



EOLIENNES FLOTTANTES DU GOLFE DU LION

ANNEXES A L'AVENANT A LA CONVENTION D'UTILISATION DU DPM POUR LA FERME PILOTE LEFGL

AVRIL 2020





Sommaire

- 1 - Annexe 1 : Plan de localisation de la concession d'utilisation du DPM sur carte marine et tableau de coordonnées géoréférencées de la concession
- 2 - Annexe 2 : Dossier de précision technique
- 3 - Annexe 3 : Avis complémentaires à annexer à la convention
 - 3.1 - Annexe 3a : Décision du directeur départemental des finances publiques de l'Aude en date du 27 décembre 2019
 - 3.2 - Annexe 3b : Avis conforme du Préfet maritime de Méditerranée du 5 février 2020
 - 3.3 - Annexe 3c : Avis conforme du commandant de la zone maritime de la Méditerranée du 28 janvier 2020
 - 3.4 - Annexe 3d : Décision de la DIRM sur le balisage de la ferme pilote éolienne suite à modification : à intervenir
 - 3.5 - Annexe 3e : Avis de la DGAC du 16 mars 2020

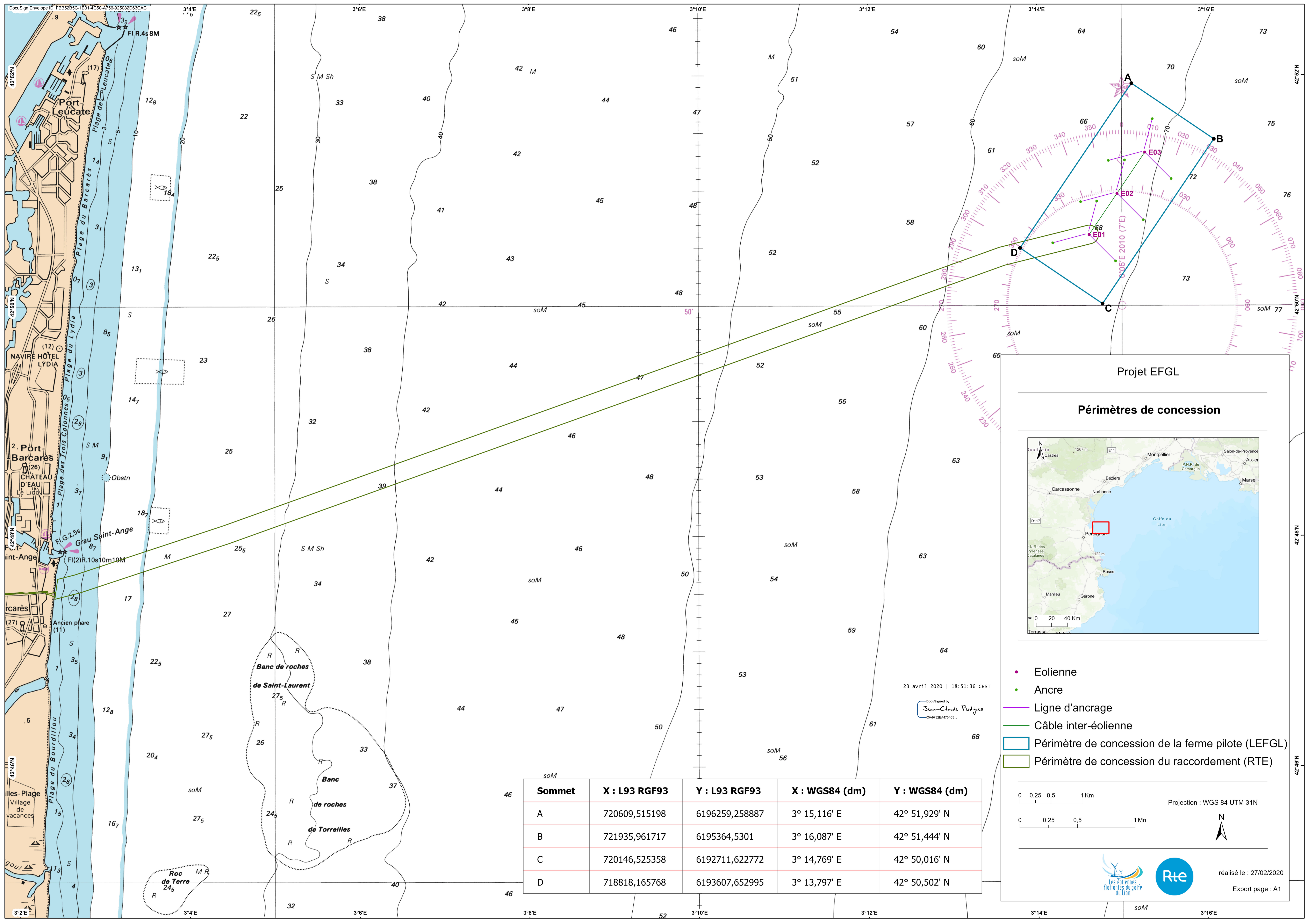




1 - Annexe 1 : Plan de localisation de la concession d'utilisation du DPM sur carte marine et tableau de coordonnées géoréférencées de la concession

DS
JP





Projet EFGL

Périmètres de concession

23 avril 2020 | 18:51:36 CEST

Documented by:
Jean-Claude Perdugas
05487328475403

- Eolienne
- Ancre
- Ligne d'ancre
- Câble inter-éolienne
- ▭ Périmètre de concession de la ferme pilote (LEFGL)
- ▭ Périmètre de concession du raccordement (RTE)

0 0,25 0,5 1 Km

Projection : WGS 84 UTM 31N

0 0,25 0,5 1 Mn

N

réalisé le : 27/02/2020
Export page : A1

Sommet	X : L93 RGF93	Y : L93 RGF93	X : WGS84 (dm)	Y : WGS84 (dm)
A	720609,515198	6196259,258887	3° 15,116' E	42° 51,929' N
B	721935,961717	6195364,5301	3° 16,087' E	42° 51,444' N
C	720146,525358	6192711,622772	3° 14,769' E	42° 50,016' N
D	718818,165768	6193607,652995	3° 13,797' E	42° 50,502' N



2 - Annexe 2 : Dossier de précisions techniques





EOLIENNES FLOTTANTES DU GOLFE DU LION

AVENANT A LA CONVENTION D'UTILISATION
DU DPM POUR LA FERME PILOTE LEFGL

ANNEXE 2 : DOSSIER DE PRECISIONS TECHNIQUES

AVRIL 2020





Sommaire

1 - Situation, consistance et superficie de l'emprise qui fait l'objet de la demande	6
1.1 - Localisation du projet	6
1.2 - Emprise de la zone de concession	8
2 - Destination, nature et coût des travaux projetés	10
2.1 - Coûts des travaux projetés	10
2.2 - Destination des travaux projetés	10
2.3 - Nature des travaux projetés	12
3 - Cartographie du site d'implantation et plan des installations à réaliser.....	43
3.1 - Site d'implantation du projet.....	43
3.2 - Configuration générale.....	44
3.3 - Plan des installations à réaliser.....	46
4 - Calendrier de réalisation des travaux et date prévue de mise en service	48
5 - Modalités de maintenance envisagées.....	49
5.1 - Généralités	49
5.2 - Description des opérations de maintenance	49
5.3 - Moyens logistiques.....	51
5.4 - Maintenance lourde.....	52





6 - Modalités de suivi du projet et de ses impacts sur l'environnement	53
6.1 - Mesures d'évitement et suivi de l'efficacité de ces mesures	53
6.2 - Mesures de réduction des impacts	55
6.3 - Impacts résiduels et mesures compensatoires	59
6.4 - Modalités des suivi de l'efficacité des mesures	62
6.5 - Modalités de suivi pour l'acquisition de connaissance	63
6.6 - Mesures d'accompagnement par les Maîtres d'ouvrage	64
7 - Nature des opérations nécessaires à la remise en état du site	67
7.1 - Réglementation	67
7.2 - Modalités de démantèlement	67





Figures

Figure 1 : Localisation du projet EFGL actualisé et de son raccordement	7
Figure 3 : Concession actualisée sollicitée pour la ferme pilote EFGL (source : LEFGL)	9
Figure 3 : Principe de raccordement (Source : RTE, LEFGL).....	13
Figure 4 : Système de ballastage du flotteur WindFloat (Source : PPI, LEFGL)	16
Figure 5 : Dimensions du flotteur WindFloat (Source : LEFGL, PPI).....	17
Figure 6 : Système d'ancrage caténaire en « spread ». Vue en coupe (source : LEFGL)	20
Figure 7 : Vue de dessus du système d'ancrage du flotteur (source : LEFGL, EIFFAGE, PPI).....	21
Figure 8 : Ligne d'ancrage vue de profil (Source : LEFGL).....	22
Figure 9 : Exemple d'ancres classiques DEA (Source : Vryhof).....	22
Figure 10 : Dimensions en mm d'une ancre classique DEA de 15 t (Source : Vryhof).....	23
Figure 11 : Pénétration d'une ancre DEA (source : LEFGL).....	23
Figure 12 : Illustration du phénomène de ragage (Source : LEFGL)	24
Figure 4 : Vues de face et de côté d'un couple flotteur-éolienne (version initiale et version actualisée) (Source : LEFGL)	27
Figure 14 : Interconnexion électrique des trois éoliennes (Source : LEFGL)	28
Figure 15 : Configuration d'un câble inter-éoliennes en « lazy-wave » (Source : LEFGL, EIFFAGE METAL, PPI).....	28
Figure 16 : Ferme pilote en production après rapatriement d'un couple flotteur-éolienne à quai (Source : LEFGL)	29
Figure 17 : I-Tube déconnecté du flotteur (Source : LEFGL, EIFFAGE METAL, PPI)	30
Figure 18 : Poste de contrôle de la ferme pilote EFGL (Source : LEFGL).....	31
Figure 19 : Zones d'activité à Port-La Nouvelle (Source : Conseil Régional Occitanie / Pyrénées- Méditerranée)	34
Figure 20 : Séquence d'installation indicative (Source : LEFGL).....	35
Figure 21 : Déploiement de la pompe submersible pour ballastage final (Source : EIFFAGE, PPI)....	40
Figure 22 : Mise en place d'une unité pour connexion au système d'ancrage (Source : EIFFAGE, PPI)	40
Figure 23 : Passage de la ligne messagère préalable à la connexion à la ligne d'ancrage (Source : EIFFAGE, PPI)	41
Figure 24 : Séquence d'installation et de connexion d'un câble inter-éolienne (Source : EIFFAGE, PPI)	41
Figure 2 : Carte de localisation du projet actualisé et de son raccordement (Source : LEFGL, 2019). 43	43
Figure 26 : Géométrie de la ferme pilote : vue aérienne des 3 éoliennes et des 9 lignes d'ancrage (Source : LEFGL)	45
Figure 27 : Plan des installations à réaliser (source : LEFGL).....	47
Figure 28 : Calendrier prévisionnel d'installation du projet EFGL et de son raccordement (source : LEFGL, RTE).....	48
Figure 29 : Organisation de la maintenance courante (Source : LEFGL).....	50





Tableaux

Tableau 1 : Coordonnées des trois éoliennes du projet (Source : LEFGL)	7
Tableau 2 : Coordonnées des sommets de la concession pour la ferme pilote (source : LEFGL).....	8
Tableau 3 : Caractéristiques principales prévisionnelles du flotteur WindFloat (Source : PPI).....	17
Tableau 4 : Estimation préliminaire des quantités de fluides contenues dans les équipements d'un flotteur (Source : PPI).....	18
Tableau 5 : Type et épaisseur de revêtement anticorrosion (Source : EDPR, PPI)	20
Tableau 6 : Caractéristiques du système d'ancrage (Source : EIFFAGE/PPI).....	25
Tableau 7 : Principales caractéristiques de l'éolienne en exploitation (Source : LEFGL)	26
Tableau 8 : Quantités de fluides contenues dans une éolienne (Source : LEFGL).....	26
Tableau 9 : Caractéristiques d'un navire AHTS, ici le Bourbon Crown (Source : EIFFAGE, PPI, FleetMon.com).....	36
Tableau 10 : Caractéristiques d'un navire Multicat, ici le Zwerver III (Source : EIFFAGE, PPI).....	37
Tableau 11 : Caractéristiques d'un remorqueur, ici le VB Provence (Source : EIFFAGE, PPI, Boluda)	38
Tableau 12 : Durée effective des opérations en mer (estimation) (Source : PPI, LEFGL).....	42
Tableau 13 : Principales caractéristiques du projet de ferme pilote EFGL (Source : LEFGL).....	44
Tableau 14 : Coordonnées des trois éoliennes du projet (Source : LEFGL)	45
Tableau 15 : Coordonnées préliminaires des ancrages de la ferme pilote EFGL (Source : LEFGL)	46
Tableau 16 : Synthèse des mesures d'évitement et de leur efficacité pour le projet (E).....	54
Tableau 17 : Synthèse des mesures de réduction et de leur efficacité pour le projet (R)	58
Tableau 18 : Synthèse des mesures de compensation et de leur efficacité pour le projet (C).....	60
Tableau 19 : Présentation des suivis de l'efficacité des mesures ERC (SE).....	63
Tableau 20 : Synthèse des mesures de suivi pour l'acquisition de connaissance (SC).....	64
Tableau 21 : Synthèse des mesures d'accompagnement par les Maîtres d'ouvrage (A)	66

Photographies

Photographie 1 : Prototype WindFloat 1 (Source : PPI).....	12
Photographie 2 : Prototype WF1 (Source : EDPR).....	15
Photographie 3 : Raidisseur en flexion (Source : EIFFAGE METAL, PPI)	30
Photographie 4 : Exemple de poste de contrôle (Source : Arteria).....	31
Photographie 5 : Vue aérienne du site d'EIFFAGE METAL à Fos-sur-Mer (Source : EIFFAGE)	32





Photographie 6 : Remorquage du prototype WindFloat 1 (Source : PPI) 39
Photographie 7 : Exemple de CTV approchant d'une fondation offshore (Source : Njord Offshore) ... 51





1 - Situation, consistance et superficie de l'emprise qui fait l'objet de la demande

1.1 - Localisation du projet

Le projet de ferme pilote EFGL 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 environ au large de la plage de Leucate.

La totalité de la partie terrestre du projet (atterrage, câble d'export souterrain et poste de transformation) est située sur les communes du Barcarès et de Saint-Laurent-de-la-Salanque (Maîtrise d'ouvrage : RTE).

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 EoIFlo de l'ADEME.



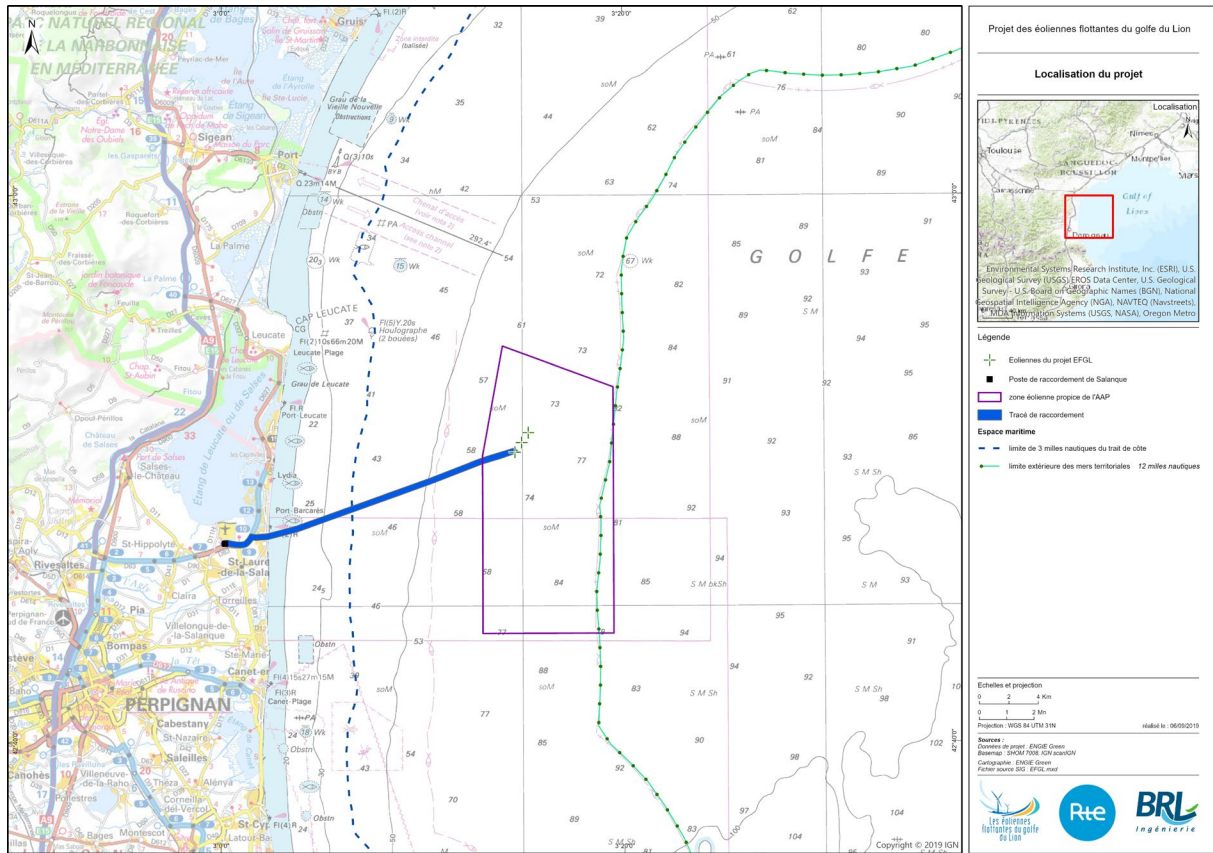


Figure 1 : Localisation du projet EFGL et de son raccordement

La ferme pilote EFGL sera composée de trois éoliennes flottantes pour une capacité maximale de 30 MW.

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

IDENTIFIANT DE L'ÉOLIENNE	COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRÉS MINUTES DECIMALES)		COORDONNÉES LAMBERT 93	
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]
WTG01	42° 50,617' N	3° 14,613' E	6 193 823,83	719 930,36
WTG02	42° 50,973' N	3° 14,943' E	6 194 486,77	720 378,14
WTG03	42° 51,331' N	3° 15,272' E	6 195 150,16	720 825,25

Tableau 1 : Coordonnées des trois éoliennes du projet (Source : LEFGL)





1.2 - Emprise de la zone de concession

La concession d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports porte sur une zone, dite « zone de concession », au sein de laquelle la ferme pilote EFGL sera installée et exploitée par le demandeur.

L'emplacement sur lequel les travaux doivent être réalisés correspond à la zone de concession du Domaine Public Maritime qui se situe à 16 km environ au large de la plage de Leucate (11) et à 18 km environ de la plage du Barcarès (66).

La concession sollicitée pour la ferme pilote EFGL est définie par le rectangle ABCD, d'une superficie de 511 ha soit 5,11 km².

Il faut souligner que le câble d'export, l'atterrissage et le raccordement au poste électrique sont considérés comme des éléments constitutifs du Réseau Public de Transport d'électricité. Par conséquent, cette liaison sera propriété de RTE, qui réalisera les demandes d'autorisation, pilotera le chantier de raccordement et assurera le bon fonctionnement de ses installations.

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

SOMMET	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRES MINUTES DECIMAUX)		COORDONNEES LAMBERT 93	
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]
A	42° 51,930' N	3° 15,118' E	6 196 259,26	720 609,52
B	42° 51,444' N	3° 16,084' E	6 195 364,53	721 935,96
C	42° 50,016' N	3° 14,769' E	6 192 711,62	720 146,53
D	42° 50,502' N	3° 13,797' E	6 193 607,65	718 818,17

Tableau 2 : Coordonnées des sommets de la concession pour la ferme pilote (source : LEFGL)

La concession sollicitée est représentée sur la figure suivante.



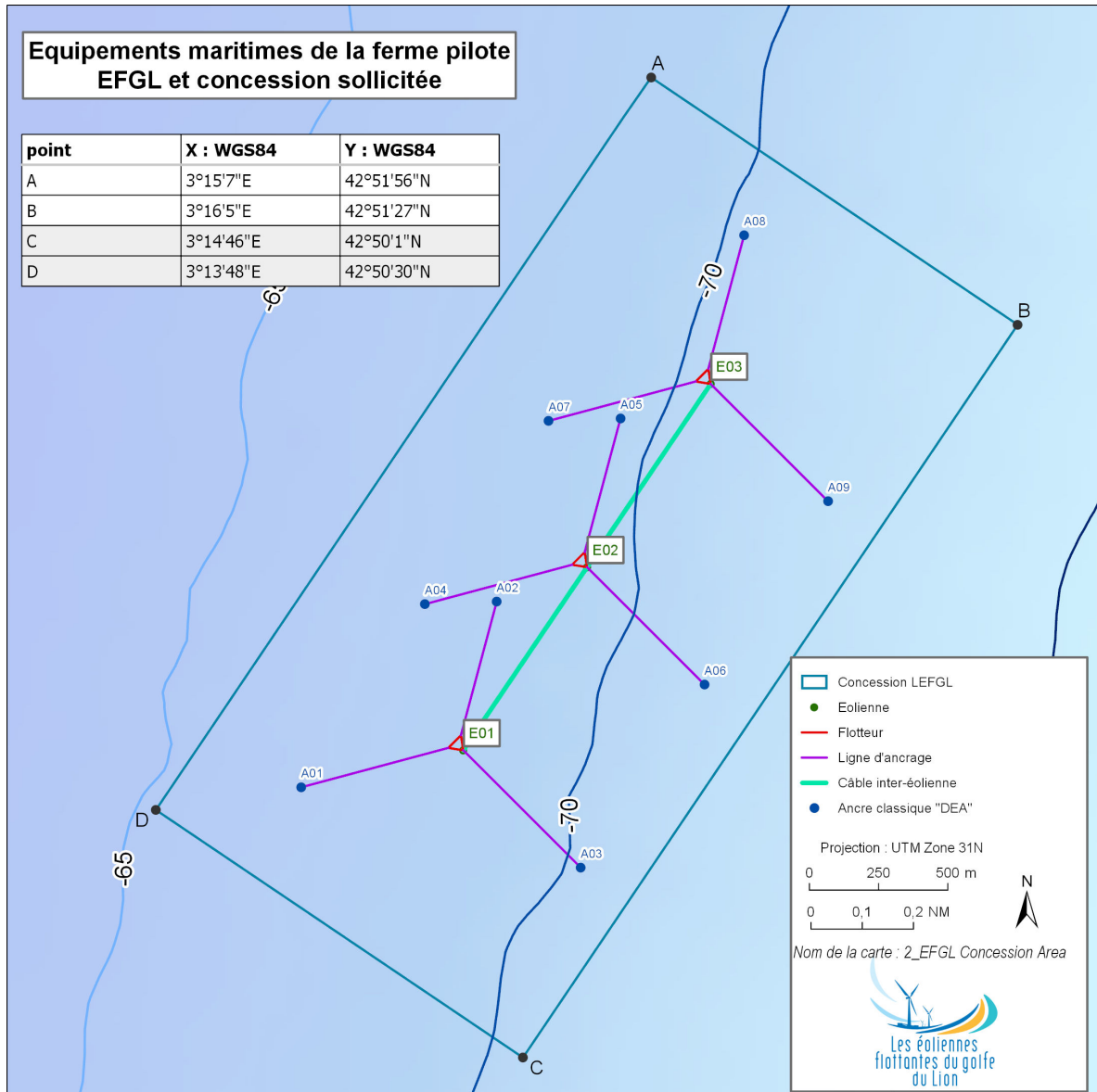


Figure 2 : Concession sollicitée pour la ferme pilote EFGL (source : LEFGL)





2 - Destination, nature et coût des travaux projetés

2.1 - Coûts des travaux projetés

Le coût total du projet (développement, construction, exploitation), étant précisé que la puissance totale du projet est augmentée, est compris entre 180 et 230 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.

2.2 - Destination des travaux projetés

2.2.1 - 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 d'environ 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.
- Le projet WindFloat Atlantic (WFA), à 20 km environ au large de Viana do Castelo au Portugal, porté par la société WindPlus regroupant EDPR, ENGIE et Repsol. Mis à l'eau fin 2019 / début 2020, ce projet comprend trois éoliennes de 8,4 MW pour une puissance totale d'environ 25 MW dans environ 100 m de profondeur d'eau.

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.

2.2.2 - 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 trois éoliennes d'une puissance unitaire de 10 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 69 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 - Nature des travaux projetés

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.**

2.3.1 - Composition de la ferme pilote EFGL

La ferme pilote EFGL est constituée des éléments suivants :

- Trois flotteurs de type WindFloat surmontés de trois éoliennes de puissance unitaire de 10 MW ;
- Neuf lignes d'ancrages (3 par flotteur) pour maintenir les flotteurs en position ;
- Neuf ancres (3 par flotteur) classiques « DEA » ;
- Deux câbles inter-éoliennes assurant l'interconnexion électrique des trois éoliennes.

2.3.2 - Composition 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 3).



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.

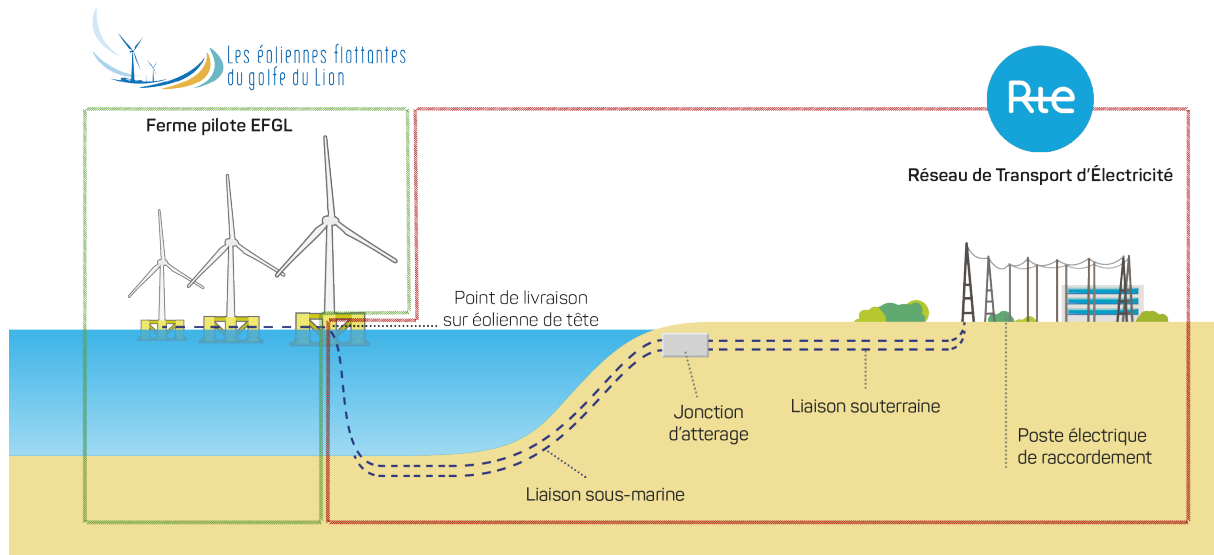


Figure 3 : Principe de raccordement (Source : RTE, LEFGL)

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).

2.3.3 - Composition 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.

2.3.4 - Les flotteurs

2.3.4.1 - 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, TLP¹), 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.).

¹TLP : *Tension Leg Platform*. Plateforme flottante maintenue en position à l'aide de lignes tendues entre les pieds de la structure et le fond.





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).



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 toute dernière génération, de 10 MW et plus, tout en garantissant une durée de vie d'au moins 20 ans.

Ces développements permettent d'acquiescer 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.



2.3.4.2 - 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 structureaux ;
- Un ballast passif (cf. Figure 4) : 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. -
- Un ballast actif, système breveté de compensation d'assiette (cf. Figure 4) : 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. 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 d'amortir les mouvements dans le plan vertical ;
- Une compatibilité avec tous les types d'éoliennes.

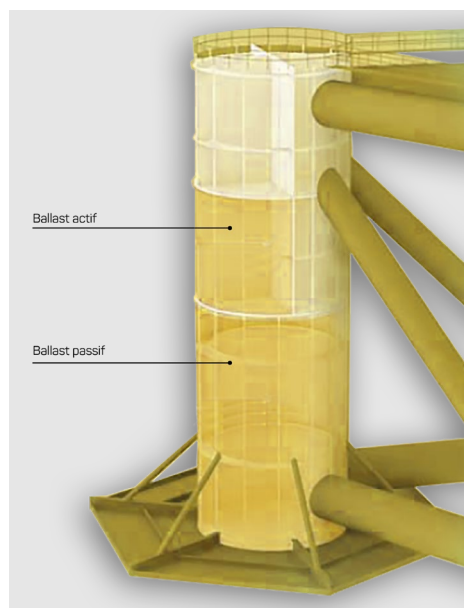


Figure 4 : Système de ballastage du flotteur WindFloat (Source : PPI, LEFGL)



2.3.4.3 - 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.

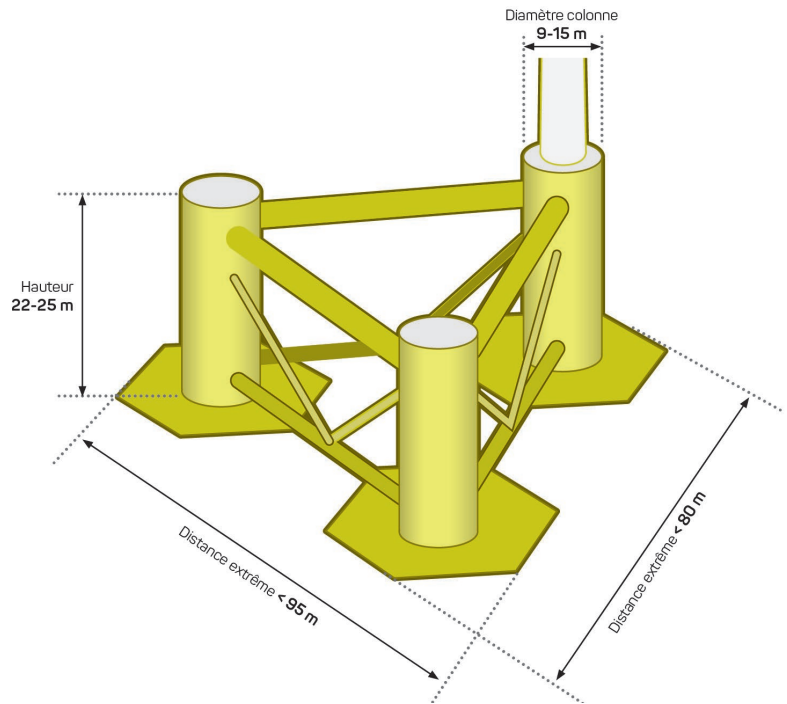


Figure 5 : Dimensions prévisionnelles du flotteur WindFloat (Source : LEFGL, PPI)

CARACTERISTIQUES ET DIMENSIONS PREVISIONNELLES 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 3 : Caractéristiques principales prévisionnelles du flotteur WindFloat (Source : PPI)



2.3.4.4 - 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 4.

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

2.3.4.5 - 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.

2.3.4.6 - 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 3 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 trois 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.

2.3.4.6.1- 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 INSOLUBLES PAR COURANT IMPOSE	
Nombre total d'anodes insolubles par flotteur	20
Masse d'anode consommée au cours de la vie du projet, par flotteur	Inférieure à 300 g

2.3.4.6.2- 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. 2.3.4.6 -) 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 5 : Type et épaisseur de revêtement anticorrosion (Source : EDPR, PPI)

2.3.5 - Le système d'ancrage

2.3.5.1 - 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 6). 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.

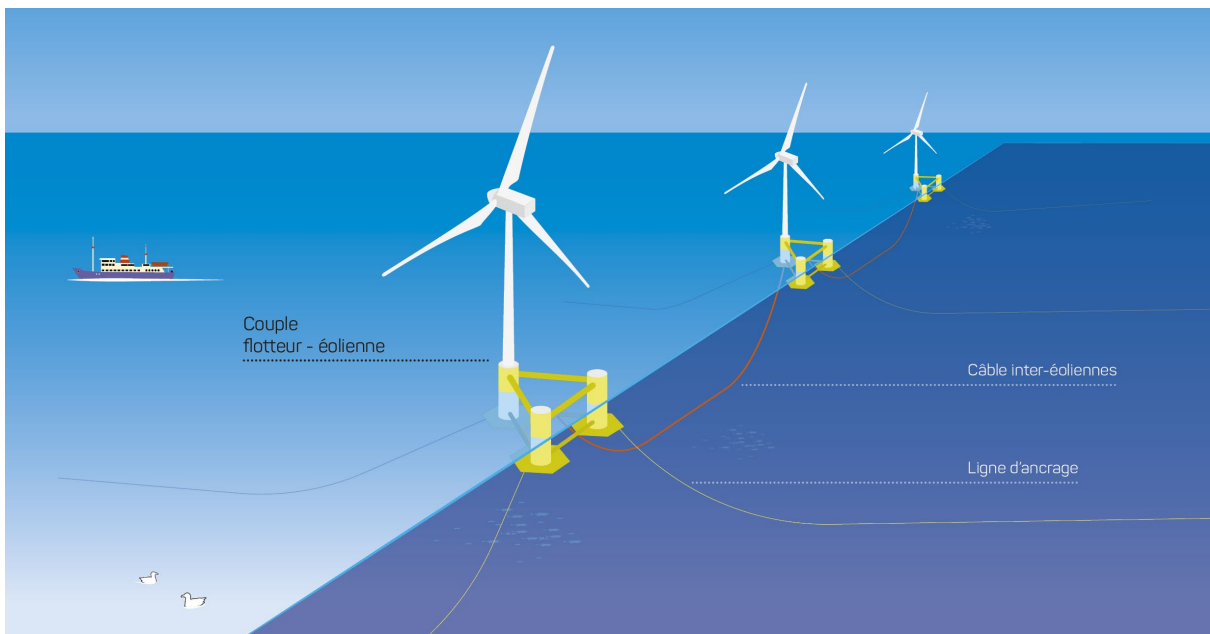


Figure 6 : Système d'ancrage caténaire en « *spread* ». Vue en coupe (source : LEFGL)



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.

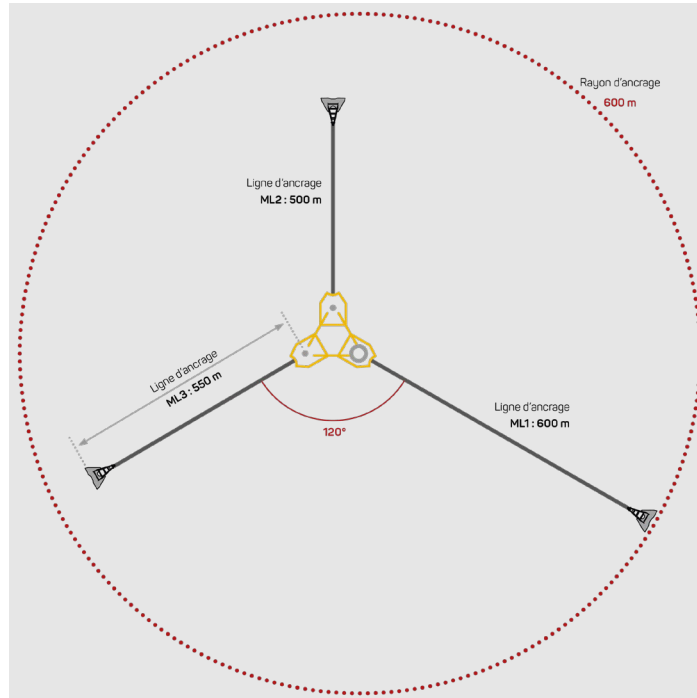


Figure 7 : Vue de dessus du système d'ancrage du flotteur (source : LEFGL, EIFFAGE, PPI)

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.

2.3.5.2 - Les lignes d'ancrage

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

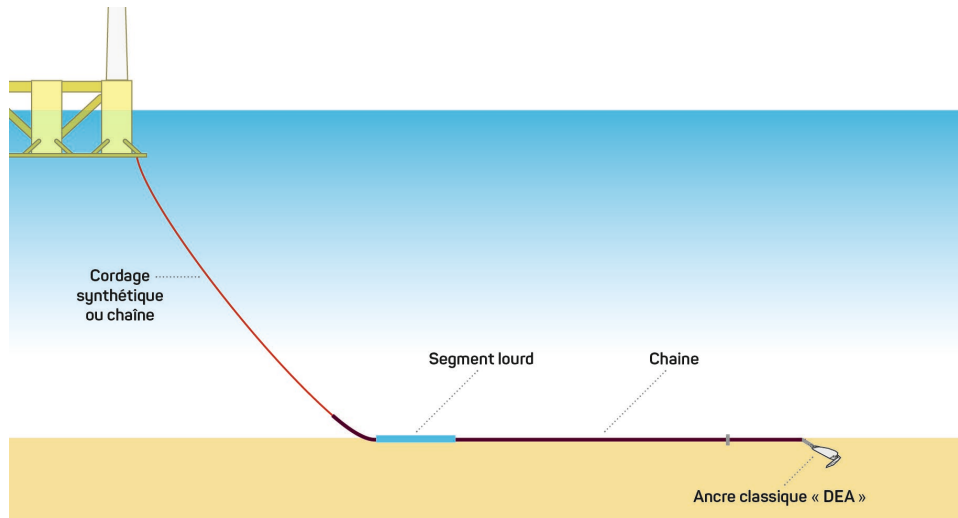


Figure 8 : Ligne d'ancrage vue de profil (Source : LEFGL)

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.

2.3.5.3 - Les ancrs classiques DEA

2.3.5.3.1- 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 9 : 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 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.

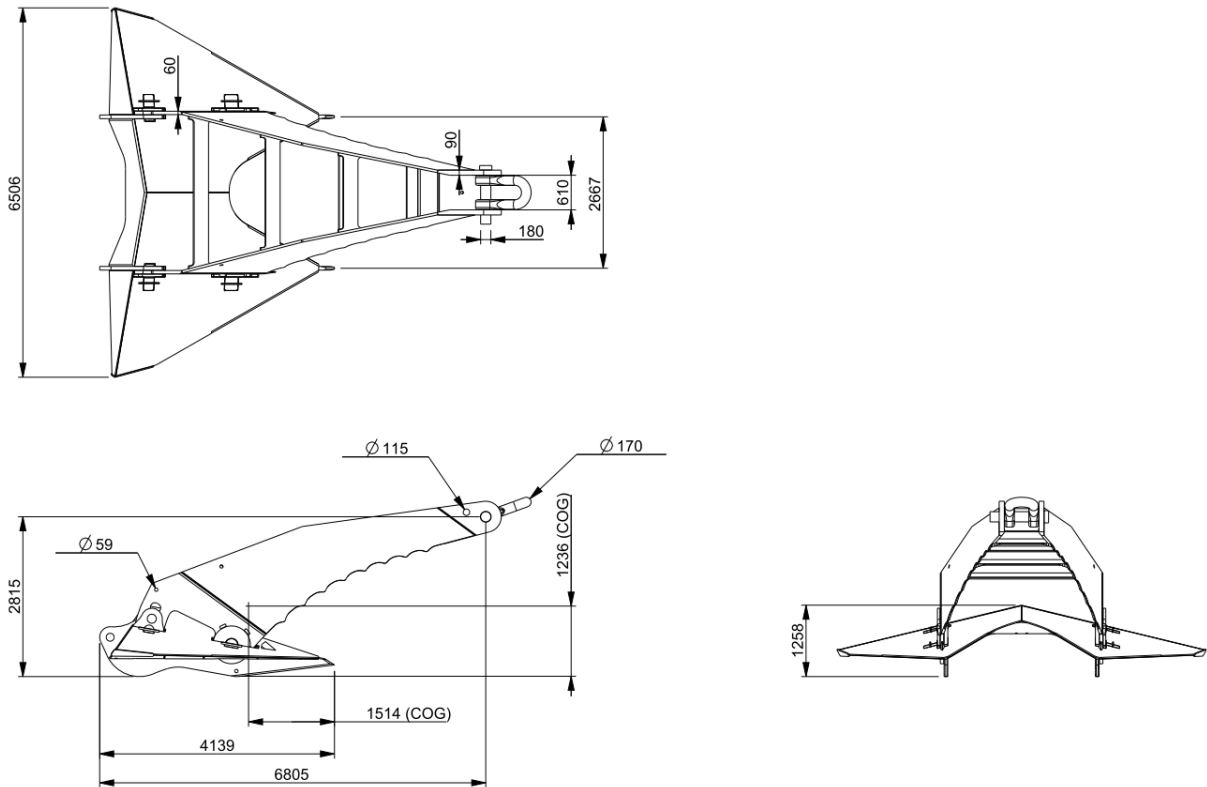


Figure 10 : Dimensions en mm d'une ancre classique DEA de 15 t (Source : Vryhof)

2.3.5.3.2- Mise en place des ancres

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 11 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 11 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 réalisée à l'automne 2018.

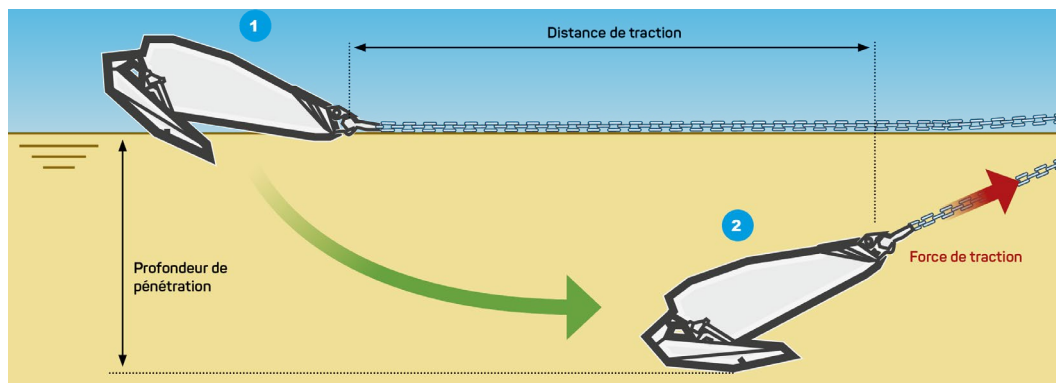


Figure 11 : Pénétration d'une ancre DEA (source : LEFGL)



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.

2.3.5.4 - 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 3 600 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 12). Le déplacement se fait de manière symétrique puisque les flotteurs évoluent dans un sens mais aussi dans l'autre.

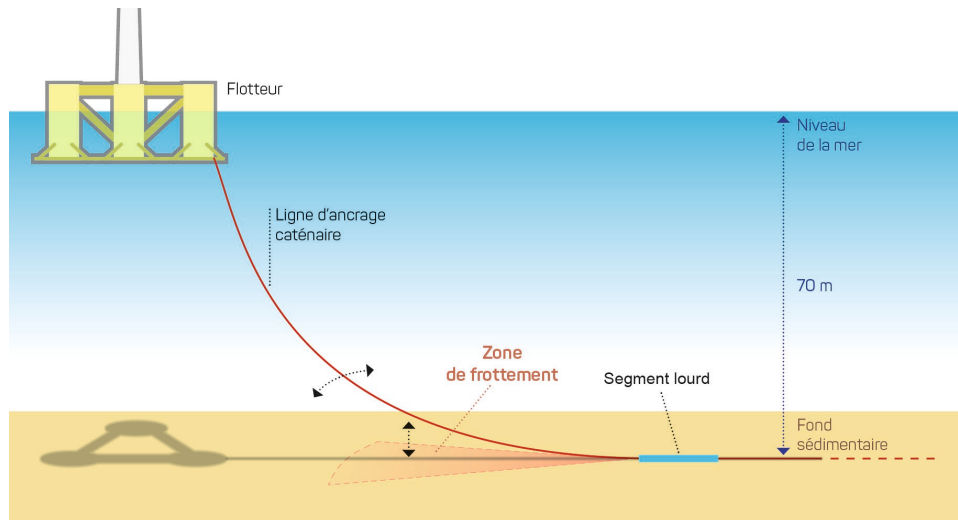


Figure 12 : Illustration du phénomène de ragage (Source : LEFGL)

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 12), soit au maximum 8 000 m² par ligne d'ancrage et 0,072 km² (7,2 ha) pour l'ensemble de la ferme pilote EFGL.

2.3.5.5 - 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	9
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]	Environ 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	9
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 9 lignes d'ancrage	< 0,1 km ²

Tableau 6 : Caractéristiques du système d'ancrage (Source : EIFFAGE/PPI)

2.3.6 - 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 (hélipad ou « 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 7.

CARACTERISTIQUES	DIMENSIONS
Puissance unitaire	10 MW
Puissance totale installée	30 MW
Nombre de pales	3
Diamètre du rotor	164 m
Hauteur de moyeu du rotor	104 m
Hauteur totale maximum (bout de pale vertical)	186 m
Hauteur minimale entre le bas des pales et le niveau de la mer	22 m
Masse totale (ensemble nacelle, rotor, pales)	477 t
Masse du mât (acier primaire)	Inférieure à 580 t
Vitesse nominale de rotation du rotor	10,5 tours par minute

Tableau 7 : Principales caractéristiques de l'éolienne en exploitation (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	4 kg
Huile lubrifiante	8 610 l
Propylène Glycol	900 l
Fluide diélectrique biodégradable	5 500 l

Tableau 8 : 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.

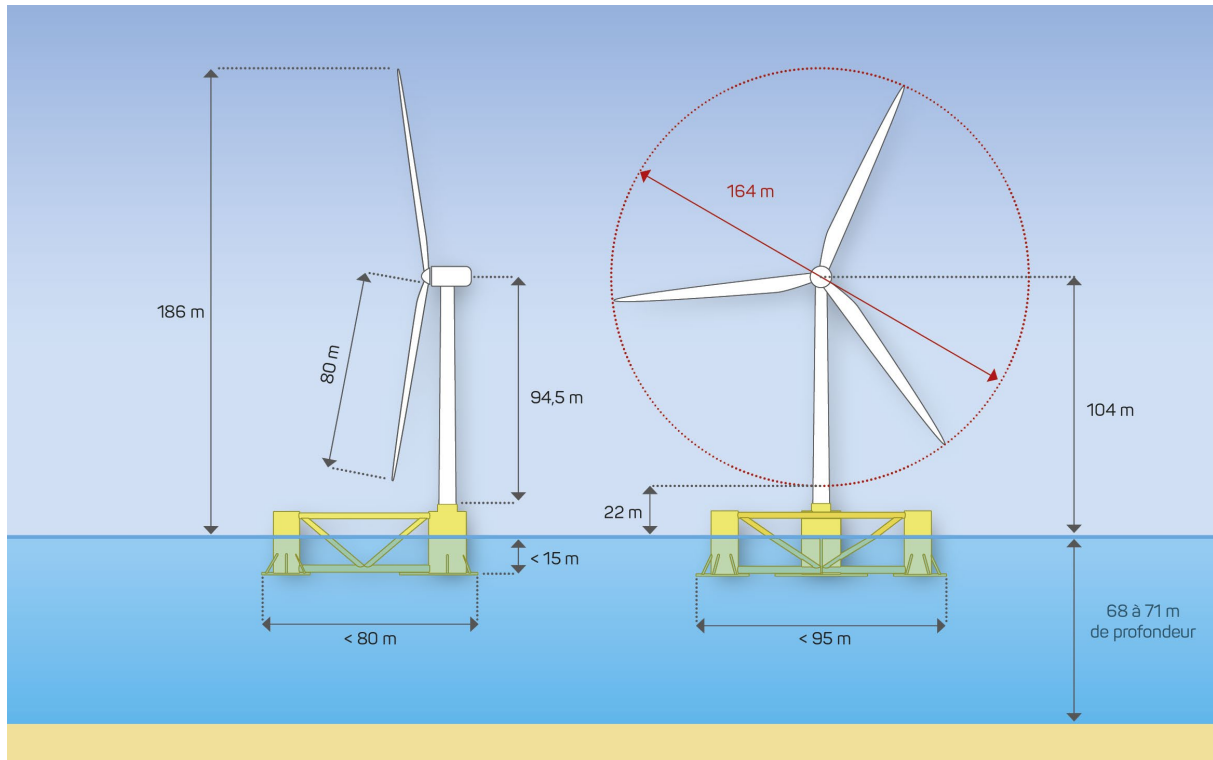


Figure 13 : Vues de face et de côté d'un couple flotteur-éolienne) (Source : LEFGL)

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

2.3.7 - L'interconnexion électrique

2.3.7.1 - 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 14).

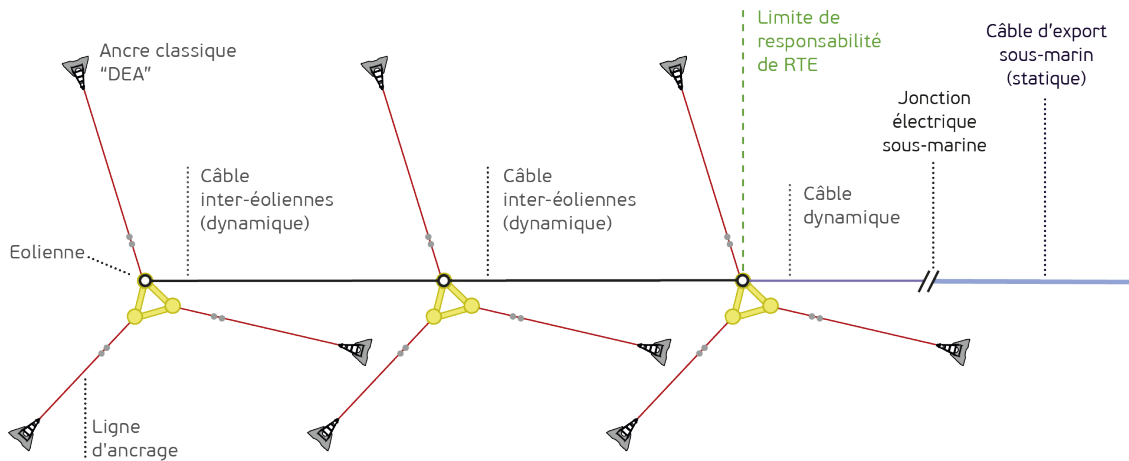


Figure 14 : Interconnexion électrique des trois éoliennes (Source : LEFGL)

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 15). Cette configuration permet d'amortir les mouvements des câbles inter-éoliennes à l'aide de modules de flottaison.

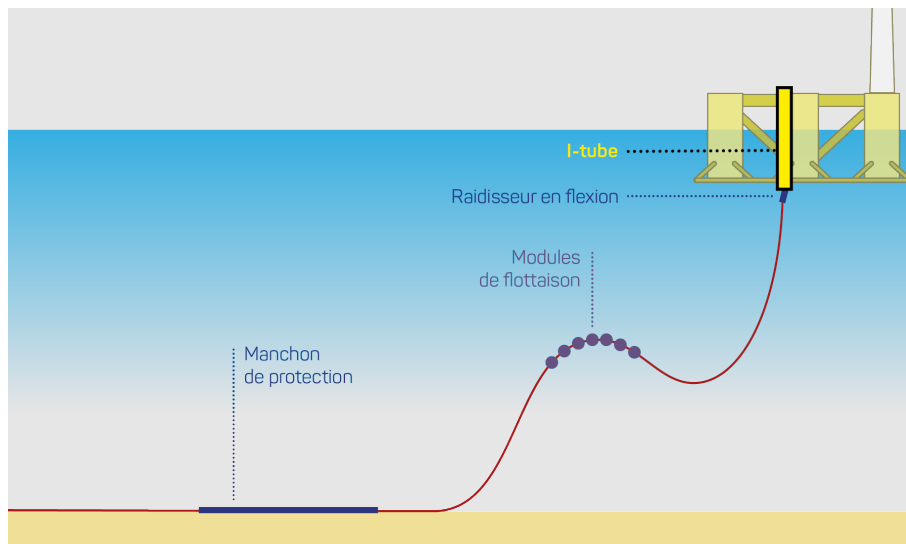


Figure 15 : Configuration d'un câble inter-éoliennes en « lazy-wave » (Source : LEFGL, EIFFAGE METAL, PPI)

Les éoliennes sont espacées de 800 m. Chaque câble inter-éoliennes a une longueur d'environ 1 000 m. Un linéaire estimé à 400 m repose 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.



2.3.7.2 - Les « I-Tubes »

Les extrémités de chaque câble inter-éoliennes sont protégées dans un I-Tube (cf. Figure 16) 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 16). 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.

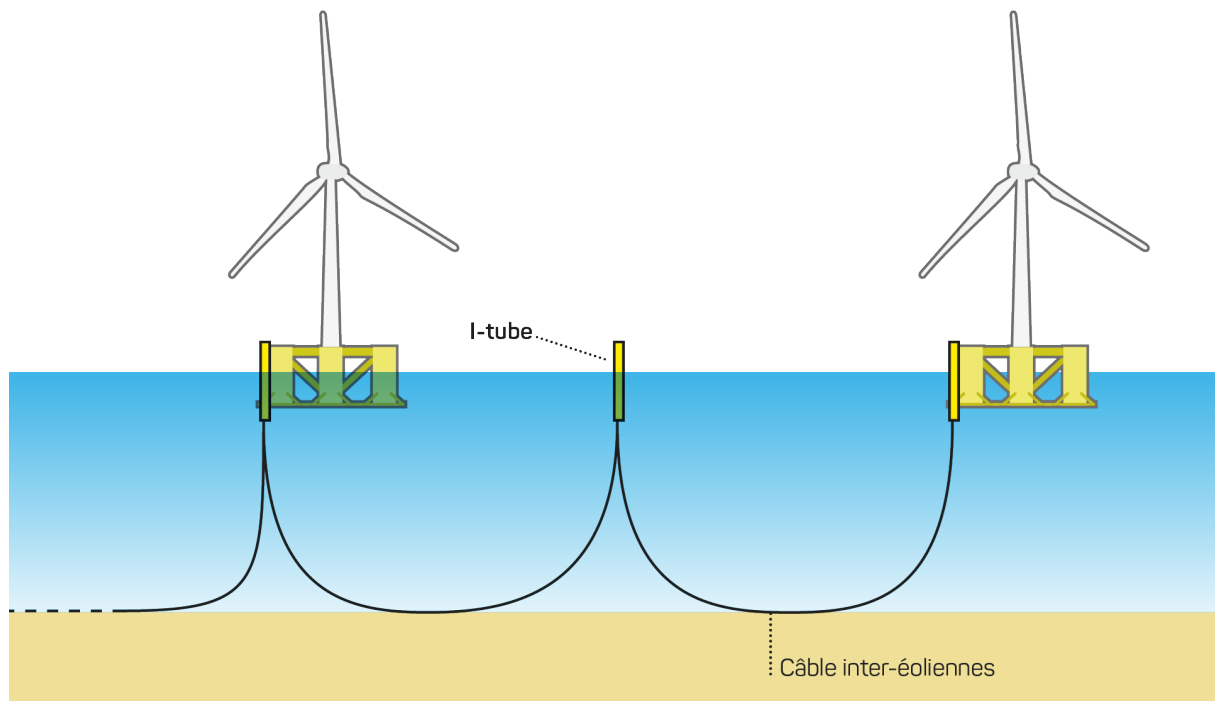


Figure 16 : Ferme pilote en production après rapatriement d'un couple flotteur-éolienne à quai (Source : LEFGL)

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 17). Celui-ci sera alors équipé d'un balisage adéquat.

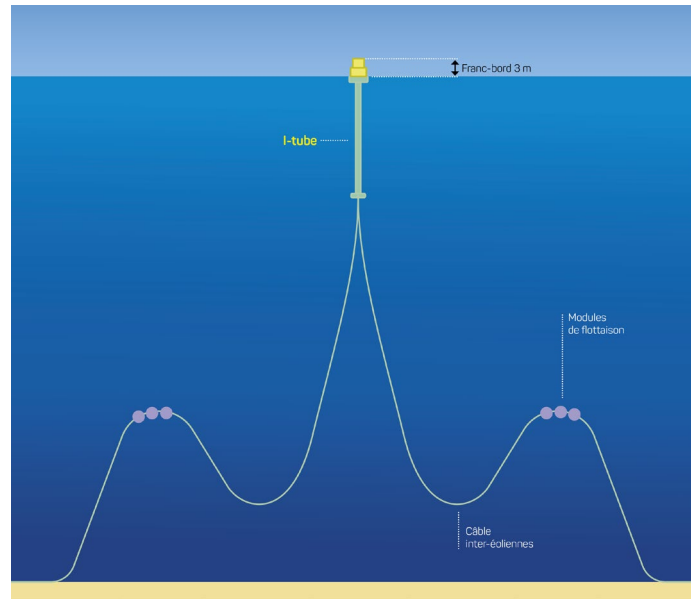


Figure 17 : I-Tube déconnecté du flotteur (Source : LEFGL, EIFFAGE METAL, PPI)

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)

2.3.7.3 - 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).



2.3.7.4 - 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 18) :

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

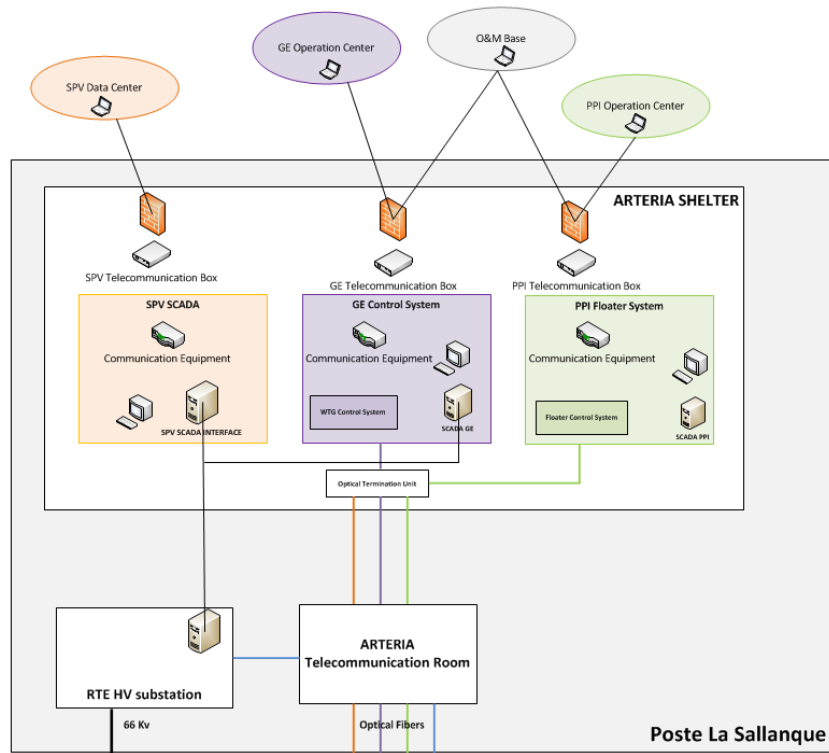


Figure 18 : Poste de contrôle de la ferme pilote EFGL (Source : LEFGL)

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, une déclaration de travaux sera faite.



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



2.3.8 - Phases de construction et d'installation

2.3.8.1 - 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.



2.3.8.2 - Assemblage des éoliennes

2.3.8.2.1- 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 EoIFlo. 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 19 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 éoliennes 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'EOLIENNE EN PHASE D'ASSEMBLAGE	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRES MINUTES DECIMALES)		COORDONNEES LAMBERT 93		HAUTEUR TOTALE (M)
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]	
Localisation 1	43° 00,952' N	3° 03,879' E	6 212 950,56	705 274,78	192
Localisation 2	43° 00,969' N	3° 03,815' E	6 212 982,03	705 187,97	192

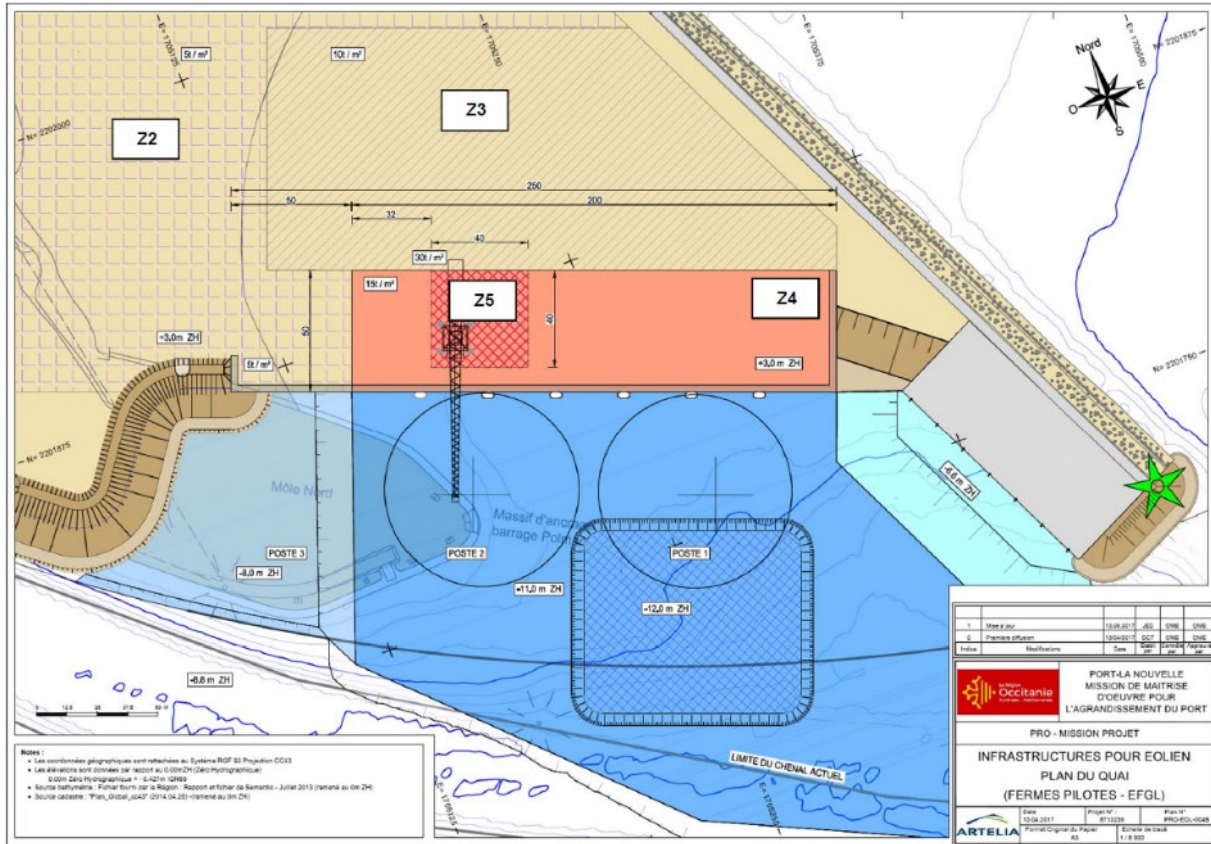


Figure 19 : Zones d'activité à Port-La Nouvelle (Source : Conseil Régional Occitanie / Pyrénées-Méditerranée)

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

2.3.8.2.2- 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

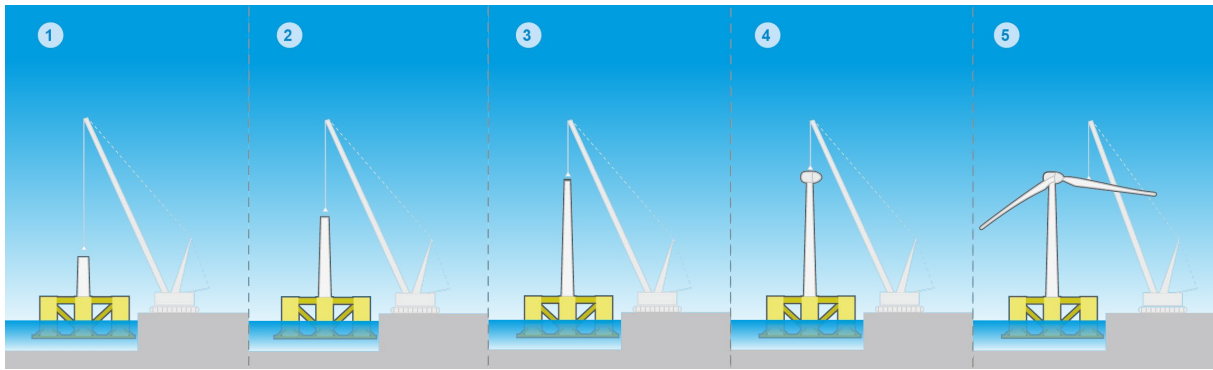


Figure 20 : Séquence d'installation indicative (Source : LEFGL)

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.

2.3.8.3 - Installation en mer des couples flotteur-éolienne

2.3.8.3.1- 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 AHTS². Les caractéristiques génériques d'un navire AHTS pouvant être mobilisé pour l'installation de la ferme pilote sont indiquées dans le Tableau 9.

² AHTS (Anchor Handling Tug Supply) ou AHV (Anchor Handling Vessel) : Navire poseur-releveur d'ancres



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

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 10.



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 10 : 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 11 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 11 : Caractéristiques d'un remorqueur, ici le VB Provence (Source : EIFFAGE, PPI, Boluda)

2.3.8.3.2- 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 ROV³.

³ 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 de traction d'environ 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 trois flotteurs sera effectué grâce à une pompe submersible.

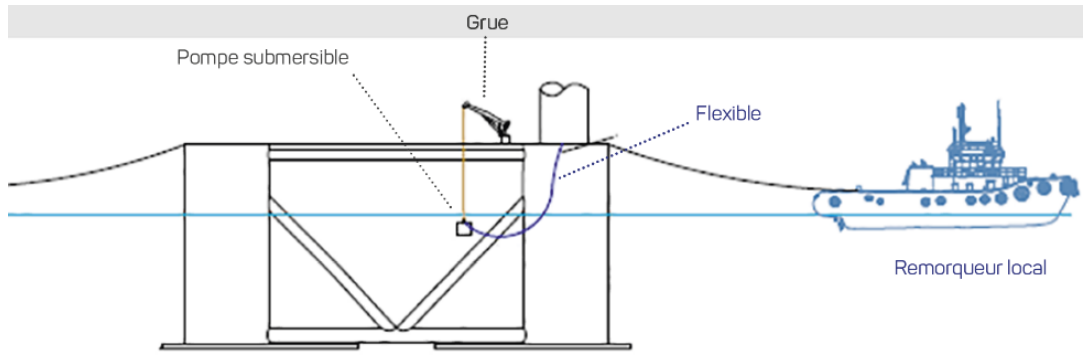


Figure 21 : Déploiement de la pompe submersible pour ballastage final (Source : EIFFAGE, PPI)

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 nocif 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.

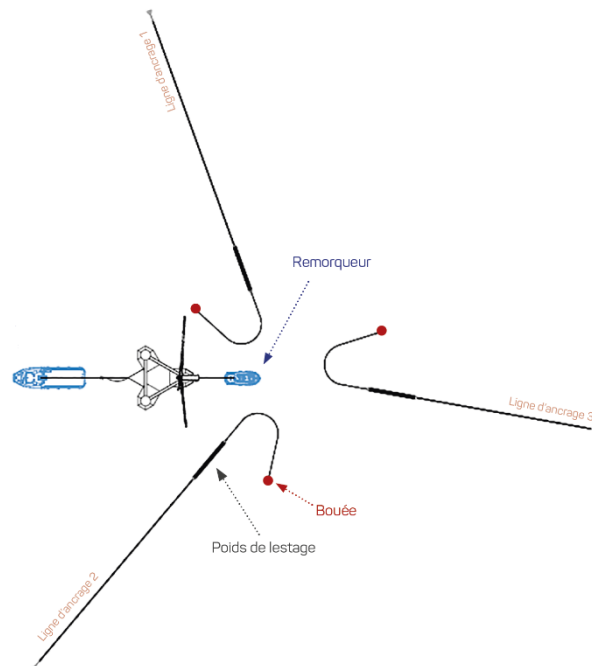


Figure 22 : Mise en place d'une unité pour connexion au système d'ancrage (Source : EIFFAGE, PPI)

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

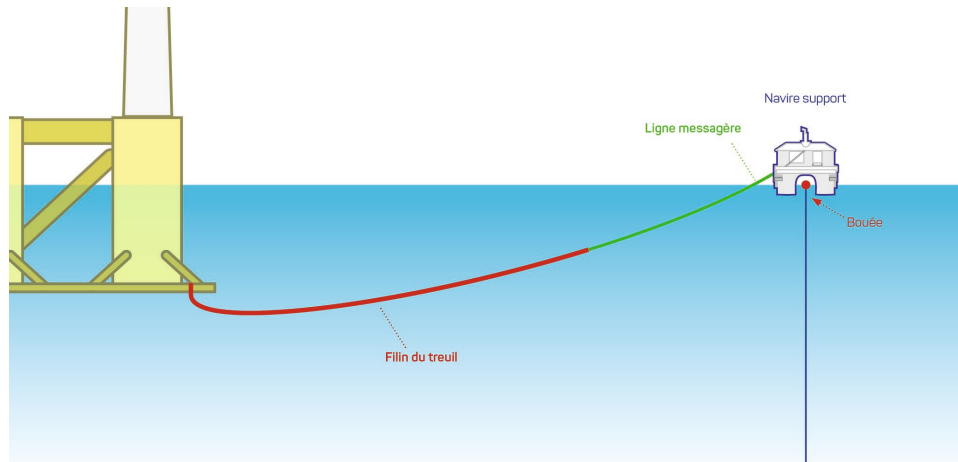


Figure 23 : Passage de la ligne messagère préalable à la connexion à la ligne d'ancrage (Source : EIFFAGE, PPI)

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.

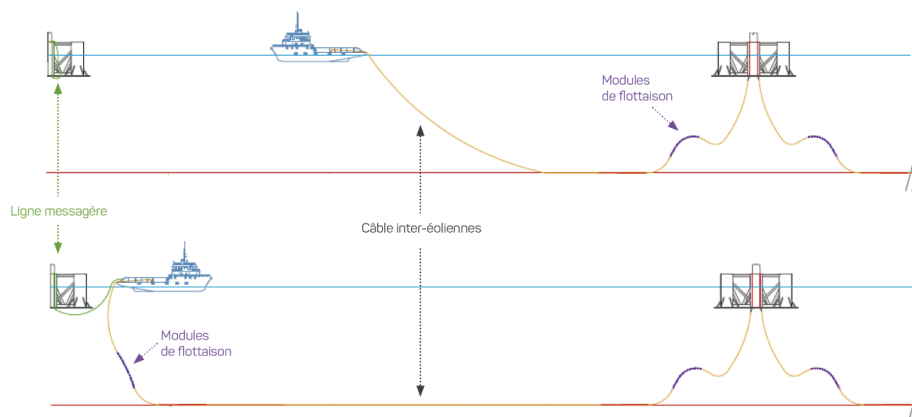


Figure 24 : Séquence d'installation et de connexion d'un câble inter-éolienne (Source : EIFFAGE, PPI)



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 tableau ci-dessous 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. 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	4 jours	12 jours	1 jour	7 jours	4 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 - 2 pour remorquage en mer	2 remorqueurs	- 1 navire Multicat - 1 navire support

Tableau 12 : Durée effective des opérations en mer (estimation) (Source : PPI, LEFGL)



3 - Cartographie du site d'implantation et plan des installations à réaliser

3.1 - Site d'implantation du projet

Le projet de ferme pilote EFGL 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 environ au large de la plage de Leucate.

La totalité de la partie terrestre du projet (atterrissage, câble d'export souterrain et poste de transformation) est située sur les communes du Barcarès et de Saint-Laurent-de-la-Salanque (Maîtrise d'ouvrage : RTE).

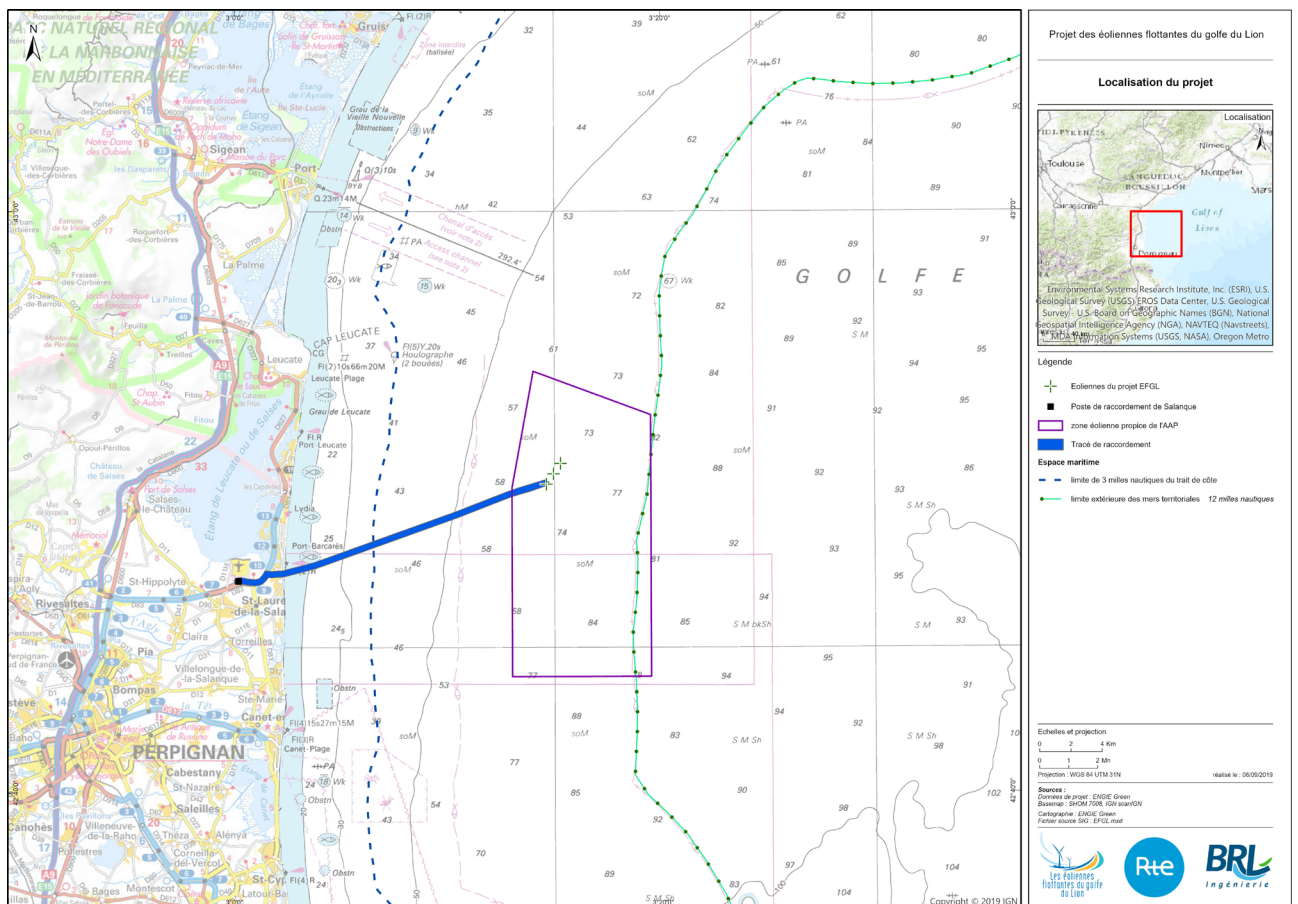


Figure 25 : Carte de localisation du projet et de son raccordement (Source : LEFGL, 2019)



La carte de localisation des équipements du projet et des concessions sollicitées est visible en Annexe 1.

3.2 - Configuration générale

3.2.1 - 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 tri pales à axe horizontal
Type de flotteur	Semi-submersible en acier
Type d'ancrage	Caténaire avec ancre classique DEA ⁴ (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	Début 2022
Nombre d'éoliennes	3
Puissance unitaire des éoliennes [MW]	10 MW
Puissance totale installée [MW]	30 MW
Estimation du productible total [MWh/an]	110 000

Tableau 13 : Principales caractéristiques du projet de ferme pilote EFGL (Source : LEFGL)

3.2.2 - Disposition des éoliennes

La ferme pilote sera composée de 3 éoliennes flottantes pour une capacité maximale de 30 MW.

Les coordonnées des trois éoliennes sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Les éoliennes étant flottantes, leur position est susceptible de varier de 40 m au maximum autour de leur position nominale.

⁴ DEA : Drag Embedment Anchor. En français : ancre à draguer.



IDENTIFIANT DE L'ÉOLIENNE	COORDONNÉES GEOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRES MINUTES DECIMALES)		COORDONNÉES LAMBERT 93	
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]
WTG01	42° 50,617' N	3° 14,613' E	6 193 823,83	719 930,36
WTG02	42° 50.973' N	3° 14.943' E	6 194 486,77	720 378,14
WTG03	42° 51.331' N	3° 15.272' E	6 195 150,16	720 825,25

Tableau 14 : Coordonnées des trois éoliennes du projet (Source : LEFGL)

Les éoliennes seront implantées en ligne, avec des distances inter-éoliennes régulières d'environ 800 m. Ces distances sont dictées par la longueur des lignes d'ancrage (600 m au maximum) et la nécessité d'éviter leur chevauchement ou encore de respecter les réglementations maritimes et préconisations associées, ainsi que par la volonté du maître d'ouvrage LEFGL d'occuper une surface minimale sur le domaine public maritime (cf. Figure 26). Les équipements de la ferme pilote sont inclus dans trois cercles de 1 200 m de diamètre centrés sur chacune des trois éoliennes. La superficie associée est de 2,9 km². La profondeur d'eau est comprise entre 68 m et 70 m CM.

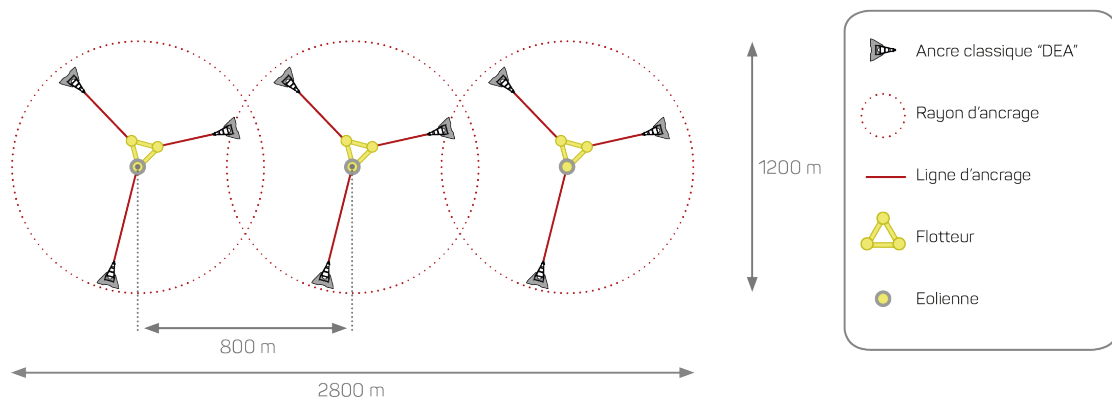


Figure 26 : Géométrie de la ferme pilote : vue aérienne des 3 éoliennes et des 9 lignes d'ancrage (Source : LEFGL)



3.2.2.1 - Disposition des ancrages (préliminaire)

La position finale exacte des ancrages sera déterminée à l'issue de la phase d'ingénierie détaillée. Les coordonnées préliminaires des neuf ancres sont indiquées dans le tableau ci-après.

IDENTIFIANT DE L'ANCRE	COORDONNEES GEOGRAPHIQUES (WGS84, DEGRES MINUTES DECIMALES)		COORDONNEES LAMBERT 93	
	LATITUDE [°]	LONGITUDE [°]	Y [M]	X [M]
A01	42° 50,545' N	3° 14,183' E	6193689.78	719343.95
A02	42° 50,907' N	3° 14,703' E	6194361.92	720051.23
A03	42° 50,387' N	3° 14,923' E	6193399.03	720355.32
A04	42° 50,902' N	3° 14,512' E	6194352.72	719791.73
A05	42° 51,264' N	3° 15,033' E	6195024.86	720499.02
A06	42° 50,744' N	3° 15,253' E	6194061.97	720803.11
A07	42° 51,259' N	3° 14,842' E	6195016.11	720238.84
A08	42° 51,621' N	3° 15,362' E	6195688.25	720946.13
A09	42° 51,101' N	3° 15,583' E	6194725.37	721250.22

Tableau 15 : Coordonnées préliminaires des ancres de la ferme pilote EFGL (Source : LEFGL)

3.3 - Plan des installations à réaliser

La ferme pilote EFGL est constituée des installations suivantes :

- Trois flotteurs de type WindFloat surmontés de trois éoliennes de puissance unitaire de 10 MW ;
- Neuf lignes d'ancrages pour maintenir les flotteurs en position ;
- Neuf ancres classiques « DEA » ;
- Deux câbles inter-éoliennes assurant l'interconnexion électrique des trois éoliennes.

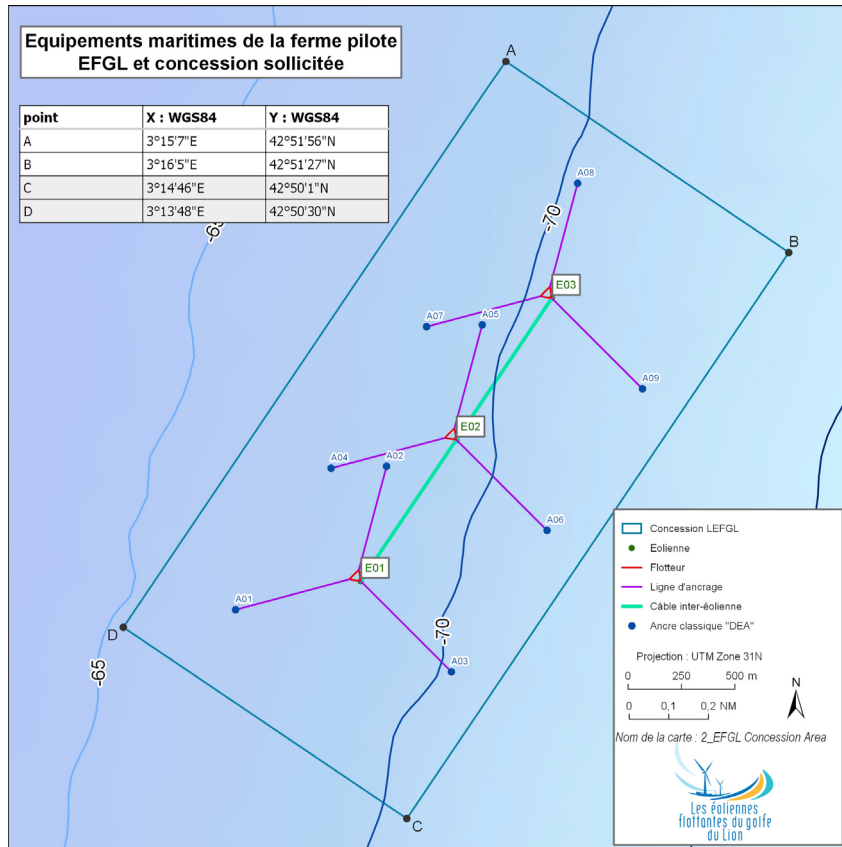


Figure 27 : Plan des installations à réaliser (source : LEFGL)



4 - Calendrier de réalisation des travaux et date prévue de mise en service

Le calendrier prévisionnel de l'installation du projet EFGL et de son raccordement⁵ est donné sur la figure ci-après.

Tâches	2019				2020				2021				2022										
	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	
Etudes, approvisionnement et fabrication																							
Travaux au port d'assemblage																							
Pré-installation des lignes d'ancrage																							
Amarrage et interconnexion électrique																							
Mise en Service Industrielle (MSI)																							
Tests																							
Début de l'exploitation																							juin-22

Figure 28 : Calendrier prévisionnel d'installation du projet EFGL et de son raccordement (source : LEFGL, RTE)

⁵ 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 source de Salanques.



5 - Modalités de maintenance envisagées

5.1 - 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.

5.2 - 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.

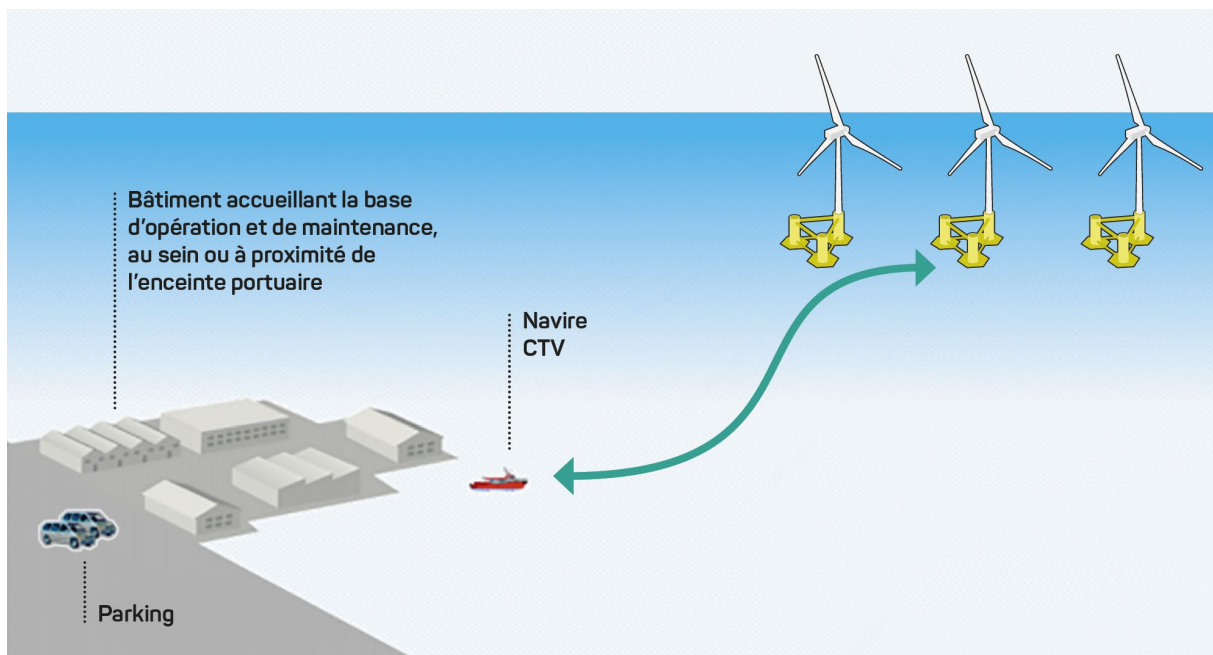


Figure 29 : Organisation de la maintenance courante (Source : LEFGL)

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.



5.3 - Moyens logistiques

5.3.1 - 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)

5.3.2 - Hélicoptère

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

5.3.3 - 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 tous les 5 ans.



5.4 - 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.



6 - Modalités de suivi du projet et de ses impacts sur l'environnement

Préalablement à la présentation des mesures spécifiques prévues par les Maîtres d'Ouvrage dans le cadre du projet EFGL et son raccordement, il convient de rappeler que l'essence des technologies éoliennes flottantes est :

- De s'affranchir des contraintes de profondeur des fonds qui contraignent actuellement les solutions d'éoliennes en mer posées sur le fond, et ainsi d'être employées plus facilement dans des zones de moindre impact environnemental qui étaient jusqu'alors non exploitables par les solutions posées ;
- De s'affranchir de travaux lourds en mer puisque les structures seront simplement ancrées au sol après avoir été assemblées à terre en zone portuaire ;
- De raccourcir la durée des travaux d'installation par rapport aux solutions d'éolien posé.

L'intérêt du développement de l'éolien en mer flottant est par conséquent largement justifié au regard de la démarche de développement durable et de minimisation des impacts des projets d'énergie marine sur l'environnement.

6.1 - Mesures d'évitement et suivi de l'efficacité de ces mesures

De nombreux éléments liés à la conception même du projet, qu'ils soient d'ordre technique ou environnemental, ont été intégrés dès les études de conception du projet, en vue d'éviter ou de réduire les impacts prévisibles sur l'environnement. Ces derniers sont synthétisés dans le tableau suivant. Les mesures de suivi y sont également précisées.

Aucune mesure d'évitement permettant de supprimer les impacts de manière significative sur les espèces d'oiseaux et de mammifères marins n'a été identifiée.



N° de la mesure	Description de la mesure	Composantes concernées	Phase(s) du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact évité	Coût en € HT	Modalités de suivi de l'efficacité de la mesure	Maîtres d'ouvrage
E1	Procéder à un évitement systématique des biens culturels maritimes (épaves), des vestiges archéologiques et des récifs artificiels	<ul style="list-style-type: none"> • Patrimoine culturel sous-marin • Ressources halieutiques 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction d'individus et d'habitats marins • Destruction du patrimoine culturel 	Intégré dans le coût du projet	-	LEFGL et RTE
E2	Ensouiller, lorsque techniquement possible, le câble de raccordement sous-marin pour éviter les risques de croche et préserver l'aspect de la plage au droit de l'atterrage	<ul style="list-style-type: none"> • Pêche professionnelle • Paysage • Sécurité maritime • Activités de tourisme et de loisirs (activités récréatives balnéaires) 	Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Limitation des usages au droit du raccordement • Risque de croches • Impact paysager sur la plage au droit de l'atterrage 	Intégré dans le coût du projet	SE1 SE2	RTE
E3	Raccorder la ferme pilote à un poste électrique existant à terre, ne nécessitant pas d'extension	<ul style="list-style-type: none"> • Paysage • Habitats, flore et faune terrestre 	Construction, Exploitation et Démantèlement	<ul style="list-style-type: none"> • Impact paysager • Destruction d'individus et d'habitats 	Intégré dans le coût du projet	-	RTE
E4	Ne pas employer de peinture antifouling sur les parties immergées des flotteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'eau • Qualité des sédiments • Habitats et biocénoses benthiques 	Construction, Exploitation et Démantèlement	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination par des substances polluantes 	Intégré dans le coût du projet	-	LEFGL

Tableau 16 : Synthèse des mesures d'évitement et de leur efficacité pour le projet (E)



6.2 - Mesures de réduction des impacts

La réduction intervient dans un second temps, après les mesures d'évitement, dès lors que les impacts négatifs notables sur l'environnement n'ont pu être pleinement évités.

Il convient de préciser que des choix techniques intrinsèquement liés à la définition de la zone de projet par l'Etat ou liés à la conception du projet ou à la technologie de flotteur retenue par LEFGL ont permis de réduire les impacts du projet :

- Positionnement des éoliennes à 16 km des côtes, permettant d'éviter les zones côtières de fortes concentrations avifaunistiques ;
- Nombre limité d'éoliennes (3), limitant l'effet barrière et de nature à permettre un effet de contournement de moindre distance ;
- Eloignement entre les éoliennes de plus de 600 m de bout de pale à bout de pale : trouées largement supérieures à la moyenne des parcs éoliens, limitant également l'effet barrière ;
- Positionnement des éoliennes dans le sens général de la migration des oiseaux, limitant l'effet barrière.

Les mesures de réduction des impacts du projet EFGL et son raccordement sont synthétisées dans le tableau suivant. Les mesures de suivi y sont également précisées.



N° de la mesure	Existence d'une fiche pour décrire la mesure	Description de la mesure	Composante(s) concernée(s)	Phase du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact réduit	Coût (en € HT)	Principales modalités de suivi	Maîtres d'ouvrage
R1	Non	Diminuer la durée et les effets du chantier en mer en réalisant à quai les étapes d'assemblage des éoliennes puis de couplage aux flotteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Usages • Composantes du milieu naturel 	Construction Démantèlement	<ul style="list-style-type: none"> • Dérangement et perte d'habitat (avifaune, mégafaune marine) 	Intégré dans le coût du projet -	/	LEFGL
R2	Non	Augmenter la distance entre la ferme pilote et le littoral de 14 à 16 km en restant dans le périmètre de la zone AAP EoFlo	<ul style="list-style-type: none"> • Paysage, • Navigation de plaisance 	Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Covisibilité et intrusion visuelle • Perturbations des activités touristiques 	Intégré dans le coût du projet	<ul style="list-style-type: none"> • SC16 - Réaliser une série d'enquêtes de perception paysagère 	LEFGL
R3	Non	Réduire le nombre et la longueur des lignes d'ancrage en utilisant un flotteur de masse réduite	<ul style="list-style-type: none"> • Pêche professionnelle • Habitats et biocénoses benthiques • Qualité de l'eau 	Construction Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Perturbation des activités de pêche professionnelle • Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques • Mise en suspension des sédiments et augmentation de la turbidité 	Intégré dans le coût du projet	<ul style="list-style-type: none"> • SC2 – Suivi de la turbidité en phase construction et exploitation • SC3 - Suivi des peuplements et habitats benthiques 	LEFGL
R4	Non	Orienter la ligne d'éoliennes de façon à se rapprocher des isobathes	<ul style="list-style-type: none"> • Pêche professionnelle 	Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Perturbation des activités de pêche 	Intégré dans le coût du projet	/	LEFGL
R5	Non	Localiser la ferme pilote dans un secteur de moindre activité pour la pêche professionnelle	<ul style="list-style-type: none"> • Pêche professionnelle 	Construction Exploitation Démantèlement	<ul style="list-style-type: none"> • Perturbation des activités de pêche 	Intégré dans le coût du projet	<ul style="list-style-type: none"> • SC5 – Suivi des ressources halieutiques et des espèces ichthyques 	LEFGL
R6	Oui	Réduire les éclairages lors des travaux maritimes et lors de l'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Chiroptères • Oiseaux • Mammifères marins, tortues marines 	Construction Démantèlement	<ul style="list-style-type: none"> • Perturbations lumineuses en phase de construction ou de démantèlement 	Intégré dans le coût du projet	<ul style="list-style-type: none"> • SE3 – Audit des chantiers maritimes et de l'exploitation de la ferme pilote 	LEFGL
R7	Non	Mettre en place dans les nacelles des éoliennes des bacs de rétention d'effluents	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'eau • Qualité des sédiments • Habitats et biocénoses benthiques • Mammifères marins • Ressource halieutique • Oiseaux • Pêche professionnelle 	Construction Exploitation Démantèlement	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle) 	Intégré dans le coût du projet	<ul style="list-style-type: none"> • SE3 – Audit des chantiers maritimes et de l'exploitation de la ferme pilote 	LEFGL
R8	Oui	Identifier formellement les objets pyrotechniques éventuels sur la zone la plus à risque du corridor de raccordement	<ul style="list-style-type: none"> • Risques technologiques en mer (UXO) • Ensemble des composantes 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Détonation de charges explosives • Modification de l'ambiance sonore sous-marine 	Intégré dans le coût du projet	<i>Pas de suivi spécifique nécessaire, mais un rapport d'analyse sera remis au Comité de suivi⁶</i>	LEFGL et RTE
R9	Oui	Optimiser le tracé terrestre du raccordement en fonction des contraintes écologiques au sein du fuseau de moindre impact	<ul style="list-style-type: none"> • Tous taxons terrestres (Euphorbe péplis, avifaune, entomofaune, batrachofaune, etc.) • Tourisme et loisirs à terre 	Construction Démantèlement	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction ou dégradation d'habitats naturels • Destruction potentielle d'individus • Destruction d'espèces végétales • Perturbations des activités touristiques 	Intégré au coût des études préliminaires	<ul style="list-style-type: none"> • SE4 - Suivi de l'application et coordination des mesures sur le chantier terrestre du raccordement 	RTE
R10	Non	Réaliser des travaux anticipés sur le Cours de la Méditerranée en période touristique basse	<ul style="list-style-type: none"> • Trafic routier • Infrastructures et réseaux • Tourisme et loisirs à terre 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Modification de la fréquentation touristique • Perturbations des activités touristiques 	Intégré dans le coût du projet	<i>Pas de suivi spécifique nécessaire</i>	RTE
R11	Non	Réaliser les travaux sur la plage, le centre-ville et la zone littorale en dehors de la période de forte affluence touristique entre le 1er juillet et le 31 août	<ul style="list-style-type: none"> • Tourisme et loisirs en mer et à terre • Navigation de plaisance • Pêche professionnelle • Trafic routier 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Modification de la fréquentation touristique • Perturbations des activités touristiques • Perturbation des activités de pêche • Perturbation du trafic routier 	Intégré au coût travaux	<i>Pas de suivi spécifique nécessaire</i>	RTE
R12	Oui	Adapter localement le calendrier de travaux pour le raccordement terrestre en fonction des enjeux écologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Certains taxons terrestres tels que l'avifaune, entomofaune, batrachofaune, etc.) • Tourisme et loisirs à terre 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction ou dégradation d'habitats naturels • Destruction potentielle d'individus • Destruction d'espèces végétales 	Intégré au coût travaux	<ul style="list-style-type: none"> • SE4 - Suivi de l'application et coordination des mesures sur le chantier terrestre du raccordement 	RTE
R13	Oui	Mettre en défens des zones écologiquement sensibles	<ul style="list-style-type: none"> • Taxons terrestres (Flore y compris Euphorbe péplis, avifaune, entomofaune, batrachofaune, etc.) 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction ou dégradation d'habitats naturels • Destruction potentielle d'individus • Destruction d'espèces végétales 	4 000 €	<ul style="list-style-type: none"> • SE4 - Suivi de l'application et coordination des mesures sur le chantier terrestre du raccordement 	RTE
R14	Oui	Limiter la dissémination des plantes invasives	<ul style="list-style-type: none"> • Flore et habitats d'espèces faunistiques 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction ou dégradation d'habitats naturels (ainsi que les fonctionnalités associées) 	2 100 €	<ul style="list-style-type: none"> • SE4 – Suivi de l'application et coordination des mesures sur le chantier terrestre du raccordement 	RTE
R15	Oui	Prévenir les pollutions en phase de construction (terrestre)	<ul style="list-style-type: none"> • Tous groupes taxonomiques 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction ou dégradation d'habitats naturels • Destruction potentielle d'individus • Destruction d'espèces végétales 	Intégré dans le coût du projet	<ul style="list-style-type: none"> • SE4 – Suivi de l'application et coordination des mesures sur le chantier terrestre du raccordement 	RTE

⁶ LEFGL mettra en place un Comité de suivi, dont les modalités sont définies dans la fiche mesure SC1



N° de la mesure	Existence d'une fiche pour décrire la mesure	Description de la mesure	Composante(s) concernée(s)	Phase du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact réduit	Coût (en € HT)	Principales modalités de suivi	Maîtres d'ouvrage
R16	Oui	Mettre en œuvre des règles relatives à la réalisation d'un chantier maritime propre	<ul style="list-style-type: none"> Tous groupes taxonomiques Tourisme et loisirs à terre Pêche professionnelle 	Construction Démantèlement	<ul style="list-style-type: none"> Contamination par des substances polluantes Perte d'habitats et/ou destruction d'individus 	Intégré dans le coût du projet	SE3 – Audit des chantiers maritimes et de l'exploitation de la ferme pilote	LEFGL et RTE
R17	Oui	Agir sur les habitats de reptiles pour diminuer les effets du défrichage	<ul style="list-style-type: none"> Reptiles 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> Destruction potentielle d'individus 	Intégré au coût travaux	SE4 - Suivi de l'application et coordination des mesures sur le chantier terrestre du raccordement	RTE
R18	Oui	Remettre en état les habitats naturels dans l'emprise des travaux (mesure comprenant la gestion différenciée des sables au niveau de l'atterrage, en faveur de l'Euphorbe péplis)	<ul style="list-style-type: none"> L'ensemble de la faune terrestre (reptiles, insectes et mammifères terrestres) Euphorbe péplis 	Construction Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation d'habitats naturels Destruction potentielle d'individus 	6 300 €	<ul style="list-style-type: none"> SE4 – Suivi de l'application et coordination des mesures sur le chantier terrestre du raccordement SC7 - Suivi de la colonisation post travaux de l'Euphorbe péplis 	RTE
R19	Oui	Former le personnel opérateur des radars fixes	<ul style="list-style-type: none"> Surveillance de la navigation maritime et aérienne 	Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> Phénomène de masquage Faux échos radars (réflexion et multi trajets) 	20 000 €	<i>Pas de suivi spécifique nécessaire mais un rapport spécifiant la tenue des formations sera remis au Comité de suivi par l'entreprise mandatée</i>	LEFGL
R20	Oui	Paramétrer les radars fixes du sémaphore de Leucate et du phare de Cap Leucate	<ul style="list-style-type: none"> Surveillance de la navigation maritime et aérienne 	Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> Phénomène de masquage Faux échos radars (réflexion et multi trajets) 	10 000 €	<ul style="list-style-type: none"> SE8 : Réaliser une phase de test des effets du projet sur le radar du sémaphore de Leucate en lien étroit avec la Marine Nationale, pouvant aboutir à une compensation technique de la perte de détection éventuelle 	LEFGL
R21	Oui	Affréter un navire de surveillance lors des opérations en mer les plus sensibles	<ul style="list-style-type: none"> Santé et sécurité humaine Sécurité maritime 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> Risque de collision avec les navires de construction 	150 000 €	<i>Pas de suivi spécifique nécessaire mais un rapport spécifiant la mise en place des dispositifs sera remis au Comité de suivi par l'entreprise mandatée</i>	LEFGL
R22	Oui	Mettre en place un balisage AIS de déradage	<ul style="list-style-type: none"> Surveillance de la navigation (radars embarqués) Tous les usagers de la mer 	Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> Risque de collision 	30 000 €	<i>Pas de suivi spécifique nécessaire mais un rapport spécifiant la mise en place des dispositifs sera remis au Comité de suivi par l'entreprise mandatée</i>	LEFGL
R23	Oui	Définir un cheminement du raccordement maritime minimisant l'abrasion de l'herbier à cymodocée au sein du fuseau retenu	<ul style="list-style-type: none"> Herbier à cymodocée 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation d'habitats naturels Destruction d'espèces végétales 	Intégré dans le coût du projet	SC6 - Suivre l'évolution de l'herbier à cymodocée à la suite de la pose du câble, sa vitalité et sa recolonisation	RTE
R24	Oui	Reboucher la tranchée d'ensouillage après le passage de l'engin au niveau de la zone d'herbier à cymodocée et remettre en place les rhizomes	<ul style="list-style-type: none"> Herbier à cymodocée 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation d'habitats naturels Destruction d'espèces végétales 	15 000 €	SC6 - Suivre l'évolution de l'herbier à cymodocée à la suite de la pose du câble, sa vitalité et sa recolonisation	RTE
R25	Non	Elaborer un plan de prévention des risques de pollution, de gestion des déchets et effluents et mettre en place un système de management QHSE	<ul style="list-style-type: none"> Toutes composantes du milieu naturel 	Construction, Exploitation et Démantèlement	<ul style="list-style-type: none"> Contamination par des substances polluantes 	Intégré dans le coût du projet	SE3 – Audit des chantiers maritimes et de l'exploitation de la ferme pilote	LEFGL et RTE
R26	Non	Utiliser des ancres classiques de type DEA (ancres à draguer) dont l'installation ne génère pas d'émissions acoustiques élevées	<ul style="list-style-type: none"> Mammifères marins Ressources halieutiques et autres peuplements marins 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> Perturbation de l'ambiance acoustique sous-marine 	Intégré dans le coût du projet	-	LEFGL
R27	Non	Ensouiller, lorsque techniquement possible, le câble de raccordement sous-marin pour éviter les effets sur les habitats benthiques et les espèces associées	<ul style="list-style-type: none"> Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques 	Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques Modification de la température au niveau des câbles Effet barrière ou modification des trajectoires 	Intégré dans le coût du projet	SE1 - Suivi de la morphologie des fonds et de l'ensouillage du câble d'export sous-marin	RTE
R28	Oui	Mettre en place des anodes à courant imposé (ICCP)	<ul style="list-style-type: none"> Qualité de l'eau Faune marine 	Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> Dégradation de la qualité de l'eau Perturbation de la faune marine 	Intégré dans le coût du projet	SC4	LEFGL
R29	Oui	Respecter l'ordre initial des horizons pédologiques	<ul style="list-style-type: none"> Taxons terrestres (flore, macro-invertébrés,...) 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> Destruction ou dégradation d'habitats naturels Destruction d'espèces végétales 	Intégré dans le coût du projet	SE4 - Suivi de l'application et coordination des mesures sur le chantier terrestre du raccordement	RTE



N° de la mesure	Existence d'une fiche pour décrire la mesure	Description de la mesure	Composante(s) concernée(s)	Phase du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact réduit	Coût (en € HT)	Principales modalités de suivi	Maîtres d'ouvrage
R30	Oui	Mettre en œuvre des mesures spécifiques pour le franchissement des roubines et la traversée de zones humides	<ul style="list-style-type: none"> Insectes, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux Flore 	Construction	<ul style="list-style-type: none"> Destruction d'habitats et destruction d'individus Dérangement d'individus Tassement des sols Modification du cortège floristique Dégradation de berges 	Intégré dans le coût du projet	SE4 - Suivi de l'application et coordination des mesures sur le chantier terrestre du raccordement	RTE
R31	Oui	Utiliser une couleur de machine de moindre facteur de luminance (gris agate RAL7038)	<ul style="list-style-type: none"> Paysage 	Construction Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> Réduction de l'impact paysager de la ferme pilote depuis la côte 	30 000 €	-	LEFGL
R32	oui	Tendre des câbles au-dessus des flotteurs pour réduire l'effet reposoir	<ul style="list-style-type: none"> Avifaune 	Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> Effet reposoir et risque de collision associé 	20 000€	Les données collectées, notamment dans le cadre des suivis vidéo (SC10) et radar (SC18), permettront de rendre compte de l'efficacité de la mesure	LEFGL
TOTAL							260 000 € LEFGL 27 400 € RTE	

Les mesures de réduction précitées seront mises en place de manière certaine par LEFGL.

D'autres mesures de réduction spécifiques à l'avifaune et relatives à la demande de dérogation au titre des espèces et habitats protégés sont prescrites dans l'Arrêté Préfectoral N°DREAL/DE/DMMC-11-2019-006 su 6 novembre 2019. Ces mesures seront mises en place de manière certaine par LEFGL conformément aux prescriptions.

Tableau 17 : Synthèse des mesures de réduction et de leur efficacité pour le projet (R)



6.3 - Impacts résiduels et mesures compensatoires

La doctrine Eviter, Réduire, Compenser est scrupuleusement appliquée dans le projet EFGL et son raccordement. A cette fin, un important dispositif de mesures d'évitement, de réduction et de suivi est mis en œuvre pour minimiser les impacts résiduels et atteindre des niveaux non significatifs sur la majorité des compartiments. Il s'avère que certains impacts après la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction sont résiduels pour une minorité d'entre eux. Ces impacts résiduels qui subsistent font l'objet de mesures compensatoires.

Le tableau suivant présente les différentes mesures compensatoires envisagées dans le cadre du projet.



N° de la fiche mesure	Titre de la mesure	Composantes concernées	Phase du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact compensé	Coût global en € HT	Principales modalités de suivi de l'efficacité de la mesure	Maître d'ouvrage
C1	Restaurer/réhabiliter des habitats dunaires au sein de la zone de travaux et milieux adjacents	Habitats dunaires et Euphorbe pépilis	Exploitation	Destruction d'individus et d'habitats	50 000 €		RTE
C2	Créer de nouveaux sites de nidification pour les laro-limicoles patrimoniaux (îlots/radeau)	Avifaune (Sterne caugek, Sterne pierregarin et Mouette mélanocéphale)	Début de la mesure avant la mise en service des éoliennes et pendant l'exploitation	Destruction potentielle d'individus	75 000 € NB : 150 000 € au total (50% pris en charge par le projet EFGL et 50% par le projet EolMed)	SE5 SC12	LEFGL
C3	Participer à l'entretien/gestion des sites de nidification	Avifaune (Sterne caugek, Sterne pierregarin et Mouette mélanocéphale)	Exploitation	Destruction potentielle d'individus	40 000 € NB : 80 000 € au total (50% pris en charge par le projet EFGL et 50% par le projet EolMed)	SE5	LEFGL
C4	Mettre en œuvre et suivre les mesures compensatoires, rédiger des documents	Avifaune (Sterne caugek, Sterne pierregarin et Mouette mélanocéphale)	Exploitation	Destruction potentielle d'individus	35 250 € NB : 70 500 € au total (50% pris en charge par le projet EFGL et 50% par le projet EolMed)	<i>Pas de suivi spécifique nécessaire</i>	LEFGL
C5	Réaliser des campagnes de neutralisation des nuisibles aux individus de Puffin	Avifaune (Puffin yelkouan, Puffin de scopoli)	A définir	Destruction potentielle d'individus	16 000 € NB : 32 000 € au total (50% pris en charge par le projet EFGL et 50% par le projet EolMed)	SE6 et SE7	LEFGL
TOTAL					50 000 € RTE ; 166 250 € LEFGL		

Tableau 18 : Synthèse des mesures de compensation et de leur efficacité pour le projet (C)



Les mesures de compensation précitées seront mises en place de manière certaine par LEFGL.



6.4 - Modalités des suivi de l'efficacité des mesures

Les mesures de suivis contribuent à suivre l'efficacité d'une mesure d'évitement, de réduction ou de compensation définie précédemment.

Suivi n°	Description du suivi de l'efficacité des mesures	Composantes concernées	Mesure visée	Coût global en € HT	Maître(s) d'ouvrage
SE1	Réaliser un suivi de la morphologie des fonds et de l'ensouillage du câble d'export sous-marin	<ul style="list-style-type: none"> • Sécurité maritime • Pêche professionnelle • Habitats et biocénoses benthiques • Ressources halieutiques 	E2 R27	488 000 €	RTE
SE2	Réaliser un suivi de la morphologie de la plage au droit de l'atterrage et de l'ensouillage du câble d'export sous-marin	<ul style="list-style-type: none"> • Activités de tourisme et de loisirs (activités récréatives balnéaires) • Paysage 	E2	40 000 €	RTE
SE3	Réaliser un audit des chantiers maritimes et de l'exploitation de la ferme pilote	<ul style="list-style-type: none"> • Chiroptères • Oiseaux • Mammifères marins, tortues marines • Qualité de l'eau et des sédiments 	R26 R9 R7 R16	Intégré au coût du projet	LEFGL et RTE
SE4	Réaliser un suivi de l'application et coordination des mesures sur le chantier terrestre du raccordement	<ul style="list-style-type: none"> • L'ensemble de la faune et de la flore concerné par le tracé du raccordement terrestre 	R9 R12 R13 R14 R15 R17 R18	6 720 €	RTE
SE5	Participer au suivi des populations de larvo-limicoles patrimoniaux sur tout le pourtour méditerranéen	<ul style="list-style-type: none"> • Avifaune 	C2 C3	70 000 € NB : 140 000 € au total (50% pris en charge par le projet EFGL et 50% par le projet EolMed)	LEFGL
SE6	Réaliser des campagnes de suivis des populations de puffins sur les îles d'Hyères	<ul style="list-style-type: none"> • Avifaune (Puffin yelkouan) 	C5	40 000 € NB : 80 000 € au total (50% pris en charge par le projet EFGL et 50% par le projet EolMed)	LEFGL
SE7	Réaliser des campagnes de suivis des populations de nuisibles (chat haret) sur les îles d'Hyères	<ul style="list-style-type: none"> • Avifaune (Puffin yelkouan) 	C5	12 000 €	LEFGL
SE8	Réaliser une phase de test des effets du projet sur le radar du sémaphore de Leucate en lien étroit avec la Marine Nationale, pouvant aboutir à une compensation technique de la perte de détection éventuelle	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la navigation maritime et aérienne 	R19 et R20	Intégré au coût du projet	LEFGL



Suivi n°	Description du suivi de l'efficacité des mesures	Composantes concernées	Mesure visée	Coût global en € HT	Maître(s) d'ouvrage
TOTAL				534 720 € RTE 122 000 € LEFGL	

Tableau 19 : Présentation des suivis de l'efficacité des mesures ERC (SE)

6.5 - Modalités de suivi pour l'acquisition de connaissance

Les suivis présentés dans le tableau suivant, contribueront à accroître les connaissances scientifiques et ainsi affiner l'évaluation des niveaux d'impacts susceptibles d'être générés par le projet EFGL et son raccordement.

Suivi n°	Description du suivi pour acquisition de connaissance	Composantes concernées	Coût global en € HT	Maître(s) d'ouvrage
SC1	Créer un Comité de suivi pour la conception, l'optimisation, la mise en cohérence des suivis et leurs résultats	• Toutes les composantes visées par des mesures de la séquence ERC	244 000 €	LEFGL et RTE
SC2	Réaliser un suivi de la turbidité en phase de construction et d'exploitation	• Qualité de l'eau	81 000 € (54 000 € LEFGL et 27 000 € RTE)	LEFGL et RTE
SC3	Réaliser un suivi des peuplements et habitats benthiques au droit de la ferme pilote	• Habitats et peuplements benthiques	26 000 €	LEFGL
SC4	Réaliser un suivi de la colonisation du flotteur par le benthos et des effets des flotteurs sur l'ichtyofaune	• Habitats et peuplements benthiques • Ressources halieutiques et espèces ichtyques	97 440 €	LEFGL
SC5	Réaliser un suivi des ressources halieutiques et des espèces ichtyques au droit de la ferme pilote	• Ressources halieutiques et espèces ichtyques	170 640 €	LEFGL
SC6	Réaliser un suivi spécifique de l'herbier à cymodocée	• Habitats et peuplements benthiques	39 700 € + 1 350 € par réunion	RTE
SC7	Réaliser un suivi de la colonisation de l'Euphorbe péplis post-travaux de raccordement	• Flore terrestre (Euphorbe péplis)	Coût intégré dans la mesure C1	RTE
SC8	Réaliser un suivi des émissions acoustiques sous-marines du projet	• Ambiance sonore sous-marine	166 800 €	LEFGL
SC9	Réaliser une analyse acoustique opportuniste de la présence des mammifères marins par hydrophone	• Mammifères marins	8 000 €	LEFGL
SC10	Réaliser un suivi par vidéo détection de l'avifaune et des chiroptères	• Oiseaux et chiroptères	300 000 €	LEFGL
SC11	Réaliser un suivi par bateau de l'avifaune, des mammifères marins et des tortues marines par des observateurs spécialisés	• Mammifères marins, Oiseaux et chiroptères	385 000 €	LEFGL
SC12	Réaliser une étude de suivi télémétrique (GPS) de la Sterne caugek	• Avifaune (Sterne caugek)	55 700 €	LEFGL
SC13	Participer aux programmes scientifiques de suivi télémétrique (balise GPS) sur le Puffin yelkouan, le puffin des baléares et le puffin de Scopoli	• Avifaune (puffins)	150 000 €	LEFGL
SC14	Réaliser un suivi des déplacements d'oiseaux depuis la côte	• Avifaune	35 000 €	LEFGL



Suivi n°	Description du suivi pour acquisition de connaissance	Composantes concernées	Coût global en € HT	Maître(s) d'ouvrage
SC15	Réaliser un suivi de l'activité des chiroptères au sein de la ferme pilote en phase d'exploitation	• Chiroptères	31 200 €	LEFGL
SC16	Réaliser une série d'enquêtes de perception paysagère	• Paysage	32 400 €	LEFGL
SC17	Observer de manière opportuniste la présence de mammifères marins lors des travaux de la ferme pilote	• Mammifères marins	Intégré au coût travaux	LEFGL
SC18	Suivi des déplacements d'oiseaux par radar	• Avifaune	190 000 € à 360 000 €	LEFGL
TOTAL			188 700 € RTE 1 634 180 € LEFGL	

Tableau 20 : Synthèse des mesures de suivi pour l'acquisition de connaissance (SC)

6.6 - Mesures d'accompagnement par les Maîtres d'ouvrage

Le tableau ci-dessous présente les différentes mesures d'accompagnements envisagés par les Maîtres d'ouvrage.

Dans le cadre de ces mesures sont notamment présentés les programmes retenus suite aux démarches entreprises par les Maîtres d'ouvrage pour élaborer et mettre en œuvre des programmes d'amélioration de connaissances et de Recherche & Développement.

Accompagnement	Description de la mesure	Composantes concernées	Phases du projet durant laquelle s'applique la mesure	Coût global en € HT	Maître(s) d'ouvrage
A1	<i>Pérenniser le processus participatif et informer régulièrement la population</i>	<i>Concertation et information</i>	<i>Toutes les phases</i>	132 000 €	LEFGL et RTE
A2	<i>Encourager les initiatives locales pour la valorisation paysagère, culturelle, pédagogique et touristique de la ferme pilote</i>	<i>Communication</i>	<i>Toutes les phases</i>	<i>En attente de définition de projets avec les partenaires</i>	LEFGL et RTE
A3	<i>Investiguer les possibilités d'ouverture du capital du projet au</i>	<i>Valorisation sociale</i>	<i>Pré-construction</i>	<i>Intégré dans le coût du projet</i>	LEFGL



	<i>financement participatif</i>				
A4	Favoriser l'émergence de la filière éolienne flottante et ses effets sur l'emploi local en région Occitanie	Filière industrielle	Toutes les phases	Intégré dans le coût du projet	LEFGL et RTE
A5	Mettre en place des actions collectives à destination de la filière pêche professionnelle, en réponse à l'impact évalué	Pêche professionnelle	Construction Exploitation	Phase de travaux (construction et démantèlement) : 20 000 € (LEFGL) 12 000 € (RTE) Phase d'exploitation : 16 000 € / an (LEFGL)	LEFGL et RTE
A6	Cartographier l'herbier à cymodocée (entre Port-Leucate et Le Barcarès)	Habitats et biocénoses benthiques Cymodocées	Pré-construction	17 000 €	RTE
A7	Etudier la dynamique de l'herbier à cymodocée sur un cycle annuel	Habitats et biocénoses benthiques Cymodocées	Pré-construction	25 300 €	RTE
A8	Participer au projet ConnexSTER	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques	Pré-construction	60 000 €	LEFGL
A9	Mettre en place une démarche d'écoconception pour la valorisation des flotteurs	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques	Pré-construction	Intégré au coût d'ingénierie du projet	LEFGL
A10	Intégrer le projet au programme de recherche et développement SPECIES	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques	Exploitation	Intégré dans le coût du projet	RTE



A11	<i>Intégrer le projet au programme de recherche et développement OASICE</i>	<i>Habitats et biocénoses benthiques</i>	<i>Exploitation</i>	<i>Intégré dans le coût du projet</i>	<i>RTE</i>
A12	<i>Intégrer le projet au programme de recherche et développement APPEAL</i>	<i>Ecosystème côtier dans son ensemble</i> <i>Socio-économie</i>	<i>Construction (conception)</i>	<i>Intégré dans le coût du projet</i>	<i>LEFGL et RTE</i>
A14	<i>Soutenir le programme de recherche ORNIT-EOF</i>	<i>Avifaune</i>	<i>Développement</i> <i>Construction</i> <i>Exploitation</i>	<i>10 000 €</i>	<i>LEFGL</i>
A15	<i>Soutenir le programme de recherche ECOSYSM-EOF</i>	<i>Ecosystèmes marins</i>	<i>Développement</i> <i>Construction</i> <i>Exploitation</i>	<i>10 000 €</i>	<i>LEFGL</i>
<i>TOTAL</i>				<i>181 000 € LEFGL</i> <i>120 300 € RTE</i>	

Tableau 21: Synthèse des mesures d'accompagnement par les Maîtres d'ouvrage (A)



7 - Nature des opérations nécessaires à la remise en état du site

7.1 - 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.

7.2 - Modalités de démantèlement

7.2.1 - 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.

7.2.2 - 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.

7.2.3 - 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.

7.2.4 - 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.



3 - Annexe 3 : Avis complémentaires à annexer à la convention





3.1 - Annexe 3a : Décision du directeur départemental des finances publiques de l'Aude en date du 27 décembre 2019





Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES

DIRECTION DÉPARTEMENTALE
DES FINANCES PUBLIQUES DE L'AUDE

SERVICE DIRECTION

Place Gaston Jourdanne

11000 CARCASSONNE

TÉLÉPHONE : 04 68 77 44 44

MÉL. : ddfip11.pgp.domaine@dgfip.finances.gouv.fr

POUR NOUS JOINDRE :

Affaire suivie par : Virginie HEIBLÉ

Téléphone : 04 68 11 55 92

Télécopie : 04 68 11 56 00

MEL : virginie.heible@dgfip.finances.gouv.fr

Carcassonne , le 27 décembre 2019

Direction Départementale des Territoires et de la Mer

Service Aménagement Territorial Est et Maritime

Rue du Pont de l'Avenir

BP 813

11108 NARBONNE CEDEX

Objet : concession d'utilisation du DPM / ferme éolienne / EFGL

Vous m'avez adressé pour avis un projet d'avenant à la concession d'utilisation du domaine public maritime au profit de la Sté EFGL (Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion) pour installation de trois éoliennes au large de Leucate (11).

Le projet n'appelle pas d'observation de ma part.

Compte-tenu des éléments que vous m'avez communiqués, et conformément à l'arrêté du 2 avril 2008 paru au JO n°0096 du 23 avril 2008, la redevance annuelle est établie comme suit :

PART FIXE :

- 1 217 € par unité de production (éolienne) soit 3 651 € pour 3 éoliennes ;
- 0,60 € par mètre linéaire de raccordement (2 km de câblage inter-éoliennes et jusqu'au câble-export), soit 1 200€ ;

PART VARIABLE :

- 4 867 € par MW installé soit pour 30 MW, un montant de 146 010 € exigible dès la mise en service des éoliennes.

La redevance totale pour EFGL est donc de **150 861 euros**.

Marie-José GOUTAUDIER

Directrice Départementale des Finances Publiques par intérim

REÇU LE

10 JAN. 2020

DDTM Narbonne



3.2 - Annexe 3b : Avis conforme du Préfet maritime de Méditerranée du 5 février 2020





PRÉFET MARITIME DE LA MÉDITERRANÉE



Toulon, le 05 FEV. 2020
N° 500201 /PREMAR MED/AEM/NP

Division « Action de l'Etat en Mer »

Bureau « Activités maritimes »

Le vice-amiral d'escadre Laurent Isnard
préfet maritime de la Méditerranée

à

madame la préfète de l'Aude

OBJET : modification du projet de ferme pilote « les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion » - demande d'avis conforme sur l'avenant au titre de la concession d'utilisation du domaine public maritime.

RÉFÉRENCES : a) article R. 2124-56 du code général de la propriété des personnes publiques ;
b) arrêté préfectoral n° DREAL/DE/DMMC-11-2019-006 du 6 novembre 2019 ;
c) arrêté préfectoral n° DDTM-SATEM-2019-032 du 6 novembre 2019 ;
d) avis de la commission nautique locale du 23 mai 2018 ;
e) avis de la grande commission nautique du 21 juin 2018 ;
f) avis de l'Autorité environnementale n°2018-94 du 19 décembre 2019 ;
g) avis conforme n° 502364 CECMED/OPS/NP du 21 décembre 2018 ;
h) avis conforme n°500373 PREMAR MED/AEM/NP du 25 février 2019 ;
i) votre courrier en date du 23 décembre 2019.

-

Par courrier en date du 23 décembre 2019, et conformément l'article R. 2124-56 du code général de la propriété des personnes publiques, vous sollicitez l'avis conforme du préfet maritime de la Méditerranée, au titre de la concession d'utilisation du domaine public maritime, suite à la modification du projet de ferme pilote les « Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion ».

J'ai pris connaissance de l'avenant transmis par la société LEFGL, qui fait suite à la défaillance du fournisseur de turbines, et prends acte des évolutions notables suivantes :

- la réduction du nombre d'éoliennes de 4 à 3 ;
- l'augmentation de la puissance unitaire des éoliennes et par conséquent de la puissance totale de la ferme pilote ;
- la réduction de l'emprise totale de la ferme pilote sur le plan d'eau ;
- l'augmentation de la hauteur de l'éolienne de 12 mètres en bout de pale.

Sur le plan de la sécurité maritime, le porteur de projet a pris en compte le caractère dérogoire de l'autorisation délivrée dans l'avis conforme du commandant de zone maritime, cité en référence, concernant l'espacement inter-éoliennes.

En portant l'inter-distance à 800 mètres, l'industriel a fait un choix judicieux et respecte donc la réglementation en vigueur en matière de sauvetage aérien en mer.

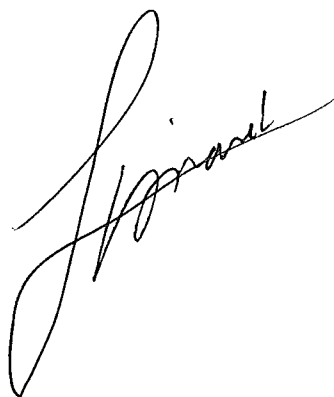
De même, les dispositions relatives à la sécurité de la navigation ont de nouveau bien été prises en compte et je constate le maintien d'une hauteur sous pale de 22 mètres par rapport au niveau de la mer. Les préconisations émises par la Grande Commission Nautique restent valables.

Sur le plan environnemental, la réduction du nombre d'éoliennes, et donc de lignes d'ancrages, diminue l'impact environnemental et la surface de ragage sur les fonds marins.

En outre, la réduction de l'emprise de la concession de la ferme a vocation à réduire également l'impact sur les autres activités maritimes.

Par conséquent, j'ai l'honneur de vous confirmer, selon les mêmes conditions, l'avis conforme favorable en date du 25 février 2019.

Je resterai, toutefois, attentif aux prescriptions émises dans l'avis conforme renouvelé du commandant de zone maritime.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'L. Girard', written in a cursive style.

LISTE DE DIFFUSION

DESTINATAIRE :

- Madame la préfète de l'Aude

COPIES :

- Monsieur le préfet des Pyrénées-Orientales
- Monsieur le directeur interrégional de la mer Méditerranée
- Monsieur le directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement d'Occitanie
- Monsieur le directeur départemental des territoires et de la mer de l'Aude
- Monsieur le directeur départemental des territoires et de la mer des Pyrénées-Orientales
- CECMED/DIV OPS (J35 OPS COTIERES)
- Archives (dossier n° 26 chrono)



3.3 - Annexe 3c : Avis conforme du commandant de la zone maritime de la Méditerranée du 28 janvier 2020





MINISTÈRE DES ARMÉES

Toulon, le 28 janvier 2020

N° 500134 CECMED/OPS/NP



COMMANDEMENT DE LA ZONE MARITIME MEDITERRANEE

Division opérations

Bureau « opérations côtières »

Monsieur le vice-amiral d'escadre Laurent Isnard
commandant la zone maritime de la Méditerranée

à

madame la préfète de l'Aude

OBJET : avenant à la concession d'utilisation du domaine public maritime concernant le projet de ferme pilote des éoliennes flottantes du Golfe du Lion (EFGL) au large de Leucate. Avis conforme du commandant de zone maritime Méditerranée.

REFERENCES : a) code général de la propriété des personnes publiques (dans son article R 2124-56) ;
b) votre courrier 19-601 du 23 décembre 2019 ;
c) arrêté préfectoral n°DDTM-SATEM-2019-032 du 06 novembre 2019 ;
d) courrier n°502364 CECMED/OPS/NP du 21 décembre 2018.

-

Par courrier cité en référence b), vous sollicitez, au titre de l'article R 2124-56 du code général de la propriété des personnes publiques, l'avis conforme du commandant de la zone maritime de la Méditerranée pour un avenant à la concession d'utilisation du domaine public maritime accordée à la société LEFGL, suite à l'évolution de son projet. Les modifications portent principalement sur :

- la réduction à 3 structures flottantes composées chacune de 3 éoliennes de 10MW ;
- l'augmentation de la hauteur de l'éolienne dont la hauteur maximale en phase d'exploitation sera de 186 mètres ;
- l'augmentation de 50 mètres de la distance inter-éoliennes.

Ces évolutions ne remettent pas en cause l'avis et les remarques associées qui vous sont parvenus par courrier cité en référence d).

Par conséquent, je confirme l'avis conforme favorable sous réserve de la prise en compte des remarques citées dans le courrier en référence d).

Signé : Laurent ISNARD

-

LISTE DE DIFFUSION

DESTINATAIRES :

- Monsieur le directeur départemental des territoires et de la mer de l'Aude - Direction départementale des territoires et de la mer de l'Aude - pour Mr Yannick GUILHOU - (yannick.guilhou@aude.gouv.fr)
- Monsieur le directeur départemental des territoires et de la mer des Pyrénées-Orientales - Direction départementale des territoires et de la mer des Pyrénées-Orientales – Unité gestion du littoral (ddtm-dml-ugl@pyrenees-orientales.gouv.fr) pour Mr Johann SCHLOSSER - (johann.schlosser@pyrenees-orientales.gouv.fr)

COPIES :

- OGZDS SUD
- SDRCAM SUD/Div.EA
- EMM/EMO/AEM
- PREMAR MED/AEM
- ALAVIA
- CECMED/DIV OPS/Bureau « opérations côtières »
- CECMED/DIV OPS J35 AIR
- CECMED/DIV OPS/SEC
- SEMAPHORE LEUCATE
- SEMAPHORE BEAR
- FOSIT MEDITERRANEE
- CCMAR Méditerranée
- CNGF
- DREAL OCCITANIE/DE/DMMC pour Mr Paul CHEMIN (paul.chemin@developpement-durable.gouv.fr)
- Archive (chrono)



3.4 - Annexe 3d : Décision de la DIRM sur le balisage de la ferme pilote éolienne suite à modification : à intervenir





3.5 - Annexe 3e : Avis de la DGAC du 16 mars 2020





MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Direction générale de l'Aviation civile

Mérignac, le 16 mars 2020

Service national d'Ingénierie aéroportuaire
« Construire ensemble, durablement »

Le chef du SNIA Sud-Ouest

à

SNIA Sud-Ouest
Unité domaine et servitudes

La DREAL Occitanie
Direction écologie
Division Milieux Marins et Côtiers

Nos réf. : N° 447

Vos réf. : votre courrier n° 2019-278 du 3 décembre 2019

Affaire suivie par : Carine Delbos

snia-ds-bordeaux-bf@aviation-civile.gouv.fr

Tél. : 05 57 92 81 56

par mail :

paul.chemin@developpement-durable.gouv.fr

Objet : Autorisation environnementale – ferme pilote des éoliennes Flottantes du Golfe du Lion
T:\UDS\Servitudes\2 Languedoc-Roussillon\Dpt 11 - Aude\Urban\2020\Eoliennes\AEU\Ferme éoliennes flottantes du Golfe du Lion_CU_modification hauteur.odt

Textes de référence :

1. Arrêté du 25 juillet 1990 relatif aux installations dont l'établissement à l'extérieur des zones grevées de servitudes aéronautiques de dégagement est soumis à autorisation.
2. Arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne.

Par courriel cité en référence, vous sollicitez un avis sur une demande de concession d'utilisation du domaine public maritime présentée par la Société « Les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion », pour l'implantation de 4 éoliennes flottantes au large des communes de Leucate et du Barcarès dans le département de l'Aude.

Vous nous informez que le projet de ferme pilote « Éoliennes Flottantes du Golfe du Lion » au large de Leucate et Le Barcarès a fait l'objet d'une autorisation environnementale, au titre des articles L181-1 et suivants du code de l'environnement, par arrêté préfectoral du 6 novembre 2019.

En application de l'article R181-46 du code de l'environnement, la société « Les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion » a transmis à madame la préfète de l'Aude un projet de modifications.

Vous sollicitez alors un avis sur cette modification qui consiste notamment dans la réduction à 3 structures flottantes composées de 3 éoliennes contre 4 éoliennes initialement et dans l'augmentation de la hauteur totale des éoliennes passant de 174 m à 186 m en bout de pale.

Je vous informe que ce projet n'est pas situé dans une zone grevée de servitudes aéronautiques et radioélectriques gérées par l'Aviation civile et n'aura pas d'incidence au regard des procédures de circulation aérienne publiées.

En conséquence, je **donne mon accord pour la réalisation de ce parc ainsi que pour son exploitation.**

.../...

PRESCRIPTIONS POUR LE PETITIONNAIRE à inclure dans l'arrêté :

- ◆ les éoliennes devront être équipées d'**un balisage diurne et nocturne réglementaire**, en application de l'arrêté de référence en vigueur au moment de la réalisation du parc.
- ◆ En raison du risque de confusion avec le balisage maritime en place, la fréquence d'allumage des feux devra être de 40 éclats / min, avec un taux de travail 2/3 ON et 1/3 OFF, soit L=1s ; O=0,5 s ; T=1,5s.
- ◆ le guichet DGAC devra être informé de la date du levage des éoliennes dans un délai de 3 mois avant le début du levage pour l'inclure en temps utile dans les publications aéronautiques à caractère permanent (par mail à : snia-ds-bordeaux-bf@aviation-civile.gouv.fr).
- ◆ lors du levage des éoliennes, pour l'utilisation de moyens de levage, une demande devra être formulée avec un préavis d'un mois auprès du guichet DGAC à l'adresse suivante : snia-ds-bordeaux-bf@aviation-civile.gouv.fr.

Se soustraire à ces obligations de communication pourrait entraîner la responsabilité du demandeur en cas de collision d'un aéronef avec l'éolienne.

La procédure à suivre en cas de panne de balisage, en vue d'assurer l'information aéronautique des usagers aériens, sera communiquée au pétitionnaire lors de la demande de publication à l'AIP.

Le chef du SNIA Sud-Ouest


Christian BERAŠTEGUI-VIDALLE