



Réseau de transport d'électricité



Juillet 2016

Département de Loire-Atlantique

Convention de concession d'utilisation du Domaine Public Maritime - Gestionnaire Etat Annexe 1 : Dossier de précisions techniques

Sommaire

Première partie	3
Contexte - Objet de la demande de concession	3
1.1 Le parc éolien au large de Saint-Nazaire	4
1.2 Description de la solution de raccordement retenue	4
1.3 Objet du document	5
1.4 Procédures réglementaires auxquelles est soumise l'implantation de la liaison sous-marine	5
Deuxième partie	6
Situation, consistance et emprise des ouvrages	6
2.1 Situation des ouvrages	7
2.2 Description et caractéristique des câbles	9
2.3 Superficie de l'emprise faisant l'objet de la demande	10
Troisième partie	14
Nature et coût des travaux	14
3.1 Nature des travaux	15
3.2 Coût des travaux	26
Quatrième partie	27
Calendrier	27
Cinquième partie	29
Modalités de suivi et de maintenance du projet	29
5.1 Maintenance préventive	30
5.2 Maintenance curative	31
Sixième partie	32
Remise en état des lieux	32

Première partie

Contexte - Objet de la demande de concession

Première partie - Sommaire détaillé

1.1	Le parc éolien au large de Saint-Nazaire.....	4
1.2	Description de la solution de raccordement retenue	4
1.3	Objet du document	5
1.4	Procédures réglementaires auxquelles est soumise l'implantation de la liaison sous-marine	5

1.1 Le parc éolien au large de Saint-Nazaire

Dans le cadre des objectifs issus du Grenelle de l'Environnement, l'état a lancé un premier appel d'offre « éolien en mer » le 11 juillet 2011. Le site de Saint Nazaire a été attribué au consortium « Eolien Maritime France » pour une puissance nominale de 480 MW, qui a confié le portage du projet à la société « Parc du banc de Guérande ».

1.2 Description de la solution de raccordement retenue

Au regard des études, la solution de raccordement retenue est la suivante : un raccordement à 225 000 volts qui implique la création d'un poste à 225 000 volts et d'une liaison électrique à deux circuits 225 000 volts entre le poste électrique en mer et ce nouveau poste.

Plusieurs lignes à 225 000 volts sont actuellement issues du poste de CORDEMAIS en direction du Nord-Ouest (vers Pontchâteau). La création d'un poste à 225 000 volts par entrée en coupure des deux lignes CORDEMAIS-POTEAU ROUGE et CORDEMAIS-PONTCHÂTEAU 2 aux environs du croisement de ces lignes avec la route Nantes-Saint-Nazaire (RN 171) permet de disposer d'un potentiel de raccordement de 480 MW sur ce poste. La solution consiste, outre la création de ce poste, à créer une liaison électrique à deux circuits 225 000 volts d'environ 60 kilomètres en technologie sous-marine et souterraine entre le poste électrique en mer du parc éolien de Saint Nazaire et ce poste.

Cette solution a été jugée recevable par la direction de l'énergie le 16 novembre 2012.

Ces dispositions conduisent au schéma suivant :



1.3 Objet du document

Le présent document a pour objet de constituer l'annexe 1 (Dossier de Précisions Techniques) de la Convention de Concession d'Utilisation du Domaine Public Maritime pour le gestionnaire Etat portant sur l'implantation de la liaison sous-marine permettant le raccordement électrique du parc éolien en mer de Saint-Nazaire.

1.4 Procédures réglementaires auxquelles est soumise l'implantation de la liaison sous-marine

Conformément aux dispositions des articles L.2124-1 et suivants et R.2124-1 et suivants du Code Général de la Propriété des Personnes Publiques (CGPPP), toute utilisation ou occupation du Domaine Public Maritime nécessite une autorisation. A ce titre, l'implantation des ouvrages de raccordement d'un parc de production d'électricité en mer nécessite l'obtention d'une concession d'utilisation du domaine public maritime délivrée pour une durée fixée à quarante (40) ans à compter du démarrage des travaux (date de transmission par RTE au concédant du premier ordre de service).

Deuxième partie

Situation, consistance et emprise des ouvrages

Deuxième partie - Sommaire détaillé

2.1	Situation des ouvrages	7
2.1.1	Situation de la liaison électrique sous-marine	7
2.1.2	Description	8
2.2	Description et caractéristique des câbles	9
2.3	Superficie de l'emprise faisant l'objet de la demande	10
2.3.1	Superficie de l'emprise faisant l'objet de la demande de concession d'utilisation du domaine public maritime naturel en dehors de la circonscription du GPMNSN.....	10

2.1 Situation des ouvrages

2.1.1 Situation de la liaison électrique sous-marine

La liaison électrique sous-marine est située dans le département de la Loire Atlantique (44). Elle reliera le poste électrique du parc éolien en mer de Saint-Nazaire (Banc de Guérande) au point d'atterrage sur le littoral (plage de la Courance sur la commune de Saint-Nazaire).

RTE a examiné les possibilités de passage de la liaison en mer avec la volonté de privilégier l'ensouillage des câbles pour minimiser la gêne aux usages. Des études géotechniques (entre autres) ont été réalisées dans cet objectif. Les possibilités d'atterrage ont fait l'objet d'études spécifiques.

L'ensemble de ces investigations et des études sur le domaine maritime, ont été partagées courant 2013 avec la profession de la pêche lors de plusieurs réunions. En outre, le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN) a été associé aux études techniques, en particulier sur la navigation avec l'élaboration de zones de compatibilité.

Pour les zones en approche de l'atterrage et terrestre, de nombreuses études techniques ont également été initiées pour examiner les possibilités de passage de la liaison. La concertation et l'élaboration progressive des solutions ont été organisées avec la ville de Saint-Nazaire, la CARENE (Saint-Nazaire agglomération), le GPMNSN pour les parties maritimes et terrestres autour de l'atterrage.

Pour le fuseau maritime et hors atterrage, un seul fuseau permettait d'éviter les principales contraintes avec une bonne probabilité d'ensouillage des câbles. Les études, géotechniques en particulier, ont permis de confirmer cette bonne probabilité (en dehors des extrémités) et d'identifier les contraintes à éviter dans ce fuseau pour l'élaboration ultérieure du tracé.

Le tracé général de la liaison sous-marine intègre l'ensemble des mesures d'évitement appliquées en phase de conception du projet. Le tracé général correspond au fuseau de moindre impact et a été établi sur la base des éléments suivants :

- évitement des principales contraintes : zones rocheuses (La Banche et La Lambarde), zone de clapage, épaves, émissaire en mer, limites définies par le grand port maritime de Nantes-Saint-Nazaire, projet de tracés de câbles inter-éolienne ;
- résultats des études géotechniques ;
- prise en compte des contraintes de poses (rayon de courbure).

2.1.2 Description

Le linéaire du tracé est de 33 km environ. Il présente une largeur de 500 m environ.

La carte exposée au chapitre 2.3 (au format A3) présente le tracé de la liaison sous-marine, qui est soumis à demande de concession d'utilisation du domaine public maritime et d'utilisation du domaine portuaire (cf. article 2.3.1 pour un détail des coordonnées des points délimitant l'emprise).

Le point de départ de la liaison sous-marine est le poste électrique en mer au niveau du Banc de Guérande.

A partir du poste électrique en mer, le tracé s'effectue sur la zone rocheuse du plateau de Guérande jusqu'au sortir du parc éolien.

Il longe le nord-est du parc et évite par le sud les zones rocheuses du plateau de la Banche.

Le tracé général longe par le nord la zone de clapage du Grand port maritime de Nantes-Saint-Nazaire tout en évitant le plateau rocheux de La Lambarde.

Le tracé remonte à l'ouest du chenal de Bonne Anse jusqu'à la zone d'atterrage. Il s'appuie sur les limites définies par le Grand port maritime pour éviter des contraintes sur l'usage du chenal et de ses abords.

Le point d'arrivée du tracé est la plage de la Courance sur la commune de Saint-Nazaire où seront positionnées en haut de plage les chambres d'atterrage dans lesquelles seront réalisées les jonctions entre les câbles sous-marins et les câbles terrestres. A noter que ces chambres d'atterrage seront positionnées en dehors des limites du domaine public maritime naturel et ne sont donc pas concernées par la demande de concession.

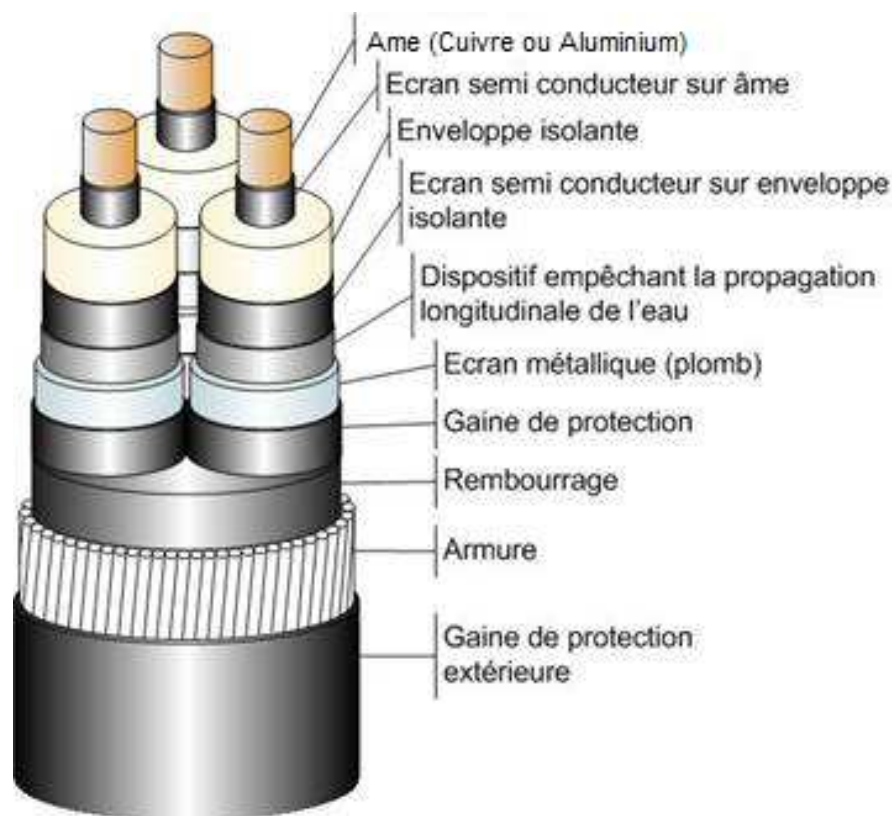
2.2 Description et caractéristique des câbles

La liaison sous-marine à deux circuits, dont le point de départ est le poste électrique en mer sur le Banc de Guérande, sera d'une longueur d'environ 33 km.

Pour la liaison sous-marine, les trois conducteurs de chaque circuit sont réunis en un seul et même câble dénommé « câble tripolaire ». Il intègre deux câbles de télécommunication à fibres optiques sous son armure.

La liaison est composée de deux câbles tripolaires. Le diamètre de ces câbles sera de l'ordre de 25 à 27 cm et leur poids d'environ 130 kg au mètre linéaire.

Leurs caractéristiques sont précisées sur le schéma ci-dessous.



Caractéristiques des câbles tripolaires

2.3 Superficie de l'emprise faisant l'objet de la demande

Le tracé général en mer traverse la circonscription du Grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN) qui est gestionnaire de cette partie du domaine public maritime naturel (Décret n° 2008-1035 du 9 octobre 2008 instituant le Grand port maritime de Nantes - Saint-Nazaire). En dehors de cette circonscription, le domaine public maritime naturel est géré par le Préfet de département de Loire-Atlantique.

Par conséquent, l'emprise de l'ouvrage de RTE fait l'objet de deux demandes distinctes de concessions d'utilisation du domaine public maritime naturel, respectivement à chacun des deux gestionnaires identifiés. Ce dossier de précisions techniques, tient lieu d'annexe à la convention de concession d'utilisation du domaine public maritime pour le gestionnaire Etat uniquement.

Dans un premier temps, la demande de concession porte sur le tracé général en mer. Dans un second temps, la convention de concession sera modifiée par avenant, une fois les travaux réalisés, afin de réduire l'emprise à la surface des deux câbles et de leur zone d'influence (y compris les éventuelles protections mises en place pour la protection du câble lorsque celui n'aura pas pu être ensouillé assez profondément).

2.3.1 Superficie de l'emprise faisant l'objet de la demande de concession d'utilisation du domaine public maritime naturel en dehors de la circonscription du GPMNSN

L'emprise faisant l'objet de cette demande de concession concerne la portion du tracé général en mer entre le poste électrique du parc éolien en mer de Saint-Nazaire, au niveau du Banc de Guérande, et la limite ouest de circonscription du Grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire. Ceci correspond à une distance de 20,6 km pour une surface totale de 1 102,6 ha.

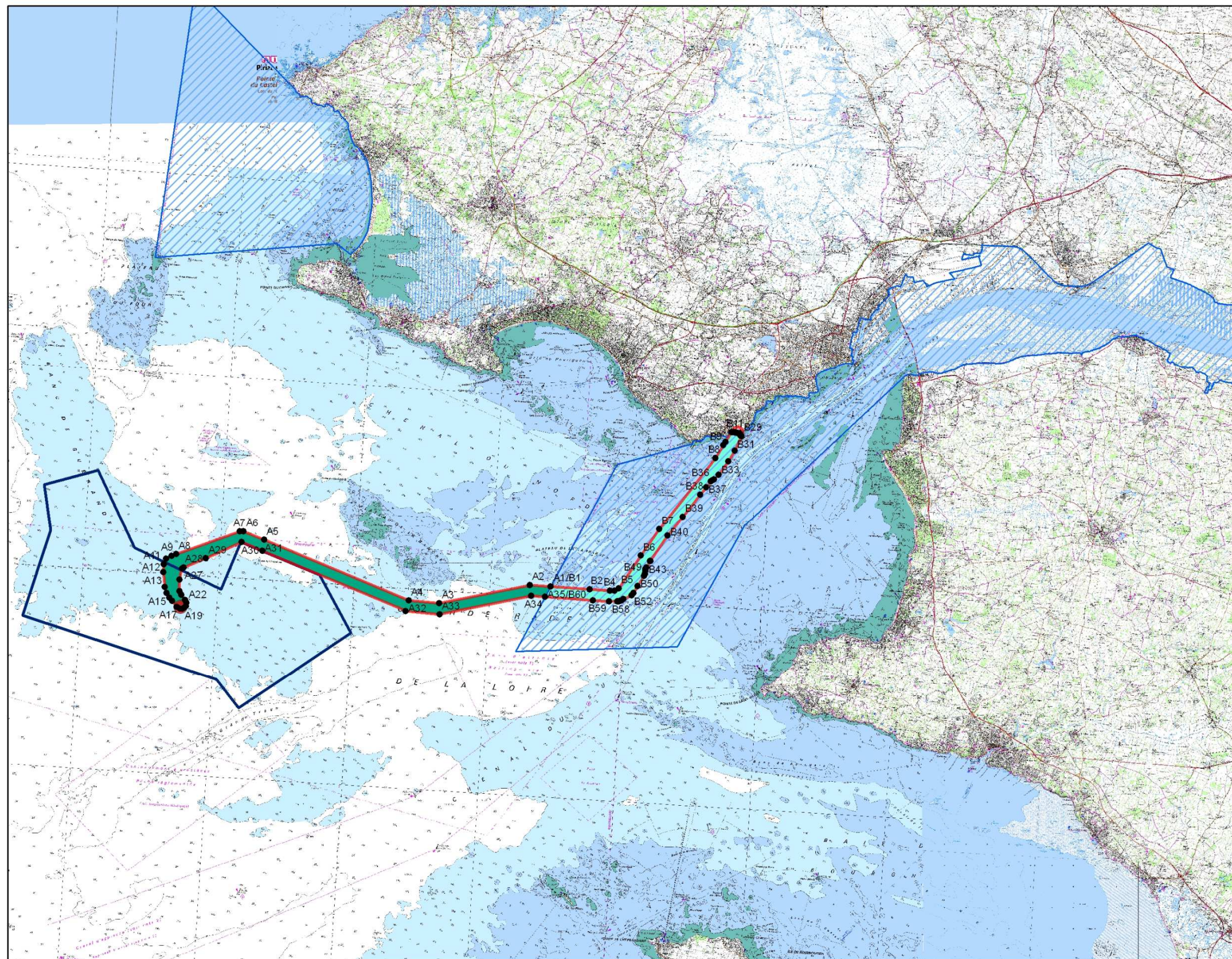
Cette portion du tracé général en mer est délimitée par les points listés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : coordonnées des points délimitant l'emprise de la demande de concession
d'utilisation du domaine public maritime naturel en dehors de la circonscription du GPMNSN

Points	Coordonnées en WGS 84		Coordonnées en Lambert 93	
	X	Y	X	Y
A1	2° 22' 43,311" O	47° 10' 16,713" N	292835,36	6688423,92
A2	2° 23' 29,204" O	47° 10' 16,720" N	291871,96	6688489,93
A3	2° 26' 46,060" O	47° 9' 41,294" N	287664,3	6687683,52
A4	2° 27' 53,599" O	47° 9' 42,726" N	286249,38	6687825,71
A5	2° 33' 20,716" O	47° 10' 59,723" N	279548,98	6690675,54
A6	2° 34' 6,929" O	47° 11' 10,575" N	278602,83	6691077,96
A7	2° 34' 15,559" O	47° 11' 10,338" N	278421,22	6691083,45
A8	2° 36' 32,177" O	47° 10' 29,944" N	275466,15	6690043,54
A9	2° 36' 42,460" O	47° 10' 27,045" N	275243,99	6689969,67
A10	2° 36' 53,991" O	47° 10' 22,346" N	274991,69	6689842,31
A11	2° 36' 58,509" O	47° 10' 14,183" N	274878,98	6689597,84
A12	2° 36' 58,486" O	47° 10' 1,783" N	274852,26	6689216,16
A13	2° 36' 52,731" O	47° 9' 40,339" N	274926,05	6688547,62
A14	2° 36' 48,504" O	47° 9' 30,971" N	274994,26	6688252,98
A15	2° 36' 41,903" O	47° 9' 24,886" N	275119,49	6688055,82
A16	2° 36' 35,301" O	47° 9' 19,915" N	275247,22	6687892,99
A17	2° 36' 24,079" O	47° 9' 11,466" N	275464,32	6687616,2
A18	2° 36' 16,526" O	47° 9' 8,849" N	275617,17	6687524,37
A19	2° 36' 11,911" O	47° 9' 9,136" N	275714,69	6687526,32
A20	2° 36' 7,302" O	47° 9' 10,902" N	275815,33	6687573,78
A21	2° 36' 4,272" O	47° 9' 13,857" N	275885,4	6687660,21
A22	2° 36' 3,580" O	47° 9' 18,318" N	275909,69	6687796,47
A23	2° 36' 6,473" O	47° 9' 22,346" N	275857,75	6687924,77
A24	2° 36' 15,471" O	47° 9' 30,051" N	275685,71	6688175,31
A25	2° 36' 20,363" O	47° 9' 35,470" N	275594,87	6688349,39
A26	2° 36' 21,505" O	47° 9' 52,496" N	275608,16	6688875,1
A27	2° 36' 16,984" O	47° 10' 9,368" N	275739,99	6689387,62
A28	2° 36' 14,591" O	47° 10' 10,938" N	275793,63	6689432,36
A29	2° 35' 26,420" O	47° 10' 26,666" N	276839,02	6689844,64
A30	2° 34' 10,285" O	47° 10' 54,224" N	278496,85	6690579,69
A31	2° 33' 23,289" O	47° 10' 43,188" N	279459,13	6690170,42
A32	2° 27' 59,086" O	47° 9' 26,884" N	286100,37	6687346,1
A33	2° 26' 43,925" O	47° 9' 25,074" N	287674,64	6687181,16
A34	2° 23' 24,708" O	47° 10' 0,770" N	291932,79	6687992,5
A35	2° 22' 54,263" O	47° 10' 0,620" N	292571,62	6687944,21

EMPRISES FAISANT L'OBJET DES DEMANDES DE CONCESSION D'UTILISATION DU DPM

Raccordement électrique du parc éolien en mer de Saint-Nazaire



- Points de délimitation des demandes de concession
- Poste électrique en mer
- ▭ Tracé général maritime
- ▭ Site d'implantation du parc éolien
- ▨ Limites de circonscription du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN)
- Emprise faisant l'objet de la demande de concession d'utilisation du DPM naturel
- Emprise faisant l'objet de la demande de concession d'utilisation du DPM naturel dans la circonscription du GPMNSN

N
Echelle A3 : 1 / 168 500
0 2,5 5 Km

Rte
Réseau de transport d'électricité

Carte réalisée par TBM, 2014
Support cartographique : SCAN Littoral et SCAN 25 IGN
Sources des données : RTE, GPMNSN

Troisième partie

Nature et coût des travaux

Troisième partie - Sommaire détaillé

3.1	Nature des travaux	15
3.1.1	Protection des câbles sous-marins	15
3.1.2	Outils de protection.....	19
3.1.3	Séquencement des travaux.....	21
3.1.4	Moyens nautiques envisagés	22
3.1.5	Contraintes d'utilisation des moyens nautiques connues à ce jour.....	24
3.1.6	Interaction avec la navigation pendant les travaux.....	24
3.1.7	Signalisation de l'ouvrage	24
3.1.8	Modalités de diffusion des avis aux navigateurs	25
3.1.9	Tableaux de synthèse	25
3.2	Coût des travaux.....	26

Les travaux seront réalisés dans le cadre d'un marché global de fourniture et d'installation de câbles sous-marins depuis la plate-forme en mer jusqu'à l'atterrage. A ce jour, le titulaire du marché n'est pas connu. Or, la technique de mise en place des câbles et le séquençement des travaux dépendent fortement des moyens du titulaire (flotte à disposition, expertise dans telle ou telle technique).

3.1 Nature des travaux

3.1.1 Protection des câbles sous-marins

Les modes de protection

Parmi les différentes méthodes possibles, RTE considère de manière préférentielle la protection par ensouillage qui consiste à enfouir les câbles dans le fond marin à une profondeur donnée. Cependant lorsque la nature du fond marin ne le permet pas, ou bien lorsque l'ensouillage est insatisfaisant, on doit alors considérer des protections dites externes.

La profondeur d'ensouillage des câbles

Elle résulte de la prise en compte de plusieurs contraintes :

- les risques recensés sur la zone,
- la connaissance du type de sol,
- l'estimation des mouvements sédimentaires,
- en conditions réelles de travaux, la rencontre entre les meilleurs efforts déployés par les entreprises qui installent le câble pour atteindre une profondeur cible et les conditions réelles de terrain.

Les risques recensés sur la zone

Les câbles peuvent être exposés au risque de croche par une ancre (risque navigation) ou par un engin de pêche (risque pêche). Concernant la navigation, il s'agit d'estimer le type et l'intensité du trafic au niveau du tracé général des câbles, ainsi que les éventuels lieux de mouillage à proximité. Concernant la pêche, on cherche à estimer le nombre de bateaux en activité dans la zone, selon le type de pêche (chalutage, dragage, etc.) et la période de l'année (saisonnalité des pêches, restrictions horaires, etc.). L'évaluation de ces risques permet de retenir un niveau de protection.

Évaluation du type de sol

La détermination du type de sol est le résultat de campagnes d'investigations en mer, géophysiques puis géotechniques. Les résultats permettent d'obtenir ainsi une description des différentes couches du fond marin que l'on peut rattacher à des catégories prédéfinies selon leurs caractéristiques mécaniques.

Une profondeur d'ensouillage cible est alors définie en fonction du niveau de protection visé et du type de sol. Pour une profondeur d'ensouillage donnée, un sol dur procure un meilleur niveau de protection qu'un sol plus mou.

Estimation des mouvements sédimentaires

En cas de mouvements sédimentaires potentiels, une sur profondeur est intégrée à la cible pour prendre en compte le risque d'érosion.

La protection par ensouillage

L'ensouillage peut être réalisé par différentes techniques en fonction de la nature des fonds marins : water-jetting (jet d'eau sous pression pouvant être utilisé dans des sols ayant un niveau de cohérence limité), charruage (principe similaire à celui d'une charrue qui fend la terre, pouvant être utilisée dans un sol pas trop dur), tranchage (utilisation d'une machine de type scie circulaire, à roue ou chaîne, pour couper un sol dur).

La protection externe

En cas de difficulté pour ensouiller les câbles, des protections spécifiques sont envisagées :

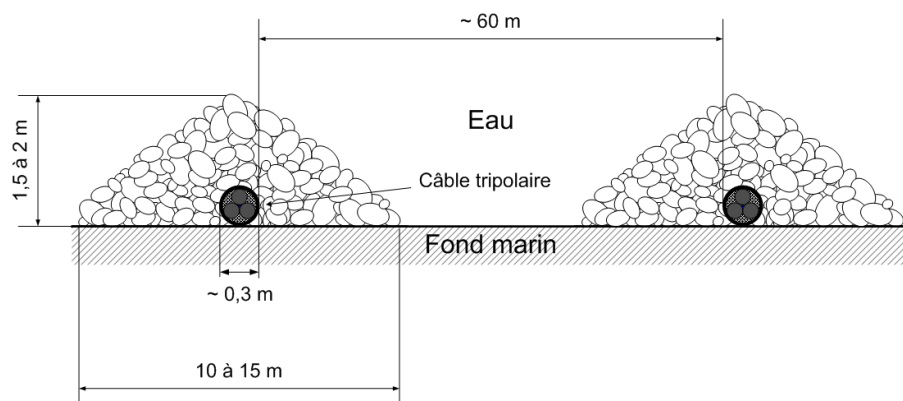
- la protection par matelas : des matelas de béton de forme rectangulaire, constitués de blocs béton articulés, forment ainsi un dispositif de maintien et de protection capable d'épouser la forme de l'ouvrage ;
- la protection par enrochement (Rock-Dumping) : des morceaux de roches sont disposés sur les câbles à partir d'un navire spécialement dédié.

Application de la méthodologie au raccordement du parc éolien en mer de Saint-Nazaire :

Au niveau du banc de Guérande, le substrat est rocheux sur environ 3 km. Le relief est très chahuté ; La zone est donc peu propice au chalutage mais des arts dormants sont pratiqués. La navigation de commerce y est nulle car la zone est située en dehors du chenal d'accès au Grand Port Maritime.

Compte tenu du type de sol, les câbles seront protégés par enrochements ou matelas. L'emprise des matelas sera de 3 m de large et de 50 cm de haut.

Liaison sous-marine à deux circuits 225 000 volts Banc de Guérande - Prinquiau

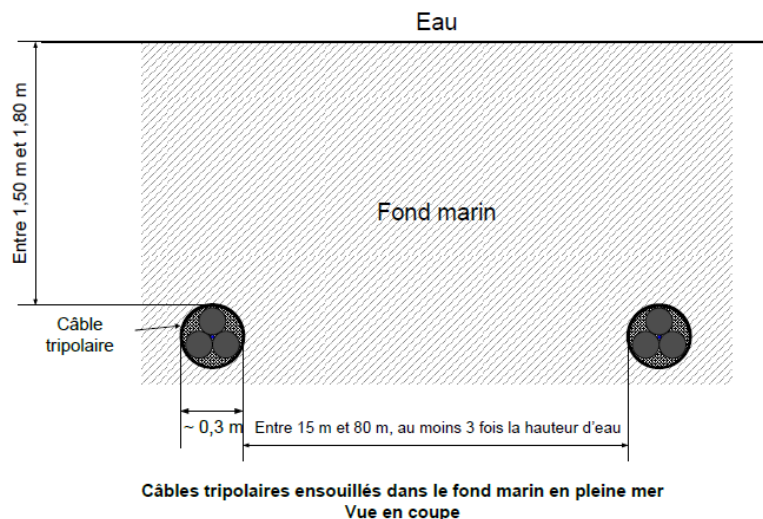


Câbles tripolaires protégés par enrochement sur le Banc de Guérande
Vue en coupe

Du pied du banc de Guérande et sur 25 km environ, les fonds sont constitués de sables et argiles. Tous les sondages géotechniques réalisés sur cette partie tous les kilomètres ont pénétré à plus de trois mètres de profondeur. La zone est accessible aux chalutiers de gréements lourds (plusieurs dizaines, de longueur d'environ 16 m). La zone est située en dehors du chenal d'accès. Dans ces conditions, les câbles seront directement enterrés au fond de deux tranchées, de profondeur 1,80 m (profondeur d'ouvrage à 1,50 m).

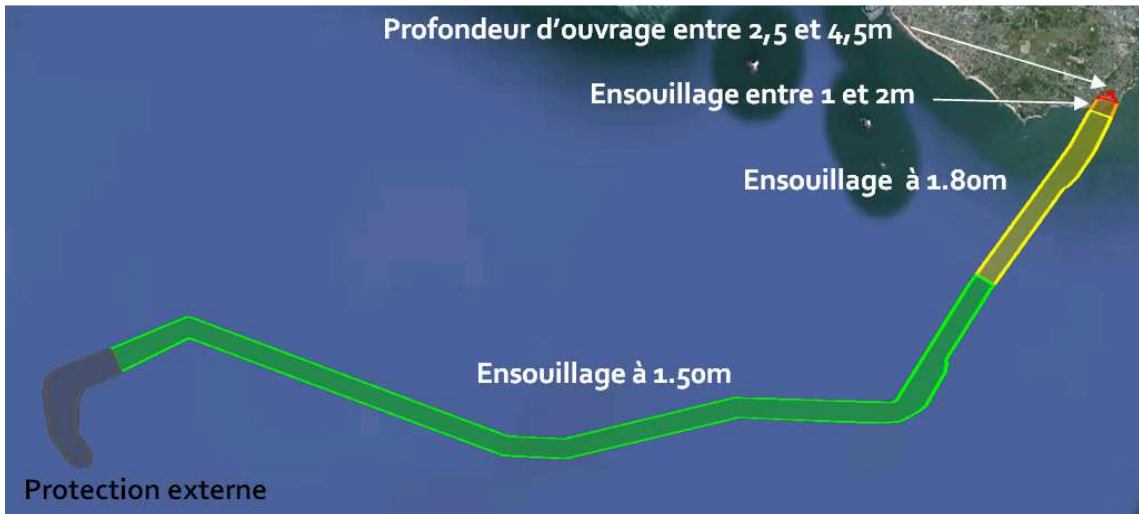
Sur les 5 derniers kilomètres, la bathymétrie est plus faible et les fonds sont constitués de sables plus denses. Tous les sondages géotechniques réalisés sur cette partie tous les kilomètres ont pénétré à plus de trois mètres de profondeur. Le chalutage est pratiqué par des engins plus légers. En revanche, la zone croise le chenal secondaire allant vers Belle île ainsi que l'accès à la zone d'extraction de granulats du Grand Charpentier. La zone est près du chenal d'accès au Grand Port avec un risque de déviation exceptionnel des plus petits navires de commerces (pouvant naviguer jusqu'à maximum 5 m CM) en dehors du chenal. Enfin, une légère érosion potentielle a été constatée. Dans ces conditions, les câbles seront enterrés au fond de 2 tranchées, de profondeur 2,10 m environ (profondeur d'ouvrage à 1,80 m).

Liaison sous-marine à deux circuits 225 000 volts Banc de Guérande - Prinquiau



Aux abords de l'estran sur environ 200 m, une zone rocheuse majoritairement recouverte par du sable doit être traversée. Les câbles seront éventuellement entourés d'un fourreau et enterrés dans deux tranchées. La profondeur de l'ouvrage sera comprise entre 1 m et 2 m en fonction de l'épaisseur de la couche de sable réellement rencontrée. La profondeur de l'ouvrage permettra de faire la transition entre la zone d'atterrissage et la zone sableuse en mer.

Au niveau de l'estran et de la plage de sable, les câbles seront enterrés au fond de deux tranchées. La profondeur des tranchées a été déterminée pour assurer que l'ouvrage ne soit pas découvert sur sa durée de vie hors événements exceptionnels. Les câbles seront entourés de fourreaux, eux-mêmes éventuellement enrobés de béton, en fonction des contraintes techniques et de sécurité. La profondeur de l'ouvrage sera comprise entre 2,5 et 4,5 m environ, selon le profil de la plage.



Objectif de protection des câbles sous-marins en mer (*)

(*) Ces profondeurs et modalités de protection sont les objectifs fixés aux entreprises qui réaliseront les travaux sur la base des études réalisées ; elles pourraient être adaptées en fonction de la géotechnique et des difficultés rencontrées durant les travaux.

3.1.2 Outils de protection

◆ Sur le Banc de Guérande (env. 3 km)

Des protections externes seront mises en place : matelas ou enrochements, directement déversés depuis un moyen nautique dédié.



Exemple de protection externe par enrochement (Rock-Dumping)



Exemple de protection externe par matelas

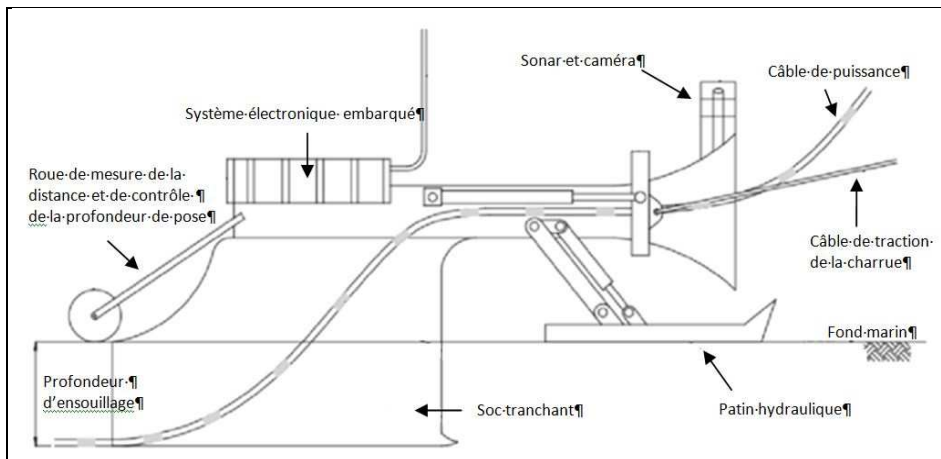
L'emprise estimée des protections externes sera :

- de 10 m à 15 m de large et 1,5 m à 2 m de haut pour le rock dumping ;
- de 3 m de large et 50 cm de haut pour le matelas.

◆ Depuis le banc de Guérande jusqu'aux abords de l'estran (env. 30 km)

Deux outils de protection pourront être utilisés simultanément ou a posteriori de la pose : la charrue ou le jetting.

- Ensouillage par charruage : une charrue est tractée depuis le moyen nautique et utilise l'action tranchante d'un soc. Le câble est déroulé depuis le moyen nautique, traverse la charrue par l'avant pour être enfin ensouillé.



Exemple de charrue (schéma de principe et photographie)

- Ensouillage par jetting : un bateau de support déploie un engin de jetting. Cet outil vient souffler la couche superficielle des fonds marins avec un jet d'eau ou d'air sous pression et permet ainsi l'ensouillage du câble.



Exemple de water jetting

Les deux techniques peuvent aussi être combinées.

Dans les fonds meubles (petits ou grands fonds), la largeur de la tranchée sera comprise entre 50 cm et 1 m environ et l'emprise de l'outil sur le sol compris entre 5 et 10 m environ.

3.1.3 Séquencement des travaux

En amont des travaux de déroulage des câbles sous-marins seront réalisés les travaux de génie civil à l'atterrage : construction des deux chambres d'atterrages, création des tranchées et installation des fourreaux sous la plage.

Pour minimiser la gêne aux utilisations habituelles de la plage, ces travaux à l'atterrage et dans une limite de 300 m comptés à partir de la laisse de haute mer seront réalisés en dehors de la période estivale.

De même en amont des travaux, auront lieu :

- des levés géophysiques préparatoires en mer et des travaux de nettoyage du tracé à l'aide d'un grappin (Pré-grapnel run) ;
- des levés topographiques à l'atterrage pour valider le niveau le plus bas et donc la profondeur des tranchées à creuser.

La pose et protection des câbles sous-marins aura lieu en deux campagnes (1 campagne par câble) et sera planifiée selon les principes suivants :

- déroulage et protection du câble dans l'estran et à l'atterrage en dehors de la période estivale ;
- déroulage et protection du câble en pleine mer durant la période estivale afin de minimiser l'aléa météorologique.

Chacune des deux campagnes de travaux devrait avoir une durée d'environ 3 mois.

Un survey géophysique aura lieu juste après les travaux pour vérifier la profondeur de l'ouvrage en mer et à l'atterrage.

3.1.4 Moyens nautiques envisagés

Les moyens nautiques utilisés dépendront de l'entreprise attributaire.

Dans tous les cas, ces moyens nautiques respecteront la réglementation en termes de signalisation, les zones de travaux seront sécurisées et les consignes de sécurité seront respectées.

Le port d'attache des plus gros moyens nautiques n'est pas connu à ce jour, mais il est fort probable que cela soit Saint-Nazaire. Pour les plus petits moyens, d'autres ports comme la Turballe pourraient être utilisés.

Transport et transbordement du câble

Le câble est transporté depuis l'usine du câblage jusqu'à la zone de Saint-Nazaire depuis un navire câblage ou une barge.

Ce moyen utilisé pour le transport peut ensuite poser directement le câble, ou bien en transborder une partie sur un autre moyen nautique. Ce transbordement peut avoir lieu en mer ou au port de Saint-Nazaire.

PLGR (Pre Lay Grapple Run)

Un navire tire un grappin sur tout le tracé avant la pose du câble afin d'enlever tous les débris (chaînes, boulders, câbles, etc.) susceptibles de s'y trouver.

Pose du câble

Le câble pourra être posé par :

- une barge, en particulier pour les faibles hauteurs d'eau. Ses 6 à 8 ancres papillonantes sont déplacées par des remorqueurs qui l'accompagnent pendant toutes les opérations,
- un navire câblé, à positionnement dynamique.



Exemple d'une barge de pose



Illustration d'un navire posant des câbles - Source : Global Marine System

Protection du câble

La protection du câble pourra être :

- simultanée à la pose du câble ; dans ce cas, l'outil d'ensouillage est opéré depuis le navire qui pose le câble,
- a posteriori de la pose depuis un navire différent et plus petit.

Survey

Des levés géophysiques seront effectués avant et juste après les opérations de pose et protection. Des navires seront utilisés dans la zone à cet effet.

Surveillance du câble

Si le câble est posé sans être protégé temporairement, des navires dits *chiens de garde* patrouillent à proximité de façon à signaler sa position.

3.1.5 Contraintes d'utilisation des moyens nautiques connues à ce jour

Les moyens nautiques qui posent les câbles sont peu manœuvrant. Ils sont reliés au sol par le câble et ne peuvent s'éloigner en cas d'urgence qu'en sectionnant le câble.

Ces navires vont stationner pendant plusieurs jours au même point pendant les opérations de remonté de câble sur la plateforme, à l'emplacement de l'éventuelle jonction en mer et à 500 m environ au droit la plage de la Courance pour le tirage du câble vers l'atterrage (flottaison).

Les opérations sur le banc de Guérande seront coordonnées avec le producteur et la co-activité sera planifiée avec lui.

3.1.6 Interaction avec la navigation pendant les travaux

Pendant les travaux en mer, il sera demandé aux autres navigateurs de se tenir à distance des opérations et de contourner la zone en faisant un large tour. Lorsque c'est possible, une restriction de 500 m sera demandée autour de la zone.

3.1.7 Signalisation de l'ouvrage

Un câble posé mais pas encore protégé sera en permanence signalé par les navires *chiens de garde* navigant au-dessus.

A la fin du chantier, la position exacte de l'ouvrage sera relevée lors d'un survey géophysique et apparaîtra dans les cartes de navigation. L'ouvrage ne sera pas matérialisé par des bouées en surface.

3.1.8 Modalités de diffusion des avis aux navigateurs

Les modalités de diffusion aux navigateurs concernant les différentes phases de travaux d'installation des câbles seront conformes à l'usage :

- fourniture d'éléments techniques aux services de l'État qui établiront les avis aux navigateurs et les AVURNAV ;
- reprise des mêmes éléments d'informations dans des communiqués de presse publiés dans des journaux locaux, une semaine avant le début effectif des phases de travaux concernées ;
- information systématique du SHOM qui veillera à publier les avis qui conviennent pour la correction des cartes et ouvrages.

3.1.9 Tableaux de synthèse

Phase travaux

Hypothèse de scénarios	Description	Conséquences	Moyens de sécurité mis en œuvre
Câble posé et protégé en deux étapes	Pendant les opérations de pose ou de protection (ensouillage ou enrochement)	Mobilité des moyens maritimes très réduite	Émission AVURNAV Évitement de la zone de travaux (large tour demandé) Restriction de 500 m possible autour du chantier
	Câble posé non ensouillé	Câble non protégé	Émission AVURNAV + Navires chiens de garde qui signalent l'ouvrage.
	Câble posé et enrochement absent	Câble non protégé	Émission AVURNAV + Navires chiens de garde qui signalent l'ouvrage.
	Câble posé et ensouillé	Câble protégé	La position du câble est signalée dans les cartes de navigation
	Câble posé et enrochement en place	Câble protégé	La position du câble et de l'enrochement est signalée dans les cartes de navigation
Câble posé et protégé en une seule étape	Pendant les opérations de pose et protection	Mobilité des moyens maritimes très réduite	Évitement de la zone de travaux (large tour demandé) Restriction de 500 m possible
	Câble posé et ensouillé	Câble protégé	La position de l'ouvrage apparaît dans les cartes de navigation

Phase exploitation

Vu d'aujourd'hui, si les objectifs de protection sont atteints pendant les travaux :

	Description	Conséquences	Souhait RTE
Zone ensouillée	Câble posé et ensouillé	Câble protégé	Câble signalé dans les cartes marines Pas d'opérations intrusives (dragage, géotechnique, prélèvements) Pas d'opération de dépôt (clapage)
Zone enrochée	Câble posé et enrochement en place	Câble protégé	Câble et enrochement signalé dans les cartes marines Pas d'opérations intrusives (dragage, géotechnique, prélèvements) Pas d'opération de dépôt (clapage)

3.2 Coût des travaux

Le coût total de la liaison sous-marine est estimé à 140 millions d'euros HT.

Quatrième partie

Calendrier

Calendrier prévisionnel des travaux

	2015				2016					2017					2018					2019																												
	J	F	M	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D								
Instruction et autorisations administratives	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																						
Travaux liaison sous-marine																																																
Génie civil																																																
Atterrage																																																
Câbles																																																

Cinquième partie

Modalités de suivi et de maintenance du projet

Cinquième partie - Sommaire détaillé

5.1	Maintenance préventive	30
5.2	Maintenance curative	31

Les modalités de diffusion aux navigateurs concernant les différentes phases de travaux d'installation des câbles seront conformes à l'usage :

5.1 Maintenance préventive

Dans le cadre des liaisons sous-marines, une surveillance du tracé sera mise en place. Cette vérification consiste en une étude géophysique (appelée couramment survey) permettant de contrôler la position du câble et la configuration du fond marin à ses abords. Une première vérification du tracé sera réalisée 1 an après la mise en service.

La récurrence des visites ultérieures est fonction du type de pose des liaisons sous-marines. Pour les câbles ensouillés, en fonction des résultats de la première vérification et des zones à risques traversées (forts courants, dunes sous-marines, zone de topologie accidentée), les visites ultérieures seront espacées entre 3 et 10 ans. Pour les câbles déposés sur le fond marin, qui seront protégés (rock dumping, matelas, etc.), une vérification du tracé sera réalisée tous les 3 ans afin de contrôler que les protections restent bien en place.

Les mesures de sécurité appliquées sont édictées par la préfecture maritime et devraient être similaires à celles d'un survey géophysique classique.

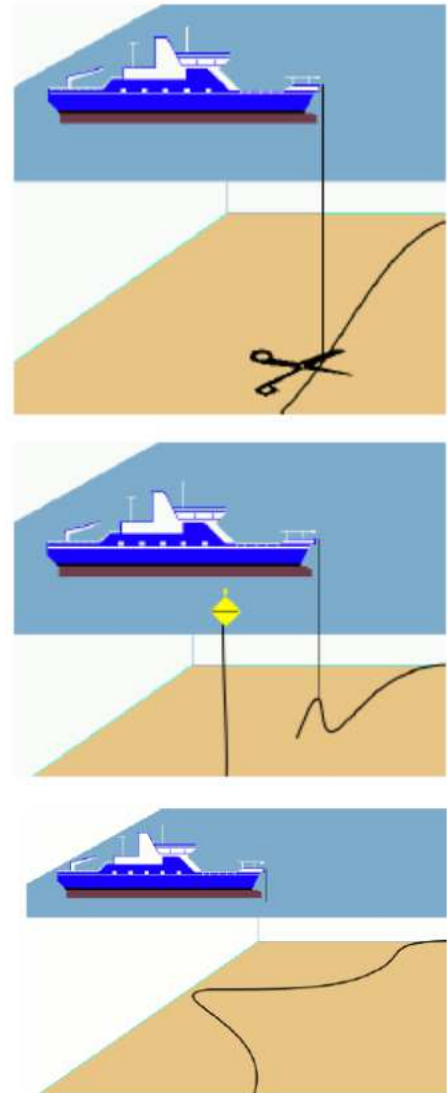
Les moyens maritimes sont ceux d'un survey géophysique classique.

La fréquence de suivi sera validée par les services gestionnaires du Domaine Public Maritime en lien avec RTE, dans le cadre de la convention de concession.

5.2 Maintenance curative

En cas de défaut sur un câble situé en pleine mer, la réparation peut prendre un temps variable en fonction de la durée d'affrètement du navire de pose.

- Lorsque le défaut sur le câble est localisé, une première coupe du câble intervient pour isoler la partie endommagée du câble non endommagé.
- Un test est effectué sur l'extrémité ainsi créée afin de vérifier que les caractéristiques électriques, optiques et mécaniques sont intègres jusqu'à l'atterrage. Si ce n'est pas le cas, c'est qu'un autre défaut est présent, ce défaut doit donc être trouvé avant la suite de la réparation.
- Lorsque le test est concluant, l'extrémité est remise à l'eau équipée de bouées pour la maintenir à la surface (ou redéposée au fond), et il est procédé à la même opération avec l'autre extrémité du câble.
- Lorsque l'on est certain d'avoir supprimé toute la partie endommagée, la fabrication de la première jonction peut commencer. Cette opération est longue (entre 1 et 3 jours) et nécessite que le bateau reste très stable. Lorsque la jonction est réalisée, un test électrique dit « Time Domain Reflectometry » (TDR) ou un test optique dit « Optical Time Domain Reflectometry » (OTDR) est effectué pour s'assurer de la réussite de l'opération.
- La partie du câble réparée est ensuite reposée le long de la route initiale, jusqu'à l'autre extrémité (qui est prête à recevoir la réparation).
- La même opération est alors effectuée. Après la réparation de la deuxième partie du câble, un test sur toute la longueur de la liaison est effectué. S'il est concluant, alors le câble peut être redéposé.
- Cependant, la réparation provoque une surlongueur (a minima deux fois la profondeur) et le câble ne peut être redéposé de la même manière qu'initialement. La surlongueur est donc reposée à 90° par rapport à l'axe de la liaison initiale.
- Les éventuelles opérations de protection du câble sont effectuées par la suite.



Il faut compter entre 15 et 25 jours d'opérations en mer pour la réparation du câble, à partir d'un moyen maritime de pose de câble léger. Les mesures de sécurité prises sont édictées par la préfecture maritime et devraient être les mêmes que pendant les opérations de pose et protection initiale.

Si un ré-ensouillage est nécessaire, les techniques mises en œuvre et les moyens associés sont ceux décrits dans la partie 4.

Sixième partie

Remise en état des lieux

S'il est mis un terme aux titres d'occupation des sites maritimes par la liaison sous-marine de raccordement du parc éolien en mer de Saint-Nazaire, RTE réalise à ses frais une étude portant sur les impacts des opérations de démantèlement des ouvrages, constructions et installations faisant l'objet de la présente concession et de remise en état de la dépendance du domaine public maritime concédé. Cette étude aura également pour objectif l'optimisation des conditions de réalisation des opérations de démantèlement en tenant compte des enjeux liés à l'environnement, aux activités et à la sécurité maritimes.

RTE s'engage à procéder, dans le respect des mesures prescrites par les autorités compétentes relatives à la préservation de l'environnement, aux opérations de remise en état, de restauration ou réhabilitation du site afin d'assurer la réversibilité effective des modifications apportées au milieu naturel.

◆ Modalités techniques de dépose d'une liaison sous-marine

Actuellement la méthodologie d'enlèvement des câbles est assez proche de l'inverse de celle appliquée pour lors de la pose. Ces travaux de démantèlement impliquent les opérations suivantes :

- l'ouverture de la tranchée pour le désensouillage à l'aide de moyens équivalents à l'ensouillage ;
- le retrait des protections externes si elles ont été installées lors de la pose des câbles ;
- la récupération du câble en l'enroulant ou en le débitant sur un navire ;
- la revalorisation des matériaux (cuivre, acier, etc.) suivant les procédés favorisant la réutilisation, la régénération, le recyclage et traitement des déchets résiduels dans les filières industrielles adaptées.

L'ensemble de ces opérations, qui inclut la gestion de la sécurité en mer, sera réalisé suivant les meilleures conditions environnementales, techniques et économiques dans le respect de la réglementation en vigueur au jour du démantèlement.

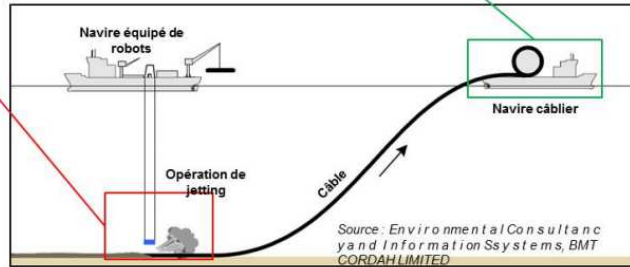


Illustration de dépose de câbles ensouillés