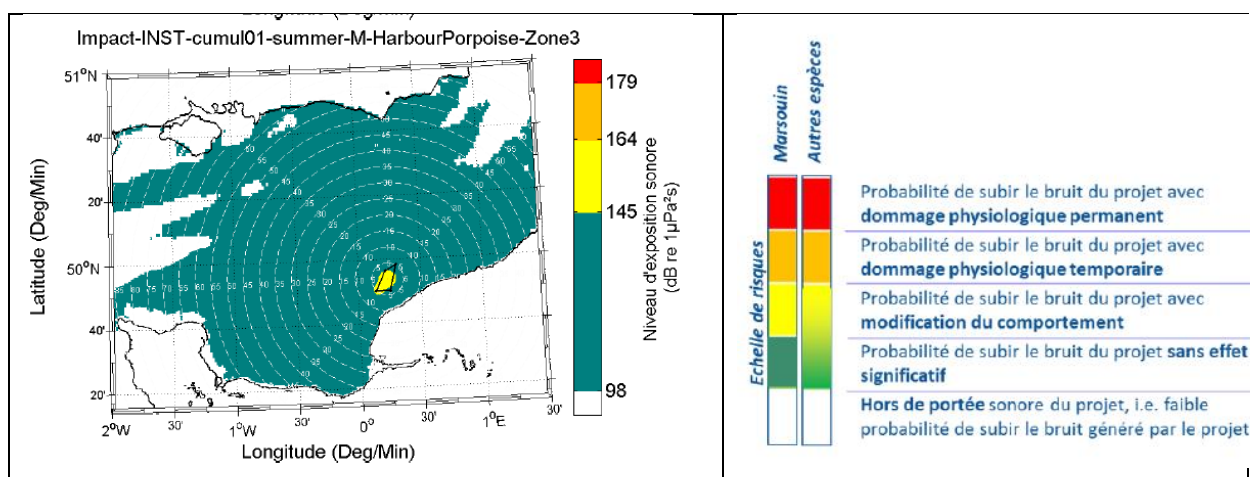


Figure 46 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères hautes fréquences pour 1 seconde d'activités simultanées (dragage, clapage et dépose d'éolienne) (Source : QUIET OCEANS, 2013)

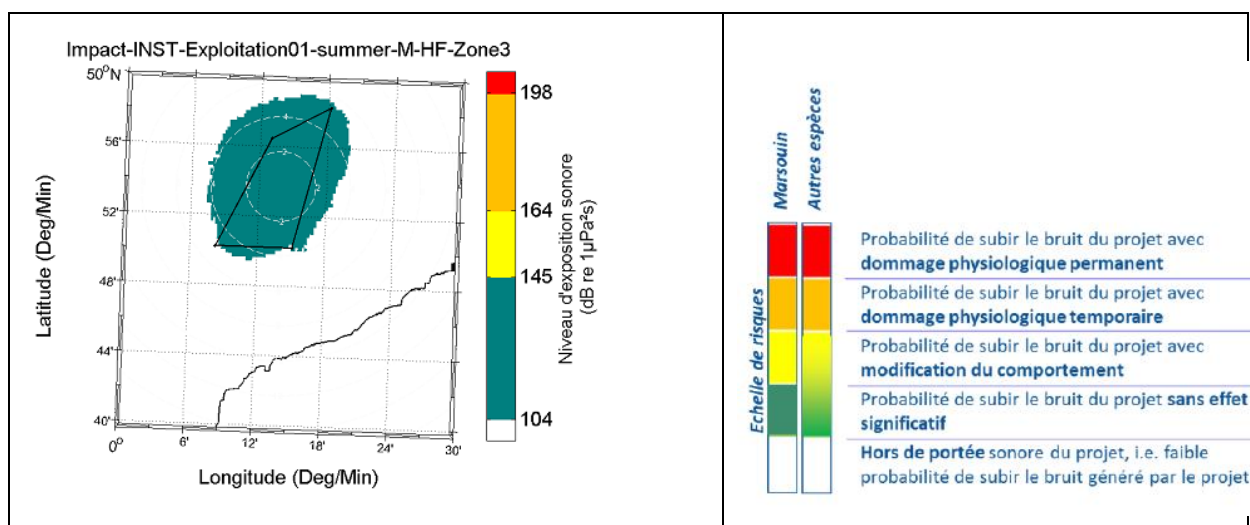


Figure 47 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères hautes fréquences pour 1 seconde d'activité en exploitation (Source : QUIET OCEANS, 2013)

D'autres expériences confirment le fait que les opérations de battage sont les plus délicates.

L'expérience de Nysted (Diederichs & al, 2008) démontre une diminution des effectifs pendant la phase de travaux et 2 ans après le début de la phase opérationnelle, ainsi qu'un repeuplement relativement lent. Les marsouins auraient réagi dans un rayon de 15 km au battage de pieux. La comparaison avec une zone de référence a pu confirmer que cette évolution n'était pas indépendante de l'aménagement éolien. Durant la première année de fonctionnement, la diminution, moins prononcée, était encore observable. En revanche, durant la seconde année, la fréquentation remonte avec une multiplication par deux des contacts enregistrés dans le champ éolien et dans la zone de référence. Au final, dans la zone de référence et la zone de projet, la fréquentation est revenue presque à son état initial selon les deux indicateurs.

A Horns Rev, seule la phase de construction a engendré des baisses de fréquentation (DIEDERICHS & al., 2008 ; DONG ENERGY, 2006). Le Marsouin est susceptible de présenter des phénomènes d'évitement dans un rayon de 15 à 20 km autour du projet mais il semble préservé du bruit engendré par les éoliennes puisqu'il est peu sensible aux sons de basses fréquences (BAILEY & al., 2010 ; DUDGEON OFFSHORE WINDFARM, 2009 ; THOMSEN & al., 2006 ; SKOV, 2006). De même que pour le Grand Dauphin, les expériences à North Hoyle et Rodsand décrivent une zone de réponse du Marsouin commun d'environ 7,4 km, pour un seuil de gêne de 90 dB (SKOV, 2006).

D'après TOUGAARD & HENRIKSEN (2009), le Marsouin semble peu sensible au bruit généré par la turbine dans les 4 cas étudiés, et dans ses zones d'audition, le son émis par la turbine dépasse de très peu celui du bruit de fond.

En période opérationnelle, les turbines émettent des sons de basses fréquences. Les marsouins communiquant en général à des fréquences proches de 130 kHz, la zone de masquage a été considérée comme nulle (TOUGAARD & HENRIKSEN, 2009). Une autre étude sur les parcs d'Horns Rev et Nysted a démontré que la distribution du Marsouin commun ne variait pas en fonction de la force du vent mais peuvent être affectés par des périodes de maintenance intensive.

VIII.1.1.2.2. Effets sur les mammifères « moyennes fréquences »

Sur la zone d'étude, ce groupe comprend de nombreuses espèces dont le Grand Dauphin, le Dauphin commun, le Dauphin bleu et blanc, le Globicéphale noir et le Lagénorhynque à bec blanc. Pour ces espèces, les seuils de modification de comportement ne sont pas connus.

Le Grand Dauphin est bien moins régulier que le Marsouin commun, mais les informations disponibles laissent à penser qu'il est présent dans le secteur d'étude entre mars et juillet. De nombreux témoignages circonstanciés (vidéos de pêcheurs, plaisanciers) rapportent la présence de cette espèce en pêche au-dessus d'une épave située en face de Dieppe (au nord-est de l'aire d'étude).

Pour les mammifères moyennes fréquences (synthèse des étendues des zones d'impacts physiologiques et comportementaux potentiels en fonction de la nature des travaux, pour une durée d'exposition d'une seconde et pour les différentes espèces, présentée en annexe), seul le battage dépasse le seuil de dommages physiologiques temporaires jusqu'à 440 m de la source. Aucune zone de dommages physiologiques permanents n'est constatée (Figure 48).

Au bout de 3 heures d'activité, la zone de dépassement des dommages physiologiques permanents atteint 0,31 km.

Les autres ateliers de construction du parc entraînent des faibles étendues de zone d'impact n'atteignant jamais le seuil de dommage physiologique temporaire (Figure 49). Rappelons que pour les mammifères moyennes fréquences, le seuil de modification du comportement n'est pas connu.

L'exploitation devrait avoir un effet non significatif sur ce groupe de mammifères (Figure 50).

Les cas des parcs de North Hoyle et Rodsand présentent des émissions sonores liées au battage de pieux de 261 dB en moyenne (pour un pilier de 4 m de diamètre avec une perte d'intensité de $22 \cdot \log(\text{distance})$). Confrontée au seuil de gêne de 90 dB décrit par NEDWELL & *al.* (2003), la zone de réponse du Grand Dauphin serait de 4,6 km (SKOV, 2006). En revanche, d'autres observations indiquent des phénomènes d'évitement à 50 km (BAILEY & *al.*, 2010).

Ces espèces semblent préservées du bruit engendré par les éoliennes en fonctionnement puisqu'elles sont peu sensibles aux sons de basses fréquences (VOISIN, 2007).

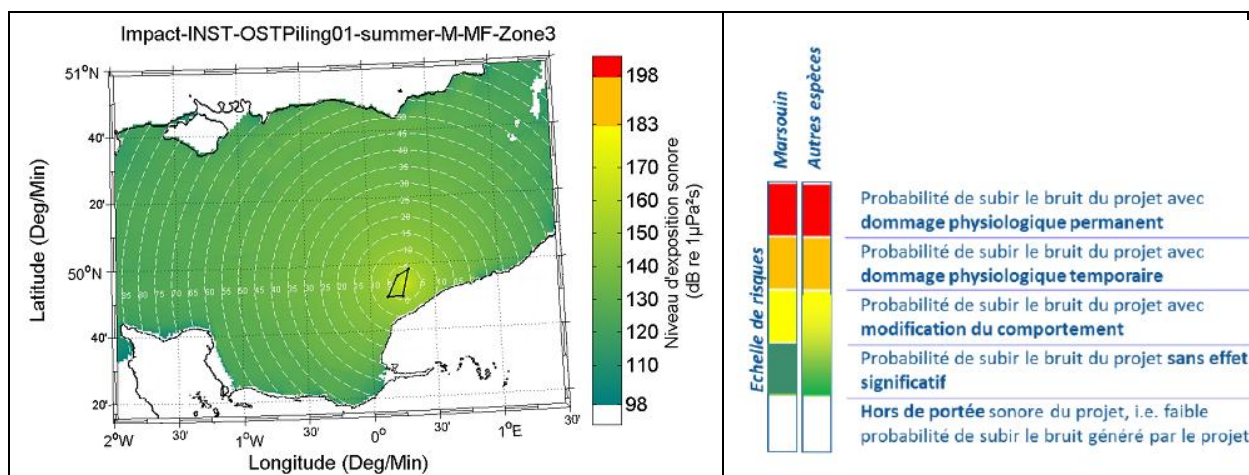


Figure 48 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères moyennes fréquences pour 1 seconde d'activité de battage (Source : QUIET OCEANS, 2013)

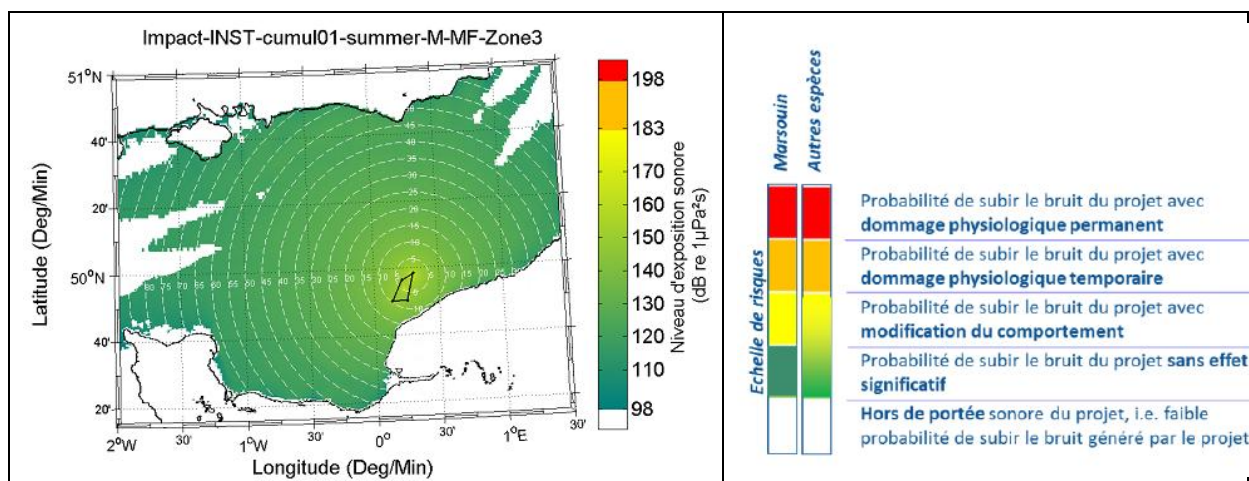


Figure 49 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères moyennes fréquences pour 1 seconde d'activités simultanées (dragage, clapage et dépose d'éolienne) (Source : QUIET OCEANS, 2013)

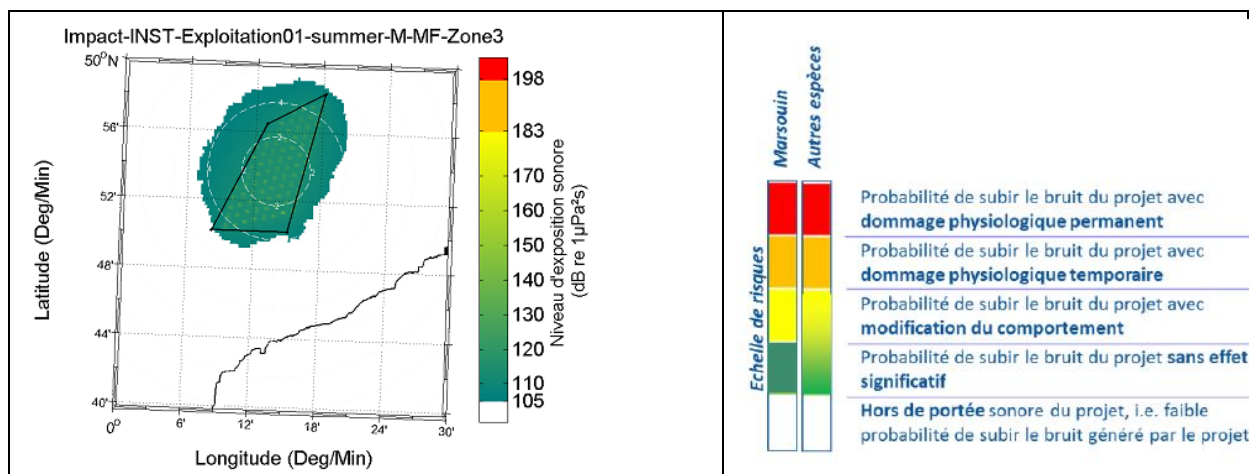


Figure 50 : Estimation des risques cumulés sur une seconde pour les mammifères moyennes fréquences en exploitation (Source : QUIET OCEANS, 2013)

VIII.1.1.2.3. Effets sur les mammifères « basses fréquences »

Ce groupe comprend les grandes espèces comme les rorquals ou la Baleine à bosse. Pour ces espèces, les seuils de modification de comportement ne sont pas connus.

Ces animaux, bien que non observés vivants dans l'aire d'étude élargie, sont susceptibles d'emprunter occasionnellement la Manche pour rejoindre la Mer du Nord. Des échouages ont été d'ailleurs notés dans la zone ces 20 dernières années.

Pour les mammifères basses fréquences (synthèse des étendues des zones d'impacts physiologiques et comportementaux potentiels en fonction de la nature des travaux, pour une durée d'exposition d'une seconde et pour les différentes espèces, présentée en annexe), seul le battage dépasse le seuil de dommages physiologiques temporaires jusqu'à 480 m de la source. Aucune zone de dommages physiologiques permanents n'est constatée (Figure 51).

Au bout de 3 heures d'activités, la zone de dépassement des dommages physiologiques permanents atteint 0,74 km.

Les autres ateliers de construction du parc entraînent des faibles étendues de zone d'impact n'atteignant jamais le seuil de dommage physiologique temporaire (Figure 53). Rappelons que pour les mammifères moyennes fréquences, le seuil de modification du comportement n'est pas connu.

L'exploitation devrait avoir un effet non significatif sur ce groupe de mammifères (Figure 52).

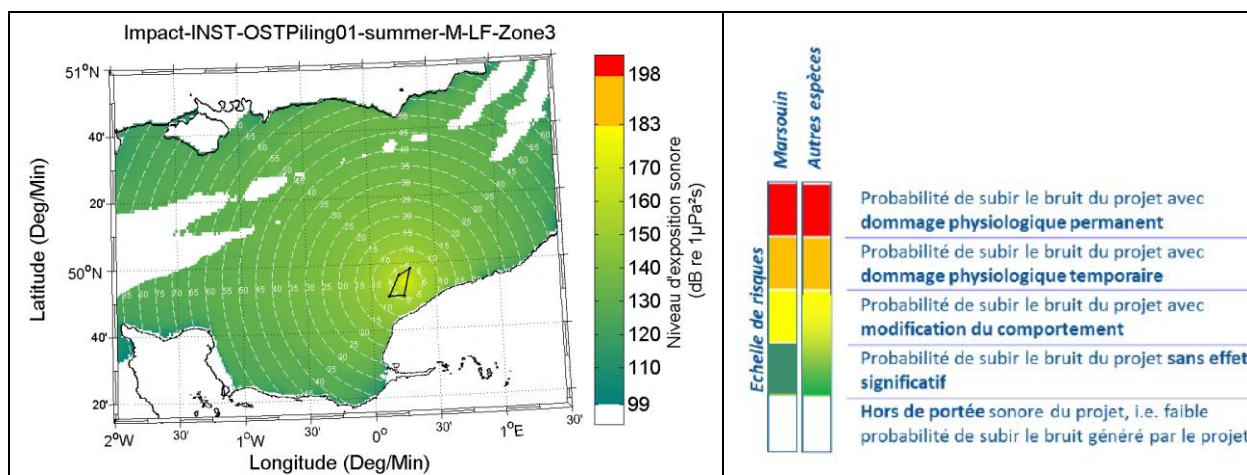


Figure 51 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères basses fréquences pour 1 seconde d'activité de battage (Source : QUIET OCEANS, 2013)

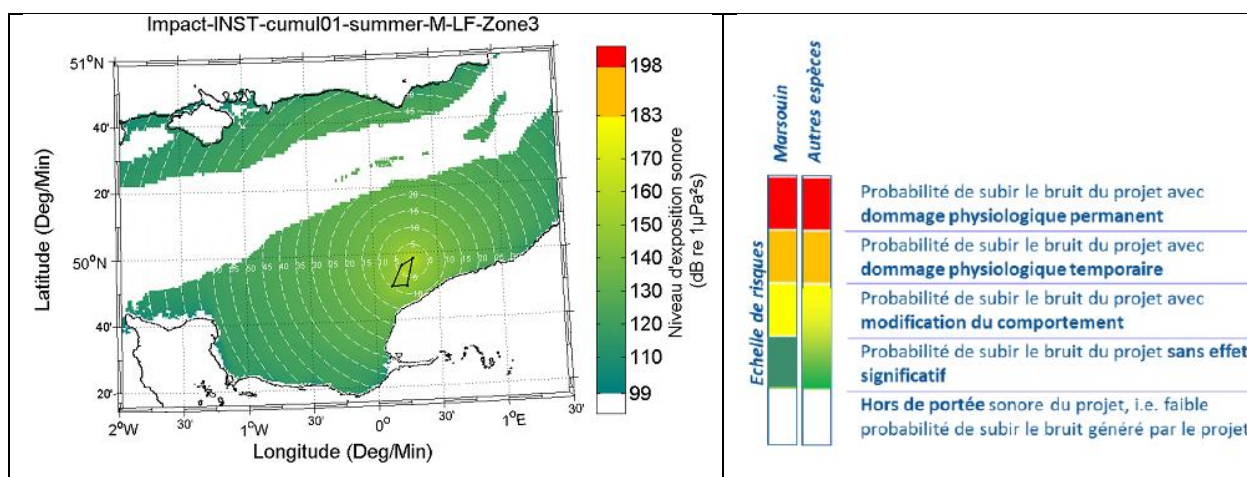


Figure 52 : Estimation des risques cumulés pour les mammifères basses fréquences pour 1 seconde d'activités simultanées (dragage, clapage et dépose d'éolienne) (Source : QUIET OCEANS, 2013)

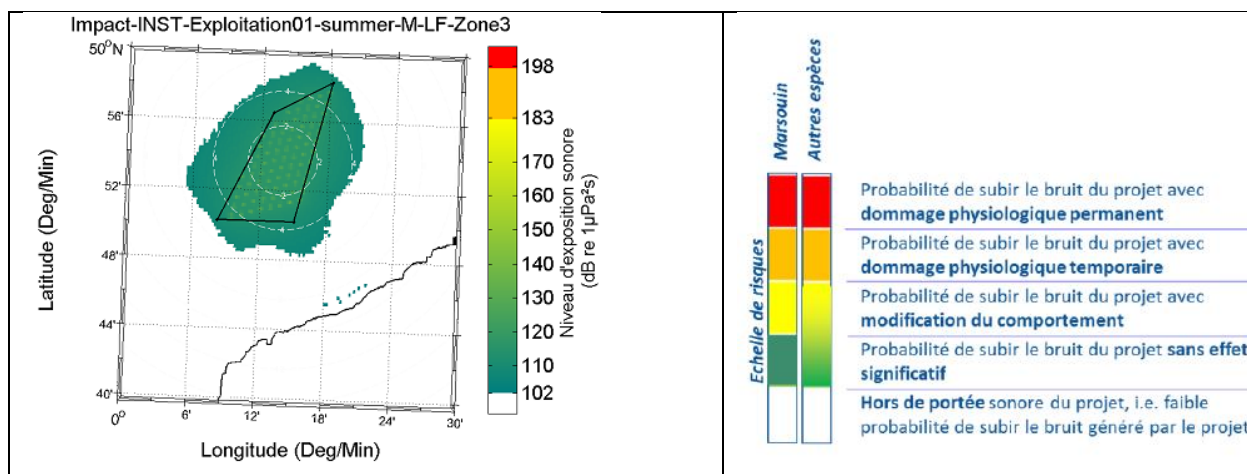


Figure 53 : Estimation des risques cumulés sur une seconde pour les mammifères basses fréquences en exploitation (Source : QUIET OCEANS, 2013)

VIII.1.1.2.4. Effets sur les pinnipèdes

Ce groupe comprend le Phoque gris et le Phoque veau-marin.

Le Phoque veau-marin fréquente uniquement la frange côtière depuis la baie de Somme et la baie des Veys. Les suivis télémétriques réalisés sur l'espèce montrent qu'il ne fréquente pas l'aire d'implantation du projet, ce qui est cohérent avec le comportement de l'espèce.

Le Phoque gris adopte un comportement beaucoup plus hauturier. Les suivis télémétriques montrent que l'espèce peut être amenée à fréquenter l'aire d'implantation lors de transits, mais celle-ci ne semble pas être utilisée comme zone d'alimentation.

Pour les pinnipèdes (synthèse des étendues des zones d'impacts physiologiques et comportementaux potentiels en fonction de la nature des travaux, pour une durée d'exposition d'une seconde et pour les différentes espèces, présentée en annexe), seul le battage dépasse le seuil de dommages physiologiques temporaires jusqu'à 1,47 km de la source, et le seuil de dommages physiologiques permanents à 0,44 km de la source (Figure 54).

Au bout de 3 heures d'activités, la zone de dépassement des dommages physiologiques permanents atteint 2,27 km.

Les autres ateliers de construction du parc entraînent des faibles étendues de zone d'impact n'atteignant jamais le seuil de dommage physiologique temporaire (Figure 55). Rappelons que pour les pinnipèdes, le seuil de modification du comportement n'est pas connu.

L'exploitation devrait avoir un effet non significatif sur ce groupe de mammifères (Figure 56).

La zone de dépassement des dommages physiologiques permanents de 2,27 km par rapport à la source au bout de 3 heures d'exposition est fondée sur une hypothèse d'immobilité des individus pendant l'exposition au bruit. Cette hypothèse est toutefois peu réaliste : en cas de gêne, les phoques s'éloigneront rapidement de la source.

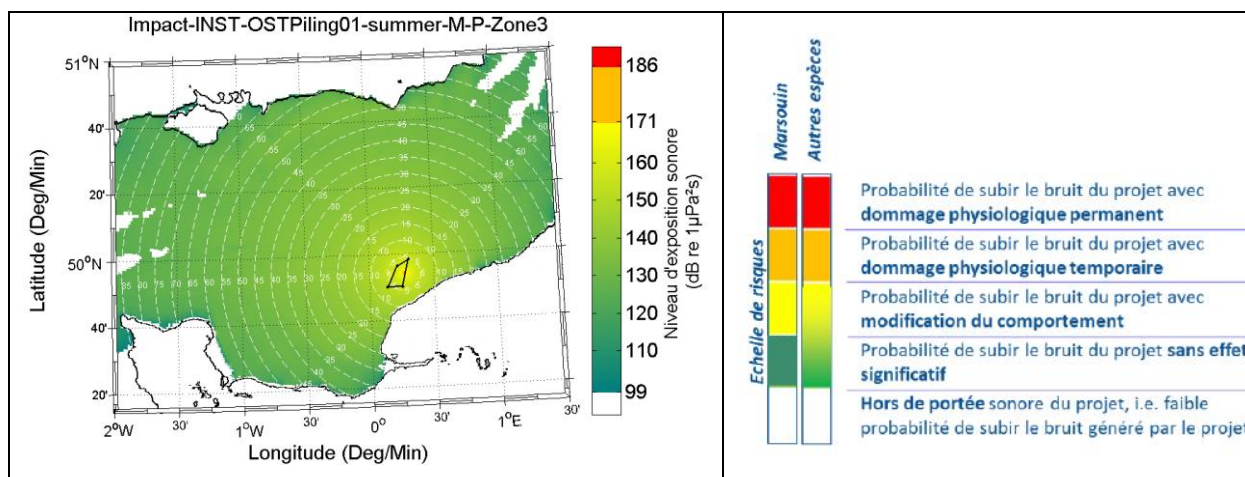


Figure 54 : Estimation des risques cumulés pour les pinnipèdes pour 1 seconde d'activité de battage (Source : QUIET OCEANS, 2013)

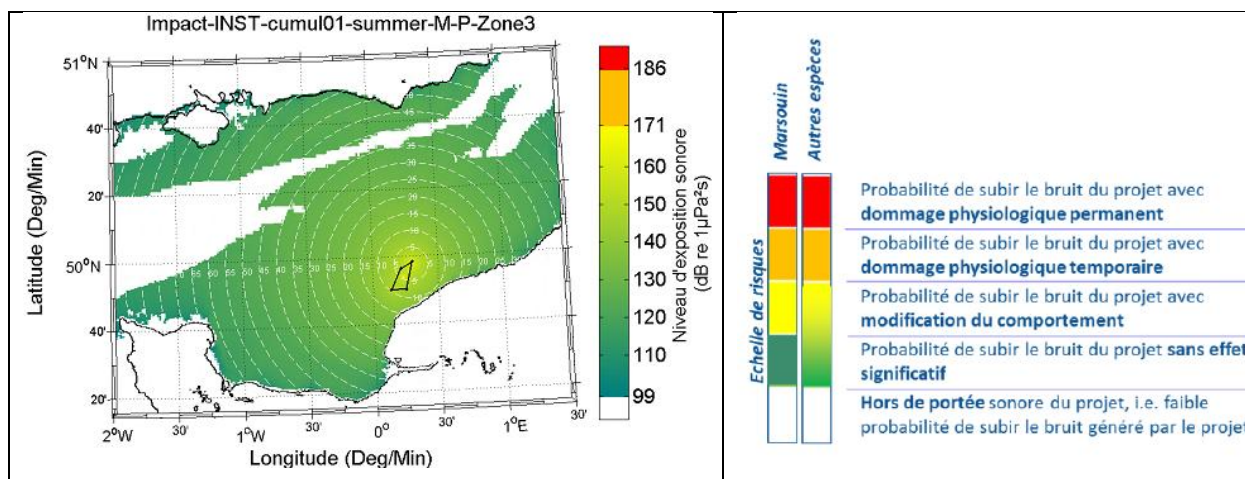


Figure 55 : Estimation des risques cumulés pour les pinnipèdes pour 1 seconde d'activités simultanées (dragage, clapage et dépose d'éolienne) (Source : QUIET OCEANS, 2013)

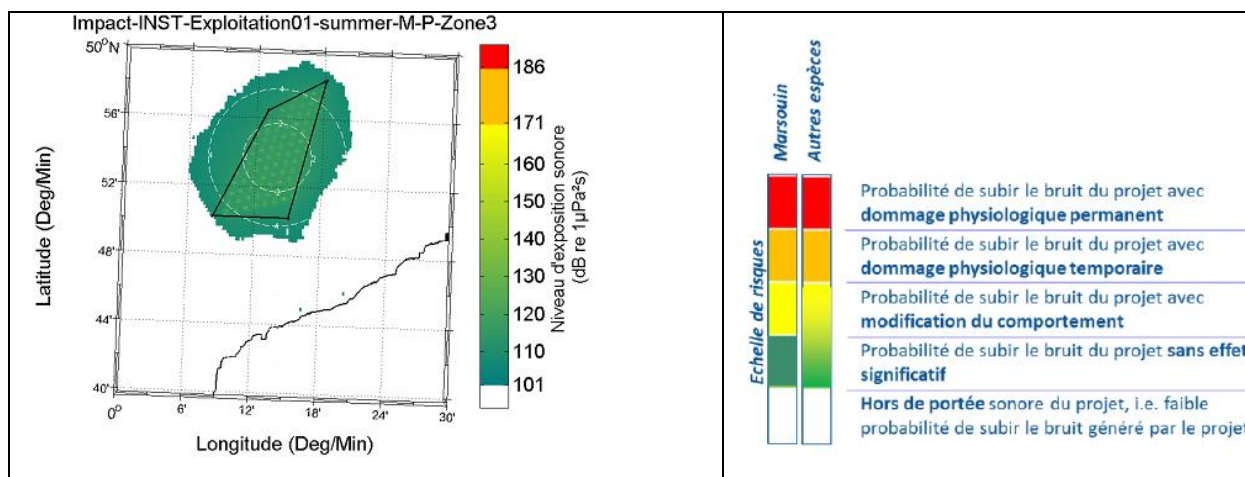


Figure 56 : Estimation des risques cumulés sur une seconde pour les pinnipèdes en exploitation (Source : QUIET OCEANS, 2013)

La baie de Somme et la baie des Veys (colonies de phoques) sont bien dans l’empreinte sonore du projet perçue par les pinnipèdes lors des opérations de battage, mais les niveaux d’exposition sonore au niveau des colonies sont en dessous des seuils de dommage physiologique temporaire (et donc des seuils de dommage permanent).

Un pinnipède exposé durant son déplacement de fuite est en mesure de rester en dessous des seuils de dommage physiologique permanent si sa position initiale est au minimum à 1 km du point de battage et qu’il s’éloigne de 450 m dans les dix premières minutes et de 890 m dans la première demi-heure (BioConsult, 2013).

La vitesse de nage nécessaire à cet effet est d’environ 2,7 km/h. Les phoques sont tout-à-fait en mesure d’atteindre cette vitesse. En effet, des vitesses de fuite pouvant atteindre 18 km/h ont été observées par (Riedman, 1990).

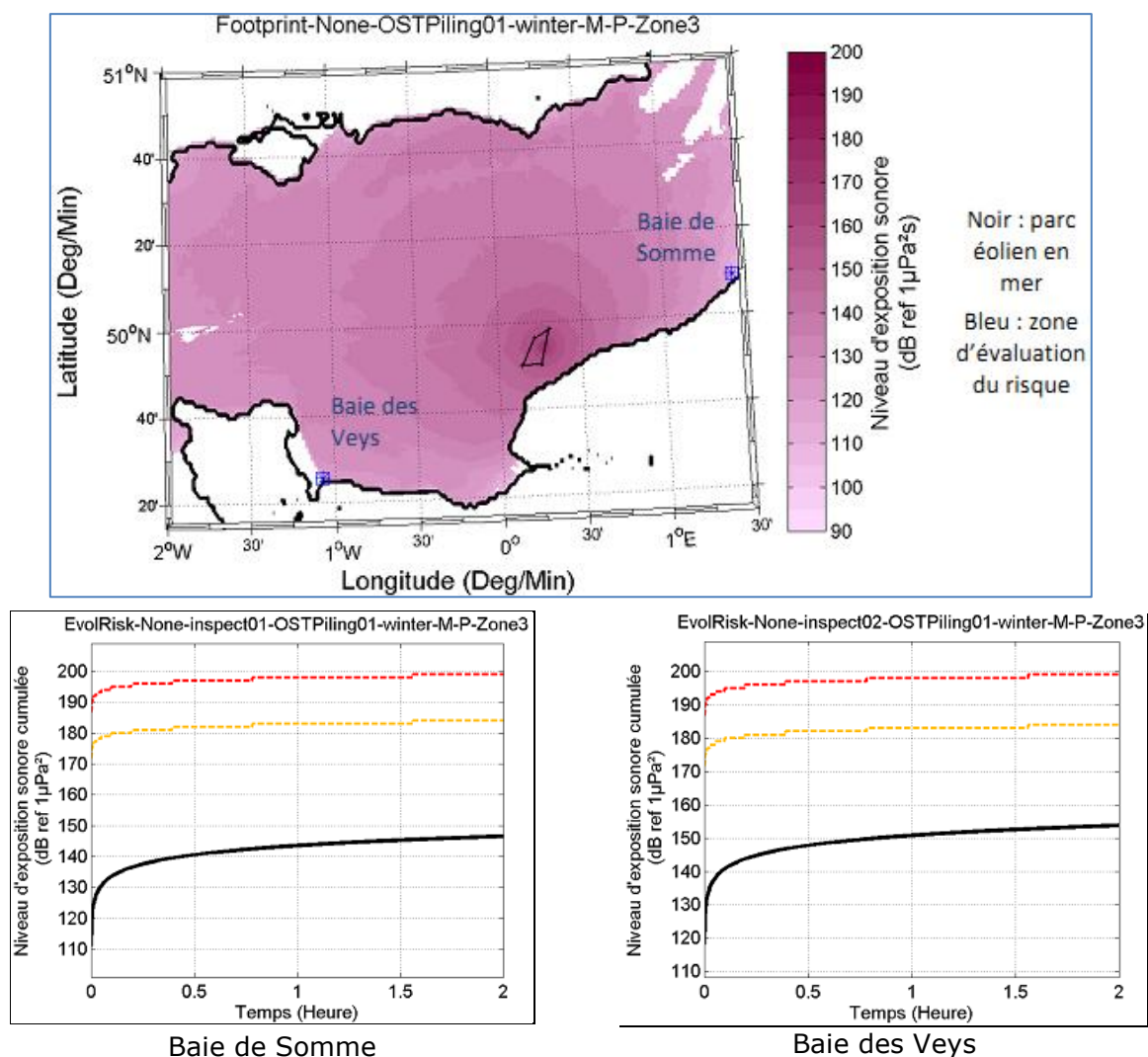


Figure 80 : Estimation des risques cumulés pour les pinnipèdes pour 2h d’activité de battage (Source : QUIET OCEANS, 2013)

A Nysted comme à Horns Rev, l'expérience rapporte que les phoques n'ont pas été dérangés par la construction des parcs éoliens. Ils ont même été observés pendant la construction en alimentation dans la zone de projet (DUDGEON OFFSHORE WINDFARM, 2009). Seul le battage de pieux a engendré des diminutions d'effectifs. L'impact est moindre que pour les delphinidés ou les odontocètes ; les effectifs diminuent relativement peu pendant la construction et remontent pendant la phase opérationnelle (DONG ENERGY, 2006 ; DIEDERICHS & *al.*, 2008). Chez les phoques, la capacité naturelle à détecter les sons de basses fréquences est assez élevée (MADSEN & *al.*, 2006).

Le Phoque veau-marin est susceptible de présenter des phénomènes d'évitement dans un rayon de 14 à 20 km autour du projet lors de la phase de construction (BAILEY & *al.*, 2010 ; THOMSEN & *al.*, 2006). Suite à l'expérience de North Hoyle et Rodsand, la zone de réponse du Phoque veau-marin a été évaluée à 2 km, pour un seuil de gêne de 90 dB (SKOV, 2006). TOUGAARD & *al.* (2009) rapportent qu'une exposition de plus de 20 min à un son supérieur de 60 dB à la limite auditive chez le Phoque veau-marin (*i.e.* 60 dBht), à des fréquences de 100, 500 et 1000 Hz (155, 144, 140 dB) cause une perte temporaire de 4,8 dB de sensibilité auditive (TOUGAARD & HENRIKSEN, 2009). Ces seuils ne sont atteints qu'en phase de travaux mais pas en phase de fonctionnement (maximum de 115 dB à 100 Hz).

HENRIKSEN & *al.* (2001) font état de perturbations chez le Phoque veau-marin, en fonction de la puissance des turbines, allant de changements dans la communication entre individus à l'abandon des sites, en passant par une modification du comportement lors de la chasse et dans les déplacements. Des changements comportementaux ont été recensés dans un périmètre de 200-300m autour d'une éolienne en activité. Au-delà, le bruit qu'elle génère deviendrait imperceptible pour le Phoque veau-marin (KOSCHINSKI & *al.*, 2003).

De même que le Phoque veau-marin, le Phoque gris est susceptible de présenter des phénomènes d'évitement dans un rayon de 15 à 20 km autour du parc en phase de construction (THOMSEN & *al.*, 2006).

Les observations ont démontré que, pour des études sismiques, les phoques quittent la zone pour des sons entre 214 et 224 dB et reviennent quand les travaux sont terminés (THOMPSON & *al.*, 1998).

VIII.1.1.3. Synthèse pour les mammifères marins

La sensibilité des différentes espèces est donnée en Figure 57. Les effets possibles sur ces dernières sont synthétisés en Figure 58.

Pour les espèces occasionnelles (Dauphin commun, Dauphin bleu et blanc et Globicéphale noir) ou espèces exceptionnelles (rorquals, baleines) dans l'aire d'étude élargie, l'effet est considéré comme faible en raison de la faible probabilité de présence.

Pour les espèces qui fréquentent régulièrement l'aire d'étude éloignée (Marsouin commun, Grand Dauphin et Phoque gris), l'appréciation de l'effet est déduite de la sensibilité.

Comme évoqué précédemment, seule la phase de battage des pieux, bien qu'elle soit courte (45h au total), constitue une menace potentielle pour les mammifères marins.

Pour les mammifères marins, étant donné le cortège d'espèces fréquentant la zone d'étude, la période estivale serait moins propice aux travaux de battage (phases clé du cycle biologique du Marsouin commun). Cependant, cette analyse sera croisée dans l'étude finale avec la sensibilité biologique d'autres espèces (notamment poissons). Par ailleurs, Eoliennes Offshore des Hautes Falaises ne peut garantir le respect de ce calendrier, en raison des contraintes de réservation de matériels actuellement très demandés. Cette mesure ne peut donc être retenue.

Deux espèces sont particulièrement concernées :

- Le Marsouin commun est présent en forte densité durant la période printanière y compris dans l'aire d'implantation. Les travaux de battage (env 45 h) peuvent entraîner une modification de comportement sur des distances importantes supérieures à 10 milles nautiques. Les autres travaux peuvent entraîner également des modifications de comportement non négligeables qui pourraient influencer sur le cycle biologique de l'espèce selon les périodes de travaux.
- Le Phoque gris est présent régulièrement au large en phase d'alimentation et sa sensibilité acoustique est particulièrement importante. Cela le rend vulnérable en phase de battage. Il convient de s'assurer de son absence à proximité de la zone de chantier lors de cette manœuvre.

Pour les autres phases, l'effet attendu est faible (exploitation) à modéré (les autres opérations de construction, hors battage).

Espèces	Phase de construction du parc							Phase d'exploitation	
	Clapage	Dragage	Ensouillage	Battage	Dépose structure éolienne	Scénario cumulé (clapage, dragage, dépose)	Trafic induit	Maintenance	Exploitation du parc éolien
Grand Dauphin	Faible	Faible	Faible	Modérée	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Dauphin commun	Faible	Faible	Faible	Modérée	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Dauphin bleu et blanc	Faible	Faible	Faible	Modérée	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Globicéphale noir	Faible	Faible	Faible	Modérée	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Marsouin commun	Modérée	Modérée	Modérée	Moyenne	Faible	Moyenne	Modérée	Faible	Faible
Phoque veau-marin	Modérée	Faible	Faible	Modérée	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Phoque gris	Modérée	Faible	Faible	Modérée	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible

Figure 57 : Synthèse de la sensibilité acoustique par espèce en fonction du type de travaux (BIOTOPE)

Faible	Risque de changement de comportement sur des distances faibles (< 2 milles nautiques) ou risque de dommages permanents ou risque de dommages temporaires nuls
Modérée	Risque de changement de comportement sur des distances moyennes (entre 2 et 10 milles nautiques) ou risque de dommages ou temporaires (entre 0,1 et 1 mille nautique) ou permanents cumulés sur 2h (< 0,2 mille nautique)
Moyenne	Risque de changement de comportement sur des distances importantes (> 10 milles nautiques) ou temporaires sur de grandes distances (> 1 mille nautique) ou risque de dommages permanents cumulés sur 2h (entre 0,2 et 0,5 mille nautique)
Forte	Risque de dommages temporaires sur de grandes distances (> 2 milles nautiques) ou permanents cumulés sur 2h (> 0,5 mille nautique)

Espèces concernées	Valeur patrimoniale	Présence dans l'aire d'étude	Phase	Sensibilité	Effet
Dauphin bleu et blanc Dauphin commun	Forte	Faible Présence occasionnelle dans l'aire d'étude Quelques observations ponctuelles pour les deux espèces en Haute-Normandie	Construction (battage)	Modérée	Faible
			Construction (autres opérations)	Faible	Faible
			Exploitation	Faible	Faible
Grand Dauphin	Forte	Modérée à moyenne Présence régulière notée en été dans l'aire d'étude et environs, également en période estivale	Construction (battage)	Modérée	Modéré
			Construction (autres opérations)	Faible	Faible
			Exploitation	Faible	Faible
Globicéphale noir	Modérée	Faible Non observé au cours des dernières campagnes (bateau, avion, SAMM) au sein de l'aire d'étude éloignée mais mentionné dans les données bibliographiques (concernent probablement des individus en transit)	Construction (battage)	Modérée	Faible
			Construction (autres opérations)	Faible	Faible
			Exploitation	Faible	Faible

Espèces concernées	Valeur patrimoniale	Présence dans l'aire d'étude	Phase	Sensibilité	Effet
Marsouin commun	Forte	Forte De loin l'espèce la plus abondante sur l'aire d'étude Présente toute l'année avec densités plus forte de janvier à avril Reproduction possible entre avril et août	Construction (battage)	Moyenne	Moyen
			Construction (autres opérations)	Modérée	Modérée
			Exploitation	Faible	Faible
Phoque veau-marin	Forte	Faible Visiteur côtier, l'espèce ne fréquente pas le large mais uniquement la bande côtière La colonie la plus proche se trouve à plus de 50 km	Construction (battage)	Modérée	Modéré
			Construction (autres opérations)	Modérée	Faible
			Exploitation	Faible	Faible
Phoque gris	Forte	Modérée à moyen Les colonies se trouvent à plus de 50 km mais présence d'individus en transit dans la zone d'implantation Zones de pêche à un peu plus de 20 km	Construction (battage)	Modérée	Moyen
			Construction (autres opérations)	Modérée	Modérée
			Exploitation	Faible	Faible

Figure 58 : Synthèse des effets acoustiques du projet sur les différentes espèces (BIOTOPE)

VIII.1.2. PERTE OU MODIFICATION D'HABITAT

VIII.1.2.1. Généralités

L'implantation d'éoliennes peut entraîner des modifications ou une perte d'habitat pour certaines espèces, en particulier celles aux territoires restreints (Dolman et al., 2003). Elles pourraient impliquer la disparition de certaines espèces de ces zones, avec des répercussions sur l'ensemble du réseau trophique (Gill, 2005).

Ce phénomène pourrait toutefois être, au moins partiellement, compensé par l'effet « récif » engendré par l'implantation de structures solides (Thomsen et al., 2006).

Les réglementations imposées au sein des parcs éoliens pour la pêche peuvent également générer un effet « réserve » corrélé à l'effet récif. Les proies peuvent se concentrer dans le parc éolien par effet récif, renforcé par l'effet « réserve », et augmenter ainsi la fréquentation par les mammifères marins.

Comme n'importe quelle structure solide implantée en milieu marin, les fondations peuvent constituer un nouvel habitat pour de nombreuses espèces, d'autant plus si les fonds environnants sont meubles (Vella et al., 2001). Cette colonisation peut entraîner la formation d'un réseau trophique complexe et agir comme un « îlot de biodiversité » attirant potentiellement les prédateurs dont les mammifères marins (Jensen, 2002). Ces îlots de biodiversité peuvent alors devenir des sources d'attraction pour de nombreuses espèces. Ces « récifs » peuvent attirer les espèces naturellement présentes dans le milieu (Connel, 2001) mais peuvent également générer le développement d'espèces invasives ou non présentes de façon naturelle (Page et al., 2006). Même si il est reconnu que l'effet récifal engendré par les fondations engage des effets positifs, l'implantation de récifs artificiels peut également perturber l'écosystème.

L'expérience de Horns Rev (parc offshore installé au Danemark) a démontré que la présence des turbines sur cette zone a induit une augmentation de la présence de proies pour les mammifères marins (Skov, 2006). Beaucoup de facteurs entrent en compte dans la colonisation potentielle des structures à l'origine des effets récifs : rugosité, température de l'eau, salinité, profondeur, distance par rapport à un autre récif, nature des sédiments. Par ailleurs, l'effet de concentration halieutique prévisible d'un parc offshore risque d'avoir un impact sur les stocks de poissons comme le cabillaud au sein des habituelles zones de développement (HOFFMANN & al, 2000), créant ainsi des refuges.

Il est par ailleurs très probable que les poissons (espèces proies) présents dans la zone de projet se déplacent suite à la construction du parc. Toutefois, étant donné la grande mobilité des mammifères marins, certains chercheurs considèrent qu'il s'agit d'un impact mineur (DUDGEON OFFSHORE WINDFARM, 2009). Les effets attendus à court terme sur les poissons sont l'évitement de la zone, suite à la turbidité, aux mouvements d'eau et aux activités. Suivant l'emplacement du câble, l'impact sera plus ou moins important sur les poissons plats. A long terme, la zone considérée est très restreinte et l'impact attendu est négligeable. Pour les fréquences entre 0.05 et 2 kHz, les éoliennes risquent de provoquer des effets néfastes sur les poissons qui constituent les proies principales des mammifères marins, mais étant donné le bruit sous-marin déjà induit par l'Homme, le changement ne sera pas très important (HOFFMANN & *al.*, 2000). Les impacts attendus pour les poissons présents sur la zone de projet sont abordés plus précisément dans le chapitre VI.6.1.5 avec l'expérience de Horns Rev (Danemark).

Certaines opérations lors de la construction du parc éolien vont nécessiter de préparer les fonds pour les fondations, entraînant une remise en suspension de matériaux dans la colonne d'eau. Cette remise en suspension peut également libérer des polluants si les sédiments remobilisés sont contaminés.

Dans un tel cas, il est très difficile de qualifier le niveau d'effet, qui dépend notamment du niveau de contamination, des polluants considérés, de la courantologie.... Notons par ailleurs que la détermination de leurs effets sur les mammifères marins n'en est qu'à ses balbutiements (Hall et al., 2006).

Dans le cadre de cette étude, des simulations ont été réalisées par le bureau d'études ACTIMAR (Source : ACTIMAR, 2013. Etude d'impact hydrodynamique et sédimentaire du Parc Eolien en Mer de Fécamp). Elles utilisent le modèle TELEMAR (SISYPHE), utilisé pour prédire l'évolution de la dynamique sédimentaire, avec un paramétrage adapté.

Les simulations hydrodynamiques ont été réalisées sur les deux conditions type de marées moyennes de morte-eau et de vive-eau, sur une durée de cinq jours, comprenant trois jours de rejet et deux jours supplémentaires pour étudier la dispersion ultérieure du panache. Trois points de rejets différents ont été considérés à l'intérieur du parc : la fondation B3 (sud-ouest du parc) ; la fondation F9 (centre), la fondation I14 (nord-est). Le modèle a été mis en œuvre pour deux granulométries différentes (diamètre médian D50) : 5 μm et 100 μm , de manière à couvrir une large gamme de particules fines pouvant être rejetées lors des opérations de décaissement. Pour les particules les plus fines de 5 μm , les propriétés cohésives ont été prises en compte (formation possible de floes). Enfin, les caractéristiques propres au rejet simulé sont les suivantes : densité des matériaux rejetés = 2 000 kg/m^3 , débit solide du rejet = 2,1 m^3/heure .

Le code de transport sédimentaire et de morphodynamique SISYPHE, élément de la chaîne de calcul TELEMAC, a été utilisé pour résoudre les équations de transport des sédiments cohésifs (vases, limons, fines,...) et non cohésifs (sables, graviers) ainsi que des substances dissoutes (rejet d'émissaire, pollution accidentelle,...) sous l'effet combiné de la houle et des courants.

Sur l'ensemble de la zone du projet, les prélèvements réalisés par le GEMEL en 2011 indiquent que le diamètre médian des sédiments varie entre 5 et 15 mm, pour un diamètre médian moyen d'environ 9 mm. Les sédiments fins sont en proportions négligeables et correspondent à une fraction de sédiment masquée par des éléments plus grossiers.

VIII.1.2.2. Effets du projet

Cette perte d'habitat peut-être due aux modifications directes de l'habitat (notamment par remise en suspension des sédiments) ainsi que par modification indirecte des réseaux trophiques.

Concernant la remise en suspension des sédiments, la turbidité influence peu les mammifères marins, en raison de leur utilisation préférentielle de l'écholocation, en particulier en milieu côtier.

En revanche, elle pourrait impacter les organismes benthiques ou pélagiques, se répercutant ainsi sur les autres chaînons du réseau trophique par effet « bottom up » (Wilhelmson et al., 2010). Il est fort probable que les poissons (espèces proies) présents dans la zone de projet se déplacent suite à la construction du parc. Toutefois, étant donné la grande mobilité des mammifères marins, certains chercheurs considèrent qu'il s'agit d'un impact mineur (DUDGEON OFFSHORE WINDFARM, 2009). De plus, la modélisation réalisée par ACTIMAR apporte quelques éléments sur les modifications hydrodynamiques et sédimentaires apportées par le parc :

Pour l'hydrodynamique, la présence des fondations sur le fond affecte les états de mer dans la zone d'implantation, sur une distance de l'ordre de 150 à 200 m autour des fondations. L'effet des sillages des turbines est beaucoup plus diffus que l'effet des fondations. Lorsque le vent et la houle sont dans la même direction les effets se cumulent (Figure 59)

Sur l'ensemble des simulations, l'écart relatif maximal calculé sur la hauteur spectrale significative est de 5,6 %. Cet écart reste inférieur à la variabilité naturelle des états de mer, estimée à 7,1% sur le site à partir des données Anemoc (données modélisée d'états de mer sur une période de 22 ans).

Dans cette zone de la Manche, les états de mer sont généralement composés de différents systèmes de vagues (houle / mer de vent) de différentes incidences. Pour ces états de mer complexes, l'incidence du parc éolien est donc plus diffuse.

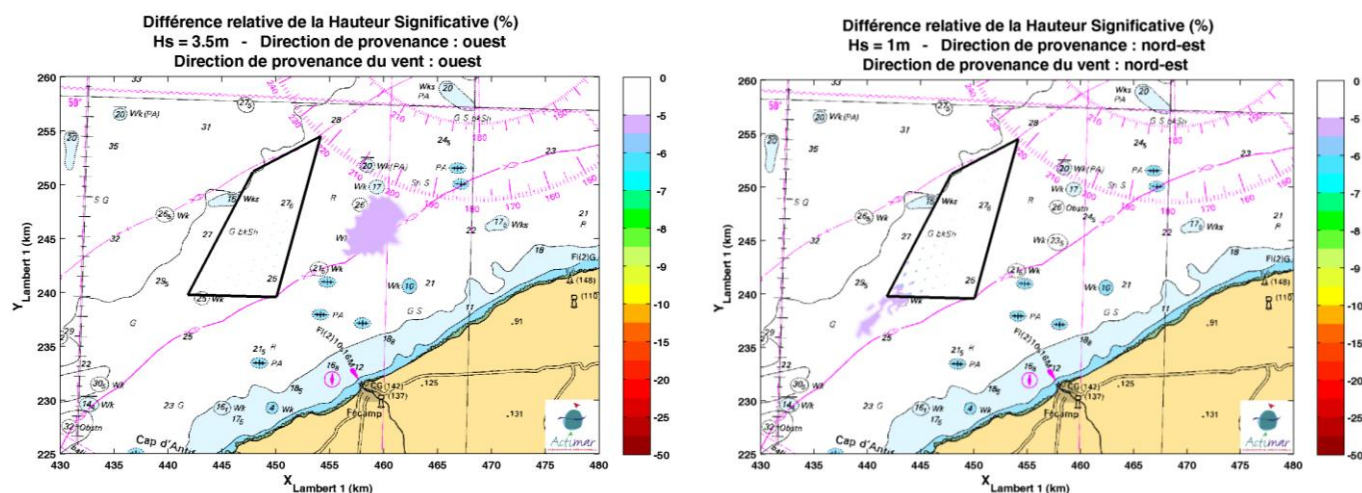


Figure 59 : Ecart relatif de la hauteur significative de la houle par effet combiné du sillage des turbines (ACTIMAR)

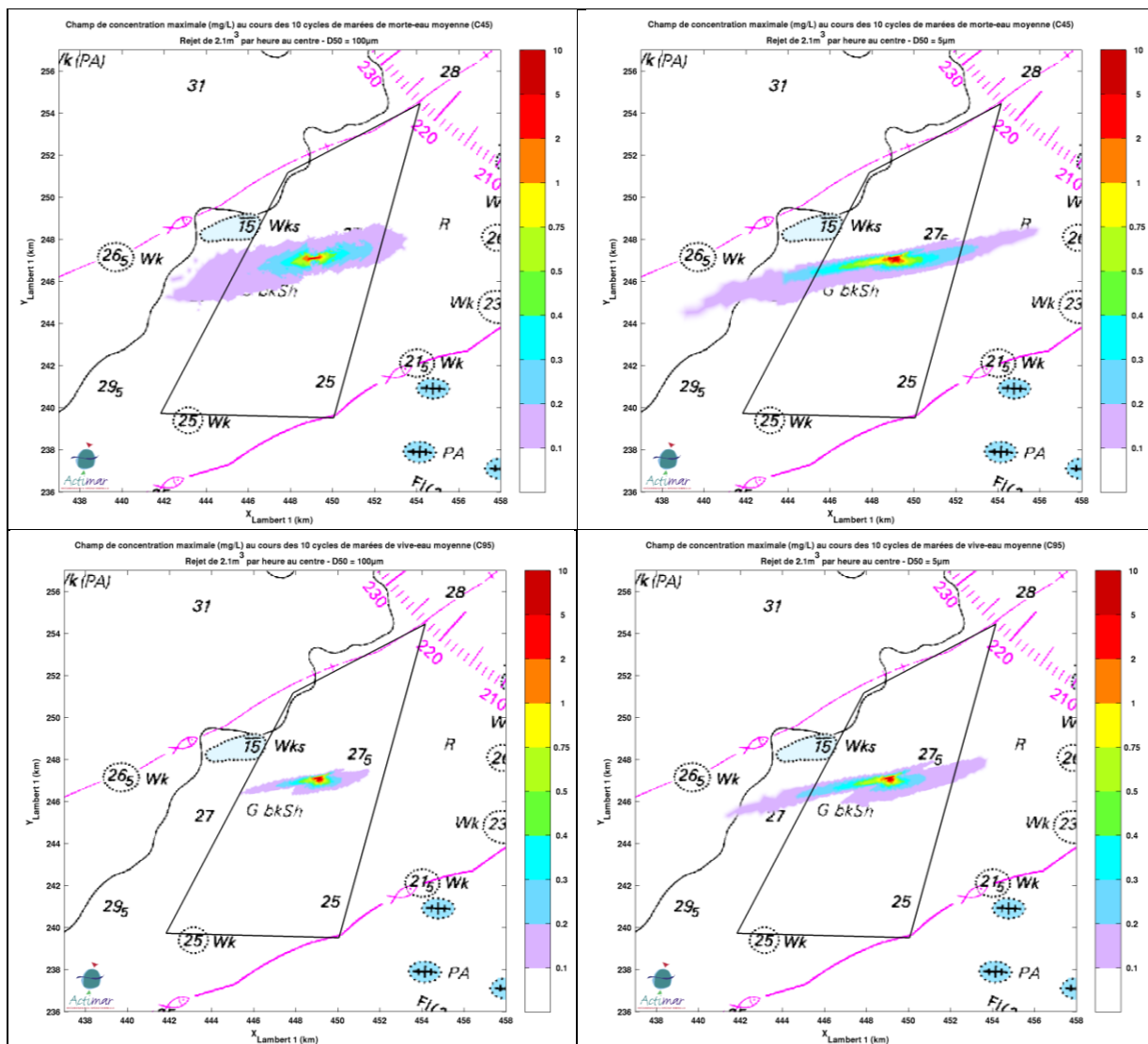
Pour la sédimentation, les simulations ont été réalisées avec deux classes granulométriques distinctes : 10 mm (75 % de la fraction totale) et 1 mm (25 %). Les données d'épaisseur sédimentaire sur la zone projet ont été fournies par ID SCOPE (campagne 2011). En dehors de la zone d'étude, l'épaisseur est arbitrairement supposée constante et égale à 2,5 m.

La marée et les conditions hydrodynamiques ont été « schématisées » de façon à être représentatives sur une durée de 30 ans (prise en compte des coefficients de mortes eaux moyennes, vives eaux moyennes, états de mers modélisés d'Anémoc).

L'évolution sédimentaire dans le domaine de calcul est estimée en soustrayant les évolutions sans fondations, aux évolutions en présence de fondations. Un écart négatif correspond à un affouillement des fonds. Réciproquement, un écart positif équivaut à une accrétion. Les écarts inférieurs à 5 cm/30 ans (correspondant à une évolution moyenne de moins de 2 mm/an) sont laissés en blanc.

A l'échelle régionale, les résultats (Figure 60) montrent que la présence des fondations ne modifie pas la morphologie des fonds de plus de 5 cm par rapport aux évolutions naturelles. La présence des fondations gravitaires n'affecte donc l'évolution des fonds que très localement autour des fondations et ne perturbe dès lors pas l'évolution naturelle des fonds au-delà de la zone d'implantation du parc éolien.

Très localement, c'est à dire autour de chaque fondation, des phénomènes d'exhaussement/érosion non significatifs pourront être constatés.



Les réglementations imposées au sein des parcs éoliens pour la pêche peuvent également générer un effet « réserve » corrélé à l'effet « récif ». Les proies peuvent se concentrer dans le parc éolien par effet récif, renforcé par l'effet « réserve », et augmenter ainsi la fréquentation par les mammifères marins.

Pour les espèces occasionnelles qui ne font le plus souvent que transiter par la zone d'étude (Dauphin commun, Dauphin bleu et blanc, Globicéphale noir) ou les espèces absentes (Phoque veau-marin), l'effet sur la modification ou la perte d'habitat reste faible.

Pour les espèces régulières (Grand Dauphin, Marsouin commun et Phoque gris), il est possible que le secteur d'implantation constitue ou participe aux habitats importants pour les espèces. L'appréciation de l'effet est déduite de la sensibilité.

Espèces concernées	Valeur patrimoniale	Sensibilité	Risque	Effet
Dauphin bleu et blanc	Forte	Modérée	Faible Présence occasionnelle dans l'aire d'étude, quelques observations ponctuelles pour les deux espèces en Haute-Normandie	Faible
Dauphin commun	Forte	Modérée	Faible Présence occasionnelle, habitat juste traversé	Faible
Grand Dauphin	Forte	Modérée	Modéré à moyen Présence régulière notée en été dans l'aire d'étude et également autour de celle-ci en période estivale	Modéré
Globicéphale noir	Modérée	Modérée	Non observé au cours des dernières campagnes (bateau, avion, SAMM) au sein de l'aire d'étude éloignée mais présence de données bibliographiques. Ces données concernent probablement des individus en transit	Faible
Marsouin commun	Forte	Modérée	Forte De loin l'espèce la plus représentée sur l'aire d'étude. Présente toute l'année avec densités plus forte de janvier à avril. Reproduction possible entre avril et août.	Moyen
Phoque veau-marin	Forte	Faible	Faible Visiteur côtier. L'espèce ne fréquente pas le large, uniquement la bande côtière. La colonie la plus proche se trouve à plus de 50 km.	Faible
Phoque gris	Forte	Faible	Modéré à moyen Colonies se trouve à plus de 50 km mais présence d'individus en transit dans la zone d'implantation et de zones de pêche à un peu plus de 20 km.	Faible

Figure 62 : Synthèse des effets du projet sur les mammifères marins par perte ou modification de l'habitat (BIOTOPE)

VIII.1.3. COLLISIONS

Les mammifères marins ont la capacité de détecter les fondations des éoliennes et de les éviter. Les risques de collisions sont donc essentiellement liés au trafic maritime engendré par les activités en mer, lors des phases de construction puis de maintenance des parcs éoliens.

Les navires intervenant pour des travaux d'installation évoluent à des vitesses très limitées et ne constituent pas de réel danger pour ces animaux ; les risques de collision sont quasi nuls. Le risque est plus important lors des phases de maintenance pour lesquelles de petites unités plus rapides sont utilisées.

Cependant, ce risque potentiel concerne surtout les cétacés de grande taille (rorquals, baleines), peu présents sous nos latitudes.

L'augmentation de trafic générée par la construction puis l'exploitation de plusieurs parcs reste modérée dans le contexte de la Manche qui, rappelons-le, est une des routes maritimes les plus fréquentées du Monde. Localement, le port du Havre induit un trafic important de la baie de Seine vers le Dispositif de Séparation du Trafic en Manche. Côté anglais, le trafic commercial est également important.

VIII.1.4. ELECTROMAGNETISME

VIII.1.4.1. Généralités

Certaines études évoquent les effets possibles des champs électromagnétiques produits dans les parcs éoliens sur la navigation des mammifères marins (Dolman et al., 2003), mais les effets ne sont pas établis à l'heure actuelle. Les effets de ces champs électromagnétiques sont difficiles à évaluer, tout comme l'utilisation du champ magnétique terrestre par les cétacés lors de déplacements (Gould, 2008). Certains échouages en masse de cétacés ont été mis en relation avec des zones de diminution du champ magnétique terrestre (Walker, 2002). De même, des variations de trajets migratoires de rorquals communs ont pu être corrélées avec des modifications de ce même champ magnétique. La présence de cristaux de magnétites dans certaines cellules sensorielles de baleines et de phoques, concentrés dans la dure mère (entourant le cerveau), pourrait être un bon

indicateur de l'utilisation du champ magnétique chez les mammifères marins. Les connaissances actuelles sont toutefois insuffisantes pour comprendre l'effet des champs magnétiques générés par les câbles d'éoliennes dans la mesure où l'utilisation même des champs magnétiques par les mammifères marins reste mal connue. Les retours d'expériences existants n'ont pas mis en évidence d'effets électromagnétiques des câbles d'éoliennes, qui sont considérés comme négligeables (Ramboll, 2009).

Gill & *al.* (2005) mettent en évidence qu'une grande majorité des mammifères marins présents sur nos côtes (Dauphin commun, Grand Dauphin, Dauphin blanc et bleu, Marsouin commun, Dauphin de Risso, Rorqual commun, Cachalot) sont sensibles aux stimuli magnétiques. Ils comparent plusieurs câbles de transport utilisés pour le transfert des fermes éoliennes vers la terre ferme et observent des ondes comprises entre 250 et 550 A et des champs électriques et magnétiques notables, plus particulièrement pour des câbles non enterrés.

Une seconde étude montre que les champs magnétiques générés par les câbles de raccordement inter-éoliennes sont généralement plus faibles que celles du champ magnétique terrestre (30 à 50 μT) et significativement plus faibles que les ondes magnétiques capables de déclencher des échouages. Par ailleurs, à 20 m du câble, les ondes se fondent dans le bruit de fond.. A 100 m d'un câble unique PEX conducteur d'un courant de 150 kV, le champ magnétique perçu est 2 fois inférieur à celui de la Terre. Pour les autres câbles, il est 3 à 4 fois inférieur à celui de la Terre (HOFFMANN & *al.*, 2000). Cependant les caractéristiques des champs magnétiques générés par les câbles sont différentes de celles émises par la Terre ; ils pourraient donc être perçus différemment.

Sur les phoques, aucun impact n'a été recensé (KIRSCHVINK & *al.*, 1986).

VIII.1.4.2. Effets du projet

L'exploitation de la liaison sous-marine conduit à générer des champs magnétiques 50 Hz au voisinage immédiat de la liaison sous-marine. Compte tenu de la technologie envisagée (tricâble jointif et liaison ensouillée), les champs magnétiques induits restent faibles et décroissent très vite avec la distance au câble. Ils seront inférieurs à 0,01 μT à 5 m du câble (1/1 000 000ème de Tesla).

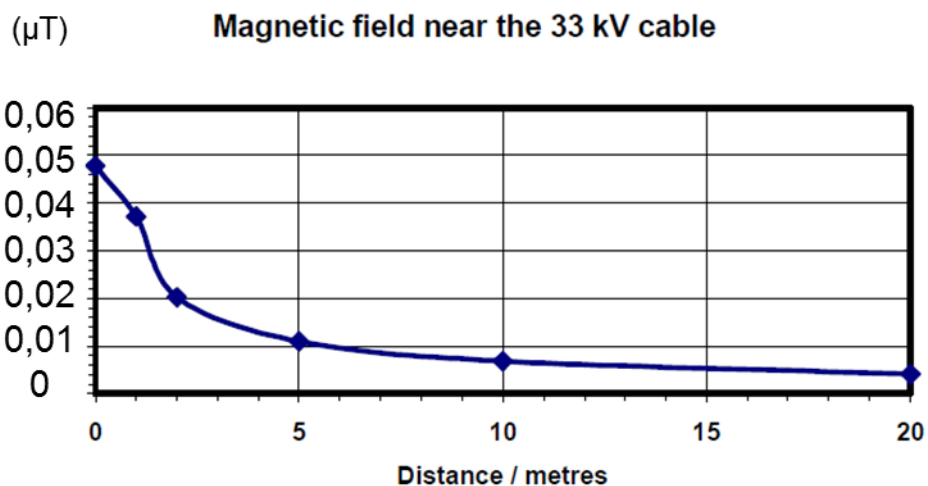


Figure 116 : Champs magnétiques près du câble de raccordement

L'amplitude du champ magnétique terrestre étant de 50 μT sous nos latitudes, la perturbation apportée par le câble électrique semble mineure et très localisée.

On peut donc penser que les champs magnétiques présenteront un effet négligeable sur les mammifères marins. Il n'y a par ailleurs pas de maintenance à prévoir sur le câble installé au fond.

Espèce ou groupe d'espèces	Valeur patrimoniale	Sensibilité	Risque	Effet
Dauphin bleu et blanc et Dauphin commun	Forte	Modérée	Faible Présence occasionnelle dans l'aire d'étude. Quelques observations ponctuelles pour les deux espèces en Haute-Normandie. Espèce plutôt en transit.	Faible
Grand Dauphin	Forte	Modérée	Modéré à moyen Présence régulière notée en été dans l'aire d'étude et autour de celle-ci également en période estivale	Faible
Globicéphale noir	Modérée	Modérée	Non noté au cours des dernières campagnes (bateau, avion, SAMM) au sein de l'aire d'étude éloignée mais présence de données bibliographiques. Ces données concernent probablement des individus en transit.	Faible
Marsouin	Forte	Modérée	Fort De loin l'espèce la plus représentée sur l'aire d'étude. Présente toute l'année avec densités plus forte de janvier à avril. Reproduction possible entre avril et août.	Faible
Phoque veau-marin	Forte	Faible	Faible Visiteur côtier. L'espèce ne fréquente pas le large, uniquement la bande côtière. La colonie la plus proche se trouve à plus de 50 km	Faible
Phoque gris	Forte	Faible	Modéré à moyen Colonies se trouve à plus de 50 km mais présence d'individus en transit dans la zone d'implantation et de zones de pêche à un peu plus de 20 km	Faible

Figure 63 : Synthèse des effets électromagnétiques du projet sur les mammifères marins (BIOTOPE)

VIII.1.5. SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET SUR LES MAMMIFÈRES MARINS

Espèces	Acoustique			Electromagnétisme	Perte ou modification d’habitat	Collisions
	Construction		Exploitation			
	Battage	Autres phases				
Dauphin bleu et blanc	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Très faible
Dauphin commun	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Très faible
Grand Dauphin	Modéré	Faible	Faible	Faible	Modéré	Faible
Globicéphale noir	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Très faible
Marsouin	Moyen	Modéré	Faible	Faible	Moyen	Faible
Phoque veau-marin	Modéré	Faible	Faible	Faible	Faible	Très faible
Phoque gris	Moyen	Modéré	Faible	Faible	Faible	Faible

Figure 64 : Synthèse générale des effets du projet sur les mammifères marins (BIOTOPE)

VIII.2. CHIROPTERES

Le risque de collision/barotraumatisme est évalué en croisant la potentialité d'observer les espèces en mer (voir V.3) et la sensibilité à l'éolien terrestre (voir VII.2.1).

L'effet barrière/modification de trajectoire ne prend en compte que la potentialité d'interaction avec le projet (voir V.3).

3 espèces (Noctule commune, Noctule de Leisler et Pipistrelle de Nathusius) présentent un risque faible en raison de leur présence régulière en mer, de leur caractère migrateur, de leur présence en Haute-Normandie et en Angleterre, ainsi que de leur sensibilité à l'éolien terrestre.

Les autres espèces sont très peu menacées et on peut considérer que le risque est négligeable.

- SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET SUR LES CHAUVES-SOURIS EN MIGRATION -		
Espèces	Collision barotraumatisme	Effet barrière modification de trajectoires
Noctule commune	Faible	Faible
Noctule de Leisler	Faible	Faible
Grande Noctule	Très faible	Très faible
Vespère de Savi	Très faible	Très faible
Pipistrelle de Nathusius	Faible	Faible
Pipistrelle pygmée	Très faible	Très faible
Sérotine bicolore	Très faible	Très faible

Figure 65 : Synthèse des effets résiduels du projet sur les chauves-souris (BIOTOPE)

IX. ÉVALUATION DES EFFETS CUMULES

L'article R. 122-5 du code de l'environnement précise :

« II.- L'étude d'impact présente :

(...)

4° Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

-ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ;

-ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public. »

La prise en compte des effets cumulés de projets différents est une problématique complexe, qui se heurte à des considérations techniques, notamment en raison d'approches parfois divergentes dans les différentes études d'impact, et également à la difficulté d'obtenir les documents techniques relatifs aux autres projets.

La mise en œuvre de plusieurs parcs éoliens en mer est en particulier susceptible d'affecter les espèces disposant des capacités de déplacement importantes, comme les mammifères marins. Les retours d'expérience sont encore peu nombreux sur cet aspect. Nous nous sommes toutefois appuyés sur les recommandations du guide du Scottish Natural Heritage (2012).

IX.1. PROJETS PRIS EN COMPTE

Par courrier en date du 17 octobre 2013, le Préfet de Région de Haute-Normandie a transmis une liste des projets connus à prendre pour l'évaluation des effets cumulés. Cette liste a été amendée par un courrier en date du 8 avril 2014.

Le porteur de projet a eu accès aux informations publiques dont disposait l'administration sur les projets connus à prendre pour l'évaluation des effets cumulés et notamment les avis de l'autorité environnementale ainsi que les études d'impact ou étude d'incidences au titre de la Loi sur l'Eau.

Une première analyse a été menée sur les aires d'études et les effets des projets. Cette analyse a permis d'écarter les projets pour lesquels les impacts sur les habitats et espèces

étaient nuls ou circonscrits dans l'espace sans interaction avec le projet éolien. Cette analyse est présentée dans le tableau ci-dessous :

- AUTRES PROJETS LITTORAUX SUSCEPTIBLES D'AVOIR DES EFFETS CUMULES AVEC LE PARC EOLIEN -				
Projet	Maître d'ouvrage	Impacts sur l'avifaune	Aire d'étude ou localisation	Prise en compte pour les effets cumulés
Dragage d'entretien du chenal du port de Rouen et immersion des produits (Kannik)	Grand Port Maritime de Rouen	Nul : principal impact sur la qualité de l'eau	Baie de Seine	Non pris en compte : impact nul
Mise aux normes de la station d'épuration de Fécamp	Ville de Fécamp	Nul : principal impact (positif) sur la qualité de l'eau	A la côte à Fécamp	Non prise en compte : impact nul
Projet de dragage pour l'apportement de Total CFR sur le canal de Tancarville	Total Raffinage marketing	Nul : principal impact sur la qualité de l'eau	Dans l'estuaire de la Seine	Non prise en compte : impact nul
Projet d'expérimentation de clapage des sédiments de dragage d'entretien du port de Rouen (Machu)	Grand Port Maritime de Rouen	Nul : principal impact sur la qualité de l'eau	Dans la Baie de Seine	Non pris en compte : impact nul
Dragage d'entretien du port du Tréport	Ville du Tréport	Nul : principal impact sur la qualité de l'eau	Au large du Tréport	Non pris en compte : impact nul
Exploitation d'un gisement de granulats marins	GIE Graves de Mer	Nul : principal impact sur la qualité de l'eau et des	Entre 3,5 et 5 milles nautiques au nord-nord-est	Non pris en compte : impact nul

- AUTRES PROJETS LITTORAUX SUSCEPTIBLES D'AVOIR DES EFFETS CUMULES AVEC LE PARC EOLIEN -				
Projet	Maître d'ouvrage	Impacts sur l'avifaune	Aire d'étude ou localisation	Prise en compte pour les effets cumulés
		sédiments	de Dieppe	
Exploitation d'un gisement de granulats marins	GIE Gris Nez	Nul : principal impact sur la qualité de l'eau et des sédiments		Non pris en compte : impact nul
Amélioration des accès du port de Rouen	Grand Port Maritime de Rouen	Nul : principal impact sur la qualité de l'eau et des sédiments		Non pris en compte : impact nul
Parc éolien en mer de Courseulles s/s Mer	Eolienne offshore du Calvados	Effets de même nature que ceux du projet éolien en mer de Fécamp	60 km au sud-ouest du projet éolien en mer de Fécamp	Pris en compte

Cas particulier des projets éoliens en mer en Manche Orientale

Bien que ne bénéficiant pas d'un avis de l'autorité environnementale au jour du dépôt des demandes d'autorisations du parc éolien en mer de Fécamp, nous avons pris en compte le projet de parc éolien en mer du Calvados, au large de Courseulles-sur-Mer (14) dans l'évaluation des effets cumulés au titre de l'étude d'impact.

Ce projet se situe en baie de Seine, à environ 60 km du projet de Fécamp, le trajet entre les 2 parcs en longeant les côtes (correspondant aux trajets préférentiels des oiseaux) étant de 80 km.

Il prévoit l'installation de 75 éoliennes Alstom Haliade 150 (les mêmes qu'à Fécamp), pour une puissance totale de 450 MW au large de la commune de Courseulles-sur Mer dans le calvados (14). Pour ce projet, les fondations de type « monopieu » ont été retenues.

Nous avons également pris en compte les projets de Navitus Bay et de Rampion, côté anglais.

Les caractéristiques générales des différents projets sont données ci-après.

Projet	Promoteur	Nb. de machines	Puissance max (MW)	Surface (km ²)	Etat d'avancement	Fondations	Distance à la côte (min – max)
Projet éolien en mer de Courseulles-sur-Mer (14)	EDF EN / DONG / WPD offshore	75	450	50	En projet	Monopieu	10-20 km
Projet éolien en mer de Fécamp (76)	EDF EN / DONG / WPD offshore	83	498	65	En projet	GBS (sauf éventuellement pour le poste électrique en mer)	13-22 km
Projet éolien en mer de Rampion (UK)	E.ON Climate & Renewables UK Rampion Offshore Wind Limited (E.ON)	175	700	139	En cours d'instruction. Avis de l'autorité prévu en avril 2014.	Non défini (monopieu, GBS ou jacket) ⁵	13-23 km
Projet éolien en mer de Navitus Bay (UK)	Eneco Wind UK Ltd (Eneco) & EDF Energy Renewables	194	970	153	Dépôt des demandes d'autorisation prévu en avril 2014.	Non défini (monopieu, GBS ou jacket) ⁵	14-30 km

Figure 66 : Caractéristiques générales des différents projets éoliens offshore en Manche (BIOTOPE)

⁵ Au Royaume-Uni, les études d'impact des parcs éoliens en mer sont basées sur une « enveloppe » technique qui laisse de la flexibilité dans les choix techniques, notamment sur le choix des fondations mais qui doit être évaluée sous la pire configuration. Selon les effets envisagés, il est fait le choix de considérer la solution ayant un impact majorant (exemple : fondation GBS pour la perte d'habitat, monopieu pour l'effet acoustique lors de la phase de construction)

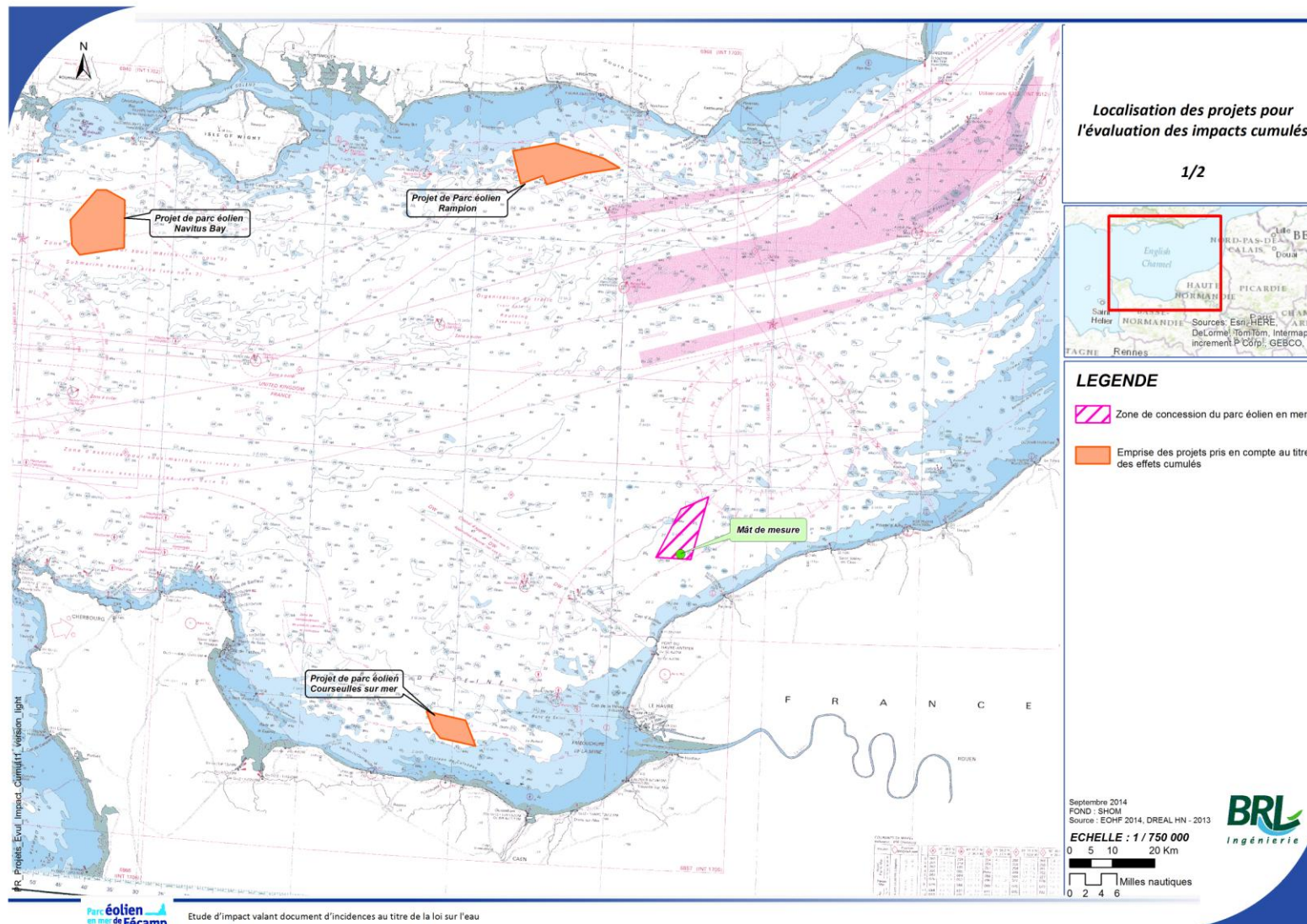


Figure 67 : Projets éoliens offshore en Manche (BRLi, 2014)

IX.2. ANALYSE DES EFFETS CUMULES

Pour rappel, le principal enjeu pour le groupe des mammifères marins, identifiée dans la présente étude ainsi que dans celle du projet de Courseulles-sur-Mer, concerne l'émission d'ondes acoustiques dans la colonne d'eau lors des opérations de battage de pieux, nécessaires pour la mise en place de certains éléments des parcs :

- A Fécamp, il s'agit du poste de transformation électrique, prévu pour être installé sur des structures de type « jacket » ou sur des fondations gravitaires similaires à celles des éoliennes (dans la présente partie, le premier cas, majorant du point de vue de l'impact acoustique, sera considéré).
- A Courseulles-sur-Mer, l'ensemble des machines (75) est installé sur des fondations de type monopieux (diamètre compris entre 7 et 7,5 m).

L'étude d'impact du projet de Courseulles-sur-Mer conclut que « Les procédures soft-start et les dispositifs de dissuasion acoustique réduisent les risques et permettent à chacun des groupes de s'éloigner de la source de bruit, évitant ainsi de s'exposer à des niveaux sonores impactants. Ces effets après réduction sont qualifiés de négligeables. »

Comme indiqué dans les études d'impact respectives, les opérations de préparation des fonds (dragage), ensouillage des câbles, déversements de matériaux, exploitation et maintenance des parcs n'occasionnent pas d'effets (acoustiques) significatifs.

L'évaluation des effets cumulés s'intéresse exclusivement aux mammifères marins. La présence des chauves-souris étant improbable, l'analyse des effets cumulés pour ce groupe est sans objet. Des mesures de suivi permettront de s'assurer que les chauves-souris fréquentent peu les deux parcs.

IX.2.1. PERTE OU MODIFICATION DE L'HABITAT

IX.2.1.1. Emprise des installations

L'installation et l'exploitation de parcs éoliens occasionne une perte et/ou une modification de l'habitat par :

- Soustraction au niveau de l'emprise des fondations sur les fonds marins ;

- Modification de l'habitat consécutivement à des variations de courantologie, nature et transit sédimentaire, ambiance acoustique...

Pour des fondations gravitaires (Fécamp), chaque machine soustrait de manière directe une surface d'environ 4 000 m² (en incluant la couche de nivellement et protection anti-affouillement) soit au total **environ 0,33 km²** pour 83 machines.

Pour des fondations monopieu, chaque machine soustrait de manière directe une surface d'environ 550 m² (en incluant une protection anti-affouillement de 10m de large au-delà de la fondation) soit au total environ **40 000 m² (0,04 km²)** pour Courseulles-sur-Mer,

Pour les parcs de Navitus Bay et Rampion, on considérant l'hypothèse majorante en terme d'emprise de fondations gravitaires et une emprise de 4000 m² par fondation identique à celle prévue sur le parc de Fécamp, l'emprise totale serait de :

- Environ **0,8 km²** pour Navitus bay,
- Environ **0,7 km²** pour Rampion.

La perte directe et totale d'habitat occasionnée par l'implantation des machines reste donc très négligeable à l'échelle de la Manche Est.

IX.2.1.2. Modification de l'hydrodynamisme

Au niveau de la zone d'implantation des machines, on peut considérer que l'exploitation d'un parc modifie les conditions hydrodynamiques et sédimentaires, même si ces éléments sont tenus pour mineurs dans notre évaluation initiale pour le parc de Fécamp.

Cette modification représente une surface de 50 km² pour Courseulles-sur-Mer, 65 km² pour Fécamp, 153 km² pour Navitus bay et 139 km² pour Rampion.

La superficie marine en Manche Est (de Cherbourg au détroit du Pas-de-Calais) est d'environ **30 000 km²**.

Les études de modélisation hydrosédimentaires (ACTIMAR) pour le parc de Fécamp montrent par ailleurs que les modifications physiques restent localisées aux alentours immédiats des fondations.

IX.2.2. EFFETS ACOUSTIQUES

IX.2.2.1. Phase de construction

Pour rappel, le principal enjeu pour le groupe des mammifères marins, identifié dans la présente étude ainsi que dans celle du projet de Courseulles-sur-Mer, concerne l'émission d'ondes acoustiques dans la colonne d'eau lors des opérations de battage de pieux, nécessaires pour la mise en place de certains éléments des parcs :

- A Fécamp, il s'agit du poste de transformation électrique, prévu pour être installé sur des structures de type « jacket » ou sur des fondations gravitaires similaires à celles des éoliennes (dans la présente partie, le premier cas, majorant du point de vue de l'impact acoustique, sera considéré).
- A Courseulles-sur-Mer, l'ensemble des machines (75) est installé sur des fondations de type « monopieu » (diamètre compris entre 7 et 7,5 m).
- A Rampion et Navitus Bay (UK), le type de fondations n'est pas définitivement choisi. On considère donc le cas de figure le plus défavorable vis-à-vis de l'acoustique (pieux battus).

L'étude d'impact du projet de Courseulles-sur-Mer conclut que « Les procédures soft-start et les dispositifs de dissuasion acoustique réduisent les risques et permettent à chacun des groupes de s'éloigner de la source de bruit, évitant ainsi de s'exposer à des niveaux sonores impactants. Ces effets après réduction sont qualifiés de négligeables. »

Comme indiqué dans les études d'impact respectives, les opérations de préparation des fonds (dragage), ensouillage des câbles, déversements de matériaux, exploitation et maintenance des parcs n'occasionnent pas d'effets (acoustiques) significatifs.

Les études acoustiques menées par QUIET OCEANS et BIOCONSULT SH sur les projets de parcs de Courseulles-sur-Mer et de Fécamp s'accordent à montrer que la phase de travaux peut générer des impacts pour les mammifères marins, particulièrement sensibles aux nuisances sonores.

Toutefois, du point de vue du risque de dépassement du seuil de dommages physiologiques, seules les opérations de battage de pieux nécessaires pour le poste de transformation électrique de Fécamp (si celui est implanté sur une fondation jacket) et pour les fondations des machines de Courseulles-sur-Mer, constituent une menace potentielle pour ce groupe animal.

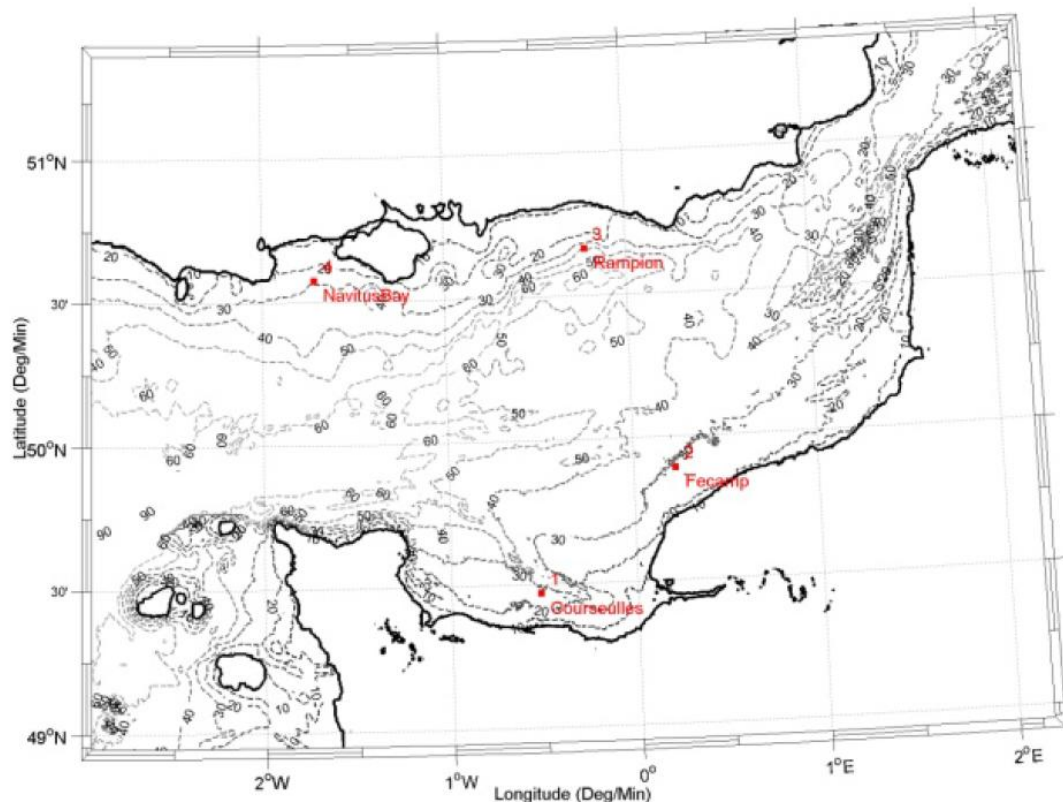


Les simulations acoustiques menées pour les autres opérations de travaux (dragage, installation des câbles...) conduisent à conclure à l'absence de menace pour les différentes espèces.

Pour rappel, l'estimation des risques biologiques est définie par le dépassement des seuils de dommages auditifs temporaires ou permanents. Ils sont directement évalués à partir des niveaux et distributions sonores saisonnières des scénarios de construction des projets de parcs. Les seuils acoustiques de « perturbation sonore » ont été tirés de la littérature (Southall, et al. 2007 et Lucke, Siebert, Lepper, & Blanchet, June 2009).

Une étude spécifique a donc été commandée en ce sens par EDF-EN à un cabinet allemand spécialisé (BIOCONSULT SH). Les paragraphes qui suivent en présentent les principales conclusions.

Cette étude propose une analyse des effets potentiels sur les mammifères marins du battage simultané de pieux sur quatre sites de construction situés sur les côtes française et britannique de la Manche. Elle inclut les parcs éoliens de Rampion et de Navitus Bay (côté britannique), ceux de Fécamp et de Courseulles-sur-Mer (côté français). Le début de la construction de tous ces projets est prévu pour 2018.



La modélisation des champs sonores occasionnés par le battage a été réalisée par Quiet Oceans puis interprétée en termes de risque pour les mammifères marins par Bioconsult.

Les résultats de la modélisation des immissions du bruit montrent qu'un battage simultané dans plusieurs parcs éoliens n'agrandit que très légèrement la zone où les niveaux sonores dépassent 145 dB_{SEL}, seuil entraînant une diminution de l'activité et de l'abondance du Marsouin commun (Brandt *et al.* 2011, Diederichs *et al.* 2014).

L'augmentation de l'impact sur le marsouin commun (en raison du battage simultané) est donc considérée comme négligeable. Compte tenu de la grande distance entre les parcs éoliens, les zones à 145 dB_{SEL} ne se chevauchent pas, évitant ainsi toute augmentation directe de la perturbation.

Un battage simultané ne devrait donc avoir aucun effet sur le rayon des secteurs au sein desquels pourraient survenir des déficits auditifs temporaires ou permanents.

Par conséquent, l'effet d'un battage simultané sur la zone de perturbation du marsouin commun est considéré comme négligeable.

Les 3 autres mammifères marins d'intérêt communautaire (Grand dauphin, Phoque veau-marin, Phoque gris) sont généralement moins abondants que le marsouin commun.

Ces espèces sont moins sensibles au bruit sous-marin que le marsouin commun (Southall et al. 2007, NOAA 2013), et les zones de perturbation et de déficience auditive sont nettement plus petites. Par conséquent, l'éventuel cumul des impacts dus au battage simultané dans les quatre parcs éoliens en mer étudiés dans le présent rapport risque encore moins de se produire.

Le battage simultané dans les quatre parcs éoliens n'entraîne qu'une légère augmentation de la zone de perturbation des mammifères marins, qui ne surviendra que si les impulsions sonores sont réellement simultanées.

L'absence de chevauchement des zones de perturbation des différents projets permet à Bioconsult-SH de conclure que la construction des projets pendant la même période n'entraînera pas une augmentation significative de l'effet sur les mammifères marins.

L'évaluation des effets acoustiques réalisée à l'échelle de chaque projet apparaît donc suffisante pour évaluer les effets du bruit sur les mammifères marins. Il n'est donc pas nécessaire de coordonner les périodes de construction des différents projets.

IX.2.2.2. Phase d'exploitation

En l'absence d'études scientifiques dédiées, les émissions sonores sous-marines en phase d'exploitation sont à l'heure actuelle tenues pour négligeables.

Une meilleure connaissance de la fréquentation des parcs éoliens offshore en exploitation par les mammifères marins est toutefois souhaitable. D'une manière générale, il est nécessaire de continuer à acquérir des connaissances sur la présence de ces espèces en Manche, à l'aide de méthodes représentatives, permettant ainsi de mieux caractériser les différents habitats des espèces observées. Les moyens acoustiques devraient ainsi se développer, en parallèle des observations.

IX.2.3. COLLISIONS

Les mammifères marins ont la capacité de détecter les mats des éoliennes et de les éviter. Les risques de collisions sont donc essentiellement liés au trafic maritime engendré par les activités en mer, lors des phases de construction puis de maintenance des parcs éoliens.

Les navires intervenant pour des travaux d'installation évoluent à des vitesses très limitées et ne constituent pas de réel danger pour ces animaux ; les risques de collision sont donc négligeables. Le risque est plus important lors des phases de maintenance pour lesquelles de petites unités plus rapides sont utilisées.

Cependant, ce risque potentiel concerne surtout les cétacés de grande taille (rorquals, baleines), peu présents sous nos latitudes.

L'augmentation de trafic générée par la construction puis l'exploitation de plusieurs parcs reste modérée dans le contexte de la Manche qui, rappelons-le, est une des routes maritimes les plus fréquentées du Monde. Localement, le port du Havre induit un trafic important de la baie de Seine vers le Dispositif de Séparation du Trafic en Manche. Côté anglais, le trafic commercial est également important.

Globalement, l'effet cumulé sur le risque de collision avec des mammifères marins du parc éolien de Fécamp avec les autres projets de parcs éoliens reste modéré.

X. MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION DES EFFETS DU PROJET

Concernant l'acoustique, qui est la principale menace pour les mammifères marins, deux types de mesures sont citées dans la littérature, certaines consistent à limiter le niveau des émissions sonores engendré par les opérations de construction du parc, les secondes à éloigner les mammifères marins de la zone de travaux afin de limiter les risques de lésions, notamment lors des phases les plus impactantes.

X.1. LA LIMITATION DU NIVEAU DES EMISSIONS SONORES

La technique la plus couramment citée dans la littérature est l'utilisation de rideaux de bulles autour de la fondation à mettre en place (Würsig et al., 2000 ; Gordon et al., 2007). Cette technique consiste à créer une « barrière » de bulles autour de la fondation à partir du fond marin et jusqu'en surface. Cette technique peut s'avérer efficace et diminuer les émissions sonores de l'ordre de 6 à 18 dB. Elle est également adaptée à tout type de fondation. Toutefois, elle peut être difficile à mettre en œuvre selon les conditions hydrodynamiques.

D'autres techniques comme la modification de la technique de martellement ou l'ajout d'un matériau « tampon » autour du pilier peuvent être envisagées. Elles consistent à mettre en place une « barrière » permanente remplie d'air ou de mousse autour du pilier pendant l'opération de battage (Nehls et al. 2007).

Deux types de barrières existent :

- une barrière gonflable peut être installée de façon permanente sous la plate-forme de battage. Après l'insertion du pilier dans la plate-forme de battage, elle est déployée et gonflée à une épaisseur de 50 mm durant l'opération. Ce dispositif réduit les émissions sonores produites par le battage de l'ordre de 20 dB ;
- une barrière télescopique constituée de plusieurs segments dotés d'une double paroi en acier remplie de mousse. Le pilier est inséré dans la barrière qui est déployée à sa longueur maximale durant l'opération de battage. Une épaisseur de mousse de 100 mm permet une réduction du niveau sonore produit de 15 dB.

X.2. ELOIGNER LES MAMMIFERES MARINS DES ZONES DE TRAVAUX

Deux moyens sont couramment employés de façon généralement combinés :

Les **répulsifs acoustiques** (« pingers ») ou les **effaroucheurs à phoques** (« seal scarer ») sont souvent recommandés pour éloigner les animaux de la zone de travaux (Nehls et al., 2007 ; Brandt et al., 2009 ; Tougaard et al., 2006), mais leurs effets sur les mammifères marins sont discutés. Ces dispositifs ont montré leur efficacité pour éloigner les marsouins des zones de travaux sur certains chantiers, et ainsi minimiser le risque de lésions permanentes (Brandt et al., 2012). Mais d'autres études tendent à prouver que les répulsifs éloignent les marsouins sur des distances beaucoup plus importantes que ce qui est attendu (Carlström et al., 2009), ce qui pourrait participer à l'exclusion des animaux de leurs habitats favorables, et ainsi augmenter l'impact de la construction des parcs (Wilson et al., 2007). Par ailleurs, la distance d'effarouchement des marsouins dépend fortement des conditions bathymétriques et océanographiques qui conditionnent la propagation du son. Chaque site est unique, et il est difficile de généraliser (Brandt et al., 2012).

La technique la plus utilisée et vraisemblablement la plus adaptée en l'état actuel des connaissances est le « **soft-start pilling** » qui consiste à augmenter progressivement les émissions sonores, afin de signaler le début des travaux aux animaux afin qu'ils puissent quitter le secteur (JNCC, 2009).

Une recommandation du JNCC concerne la **surveillance d'une zone d'exclusion autour des travaux** et l'arrêt du battage en cas de pénétration des mammifères marins dans la zone.

Enfin une dernière possibilité est la **prise compte des cycles biologiques des animaux** afin d'éviter les travaux les plus bruyants dans les périodes les plus défavorables.

X.3. MESURES RETENUES

➤ **Mesure ME6 : Prévention des risques de pollution accidentelle**

Des pollutions chimiques accidentelles des eaux peuvent également se produire au cours de la phase de travaux. A priori, ces accidents peuvent occasionner le rejet d'hydrocarbures (huiles et/ou gazole), à partir des navires et engins mobilisés lors des travaux.

Les règles adoptées lors de la phase travaux seront détaillées au travers d'un plan « Hygiène, Qualité, Sécurité et Environnement » présentant les protocoles les plus à même de réduire au minimum ce risque, et décrivant les procédures à suivre en cas d'accident. Afin de limiter les risques de pollutions, le maître d'ouvrage mettra en œuvre plusieurs dispositifs :

- Afin de limiter le risque d'incident et d'accident, une politique HSE stricte sera imposée aux fournisseurs ;
- En cas d'incident (déversement accidentel de faible ampleur), les navires disposeront de kit anti-pollution permettant de circonscrire la pollution et de récupérer les produits déversés ;
- Un Plan d'Intervention Maritime (PIM) est actuellement en cours d'élaboration par le maître d'ouvrage et sera soumis à l'appréciation de la Préfecture Maritime

➤ **Mesure MR2 : Effarouchement des mammifères marins et démarrage progressif du battage (soft start piling)**

L'objectif est de permettre aux mammifères marins présents autour de la zone de travaux de sortir de la zone de lésions permanentes avant le pic d'intensité des travaux de battage et d'abaisser significativement les niveaux sonores cumulés dans la première heure de construction. Les modalités techniques de réalisation devront être définies préalablement aux opérations.

Les opérations de battage concerneront 4 à 8 pieux de 1,5 m à 3 m de diamètre permettant de former les fondations jacket de la sous-station électrique en mer si c'est cette solution qui est retenue.

Trois procédures de répulsion successives vont être adoptées :

- l'utilisation de pingers. Le pinger exerce un effet aversif sur les mammifères marins avec une portée limitée de 100 à 200 m.
- l'utilisation d'un seal scarer. Son champ d'efficacité s'étend à environ 300 mètres pour les phoques communs, on estime que les effets aversifs opèrent sur les marsouins communs dans un champ allant jusqu'à 2 kilomètres.
- un démarrage progressif du battage (« soft start piling »). Les mammifères marins auront ainsi la possibilité de localiser la source sonore et de quitter la zone d'impact critique (proposition BIOTOPE).

La mise en place d'hydrophones (exemple C-Pod) permettra de contrôler l'absence de delphinidés dans la zone d'impact des travaux (voir mesure MSU3)

➤ **Mesure MSU3 : Mise en place d'un protocole de surveillance durant la phase de battage**

QUIET OCEANS a proposé, dans le cadre de ce projet et spécifiquement pour le battage de la station en mer, la mise en œuvre de la détection des mammifères marins par acoustique passive. Cette mesure permet, par détection en temps-réel des vocalises et des clicks avant et pendant les opérations, de vérifier l'absence d'individus dans la zone de risque autour de l'atelier. **Une procédure décisionnelle doit également être mise en place afin d'adopter les actions appropriées en cas de présence avérée.**

X.4. EVALUATION DES EFFETS RESIDUELS

Le tableau qui suit présente l'ensemble des effets attendus du projet en intégrant les mesures de réduction et/ou d'évitement sur lesquelles le porteur de projet s'engage.

Les mesures R02 et R03 induisent une réduction conséquente des effets acoustiques potentiels lors de la phase de battage des pieux en permettant aux mammifères marins de quitter la zone de dommages physiologiques permanents et temporaires.

- SYNTHÈSE DES EFFETS RESIDUELS DU PROJET SUR LES MAMMIFERES MARINS -						
Espèces	Acoustique			Electro-magnétisme	Perte ou modification d'habitat	Collisions
	Construction		Exploitation			
	Battage	Autres phases				
Dauphin bleu et blanc	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Très faible
Dauphin commun	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Très faible
Grand Dauphin	Modéré	Faible	Faible	Modéré	Modéré	Faible
Globicéphale noir	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Très faible
Marsouin	Modéré	Modéré	Faible	Modéré	Moyen	Faible
Phoque veau-marin	Modéré	Faible	Faible	Faible	Faible	Très faible
Phoque gris	Modéré	Modéré	Faible	Modéré	Faible	Faible

Figure 68 : Synthèse des effets résiduels du projet sur les mammifères marins (BIOTOPE)

XI. MESURES DE SUIVI ET D'ACCOMPAGNEMENT

XI.1. MESURES DE SUIVI

XI.1.1. SUIVI VISUEL DES MAMMIFERES MARINS

MSU4	Suivi visuel de la fréquentation par les mammifères marins
Objectifs	Evaluer les modifications éventuelles de fréquentation dans la zone d'influence du parc éolien par les oiseaux et mammifères marins
Communautés biologiques visées	Mammifères marins toutes espèces confondues
Localisation	Bateau : zone de projet + zone témoin Avion : aire d'influence intégrant également le site Natura2000 « Littoral Seine-marin »
Modalités	<u>Paramètres suivis</u> : Effectifs, diversité, comportement <u>Périodicité</u> 2 ans de suivi avant le démarrage des travaux 2 ans de suivi durant la période de construction en mer sous réserve d'acceptation par les autorités en charge de la sécurité maritime et aérienne 5 ans de suivi post-construction Si un impact est avéré, un contrôle sera ensuite réalisé tous les 5 ans. <u>Plan d'échantillonnage</u> : Les transects seront définis en étroite relation avec les partenaires retenus. Les observations sont réalisées sur le site d'implantation mais également sur une aire d'étude plus large incluant le parc éolien (aire d'influence par exemple).
Coût estimé	50 000 € HT par an pour les sorties bateau 60 000 € HT par an pour les sorties avion soit 1 320 000 € HT au total pour 12 années de suivi (également inclus dans le volet « oiseaux » de l'étude d'impact)

XI.1.2. SUIVI ACOUSTIQUE PASSIF DES MAMMIFERES MARINS

MSU3	Suivi acoustique passif des mammifères marins
Objectifs	Suivre l'occupation de la zone d'implantation des éoliennes par les mammifères marins au cours des différentes phases du projet (construction, exploitation)
Modalités	Suivi de l'activité des cétacés par 3 dispositifs d'enregistrement automatique des sons disposés à l'intérieur du parc, en périphérie immédiate et sur une zone témoin située à plusieurs kilomètres.
Calendrier	2 années avant la construction 2 années durant la construction 5 premières années durant la phase d'exploitation Si un impact est avéré, un contrôle sera ensuite réalisé tous les 5 ans.
Coût estimé	Environ 50 000 € HT par an soit 600 000 € HT pour 12 années de suivi.

XI.1.3. SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES

MSU8	Suivi de l'activité des chiroptères
Objectifs	Suivre l'occupation de la zone d'implantation par les chauves-souris en phase d'exploitation
Modalités	Suivi de l'activité des chauves-souris par 2 dispositifs d'enregistrement automatique des ultrasons disposés à l'intérieur du parc (poste de transformation et mât de mesure ou bouée)
Calendrier	1 année durant la construction puis 2 années durant la phase d'exploitation
Coût estimé	Environ 40 000 € HT par an soit 120 000 € HT pour 3 années de suivi.

XI.2. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

XI.2.1. PARTICIPATION AUX PROGRAMMES SCIENTIFIQUES EN MANCHE

MA02	Participation aux programmes scientifiques en Manche
Objectifs	Participer aux programmes d'acquisition de connaissances et de suivis scientifiques en Manche
Communautés biologiques visées	Mammifères marins (notamment)
Localisation	Manche
Modalités	Sur la base des connaissances déjà disponibles et de propositions d'organismes de recherche (Universités, IFREMER, CNRS...), le consortium s'engage à cofinancer des programmes scientifiques en Manche.
Calendrier	A définir
Coût estimé	Environ 250 000 € pour l'ensemble des programmes de recherche engagés (également inclus dans le volet « oiseaux » de l'étude d'impact)

XII. CONCLUSION

Les 83 éoliennes du projet de parc en mer de Fécamp, localisées en Manche entre 13 et 22 km des côtes, occupent une surface 66,6 km².

La zone de projet est située au sein de la Zone de Protection Spéciale (ZPS) « littoral Seino-marin ») désignée pour son intérêt avifaunistique, et à proximité du Site d'Intérêt Communautaire (SIC) « littoral cauchois », importante pour certains habitats marins, et au sein de laquelle on note la présence régulière de mammifères marins.

Les mammifères marins sont des animaux très mobiles qui, malgré leur taille, sont généralement très discrets. Ainsi, seul un volume d'expertise très conséquent permet de disposer d'une vision relativement fine de l'utilisation d'une zone géographique par ce groupe animal.

Pour les mammifères marins, les connaissances bibliographiques portent essentiellement sur le cortège d'espèces présentes. Elles sont toutefois partielles et parfois anciennes (plusieurs dizaines d'années). La bibliographie apporte également des connaissances sur les colonies (phoques).

Les données d'observations opportunistes, ainsi que les données issues du programme SAMM, apportent quelques informations de présence (diversité) de mammifères marins fréquentant l'aire d'étude éloignée, mais pas d'informations d'effectifs.

Les données d'échouage fournissent des indications sur les pics d'activité des espèces régulières en Manche ; toutefois, la majeure partie des données d'échouage ne peut pas être corrélée à une activité locale des individus échoués, en raison des phénomènes de dérive pouvant déplacer les cadavres sur de longues distances, au gré des courants. Elles ne renseignent donc pas nécessairement sur le lieu du décès.

Des données inédites ont été acquises dans le cadre de ce projet. Des comptages par bateau ont été effectués entre avril 2008 et octobre 2009 (29 sorties) sur la zone de projet puis en 2012-2013 (12 sorties). L'aire d'influence du projet, plus étendue, a été prospectée par avion, à raison d'une sortie par mois en 2008-2009 (12 sorties) puis en 2012-2013 (12 sorties).

Parallèlement, des écoutes nocturnes de chauves-souris à l'aide d'un enregistreur automatique ont été réalisés à l'occasion de sorties en bateau à l'automne 2008 et au printemps 2009.

Globalement, l'effort alloué aux expertises de terrain dans le cadre de ce projet, notamment par avion, a permis d'acquérir un volume intéressant de données par observations directes. Néanmoins, ces observations ponctuelles ne renseignent pas sur les comportements et le type d'utilisation de la zone de projet et de l'aire d'étude éloignée (zone de pêche, de déplacement, d'élevage de jeunes voire de reproduction). Les données collectées permettent de dresser une liste d'espèces fréquentant la zone de projet et l'aire d'étude éloignée, de façon régulière ou anecdotique. L'activité et le comportement des espèces pélagiques restent toutefois encore mal connus, mais les suivis sur lequel s'engage le porteur de projet vont permettre d'améliorer significativement la connaissance du secteur.

La synthèse de ces données a permis de préciser la présence régulière dans la zone d'étude du **Marsouin commun** et du **Grand Dauphin**, la présence plus ou moins régulière au niveau de l'aire d'étude éloignée du **Phoque veau-marin** et du **Phoque gris**, la présence plutôt occasionnelle du **Globicéphale noir**, du **Dauphin commun**, et du **Dauphin bleu et blanc**.

- Le **Marsouin commun**, espèce la plus régulière sur le site, est présente quasiment toute l'année avec de plus fortes densités entre janvier et avril (correspondant à la période d'accouplement). Actuellement en phase de reconquête en Manche et en Atlantique, elle peut fréquenter la zone de projet en déplacement et alimentation. La présence de l'espèce d'avril à août rend possible, bien qu'hypothétique, une activité de reproduction (mise-bas et/ou élevage des jeunes) au sein ou à proximité de l'aire d'étude.
- Le **Grand Dauphin**, seconde espèce la plus fréquente après le Marsouin, présente une forte saisonnalité d'observations. L'espèce est présente principalement de mars à juillet. Elle fréquente l'aire d'étude en déplacement voire en alimentation. Aucun indice de reproduction de cette espèce n'est connu. La population résidente la plus proche fréquente l'ouest du Cotentin.
- Le **Phoque veau-marin** fréquente uniquement la frange côtière (jusqu'à 15 km des côtes, sur des profondeurs de quelques dizaines de mètres) lors de ses déplacements et activités de pêche. Il peut s'approcher du sud de la zone d'implantation mais n'est pas susceptible de la fréquenter régulièrement et en nombre. Deux colonies de Phoque veau-marin sont situées à moins de 100 km de la zone de projet : la baie de Somme (60 km au nord-est) et la baie des Veys (100 km à l'ouest).

- Le **Phoque gris** fréquente plus régulièrement le domaine pélagique, en déplacement et lors de ses activités de pêche. Les suivis télémétriques montrent que l'espèce peut être amenée à fréquenter l'aire d'implantation lors de transits, mais aucune indice d'utilisation de l'aire d'étude rapprochée comme zone d'alimentation n'a été collecté. Une colonie de Phoque gris fréquente la baie de Somme.
- Le **Globicéphale noir** est un visiteur régulier en fin d'été. Aucune observation n'a été réalisée dans le cadre de cette étude. Les seules données proviennent de la base de données du GMN.
- Le **Dauphin commun** n'a pas été observé dans le cadre des inventaires menés pour cette étude. Les seules données proviennent d'observations opportunistes. En août 2013, une observation a été réalisée en face de Dieppe. L'espèce semble très occasionnelle dans la zone d'étude.
- Le **Dauphin bleu et blanc** est une espèce hauturière, une seule observation a été réalisée dans l'aire d'étude en mars 2009. L'espèce semble très occasionnelle dans la zone d'étude.

La présence des chauves-souris en mer reste anecdotique, et ne constitue pas un enjeu majeur du projet. Les inventaires ont permis de mettre en évidence la présence en mer d'une seule espèce (Pipistrelle de Nathusius), dont les mœurs migratrices impliqueraient sa présence au large lors de la migration transmanche des populations anglaises.

En phase de construction, les pressions acoustiques constituent la principale menace potentielle pour mammifères marins, notamment l'opération de battage des pieux éventuellement nécessaire pour la fondation du poste de transformation électrique. Les autres opérations (préparation du sol, dragage, clapage, ensouillage...) sont jugées comme peu impactantes, dans le contexte acoustique actuel de la Manche orientale.

Les effets acoustiques potentiellement attendus concernent plus particulièrement **le Marsouin commun** et **le Phoque gris** potentiellement présents dans les environs de la zone de travaux.

Afin d'atténuer les risques pour les individus, le porteur de projet s'engage à mettre en place plusieurs dispositions permettant de préserver ces animaux. Elles consistent principalement à **permettre aux mammifères marins** éventuellement présents autour de la zone de travaux **de sortir de la zone à risque avant le pic d'intensité des travaux** de battage en procédant à un **effarouchement** (utilisation de pinger puis de seal scarer) puis un **démarrage progressif du battage. Un suivi acoustique sera réalisé avant et**

pendant le démarrage des opérations, afin de s'assurer de l'absence de mammifères marins dans la zone de risque définie autour de l'atelier de battage.

En phase d'exploitation, les bruits générés par les éoliennes en fonctionnement ne semblent pas susceptibles de porter atteinte aux mammifères marins.

L'impact global du projet est donc considéré comme faible à moyen pour les mammifères marins, faible à très faible pour les chiroptères.

Un programme de suivi de la fréquentation des mammifères marins par avion et par bateau est prévu. Il permettra d'étudier l'évolution de la fréquentation dans la zone d'influence du parc avant, pendant et après la construction.

Concernant les effets cumulés du parc de Fécamp avec les autres parcs éolien en Manche (Courseulles-sur-Mer, Rampion et Navitus Bay), le battage simultané de fondations « monopieu » sur deux sites ne semble pas constituer une menace acoustique pour les mammifères marins, et la perte/modification d'habitats n'est pas considérée comme défavorable en l'état actuel des connaissances sur cette thématique.

XIII. BIBLIOGRAPHIE

ABBOTT, R., AND E. BING-SAWYER, 2002. *Assessment of Pile-Driving Impacts on the Sacramento Blackfish* (*Othodon microlepidotus*). Draft report prepared for the California Department of Transportation, District 4.

ANDERSEN S., 1970. *Auditory sensitivity of the Harbour porpoise Phocoena phocoena*. Invest. Cetacea 2-255-259.

Anonyme - *Report of the Workshop on Acoustic Resonance as a Source of Tissue Trauma in Cetaceans*. April 24 and 25, 2002, Silver Spring, MD_19p.

BAILEY, H., et al., 2010. *Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals*. Mar. Pollut. Bull., doi:10.1016/j.marpolbul.2010.01.003.

BLAXTER J.H.S., GRAY J.A.B., DENTON E.J. *Acousticolateralis system in clupeid fish*. In 'Heaving and Sound Communication in Fishes.' 39-58. Ed. W.N.Tavolga, A.N. Popper and R.C.Fay. Springer-Verlag.

BLAXTER J.H.S., DENTON E.J., GRAY J.A.B., 1981. *The auditory bullae-swimbladder system in late stage herring larvae*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 61:315-326.[Web of Science].

BLEW J., HOFFMANN M., NEHLS G. et HENNIG V., 2008. *Investigation of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the off shore wind farms Horns Rev, North Sea and Nysted, Baltic Sea, in Denmark Part I: Birds* Universitat Hamburg and BioConsult SH, 99 pp.

BRANDT M., DIEDERICKS A., WOLLEIM L., BETKE K. et NEHLS G., 2011. *Displacement effects of pile driving during offshore windfarm construction on Harbour Porpoises (Phocoena phocoena)*. *Proceedings of the Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 may 2011, Trondheim, Norway*. Norwegian Institute for Nature Research, Center for Environmental Design of Renewable Energy, p 15.

CALTRANS, 2001. *Pile installation demonstration project, San Fransisco_Oakland Bay Bridge, East Span Seismic Safety project*, PIPD EA 0.281, Caltrans contract 04A0148, August 2001.

CASTEGE I., HEMERY G., 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 parhénopé).

CERTAIN G., 2008. *Thèse de doctorat d'écologie marine_ distribution, abondance et stratégie de recherche alimentaire chez les prédateurs supérieurs du golfe de Gascogne : une étude spatialisée*. 238p.

COMMITTEE ON POTENTIAL IMPACTS OF AMBIENT NOISE IN THE OCEAN ON MARINE MAMMALS OCEAN, 2003. *Ocean noise and marine mammals*, Studies Board Division on Earth and Life Studies national research council of the national academies press.

DAVID, J.A. (2006) *likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise*. WATER AND ENVIRONMENT JOURNAL 20 (2006) 48-54

DREWERY HELEN, 2012. *Basking shark (Cetorhinus maximus) literature review, current research and new research ideas*. Marine Scotland Science. 26pp.

DEPARTMENT OF ENERGY AND CLIMATE CHANGE, 2009. *Future Leasing for Offshore Wind Farms and Licensing for Offshore Oil & Gas and Gas Storage*- Environmental Report.

DIEDERICKS A., NEHLS G., DÄHNE M., ADLER S., SVEN KOSCHINSKI, VERFUß U., 2008. *Methodologies for measuring and assessing potential changes in marine mammal behaviour, abundance or distribution arising from the construction, operation and decommissioning of offshore windfarms_COWRIE change*, 90p.

DIEDERICKS A., HENNIG V. ET NIELS G., 2008. *Investigation of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the off shore wind farms Horns Rev, North Sea and Nysted, Baltic Sea, in Denmark PartII: Harbour porpoises* Universitat Hamburg and BioConsult SH, 99 pp.

DONG ENERGY, 2006. *Vattenfall, danish energy authority, danish forest and nature agency*. Danish offshore wind ; key environmental issues. 144p.

DUDGEON OFFSHORE WINDFARM, 2009. *Environmental statement section 12 : marine mammals*.Cowrie. 54p.

ENGAS A., AND LOKKEBORG S., 2002. *Effects of seismic shooting and vessel-generated noise on fish behaviour and catch rates*. Bioacoustic 12, 313-1315.

ENGER P. S., 1981. *Frequency discrimination in teleosts—central or peripheral?*, in *Hearing and Sound Communication in Fishes*, edited by TAVOLGA W. N., POPPER A. N., AND FAY R. R. (Springer-Verlag; , New York:), pp. 243-255.

ERBE C., 2004. *The Acoustic Repertoire of Odontocetes as a Basis for Developing Automatic Detectors and Classifiers*. Defence R&D Canada – Atlantic.

FINNERAN, J.J., SCHLUNDT, C.E., DEAR, R., CARDER, D.A., RIDGWAY, S.H., 2002. *Temporary threshold shift (TTS) in bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) exposed to mid-frequency tones*. Journal of the Acoustical Society of America 118: 2696-2705.

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. CMACS, commissioned by COWRIE, 128 pages.

GILL, A.B., GLOYNE-PHILLIPS, I., NEAL, K.J. & KIMBER, J.A., 2004. *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-EM FIELD 2-06-2004. 128p.

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 to COWRIE.

GORDON, J., GILLESPIE, D., POTTER, J., FRANTZIS, A., SIMMONDS, M.P., SWIFT, R., THOMPSON, D., 2003. *A review of the effects of seismic surveys on marine mammals*. Marine Technology Society Journal 37, 16-34.

GULLAND, J.A. AND WALKER, C.D.T., 1998. *Marine seismic overview*. In TASKER, M.L. AND WEIR, C., (editors) *Proceedings of the seismic and marine mammals workshop*, London, June 1998, pages 2.1-6.36.

HAMMOND P.S., GORDON J.C.D., GRELLIER K., HALL A.J., NORTHRIDGE S.P., THOMPSON D. & HARWOOD J., 2002. *Background information on marine mammals relevant to Strategic Environmental Assessments 2 and 3*. Departement of trade and industry. Report No. TR_006_Rev1.

HAMMOND PS, BEARZI G, BJØRGE A, FORNEY K, KARCZMARSKI L, KASUYA T, PERRIN WF, SCOTT MD, WANG JY, WELLS RS, WILSON B, 2008. *Tursiops truncatus*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2

HARRIS, R.E., MILLER, G.W., RICHARDSON, W.J., 2001. *Seal responses to airgun sounds during summer seismic surveys in the Alaskan Beaufort Sea*. Marine Mammal Science 17, 795-812.

HASSANI, S., DUPUIS, L., ELDER, J.F., CAILLOT, E., GAUTIER, G., HEMON, A., LAIR, J.M. AND HAELTERS, J. 2010. *A note on harbour seal (Phoca vitulina) distribution and abundance in France and Belgium*. NAMMCO SCI.PUBL.8:107-116

HASTINGS, M.C., ET A.N. POPPER, 2005. *Effects of sound on fish*. Unpublished report prepared for California Department of Transportation, under contract No. 43A01392005.

HENRIKSEN O.D., TEILMANN J., DIETZ R. ET MILLER L., 2001. *Does underwater noise from offshore wind farm potentially affect seals and harbour porpoises ?* Poster présenté à la « 14ème conférence sur la biologie des mammifères marins », Vancouver, Canada.

HOFFMANN E., ASTRUP J., LARSEN F., MUNCH-PETERSEN S., 2000. *Effects of marine windfarms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area*. Danish Institute for Fisheries Research. Baggrundsrapport nr. 24.

IFAW, 2008. *Ocean noise : turn it down*. A report on ocean noise pollution. 44p.

JENSEN H., KRISTENSEN P., HOFFMANN E., 2004. *Sandeels in the wind farm area at Horns Reef*. Final report. Danish Institute for Fisheries Research.

KASTAK, D. AND SCHUSTERMAN, R.J. *Aerial and underwater hearing thresholds for 100 Hz pure tones in two species of pinnipeds*. In: *Sensory Systems of Aquatic Mammals*, R.A. Kastelein, J.A. Thomas, and P.E. Nactigall (Eds), De Spil Publishers, Woerden, Netherlands, pp. 71-79.

KASTELEIN. R.A., BUNSKOEK, P, HAGEDOORN, M., AU, WWL. & DE HAAN, D., 2002. *Audiogram of a Harbor Porpoise (Phocoena phocoena) measured with narrow-band frequency-modulated signals*.- Joum. Acoustical Soc. Amer. 112: 334-344.



KINSLER L.E., FREY A.R., COPPENS A.B., SANDERS J.V., 1982. *Fundamental of acoustics*. John Wiley and sons, New York.

KIRSCHVINK, J. L., A. E. DIZON, AND J. A. WESTPHAL., 1986. *Evidence from strandings for geomagnetic sensitivity in cetaceans*. Journal of Experimental Biology 120:1-24.

KISZKA, KELLY MACLEOD, OLIVIER VAN CANNEYT, DYLAN WALKER, AND VINCENT RIDOUX, 2007. *Distribution, encounter rates, and habitat characteristics of toothed cetaceans in the Bay of Biscay and adjacent waters from platform-of-opportunity data*.

KOSCHINSKI S., CULIK B.M, HENRIKSEN O.D., TREGENZA N., ELLIS G.M., JANSEN C. ET KATHE G., 2003. *Behavioural reactions of free-ranging harbour porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator*. Marine Ecology Progress Series, 265 : 263-273.

LAUGHLIN J. Effects of pile driving on fish and wildlife.

LEGALL Y, ORIGNÉ L., SCALABRIN C., MORIZUR Y., 2004. *Le répulsif à cétacés, performances acoustiques requises*- Actes de la 3e Conférence Internationale sur les Cétacés de Méditerranée et du 6e Séminaire annuel du Réseau National des Echouages, 13-14 nov 2004, Nice , p. 24-30 (édition 2005).

LEONHARD S., PEDERSEN J., 2004. *Hard Bottom Substrate Monitoring Horns Rev Offshore Wind Farm*. Annual Status Report 2003 Bio Consult.

LEONHARD S., PEDERSEN J., 2005. *Hard Bottom Substrate Monitoring Horns Rev Offshore Wind Farm*. Annual Status Report 2004 Bio Consult.

LINDEBOOM H. J., H. J. KOUWENHOVEN, M. J. N. BERGMAN, S. BOUMA, S. BRASSEUR, R. DAAN, R. C. FIJN, D. DE HAAN, S. DIRKSEN, R. VAN HAL, R. HILLE RIS LAMBERS, R. TERHOFSTEDE, K. L. KRIJGSVELD, M. LEOPOLD AND M. SCHEIDAT. *Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation*. Environ. Res. Lett. 6 (2011) 035101 - 13pp

MADSEN P.T., WAHLBERG M., TOUGAARD J., LUCKE K. ET TYACK P., 2006. *Wind turbine underwater noise and marine mammals : implications of current knowledge and data needs*. Marine Ecology Progress Series, 309 : 279-295.

MCKENZIE MAXON C., 2000. *Offshore wind turbine construction : Offshore pile-driving underwater and above water, noise measurements analysis*. Odegaard & Danneskiold-Samsøe A/S_Report No. 00.877.

MURPHY, S. & ROGAN, E., 2006. *External morphology of the short-beaked common dolphin, Delphinus delphis: growth, allometric relationships and sexual dimorphism*. Acta Zool 87:315-329.

NEDWELL J R , PARVIN S J, EDWARDS B, WORKMAN R , BROOKER A G AND KYNOCH J E., 2007. *Measurement and interpretation of underwater noise during construction and operation of offshore windfarms in UK waters*. Subacoustech Report No. 544R0738 to COWRIE Ltd. ISBN: 978-0-9554279-5-4. 70 p.

NEDWELL J R, TURNPENNY A W H, LANGWORTHY J, EDWARDS B, 2003. *Measurements of underwater noise during piling at the Red Funnel Terminal, Southampton, and observations of its effect on caged fish*. Subacoustech Report Reference: 558R0207, October 2003.

NEDWELL J.R., BROOKER A.G. CUMMINS D. AND BARHAM R., 2009. *Underwater noise impact modelling in support of the Dudgeon offshore windfarm*. Subacoustech environmental report No. E200R0120.

NEDWELL J.R., TUMPENNY A.W.H, LOWELL J., LANGWORTHY J.W., HOWELL D.M. AND EDWARDS B., 2003 b. *The effects of underwater noise from coastal piling on salmon (Salmo salar) and brown trout (Salmo trutta)*. Subacoustech report to the Environment Agency, reference 576R0113, Subacoustech Ltd, Chase Mill. Winchester Road, Bishop's Waltham, Hampshire SO32 1AH, United Kingdom.

NEDWELL J.R., TUMPENNY A.W.H. AND EDWARDS B. 2002 b. *Piling on the river Arun - Implication for salmon migration*. Proceedings of the American Fisheries Society 132nd Annual Meeting, Hyatt Regency Hotel, Baltimore, USA, 18-22 August.

NEDWELL J.R., TUMPENNY A.W.H., LOVELL J., PARVIN S.J., WORKAMN R., SPINK J.A.L., HOWELL D. 2007b. *A validation of the dBht as a measure of the behavioural and auditory effects of underwater noise*. Subacoustech Report Reference : 534R1231, Published by Department for business , Enterprise and Regulatory Reform.

NEDWELL, J.R., LANGWORTHY, J. & HOWELL, D., 2003. *Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise*. Subacoustech Report no. 554 R 0424. COWRIE.

NEDWELL, J.R., WORKMAN, R. AND PARVIN, S.J. 2005. *The assessment of likely levels of pile driving noise at Greater Gabbard and its comparison with background noise, including pile driving noise measurements made at Kentish Flats*. Subacoustech report No. 633R0115.

NEHLS, G., K. BETKE, S. KOSCHINSKI, AND K. LÜDEMANN, 2008. *Sources of underwater noise and their implications on marine wildlife - with special emphasis on the North Sea and the Baltic Sea*. UBA FKZ 206 25 2021. German Federal Environment Agency (Umweltbundesamt - UBA). Dessau, Germany. 126 pp.

PARVIN S J, J R NEDWELL AND E HARLAND, 2007. *Lethal and physical injury of marine mammals, and requirements for Passive Acoustic Monitoring*. Subacoustech Report No. 565R0212. Subacoustech

PARVIN, S.J., NEDWELL, J.R., LOVELL, J.M. AND WORKMAN, R., 2006. *Underwater noise impact modelling in support of the London Array, Greater Gabbard and Thanet offshore wind farm developments*. Subacoustech Report No. 710R0506.

PACINI, A.F., NACHTIGALL P. E., 2010. *Audiogram of a formerly stranded long-finned pilot whale (Globicephala melas) measured using auditory evoked potentials*. The journal of experimental biology.

POOT H., B. J. ENS, H. DE VRIES, M. A. H. DONNERS, M. R. WERNAND, AND J. M. MARQUENIE, 2008. *Green light for nocturnally migrating birds*. Ecology and Society 13(2): 47.

POPPER A. N., FEWTRELL J., SMITH M. E., AND MCCAULEY R. D., 2004. *Anthropogenic sound: effects on the behavior and physiology of fishes*. Mar. Technol. Soc. J. 37(4), 35-40.

POTTER, J. AND DELORY, E., 1998. *Noise Sources in the Sea & the Impact for Those Who Live There*. Acoustics & Vibration Asia 1998 Conference Proceedings pp. 56-71.

RANZ GUERRA C., 2008. *Very shallow water noise impact of offshore windfarm. Parameters to be considered*. 15th international congress on sound and vibration. 8p.

REID, J.B., EVANS, P.G.H., NORTHRIDGE, S.P., 2003. *Atlas of Cetacean Distribution in North-west European Waters, Peterborough*. Joint Nature Conservation Committee

RICHARDSON, W.J., GREENE, C.R., MALME, C.I., THOMSON, D.H., 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego.

SCHLUNDT C.E., FINNERAN J.J., CARDER D.A., RIDGWAY S.H., 2000. *Temporary shift in masked hearing thresholds of bottlenose dolphins, Tursiops truncatus, and white whales, Delphinapterus leucas, after exposure to intense tones*. J. Acoust. Soc. Am. 107 (6).

SKALSKI, J. R., W. H. PEARSON, AND C. I. MALME., 1992. *Effects of sound from a geophysical device on catch-per-unit-effort in a hook and line fishery for rockfish (Sebastes spp.)*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49:1357-1365.

SKOV H., 2006. *Environmental Impact Assessment Marine Mammals in the NW3 Area*. Irish Sea. 42p.

SLOTTE A., KANSEN K., DALEN K. AND ONA E., 2004. *Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast*. Fish. Res 67, 143-150.

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 recommendation*. Aquatic Mammals 33, 411-521.

TECH ENVIRONMENTAL, INC., 2006. *Cape wind energy project Nanucket sound*. Final EIR underwater noise analysis Appendix 3.13-B.

TEILMANN J., J. CARSTENSEN, 2001. *Status report of the pilot project: "Porpoise detectors (PODs) as a tool to study potential effects of offshore wind farm on harbour porpoises at Rødsand"*. Ministry of the Environment and Energy Denmark. 41p.

THOMPSON, P.M., A. MacKAY, D.J. TOLLIT, S. ENDERBY, and P.S. HAMMOND, 1998. *The influence of body size and sex on the characteristics of harbour seal foraging trips*. Canadian Journal of Zoology 76:1044-1053. CrossRef, CSA.

THOMSEN F., LÜDEMANN K., KAFEMANN R. ET PIPER W., 2006. *Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish*. Biola, Hambourg, Allemagne, COWRIE Ltd., 62p.

THOMSEN, F., VAN ELK, N., BROCK, V. AND W. PIPER, 2005. *On the performance of automated porpoise-click-detectors in experiments with captive harbour porpoises (Phocoena phocoena (L))*. J. Acoust. Soc. Am. 118 (1). p. 37-40.



THOMSEN F., LÜDEMANN K., KAFEMANN R. ET PIPER W., 2006. *Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish*. biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd., 62 pp.

TOUGAARD J., CARSTENSEN J., WISZ M., TEILMANN J., BECH N., 2005. *Harbour Porpoises on Horns Reef - Effects of the Horns Reef Wind Farm*. Annual Status Report 2004 NERI Technical Report.

TOUGAARD J., HENRIKSEN O., 2009. *Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals*. PACS number : 43.50.Rq, 43.80.Nd WWA Pages: 3766–3773.

TOUGAARD, J., S. TOUGAARD, R. CORDING JENSEN, T. JENSEN, J. TEILMANN, D. ADELUNG, N. LIEBSCH, AND G. MÜLLER., 2006d. *Harbour Seals on Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev Offshore Wind Farm*. Final Report to Vattenfall A/S. Biological Papers from the Fisheries and Maritime Museum 5: 1-67.

TOUGAARD J., CARSTENSEN J., WISZ M. S., JESPERSEN M., TEILMANN J., ILSTED BECH N. et SKOV H., 2006. *Harbour Porpoises on Horns Reef. Effects of the Horns Reef Wind Farm*. Final report to Vattenfall A/S. NERI. Roskilde, Danemark, 110 pp.

TOUGAARD J., TOUGAARD, CORDING JENSEN R., JENSEN T., TEILMANN J., ADELUNG D., LIEBSCH N. et MÜLLER G., 2006. *Harbour seals on Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev Offshore Wind Farm*. Final report to Vattenfall A/S. Biological Papers from the Fisheries and Maritime Museum No. 5, Esbjerg, Denmark, 67 pp.

TUMPENNY, A.W.H. AND NEDWELL, J.R., 1994. *Consultancy Report. The effects on marine fish, diving mammals and birds of underwater sound generated by seismic surveys*. Published by Fawley Aquatic Research Laboratories Ltd. Fawley Southampton S045 1TW.

URICK R., 1983. *Principles of underwater sound*. New York . McGraw Hill.

VAN CANNEYT O., DARS C., GONZALEZ L., DORÉMUS G., 2009. *Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2008*. Rapport CRMM pour le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, Direction de l'eau et de la biodiversité, Programme Observatoire du Patrimoine Naturel: 31p

VAN CANNEYT O., MONTUS M., DOREMUS G., 2008. *Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2007*. Rapport CRMM pour le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Amenagement du Territoire, Direction de la Nature et des Paysages, Programme Observatoire du Patrimoine Naturel: 31p

F.J;T VAN DE LAAR (ING.), 2007. *Green light to birds, investigation into the effect of bird-friendly lighting* .NAM LOCATIE L15-FA-1. 23PP.

VOISIN P., 2007. *Etat des lieux sur les sources anthropiques de nuisance actuelles et potentielles pour les mammifères marins en région Nord-Pas de-Calais et mesures de gestion associées*. Direction Régionale de l'Environnement du Nord Pas-de-Calais. 17p.

WALKER D., CRESSWELL G., 2008. *Whales and dolphins of the european atlantic*. WILDguides ltd. 2nd edition. 88p.

WARD P.D. AND S.G. HEALY., 2002. *Sound Propagation Modelling and environmental Impact Mitigation Strategy for Rhyl Wind Farm*. Hayes-McKenzie Partnership. Report . SSDW4/57.

YELVERTON, J. T., RICHMOND, D. R., HICKS, W. SAUNDERS, K. AND FLETCHER, E. R., 1975. *The relationship between fish size and their response to underwater blast*. Report No. DNA 3677T, Contract No. DNA 001-74-C-0120 to Defense Nuclear Agency, Washington, DC.

<http://animaux.org/>

<http://crmm.univ-lr.fr>

<http://www.cetaces.org>

Annexe 1 : Conditions météo-océaniques des observations

CAMPAGNE AVION 2008/2009			
Date	Visibilité	Etat de la mer	Vent
22/10/2008	Bonne visibilité	Mer agitée	Vent 360° 15 nœuds
10/12/2008	Bonne visibilité	Mer agitée	Vent 360° 15 nœuds
19/12/2008	Bonne visibilité	Mer peu agitée	Vent 300° 10 nœuds
08/01/2009	Bonne visibilité	Mer belle	Vent 097° 6 nœuds
24/02/2009	Bonne visibilité	Mer belle	Vent 50° 6 nœuds
24/03/2009	Bonne Visibilité	Mer agitée	Vent 125° 20 nœuds
14/04/2009	Très bonne visibilité	Mer belle	Vent 340° 10 nœuds
06/05/2009	Bonne visibilité	Mer agitée	Vent 140° 16 nœuds
16/06/2009	Bonne visibilité	Mer belle	Vent 320° 4 nœuds
10/07/2009	Très bonne visibilité	Mer peu agitée	Vent 310° 10 nœuds
05/08/2009	Très bonne visibilité	Mer peu agitée	Vent 110° 10 nœuds
10/09/2009	Très bonne visibilité	Mer agitée	Vent 060° 15 nœuds

CAMPAGNE AVION 2012/2013			
Date	Visibilité	Etat de la mer	Vent
19/09/2012	Très bonne visibilité	Mer peu agitée	Vent 025° 12-15 noeuds
25/10/2012	Bonne visibilité	Mer peu agitée	Vent 090° 11-13 noeuds
29/11/2012	Très bonne visibilité	Mer peu agitée	Vent 000° 17-11 noeuds
02/01/2013	Bonne visibilité	Mer peu agitée	Vent 340° 13-17 noeuds
17/01/2013	Bonne visibilité	Mer belle à peu agitée	Vent 135° 5-10 noeuds
12/02/2013	Bonne visibilité	Mer peu agitée	Vent 025° 8-10 noeuds
19/03/2013	Très bonne visibilité	Mer belle à peu agitée	Vent 225° 7-10 noeuds
25/04/2013	Bonne visibilité	Mer belle	Vent 180° 2-7 noeuds
22/05/2013	Bonne visibilité	Mer belle	Vent 035° 3-9 noeuds
25/06/2013	Bonne visibilité	Mer peu agitée à belle	Vent 310° 5-7 noeuds
15/07/2013	Bonne visibilité	Mer belle	Vent 035° 4-6 noeuds
02/08/2013	Bonne visibilité	Mer belle	Vent 225° 3-6 noeuds

CAMPAGNE BATEAU 2008/2009			
Date	Météo	Etat de la mer	Vent
27/03/2008	Eclaircies	Mer agitée	Vent NE - Fort
03/04/2008	Beau temps	Belle à peu agitée	Vent N - Faible
09/04/2008	Beau temps	Belle à peu agitée	Vent N - Faible
16/04/2008	Couvert	Mer peu agitée	Vent Modéré
13/05/2009	Eclaircies	Mer agitée	Vent NE - Fort
27/05/2008	Pluie	Mer peu agitée	Vent modéré
09/06/2008	Eclaircies	Mer Belle	Vent nul
15/07/2008	Couvert	Belle à peu agitée	Vent Faible
29/08/2008	Couvert avec pluie	Mer peu agitée	Vent W - Faible
15/09/2008	Beau temps	Peu agitée	Vent Est - Faible
16/09/2008	Peu couvert	Peu agitée à agitée	Vent E - Faible à modéré
29/09/2008	Beau temps	Peu agitée	Vent N - Faible
14/10/2008	Couvert	Peu agitée	Vent S - Faible
04/11/2008	Beau temps	Belle	Vent NE - Faible
26/11/2008	Couvert	Peu agitée	Vent N puis W - Faible
08/12/2008	Couvert	Belle à peu agitée	Vent Sud - Faible
16/12/2008	Couvert	Belle	Vent NE - Faible
28/01/2009	Non renseigné	Non renseignée	Non renseignée
20/02/2009	Couvert	Belle	Vent NW - Faible
31/03/2009	Beau temps	Belle	Vent SE - Faible
22/04/2009	Beau temps	Peu agitée	Vent W - Faible
18/05/2009	Couvert	Agitée	Vent S - Fort
04/06/2009	Beau temps	Belle	Vent NNE - Faible
03/07/2009	Couvert	Peu agitée	Vent W - Modéré
27/07/2009	Couvert avec pluie	Belle à peu agitée	Vent W - Faible à modéré
24/08/2009	Beau puis couvert	Peu agitée	Vent NW - Faible
08/09/2009	Beau temps	Belle	Vent SW - Faible
29/09/2009	Couvert	Belle à peu agitée	Vent N - Faible
29/10/2009	Beau temps	Belle	Vent ENE - Faible

CAMPAGNE BATEAU 2012/2013			
Date	Météo	Etat de la mer	Vent
17/09/2012	Couvert avec pluie	Belle	Vent W - Faible
11/10/2012	Couvert avec pluie	Belle à peu agitée	Vent SSE - modéré
13/11/2012	Couvert puis beau	Belle à peu agitée	Vent SSO - faible
18/12/2012	Couvert	Agitée à très agitée	Vent NO - modéré
14/01/2013	Couvert	Peu agitée	Vent NNE - Faible
12/02/2013	Couvert	Peu agitée à agitée	Vent NNO - modéré
19/03/2013	Beau temps	Belle à peu agitée	Vent SSO- Faible à modéré
25/04/2013	Beau temps	Belle	Vent SSO - Faible
22/05/2013	Couvert	Belle	Vent NO - faible
18/06/2013	Couvert	Belle	Vent SW - Faible
15/07/2013	Beau temps	Belle	Vent NE - faible
18/08/2013	Beau temps	Agitée	Vent NW - Modéré

OBSERVATIONS DEPUIS LA JETEE D'ANTIFER – CAMPAGNE 2012/2013			
Date	Visibilité	Etat de la mer	Vent
17/09/2012	Visibilité moyenne	Belle à peu agitée	Vent W - Faible
23/10/2012	Mauvaise visibilité	Belle	Vent NO - Faible
17/11/2012	Visibilité moyenne	Mer peu agitée	Vent SE - Faible
12/02/2013	Bonne visibilité	peu agitée	Vent NE - modéré
22/03/2013	Bonne visibilité	Mer belle	Vent NE - Faible
30/04/2013	Bonne visibilité	Mer peu agitée à agitée	Vent NE - Modéré
31/05/2013	Bonne visibilité	Peu agitée	Vent N - Faible
06/07/2013	Temps clair	Bonne	Vent WNW – faible
17/07/2013	Temps clair	Bonne	Vent N – faible
02/08/2013	Temps clair	Bonne	Vent NW - faible

Annexe 2 : Observations de mammifères marins par avion - Campagne 2008/2009 (BIOTOPE) - Effectifs par espèce

	22/10/08	10/12/08	19/12/08	08/01/09	24/02/09	24/03/09	14/04/09	06/05/09	16/06/09	10/07/09	05/08/09	10/09/09
Dauphin bleu et blanc						5						
Grand Dauphin						1			2			
Dauphin indéterminé			3		14	7	6			6		
Cétacé indéterminé					2		5					
Marsouin commun					14		10				5	
Mammifère marin indéterminé									4			
Phoque indéterminé			1		1							

Annexe 3 : Observations de mammifères marins par avion - Campagne 2012/2013 (BIOTOPE) - Effectifs par espèce

	19/09/12	25/10/12	29/11/12	02/01/13	17/01/13	12/02/13	19/03/13	25/04/13	22/05/13	25/06/13	15/07/13	02/08/13
Marsouin commun			4	10	24	6	13	19	1	7	2	3
Grand Dauphin											3	
Dauphin / Marsouin											3	
Phoque indéterminé		1										
Phoque gris									1			1

Annexe 4 : Observations de mammifères marins par bateau - Campagne 2008/2009 (GMN) - Effectifs par espèce

	27/05/2008	04/11/2008	16/12/2008	20/02/2009	17/03/2009	31/03/2009
Cétacés sp		1				
Marsouin commun	2		1	2	3	3

(Aucune observation en 2012-2013)

Annexe 5 : Observations de mammifères marins depuis la côte - Campagne 2012/2013 (LPO) - Effectifs par espèce

	17/09/2012	23/10/2012	17/11/2012	12/02/2013	27/03/2013	30/04/2013	31/05/2013	06/07/2013	17/07/2013	02/08/2013
Phoque veau-marin							1			
Marsouin commun				8	4	20	4			2

Annexe 6 : Synthèse bibliographique

Référence 1

Lindeboom H. J., H. J. Kouwenhoven, M. J. N. Bergman, S. Bouma, S. Brasseur, R. Daan, R. C. Fijn, D. de Haan, S. Dirksen, R. van Hal, R. Hille Ris Lambers, R. terHofstede, K. L. Krijgsveld, M. Leopold and M. Scheidat. *Short-term ecological effects of an offshore windfarm in the Dutch coastal zone; a compilation*. Environ. Res. Lett. 6 (2011) 035101 - 13pp

Présentation du projet

Nom : « Offshore Windfarm Egmond aan Zee, OWEZ »

Première public après 2 ans de suivis - Parc construit en 2006, en fonctionnement depuis début 2007

Distance à la côte : 10 à 18 km

Profondeurs : 17 à 21 m

Éoliennes : 36 Vestas V90, mât 70 m (monopiles enfoncées de 30m), diamètre 4,6m ; rotor : 90 m

Blocs et rochers disposés sur diamètre de 25 m autour des éoliennes

Interdistance : 1 km / 4 lignes de 7 à 12 machines

Etude des mammifères marins

Protocoles

Etude ciblée sur le Marsouin (Scheidat *et al* (2009) ; Scheidat *et al* (2011)

Etude ciblée sur le Phoques veau-marin, 34 individus suivis par balise (Brasseur *et al* 2010)

Résultats

Pour le Marsouin commun :

Les résultats des mesures acoustiques réalisées par les T-PODs montrent une forte variation saisonnière dans la présence du Marsouin commun (Scheidat *et al.*, 2009, 2011). L'activité d'écholocation étant généralement forte durant les mois d'hiver et faible durant les mois d'été.

Les résultats ont montré que les Marsouins communs étaient relativement plus nombreux à l'intérieur du parc éolien que dans les deux autres zones de référence située à l'extérieur du parc (Scheidat *et al*, 2011).

Il a été établi que cet effet était réellement lié à la présence du parc éolien. Les explications les plus probantes sont une plus grande ressource alimentaire disponible sur et à l'intérieur des récifs artificiels créés ainsi que l'exclusion des navires de pêche et du trafic maritime à l'intérieur du parc éolien créant des zones de relative quiétude (effet d'abri).

Au cours des études sur les parcs éoliens danois (Diederichs *et al* 2008), aucune différence n'a pu être mise en évidence concernant la présence des marsouins communs à l'intérieur et en dehors des parcs éoliens. Le seul effet observé des éoliennes sur les Marsouins communs concerne une différence dans leur cycle journalier. En 2005 particulièrement, un rythme jour-nuit prononcé montrant une activité accrue durant la nuit a pu être enregistré au niveau des T-PODs placés à proximité des éoliennes. Diederichs *et al* (2008) suggèrent que cette différence pourrait être liée aux différences observées dans la composition des peuplements piscicoles à proximité des monopiles. Ceci tend à indiquer une potentielle augmentation de l'activité d'alimentation des Marsouins communs au sein du parc éolien. Les études hollandaises et danoises indiquent que les parcs éoliens en fonctionnement sont fréquemment visités par les Marsouins communs, probablement pour l'alimentation. Il semble que ces parcs éoliens relativement petits n'induisent pas d'aversion de la part de ces animaux protégés. Au contraire, à Nysted,

un autre parc éolien de la mer baltique, les Marsouins communs ont quitté la zone après la construction du parc et n'y sont pas retournés durant la période de fonctionnement du parc. Par conséquent, ces conclusions ne peuvent être extrapolées à un autre parc éolien.

Pour les phoques : Durant les forages, il semble que les Phoques veau-marins équipés de balises Argos évitaient la zone jusqu'à 40 km de distance. Durant la période suivant la construction du parc, les phoques équipés de balises ont étendu leur zone de présence en direction du parc éolien (Brasseur *et al* 2010). Néanmoins, les effets du parc éolien en fonctionnement sur les phoques n'ont pas pu être définis clairement et nécessitent des données complémentaires avant de pouvoir établir des conclusions sur les réactions des phoques aux parcs éoliens.

Tougaard *et al* (2006) ont conclu que les émissions sonores sous-marines des éoliennes étaient la seule source potentielle d'impact pour les phoques mais que, compte-tenu du niveau des émissions sonores mesurées, l'ampleur de cet impact pouvait être considérée comme marginale. De plus, ils pensent que les phoques doivent bénéficier de l'augmentation de la ressource alimentaire disponible au niveau des fondations et des dispositifs anti-érosion. Thomsen *et al* (2006) estiment que les émissions sonores sous-marines émises par les éoliennes en fonctionnement seront audibles par les Marsouins communs jusqu'à environ 100 m et par les Phoques veau-marins jusqu'à 1 km. Jusqu'ici, seules quelques mesures de bruit ont été réalisées sur le parc éolien d'OWEZ à des vitesses de vent relativement réduites, indiquant un niveau sonore faible qui n'est pas susceptible d'influencer significativement les mammifères marins (de Haan *et al* 2007b). D'autres campagnes de mesures avec des conditions de mer et de vent différentes sont requises afin de pouvoir tirer des conclusions plus définitives.

Des recherches réalisées sur les parcs éoliens marins danois indiquent un comportement d'éloignement des mammifères marins en période de construction du parc (Tougaard *et al* 2009). Les mesures des émissions sonores sous-marines montrent que l'audibilité du bruit des éoliennes en phase de fonctionnement est faible pour les Marsouins communs, se prolongeant jusqu'à 20-70m de la base de l'éolienne, tandis que pour les Phoques veau-marin elle varie de moins de 100 m jusqu'à plusieurs km (Tougaard *et al* 2009). Des réactions comportementales de la part des Marsouins communs sont donc peu probables sauf à très faible distance des éoliennes. En revanche, on ne peut exclure de telles réactions chez les Phoques veau-marin jusqu'à plusieurs centaines de mètres (Tougaard *et al* 2009).

Ce qu'il faut retenir :

Sur le parc éolien d'Egmond aan Zee en fonctionnement depuis 2007, l'enregistrement de l'activité acoustique du Marsouin commun a montré que celui-ci fréquente d'avantage le parc éolien que l'extérieur de celui-ci. L'augmentation de la ressource alimentaire grâce à l'effet « récif » et l'effet « abri » procuré par le parc en l'absence de pêche et de navigation sont les hypothèses avancées pour expliquer ce résultat.

Dans d'autres parcs danois et hollandais, aucune différence n'a pu être mise en évidence entre l'intérieur et l'extérieur du parc éolien. Néanmoins, il apparaît que les visites du Marsouin commun sont régulières dans les parcs probablement surtout en phase d'alimentation (en profitant de l'effet « récif »). Un parc de la mer Baltique (Nysted) quant à lui a vu la fréquentation du Marsouin disparaître après la construction du parc. Les conclusions obtenues sur un parc ne peuvent donc pas être extrapolées à l'ensemble de ceux-ci.

Durant la période post-construction, les phoques équipés de balises ont élargi leur zone de présence vers le parc éolien qu'il évitait par ailleurs durant la phase de construction en s'en éloignant jusqu'à 40km (Brasseur *et al* 2010).

Des mesures des émissions sonores sous-marines réalisées en phase de fonctionnement sur plusieurs parcs danois montrent que celles-ci sont audibles à faible distance pour le Marsouin commun (70-100m) alors qu'elles le sont à plus grande distance pour les phoques (100m à plusieurs km). Des réactions comportementales de la part des Marsouins communs sont donc peu probables sauf à très faible distance des éoliennes. En revanche, on ne peut exclure de telles réactions chez le Phoque veau-marin jusqu'à plusieurs centaines de mètres (Tougaard *et al* 2009).

Référence 2

Diederichs A., Hennig V. et Niels G., 2008. *Investigation of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore windfarms Horns Rev, North Sea and Nysted, Baltic Sea, in Denmark PartII: Harbour porpoises* Universitat Hamburg and BioConsult SH, 99 pp.

Présentation du projet

Nom : « Nysted offshore windfarm » et « Horns Rev offshore wind farm »

Parcs construits en juillet 2002 et en fonctionnement depuis décembre 2002

Distance à la côte : 10 à 11,5 km et 14 km respectivement

Profondeurs : 6-10 m et 6,5-13,5 m respectivement

Eoliennes : pour Nysted : 72 BONUS 2,3 MW, mât 69 m (fondations coniques, diamètre 4,24m ; rotor : 41 m pour Horns Rev : 80 Vestas V80 2 MW, mât 70 m (monopiles enfoncées de 25m), diamètre 4m ; rotor : 40 m. Rochers disposés sur diamètre de 10 m autour des éoliennes

Interdistance : pour Nysted : 480 m nord-sud et 850 m est-ouest
pour Horns Rev : 560 m nord-sud et 560 m est-ouest

Substrat : pour Nysted : dépôts glaciaires couverts de fines couches de sables moyens contenant peu de fraction organique
pour Horns Rev : arête terminale de moraine composée de sédiments de sables et graviers

Etude des mammifères marins

Protocoles

Pose de deux lignes de 5 hydrophones (T-POD) avec enregistreurs de données en limite du parc éolien avec 2 T-PODs à l'extérieur du parc, 2 à l'intérieur et 1 au niveau de la dernière éolienne.

Résultats

Cette étude a été lancée afin de savoir si le fonctionnement des parcs éoliens de Horns Rev et de Nysted avait un effet sur le comportement des Marsouins communs. Dans ce contexte, deux questions ont été posées :

- Y-a-t-il des différences en terme de présence, d'activité d'écholocation, et de comportement des Marsouins communs entre l'intérieur et l'extérieur du parc éolien ou à proximité / à distance d'une turbine (jusqu'à 1,5 km ?)
- Est-ce que les différences potentielles sont liées à la vitesse du vent et donc au fonctionnement et à l'émission sonore des turbines ?

Au cours de cette étude, aucune différence n'a pu être détectée en terme de présence du Marsouin commun à l'intérieur et à l'extérieur des parcs éoliens de Nysted et de Horns rev.

A Horns rev, il n'y avait pas non plus de différence mesurée par les T-PODs à différentes distances d'une turbine. Dans ce cas, le parc éolien ne semble pas du tout modifier la répartition des Marsouins communs.

Dans le cas de Nysted, un faible effet a pu être détecté en fonction de la distance entre le T-POD et la plus proche turbine, avec une activité accrue enregistrée sur les T-PODs situés à plus de 700 m des turbines, comparé à ceux situés à moins de 150 m d'une turbine.

Cet effet était visible uniquement lorsqu'aucun autre facteur susceptible d'influencer l'activité des Marsouins n'était présent.

La force du vent était négativement corrélée à l'indice d'activité des Marsouins uniquement sur le site de Nysted. Etant donné que cette corrélation était indépendante de la distance entre le T-POD et la plus proche turbine, il est peu probable que le parc éolien en lui-même et en particulier l'émission sonore des turbines soit la raison de celle-ci.

L'unique effet des turbines sur les Marsouins ayant pu être mesuré sur les deux parcs éoliens concerne un effet sur

le cycle journalier des Marsouins communs. En 2005 en particulier, un cycle jour-nuit marqué a pu être mesuré au niveau des T-PODs situés à proximité des turbines des deux parcs éoliens, avec une activité accrue durant la nuit. Dans le même temps, le cycle jour-nuit mesuré à Horns Rev au niveau des T-PODs situés à plus de 900 m des turbines était inversé, avec une activité plus importante durant le jour. A Nysted dans le même temps, aucun cycle jour-nuit net n'a pu être mis en évidence pour les T-PODs situés à plus de 700 m d'une éolienne. En 2006, cette différence dans le cycle jour-nuit au sein des deux parcs et en fonction des distances n'était plus aussi prononcée. Nous expliquons ces différences dans le cycle jour-nuit des Marsouins communs par les changements dans les peuplements piscicoles présents à proximité de chaque turbine mis en évidence par plusieurs autres études.

On peut donc conclure de nos résultats que les parcs éoliens sont régulièrement implantés au sein de l'habitat du Marsouin commun et qu'ils n'engendrent pas de réponse négative significative de la part de ces animaux protégés.

Ce qu'il faut retenir :

Des enregistrements réalisés par T-Pods réalisés sur 2 parcs n'ont montré aucune différence d'activité entre l'extérieur du parc et l'intérieur de celui-ci et ceci quelque soit la distance du pied de l'éolienne. A l'intérieur du parc, aucune corrélation avec la distance de la turbine ou la vitesse du vent n'a pu être établie. L'autre modification notée concerne un changement du rythme journalier avec un accroissement de l'activité à proximité des turbines du parc de Horns Rev qui serait lié au changement du peuplement piscicole au pied des aérogénérateurs.

Référence 3

Thomsen F., Lüdemann K., Kafemann R. et Piper W., 2006. *Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish*. biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd., 62 pp.

Présentation du projet

Aucun en particulier ; étude basée sur des mesures réalisées en Allemagne et Suède.

Etude des mammifères marins

Protocoles

Synthèse à partir des mesures de « bruits » réalisées sur des parcs offshore et des connaissances acquises sur la physiologie des mammifères marins et des poissons.

Résultats

Cette évaluation apporte de nouvelles preuves que le bruit généré par les parcs éoliens présente un potentiel de nuisance pour la physiologie et le comportement des Marsouins communs et des Phoques veau-marins et ce, sur de grandes distances. Durant les opérations de forage du fond marin, la zone d'audibilité s'étend très probablement au-delà de 80 km (limite maximale de notre formule de perte sonore), et peut-être à ces centaines de km de la source sonore. Des réponses comportementales sont possible à plusieurs km de la source, peut-être jusqu'à 20 km. Un phénomène de masquage (« masking ») des sons est susceptible d'être occasionné jusqu'à 80 km pour le Phoque veau-marin et une perte d'audition est une inquiétude - d'un point de vue réglementaire - à 1,8 km pour le Marsouin commun et 400 m pour les phoques. De plus, des lésions sévères générées à proximité immédiate des opérations de forage ne peuvent être écartées.

En phase opérationnelle, les petites turbines de 1,5 MW doivent présenter une influence mineure puisque les distances de détection acoustique des deux espèces sont assez faibles. Cependant, puisque le bruit occasionné en phase opérationnelle par des turbines plus grandes n'a pu être mesuré de manière fiable, ces résultats doivent être considérés comme préliminaires. Il est très probable que les turbines plus grandes soient plus bruyantes, générant une plus grande zone d'impact sonore.

Ce qu'il faut retenir :

Des mesures réalisées en Allemagne et en Suède ont montré que les travaux liées à la phase de construction (forage) peuvent propager le son jusqu'à plus de 80km et entraîner des réponses comportementales jusqu'à 20km. Des lésions auditives sont à craindre pour le Marsouin commun à une distance de 1,8km et 400m pour les phoques. A la vue des mesures réalisées, en phase opérationnelle, les turbines de 1,5MW ne devraient avoir qu'une influence mineure.

Référence 4

Tougaard J., Tougaard S., Cording Jensen R., Jensen T., Teilmann J., Adelung D., Liebsch N. et Müller G., 2006. *Harbour seals on Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev Offshore Wind Farm*. Final report to Vattenfall A/S. Biological Papers from the Fisheries and Maritime Museum No. 5, Esbjerg, Denmark, 67 pp.

Présentation du projet

Nom : « Horns Rev offshore wind farm »

Parc construit en juillet 2002 et en fonctionnement depuis décembre 2002

Distance à la côte : 14 km

Profondeurs : 6,5-13,5 m

Eoliennes : 80 Vestas V80 2 MW, mât 70 m (monopiles enfoncées de 25m), diamètre 4m ; rotor : 40 m. Rochers disposés sur diamètre de 10 m autour des éoliennes

Interdistance : 560 m nord-sud et 560 m est-ouest

Substrat : arête terminale de moraine composée de sédiments de sables et graviers

Etude des mammifères marins

Protocoles

21 Phoques veau-marins ont été équipés de balise Argos, 23 ont été équipés d'enregistreur de données et 8 de balise Argos et d'enregistreur de données. Les enregistreurs de données mesuraient toutes les 5 sec la profondeur, la vitesse, le tangage, le roulis, l'orientation en 3 dimensions, la température et l'intensité lumineuse. En complément, des transects orientés est-ouest ont été réalisés à partir de navires avant, pendant et après la construction du parc, au sein mais aussi aux alentours de celui-ci.

Résultats

Grace aux données Argos, on peut affirmer que le récif de Horn joue un rôle important comme zone d'alimentation pour le Phoque veau-marin de Rømø mais d'un autre côté, il est aussi évident que le secteur constitue une petite partie seulement d'une zone importante plus large et continue s'étendant de Holmslands Klit au nord du récif jusqu'à la frontière germano-danoise et couvrant environ 100 km de littoral.

A partir de l'analyse à une échelle relativement large, il n'est pas possible de dégager une zone d'importance supérieure pour les phoques au sein de l'aire globale.

Le parc éolien de Horns Rev est situé à l'intérieur d'une zone d'importance majeure pour le Phoque veau-marin mais étant donné l'étendue de cette zone comparée à la surface du parc éolien, celui-ci n'est pas problématique en lui-même.

En ce qui concerne les effets locaux du parc éolien sur les phoques, aucun effet n'a été observé, à savoir, en terme d'évitement lorsque les phoques nagent en direction du parc éolien ou d'altération du comportement de plongée entre l'intérieur et l'extérieur du parc éolien. Cependant, la précision des positions géographiques reçues ou calculées n'était pas suffisante pour savoir avec certitude si les phoques équipés étaient à l'intérieur ou à l'extérieur du parc éolien. A partir des observations visuelles réalisées lors des transects, il est cependant clair que les phoques étaient présents à l'intérieur du parc éolien et dans des effectifs pas significativement différents de ceux observés à l'extérieur du parc éolien. Ainsi, si le parc éolien a un effet (négatif ou positif) sur les phoques, celui-ci est peu important. Compte-tenu des connaissances générales sur la biologie du Phoque veau-marin, il est probable que la création de nouveaux habitats autour des fondations (récifs artificiels) et l'interdiction de la pêche dans le parc éolien aura un effet bénéfique pour les phoques.

Mesurer les effets de la construction du parc éolien n'était pas le but principal de ce programme de recherche et les mesures télémétriques ne permettent pas de conclure sur cette question. Cependant, à partir des données recueillies, un effet de la mise en place des fondations par excavation des fonds sous-marins sur la distribution des phoques sur le récif semble se dessiner puisqu'aucune observation de phoque à l'intérieur du parc éolien ainsi qu'à

quelques km de celui-ci n'a été réalisée les jours d'excavation. Ceci concorde avec les constatations réalisées sur le Marsouin commun et s'explique aisément par la très haute pression sonore générée par la mise en place des fondations par forage.

Ce qu'il faut retenir :

Le marquage de phoques situés à proximité d'un parc éolien a montré que celui-ci n'avait pas d'effets notables en phase opérationnelle sur la répartition de ceux-ci, les phoques fréquentant même l'intérieur du parc. *A contrario*, en phase de construction (excavation), aucune observation de phoques n'a été réalisée à l'intérieur du parc, probablement à cause des nuisances sonores.

Référence 5

Tougaard J., Carstensen J., Wisz M. S., Jespersen M., Teilmann J., Ilsted Bech N. et Skov H., 2006. *Harbour Porpoises on Horns Reef. Effects of the Horns Reef Wind Farm*. Final report to Vattenfall A/S. NERI. Roskilde, Danemark, 110 pp.

Présentation du projet

Nom : « Horns Rev offshore wind farm »

Parc construit en juillet 2002 et en fonctionnement depuis décembre 2002

Distance à la côte : 14 km

Profondeurs : 6,5-13,5 m

Eoliennes : 80 Vestas V80 2 MW, mât 70 m (monopiles enfoncées de 25m), diamètre 4m ; rotor : 40 m. Rochers disposés sur diamètre de 10 m autour des éoliennes

Interdistance : 560 m nord-sud et 560 m est-ouest

Substrat : arête terminale de moraine composée de sédiments de sables et graviers

Etude des mammifères marins

Protocoles

Transects linéaires orientés est-ouest parcourus en bateau sur une surface d'environ 800 km² incluant le parc éolien. Des données récoltées lors de transects parcourus en avion lors du suivi de l'avifaune ont également été utilisées, en complément.

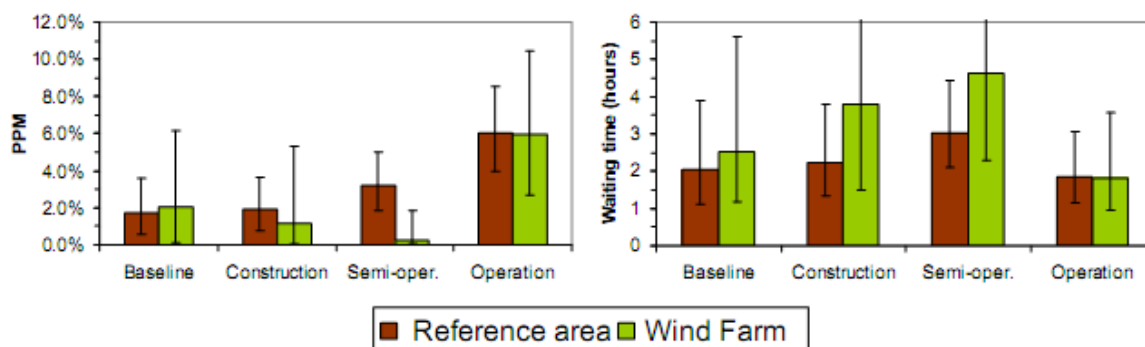
6 T-PODs (T-PORpoise Detectors) enregistrant les « clicks » d'écholocation émis par les Marsouins ont été installés au niveau du parc éolien mais aussi aux alentours entre 2001 et 2005.

Résultats

Effets du parc éolien:

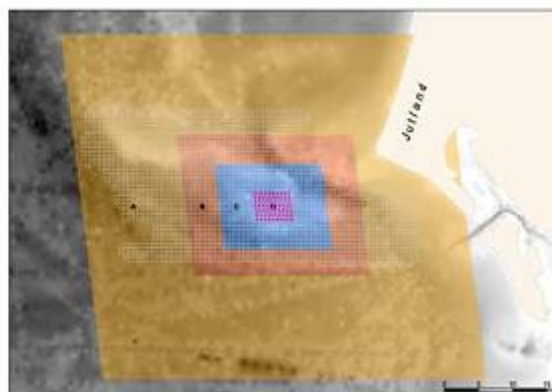
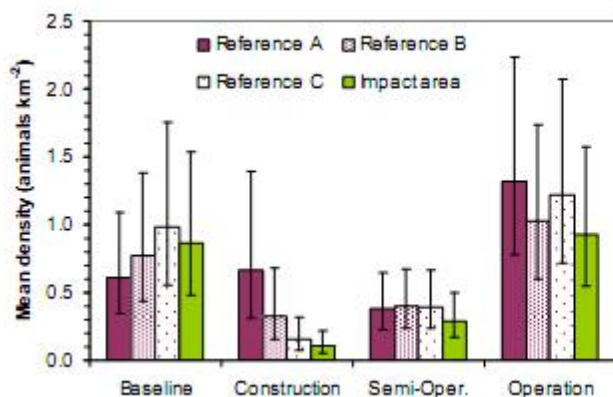
Les données disponibles recueillies avant, pendant et après la construction du parc éolien indiquent un faible effet négatif durant la période de construction et de semi-fonctionnement (période à laquelle des opérations intensives de maintenance étaient réalisées) sur les Marsouins avec un effet spécifique du à l'excavation des fonds marins liée à la mise en place des fondations. Aucun effet n'a été observé en phase opérationnelle.

Les enregistrements acoustiques (avec les T-PODs) n'ont montré aucun changement d'abondance significatif au sein du secteur du parc éolien dans sa globalité durant la construction. Cependant, il y avait une différence significative entre la phase semi-opérationnelle et la phase opérationnelle, mesurée par le biais de l'indice d'activité des Marsouins (PPM). Le PPM a atteint sa plus faible valeur moyenne durant la phase semi-opérationnelle. L'activité acoustique des Marsouins était plus importante durant la phase opérationnelle que pendant la phase témoin pré-construction mais cela a été constaté aussi bien au sein du parc éolien qu'aux alentours.



Valeur moyenne pour l'indice d'activité des Marsouins (PPM, équivalent à la fraction de jour à laquelle les Marsouins pouvaient être détectés) et pour le temps d'attente entre des contacts avec des Marsouins, enregistrés par les enregistreurs de données acoustiques (T-PODs) placés à l'intérieur du parc éolien Horns Rev ainsi qu'aux environs. Les valeurs sont réparties selon 4 périodes : la phase témoin pré-construction, la phase de construction, la phase semi-opérationnelle et la phase opérationnelle. La phase semi-opérationnelle couvre une période suivant la construction durant laquelle des opérations intensives de maintenance étaient opérées, les turbines ne fonctionnant alors pas à pleine capacité. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance de 95% pour les valeurs moyennes.

L'analyse des données issues du suivi par bateau amène aux mêmes conclusions que les données acoustiques, à savoir, un faible effet négatif local du parc éolien durant la construction mais par ailleurs, aucun changement significatif (cf. diagramme ci-dessous). De la même manière, le suivi par bateau indique une présence accrue de Marsouins sur l'ensemble de la zone d'étude durant la phase opérationnelle en comparaison aux autres périodes, y compris la phase pré-construction.



Densité moyenne estimée de Marsouins en fonction des 4 zones géographiques définies sur la carte et des 4 phases définies, basée sur les observations réalisées en bateau entre 1999 et 2005. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance de 95% pour les densités moyennes estimées. Notez le gradient de densité lorsque l'on s'approche du parc éolien durant la construction.

Effets spécifiques liés à la construction :

Bien que l'objectif du programme d'étude fût uniquement de détecter les effets globaux sur l'abondance des Marsouins lors de la construction et de la phase opérationnelle du parc éolien, il est cependant possible de renseigner les effets spécifiques de l'activité d'excavation des fonds marins lors de la mise en place des fondations des éoliennes. Les données recueillies par les T-PODs indiquent que les Marsouins quittent l'ensemble du récif de Horn Reef en réponse aux fortes impulsions sonores générées par les opérations d'excavation. Après une période de 6 à 8 heures, l'activité des Marsouins redevenait conforme à celle observée durant la phase de construction.

La réponse des Marsouins durant les phases de construction et de fonctionnement du parc éolien de Horns Rev correspond à ce qu'avait anticipé l'étude d'impact : un déplacement partiel durant la phase de construction suivi d'un retour à un niveau d'activité normal durant le fonctionnement du parc éolien.

Ce qu'il faut retenir :

Les données disponibles recueillies avant, pendant et après la construction du parc éolien indiquent un faible effet négatif durant la période de construction et de semi-fonctionnement (période à laquelle des opérations intensives de maintenance étaient réalisées) sur les Marsouins avec un effet spécifique du à l'excavation des fonds marins liée à la mise en place des fondations. Aucun effet n'a été observé en phase opérationnelle.

Référence 6

Brandt M., Diederichs A., Wollheim L., Betke K. & Nehls G., 2011. *Displacement effects of pile driving during offshore windfarm construction on Harbour Porpoises (Phocoena phocoena)*. Proceedings of the Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 may 2011, Trondheim, Norway. Norwegian Institute for Nature Research, Center for Environmental Design of Renewable Energy, p 15.

Présentation du projet

Etude réalisée durant la construction de 92 éoliennes monopiles en Mer du Nord (Danemark) en 2008 et de 12 éoliennes en Mer du Nord (Allemagne) en 2009.

Etude des mammifères marins

Protocoles

Utilisation de T-PODs (T-PORpoise Detectors) enregistrant les « clicks » d'écholocation émis par les Marsouins, posés à différentes distances du parc en construction.

Résultats

Un impact des travaux de forage sur la présence des Marsouins communs a été mis en évidence, ceux-ci fréquentant la proximité du site à une fréquence plus faible que la normale jusqu'à 72 h après les travaux.

Un impact négatif a pu être détecté jusqu'à 18 km du parc éolien tandis qu'à 22 km de celui-ci, aucun impact négatif n'a pu être trouvé. A cette distance, la présence du Marsouin commun augmentait temporairement. Ceci montre que les impacts de la construction d'éoliennes atteignent de grandes distances et durent plus longtemps qu'estimé précédemment.

Ce qu'il faut retenir :

Les travaux de forages entraînent une diminution de la fréquence du Marsouin commun et ceci jusqu'à 72 heures après les travaux. Cet impact a été détecté jusqu'à 18 km, et semble absent à 22km.

Annexe 7 : Distances représentatives des zones de dépassement des seuils sonores (QUIET OCEANS)

	Atelier	Classe de mammifères marins	Durée d'exposition (sec)	Zone de modification du comportement			Zone de dépassement de dommage physiologique temporaire			Zone de dépassement de dommage physiologique permanent		
				(Kilomètre)			(Kilomètre)			(Kilomètre)		
				Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max
Ete	Dragage	Marsouin Commun	1sec	3,96	4,42	4,79	0,15	0,16	0,45	-	-	-
		Moyennes fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Basses fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Pinnipèdes		N/A			-	-	-	-	-	-
	Ensouillage	Marsouin Commun	1sec	2,59	2,89	3,20	-	0,14	1,33	-	-	-
		Moyennes fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Basses fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Pinnipèdes		N/A			-	-	-	-	-	-
	Battage (3m)	Marsouin Commun	1sec	14,96	18,10	20,36	1,21	1,62	1,90	-	0,17	0,50
		Moyennes fréquences		N/A			-	0,14	0,44	-	-	-
		Basses fréquences		N/A			-	0,27	0,48	-	-	-
		Pinnipèdes		N/A			0,78	1,13	1,47	-	0,14	0,44
	Scénario cumulé (dage, dragage, dépose)	Marsouin Commun	1sec	4,13	5,41	11,00	-	0,16	0,45	-	-	-
		Moyennes fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Basses fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Pinnipèdes		N/A			-	-	-	-	-	-
	Dépose éolienne	Marsouin Commun	1sec	1,99	2,32	2,59	-	-	-	-	-	-
		Moyennes fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Basses fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Pinnipèdes		N/A			-	-	-	-	-	-
	Déversement de matériaux	Marsouin Commun	1sec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Moyennes fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Basses fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Pinnipèdes		N/A			-	-	-	-	-	-
	Trafic induit	Marsouin Commun	1sec	1,50	3,02	8,58	-	-	-	-	-	-
		Moyennes fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Basses fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Pinnipèdes		N/A			-	-	-	-	-	-
	Exploitation	Marsouin Commun	1sec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Moyennes fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Basses fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Pinnipèdes		N/A			-	-	-	-	-	-
	Maintenance	Marsouin Commun	1sec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Moyennes fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Basses fréquences		N/A			-	-	-	-	-	-
		Pinnipèdes		N/A			-	-	-	-	-	-

Tableau 15 : Synthèse des étendues des zones d'impacts physiologiques et comportementaux potentiels en fonction de la nature des travaux, des espèces potentiellement en présence. La forme des zones d'impact n'est jamais un cercle car elles dépendent de l'océanographie, de la bathymétrie et du bruit existant. Aussi, les colonnes « min », « moyenne » et « max » correspondent aux variations d'étendue en fonction de l'azimut (ou direction géographique). Les distances indiquées correspondent à une exposition sonore cumulée pour 1 seconde d'activité (troisième colonne). (N/A : A ce jour, le seuil de modification du comportement n'est connu que pour le marsouin commun. Les distances d'impact comportemental sont donc inférieures aux dimensions de l'empreinte sonore et supérieures aux distances de dommages physiologiques temporaires).