

**Document de consultation relatif au dialogue concurrentiel n°1/2016
portant sur des installations éoliennes de production d'électricité en mer
dans une zone au large de Dunkerque**

Décembre 2016

SOMMAIRE

1	Contexte et objet de la procédure de dialogue concurrentiel.....	3
1.1.	Contexte.....	3
1.2.	Procédure de dialogue concurrentiel	3
1.3.	Objet du dialogue concurrentiel.....	5
2	Calendrier prévisionnel de la procédure	5
2.1.	Calendrier de la phase de présélection.....	5
2.2.	Calendrier de la phase de sélection.....	6
3	Exigences relatives aux capacités techniques et financières des candidats.....	6
3.1	Situation propre des opérateurs économiques, y compris exigences relatives à l'inscription au registre du commerce ou de la profession	6
3.2.	Capacités économiques et financières	7
3.3.	Capacités techniques.....	7
4	Mise à disposition du document de consultation et questions des candidats	8
4.1.	Mise à disposition du document de consultation.....	8
4.2.	Questions relatives à la présente procédure de dialogue concurrentiel	8
5	Forme des candidatures et pièces à produire	9
5.1	Engagement du candidat.....	9
5.2	Forme des candidatures	9
5.3	Pièces à produire.....	9
5.3.1	Pièce n°1 : Identification du candidat.....	9
5.3.2	Pièce n°2 : Formulaire de candidature.....	10
5.3.3	Pièce n°3 : la note détaillée de 15 pages mentionnée au 3.2	10
5.3.4	Pièce n°4 : la note détaillée de 20 pages mentionnée au 3.3	10
5.3.5	Cas particulier des groupements momentanés d'entreprises.....	10
6	Réception et examen des candidatures	10
6.1	Réception des candidatures.....	10
6.2	Examen des candidatures.....	10
7	Suites de la désignation des lauréats.....	11
7.1	Désignation et information des candidats.....	11
7.2	Invitation à participer au dialogue et cahier des charges.....	11
7.3	Mise à disposition des résultats des études techniques de caractérisation de la zone	12
7.4	Critères de sélection des offres remises à l'issue du dialogue concurrentiel.....	12
8	Engagement de confidentialité	12
9	Procédures de recours	13
	Annexe 1 : périmètre indicatif de la zone	14
	Annexe 2 – liste des études de levée des risques en cours de réalisation	15

1 Contexte et objet de la procédure de dialogue concurrentiel

1.1. Contexte

La loi de transition énergétique pour la croissance verte adoptée le 17 août 2015 vise à instaurer un nouveau modèle énergétique. Elle implique de porter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32% de la consommation finale brute d'énergie en 2030, dont 40 % pour la part d'énergies renouvelables dans la production d'électricité. Le développement de l'éolien en mer contribue à atteindre ces objectifs, à l'instar des autres sources d'énergie renouvelables. Le premier appel d'offres lancé en 2011 a permis d'amorcer le développement de la filière éolienne en mer. Quatre zones ont été attribuées pour une capacité totale de près de 2000 MW. Elles sont situées au large des communes de Fécamp (Haute-Normandie), Courseulles-sur-Mer (Basse-Normandie), Saint-Brieuc (Bretagne) et Saint-Nazaire (Pays de Loire). Un deuxième appel d'offres a été lancé en 2013 pour l'installation de 1000 MW supplémentaires répartis sur deux zones au large du Tréport (Haute-Normandie), et des îles d'Yeu et de Noirmoutier (Pays de Loire).

La ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer souhaite poursuivre le développement de l'éolien en mer, en lançant à présent une troisième procédure de mise en concurrence concernant une zone au large de Dunkerque.

La présente procédure est organisée en application de la section 3 du chapitre 1er du TITRE 1er du livre III de la partie législative du code de l'énergie, et de la section 2 du chapitre 1er du TITRE 1er du livre III de la partie réglementaire du code de l'énergie.

1.2. Procédure de dialogue concurrentiel

La présente procédure de mise en concurrence porte sur la réalisation et l'exploitation d'installations éoliennes de production d'électricité en mer en France métropolitaine. La langue de la présente procédure est la langue française.

En vertu de l'article L. 311-10 du code de l'énergie, toute personne physique ou morale installée sur le territoire d'un État membre de l'Union européenne ou, dans le cadre de l'exécution d'accords internationaux, sur le territoire de tout autre État et désirant exploiter une unité de production peut participer à cette procédure de mise en concurrence.

Le fait pour un candidat d'être retenu à l'issue de la procédure de dialogue concurrentiel ne préjuge en rien de l'aboutissement des procédures administratives qu'il lui appartient de conduire et, en particulier, de celles destinées à obtenir toutes les autorisations nécessaires, notamment celles relatives à la préservation de l'environnement et à l'occupation du domaine public maritime.

Les coûts de raccordement sont à la charge du candidat retenu. Les conditions de réalisation du raccordement seront déterminées par le cahier des charges et pourront faire l'objet d'échanges dans le cadre du dialogue concurrentiel.

Le fait pour un candidat d'être retenu dans le cadre du dialogue concurrentiel lui donne droit à la délivrance d'une autorisation d'exploiter dans les conditions prévues à l'article L. 311-11 du code de l'énergie, et de conclure un contrat de complément de rémunération avec EDF, conformément aux articles L. 311-12 et suivants du code de l'énergie, dans les conditions qui seront précisées par le cahier des charges dans le cadre de la présente procédure de dialogue concurrentiel.

L'autorisation d'exploiter, le contrat de complément de rémunération et les autorisations d'occupation domaniale du domaine public maritime sont soumis au droit français.

La langue dans laquelle ces autorisations et contrat sont rédigés, ainsi que les communications et les documents relatifs à leur exécution, est la langue française, en application de l'article 5 de la loi n° 94-665 du 4 août 1994 relative à l'emploi de la langue française.

L'attention des candidats est attirée sur le fait que devront être rédigés en langue française, être soumis au droit français (en ce compris les procédures de règlement des différends) et relever, en cas de contentieux, de la compétence des juridictions françaises, les contrats conclus, pour les besoins du projet, par la société titulaire de l'autorisation d'exploiter, ainsi que leurs avenants ultérieurs, dès lors que ces contrats sont susceptibles d'avoir une incidence sur :

- (I) la détermination ou le montant des indemnités dues par l'Etat ou du complément de rémunération prévu par les contrats conclus avec la société titulaire de l'autorisation d'exploiter, ou
- (II) les conditions et modalités de reprise par l'Etat – le cas échéant – de tout ou partie des ouvrages, équipements et installations implantés sur le domaine public.

En cas de recours à un mode de règlement alternatif des litiges, ces contrats prévoient que l'instance de règlement aura son siège dans l'Union Européenne et que la procédure se déroulera en langue française.

Sont notamment concernés les contrats de financement, les contrats industriels ou les contrats d'assurance¹ conclus par le titulaire de l'autorisation d'exploiter avec ses prestataires directs et remplissant les critères mentionnés ci-dessus. Ces contrats, lorsqu'ils sont conclus avec un ou plusieurs cocontractants étrangers, peuvent également comporter, outre la rédaction en français, une ou plusieurs versions en langue étrangère pouvant également faire foi.

¹ exception faite, le cas échéant, de la couverture de risques qui ne seraient pas assurables en droit français.

1.3. Objet du dialogue concurrentiel

Il est attendu des candidats qu'ils construisent et assurent l'exploitation d'un parc éolien d'une puissance comprise entre 250 et 750MW, dans une zone située au large de Dunkerque (décrite en annexe 2), le projet devant contribuer au développement économique local.

Il appartiendra aux candidats de proposer des solutions innovantes permettant de tirer le meilleur parti de la zone proposée tout en tenant compte des différentes contraintes qu'elle présente, notamment sur le plan environnemental et en termes de sécurité maritime.

En effet, la zone proposée se situe à proximité d'un dispositif de séparation du trafic. Le détroit de Dunkerque constitue le deuxième détroit le plus fréquenté au monde. Au sein de la zone, les usages nautiques sont multiples : activités de pêche, activité de loisirs. Il est envisagé, sous certaines conditions fixées par le Préfet maritime, d'autoriser la navigation dans le parc.

La zone se situe en outre intégralement dans deux sites Natura 2000 en mer désignés au titre des directives « habitats, faune, flore » et « oiseaux » avec des enjeux de biodiversité remarquables, ce qui implique de porter une attention particulière aux impacts environnementaux et de prendre des dispositions particulières afin de les éviter, de les réduire et de les compenser.

La zone présente des enjeux importants en matière de défense et de sécurité maritime que les candidats auront à prendre en considération. La zone se situe en effet dans la zone de protection du sémaphore de Dunkerque et dans la zone de coordination autour de la centrale de Gravelines. Il sera attendu des candidats qu'ils proposent des solutions qui permettent de répondre à ces contraintes, avec le cas échéant des mesures compensatoires.

Enfin, les questions d'impact sur les paysages et de visibilité depuis la côte devront faire l'objet d'une attention particulière compte tenu de la localisation de la zone, étant précisé que le risque lié à l'implantation du parc éolien sera porté par le porteur de projet.

Le périmètre proposé est indicatif. Il pourra évoluer au cours du dialogue concurrentiel.

2 Calendrier prévisionnel de la procédure

Conformément aux articles R. 311-25-1 et R. 311-25-8 du code de l'énergie, la procédure de dialogue concurrentiel pour les installations d'électricité et la sélection des lauréats seront réalisées en deux temps :

- 1ère phase : présélection des candidats sur la base de leurs capacités techniques et financières
- 2ème phase : invitation des candidats sélectionnés à un dialogue concurrentiel à l'issue duquel ces derniers seront invités à remettre leur offre.

2.1. Calendrier de la phase de présélection

Le calendrier prévisionnel de la phase de présélection est le suivant :

- jusqu'au 1^{er} février 2017 : possibilité de poser des questions sur le site internet de la Commission de régulation de l'énergie ;

- 6 mars 2017 à 14 :00 : clôture du dépôt des candidatures.

La CRE dispose ensuite d'un délai d'un mois pour instruire les candidatures.

2.2. Calendrier de la phase de sélection

La date de début du dialogue concurrentiel est prévue en avril 2017.

La durée du dialogue envisagée est de 4 à 6 mois. Cette durée peut être prolongée si l'Etat le juge nécessaire.

La procédure est conduite selon les modalités prévues aux articles R. 311-25-1 et suivants du code de l'énergie.

L'État se réserve la possibilité de modifier le calendrier prévu à l'article 2 ainsi que toute autre date communiquée dans le cadre de la procédure.

3 Exigences relatives aux capacités techniques et financières des candidats

Durant la phase de présélection, les candidats sont évalués uniquement sur leurs capacités techniques et financières. Dans cette perspective, ils sont invités à transmettre les informations suivantes :

3.1 Situation propre des opérateurs économiques, y compris exigences relatives à l'inscription au registre du commerce ou de la profession

Renseignements et formalités nécessaires pour évaluer si ces exigences sont remplies :

Le candidat produira une lettre de candidature signée par toute personne habilitée à l'engager, la qualité du signataire devant être justifiée et la nature juridique du candidat devant être précisée.

Cette lettre comprendra :

- une description détaillée (deux ou trois pages environ) du candidat (objet de l'entreprise, forme juridique, montant et composition du capital, date de création, listes et références des associés, activités principales et accessoires). En cas de groupement, cette description évoquera la nature des relations entre les différentes parties qui le composent ;
- une déclaration sur l'honneur attestant que le candidat n'est pas en redressement judiciaire ou, si le candidat est en redressement judiciaire, la copie du ou des jugements prononcés à cet effet.

En cas de groupement candidat, la convention de groupement désignant son mandataire sera produite et les informations et documents énumérés ci-dessus seront fournis pour chaque membre du groupement

candidat. Le candidat fournira également des informations sur la nature des relations entre les différents membres du groupement.

Le candidat s'engagera sur la stabilité de sa candidature, de la présélection jusqu'à la fin de la phase de dialogue. Le cahier des charges transmis aux candidats sélectionnés précisera les conditions et les modalités selon lesquelles la modification de la composition des candidats ou des groupements candidats pourra être agréée par le ministre chargé de l'énergie à partir de la clôture de la phase de dialogue.

3.2. Capacités économiques et financières

Renseignements et formalités nécessaires pour évaluer si ces exigences sont remplies :

Le candidat établira une note détaillée de 15 pages environ, permettant l'appréciation de ses capacités et garanties financières. Dans cette note, le candidat justifiera de sa capacité à assurer le financement du projet. Cette note comprendra, (i) des références passées ou en cours de la société ou des actionnaires qui la contrôlent, pertinentes par rapport à l'objet du dialogue concurrentiel, notamment en matière de financements de projets énergétiques de plus de cinq cent millions d'euros d'investissements ; (ii) des indications sur l'état des fonds propres disponibles, la capacité d'emprunt du candidat, son éventuelle notation par une agence de notation, ainsi que sur les modalités de structuration du financement envisagé pour la réalisation du projet.

Il fournira également une annexe contenant les états financiers des 3 derniers exercices (bilans, comptes de résultats et flux de trésorerie y compris le rapport des commissaires aux comptes) approuvés pour chaque état par l'organe délibérant de la société en identifiant la part qui peut être considérée comme étant en relation avec des projets comparables à celui faisant l'objet du dialogue concurrentiel.

Il fournira également ses trois liasses fiscales les plus récentes ainsi que celles des actionnaires qui le contrôlent et le rapport de gestion.

En cas de groupement, ces exigences s'appliquent à chaque membre du groupement candidat.

Si, pour une raison justifiée, l'un des éléments prévus ci-dessus n'est pas disponible, le candidat pourra prouver ses capacités économiques et financières par tout document approprié.

3.3. Capacités techniques

Renseignements et formalités nécessaires pour évaluer si ces exigences sont remplies :

Le candidat établira une note détaillée de 20 pages environ, sans annexe, permettant l'appréciation de ses capacités techniques et de son aptitude à construire, à exploiter et à assurer la maintenance d'un projet d'ampleur, tel que le projet faisant l'objet de la présente mise en concurrence. Dans cette note, le candidat justifiera de sa capacité à assurer les tâches de maîtrise d'ouvrage (y compris les procédures administratives et la dévolution des travaux), conception, construction, exploitation, entretien et

maintenance de l'ouvrage pendant la durée de réalisation des travaux préalables à la mise en service et celle du contrat de complément de rémunération. Le candidat mettra en avant, s'il en dispose, son expertise dans le domaine de l'éolien offshore. Cette note comprendra, (i) des références passées ou en cours dont le candidat peut se prévaloir ; (ii) des indications sur la société ou les actionnaires ; (iii) une description des moyens techniques et des moyens humains à disposition du candidat ou qui seront à disposition du candidat pour la réalisation du projet. L'ensemble de ces éléments sera fourni de manière pertinente par rapport à l'objet du dialogue concurrentiel.

4 Mise à disposition du document de consultation et questions des candidats

[Réf : articles R.311-25-2 à R.311-25-7 du code de l'énergie]

La Commission de régulation de l'énergie (CRE) est chargée de l'instruction des candidatures dans le cadre de la présente procédure de dialogue concurrentiel.

4.1. Mise à disposition du document de consultation

[Réf : 7° de l'article R.311-25-3]

Le présent document de consultation est disponible sur le site internet de la CRE (<http://www.cre.fr/documents/appels-d-offres>). Les éventuelles modifications du document de consultation non substantielles sont portées à connaissance par une publication sur le site de la CRE et un avis rectificatif au Journal Officiel de l'Union Européenne (JOUE).

4.2. Questions relatives à la présente procédure de dialogue concurrentiel

[Réf : article R.311-25-4]

Les questions relatives à cette procédure de dialogue concurrentiel doivent être adressées par voie électronique sur le site <http://www.cre.fr/documents/appels-d-offres>), au plus tard un mois avant la date limite de dépôt des candidatures.

Afin de garantir l'égalité d'information des candidats, les questions et réponses apportées par la direction générale de l'énergie et du climat seront rendues publiques au plus tard quinze (15) jours avant la date limite de dépôt des candidatures sur le site internet de la CRE (<http://www.cre.fr/documents/appels-d-offres>), sous réserve du respect des secrets protégés par la loi.

5 Forme des candidatures et pièces à produire

5.1 Engagement du candidat

La remise d'une candidature vaut engagement du candidat à respecter l'ensemble des obligations de toute nature figurant au présent document de consultation en cas de sélection de sa candidature.

5.2 Forme des candidatures

Réf : article R.311-25-5

Le candidat dépose en ligne (adresse disponible sur <http://www.cre.fr/documents/appels-d-offres>) un dossier de candidature comprenant l'ensemble des pièces demandées.

Aucune modification de la candidature n'est possible entre le dépôt de la candidature et la décision du ministre chargé de l'énergie désignant les candidats invités à participer au dialogue.

Le candidat est informé qu'il n'aura droit à aucune indemnité pour les frais qu'il a pu engager pour participer à la présente procédure et à l'élaboration de son dossier.

5.3 Pièces à produire

Les pièces constitutives de la candidature doivent être rédigées en français et se conformer au format indiqué. Les pièces rédigées en langue étrangère doivent être accompagnées d'une traduction en français certifiée.

Lorsque l'une des pièces est manquante, il est fait application des dispositions du deuxième alinéa de l'article R. 311-25-5 du code de l'énergie. En l'absence de fourniture des pièces requise dans le délai figurant dans la demande adressée par la CRE, la candidature est éliminée.

5.3.1 Pièce n°1 : Identification du candidat

Format : pdf.

Le candidat joint à son dossier :

- les pièces prévues à l'article 3.1 ;
- un extrait Kbis de la société candidate. Pour les sociétés en cours de constitution, le candidat transmet une copie des statuts de la société en cours de constitution, une attestation de récépissé de dépôt de fonds pour constitution de capital social et une copie de l'acte désignant le représentant légal de la société.

Le cas échéant, le candidat joint également un pouvoir ou une délégation de signature s'il y a lieu. En particulier :

- si le candidat est un groupement de personnes morales, le groupement doit désigner un mandataire parmi celles-ci et les documents du dossier de candidature doivent être signés par le représentant légal de la personne morale mandataire ou par toute personne dûment habilitée par ce représentant légal. Dans ce cas, le candidat doit produire une copie du mandat (pdf) et, s'il y a lieu, la délégation du représentant légal.

Lorsque la pièce ne permet pas d'identifier le candidat, ou ne comprend pas les délégations de signature ou le mandat nécessaire(s), la candidature est éliminée par la CRE dans les conditions du second alinéa du 5.3.

5.3.2 Pièce n°2 : Formulaire de candidature

Format : tableur (xls, calc, odt ...)

Le candidat remplit en ligne le formulaire de candidature et le signe conformément aux dispositions du 5.3.1.

5.3.3 Pièce n°3 : la note détaillée de 15 pages environ mentionnée au 3.2

5.3.4 Pièce n°4 : la note détaillée de 20 pages environ mentionnée au 3.3

5.3.5 Cas particulier des groupements momentanés d'entreprises

Lorsqu'un groupement momentané d'entreprises présente sa candidature, il devra être constitué sous la forme d'un groupement solidaire ou d'un groupement conjoint dont le mandataire sera solidaire. Le groupement devra, s'il est lauréat, constituer une société ad hoc qui portera le projet et sera titulaire des autorisations administratives et des conventions nécessaires à sa réalisation.

6 Réception et examen des candidatures

6.1 Réception des candidatures

La CRE met en place un site permettant aux candidats de déposer leur candidature en ligne conformément à l'article 5.2 ci-dessus. Elle fait en sorte qu'aucun dépôt de candidature ne soit possible après la date et l'heure limites de dépôt des candidatures. Elle accuse réception au candidat, par voie électronique, du dépôt de chaque dossier de candidature.

6.2 Examen des candidatures

Dans un délai d'un mois à compter de la date limite de dépôt des candidatures, la CRE :

- vérifie le contenu des dossiers de candidature au regard des conditions de participation décrites au paragraphe 3.1 ainsi que la présence et la conformité des pièces du dossier qu'elle analyse au regard des exigences des paragraphes 3 et 5, puis

- examine les capacités techniques et financières des candidats, sur la base des éléments figurant dans les candidatures et au regard des exigences prévues dans le document de consultation. Elle s'assure en particulier de ce que les capacités techniques et financières présentées sont en rapport avec les caractéristiques et enjeux du projet.

Aucune restriction du nombre de candidat admis à participer au dialogue n'est prévue.

Dans le délai d'un mois prévu ci-dessus, la CRE transmet au ministre chargé de l'énergie :

- la liste des candidatures qu'elle propose de retenir pour la seconde phase du dialogue concurrentiel et celle des candidatures qu'elle propose d'éliminer avec le ou les motifs d'élimination. Ces listes ne sont pas publiques ;
- la fiche d'instruction de chaque candidature comprenant :
 - s'il est proposé que la candidature soit retenue, le détail de l'analyse de la candidature ;
 - s'il est proposé que la candidature soit éliminée, le ou les motifs d'élimination ;
- un rapport de synthèse sur l'analyse des candidatures.

7 Suites de la désignation des lauréats

7.1 Désignation et information des candidats

Conformément à l'article R. 311-25-7 du code de l'énergie, le ministre chargé de l'énergie désigne les candidats retenus et avise tous les autres candidats du rejet de leurs candidatures. Il transmet à chaque candidat la fiche d'instruction établie par la CRE.

7.2 Invitation à participer au dialogue et cahier des charges

Le ministre chargé de l'énergie invite les candidats retenus à participer au dialogue concurrentiel. L'objet de ce dialogue est de préciser avec les candidats le cahier des charges ainsi que le partage des responsabilités durant les phases de construction et d'exploitation du parc.

Conformément aux articles R. 311-25-8 et R. 311-25-12 du code de l'énergie, l'invitation à participer au dialogue concurrentiel comprendra un projet de cahier des charges et un règlement de consultation qui précisera notamment les modalités de déroulement du dialogue.

7.3 Réalisation d'études techniques de caractérisation de la zone par l'Etat

L'Etat mettra à disposition des candidats présélectionnés au cours de la phase de dialogue les résultats des études techniques de caractérisation de la zone qu'il aura menées. Les cahiers des charges des études envisagées (études de vent, études géophysiques et études environnementales) ainsi que leur calendrier prévisionnel de réalisation sont fournis à titre indicatif à l'annexe 2.

7.4 Critères de sélection des offres remises à l'issue du dialogue concurrentiel

A l'issue de la phase dialogue, les candidats seront invités à remettre leurs offres. Dans cette phase de sélection finale, les offres des candidats seront évaluées sur la base des critères suivants, classés par ordre décroissant d'importance, conformément à l'article R. 311-25-1 du code de l'énergie :

- 1/ Le prix proposé
- 2/ L'optimisation de l'occupation de la zone
- 3/ La prise en compte des enjeux environnementaux

Il est précisé que la liste exhaustive des critères de notation, ainsi que leur hiérarchisation ou leur pondération, sera fixée par le cahier des charges établi à l'issue de la phase de dialogue concurrentiel, conformément aux dispositions de l'article R. 311-25-12 du code de l'énergie.

8 Engagement de confidentialité

Les documents rendus accessibles aux candidats au cours de la consultation sont confidentiels.

Les candidats ne peuvent divulguer à d'autres candidats ou à tout tiers avec lesquels ils n'entendent pas valablement contracter le contenu des analyses et des informations transmises dans le cadre de cette consultation jusqu'à la désignation du lauréat.

Dans l'hypothèse où les candidats envisagent la transmission de ces documents ou informations à des tiers avec lesquels ils entendent contracter, ils s'obligent à prendre toutes les dispositions nécessaires pour que ces tiers respectent ces mêmes obligations de confidentialité et s'interdisent toute diffusion de ces documents ou informations.

Tout candidat qui n'aura pas respecté cette disposition pourra être définitivement exclu de la procédure par l'Etat, sans préjudice, le cas échéant, de la mise en œuvre de sa responsabilité.

Au terme de la procédure, l'Etat se réserve la possibilité de demander aux candidats y ayant participé de restituer ou de détruire tout ou partie des documents mis à leur disposition sans en conserver de copie sur quelque support que ce soit et de veiller, sous leur responsabilité, à ce que les tiers avec lesquels ils ont contracté procèdent de même. Si l'Etat décide d'utiliser cette possibilité, il notifiera aux candidats les documents ou catégories de documents concernés.

9 Procédures de recours

Les litiges, différends ou recours relatifs à la présente procédure relèvent de la compétence de la Cour administrative d'appel de Nantes dont les coordonnées sont mentionnées ci-dessous :

Cour administrative d'appel de Nantes

2, place de l'Edit de Nantes

B.P. 18529

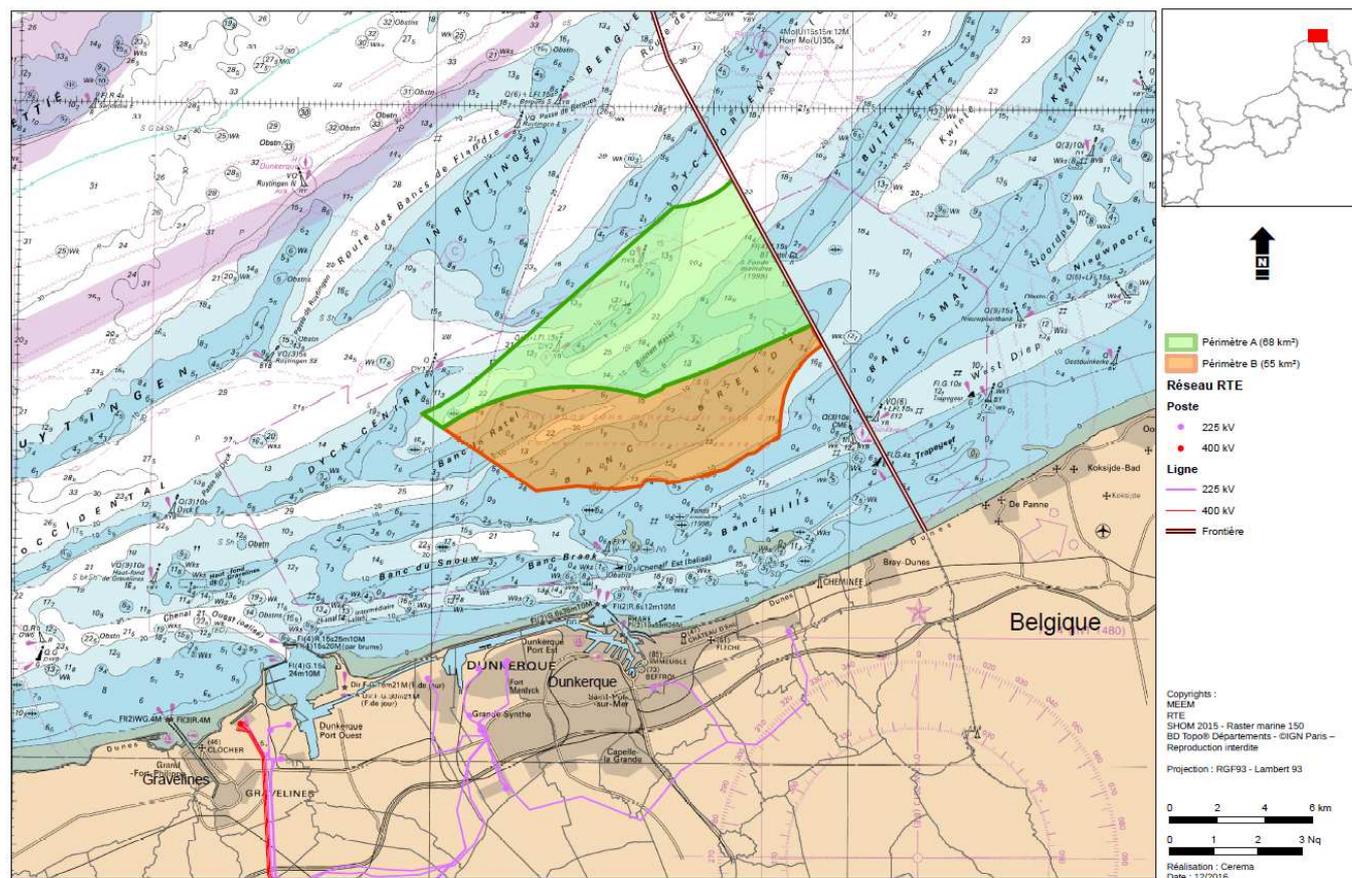
44185 Nantes Cedex 4

Téléphone : 02 51 84 77 77

Télécopie : 02 51 84 77 00

Courriel : greffe.caa-nantes@juradm.fr

Annexe 1 : périmètre indicatif de la zone



Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
Chê des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30 - www.cerema.fr

A l'issue de la phase de dialogue les candidats présélectionnés sont invités à remettre une offre qui portera sur la zone A et tout ou partie de la zone B. Les contours précis seront discutés au cours de la phase de dialogue, en particulier pour ce qui concerne la partie B de la zone.

Les coordonnées géographiques des périmètres A et B peuvent être téléchargées sur le site de la Commission de régulation de l'énergie, en complément du présent document de consultation.

I. Etudes concernant la géophysique, la houle et le courant réalisées par le SHOM

Approche proposée et tâches

Le SHOM fournira les informations d'environnement selon plusieurs **volets techniques** répondant aux besoins exprimés dans la fiche « étude géophysique » et dans la fiche « étude des conditions météocéaniques ».

La connaissance des caractéristiques morpho-sédimentaires et hydrodynamiques passe dans un premier temps par la recherche des données existantes, puis dans un second temps, par la conduite de levés hydrographiques in situ afin de collecter ces données et d'actualiser la connaissance.

Au vu des informations existantes et analysées par le SHOM, le SHOM agissant en tant qu'« ensemblier » pour le compte de la DGEC, réalisera toutes les opérations mentionnées ci-dessous, en améliorant progressivement la connaissance existante :

- Fourniture, en début de dialogue compétitif, de la **connaissance existante** issue des bases de données du SHOM (volets techniques : bathymétrie, sédimentologie, courants, marée et houle, hydrologie, présence d'éléments anthropiques). Les livrables proposés sont : modèles numériques de terrain (MNT), description sommaire de la nature des fonds, des courants et marée, de la houle, de l'hydrologie, des éléments anthropiques, assortis des qualités et densités des données existantes ;
- Réalisation en cours d'année 2016 d'une reconnaissance géophysique à l'aide d'un levé complet et détaillé sur la zone retenue, en ayant recours, pour réduire les délais de réalisation, aux **moyens du SHOM** (ou mis à sa disposition) pour les travaux à la mer ;
- Fourniture des informations et **produits post-traités et qualifiés par le SHOM**, au fur et à mesure de la réalisation des travaux à la mer, et pour chaque volet technique.

Pour les différents volets techniques considérés, l'analyse de l'existant au regard des besoins de connaissance environnementale conduit aux conclusions et orientations suivantes :

- La qualité et la densité des données bathymétriques disponibles impliquent nécessairement la réalisation de nouveaux levés in situ au sondeur multifaisceau pour avoir une description complète et actualisée de la zone ;
- Les données sédimentologiques ne sont pas suffisantes pour constituer une carte sédimentaire adéquate, une cartographie précise de la nature des sédiments et de leur épaisseur doit être réalisée pour toute la zone, par le recueil *in situ* de données ;
- Les informations sur les activités anthropiques (hors UXO) sont connues et répertoriées et seront fournies dès le début des consultations des industriels ;
- Pour la courantométrie, la durée des mesures en base et leur ancienneté requièrent que de nouvelles mesures soient réalisées, d'une part pour mettre à jour la connaissance et

apprécier s'il existe une variabilité temporelle des courants de marée sur la zone, et d'autre part pour permettre une nouvelle validation du modèle de prédiction de courants de marée, déterminer une incertitude sur les résultats (quel indice de confiance peut-on y attacher ?) et réaliser des statistiques de courant ;

- Une description environnementale de la houle sur la zone d'étude concernée passera par l'approche combinée de nouvelles mesures houlographiques durant la réalisation du levé morpho-sédimentaire, et de l'exploitation de résultats de modèles numériques ;
- Les données hydrologiques (propriétés physico-chimiques de l'eau de mer) sont éparses, mais on peut considérer comme suffisant d'exploiter des statistiques hydrologiques représentatives et qualifiées pour décrire la climatologie de la région, au moyen d'une base de cartes statistiques mensuelles horizontales de la température et de la salinité.

La décomposition en tâches, qui seront réalisées pour la zone « Dunkerque », est donc la suivante :

- Fourniture de la connaissance existante dans les volets techniques suivants : bathymétrie, sédimentologie, présence d'éléments anthropiques, courants et marée, houle, hydrologie ; [T1]
- Réalisation des levés *in situ* de la zone (travaux à la mer) ; [T2]
- Post-traitement des données recueillies dans chaque volet technique, afin de réaliser des livrables exploitables par les industriels ; [T3]

Détail des tâches et volets techniques

Les spécifications techniques détaillées des systèmes et procédures de collecte et traitement des mesures sont données à l'annexe 2 de la présente convention.

4.1. Lot 1 : dossier de l'état de connaissance initiale

Volet technique : bathymétrie

Une analyse des données bathymétriques détenues en base au SHOM fait apparaître le bilan suivant : données acquises au sondeur acoustique monofaisceau datant des années 1967, 1968, 1980 à 1982, 2000. De plus, la résolution horizontale est d'environ 100 à 300 m. Toutes les sondes ne sont pas diffusables telles quelles sans autorisation (source : service hydrographique belge).

La qualité et la densité des données bathymétriques disponibles impliquent nécessairement la réalisation de nouveaux levés *in situ* au sondeur multifaisceau pour avoir une description complète et actualisée de la zone (voir tâche 2).

Cependant, il existe un modèle numérique de terrain (MNT) bathymétrique couvrant l'ensemble de la façade atlantique et Manche, à une résolution horizontale d'environ 100 mètres, qui donnera en première approche une vision d'ensemble de la zone d'étude.

Le livrable pour l'état de connaissance initiale sera le suivant :

Ref	Type de données	Description livrables	Commentaires
T1.B	Modèle numérique de terrain (MNT)	MNT bathymétrique de façade Atlantique à une résolution horizontale de 0.001° (~ 111 m)	Accessible sur diffusion.shom.fr . Description détaillée du produit fournie.
	Lots de sondes de la zone sous forme de lots bathymétriques	Fichiers texte de bathymétrie	Description donnée sous diffusion.shom.fr , pour les produits « dalles bathymétriques » et « lots bathymétriques », ou bien sur www.seadatanet.org

Volet technique : sédimentologie marine

Une analyse rapide des données sédimentologiques détenues au SHOM fait apparaître le bilan suivant : la zone a été levée par l'IFREMER dans les années 1990, avec des profils très espacés, et il existe quelques données de base dont quelques prélèvements, ainsi qu'une bonne densité de plomb suiffé. C'est de ce fait une zone où les données existantes sont plutôt riches, mais ce n'est pas suffisant pour constituer une carte sédimentaire adéquate.

Une cartographie précise lors d'un levé morpho-sédimentologique en mer de la nature des sédiments et de leur épaisseur doit être réalisée pour toute la zone, par le recueil in situ de données (voir tâche 2).

Cependant, il existe un produit numérique « natures de fond », de résolution horizontale équivalente à celle de la carte papier et proche de l'échelle 1/50 000, couvrant en partie la zone de Dunkerque, qui donnera une première vision de la zone d'étude. Les données ponctuelles numériques disponibles dans la base de données seront également fournies.

Le livrable pour l'état de connaissance initiale sera le suivant :

Ref 1	Type de données	Description livrables	Commentaires
T1.S	Natures de fond	Produit numérique « natures de fonds », échelle 1/50 000, extraction sur la zone	Description du produit « Nature de fond » donnée sous diffusion.shom.fr , équivalent à la « carte G » papier
	Natures de fond	fichier numérique des données de plomb suiffé	Fichier format texte ou shape comparable au format précédent

Volet technique : éléments anthropiques

Le SHOM entretient une base de données générales qui contient des informations physiques ayant trait essentiellement à la sécurité de la navigation, et issues des activités humaines. Ainsi, ces objets existants doivent être connus et portés à la connaissance des futurs exploitants de champs éoliens. Il s'agit des :

- Câbles et conduites sous-marines (posés sur le fond ou enfouis) : ces informations sont généralement issues d'opérateurs (câbliers) ou de professionnels, et en principe transmises au SHOM pour centralisation et report sur les cartes marines officielles éditées par le SHOM ;
- Épaves et obstructions : ces éléments sont répertoriés avec leurs caractéristiques (nom, nationalité, circonstances du naufrage, brassage...) et diffusés dans un produit numérique « les épaves des côtes de France ».

Le livrable pour l'état de connaissance initiale sera le suivant :

Ref 1	Type de données	Description livrables	Commentaires
T1.A	Délimitations maritimes, épaves et obstructions, et câbles et conduites sous-marines	Fichiers de données numériques, extraction sur la zone	Description donnée sous diffusion.shom.fr , pour les produits « Délimitations maritimes » et « Epaves et obstructions », « câbles et conduites sous-marines », sous la rubrique « BD maritime et littorale »

Volet technique : les courants et la marée

L'état des lieux des mesures courantométriques existant dans la zone de Dunkerque est tel que la durée des mesures en base et leur ancienneté requièrent que de nouvelles mesures soient réalisées (voir tâche 2), d'une part pour mettre à jour la connaissance et apprécier s'il existe une variabilité temporelle des courants sur la zone, et d'autre part pour permettre une nouvelle validation du modèle de prédiction de courants de marée, déterminer une incertitude sur les résultats (quel indice de confiance peut-on y attacher ?) et réaliser des statistiques de courant.

La connaissance existante repose sur quelques mouillages ponctuels autour de la zone d'étude. Les plus proches géographiquement ou riches d'informations (données sur la colonne d'eau) ou récentes, seront fournis avec l'ensemble de leurs données et métadonnées. Au-delà des enregistrements de mesures in situ, il existe des produits déjà disponibles, ou réalisables à la demande, permettant de rendre compte des informations de courants de marée et de prédictions de marée.

Le livrable pour l'état de connaissance initiale sera le suivant :

Ref 1	Type de données	Description livrables	Commentaires
T1.C	Enregistrements de mesures in situ : 1 site avec profileur vertical « ADCP », et 2 sites avec appareil à -5m/surface	Fichiers des mesures de courant in situ (u,v) en fonction du temps (toutes les 6 min pour ponctuels, 10 min pour l'ADCP). Roses de courant aux coefficients 45 et 95 (toutes les heures autour de la pleine mer)	Données existantes.
	Courants de marée sur la zone d'étude	-Planches type atlas, des courants de marée 2D, zone Calais-Dunkerque	Description des produits donnée sous diffusion.shom.fr : -« atlas des courants de marée, n°557 – Pas-de-Calais – Baie de Somme »
T1.M	Prédictions de marée à la carte (port de référence : Dunkerque)	Calculs hauteurs d'eau à un pas de temps donné, calculs de seuils, calculs type « annuaire des marées », prédictions de marée	Description donnée sous diffusion.shom.fr (Prédictions à la carte disponibles pour 1000 ports) ; choix d'un port de référence

Volet technique : la houle

Concernant les mesures in situ, il n'existe pas d'observation permanente de l'état de mer dans la zone concernée, mais deux campagnes d'observations ont été réalisées plus ou moins à proximité, sur quelques mois en 2010 et 2012, leurs résultats sont disponibles via le site du

réseau CANDHIS du CEREMA (<http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/> ; bouées 06202 « Calais » et 05902 »Ruytigen «).

Par ailleurs, le SHOM met en œuvre deux **modèles d'états de mer**, implémentés sur une vaste emprise géographique qui recouvre la zone de Dunkerque, et utilisant le modèle numérique WaveWatchIII, développés à travers les projets Previmer (ancien démonstrateur) et HOMONIM (en coopération avec Météo-France, cofinancé par la DGPR et la DGSCGC du ministère de l'intérieur).

Si le premier modèle utilise une bathymétrie trop ancienne et sommaire et inadaptée à la dynamique morpho-sédimentaire de la zone, il a l'avantage de pouvoir offrir un rejeu des prévisions sur une durée de 25 ans. Le second modèle (HOMONIM) sera exploité pour améliorer significativement les prévisions et statistiques (voir tâche 3).

Le livrable pour l'état de connaissance initiale sera le suivant :

Ref	Type de données	Description livrables	Commentaires
T1.H	Etude statistique sur la zone d'étude	Rapport d'étude et statistiques type établies avec le rejeu des données vagues des modèles WaveWatch3	Représentations similaires à celles présentées dans le rapport CEREMA (ex CETMEF) « Fiches synthétiques de mesure des états de mer », mise à jour 2014 ²

Volet technique : l'hydrologie (propriétés physico-chimiques de l'eau)

Concernant les mesures in situ, peu d'observations existent, mais on peut considérer comme suffisant d'exploiter des statistiques hydrologiques représentatives pour décrire la climatologie hydrologique de la région, au moyen de la base GDEM (Generalized Digital Environmental Model - V3.0) qui est produite par le Naval Oceanographic Office (NAVOCEANO - USA). Sa résolution spatiale est de un profil tous les 1/4° en latitude et longitude (15 minutes, soit un seul point à proximité de la région d'étude).

Ces statistiques sont mensuelles et décrivent les grandeurs température, salinité et célérité du son, avec écarts types d'erreur. Des planches horizontales de champs de température et salinité (et écarts type) seront éditées sur la zone, à toutes les immersions disponibles jusqu'au fond (2m jusque 20m, 5 m ensuite)

Le livrable pour l'état de connaissance initiale sera le suivant :

Ref	Type de données	Description livrables	Commentaires
T1.HY	Cartes horizontales mensuelles, région élargie du Pas de Calais	Fichiers numériques des grandeurs concernées : température, salinité, célérité et écarts types d'erreurs. Tous les 2m jusque 10m, puis tous les 5m jusque 100m.	Format à la demande (texte, image, pdf)

² <http://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/fiches-synthetiques-de-mesure-des-a980.html>

4.2. Lot 2 : Réalisation des levés *in situ* de la zone (travaux à la mer)

Pour compléter les informations existantes, le SHOM conduira un levé *in situ* morpho-sédimentaire de reconnaissance environnementale au moyen d'un navire hydrographique équipé des systèmes de mesures afférents. Le navire pouvant réaliser ce type de travaux à disposition du SHOM est un bâtiment hydrographique de 2^{ème} classe (BH2 – longueur 60 m) de la marine nationale, utilisé exclusivement par le SHOM, et opérant généralement le long des côtes métropolitaines.

Compte tenu des fonds à étudier (généralement moins de 20 mètres), ce sont deux vedettes hydrographiques (longueur 8 m), embarquées en permanence à bord, qui seront utilisées. Elles sont équipées des mêmes moyens de mesures, adaptés à des fonds plus faibles. Les vedettes travaillent en général 8 heures par jour.

Les moyens mis en œuvre seront les sondeurs multifaisceau (SMF) et pénétrateurs de sédiments (SBP) simultanément vedette en route, complétés par des prélèvements de sédiments *in situ* au moyen de bennes spécifiques avec la vedette en station. La durée de réalisation de ce type de travaux à la mer est fonction de la profondeur (la largeur de fauchée horizontale d'un sondeur multifaisceau est de 4 fois la profondeur).

Ces moyens seront complétés par la mise à l'eau, au début du levé, de mouillages courantométriques et houlographiques fixes en deux points prédéfinis, et qui seront relevés au bout d'une durée d'environ 15 jours à 1 mois, afin de récupérer l'ensemble des mesures acquises et archivées dans les appareils. Ces mouillages seront équipés de courantomètres mesurant le courant près du fond et sur la colonne d'eau jusqu'à la surface, ainsi que la houle en surface. Ces installations pourront également accueillir un turbidimètre permettant la mesure d'un éventuel flux de transit de sédiment près du fond, information complémentaire de celles acquises avec les SMF et SBP.

Au vu des plannings d'activité 2016 des navires utilisés par le SHOM, les travaux à la mer seront exécutés au cours du deuxième semestre 2016.

Les livrables pour ce lot seront les suivants :

Ref	Type de données	Description livrables	Commentaires
T2.RI	Rapport intermédiaire	Rapport présentant un point d'avancement des travaux hydrographiques en mer	

4.3. Lot 3 : Fourniture des informations et produits post-traités et qualifiés

Le dossier d'environnement final sera issu des travaux à la mer de la tâche 2.

Les temps de traitement des données collectées à la mer correspondent aux standards habituels de traitement avec les chaînes de production du SHOM et par ses experts techniques et scientifiques.

Seuls les volets techniques suivants bénéficieront d'une mise à jour issue des reconnaissances réalisées : bathymétrie, sédimentologie, courants, houle, éléments anthropiques.

Volet technique : bathymétrie

Le levé bathymétrique sera réalisé selon les normes OHI et visera à respecter l'ordre 1a.

Respectant les "Spécifications du produit "bathymétrie haute résolution" (appendice 1), la résolution horizontale du MNT qui pourra être obtenue sur cette zone peu profonde (fonds inférieurs à 20m) sera de l'ordre de 0,50 m.

Volet technique : sédimentologie marine

Le levé sédimentaire sera réalisé en parallèle des mesures bathymétriques. Les produits réalisés seront conformes aux spécifications données en appendices 2 et 3.

Volet technique : éléments anthropiques

Le levé qui aura été réalisé permettra la mise à jour du fichier de données anthropiques initialement fourni (câbles et conduites sous-marines, épaves et obstructions).

Le livrable pour l'état de connaissance finale sera le suivant :

Ref 1	Type de données	Description livrables	Commentaires
T3.A	Délimitations maritimes, épaves et obstructions, et câbles et conduites sous-marines	Fichiers de données numériques, mis à jour sur la zone après levés	Description donnée sous diffusion.shom.fr , pour les produits « Délimitations maritimes » et « Epaves et obstructions », « câbles et conduites sous-marines », sous la rubrique « BD maritime et littorale »

Volet technique : les courants

Les données des deux courantomètres déployés sur la zone seront traitées et qualifiées. Une comparaison de ces nouvelles données sera faite avec le modèle 3D de courants de marée pour évaluer la variabilité temporelle des courants, déterminer des incertitudes sur les résultats et établir des statistiques de courant.

Volet technique : la houle

Un rejeu sur une dizaine d'année avec le modèle de vagues WaveWatchIII implémenté dans le projet HOMONIM permettra de mieux caractériser l'état de mer dans la zone.

Une étude ciblée sur la zone, à très haute résolution car basée sur le nouveau MNT bathymétrique, sera également conduite afin d'évaluer les variations du champ de vagues à fines échelles dues à la réfraction / réflexion des vagues sur les dunes. Les observations de houle acquises *in situ* seront traitées et aideront à la validation du modèle local à haute résolution.

Le dossier d'environnement final comportera les livrables listés dans les tableaux suivants.

Besoins exprimés dans la fiche « étude géophysique »

Ref	Type de données	Description livrables	Commentaires
Bathymétrie / T3.B	Modèle numérique de terrain (MNT)	MNT bathymétrique à haute résolution (environ 0.50m)	Voir description dans l'appendice 1
Sédimentologie / T3.S	Natures de fond	carte de nature de fond à 1/10 000 au format « shape » avec une notice	Voir description dans l'appendice 2
	Epaisseur de sédiment	carte d'épaisseur de sédiments à 1/10 000 avec notice	Voir description dans l'appendice 3
	Natures de fond	Rapport et fichier numérique des analyses granulométriques des prélèvements récents réalisés	Fichier format texte ou shape, cf. description du produit « Nature de fond » donnée sous diffusion.shom.fr

Besoins exprimés dans la fiche « étude des conditions météocéaniques »

Volet technique	Type de données	Description livrables	Commentaires
Les courants / T3.C	Enregistrements de mesures in situ : 2 sites avec profileur/ houlographe	Fichiers de données de courant in situ (u,v) en fonction du temps (cadence à fixer). Roses de courant aux coefficients 45 et 95 (toutes les heures autour de la pleine mer)	Mouillages à réaliser en 2016 sur une période de l'ordre de 1 mois
	Courants de marée sur la zone d'étude	-Fichiers numériques des courants de marée 3D (vecteurs format ASCII), en surface, mi profondeur et fond	Description des produits donnée sous diffusion.shom.fr : -« courant de marée 3D – Manche »
	Qualification du modèle aux points géographiques des mesures	Comparaison données / modèle, tableau des erreurs	Description donnée sous diffusion.shom.fr : « courant de marée 3D – Manche »

4.4. Lot 4 : Fourniture des rapports et produits finaux

Les livrables pour ce lot seront les suivants :

Ref	Type de données	Description livrables	Commentaires
T2.RF	Rapport de mission	Rapport final présentant l'ensemble des travaux hydrographiques réalisés en mer	En complément du rapport intermédiaire T2RI
La houle / T3.H	Enregistrements des 2 houlographes	Fichier numérique de données houle	Mouillages à réaliser en 2016 sur une période de l'ordre de 1 mois
	Etude statistique sur la zone	Rapport d'étude et statistiques type établies avec le rejeu des données vagues du modèle HOMONIM Rapport d'étude et statistiques type établies avec le modèle local à haute résolution	Représentations similaires à celles présentées dans le rapport CEREMA (ex CETMEF) « Fiches synthétiques de mesure des états de mer », mise à jour 2014

5. Calendrier

Les tâches seront réalisées selon le calendrier de principe suivant (livrables détaillés au §4) :

Echéances	Actions	Tâche/Fourniture SHOM
Avril-mai-juin 2016	Préparation dialogue compétitif (MEEM/DGEC)	Préparation et fourniture du dossier d'environnement initial. Livrables : lot 1
2 ^e ou 3 ^e trimestre 2016	Lancement dialogue compétitif	
Juillet, Septembre-octobre 2016	<i>Travaux à la mer en Manche sur zone Dunkerque</i>	<i>Fourniture du rapport intermédiaire faisant la synthèse des mesures disponibles et réalisées en mer.</i> Livrables : lot 2 au 30/09/2016
22 décembre 2016	Fin du traitement des données	Données validées des levés, rapports. Livrables : lot 3

Janvier 2017	Fin de l'étude spécifique sur le modèle à haute résolution de houle/vagues	Données validées, rapport final. Livrables : lot 4
--------------	--	---

6. Diffusion des livrables

L'ensemble des livrables sera réalisé sous forme numérique (rapports en format pdf, données sous formats SIG ou texte selon leur nature) et accessible sur un portail ftp du shom uniquement aux candidats présélectionnés, qui participeront à la phase de dialogue concurrentiel.

II. Etude de vent réalisée par Météo France

Modélisations spécifiques et exploitations des mesures existantes pour minimiser les risques

I Caractérisation du potentiel éolien et des conditions de mer

– Lot 1 : analyse du risque décennal de vent et de vagues, qui consiste en une modélisation des vents sur les données acquises ces dernières années, afin d'obtenir une caractérisation la plus précise possible du potentiel éolien du site sur le long terme.

1 : Objectif

- Minimiser les risques économiques portant sur le potentiel éolien de la zone, les conditions de mers et vents associées à un risque décennal

2 : Méthodes d'analyses

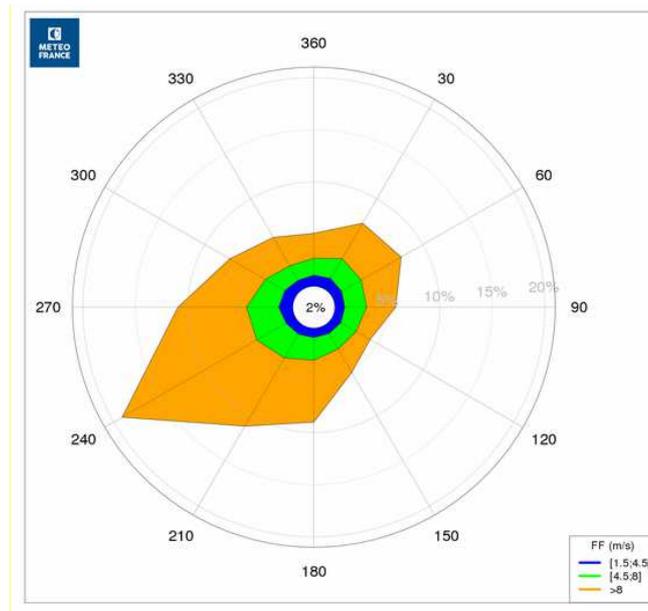
2.1. Caractérisation du gisement éolien

En préambule à l'analyse du risque décennal de vent, les éléments d'étude de gisement fournis à 100m en 2014 seront mis à jour et complétés avec la base de données éolienne créée en 2015 à partir d'un rejeu longue durée du modèle haute-résolution AROME:

- vent moyen long terme (FF moyen 15 ans) aux niveaux 10, 20, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140 et 160m
- intervalle de confiance du vent moyen long terme aux niveaux 20m à 160m par pas de 20m
- incertitude du vent moyen long terme aux niveaux 20m à 160m par pas de 20m
- coefficient A et k de la loi de Weibull de la distribution long terme du vent aux niveaux 20m à 160m par pas de 20m
- moyenne des écart-type 24H tous secteurs confondus aux niveaux 20m à 160m par pas de 20m
- écart-type des rampes de la distribution des rampes de vitesse horaire aux niveaux 20m à 160m par pas de 20m
- moyennes mensuelles du vent sur la profondeur de la série aux niveaux 20m à 160m par pas de 20m
- intervalle de confiance des moyennes mensuelles du vent aux niveaux 20m à 160m par pas de 20m

- incertitude des moyennes mensuelles du vent aux niveaux 20m à 160m par pas de 20m
- densité énergétique totale aux niveaux 20m à 160m par pas de 20m
- moyenne 15 ans de la densité³ de l'air à 100m
- gradient de vent à 40, 100 et 160m (moyenne du vent 15 ans, par secteur de 30 degrés)
- rose des vents par secteur de 30° aux niveaux 20m à 160m par pas de 20m + niveaux 10m et 50m (graphes et tableaux de fréquence)
- Coefficients A et K de Weibull par secteurs de 30° à 100m

Ces résultats seront fournis sur les points du modèle AROME couvrant la zone d'étude (environ une cinquantaine de points modèle).



Exemple de représentation graphique de rose des vents

2.2. Analyse du risque décennal

L'analyse du risque décennal de vent et de vagues sera basée sur l'utilisation conjointe de données météorologiques et océaniques mesurées à proximité de la zone d'intérêt sur une profondeur de 15 ans environ (vents à 10m, vagues) provenant de stations météorologiques françaises, belges et anglaises et de bouées mesurant les vagues. Ces données serviront à valider les données reconstituées sur le point d'intérêt par modélisation, qui constitueront le socle de ce travail.

Le modèle utilisé pour le vent (force et direction) sera le modèle Arome pour lequel 15 ans de données sont à disposition à résolution horizontale 2,5 km aux hauteurs au dessus de la mer 10, 20, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140 et 160 m

L'analyse s'appuiera sur des éléments statistiques et leur spécificité, tels que :

- roses de vent,
- tableaux de fréquences,
- analyse des vents habituels et inhabituels sur la zone à échelle annuelle ou saisonnière (Printemps : mars, avril, mai ; Été : juin, juillet, août ; Automne : septembre, octobre, novembre ; Hiver : décembre, janvier, février)

³ La densité de l'air est calculée à partir des différents paramètres physiques qui la constituent à chaque pas de temps du modèle. Il s'agit d'un calcul physique.

Seront également calculées des valeurs de vent fort « moyens » d'occurrence décennale par secteur et hauteur.

Les modèles utilisés pour les vagues et houles (hauteur, direction et période) seront les modèles MFWAM et AVAG.

Des éléments statistiques en différenciant les vagues et les houles (hauteurs, périodes, directions...) à échelle annuelle et saisonnière seront fournis sur les points du modèle inclus dans la zone :

- roses de houle
- roses de mer de vent

Les situations propices aux plus fortes vagues seront analysées et l'origine des vagues à risque sera expliquée.

Le risque d'occurrence décennale des hauteurs de mer totale (les vagues les plus fortes qui ont un risque de se produire une fois tous les 10 ans en moyenne) sera estimé. Ces résultats seront comparés avec d'autres sources de données disponibles.

3 : Résultats

- Description des résultats fournis

Les résultats seront fournis sous forme de tableaux et graphiques commentés par nos experts et insérés dans le rapport final. Les données de vent et vagues utilisées, représentatives de la zone d'intérêt seront fournies avec le rapport (chroniques de 10 à 15 ans de données de vent et vagues reconstitués au pas de temps horaire ou tri horaire) au format ascii (latitude/longitude/valeur).

- Présentation lors des réunions de suivi des études (cf partie 4)

Les résultats préliminaires et choix méthodologiques seront présentés lors des réunions de suivi par téléphone à fréquence bimestrielle tout au long du projet.

II : Analyse des risques liés aux événements de type tempête

- Lot 2 : analyse du risque extrême de vent et de vagues, dont l'objectif est de caractériser les 10 à 20 tempêtes les plus violentes qu'a connu la mer du Nord des années 1890 à nos jours, afin de connaître les contraintes mécaniques maximales auxquelles auraient à faire face le champ d'éoliennes.

1 : Objectif

- Minimiser les risques économiques portant sur les risques de tempêtes dans la zone

2 : Méthodes d'analyses

L'analyse utilisera l'ensemble des données (vent à 10m et pression atmosphérique) et autres documents historiques disponibles à Météo France, relatifs aux tempêtes, qui pourront être récupérés depuis le début des observations météorologiques pérennes (de 1890 à nos jours). De cette masse d'éléments, Météo France synthétisera la connaissance des tempêtes majeures ayant touché de près ou de loin la zone concernée. Il n'existe pas de données anciennes de mesures de vagues. Ces vagues extrêmes seront générées par modélisation (modèle MFWAM ou WWIII) en utilisant comme forçage les vents qui auront été reconstitués sur la zone Manche et Mer du Nord lors de quelques tempêtes historiques.

3 : Résultats

- Description des résultats fournis

Les résultats seront fournis sous forme d'un rapport synthétique contenant les éléments de méthodologie, les principaux résultats et les 10 à 20 fiches décrivant les pires tempêtes historiques recensées. Les fichiers de forçage des vents ayant servi à la génération des vagues extrêmes seront fournis sous format GRIB ou NetCDF (afin de permettre aux porteurs de projet des simulations futures complémentaires).

- Présentation lors des réunions de suivi des études (cf partie 4)

Les résultats préliminaires et choix méthodologiques seront présentés lors des réunions de suivi par téléphone à fréquence mensuelle tout au long du projet.

III : Analyse des risques de turbulence

- Lot 3 : analyse des risques de turbulence.

1. Périmètre et objectif

L'étude menée dans le cadre de ce lot 3 s'intéressera à la turbulence atmosphérique via les propriétés physiques du vent. L'effet de sillage de parc n'entre pas dans le périmètre de cette étude.

Le domaine couvert par ce lot porte sur l'ensemble des zones littorales Mer du Nord, Manche et Atlantique avec une analyse plus approfondie pour la zone de Dunkerque.

L'objectif de ce lot est de disposer d'éléments de diagnostics de la turbulence afin de minimiser les risques économiques liés aux conditions météorologiques turbulentes sur la zone.

2. Méthodes d'analyse

La réponse de Météo-France à ce lot s'appuie sur l'utilisation de données issues du rejou du modèle météorologique à maille fine AROME à la résolution horizontale de 2.5 km sur une période d'une quinzaine d'année (2000-2015) afin de calculer certains diagnostics de la turbulence.

Pour caractériser la turbulence atmosphérique sur la zone, on s'intéressera aux diagnostics suivants :

- intensité de turbulence,
- rafale du vent,
- coefficient alpha de cisaillement de la force du vent.

En premier lieu, une revue bibliographique sera conduite pour apprécier les éléments de méthodologie à mettre en œuvre.

On s'attachera également à recenser les mesures disponibles sur la zone d'étude.

Les diagnostics proposés ci-dessus ne sont pas disponibles en sortie directe du modèle AROME. Aussi, ils feront l'objet de calculs basés sur les données horaires de sorties d'AROME (tels que le vent moyen et l'énergie cinétique turbulente à différents niveaux, ou encore la rafale à 10 m, ...).

Le choix des algorithmes de calculs sera réalisé en fonction de la qualité des résultats obtenus par rapport aux mesures à disposition (mâts éoliens ou lidars terrestres) et des orientations obtenues au cours de la recherche bibliographique.

Sur une bande littorale, les calculs proposés comprendront :

- moyenne de l'intensité de turbulence aux niveaux 40, 100 et 160 m ;
- moyenne et maximum des rafales estimées à 100 m ;
- coefficient alpha de cisaillement de la force du vent sur la couche 40m-160m, à partir des profils moyens de vent sur 15 ans.

Spécifiquement, pour la zone de Dunkerque, nous proposons d'effectuer une analyse plus fine avec les calculs suivants :

- Percentile Q90 et moyenne de l'intensité de turbulence, globaux (tous secteurs de direction confondus) et par secteur de direction de 30° aux niveaux 40, 100 et 160 m ;
- séries chronologiques horaires des rafales estimées à 100 m et rafales cinquantennales ;
- coefficient alpha de cisaillement de la force du vent sur 3 couches 40m-160m, 40m-100m, 100m-160m, global (tous secteurs de direction confondus) et par secteur de 30° avec une différenciation jour/nuit de cet indicateur à partir des profils moyens de vent sur 15 ans.

3. Livrables

Les livrables proposés pour ce lot 3 sont :

- un rapport présentant les éléments de méthodologie pour le calcul des indicateurs de turbulence et les principaux résultats obtenus sous forme cartographique.
- des fichiers de données des diagnostics de turbulence calculés à partir des données AROME sur le domaine couvert au format ASCII.

IV – Mesures en mer et contrôle de la mesure

Le lot 4 consiste en la réalisation de mesures de vent en mer sur le site offshore de Dunkerque à partir d'un appareil de mesure de type LIDAR.

Pour la réalisation du lot 4, Météo-France s'appuie sur un prestataire externe sélectionné au terme d'une procédure d'appel d'offre et agissant comme sous-traitant dans le cadre de la présente convention.

Les mesures de vent seront issues d'un système de mesure de type LIDAR flottant mobile.

La plage de mesures pour la vitesse et la direction du vent visée se situe entre 40m et 200m.

Cette plage de mesures sera couverte par au moins 8 cellules de mesures ciblant les hauteurs : 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180m.

Cette prestation inclura les mesures suivantes :

- vitesse et direction du vent horizontal aux hauteurs cibles pré-citées au-dessus de la mer au pas de temps 10 minute avec moyenne, minimum, maximum et écart-type.
- vitesse verticale du vent au pas de temps 10 minutes avec moyenne, minimum, maximum et écart-type

Ces mesures seront fournies sans correction de mouvement et avec correction du mouvement du LIDAR.

Les séries de données devront être datées au format ci-dessous : Année, mois, jour, heure, minutes, seconde, en heure TU.

1. Types de données

Météo-France fera établir, pour les hauteurs 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180m, les données suivantes:

- Des données brutes toutes les 10 minutes non corrigées
- Des données brutes toutes les 10 minutes corrigées du mouvement du LIDAR,
- Des données de mouvement du LiDAR.

2. Mise à disposition des données

Météo France disposera de la part du prestataire sélectionné :

- D'une visualisation en temps réel des mesures in situ,
- Des séries de données datées (Année, mois, jour, heure, minutes, seconde, en heure UTC) sur un serveur FTP,
- D'une possibilité de téléchargement des données à distance à tout moment au format ASCII.

3. Contrôle et fiabilité des données

Le prestataire sélectionné assurera un contrôle de premier niveau et:

- une alerte en cas d'arrêt de la mesure (arrêt supérieur à 4 heures consécutives),
- un contrôle automatique des données (détection valeurs aberrantes et valeurs manquantes),

A l'issue de ce contrôle de premier niveau Météo-France réalisera un contrôle approfondi dont les modalités sont précisées ici:

- les mesures de vent horizontales seront contrôlées au fil de l'eau et a minima une fois par mois durant la campagne de mesures,
- ce contrôle consistera à vérifier la disponibilité des données, rechercher les valeurs aberrantes, comparer la mesure avec des mesures sur des sites voisins.

En cas d'anomalie diagnostiquée (valeurs aberrantes ou douteuses), la vérification consistera en une analyse a posteriori des situations pour lesquelles de fortes disparités de comportement sont observés entre la mesure LIDAR et les observations de vent par anémomètre.

Cette analyse s'appuiera notamment sur les archives des modèles de prévision pour distinguer les anomalies avérées et les différences qui peuvent s'expliquer météorologiquement entre vent à des hauteurs de l'ordre de 10m et des vents à des niveaux supérieurs.

Un code de qualité Météo-France sera associé aux données brutes de vitesse horizontales corrigées du mouvement du LIDAR, qui distinguera:

- Valeurs manquantes
- Valeurs douteuses
- Valeurs aberrantes
- Valeurs validées.

En terme de livrables, Météo-France fournira:

- une note semestrielle de synthèse portant sur les 6 mois précédents comprenant
 - les statistiques de contrôle de la mesure ;
 - les statistiques de vent mesuré aux différentes hauteurs d'intérêt avec
 - vent moyen horizontal (moyenne sur la période de mesure),
 - distribution statistique associée (quantiles de force du vent),
 - variation diurne horaire de la force du vent horizontal sur la période,
 - roses de vent horizontal fréquentielles fournies par classes de 1m/s par secteur de 30°,
 - gradients verticaux de vent (profil type moyen sur la période de mesure entre 40 et 160m),
 - les mesures 10 min issus du LIDAR brutes non corrigées et corrigées de ses mouvements
- une série de données horaires de vent à 100m mesurées avec le code qualité associé,
- un rapport final présentant les 12 mois de mesures.
- les données brutes et corrigées des séries 10 minutes du vent horizontal et vertical pour les hauteurs 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 m.

4 Garanties en cas de non respect de la fiabilité prévue

Si nécessaire, la durée de la prestation pour obtenir a minima une disponibilité de mesures de vent (vitesse) horizontale et verticale équivalente à 80% est étendue sur 12 mois pour les hauteurs 60, 100 et 160m.

V - Lot 5 – Comblement et extension de la série de données observées à 100m

1. Comblement des données manquantes

Au terme de la campagne de mesure, il sera proposé une méthode de comblement des données manquantes de la série horaire de vitesse et direction du vent horizontal qui aura été mesurée par le LIDAR à 100m.

Le comblement de la série de données sera réalisé, par application de méthodes statistiques à partir du modèle météorologique le plus pertinent. Ces méthodes sont généralement des

modèles statistiques de type régression multiple mais d'autres modèles statistiques pourront être utilisés si elles s'avèrent plus efficaces.

Les méthodes statistiques pré-citées s'appuient en général sur des chroniques de 2 ans d'observation. Une période d'un an et demi est utilisée pour mettre au point la méthode et les six autres mois pour la valider.

Dans le cas présent, deux tiers des mesures disponibles seront utilisés pour mettre au point la méthode statistique qui sera contrôlée avec le tiers restant. La période de contrôle ne sera pas constituée de journées entièrement consécutives (sélection de sous-périodes réparties sur l'ensemble de la chronique) pour éviter les effets de saisonnalité.

Cette méthode permettra de combler des valeurs horaires en vitesse horizontale et direction. Elle ne pourra toutefois pas reconstituer de très longues plages de valeurs manquantes (quelques heures mais pas quelques jours).

2. Statistique sur la série de mesure complétée

A partir de cette série complétée, il sera possible d'établir des statistiques du paramètre vent sur la durée de la mesure et de livrer des séries horaires en vitesse et direction de vent horizontal à 100m :

- vent moyen (moyenne sur la période de mesure)
- distribution statistique associée (quantiles de force du vent)
- variation diurne horaire de la force du vent sur la période
- roses de vent fréquentielles fournies par classes de 1m/s par secteur de 30°
- gradients verticaux de vent (profil type moyen sur la période de mesure entre 40 et 160m, classes de profil -5/6- et fréquences associées).

3. Génération d'une chronique longue durée sur la base de la chronique mesurée

Au-delà de la seule période de mesure, une chronique de donnée de vent (force et direction) horaire horizontal à 100m sur au moins 15 ans et si possible 30 sera reconstituée, à partir de l'archive du modèle météorologique le plus adapté. Pour la reconstitution des données sur une période antérieure, là aussi, un modèle statistique doit être élaboré.

Il n'est pas possible de sélectionner a priori le modèle météorologique qui sera le plus adapté mais il sera choisi parmi :

- des jeux de données dits de réanalyse
- ou des rejeux de modèle de longues durées (des descentes d'échelle dynamique sont disponibles et pourront être mobilisés qui utilisent des modèles de Météo-France comme AROME ou ALADIN).

Sur cette base, les données de caractérisation du potentiel éolien fournies dans les premiers mois de cette prestation seront revues (au point où la mesure aura été effectuée).

Cette caractérisation du potentiel éolien sera similaire à celle fournie initialement pour la hauteur cible 100 m:

- vent moyen (moyenne sur 15 ans)
- distribution statistique associée (quantiles de force du vent)
- moyennes annuelles et moyennes mensuelles associées

- variation diurne horaire de la force du vent sur la période
- densité de puissance (W/m^2)
- coefficients de Weibull k et c sur l'ensemble des secteurs
- roses de vent fréquentielles fournies par classes de 1m/s par secteur de 30°.

Les traitements statistiques seront établis à partir du logiciel R.

Synthèses des livrables proposés

Nom	Intitulé	Livraison estimée
Lot 1	Chroniques de données issues des modèles (horaires pour le vent, tri-horaire pour les vagues) sur 15 ans Rapport sur le gisement éolien et les risques décennaux (vents et vagues)	14/11/2016
Lot 2	Fichiers de forçage des vents ayant servi à la génération des vagues extrêmes Rapport sur les vents et vagues extrêmes	26/12/2016
Lot 3	Données ^[1] des diagnostics de turbulence Rapport sur la turbulence (méthode et cartographie)	26/02/2017
Lot 4	Réalisation de mesure de vent en mer sur le site offshore de Dunkerque à partir d'un appareil de mesure de type LIDAR Rédaction d'une note semestrielle Rapport final présentant les 12 mois de mesure	Juin 2017 et décembre 2017
Lot 5	Comblement des données manquantes statistiques sur la série de mesure complétée Génération d'une chronique longue durée sur la base de la chronique mesurée	1 ^{er} trimestre 2018

Compléments sur la modélisation numérique

1 : Modélisation de l'atmosphère

Lorsque les observations de vent ne sont pas à disposition, nous proposons d'exploiter des données de vent issues du modèle numérique AROME.

AROME est un modèle numérique atmosphérique à aire limitée composé de deux applications majeures :

- un modèle qui prévoit l'évolution de l'atmosphère pour quelques jours à un moment donné à partir de simulations numériques basées sur la physique atmosphérique ;
- un système d'assimilation de données qui initialise le modèle avec les observations les plus récentes et précises possible pour le rattacher au plus près de la réalité physique observée.

AROME peut être utilisé pour des applications opérationnelles (il est opérationnel depuis décembre 2008 à Météo-France pour la prévision à courte échéance) et pour des besoins scientifiques d'étude de paramètres météorologiques.

Cette étude s'appuie sur une base de données horaires de 15 ans (2000-2014) de données (Pression, Température, Humidité, Direction et Force du vent à des niveaux de hauteur proches allant de 20 m à 160 m par pas de 20 m) issues de la production opérationnelle AROME (2010-2014) et d'un rejeu du modèle sur la période 2000-2009, construit par redescente dynamique d'échelle à partir de la réanalyse ERA-INTERIM du Centre Européen de Prévision et d'un modèle intermédiaire (ALADIN 15 kms), sur le domaine France élargie (voir tableau ci-dessous).

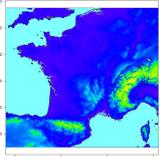
Grille	Nb de lignes	Nb de colonnes	Latitude minimale	Longitude minimale	Latitude maximale	Longitude maximale	Pas en latitude	Pas en longitude	
FRANGP0025	421	661	41°N	6°W	51.5°N	10.5°E	0.025°	0.025°	

Tableau 1 : coordonnées du domaine et résolution de la grille pour le domaine France couvert par AROME

2 : Modélisation océanographique

Météo France dispose de plusieurs outils de modélisation des vagues que l'on peut forcer par des champs de vent appropriés au dessus de la surface de la mer.

Les données à résolution 0.1° (10 km) du modèle "AVAG" sont archivées sur la période 1999/2013. Elles sont complétées par celles du modèle "MFWAM" plus sophistiqué mais de même résolution spatiale dont les données archivées sont disponibles sur une période plus récente 2012/2016.

Pour des analyses à maille plus fine en zone côtière (jusqu'à 200m de résolution horizontale), nous disposons depuis peu du modèle WW3, opérationnel à Météo France, mais qui peut aussi être utilisé pour des études de cas extrêmes.

La précision de ces modèles est très dépendante de la prise en compte d'une bathymétrie la plus précise possible.

Pour décrire l'état de mer reconstitué par ces modèles, on peut disposer de divers paramètres dont :

- direction de propagation, période et hauteur des houles primaires et secondaires
- direction de propagation, période et hauteur des vagues de la mer du vent
- hauteur de mer totale

III. Etudes environnementales réalisée par l'agence des aires marines protégées

Partie 1 : Synthèse des connaissances existantes sur les espèces de mégafaune protégées (lot 1)

– Objectif

L'objectif de l'étude est d'établir un état de l'art des connaissances sur les espèces de mégafaune protégées fréquentant la zone étudiée, à partir des documents et données actuellement disponibles. L'état de l'art portera d'une part sur les oiseaux marins et terrestres, d'autre part sur les mammifères marins et les chiroptères. L'étude devra aboutir à des propositions permettant de limiter les atteintes du projet éolien envers ces espèces, ainsi que de recommander d'éventuelles acquisitions de données complémentaires qui apparaîtraient nécessaires pour l'étude d'impact.

– Périmètre de l'étude

Aires d'études retenues pour les synthèses de connaissances :

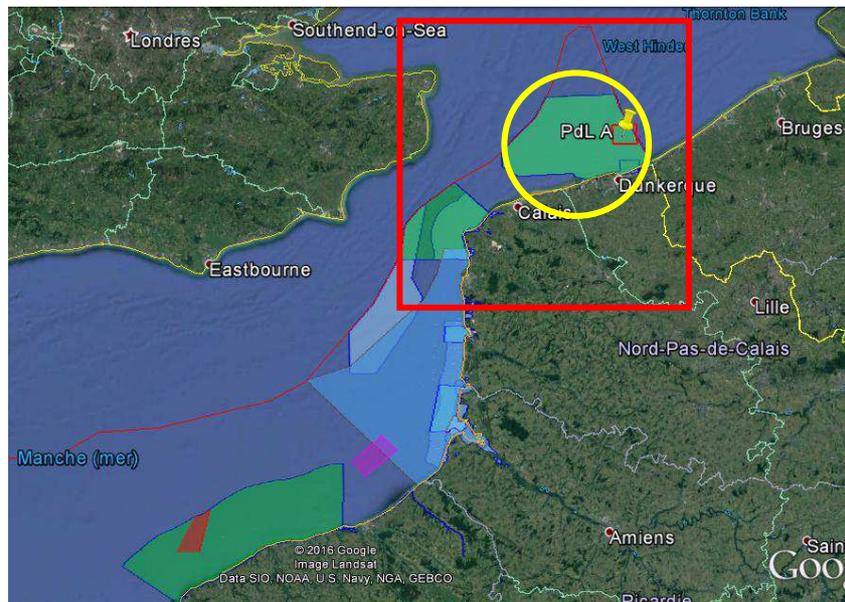


Figure 1 : Délimitation indicative de la zone d'étude élargie (le carré rouge, de 100 km de côté) et de la zone d'étude rapprochée (le cercle jaune, de 50 km de diamètre). En vert et bleu : aires marines protégées françaises ; en rouge et mauve : projets éoliens du 1^{er} et 2^{ème} AO français, respectivement.

– Synthèse de la bibliographie et des données existantes sur l'avifaune

1. Références bibliographiques utilisables

Sur les impacts de l'éolien en mer :

- Études d'impacts des projets existants et retour d'expérience à l'étranger.
- Aurélie de Seynes, 2008. De l'inventaire des connaissances à la définition de protocoles de suivi des oiseaux en mer en prévision du développement des parcs éoliens offshore.
- MARQUENIE J. M. et VAN DE LAAR, 2004. Protecting migrating birds from offshore production.

Sur les enjeux locaux et régionaux de l'avifaune :

- Formulaire Standard de Données de la ZPS FR3112006 Bancs des Flandres (compilation le 30/06/2008, dernière édition le 16/10/2015) : ■

- <https://inpn.mnhn.fr/docs/natura2000/fsdpdf/FR3112006.pdf>
Tome 1 du document d'objectifs du site Natura2000 « bancs des Flandres » : état des lieux
 - <http://bancsdesflandres.n2000.fr/natura-2000-et-vous/bibliotheque>
Zones prioritaires du littoral Nord -Pas -de -Calais à prendre en compte dans le cadre du plan POLMAR pour la conservation du patrimoine - aspect faune. GON Nord-Pas-de-Calais, mars 2015.
 - Suivis des oiseaux échoués sur le littoral du nord pas de calais, GON, 2015
 - Rapport final des campagnes SAMM : <http://cartographie.aires-marines.fr/?q=node/45>Rapport de la campagne SAMM en Manche Est, hiver 2014 :
ftp://ftpaamp.aires-marines.fr/PACOMM/Volet1_SAMM/Rapport/SAMM-ME_rapport_final.pdf
Rapport « SAMM Manche Est - recommandations établies en juin 2015 à destination des porteurs de projets éoliens en vue de la réalisation future d'études d'impacts ou de suivis environnementaux », AAMP 2015 :
 - http://cartographie.aires-marines.fr/sites/default/files/recommandations_campagne_manche_est_vf.pdf
Distribution en mer et utilisation de l'habitat des mouettes tridactyles nichant sur les côtes de la Manche, rapport CEFE/CNRS et GON pour AAMP et Parcs éoliens en mer du Calvados et de Fécamp, mars 2015
2. Données pouvant être collectées et interprétées
- site DCSMM : <http://sextant.ifremer.fr/fr/web/dcsmm/presentation>
 - PACOMM - Programme d'Acquisition de Connaissances sur les Oiseaux et les Mammifères Marins : <http://cartographie.aires-marines.fr/?q=node/45>
 - Observatoire PELAGIS : <http://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/presentation/>
 - base de données internationale sur la mégafaune marine : <http://seamap.env.duke.edu/>
 - base de données française sur les oiseaux migrateurs : www.migraction.net

Il existe plusieurs réseaux de surveillance des oiseaux côtiers qu'il serait également pertinent de prendre en compte pour identifier des secteurs de moindre impact en mer et sur la côte. Citons notamment :

- Wetlands International, un réseau de suivi annuel des oiseaux plutôt présents en hiver (au 15 janvier) au niveau des sites côtiers et des zones humides. Il est assuré par un grand nombre d'associations et de gestionnaires bénévoles ou professionnels. Ce suivi permet d'évaluer des tendances sur de longues périodes.
- Les Réserves naturelles nationales réalisent un suivi décadaire ou mensuel des oiseaux, ainsi que des études sur la biologie (nidification, alimentation, migration, baguage). Au niveau national, l'observatoire des limicoles côtiers compile les données (mensuelles) des comptages réalisés par les RNN (et ailleurs).

Des enquêtes nationales sont réalisées à pas de temps régulier, notamment :

- Le GISOM coordonne le recensement décennal des oiseaux marins nicheurs (prochain recensement en 2020) ;
- La LPO et l'ONCFS coordonnent les recensements des anatidés et limicoles nicheurs (en cours).
- Des enquêtes régionales sont également menées par les groupes ornithologiques locaux. On citera pour exemple les enquêtes régionales du GON-Nord Pas-de-Calais.

Niveau d'enjeu	Fonctionnalités du site	Espèces (en gras : pélagiques, *non listées dans désignation ZPS)
Prioritaire	Alimentation / reproduction sur site	Grand gravelot* Sterne naine
	Alimentation / reproduction à proximité	Sternes Caugek, pierregarin, de Dougall* Mouettes mélanocéphale, tridactyle
	Hivernage	Grèbe esclavon*
Fort	Alimentation / reproduction sur site	Gravelot à collier interrompu*
	Alimentation / reproduction à proximité	Fulmar boréal Goélands brun*, cendré*, marin*
	Hivernage (alimentation, repos)	Bécasseau sanderling*, Eider à duvet, Harle huppé Plongeon imbrin*
	Hivernage (alimentation, repos) / migration active (survol)	Grèbe huppé, Barge rousse* Plongeon catmarin, Macreuse noire Mouette pygmée, Fou de bassan Alcidés : Guillemot de Troil, Pingouin torda
	Migration active (survol)	Bernache cravant, Guifette noire Plongeon arctique, Sterne arctique, Océanite culblanc Puffin des Baléares*, Macreuse brune

Tableau 2: Hiérarchisation des principaux enjeux de conservation de l'avifaune d'après le DOCOB du site Natura 2000 « Bancs des Flandres » (résumé).

3. Éléments de méthodologie

L'étude devra traiter précisément, au minimum, les espèces d'oiseaux identifiées comme représentant un enjeu fort ou prioritaire dans le document d'objectifs du site Natura 2000 « Bancs des Flandres » (Tableau 1). Les fonctionnalités que le site est susceptible d'apporter à ces espèces seront aussi décrites en détails.

A partir des références et des sources de données mentionnées ci-dessous, et d'autres sources d'informations identifiées par le partenaire, il s'agira de réaliser un état des connaissances sur les traits de vie des oiseaux dans le détroit du Pas-de-Calais. On veillera à détailler particulièrement la zone d'étude (environ 30 km de rayon autour de la zone proposée à l'AO), tout en la situant dans son contexte régional plus large (Manche est et sud de la mer du Nord).

La méthode appliquée pourrait suivre ces grandes étapes :

- 1 – Inventaire des sources de données existantes : recherche des informations produites par les divers acteurs de la connaissance du littoral et du milieu marin, dans le Nord – Pas-de-Calais, en Belgique et au Royaume-Uni.
- 2 – Prises de contact et échange avec les observateurs locaux : recherche de l'expertise locale disponible, organisation de réunions d'informations, etc.
- 3 - Compilation des informations : demandes de données, traduction et encodage de données dans une base de données standardisée. Mise à disposition des données dans le cadre du RAIN, plateforme régionale du SINP. Validation scientifique des données compilées.
- 4 – Analyse et interprétation : création et description d'indicateurs de suivi et d'évaluation concernant les différents traits d'histoire de vie de l'avifaune du détroit du Pas-de-Calais ; estimation des effectifs locaux de chaque espèce, de leur distribution géographique et saisonnière, de leur tendance interannuelle et de leur vulnérabilité aux perturbations générées par un parc éolien en mer.
- 5 – Rapport : synthèse des différentes étapes de réalisation ci-dessus. Présentation des différentes étapes du cycle biologique des oiseaux fréquentant le détroit du Pas-de-Calais, des indicateurs, etc.
- 6 – Validation scientifique et technique : établissement d'un comité scientifique et technique composé d'experts scientifiques et de représentants des associations ornithologiques locales et des autres producteurs de données dans la zone d'étude, et de l'Agence des aires marines protégées : structure informelle d'échange autour des résultats de l'étude pour valider le travail de manière concertée.

– Synthèse de la bibliographie et des données existantes sur les mammifères marins et les chiroptères

1. Références bibliographiques utilisables

- *Études d'impacts des projets existants et retour d'expérience à l'étranger.*
- DREAL Nord-Pas-de-Calais, juillet 2011. *Inventaire et étude écologique des mammifères marins de la façade maritime Nord-Pas-de-Calais / Picardie / territoire d'étude du projet de Parc Naturel Marin des 3 estuaires en vue de produire l'état initial Natura 2000 en mer et du PNM et de délimiter les ZNIEFF mer.*
- Castège I., Hémerly G., (coords), 2009. *Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne : répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées.* Biotopie, Mèze ; Muséum national d'histoire

naturelle, Paris, 176p. (Collection Parthénope).

- Rapport du projet ECOPHOQUE

2. Données pouvant être collectées et interprétées

- site DCSMM : <http://sextant.ifremer.fr/fr/web/dcsmm/presentation>
- PACOMM - Programme d'Acquisition de Connaissances sur les Oiseaux et les Mammifères Marins : <http://cartographie.aires-marines.fr/?q=node/45>
- Observatoire PELAGIS : <http://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/presentation/>
- Campagnes SCANS I, II et III (2016, si traitées et diffusables)

Enjeux de conservation des mammifères marins hiérarchisés						
Espèce (en gras espèces inscrites dans le FSD)	Etat de conservation		Importance		Fonction	Enjeux de conservation sur le site
	Statut menace nationale	Tendance évolution	Représentativité nationale	Statut européen		
PINNIPÉDES						
Phoque veau- marin	NT	↗	B	Annexe II & V	Alimentation, repos, migration, reproduction (?)	Prioritaire
Phoque gris	NT	↗	B	Annexe II & V	Alimentation, repos, migration	Fort
CÉTACÉS						
Marsouin commun	NT	↗	A	Annexe II, IV OSPAR	Alimentation, migration, reproduction	Prioritaire
Lagénorhynque à bec blanc	-	↗(?)	B (?)	Annexe IV	Alimentation, migration	Fort (?)

Tableau 3: Hiérarchisation des enjeux de conservation des mammifères marins d'après le DOCOB du site Natura 2000 « Bancs des Flandres ».

3. Éléments de méthodologie

L'étude devra traiter précisément, au minimum, les espèces de mammifères marins identifiées comme représentant un enjeu fort ou prioritaire dans le document d'objectifs du site Natura 2000 « Bancs des Flandres » (Tableau 1). Les fonctionnalités que le site est susceptible d'apporter à ces espèces seront aussi décrites en détails.

A partir des références et des sources de données mentionnées ci-dessus, et d'autres sources d'informations identifiées par le partenaire, il s'agira de réaliser un état des connaissances sur les traits de vie des mammifères (cétacés, pinnipèdes et chiroptères) dans le détroit du Pas-de-Calais. On veillera à détailler particulièrement la zone d'étude (environ 30 km de rayon autour de la zone proposée à l'AO), tout en la resituant dans son contexte régional plus large (Manche est et sud de la mer du Nord).

La méthode appliquée pourrait suivre ces grandes étapes :

1 – Inventaire des sources de données existantes : recherche des informations produites par les divers acteurs de la connaissance du littoral et du milieu marin, dans le Nord – Pas-de-Calais, en Belgique et au Royaume-Uni.

2 – Prises de contact et échange avec les observateurs locaux : recherche de l'expertise locale disponible, organisation de réunions d'informations, etc.

3 - Compilation des informations : demandes de données, traduction et encodage de données dans une base de données standardisée. Mise à disposition des données dans le cadre du RAIN, plateforme régionale du SINP. Validation scientifique des données compilées.

4 – Analyse et interprétation : création et description d'indicateurs de suivi et d'évaluation concernant les différents traits d'histoire de vie des mammifères du détroit du Pas-de-Calais ; estimation des effectifs locaux de chaque espèce, de leur distribution géographique et saisonnière, de leur tendance interannuelle et de leur vulnérabilité aux perturbations générées par un parc éolien en mer.

5 – Rapport : synthèse des différentes étapes de réalisation ci-dessus. Présentation des différentes étapes du cycle biologique des mammifères fréquentant le détroit du Pas-de-Calais, des indicateurs, etc.

6 – Validation scientifique et technique : établissement d'un comité scientifique et technique composé d'experts scientifiques et de représentants des associations mammalogiques locales et des autres producteurs de données dans la zone d'étude, et de l'Agence des aires marines protégées : structure informelle d'échange autour des résultats de l'étude pour valider le travail de manière concertée.

Partie 2 : Campagnes d'observations visuelles sur les oiseaux et les mammifères marins (lot 2)

1 Objectifs généraux des campagnes

1.1. Campagnes de suivi de l'avifaune

Les campagnes de suivi de l'avifaune ont pour objectifs d'identifier les espèces présentes, estimer leurs effectifs dans l'aire d'étude, et de caractériser les zones utilisées par les oiseaux sur la zone du projet et son entourage, à savoir les zones d'alimentation, de reproduction et/ou de mue, les zones de repos, les zones d'hivernage des migrateurs, les couloirs de déplacements réguliers et de migrations.

Ces études doivent permettre de mettre en évidence les liens fonctionnels entre la zone du projet (en mer) et les sites terrestres environnants dont dépend l'avifaune, afin de pouvoir appréhender la manière selon laquelle ces liens peuvent être perturbés par la présence des installations.

De manière générale, les données rassemblées et collectées pour l'état initial de l'avifaune doivent permettre de :

- Étudier l'abondance, la diversité et la distribution des oiseaux à grande échelle, évaluer l'importance du site et définir le fonctionnement écologique de la zone de projet.
- Étudier les déplacements des oiseaux (répartition et taux de passage), les comportements (hauteurs de vol, distance d'évitement, ...) et leurs variations temporelles (jour/nuit, dépendance aux conditions météorologiques, saisonnalité, variabilité interannuelle) notamment sur l'aire d'étude immédiate.
- Déterminer les effectifs des oiseaux nicheurs, leur succès de reproduction, leurs aires d'alimentation, ainsi que les espèces migratrices qui traversent la zone.
- Estimer les sensibilités et la résilience des différentes espèces en présence, ou identifier les lacunes de connaissance sur ces sujets.
- Identifier en première approche les impacts potentiels des phases de construction, d'exploitation et de démantèlement sur le comportement et les populations des oiseaux.
- En déduire les mesures d'évitement d'impact qui pourraient être mises en oeuvre dès la phase de conception du projet de parc éolien.

NB : Les éléments surlignés ci-dessus ne pourront être abordés par les techniques retenues dans la présente étude et devront être intégrés dans l'étude d'impact par le lauréat du projet éolien.

1.2. Campagnes de suivi des mammifères marins

Les campagnes de suivi des mammifères marins ont pour objectifs de décrire les peuplements de mammifères marins présents au large tout ou partie de l'année et de préciser au mieux leur répartition.

Ces études doivent permettre d'appréhender, avec suffisamment de recul, la sensibilité des différentes populations aux principales modifications induites par l'implantation de parc éolien en mer. Il s'agit pour cela :

- d'identifier les espèces présentes sur les zones (individus et colonies) ;
- d'évaluer les pressions potentielles telles que le bruit et l'effet « barrière » provoqué par la présence des installations et des moyens nautiques d'intervention ;
- d'appréhender les stimulations potentielles associées par exemple à une ressource alimentaire.

2 Méthodes d'acquisition utilisables

2.1. Protocoles d'observation

Le tableau suivant propose une comparaison succincte des protocoles d'observation (hors suivis acoustiques) suivant leurs avantages et leurs inconvénients : observations visuelles par avion, observations visuelles par bateau, observations visuelles depuis la côte, radars fixes sur bouée, balises télémétriques sur animaux.

Méthode	Bateau	Avion	Côte	Radar	Balises
Groupes suivis	Oiseaux / mammifères marins	Oiseaux / mammifères marins	Oiseaux	Oiseaux / chiroptères	Oiseaux / mammifères (espèces capturées)
Détermination spécifique	Facilité par vitesse faible	Difficile pour petites espèces	Suivant la distance à la côte	Non (sauf couplage à photo / vidéo)	Espèce unique
Couverture surfacique	Zone du projet (100 km ²)	Aire d'étude (2500 km ²)	De l'estran jusqu'à 2 km de la côte	10-15 km de rayon	Illimitée (si recapture ou transmission)
Expertise par mauvais temps	Impossible	Possible mais plus compliquée	Possible mais plus compliquée	Perturbée par les vagues	Oui
Expertise nocturne	Non	Non	Non	Oui	Oui
Détermination des hauteurs de vol	Estimation jusqu'à 300m de hauteur	Non	Estimation jusqu'à 300m de hauteur	Oui	Oui (avec capteur de pression)
Risque de perturbation	Fuite ou attraction	Dérangement pour certaines espèces	Uniquement sur l'estran	aucun	Par capture et gêne si poids inadapté
Analyse comportementale	Limitée (distance, perturbation)	Très limitée (alimentation seulement)	Limitée par la distance	Très limitée (selon méthode de traitement)	Oui (sauf interactions entre individus)
Pression d'échantillonnage	Régulière, selon répétitivité	Régulière, selon répétitivité	Limitée à la frange littorale	Zone circulaire, en continu	Irrégulier mais continu

Légende des couleurs	
	Point fort important
	Point fort avec restriction
	Point faible

Tableau 4 : Comparatif des méthodes d'observation par bateau, avion, depuis la côte, par radar et balises télémétriques (adapté de Biotope, 2013).

2.2. Durée des campagnes

Les experts scientifiques recommandent de réaliser des études sur au moins deux années pour prendre en compte la variabilité saisonnière et inter-annuelle. Du fait des délais et des moyens contraints, des suivis sur une durée de 12 mois seront effectués pour l'étude de levée des risques. Il sera alors à la charge du lauréat de l'appel d'offre de compléter ces suivis sur au moins 12 mois supplémentaires pour obtenir un état initial satisfaisant sur l'avifaune et les autres prédateurs supérieurs.

3 Recensements par avion (observations par transects aériens)

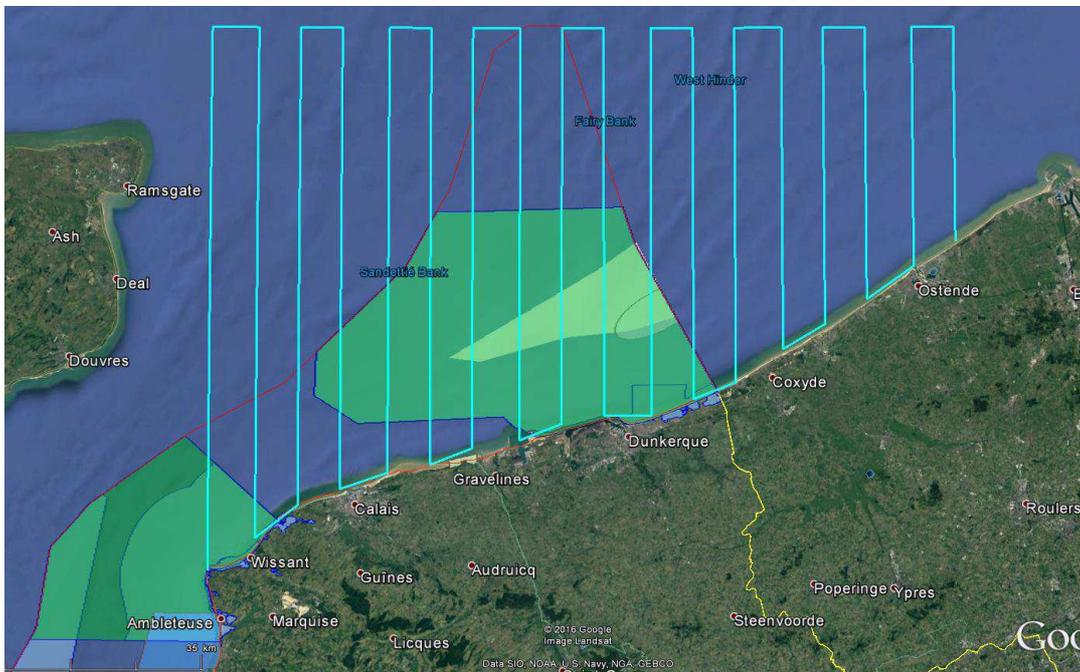
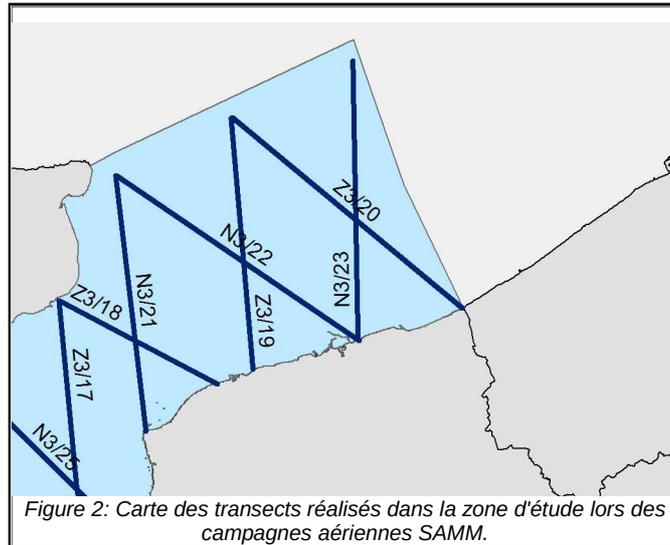
Les recensements par avion permettent d'étudier la fréquentation et, dans une certaine mesure, le comportement des individus en pleine mer sur le site (observation d'une zone étendue < 3000 km²). Ils concernent les individus présents à la surface de l'eau ou à faible profondeur lorsque l'eau est suffisamment transparente, ainsi que les oiseaux en vol à une altitude inférieure à celle de l'avion.

Notons que cette technique est peu efficace pour les pinnipèdes, qui se déplacent généralement en immersion à une profondeur importante et passent peu de temps en surface, hormis lorsqu'ils se reposent sur l'estran. Les groupes d'espèces ciblées sont donc principalement les oiseaux marins et les cétacés.

La méthode d'observation qui sera utilisée est décrite dans le rapport issu des campagnes SAMM, réalisées par l'Agence dans le cadre du programme PACOMM : « Guide méthodologique des campagnes aériennes d'observation des oiseaux et mammifères marins sur l'espace maritime métropolitain et les zones limitrophes » (<http://cartographie.aires-marines.fr/?q=node/45>).

3.1. Zone suivie par avion et plan d'échantillonnage

Les suivis doivent avoir une résolution spatiale et temporelle plus fine que les transects des campagnes SAMM (SAMM-1, SAMM-2 et SAMM-Manche Est). Plutôt que d'intercaler des transects supplémentaires, il est recommandé d'utiliser des transects perpendiculaires à la côte, pour capturer au mieux les gradients côte-large dans la distribution et la diversité des espèces. Compte-tenu de l'orientation quasi-longitudinale du littoral dunkerquois (ouest/sud-ouest, est/nord-est), il sera plus aisé de suivre des transects orientés zonalement (nord-sud). Les données collectées pourront être interpolées sur une grille régulière pour permettre une comparaison avec les modèles d'habitats préférentiels issus des données SAMM acquises en hiver 2011, été 2012 et hiver 2014.



Les transects parallèles seront séparés d'une distance de l'ordre quelques kilomètres. La méthode de « distance sampling » permet d'échantillonner de manière satisfaisante une bande de 300m de largeur de part et d'autre du transect, pour une altitude de vol de 200m (600 pieds). Avec un écart de 5 km entre chaque transect, on obtiendrait un taux de couverture spatiale de 12 %. Ce taux de couverture serait insuffisant pour détecter des effets à petite échelle d'un parc éolien (un taux d'au moins 20 % est recommandé en Allemagne, par exemple), mais il est suffisant pour établir l'état initial de la zone d'étude.

Le plan d'échantillonnage proposé en première approche (Figure 3) comporte 18 transects d'une longueur moyenne de 50 km (27 NM), pour un parcours total d'environ 1000 km (540 NM). Ce parcours peut être réalisé en une journée de vol, soit 6 heures de vol à la vitesse 180 km/h, quelque soit la saison (même en hiver quand la durée du jour est la plus courte). Il faut y ajouter 1 à 2 heures de vol pour le transit depuis et jusqu'à l'aéroport où sera basé l'avion.

3.2. Matériel et moyens humains

- Description du matériel : avion à aile haute et autonomie d'au moins 6 heures, équipé de 2 hublots bulles, 2 jumelles, 1 ordinateur avec logiciel de saisie, 3 dispositifs de communication et d'enregistrement audio, 2 appareils photos
- Description des rôles du personnel et des qualifications nécessaires : 1 pilote, 2 observateurs expérimentés, 1 opérateur de saisie des données dans un logiciel spécifique

3.3. Conditions de réalisation des suivis

- Caractéristiques des sorties en mer : conditions météorologiques, visibilité, ... : état de mer inférieur à 4 Beaufort (3 recommandé)
- Période d'observation : toute l'année, pendant 1 an
- Nombres de sorties : 6 par an (1 leg tous les 2 mois)

3.4. Fréquence des suivis

Une fréquence bimensuelle constitue le minimum souhaitable pour décrire finement l'évolution au cours de l'année de la fréquentation de la zone d'étude par les différentes espèces. Ceci permettra ultérieurement de focaliser les éventuelles acquisitions complémentaires sur les périodes les plus pertinentes du cycle saisonnier. On ciblera à chaque itération le même jour du mois, en prévoyant l'éventualité de décaler de quelques jours en cas de conditions météorologiques défavorables ou de difficultés logistiques.

Notons que la fréquence des suivis a été déterminée suite à une étude préalable pour optimiser la résolution spatiale et l'étendue de l'aire prospectée. Ainsi, une analyse statistique a permis de déterminer le meilleur compromis entre l'échantillonnage spatial et l'échantillonnage temporel. Celle-ci a été réalisée par les référents scientifiques de l'Observatoire Pelagis afin de déterminer l'échantillonnage optimal, compte-tenu des contraintes logistiques de l'étude.

3.5. Méthodologie d'échantillonnage

- Suivi GPS des transects : indispensable pour vérifier le respect du plan de vol et la répétitivité des transects
- Présence d'un bateau à proximité des oiseaux identifiés : embarcations, engins de pêche et déchets flottants recensés systématiquement
- Méthodologie d'observation et de notation : voir protocole SAMM : « Guide méthodologique des campagnes aériennes d'observation des oiseaux et mammifères marins sur l'espace maritime métropolitain et zones limitrophes », CRMM / Observatoire Pelagis / AAMP

3.6. Saisie des données

- Utilisation d'un logiciel spécifique : VOR, développé pour les campagnes aériennes SCANS

NB : Il est conseillé d'anticiper les phases suivantes du projet de parc éolien, en expérimentant en amont l'utilisation d'une méthode de recensement numérique aérien. En effet, une fois les travaux d'installation commencés, il ne sera plus possible de survoler la zone du projet à une altitude assez basse pour des observations visuelles. Seules les observations par photo ou vidéo numérique permettront alors de poursuivre le suivi de la faune marine en survolant la zone à plus de 300m d'altitude. Une inter-calibration des observations aériennes visuelles et numériques devrait être pratiquée au plus tôt pour éviter une discontinuité de ce suivi. Cette étude comparative pourra faire l'objet d'un projet spécifique qui serait porté par l'Agence et des partenaires institutionnels, scientifiques et/ou industriels à déterminer.

3.7. Exploitation des données

- données brutes et corrigées de l'effort d'observation
- cartes de taux de rencontre, densité pour chaque espèce ou groupes d'espèces
- variabilité saisonnière de la fréquentation, présence de jeunes (pour les mammifères), comportements alimentaires
- présence de déchets flottants, navires de pêche, de transport, de plaisance, autres activités humaines
- modèles d'habitats préférentiels (par corrélation avec les paramètres environnementaux : profondeur, nature du fond, température, courant, agitation, production primaire, présence humaine, etc.)

4 Recensements par bateau (observations par transects nautiques)

Les recensements par bateau permettent d'étudier la fréquentation et, avec certaines limitations, le comportement des individus en pleine mer sur le site (observation d'une zone étendue de l'ordre 100 km²). Ils concernent les individus présents à la surface de l'eau, ainsi que les oiseaux en vol à une altitude modérée (au maximum 300m par temps clair, ou la hauteur du plafond nuageux).

Notons que, de même que pour les observations par avion, cette technique est peu adaptée à l'observation des pinnipèdes, qui sont rarement observables au large à la surface de l'eau. D'autre part, les marsouins sont difficilement observables depuis une embarcation du fait de leur petite taille et de leur comportement craintif. Ainsi, dans la zone d'étude, les recensements par bateau viseront principalement les oiseaux. Seules quelques observations occasionnelles de mammifères marins peuvent être attendues.

De plus, les espèces d'oiseaux ont des réactions très variables à la présence d'un navire en mer : certaines espèces fuient, tandis que d'autres sont attirées, car elles associent tout navire de taille moyenne à une activité de pêche et à la présence de ressource alimentaire. Il convient donc de corriger ces biais de dérangement pour chaque espèce avant d'interpréter les données ainsi acquises.

4.1. Zone suivie par bateau et plan d'échantillonnage

– Carte de la zone et des transects

Les transects seront basés sur la grille théorique à 1 NM de résolution, élaborée par l'Agence, en prolongeant certains des transects à l'Est dans les eaux sous juridiction de la Belgique. Les transects proposés ci-dessous représentent 240 NM, soit 3 jours d'embarquement (à raison de 80 NM par jour, soit 8 heures de navigation à une vitesse de 10 noeuds).

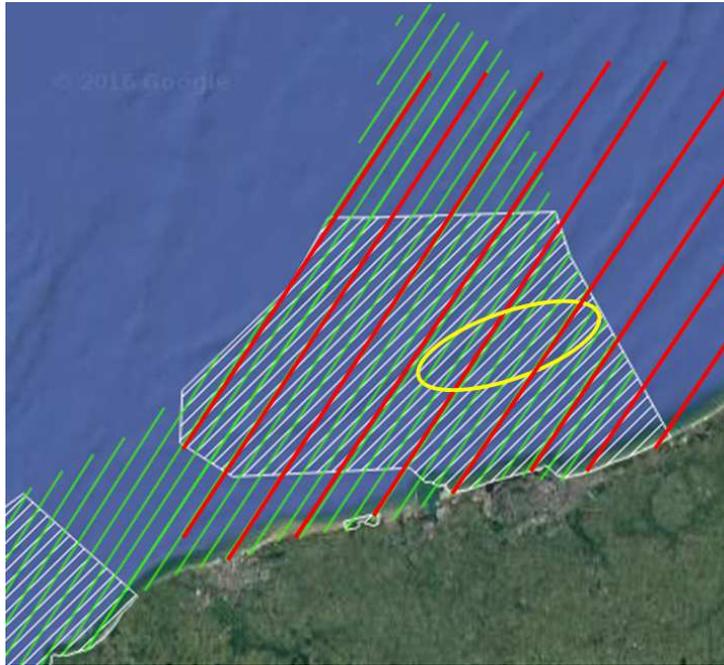


Figure 4 : Carte de la zone et des transects nautiques proposés en première approche : 9 transects parallèles, orientés sud-ouest/nord-est et séparées de 3 NM (5,6 km), totalisant environ 240 NM, soit 3 jours de navigation.

4.2. Matériel et moyens humains

- Description du matériel : bateau muni d'une plateforme d'observation pour 2 personnes, idéalement à au moins 5 mètres de hauteur, avec 2 sièges tournants équipement de sécurité réglementaire, GPS avec enregistrement du trajet, 2 jumelles réticulées avec compas, 2 tablettes marinisées pour la saisie des observations, 2 dispositifs d'enregistrement audio (dictaphone avec micro)
- Description des rôles des personnels et des qualifications nécessaires : 1 pilote professionnel et 3 observateurs ornithologues ou céologues expérimentés (2 en observation et 1 en repos)

4.3. Conditions de réalisation des suivis

- Caractéristiques des sorties en mer : conditions météorologiques, conditions météo-océaniques, ... état de mer inférieur à 4 Beaufort (3 recommandé), pas de brouillard ni précipitations importantes
- Période d'observation : toute l'année, pendant 1 an
- Nombres de sorties : 6 par an (1 tous les 2 mois, de préférence durant la même décennie à chaque fois)

4.4. Fréquence des suivis

L'échantillonnage temporel sera synchronisé avec celui des recensements aériens, autant que possible. Cela permettrait de corriger plus efficacement les biais de chacune des 2 méthodes d'observation. Cela permettrait aussi de valider ou de affiner les identifications d'espèces obtenue par observations aériennes, moins précises car à plus grand distance.

4.5. Méthodologie d'échantillonnage

- méthode de « line transect » : recensement des oiseaux, de leur distance perpendiculaire au transect et de leur hauteur/direction s'ils sont en vol
- Méthodologie d'observation et de notation : elle sera adaptée de la méthodologie développée par l'Observatoire Pelagis. Voir le rapport « Programme MEGASCOPE - Protocole d'observation de la mégafaune marine depuis les campagnes halieutiques », Observatoire Pelagis, 2015

4.6. Saisie des données

- Utilisation d'un logiciel spécifique : PAM-Guard, développé pour les campagnes embarquées SCANS
- Par transect : numéro du transect, sens dans lequel il est effectué, noms des observateurs, état de mer, couverture nuageuse, heures de début et fin de transect, ...
- Par observation : numéro du point GPS (ou heure précise), nom de l'espèce, nombre d'individus, distance du contact, angle d'observation, comportement (au repos ou en alimentation en surface, en plongée, en vol), direction de déplacement, classe d'âge, présence d'embarcation, d'aéronef ou de trace de pollution

4.7. Exploitation des données

- données brutes et corrigées de l'effort d'observation
 - cartes de taux de rencontre, densité
 - variabilité saisonnière de la fréquentation, présence de jeunes (pour les mammifères), comportements alimentaires
 - présence de déchets flottants, navires de pêche, de transport, de plaisance, autres activités humaines
- **pour les oiseaux : estimations de hauteurs de vol par espèce (jusqu'à 300m environ), qualification de la sensibilité à la présence humaine (comportements de fuite, d'évitement ou d'attraction)**

Partie 3 : Enregistrements par acoustique passive des cétacés **(lot 3)**

1. Objectifs de la campagne

Les enregistrements des sons sous-marins sont composés de bruits naturels ou « géophonie » (vagues, courant, pluie, mouvements des sédiments, ...), de bruits anthropiques ou « anthropophonie » (moteurs et hélices des navires en déplacement, travaux sous-marins, engins de pêche, ...) et de bruits générés par la faune marine ou « biophonie » (signaux de localisation ou de communication des mammifères, poissons, crustacés, mollusques, ...).

Un enregistreur acoustique sous-marin (hydrophone) à large bande permet de capter une grande partie de ces sons, dans une gamme de fréquence allant de quelques dizaines de Hertz à quelques centaines de kiloHertz. Le signal enregistré représente un grand volume de données, surtout si l'on veut échantillonner les très hautes fréquences, et son analyse est longue et complexe. Elle nécessite l'intervention d'un analyste spécialisé.

Un détecteur de clic est une déclinaison de l'hydrophone dédiée à l'enregistrement des clics d'écholocation émis par les petits cétacés (principalement les marsouins et dauphins). Seules les occurrences de clics sont mémorisées, si bien que le volume de données associées est modéré et leur analyse est relativement aisée. Ces instruments sont aussi moins consommateurs en énergie et nécessitent donc des opérations de maintenance moins fréquentes.

Deux stratégies d'acquisition sont donc possibles, pour un budget donné :

- hydrophones à large bande : échantillonnage spatial et temporel faible (peu de points et/ou enregistrements discontinus), mais données plus complètes (toutes espèces de cétacés et bruit ambiant) ;
- détecteurs de clics : échantillonnage spatial et temporel plus élevé (plus de points et/ou enregistrements continus), mais données plus limitées (clics de petits cétacés seulement, identification d'espèces difficile).

La stratégie adoptée pour cette étude est basée sur des détecteurs de clics, conformément aux recommandations du partenaire scientifique choisi par l'AAMP. On se focalisera ainsi sur les espèces de cétacés à plus forts enjeux de conservation (Marsouin commun, Dauphin à bec blanc). Le bruit ambiant pourra être évalué ultérieurement par des hydrophones à large spectre, puisque cela requiert une période d'acquisition beaucoup plus courte (un cycle de marée, soit 15 jours).

NB : Contrairement aux cétacés, les pinnipèdes ne produisent pas de sons sous l'eau, si bien que le suivi par acoustique passive n'apportera pas d'information sur ces espèces.

Voir le rapport final du projet MARSAC (suivi des marsouins par acoustique passive en mer d'Iroise et à l'ouvert du bassin d'Arcachon), réalisé dans le cadre du programme PACOMM : (<http://cartographie.aires-marines.fr/?q=node/45>).

2. Plan d'échantillonnage

- **Carte de la zone et des points de mesure :**

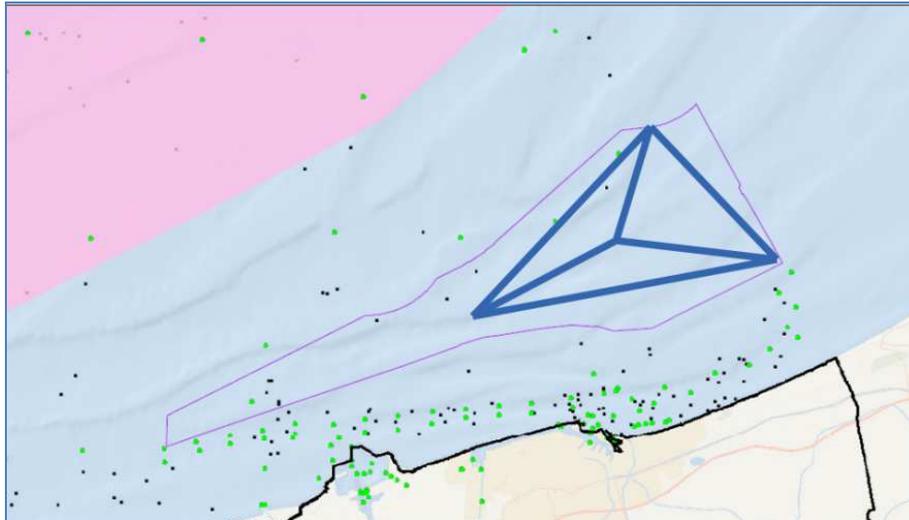


Figure 5 : Plan d'échantillonnage indicatif pour un réseau de 4 enregistreurs acoustiques. Les ESM (établissements de signalisation maritime ; points noirs) pourraient fournir des plateformes pour certains des enregistreurs. Les épaves (points noirs) sont à éviter car elles produisent des bruits susceptibles de perturber la mesure des signaux biologiques.

- Déploiement sur zone de capteurs autonomes. Ces capteurs présentent des caractéristiques fréquentielles d'interception permettant l'enregistrement des sons émis par les espèces de cétacés d'intérêt dans la zone d'étude (marsouins et delphinidés).

- Nombre de capteurs sur la zone impactée : 4 enregistreurs détecteurs de clics

- Emplacements des capteurs : en triangle, selon un gradient côte-large et selon un gradient parallèle à la côte, permettant de capturer les différences entre le centre et la périphérie de la zone.

Cette répartition des capteurs permettra de détecter des différences d'utilisation de l'espace attribuables aux caractéristiques de l'habitat : substrat, profondeur, courant, pressions anthropiques, ...).

Chaque point pourra être défini par une plate-forme pré-existante (balise de signalisation maritime), ou par une plate-forme installée spécifiquement pour cette étude (balise ou bouée de surface, corps-mort ou trépied au fond).

3. Matériel et moyens humains

- Description du matériel :

- enregistreurs : capteurs autonomes présentent des caractéristiques fréquentielles d'interception permettant l'enregistrement des sons émis par les mammifères marins attendus dans la zone d'étude (au minimum, marsouins et lagénorhynques).

- systèmes d'ancrage : fixés sous une bouée ou une balise de signalisation, ou au fond sur corps-mort ou un trépied lesté, avec système de largage télécommandé.

NB : Le projet MARSAC a permis d'évaluer nécessaire les performances de détection des capteurs acoustiques et de les étalonner au travers d'essai avec des sources sonores calibrées. Cette phase n'apparaît plus nécessaire car les caractéristiques mesurées sont apparues conformes aux spécifications du fournisseur des instruments.

- Description des rôles des personnels et des qualifications nécessaires :

- partenaire scientifique : finalisation du plan d'échantillonnage, paramétrage des instruments selon la stratégie retenue, fourniture des systèmes d'ancrage et d'une embarcation pour l'installation et les relevages des instruments, dépouillement des données au fur-et-mesure, rédaction des rapports de campagnes et d'exploitation des données.

- partenaire logistique : réalisation des opérations d'installation et de maintenance (relevage, récupération des données, rechargement en énergie, paramétrage, redéploiement) ; au minimum 2 opérateurs formés à l'utilisation des instruments.

4. Conditions de réalisation des suivis

- Caractéristiques des sorties en mer : conditions météo-océaniques suffisamment calmes pour assurer l'installation ou le relevage des instruments en mer dans de bonnes conditions de sécurité, pour l'équipage et pour le matériel : état de mer inférieur à 4 Beaufort (3 recommandé), pas de brouillard, ni précipitations importantes

- Période d'observation : toute l'année, pendant 1 an

- Nombres de sorties : a priori 5 par an : 1 sortie pour l'installation des instruments (1 à 4 jours selon la complexité logistique), puis 1 sortie tous les 3 mois (en paramétrant les enregistrements pour assurer 3 mois d'autonomie au minimum)

5. Fréquence des suivis

En utilisant des détecteurs de clics, il est possible d'enregistrer pendant 2 à 3 mois en continu. Il est alors envisageable de maintenir l'acquisition constamment pendant 1 an (hormis les opérations de maintenance, qui durent 1 ou 2 heures par

instrument). On pourra ainsi obtenir des connaissances précises sur l'utilisation de la zone par les espèces ciblées (saisonnalité, dépendance à la marée ou au cycle jour-nuit, etc.).

6. Méthodologie d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage sera basée sur le protocole d'acquisition du projet MARSAC, qui a permis à l'Agence en 2012 de déployer 2 observatoires acoustiques, d'abord dans le Parc naturel marin d'Iroise, puis à l'ouvert du bassin d'Arcachon. Cette méthode est décrite dans le document « Projet MARSAC : mise en place d'un suivi des marsouins communs par acoustique passive le long des côtes françaises - rapport de mise en place du pilote »⁴, Observatoire Pelagis / AAMP, septembre 2013.

7. Saisie des données

- Les données brutes d'enregistrement seront archivées pour permettre une ré-analyse ultérieure.
- Les données traitées seront transmises selon le format utilisé par le projet MARSAC et préconisé par le partenaire scientifique. Elles indiqueront notamment le moment (date et heure) de chaque évènement détecté, l'espèce identifiée, le type de comportement associé, le nom et les coordonnées géographiques du site, la profondeur de l'enregistreur.

8. Exploitation des données

- occurrences de détection par espèce
- variabilité diurne et saisonnière de la fréquentation, dépendance aux conditions météo-océaniques
- analyse comparative des différents sites échantillonnés : variations côte-large, est-ouest, influence des caractéristiques de chaque site
- si possible, indications comportementales (communication, recherche alimentaire, etc.)

9. Présentation des résultats

Remarque : Les données obtenues par avion, par bateau et par hydrophone devront être présentées séparément compte-tenu des techniques de recensement, des aires d'études et des dates d'inventaires spécifiques à chaque méthode.

Un mémoire technique présentera la méthodologie, les choix techniques, les matériels et les intervenants retenus pour chaque campagne.

Un rapport intermédiaire présentera les données obtenues pendant les premiers mois (3 mois environ) d'acquisition de données.

Un rapport final de campagne présentera l'intégralité des données acquises au cours des 12 mois d'acquisition.

Un rapport d'analyse et d'interprétation, éventuellement intégré à la suite du rapport de campagne, présentera l'exploitation scientifique des données acquises et les recommandations que l'on peut en tirer pour la conception du projet éolien et de son étude d'impact.

10. Analyse de la sensibilité des espèces

À partir des connaissances acquises une analyse plus poussée des résultats sera menée pour :

- caractériser la sensibilité des différentes espèces fréquentant le site aux impacts potentiels du projet éolien ;
- proposer des études complémentaires qui seraient nécessaires pour caractériser finement les enjeux de biodiversité ;
- proposer des solutions pour minimiser les impacts ;

Partie 4 : Livrables et diffusion des données et des études

1. Garantie

Un archivage pérenne sera mis en place pour les données brutes de résultats des campagnes de suivi et de mesure.

Les données brutes et traitées concernant les oiseaux marins seront archivées au sein de la base de données « Oiseaux marins » de l'Agence (www.oiseaux-manche.org), qui en disposera suivant les termes de sa convention avec la DGEC. Les données brutes et traitées concernant les mammifères seront archivées au sein du système d'information géographique « Cartomer » de l'Agence (<http://cartographie.aires-marines.fr>), qui deviendra en 2017 le système d'information sur les milieux marins de l'Agence Française pour la Biodiversité.

De plus, les données de présence d'espèces seront transmises vers l'INPN (Inventaire national du patrimoine naturel), plateforme nationale d'échange de données du SINP (Système d'Information sur la Nature et les Paysages), qui est géré par le MNHN (Muséum national d'histoire naturelle).

⁴ ftp://ftpaamp.aires-marines.fr/PACOMM/Volet4_MARSAC/Rapport/Pilote_MARSAC_FS_DC_13_02_14.pdf

En complément, la DGEC pourra mettre en place un archivage de l'ensemble des données d'observation acquises dans son propre système de gestion de données.

2. Propriétés des données

La DGEC, l'AAMP et ses partenaires deviennent co-proprétaires des données et autres résultats des travaux, et peuvent librement utiliser et publier les résultats.

L'ensemble des données produites dans le cadre de la présente convention seront des informations publiques selon les termes de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 modifiée par l'ordonnance du 6 juin 2005. Elles seront également qualifiées d'informations relatives à l'environnement conformément à la loi n°2005-1319 du 26 octobre 2005 portant diverses dispositions d'adaptation au droit communautaire dans le domaine de l'environnement. Enfin, il s'agira de données géographiques au sens de la directive INSPIRE.

Les données produites seront ainsi de propriété patrimoniale publique. En tant que données brutes, elles ne bénéficieront d'aucun droit d'auteur. Elles seront toutefois attachées au Projet qui a permis leur acquisition dans le cadre de la mise en place d'un protocole précis. Les données traitées et validées doivent être mises à disposition sur un serveur publique, par exemple sur le portail Cartomer de l'AAMP.

Les données d'occurrence d'espèces marines produites seront versées au Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP), conformément à son protocole annexé à la circulaire DEVL1311244C du 15 mai 2013 (consultable sur www.naturefrance.fr). Le format des données devra être conforme au Standard de la plateforme thématique du SINP Occurrence de taxon V3.0 (SPN, 2016).

Sauf accord préalable écrit, chaque Partie s'interdit d'utiliser, de divulguer ou de mettre à disposition d'un tiers les informations confidentielles qui lui ont été transmises.

Une copie de chaque jeu de données brutes et traitées acquis lors des campagnes sera hébergée sur les serveurs du MEEM, durant la procédure de dialogue concurrentiel.

3. Livrables

Pour le lot 1, seront livrés au cours de la prestation (3 mois après la signature de la convention) :

- Un inventaire des sources de données et d'informations identifiées, précisant leurs volumes, formats et langues ;
- Un fichier rassemblant les données collectées, sous réserve de l'accord écrit de leurs propriétaires, dans un encodage standardisé respectant les normes publiées par l'INPN ;
- Un rapport qui fera la synthèse des données et informations collectées et présentera :
 - les différentes étapes du cycle biologique des espèces protégées fréquentant la zone d'étude,
 - des indicateurs de suivi et d'évaluation concernant les différents traits d'histoire de vie de ces espèces (attention : ces indicateurs pourront être renseignés ou non, suivant la qualité des données rassemblées) ;
 - lorsque les informations obtenues le permettront, des estimations des effectifs locaux de chaque espèce, leur distribution géographique et saisonnière, leur tendance interannuelle et leur vulnérabilité aux perturbations générées par un parc éolien en mer ;
 - des propositions visant à limiter les atteintes du projet éolien envers les espèces à fort enjeu écologique, ainsi que des recommandations d'acquisition de données complémentaires qui seraient utiles pour la future étude d'impact.

Pour les lots 2 et 3, seront livrés en cours (version provisoire) et à la fin de la prestation (version finale) :

- **Rapport de lancement de campagne** : il a pour objectif de présenter la méthodologie, le déroulement prévu de la campagne et les données qui seront collectées, avant le premier leg.
- **Rapport intermédiaire de campagne** : il présentera le déroulement effectif de la campagne et les premiers résultats collectés (cartes de distribution des observations des espèces, cartes d'effort, ...) à la date du rendu (après le 2^{ème} ou 3^{ème} leg).
- **Rapport final de campagne** : il inclura une version finalisée du rapport intermédiaire de campagne et présentera de manière descriptive l'ensemble des legs.
- **Rapport d'analyse scientifique** : il fournira une analyse de la sensibilité écologique de la zone au regard des données acquises. Il présentera les analyses réalisées et les résultats obtenus quant à la répartition des espèces et les variations saisonnières de leur abondance et de leur distribution. Il devra permettre, pour les espèces dont les observations sont suffisantes, d'identifier la zone et/ou la période de l'année la moins impactante pour les oiseaux et autres prédateurs supérieurs marins pour le développement d'un parc éolien en mer. Sur la base de ces résultats, il fournira des recommandations sur la conception du

projet éolien visant à éviter autant que possible les impacts dommageables pour les espèces observées.

- **Les données élémentaires d'échanges** : Il s'agit des informations de base relatives à la présence d'espèces (position géographique, date, espèces). Elles seront mises à disposition de la DGEC en cours et à la fin des campagnes avec les rapports intermédiaires et finaux
- **Les données validées bancarisées et interprétables** : Les données brutes recueillies dans le cadre de cette convention, une fois nettoyées et validées, seront transmises dans un format utilisable sous SIG comprenant les informations de base relatives à la présence d'espèces ainsi que les effectifs des groupes observés, les éventuels paramètres comportementaux (recherche alimentaire, transit ou repos, direction de déplacement, hauteur de vol, ...) et les informations collectées permettant l'exploitation scientifique des jeux de données (paramètres caractérisant l'effort et les observations, activités anthropiques, déchets flottants, ...) . Cet ensemble constitue le jeu de données validées.
- **Les données élaborées** : Elles sont issues d'un travail d'analyse (distribution pondérée à l'effort, autres statistiques...) basées sur les données validées. Elles seront disponibles dans un format utilisable sous SIG et bancarisées dans le système d'information de l'Agence. Un premier jeu de données élaborées sera transmis avec le rapport intermédiaire (à l'issue du 2^{ème} ou 3^{ème} leg) ; l'ensemble des données élaborées seront transmises avec le rapport final (après le dernier leg), dès qu'elles auront été validées.
- **Les cartes** : Les cartes figurant dans les rapports, représentatives de la présence des espèces étudiées, des caractéristiques spécifiques, du niveau de prospection (...) seront délivrées sous un format de type image (JPEG) ainsi que les couches d'information SIG ayant permis leur création. Les données au format SIG utilisées pour réaliser les cartes et produire les analyses spatiales seront transmises, accompagnées de métadonnées, selon les préconisations techniques usuelles de l'Agence.

4. Portail de diffusion des données

Les données seront mises à disposition des candidats présélectionnés sur un portail dédié selon le calendrier précisé par cette même annexe

Partie 5 : Suivi, évaluation et financements des études

1. Suivi et évaluation des études

1.1. Réunion de suivi des études

Un comité de suivi associera la DGEC, le CEREMA, l'Agence, ainsi que les partenaires retenus par l'Agence pour la réalisation de chacun des volets de l'étude, et le cas échéant d'autres acteurs intéressés, proposés par une des Parties.

L'Agence et la DGEC co-animeront le comité de pilotage, constitué sur proposition de l'Agence. La liste des participants à chaque réunion du comité de pilotage sera transmise à la DGEC par l'Agence pour validation. Le comité de pilotage a pour rôle d'orienter les travaux des partenaires, de valider les grandes étapes de réalisation du projet, de veiller à la complémentarité des différentes études qui le compose et de réorienter si nécessaire les actions dans le cadre fixé par la présente convention.

Le comité de pilotage se réunira au début de l'étude et avant la validation définitive de chacun des rapports (listés dans la partie 4 de cette annexe technique). Ainsi, il se réunira au moins cinq fois :

1. au moment du lancement des études du lot 1,
2. à la remise des rapports du lot 1 (en vue de leur validation définitive) et avant le lancement des campagnes des lots 2 et 3,
3. à la remise des rapports intermédiaires des campagnes (en vue de leur validation définitive),
4. à la remise des rapports finaux de campagne(en vue de leur validation définitive),
5. à la remise des rapports d'analyse (en vue de leur validation définitive).

A la demande d'une des Parties, le comité pourra être réuni à n'importe quel autre moment pendant la période couverte par la convention.

1.2. Rapport de suivi des études

Pour les campagnes d'acquisition de connaissances des lots 2 et 3, plusieurs rapports seront produits pour rendre compte de l'avancement de chacune des études (voir chapitre « 3. Livrables » de la partie 4 de cette annexe technique) :

- **Rapport de lancement de campagne** : il a pour objectif de présenter la méthodologie, le déroulement prévu de la campagne et les données qui seront collectées, avant le premier leg. Il détaillera également la zone et les points d'études, les matériels de mesures, etc.
- **Rapport intermédiaire de campagne** : il présentera le déroulement effectif de la campagne et les premiers résultats collectés (cartes de distribution des observations des espèces, cartes d'effort, ...) à la date du rendu (après le 2^{ème} ou 3^{ème} leg). Il détaillera les données acquises et validées, les pré-traitements et traitements des données, les difficultés rencontrées.
- **Rapport final de campagne** : il inclura une version finalisée du rapport intermédiaire de campagne et présentera de manière descriptive l'ensemble des legs.
- **Rapport d'analyse scientifique** : il fournira une analyse de la sensibilité écologique de la zone au regard des données acquises. Il détaillera les analyses des données, les modélisations spécifiques, etc.

1.3. Calendrier

Lot	Type d'étude	Compartiment écologique	Durée et période	Début d'étude	Rapport intermédiaire	Fin d'acquisition	Rapport final
1	Synthèse bibliographique mammifères	Mammifères marins & chiroptères	3 mois	nov.-16	NA	NA	janv.-17
1	Synthèse bibliographique oiseaux	Avifaune	3 mois	nov.-16	NA	NA	janv.-17
2	Transects par navire	Avifaune & mammifères marins	1 an	janv.-17	juin-17	déc.-17	mars-18
2	Transects par avion	Mammifères marins & avifaune	1 an	janv.-17	juin-17	déc.-17	mars-18
3	Observatoire d'acoustique passive	Mammifères marins (cétacés)	1 an	mars-17	juin-17	mars-17	mai-18

