

EOLIENNES FLOTTANTES DU GOLFE DU LION

ÉTUDE D'IMPACT

1 - Contexte et objectifs du projet





Sommaire

1 - Contexte et objectifs du projet.....	1
1.1 - L'appel à projets EoFlo.....	4
1.2 - Le projet de ferme pilote EFGL	5
1.3 - Présentation des Maîtres d'ouvrage	5
1.3.1 - Les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion (LEFGL).....	6
1.3.1.1 Rôle de la société de projet LEFGL	6
1.3.1.2 Présentation des actionnaires fondateurs.....	6
1.3.2 - RTE, Réseau de Transport d'Electricité	7
1.3.2.1 Rôle de la société RTE	7
1.3.2.2 Présentation de RTE	8
1.4 - Les partenaires fournisseurs	9
1.4.1 - EIFFAGE.....	9
1.4.2 - PRINCIPLE POWER (PPI).....	9
1.5 - Le contexte réglementaire	10
1.5.1 - La concertation.....	10
1.5.2 - L'évaluation environnementale.....	13
1.5.2.1 Ouvrages concernés	13
1.5.2.2 L'étude d'impact	14
1.5.2.3 Les consultations et l'avis de l'autorité environnementale	15
1.5.3 - L'enquête publique.....	17
1.5.3.1 Champs d'application	17
1.5.3.2 Déroulement de l'enquête publique	17
1.5.4 - Passage dans la bande littorale des 100 mètres et dans les espaces remarquables du littoral	18
1.5.5 - Les autorisations administratives préalables à la réalisation du Projet..	19
1.5.5.1 Autorisation environnementale	20
1.5.5.2 Concession d'utilisation du Domaine Public Maritime	23
1.5.5.3 Déclaration d'Utilité Publique (DUP)	23
1.5.5.4 Approbation de Projet d'Ouvrage.....	24
1.5.6 - Synthèse des autorisations administratives nécessaires	25



Tableaux

Tableau 1 : Catégories de projets soumis à évaluation environnementale ou à examen au cas par cas (source : extrait de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement)	13
Tableau 2 : Synthèse des autorisations administratives requises par ouvrage	19
Tableau 3 : Synthèse du contexte réglementaire relatif au projet.....	25

Figures

Figure 1 : RTE, acteur central du paysage électrique (source : RTE)	8
---	---



1.1 - L'appel à projets EoIFlo

L'éolien flottant est l'énergie marine renouvelable qui présente le plus important potentiel à l'échelle mondiale, notamment en Europe, en Amérique du Nord et en Asie. Avec le 8^{ème} potentiel technique exploitable d'éolien flottant au monde, la France apparaît très bien placée. Ceci est vrai en Bretagne et en Méditerranée, régions qui concentrent les opportunités d'émergence et de développement de l'éolien flottant grâce à des conditions particulièrement favorables à cette technologie.

L'Etat français a lancé le 5 août 2015 un appel à projets « Fermes pilotes éoliennes flottantes » (AAP EoIFlo) dans le cadre du programme « Démonstrateurs de la transition écologique et énergétique » des Investissements d'Avenir. Cet appel à projets a pour objectif d'accompagner la réalisation en mer de fermes pilotes d'éoliennes flottantes afin de positionner la France comme le leader mondial de cette filière émergente à très fort potentiel de développement.

Un projet de ferme pilote d'éoliennes flottantes consiste à installer, à l'échelle 1 et en conditions réelles d'exploitation, un ensemble d'éoliennes flottantes et son système d'évacuation de l'électricité produite vers le Réseau Public de Transport d'électricité.

Une ferme pilote constitue la dernière étape de maturation des technologies (après le stade prototype et démonstrateur) qui permet d'évaluer les risques et bénéfices sur tous les plans, techniques, environnementaux et aussi d'identifier les paramètres technico-économiques à optimiser pour réduire les coûts de potentielles futures fermes commerciales. L'objectif est d'acquérir une expérience indispensable et préalable à l'émergence puis à la consolidation d'une filière industrielle française sur une nouvelle technologie à très fort potentiel de développement.

En Méditerranée, l'appel à projets a porté sur trois zones :

- La zone de Faraman, avec un raccordement au poste électrique de Port-Saint-Louis-du-Rhône (dans le département des Bouches-du-Rhône) ;
- La zone de Gruissan, avec un raccordement au poste électrique de Port-La Nouvelle (département de l'Aude) ;
- La zone de Leucate-Le Barcarès, avec un raccordement au poste électrique de Salanques (commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque, dans les Pyrénées-Orientales).

Le projet de ferme pilote des « Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion » (EFGL) a été sélectionné par l'Etat le 3 novembre 2016.



1.2 - Le projet de ferme pilote EFGL

Le projet de ferme pilote EFGL prévoit l'installation, à l'horizon 2021, d'une ferme pilote de 4 éoliennes flottantes à 16 km au large des communes de Leucate et du Barcarès en région Occitanie, premier gisement éolien maritime français, et le raccordement des éoliennes au Réseau Public de Transport d'électricité (RPT).

Le projet de ferme pilote EFGL comprend 4 éoliennes d'une puissance unitaire maximale de 6,33 MW, associées aux flotteurs semi-submersibles conçus par PRINCIPLE POWER (PPI) à Aix-en-Provence et construits par EIFFAGE METAL à Fos-sur-Mer. Le raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité (RPT) sera assuré par RTE, Réseau de Transport d'Electricité. Le projet présente une puissance maximale installée de 25,32 MW.

Le projet EFGL a été développé en concertation avec les acteurs locaux. Il s'inscrit dans la démarche de transition énergétique engagée par la région Occitanie dont l'ambition est de devenir la première région à énergie positive, programme qui intègre un scénario de 3 GW (3 000 MW) d'éolien flottant d'ici à 2050. Le projet entend contribuer à ces objectifs en produisant chaque année l'équivalent de la consommation électrique de près de 50 000 habitants.

Ce projet s'inscrit dans le contexte de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE), approuvée par décret le 27 octobre 2016, qui prévoit pour la période 2018 à 2023 le développement en France de l'énergie éolienne en mer et notamment de l'éolien en mer flottant, avec 100 MW de projets pilotes mis en service et jusqu'à 2 GW (2 000 MW) de projets commerciaux attribués.

1.3 - Présentation des Maîtres d'ouvrage

Ce projet est porté par deux maîtres d'ouvrages :

- La société de projet Les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion (LEFGL), en charge de l'installation et de l'exploitation de la ferme pilote EFGL ;
- La société Réseau de Transport d'Electricité (RTE), en charge du raccordement du projet EFGL au Réseau Public de Transport d'électricité.

Au sens de l'article L.122-1 du code de l'environnement, la notion de « projet » recouvre à la fois le projet de **Ferme pilote des Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion (maître d'ouvrage : LEFGL) et son raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité (maître d'ouvrage : RTE).**





1.3.1 - Les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion (LEFGL)

1.3.1.1 Rôle de la société de projet LEFGL

Le 3 novembre 2016, l'État a attribué à la société projet Les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion S.A.S (LEFGL), constituée des trois actionnaires fondateurs (ENGIE, EDP Renewables Europe S.L. et le groupe Caisse des Dépôts) le développement, la construction et l'exploitation du projet de ferme pilote EFGL situé dans la zone de Leucate-Le Barcarès définie dans le cahier des charges de l'appel à projets EoIFlo.

LEFGL réunit les compétences complémentaires des sociétés ENGIE Green France (filiale du groupe ENGIE), EDP Renewables Europe S.L. (détenue à 100% par EDP Renewables) et Eolien en Mer Participations (filiale à 100% de la Caisse des dépôts), respectivement actionnaires à 45%, 35%, et 20% de la société de projet LEFGL.

1.3.1.2 Présentation des actionnaires fondateurs



1.3.1.2.1 ENGIE

ENGIE inscrit la croissance responsable au cœur de ses métiers (électricité, gaz naturel, services à l'énergie) pour relever les grands enjeux de la transition énergétique vers une économie sobre en carbone: l'accès à une énergie durable, l'atténuation et l'adaptation au changement climatique et l'utilisation raisonnée des ressources. Le Groupe développe des solutions performantes et innovantes pour les particuliers, les villes et les entreprises en s'appuyant notamment sur son expertise dans quatre secteurs clés : les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, le gaz naturel liquéfié et les technologies numériques.

Acteur mondial de l'énergie, ENGIE est le premier producteur éolien en France. ENGIE compte 5 700 collaborateurs en région Occitanie répartis sur 22 filiales, dont 5 dédiées à 100 % aux énergies renouvelables.

Quatrième employeur privé de la région, le groupe est présent dans le domaine des énergies renouvelables via ses filiales ENGIE Green, la Société Hydro-Electrique du Midi (SHEM) et la Compagnie Nationale du Rhône (CNR).

ENGIE Green, qui pilote au sein d'ENGIE le développement du projet éolien flottant, est présente dans la région à travers ses agences de Montpellier et de Rivesaltes.



1.3.1.2.2 EDP Renewables Europe (EDPR)

EDP Renewables est un leader mondial du secteur des énergies renouvelables et un des plus grands producteurs d'énergie éolienne dans le monde. Fort d'un portefeuille d'actifs de premier plan et d'une position de leader mondial, EDPR a connu un développement exceptionnel au cours de ces dernières années et est aujourd'hui présent sur 12 marchés à travers le monde (Belgique, Brésil, Canada, Espagne, États-Unis, France, Italie, Mexique, Pologne, Portugal, Royaume-Uni et Roumanie).

EDPR est un acteur majeur des énergies renouvelables en France avec 40 parcs éoliens terrestres en exploitation. EDPR est aussi actionnaire des projets éolien en mer de Dieppe-Le Tréport et des Iles d'Yeu et de Noirmoutier. EDPR est engagé durablement à accompagner de son expertise et de ses moyens humains et financiers l'effort français de transition énergétique. EDPR est aussi un pionnier de l'éolien flottant avec son prototype WindFloat 1 testé au large du Portugal.

EDPR bénéficie d'une implantation locale en région Occitanie où elle dispose d'une agence à Millau ainsi qu'un centre de stockage à Salles-Curan en Aveyron.

1.3.1.2.3 Groupe Caisse des Dépôts

La Caisse des Dépôts et ses filiales constituent un groupe public, investisseur de long terme au service de l'intérêt général et du développement économique des territoires. Sa mission a été réaffirmée par la loi de modernisation de l'économie du 4 août 2008. Reconnu pour son expertise dans la gestion de mandats, le Groupe concentre son action sur quatre transitions stratégiques pour le développement à long terme de la France et de l'Outre-mer : les transitions territoriale, écologique et énergétique, numérique, démographique et sociale.

Acteur de référence du développement territorial avec 671 M€ investis en 2016 ayant permis de financer plus de 5 milliards d'euros de projets dans les territoires, la Caisse des Dépôts rassemble 65 personnes à Toulouse et à Montpellier.

1.3.2 - RTE, Réseau de Transport d'Electricité

1.3.2.1 Rôle de la société RTE

Compte tenu de la puissance maximale du projet EFGL (24,6 MW au maximum), la tension de référence pour le raccordement au réseau public de transport est 63 kV. Ainsi, RTE, en tant que gestionnaire du réseau de transport d'électricité, est maître d'ouvrage du raccordement de la ferme pilote au Réseau Public de Transport d'électricité, chargé de concevoir, de réaliser et de maintenir le raccordement au Réseau Public de Transport (RPT) d'électricité. De ce fait, RTE est responsable de l'élaboration de propositions de fuseaux de passage de la liaison de raccordement, de l'obtention des autorisations, de l'installation puis de l'exploitation de la liaison de raccordement.

Dans le cadre de ce projet, la mission de RTE, en tant que concessionnaire du Réseau Public de Transport d'électricité, est de prendre en charge l'énergie produite par les éoliennes en mer et de l'acheminer jusqu'aux zones de consommation sur le domaine terrestre.



Pour atteindre cet objectif, les éoliennes flottantes seront raccordées au Réseau Public de Transport d'électricité existant à la tension de référence 63 kV via la création d'une liaison sous-marine puis souterraine d'export d'une longueur totale d'environ 21,5 km entre le point de livraison sur la ferme pilote en mer et le poste électrique RTE existant de Salanques.

1.3.2.2 Présentation de RTE

RTE, gestionnaire du Réseau Public de Transport d'électricité français, exerce ses missions dans le cadre de la concession prévue par l'article L. 321-1 du code de l'énergie qui lui a été accordée par l'Etat.

RTE est une entreprise au service de ses clients, de l'activité économique et de la collectivité. RTE a pour mission l'exploitation, la maintenance et le développement du réseau haute et très haute tension afin d'en assurer le bon fonctionnement.

RTE doit assurer à ses clients l'accès à une alimentation électrique économique, sûre et propre. RTE connecte ses clients par une infrastructure adaptée et leur fournit tous les outils et services qui leur permettent d'en tirer parti pour répondre à leurs besoins, dans un souci d'efficacité économique, de respect de l'environnement et de sécurité d'approvisionnement en énergie. À cet effet, RTE exploite, maintient et développe le réseau à haute et très haute tension. Il est le garant du bon fonctionnement et de la sûreté du système électrique.

RTE achemine l'électricité entre les fournisseurs d'électricité (français et européens) et les consommateurs, qu'ils soient distributeurs d'électricité ou industriels directement raccordés au réseau de transport. 105 448 km de lignes comprises entre 63 kV et 400 kV et 50 lignes transfrontalières connectent ainsi le réseau français à 33 pays européens, offrant ainsi des opportunités d'échanges d'électricité essentiels pour l'optimisation économique du système électrique.

RTE compte 845 salariés en Occitanie, dont plus d'une vingtaine dans les départements des Pyrénées-Orientales et de l'Aude.

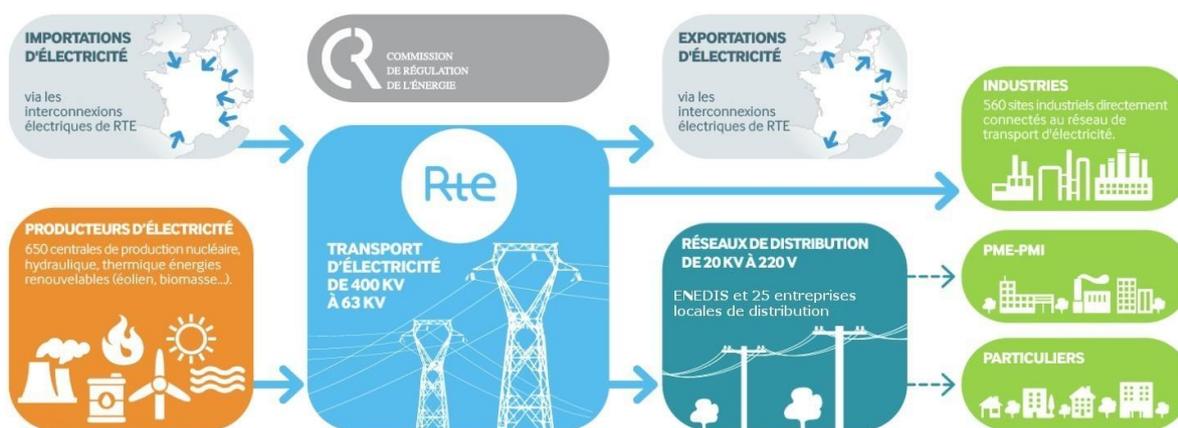


Figure 1 : RTE, acteur central du paysage électrique (source : RTE)



1.4 - Les partenaires fournisseurs



1.4.1 - EIFFAGE

Avec 2 900 salariés en région Occitanie, sa branche Métal est leader de la construction métallique et présente une expérience forte dans la construction de fermes éoliennes en mer.

EIFFAGE METAL dispose d'un chantier de construction méditerranéen à Fos-sur-Mer, avec notamment une rampe de mise à l'eau de structures flottantes.

1.4.2 - PRINCIPLE POWER (PPI)

Fournisseur de technologies et de services pour l'industrie de l'éolien en mer, sa technologie innovante et éprouvée de fondation flottante pour éolienne donne l'accès aux sites en mer situés dans des eaux profondes.

PRINCIPLE POWER développe sa présence en France par son implantation à Aix-en-Provence où sera réalisée l'ingénierie du projet.



1.5 - Le contexte réglementaire

1.5.1 - La concertation

La concertation constitue un facteur essentiel de l'adhésion à tout projet d'ouvrage. Une démarche structurée de concertation dans le cadre du projet a donc été engagée dans le but :

- De définir, notamment avec les élus, les populations concernées, les services de l'Etat et les associations, les caractéristiques du projet ainsi que les mesures d'insertion environnementale et d'accompagnement du projet ;
- D'apporter une information de qualité aux populations concernées par le projet, et de répondre à leurs interrogations.

Dès 2009, le gouvernement a lancé une action de concertation et de planification visant à accélérer le déploiement des énergies marines renouvelables afin d'atteindre les objectifs fixés dans le cadre de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) et de développer une filière industrielle française.

Cette concertation a été poursuivie en 2014 et 2015 sur le sujet spécifique de l'éolien flottant en Méditerranée sous l'autorité des Préfets de région Provence-Alpes-Côte d'Azur et Occitanie, et du Préfet maritime de la Méditerranée, préfets coordonnateurs de la façade.

En Occitanie, cette phase de la concertation a été menée par les services de l'Etat en région, la Préfecture de région, la Préfecture Maritime et la Direction Interrégionale de la Mer, et également par la région Occitanie dans le cadre du Parlement de la Mer. Le Parc naturel marin du golfe du Lion a également été consulté.

Le résultat, formulé au regard des enjeux techniques, réglementaires, environnementaux et socio-économiques spécifiques à chaque territoire, a été la mise au point en avril 2015 d'un document à l'échelle de la façade méditerranéenne définissant trois zones propices au déploiement de fermes pilotes d'éoliennes flottantes, dont deux zones en Occitanie : l'une au large de Gruissan (Aude), l'autre au large des communes de Leucate (Aude) et du Barcarès (Pyrénées-Orientales).

Le Parc naturel marin du golfe du Lion, au sein duquel se situe la zone de Leucate-Le Barcarès, a eu une action déterminante pour définir cette zone dans le cadre de son groupe de travail éolien flottant regroupant de nombreux membres du conseil de gestion du Parc naturel marin.

Dans le cadre du développement du projet, les maîtres d'ouvrage ont rencontré de nombreux acteurs dans la région afin de recueillir leurs avis, leurs attentes, leurs conseils ou leurs recommandations. Plus de 200 rencontres avec les parties prenantes ont ainsi été réalisées entre 2015 et 2017.

La concertation relative à la définition du Fuseau de Moindre Impact de raccordement a quant à elle été initiée par RTE en décembre 2016 sous l'égide du préfet coordonnateur des Pyrénées-Orientales et dans le cadre de la circulaire de la Ministre déléguée à l'industrie du 9 septembre 2002¹, relative au développement des réseaux publics de transport et de distribution de l'électricité.

¹ Circulaire signée par Madame Nicole Fontaine le 9 septembre 2002



Elle a permis de valider en réunion plénière notamment l'aire d'étude du raccordement électrique et le fuseau de moindre impact en mer et à terre à l'intérieur duquel s'inscrira le tracé de la liaison de raccordement.

Conformément à la possibilité ouverte par l'article L. 121-8-II du Code de l'environnement, les maîtres d'ouvrage ont saisi conjointement le 22 mars 2017 la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) afin de lui demander de désigner un garant durant la période de concertation préalable du projet². Dans sa décision en date du 5 avril 2017³, la CNDP a désigné Madame Claude Brévan comme garante de la concertation préalable et par décision du 7 juin 2017⁴, la CNDP a validé les modalités d'organisation de la concertation ainsi que son calendrier. Elle y a par ailleurs rendu un avis sur le dossier de concertation, estimant que ce dernier était suffisamment complet pour permettre le lancement de la concertation.

Cette concertation préalable a permis de partager les informations relatives aux ouvrages mais aussi de recueillir les avis et préoccupations des acteurs du territoire.

La concertation visait trois objectifs majeurs :

- Informer les parties prenantes et les habitants sur le projet ;
- Susciter l'expression et recueillir les avis et points de vue ;
- Faire émerger les informations de terrain et enrichir le projet.

Les éléments recueillis au cours de ces différentes actions ont permis d'affiner les différentes solutions envisagées et de finaliser certains choix qui se trouvent aujourd'hui dans les différents dossiers administratifs, dont l'étude d'impact. La concertation préalable s'est tenue du 27 juin au 27 septembre 2017 et a fait l'objet de deux réunions publiques (à Leucate le 27 juin 2017 et au Barcarès le 5 juillet 2017). Ces réunions ont été suivies chacune de quatre ateliers thématiques puis d'une dernière réunion publique de restitution des échanges (qui s'est tenue le 21 septembre 2017 à Port-Leucate).

Huit permanences des maîtres d'ouvrage se sont tenues sur les communes de Leucate et Le Barcarès, entre les mois de juillet et septembre 2017.

Le site internet a compté 3 500 pages vues mais a été essentiellement utilisé comme un moyen d'information ; peu de personnes y ont en effet eu recours pour émettre des avis ou poser des questions. Les réseaux sociaux ont été actifs durant cette période (700 abonnés Facebook, 21 000 utilisateurs), avec les limites propres à ces médias peu adaptés à l'expression d'avis très argumentés.

² Avis de saisine de la CNDP publié dans la presse nationale et locale le 4 avril 2017
https://www.debatpublic.fr/sites/cndp.portail/files/documents/avis_les_echos_20170404_0.pdf

³ CNDP, Décision n° 2017/10/LEFGL/1 https://www.debatpublic.fr/sites/cndp.portail/files/documents/decision_2017-10-lefgl-1.pdf

⁴ CNDP, Décision n° 2017/23/LEFGL/2 https://www.debatpublic.fr/sites/cndp.portail/files/documents/decision_2017-23-lefgl-2.pdf



A la suite de la publication le 25 octobre 2017 du « Bilan du garant de la concertation préalable » réalisé par Madame Claude Brévan⁵ (cf. annexe 1), acté par décision de la CNDP le 8 novembre 2017⁶, les maîtres d'ouvrages ont tiré les enseignements de cette concertation préalable dans une décision en date du 15 décembre 2017⁷ (cf. annexe 2).

La garante désignée par la Commission Nationale du Débat Public, va poursuivre ses missions jusqu'à l'ouverture de l'enquête publique qui se tiendra sur le projet.

En parallèle de cette concertation préalable, un Comité de liaison a été mis en place le 20 juin 2017. Il s'agit d'un lieu d'information et d'échanges entre les parties prenantes et acteurs du territoire (notamment les représentants des communes de Leucate, du Barcarès, de Saint-Laurent-de-la-Salanque, du Parc naturel marin du golfe du Lion, du monde scientifique, des associations naturalistes, etc.).

Les objectifs de ce Comité sont :

- De partager des informations concernant l'avancement du projet, les choix technologiques et environnementaux, les options techniques, technico-économiques, environnementales ;
- De favoriser des réflexions sur la préservation de l'environnement naturel, l'économie des territoires, le tourisme, les usages de la mer, etc. ;
- De recueillir les conseils, suggestions, propositions sur le projet ;
- D'apporter des réponses aux questions des parties prenantes.

Réuni une seconde fois le 30 novembre 2017, ce Comité sera maintenu sur le long terme et sera réuni pendant les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement du projet.

⁵ *Projet d'un parc pilote d'éoliennes flottantes dans le golfe du Lion, Concertation préalable, Bilan du garant, Claude Brévan, désignée par Commission Nationale du Débat Public, 25 octobre 2017*

Publication :

- <http://info-efgl.fr/wp-content/uploads/2017/11/Bilan-Mme-Breван-Eoliennes-Golfe-du-Lion.pdf>
- https://www.debatpublic.fr/sites/cndp.portail/files/documents/bilan_mme_breван_-_eoliennes_golfe_du_lion_2.pdf
- <http://www.rte-france.com/fr/projet/raccordement-du-parc-eolien-flottant-au-large-de-leucate-le-barcares>

⁶ CNDP, Décision 2017/70/LEFGL/4 du 8 novembre 2017

https://www.debatpublic.fr/sites/cndp.portail/files/documents/decision_2017-70_legfl_4.pdf

⁷ *Décision des maîtres d'ouvrage à l'issue de la concertation préalable sur le projet des Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion, EFGL, RTE, 15 décembre 2017*

- https://www.debatpublic.fr/sites/cndp.portail/files/decision_moa_efgl_rte_20171215.pdf
- http://info-efgl.fr/wp-content/uploads/2017/12/DECISION_MOA_EFGL_RTE_20171215.pdf



1.5.2 - L'évaluation environnementale

 Ferme pilote <input checked="" type="checkbox"/>	 Raccordement <input checked="" type="checkbox"/>
---	---

1.5.2.1 Ouvrages concernés

L'article L. 122-1 du code de l'environnement prévoit que les "projets qui, par leur nature, leur dimension ou leur localisation, sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine font l'objet d'une évaluation environnementale en fonction de critères et de seuils définis par voie réglementaire et, pour certains d'entre eux, après un examen au cas par cas effectué par l'autorité environnementale".

Ce sont les projets relevant d'une ou plusieurs rubriques énumérées dans le tableau annexé au nouvel article R. 122-2 du code de l'environnement qui font l'objet d'une évaluation environnementale de façon systématique ou après un examen au cas par cas en fonction des critères et seuils précisés dans le tableau.

L'évaluation environnementale est un processus constitué de :

- L'élaboration, par le maître d'ouvrage, d'un rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement, dénommé ci-après « étude d'impact » ;
- La réalisation de consultations prévues par le code de l'environnement ;
- L'examen, par l'autorité compétente pour autoriser le projet, de l'ensemble des informations présentées dans l'étude d'impact et reçues dans le cadre des consultations effectuées et du maître d'ouvrage.

L'évaluation environnementale permet de décrire et d'apprécier de manière appropriée, en fonction de chaque cas particulier, les incidences notables directes et indirectes d'un projet sur les facteurs listés à l'article L. 122-1 III du code de l'environnement (tels que la population et la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air et le climat ou encore le patrimoine culturel et le paysage).

Le projet de ferme pilote EFGL et son raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité répondent à la définition de « projet » au sens de l'article L. 122-1-I du code de l'environnement et sont concernés par les deux catégories suivantes de l'annexe précitée. Ils sont donc soumis de façon systématique à une évaluation environnementale.

CATEGORIES DE PROJETS	PROJETS SOUMIS A EVALUATION ENVIRONNEMENTALE	PROJETS SOUMIS A EXAMEN AU CAS PAR CAS
31. Installation en mer de production d'énergie	Eoliennes en mer	Toute autre installation
33. Lignes électrique sous-marines en haute et très haute tension	Construction de lignes électriques en haute et très haute tension (HTB) en milieu marin	

Tableau 1 : Catégories de projets soumis à évaluation environnementale ou à examen au cas par cas (source : extrait de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement)



En outre, l'article L. 122-1-III du code de l'environnement précise qu'un projet constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité. Ce même article précise que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact.

Le Projet porté par LEFGL et RTE est donc soumis à une évaluation environnementale commune, laquelle portera sur l'ensemble des éléments relatifs aux travaux réalisés pour la ferme pilote et pour son raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité, celui-ci impliquant notamment la construction d'une liaison sous-marine et souterraine à 66 000 volts jusqu'au poste électrique de Salanques.

1.5.2.2 L'étude d'impact

L'étude d'impact est un document clé de l'évaluation environnementale rédigé par le maître d'ouvrage. Sa réalisation est une étape préalable à tout projet d'implantation de dispositif éolien en mer. Elle conditionne l'attribution des autorisations nécessaires à la réalisation d'un tel projet. Elle doit permettre :

- De concevoir le projet de moindre impact environnemental : pour le maître d'ouvrage, elle constitue le moyen de démontrer la façon dont les enjeux environnementaux ont été pris en compte ;
- D'éclairer les autorités administratives compétentes sur la décision à prendre notamment au regard de la mise en œuvre de mesures d'évitement, de réduction ou de compensation des effets dommageables du Projet ;
- D'informer le public et le faire participer à la prise de décision : la participation active et continue du public est essentielle pour l'intégration environnementale de tels projets.

L'étude d'impact est établie conformément aux articles R. 122-1 et suivants du code de l'environnement, pris pour application des articles L. 122-1 à L. 122-3-3 du code de l'environnement.

Le contenu de l'étude d'impact est précisé à l'article R. 122-5 du code de l'environnement. Il comprend :

- **Un résumé non technique** des informations prévues ci-dessous, facilitant la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude d'impact ;
- **Une description du projet** comportant en particulier des informations relatives à sa localisation, ses caractéristiques physiques, les principales caractéristiques de la phase opérationnelle et une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus ;
- **Une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement**, dénommée « scénario de référence », et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet ;
- Une description des facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet ;
- **Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement.** Cette description des incidences notables porte sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet.



- Une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ;
- **Une description des solutions de substitution raisonnables au projet qui ont été examinées** par le maître d'ouvrage et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine ;
- Les mesures prévues par le Maître de l'ouvrage pour :
 - Eviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
 - Compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.
- **Les modalités de suivi des mesures** d'évitement, de réduction et de compensation proposées ;
- **Une description des méthodes** de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement ;
- Les noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation.

L'étude d'impact est jointe aux différents dossiers de demande d'autorisation ainsi qu'au dossier d'enquête publique.

L'analyse des impacts du projet et de son raccordement seuls mais également de leurs impacts cumulés avec d'autres projets a permis de conclure à l'absence d'impact en dehors du territoire français et donc à l'absence d'impact sur le territoire de l'Espagne. Le projet et son raccordement ne sont donc pas soumis à l'évaluation de l'impact sur l'environnement (EIE) dans un contexte transfrontière en application de la Convention sur l'évaluation des impacts sur l'environnement, adoptée en 1991 (dite Convention d'Espoo), approuvée par la France le 15/06/2001 et ratifiée par l'Espagne le 10/09/1992.

1.5.2.3 Les consultations et l'avis de l'autorité environnementale

Conformément à l'Article L. 122-1 V du code de l'environnement, les autorités compétentes pour prendre les décisions d'autorisation du Projet transmettent pour avis les dossiers comprenant l'étude d'impact et les dossiers de demandes d'autorisation à l'autorité environnementale compétente et aux collectivités territoriales et leurs groupements intéressés au regard des incidences environnementales notables du Projet sur leur territoire.

C'est notamment au vu des analyses présentées dans l'étude d'impact, des avis formulés dans le cadre de ces consultations ainsi que du résultat de l'enquête publique que les autorités compétentes décideront, le moment venu, de délivrer ou non les différentes autorisations au regard des incidences notables du Projet sur l'environnement.

Le Projet comprend la réalisation de la ferme pilote sous Maîtrise d'ouvrage de LEFGL et de son raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité sous Maîtrise d'ouvrage RTE et répond à la notion de projet au sens du code de l'environnement.



Le Projet est donc soumis à évaluation environnementale, impliquant la réalisation d'une étude d'impact commune.



1.5.3 - L'enquête publique

 Ferme pilote	<input checked="" type="checkbox"/>	 Raccordement	<input checked="" type="checkbox"/>
--	-------------------------------------	--	-------------------------------------

1.5.3.1 Champs d'application

L'enquête publique, qui est régie par les dispositions des articles L. 123-1 et suivants du code de l'environnement, a pour objet d'assurer l'information et la participation du public sur le projet qui est proposé et de recueillir ses observations.

Le Projet porté par LEFGL et RTE nécessite l'organisation d'une enquête publique à plusieurs titres.

Une enquête publique est requise :

- En application des dispositions des articles L. 2124-1 et R. 2124-7 du code général de la propriété des personnes publiques qui prévoient que les projets de convention relative à l'utilisation du domaine public maritime font l'objet, préalablement à leur approbation, d'une enquête publique menée dans les formes prévues par les articles R. 123-1 à R. 123-27 du code de l'environnement.
- En application des dispositions des articles L. 181-9 et suivants du code de l'environnement qui prévoient que les autorisations environnementales font l'objet, avant leur délivrance, d'une enquête publique.
- En application des dispositions des articles L. 121-17 et L. 121-25 du code de l'urbanisme, concernant la réalisation de canalisations et de jonctions électriques dans la bande littorale des 100 mètres et dans les espaces remarquables du littoral.
- En application de l'article L. 323-3 du code de l'énergie qui prévoit que la déclaration d'utilité publique du projet d'ouvrage électrique est précédée d'une enquête publique dans les cas prévus au chapitre II ou au chapitre III du titre II du livre Ier du code de l'environnement.

A noter également que la demande d'approbation d'ouvrage qui sera sollicitée par LEFGL sera également soumise à enquête publique dans la mesure où cette demande doit faire l'objet d'une étude d'impact (plus de détails sur cette demande figurent en section 1.5.5.4ci-dessous).

Une enquête publique unique peut être organisée, conformément à l'article L. 123-6 du code de l'environnement, pour les projets dont la réalisation est soumise à l'organisation de plusieurs enquêtes, ce qui est le cas pour le Projet.

1.5.3.2 Déroulement de l'enquête publique

L'enquête publique est ouverte et organisée par arrêté préfectoral. Elle est conduite par un commissaire enquêteur ou une commission d'enquête désignée par le président du tribunal administratif.

L'enquête est annoncée par voie dématérialisée et par voie de presse et d'affiches quinze jours au moins avant le début de l'enquête et rappelée dans les huit premiers jours de celle-ci dans deux journaux régionaux ou locaux diffusés dans le ou les département(s) concerné(s), à savoir l'Aude et les Pyrénées-Orientales, ainsi que sur le site internet de la préfecture de département. L'avis d'ouverture d'enquête est publié sur le site internet de l'autorité compétente.



L'arrêté d'ouverture de l'enquête précise, s'il y a lieu, les coordonnées de chaque Maître d'ouvrage responsable des différents éléments du projet, plan ou programme soumis à enquête, et le dossier soumis à enquête publique est établi sous la responsabilité de chacun d'entre eux.

La durée de l'enquête publique ne peut être inférieure à la durée de la plus longue prévue par l'une des législations concernées.

Le dossier soumis à enquête publique unique comporte les pièces ou éléments exigés au titre de chacune des enquêtes initialement requises et une note de présentation non technique du ou des projets, plans ou programmes. Sont notamment joints au dossier d'enquête publique l'ensemble des dossiers de demandes d'autorisation ainsi que l'étude d'impact qui constitue la pièce centrale du dossier soumis à enquête publique. La publicité de l'étude d'impact est assurée grâce à l'enquête publique.

Le public doit pouvoir consulter le dossier sur internet, pendant toute la durée de l'enquête. En outre, des points de consultation du dossier sur un poste informatique en libre accès ainsi que des horaires de consultation doivent être prévus et précisés dans l'arrêté d'ouverture.

Les observations du public peuvent parvenir directement au commissaire enquêteur ou à la commission d'enquête ou être consignées sur un registre d'enquête mis à sa disposition dans les lieux d'enquête et le cas échéant, selon les moyens de communication électronique indiqués dans l'arrêté d'ouverture d'enquête. Les observations et propositions du public sont accessibles et peuvent être transmises sur le site internet comportant le registre dématérialisé sécurisé.

A la fin de l'enquête, le commissaire enquêteur ou la commission d'enquête rend un rapport unique relatant le déroulement de l'enquête, examinant les observations du public et comprenant des conclusions motivées au titre de chacune des enquêtes publiques initialement requises. Le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur sont rendus publics par voie dématérialisée sur le site internet de l'enquête publique et par support papier dans un lieu où ils peuvent être consultés.

Le rapport ainsi établi et les conclusions du commissaire enquêteur ou la commission d'enquête sont transmis à l'autorité compétente ainsi qu'au Président du Tribunal Administratif dans un délai d'un mois.

L'autorité compétente transmet par la suite le rapport ainsi établi et les conclusions du commissaire enquêteur ou la commission d'enquête aux Maîtres d'ouvrage ainsi qu'à la mairie de chacune des communes où s'est tenue l'enquête publique et à la préfecture du département concernée pour y être tenus à disposition du public pendant un an à compter de la clôture de l'enquête.

1.5.4 - Passage dans la bande littorale des 100 mètres et dans les espaces remarquables du littoral

Les articles L. 121-17 et L. 121-25 du code de l'urbanisme prévoient que peuvent être autorisés dans la bande littorale des 100 mètres et dans les espaces remarquables du littoral « l'atterrage des canalisations et leurs jonctions, lorsque ces canalisations et jonctions sont nécessaires à l'exercice des missions de service public définies à l'article L. 121-4 du code de l'énergie ».

Les ouvrages doivent être réalisés en « utilisant des techniques souterraines ».

Ces techniques souterraines doivent toujours être celles de moindre impact environnemental.

Il n'est pas prévu d'autorisation spécifique pour la traversée de la bande littorale des 100 mètres et des espaces remarquables du littoral.

La possibilité de traverser la bande littorale des 100 mètres et un espace remarquable du littoral est subordonnée à la réalisation préalable d'une enquête publique.



1.5.5 - Les autorisations administratives préalables à la réalisation du Projet

		
Autorisation Environnementale (tenant lieu notamment d'autorisation au titre de la loi sur l'eau, d'absence d'opposition au titre du régime d'évaluation des incidences Natura 2000 et de Dérogation Espèces Protégées)	X	X
Concession d'utilisation du domaine public maritime naturel (CUDPMn)	X	X
Déclaration d'Utilité Publique (DUP)		X
Approbation de Projet d'Ouvrage (APO)	X	

 : Ferme pilote

 : Raccordement

Tableau 2 : Synthèse des autorisations administratives requises par ouvrage

Compte-tenu des caractéristiques des aménagements projetés ainsi que des montants prévisionnels, la réalisation du Projet est conditionnée par l'obtention préalable des autorisations administratives suivantes :

- Pour la ferme pilote⁸ :
 - Une autorisation environnementale délivrée au titre du code de l'environnement. Celle-ci tient lieu notamment (i) d'autorisation au titre de la loi sur l'eau en application des articles L. 214-3 et suivants du code de l'environnement (ii) d'absence d'opposition au titre du régime d'évaluation des incidences Natura 2000 prévu par les articles L. 414-4 et suivants du code de l'environnement et (iii) de dérogation aux interdictions édictées pour la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats en application du 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement (la "Dérogation Espèces Protégées") ;
 - Une concession d'utilisation du domaine public maritime conclue au titre au titre du code général de la propriété des personnes publiques ;
 - Une Approbation du Projet de détail (APO) pour les câbles inter-éoliennes.
- Pour le raccordement de la ferme pilote au Réseau Public de Transport d'électricité :
 - Une autorisation environnementale délivrée au titre du code de l'environnement. Celle-ci tient lieu (i) d'autorisation au titre de la loi sur l'eau en application des articles L. 214-3 et suivants du code de l'environnement (ii) d'absence d'opposition au titre du régime d'évaluation des incidences Natura 2000 prévu par les articles L. 414-4 et suivants du code de l'environnement et (iii) de Dérogation Espèces Protégées;
 - Une concession d'utilisation du domaine public maritime au titre du code général de la propriété des personnes publiques ;
 - Une déclaration d'utilité publique pour le raccordement électrique depuis le connecteur sous-marin jusqu'au poste électrique existant de Salanques ;
 - Une Approbation du Projet de détail (APO) pour la liaison de raccordement du projet au Réseau de Transport d'Electricité.

⁸ Outre les autorisations évoquées, la réalisation de la ferme pilote est subordonnée à d'autres autorisations. A titre purement indicatif et de façon non exhaustive, le projet pourrait nécessiter l'obtention d'autorisations d'occupation du domaine public portuaire et d'autorisations d'urbanisme pour les phases de construction et d'exploitation de la ferme pilote.



1.5.5.1 Autorisation environnementale

 Ferme pilote	<input checked="" type="checkbox"/>	 Raccordement	<input checked="" type="checkbox"/>
--	-------------------------------------	--	-------------------------------------

Dans le cadre de la modernisation du droit de l'environnement et des chantiers de simplification, le Gouvernement a décidé de mettre en œuvre, en 2017, le principe d'une autorisation environnementale unique pour toutes les installations, ouvrages, travaux et activités suivantes :

- Installations, ouvrages, travaux et activités mentionnés au I de l'article L. 214-3, c'est-à-dire susceptibles de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notablement le risque d'inondation, de porter gravement atteinte à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique, notamment aux peuplements piscicoles ;
- Installations classées pour la protection de l'environnement mentionnées à l'article L. 512-1 ;
- Projets mentionnés au deuxième alinéa du II de l'article L. 122-1-1 pour lesquels l'autorité délivrant l'autorisation est le préfet ainsi qu'aux projets mentionnés au troisième alinéa de ce II.

L'autorisation environnementale permet de regrouper les différents dossiers de demandes administratives relatives au code de l'environnement en un dossier unique qui comprend l'ensemble des pièces nécessaires à l'instruction de l'autorisation environnementale.

Les dossiers de demande d'autorisation environnementale doivent notamment comprendre l'ensemble des pièces listées à l'article R. 181-13 du code de l'environnement (dont l'étude d'impact réalisée en application des articles R. 122-2 et R. 122-3 du même code). Ces dossiers sont également complétés par les pièces, documents et informations propres aux activités, installations, ouvrages et travaux prévus par le projet pour lequel l'autorisation est sollicitée ainsi qu'aux espaces et espèces faisant l'objet de mesures de protection auxquels il est susceptible de porter atteinte (listés aux articles R. 181-15 et suivants du code de l'environnement).

Les dossiers de demandes d'autorisations environnementales sont adressés au Préfet de l'Aude, désigné comme préfet coordonnateur pour les procédures interdépartementales du projet EFGL. Le service coordonnateur de l'instruction des demandes d'autorisation est le service de l'Etat chargé de la police de l'eau.

En outre, l'article L. 181-7 du code de l'environnement précise que lorsqu'un pétitionnaire envisage de réaliser son projet, au sens de l'article L. 122-1 du code de l'environnement, en plusieurs tranches, simultanées ou successives, ce dernier peut solliciter des autorisations environnementales distinctes pour celles des tranches qui les nécessitent. Cette possibilité est subordonnée à la double condition que le découpage envisagé n'ait pas pour effet de soustraire le projet au champ d'application de l'autorisation environnementale et qu'il présente une cohérence au regard des enjeux environnementaux.

La ferme pilote ainsi que le raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité sont des installations, ouvrages et travaux entrant dans le champ d'application du I de l'article L. 214-3 du code de l'environnement. Par conséquent, le Projet doit faire l'objet d'une autorisation environnementale en application des dispositions des articles L. 181-1 et suivants du code de l'environnement.

En outre, et conformément à l'article L. 181-7 du code de l'environnement précité, il sera sollicité une autorisation environnementale par tranche de projet, c'est à dire une autorisation environnementale pour la « tranche ferme pilote » dont le dossier de demande sera déposé par LEFGL et une autorisation



environnementale pour la « *tranche raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité* » dont le dossier de demande sera déposé par RTE.

Ces deux autorisations environnementales tiennent lieu (i) d'autorisation au titre de la loi sur l'eau (ii) d'absence d'opposition au titre du régime d'évaluation des incidences Natura 2000 et (iii) de Dérogation Espèces Protégées.

Le dossier d'autorisation environnementale comprend ainsi :

- L'autorisation au titre de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques ;
- L'évaluation des incidences Natura 2000 ;
- Le dossier de demande de dérogation « espèces et habitats protégés ».

1.5.5.1.1 Autorisation au titre de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (IOTA)

Le projet de ferme pilote et le projet de raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité relèvent du I de l'article L. 214-3 du code de l'environnement et sont donc soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau.

Plus précisément, en application de l'article R. 214-1 du code de l'environnement, la rubrique de la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) correspondant au projet de ferme pilote et au projet de raccordement électrique est la rubrique 4.1.2.0 relative aux travaux d'aménagements portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu aquatique et ayant une incidence directe sur le milieu d'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 € (Autorisation). De plus, la liaison souterraine est soumise à deux déclarations au titre des rubriques 1.1.1.0, 1.1.2.0 et 2.2.3.0.

1.5.5.1.2 Evaluation des incidences Natura 2000

	Ferme pilote	<input checked="" type="checkbox"/>		Raccordement	<input checked="" type="checkbox"/>
---	---------------------	-------------------------------------	---	---------------------	-------------------------------------

L'article L. 414-4 du code de l'environnement précise que lorsqu'ils sont susceptibles d'affecter de manière significative un site Natura 2000, individuellement ou en raison de leurs effets cumulés, les documents de planification, les programmes ou projets d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations, les manifestations et interventions soumis à un régime administratif d'autorisation, d'approbation ou de déclaration au titre d'une législation ou d'une réglementation distincte de Natura 2000 et figurant sur une liste nationale ou sur une liste locale, font l'objet d'une évaluation d'incidences encadrée par les articles R. 414-19 à R. 414-26 du code de l'environnement.

La liste nationale telle que fixée par l'article R. 414-19, concerne notamment les travaux et projets devant faire l'objet d'une étude d'impact au titre des articles R. 122-2 et R. 122-3 du code de l'environnement et les installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) soumis à autorisation ou déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-11.

Le Projet entrant dans le champ d'application de ces articles, il devra faire l'objet d'une évaluation des incidences au titre de la réglementation sur les sites Natura 2000.

L'autorisation environnementale tenant lieu d'absence d'opposition au titre du régime d'évaluation des incidences Natura 2000, le dossier de demande d'autorisation environnementale devra contenir l'ensemble des éléments requis par l'article R. 414-23 du code de l'environnement. En pratique, ces



éléments peuvent être inclus directement dans l'étude d'impact, qui tient alors lieu d'évaluation des incidences Natura 2000.

Le Projet comprend la réalisation d'un fascicule propre à l'évaluation d'incidences Natura 2000, lequel est notamment joint à l'étude d'impact commune à la ferme pilote sous maîtrise d'ouvrage LEFGL et au raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité sous maîtrise d'ouvrage RTE.

L'autorisation environnementale délivrée à chaque maître d'ouvrage tiendra lieu d'absence d'opposition au titre du régime d'évaluation d'incidences Natura 2000.

1.5.5.1.3 Dérogation « espèces et habitats protégés »

 Ferme pilote	<input checked="" type="checkbox"/>	 Raccordement	<input checked="" type="checkbox"/>
--	-------------------------------------	--	-------------------------------------

Conformément aux dispositions de l'article L. 411-2 4° du code de l'environnement, tout pétitionnaire peut, dans le cadre du développement de son projet soumis à autorisation environnementale, déroger à la stricte protection de certaines espèces et de leurs habitats par l'obtention d'une dérogation, dite dérogation « espèces et habitats protégés », lorsque les trois conditions cumulatives suivantes sont remplies:

- La dérogation est justifiée par l'un des cinq objectifs cités au quatrième de l'article susvisé, à savoir notamment la santé et la sécurité publique, la protection de la faune et de la flore sauvages, la santé et la sécurité publiques ou d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;
- Le pétitionnaire doit prouver l'absence d'autre solution alternative satisfaisante ; et
- La dérogation ne doit pas nuire au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

L'autorisation environnementale tenant lieu de Dérogation « espèces et habitats protégées », un fascicule propre à la demande de Dérogation « espèces et habitats protégées » du projet de ferme pilote sera joint à la demande d'autorisation environnementale, comprenant les informations listées à l'article D. 181-15-5 du code de l'environnement.

En application de ces dispositions, il est sollicité une dérogation « espèces et habitats protégés » pour la « tranche ferme pilote » et une dérogation « espèces et habitats protégés » pour « la tranche raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité ».

L'autorisation environnementale délivrée à chaque maître d'ouvrage tiendra lieu de dérogation « espèces et habitats protégés ».



1.5.5.2 Concession d'utilisation du Domaine Public Maritime

 Ferme pilote	<input checked="" type="checkbox"/>	 Raccordement	<input checked="" type="checkbox"/>
--	-------------------------------------	--	-------------------------------------

Conformément aux dispositions des articles L. 2124-1 et suivants et R. 2124-1 et suivants du code général de la propriété des personnes publiques (CGPPP), l'utilisation du Domaine Public Maritime nécessite par principe la délivrance d'une concession.

A ce titre, l'implantation de la ferme pilote et des ouvrages du raccordement en mer pour le raccordement de la ferme pilote au Réseau Public de Transport d'électricité nécessite l'obtention d'une concession d'utilisation du domaine public maritime délivrée pour une durée ne pouvant excéder 40 ans.

Le dossier de demande de concession doit être adressé à l'autorité concédante. L'article R. 2124-2 du CGPPP détermine le contenu de ce dossier qui doit notamment comprendre l'étude d'impact. Dès qu'elle est saisie de la demande, l'autorité concédante consulte le préfet maritime. Il lui incombe ensuite de procéder à une publicité dans la presse préalablement à l'ouverture de l'instruction administrative. L'instruction administrative est conduite par le service gestionnaire du domaine public maritime qui consulte les administrations civiles ainsi que les autorités militaires intéressées. Le service gestionnaire du domaine public maritime recueille également l'avis du directeur départemental des finances publiques.

Le projet est en outre soumis à l'avis de la commission nautique locale ou de la grande commission nautique. L'avis du préfet maritime ou du délégué du Gouvernement pour l'action de l'Etat en mer est joint au dossier soumis à consultation. Enfin, le projet est soumis pour avis aux communes et établissements publics de coopération intercommunale territorialement intéressés et aux communes et établissements publics de coopération intercommunale dans le ressort desquels l'opération est de nature à entraîner un changement substantiel dans le domaine public maritime.

Le projet doit ensuite être soumis à enquête publique et le dossier d'enquête réunit notamment les avis recueillis lors de la phase d'instruction administrative.

En application de ces dispositions, il est sollicité une concession d'utilisation du domaine public maritime pour la ferme pilote dont le dossier de demande sera déposé par LEFGL et une concession d'utilisation du domaine public maritime pour le raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité dont le dossier de demande sera déposé par RTE.

1.5.5.3 Déclaration d'Utilité Publique (DUP)

 Raccordement	<input checked="" type="checkbox"/>
--	-------------------------------------

Le projet de raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité de la ferme éolienne flottante fait également l'objet d'une instruction administrative en vue de l'obtention d'une Déclaration d'Utilité Publique (DUP) en application des dispositions des articles L. 323-3 et suivants du code de l'énergie.

L'étude d'impact constitue la pièce maîtresse du dossier soumis à enquête publique préalable à DUP. Pour le projet, la DUP relève de la compétence du préfet de l'Aude et des Pyrénées-Orientales.

En application de ces dispositions, RTE dépose une demande de DUP pour le raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité.



1.5.5.4 Approbation de Projet d'Ouvrage

 Ferme pilote	<input checked="" type="checkbox"/>	 Raccordement	<input type="checkbox"/>
--	-------------------------------------	--	--------------------------

L'article R. 323-40 du code de l'énergie dispose que « Les ouvrages situés en amont du point d'injection par les producteurs sur le réseau public d'électricité et ceux qui sont situés en aval du point de raccordement des consommateurs au réseau public, qui sont sous tension et qui empruntent ou surplombent le domaine public ou des terrains privés, sont soumis aux dispositions des articles R.323-26 et R.323-27, même si leur niveau de tension est inférieur à 50 kilovolts, et à celles des articles R.323-8, R.323-30 à R.323-35, R.323-38, R.323-39 et R.323-43 à R.323-48 ».

L'article R. 323-26 du code de l'énergie dispose que « Sans préjudice des conditions prévues par d'autres réglementations, tout projet de création d'un poste en haute ou très haute tension, tout projet de travaux entraînant l'extension de la surface foncière d'un tel poste ainsi que tout projet d'ouvrage de plus de 50 kilovolts d'un réseau public d'électricité fait l'objet, préalablement à son exécution, d'une approbation par le Préfet dans les conditions fixées par l'article R. 323-27. [...] ».

Conformément à ces articles, LEFGL dépose une demande d'APO couvrant les liaisons inter-éoliennes de 66 kV auprès du préfet de l'Aude.

Le dossier de demande d'APO comporte notamment l'étude d'impact commune réalisée par LEFGL et RTE (le câblage inter-éoliennes constituant des lignes électriques sous-marine en haute et très haute tension soumise à étude d'impact de façon systématique en vertu de l'article R. 122-2 du code de l'environnement).

En conséquence, le dossier de demande d'APO de LEFGL sera également joint au dossier d'enquête publique.

Toutefois, depuis la promulgation de la loi n° 2018-727 du 10 août 2018 pour un Etat au service d'une société de confiance (loi ESSOC), les travaux de création d'ouvrages dont la tension maximale est supérieure à 50 kilovolts ainsi que les ouvrages privés qui empruntent le domaine public sont dispensés d'approbation préalable par l'autorité administrative ».

Cependant, le décret conduisant à la suppression de l'article R. 323-40 du code de l'énergie et ceux y référencés n'a pas encore été publié à ce jour.

La loi ESSOC est venue dispenser d'approbation préalable par l'autorité administrative, les travaux de création de liaisons électriques souterraines, de liaisons sous-marines et de postes de transformation, relevant du réseau public de transport d'électricité.

Leur réalisation devrait toujours faire l'objet d'une consultation préalable des maires, gestionnaires des domaines publics et des services publics concernés. Les modalités de cette consultation seront précisées par un décret à paraître. RTE se soumettra à cette consultation une fois le décret publié.



1.5.6 - Synthèse des autorisations administratives nécessaires

Une synthèse du contexte réglementaire relatif au projet est présentée dans le tableau ci-dessous.

AUTORISATION	FERME PILOTE (LEFGL)	RACCORDEMENT (RTE)
Autorisation environnementale	Demande déposée par LEFGL couvrant: <ul style="list-style-type: none"> - Autorisation au titre de la loi sur l'eau - Evaluation des incidences Natura 2000 - Dérogation à l'interdiction d'atteinte aux espèces et habitats protégés 	Demande déposée par RTE couvrant: <ul style="list-style-type: none"> - Autorisation au titre de la loi sur l'eau - Evaluation des incidences Natura 2000 - Dérogation à l'interdiction d'atteinte aux espèces et habitats protégés
Concession d'utilisation du Domaine Public Maritime	Demande déposée par LEFGL	Demande déposée par RTE
Déclaration d'utilité publique (DUP)	Non concerné	Demande déposée par RTE au titre de la liaison de raccordement
Demande d'approbation d'ouvrages (APO)	Demande déposée par LEFGL	Non concerné

Tableau 3 : Synthèse du contexte réglementaire relatif au projet

EOLIENNES FLOTTANTES DU GOLFE DU LION

ÉTUDE D'IMPACT

2 - Présentation du projet





Sommaire

2 - Présentation du projet	26
2.1 - Principe général de l'éolien flottant	33
2.2 - Spécificités du projet	34
2.3 - Coûts du projet	35
2.4 - Périmètres du projet	35
2.4.1 - Le périmètre de la ferme pilote EFGL	35
2.4.2 - Le périmètre du raccordement	35
2.4.3 - Le périmètre de la base d'opération et de maintenance	36
2.5 - Localisation du projet	37
2.6 - Description du projet de ferme pilote EFGL	38
2.6.1 - Conventions	38
2.6.2 - Coordonnées	39
2.6.3 - Configuration générale	39
2.6.3.1 Caractéristiques générales	39
2.6.3.2 Production électrique	39
2.6.3.3 Disposition des éoliennes	40
2.6.3.4 Disposition des ancrages	41
2.6.3.5 Concession sollicitée pour la ferme pilote EFGL	42
2.6.4 - Les flotteurs	44
2.6.4.1 Choix de la technologie WindFloat	44
2.6.4.2 Principe de la solution WindFloat	46
2.6.4.3 Dimensions des flotteurs	47
2.6.4.4 Quantités de fluides contenues dans les équipements du flotteur	48
2.6.4.5 Protection contre la bioaccumulation marine	48
2.6.4.6 Protection contre la corrosion	48
2.6.5 - Le système d'ancrage	50
2.6.5.1 Principe	50
2.6.5.2 Les lignes d'ancrage	52
2.6.5.3 Les ancres classiques DEA	52
2.6.5.4 Frottement des lignes d'ancrage sur le fond	54
2.6.5.5 Synthèse du système d'ancrage	55



2.6.6 - Les éoliennes.....	56
2.6.7 - L'interconnexion électrique.....	58
2.6.7.1 Les câbles inter-éoliennes	58
2.6.7.2 Les « I-Tubes »	60
2.6.7.3 Point de livraison en mer.....	61
2.6.7.4 Equipements de contrôle de la ferme pilote.....	61
2.6.8 - Phases de construction et d'installation	63
2.6.8.1 Calendrier d'installation de la ferme pilote	63
2.6.8.2 Fabrication et transport des flotteurs	63
2.6.8.3 Assemblage des éoliennes	64
2.6.8.4 Installation en mer des couples flotteur-éolienne	67
2.6.9 - Phases d'exploitation : fonctionnement et maintenance de la ferme pilote	74
2.6.9.1 Fonctionnement	74
2.6.9.2 Activités de maintenance	74
2.6.9.3 Gestion des déchets	77
2.6.10 - Phase de démantèlement	78
2.6.10.1 Réglementation	78
2.6.10.2 Modalités de démantèlement	78
2.6.11 - Balisage maritime et aérien	79
2.6.11.1 Balisage maritime de la ferme pilote EFGL	79
2.6.11.2 Balisage aérien de la ferme pilote EFGL	84
2.6.11.3 Synthèse des projets de balisage maritime et aérien	88
2.6.12 - Projet de réglementation de la navigation	90
2.6.12.1 Notion de « limite périphérique du champ »	90
2.6.12.2 Périmètres d'exclusion	91
2.6.12.3 Règlementation de la navigation et des usages	100
2.6.13 - Mesures de sécurité maritime	100
2.6.13.1 Etablir un Plan d'intervention maritime (PIM).....	100
2.6.13.2 Diffuser l'information nautique adéquate aux navigateurs.....	100
2.6.13.3 Surveiller le chantier en mer	101
2.6.13.4 Equiper les flotteurs d'un balisage AIS de déradage.....	101
2.6.13.5 Faciliter les interventions de sauvetage par hélicoptère.....	102
2.6.13.6 Paramétrer les radars fixes du sémaphore de Leucate et du phare du cap Leucate.....	102
2.6.13.7 Former les opérateurs des radars fixes du sémaphore de Leucate et du phare du cap Leucate	102
2.6.13.8 Réaliser une phase de tests des effets du projet sur le radar du sémaphore de Leucate ..	102
2.7 - Description du raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité	103
2.7.1 - Introduction	103
2.7.2 - Caractéristiques des travaux	103
2.7.2.1 Liaison de raccordement électrique sous-marin	104
2.7.2.2 Atterrage et continuité entre câbles sous-marins et souterrains.....	118



2.7.2.3	Liaison de raccordement électrique souterrain	124
2.7.2.4	Poste électrique de raccordement	139
2.7.2.5	Gestion des déchets et émissions du raccordement	140
2.7.2.6	Calendrier prévisionnel	143
2.7.3	- Maintenance du raccordement.....	144
2.7.3.1	Maintenance du câble de raccordement sous-marin.....	144
2.7.3.2	Maintenance du câble de raccordement souterrain.....	145
2.7.4	- Démantèlement du raccordement.....	146

Tableaux

Tableau 4	: Principales caractéristiques du projet de ferme pilote EFGL (Source : LEFGL).....	39
Tableau 5	: Coordonnées des éoliennes de la ferme pilote (source : LEFGL)	40
Tableau 6	: Coordonnées préliminaires des ancres de la ferme pilote EFGL (Source : LEFGL)	41
Tableau 7	: Coordonnées des sommets de la concession sollicitée pour la ferme pilote (Source : LEFGL).....	42
Tableau 8	: Caractéristiques principales du flotteur WindFloat (Source : PPI)	47
Tableau 9	: Estimation préliminaire des quantités de fluides contenues dans les équipements d'un flotteur (Source : PPI).....	48
Tableau 10	: Type et épaisseur de revêtement anticorrosion (Source : EDPR, PPI)	50
Tableau 11	: Caractéristiques du système d'ancrage (Source : EIFFAGE/PPI).....	55
Tableau 12	: Principales caractéristiques de l'éolienne (Source : LEFGL).....	57
Tableau 13	: Quantités de fluides contenues dans une éolienne (Source : LEFGL).....	57
Tableau 14	: Caractéristiques d'un navire AHTS, ici le Bourbon Crown (Source : EIFFAGE, PPI, FleetMon.com)	67
Tableau 15	: Caractéristiques d'un navire Multicat, ici le Zwerver III (Source : EIFFAGE, PPI).....	68
Tableau 16	: Caractéristiques d'un remorqueur, ici le VB Provence (Source : EIFFAGE, PPI, Boluda)	69
Tableau 17	: Durée effective des opérations en mer (estimation) (Source : PPI, LEFGL)	73
Tableau 18	: Comparaison entre l'arrêté du 13/11/09 et l'arrêté du 23/04/18	85
Tableau 19	: Détail des dispositifs de balisage maritime envisagés (Source : LEFGL).....	88
Tableau 20	: Détail des dispositifs de balisage aérien envisagés (Source : LEFGL)	89
Tableau 21	: Synthèse des périmètres proposés en phase d'installation	99
Tableau 22	: Synthèse des périmètres proposés en phase d'exploitation.....	99
Tableau 23	: Coordonnées du fuseau sous-marin (Source : RTE).....	105
Tableau 24	: Coordonnées de la chambre d'atterrissage (source : RTE)	118



Figures

Figure 2 : Principe de raccordement (Source : RTE, LEFGL).....	36
Figure 3 : Géométrie de la ferme pilote : vue aérienne des 4 éoliennes et des 12 lignes d'ancrage (Source : LEFGL).....	40
Figure 4 : Equipements de la ferme pilote EFGL et concession sollicitée (Source : LEFGL).....	43
Figure 5 : Système de ballastage du flotteur WindFloat (Source : PPI, LEFGL).....	46
Figure 6 : Dimensions du flotteur WindFloat (Source : LEFGL, PPI).....	47
Figure 7 : Système d'ancrage caténaire en « spread ». Vue en coupe (source : LEFGL).....	51
Figure 8 : Vue de dessus du système d'ancrage du flotteur (source : LEFGL, EIFFAGE, PPI).....	51
Figure 9 : Ligne d'ancrage vue de profil (Source : LEFGL).....	52
Figure 10 : Exemple d'ancres classiques DEA (Source : Vryhof).....	52
Figure 11 : Dimensions en mm d'une ancre classique DEA de 15 t (Source : Vryhof).....	53
Figure 12 : Pénétration d'une ancre DEA (source : LEFGL).....	54
Figure 13 : Illustration du phénomène de ragage (Source : LEFGL).....	54
Figure 14 : Vues de face et de côté d'un couple flotteur-éolienne (Source : LEFGL).....	58
Figure 15 : Interconnexion électrique des quatre éoliennes (Source : LEFGL).....	59
Figure 16 : Configuration d'un câble inter-éoliennes en « lazy-wave » (Source : LEFGL, EIFFAGE METAL, PPI).....	59
Figure 17 : Ferme pilote en production après rapatriement d'un couple flotteur-éolienne à quai (Source : LEFGL).....	60
Figure 18 : I-Tube déconnecté du flotteur (Source : LEFGL, EIFFAGE METAL, PPI).....	60
Figure 19 : Poste de contrôle de la ferme pilote EFGL (Source : LEFGL).....	62
Figure 20 : Calendrier prévisionnel d'installation de la ferme pilote EFGL (Source : LEFGL).....	63
Figure 21 : Zones d'activité à Port-La Nouvelle (Source : Conseil Régional Occitanie / Pyrénées-Méditerranée).....	65
Figure 22 : Séquence d'installation indicative (Source : LEFGL).....	66
Figure 23 : Déploiement de la pompe submersible pour ballastage final (Source : EIFFAGE, PPI).....	71
Figure 24 : Mise en place d'une unité pour connexion au système d'ancrage (Source : EIFFAGE, PPI).....	71
Figure 25 : Passage de la ligne messagère préalable à la connexion à la ligne d'ancrage (Source : EIFFAGE, PPI).....	72
Figure 26 : Séquence d'installation et de connexion d'un câble inter-éolienne (Source : EIFFAGE, PPI).....	72
Figure 27 : Organisation de la maintenance courante (Source : LEFGL).....	75
Figure 28 : Principe de balisage envisagé de la ferme pilote (Source : AISM, LEFGL).....	81
Figure 29 : Ferme pilote en production après rapatriement d'un couple flotteur-éolienne à quai (source : LEFGL).....	83
Figure 30 : Limite périphérique du champ (en pointillés noirs) et concession sollicitée (rectangle rose).....	91
Figure 31 : Périmètre d'exclusion de 500 m pour les navires de pêche professionnelle et les navires de plaisance, en phase d'installation.....	92
Figure 32 : Périmètre d'exclusion de 2 M pour les autres navires, en phase d'installation.....	93
Figure 33 : Distance minimale à respecter autour de chaque couple flotteur-éolienne (150 m) pour les navires de moins de 25 m, en phase d'exploitation.....	94
Figure 34 : Périmètre d'exclusion à 0,25 M pour les navires à passagers de jauge inférieure à 500 et les NUC, en phase d'exploitation.....	95
Figure 35 : Périmètre à 2 M pour les navires soumis à la convention SOLAS ou d'une jauge brute supérieure à 500, en phase d'exploitation.....	96
Figure 36 : Périmètre d'exclusion de 200 m pour les activités de pêche professionnelle, de pêche de loisir ainsi que pour le mouillage, en phase d'exploitation.....	97
Figure 37 : Synthèse des périmètres proposés en phase d'exploitation.....	98
Figure 38 : Tracé du câble de raccordement électrique de la ferme pilote EFGL au poste électrique (Source : RTE, 2018).....	104
Figure 39 : Structure d'un câble sous-marin (Source : RTE, 2015).....	106



Figure 40 : Schéma de la partie dynamique de la liaison de raccordement et des principaux équipements envisagés (Source : RTE 2017)	107
Figure 41 : Exemple de joint usiné (Source : Nexans)	107
Figure 42 : Illustration de l'installation et de la protection des câbles (Source : RTE, 2016)	109
Figure 43 : Illustration de l'ensouillage des câbles (Source : RTE et BRLi, 2016).....	112
Figure 44 : Exemple de charrue (schéma de principe) (Source : RTE, 2015)	113
Figure 45 : Protection par enrochement (Source : RTE et BRLi, 2016).....	114
Figure 46 : Le matelas béton (autre protection externe possible) (Source : RTE et BRLi, 2016).....	114
Figure 47 : Zone des travaux à l'atterrage et couloir de circulation des engins envisagé (Source : RTE, 2018)	120
Figure 48 : Structure d'un câble conducteur isolé (Source : RTE, 2015).....	124
Figure 49 : Tracé terrestre du câble d'export (Source : RTE, 2018)	125
Figure 50 : Tracé terrestre – Traversée du Cours de la Méditerranée (Source : RTE, 2018)	126
Figure 51 : Tracé terrestre - Tracé au niveau de la traversée de la RD83 (Source : RTE, 2018)	127
Figure 52 : Tracé terrestre - Tracé au niveau de la desserte longeant la RD83 (Source : RTE, 2018)	128
Figure 53 : Schéma de principe du forage dirigé (Source : RTE, 2016).....	132
Figure 54 : Illustration d'un peigne sur une liaison souterraine (Source : RTE, 2017).....	134
Figure 55 : Principe de franchissement d'une roubine avec la pose d'une buse (Source : RTE).....	136
Figure 56 : Principe de franchissement d'une roubine avec la pose de batardeaux (Source : RTE) .	137
Figure 57 : Illustrations de batardeaux	137
Figure 58 : Illustration du franchissement d'une roubine avec la pose de batardeaux (Source : RTE)	138
Figure 59 : Calendrier prévisionnel d'installation du raccordement de la ferme pilote EFGL (Source : RTE)	143
Figure 60 : Illustration d'une opération de maintenance curative (Source : RTE, 2016)	145
Figure 61 : Exemple de moyens logistiques pour le démantèlement des câbles (Source : Artelia) ...	146

Cartes

Carte 1 : Situation générale du projet de ferme pilote EFGL et de son raccordement (Source : BRLi) 37

Photographies

Photographie 1 : Prototype WindFloat 1 (Source : PPI).....	34
Photographie 2 : Prototype WF1 (Source : EDPR)	45
Photographie 3 : Raidisseur en flexion (Source : EIFFAGE METAL, PPI)	61
Photographie 4 : Exemple de poste de contrôle (Source : Arteria).....	62
Photographie 5 : Vue aérienne du site d'EIFFAGE METAL à Fos-sur-Mer (Source : EIFFAGE)	64
Photographie 6 : Remorquage du prototype WindFloat 1 (Source : PPI)	70
Photographie 7 : Exemple de CTV approchant d'une fondation offshore (Source : Njord Offshore)....	76
Photographie 8 : Apposition d'une peinture jaune sur l'ensemble du flotteur WF1 (Source : PPI).....	82
Photographie 9 : Exemple de panneau d'identification (Source : LEFGL).....	82
Photographie 10 : Exemple de marquage sur une nacelle (Source : LEFGL).....	88
Photographie 11 : Exemple de jonction sous-marine type « dry-mate » (Source : Macartney).....	107
Photographie 12 : Moyens maritimes pour la phase préparatoire, (Source : University of Washington)	108
Photographie 13 : Pose des câbles sous-marins (Source : RTE).....	109
Photographie 14 : Illustrations des outils utilisés pour l'ensouillage (Source : RTE, LD TravOcéan, VBMS, n.c)	112



Photographie 15 : A gauche : pelle rétro-caveuse, ici avec navire sablier et remorqueur ; à droite : pelle mécanique sur barge.....	113
Photographie 16 : Coquilles en fonte articulées (Source : Travocéan, n.c).....	115
Photographie 17 : Illustration d'un navire d'installation des câbles (Source : Global Marine System, RTE, 2014).....	117
Photographie 18 : Exemple de navire de support (Source : © Ocean Installle).....	117
Photographie 19 : Zone d'atterrage pressentie au droit du cours de la Méditerranée, Le Barcarès (66) (Source : RTE, 2017).....	118
Photographie 20 : Chambre de jonction d'atterrage en travaux (Source : Nexans, 2016).....	119
Photographie 21 : Dunes littorales sur la plage au droit du Cours de la Méditerranée, Le Barcarès (66) (Source : RTE, 2017).....	120
Photographie 22 : Tirage au niveau de la chambre d'atterrage (Source : RTE, 2016).....	122
Photographie 23 : Délaissé en contrebas de la bretelle de sortie de la RD83 (Source : RTE, 2017).....	127
Photographie 24 : Délaissé à la sortie du passage en tranchée après traversée de la RD83 (Source : RTE, 2017).....	128
Photographie 25 : Illustration de la pose en PEHD d'une liaison souterraine à un circuit.....	130
Photographie 26 : Exemple de pose en fourreaux PVC sous voirie d'une liaison souterraine à un circuit (Source : RTE).....	131
Photographie 27 : Exemple d'une chambre de jonction (Source : RTE).....	131
Photographie 28 : Illustrations de la technique du forage dirigé (Source : RTE, 2016).....	132
Photographie 29 : Poste électrique de raccordement de Salanques (Source : RTE, 2017).....	139
Photographie 30 : Exemple de caisson PSEM 63 kV (Source : RTE, 2018).....	140



2.1 - Principe général de l'éolien flottant

Aujourd'hui, le coût et les contraintes techniques limitent l'installation d'éoliennes en mer posées à des profondeurs de 40 à 50 m. Au-delà, la seule solution identifiée est le recours à l'éolien flottant, sachant que ces profondeurs sont très vite atteintes : hormis en mer du Nord et en mer Baltique, on dépasse rapidement une profondeur de 50 m en Europe, que ce soit en Atlantique ou encore davantage en Méditerranée. Ce même constat s'applique à l'Asie et aux Amériques où l'intérêt pour l'éolien flottant est également très fort. L'éolien flottant ouvre donc des espaces d'exploitation encore plus importants que l'éolien en mer posé.

L'éolien flottant est une technologie nouvelle en cours de développement. Il reste encore des mises au point technologiques à faire, notamment pour réduire les coûts. Il faut par exemple trouver un bon compromis entre la stabilité d'un flotteur et son coût. C'est sur ce point que travaillent les industriels aujourd'hui : faire un flotteur aux justes besoins, dont les mouvements sont suffisamment réduits pour ne pas affecter négativement les performances des turbines et ne pas occasionner de chargement excessif sur l'éolienne, notamment en tête de mât.

A ce jour, seuls quelques prototypes et une ferme pilote sont installés :

- Le prototype WindFloat 1 (WF1), installé en octobre 2011 au large du Portugal par EDP et le bureau d'études PRINCIPLE POWER avec une éolienne de 2,2 MW connectée au réseau électrique. Le prototype a été testé pendant 5 ans.
- Le prototype Hywind Demo de Statoil en Norvège avec une éolienne Siemens de 2,2 MW mise à l'eau en 2009 et connectée au réseau.
- Le projet japonais Fukushima FORWARD, porté par des consortiums japonais, comprend trois concepts prototypes de couple flotteur-turbine de puissances comprises entre 2,5 et 7 MW. Ce projet comprend également une sous-station électrique flottante.
- Le projet Hywind Scotland, à 25 km au large de Peterhead en Écosse, inauguré le 18 octobre 2017. Ce projet pilote de 30 MW est porté par les sociétés Statoil et Masdar. Il comprend cinq turbines de 6 MW dans des profondeurs de 95 à 120 m.

Une démarche de maturation par étape est donc nécessaire avant de passer au stade commercial compétitif et « prêt à l'emploi ». La ferme pilote est une étape essentielle du développement technique et économique de l'éolien en mer flottant. Le site de Leucate-Le Barcarès est la zone idéale pour maximiser l'apprentissage de cette nouvelle technologie. L'objectif est de réussir cette première méditerranéenne et de positionner ainsi rapidement l'éolien flottant dans le mix énergétique.



2.2 - Spécificités du projet

Le projet de **ferme pilote des Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion (EFGL) et son raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité** consiste à installer à l'échelle 1 et en conditions réelles d'exploitation, un ensemble d'éoliennes flottantes et son système d'évacuation de l'électricité.

La ferme pilote EFGL implantée au large de Leucate-Le Barcarès est composée de quatre éoliennes d'une puissance unitaire maximale de 6,33 MW, qui seront raccordées au Réseau Public de Transport d'électricité via un câble sous-marin puis souterrain jusqu'au poste électrique située sur la commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque. Cette ferme pilote sera située à plus de 16 km du littoral, dans une zone où les fonds atteignent en moyenne 70 m. Elle sera exploitée pendant une durée de 20 ans, qui pourra éventuellement être prolongée avant d'être démantelée.

Le projet s'appuie sur une technologie de flotteur de première génération conçu par PRINCIPLE POWER (PPI), dont le prototype WindFloat 1 (WF1) associé à une éolienne de 2,2 MW a été testé pendant 5 ans sur le site d'Aguçadoura au Portugal, à 5 km des côtes. Le flotteur semi-submersible sera optimisé au niveau technico-économique pour s'adapter au mieux aux conditions météoro-océaniques méditerranéennes.



Photographie 1 : Prototype WindFloat 1 (Source : PPI)

Le projet s'appuie par ailleurs sur le savoir-faire français : le développement local du projet est assuré depuis l'antenne ENGIE GREEN de Montpellier, la conception du flotteur et des ancrages serait réalisée par PRINCIPLE POWER (PPI) dans son centre d'ingénierie d'Aix-en-Provence.

La construction et la mise à l'eau des flotteurs seraient réalisées dans le chantier d'EIFFAGE à Fos-sur-Mer. La base industrielle pour l'assemblage des éoliennes sur les flotteurs, étape finale de la construction, serait située dans le port de Port-La Nouvelle et la base d'opération et de maintenance dans l'un des ports voisins du projet.



2.3 - Coûts du projet

Le coût total du projet (développement, construction, exploitation) est compris entre 140 et 180 millions d'euros, en fonction de la prise en compte du coût de son raccordement, de l'indexation et des aléas. Le coût du raccordement est estimé à 30,3 millions d'euros aux conditions économiques et financières de décembre 2017.

Des aides d'État devraient être allouées au projet. Elles sont encadrées par l'ADEME, dans le cadre du Programme Investissements d'Avenir. Ces aides d'Etat visent à initier une filière à très fort potentiel de développement. Leurs modalités et leur montant seront précisés en amont de la réalisation du projet. L'aide à l'investissement sollicitée s'élève à environ 60 millions d'euros dont une partie en avances remboursables, pour un tarif d'achat fixe de l'électricité produite de 240 €/MWh.

2.4 - Périmètres du projet

N.B. : Le terme « projet » désigne à la fois le projet de **ferme pilote des Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion (EFGL) et son raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité.**

2.4.1 - Le périmètre de la ferme pilote EFGL

La ferme pilote EFGL est constituée des éléments suivants :

- Quatre flotteurs de type WindFloat surmontés de quatre éoliennes de puissance unitaire maximale égale à 6,33 MW ;
- Douze lignes d'ancrages pour maintenir les flotteurs en position ;
- Douze ancres classiques « DEA » ;
- Trois câbles inter-éoliennes assurant l'interconnexion électrique des quatre éoliennes.

2.4.2 - Le périmètre du raccordement

RTE sera responsable de l'évacuation de l'électricité de la ferme pilote EFGL à partir du point de livraison en mer jusqu'au poste électrique de Salanques (cf. Figure 2).

Le câble d'export, l'atterrage et le raccordement au poste sont considérés comme des éléments constitutifs du Réseau Public de Transport d'électricité. Par conséquent, cette liaison sera propriété de RTE. Le gestionnaire de réseau réalisera les demandes d'autorisation, pilotera le chantier de raccordement et assurera le bon fonctionnement de ses installations.

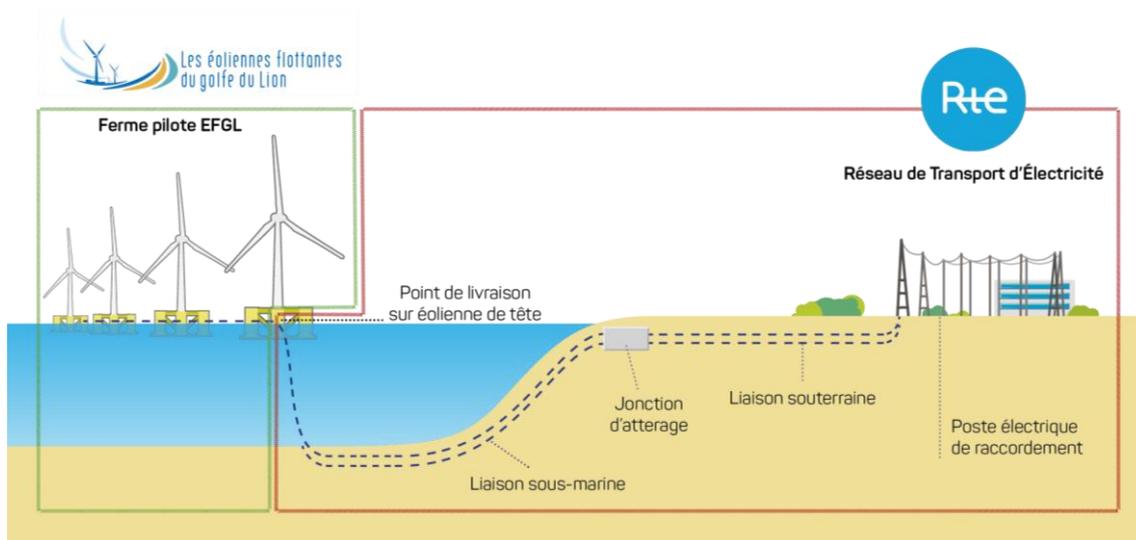


Figure 2 : Principe de raccordement (Source : RTE, LEFGL)

Le raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité de la ferme pilote EFGL nécessitera la création des ouvrages suivants :

- Une liaison sous-marine à 63 kV d'environ 18 km reliant le point de livraison en mer au point d'atterrage au droit du Cours de la Méditerranée, en plein cœur urbain du Barcarès (66) ;
- Une jonction d'atterrage souterraine sous le parking de la plage au droit du Cours de la Méditerranée sur la commune du Barcarès (66), pour réaliser la transition entre la liaison sous-marine et la liaison terrestre ;
- Une liaison souterraine à 63 kV d'environ 3,5 km depuis le parking de la plage au droit du Cours de la Méditerranée jusqu'au poste électrique de Salanques (Saint-Laurent-de-la-Salanque, 66) ;
- Une nouvelle cellule de raccordement 63 kV en technologie sous-enveloppe métallique à l'intérieur du bâtiment préexistant du poste de Salanques (Saint-Laurent-de-la-Salanque, 66).

2.4.3 - Le périmètre de la base d'opération et de maintenance

Pour accueillir les activités d'opération et de maintenance, une base arrière et un poste d'amarrage sont nécessaires. Cette base, centre de pilotage des opérations et de concentration des flux logistiques, accueillera les effectifs d'opération et de maintenance.

La base de maintenance comprend :

- 100 m² d'espace de bureau (bureaux, salle de réunion, vestiaires, sanitaires, cuisine) pour l'accueil de techniciens ;
- 200 m² d'espace d'ateliers et de stockage (composants électroniques, électromécaniques, diverses pièces) ;
- Un parking permettant l'accueil de 10 voitures.

Le poste d'amarrage doit permettre l'accueil du navire de maintenance et être situé à proximité d'un quai permettant le chargement et le déchargement de colis de petite taille.

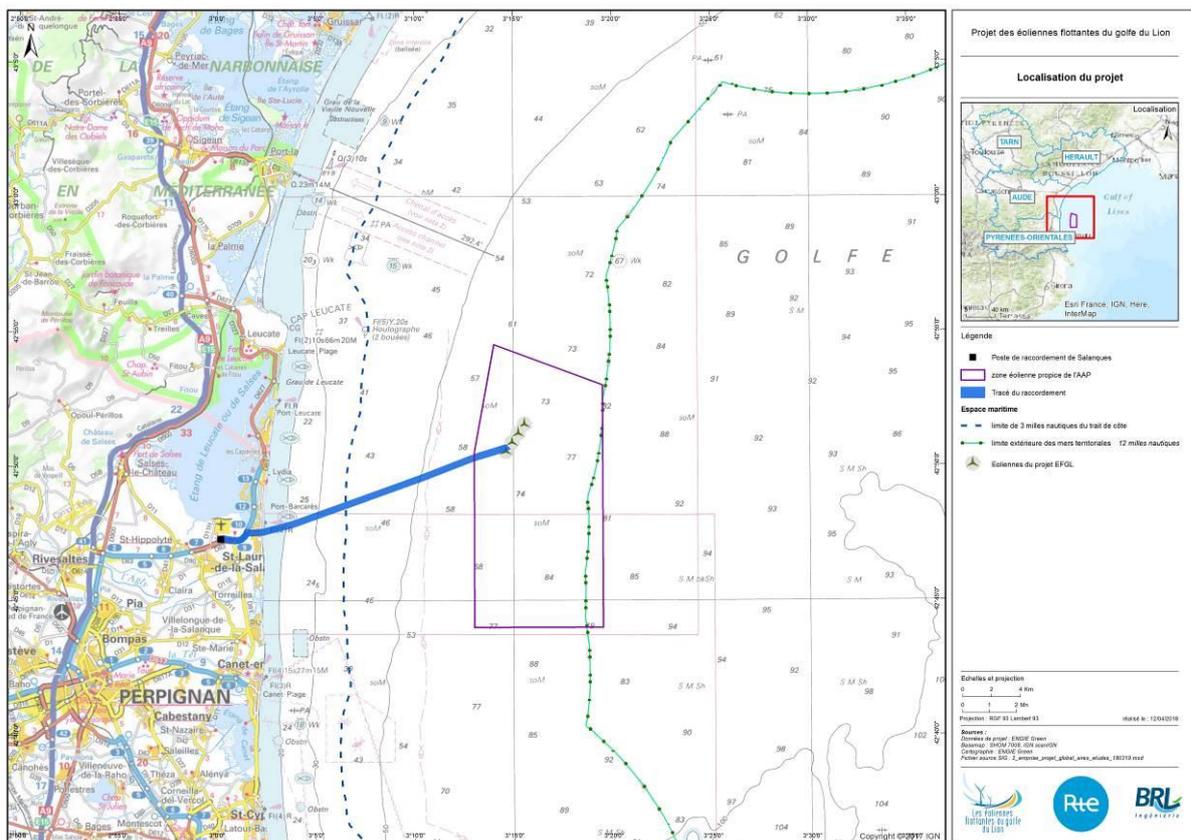


Il est à noter que ces aménagements existent déjà au Barcarès, à Leucate et à proximité. Il n'est donc pas envisagé de travaux maritimes spécifiques au projet EFGL (pas de dragage, pas de renforcement de quai, etc.). LEFGL est en relation avec les ports afin d'identifier et de choisir parmi les solutions existantes.

Le port de Port-La Nouvelle, ou un autre port à proximité, devra en outre être utilisé pour certaines opérations spécifiques de maintenance lourde nécessitant des espaces portuaires conséquents. Ces caractéristiques sont décrites au paragraphe 2.6.9.2.4.

2.5 - Localisation du projet

La localisation du projet est visible sur la Carte 1 suivante.



Carte au format A3 dans l'atlas cartographique

Carte 1 : Situation générale du projet de ferme pilote EFGL et de son raccordement (Source : BRLi)

Le projet est situé en région Occitanie dans les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales. L'éolienne la plus proche du rivage est localisée à 16 km au large de la plage de Leucate. La totalité de la partie terrestre du projet (atterrage, câble d'export souterrain et poste électrique de raccordement) est située sur les communes du Barcarès et de Saint-Laurent-de-la-Salanque.



L'emplacement de la ferme pilote et la localisation des installations à terre ont été définis à la suite d'une longue préparation avec les acteurs locaux et régionaux. Ces concertations ont permis de préciser par approches successives le site d'installation des éoliennes à l'intérieur de l'enveloppe de 150 km² qui avait été définie comme zone propice pour l'appel à projets EoFlo de l'ADEME.

Le câble d'export sous-marin atteindra le littoral sur la plage de la commune du Barcarès à hauteur du Cours de la Méditerranée. Il longera ensuite différentes voies de circulation jusqu'au poste électrique de Salanques. La distance totale du raccordement en mer est d'environ 18 km, et à terre d'environ 3,5 km.

2.6 - Description du projet de ferme pilote EFGL

2.6.1 - Conventions

Dans l'ensemble du document, les coordonnées sont exprimées de deux manières :

- En Lambert 93, conformément au décret n°2000-1276 du 26 décembre 2000 établissant en France Métropolitaine le RGF93 comme système de référence légal, avec comme projection associée le Lambert 93 ;
- En latitude/longitude dans le système géodésique mondial WGS84, couramment utilisé par les systèmes GPS.

Dans l'ensemble du document, les profondeurs sont rapportées au zéro hydrographique ou zéro « Cote Marine » (CM), correspondant au niveau des plus basses mers astronomiques. Il s'agit d'un niveau théorique sous lequel le niveau de la mer ne descend que très exceptionnellement. Les cotes en-dessous de ce zéro sont comptées positivement (par exemple, une profondeur de « 70 m » correspond à une cote de « 70 m CM »), et les cotes au-dessus de ce zéro négativement.



2.6.2 - Coordonnées

2.6.3 - Configuration générale

2.6.3.1 Caractéristiques générales

Les principales caractéristiques du projet de ferme pilote EFGL sont résumées dans tableau suivant :

PROJET DE FERME PILOTE EFGL	
Type de turbine	Eolienne tripales à axe horizontal
Type de flotteur	Semi-submersible en acier
Type d'ancrage	Caténaire avec ancre classique DEA ⁹ (ancre à draguer)
Nombre de lignes d'ancrage par flotteur	3
Durée d'exploitation prévue (hors extension) [an]	20
Mise en service prévue de la ferme	2021
Nombre d'éoliennes	4
Puissance unitaire maximale des éoliennes [MW]	6,33 MW
Puissance maximale installée [MW]	25,32 MW
Estimation du productible total brut [MWh/an]	100 000

Tableau 4 : Principales caractéristiques du projet de ferme pilote EFGL (Source : LEFGL)

2.6.3.2 Production électrique

A terre, une éolienne d'une puissance de 2 MW produit environ 4 000 MWh. Ce chiffre varie selon le site où l'éolienne est installée. A titre indicatif, cette quantité d'électricité permet de répondre aux besoins électriques domestiques, chauffage inclus, d'environ 2 000 personnes en France.

En mer, les éoliennes produisent jusqu'à deux fois plus d'énergie qu'à terre car le vent y est plus régulier et plus fort (particulièrement en Méditerranée).

Les éoliennes envisagées pour le projet EFGL ont une puissance unitaire maximale de 6,33 MW, ce qui correspond pour la ferme pilote à une puissance maximale installée de 25,32 MW.

Chaque année, la ferme pilote EFGL produira approximativement 100 000 MWh, couvrant ainsi les besoins électriques domestiques de près de 50 000 habitants (environ 21 500 foyers) (sources : RTE 2017, CRE 2017, INSEE 2016).

⁹ DEA : Drag Embedment Anchor. En français : ancre à draguer.



2.6.3.3 Disposition des éoliennes

La ferme pilote sera composée de 4 éoliennes flottantes pour une capacité maximale de 25,32 MW.

Les coordonnées des quatre éoliennes sont indiquées dans le Tableau 5. Les éoliennes étant flottantes, leur position est susceptible de varier de 40 m au maximum autour de leur position nominale.

IDENTIFIANT DE L'EOLIENNE	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRES DECIMAUX)		COORDONNEES LAMBERT 93	
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]
E01	42,843609	3,243546	6 193 823,83	719 930,36
E02	42,849196	3,248709	6 194 446,45	720 350,91
E03	42,854781	3,253861	6 195 068,88	720 770,47
E04	42,860369	3,259017	6 195 691,69	721 190,28

Tableau 5 : Coordonnées des éoliennes de la ferme pilote (source : LEFGL)

Les éoliennes seront implantées en ligne, avec des distances inter-éoliennes régulières d'environ 750 m. Ces distances sont dictées par la longueur des lignes d'ancrage (600 m au maximum) et la nécessité d'éviter leur chevauchement, ainsi que par la volonté du maître d'ouvrage LEFGL d'occuper une surface minimale sur le domaine public maritime (cf. Figure 3). Les équipements de la ferme pilote sont inclus dans quatre cercles de 1 200 m de diamètre centrés sur chacune des quatre éoliennes. La superficie associée est de 3,6 km². La profondeur d'eau est comprise entre 68 m et 71 m CM.

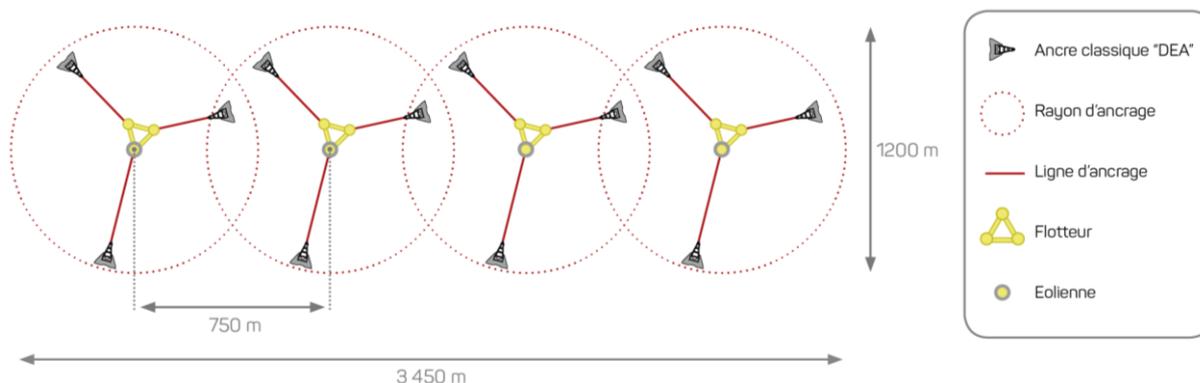


Figure 3 : Géométrie de la ferme pilote : vue aérienne des 4 éoliennes et des 12 lignes d'ancrage (Source : LEFGL)



2.6.3.4 Disposition des ancrages

La position finale des ancrages sera déterminée à l'issue de la campagne géotechnique programmée à l'automne 2018. Les coordonnées préliminaires des douze ancres sont indiquées dans le tableau ci-après.

IDENTIFIANT DE L'ANCRE	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRES DECIMAUX)		COORDONNEES LAMBERT 93	
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]
A01	42,842420	3,236376	6 193 689,78	719 343,95
A02	42,839777	3,248723	6 193 399,03	720 355,32
A03	42,848444	3,245044	6 194 361,92	720 051,23
A04	42,848007	3,241538	6 194 312,40	719 764,50
A05	42,845364	3,253886	6 194 021,65	720 775,87
A06	42,854031	3,250207	6 194 984,54	720 471,78
A07	42,853592	3,246689	6 194 934,82	720 184,06
A08	42,850949	3,259038	6 194 644,08	721 195,43
A09	42,859616	3,255360	6 195 606,97	720 891,34
A10	42,859181	3,251844	6 195 557,64	720 603,87
A11	42,856537	3,264194	6 195 266,89	721 615,25
A12	42,865204	3,260517	6 196 229,78	721 311,16

Tableau 6 : Coordonnées préliminaires des ancres de la ferme pilote EFGL (Source : LEFGL)



2.6.3.5 Concession sollicitée pour la ferme pilote EFGL

La concession sollicitée pour la ferme pilote EFGL est définie par le rectangle ABCD, d'une superficie de 617 ha soit 6,17 km², dans lequel sont inscrits les équipements décrits précédemment.

Les coordonnées des sommets de la concession sollicitée sont les suivantes :

SOMMET	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRES DECIMAUX)		COORDONNEES LAMBERT 93	
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]
A	42,870377	3,256419	6 196 803,87	720 974,11
B	42,862279	3,272620	6 195 907,83	722 302,42
C	42,833602	3,246146	6 192 711,62	720 146,53
D	42,841695	3,229948	6 193 607,65	718 818,17

Tableau 7 : Coordonnées des sommets de la concession sollicitée pour la ferme pilote (Source : LEFGL)

La disposition des éoliennes et des lignes d'ancrage au sein de la concession sollicitée est représentée sur la Figure 4.

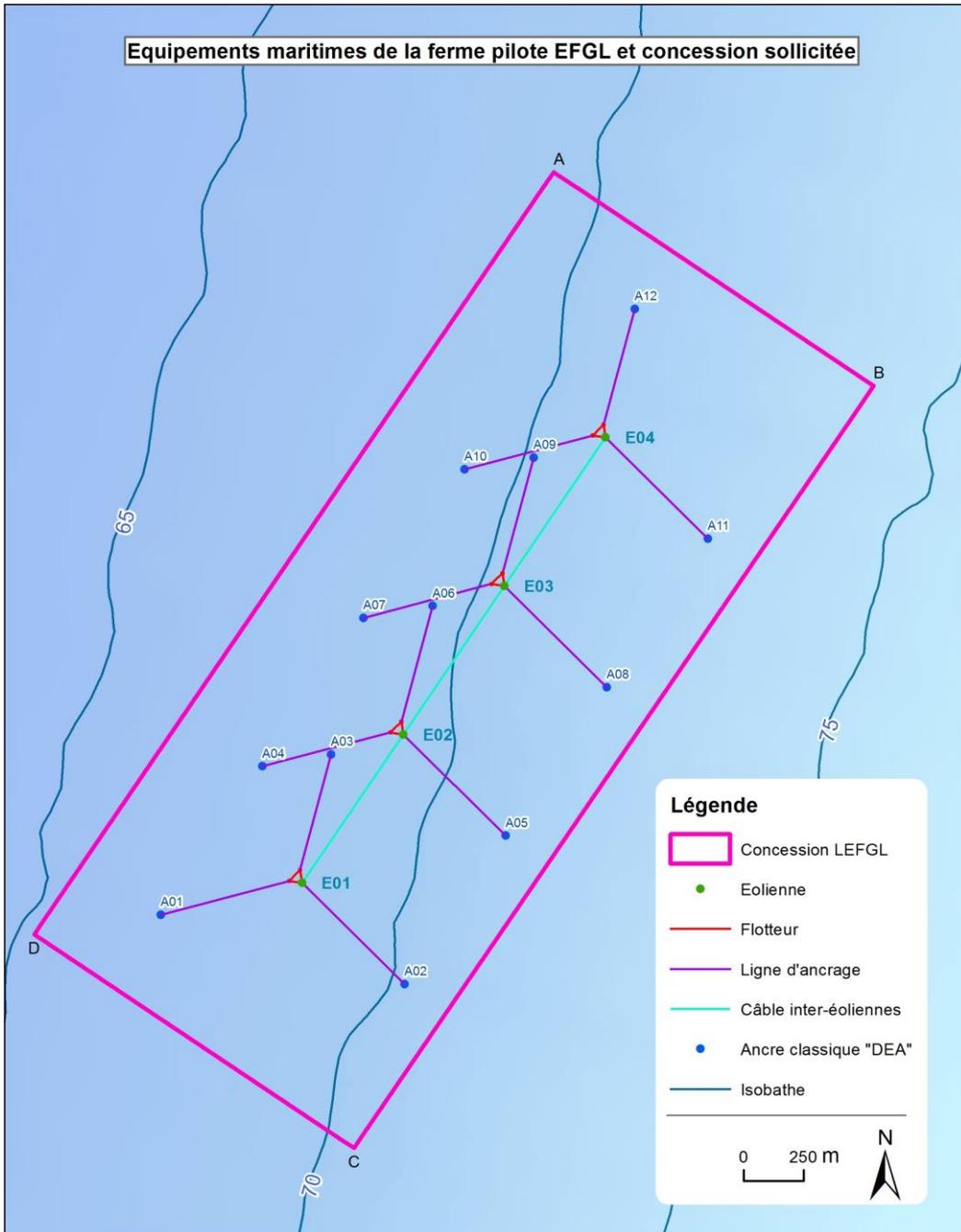


Figure 4 : Equipements de la ferme pilote EFGL et concession sollicitée (Source : LEFGL)



2.6.4 - Les flotteurs

2.6.4.1 Choix de la technologie WindFloat

Pour sélectionner le type de flotteur et son constructeur, LEFGL a mené une consultation large, ouverte, compétitive et rigoureuse. Au terme d'un processus de consultation de plusieurs mois, LEFGL a retenu le constructeur EIFFAGE MÉTAL, sur la base de la technologie WindFloat développée par le concepteur PPI et testé durant 5 ans en Atlantique au large des côtes portugaises (cf. Photographie 2).

Cette consultation a permis de comparer différents couples (concepteur et constructeur) présents sur le marché et proposant des technologies variées (barge, semi-submersible, TLP¹⁰), dans le but de retenir le meilleur couple selon les principaux critères suivants :

- Performance des mouvements du flotteur minimisant les accélérations au niveau de la nacelle de l'éolienne, pour maximiser la production électrique et minimiser les arrêts ;
- Solution innovante de détachement des flotteurs en cas de maintenance lourde afin de minimiser l'impact sur la production de la ferme ;
- Flotteur non spécifique à une technologie d'éolienne, garantissant une performance optimale quel que soit le type de turbine ;
- Qualité et exhaustivité des étapes de développement et d'ingénierie (feuille de route) afin de garantir le succès du projet pilote et l'atteinte de l'optimum technico-économique ;
- Coûts d'ingénierie, de fabrication et d'installation maîtrisés ;
- Retour d'expérience suffisamment avancé pour limiter les risques en phase de fabrication, d'installation et d'exploitation d'une présérie ;
- Essor industriel régional et national, et à l'avenir la capacité de déploiement à l'export ;
- Compatibilité avec les enjeux environnementaux (système d'ancrage, emprise au sol, etc.).

Le prototype WindFloat 1 installé en mer en octobre 2011 au Portugal a non seulement permis de vérifier le bienfondé de l'ensemble des particularités de l'architecture WindFloat, mais aussi et surtout a pu démontrer que les performances d'une éolienne embarquée sur la solution flottante WindFloat restent au moins identiques à celles mesurées avec une fondation fixe (cf. Photographie 2).

¹⁰TLP : *Tension Leg Platform*. Plateforme flottante maintenue en position à l'aide de lignes tendues entre les pieds de la structure et le fond.



Photographie 2 : Prototype WF1 (Source : EDPR)

Aucune solution innovante de production d'énergie ne peut être transposée sans étape intermédiaire depuis le stade de prototype vers une solution commercialement viable. WindFloat ne faisant pas exception, la technologie a déjà subi plusieurs optimisations : en particulier l'adaptation des dimensions et des détails structuraux afin d'accueillir des turbines de 5 MW et plus, tout en garantissant une durée de vie d'au moins 20 ans.

Ces développements permettent d'acquérir petit à petit la maturité nécessaire aux développements commerciaux à venir. L'utilisation de la dernière génération du flotteur dans le cadre de ce projet constitue une itération technologique nécessaire, car elle regroupe des optimisations de conception et d'industrialisation poussées qui permettront de préfigurer les déploiements futurs de grande envergure et d'atteindre des coûts de production électrique compétitifs.

Enfin, et pour la première fois, l'approche de conception occupera une place fondamentalement différente des autres prototypes déjà réalisés. Les études seront ainsi réalisées sous la responsabilité d'un contractant clé en main (EIFFAGE METAL) dont le cœur de métier est la fabrication d'importantes structures métalliques. La maîtrise de l'industrialisation et de la production en série, qui découle notamment de l'expérience acquise par EIFFAGE METAL dans l'industrie de l'éolien terrestre et de l'éolien en mer posé, ou encore dans l'automatisation de la production de ponts modulaires, constituera un atout pour la diminution des coûts de fabrication des flotteurs.

Ce déploiement pré-commercial amorcera ainsi le marché de l'éolien flottant en Méditerranée, en permettant à des acteurs français d'entrer dans la course en tant que leaders.



2.6.4.2 Principe de la solution WindFloat

La solution WindFloat est articulée autour du principe du flotteur semi-submersible. Le flotteur semi-submersible est largement adopté dans le milieu de l'offshore pétrolier pour ses qualités de tenue en mer et constitue la meilleure base pour le développement d'une solution adaptée aux contraintes de l'éolien flottant.

L'architecture de la plateforme semi-submersible WindFloat avec trois colonnes fines rend le flotteur moins sujet aux mouvements induits par la houle que d'autres flotteurs présentant une « aire de flottaison » (aire définie par l'intersection du flotteur avec la surface libre de la mer) plus grande.

Les autres caractéristiques principales de la solution WindFloat sont les suivantes :

- Une architecture asymétrique : le mât de l'éolienne est situé dans le prolongement de l'une des colonnes. Cette architecture permet une optimisation majeure en termes de besoins structuraux ;
- Un ballast passif (cf. Figure 5) : le flotteur utilise un système de ballast liquide pour submerger le flotteur jusqu'à approximativement deux tiers de la hauteur de la structure. Ce type de ballast permet d'adapter la configuration du flotteur aux différents besoins rencontrés lors de la vie du projet (conditions de chargement, déchargement bord-à-quai, en remorquage et en conditions opérationnelles de production). Les opérations de déballastage peuvent être conduites sans échange avec le milieu extérieur en utilisant des réservoirs extérieurs temporaires ;
- Un ballast actif, système breveté de compensation d'assiette (cf. Figure 5) : ce système permet la distribution de ballast entre les trois colonnes afin de compenser les variations de poussées de la turbine. Ce ballast est en circuit fermé (aucune eau n'est échangée avec l'environnement extérieur) et entièrement redondant (six pompes électriques dont trois redondantes). En cas de défaillance du système, l'impact se limiterait à une dégradation de la production mais n'impacterait en rien la sécurité globale ;
- Des plaques d'entraînement d'eau (« Water Entrapment Plates ») : elles entraînent une masse d'eau avec elles lors des mouvements du flotteur, permettant de diminuer la fréquence des mouvements dans le plan vertical ;
- Une compatibilité avec tous les types d'éoliennes.

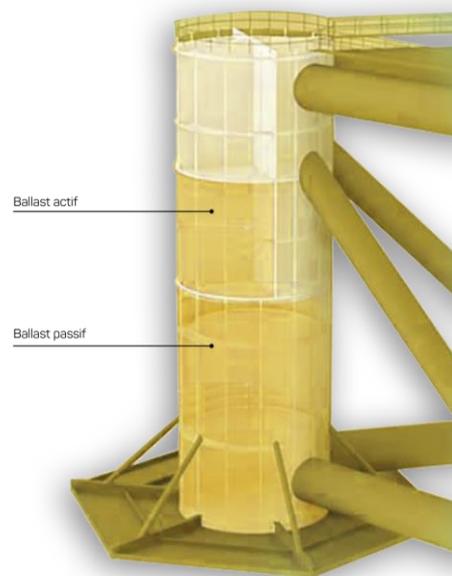


Figure 5 : Système de ballastage du flotteur WindFloat (Source : PPI, LEFGL)



2.6.4.3 Dimensions des flotteurs

Les dimensions maximales des flotteurs sont données dans le tableau ci-dessous. Les dimensions finales seront définies à l'issue des différents travaux d'ingénierie.

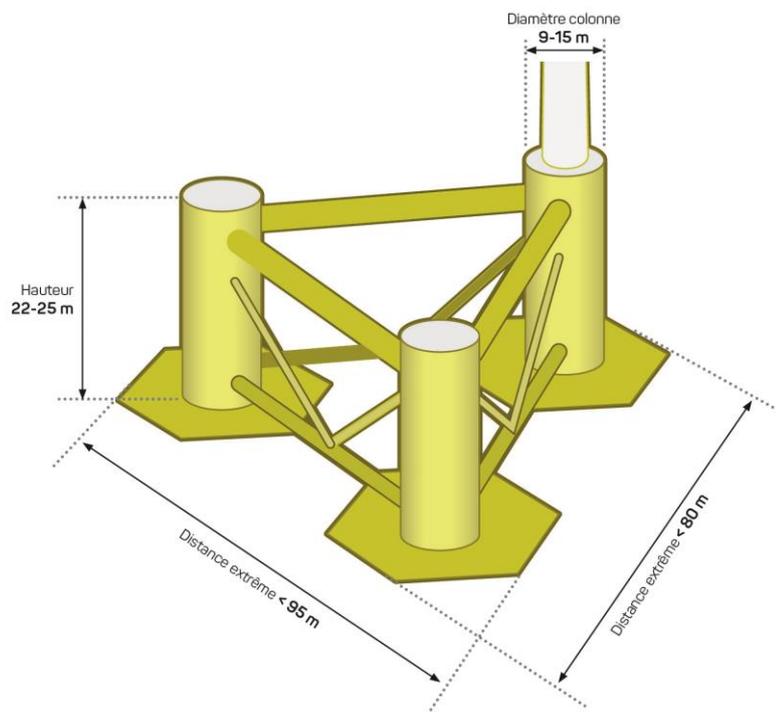


Figure 6 : Dimensions du flotteur WindFloat (Source : LEFGL, PPI)

CARACTERISTIQUES ET DIMENSIONS DU FLOTTEUR	
Longueur	Inférieure à 95 m
Largeur	Inférieure à 80 m
Hauteur	Comprise entre 22 et 25 m
Diamètre colonne 1, colonne 2, colonne 3	Entre 9 et 15 m
Distance entre les colonnes centre à centre	Comprise entre 50 et 80 m
Tirant d'eau en phase opérationnelle	Compris entre 10 et 15 m
Matériau	Acier
Masse estimée	Inférieure à 2 000
Déplacement estimé en opération	Inférieur à 5000 t par flotteur

Tableau 8 : Caractéristiques principales du flotteur WindFloat (Source : PPI)



2.6.4.4 Quantités de fluides contenues dans les équipements du flotteur

Les quantités approximatives de fluides contenus dans les équipements de chaque flotteur sont évaluées dans le Tableau 9.

EQUIPEMENT	FLUIDE	QUANTITE ESTIMEE
Groupe électrogène	Gazole	214 l
	Huile	15 l
	Liquide de refroidissement	8,5 l
Treuil	Huile biodégradable	1 l
Grue	Huile biodégradable	10 l

Tableau 9 : Estimation préliminaire des quantités de fluides contenues dans les équipements d'un flotteur
(Source : PPI)

2.6.4.5 Protection contre la bioaccumulation marine

En matière de protection contre le fouling (accumulation de biomasse marine sur la structure immergée du flotteur), aucune peinture antifouling n'est prévue sur le flotteur.

Ainsi, une biomasse marine s'accumulera sur les flotteurs. L'épaisseur cumulée de cette biomasse tout au long de la durée d'exploitation de la ferme pilote EFGL est estimée à 100 mm.

2.6.4.6 Protection contre la corrosion

Les mécanismes de la corrosion marine découlent de l'ensemble des interactions physico-chimiques et mécaniques entre les matériaux et le milieu marin. Une protection cathodique permet de limiter les effets du temps sur la corrosion des structures immergées et ainsi de maintenir l'ensemble de leurs performances. Ce principe de protection nécessite de polariser la structure métallique pour limiter la corrosion des pièces en acier dans l'eau de mer.

Une protection cathodique repose sur les éléments suivants :

- La cathode : c'est-à-dire la structure à protéger. Dans le cadre du projet, il s'agit des 4 flotteurs ;
- L'anode : elle peut être sacrificielle ou par courant imposé ;
- L'électrolyte (la substance conductrice) : dans le cas présent, il s'agit de l'eau ;
- La connexion métallique entre la cathode et l'anode ;
- Dans le cas particulier des anodes par courant imposé, des câbles sont requis entre l'armoire électrique des flotteurs et les anodes, afin d'alimenter électriquement ces dernières.

La structure flottante est divisée en trois zones : une première zone entièrement submergée, une zone submergée de manière intermittente (dite « splash zone ») et une zone sèche.



A chacune de ces zones est associée une gestion adaptée contre la corrosion, toutes en accord avec les standards de l'organisme de certification choisi pour le flotteur :

- Des anodes seront utilisées pour protéger la partie entièrement submergée ;
- Une combinaison d'anodes, de surépaisseur d'acier, et de revêtement anticorrosion sera déployée pour les parties submergées de manière intermittente (« splash zone ») ;
- Un revêtement anticorrosion sera appliqué sur les parties sèches.

Dans le cadre de ce projet pilote, les quatre flotteurs seront équipés d'une solution d'anodes à courant imposé (ICCP). Ce choix a été principalement motivé par la volonté de minimiser l'impact sur l'environnement, et de mettre en œuvre, pour la première fois sur un flotteur d'éolienne, ce type de protection cathodique.

Les lignes d'ancrages sont faites d'un ensemble de composants métalliques (ancres, chaînes, connecteurs, etc.) et de composants non métalliques. Ces composants métalliques ont une surépaisseur intégrant le phénomène de corrosion, selon des normes en vigueur afin de garantir la performance souhaitée pendant la vie du projet.

2.6.4.6.1 Protection cathodique par courant imposé

La protection cathodique est une technique permettant de réduire la vitesse de corrosion d'un matériau métallique, en présence d'un milieu aqueux, en diminuant le potentiel de corrosion du métal (polarisation cathodique d'où le terme protection cathodique).

L'anode par courant imposé est faite d'un alliage de titane insoluble qui reçoit un faible courant régulé de façon électronique, permettant de protéger la structure de la corrosion. Contrairement à la méthode passive de protection par consommation progressive d'anodes en Aluminium et en Zinc, la protection nécessaire est ici obtenue par l'injection d'un courant continu, de très faible tension et intensité, qui évite ainsi les rejets de métaux dans l'environnement. Après quelques semaines de polarisation de la structure (nécessitant une tension plus forte), les caractéristiques du dispositif de protection cathodique en phase exploitation se stabilisent aux valeurs suivantes pour l'ensemble de la durée de vie des structures :

- Tension par anode : 6 V (soit l'ordre de grandeur de 4 piles électrique de type AA) ;
- Puissance de courant injectée pour l'ensemble de la fondation : de l'ordre de 900 W (soit la puissance d'un réfrigérateur) ;
- Polarisation de l'ensemble de la structure métallique : de 0,8 V à 1,1 V.

QUANTITE D'ANODES PAR COURANT IMPOSE

Nombre total d'anodes par flotteur	18
Masse d'anode consommée au cours de la vie du projet, par flotteur	Inférieure à 300 g



2.6.4.6.2 Revêtement anti-corrosion

L'utilisation de revêtements anticorrosion dans le milieu marin est une pratique courante utilisée par les armateurs de navires et les fabricants de structures métalliques.

Les revêtements qui seront mis en œuvre sur les flotteurs de la ferme pilote ne sont pas encore définis mais seront similaires à ceux couramment utilisés pour cet usage, de type époxy, polyuréthane ou vinylique. Le choix des revêtements anticorrosion fera l'objet d'une attention spécifique, le maître d'ouvrage évitera les peintures contenant des composants connus pour présenter un impact environnemental négatif, notamment les substances faisant partie de la liste des substances prioritaires établies par la DCE (Directive Cadre de l'Eau) ou celles de la partie A de la liste OPSAR devant faire l'objet d'actions prioritaires.

A titre d'exemple, les revêtements utilisés sur les différentes sections (cf. 2.6.4.6) du prototype WindFloat immergé au Portugal sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

ZONE	TYPE DE REVETEMENT	EPAISSEUR
Zone submergée	Pas de revêtement anticorrosion	N.A.
« Splash zone »	Epoxy	1 016 µm
Zone sèche	Couche 1 : époxy Couche 2 : résine acrylique-polyuréthane	711 µm 76 µm

Tableau 10 : Type et épaisseur de revêtement anticorrosion (Source : EDPR, PPI)

2.6.5 - Le système d'ancrage

2.6.5.1 Principe

Le système d'ancrage du flotteur WindFloat est un ancrage caténaire en « spread », une configuration communément utilisée pour les plateformes pétrolières et pour les structures flottantes ancrées de manière permanente (cf. Figure 7). En effet, pour des questions de stabilité et de tenue en mer, ce système ne repose pas sur des ancrages tendus, caractérisés par des fortes pré-tensions des lignes d'ancrage et de grands efforts appliqués sur les points d'ancrage.

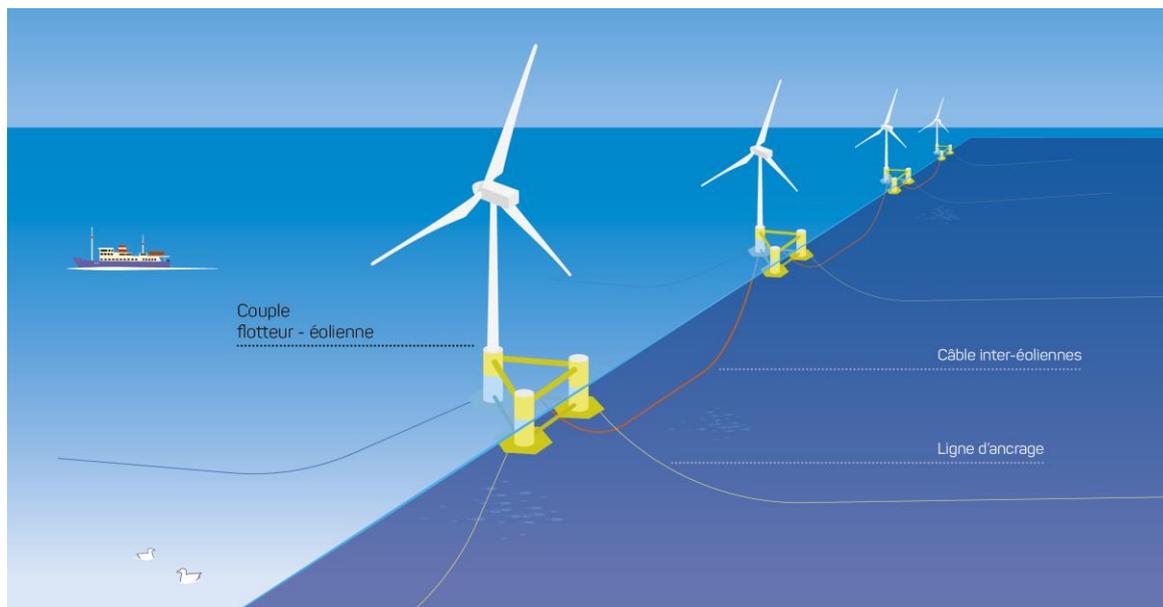


Figure 7 : Système d'ancrage caténaire en « spread ». Vue en coupe (source : LEFGL)

Le système d'ancrage est composé de trois lignes d'ancrage par flotteur. L'emprise spatiale sur le fond est faible, le rayon d'ancrage restant inférieur à 600 m.

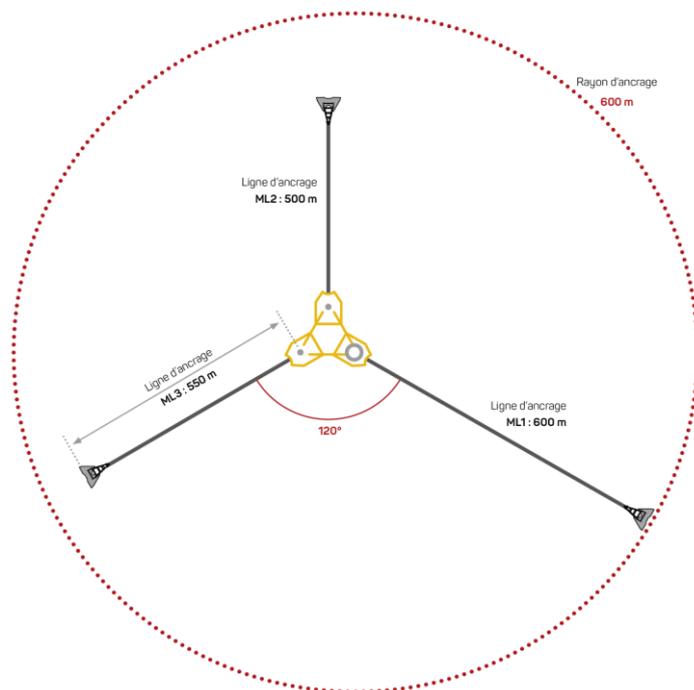


Figure 8 : Vue de dessus du système d'ancrage du flotteur (source : LEFGL, EIFFAGE, PPI)

La redondance du système d'ancrage est telle qu'en cas de rupture de l'une des trois lignes d'ancrage, les deux lignes restantes sont capables de résister aux charges avec les facteurs de sécurité requis et d'assurer le maintien en position du flotteur sans risque de collision avec les flotteurs adjacents. Cette configuration a été revue et validée par Bureau Veritas et a reçu une « Approbation de Principe » pour le projet EFGL.



2.6.5.2 Les lignes d'ancrage

Chaque ligne d'ancrage est constituée de deux segments, comme illustré ci-dessous.

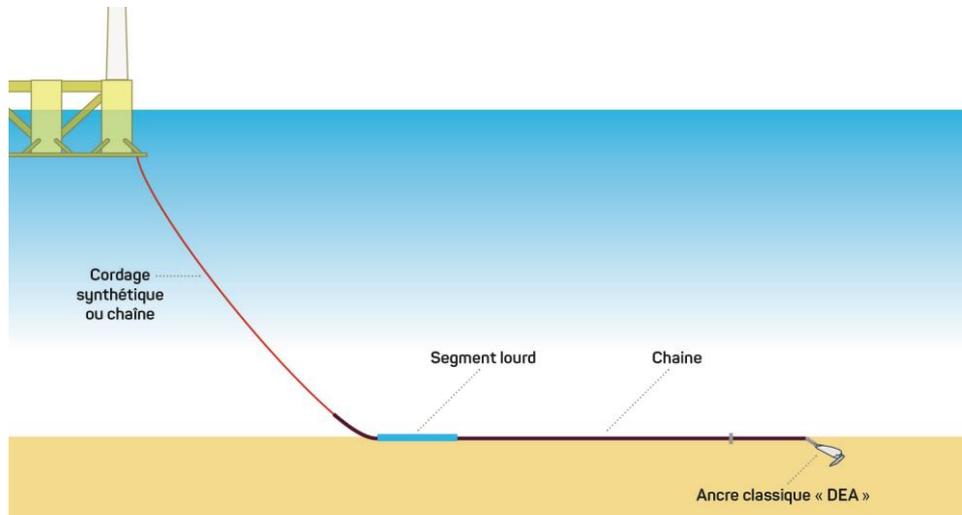


Figure 9 : Ligne d'ancrage vue de profil (Source : LEFGL)

Le premier segment de la ligne d'ancrage, dans la colonne d'eau, est composé d'un cordage synthétique en polyéthylène haute densité ou de chaîne. Le second segment qui repose sur le fond est un segment lourd, composé d'une chaîne lestée.

2.6.5.3 Les ancrs classiques DEA

2.6.5.3.1 Dimensions

La conception du flotteur permet d'adopter un ancrage caténaire utilisant des composants conventionnels. Correctement dimensionné, un tel système d'ancrage n'induit pas d'efforts verticaux aux points d'ancrage. Il en résulte la possibilité d'utiliser divers types d'ancres, notamment des ancrs classiques DEA (ancres à draguer).



Figure 10 : Exemple d'ancres classiques DEA (Source : Vryhof)



Au stade actuel de l'ingénierie, il apparaît qu'une ancre classique DEA d'une masse de 15 t est la plus adaptée au projet.

Les dimensions d'une telle ancre sont d'environ 6,5 m x 6,8 m x 2,8 m (largeur x longueur x hauteur), comme visible sur la figure suivante.

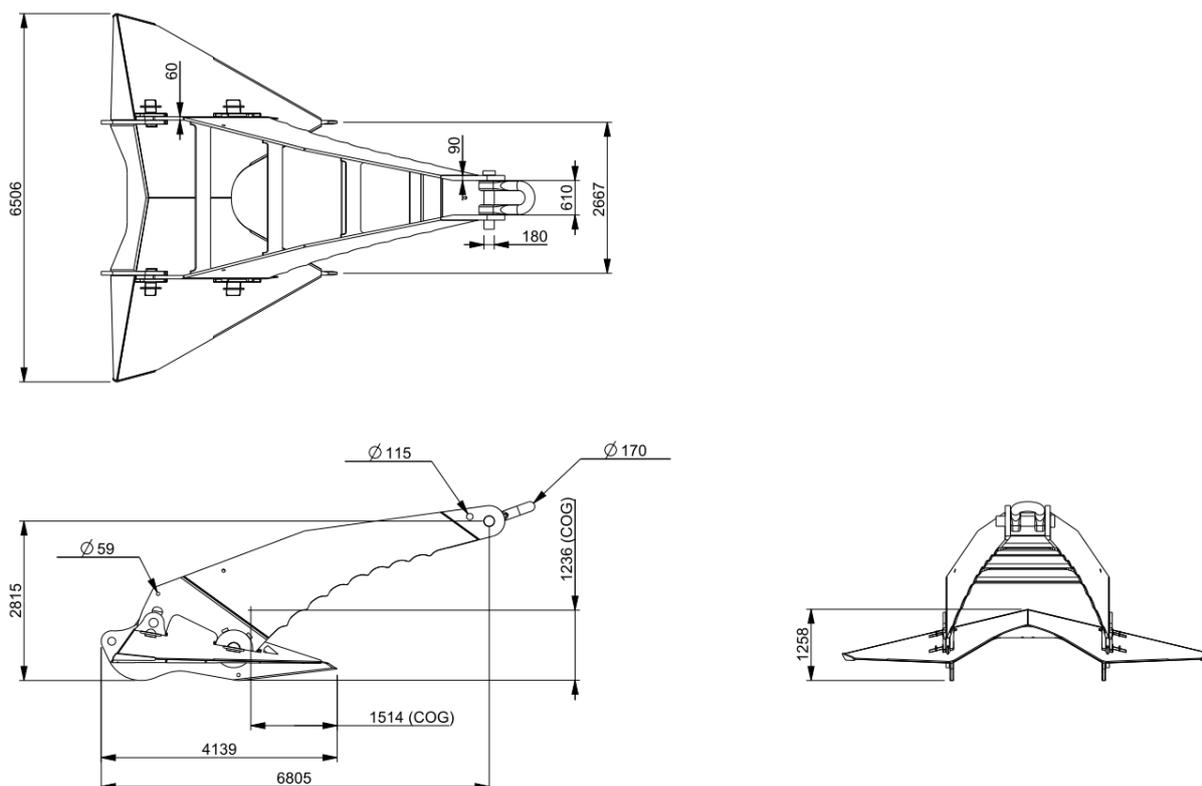


Figure 11 : Dimensions en mm d'une ancre classique DEA de 15 t (Source : Vryhof)

2.6.5.3.2 Mise en place des ancrs

L'ancre est tout d'abord déposée sur le sol marin, occupant alors une surface au sol de l'ordre de 22 m² (position 1 sur la Figure 12 ci-dessous).

Une fois mise en tension et tractée, l'ancre pénètre de plusieurs mètres dans le sous-sol marin pour atteindre la position 2 sur la Figure 12 ci-dessous. La capacité de retenue est générée par la résistance du sol à l'avancée de la partie plane de l'ancre. La profondeur maximale de pénétration dans le sous-sol est évaluée à 12 m et sera confirmée en phase d'ingénierie détaillée, sur la base des résultats de la campagne géotechnique programmée à l'automne 2018.

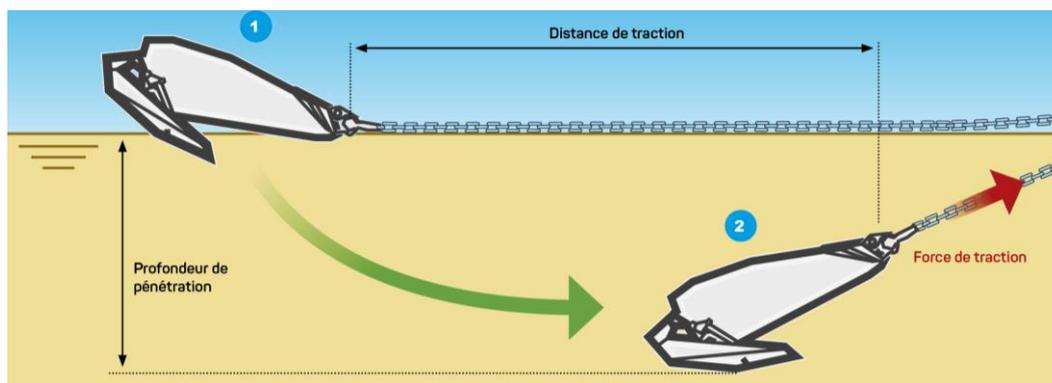


Figure 12 : Pénétration d'une ancre DEA (source : LEFGL)

Pour atteindre cette profondeur d'enfouissement de 12 m, la distance de traction est de 30 m. L'ancre pénètre dès son installation dans le sol marin et s'enfonce progressivement.

2.6.5.4 Frottement des lignes d'ancrage sur le fond

Une fois amarrées au flotteur, les lignes d'ancrage sont en partie suspendues dans la colonne d'eau et en partie posées sur le fond. Pour une ligne d'ancrage de 600 m (longueur maximale envisagée), le linéaire posé sur le fond est estimé à 400 m, soit 4 800 m pour l'ensemble de la ferme pilote.

Au gré des conditions océanographiques, les flotteurs peuvent subir un battement de part et d'autre d'une position moyenne, entraînant un phénomène de ragage, c'est-à-dire un déplacement du segment de ligne d'ancrage compris entre le point de touche et l'ancre (cf. Figure 13). Le déplacement se fait de manière symétrique puisque les flotteurs évoluent dans un sens mais aussi dans l'autre.

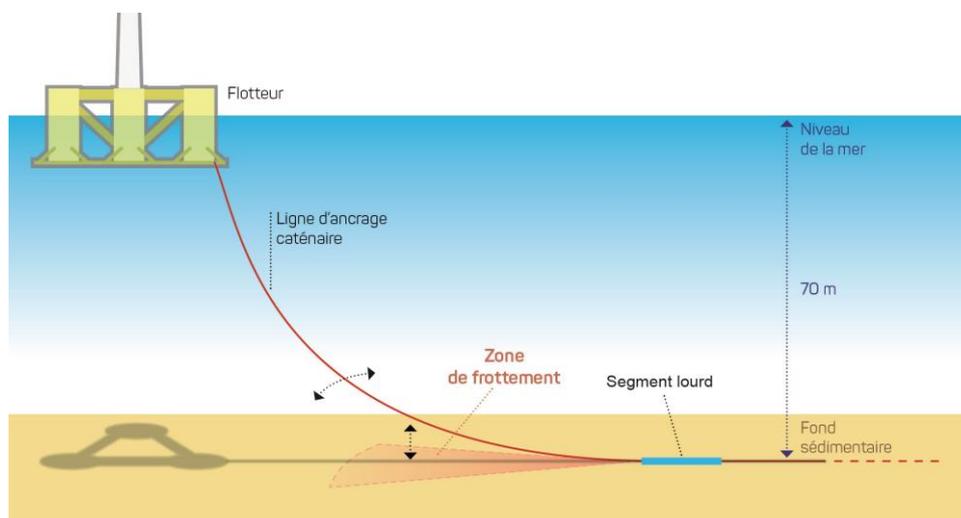


Figure 13 : Illustration du phénomène de ragage (Source : LEFGL)

En conditions extrêmes, de part et d'autre de sa position médiane, la chaîne est susceptible de balayer une surface pouvant être schématisée par deux triangles adjacents de 20 m de base et de 400 m de longueur (cf. Figure 13), soit au maximum 8 000 m² par ligne d'ancrage et 0,096 km² (9,6 ha) pour l'ensemble de la ferme pilote EFGL.



2.6.5.5 Synthèse du système d'ancrage

Le tableau ci-après résume les caractéristiques du système d'ancrage sélectionné.

CARACTERISTIQUES	DIMENSIONS
Type d'ancrage	Caténaire
Matériaux des lignes d'ancrage	Synthétique (polyéthylène) et/ou acier
Nombre de ligne d'ancrage par flotteur	3
Nombre de ligne d'ancrage pour la ferme pilote	12
Disposition des lignes d'ancrage	Une ligne est attachée à chaque colonne latérale avec un écart angulaire de 120°
Masse d'une ligne d'ancrage [t]	100 à 200 t par ligne d'ancrage
Rayon d'ancrage [m]	600 m au maximum
Nombre d'ancre par ligne d'ancrage	1
Nombre d'ancre pour la ferme pilote	12
Type d'ancre	Ancre classique DEA (ancres à draguer)
Surface totale d'une ancre	22 m ² environ
Surface de la partie plane d'une ancre	16 m ² environ
Profondeur d'enfouissement des ancres [m]	12 m au maximum
Distance de traction d'une ancre	30 m environ
Surface de frottement d'une ligne d'ancrage	8 000 m ² au maximum
Surface de frottement des 12 lignes d'ancrage	< 0,1 km ²

Tableau 11 : Caractéristiques du système d'ancrage (Source : EIFFAGE/PPI)



2.6.6 - Les éoliennes

Une éolienne est un dispositif qui transforme l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, laquelle est ensuite transformée en énergie électrique grâce à une génératrice, ensuite élevée par un transformateur à la tension électrique voulue (ici 66 kV).

Une éolienne se compose des éléments suivants :

- Un mât : permet de placer le rotor à une hauteur suffisante pour permettre son mouvement et à une hauteur où le vent souffle de façon plus forte et plus régulière qu'au niveau du sol. Le mât abrite généralement une partie des composants électriques et électroniques (modulateur, commande, multiplicateur, générateur, etc.). Les mâts seront constitués d'acier ;
- Une nacelle : montée au sommet du mât, abritant les composants mécaniques, pneumatiques, certains composants électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de la machine. La nacelle peut tourner pour orienter la machine dans la bonne direction, face au vent. L'accès à la nacelle se fait par l'intermédiaire du mât grâce à un monte-charge. En mer, la réglementation impose l'équipement sur la nacelle d'une héliplate-forme (« helideck ») afin de permettre l'accès par hélicoptère en cas d'urgence (exemple : blessure grave d'un technicien) ;
- Un rotor : composé du nez de l'éolienne recevant les trois pales, fixé sur un arbre tournant dans des paliers installés dans la nacelle. Le rotor, solidaire des pales, est entraîné par l'énergie du vent, il est branché directement ou indirectement (via un multiplicateur de vitesse à engrenages) au système mécanique qui utilisera l'énergie recueillie (pompe, générateur électrique, etc.).

La spécificité première des éoliennes qui seront mises en place pour le projet EFGL tient dans le fait qu'elles sont conçues pour être installées en milieu marin, que ce soit dans le choix des matériaux et des dispositifs de protection anti-corrosion, que dans le recours à des technologies spécifiques (exemple : entrée d'air dirigée et traitée pour limiter l'humidité et la salinité à l'intérieur de la nacelle).

Compte-tenu de l'évolution constante des technologies d'aérogénérateurs et de son propre retour d'expérience sur les projets éoliens en mer posés, LEFGL a souhaité présenter une vision réaliste mais prenant en compte des hypothèses hautes des caractéristiques des éoliennes afin de permettre l'utilisation de la technologie la plus adaptée et la plus performante au moment de la construction du projet, et autoriser ainsi une flexibilité favorable à la baisse des coûts. Cette démarche vise ainsi à estimer le plus précisément possible les impacts du projet et à définir les mesures associées les plus adaptées.

Les principales caractéristiques de l'éolienne de la ferme pilote EFGL sont synthétisées dans le Tableau 12.



CARACTERISTIQUES	DIMENSIONS
Puissance unitaire	6,33 MW au maximum
Puissance totale installée	25,32 MW au maximum
Nombre de pales	3
Diamètre du rotor	152 m
Hauteur de moyeu du rotor	98 m
Hauteur totale maximum (bout de pale vertical)	174 m
Hauteur minimale entre le bas des pales et le niveau de la mer	22 m
Masse totale (ensemble nacelle, rotor, pales)	512 t
Longueur du mât (entre bas de nacelle et haut du flotteur)	85 m
Masse du mât (acier primaire)	Inférieure à 550 t
Vitesse nominale de rotation du rotor	11,5 tours par minute

Tableau 12 : Principales caractéristiques de l'éolienne (Source : LEFGL)

Compte-tenu de la présence de composants mécaniques, pneumatiques, électriques et électroniques, une éolienne contient divers fluides. Ces quantités de fluide sont synthétisées dans le tableau ci-après.

FLUIDE	QUANTITE
Graisse de lubrification	500 kg
Huile lubrifiante	1 500 l
Propylène Glycol	1 000 l
Fluide diélectrique biodégradable	1 800 l

Tableau 13 : Quantités de fluides contenues dans une éolienne (Source : LEFGL)

Des moyens anti-pollution légers (type tapis absorbant) seront disponibles sur le flotteur ou sur le navire de maintenance en cas de fuite.

Des bacs de rétention d'effluents seront mis en place dans les nacelles des éoliennes. Ces bacs seront dimensionnés selon les volumes d'effluents attendus et les risques de surverse. Les bateaux de maintenance seront équipés de dispositifs de vidange appropriés.

Les dimensions d'une éolienne installée sur un flotteur sont indiquées sur la figure ci-après.

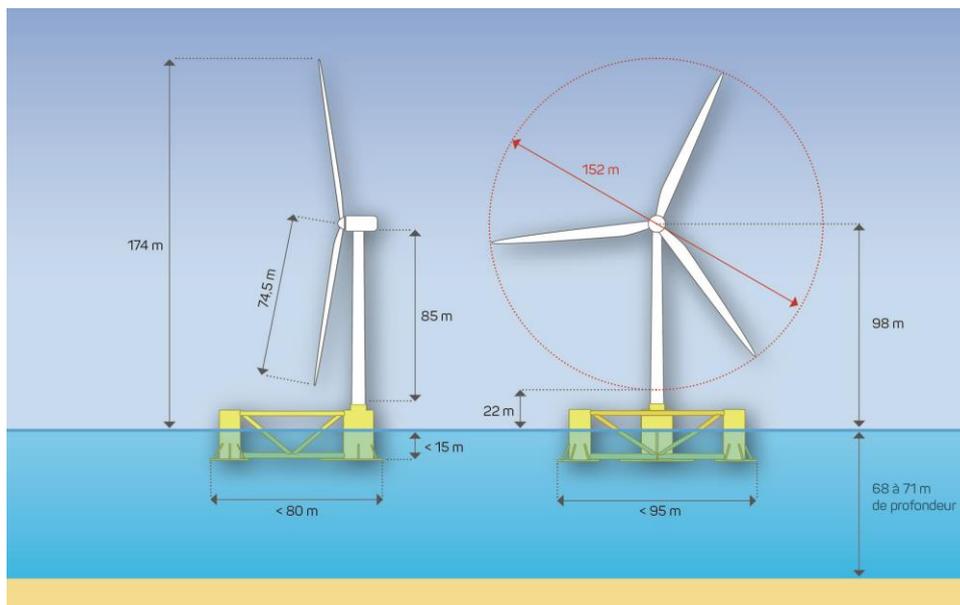


Figure 14 : Vues de face et de côté d'un couple flotteur-éolienne (Source : LEFGL)

Aucun élément creux vertical, ni aucune ouverture technique donnant accès aux équipements électriques n'est recensé.

2.6.7 - L'interconnexion électrique

2.6.7.1 Les câbles inter-éoliennes

La ferme pilote sera raccordée au Réseau Public de Transport d'électricité avec une tension de référence de 63 kV. Ce réseau a une plage d'utilisation qui lui permet de fonctionner à des tensions inférieures ou supérieures à cette tension de référence et qui est compatible avec la tension nominale de 66 kV fournie par les éoliennes.

Les câbles inter-éoliennes sont protégés par des armures et constitués de trois conducteurs en cuivre. Des fibres optiques sont également incluses pour assurer la communication avec le système de contrôle de la ferme pilote.

Les éoliennes de la ferme sont raccordées en série. L'électricité générée par chaque éolienne, sous une tension de 66 kV, est donc acheminée par les câbles inter-éoliennes jusqu'au flotteur de la première éolienne de la ligne sur lequel la jonction avec le câble d'export est réalisée (cf. Figure 15).

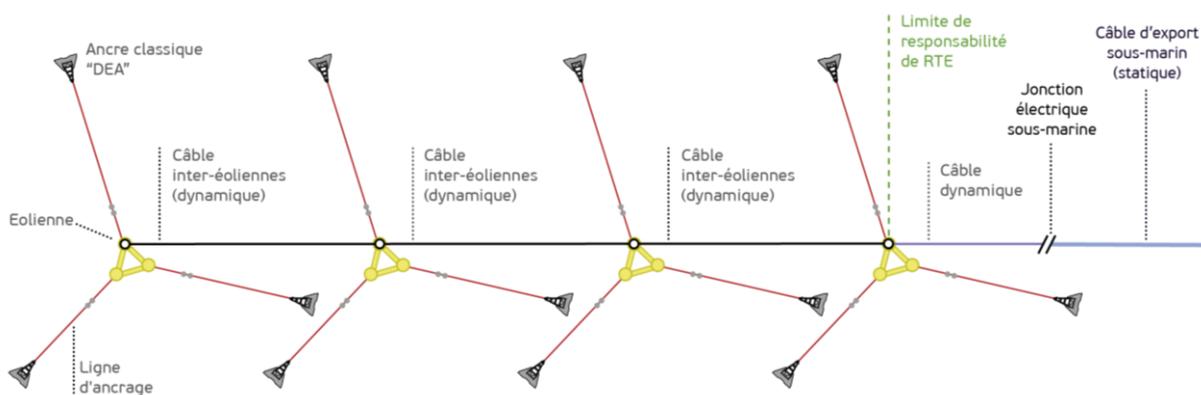


Figure 15 : Interconnexion électrique des quatre éoliennes (Source : LEFGL)

Les câbles inter-éoliennes, dont une partie est située dans la colonne d'eau et une autre partie sur le fond marin, peuvent suivre les mouvements du flotteur en surface sans se détériorer (câbles dits « dynamiques »). Une configuration en courbe en « S », appelée « lazy-wave », est adoptée pour minimiser les efforts dus aux mouvements en tête sur le câble (cf. Figure 16). Cette configuration permet d'amortir les mouvements des câbles inter-éoliennes à l'aide de modules de flottaison.

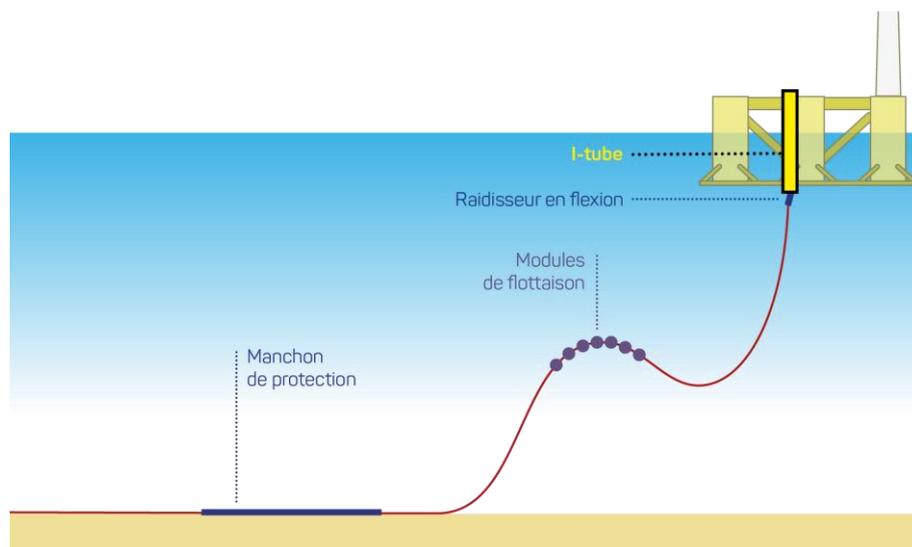


Figure 16 : Configuration d'un câble inter-éoliennes en « lazy-wave » (Source : LEFGL, EIFFAGE METAL, PPI)

Les éoliennes sont espacées de 750 m. Chaque câble inter-éoliennes a une longueur d'environ 1 000 m. Un linéaire estimé à 400 m repose donc en permanence sur le fond.

Compte tenu de l'importante profondeur d'eau qui permet de stabiliser les câbles inter-éoliennes, ceux-ci seront posés sur le fond marin, sans ensouillage. Du fait de la configuration en « lazy-wave », les câbles inter-éoliennes sont stables entre chaque point de touche et ne frottent pas sur le fond.



2.6.7.2 Les « I-Tubes »

Les extrémités de chaque câble inter-éoliennes sont protégées dans un I-Tube (cf. Figure 17) qui permet également de « débrancher » une éolienne de la chaîne en fermant le circuit électrique.

Les câbles inter-éoliennes peuvent ainsi être déconnectés du flotteur pour permettre les maintenances lourdes de l'éolienne qui s'effectuent au port. Dans ce cas, l'I-Tube qui abrite les extrémités des câbles est détaché du flotteur et reste en surface grâce à sa flottabilité positive (cf. Figure 17). L'I-Tube est alors maintenu en position par les deux câbles inter-éoliennes qui lui sont raccordés. L'I-Tube est conçu pour supporter les chargements dus aux opérations de connexion ou de déconnexion au flotteur, ainsi qu'aux sollicitations de la houle et du courant lorsqu'il est déconnecté.

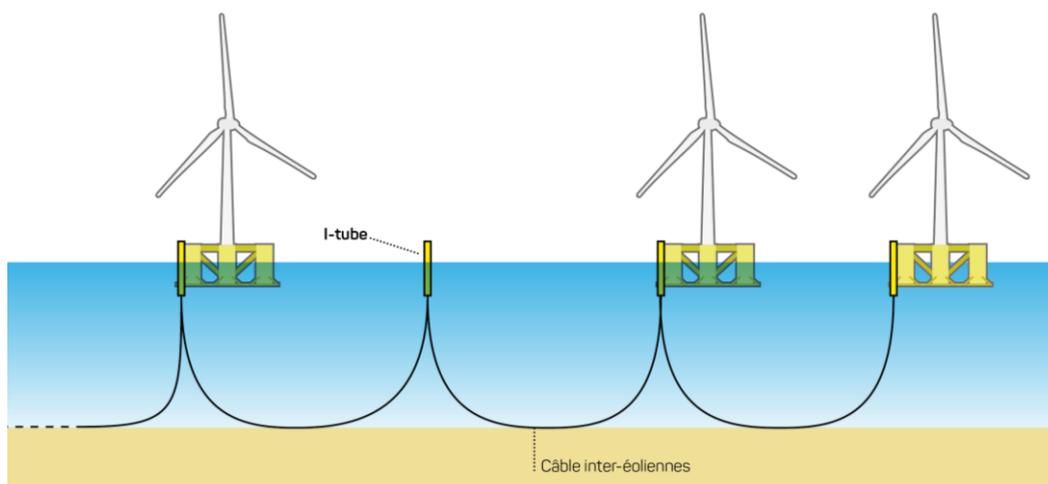


Figure 17 : Ferme pilote en production après rapatriement d'un couple flotteur-éolienne à quai (Source : LEFGL)

Un I-Tube par flotteur est nécessaire. Il est déconnectable et reconnectable de/à la plateforme en quelques heures seulement. Lorsqu'il est en configuration déconnectée, l'I-Tube présente un franc-bord de 3 m (cf. Figure 18). Celui-ci sera alors équipé d'un balisage adéquat.

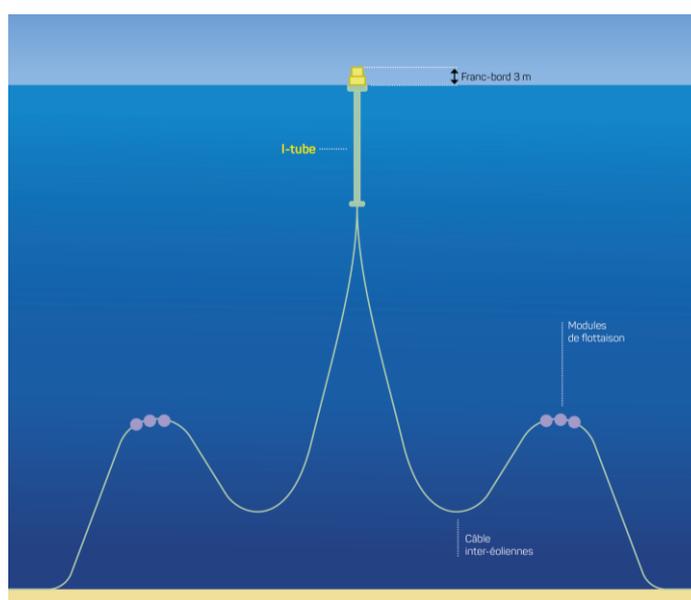


Figure 18 : I-Tube déconnecté du flotteur (Source : LEFGL, EIFFAGE METAL, PPI)



Un raidisseur en flexion est installé à la base de l'I-Tube pour protéger les extrémités du câble.



Photographie 3 : Raidisseur en flexion (Source : EIFFAGE METAL, PPI)

2.6.7.3 Point de livraison en mer

L'éolien flottant est soumis aux mêmes principes de raccordement électrique que l'éolien terrestre ou l'éolien en mer posé. La ferme pilote sera d'une puissance supérieure à 12 MW et la tension d'export supérieure à 50 kV : le gestionnaire de réseau compétent est donc RTE.

RTE sera responsable de l'évacuation de l'électricité de la ferme pilote EFGL à partir du point de livraison en mer jusqu'au poste électrique de Salanques. Le câble d'export, l'atterrage et le raccordement au poste sont considérés comme des éléments constitutifs du Réseau Public de Transport d'électricité.

Le point de livraison en mer est situé au niveau de l'éolienne de tête (E01).

2.6.7.4 Equipements de contrôle de la ferme pilote

Le poste de contrôle sera installé à proximité immédiate du poste électrique existant de Salanques. Il contiendra les principaux équipements suivants (cf. Figure 19) :

- Equipements de contrôle des éoliennes et flotteurs ;
- Equipement/systèmes SCADA.

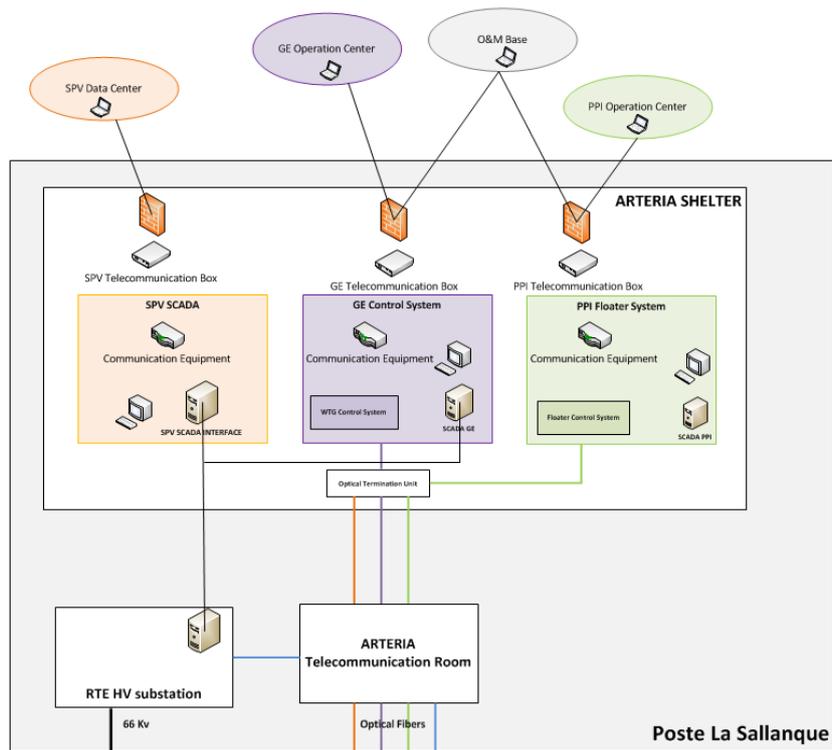


Figure 19 : Poste de contrôle de la ferme pilote EFGL (Source : LEFGL)

La superficie de ce bâtiment de type « container » n'excèdera pas 20 m², pour une masse inférieure à 5 t. L'enveloppe de la structure pourrait être en métal ou béton (cf. Photographie 4). La pose de ce type de container ne nécessite pas de permis de construire.



Photographie 4 : Exemple de poste de contrôle (Source : Arteria)



2.6.8 - Phases de construction et d'installation

2.6.8.1 Calendrier d'installation de la ferme pilote

Le calendrier prévisionnel de l'installation de la ferme pilote EFGL est donné en Figure 20.

Tâches	2019			2020								2021												
	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Aoû.
Etudes, approvisionnement et fabrication	[Yellow bar from Sep 2019 to Sep 2020]																							
Travaux au port d'assemblage	[Purple bar from Mar 2021 to Jun 2021]																							
Pré-installation des lignes d'ancrage	[Blue bar from Feb 2021 to Mar 2021]																							
Amarrage et interconnexion électrique	[Grey bar from Apr 2021 to May 2021]																							
Mise en Service Industrielle (MSI)	[Green bar from Aug 2021 to Sep 2021]																							
Tests	[Light blue bar from Sep 2021 to Oct 2021]																							
Début de l'exploitation	01/10/2021																							

Figure 20 : Calendrier prévisionnel d'installation de la ferme pilote EFGL (Source : LEFGL)

2.6.8.2 Fabrication et transport des flotteurs

Le plan de fabrication et d'assemblage des flotteurs est basé sur le site d'EIFFAGE METAL à Fos-sur-Mer, qui possède les moyens, les espaces, la main d'œuvre et l'accès à la mer nécessaires, ce qui en fait le site le plus adapté pour construire de tels ouvrages sur la façade méditerranéenne française.

Les usines associées aux moyens du chantier de construction d'EIFFAGE METAL à Fos-sur-Mer présentent des avantages pour répondre aux besoins d'industrialisation des préséries des flotteurs éoliens :

- D'une part, le site est spécialisé dans la construction en mer d'objets métalliques depuis plus de 50 ans. Il s'agit donc d'un moyen adapté à ce type d'ouvrages et faisant appel à un savoir-faire applicable aux énergies marines renouvelables ;
- D'autre part, situé sur la façade méditerranéenne, le site peut facilement alimenter le projet étant entendu que le remorquage des flotteurs présente un risque météo réduit du fait de la distance (de l'ordre de 100 milles nautiques, soit 185 km).

Le site est situé au fond de la Darse 2 des bassins ouest du Grand Port Maritime de Marseille.



Photographie 5 : Vue aérienne du site d'EIFFAGE METAL à Fos-sur-Mer (Source : EIFFAGE)

Au fur et à mesure de leur assemblage, les flotteurs seront stockés sur place (soit à terre sur le site d'assemblage, soit à quai) en attendant la période propice à la livraison à Port-La Nouvelle. A l'approche de cette période, les flotteurs seront remorqués de Fos-sur-Mer à Port-La Nouvelle. Les flotteurs seront convoyés à l'aide d'un remorqueur à une vitesse d'environ 3 nœuds, soit une durée d'environ 30 h pour relier Port-La-Nouvelle.

2.6.8.3 Assemblage des éoliennes

2.6.8.3.1 Port d'assemblage

Port-La Nouvelle a un projet d'extension portuaire correspondant à un plan de développement industriel régional, initié préalablement à l'AAP EoFlo. Cette extension est par conséquent indépendante et non liée au projet EFGL.

LEFGL a sélectionné Port-La Nouvelle comme port de base en raison de sa proximité avec la ferme pilote. Le Conseil régional d'Occitanie est propriétaire du port et Maître d'ouvrage du projet d'extension de ce port dont les travaux sont prévus pour 3 ans, de 2018 à 2021.

Sous réserve que le calendrier de ces travaux soit tenu, les activités de réception, manutention, stockage, préparation à la mise en service et d'installation des composants de l'éolienne sur le flotteur seront donc effectuées à Port-La Nouvelle. Dans le cas d'une indisponibilité des moyens logistiques de Port-La Nouvelle strictement incompatible avec le planning du projet, un port du bassin méditerranéen sera choisi comme alternative.



A Port-La Nouvelle, les aménagements portuaires seront divisés en trois zones définies pour accueillir les activités nécessaires à l'assemblage d'une éolienne sur un flotteur. Ces zones sont visibles sur la Figure 21 ci-dessous :

- La zone de déchargement (Z4) où seront effectués les débarquements ;
- La zone de stockage (Z3), où les composants seront conservés en attente d'installation et subiront une pré-mise en service ;
- La zone d'assemblage (Z5), où les activités de montage des éolienne sur les flotteurs seront réalisées. Ci-dessous les coordonnées des éoliennes en phase d'assemblage sur les flotteurs (dans le cas où deux éoliennes pourraient être installées, voir ci-après) :

IDENTIFIANT DE L'ÉOLIENNE EN PHASE D'ASSEMBLAGE	COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRÉS DECIMAUX)		COORDONNÉES LAMBERT 93		HAUTEUR TOTALE (M)
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]	
Localisation 1	43,015871	3,064649	6 212 950,56	705 274,78	177
Localisation 2	43,016154	3,063585	6 212 982,03	705 187,97	177

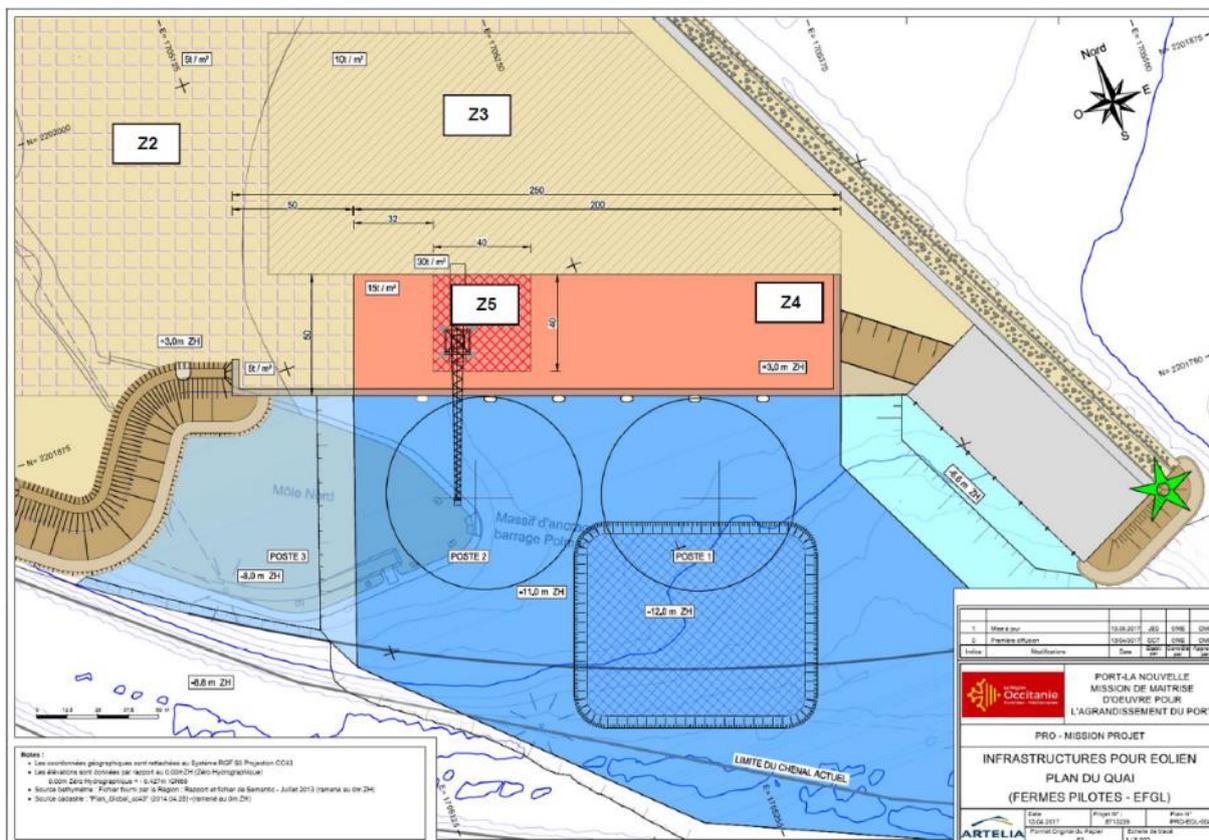


Figure 21 : Zones d'activité à Port-La Nouvelle (Source : Conseil Régional Occitanie / Pyrénées-Méditerranée)

Les nacelles, tours et pales seront transportées par voie maritime jusqu'à Port-La Nouvelle où seront assemblées les éoliennes.



2.6.8.3.2 Séquence d'assemblage

Une fois le flotteur amarré à quai, la séquence d'assemblage est la suivante :

1. Levage de la première section de tour
2. Levage de la deuxième section de tour
3. Levage de la troisième section de tour
4. Levage de la nacelle
5. Installation des pales

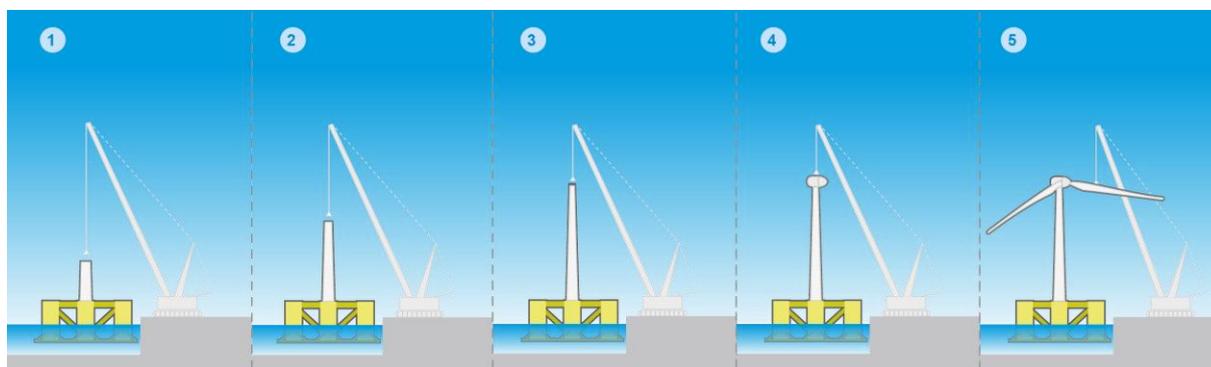


Figure 22 : Séquence d'installation indicative (Source : LEFGL)

La durée de montage à quai d'une éolienne est d'environ deux semaines.

Dès cette période de montage à quai, les éoliennes devront être équipées d'un système de balisage aéronautique opérationnel. Les modalités de balisage en phase d'assemblage seront discutées avec les autorités compétentes.

Si la Direction de la Circulation Aérienne Militaire (DIRCAM) l'autorisait, LEFGL pourrait assembler entièrement à quai jusqu'à deux éoliennes à la fois. Dans le cas où les servitudes opérées par la DIRCAM ne le permettraient pas, LEFGL ne procéderait a minima qu'à l'assemblage d'une éolienne à la fois.

Durant cette phase, il n'est pas prévu de mener des tests de fonctionnement à terre impliquant une rotation du rotor. En période de vents forts, il sera toutefois nécessaire de permettre une rotation minimale des pales (vitesse de rotation de l'ordre de 2 tours/min) afin de préserver l'intégrité de l'éolienne.



2.6.8.4 Installation en mer des couples flotteur-éolienne

2.6.8.4.1 Moyens nautiques mobilisés

Les caractéristiques clefs des moyens nautiques identifiés à l'état d'avancement actuel du projet sont détaillées ci-après.

Navire AHTS

A cette étape du projet, le moyen nautique anticipé pour la pré-installation des ancrages est un navire AHTS¹¹. Les caractéristiques génériques d'un navire AHTS pouvant être mobilisé pour l'installation de la ferme pilote sont indiquées dans le Tableau 14.

CARACTERISTIQUES GENERIQUES D'UN NAVIRE AHTS	
Nom du navire pris en exemple	Bourbon Crown
Image	
Positionnement	Système de positionnement dynamique de type DP2
Longueur	80 m
Largeur	18 m
Tirant d'eau	8 m
Capacité de traction	193 t
Capacité du treuil de remorquage	500 t
Pont	37 m x 15 m @ 5 t/m ²

Tableau 14 : Caractéristiques d'un navire AHTS, ici le Bourbon Crown (Source : EIFFAGE, PPI, FleetMon.com)

¹¹ AHTS (Anchor Handling Tug Supply) ou AHV (Anchor Handling Vessel) : Navire poseur-releveur d'ancres



Navire support de type « Multicat »

Il est également envisagé d'utiliser un navire support de type Multicat pour les opérations suivantes :

- Amarrage des lignes d'ancrage aux flotteurs ;
- Installation des câbles inter-éoliennes.

Les caractéristiques génériques d'un navire Multicat pouvant être mobilisé pour l'installation de la ferme pilote sont indiquées dans le Tableau 15.

CARACTERISTIQUES GENERIQUES D'UN NAVIRE MULTICAT	
Nom du navire pris en exemple	Zwerver III
Image	
Positionnement	Système de positionnement dynamique de type DP1
Longueur	35 m
Largeur	15 m
Treuil	200 t de traction, Force du frein : 250 t
Grue	10 t @ 20 m
Vitesse maximale	10 nœuds
Capacité de traction	36 t

Tableau 15 : Caractéristiques d'un navire Multicat, ici le Zwerver III (Source : EIFFAGE, PPI)

Remorqueur

Les remorqueurs sont des navires relativement petits, très puissants et manœuvrables et largement disponibles en Méditerranée. Ce type de navire sera utilisé pour :

- Les phases de remorquage des flotteurs, de Fos-sur-Mer vers Port-La Nouvelle ;
- Les phases de remorquage des couples flotteur-éolienne, du port d'assemblage (Port-La Nouvelle) vers le site d'implantation en mer ;
- Le maintien en position des couples flotteur-éolienne pendant les phases d'amarrage avec les lignes d'ancrage.

Les caractéristiques génériques d'un remorqueur pouvant être mobilisé en phase d'installation sont indiquées dans le Tableau 16 ci-dessous.



CARACTERISTIQUES GENERIQUES D'UN REMORQUEUR	
Nom du navire pris en exemple	VB Provence
Image	
Longueur	35,5 m
Largeur	11,5 m
Tirant d'eau	5,50 m
Capacité de traction	55 t

Tableau 16 : Caractéristiques d'un remorqueur, ici le VB Provence (Source : EIFFAGE, PPI, Boluda)

2.6.8.4.2 Procédure d'installation de la ferme pilote

Les quatre étapes principales sont :

- La pré-installation des ancrages ;
- Le remorquage sur site des éoliennes montées sur les flotteurs (couples flotteur-éolienne) ;
- L'amarrage des flotteurs aux lignes d'ancrage ;
- L'installation et la connexion des câbles inter-éoliennes.

Pré-installation des ancrages

Le système d'ancrage devra être préinstallé avant le remorquage des couples flotteur-éolienne sur la zone de projet.

Une fois la ligne d'ancrage posée sur le fond marin, la capacité de traction maximale du navire sera appliquée. Lors de l'application de la capacité de traction maximale, la longueur de chaîne reposant sur le fond marin ne devra pas excéder 50 m. Cette limitation vise à assurer que la résistance du système soit bien due à l'ancre et que celle-ci soit dans la position correcte.

La tension des lignes d'ancrage devra être contrôlée pendant toutes les opérations, via la mesure des charges appliquées par le treuil ou par l'intermédiaire d'une manille instrumentée. La précision de mesure des charges sur le treuil devra être confirmée avant le début des opérations, et le cas échéant vérifiée par une inspection du point de contact des lignes d'ancrage avec le sol à l'aide d'un ROV¹².

¹² ROV (Remotely Operated Vehicle) : Robot sous-marin télécommandé



Après pré-installation de l'ancre, le système devra subir une épreuve de résistance à 100 % de la charge nominale.

A l'exception de l'ancre et de sa chaîne, aucun autre élément du système d'ancrage ne pourra être mobilisé pendant l'épreuve de résistance. Le reste des éléments du système d'ancrage sera déployé après passage réussi de ce test. Une traction suffisante devra être appliquée pendant l'installation pour prévenir le ballant, le désalignement ou la torsion des lignes.

Remorquage des couples flotteur-éolienne

Le navire de remorquage sera relié au flotteur grâce à un arrangement de brides et une triplate reliée à la remorque principale. La connexion sera faite à quai. Pour cette étape, le flotteur sera sécurisé et maintenu en place par trois remorqueurs pour la sortie du port, puis convoyé par un à deux remorqueurs jusqu'au site. Le remorquage fera l'objet d'information nautique réglementaire préalable et le couple flotteur-éolienne sera balisé durant le transport afin d'assurer la sécurité maritime et aérienne.

Les remorqueurs portuaires se déconnecteront du flotteur une fois sortis du chenal de Port-La Nouvelle. La vitesse de remorquage ne dépassera pas les 3 nœuds. Une capacité minimale de traction de 100 tonnes est pour l'instant anticipée pour les remorqueurs.

Des services de prévisions météo reconnus seront utilisés pour garantir le remorquage des flotteurs dans des conditions de mer compatibles avec les opérations (hauteur significative de houle inférieure à 4 m).



Photographie 6 : Remorquage du prototype WindFloat 1 (Source : PPI)

Amarrage des flotteurs aux lignes d'ancrage

A l'arrivée sur site, les équipements des flotteurs, notamment le générateur de bord, seront inspectés pour mise en route et utilisation.

Les flotteurs du projet EFGL présentent une spécificité technique. Ceux-ci disposent d'un système de ballast actif, c'est-à-dire que les volumes d'eau à l'intérieur du flotteur évoluent en fonction des conditions de mer afin d'assurer un équilibre optimal. Le ballastage de chacun des quatre flotteurs sera effectué grâce à une pompe submersible.

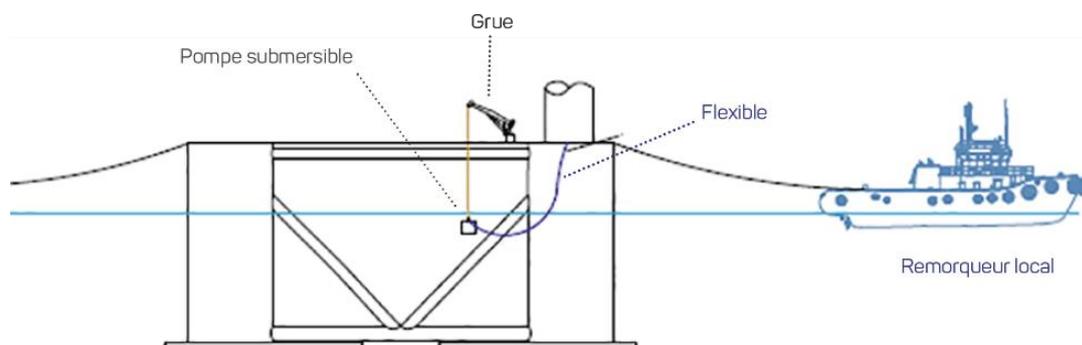


Figure 23 : Déploiement de la pompe submersible pour ballastage final (Source : EIFFAGE, PPI)

La pompe sera déployée depuis la grue à bord du flotteur. La pompe avec son tuyau flexible sera connectée au système de tuyauterie du ballast du flotteur. Approximativement 1 000 tonnes supplémentaires d'eau de mer seront pompées sur site pour cette séquence finale de ballastage.

L'eau de ballast est de l'eau de mer sans ajout de produit additif et ne nécessite aucun traitement particulier avant déballastage. Par précaution, une analyse d'eau pourrait être réalisée avant cette étape.

Le flotteur sera positionné sur sa localisation cible pour être amarré à la ligne d'ancrage préalablement installée. Plusieurs remorqueurs seront nécessaires.

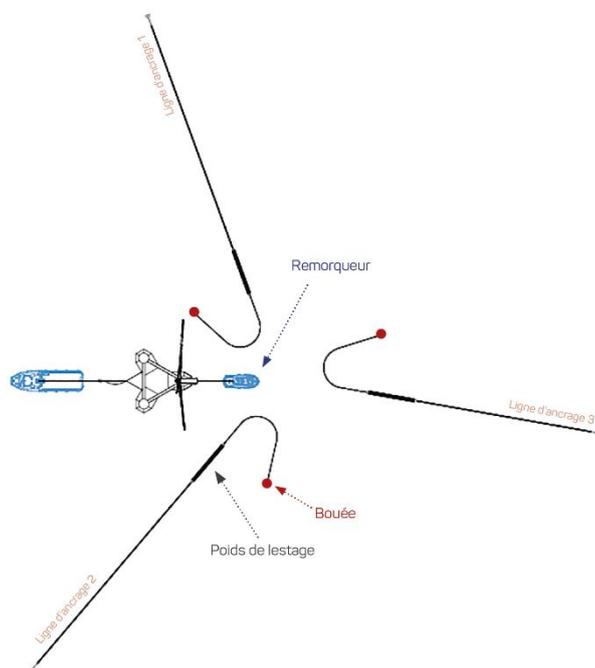


Figure 24 : Mise en place d'une unité pour connexion au système d'ancrage (Source : EIFFAGE, PPI)

Une ligne messagère du flotteur sera passée au navire support afin de la connecter à la ligne messagère de la ligne d'ancrage.

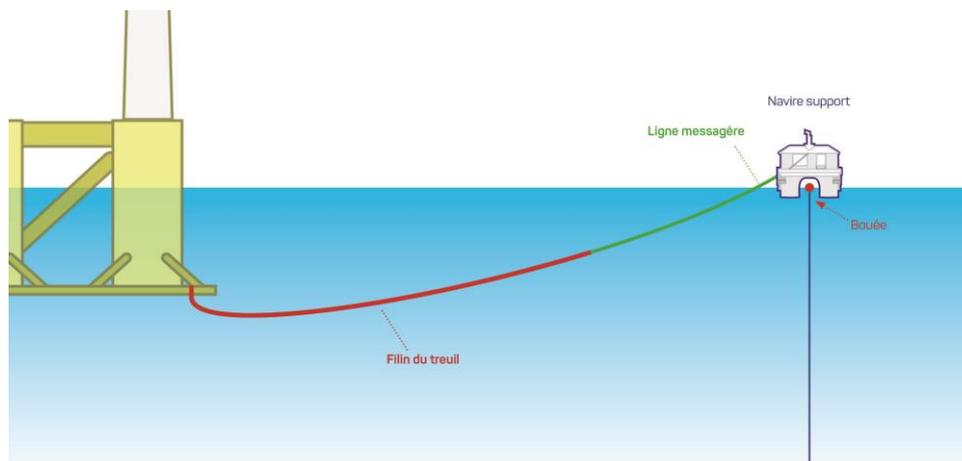


Figure 25 : Passage de la ligne messagère préalable à la connexion à la ligne d'ancrage (Source : EIFFAGE, PPI)

Les lignes seront tirées grâce au treuil à bord du flotteur jusqu'à ce que chaque connecteur arrive et soit sécurisé dans son réceptacle femelle.

Aucune assistance de plongeurs n'est nécessaire pour cette procédure d'installation. Cependant une équipe de plongeurs sera sur place en stand-by au cas où un problème imprévu surviendrait et nécessiterait une telle assistance.

Un ROV sera déployé pour surveiller la phase de connexion. Une fois les lignes connectées, une inspection post-installation sera conduite pour vérifier que les ancrages sont correctement connectés, que les tolérances d'ancrage sont respectées et qu'aucun endommagement n'a été causé.

Installation et connexion des câbles inter-éoliennes

Les câbles inter-éoliennes seront connectés une fois l'amarrage des lignes d'ancrage aux flotteurs réalisé.

Une ligne messagère passant à travers l'I-Tube sera récupérée par le navire d'installation et connectée à la tête de tirage attachée au bout du câble inter-éoliennes. Si nécessaire, la longueur de câble sera ajustée en coupant un court segment. Le câble sera tiré en utilisant le treuil à bord du flotteur.

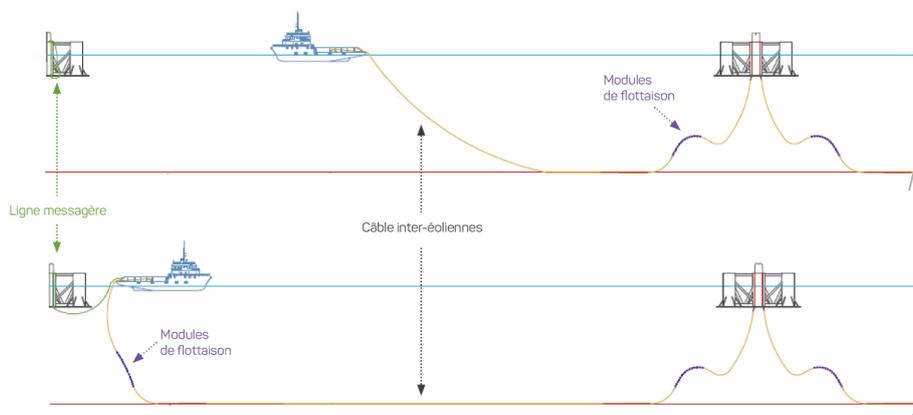


Figure 26 : Séquence d'installation et de connexion d'un câble inter-éolienne (Source : EIFFAGE, PPI)



Aucune intervention de plongeurs pour cette opération n'est nécessaire. Une inspection post-installation par ROV sera conduite y compris pour vérifier la profondeur des modules de flottaison, la configuration en « lazy-wave » et la position des points de touche.

La mise sous tension du système à haute tension sera conduite en accord avec les procédures de mise en route imposées au projet. Le fournisseur de l'éolienne sera responsable de la mise en route des éoliennes.

Durée effective des opérations en mer

Le calendrier de l'installation présenté au 2.6.8.1 intègre les aléas météorologiques ainsi que les étapes préparatoires à chaque tâche. La durée effective des opérations en mer pour chaque tâche est donc significativement inférieure.

Une estimation de la durée réelle des opérations en mer (pendant laquelle les navires seront en action) pour chaque tâche est indiquée ci-dessous (Tableau 17). Certaines actions pourraient être menées simultanément.

	TACHES D'INSTALLATION				
	REMORQUAGE DES FLOTTEURS DE FOS A PORT-LA NOUVELLE	PRE-INSTALLATION DES LIGNES D'ANCRAGE	REMORQUAGE DES COUPLES FLOTTEUR-EOLIENNE	AMARRAGE DES FLOTTEURS AUX ANCRAGES	INTERCONNEXION ELECTRIQUE
Durée par flotteur	30 h	96 h	6,5 h	53,4 h	30 h
Durée cumulée pour la ferme	5 jours	16 jours	1 jour	9 jours	5 jours
Moyens nautiques	3 remorqueurs : - 2 pour assistance entrée et sortie du port - 1 pour remorquage en mer	- 1 navire AHTS - 1 navire support	3 remorqueurs : - 2 pour assistance entrée et sortie du port - 1 pour remorquage en mer	2 remorqueurs	- 1 navire Multicat - 1 navire support

Tableau 17 : Durée effective des opérations en mer (estimation) (Source : PPI, LEFGL)



2.6.9 - Phases d'exploitation : fonctionnement et maintenance de la ferme pilote

2.6.9.1 Fonctionnement

2.6.9.1.1 La rotation des pales

La rotation des pales s'effectue dans le sens des aiguilles d'une montre. La vitesse de rotation du rotor à la puissance nominale sera de 11,5 tours par minute au maximum.

2.6.9.1.2 Le système de commande

La ferme pilote EFGL sera connectée au Centre de Conduite des Energies renouvelables d'ENGIE ainsi qu'au Centre de contrôle de EDPR afin de suivre de contrôler et d'optimiser son fonctionnement ainsi que de prédire sa production. Aussi, l'ensemble des données étant ainsi collectées et stockées, leur exploitation permettra de capitaliser le savoir-faire acquis et optimiser la maintenance des futures fermes commerciales.

L'éolienne est équipée d'un système de contrôle permettant son fonctionnement de manière automatique. Celui-ci est constitué de contrôleurs, de capteurs et d'actionneurs permettant de réguler l'éolienne quelles que soient les conditions extérieures. Les paramètres mesurés par les capteurs sur l'éoliennes sont envoyés à terre au centre de supervision et de contrôle, afin qu'un opérateur s'assure à tout moment du bon fonctionnement de l'éolienne.

L'éolienne est également équipée d'un système indépendant de sécurité qui permet de l'arrêter en cas de dysfonctionnement.

2.6.9.2 Activités de maintenance

2.6.9.2.1 Généralités

L'exploitation de la ferme pilote sera assurée par la base de maintenance située au plus près du projet.

La maintenance des éoliennes sera confiée au turbinier, les autres composants seront maintenus par les équipes du Maître d'ouvrage LEFGL avec l'appui de certains fournisseurs.

La maintenance des éoliennes est divisée en deux principales catégories :

- La majeure partie des interventions se fera sur site, pour la maintenance corrective et préventive. L'accès sera effectué par un navire spécialisé pour permettre aux techniciens d'effectuer les interventions dans le mât et la nacelle.
- Certaines pannes majeures très rares pourront nécessiter un rapatriement du couple flotteur-éolienne à quai. La procédure sera alors la même que lors de l'installation initiale avec une déconnexion des câbles inter-éoliennes et des systèmes d'ancrage puis un remorquage pour maintenance au port.



2.6.9.2.2 Description des opérations de maintenance

La maintenance courante comporte la maintenance préventive et la maintenance corrective.

Une campagne de maintenance préventive sera effectuée tous les ans, de préférence en été pour bénéficier de meilleures conditions météorologiques.

Une équipe dédiée sera chargée de superviser la ferme pilote et sera prête à intervenir rapidement en cas de panne, soit en effectuant des réinitialisations à distance des éoliennes, soit en se rendant sur le site pour réparer ou changer des composants des éoliennes.

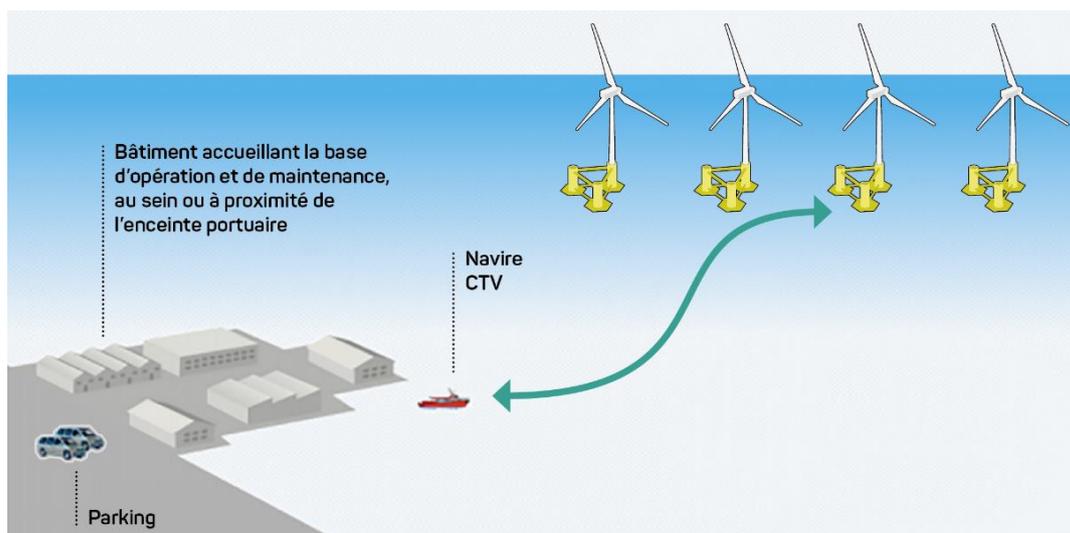


Figure 27 : Organisation de la maintenance courante (Source : LEFGL)

Les opérations de maintenance prévues sont les suivantes, les fréquences indiquées sont des fréquences maximales, LEFGL mutualisera autant que possible les actions de maintenance pour minimiser le nombre d'interventions :

- Maintenance préventive pour les éoliennes : une dizaine de jours par éolienne et par an ;
- Maintenance préventive pour les flotteurs : en temps masqué pour l'essentiel car celle-ci sera faite en même temps que pour l'éolienne (les moyens nautiques seront mutualisés). Des inspections sous-marines nécessitant des ROV et un navire spécialisé seront effectuées sur un rythme à définir (une campagne par an de quelques jours par exemple). Aucune opération de nettoyage général du flotteur n'est prévue dans la mesure où son dimensionnement intègre une bioaccumulation. Néanmoins, afin de permettre les inspections réglementaires des parties immergées de la coque, certaines zones très localisées devront être nettoyées par voie mécanique, et cela à une fréquence variable en fonction de l'avancement dans la vie de la ferme (fréquence annuelle ou tous les 5 ans). Aucune collecte de la bioaccumulation n'est envisagée de manière systématique.
- Maintenance préventive des câbles inter-éoliennes : une inspection tous les cinq ans est prévue, notamment sur les modules de flottabilité des câbles inter-éoliennes ;
- Maintenance corrective légère pour les éoliennes et les flotteurs : environ 10 jours par an d'intervention par couple flotteur-éolienne ;
- Maintenance corrective lourde pour les éoliennes : l'objectif est de ne jamais avoir à réaliser une telle opération. Toutefois, la probabilité pourrait être de trois opérations par éolienne au cours des 20 ans d'exploitation.



- Maintenance corrective lourde pour les flotteurs : l'objectif est de ne jamais avoir à réaliser une telle opération. Potentiellement, il pourrait s'agir du remplacement d'une ligne d'ancrage sur l'ensemble de la ferme au cours des 20 ans d'exploitation.

2.6.9.2.3 Moyens logistiques

Navire de maintenance (CTV)

Pour réaliser la maintenance préventive et corrective légère, le fournisseur de turbines utilisera un navire de type Crew Transfer Vessel (CTV).

Les CTV sont des navires d'environ 20 mètres de long, pouvant accueillir entre 10 et 15 personnes, et équipés de propulseurs d'étrave pour gagner en manœuvrabilité. Ces navires permettent d'acheminer les techniciens de maintenance ainsi que les pièces de rechange vers les éoliennes en mer.



Photographie 7 : Exemple de CTV approchant d'une fondation offshore (Source : Njord Offshore)

Hélicoptère

L'éolienne est équipée d'un hélipad permettant d'hélicoptérer du matériel et du personnel. Il est prévu d'utiliser un hélicoptère dans le cas où une évacuation d'urgence de l'éolienne est nécessaire. Dans certains cas, un accès par hélicoptère pour assurer une maintenance urgente pourrait également être envisagé.

Nombre de jours d'intervention

Le nombre de jours d'intervention par type de navire est estimé à :

- CTV : environ 20 jours par éolienne et par an ;
- Navire Multicat et ROV : environ 12 h par éolienne et par an, et environ 12 h par éolienne tous les 5 ans.



2.6.9.2.4 Maintenance lourde

La maintenance curative qualifiée de « lourde » fera l'objet d'une logistique particulière nécessitant un remorquage du couple flotteur-éolienne vers un port de maintenance bénéficiant d'un tirant d'eau suffisant. A ce jour, Port-La Nouvelle est pressenti pour de telles opérations.

La ferme pilote a été conçue afin de pouvoir déconnecter un flotteur, sans affecter la production électrique des autres flotteurs : la conduite de collecte des câbles électriques des flotteurs (I-Tube) peut être déconnectée d'un flotteur sans avoir à déconnecter les câbles électriques. Ainsi, le réseau électrique de la ferme est maintenu (cf. Figure 17).

2.6.9.3 Gestion des déchets

La construction et l'exploitation d'une ferme éolienne génèrent nécessairement des déchets solides ou liquides qu'il convient de prendre en compte, de recycler et de valoriser autant que possible.

LEFGL développera une stratégie exemplaire de gestion des macro-déchets. Cette problématique des macro-déchets constitue d'ailleurs l'une des sous-finalité du plan de gestion du Parc naturel marin, cette pollution étant responsables de plusieurs effets néfastes telles que les « pêches fantômes », diverses perturbations de la faune marine, la pollution visuelle sur les plages, etc.

Des procédures de récupération et de tri des déchets lors des opérations en mer seront mises en place suivant les réglementations en vigueur et une politique de réduction des déchets sera mise en place.

Les déchets générés par les activités de maintenance en mer seront transférés vers la base portuaire afin d'y être stockés puis évacués vers la filière de traitement adaptée. Des conditionnements adaptés (caisses, conteneurs, etc.) seront mis en œuvre pour le transbordement des déchets.

Les déchets générés par les activités de maintenance sur la base portuaire y seront directement stockés puis évacués vers les filières de traitement adaptées. Ils seront de nature suivante :

- Déchets non dangereux : emballages non-contaminés, déchets organiques, autres déchets non dangereux ;
- Déchets dangereux : graisses, huiles, emballages souillés, autres déchets dangereux.

La base de maintenance disposera d'aires de stockage dédiées, conçues et dimensionnées dans le respect de la réglementation en vigueur.



2.6.10 - Phase de démantèlement

2.6.10.1 Réglementation

La ferme pilote prendra place au sein d'une concession d'utilisation du domaine public maritime sollicitée pour une durée maximale de 40 ans. Pour obtenir cette concession, l'Etat demande notamment au Maître d'ouvrage de préciser les opérations nécessaires à la réversibilité des modifications apportées au milieu naturel et au site, ainsi qu'à la remise en état, la restauration ou la réhabilitation des lieux en fin de titre ou en fin d'utilisation.

Comme pour l'éolien terrestre, le titulaire de la concession devra provisionner les montants couvrant les coûts de démantèlement. Les montants couvrant ces coûts de démantèlement seront définis dans le cadre de la convention de concession d'utilisation du Domaine Public Maritime en dehors des ports.

Selon le principe de réversibilité du projet, le démantèlement doit conduire à une remise en état intégrale du site de projet.

Avant la fin de l'exploitation, le Maître d'ouvrage réalise une étude portant sur l'optimisation des conditions du démantèlement et de la remise en état du site, en tenant compte des enjeux liés à l'environnement, aux usages de la mer et à la sécurité maritime. Comme le prévoit le Code de l'Environnement, tous les composants de la ferme pilote seront retirés et rapportés à terre en vue d'en réutiliser, recycler ou éliminer les différents éléments.

La nature et les techniques des opérations de démantèlement seront choisies de façon à minimiser les perturbations pour le milieu biologique et les activités maritimes. A ce titre, une étude avantages-inconvénients sera menée avant de procéder aux travaux de manière à évaluer la pertinence du retrait de certains éléments du projet offrant un éventuel bénéfice environnemental. Les résultats seront partagés avec les services de l'Etat et il appartiendra à l'autorité administrative décisionnaire de définir les meilleures solutions pour démantèlement des ouvrages.

2.6.10.2 Modalités de démantèlement

2.6.10.2.1 Démantèlement des éoliennes et des flotteurs

La connexion des systèmes d'ancrage et des câbles inter-éoliennes aux structures est une opération entièrement réversible. Pour le démantèlement, il s'agira d'exécuter les opérations inverses à l'installation. Une fois remorquée au port, l'éolienne peut être démantelée à l'aide de moyens similaires à ceux employés pour le démantèlement des éoliennes terrestres.

Les flotteurs seront quant à eux démantelés selon les mêmes procédures et réglementations que pour les plateformes semi-submersibles de l'industrie pétrolière.

2.6.10.2.2 Démantèlement des câbles inter-éoliennes

Les extrémités des câbles inter-éoliennes seront déconnectées puis un navire remontera progressivement les câbles à bord pour les enrouler sur des bobines ou carrousels.



2.6.10.2.3 Démantèlement des ancrages

Les ancres des flotteurs sont conçues pour pénétrer dans le fond marin lors de la mise sous tension des lignes d'ancrage.

Elles sont également équipées d'un dispositif facilitant leur enlèvement ce qui permettra un retour à l'état initial du site.

2.6.10.2.4 Recyclage et valorisation des matériaux

L'ensemble des équipements démantelés seront traités dans les filières de valorisation ou d'élimination.

La ferme pilote étant très majoritairement constituée d'acier et dans une moindre mesure de cuivre, l'ensemble des matériaux seront récupérés, recyclés, et valorisés, permettant ainsi de réduire l'impact environnemental et le coût net de l'opération.

LEFGL s'appuiera sur son expérience en la matière dans l'éolien, mais aussi sur les filiales spécialisées du groupe SUEZ dont le groupe ENGIE est l'actionnaire majoritaire.

2.6.11 - Balisage maritime et aérien

2.6.11.1 Balisage maritime de la ferme pilote EFGL

Le balisage maritime et aéronautique proposé pour la ferme pilote respecte la réglementation en vigueur et les standards internationaux liés aux usages en mer. Il intègre de plus les retours d'expérience européens en la matière ainsi que les recommandations formulées lors des grandes commissions nautiques réunies pour les projets éoliens en mer développés en Manche, en Atlantique et en Méditerranée.

2.6.11.1.1 Règlementation applicable

L'organisation internationale émettrice de recommandations pour le balisage maritime est l'AIMS¹³. En complément du système de balisage maritime de l'AIMS, repris par le décret du 7 septembre 1983, la **recommandation AISM O-139 (éditée en 2008, révisée en 2013)** portant sur la signalisation des structures artificielles en mer synthétise les éléments à prendre en compte pour le balisage des installations marines, dont les parcs éoliens.

En France, la Direction des Affaires maritimes (DAM) a publié le 11/07/2016 une **Note technique « relative aux mesures de sécurité maritime applicables à la planification d'un champ éolien en mer » (NOR : DEVT1613199N)**, dont l'Annexe 3 détaille les « caractères techniques du balisage ».

La définition du système français de balisage ainsi que les modalités de mise en œuvre opérationnelle et technique de celui-ci ont par la suite été détaillées dans l'**Arrêté du 30 novembre 2017 « portant définition du système de balisage maritime et de son référentiel nautique et technique » (NOR : TRAT1625139A)**. Cet arrêté vise à définir le système de balisage des côtes de France en tant qu'ensemble cohérent, conforme aux règles et recommandations internationales qui précisent

¹³ AISM : Association Internationale de Signalisation Maritime



l'ensemble des procédures applicables pour la mise en place des aides à la navigation. En outre, cet arrêté précise les règles techniques qui, regroupées au sein d'un référentiel nautique et technique, sont mises en œuvre par le réseau en charge de la signalisation maritime.

A l'échelon national, le plan de signalisation maritime devra être soumis à la grande commission nautique sur proposition de la préfecture maritime de la Méditerranée avant approbation par les autorités, conformément à l'article R. 2124-6 du code général de la propriété des personnes publiques et aux dispositions des articles 1 à 3 du décret n° 86-606 du 14 mars 1986 relatif aux commissions nautiques. Les modalités d'application dudit décret sont précisées dans la **Note technique du 05/02/15 « relative à la consultation des commissions nautiques dans le cadre de la création d'installations liées aux énergies marines renouvelables » (NOR : DEVT1501468N)**. Les dispositifs correspondants seront ensuite portés sur les documents nautiques et transmis aux navigateurs par les moyens réglementaires de diffusion de l'information nautique.

2.6.11.1.2 Balisage maritime général

Les quatre éoliennes de la ferme pilote étant disposées en ligne, le balisage maritime du projet peut être assuré par les éoliennes elles-mêmes. La nécessité d'ajouter un balisage flottant n'apparaît pas nécessaire à ce stade, conformément à l'Arrêté du 30 novembre 2017 : « D'une manière générale, un balisage complémentaire ne s'impose que s'il existe une nécessité de signaler des chenaux au travers du champ éolien, celui-ci étant suffisamment marqué en lui-même. ».

Comme indiqué sur la Figure 28, les éoliennes seront équipées d'un balisage maritime lumineux, selon le principe suivant :

- Les 2 éoliennes situées aux extrémités de la ligne de quatre éoliennes (SPS¹⁴) seront pourvues de feux d'aide à la navigation à éclats de couleur jaune et de portée 5 M, visibles sur l'horizon et montrant un des rythmes caractéristiques de marque spéciale ;
- Les 2 éoliennes centrales (IPS) seront pourvues de feux d'aide à la navigation à éclats de couleur jaune et de portée 2 M, visibles sur l'horizon et montrant un des rythmes caractéristiques de marque spéciale ;
- Suite aux échanges avec la DIRM Méditerranée, compte tenu de l'implantation en ligne des 4 éoliennes facilement lisible pour les navigateurs, le rythme des feux de signalisation sera identiques pour les éoliennes de coin (SPS) et les éoliennes intermédiaires (SPI). Afin d'éviter toute possibilité de confusion, le rythme de ces feux doit être notablement différent de celui des feux de signalisation maritime déjà existants dans le secteur. Le rythme préconisé à date pour le projet EFGL est « (2+1) éclats en 10 secondes ». L'ensemble des feux sera synchronisé et la divergence verticale prendra en compte la gîte de l'éolienne en fonctionnement ;
- Les feux de signalisation devront être visibles sur tout l'horizon (360°). Il y aura donc trois feux dans le même plan disposés à 120° sur le mât de chaque éolienne, implantés sous le plan de rotation des pales et à une hauteur supérieure à 6 m au-dessus du niveau des plus hautes mers ;
- Pour tenir compte des mouvements du couple flotteur-éolienne, les feux de signalisation posséderont une divergence verticale supérieure à celle utilisée sur les structures fixes, afin d'optimiser la perception du feu par le navigateur (c'est-à-dire une divergence de 30° à 50 % de l'intensité).

¹⁴ SPS : Significant Peripheral Structure, Structure Périphérique Significative

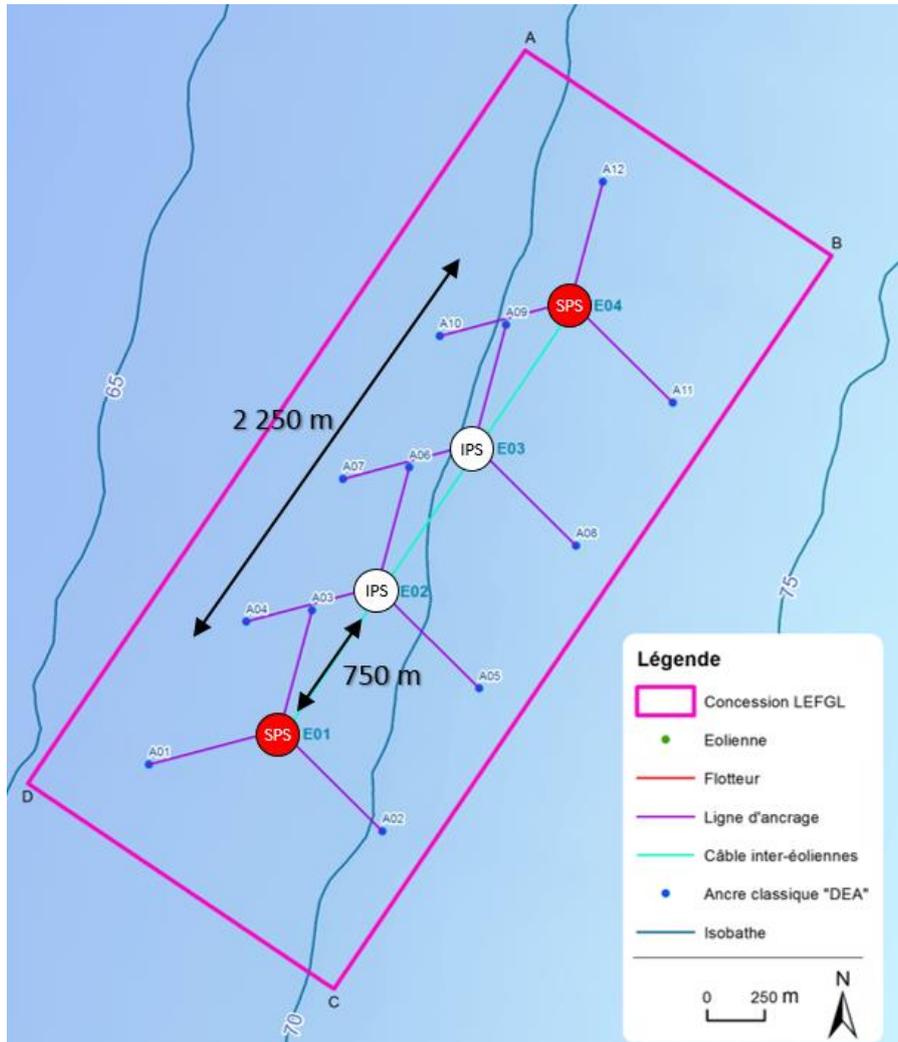


Figure 28 : Principe de balisage envisagé de la ferme pilote (Source : AISM, LEFGL)



2.6.11.1.3 Balisage maritime de proximité

Le flotteur et le mât de chaque éolienne seront peints en « jaune de sécurité » (nuance RAL 1003) jusqu'à une hauteur de 15 m au-dessus du niveau des plus hautes mers ou jusqu'au niveau des feux d'aide à la navigation si ceux-ci sont situés plus haut (cf. Photographie 8).



Photographie 8 : Apposition d'une peinture jaune sur l'ensemble du flotteur WF1 (Source : PPI)

Chaque flotteur sera muni de panneaux d'identification affichant la référence de la structure, sous la forme de lettres ou de chiffres noirs d'une hauteur de 1 m sur un fond jaune, visibles de toutes les directions de jour comme de nuit par l'utilisation de rétro-éclairage ou de signaux à LED fixe (par exemple : EFGL1, EFGL2, EFGL3 et EFGL4).



Photographie 9 : Exemple de panneau d'identification (Source : LEFGL)



2.6.11.1.4 Balisage maritime du I-Tube

En phase d'exploitation, les câbles inter-éoliennes peuvent être déconnectés du flotteur pour permettre les maintenances lourdes de l'éolienne qui s'effectuent au port. Dans ce cas, l'I-Tube qui abrite les extrémités des câbles est détaché du flotteur et reste en surface grâce à sa flottabilité positive.

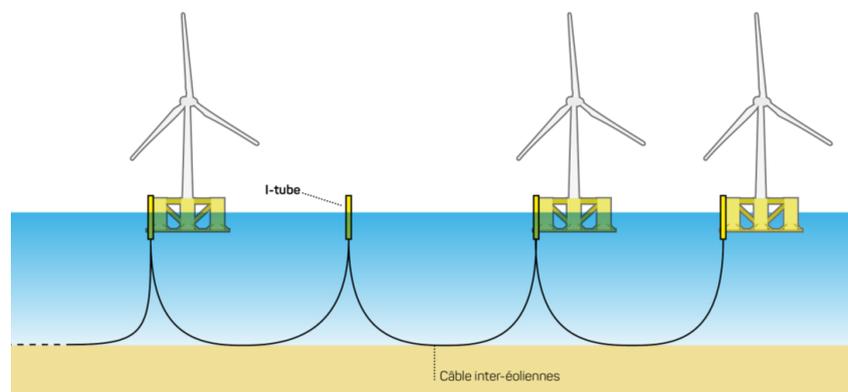


Figure 29 : Ferme pilote en production après rapatriement d'un couple flotteur-éolienne à quai (source : LEFGL)

2.6.11.1.5 Pendant ces périodes, l'I-Tube sera balisé avec un feu tout horizon d'un rythme « marque spéciale ». Disponibilité et contrôle du balisage maritime

Afin d'assurer le maintien de la sécurité sur zone en cas de défaillance d'un système de signalisation ou d'un défaut de l'alimentation électrique principale, LEFGL prendra les dispositions suivantes :

- Mise en place de batteries de secours d'une autonomie au moins égale à 12 h. L'alimentation électrique desservant le balisage lumineux sera secourue par l'intermédiaire d'un dispositif automatique et pourra commuter dans un temps n'excédant pas 15 s.
- Surveillance permanente du balisage, par télésurveillance ou selon une procédure d'exploitation spécifique. Toute défaillance ou interruption éventuelle d'un dispositif de signalisation sera signalée dans les plus brefs délais aux autorités compétentes ainsi qu'aux usagers de la mer.

LEFGL respectera les préconisations de l'AIMS et de l'Arrêté du 30 novembre 2017 en matière de disponibilité des aides à la navigation. Pour les aides de catégorie 2¹⁵, le taux de disponibilité attendu est d'au moins 99 %. La catégorisation des aides à la navigation du projet EFGL sera déterminée par la DIRM en accord avec l'expert nautique national de la Direction des Affaires Maritimes (DAM).

¹⁵ Catégorie 2 : une aide à la navigation (ou un système d'aides à la navigation) qui est considérée comme importante. Cela peut par exemple inclure des aides lumineuses ou des RACONS qui marquent des routes secondaires, ou bien celles qui viennent en supplément pour le marquage des routes principales. Pratique nationale : Il s'agit d'aides qualifiées de principales parce qu'isolées ou mutualisées avec une seule autre aide. Par ailleurs, certaines aides à la navigation actives (lumineuses et équipées de RACONS et/ou d' AIS), qui sont considérées comme essentielles au marquage d'atterrissages, de routes principales, de chenaux, de voies navigables à proximité des dangers, ou pour la protection de l'environnement marin dans des zones sensibles.



2.6.11.1.6 Radiocommunications VHF

Pour assurer la veille radioélectrique des appels (phonie) et des alertes (appel sélectif numérique) de détresse et de sécurité en mer et afin de pouvoir coordonner la réponse aux incidents, accidents et événements de mer ou de navigation, des stations radio côtières sont déployées le long du littoral. Leur nombre et leurs performances sont établis pour permettre une couverture cohérente et permanente des zones de responsabilité déclarées par la France à l'OMI au titre du sauvetage maritime. Ces stations sont télécommandées depuis les CROSS qui assurent la coordination du sauvetage maritime. L'actuelle documentation sur la présence de plusieurs dizaines d'éoliennes ne démontre pas d'incidence sur les émissions VHF. Il existe néanmoins plusieurs études confirmant une perturbation des ondes métriques qui, dans certaines conditions, peuvent impacter non seulement la phonie, mais également l'appel sélectif numérique et le signal AIS.

Par application du principe de précaution, la Direction des Affaires Maritimes (DAM) demande l'installation au sein des parcs éoliens d'une station VHF d'appoint composée de deux équipements multivoies. Celle-ci doit être conforme aux spécifications techniques définies dans la note du 11 juillet 2016 (NOR : DEVT1613199N). L'exploitant du parc doit ensuite effectuer dans les mois qui suivent la mise en service du parc des mesures de propagation VHF dans et à proximité du parc éolien. Les résultats doivent ensuite être communiqués à la DAM et à la Préfecture Maritime compétente.

Si les études effectuées par l'exploitant devaient démontrer l'absence d'impact sur la propagation VHF, le démantèlement de la station radio VHF ou le maintien aux frais de la DAM seraient envisagés. A contrario, si les impacts devaient être avérés, l'exploitant devrait alors installer l'équivalent d'une station radio VHF côtière pour assurer les fonctionnalités du Système Mondial (SMDSM) et assurer à ses frais son maintien en condition opérationnelle.

Dans le cas présent, LEFGL respectera les prescriptions qui pourraient être fixées par la DAM s'il s'avère que le principe de précaution précité venait à être appliqué à un projet de ferme pilote de 4 éoliennes.

2.6.11.2 Balisage aérien de la ferme pilote EFGL

2.6.11.2.1 Réglementation applicable

Les éoliennes, considérées comme des obstacles à la circulation aérienne, doivent faire l'objet d'un balisage défini pour les obstacles aériens, de jour comme de nuit. Dorénavant, en France, le balisage des éoliennes, sur terre comme en mer, est encadré par l'Arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne (NOR : TRAA1809923A).

Les modifications introduites par cet arrêté sont détaillées dans le paragraphe suivant et synthétisées dans le Tableau 18.

2.6.11.2.2 Evolution de la réglementation du balisage aérien

Le plan de balisage aérien du projet EFGL est conforme avec les nouvelles dispositions introduites par l'arrêté du 23 avril 2018. Les modifications apportées par rapport à l'arrêté du 13 novembre 2009 sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.



BALISAGE AERIEN	DIURNE / NOCTURNE	METHODE	ARRETE DU 13/11/2009	ARRETE DU 23/04/2018
Balisage aérien général	Diurne	Peinture blanche/grise sur les mâts	Au-delà de la peinture jaune dédiée au balisage maritime	Au-delà de la peinture jaune dédiée au balisage maritime
		Anneau horizontal de couleur orange ou rouge	Néant	Appliqué sur le fût entre 50 et 55 m de hauteur
		Marquage rouge ou orange en bout de pale	Néant	10 m de long, évite les 4 derniers mètres du bout de pale et peut ne pas être appliqué sur le bord d'attaque
		Feux d'obstacle moyenne intensité de type A	Sur toutes les nacelles : - Feux à éclats blancs de 20 000 cd - Visibles à 360°	Sur les éoliennes dites « périphériques » : - Feux à éclats blancs de 20 000 cd - Visibles à 360°
Balisage aérien spécifique aux éoliennes de grande hauteur	Nocturne	Feux d'obstacle moyenne intensité	Sur toutes les nacelles : - Feux à éclats rouges de 2 000 cd - Visibles à 360°	Sur les éoliennes dites « principales » : - Feux à éclats rouges de 2 000 cd - Visibles à 360°
			Sur toutes les nacelles : - Feux à éclats blancs de 20 000 cd - Visibles à 360°	Sur les éoliennes dites secondaires : - Feux de moyenne intensité (rouges, fixes, 2 000 cd) ou feux spécifiques, à éclats rouges de 200 cd.
Balisage aérien spécifique aux éoliennes de grande hauteur	Nocturne	Feux basse intensité de type B	Sur toutes les éoliennes, à 45 m de hauteur : Feux de couleur rouge, fixes, 32 cd	Néant

Tableau 18 : Comparaison entre l'arrêté du 13/11/09 et l'arrêté du 23/04/18

2.6.11.2.3 Balisage aérien général

Couleur des éoliennes

La couleur grise (gris agate, RAL 7038) est appliquée uniformément sur l'ensemble des éléments constituant l'éolienne, sans préjudice du respect des règles de balisage maritime sur la partie inférieure du fût.

De plus, un anneau horizontal de couleur orange (RAL 2009) est appliqué sur le fût entre 50 et 55 mètres de hauteur.

Enfin, la couleur orange (RAL 2009) est également appliquée sur les deux faces des extrémités de chaque pale, sur une longueur de 10 mètres et de manière à ce que les quatre derniers mètres restent de couleur grise. La couleur orange n'est pas appliquée sur les bords d'attaque des pales.



Balisage aérien diurne

Les champs éoliens maritimes peuvent, de jour, être balisés uniquement en leur périphérie sous réserve que :

- Toutes les éoliennes constituant la périphérie du champ soient balisées ;
- Toute éolienne du champ dont l'altitude est supérieure de plus de 20 mètres à l'altitude de l'éolienne périphérique la plus proche soit également balisée ;
- Toute éolienne du champ située à une distance supérieure à 3 600 mètres de l'éolienne balisée la plus proche soit également balisée.

Ainsi, **seules les deux éoliennes aux extrémités de la ligne de quatre (E01 et E04) seront équipées d'un balisage aérien diurne**. Ce balisage est constitué d'un feu moyenne intensité de type A par nacelle, blanc à éclats dont l'intensité effective est de 20 000 cd, visible dans tous les azimuts (360°).

Balisage aérien nocturne

Les champs éoliens maritimes peuvent, de nuit, être balisés de la manière décrite ci-après :

- Au sein d'un champ éolien maritime et pour les besoins du balisage nocturne, il est fait la distinction entre certaines éoliennes dites « principales » et les autres, dites « secondaires ». Les éoliennes situées au niveau des sommets du polygone constituant la périphérie du champ éolien sont des éoliennes principales. Dans le cadre de la détermination des sommets de ce polygone, on considère trois éoliennes successives comme alignées si l'éolienne intermédiaire est située à une distance inférieure ou égale à 200 m par rapport au segment de droite reliant les deux éoliennes extérieures.
- Parmi les éoliennes périphériques, il est désigné autant d'éoliennes principales que nécessaire de manière à ce qu'elles ne soient pas séparées les unes des autres d'une distance supérieure à 14 816 mètres (8 milles marins [M]).
- Parmi les éoliennes situées à l'intérieur du champ, il est désigné autant d'éoliennes principales que nécessaire de manière à ce qu'aucune éolienne du champ ne soit séparée d'une éolienne principale (intérieure ou périphérique) d'une distance supérieure à 14 816 mètres (8 M).
- Toute éolienne dont l'altitude est supérieure de plus de 20 mètres à l'altitude de l'éolienne principale la plus proche est également une éolienne principale.
- Les éoliennes qui ne sont pas des éoliennes principales en application des critères définis ci-dessus sont des éoliennes secondaires.

Ainsi, **les deux éoliennes aux extrémités de la ligne de quatre (E01 et E04) sont considérées comme des éoliennes « principales »** et seront équipées d'un balisage aérien nocturne constitué d'un feu d'obstacle de moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2 000 cd) installé sur le sommet de la nacelle et visibles dans tous les azimuts (360°).

Les deux éoliennes centrales (E02 et E03) seront quant à elles considérées comme des éoliennes « secondaires » et seront équipées d'un feu par nacelle à éclats rouges de 200 cd, pour réduire l'impact sur l'avifaune (voir mesure de réduction R6).



Rythme des feux de balisage aérien

La fréquence des feux de balisage à éclats implantés sur les éoliennes terrestres côtières et sur les éoliennes maritimes est de **30 éclats par minute**.

En cas de risque de confusion entre le balisage aéronautique des éoliennes terrestres côtières et des éoliennes en mer avec le balisage maritime, une fréquence adaptée sera déterminée entre 20 et 60 éclats par minute.

2.6.11.2.4 Balisage aérien en phase d'installation

Lors de la période de travaux en vue de la mise en place d'une éolienne isolée ou d'un champ éolien, la présence de ce chantier et d'éolienne(s) en cours de levage est communiquée aux différents usagers de l'espace aérien par la voie de l'information aéronautique.

A cette fin l'exploitant des éoliennes, après coordination avec le responsable du chantier, fournit les informations nécessaires aux autorités de l'aviation civile et de la défense territorialement compétentes au moins 7 jours avant le début du chantier.

Ces informations comprennent au minimum :

- Les coordonnées de chaque éolienne exprimées dans le référentiel WGS 84 ;
- La hauteur en bout de pale (pale en position verticale) ;
- L'altitude en bout de pale (pale en position verticale) par rapport au niveau moyen de la mer dans le système de référence vertical légal applicable localement.

Un balisage temporaire constitué de feux d'obstacles basse intensité de type E (rouges, à éclats, 32 cd) est mis en œuvre dès que la nacelle de l'éolienne est érigée. Ces feux d'obstacle sont opérationnels de jour comme de nuit. Ils sont installés sur le sommet de la nacelle et sont visibles dans tous les azimuts (360°). Le balisage définitif décrit dans les paragraphes précédents devient effectif dès que l'éolienne est mise sous tension, ou peut être utilisé en lieu et place du balisage temporaire décrit ci-dessus.

Il faut noter que l'assemblage des éoliennes étant prévu à terre, le balisage aéronautique devra vraisemblablement être opérationnel dès la phase d'assemblage à quai.

2.6.11.2.5 Balisage aérien de proximité

Comme pour la signalisation maritime, LEFGL propose de mettre en place un balisage aéronautique de proximité.

Les caractères d'identification alphanumériques seront apposés sur chaque nacelle d'éolienne pour être visibles par les aéronefs (cf. photographie ci-dessous **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).



Photographie 10 : Exemple de marquage sur une nacelle (Source : LEFGL)

De nombreux navires (bâtiments militaires, navires de sauvetage, etc.) disposent déjà d'un tel marquage car l'inscription de l'identifiant sur la superstructure est visible lors d'une approche aérienne et permet l'hélicoptère.

2.6.11.3 Synthèse des projets de balisage maritime et aérien

Les tableaux suivants résument les dispositifs de signalisation maritime et aérienne prévus par LEFGL au regard de la réglementation applicable à ce jour.

BALISAGE MARITIME	DIURNE / NOCTURNE	METHODE	CARACTERISTIQUES
Balisage maritime général (réglementaire)	Diurne	Apposition d'une peinture jaune sur les structures	Du niveau PHMA à PHMA+15 m, ou jusqu'au niveau des feux d'aide à la navigation
	Nocturne	Feux d'aide à la navigation	2 éoliennes de coin : - 3 feux jaunes à éclats, synchronisés - Portée 5 M - Visibles à 360° 2 éoliennes intermédiaires périphériques : - 3 feux jaunes à éclats, synchronisés - Portée 2 M - Visibles à 360°
Balisage maritime de proximité	Diurne et nocturne	Panneaux d'identification rétro-éclairés	Sur les plateformes de toutes les éoliennes, visible à 360°
Disponibilité du balisage maritime	-	Secours et surveillance des équipements	- Intégration d'un système de secours de l'alimentation principale - Surveillance permanente du balisage
Dispositifs d'aide à la navigation	-	AIS de déradage	Dispositif AIS de déradage sur chaque flotteur (cf. 10.4)
Radio-communications VHF	-	Station VHF d'appoint (temporaire)	Mesures de propagation VHF dans et à proximité de la ferme pilote (pertinence à étudier avec la DAM)

Tableau 19 : Détail des dispositifs de balisage maritime envisagés (Source : LEFGL)



BALISAGE AERIEN	DIURNE / NOCTURNE	METHODE	CARACTERISTIQUES
Balisage aérien général (réglementaire)	Diurne	Peinture grise sur les mâts	Au-delà de la peinture jaune dédiée au balisage maritime
		Anneau horizontal de couleur orange	Appliqué sur le fût entre 50 et 55 m de hauteur
		Marquage orange en bout de pale	10 m de long, évite les 4 derniers mètres du bout de pale et peut ne pas être appliqué sur le bord d'attaque
		Feux d'obstacle moyenne intensité de type A	Sur les éoliennes dites périphériques (E01, E04) : - Feux à éclats blancs de 20 000 cd - Visibles à 360°
Nocturne	Feux d'obstacle moyenne intensité de type B		Sur les éoliennes dites principales (E01, E04) : - Feux à éclats rouges de 2 000 cd - Visibles à 360°
			Sur les éoliennes dites secondaires (E02, E03) : - Feux spécifiques, à éclats rouges de 200 cd
Détail des dispositifs de balisage aérien envisagés (source : LEFGL)	Diurne et nocturne	Feux d'obstacle basse intensité de type E	Sur chaque nacelle : - Feux à éclats rouges, 32 cd - Mis en œuvre dès que la nacelle est érigée - Visibles dans tous les azimuts (360°)
Balisage aéronautique de proximité	Diurne	Identification alphanumérique par peinture noire	Sur les nacelles de chaque éolienne

Tableau 20 : Détail des dispositifs de balisage aérien envisagés (Source : LEFGL)



2.6.12 - Projet de réglementation de la navigation

A l'instar du plan de signalisation maritime, les mesures de réglementation de la navigation et des usages introduites ci-après ont été soumises à la grande commission nautique le 21 juin 2018. L'approbation de ces mesures relève cependant de la responsabilité du Préfet maritime.

Pour constituer la proposition de réglementation ci-après, LEFGL a intégré les recommandations formulées lors des grandes commissions nautiques réunies pour les projets éoliens en mer développés en Manche, en Atlantique et en Méditerranée.

LEFGL a également pris en compte deux Notes techniques émises par la Direction des Affaires maritimes (DAM) :

- Note technique du 11 juillet 2016 relative aux mesures de sécurité maritime applicables à la planification d'un champ éolien en mer (NOR : DEVT1613199N) ;
- Note technique du 28 juillet 2017 établissant les principes permettant d'assurer l'organisation des usages maritimes et leur sécurité dans et aux abords immédiats d'un champ éolien en mer (NOR : TRAT1721160N). Conformément au paragraphe 3 de cette Note, « Le préfet maritime géographiquement compétent prend en compte les dispositions du présent paragraphe afin d'assurer la régulation des usages maritimes dans et aux abords immédiats d'un champ éolien. Ces dispositions peuvent faire l'objet d'une adaptation en fonction des spécificités propres à chaque champ et du contexte local, afin de trouver le meilleur équilibre entre les activités maritimes et l'activité de l'exploitant du champ éolien d'une part, et entre les différentes activités maritimes pouvant se pratiquer à l'intérieur du champ éolien d'autre part. Cette adaptation peut notamment prévoir la mise en place de zones d'exclusion partielle ou totale de certains usages à l'intérieur des champs éoliens. ».

2.6.12.1 Notion de « limite périphérique du champ »

Conformément à la Note technique du 11 juillet 2016, la limite périphérique d'un champ est constituée par « une ligne fictive reliant entre elles les structures implantées aux positions extrêmes de ce champ, généralement des éoliennes ou des lignes d'ancrage pour les champs d'éoliennes flottantes. »

Dans le cas du projet EFGL, la limite périphérique du champ correspond au polygone reliant les ancres périphériques.

La limite périphérique du champ est différente de la concession sollicitée. Ces deux zones sont visibles sur la figure ci-après.

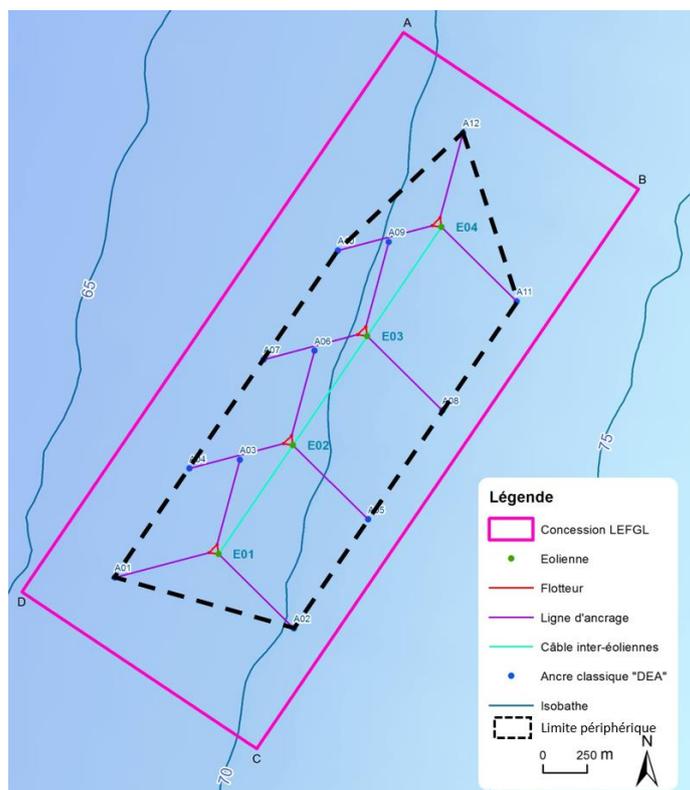


Figure 30 : Limite périphérique du champ (en pointillés noirs) et concession sollicitée (rectangle rose)

2.6.12.2 Périmètres d'exclusion

Comme énoncé dans l'Arrêté du 30 novembre 2017, « l'autorité compétente peut décider au cas par cas d'établir une zone d'exclusion ou de sécurité, et des zones à éviter qui interdiraient ou restreindraient l'accès des navires dans un champ de structures en mer en général. Une telle information doit être portée sur les cartes marines et les documents nautiques appropriés et faire l'objet si nécessaire, de l'émission d'avertissements de navigation. ».

2.6.12.2.1 En phase d'installation

Navires de pêche professionnelle et navires de plaisance

Pour l'ensemble des navires de pêche professionnelle et des navires de plaisance, LEFGL propose de créer un périmètre d'exclusion de **500 m autour de la limite périphérique du champ, soit 7,3 km²** (cf. Figure 31).

Les angles NE et SO du polygone ainsi défini ont été rognés afin de faciliter le transit des navires.

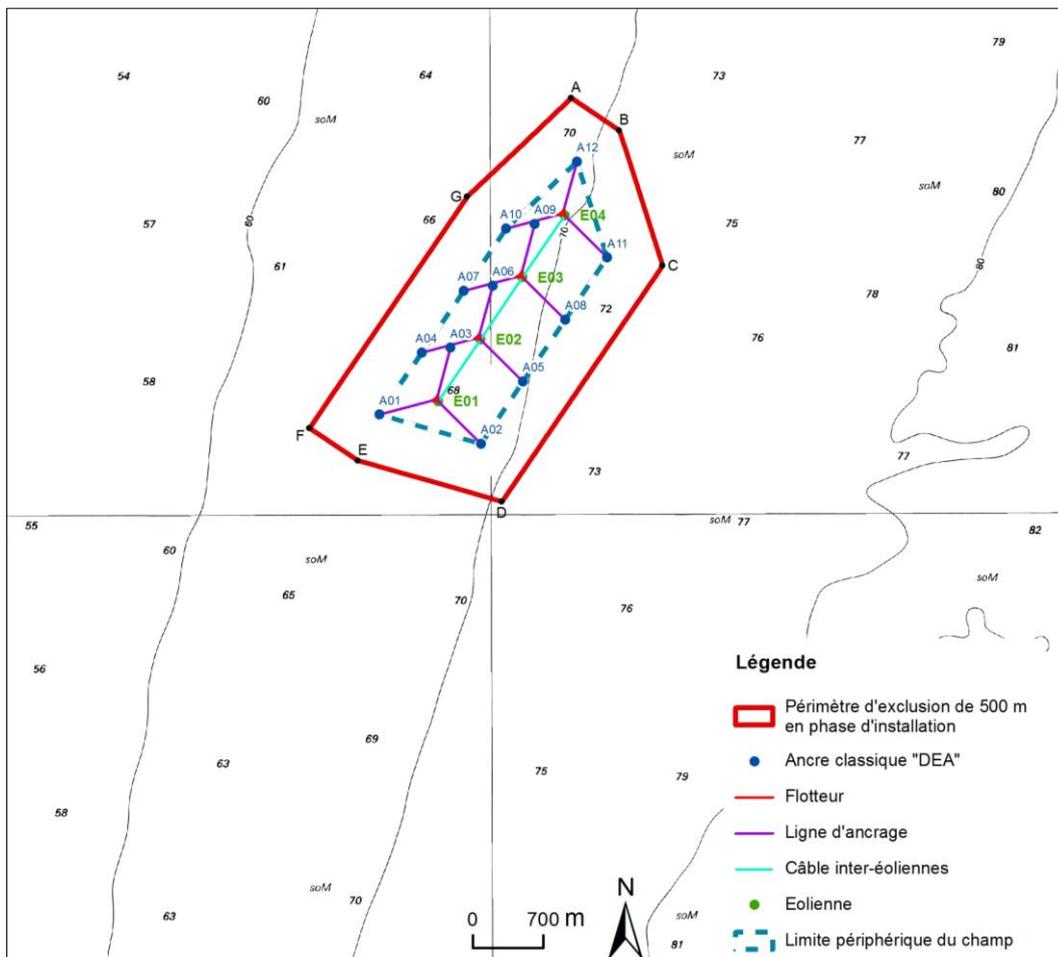


Figure 31 : Périmètre d'exclusion de 500 m pour les navires de pêche professionnelle et les navires de plaisance, en phase d'installation

Autres navires

Pour :

- Les navires soumis à la convention SOLAS ou d'une jauge brute supérieure à 500 ;
- Les navires à passagers ;
- Les navires de plaisance à utilisation commerciale (NUC).

LEFGL propose de créer un périmètre d'exclusion de **2 M autour de la limite périphérique du champ**. Ce périmètre de 2 M est visible sur la figure ci-après, en superposition du périmètre précédent de 500 m.

Ces restrictions ne s'appliquent pas aux navires de servitude et de maintenance du champ, aux navires de sauvetage et aux navires d'Etat.

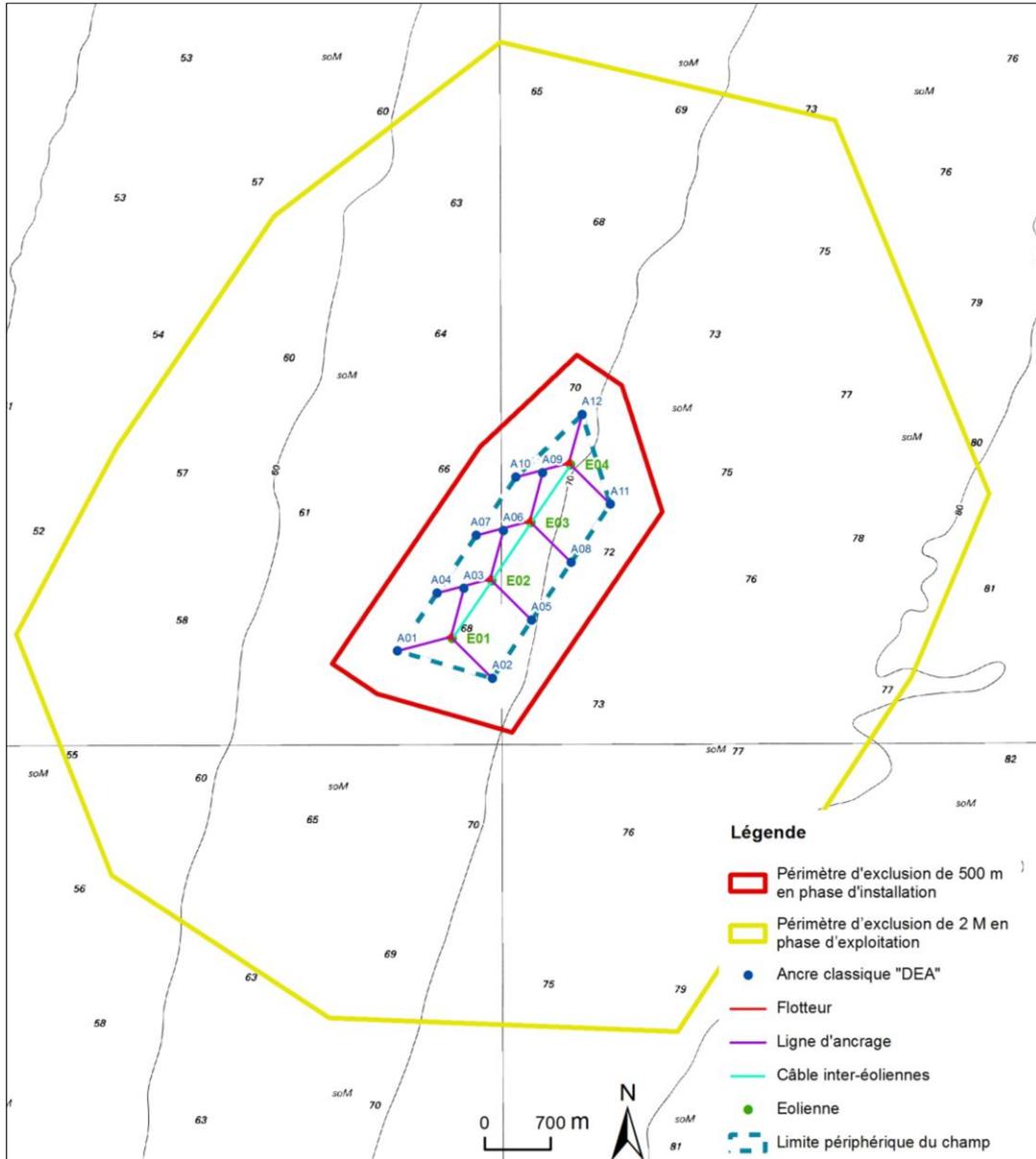


Figure 32 : Périmètre d'exclusion de 2 M pour les autres navires, en phase d'installation



2.6.12.2.2 En phase d'exploitation

Navires de moins de 25 m

Pour les navires de moins de 25 m¹⁶, LEFGL propose d'interdire la navigation à moins de 150 m des 4 couples floteur-éolienne :

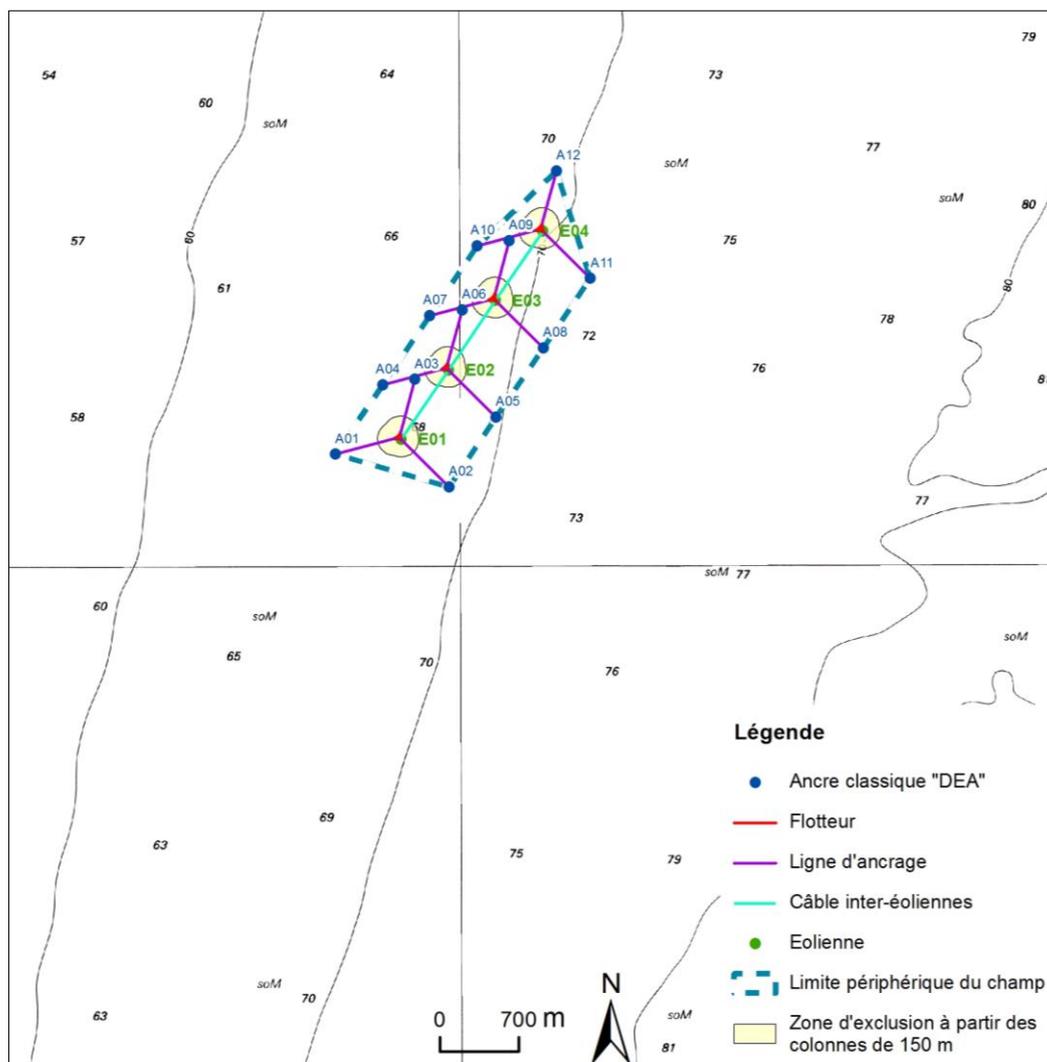


Figure 33 : Distance minimale à respecter autour de chaque couple floteur-éolienne (150 m) pour les navires de moins de 25 m, en phase d'exploitation

¹⁶ A l'exception des navires de servitude et de maintenance, navires de sauvetage et navires d'Etat



Navires à passagers de jauge inférieure à 500 et NUC

Pour les navires à passagers de jauge inférieure à 500 et les navires de palisance à utilisation commerciale (NUC), l'enjeu de sécurité maritime étant plus élevé que pour les navires de plaisance simples, LEFGL propose de mettre en place un périmètre d'exclusion de **0,25 M autour de la limite périphérique du champ** (sauf autorisations spéciales individuelles¹⁷ de la Préfecture maritime). Cette mesure limite le risque d'avoir à procéder à une intervention d'assistance ou de sauvetage au sein de la ferme pilote.

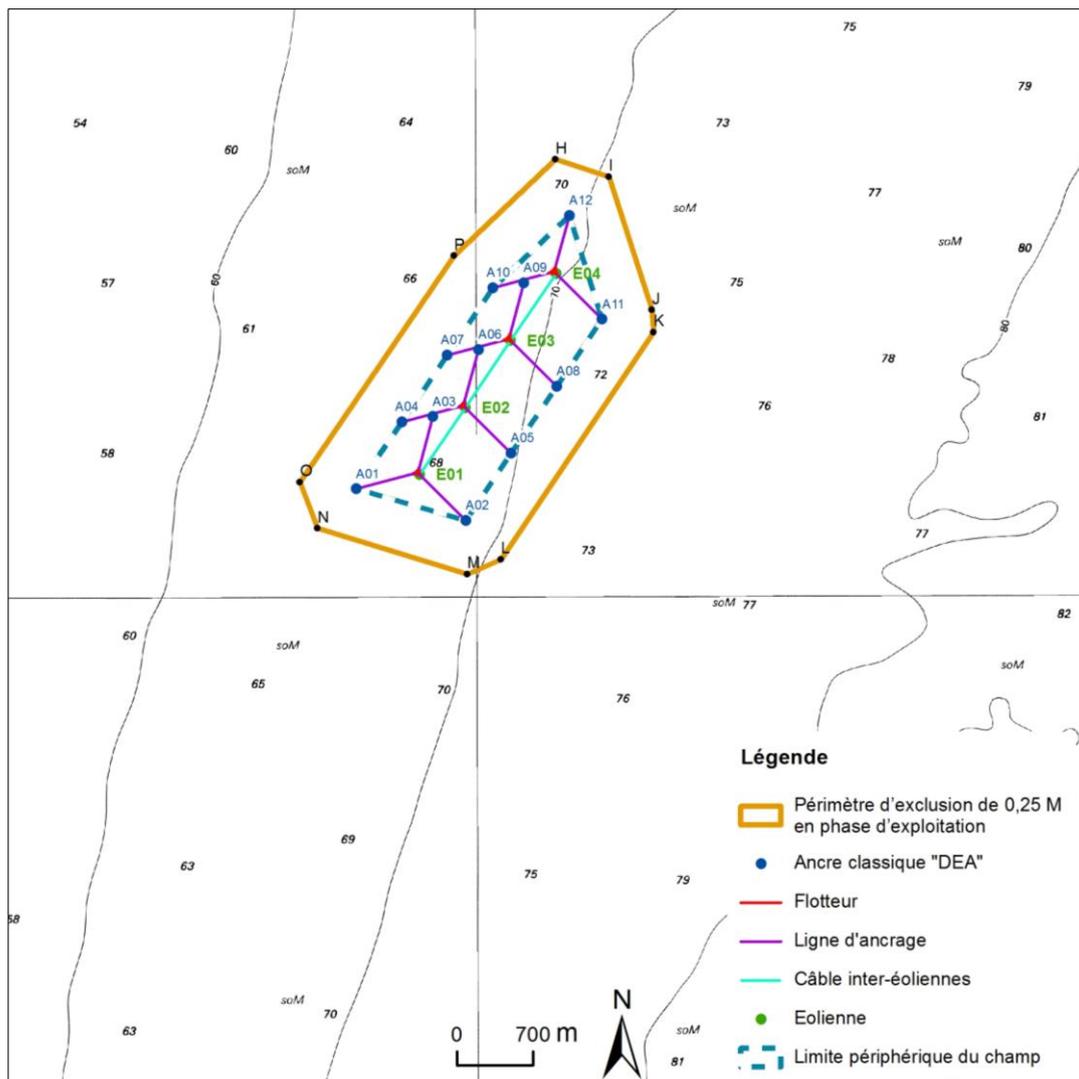


Figure 34 : Périmètre d'exclusion à 0,25 M pour les navires à passagers de jauge inférieure à 500 et les NUC, en phase d'exploitation

¹⁷ « Le cas échéant, cette autorisation est délivrée sous réserve d'une analyse des risques tenant compte notamment : des conditions météorologiques locales, des capacités de sauvetage dans la zone, de la distance du champ éolien par rapport à un abri, des capacités d'emport de passagers à bord du navire considéré. Cette analyse des risques est réalisée par l'armateur. Elle comporte des procédures de sauvetage et d'assistance adaptées aux risques identifiés. » (Note technique du 26 juillet 2017).



Navires soumis à la convention SOLAS ou d'une jauge brute supérieure à 500

Pour les navires soumis à la convention SOLAS ou d'une jauge brute supérieure à 500, LEFGL propose un périmètre d'exclusion de 2 M autour de la limite périphérique du champ.

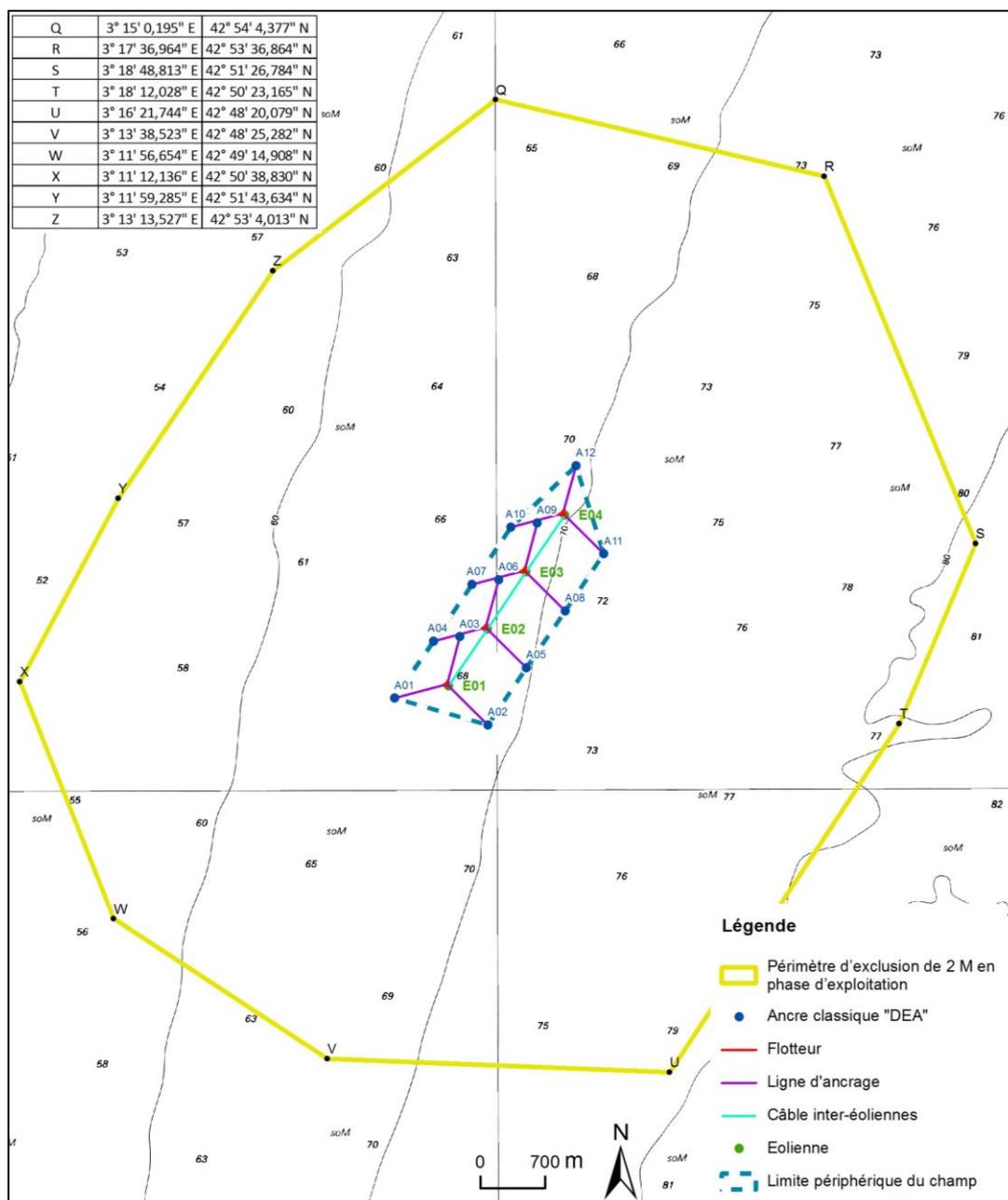


Figure 35 : Périmètre à 2 M pour les navires soumis à la convention SOLAS ou d'une jauge brute supérieure à 500, en phase d'exploitation



Navires en activité de pêche professionnelle, navires en activité de pêche de loisir et navires au mouillage

Pour les **activités** de pêche professionnelle, de pêche de loisir et le mouillage sur ancre, LEFGL propose de mettre en place un périmètre d'exclusion de **200 m autour de la limite périphérique du champ** (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les navires de pêche professionnelle et les navires de plaisance de moins de 25 m **en transit** ne sont pas concernés par ce périmètre.

Dans le cas de projets d'expérimentation de techniques de pêche aux arts dormants au sein de la ferme pilote, LEFGL propose qu'un régime dérogatoire temporaire soit adopté au cas par cas par les autorités compétentes. Cela fera par ailleurs l'objet d'un groupe de travail ad hoc que le Parc Naturel Marin du Golfe du Lion compte mettre en place.

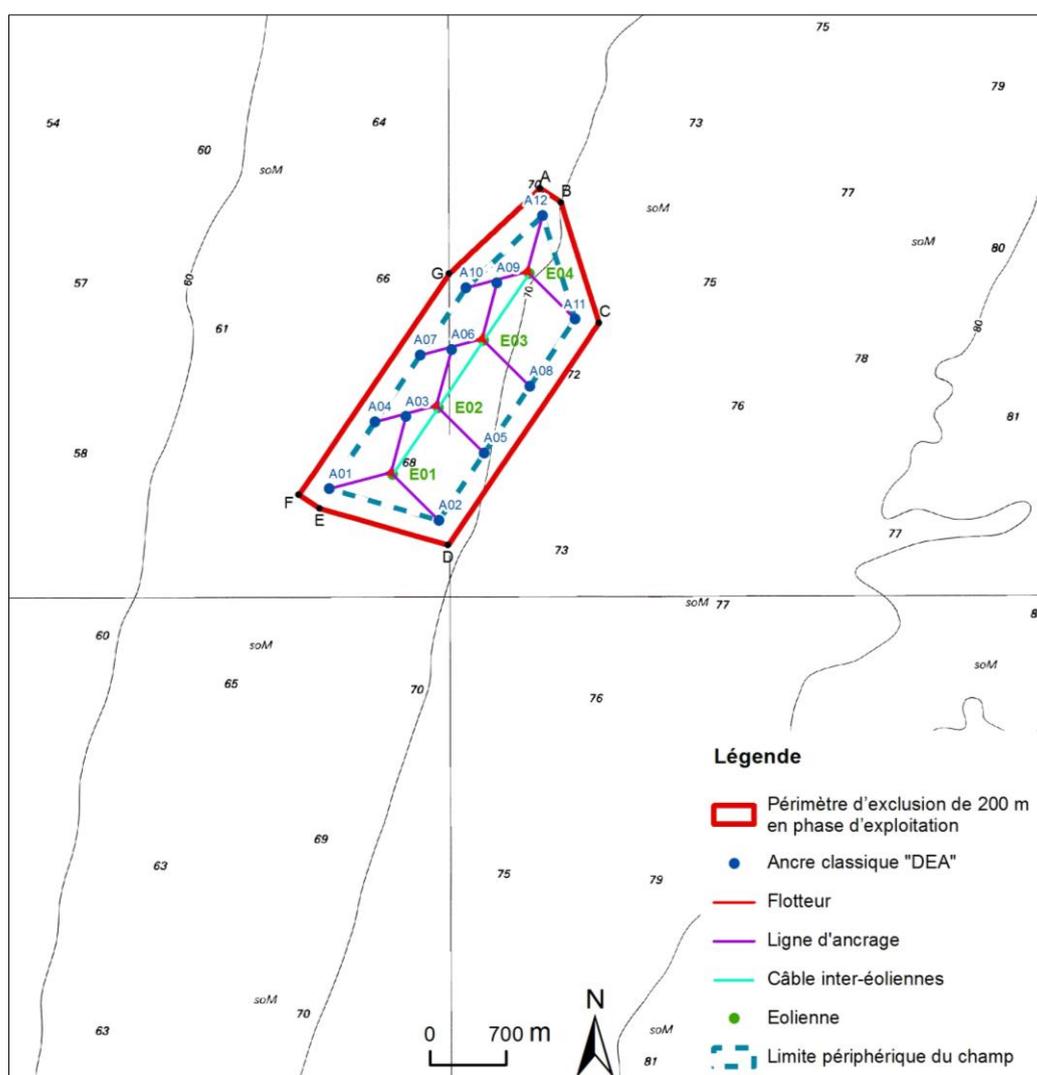


Figure 36 : Périmètre d'exclusion de 200 m pour les activités de pêche professionnelle, de pêche de loisir ainsi que pour le mouillage, en phase d'exploitation

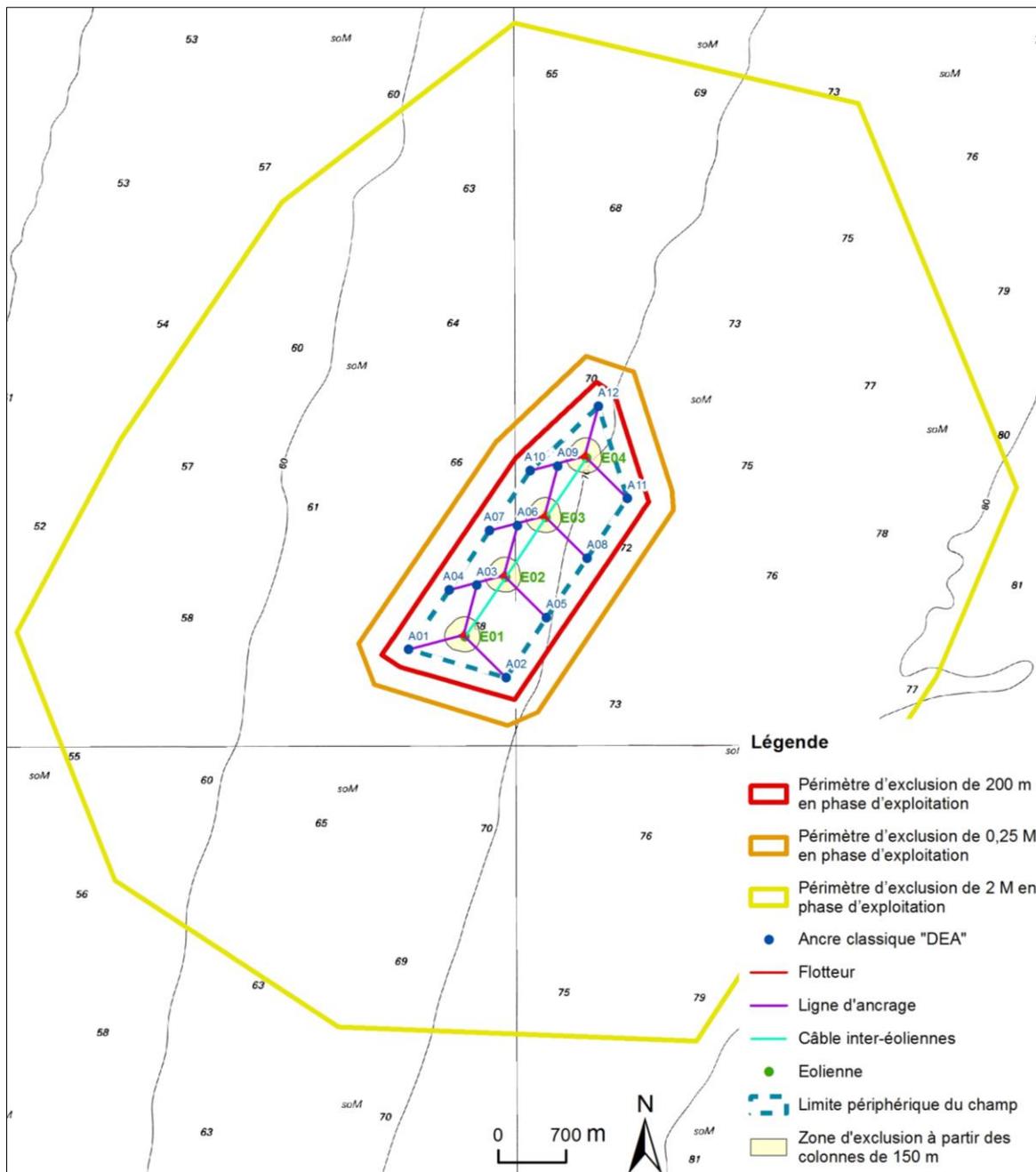


Figure 37 : Synthèse des périmètres proposés en phase d'exploitation



2.6.12.2.3 Synthèse des périmètres d'exclusion proposés

En phase d'installation, les périmètres proposés sont exposés dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et sont représentés sur la Figure 372.

Type de navire	Périmètre proposé	A partir de
Navires de pêche professionnelle et navires de plaisance	500 m	La limite périphérique du champ
Navires soumis à la convention SOLAS ou d'une jauge brute supérieure à 500		
Navires à passagers	2 M	La limite périphérique du champ
Navires de plaisance à utilisation commerciale (NUC)		

Tableau 21 : Synthèse des périmètres proposés en phase d'installation

En phase d'exploitation, les périmètres proposés sont exposés dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et sont représentés sur la Figure 37 ci-avant.

Type de navire	Type d'activité	Périmètre proposé	A partir de
Navires de moins de 25 m	-	150 m	Du bord de chaque structure émergée
Navires à passagers de jauge inférieure à 500 et navires de plaisance à utilisation commerciale (NUC)	-	0,25 M	La limite périphérique du champ
Navires soumis à la convention SOLAS	-	2 M	La limite périphérique du champ
Navires d'une jauge brute supérieure à 500	-		
-	Activités de pêche professionnelle, de pêche de loisir et mouillage	200 m	La limite périphérique du champ

Tableau 22 : Synthèse des périmètres proposés en phase d'exploitation



2.6.12.3 Règlementation de la navigation et des usages

A l'intérieur de la limite périphérique du champ, LEFGL propose de réglementer les usages de la manière suivante :

- Interdire la navigation de tout navire de taille supérieure à 25 m hors tout, hors navires de servitude et de maintenance, navires de sauvetage et navires d'Etat ;
- Limiter la vitesse à 12 nœuds, hors navires de servitude et de maintenance, navires de sauvetage et navires d'Etat ;
- Interdire tout mouillage sur ancre et dérive contrôlée entre les éoliennes, hors situation d'urgence ;
- Interdire la navigation sous-marine et la navigation à l'aide de dispositifs aéro-tractés (kite-surf ou équivalent) ;
- Interdire les activités subaquatiques, hors besoins de l'Etat et de l'exploitant, sauf autorisations spéciales individuelles de la Préfecture maritime ;
- Interdire l'accès et l'amarrage aux structures hors situation d'urgence ;
- Interdire les manifestations nautiques entre les éoliennes, sauf autorisation spécifique des autorités maritimes.

2.6.13 - Mesures de sécurité maritime

Les mesures citées ci-après ont fait l'objet d'un échange entre LEFGL et les autorités compétentes lors de la réunion de la grande commission nautique, le 21 juin 2018.

2.6.13.1 Etablir un Plan d'intervention maritime (PIM)

Préalablement à la phase d'installation de la ferme pilote, LEFGL établira, en lien avec la Préfecture Maritime de Méditerranée et le CROSS MED, un plan d'intervention maritime qui détaillera les procédures d'intervention et les modalités d'entraînements réguliers des acteurs du sauvetage en mer sous la coordination du CROSS MED.

2.6.13.2 Diffuser l'information nautique adéquate aux navigateurs

Avant le début des travaux, LEFGL s'engage à :

- Communiquer les informations nécessaires au référencement de la limite périphérique du champ sur les cartes marines ;
- Communiquer régulièrement les modifications des caractéristiques nautiques des zones concernées (position des éoliennes, des ancrages et des câbles de raccordement) au SHOM pour la mise à jour de la documentation nautique (cartes marines et ouvrages nautiques).



Au cours des travaux, LEFGL s'engage à :

- Communiquer les informations nécessaires à l'émission régulière des AVURNAV ;
- Prévoir la présence d'une personne francophone à bord des navires de chantier pour informer les navigateurs.
- Emettre des bulletins d'information détaillés : destinés à être diffusés le plus largement possible (associations de pêche et de plaisance, clubs de plongée, CRPMEM, CIDPMEM 11/66 et prud'homies, stations SNSM, etc.) et affichés en capitainerie, ce bulletin d'occurrence hebdomadaire synthétisera toutes les données utiles à la sécurité et la réglementation en vigueur sur la zone, l'état d'avancement des travaux, les navires mobilisés, les zones d'exclusion attachées au chantier, etc.

2.6.13.3 Surveiller le chantier en mer

LEFGL sera responsable de la sécurité maritime du chantier et devra en conséquence sécuriser la zone de travaux. Pour ce faire, il est prévu d'affréter un navire de surveillance lors des opérations les plus sensibles. Ce navire de surveillance devra :

- Informer les navires approchant du chantier qu'ils doivent prendre un large tour pour éviter celui-ci ;
- Etre le garant du respect d'une distance de sécurité minimale entre la zone de construction et les navires tiers non concernés par le chantier (plaisanciers, pêcheurs...), notamment en saison estivale ;
- Avoir un rôle de sécurité : en cas d'urgence, ils sont les premiers susceptibles de se rendre sur les lieux d'un éventuel accident et de participer à toute opération de recherche et de secours, notamment en cas d'homme à la mer.

Si la réglementation le permet, un navire de pêche local pourrait être affréteré pour ces missions de surveillance.

2.6.13.4 Equiper les flotteurs d'un balisage AIS de déradage

Il existe de nombreux dispositifs d'aide à la navigation (AtoN¹⁸). Cependant, afin de ne pas encombrer les cartes marines électroniques, LEFGL équipera chaque flotteur d'un dispositif AIS de type « watch circle », ne se déclenchant qu'en cas d'excursion anormale d'un couple flotteur-éolienne en dehors d'un cercle prédéfini.

Un tel système d'alerte de rupture des lignes d'ancrage permet, dans un cas extrême, à tout navire équipé d'un récepteur AIS de détecter et de suivre la dérive d'un couple flotteur-éolienne.

¹⁸ AtoN : Acronyme pour « Aids to Navigation » désignant les dispositifs d'aide à la navigation



2.6.13.5 Faciliter les interventions de sauvetage par hélicoptère

Outre l'ajout de caractères d'identification alphanumériques sur chaque nacelle d'éolienne, lors d'une intervention d'urgence de nuit par hélicoptère, l'intensité du balisage pourra être réglée à distance sur ordre du CROSS MED, afin de ne pas perturber les jumelles à vision nocturne (JVN) utilisées par les pilotes.

De plus, le rotor des éoliennes pourra être immobilisé, à distance et dans un délai de 15 minutes, en position « Y » et orienté de façon à minimiser la gêne pour les pilotes lors de l'approche.

Ces procédures seront incluses dans le Plan d'Intervention Maritime (PIM) spécifique à la phase d'exploitation de la ferme pilote.

2.6.13.6 Paramétrer les radars fixes du sémaphore de Leucate et du phare du cap Leucate

La possible apparition de faux échos radar au voisinage de la ferme pilote pourrait engendrer dans le système radar du sémaphore de Leucate et du phare du cap Leucate la création de fausses pistes radar. Ces systèmes radar connectés au système global SPATIONAV créent automatiquement une piste radar si un écho radar est confirmé après cinq tours d'antenne radar.

Afin d'éviter ce phénomène de création de fausses pistes sur les faux échos radar, de nouveaux réglages sur ces systèmes radar seront à prévoir. Ces réglages consisteront à inhiber la création automatique de piste dans une zone autour de la ferme pilote.

2.6.13.7 Former les opérateurs des radars fixes du sémaphore de Leucate et du phare du cap Leucate

L'objectif est de former les opérateurs aux nouveaux réglages et paramétrages des radars du sémaphore de Leucate et du phare du Cap Leucate.

Le personnel opérateur local doit être en mesure de comprendre et d'analyser par tout temps les divers phénomènes de perturbation créés par la ferme pilote, ceci dans le but d'aider du mieux possible les marins navigant à proximité de la zone. Une formation complémentaire des opérateurs des radars concernés sera proposée.

2.6.13.8 Réaliser une phase de tests des effets du projet sur le radar du sémaphore de Leucate

Afin de vérifier l'efficacité des mesures de paramétrage et de formation du personnel, une campagne de mesure sera menée en coordination avec la Marine Nationale selon un protocole validé par les autorités maritimes. S'il s'avère qu'un impact significatif subsiste sur le radar du sémaphore, LEFGL procédera à une compensation technique en installant un radar supplémentaire, interfacé avec le sémaphore, sur l'un des flotteurs de la ferme pilote.



2.7 - Description du raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité

2.7.1 - Introduction

Le projet de raccordement électrique de la ferme pilote EFGL au poste électrique de Salanques intéresse, pour sa partie maritime, les territoires communaux de Leucate (11) et du Barcarès (66), et, pour sa partie terrestre, les territoires communaux du Barcarès et de Saint-Laurent-de-la-Salanque, dans les Pyrénées-Orientales.

Dans le cadre de ce projet, la mission de RTE, en tant que concessionnaire du Réseau Public de Transport d'électricité, est de prendre en charge l'énergie produite par les éoliennes en mer et de l'acheminer jusqu'aux zones de consommation sur le domaine terrestre. Pour atteindre cet objectif, les éoliennes flottantes seront raccordées au Réseau Public de Transport d'électricité existant à la tension de référence 63 000 volts via la création d'une liaison sous-marine puis souterraine d'export d'une longueur totale d'environ 21,5 km entre la ferme pilote en mer et le poste électrique RTE existant de Salanques.

2.7.2 - Caractéristiques des travaux

Le raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité de la ferme pilote EFGL nécessitera la création des ouvrages suivants :

- Une liaison sous-marine 66 kV d'environ 18 km reliant le point de livraison en mer au point d'atterrage au droit du Cours de la Méditerranée, en plein cœur urbain du Barcarès (66) ;
- Une jonction d'atterrage sur le parking de la plage au droit du Cours de la Méditerranée sur la commune du Barcarès (66), pour réaliser la transition entre le câble d'export sous-marin et le câble terrestre ;
- Une liaison souterraine à 63 kV d'environ 3,5 km reliant la jonction d'atterrage au poste électrique de Salanques (Saint-Laurent-de-la-Salanque, 66) ;
- Une nouvelle cellule de raccordement 63 kV en technologie sous-enveloppe métallique à l'intérieur du bâtiment préexistant du poste de Salanques (Saint-Laurent-de-la-Salanque, 66).



2.7.2.1 Liaison de raccordement électrique sous-marin

2.7.2.1.1 Description et caractéristiques

La liaison sous-marine s'étend sur une longueur d'environ 18 km entre le connecteur en mer et la chambre d'atterrage située sous le parking de la plage au droit du Cours de la Méditerranée sur la commune du Barcarès. La ferme pilote sera raccordée au Réseau Public de Transport d'électricité avec une tension de référence de 63 kV. Ce réseau a une plage d'utilisation qui lui permet de fonctionner à des tensions inférieures ou supérieures à cette tension de référence et qui est compatible avec la tension nominale de 66 kV fournie par les éoliennes.

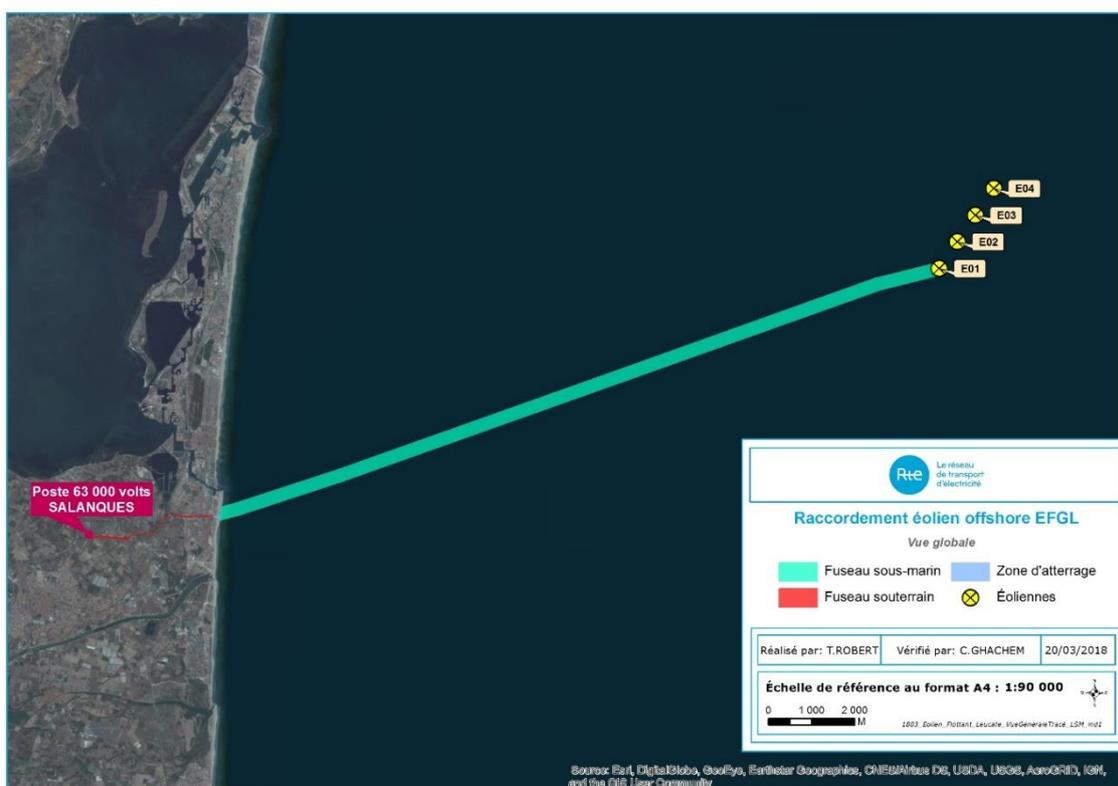


Figure 38 : Tracé du câble de raccordement électrique de la ferme pilote EFGL au poste électrique (Source : RTE, 2018)

Les coordonnées du fuseau sous-marin à l'intérieur duquel sera positionné le câble sous-marin sont indiquées dans le Tableau ci-dessous.



IDENTIFIANT DU POINT SUR LE FUSEAU SOUS-MARIN	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRES DECIMAUX)		COORDONNEES LAMBERT 93	
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]
Point de départ sur l'éolienne E01 (coordonnées à plus ou moins 40 m)	42,843609	3,243546	6 193 823,83	719 930,36
LSM_1	42,79105263	3,040042456	6 187 949,125	703 279,8004
LSM_2	42,79199904	3,045079104	6 188 054,6	703 692,2824
LSM_3	42,79912172	3,07439202	6 188 848,545	706 092,4609
LSM_4	42,81917061	3,150692684	6 191 087,101	712 336,9726
LSM_5	42,83919677	3,226906835	6 193 329,097	718 570,091
LSM_6	42,8424699	3,24453204	6 193 697,398	720 011,4089
LSM_7	42,84494741	3,243306647	6 193 972,605	719 910,2796
LSM_8	42,84176322	3,225761108	6 193 614,236	718 475,5088
LSM_9	42,82171397	3,149459458	6 191 369,756	712 235,4751
LSM_10	42,80167041	3,073179445	6 189 131,897	705 992,8923
LSM_11	42,79457829	3,043990641	6 188 341,395	703 602,9701
LSM_12	42,79394381	3,040601732	6 188 270,684	703 325,4443
Point d'arrivée terre-mer (coordonnées à plus ou moins 200 m)*	42,7916694	3,0401472	6 188 017,73	703 288,35

*En cas de solution en tranchée à l'atterrage retenue

Tableau 23 : Coordonnées du fuseau sous-marin (Source : RTE)

Cette liaison est constituée d'un câble d'un diamètre de 15 à 20 cm, d'un poids de 40 à 70 kg par mètre linéaire. Elle comprend plusieurs composants :

- Une gaine de protection ainsi qu'une armure métallique servant à protéger le câble et à maintenir les 3 câbles conducteurs en un seul tenant ;
- Trois câbles conducteurs en aluminium ou en cuivre enveloppés par un matériau hautement isolant ;
- Un à deux câbles de télécommunication à fibres optiques.

Le câble utilisé sera certifié et dimensionné selon les normes et réglementations en vigueur.

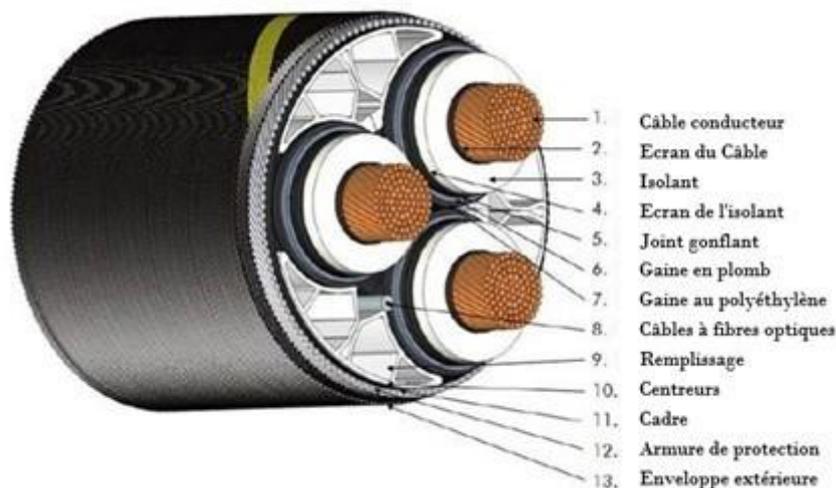


Figure 39 : Structure d'un câble sous-marin (Source : RTE, 2015)

Une partie du câble, dite dynamique, permettra de relier la partie du câble dite statique et la plateforme flottante sur laquelle se trouve l'éolienne de tête (E01). Cette section de câble d'environ 500 mètres sera donc située en majorité dans la colonne d'eau et sera conçue pour pouvoir reprendre les efforts venant des mouvements de la plateforme. Les câbles dynamiques présentent généralement deux couches d'armure pour reprendre les efforts de tension, de compression et de fatigue dus aux mouvements de la plateforme. Ces deux couches d'armure constituent également la principale différence structurelle entre un câble statique et un câble dynamique sous-marin.

Le câble dynamique nécessite également la mise en place de plusieurs éléments spécifiques (voir figure suivante), à savoir :

- Un *Bend stiffener* : raidisseur, limitant la flexion du câble au niveau de la plateforme ;
- Des modules de flottaison : installés sur le câble, permettant d'alléger le câble et de reprendre les efforts dus aux mouvements du flotteur ;
- Un *Bend restrictor* : limiteur de courbure du câble ;
- Un *Touchdown* protection : protection de l'enveloppe externe du câble contre la friction au niveau du point de touche sur le fonds marin ;
- Potentiellement, un ancrage du câble avec corps mort permettant de limiter les excursions latérales du câble ;
- Potentiellement, un dispositif « anti-VIV » permettant d'augmenter la résistance à la fatigue du câble.

Si cela s'avère nécessaire, une jonction statique-dynamique assurera la continuité entre les parties statique et dynamique du câble.

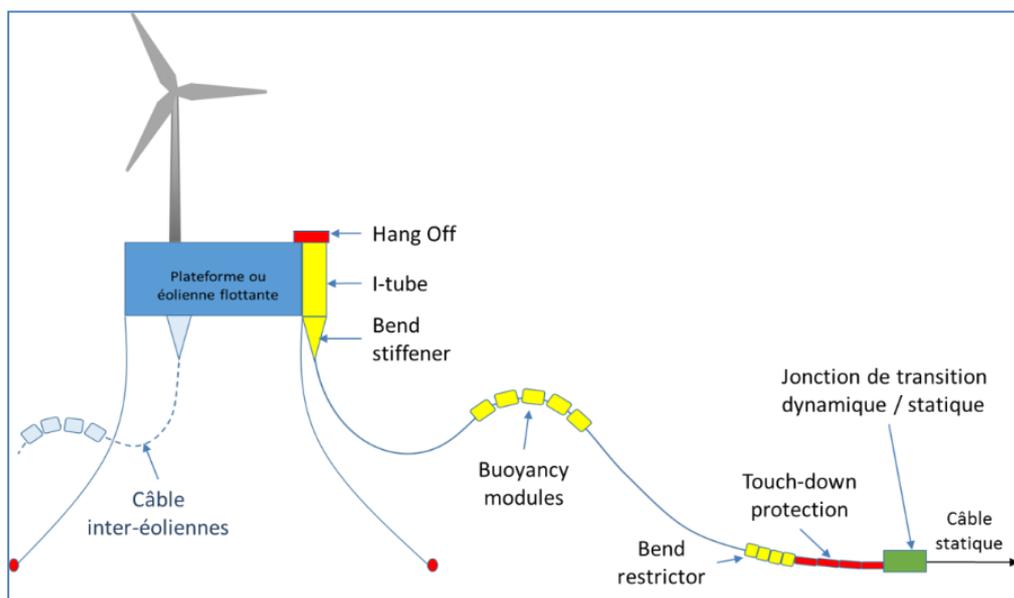


Figure 40 : Schéma de la partie dynamique de la liaison de raccordement et des principaux équipements envisagés (Source : RTE 2017)

Le câble dynamique partant de l'éolienne de tête pourra être raccordé à la liaison statique via une jonction sous-marine type « dry-mate¹⁹ » ou un joint usine qui sera déposé sur le fond marin sans système de fixation.



Photographie 11 : Exemple de jonction sous-marine type « dry-mate » (Source : Macartney)



Figure 41 : Exemple de joint usine (Source : Nexans)

Les caractéristiques principales de la jonction sous-marine sont les suivantes (ordre de grandeur) :

- Longueur : ~ 10 m ;
- Diamètre : < 1 m ;
- Poids : ~ 1 500 kg ;
- Matériau : Polyuréthane et acier inoxydable pour la chambre de jonction.

¹⁹ Jonction « dry-mate » : jonction sous-marine pour connecter deux câbles dont la connexion ne peut se faire qu'en dehors de l'eau. Les jonctions ou connecteurs de câble dits « wet-mate » permettent quant à eux de connecter deux tronçons de câbles sous l'eau, mais nécessitent des moyens d'interventions sous-marins plus lourds.



2.7.2.1.2 Modes de pose et de protection

La pose du câble de raccordement en mer et à l'atterrage se déroule en deux grandes phases :

- Les travaux préparatoires : ils sont réalisés en amont de la pose du câble sur une période de 1 à 2 mois, préférentiellement sur la période estivale durant laquelle les états de mer sont plus modérés ;
- L'installation et la protection du câble : elle peut impliquer différentes techniques en fonction des caractéristiques rencontrées le long du tracé. Elle a lieu en une campagne de 1 à 2 mois environ. De la même façon, cette campagne aura lieu préférentiellement sur la période estivale.

Les travaux préparatoires

En amont des travaux de pose et de protection du câble, des opérations de reconnaissance géophysiques et des relevés UXO sont organisées sur la route du câble. Ces investigations permettent de confirmer les données obtenues lors des études techniques préalables, d'identifier les nouveaux risques éventuels (roches, débris, munitions, etc.) qui seraient apparus et de faire un état des lieux du fond marin avant la pose du câble.

Des opérations de préparation du sol peuvent ensuite être effectuées avant l'installation du câble : des systèmes de grappins ou charrue pourront être déployés dans le but d'enlever des roches, débris ou obstacles éventuels, des opérations de pré-dragage pourront éventuellement être mises en œuvre localement pour préparer la tranchée dans laquelle le câble sera ensouillé.



Photographie 12 : Moyens maritimes pour la phase préparatoire, (Source : University of Washington)

Durée estimée des travaux en mer : 1 à 2 mois au total (plusieurs campagnes décorrélées)
(Absence de travaux sur la zone littorale du 1er juillet au 31 août)

Moyens utilisés : Un navire de support équipé d'un ROV pour les campagnes de reconnaissance ; et un navire de support équipé de grappin ou de charrue pour déplacer les roches (en fonction des obstacles présents sur le tracé).



L'installation du câble et protection

Après la phase préparatoire, les travaux d'installation du câble proprement-dits démarrent.

Un navire câblé spécialisé permet à la fois de transporter le câble depuis l'usine de fabrication et de dérouler ce câble au fond de la mer. Plusieurs autres navires pourront assister le navire câblé pendant les travaux.

Les longueurs de câble d'un seul tenant étant limitées du fait des capacités de fabrication et de transport, des jonctions fabriquées en usine ou *in situ* pourront être réalisées le long du tracé sous-marin.

Plusieurs techniques sont ensuite envisagées pour la protection du câble : soit le câble est tout d'abord installé puis protégé dans un second temps, soit les opérations de pose et de protection sont simultanées.

L'emprise des travaux en mer est de l'ordre de 1 ha sur le plan d'eau (20 m de large par 500 m de long) et est mobile au fil de l'avancement des travaux.

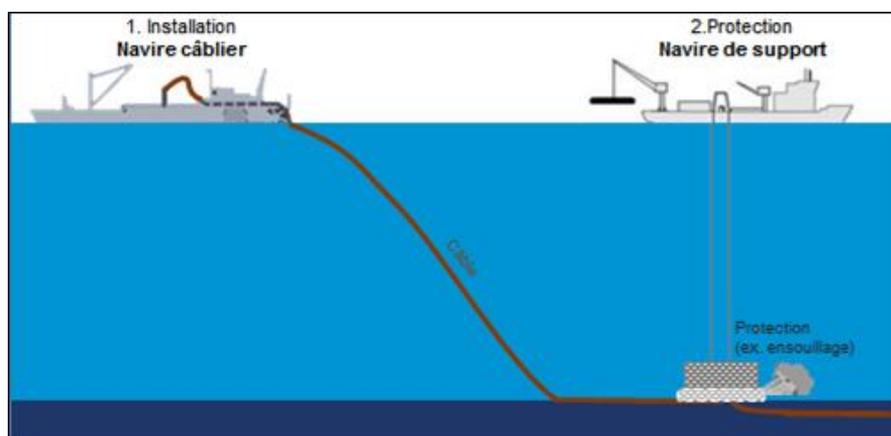


Figure 42 : Illustration de l'installation et de la protection des câbles (Source : RTE, 2016)



Photographie 13 : Pose des câbles sous-marins (Source : RTE)

Après la pose de l'ensemble de la partie statique du câble export, la partie dynamique du câble ainsi que ses accessoires spécifiques (bouées, raidisseurs, etc.) seront installés, puis le câble dynamique sera connecté à l'éolienne de tête (E01). Une éventuelle jonction sera réalisée en mer entre la partie statique et la partie dynamique du câble. Ces opérations de tirage du câble dynamique sur la plateforme de l'éolienne flottante de tête dureront environ 2 jours.

A l'issue des travaux de pose et de protection, un dossier relatif à la bonne exécution est établi pour contrôler l'installation du câble sous-marin et sa profondeur d'ensouillage. Il est basé sur les mesures récupérées directement par les outils de protection durant les travaux et par d'éventuels relevés géophysiques complémentaires.



Durée estimée des travaux en mer : environ 1 à 2 mois pour la pose du raccordement et les opérations de stabilisation et protection.

(Absence de travaux sur la zone littorale du 1er juillet au 31 août)

Moyens utilisés : Un navire câblé ; Un navire support équipé d'un outil de jetting, charrue, ou trancheuse (pour ensouillage dans des sols plus durs ou rocheux, tel que le platier affleurant à l'isobathe 20 m par exemple).
Éventuellement un navire de pose d'enrochement et un navire de surveillance (« chien de garde »).

ALTERNATIVE : WET-STORAGE (STOCKAGE EN MER)

Au moment des opérations d'installation du raccordement, il est possible que les éoliennes ne soient pas encore installées. C'est pourquoi une période de « wet-storage » du câble export est envisagée.

Pour ce projet, cela consiste à déposer le câble dynamique long d'une centaine de mètres sur le fond marin à proximité du futur emplacement de l'éolienne de tête et à mettre en place une protection temporaire.

La liaison sera protégée par ensouillage avec le même niveau d'exigence que sur le reste du tracé.

La zone de wet-storage sera préalablement choisie avec LEFGL afin de limiter toute interférence sur les opérations maritimes d'installation de la ferme pilote.

Le câble dynamique restera dans cette configuration jusqu'à la fin de l'installation de l'éolienne de tête et de ses ancrages.

Durée estimée des travaux en mer :

2 à 3 jours d'installation supplémentaires (pose d'un capot, protection du câble)

2 à 3 jours supplémentaires de récupération du câble avant connexion à l'éolienne

1 à 2 jours supplémentaires de protection définitive

Moyens utilisés : Un navire câblé, ou navire support pour la protection

OPERATION DE CONNEXION A L'EOLIENNE DE TETE (E01)

Une fois les éoliennes flottantes de la ferme pilote en place, un navire câblé ou support connecte le câble à l'éolienne de tête, ou vient rechercher le câble pour le connecter à l'éolienne de tête en cas de « wet storage ». Dans ce dernier cas, un navire support sera mobilisé pour retirer les protections du câble par désensouillage (par jetting ou Mass Flow Excavator). Le câble sera remonté sur le navire et son intégrité sera vérifiée avant connexion.

Les accessoires liés aux câbles dynamiques (bouées, ancrages, etc.) seront ensuite installés et le câble sera déroulé puis connecté à l'éolienne de tête.

Les opérations de connexion seront effectuées au niveau de la plateforme avec installation du matériel et des accessoires de connexion. Enfin, une protection définitive sera apportée sur les sections de câbles posées sur le fond marin.

Durée estimée des travaux en mer :

Environ 5 jours

Moyens utilisés : Un navire câblé ou navire support



Les modes de protection possibles

La protection du câble peut être réalisée au même moment que la pose ou dans une deuxième étape.

Le mode de protection dépendra des types de sols rencontrés et des contraintes externes. De nombreux modes de protection existent, parmi lesquels :

- **L'ensouillage** qui consiste en l'enfouissement du câble sous-marin dans le sol marin après creusement d'une souille ;
- **La protection externe par des roches, des matelas béton ou des coquilles** en cas de difficulté d'ensouillage ou bien de besoin de protection externe complémentaire.

L'ENSOUILLAGE

Parmi une grande variété de machines destinées à l'ensouillage, trois technologies se distinguent plus particulièrement. Elles sont présentées ci-après.

- Le jetting: cette technique adaptée aux fonds plutôt meubles, consiste à souffler des jets d'eau à haute pression afin de creuser un sillon ou fluidifier les sédiments et permettre au câble de s'enfoncer dans le sol sous son propre poids. Le sillon peut mesurer jusqu'à 1,5 m de large et 1 à 2,5 m de profondeur selon le nombre de passages de la machine. En règle générale, cette technique se fait au moyen d'un robot immergé télécommandé depuis un navire support dédié à son pilotage ;
- La charrue: cette technique adaptée pour les sols grossiers ou les roches tendres, fonctionne de manière similaire à une charrue qui laboure la terre : le charruage utilise l'action tranchante d'un soc de charrue tiré non pas par un tracteur comme sur terre mais depuis un navire. Le sillon créé au fond de la mer peut alors atteindre 2 m de large pour 1 à 2 m de profondeur selon les types de sol ;
- La trancheuse mécanique: cette technique adaptée à des sols plus durs (roche ou cailloutis agglomérés), permet avec une scie circulaire à roue ou à chaîne de couper le sol sur environ 0,5 m de large pour une profondeur de 0,5 à 2,5 m.

Les emprises de ces machines robotisées sont de l'ordre de 3 à 8 m de large (RTE, 2016). Leur vitesse d'avancement est variable en fonction de la nature du sol (entre 50 et 400 m/h).

Certaines machines combinent les différentes technologies et sont capables de travailler dans une plus grande gamme de sols (par exemple une machine qui combine la technique du jetting et la trancheuse mécanique).

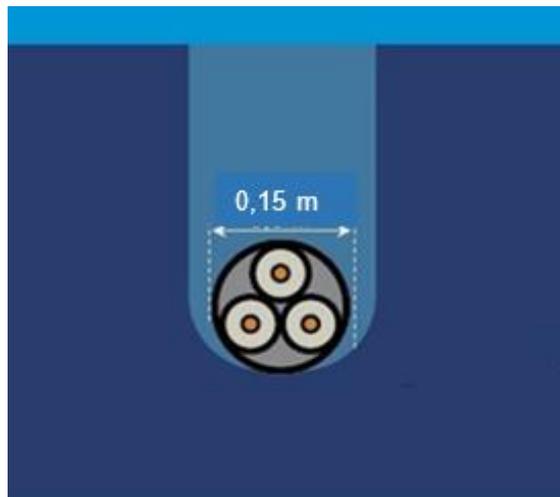


Figure 43 : Illustration de l'ensouillage des câbles (Source : RTE et BRLi, 2016)



Exemple de jetting



Exemple de trancheuse



Exemple de charrue

Photographie 14 : Illustrations des outils utilisés pour l'ensouillage (Source : RTE, LD TravOcéan, VBMS, n.c)

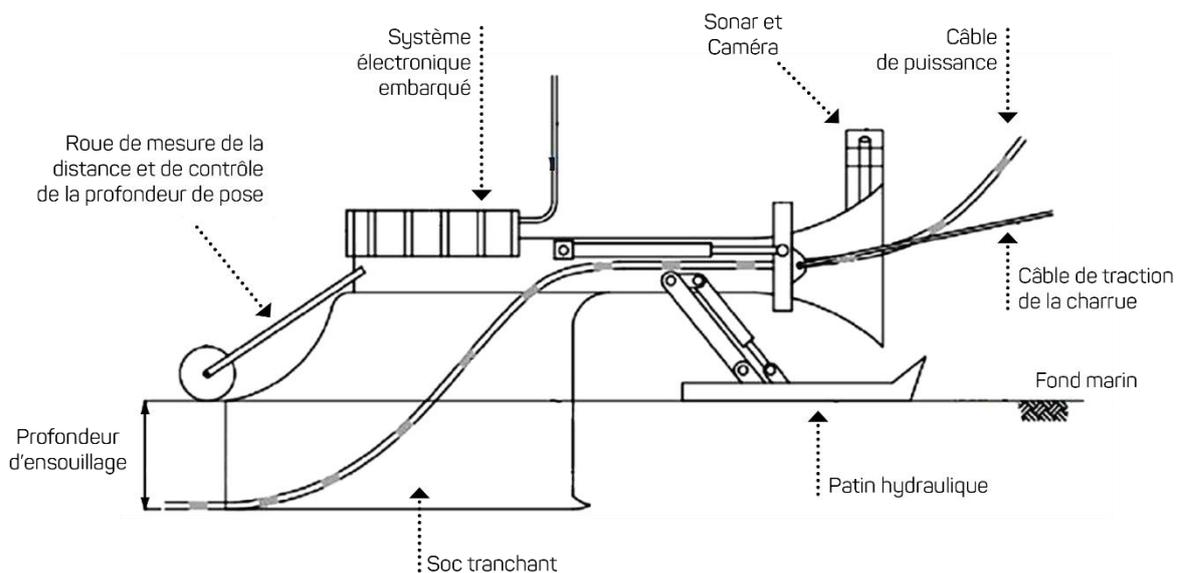


Figure 44 : Exemple de charrue (schéma de principe) (Source : RTE, 2015)

Une pelle mécanique montée sur barge et/ ou une pelle rétro-caveuse (« back-hoe dredger ») peuvent aussi être utilisées pour creuser une tranchée dans les fonds durs peu profonds, puis pour la remblayer après la pose du câble.



Photographie 15 : A gauche : pelle rétro-caveuse, ici avec navire sablier et remorqueuse ; à droite : pelle mécanique sur barge



LES PROTECTIONS EXTERNES

Des protections externes spécifiques sont envisagées en cas de difficulté pour ensouiller les câbles et comme protections contre l'affouillement, notamment :

- La protection par enrochement** : des morceaux de roches sont disposés sur les câbles à partir d'un navire spécialement dédié. Les dimensions de l'enrochement sont de l'ordre de 1 à 1,5 m de haut et 7 à 10 m de large. Elles peuvent atteindre au maximum une hauteur de 2 m et une largeur de 15 m. Ces dimensions tiennent compte de la forte influence des houles sur les fonds marins à faible profondeur ;

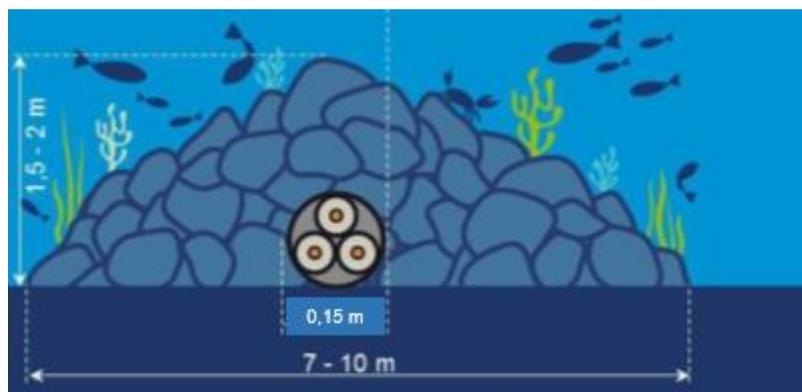


Figure 45 : Protection par enrochement (Source : RTE et BRLi, 2016)

- La protection par matelas de béton** : de forme rectangulaire et constitués de blocs béton articulés ils forment un dispositif d'environ 3 m de large, 6 ou 9 m de long et de 50 cm de haut permettant à la fois le maintien du câble au fond et sa protection en épousant la forme du fond marin. Les matelas peuvent également être remplacés par des sacs de coulis ou de ciment de plus petites dimensions ;



Figure 46 : Le matelas béton (autre protection externe possible) (Source : RTE et BRLi, 2016)



- **La protection par coquilles** : les coquilles sont constituées de deux demi-cylindres en fonte ou en polymère qui sont assemblés par-dessus le câble. Ils assurent à la fois sa protection contre les agressions extérieures et son maintien au fond de la mer. La protection par coquilles peut être combinée à de l'ensouillage ou à une autre protection externe (matelas, enrochement).



Photographie 16 : Coquilles en fonte articulées (Source : Travocéan, n.c)

LE CHOIX D'UNE PROTECTION ADAPTEE AU RACCORDEMENT DU PROJET

Le ou les modes de protection qui peuvent être mis en œuvre tout au long du tracé résultent de la prise en compte de plusieurs paramètres :

- Les usages du milieu maritime et les risques associés ;
- L'analyse de la géologie des fonds marins ;
- L'estimation des mouvements sédimentaires.

Analyse de la géologie des fonds marins

Les investigations géophysiques réalisées pour le projet en septembre 2017 ont permis de mesurer le relief des fonds marins et d'estimer la nature des sédiments.

La bathymétrie sur la zone est régulière avec des pentes plutôt faibles. Les fonds sont constitués de sable fin pour la partie proche de la côte et deviennent progressivement plus vaseux en s'éloignant.

Ce contexte sédimentaire sablo-vaseux sur une épaisseur importante reste à confirmer par des études géotechniques, mais permet a priori d'envisager l'ensouillage du câble.

La présence de câbles, de canalisations, de mines ou d'épaves au droit du tracé projeté n'a pas été mise en évidence lors des relevés géophysiques.



Estimation des mouvements sédimentaires

La dynamique hydro-sédimentaire sera également étudiée afin d'identifier les zones où des mouvements sédimentaires pourraient exposer les câbles à long terme.

Dans le cas où une zone à forte mobilité sédimentaire doit être traversée, le câble devrait être enfoui dans la couche « stable » du sédiment afin de minimiser le risque que le câble soit exposé.

A partir des études de sol, RTE définira une profondeur d'ensouillage cible selon la nature du fond afin de garantir la meilleure protection possible du câble et permettre le maintien des activités de pêche au droit du câble.

En effet, pour une profondeur d'ensouillage donnée, un sol dur procure une meilleure protection qu'un sol plus meuble. Dans un sol meuble, cette profondeur est habituellement de l'ordre de 1,5 m.

Des dunes de sable ont été détectées au niveau du littoral. A l'issue des études de sol, RTE pourra donc éventuellement envisager une profondeur d'ensouillage plus importante à ce niveau du tracé maritime.

L'évolution possible des techniques ainsi que les conditions réelles rencontrées lors de la réalisation conduiront au choix définitif de la solution de protection.

En cas d'impossibilité technique d'atteindre la profondeur d'ensouillage nécessaire à la protection des câbles, des protections externes pourront être installées ponctuellement.

Les moyens maritimes en phase travaux

Le nombre et le type de navires en phase travaux dépendent notamment de la disponibilité des moyens maritimes à la date de contractualisation et de la technique mise en œuvre.

Néanmoins, trois catégories de moyens maritimes peuvent être utilisées pour la pose et la protection du câble :

- Les moyens maritimes de pose du câble ;
- Les moyens maritimes de support ;
- Les moyens maritimes annexes.

Les ports d'attaches de ces moyens maritimes seront définis par l'entreprise en charge des travaux, en fonction des capacités d'accueil des ports de la région.



MOYENS DE POSE

Comme cela est évoqué précédemment, le câble sous-marin est posé à partir d'un moyen maritime spécialement équipé entre autres des éléments suivants :

- Une cuvelle ou table tournante (bobine disposée horizontalement sur le pont du navire) permettant de stocker jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres de câble ;
- Des installations pour mettre le câble à l'eau et maîtriser les efforts supportés ;
- Des moyens de levage (grues, portiques, ...) ;
- Un système de positionnement par GPS.

On trouve des moyens maritimes qui peuvent embarquer jusqu'à 7 500 tonnes de câble, la moyenne se situant autour 4 000 tonnes (RTE, 2016).



Photographie 17 : Illustration d'un navire d'installation des câbles (Source : Global Marine System, RTE, 2014)

MOYENS DE SUPPORT

Le rôle du moyen maritime de support est de piloter les engins d'ensouillage. Ce sont des moyens maritimes équipés avec des grues et des outils de mise à l'eau.



Photographie 18 : Exemple de navire de support (Source : © Ocean Installe)

MOYENS DE SURVEILLANCE

Les navires de surveillance ou « navires chien de garde » s'occupent de la surveillance de la zone de travaux pendant les opérations d'installation du raccordement.



2.7.2.2 Atterrage et continuité entre câbles sous-marins et souterrains

2.7.2.2.1 Description et caractéristiques

L'atterrage, correspondant à la zone de transition entre la liaison sous-marine et la liaison terrestre, est situé sur la plage du centre-ville du Barcarès, dans le prolongement du Cours de la Méditerranée. Cet atterrage consistera en la mise en place d'un fourreau sous la plage et d'une chambre de jonction sous le parking. Les usages existants au droit de ces ouvrages seront maintenus.

Les coordonnées de la chambre d'atterrage sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

CHAMBRE D'ATTERRAGE	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRES DECIMAUX)		COORDONNEES LAMBERT 93	
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]
Chambre d'atterrage (coordonnées à plus ou moins 10m)	42,7921167	3,0382806	6 188 067,39	703 135,43

Tableau 24 : Coordonnées de la chambre d'atterrage (source : RTE)



Photographie 19 : Zone d'atterrage pressentie au droit du cours de la Méditerranée, Le Barcarès (66) (Source : RTE, 2017)

La chambre de jonction d'atterrage sera installée à environ 2 m de profondeur. Elle permettra de réaliser le raccordement entre le câble sous-marin et le câble terrestre. Pour effectuer ce raccordement il est nécessaire de disposer d'un espace rectiligne et plat ; c'est pour cela que cet ouvrage enterré mesure environ 10 m de long par 3 m de large et qu'il est réalisé en ouvrage de maçonnerie.

Une fois le raccordement entre les câbles réalisé, cette chambre est remplie de sable. Des couvercles en béton sont posés par-dessus pour la refermer complètement assurant ainsi la protection des câbles. Enfin une couche de remblai vient redonner au terrain son aspect initial, rendant cette chambre complètement invisible une fois les travaux terminés.



Photographie 20 : Chambre de jonction d'atterrage en travaux (Source : Nexans, 2016)

A côté de la chambre de jonction, un puits de mise à la terre de 1 m x 1 m ainsi qu'une chambre pour les câbles de télécommunication (2 m x 1 m) préfabriqués seront également installés. Ces ouvrages seront également enterrés, mais seront visitables au moyen de tampons en fonte.

Avant la mise en place du chantier, un écologue validera la zone de stockage et de base-vie du chantier, ainsi que le couloir de circulation des engins. Le stockage du matériel devrait être implanté sur le parking de la plage au droit du Cours de la Méditerranée.

La zone d'atterrage a été choisie afin d'éviter au maximum l'impact sur l'Euphorbe péplis (plante protégée) présente sur les dunes littorales du Barcarès. Le choix du tracé du raccordement et de l'emprise travaux s'est porté dans le secteur où aucun pied d'Euphorbe péplis n'a été recensé en 2017. De plus, le cheminement des engins sur la zone du chantier sera balisé afin d'éviter toute divagation des engins et renforcer la sécurité des tiers, sur la plage notamment. Au niveau des zones de dunes littorales, l'emprise du chantier et la circulation des engins devront être strictement cantonnées à l'intérieur de l'emprise des travaux d'environ 30 mètres de large et matérialisées par un balisage.

RTE envisage, à ce stade, l'emprise travaux et la circulation des engins jusqu'aux travaux d'atterrage telles que définie sur la carte ci-après.

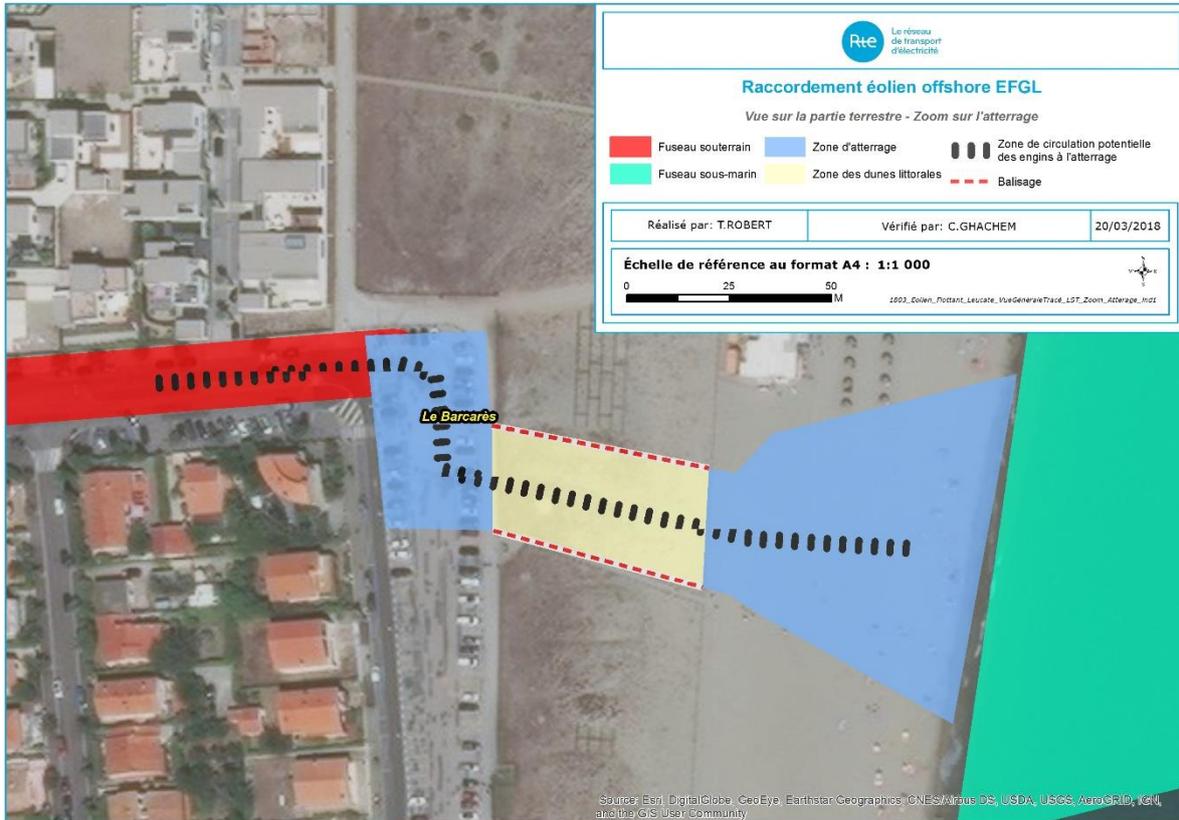


Figure 47 : Zone des travaux à l'atterrage et couloir de circulation des engins envisagé (Source : RTE, 2018)



Photographie 21 : Dunes littorales sur la plage au droit du Cours de la Méditerranée, Le Barcarès (66) (Source : RTE, 2017)



2.7.2.2.2 Modes de pose et de protection

Dû au régime de la houle et des courants, le profil de la plage peut se modifier de façon saisonnière. De plus, le trait de côte peut subir des phénomènes d'érosion et d'accrétion au niveau de la zone d'atterrissage.

Compte tenu de ces deux phénomènes naturels, l'enfouissement du câble doit être suffisamment profond pour se prémunir du risque éventuel de mise à nu du câble. A cet effet, des études détaillées d'ensouillage seront menées pour déterminer la profondeur la plus adaptée.

Une surveillance régulière de la profondeur d'ensouillage du câble sur la zone d'atterrissage sera également réalisée pendant les premières années d'exploitation de la ferme pilote. Si un écart trop important est observé, des mesures correctives seront effectuées (ré-ensouillage).

Les travaux seront effectués préférentiellement en période hivernale (de septembre à mars) afin de conserver l'attrait estival de la plage.

Les travaux de génie-civil à l'atterrissage seront réalisés avant le déroulage du câble, ce qui permettra de découpler la période de pose de la liaison sous-marine de la réalisation des travaux de génie-civil.

La solution en tranchée a été retenue pour l'étude des impacts du projet de raccordement, sous réserve de sa faisabilité technique. Elle correspond aux règles de l'art les plus couramment appliquées et présente l'avantage d'être cohérente avec les techniques prévues pour les cheminements maritimes et terrestres, toutes deux prévues en tranchées.

Elle consiste à ouvrir une tranchée sur la longueur de la plage, à installer un fourreau en PEHD, puis à reboucher la tranchée. Les parois de la tranchée pourront être maintenues par un blindage constitué de palplanches enfoncées par battage ou par l'élargissement des bermes de part et d'autre de la tranchée afin que le sable ne retombe pas au fond de celle-ci. Le fourreau sera potentiellement rempli de coulis et/ou enrobé de béton ou éventuellement maintenu par la pose de cavaliers béton. Le câble est ensuite tiré depuis la mer à l'intérieur du fourreau.

Le fourreau et l'éventuel bloc béton seront enterrés à une profondeur dimensionnée pour ne pas être découverte durant la durée d'exploitation de l'ouvrage. Cette profondeur tiendra notamment compte des éventuels phénomènes d'érosion ou d'accrétion qui seront étudiés en détail.

Néanmoins, une solution alternative, le forage dirigé, peut être considérée (cf. Paragraphe 2.7.2.2.2 Modes de pose et de protection) en cas de difficulté spécifique, et sous réserve de sa faisabilité technique.

Tirage du câble

Une fois les travaux de génie-civil de l'atterrissage réalisés et lorsque le navire câblé est arrivé sur place on peut procéder au déroulage du câble. Suivant la technique de génie civil qui a été mise en œuvre à l'atterrissage deux modes opératoires sont possibles (tranchée ou forage dirigé).

Une fois le câble installé à l'atterrissage, le navire câblé pourra dérouler le câble vers le point de livraison. Une installation de câble du point de livraison vers l'atterrissage est également possible.



Photographie 22 : Tirage au niveau de la chambre d'atterrage (Source : RTE, 2016)

L'ensemble de ces opérations à l'atterrage durera environ :

- 1 à 2 mois pour la réalisation du génie civil à l'atterrage et la pose des fourreaux ;
- 2 jours environ pour le tirage du câble depuis le navire ;
- 1 mois environ pour la réalisation de la jonction à terre.

L'emprise des travaux sur la plage et à l'arrière de la plage concernera une surface d'environ 0,6 à 0,8 ha, incluant l'installation de chantier, la zone de stockage et la circulation des engins.

L'emprise des travaux en mer est de l'ordre de 1 ha sur le plan d'eau (20 m de large par 500 m de long).

Au total, l'emprise des travaux de génie-civil regroupant la partie terrestre et maritime à l'atterrage sera d'environ 1,6 à 1,8 ha.

Gestion des matériaux déplacés

Les matériaux excavés seront stockés temporairement sur les côtés de la tranchée ou sur barge puis seront majoritairement réemployés à reboucher les tranchées. Les matériaux excédentaires seront évacués.

Ces matériaux excédentaires ainsi que les déchets générés par le chantier feront l'objet d'un traitement au travers de filières agréées, en vue d'une valorisation pour les déchets qui le permettent.

Les travaux de creusement d'une tranchée généreront des mouvements de sol, évalués à environ 1 500 m³. Ces matériaux seront stockés provisoirement à l'intérieur de l'emprise du chantier.



Les moyens terrestres

Le matériel nécessaire au terrassement, au transport ou aux travaux lors du chantier est le suivant :

- Grue mobile pour le fonçage des palplanches ;
- Pelles mécaniques sur la plage pour les terrassements et pour le stockage provisoire ;
- Tombereaux pour le transport des déblais entre la tranchée et le lieu de stockage provisoire ;
- Manitou sur l'installation du chantier pour la manutention des fourreaux ;
- Petits pieux métalliques pour ancrage du treuil et le guidage du tirage ;
- Palplanches pour la tenue des fouilles lors des terrassements ;
- Camions pour l'approvisionnement du chantier (fourreaux, palplanches...) et l'évacuation des déblais excédentaires.

Dans le cadre du projet, une aire de stationnement des engins de chantier sera mise en œuvre, et il sera prévu l'installation d'une zone avec une protection des sols pour les risques de pollution.

Durée estimée des travaux à terre et en mer :

1 à 2 mois pour la réalisation du génie civil à l'atterrage et la pose des fourreaux

2 jours environ pour le tirage du câble depuis le navire

1 mois environ pour la réalisation de la jonction à terre

(Absence de travaux sur la plage, le centre-ville et la zone littorale du 1er juillet au 31 août)

Moyens utilisés :

Pelle mécanique terrestre, pelle mécanique montée sur barge et/ ou une pelle rétro-caveuse (« back-hoe dredger »)

Navire câblé en mer et treuil à terre pour le tirage



2.7.2.3 Liaison de raccordement électrique souterrain

2.7.2.3.1 Description et caractéristiques

De la même façon que pour la partie sous-marine, la liaison souterraine sera composée d'un circuit.

Le circuit est composé de trois câbles unipolaires indépendants qui sont accompagnés de deux câbles de télécommunications à fibres optiques.

Les câbles, d'un diamètre de 7 à 9 cm environ comprennent une âme conductrice en aluminium ou en cuivre entourée d'isolant synthétique et d'écran de protection.

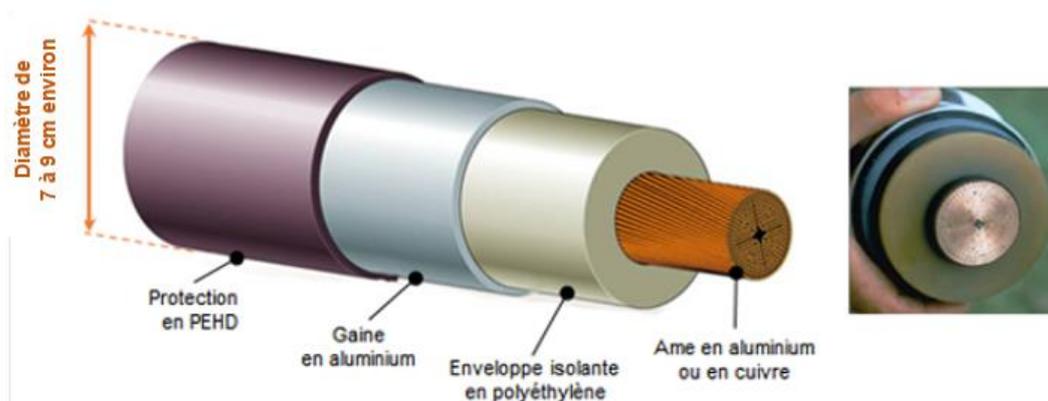


Figure 48 : Structure d'un câble conducteur isolé (Source : RTE, 2015)

Le tracé terrestre mesure environ 3,5 km de long depuis la chambre d'atterrissage sur la plage du Barcarès jusqu'au poste électrique de Salanques (cf. Figure ci-après).

La largeur d'emprise de travaux est de l'ordre de 5 mètres de large. Lorsque l'environnement l'oblige le mode opératoire et les engins de chantier utilisés seront adaptés pour réduire cette largeur jusqu'à une emprise de 3 m de large, mais non sans impacter le rendement et/ou le coût des travaux.

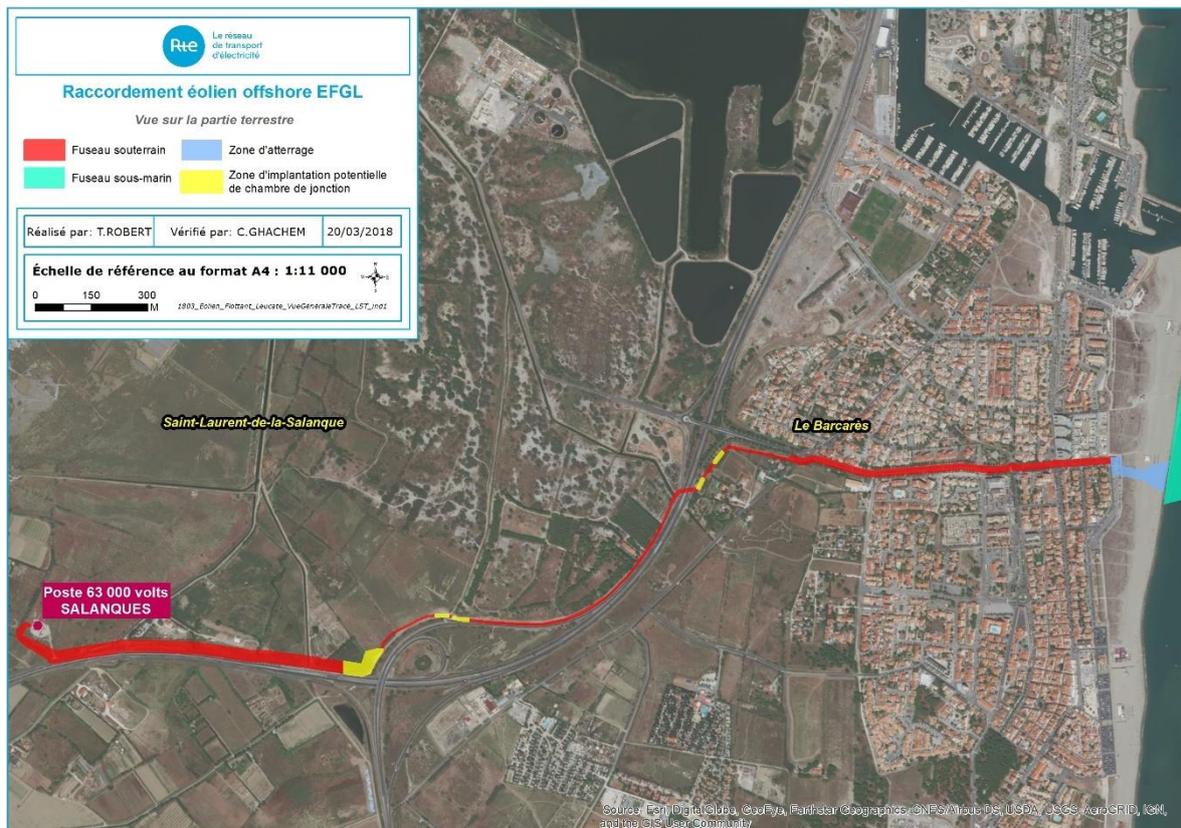


Figure 49 : Tracé terrestre du câble d'export (Source : RTE, 2018)

Etant donné la longueur du tracé, 2 à 3 chambres de jonction seront nécessaires. Les zones potentielles au sein desquelles pourront être positionnées ces chambres de jonction ont été identifiées. Elles sont représentées sur la figure du tracé terrestre précédente. Leur emplacement exact sera défini ultérieurement.

Sur la première partie du tracé en partant de l'atterrage (environ 880 mètres), la liaison est positionnée sur la chaussée, côté droit du Cours de la Méditerranée dans la commune du Barcarès (cf. Figure ci-après).



Figure 50 : Tracé terrestre – Traversée du Cours de la Méditerranée (Source : RTE, 2018)



Photographie 16 : Cours de la Méditerranée, Le Barcarès (66) (Source : RTE, 2017)

Après avoir cheminé le long du Cours de la Méditerranée, en milieu exclusivement urbain, le tracé emprunte à partir du rond-point de l'Hourtou un délaissé en contrebas de la bretelle de sortie de la RD83.

La traversée de la RD83 sera réalisée préférentiellement en tranchée ouverte après accord du concessionnaire et si les contraintes relatives à la gestion de la circulation le permettent (cf. Figure ci-après). Dans le cas contraire, et sous réserve de faisabilité technique (cohérence des sols,...), la traversée sera effectuée en sous-œuvre sur un linéaire plus important, jusqu'au terrain agricole au sud de la roubine, afin de ne pas avoir à franchir cette dernière et éviter, par la même occasion, l'habitat naturel du Psammodrome d'Edwards (lézard).



Figure 51 : Tracé terrestre - Tracé au niveau de la traversée de la RD83 (Source : RTE, 2018)



Photographie 23 : Délaissé en contrebas de la bretelle de sortie de la RD83 (Source : RTE, 2017)



Photographie 24 : Délaissé à la sortie du passage en tranchée après traversée de la RD83 (Source : RTE, 2017)

Le reste du tracé terrestre jusqu'au poste électrique suit la voie de desserte qui longe la RD83 (cf. Figure ci-après).

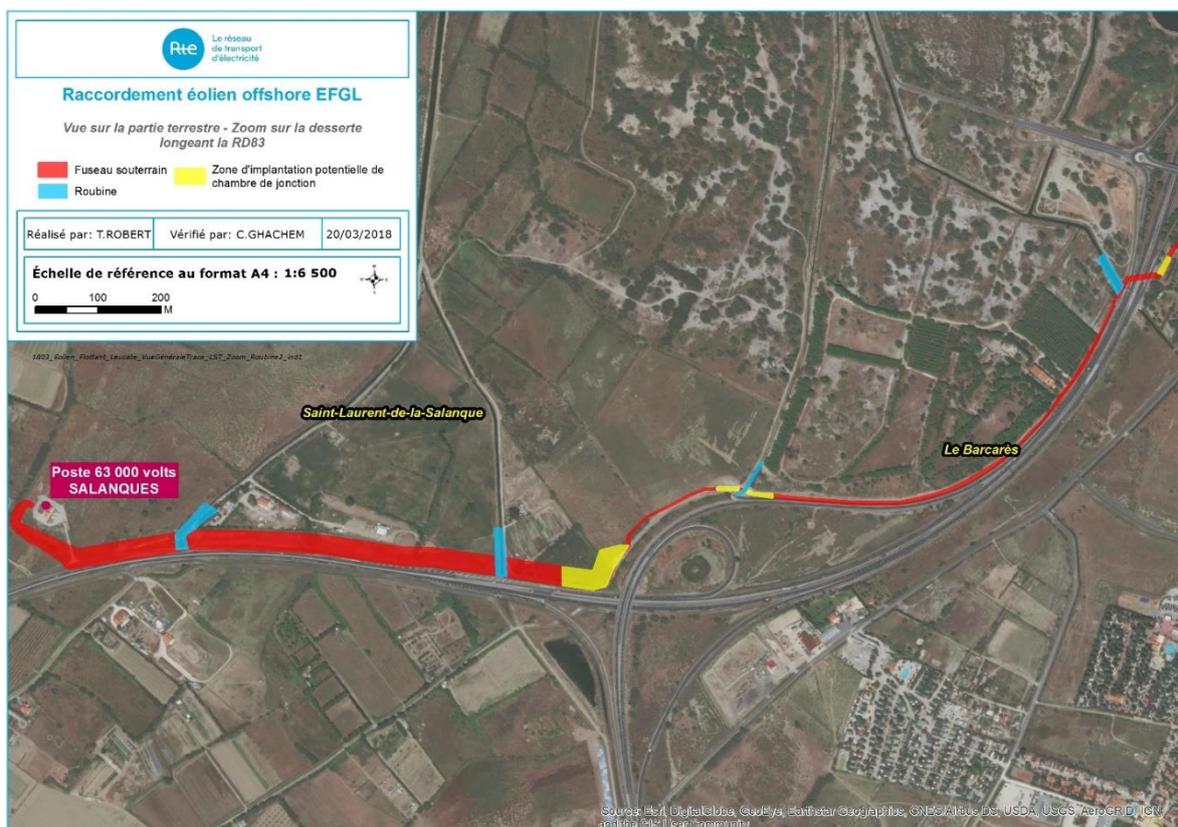


Figure 52 : Tracé terrestre - Tracé au niveau de la desserte longeant la RD83 (Source : RTE, 2018)



*Photographie 20 : Zone de prés-salés dégradée entre l'échangeur de la RD83 et l'arrivée au poste électrique
(Source : RTE, 2017)*

La liaison souterraine sera positionnée de préférence dans l'accotement immédiat de cette voie. Cependant la présence d'autres réseaux souterrains (HTA, Eau potable, etc...) pourra amener RTE à écarter la liaison de quelques mètres de la voie. De plus, quatre roubines devront être traversées sur ce linéaire (cf. Figure précédente).

De plus, entre l'échangeur de la RD83 et l'arrivée au poste électrique, l'écartement de la liaison avec la voie de desserte pourrait aller jusqu'à une trentaine de mètres pour se conformer au futur projet d'élargissement à 2X2 voies de la RD83 dans cette zone.

Dans le cas d'un écartement de l'accotement immédiat de la voie, RTE mettra en place des mesures de réduction comme, par exemple, la mise en place d'un balisage écologique, un tri des terres, le respect du calendrier écologique ou la réduction de l'emprise du chantier.



2.7.2.3.2 Modes de pose et de protection

RTE pratique plusieurs modes de pose en fonction de la nature du câble utilisé, du milieu traversé et des obstacles rencontrés. Sur la base d'une équipe travaux, la cadence d'avancement pour la mise en place d'une liaison souterraine sous voirie peut varier de 50 m par semaine dans le cadre d'une pose avec fourreau en PVC et emploi de béton à 200 m par semaine dans le cas d'une pose en fourreaux PEHD.

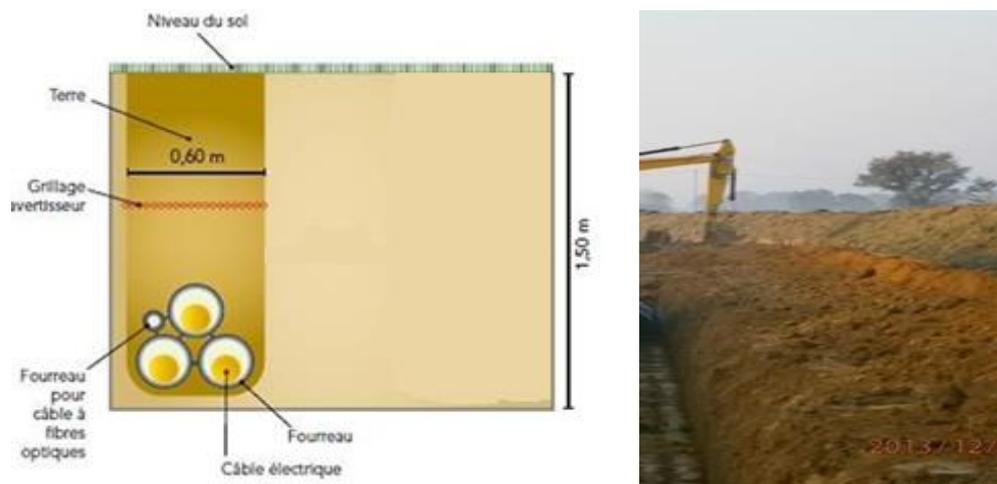
Il est possible d'accélérer cette cadence en ayant recours à plusieurs équipes chantier.

Le câble sera enterré le long ou sous les routes existantes à l'aide de pelles mécaniques ou d'une trancheuse de manière à limiter autant que possible l'emprise de la tranchée. Les travaux nécessiteront également *a minima* l'utilisation d'un finisseur, d'un tire-câble, de camions d'évacuation, de mini-pelles.

La pose en fourreaux polyéthylène haute densité (PEHD)

Le câble est déroulé dans des fourreaux PEHD **posés en pleine terre**. Ce mode de pose est utilisé en plein champ, en accotements de voiries et dans certaines conditions sous chaussée. Il est réservé à des secteurs présentant peu de réseaux en sous-sol.

Les fourreaux, d'un diamètre d'environ 16 cm, sont disposés dans une tranchée d'environ 60 cm de largeur à une profondeur comprise généralement entre 0,90 m et 1,50 m.



Photographie 25 : Illustration de la pose en PEHD d'une liaison souterraine à un circuit

La pose en fourreaux polychlorure de vinyle (PVC)

Le câble est déroulé dans des fourreaux PVC **enrobés de béton**. Cette pose est principalement utilisée pour les passages sous-chaussée ou les zones à fort encombrement du sous-sol, mais peut aussi être mise en œuvre dans tout environnement contraint techniquement.

Les fourreaux, d'un diamètre d'environ 16 cm, sont disposés dans une tranchée d'une largeur d'environ 0,6 m. La profondeur de fond de fouille est généralement comprise entre 0,9 m et 1,5 m. Deux fourreaux pour les fibres optiques sont également prévus.



Pose en bord de chaussée



Après travaux

Photographie 26 : Exemple de pose en fourreaux PVC sous voirie d'une liaison souterraine à un circuit (Source : RTE)

La longueur de câble à 63 000 volts d'un seul tenant est d'environ 1 000 m. Ces câbles sont ensuite raccordés entre eux par des jonctions installées dans des chambres souterraines de dimensions approximatives : 12 m (L) x 2 m (l) x 1 m (H) recouvertes de remblais sur une hauteur d'environ 1 m pour atteindre le niveau du sol actuel. Les dimensions et profondeurs de ces chambres de jonctions peuvent varier notamment selon la proximité de la nappe d'eau souterraine.



Photographie 27 : Exemple d'une chambre de jonction (Source : RTE)



Les techniques de franchissement

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour franchir les obstacles rencontrés le long du tracé.

TECHNIQUE DE FRANCHISSEMENT D'OBSTACLES PAR ENSOILLAGE

Cette technique d'enfouissement par creusage est plutôt réservée à des passages très limités en largeur, dans des cours d'eau où le débit est très faible, voire quasi-nul avec une réalisation des travaux d'ensouillage en période d'étiage. Il est généralement nécessaire de dévier le cours d'eau de façon temporaire par un batardeau, afin de pouvoir réaliser les travaux par « demi cours d'eau », ce qui limite les possibilités de recours à cette technique à des débits assez faibles.

TECHNIQUE DE FRANCHISSEMENT D'OBSTACLES PAR FORAGE DIRIGÉ

Cette technique onéreuse et difficile à mettre en œuvre est réservée à des obstacles techniquement infranchissables (autoroute, voies ferrées, certaines voies navigables...) avec des moyens conventionnels...

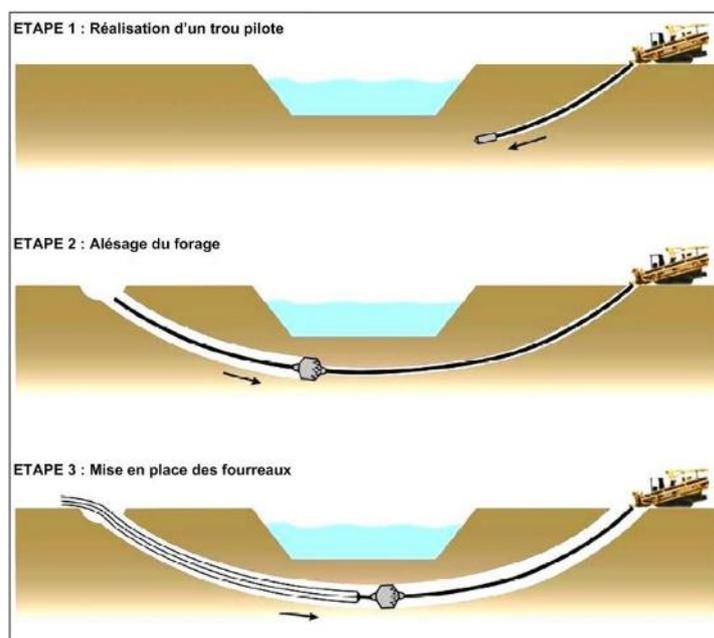


Figure 53 : Schéma de principe du forage dirigé (Source : RTE, 2016)



Photographie 28 : Illustrations de la technique du forage dirigé (Source : RTE, 2016)



TECHNIQUE DE FRANCHISSEMENT D'OBSTACLES PAR FONÇAGE

Cette technique nécessite un espace disponible important de part et d'autre de l'obstacle à franchir afin de pouvoir réaliser un puits d'entrée et de sortie dans lequel on installera la machine de fonçage.

Elle ne peut être mise en œuvre que sur des passages n'excédant pas 50 m de largeur. Elle peut donc être dans certains cas une alternative au forage dirigé si les conditions géologiques le permettent.

Durée estimée des travaux à terre

12 mois pour les travaux d'installation du câble souterrain (Absence de travaux sur la plage, le centre-ville et la zone littorale du 1er juillet au 31 août)

Moyens utilisés :

Un finisseur, un tire-câble, plusieurs camions d'évacuation et mini-pelles, pelle mécanique et engin de levage.

Les modalités de travaux spécifiques aux passages en zones humides et traversées de roubines

Le tracé est en grande partie situé à proximité immédiate de zones humides et il doit traverser quatre roubines au maximum. Des modalités de travaux spécifiques sont donc adoptées afin de prendre en compte ces contraintes.

PASSAGE EN ZONES HUMIDES

L'installation du raccordement de la liaison électrique souterraine s'effectuera sur la quasi-totalité du linéaire par tranchée ouverte peu profonde. La tranchée sera creusée et rebouchée à l'avancement. Il n'y aura aucun exhaussement de terrain sur tout le linéaire de la liaison souterraine, ni au droit des chambres de jonction ni de la chambre d'atterrage. Le niveau du terrain naturel sera restitué au plus près de l'existant à la fin des travaux.

Le Maître d'ouvrage RTE mettra en place, de façon privilégiée, la technique de pose à l'aide de fourreaux en PEHD pleine terre, qui est recommandée en zone humide afin de ne pas couler de béton à effet drainant.

Les travaux se faisant au droit des routes et sur des secteurs où la circulation se fera en dehors des axes existants, le schéma de desserte en phase travaux réduit d'ores et déjà les surfaces de circulation et favorise le passage dans des zones de moindre sensibilité. L'emprise du chantier et les voies d'accès seront balisées en informant au préalable l'entreprise concernée. De même, l'utilisation de pistes existantes (chemins, etc.) sera privilégiée. Enfin, le stationnement d'engins et le stockage de matériaux se feront sur des zones balisées, imperméabilisées et définies en fonction de la sensibilité des sols au tassement. Ces mesures, associées aux méthodes de prévention de la pollution et de contrôle de la qualité, seront définies par l'expert écologue en charge du suivi du chantier.

De plus, afin de limiter, voire supprimer, l'effet drainant des fourreaux, des peignes (masque de béton) seront mis en place régulièrement le long de la liaison souterraine sur les zones concernées.

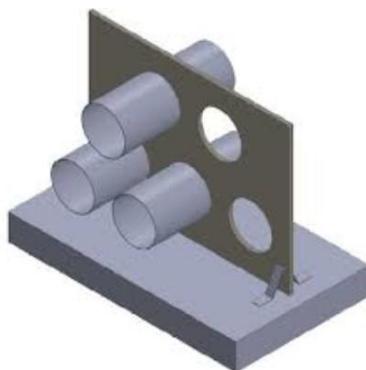


Figure 54 : Illustration d'un peigne sur une liaison souterraine (Source : RTE, 2017)

Ces travaux de mise en tranchée, peu profonds et hors nappe, ainsi que les quelques passages éventuels en sous-œuvre par forage dirigé (non contraints par les problématiques de nappe), ne nécessiteront *a priori* pas la mise en œuvre de pompages spécifiques.

En revanche, la réalisation de la chambre d'atterrage, ainsi que deux ou trois chambres de jonction, devrait nécessiter de procéder à des rabattements de nappe avec pompage afin de pouvoir maintenir la fouille hors d'eau. L'opération consiste à enfoncer dans le sol tout autour de l'ouvrage des « aiguilles », qui reliées à des canalisations et une pompe, permettent d'aspirer l'eau en périphérie de l'ouvrage, afin d'assécher momentanément le sol environnant. L'eau pompée est rejetée un peu plus loin dans un endroit propice qui sera déterminée par l'expert écologue.



Photographie 20 : Exemple d'un rabattement de nappe (Source : RTE, 2017)

En considérant un pompage en continu pendant toute la durée des travaux, le volume d'exhaure est estimé à environ 8 000 m³ par chambre de jonction, soit un volume total d'environ 32 000 m³ pour l'ensemble des travaux (trois chambres de jonction maximum et la chambre d'atterrage). Les rejets sont évalués à un débit de 9 m³/h par chambre de jonction, et de 18 m³/h dans l'hypothèse d'un pompage simultané de 2 ouvrages.



Afin de réduire au maximum les incidences de ce pompage sur le milieu naturel, des mesures seront prises pour :

- Limiter les volumes pompés (vérification des niveaux de nappe par la pose d'un piézomètre, réduction de la durée des travaux, travaux selon conditions météorologiques...);
- Prévenir les pollutions accidentelles (bac de rétention, absorbants, décantation, surveillance du taux de matière en suspension...);
- Favoriser la filtration naturelle des eaux (rabattements de nappe par aiguilles filtrantes,...) et s'assurer de la bonne qualité des eaux d'exhaure (décantation et/ou filtration, contrôle) avant rejet dans le milieu naturel (canal, ouvrages EP ou épandage) à proximité de la zone de travaux au droit de la même nappe dans un endroit déterminé par l'expert écologue..

La méthode de décantation dépend de la taille des ouvrages et des volumes prélevés, mais on peut estimer qu'un bassin de décantation à fond plat d'environ 10 m de long sur 2 m de large sera nécessaire à proximité de chaque chambre de jonction.

Dans tous les cas, RTE veillera à ce que :

- Les eaux pompées chargées en matières en suspension (MES) soient décantées et/ou filtrées avant rejet dans le milieu naturel à l'aide de cuves de décantation ou d'une filtration par épandage sur le sol d'une parcelle à proximité.
- Les cuves soient entretenues et les matériaux extraits évacués dans des filières adaptées.

TRAVERSEE DE ROUBINES

Quatre roubines devront être traversées sur ce linéaire. Une pose en ensouillage, consistant en la réalisation d'une tranchée réalisée à l'aide de batardeaux provisoires ou de buses, sera privilégiée étant donné le faible débit d'eau de ces roubines.



Photographie 19 : Roubine à traverser le long de la desserte parallèle à la RD83 (Source : RTE, 2017)

Techniques de franchissement d'un cours d'eau en souille :

- Franchissement d'une roubine ou d'un ruisseau dont le débit est faible ou insignifiant :
 - mise en place de filtres en aval (ex : bottes de paille) ;
 - réalisation de la tranchée directement dans le lit ;
 - mise en place d'une buse de dimension supérieure aux fourreaux PEHD ;
 - reconstitution du lit avec les matériaux extraits et stockés sur le côté ;
 - reconstitution des berges et suppression du filtrage en aval ;
 - plus tard, mise en place des fourreaux dans la buse.

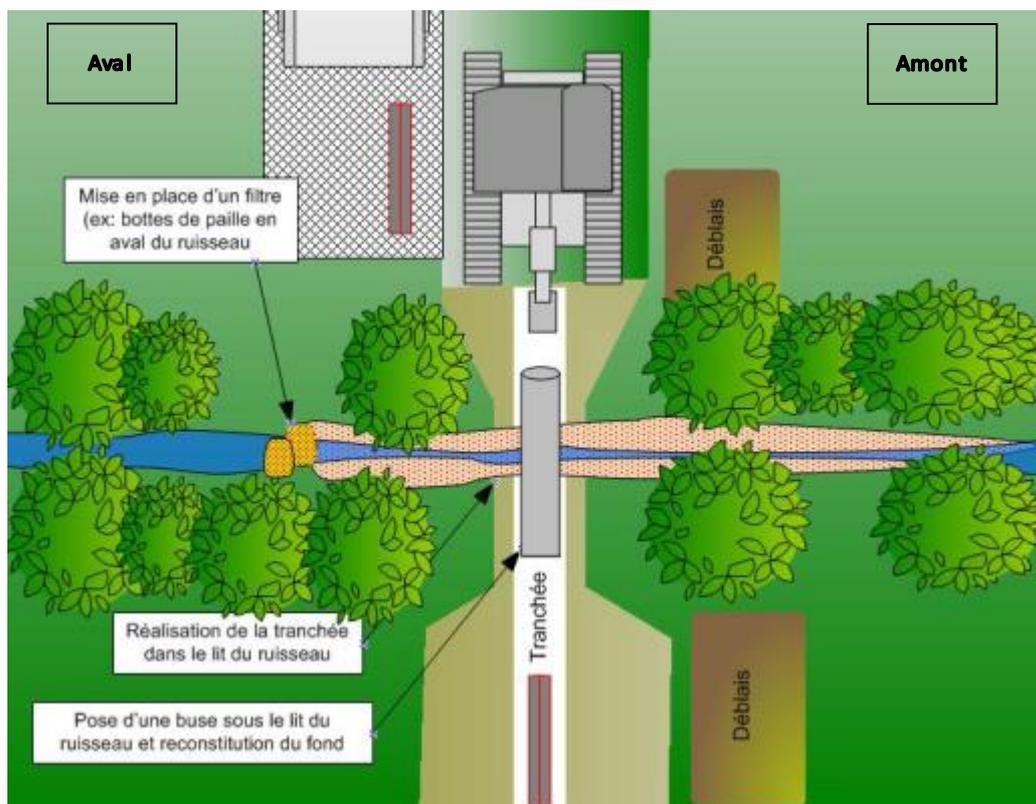


Figure 55 : Principe de franchissement d'une roubine avec la pose d'une buse (Source : RTE)

- Franchissement d'un ruisseau dont le débit est significatif :
 - mise en place de filtre en aval ex : bottes de paille ;
 - mise en place d'un batardeau provisoire en amont en matériaux ou plastique ;
 - mise en place d'une pompe de relevage ou de drains provisoires afin d'assurer la continuité de l'écoulement ;
 - réalisation de la tranchée directement en fond de rivière ;
 - mise en place d'une buse (destinée à accueillir les fourreaux par la suite) ou directement des fourreaux PEHD ;
 - reconstitution du lit avec les matériaux extraits et stockés sur le côté ;
 - reconstitution des berges et suppression du batardeau et du filtrage ;
 - plus tard, mise en place des fourreaux dans la buse.

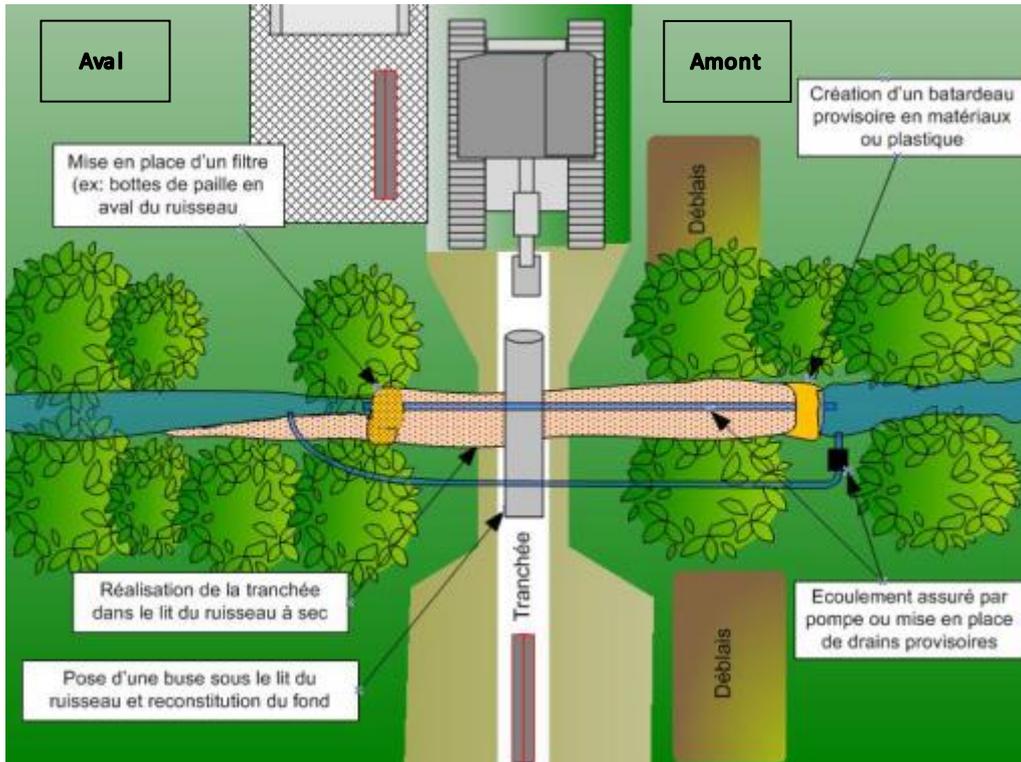


Figure 56 : Principe de franchissement d'une roubine avec la pose de batardeaux (Source : RTE)

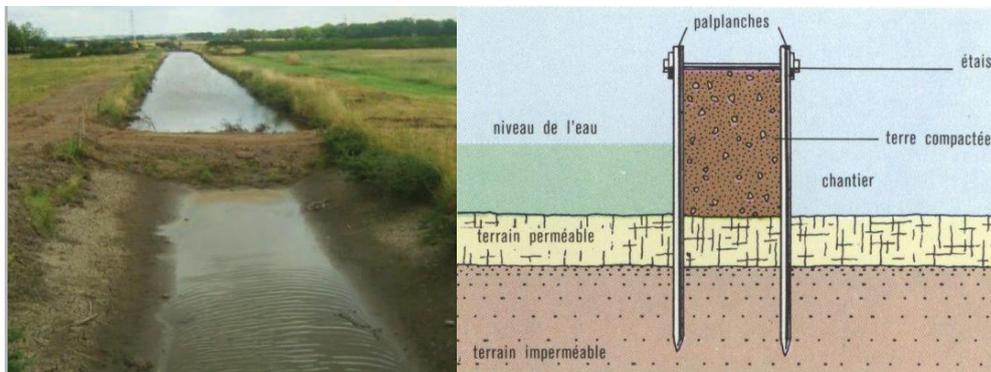


Figure 57 : Illustrations de batardeaux

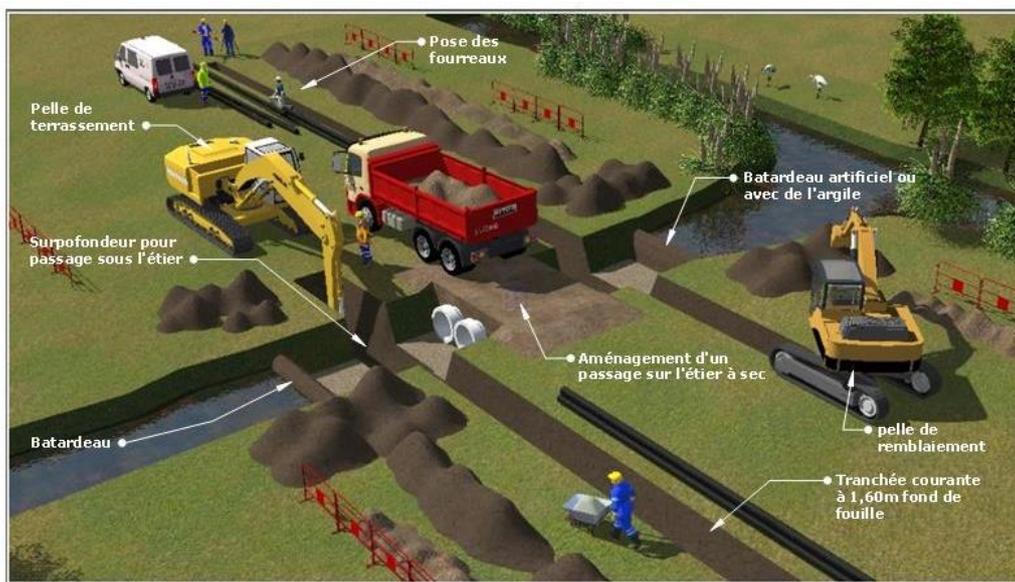


Figure 58 : Illustration du franchissement d'une roubine avec la pose de batardeaux (Source : RTE)

Un assèchement temporaire de la roubine entre les deux batardeaux pourra donc être nécessaire pour faire passer la liaison souterraine en fonction du débit.

En cas de débit, la continuité hydraulique des roubines sera maintenue à l'aide d'une pompe ou de drains temporaires (déviation de l'agouille). De plus, la zone de travaux sera confinée par un système de protection adapté permettant d'éviter toute dispersion de MES dans le milieu aquatique. En effet, la mise en place d'un géotextile aux niveaux des zones humides (type géogrille par exemple) à l'aval des travaux permettra de limiter les phénomènes d'érosion et ainsi de retenir les MES et de minimiser la turbidité du ruisseau. La mise en place de filtre (ballots de paille), avant le rejet de toute eau qui serait entrée en contact avec le chantier, sera mise en place. Ce filtre peut être précédé d'un bassin de décantation qui permettra une première rétention des particules les plus lourdes.

Concernant le retrait des batardeaux (systématiquement isolés du contact de l'eau en amont par un géotextile) :

- La terre est retirée à l'avancement, de haut en bas et de l'amont vers l'aval ;
- Le géotextile s'affaisse ainsi, au fur et à mesure du retrait de la terre, tout en assurant la protection des milieux aquatiques vis-à-vis du risque de départ de matériaux et de colmatage des fonds ;
- Lorsqu'il ne reste que peu de terre, celle-ci est enfermée dans le géotextile qui est refermé.

L'ensemble terre et géotextile, formant un « boudin », est retiré du cours d'eau.

Le remblaiement de la tranchée sera effectué de façon à assurer une perméabilité la plus proche possible de l'état initial et donc des terres adjacentes, afin d'y limiter la circulation de l'eau.

De la même façon que pour les eaux de rabattement de nappe, les eaux issues du pompage pour la mise à sec de la zone de travaux entre les batardeaux seront rejetées à proximité de la zone travaux au droit de la même nappe dans un endroit déterminé par l'expert écologue.



De plus, RTE s'assurera d'enfouir suffisamment profondément la liaison souterraine afin d'éviter toute perturbation de l'écoulement des eaux superficielles et de la section hydraulique des roubines une fois le câble mis en place.

S'il s'avère qu'une solution de franchissement des roubines par ensouillage est jugée trop impactante pour le milieu naturel par l'expert écologue, il pourra être envisagé de réaliser un portique de franchissement constitué d'un tube acier enjambant le cours d'eau et reposant de part et d'autre sur des plots béton. De même, le franchissement d'une roubine peut être réalisé si nécessaire en sous-œuvre (c'est notamment ce qui est envisagé pour le passage de la roubine près du pont de la RD83 en cas de désaccord du concessionnaire pour le passage en tranchée) si l'ensemble des conditions techniques et environnementales requises sont respectées (cohérence des sols,...)

2.7.2.4 Poste électrique de raccordement

La liaison souterraine sera raccordée au poste électrique existant de Salanques.

Le poste de Salanques est un poste dont les équipements sont situés à l'intérieur d'un bâtiment.

Une nouvelle cellule 63 kV en technologie sous enveloppe métallique sera créée pour permettre le raccordement de la liaison souterraine.

Ces travaux ne nécessiteront pas d'extension foncière du poste.



Photographie 29 : Poste électrique de raccordement de Salanques (Source : RTE, 2017)



Photographie 30 : Exemple de caisson PSEM 63 kV (Source : RTE, 2018)

2.7.2.5 Gestion des déchets et émissions du raccordement

2.7.2.5.1 Estimation des types et des quantités de déchets et d'émissions produits durant la phase de construction du raccordement

Liaison sous-marine

Des déchets assimilés ménagers et des eaux usées sont produits sur le bateau par les équipes en charge de la pose du câble. Tous ces déchets seront ramenés à terre et traités conformément à la réglementation française.

La pose du câble n'est pas une activité productrice de déchets. Néanmoins, lors d'une des opérations mises en œuvre, si un bien meuble est remonté à la surface, il sera considéré comme un déchet et traité en tant que tel.

Les opérations en mer pourront provoquer les émissions suivantes :

- Odeurs pouvant être émises par les travaux et navires présents sur le chantier ;
- Emissions de gaz par les navires intervenant sur le chantier ;
- Bruit associé aux phases de travaux et au trafic des navires.



Liaison terrestre et atterrage

TERRES EXCAVEES

Les déchets de terres représentent la quasi-totalité des déchets produits sur un chantier de liaison souterraine.

La construction d'une liaison souterraine nécessite l'excavation des terres sur la longueur du tracé pour disposer les fourreaux entourant les câbles dans une tranchée. Les dimensions moyennes approximatives de la tranchée sont de 0,6 m de large sur 1 m de profondeur pour une longueur d'environ 3 500 m. Le volume de terre qui sera excavée est donc d'environ 2 100 m³ soit près de 3 500 tonnes.

Les travaux de creusement d'une tranchée à l'atterrage généreront des mouvements de sol, évalués à environ 1 500 m³ soit près de 2 500 tonnes. Ces matériaux seront stockés provisoirement à l'intérieur de l'emprise du chantier.

Les terres excavées seront gérées en respectant la hiérarchie des modes de traitement des déchets :

- Réemploi : afin d'éviter la production de déchets, ces terres seront prioritairement réemployées *in situ* pour le remblai de la tranchée. Le taux de réemploi est fonction de la nature du sol et de ses caractéristiques mécaniques et thermiques notamment. Le taux de réemploi maximal est recherché, et peut nécessiter de recourir à des opérations de concassage, criblage ou chaulage pour améliorer la qualité de la terre excavée. Le taux de réemploi moyen observé sur les chantiers de liaisons souterraines est de 50 % ;
- Valorisation matière : les terres ne pouvant être réemployées *in situ* seront valorisées par envoi dans les carrières proches du chantier, qui nécessitent des matériaux pour remblaiement ;
- Elimination en installation de stockage de déchets inertes : si aucune filière de valorisation n'est identifiée à proximité du chantier, les terres seront éliminées en installation de stockage.

La terre végétale sera triée, entreposée et remise en place en couche superficielle de la tranchée.

AUTRES DECHETS

Les autres déchets produits sont :

- De la graisse, utilisée pour installer les câbles notamment au niveau des jonctions ;
- Des déchets d'emballage non-dangereux et valorisés par incinération avec récupération d'énergie ;
- Des bombes aérosols, utilisées notamment pour marquer le sol et les câbles. Les déchets produits sont le plus souvent éliminés ;
- Des chiffons souillés (par exemple par la graisse). Ils sont valorisés par incinération avec récupération d'énergie ;
- Des emballages divers en faible quantité. Ils partent en filière valorisation matière ou énergétique ;
- Les déchets assimilés ménagers produits sur la « base vie » du chantier.

Les modes de traitement de ces déchets sont décrits dans le tableau ci-après.



RECAPITULATIF

DESIGNATION	CODE EU	DD/DND	QUANTITE	FILIERE DE TRAITEMENT
Terres non polluées	17.05.04	DND DI	3 000 tonnes (sur la base d'un taux de réemploi de 50 %)	1-Réemploi 2-Valorisation en remblaiement de carrière 3-Elimination en ISDI
Emballages divers	15 01 xx	DND	Présence	Valorisation matière ou énergétique
Déchets assimilés ménagers de la « base vie »	20 03 01	DND	Présence	Elimination en ISD ou incinération
Contenants graisse raccordement	12.01.12*	DD	Présence	Valorisation énergétique
Chiffons souillés	15.02.02*	DD	Présence	Valorisation énergétique
Bombes Aérosols	16.05.04*	DD	Présence	Elimination dans des filières autorisées (ICPE)

Les opérations à terre pourront provoquer les émissions suivantes :

- Odeurs pouvant être émises par les travaux et engins présents sur le chantier ;
- Emissions de gaz d'échappement par les engins intervenant sur le chantier ;
- Bruit associé aux phases de travaux et au trafic des engins de chantier ;
- Vibrations lors de l'intervention des engins de chantier.

Les travaux de la liaison souterraine seront réalisés majoritairement de jour, on peut considérer qu'ils ne généreront pas d'émissions lumineuses gênantes pour les habitations riveraines.

2.7.2.5.2 Estimation des types et des quantités de déchets produits et d'émissions durant la phase d'exploitation du raccordement

Pendant la phase d'exploitation, les liaisons sous-marine et souterraine, ainsi que l'atterrage, ne produisent pas de déchets. Des opérations de maintenance exceptionnelles en cas d'endommagement d'un câble par un tiers (non prévisible par nature) pourraient éventuellement mener à une production marginale de déchets.

De la même manière, les liaisons sous-marine et souterraine, ainsi que l'atterrage, ne contribueront directement à aucune émission de polluant atmosphérique. Les installations ne généreront pas d'odeur, d'émission de poussières, de bruit ni de vibration.



2.7.2.6 Calendrier prévisionnel

L'installation du câble de raccordement export sous-marin est prévue en parallèle de celle de la mise en place de la ferme pilote, pour commencer au second trimestre 2021.

Les travaux de mise en place du câble électrique d'export se réalisent dans la continuité de ceux de l'installation des câbles électriques inter-éoliennes. Cette organisation doit en effet éviter le temps d'attente du navire d'installation des câbles électriques. Leur durée est de 1 à 2 mois, auxquels il convient d'ajouter 1 à 2 mois de travaux préparatoires préalables.

Une durée d'environ 12 mois est prévue pour les travaux de la liaison d'export terrestre afin de prendre en compte le calendrier écologique des différentes espèces rencontrées sur le milieu terrestre.

Le calendrier ci-dessous intègre également les différents aléas météorologiques.

Calendrier du raccordement	2020												2021											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
EFGL																								
Travaux à l'intérieur du poste de Salanques																								
Travaux liaison souterraine prenant en compte le calendrier écologique des espèces																								
Travaux d'anticipation à l'atterrage																								
Travaux liaison sous-marine et finalisation atterrage																								
Mise à disposition du raccordement pour mise sous tension des éoliennes																								

Figure 59 : Calendrier prévisionnel d'installation du raccordement de la ferme pilote EFGL (Source : RTE)



2.7.3 - Maintenance du raccordement

2.7.3.1 Maintenance du câble de raccordement sous-marin

Les opérations de maintenance sur le câble de raccordement maritime peuvent être préventives, afin de vérifier le bon état de l'ouvrage, ou curatives lorsque survient un incident. Dans les deux cas, il s'agit d'interventions ponctuelles qui ne nécessitent pas de navire constamment affrété.

2.7.3.1.1 Maintenance préventive du câble de raccordement sous-marin

Dans le cadre de la liaison sous-marine, une surveillance régulière du tracé sera mise en place. Cette vérification consiste en une étude géophysique permettant de contrôler la position du câble et la configuration du fond marin à ses abords.

La fréquence de suivi sera validée par les services gestionnaires du Domaine Public Maritime en lien avec RTE, dans le cadre de la convention de concession.

Le long du tracé sous-marin et à l'atterrage, un premier suivi sera réalisé lors de la 1^{ère} année d'exploitation afin d'évaluer les conséquences à court terme des ouvrages sur les fonds marins. Un contrôle sera ensuite conduit sur la partie atterrage et le tracé sous-marin sur des fréquences allant de 3 à 10 ans. Cette fréquence sera à adapter selon les résultats des premiers suivis. Par ailleurs des contrôles pourront être réalisés après des événements climatiques exceptionnels.

Les mesures de sécurité appliquées à ces vérifications seront édictées par la préfecture maritime et devraient être similaires à celles d'un relevé géophysique classique puisque les moyens maritimes seront identiques.

A l'atterrage, des levés topographiques seront réalisés pour vérifier le positionnement de l'ouvrage et sa sensibilité aux mouvements sédimentaires.

2.7.3.1.2 Maintenance lourde du câble de raccordement sous-marin

En cas de défaut sur une liaison située en pleine mer, une réparation est mise en œuvre selon plusieurs étapes successives :

- Lorsque le défaut sur le câble est localisé, on coupe le câble pour séparer la partie endommagée de celle qui est supposée en bon état ;
- Un test est effectué sur le câble supposé en bon état pour bien vérifier que les caractéristiques électriques, optiques et mécaniques sont intègres. Si ce test est négatif, c'est qu'un autre défaut est présent, cet autre défaut doit donc être également localisé avant la suite de la réparation ;
- Lorsque le test est concluant, le premier tronçon de câble est remis à l'eau, équipé de bouées pour le maintenir à la surface (ou redéposé au fond), et il est procédé à la même opération avec l'autre tronçon de câble ;
- Lorsque l'on est certain d'avoir supprimé toute la partie endommagée, la fabrication de la première jonction peut commencer. Cette opération est longue (entre 1 et 3 jours) elle nécessite que le bateau reste très stable. Lorsque la jonction est réalisée, un contrôle électrique est effectué pour s'assurer de la réussite de la réparation du premier tronçon ;



- La même opération est alors effectuée sur le deuxième tronçon. Après la réparation de la deuxième partie du câble, un contrôle électrique sur toute la liaison est effectué. S'il est concluant, alors le câble peut être redéposé.

Cependant, cette réparation induit une longueur de câble supplémentaire (à minima deux fois la profondeur) qui fait que le câble ne peut être redéposé de la même manière qu'initialement. Cette surlongueur est reposée à 90° par rapport à l'axe de la liaison initiale ;

Les éventuelles opérations de protection du câble réparé sont effectuées par la suite.

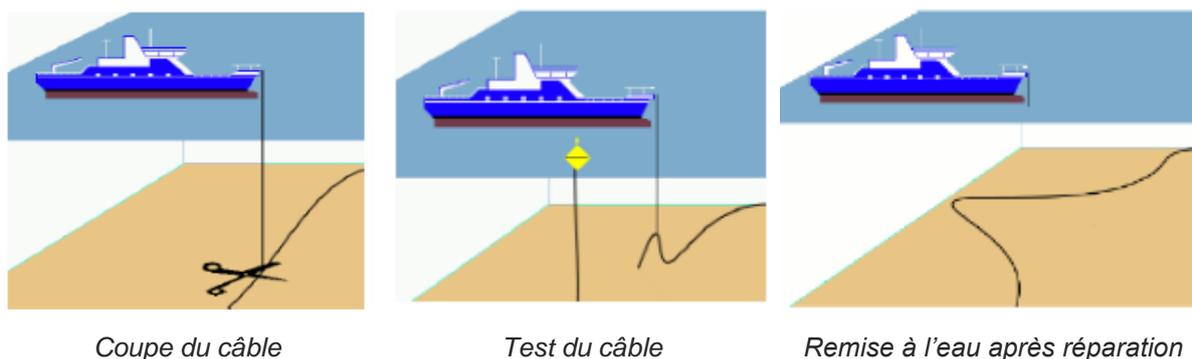


Figure 60 : Illustration d'une opération de maintenance curative (Source : RTE, 2016)

Il faut compter entre 15 et 25 jours d'opérations en mer pour la réparation du câble, à partir d'un moyen maritime de pose de câble léger. Les mesures de sécurité prises sont édictées par la préfecture maritime et devraient être les mêmes que pendant les opérations de pose et protection initiale.

Si un nouvel ensouillage est nécessaire, les techniques mises en œuvre et les moyens associés sont ceux décrits précédemment.

2.7.3.2 Maintenance du câble de raccordement souterrain

La politique de maintenance du réseau souterrain RTE prévoit la réalisation d'interventions périodiques, comprenant *a minima* :

- La visite du tracé tous les 12 mois,
- La vérification du puits de terre (à l'atterrage) tous les 6 ans.



2.7.4 - Démantèlement du raccordement

Conformément aux dispositions législatives et réglementaires actuellement en vigueur, s'il est mis un terme aux titres d'occupation des sites maritimes par la liaison sous-marine de raccordement de la ferme éolienne flottante, ceux-ci seront remis en état dans le cadre du démantèlement de ces installations.

Toutefois, dans la mesure où, à ce stade, il est difficile d'anticiper les décisions qui seront prises sur le devenir des liaisons sous-marines mises hors service (démantèlement ou maintien en l'état), RTE réalisera une étude avant toute intervention sur la liaison sous-marine, afin de déterminer la solution de moindre impact environnemental et d'optimiser les conditions du démantèlement éventuel. Cette étude permettra notamment d'identifier les peuplements benthiques situés sur le linéaire de la liaison de raccordement et d'intégrer les dernières évolutions techniques au regard de la réglementation en vigueur au jour du démantèlement.

Au vu des résultats de ces investigations et en fonction des enjeux tant liés à la sécurité maritime qu'aux aspects écologiques et socioéconomiques, il appartiendra à l'autorité administrative décisionnaire de définir la meilleure solution sur le devenir de la liaison sous-marine.

Actuellement la méthodologie d'enlèvement des câbles sous-marins est assez proche de l'inverse de celle appliquée lors de la pose. Ces travaux de démantèlement impliquent les opérations suivantes :

- L'ouverture de la tranchée pour le désensouillage à l'aide de moyens équivalents à l'ensouillage ;
- Le retrait des protections externes si elles ont été installées lors de la pose du câble ;
- La récupération du câble en l'enroulant ou en le débitant sur un navire ;
- La revalorisation des matériaux (cuivre, acier...) suivant les procédés favorisant la réutilisation, la régénération, le recyclage et traitement des déchets résiduels dans les filières industrielles adaptées.

L'ensemble de ces opérations, qui inclut la gestion de la sécurité en mer, sera réalisé suivant les meilleures conditions environnementales, techniques.

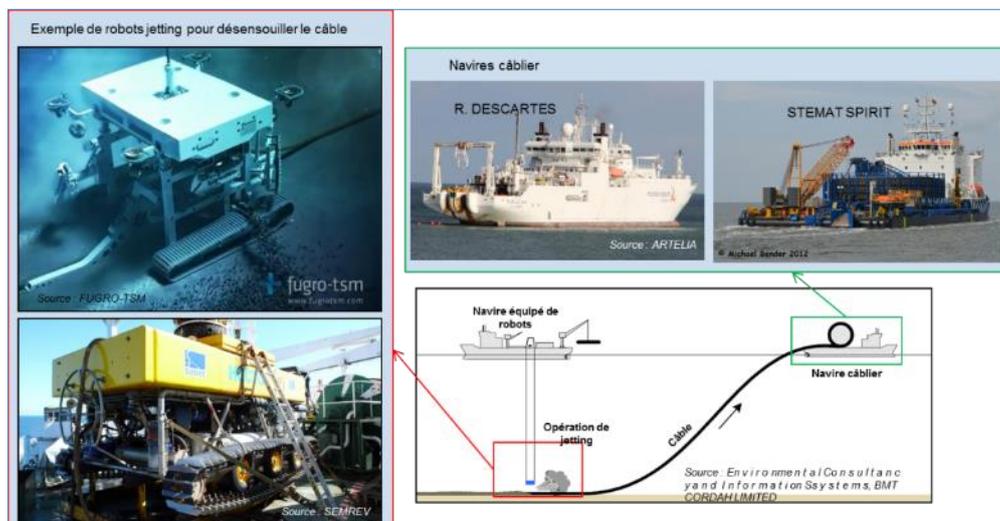


Figure 61 : Exemple de moyens logistiques pour le démantèlement des câbles (Source : Artelia)

EOLIENNES FLOTTANTES DU GOLFE DU LION

ÉTUDE D'IMPACT

3 - Définition des aires d'études





Sommaire

3 - Définition des aires d'études	147
3.1 - Principe de définition	149
3.2 - Justification des aires d'étude retenues	149

Cartes

Carte 2 : Aires d'étude retenues pour l'étude d'impact	151
--	-----



3.1 - Principe de définition

En fonction des thématiques abordées dans le cadre de l'évaluation environnementale, les analyses effectuées concernent des aires géographiques différentes. Aussi, il a été choisi de proposer plusieurs périmètres d'étude pour l'étude d'impact globale du projet.

Leur définition est basée sur les orientations données par les guides et documents relatifs à la réalisation d'étude d'impact sur l'environnement (cf. Paragraphe 12.1.4 - Elaboration des outils méthodologiques du chapitre 12 Présentation des méthodes utilisées) et les thématiques abordées dans le cadre de l'évaluation environnementale du projet et leurs étendues géographiques.

D'une manière générale, leur délimitation permet de répondre aux objectifs suivants :

- Délimiter le territoire dans lequel il est envisageable d'insérer le projet ;
- Permettre des analyses avec les niveaux de précision requis ;
- Étudier les effets potentiels du projet de manière adéquate sur le territoire.

3.2 - Justification des aires d'étude retenues

A partir de ces éléments, quatre aires d'étude ont été retenues pour l'étude d'impact sur l'environnement (cf. Carte suivante) :

- **L'aire d'étude immédiate du projet (AEI)**, qui correspond à l'aire dans laquelle les installations projetées seront installées et où elles sont susceptibles d'avoir une incidence directe et parfois permanente sur certaines composantes de l'environnement. Cette aire est délimitée sur la carte suivante par le polygone marron.

Deux aires d'étude immédiate ont été distinguées respectivement pour la ferme pilote et son raccordement :

- L'aire d'étude immédiate de la ferme pilote qui comprend les 4 éoliennes, leurs ancrages ainsi que les câbles électriques d'interconnexion. Sa surface est de 2 930,3 ha ;
- L'aire d'étude immédiate du raccordement qui comprend les câbles d'export sous-marin et le câble d'export terrestre de raccordement de la ferme pilote au poste électrique situé sur le territoire de la commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque. Elle représente une surface de 2 105,4 ha.

A noter que l'aire d'étude immédiate de la ferme pilote est plus large que l'emprise finale des installations car elle englobe l'ensemble des variantes envisagées au stade de démarrage de l'état initial de l'environnement.



- **L'aire d'étude éloignée (AEE)**, dont la limite est définie sur la base de la formule de l'ADEME (MEDD et ADEME, 2004). Cette aire permet d'appréhender le projet dans un environnement plus large notamment en lien avec la notion de visibilité/perception de la ferme pilote.

Cette première approche de définition de l'AEE a ensuite été approfondie par un travail d'identification des zones de visibilité réelle du projet basé sur la réalisation de modélisations cartographiques de la visibilité à l'aide de l'outil CAVE²⁰ (Cartographie Approfondie de Visibilité des Eoliennes) prenant en compte l'élévation naturelle et anthropique du terrain (reliefs, forêts, etc.). Les limites de l'AEE ont été redéfinies en conséquence afin d'intégrer les zones suivantes :

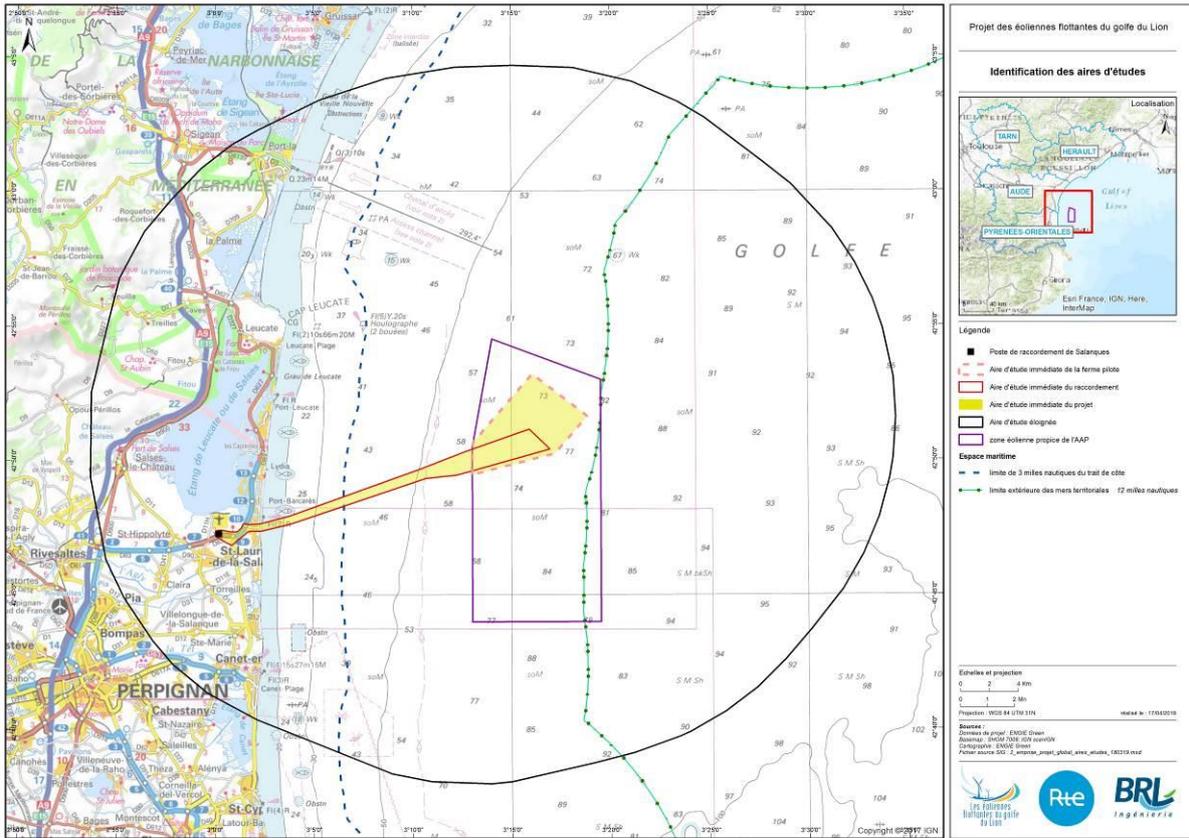
- Les stations balnéaires de Port-La Nouvelle au nord et Canet-en-Roussillon au sud ;
 - Les premiers reliefs des Corbières et notamment les bourgs de Treilles et de Fitou et les parcs éoliens terrestres en exploitation ;
 - L'autoroute A9 entre Salses-le-Château et La Palme.
- **L'aire d'étude large (AEL)**, qui se situe au-delà de l'aire d'étude éloignée, à l'échelle de la façade/sous-région marine. La définition de cette aire d'étude est basée sur la prise en compte des activités de pêche professionnelle, des échanges maritimes des principaux ports ou encore de la richesse avifaunistique en intégrant notamment l'espace littoral et rétro-littoral. Elle n'a ainsi pas de limite stricte et n'est donc pas représentée sur la carte. Ce périmètre englobe tous les impacts potentiels du projet.

A noter que pour information, la zone propice de Leucate – Le Barcarès, telle que définie dans le cadre de l'appel à projets EoFlo, a également été représentée sur la carte des aires d'étude (contours violets sur la carte ci-dessous).

Nota bene : Le massif de la Clape et le pic du Canigou bien que largement en dehors de l'aire d'étude éloignée, font l'objet d'une analyse particulière d'un point de vue paysager car leurs altitudes élevées permettent par temps clairs des vues lointaines jusqu'à la Méditerranée.

Pour les besoins des différentes expertises thématiques, des aires d'étude spécifiques ont parfois dû être définies au sein de ces 4 aires d'étude (c'est le cas par exemple de l'expertise paysagère, de l'étude des milieux naturels terrestres ou encore de l'analyse des impacts sur la pêche professionnelle). Ces aires d'étude sont présentées au sein des paragraphes relatifs aux méthodes des expertises concernées.

²⁰ Cf. Chapitre 12 « Présentation des méthodes utilisées » pour plus de détails sur l'outil CAVE de calcul de visibilité.



Carte au format A3 dans l'atlas cartographique
 Carte 2 : Aires d'étude retenues pour l'étude d'impact