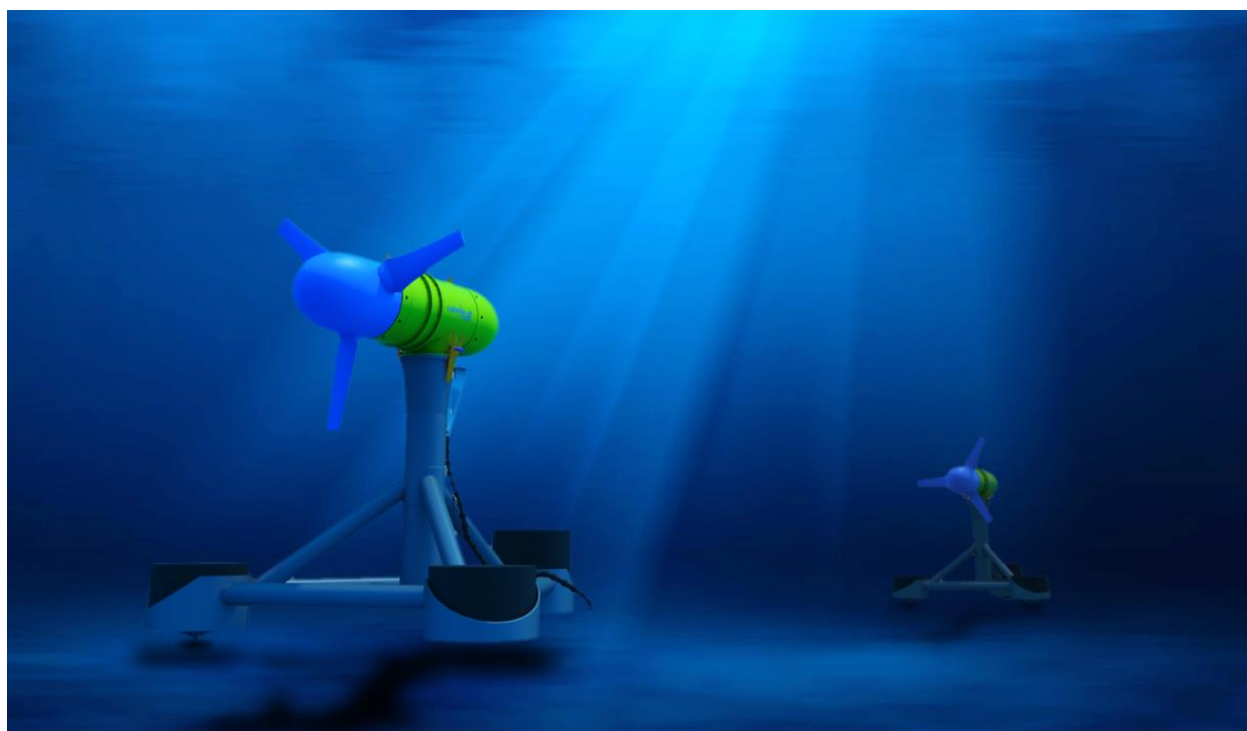


SAS MORBIHAN HYDRO ENERGIES

- PROJET TIGER -
DEMANDE D'EXAMEN AU CAS
PAR CAS
ANNEXE COMPLEMENTAIRE

MAI 2020



© Sabella

TIGER TIDAL STREAM
INDUSTRY
ENERGISER



TABLE DES MATIÈRES

1	LE PROJET TIGER	6
2	LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE	8
2.1	REGLEMENTATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT	8
2.1.1	<i>Livre I : Les dispositions communes</i>	8
2.1.2	<i>Livre II : Les milieux physiques</i>	10
2.1.3	<i>Livre III : Les espaces naturels</i>	11
2.2	REGLEMENTATION AU TITRE DU CODE GENERAL DE LA PROPRIETE DES PERSONNES PUBLIQUES (CG3P)	15
2.3	REGLEMENTATION AU TITRE D'AUTRES CODES	16
2.3.1	<i>Code de l'Énergie</i>	16
2.3.2	<i>Code de l'urbanisme</i>	16
2.3.3	<i>Code des collectivités territoriales</i>	16
3	LA DESCRIPTION DETAILLEE DU PROJET	17
3.1	LE PROJET SABELLA D10	17
3.1.1	<i>SABELLA, de l'Odéon au Fromveur</i>	17
3.1.2	<i>Caractéristiques et mise en œuvre de l'hydrolienne Sabella D10</i>	18
3.1.3	<i>Les études préalables menées dans le cadre du projet Sabella D10</i>	30
3.1.4	<i>Les suivis environnementaux</i>	31
3.1.5	<i>Les premiers résultats des suivis environnementaux</i>	34
3.2	LE PROJET TIGER	39
3.2.1	<i>Description générale</i>	39
3.2.2	<i>Présentation des aménagements</i>	40
3.2.3	<i>Installation</i>	45
3.3	LES PRINCIPALES DIFFERENCES ENTRE LE PROJET SABELLA D10 ET LE PROJET TIGER	48
4	LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT AU NIVEAU DE LA ZONE D'ETUDE	49
4.1	LA DEFINITION DES ENJEUX	49
4.2	LE MILIEU PHYSIQUE	50
4.2.1	<i>La morphologie des fonds</i>	50
4.2.2	<i>Les agents hydrodynamiques</i>	53
4.2.3	<i>Le contexte sédimentaire</i>	55
4.2.4	<i>La qualité de l'eau</i>	56
4.2.5	<i>L'environnement sonore sous-marin</i>	57
4.2.6	<i>Synthèse de l'environnement physique et définition des enjeux</i>	67
4.3	LE MILIEU BIOLOGIQUE	69
4.3.1	<i>Le patrimoine naturel et écologique</i>	69
4.3.2	<i>Les biocénoses planctoniques</i>	81
4.3.3	<i>Les biocénoses benthiques</i>	82
4.3.4	<i>Les poissons et la ressource halieutique</i>	88
4.3.5	<i>Les mammifères marins et la mégafaune marine</i>	89
4.3.6	<i>L'avifaune</i>	89
4.3.7	<i>Synthèse de l'environnement biologique et définition des enjeux</i>	91
4.4	LE CADRE DE VIE	94
4.4.1	<i>Le paysage</i>	94
4.4.2	<i>Le patrimoine culturel</i>	98
4.4.3	<i>La qualité de l'air</i>	102
4.4.4	<i>L'environnement sonore aérien</i>	103
4.4.5	<i>Les risques dans le Golfe du Morbihan (source Atlas de l'environnement 56)</i>	105
4.4.6	<i>Définition des enjeux du Cadre de vie</i>	111
4.5	LES ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES ET LES USAGES	112
4.5.1	<i>La navigation maritime dans le Golfe du Morbihan</i>	112
4.5.2	<i>Activités de pêches professionnelles</i>	118
4.5.3	<i>Cultures marines</i>	125
4.5.4	<i>La pêche de loisir</i>	126
4.5.5	<i>La plongée sous-marine</i>	129
4.5.6	<i>Définition des enjeux des activités socio-économiques</i>	130
5	LES EFFETS POTENTIELS DE L'INSTALLATION, DE L'EXPLOITATION ET DU DEMANTELEMENT DU PROJET HYDROLIEN	132
5.1	DEFINITION DES EFFETS POTENTIELS	132

5.1.1	Source méthodologique et retour d'expérience	132
5.1.2	Évaluation des effets potentiels	132
5.2	LES EFFETS POTENTIELS EN PHASE D'INSTALLATION	133
5.2.1	Les effets potentiels sur l'environnement physique.....	133
5.2.2	Les effets potentiels sur l'environnement biologique	136
5.2.3	Les effets potentiels sur le cadre de vie	138
5.2.4	Les effets potentiels sur les activités socio-économiques et les usages.....	139
5.3	LES EFFETS POTENTIELS EN PHASE D'EXPLOITATION	141
5.3.1	Les effets potentiels sur l'environnement physique.....	141
5.3.2	Les effets potentiels sur l'environnement biologique	144
5.3.3	Les effets potentiels sur le cadre de vie	151
5.3.4	Les effets potentiels sur les activités socio-économiques et les usages.....	152
5.4	LES EFFETS POTENTIELS EN PHASE DE DEMANTELEMENT	153
6	CONCLUSION	154
7	BIBLIOGRAPHIE	156
8	AUTEURS DU DOCUMENT	156

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Catégorie de projets soumis à évaluation environnementale ou à examen au cas par cas.....	8
Tableau 2 : Nomenclature des Installations, Ouvrages, Activités et Travaux (IOTA).....	11
Tableau 3 : Dates des opérations d'installations des différentes composantes de l'hydrolienne.....	22
Tableau 4 : Études spécifiques et investigations menées sur le milieu physique.....	30
Tableau 5 : Études spécifiques et investigations menées sur le milieu biologique	31
Tableau 6 : Ensemble des suivis environnementaux prévus dans la nouvelle demande d'autorisation (Ecorivage, 2016)	32
Tableau 7 : État d'avancement du protocole de suivi à l'heure actuelle.....	33
Tableau 8 : coordonnées du pied arrière des deux hydroliennes du projet TIGER	40
Tableau 9 : Caractéristiques techniques des hydroliennes D08	40
Tableau 10 : Masse de l'embase des hydroliennes pour TIGER	42
Tableau 11 : Classification des niveaux d'enjeu	49
Tableau 12 : Investigations de terrain mises en œuvre dans le cadre du projet TIGER	50
Tableau 13 : Effet des conditions physiques du milieu océanique sur la propagation acoustique et sur la génération de bruits propres contribuant à la résultante du bruit ambiant (QuietOcéans, 2018).....	60
Tableau 14 : Probabilité de mesurer un niveau sonore (dB ref. 1 μPa^2) supérieur ou égale à (QuietOcéans, 2018)	63
Tableau 15 : Synthèse des niveaux sonores (naturel et anthropique) estimés dans la zone projet (QuietOcéans, 2018).....	63
Tableau 16 : Synthèse des niveaux sonores (naturel et anthropique) estimés dans la zone projet (QuietOcéans, 2018).....	65
Tableau 17 : Définition des enjeux de l'environnement physique	68
Tableau 18 : investigations de terrain mises en œuvre dans le cadre du projet TIGER	69
Tableau 19 : Définition des enjeux de l'environnement biologique (1/2)	93
Tableau 20 : Définition des enjeux de l'environnement biologique (2/2)	93
Tableau 21 : Définition des enjeux du cadre de vie sur le site d'étude	111
Tableau 22 : Dépendance spatiale des navires à la zone d'étude « projet hydrolien » par quartier maritime (source CRPMEM)	120
Tableau 23 :Dépendance temporelle des navires à la zone d'étude par quartier maritime (source CRPMEM)	121
Tableau 24 : Nombre de déclarations et proposition pour chaque engin de pêche utilisé sur la zone d'étude (source CRPMEM)	121
Tableau 25 : Espèces ciblées sur la zone d'étude (source CRPMEM)	122
Tableau 26 : Calendrier de ciblage des principales espèces pêchées sur la zone d'étude (en nombre de navires)	122
Tableau 27 : Définition des enjeux des activités socio-économiques sur l'aire d'étude	131
Tableau 28 : Classification des niveaux d'effets	133
Tableau 29 : Principaux effets attendus sur l'environnement physique en phase d'installation	135
Tableau 30 : Principaux impacts attendus sur l'environnement biologique en phase d'installation	138

Tableau 31 : Principaux effets attendus sur le cadre de vie en phase d'installation	139
Tableau 32 : Sites de plongées et zones d'interdiction de 200 m autour des sites proposés	140
Tableau 33 : Principaux effets attendus sur les activités socio-économiques en phase d'installation	141
Tableau 34 : Principaux impacts attendus sur l'environnement physique en phase d'exploitation	144
Tableau 35 : Groupes d'espèces considérées et seuils de sensibilité associés (Quiet Océans, 2018)	146
Tableau 36 : Groupes d'espèces considérées et seuils de sensibilité associés (Quiet Océans, 2018)	147
Tableau 37 : Principaux impacts attendus sur l'environnement biologique en phase d'exploitation	150
Tableau 38 : Principaux impacts attendus sur le cadre de vie en phase d'exploitation	151
Tableau 39 : Principaux effets attendus sur les activités socio-économiques en phase d'exploitation	152

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Partenaires du programme TIGER et sites de test	6
Figure 2 : Sites étudiés pour l'implantation potentielle d'hydrolienne (UBS, 2018)	7
Figure 3 : Essais de « Sabella D03 » en baie de Bénodet - Relevage définitif en avril 2009 – Exposition sur le parvis d'OCEANOPOLIS (SA SABELLA)	17
Figure 4 : Représentation des sous-ensembles de l'hydrolienne Sabella D10 (SABELLA)	18
Figure 5 : Photo de l'hydrolienne Sabella D10 (SABELLA)	19
Figure 6 : Embase et turbine de l'hydrolienne « Sabella D10 » (SABELLA)	20
Figure 7 : Connecteur sous-marin (SABELLA)	20
Figure 8 : Composition du câble d'export et coquilles installées sur le câble au niveau de la zone à substrats durs	21
Figure 9 : Poste de contrôle à terre (SABELLA)	21
Figure 10 : Les moyens navals mobilisés, l'Argonaute et la barge Iroise Mer (SABELLA)	23
Figure 11 : Les moyens mobilisés à terre (SABELLA)	23
Figure 12 : Positionnement de l'Argonaute – traction du câble sur la plage – mise en place des coquilles (SABELLA)	24
Figure 13 : Le câble sous-marin (à gauche), le connecteur (au milieu) et le corps-mort muni de ses deux balises acoustiques (à droite) (SABELLA)	24
Figure 14 : Ensouillage du câble sur la partie sableuse (SABELLA)	25
Figure 15 : Le Palembang et deux des trois remorqueurs utilisés, le Gascogne et le Croisic (SABELLA)	25
Figure 16 : Mise à l'eau de l'hydrolienne (SABELLA)	26
Figure 17 : Hydrolienne et connecteur sous-marin posés sur le fond (SABELLA)	26
Figure 18 : Connexion de l'hydrolienne à son câble d'export de l'électricité - 21/09/2015 (SABELLA)	27
Figure 19 : Les moyens pour l'installation du câble au niveau de l'estran (SABELLA)	28
Figure 20 : Passage du câble après la cale et le long de la falaise (SABELLA)	28
Figure 21 : Installation du conteneur de conversion et de contrôle (SABELLA SAS)	29
Figure 22 : Position des C-POD (Setec in vivo)	35
Figure 23 : Capture des vidéos prises par la caméra fixée sur la turbine (SABELLA SAS)	38
Figure 24 : Vue d'artiste du projet expérimental TIGER (SABELLA)	39
Figure 25 : Implantation des deux hydroliennes D08 sur le site de l'île longue (SABELLA)	39
Figure 26 : Vue 3D de la conception préliminaire de la turbine D08 (SABELLA)	41
Figure 27 : Vue 3D de la conception préliminaire de l'embase D08 (SABELLA)	42
Figure 28 : Vue 3D de principe d'une connexion wet mate passive (SABELLA)	43
Figure 29 : schéma des câbles d'export sous-marin de l'électricité	44
Figure 30 : Routes de câble depuis les hydroliennes jusqu'au point de livraison - WGS84-UTM30N - (SABELLA)	44
Figure 31 : Far Superior, navire DP2 utilisé pour la repose de D10 en octobre 2018 (SABELLA)	46
Figure 32 : Vue 3D de la conception préliminaire de l'embase D08 avec son système wet mate en attente (SABELLA)	47
Figure 33 : LARS utilisé pour D10 (SABELLA)	47
Figure 34 : Déroulement de la pose de la turbine sur l'embase (SABELLA)	48
Figure 35 : Modèle Numérique de Terrain interpolé sous ArcGis pour la bathymétrie SMF de novembre 2014 (maillée à 0,5 m) au Sud de l'île Longue avec des isobathes tous les 2 mètres (fond de carte SHOM 7137) (UBS, 2018)	51

Figure 36 : Représentation 3D sous Fledermaus morpho-bathymétrique du site situé au Sud de l'île Longue à partir des données de novembre 2014 (vue plongeante Ouest, exagération verticale x 5) (UBS, 2018).....	51
Figure 37 : Carte des pentes (degrés) issues des données bathymétriques novembre 2014 maillée à 1 m (fond de carte SHOM 7137) (UBS, 2018).....	52
Figure 38 : Différentiel bathymétrique entre 2014 et 2004 (maillage de 5 m) (fond de carte SHOM 7137) (UBS, 2018)	52
Figure 39 : Carte des courants dans le Golfe du Morbihan au moment de la Pleine Mer pour un coefficient de 95 (SHOM) (UBS, 2018)	53
Figure 40 : Profils de courant et déploiement du courantomètre (Sedrati et al., 2016 in UBS, 2018)	54
Figure 41 : Hauteurs d'eau, vitesses moyennes du courant sur la colonne d'eau et les directions moyennes des courants au point de mesure au niveau du site du sud de l'île Longue. (b) Évolution du marnage, du flot et jusant selon le coefficient de marée au sud de l'île Longue (Sedrati et al., 2016 in UBS, 2018)	54
Figure 42 : Carte sédimentaire du Golfe du Morbihan. L'isobathe - 2 mètres fait apparaître les chenaux de marées (D'après Menier et Cancouët, 2010 in UBS, 2018).....	55
Figure 43 : Nature sédimentaire aux abords du site d'étude de l'île Longue.....	56
Figure 44 : Échelle qualitative des niveaux de bruits sous-marins émis à un mètre dans une bande basse fréquence de quelques kHz (QuietOcéans, 2018).....	57
Figure 45 : Composition du chorus sonore sous-marin (QuietOcéans, 2018)	58
Figure 46 : Synthèse des niveaux de bruit typiques en fonction de la fréquence et de la nature de la source de bruit	59
Figure 47 : Emplacement de point de mesure d'acoustique passive déployé en juin 2017 (QuietOcéans, 2018)	62
Figure 48 : Niveau sonore du bruit naturel et du trafic maritime préexistant dans la bande 45Hz à 70 kHz- cercle rouge : le site de l'île Longue (QuietOcéans, 2018)	64
Figure 49 : Cartographie du bruit large bande naturel et du trafic maritime préexistant durant un instant de la grande parade - cercle rouge : le site de l'île Longue (QuietOcéans, 2018)	65
Figure 50 : Les ZNIEFF au sein du golfe du Morbihan (UBS, 2018)	70
Figure 51 : Les ZICO au sein du golfe du Morbihan (UBS, 2018)	71
Figure 52 : Localisation du Parc Naturel Régional (PNR) du Golfe du Morbihan	72
Figure 53 : Localisation de la réserve des Marais de Séné	73
Figure 54 : Localisation de la réserve nationale de chasse et de faune sauvage du golfe du Morbihan	74
Figure 55 : Localisation du site RAMSAR du golfe du Morbihan	75
Figure 56 : Localisation des arrêtés préfectoraux de Protection de Biotopes du golfe du Morbihan	76
Figure 57 : Localisation des sites Natura 2000 du golfe du Morbihan	77
Figure 58 : Localisation des sites inscrits et classés du golfe du Morbihan	78
Figure 59 : Localisation des sites du CERL au sein du golfe du Morbihan	79
Figure 60 : Localisation des Espaces Naturels Sensibles (ENS) du golfe du Morbihan	80
Figure 61 : Les trois points de prélèvement dans le Golfe du Morbihan (UBS, 2018)	81
Figure 62 : Habitats marins d'intérêt communautaire Natura 2000 dans les deux sites d'étude (UBS, 2018)	82
Figure 63 : Plan de positionnement des traits des vidéos tractées (UBS, 2018)	83
Figure 64 : Photographies des faciès identifiés par vidéo-tractées (UBS, 2018)	83
Figure 65 : Zone prospectée pour l'atterrage du câble (UBS, 2018)	84
Figure 66 : Tracés du câble d'atterrage et proposition de variante (UBS, 2018).....	85
Figure 67 : Poste de relevage situé en haut de la plage du Tréno, Arzon (UBS, 2018).....	85
Figure 68 : Estran composé d'un cordon de galet dans sa partie supérieure, de sable puis de vase (UBS, 2018)	86
Figure 69 : À gauche : Ceinture à Fucus – À droite : Herbiers de zostère (UBS, 2018)	86
Figure 70 : Plan de position des échantillons (UBS, 2018).....	87
Figure 71 : Illustrations de quelques espèces présentes dans le golfe du Morbihan (UBS, 2018)	88
Figure 72 : Informations spatiales de la zone d'étude (Callard, 2018 in UBS, 2018)	89
Figure 73 : Répartition des observations d'Alcidés d'après Faune Bretagne (UBS, 2018).....	90
Figure 74 : Effectif annuel moyen des Alcidés à la mi-janvier	90
Figure 75 : Bloc paysage "Golfe du Morbihan" (Panorama des paysages du littoral, 2017).	94
Figure 76 : Les cinq entités paysagères (Étude paysagère, SMVM, 2002).	95
Figure 77 : Les onze entités paysagères (PNR, 2010).	97

Figure 78 : Entité 1 – L'entrée du Golfe (Briandet, 2003).....	98
Figure 79 : Inventaire des mégalithes du Golfe du Morbihan (PNR, 2010)	99
Figure 80 : Monuments historiques inscrit et classés situés à proximité des sites d'étude	101
Figure 81 : Réseau des stations de mesures en Bretagne (source Airbreizh)	102
Figure 82 : Évolution des émissions (source Airbreizh)	103
Figure 83 : Indice de la qualité de l'air des principales villes bretonnes (source Airbreizh)	103
Figure 84 : Classement sonore des routes nationales et départementales (source CD56)	104
Figure 85 : Évolution du nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles publiées (source BD Gaspar)	106
Figure 86 : Sites sensibles à la submersion marine dans le Morbihan (source CD56)	107
Figure 87 : Zones vulnérables à l'évolution du trait de côte dans le Morbihan (source CD56)	108
Figure 88 : Répartition du type d'accidents technologiques 1998-2008 (source Base ARIA)	109
Figure 89 : Principaux axes présentant des risques de transport des matières (source CD56)	109
Figure 90 : Synthèse des risques encourus (source BF Gaspar).....	110
Figure 91 : Zones maritimes réglementées dans le Golfe du Morbihan (UBS 2008)	112
Figure 92 : Zones des 300 mètres à marée haute et à marée basse (ONCFS, DREAL Bretagne).	113
Figure 93 : Zones particulières de navigation dans les espaces maritimes les plus étroits du Golfe du Morbihan	113
Figure 94 : Zones interdites au mouillage.	115
Figure 95 : Ports et mouillages dans le Golfe du Morbihan (d'après SMVM 2006).....	115
Figure 96 : Les flux plaisanciers au départ du port de Vannes (Sonnac 2006).	116
Figure 97 : Principaux itinéraires du transport maritime dans le Golfe du Morbihan.....	117
Figure 98 : Les mailles VALPENA étudiées dans le cadre du projet hydrolien (source CRPMEM)	118
Figure 99 : Indicateur de densité annuelle des navires bretons fréquentant la zone d'étude « projet hydrolien » (source CRPMEM)	119
Figure 100 : Indicateur de densité mensuelle des navires bretons fréquentant la zone d'étude « projet hydrolien » (source CRPMEM)	120
Figure 101 : « Métiers » pratiqués sur la zone d'étude (en nombre de navires) (source CRPMEM).....	123
Figure 102 : Nombre de métiers pratiqués par les navires de pêche sur la zone d'étude (source CRPMEM).....	123
Figure 103 : Gisements classés pour la pêche à pied dans le Golfe du Morbihan.	124
Figure 104 : Concessions d'exploitation de cultures marines dans le Golfe du Morbihan.	125
Figure 105 : Réglementations existantes sur et à proximité des sites hydroliens potentiels dans le Golfe du Morbihan	125
Figure 106 : Passes concernées par l'interdiction de navigation à la dérive entre le 1 ^{er} juin et le 31 août, de 10 à 19 heures, dans le Golfe du Morbihan.	127
Figure 107 : Zones de pêche des 272 pêcheurs plaisanciers enquêtés (Bossier, 2001 in Péronnet et al., 2003, Pêche de loisir) ..	127
Figure 108 : Zones interdites à la pêche sous-marine de loisir sur le littoral du Morbihan (source Web)	128
Figure 109 : Principaux sites de plongée et itinéraires empruntés lors des plongées dérivantes dans le Golfe du Morbihan.	129
Figure 110 : Cartographie au percentile 50 % de l'émergence sonore du parc d'hydroliennes en comparaison du bruit ambiant lors d'une situation courante (Quiet Océans, 2018)	142
Figure 111 : Cartographie au percentile 10 % de l'émergence sonore du parc d'hydroliennes pendant la Grande Parade du Golfe du Morbihan (Quiet Océans, 2018).....	143
Figure 112 : Émergence sonore perçue par les poissons (à gauche) et distribution des émergences dans l'empreinte sonore (à droite) (Quiet Océans, 2020)	145
Figure 113 : Fonction de sensibilité auditive des différentes catégories de mammifères marins selon (NOAA, 2016) et de poissons et tortues selon (Popper, et al., 2014 in Quiet Océans, 2018	147
Figure 114 : Émergence sonore perçue par les cétacés haute fréquence (à gauche) et distribution des émergences dans l'empreinte sonore (à droite) (Quiet Océans, 2018)	148
Figure 115 : Émergence sonore perçue par les pinnipèdes (à gauche) et distribution des émergences dans l'empreinte sonore (à droite) (Quiet Océans, 2018)	148
Figure 116 : Méthodologie de l'évaluation des impacts (MEEM, 2017).....	154

1 LE PROJET TIGER

Le projet TIGER (Tidal Stream Industry Energiser) est un projet expérimental européen de coopération entre la France et l'Angleterre. Le projet vise à démontrer la rentabilité économique de l'énergie hydrolienne afin que celle-ci puisse entrer dans le bouquet énergétique de l'Angleterre et de la France.

Dix-huit partenaires, industriels, chercheurs, énergéticiens, agences de développement, français et anglo-saxons, réunis autour de l'agence gouvernementale britannique ORE CATAPULT, sont parties prenantes dans le projet.

Dans le cadre de ce projet, plusieurs zones potentielles d'intérêt hydrolien sont identifiées en Angleterre (île de Wight), au Pays de Galle (Ramsey Sound) et en France (Paimpol-Bréhat, Raz-Blanchard et Golfe du Morbihan). Ces zones sont les sites de test du programme TIGER.

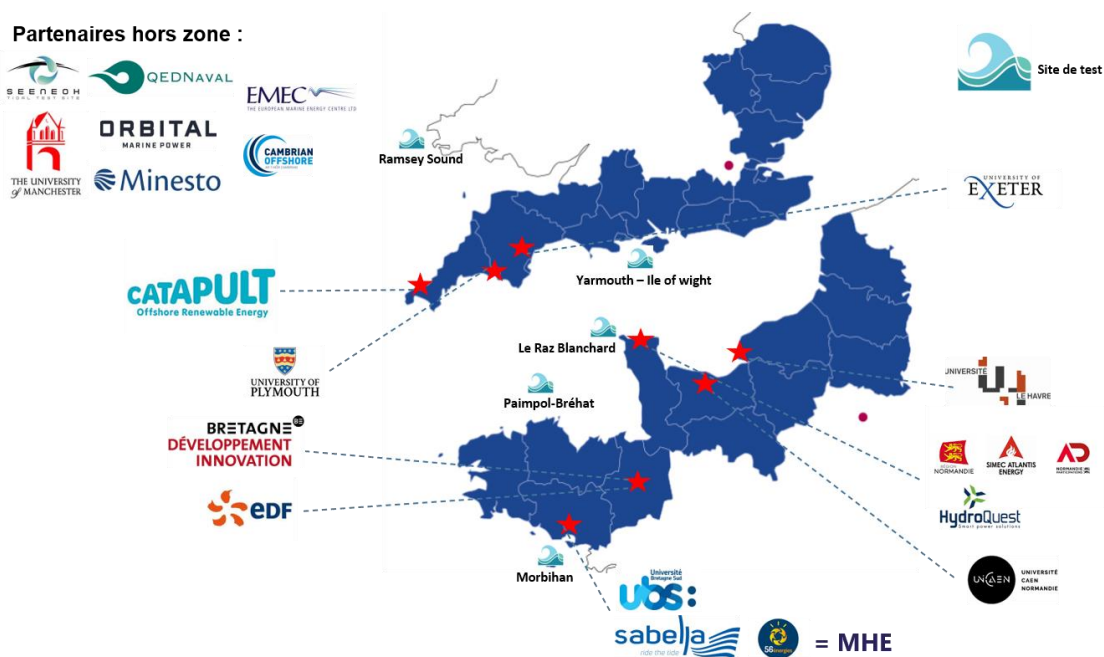


Figure 1 : Partenaires du programme TIGER et sites de test

La société MORBIHAN HYDRO ENERGIES (MHE), issue du rapprochement des sociétés SA SABELLA et SEM 56 ENERGIES, est en charge des essais sur le site du Golfe du Morbihan dans le cadre de ce projet expérimental. Dans ce contexte MHE envisage d'immerger deux hydroliennes expérimentales pendant 3 ans.

SABELLA est un développeur de technologie hydrolienne basée à Quimper et 56 ENERGIES est la société d'économie mixte de MORBIHAN ENERGIES, le Syndicat Départemental d'Electricité du Morbihan.

L'UNIVERSITE DE BRETAGNE SUD (UBS) fait également partie du projet européen et accompagne MHE dans le développement du site Morbihannais. MHE et l'UBS ont d'ores et déjà réalisé de nombreuses études environnementales au sein du golfe du Morbihan notamment en vue de définir un site favorable à l'implantation d'hydrolienne. Ainsi deux sites d'implantation potentielle ont été étudiés :

- ▶ Le site du sud de l'île Longue ;
- ▶ Le site du sud de l'île Berder.

La synthèse de ces études spécifiques et des investigations de terrains (relevés bathymétriques, mesures de courants, etc.) a permis d'identifier les principaux enjeux de la zone d'étude et de privilégier un site pour l'implantation du projet. Ainsi, le site du sud de l'Île Longue a été considéré comme la zone la plus favorable à l'installation de deux hydroliennes.

Le présent document présente, tout d'abord, en détail les principaux enjeux de la zone d'étude puis analyse les effets potentiels de l'installation et de l'exploitation du projet hydrolien.

L'ensemble de ces éléments doit permettre à l'Autorité Environnementale de juger sur la nécessité ou non de réaliser une évaluation environnementale conformément à l'article R.122-2 du code de l'environnement.

La référence « projet TIGER » dans le document fait uniquement référence au volet Morbihannais du projet européen.



Figure 2 : Sites étudiés pour l'implantation potentielle d'hydrolienne (UBS, 2018)

2 LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Le projet TIGER est soumis aux réglementations relatives au titre du code de l'environnement, du code général de la propriété des personnes publiques, du code de l'énergie, du code des collectivités territoriales et au code du patrimoine.

2.1 Réglementation au titre du Code de l'Environnement

Le code de l'environnement regroupe des textes juridiques relatifs au droit de l'environnement. Il est composé de sept livres. Le projet TIGER est potentiellement concerné par les livres suivants :

- ▶ livre Ier : Dispositions communes (principes généraux, évaluation environnementale, procédure administrative) ;
- ▶ livre II : Milieux physiques (eau et milieux aquatiques et marins : installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA)) ;
- ▶ livre III : Espaces naturels (réserve naturelle, site classé...) ;
- ▶ livre IV : Patrimoine naturel (évaluation des incidences Natura 2000).

2.1.1 Livre I : Les dispositions communes

Les dispositions communes constituent le livre Ier du code de l'environnement et fixent notamment le cadre de l'évaluation environnementale (ou étude d'impact), des enquêtes publiques et des procédures administratives.

2.1.1.1 L'évaluation environnementale

Cette évaluation est définie, pour sa partie législative, aux articles L122-1 à L122-3-4 et pour sa partie réglementaire aux articles R122-1 à R122-27.

L'article R122-2 fixe les critères permettant d'identifier les projets soumis à évaluation environnementale ou à examen au cas par cas : « *Les projets relevant d'une ou plusieurs rubriques énumérées dans le tableau annexé au présent article font l'objet d'une évaluation environnementale, de façon systématique ou après un examen au cas par cas, en application du II de l'article L. 122-1, en fonction des critères et des seuils précisés dans ce tableau* ».

Le projet TIGER est concerné par les catégories suivantes :

Énergie		
Catégorie de projet	Projets soumis à évaluation environnementale	Projets soumis à examen au cas par cas
31. Installation en mer de production d'énergie	Éolienne en mer	Toute autre installation
34. Autres câbles en milieu marin		Autres câbles en milieu marin installés sur le domaine public maritime

Tableau 1 : Catégorie de projets soumis à évaluation environnementale ou à examen au cas par cas

Le projet TIGER est soumis à examen au cas par cas au titre des catégories de projets 31 et 34.

2.1.1.2 La participation du public (enquête publique)

La participation du public est définie, pour sa partie législative, aux articles L123-1 à L122-19-8 et pour sa partie réglementaire aux articles R123-1 à D123-46-2.

L'article L123-1 indique : « I. - Font l'objet d'une enquête publique soumise aux prescriptions du présent chapitre préalablement à leur autorisation, leur approbation ou leur adoption :

- ▶ 1° Les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements exécutés par des personnes publiques ou privées devant comporter une évaluation environnementale en application de l'article L. 122-1 [...] ».

L'article R123-1 précise : « I. Pour l'application du 1° du I de l'article L. 123-2, font l'objet d'une enquête publique soumise aux prescriptions du présent chapitre les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis de façon systématique à la réalisation d'une étude d'impact en application des II et III de l'article R. 122-2 et ceux qui, à l'issue de l'examen au cas par cas prévu au même article, sont soumis à la réalisation d'une telle étude ».

Le projet TIGER sera soumis à enquête publique si après examen au cas par cas, l'Autorité Environnementale rend une décision qui soumet le projet à la réalisation d'une évaluation environnementale (étude d'impact). Dans ce cas, l'enquête publique sera d'une durée minimale d'un mois.

Notons que le projet peut être soumis à enquête publique via d'autres entrées réglementaires notamment si le projet est soumis à autorisation au titre du livre II du CE Milieux physiques (Eau et milieux aquatiques et marins : installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA)). Ainsi l'analyse menée au § 7.1.1.2 page 59 montre que le projet sera dans tous les cas soumis à une enquête publique d'une durée minimale de quinze jours.

2.1.1.3 La procédure administrative (autorisation environnementale)

Le cadre de l'autorisation environnementale est défini, pour sa partie législative, aux articles L181-1 à L181-31 et pour sa partie réglementaire aux articles R181-1 à R181-56.

L'article L181-1 précise : « L'autorisation environnementale, dont le régime est organisé par les dispositions du présent livre ainsi que par les autres dispositions législatives dans les conditions fixées par le présent titre, est applicable aux activités, installations, ouvrages et travaux suivants, lorsqu'ils ne présentent pas un caractère temporaire :

- ▶ 1° Installations, ouvrages, travaux et activités mentionnés à l'I de l'article L. 214-3¹, y compris les prélèvements d'eau pour l'irrigation en faveur d'un organisme unique en application du 6° du II de l'article L. 211-3² ;
- ▶ 2° Installations classées pour la protection de l'environnement mentionnées à l'article L. 512-1³. »

¹ Le I de l'article L214-3 précise : « I. Sont soumis à autorisation de l'autorité administrative les installations, ouvrages, travaux et activités susceptibles de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notablement le risque d'inondation, de porter gravement atteinte à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique, notamment aux peuplements piscicoles. Cette autorisation est l'autorisation environnementale régie par les dispositions du chapitre unique du titre VIII du livre Ier, sans préjudice de l'application des dispositions du présent titre ». Les projets concernés sont donc les projets soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau (IOTA).

² Cet article concerne les prélèvements d'eau et n'est pas concerné par le présent projet.

³ L'article L512-1 précise : « Sont soumises à autorisation les installations qui présentent de graves dangers ou inconvénients pour les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1. L'autorisation, dénommée autorisation environnementale, est délivrée dans les conditions prévues au chapitre unique du titre VIII du livre Ier. » Les projets concernés sont donc les projets soumis à autorisation au titre des ICPE.

Elle est également applicable aux projets mentionnés au deuxième alinéa du II de l'article L. 122-1-1⁴ lorsque l'autorité administrative compétente pour délivrer l'autorisation est le préfet, ainsi qu'aux projets mentionnés au troisième alinéa de ce II⁵ ».

Le projet TIGER sera soumis à autorisation environnementale si, après examen au cas par cas, il doit faire l'objet d'une évaluation environnementale.

Notons que le projet peut être soumis à autorisation environnementale via d'autres entrées réglementaires notamment si le projet est soumis à autorisation au titre du livre II du CE Milieux physiques (Eau et milieux aquatiques et marins : installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA)). Ainsi l'analyse menée au § 7.1.1.2 page 59 montre que le projet sera dans tous les cas soumis à autorisation environnementale.

2.1.2 Livre II : Les milieux physiques

Le livre sur les milieux physiques définit le cadre législatif et réglementaire de la protection des eaux et des milieux aquatiques et fixe notamment le caractère des demandes administratives (autorisations ou déclarations).

Le caractère des demandes administratives est défini, pour sa partie législative, aux articles L.214-1 à L.214-11 et, pour sa partie réglementaire, aux articles R.211-1 à R.19-17.

L'article L214-2 indique : « *Les installations, ouvrages, travaux et activités visés à l'article L. 214-1 sont définis dans une nomenclature, établie par décret en Conseil d'État après avis du Comité national de l'eau, et soumis à autorisation ou à déclaration suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques compte tenu notamment de l'existence des zones et périmètres institués pour la protection de l'eau et des milieux aquatiques. Ce décret définit en outre les critères de l'usage domestique, et notamment le volume d'eau en deçà duquel le prélèvement est assimilé à un tel usage, ainsi que les autres formes d'usage dont l'impact sur le milieu aquatique est trop faible pour justifier qu'elles soient soumises à autorisation ou à déclaration* ».

L'article R.214-1 présente la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L214-1 à L214-6.

⁴ Le deuxième alinéa du II de l'article L. 122-1-1 vise les projets soumis à évaluation environnementale, mais relevant d'un régime déclaratif.

⁵ Le troisième alinéa de l'article L. 122-1-1 vise les projets soumis à évaluation environnementale ne relèvent d'aucun régime particulier d'autorisation ou de déclaration.

Le projet TIGER est concerné par la rubrique suivante :

Tableau de l'article R. 214-1	
Titre	Rubriques qui pourraient potentiellement concerner le projet
TITRE IV – Impacts sur le milieu marin	4.1.2.0. Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu :
	▶ 1° D'un montant supérieur ou égal à 1,9 millions d'euros - Autorisation
	▶ 2° D'un montant supérieur ou égal à 160 000 euros, mais inférieur à 1,9 millions d'euros - Déclaration.

Tableau 2 : Nomenclature des Installations, Ouvrages, Activités et Travaux (IOTA)

Le projet TIGER dont le montant est supérieur à 1,9 millions d'euros sera soumis à autorisation au titre des Installations, Ouvrages, Activités et Travaux (IOTA) (ex. Loi sur l'eau). Conformément à l'article L181-1 du CE il sera soumis à autorisation environnementale (cf. § 7.1.1.1.3 page 58).

2.1.3 Livre III : Les espaces naturels

Le livre III du Code de l'Environnement fixe le cadre législatif et réglementaire des espaces du conservatoire, des parcs naturels, des réserves naturelles, des sites inscrits et classés, de la trame bleue et verte, des zones Ramsar, etc.

Les implantations des différentes composantes du projet par rapport aux espaces naturels sont notamment :

- ▶ les Parcs Régionaux : l'ensemble du projet sera situé sur le Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan ;
- ▶ Les sites classés et inscrits : plusieurs sites inscrits et classés sont identifiés au sein du golfe du Morbihan. Le projet TIGER est notamment situé au sein du site inscrit « golfe du Morbihan et ses abords ».

2.1.3.1.1 Réglementation relative aux parcs régionaux

L'article R333-15 précise : « Lorsque des projets soumis à évaluation environnementale en application de l'article R. 122-2 sont envisagés sur le territoire du parc, il est saisi pour avis de l'étude d'impact définie à l'article R. 122-5 par l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation du projet ».

Si le projet TIGER est soumis à évaluation environnementale, le Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan sera sollicité pour avis sur l'étude d'impact.

2.1.3.1.2 Réglementation relative aux sites classés et sites inscrits

Le projet TIGER est situé au sein d'un site inscrit mais est extérieur à tous sites classés.

L'article L341-1 précise : « *L'inscription entraîne, sur les terrains compris dans les limites fixées par l'arrêté, l'obligation pour les intéressés de ne pas procéder à des travaux autres que ceux d'exploitation courante en ce qui concerne les fonds ruraux et d'entretien en ce qui concerne les constructions sans avoir avisé, quatre mois d'avance, l'administration de leur intention.* »

L'article R341-9 précise : « *La déclaration préalable prévue au quatrième alinéa de l'article L. 341-1 est adressée au préfet de département, qui recueille l'avis de l'architecte des Bâtiments de France sur le projet.*

Lorsque l'exécution des travaux est subordonnée, en vertu du code de l'urbanisme, à la délivrance d'un permis de construire ou d'un permis de démolir, la demande de permis tient lieu de la déclaration préalable.

Lorsque l'exécution des travaux est subordonnée à une déclaration ou une autorisation d'utilisation du sol en application des dispositions réglementaires du titre IV du livre IV du code de l'urbanisme, la déclaration ou la demande d'autorisation tient lieu de la déclaration préalable mentionnée au premier alinéa du présent article. »

Les travaux en site inscrit nécessitent une demande de déclaration préalable.

Le projet sera soumis à l'avis de l'architecte des Bâtiments de France.

2.1.3.2 Livre IV : Le patrimoine naturel

Le livre IV Code de l'Environnement fixe le cadre législatif et réglementaire du patrimoine naturel.

Le projet TIGER peut être concerné par la réglementation de ce livre au titre de la conservation des habitats naturels, des espèces animales ou végétales et de leurs habitats ainsi que la réglementation relative aux sites Natura 2000.

2.1.3.2.1 Les habitats naturels et les espèces protégées

L'article L411-1, dont les fondements sont issus de la loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, précise :

- ▶ « I- Lorsqu'un intérêt scientifique particulier, le rôle essentiel dans l'écosystème ou les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits :
 - 1° La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;
 - 2° La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours

de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;

- *3° La destruction, l'altération ou la dégradation de ces habitats naturels ou de ces habitats d'espèces ;*
 - *4° La destruction, l'altération ou la dégradation des sites d'intérêt géologique, notamment les cavités souterraines naturelles ou artificielles, ainsi que le prélèvement, la destruction ou la dégradation de fossiles, minéraux et concrétions présentes sur ces sites ;*
 - *5° La pose de poteaux téléphoniques et de poteaux de filets paravalanches et anti-éboulement creux et non bouchés.*
- ▶ II- Les interdictions de détention édictées en application du 1°, du 2° ou du 4° du I ne portent pas sur les spécimens détenus régulièrement lors de l'entrée en vigueur de l'interdiction relative à l'espèce à laquelle ils appartiennent. »

L'article L411-2 précise :

- ▶ « I. – Un décret en Conseil d'État détermine les conditions dans lesquelles sont fixées :
- *4° la délivrance de dérogations aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L. 411-1, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante, pouvant être évaluée par une tierce expertise menée, à la demande de l'autorité compétente, par un organisme extérieur choisi en accord avec elle, aux frais du pétitionnaire, et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle :*
 - *a/ dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels ;*
 - *b/ pour prévenir des dommages importants notamment aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété ;*
 - *c/ dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;*
 - *d/ à des fins de recherche et d'éducation, de repeuplement et de réintroduction de ces espèces et pour des opérations de reproduction nécessaires à ces fins, y compris la propagation artificielle des plantes ;*
 - *e/ pour permettre, dans des conditions strictement contrôlées, d'une manière sélective et dans une mesure limitée, la prise ou la détention d'un nombre limité et spécifié de certains spécimens. »*

S'il s'avère que le volet projet TIGER porte atteinte à des espèces protégées ou à leur habitat, une demande de dérogation aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L. 411-1 pourra être sollicitée par le porteur de projet.

Notons que les études d'impact menées dans le cadre du projet Sabella D10 n'avaient pas montré que l'installation et l'exploitation du démonstrateur hydrolien portaient atteinte aux espèces protégées ou à leurs habitats.

2.1.3.2.2 Les sites Natura 2000

L'article L414-4 précise : « I. – Lorsqu'ils sont susceptibles d'affecter de manière significative un site Natura 2000, individuellement ou en raison de leurs effets cumulés, doivent faire l'objet d'une évaluation de leurs incidences au regard des objectifs de conservation du site, dénommée ci-après « Évaluation des incidences Natura 2000 » :

- ▶ 1° Les documents de planification qui, sans autoriser par eux-mêmes la réalisation d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations, sont applicables à leur réalisation ;
- ▶ 2° Les programmes ou projets d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations ;
- ▶ 3° Les manifestations et interventions dans le milieu naturel ou le paysage ». [...]
- ▶ III. – Sous réserve du IV bis, les documents de planification, programmes ou projets ainsi que les manifestations ou interventions soumis à un régime administratif d'autorisation, d'approbation ou de déclaration au titre d'une législation ou d'une réglementation distincte de Natura 2000 ne font l'objet d'une évaluation des incidences Natura 2000 que s'ils figurent :
 - ▶ 1° soit sur une liste nationale établie par décret en Conseil d'État ;
 - ▶ 2° soit sur une liste locale, complémentaire de la liste nationale, arrêtée par l'autorité administrative compétente. »

L'article R414-19 indique : « I. – La liste nationale des documents de planification, programmes ou projets ainsi que des manifestations et interventions qui doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences sur un ou plusieurs sites Natura 2000 en application du 1° du III de l'article L. 414-4 est la suivante [...] :

- ▶ 3° Les projets soumis à évaluation environnementale au titre du tableau annexé à l'article R. 122-2 ;
- ▶ 4° les installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-11 ».

Le projet TIGER est soumis à autorisation au titre des articles L. 214-1 à L. 214-11, il devra faire l'objet d'une évaluation de ses incidences sur les sites Natura 2000.

2.2 Réglementation au titre du Code Général de la Propriété des Personnes Publiques (CG3P)

L'utilisation du domaine public est définie, pour sa partie législative, aux articles L2122-1 à L2125-8 et pour sa partie réglementaire aux articles R2122-1 à R2125-16.

L'article L2122-1 précise que : « *nul ne peut, sans disposer d'un titre l'y habilitant, occuper une dépendance du domaine public d'une personne publique mentionnée à l'article L. 1 ou l'utiliser dans des limites dépassant le droit d'usage qui appartient à tous* ».

L'article L2124-3 précise que : « *Pour l'application des articles L. 2124-1 et L. 2124-2, des concessions d'utilisation du domaine public maritime comportant maintien des terrains concédés dans le domaine public peuvent être accordées. Un décret en Conseil d'État fixe les conditions d'instruction et de délivrance de ces concessions* ».

Les installations de production d'énergie hydrocinétique entrent dans le champ d'application de l'article L2124-3 relatif aux concessions d'utilisation du domaine public maritime. Le projet TIGER est soumis à une demande de concession d'utilisation du Domaine Public Maritime.

2.3 Réglementation au titre d'autres codes

2.3.1 Code de l'Énergie

L'article L311-1 du code de l'Énergie précise : « *Sous réserve de l'article L. 311-6, l'exploitation de toute nouvelle installation de production d'électricité est subordonnée à l'obtention d'une autorisation administrative. Sont également considérées comme de nouvelles installations de production, au sens du présent article, les installations dont la puissance installée est augmentée d'au moins 20 % ainsi que celles dont la source d'énergie primaire est modifiée* ».

Le projet TIGER est soumis à l'article L311-1 du code de l'Énergie. Conformément à l'article L.181-2 du code de l'Environnement, l'autorisation environnementale unique tient lieu de cette autorisation.

2.3.2 Code de l'urbanisme

La construction du poste de livraison est soumise à permis de construire au titre du code de l'urbanisme.

2.3.3 Code des collectivités territoriales

Les travaux d'enfouissement de câble sous-marin qui relie l'hydrolienne au poste de livraison nécessitent des travaux sur la voirie.

Le projet TIGER comporte des travaux sur la voirie ; ces travaux sont soumis au code des collectivités territoriales.

3 LA DESCRIPTION DETAILLEE DU PROJET

3.1 Le projet Sabella D10

3.1.1 SABELLA, de l'Odet au Fromveur

La société SABELLA immerge en 2008 une hydrolienne pilote à l'échelle 1/3 dans l'Odet (29). « Sabella D03 » est relevée en avril 2009 après deux campagnes d'essais et des résultats très prometteurs.



Figure 3 : Essais de « Sabella D03 » en baie de Bénodet - Relevage définitif en avril 2009 – Exposition sur le parvis d'OCEANOPOLIS (SA SABELLA)

Fort de cette expérience, SABELLA développe le démonstrateur « Sabella D10 » dans le passage du Fromveur. Ce site, situé entre l'archipel de Molène et l'île d'Ouessant, a été choisi pour la capacité de son gisement hydrolien. Après le Raz Blanchard, il constitue le second gisement français, avec 300 à 500 MW estimés (Boyé et al., 2013). Il a également été choisi pour sa simplicité de mise en œuvre (raccordement : 1,5 à 2,5 km de la côte d'Ouessant), et pour des raisons énergétiques et environnementales. Non reliées au réseau interconnecté national, les îles du Ponant de la Pointe Bretagne (Ouessant, Molène, Sein) ont une production électrique assurée actuellement en totalité par des unités thermiques (groupes électrogènes au fioul).

En 2015 SABELLA réalise une première nationale en immergeant, dans le passage du Fromveur, l'hydrolienne Sabella D10. Cette machine raccordée au réseau électrique d'Ouessant est la première hydrolienne à avoir produit et injecté de l'électricité sur le réseau électrique national.

Depuis 2015, le programme de développement de l'hydrolienne Sabella D10 se poursuit et devrait se terminer en 2022, pour être remplacé par deux hydroliennes Sabella D12/D15 dans le cadre programme PHARES avec AKUO Energies.

3.1.2 Caractéristiques et mise en œuvre de l'hydrolienne Sabella D10

3.1.2.1 Préambule : Principe de fonctionnement d'une hydrolienne

Une hydrolienne est un dispositif qui utilise l'énergie cinétique des courants marins pour la convertir en énergie électrique. Le courant des marées fait tourner le rotor. Cette rotation entraîne un générateur qui produit un courant électrique.

Une hydrolienne est composée d'une turbine (rotor et nacelle⁶), contenant un générateur et une chaîne électrique de conversion et transformation, et d'une structure porteuse appelée embase.

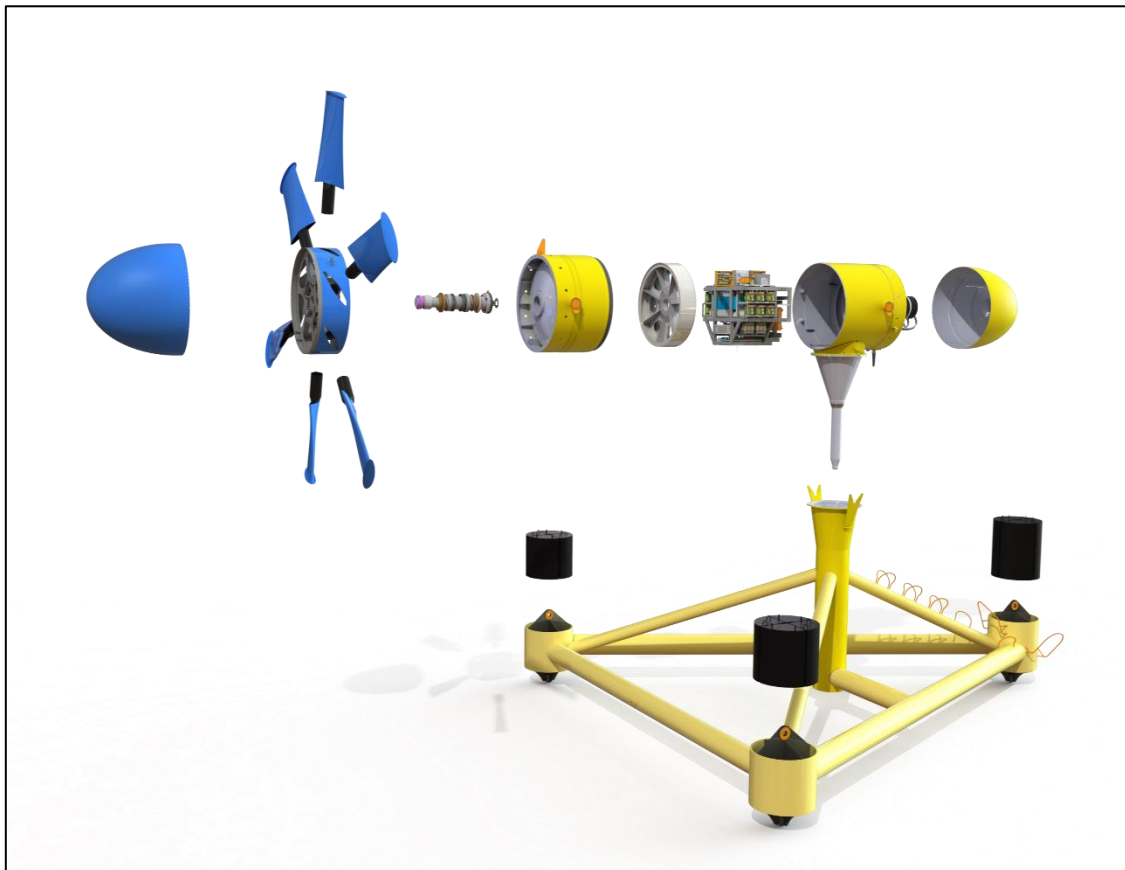


Figure 4 : Représentation des sous-ensembles de l'hydrolienne Sabella D10 (SABELLA)

L'hydrolienne est ensuite raccordée au réseau par un câble d'export (partie marine et terrestre) et éventuellement d'un poste de livraison⁷.

⁶ La nacelle est composée d'un générateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique, elle contient également une chaîne électrique de conversion et de transformation qui permet d'exporter à terre un signal régulé en fréquence à 50 Hz et en tension.

⁷ Une unité appelée poste de livraison permet de livrer un signal à la tension du réseau électrique d'injection.

3.1.2.2 Présentation des aménagements

3.1.2.2.1 La turbine et son embase

Sabella D10 est une hydrolienne à flux axial à axe horizontal dont la structure porteuse est une fondation gravitaire. Les caractéristiques de la machine sont :

- ▶ puissance nominale : 500 kW sur un site d'un courant de 3 m/s avec un rotor de 10 m de diamètre ;
- ▶ dimensions hors tout : longueur 20 m, largeur 20 m, hauteur 17 m ;
- ▶ poids : 400 tonnes.



Figure 5 : Photo de l'hydrolienne Sabella D10 (SABELLA)

Son architecture est modulaire avec d'une part une embase dont les fonctionnalités sont d'assurer la stabilité de l'hydrolienne dans le courant et l'ancrage sur le fond. Elle est composée d'un tripode supportant dans chaque pied des masses gravitaires. L'embase porte en son centre un mât avec un emboîtement conique femelle en tête, réceptacle d'un doigt de centrage de la turbine. Les pieds de l'embase sont dessinés en « pointes de diamants » pour s'engraver dans le substrat rocheux.

D'autre part, une turbine assure le captage hydrodynamique *via* un rotor composé de 6 pales, et la génération électrique dans une nacelle étanche intégrant :

- ▶ une génératrice d'une puissance nominale de 500 kW ;
- ▶ une chaîne de conversion (redresseur et hacheur) ;
- ▶ un transformateur élévateur ;
- ▶ une électronique d'acquisition de données, de transmission et de contrôle commande ;
- ▶ des freins électromagnétiques et mécaniques.

La nacelle est portée par un doigt de centrage conique mâle, qui vient s'emboîter par dépose sans fixation sur le mât de l'embase ayant un cône femelle d'encastrement.

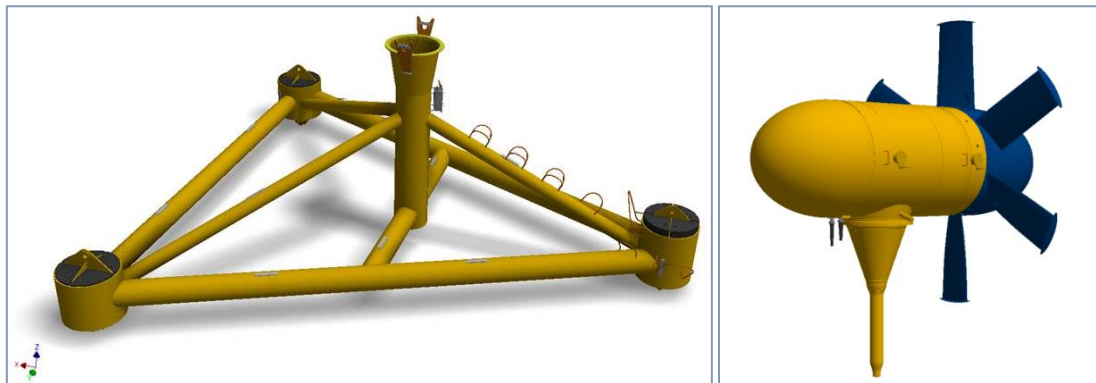


Figure 6 : Embase et turbine de l'hydrolienne « Sabella D10 » (SABELLA)

Une bretelle (ombilical) de câble solide de la turbine, d'une longueur de 100 à 200 mètres, est reliée au câble d'export *via* un connecteur sous-marin.



Figure 7 : Connecteur sous-marin (SABELLA)

3.1.2.2.2 Le câble d'export

Les caractéristiques du câble d'export sont :

- ▶ diamètre : 6,85 cm ;
- ▶ longueur : 2 km.

Ce câble est composé des éléments suivants :

- ▶ trois phases destinées à l'export de l'électricité ;
- ▶ deux petits câbles d'alimentation auxiliaire, servant au contrôle-commande de l'hydrolienne ;
- ▶ dix-huit fibres optiques, permettant le transfert d'informations entre la terre et l'hydrolienne ;
- ▶ plusieurs barrières d'étanchéité et protections mécaniques.

Dans les petits fonds le câble est lesté et protégé par des coquilles et ensouillé (par des plongeurs) dans les sédiments meubles ; dans les profondeurs plus importantes, il est simplement posé.

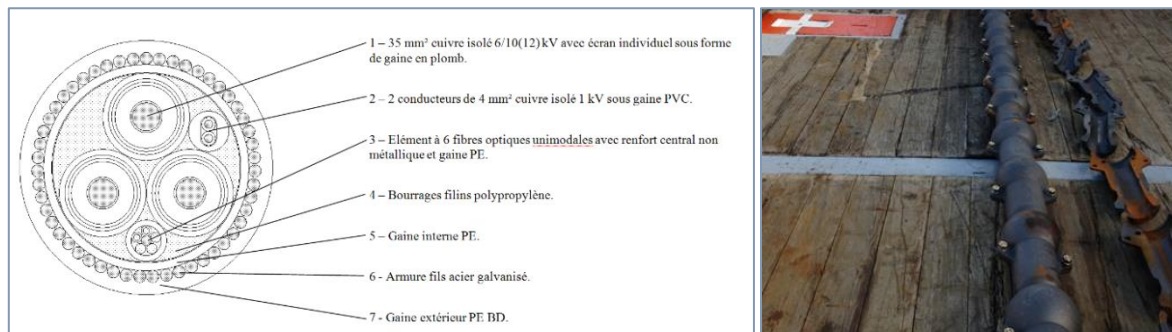


Figure 8 : Composition du câble d'export et coquilles installées sur le câble au niveau de la zone à substrats durs (SABELLA)

3.1.2.2.3 Le poste de livraison

Au niveau de la livraison, deux conteneurs sont nécessaires compte tenu de la spécificité du réseau sur l'île d'Ouessant :

- ▶ un conteneur « vingt pieds » (dimensions 2,6 m de haut x 2,4 m de large x 6,1 m de long) pour la conversion de l'électricité ;
- ▶ un conteneur « vingt pieds » pour le raccordement au réseau ENEDIS.



Figure 9 : Poste de contrôle à terre (SABELLA)

3.1.2.3 Installation du démonstrateur

L'installation du démonstrateur s'est déroulée en plusieurs étapes selon la chronologie suivante :

Composantes	Date
Câble d'export	
En mer	Du 24 au 26 mai 2015
Câble d'export à terre et poste de livraison (opération à terre)	
Conteneur de conversion	Du 28 au 29 mai 2015
Pose du câble d'export à terre	Du 4 au 5 juin 2015
Conteneur de livraison	24 septembre 2015
Hydrolienne et connexion des câbles	
Pose de l'hydrolienne	Du 25 au 26 juin 2015
Connexion de la bretelle avec le câble d'export	21 septembre 2015
Raccordement au réseau électrique ENEDIS d'Ouessant	5 novembre 2015

Tableau 3 : Dates des opérations d'installations des différentes composantes de l'hydrolienne

Les deux câbles (bretelle et câble d'export) ont été connectés entre eux le 21 septembre 2015. ENEDIS a assuré le couplage de l'installation au réseau de l'île le 5 novembre 2015 afin que l'hydrolienne injecte ses premiers kWh dans les foyers ouessantins.

Le démonstrateur a ensuite été émergée en juillet 2016 puis réimmergée en octobre 2018. Plusieurs problèmes survenus ensuite au niveau du système de refroidissement et sur la bretelle de câble ont nécessité la sortie de l'eau de l'hydrolienne. Elle devrait être à nouveau remise à l'eau l'été 2020 et ce jusqu'à septembre 2022 au plus tard, date à laquelle les deux hydroliennes Sabella D12/D15 devraient être installées dans le cadre du projet PHARES.

3.1.2.3.1 La pose du câble d'export

3.1.2.3.1.1 Les moyens nautiques

Le navire utilisé pour la pose du câble est l'Argonaute, de la compagnie BOURBON, d'une longueur de 69 mètres et d'un tirant d'eau de 6,5 mètres. Ce navire est doté d'un système de positionnement dynamique, qui lui a permis de suivre précisément la route de câble indiquée par SABELLA. Aucune ancre n'a été utilisée pour l'opération.

L'Argonaute était assisté d'une équipe de plongée opérée par SCAPH'EUSSA, qui disposait en outre d'un navire support de la compagnie IROISE MER (un petit navire d'environ 5 mètres était également présent). Ce dernier a été utilisé principalement pour l'atterrissage du câble et pour son ensouillage.

Enfin, des engins de chantier terrestres étaient mobilisés à Ouessant pour guider le câble en haut de la plage.

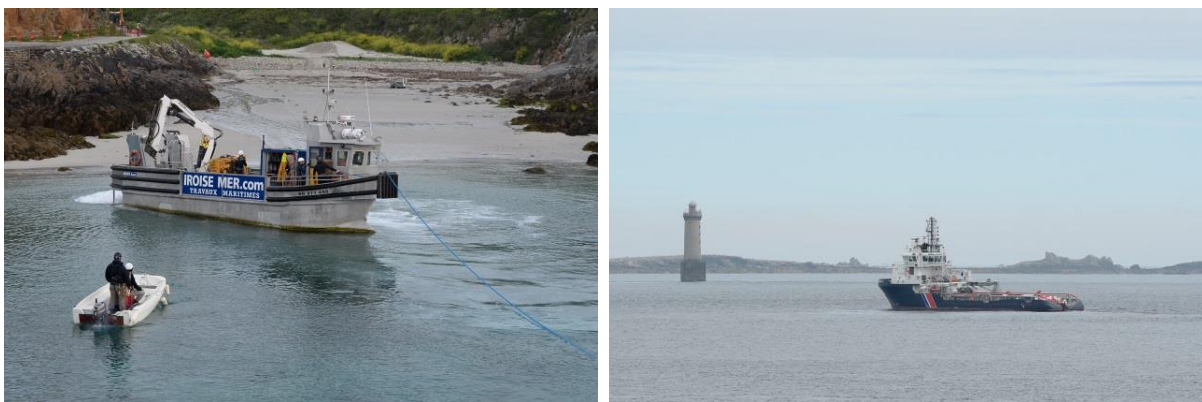


Figure 10 : Les moyens navals mobilisés, l'Argonaute et la barge Iroise Mer (SABELLA)



Figure 11 : Les moyens mobilisés à terre (SABELLA)

3.1.2.3.1.2 Déroulé des opérations

L'Argonaute, en positionnement à quelques centaines de mètres de la plage, a transféré l'extrémité du câble à l'équipe à terre, à l'aide d'une ligne messagère transmise par la barge d'IROISE MER. 200 mètres de câble ont alors été tirés sur la plage, puis les coquilles de protection en fonte ont été installées sur un tronçon de 250 m du linéaire du câble.



Figure 12 : Positionnement de l'Argonaute – traction du câble sur la plage – mise en place des coquilles (SABELLA)

La longueur de câble restante a ensuite été posée sur le fond en déroulant le câble au fur et à mesure de l'avancée du navire le long de la route de câble prévue.

À l'extrémité du câble, le connecteur a été déposé sur le fond. Afin de permettre la récupération de ce dernier, dans l'optique de la connexion entre ce câble et la bretelle solidaire de l'hydrolienne, l'extrémité du câble a été munie d'un système de récupération : un câble métallique d'environ 100 mètres, un bout flottant, une plaque d'environ 200 kilogrammes munie de deux balises acoustiques.⁸

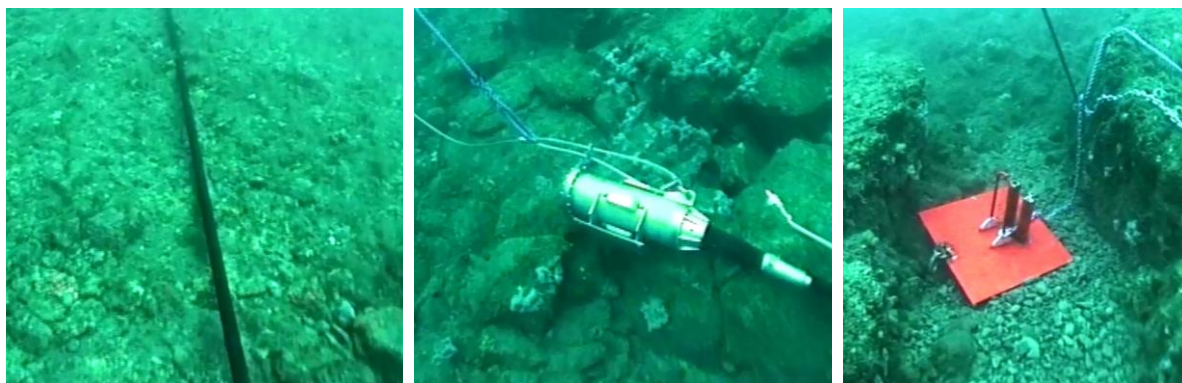


Figure 13 : Le câble sous-marin (à gauche), le connecteur (au milieu) et le corps-mort muni de ses deux balises acoustiques (à droite) (SABELLA)

⁸ Ces balises permettent de localiser le connecteur.

En parallèle de la fin de la pose du câble, le 26 mai 2015, le câble a été ensouillé par l'équipe de plongeurs sur toute sa longueur située en zone sableuse, et lesté par des rochers en zone intra portuaire.



Figure 14 : Ensouillage du câble sur la partie sableuse (SABELLA)

3.1.2.3.2 La pose de l'hydrolienne

3.1.2.3.2.1 Les moyens nautiques

Le navire utilisé pour la pose de l'hydrolienne « Sabella D10 » est le Palembang, de la compagnie allemande COMBI LIFT. Ce navire, d'une longueur de 133 mètres, possède deux grues de 450 tonnes, permettant le levage de l'hydrolienne, qui a un poids d'environ 400 tonnes.

Ce navire ne dispose pas d'un système de positionnement dynamique. Pour assurer son maintien en position dans le Passage du Fromveur, il s'est donc mouillé sur deux points, en utilisant ses propres ancres affourchées à l'avant du navire. Pour le maintien du navire dans le courant, trois remorqueurs ont été affrétés. Les trois remorqueurs choisis sont le Gascogne, le Croisic et le Saint Denis, de la société BOLUDA.



Figure 15 : Le Palembang et deux des trois remorqueurs utilisés, le Gascogne et le Croisic (SABELLA)

3.1.2.3.2.2 Déroulé des opérations

La mise à l'eau s'est effectuée en deux étapes :

- ▶ immersion de l'hydrolienne dans une zone légèrement extérieure au Fromveur, avec beaucoup moins de courant (25 juin 2015 au matin), et accrochage sous la coque sur des tables de suspension ;
- ▶ déplacement sur site et pose de l'hydrolienne (et de sa bretelle de câble) sur le fond (25 juin après-midi).



Figure 16 : Mise à l'eau de l'hydrolienne (SABELLA)

Le 25 juin 2015 au soir et le 26 juin 2015 matin, le ROV⁹ a effectué un contrôle sur le fond.

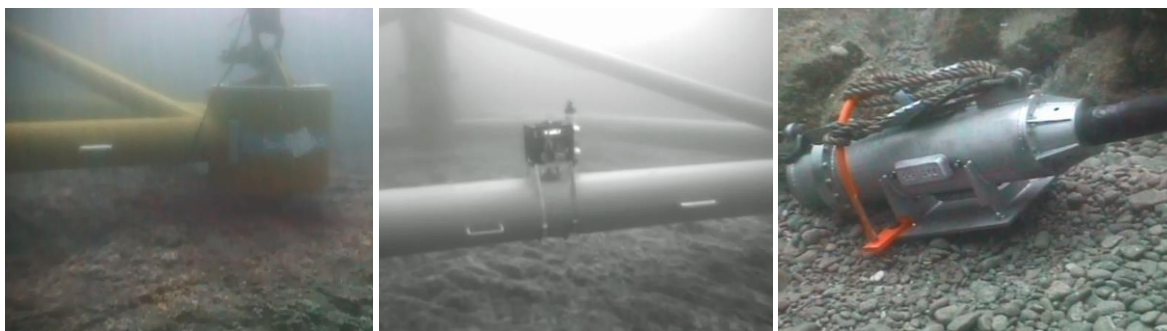


Figure 17 : Hydrolienne et connecteur sous-marin posés sur le fond (SABELLA)

3.1.2.3.3 La connexion des câbles sous-marins

3.1.2.3.3.1 Les moyens nautiques

La connexion entre la bretelle de câble liée à l'hydrolienne et le câble d'export de l'hydrolienne a été à nouveau effectuée avec l'Argonaute, qui avait posé ce câble en mai. Son système de positionnement dynamique lui permet en effet de rester en position dans le Passage du Fromveur environ 2 heures autour des étales de marée durant les marées de mortes-eaux.

⁹ Remotely Operated Vehicle : véhicule sous-marin téléguidé

3.1.2.3.3.2 Déroulé des opérations

L'opération de connexion entre la bretelle et le câble d'export s'est déroulée les 20 et 21 septembre 2015. En raison de la possibilité de ne travailler qu'autour des étales de marée, les opérations ont été séquencées de la manière suivante :

- ▶ rapprochement des deux connecteurs l'un de l'autre, en relevant les extrémités des câbles et en les reposant à l'endroit souhaité ;
- ▶ relevage des deux extrémités de câbles, mise en place d'une arche permettant de respecter le rayon de courbure du câble, installation des deux connecteurs sur une plaque guide permettant de les solidariser et de les pré aligner en préparation de leur connexion ultérieure, et remise à l'eau de l'ensemble ;
- ▶ relevage de l'ensemble, ouverture des deux demi-connecteurs et connexion, puis tests depuis la terre et repose au fond de l'ensemble ainsi raccordé ;
- ▶ inspection visuelle par ROV des équipements posés sur le fond marin.

La connexion a été effectuée le 21 septembre 2015 à 11h, les freins ont été débrayés et le rotor de l'hydrolienne « Sabella D10 » a pu effectuer ses premiers tours sous l'eau.

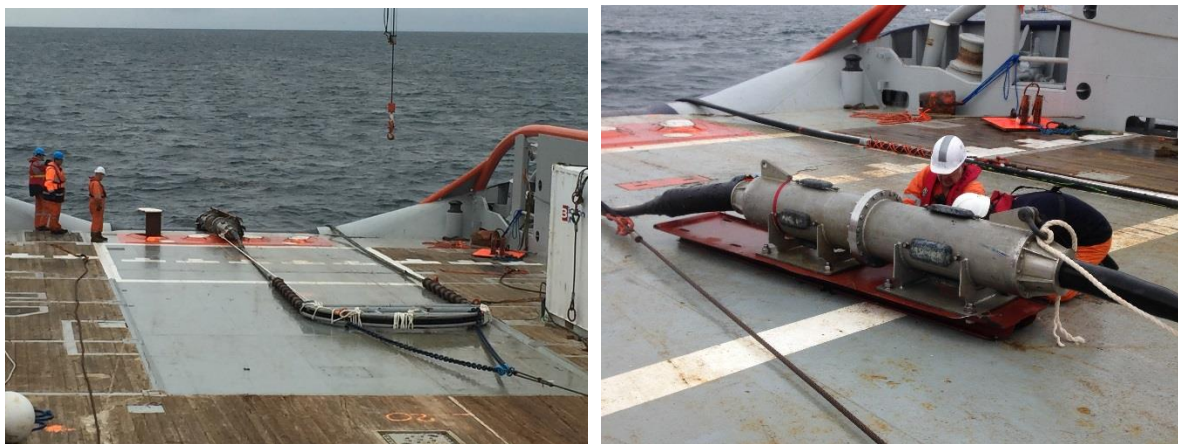


Figure 18: Connexion de l'hydrolienne à son câble d'export de l'électricité - 21/09/2015 (SABELLA)

3.1.2.3.4 La pose du câble d'export (partie estran) et du poste de livraison

3.1.2.3.4.1 Les moyens

Les moyens pour l'installation du câble au niveau de l'estran sont présentés sur la figure ci-dessous.



Figure 19 : Les moyens pour l'installation du câble au niveau de l'estran (SABELLA)

3.1.2.3.4.2 Déroulé des opérations

Le câble

Comme précisé auparavant, lors de la pose du câble d'export, son extrémité terrestre a été tirée par des engins de chantier jusqu'au parking situé en haut du parking de Porz ar Lan. Lors de la pose de sa partie terrestre (les 4 et 5 juin 2015), le câble a été remonté de la plage vers la route située au-dessus, le long de la falaise, en le remontant dans les rochers juste après la cale. Le câble a été fixé dans les rochers et recouvert d'une gaine de signalisation et de sécurité. Le long de la falaise, une tranchée a été creusée et le câble y a été enterré.



Figure 20 : Passage du câble après la cale et le long de la falaise (SABELLA)

Les conteneurs

Le conteneur de conversion (dans ce conteneur sont également installés les outils de contrôle et de commande de l'hydrolienne, ainsi que la communication satellitaire pour le pilotage déporté) a été livré et installé à Ouessant les 28 et 29 mai 2015. Le câble d'export y a ensuite été raccordé.

Le deuxième conteneur servant au raccordement au réseau a été mis en place le 24 septembre 2015 et raccordé d'une part au conteneur de commande et d'autre part au réseau ouessantin.



Figure 21 : Installation du conteneur de conversion et de contrôle (SABELLA SAS)

3.1.2.4 Exploitation du démonstrateur

L'objectif du démonstrateur est de valider la technologie à l'échelle 1. Pour ce faire, les performances de l'hydrolienne et son comportement sur le site sont analysés et mesurés par SABELLA.

L'empreinte environnementale de l'hydrolienne est étudiée *via* un protocole de suivis environnementaux

Lors des opérations de relevage, seule la turbine est relevée. Lors de la pose de l'hydrolienne en juin 2015, le navire mis en œuvre ne disposait pas d'un positionnement dynamique, il s'est donc ancré sur les fonds marins. Les retours d'expériences de cette opération ont conduit SABELLA à opter pour des navires à positionnement dynamique lors des relevages et remises à l'eau effectuées en juillet 2016, octobre 2018 et avril 2019. Il en sera de même pour les prochaines opérations d'immersion et d'émersion.

3.1.2.5 Démantèlement du démonstrateur

En septembre 2022 au plus tard, l'ensemble du démonstrateur sera relevé. La turbine et l'embase seront émergées en suivant le procédé inverse de l'opération de pose.

Le câble sera relevé par un navire câblé sur la partie maritime puis par des engins de travaux type BTP sur la partie terrestre.

Les deux conteneurs formant le poste de livraison seront chargés sur camion puis réacheminés vers le continent.

3.1.3 Les études préalables menées dans le cadre du projet Sabella D10

Les études environnementales ont débuté en 2010 sur le site du passage du Fromveur. Ces études se sont inscrites dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact environnementale, nécessaire selon la réglementation en vigueur à cette date. Ainsi, dans ce contexte des études spécifiques et des investigations de terrains ont été menées principalement sur le milieu physique et le milieu biologique :

Études spécifiques et investigations menées sur le milieu physique					
Date des missions	Prestataire	Titre de l'étude ou de la mission	Détails		Référence
Décembre 2010	IN VIVO	Mesures géophysiques préalables à l'implantation d'un démonstrateur hydrolien dans le passage du Fromveur	Prélèvements de sédiments (analyses granulométriques et biologiques) au niveau de la zone d'atterrissage		In Vivo, 2011b
			Levé topographique au niveau de la zone d'atterrissage		
			Prélèvements de sédiments (analyses granulométriques et biologiques) au niveau de la zone de tracé du câble.		
			Reconnaissance des fonds à la vidéo tractée au niveau de la zone de tracé du câble et de la zone d'implantation.		
			Bathymétrie multifaisceaux au niveau de la zone d'implantation		
			Étude sédimentologique au sonar à balayage latéral au niveau de la zone d'implantation		
			Mesures de profils de courants		
Mars - avril 2011	IN VIVO	Analyse de la marée et de la courantologie dans le passage du Fromveur	Pose d'un courantomètre au sein de la zone d'implantation		In Vivo, 2011c
Mai 2011	IN VIVO	Mesures géophysiques dans le Chenal du Fromveur (zone de tracé du câble)	Bathymétrie multifaisceaux		In Vivo, 2013
			Étude sédimentologique au sonar à balayage latéral		
Juin 2011	ARTELIA	Étude hydraulique	Phase 1 : Définition des conditions hydrodynamiques sur le site	Étape 1 : Établissement d'une base de données des houles du large	Artelia, 2011a
Septembre 2011				Étape 2 : Étude de propagation des houles du large	Artelia, 2011b
Juillet 2012				Étape 3 : Construction et validation d'un modèle numérique tridimensionnel (3D) hydrodynamique	Artelia, 2012
Avril 2016	IFREMER	Méthodes mises en œuvre pour la caractérisation du bruit ambiant	Mesures de bruit ambiant (sans l'hydrolienne)		Ifremer, 2016

Tableau 4 : Études spécifiques et investigations menées sur le milieu physique

Études spécifiques et investigations menées sur le milieu biologique				
Date des missions	Prestataire	Titre de l'étude ou de la mission	Détails	Référence
Décembre 2010	IN VIVO	Mesures géophysiques préalables à l'implantation d'un démonstrateur hydrolien dans le Chenal du Fromveur	Prélèvements de sédiments (analyses granulométriques et biologiques) au niveau de la zone d'atterrage	In Vivo, 2011b
			Prélèvements de sédiments (analyses granulométriques et biologiques) au niveau de la zone de tracé du câble	
			Reconnaissance des fonds à la vidéo tractée au niveau de la zone de tracé du câble et de la zone d'implantation	
Février 2011	CALIDRIS	Recueil et analyse bibliographique vis-à-vis des risques générés par le projet SABELLA D10 sur les oiseaux marins		Calidris, 2011
Mai 2015	SABELLA SAS	Suivi vidéo post installation du câble	Suivi vidéo du câble post-installation en plongée sous-marine dans les petits fonds (inférieurs à 20 mètres) et au moyen d'un robot sous-marin (ROV) dans les fonds plus importants	SABELLA SAS, 2015

Tableau 5 : Études spécifiques et investigations menées sur le milieu biologique

3.1.4 Les suivis environnementaux

Les impacts sur l'environnement de l'installation et de l'exploitation du démonstrateur hydrolien Sabella D10 sont relativement limités.

Toutefois certains impacts ont fait l'objet de mesures de suivi afin notamment d'améliorer la connaissance des impacts liés à la production d'énergie hydrolienne de manière globale et de préciser les impacts sur l'environnement de la mer d'Iroise en particulier.

3.1.4.1 Rappel du protocole de suivi

Le programme de suivi présenté dans la « *nouvelle demande d'autorisation pour le maintien du démonstrateur hydrolien* » (Ecorivage, 2016) a été le suivant :

Suivis environnementaux		Compartiment(s) visé(s)	Méthodologies d'acquisition
1	Mesures acoustiques	Environnement acoustique	Mesures acoustiques ponctuelles avant et après l'installation (IFREMER)
2	Mesures acoustiques	Environnement acoustique	1 hydrophone fixe implanté sur la machine
3	Mesures acoustiques	Mammifères marins	1 hydrophone spécifique mammifères marins (C-Pod), sur le tripode des caméras
4	Mesures de courant	Courantologie, turbulence	Immersion de deux ADCP sur la structure
5	Suivi du biofouling	Biofouling, effet récif	Délimitation de 4 x 3 quadrats (20x20cm) sur le démonstrateur et suivi de la colonisation par les espèces de la faune fixée en plongée par photographie, puis par grattage lors de l'émersion (composition spécifique, biomasse)
6	Suivi du comportement des espèces	Mammifères marins, poissons, oiseaux plongeurs	2 caméras fixes, grand-angle, haute définition et éclairage forte puissance - analyse du risque de collision et du comportement des espèces aux abords du rotor

Tableau 6 : Ensemble des suivis environnementaux prévus dans la nouvelle demande d'autorisation (Ecorivage, 2016)

L'article 4 de l'arrêté préfectoral du 18 mai 2017 précise également que : « *le porteur de projet propose un protocole de suivi du transport solide au droit du démonstrateur. Il informe de manière régulière les services des difficultés inhérentes à la mise en œuvre de ce type de suivi.* » Rappelons tout de même que les impacts, liés à la présence de l'hydrolienne, sur le transport sédimentaire avaient été considérés comme négligeables.

3.1.4.2 L'état d'avancement et les adaptations du protocole de suivi

L'ensemble du protocole de suivi n'a pu être mis en œuvre notamment suite à un incident technique survenu lors de la pose du démonstrateur en juin 2015. L'état d'avancement du protocole de suivi et les adaptations de ce dernier sont présentés dans le tableau suivant :

Protocole initial				Acquisition et adaptation entre juin 2015 et juillet 2016	Acquisition et adaptation à partir d'octobre 2018	Acquisition et adaptation à partir de juin 2019
Suivis		Compartment visé	Méthodologies d'acquisition (prévu dans le dossier de 2016)			
1	Mesures acoustiques	Environnement acoustique	Mesures acoustiques ponctuelles avant et après l'installation (IFREMER)	Avant installation : Mesures effectuées conformément au protocole initial (Ifremer, 2015)	-	-
				Suivi non réalisé	L'analyse sera réalisée, dans le cadre des études préalables du projet PHARES, par de la modélisation à partir des données mesurées avant installation et des données issues de l'hydrophone fixé sur la machine	
2	Mesures acoustiques	Environnement acoustique	Un hydrophone fixe implanté sur la machine	Pas d'acquisition suite à l'incident technique survenu lors de l'installation	Acquisition en cours depuis octobre 2018 à partir de l'hydrophone fixé sur la turbine	Continuité de l'acquisition et campagne spécifique par hydrophone dérivant
3	Mesures acoustiques	Mammifères marins	Deux hydrophones spécifiques mammifères marins (C-Pod) fixés sur la machine	Acquisition des données suite à la récupération des deux hydrophones par plongeurs en mai 2016	Pas d'acquisition depuis octobre 2018	En août 2019 : pose d'un C-POD sur le tripode vidéo
4	Mesures de courant	Courantologie, turbulence	Immersion de deux ADCP sur la structure	Pas d'acquisition suite à l'incident technique survenu lors de l'installation	Pas d'acquisition depuis octobre 2018 (instruments pas encore connectés)	Acquisition à partir d'ADCP fixés sur 2 tripodes situés à distance de l'hydrolienne et non fixés sur la structure comme prévu
5	Suivi du biofouling	Biofouling, effet récif	Suivi de 12 plaques pour l'efficacité des peintures en plongées	Suivi des 12 quadrats en plongées et suivi de la colonisation sur la turbine lors de l'émersion par grattages sur 9 quadrats (20 x 20 cm)	Traçage de 4 x 3 quadrats (20x20cm) sur le démonstrateur et suivi de la colonisation par les espèces fixées – suivi par plongée	
6	Suivi du comportement des espèces	Mammifères marins, poissons, oiseaux plongeurs	2 caméras fixes, grand-angle, haute définition et éclairage forte puissance	Pas d'acquisition suite à l'incident technique survenu lors de l'installation	Depuis octobre 2018 acquisition à partir d'une caméra fixe (au lieu de 2)	Acquisition à partir d'une caméra fixe et de deux caméras fixées sur un tripode
Réalisé conformément à l'arrêté préfectoral				Réalisé ou sera réalisé après adaptation	Non réalisé	

Tableau 7 : État d'avancement du protocole de suivi à l'heure actuelle

Certains suivis ont donc pu être réalisés conformément au protocole défini dans l'arrêté du 18 mai 2017. D'autres n'ont pu être mis en œuvre ou ont dû faire l'objet d'adaptations.

3.1.5 Les premiers résultats des suivis environnementaux

Les synthèses des premiers résultats des suivis sont présentées ci-après.

3.1.5.1 *Suivi 1 - Mesures acoustiques ponctuelles, depuis la surface, réalisées avant l'installation*

3.1.5.1.1 Mesures acoustiques par points fixes

La campagne de mesures de bruit ambiant dans le Passage du Fromveur, en mode d'acquisition au point fixe, s'est déroulée les 13 et 14 avril 2015, par des coefficients de marée relativement faibles, de l'ordre de 50.

Les mesures de suivi en point fixe se sont révélées peu concluantes comme le précise le rapport de l'Ifremer : « *Ce déploiement au point fixe dans une zone à très fort courant (jusqu'à 4,5 à 5 nœuds), qui était une première, s'est bien passé. L'enregistrement local des données acoustiques et leur transmission par Wi-Fi sont validés. Les données acquises en continu pendant 6h + 12h ont été traitées et analysées. Les niveaux de bruit sont très élevés et ne caractérisent pas seulement le bruit ambiant, en raison du mauvais comportement hydrodynamique de l'enregistreur, et ce dans les deux configurations testées. Nous connaissons au départ la complexité de la zone pour de la mesure acoustique, particulièrement pour un mode au point fixe ; ces acquisitions ont très largement confirmé cette perception.* »

3.1.5.1.2 Mesures acoustiques en mode dérivant

La campagne s'est déroulée le 19 juin 2015 (acquisitions de 10h à 17h), par un coefficient de marée élevé (85), en mode dérivant. Le courant maximal mesuré pendant ces mesures était légèrement supérieur à 6 nœuds.

« *Les résultats montrent que le bruit ambiant atteint au maximum dans les très basses fréquences (< 10 Hz), plus de 135 dB. Dans les hautes fréquences (10 kHz), les niveaux sonores sont compris entre 60 et 80 dB en fonction des heures d'acquisition et donc de l'heure de la marée.* »

3.1.5.2 Suivi 2 - Mesures acoustiques au niveau de l'hydrolienne

Pour l'heure, des données ont été récoltées, mais n'ont pas fait l'objet d'un traitement permettant de les interpréter. Ces données doivent être prochainement analysées et feront l'objet d'un rapport d'interprétation.

3.1.5.3 Suivi 3 – Mesures acoustiques - mammifères marins

Deux enregistreurs de clics de mammifères marins de type C-POD ont été installés sur la machine en septembre 2015. Les instruments ont été récupérés par plongeurs en mai 2016, après une année d'immersion. Les instruments fonctionnant sur batteries, ils ont cessé d'acquérir de la donnée après 4 à 5 mois de fonctionnement, suivant l'appareil considéré.

Les C-POD étaient positionnés comme suit :

- ▶ Station 1 : support tribord de l'hydrolienne (C-POD n° 2067) ;
- ▶ Station 2 : support bâbord de l'hydrolienne (C-POD n° 2068).

La photo de la figure suivante illustre la position des C-POD sur la machine.

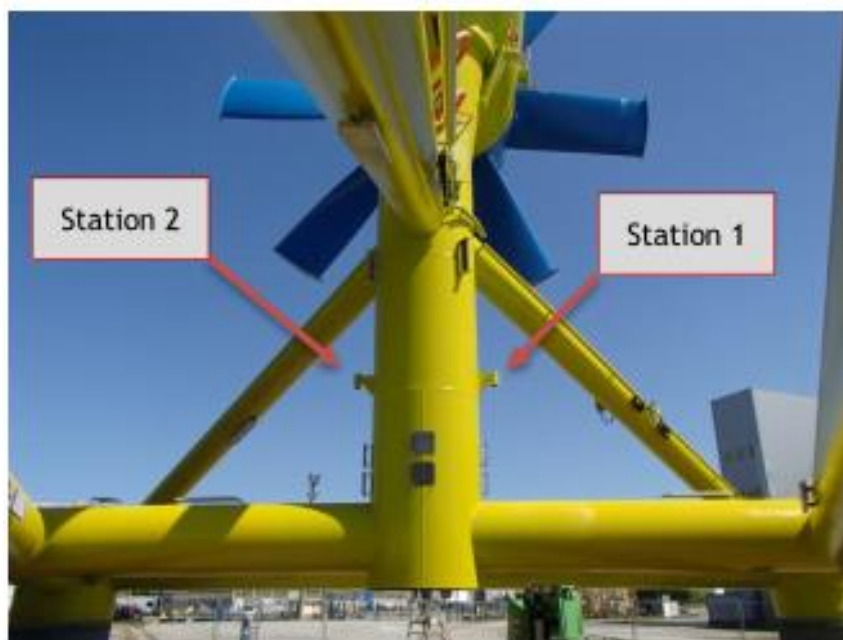


Figure 22 : Position des C-POD (Setec in vivo)

Les résultats de cette campagne de mesures acoustiques dédiée à la détection des mammifères marins au moyen de C-POD apportent des informations intéressantes sur la fréquentation de la zone, notamment par les dauphins. On notera une forte saisonnalité, variable selon les espèces (marsouin ou dauphin).

Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

- ▶ « Les détections de dauphins ont été plus nombreuses que celles de marsouins (rapport de 4 sur l'ensemble de la période de mesures, pour les deux stations). Cela est directement lié à la fréquentation de la zone, mais également à la portée de détection (2-3 km pour les dauphins contre seulement 300 m environ pour les marsouins). Le poids des deux critères n'est pas quantifiable.
- ▶ Les moyennes de temps de présence sont homogènes pour les marsouins (entre 1 et 1,3 heure) et plus fluctuantes et plus importantes pour les dauphins (entre 1,5 et 3,2 heures). Cela tend à indiquer que les marsouins passent moins de temps dans le secteur d'écoute, sans évolution au cours de la période de mesures. Il est possible que cela soit lié au caractère transitoire de la présence des marsouins, mais ce point est à nuancer, car les portées de détection pour les dauphins et les marsouins sont radicalement différentes.
- ▶ Les périodes de détection ne sont pas concomitantes. Les détections de dauphins ont été nombreuses en juin, juillet et août (à nuancer pour le mois de juin qui a été fortement pondéré), alors que les détections de marsouin ont été importantes au mois d'octobre. Ceci pourrait être expliqué par un antagonisme connu entre les deux espèces.
- ▶ Les détections de dauphins ont eu lieu principalement durant le jour et le coucher du soleil (+/- 1 heure) sur l'ensemble de la période de mesure, avec des détections importantes au moment du lever du soleil (+/- 1 heure) en juillet et en août. Les détections de marsouins ont été nombreuses au moment du coucher du soleil et durant la nuit. Ces résultats concordent avec des études précédentes réalisées par Setec in vivo sur d'autres sites.
- ▶ Aucune relation n'a pu être établie entre les détections et la marée (hauteur, montant/perdant et coefficient).
- ▶ Des détections de dauphin, mais aucune de marsouin, ont été enregistrées durant les périodes de rotation de l'hydrolienne. Cependant, compte tenu du faible nombre d'heures de fonctionnement, de l'absence de C-POD témoins en dehors du périmètre potentiel de nuisance de l'hydrolienne en fonctionnement, et de la distance inconnue des détections dauphins à l'hydrolienne en rotation, aucune tendance fiable ne peut être dégagée. » (Setec In Vivo).

Si le suivi des mammifères marins apporte des premiers résultats, il pourra être maintenu afin d'estimer l'impact effectif du fonctionnement de l'hydrolienne sur les mammifères marins.

3.1.5.4 Suivi 4 - Mesures des courants

Des données ont été récoltées par SABELLA (mesures de courants par les ADCP sur tripodes indépendants en fonctionnement autonome) lors de deux campagnes de mesures réalisées entre l'été 2016 et le printemps 2017, alors que la turbine était sortie de l'eau. Ces mesures ont pu être confrontées au modèle de prédiction des courants développé par SABELLA, mais n'ont pas permis d'analyser l'impact de l'hydrolienne sur la courantologie. Ces mesures seront poursuivies après ré-immersion de la turbine l'été 2020 et connexion des deux ADCP à la machine.

3.1.5.5 Suivi 5 - Suivi du biofouling (plongée et émergence)

Une étude du biofouling a été réalisée en octobre 2017 et se base sur plus d'une année d'immersion de l'hydrolienne (de juin 2015 à juillet 2016). Cette étude repose sur les données suivantes :

- ▶ des vidéos prises par plongeur (au niveau des plaques) lors des visites techniques d'août, septembre et octobre 2015 et avril et mai 2016 ;
- ▶ des clichés pris lors du relevage de la machine (turbine) le 13 juillet 2016 et également lors du nettoyage de celle-ci le 19 et 20 juillet 2016 ;
- ▶ des prélèvements effectués sur la turbine le 13 juillet 2016.

Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

« Le macro-biofouling ou la colonisation par la faune sessile (au vu de la profondeur du site) se développe en 4 grands stades qui sont :

- ▶ phase de recrutement (0 à 16 mois) ou stade initial transitoire, dépendant essentiellement de la période d'immersion et uniquement des facteurs physiques, et principalement de la température ;
- ▶ stade de prédominance (12 à 24 mois), dépendant essentiellement de la combinaison des phénomènes physiques et biologiques ;
- ▶ stade de prédestination (vers 16 mois) : les facteurs biologiques d'interrelation ont pris le pas sur les facteurs physiques ;
- ▶ stade de maturation (de 24 à 48 mois), ou phase de climax qualitatif : cet état « pré-climacique », atteint vers deux ans, correspond au stade où presque toutes les espèces de la roche sont représentées, mais où elles ne sont pas dans leur rapport d'abondance, de taille et de structure de population observé dans les peuplements naturels de la roche en place ;
- ▶ stade climacique ou final (> 48 mois) : c'est la phase finale où le peuplement est équivalent à celui d'un peuplement sur un substrat rocheux analogue.

Dans notre cas, malgré une biodiversité assez importante (24 espèces) et de très fortes abondances pour certaines espèces (Anomies par exemple), nous sommes encore dans la première phase de recrutement. La présence des espèces observées n'a été conditionnée que par leur présence dans le plancton et dans la colonne d'eau sur la période de l'immersion. Cet assemblage d'espèces est donc uniquement dû au hasard, sans qu'il y ait des interrelations biologiques entre elles. Dans l'avenir, comme indiqué pour cette phase, certaines espèces vont disparaître au profit d'autres, plus pérennes.

Nous n'avons pas pu encore observer de différence significative entre les différentes orientations de la machine (surfaces horizontales par rapport aux surfaces verticales, surfaces face au courant, par rapport à celle dans le courant...). Il a été cependant constaté une différence très nette d'espèces dans le bulbe arrière qui s'est chargé en sédiments fins et a ainsi constitué un biotope favorable au développement du bivalve pétoncle. Cette présence est très incongrue et est uniquement due à cette accumulation de vase dans le bulbe et à la présence de larves de pétoncles dans la masse d'eau., dont la provenance reste inconnue, mais peut-être très éloignée du Fromveur lui-même. » (Gaïa Terre Bleue, 2017).

3.1.5.6 Suivi 6 – Analyse du comportement des espèces (pose de caméras sur la turbine et sur tripode)

Dans le cadre du protocole initial, deux caméras étaient fixées à l'hydrolienne et les données devaient être récupérées en temps réel. L'incident technique survenu lors de la pose de l'hydrolienne en juin 2015 n'a pas permis de récupérer ces données.

Lors des opérations de mise à l'eau en octobre 2018, le protocole de suivi du comportement des espèces a été adapté et deux caméras ont été installées sur un tripode indépendant posé sous le rotor ainsi qu'une caméra fixée sur la machine. Les données sont récupérées à distance via le câble sous-marin de l'hydrolienne, dans le conteneur à terre. Les premières captures des vidéos ont permis d'acquérir de nombreuses images, dont deux exemples sont montrés ci-dessous (vidéos du 17 octobre 2018 à partir de 16h42 et 17 octobre 2018 à partir de 17h12).

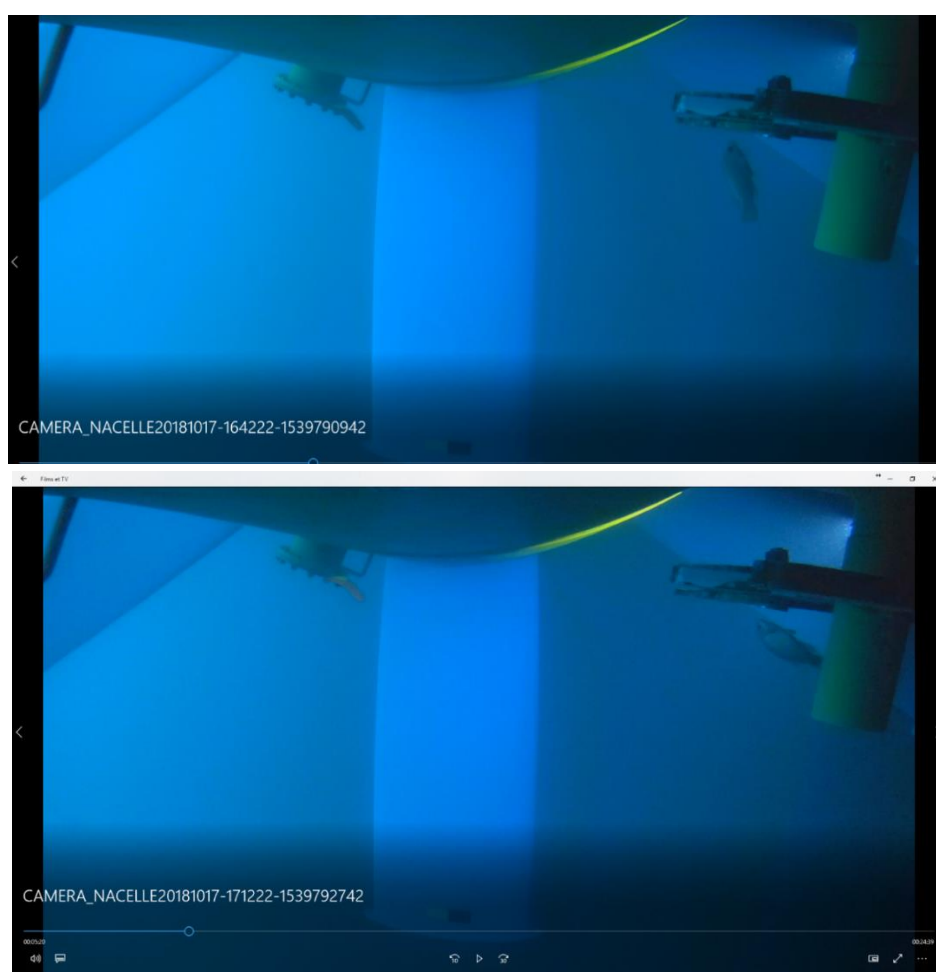


Figure 23 : Capture des vidéos prises par la caméra fixée sur la turbine (SABELLA SAS)

Les premières analyses des images montrent une absence de poissons lorsqu'il y a du courant. Les analyses montrent la présence ponctuelle de poisson aux abords de l'hydrolienne, lors de l'étalement des marées. L'analyse des images vidéo des caméras sera poursuivie après ré-immersion de la turbine l'été 2020.

3.2 Le projet TIGER

3.2.1 Description générale

Le projet TIGER repose sur deux hydroliennes H1 et H2 de type D08 de 8 mètres de diamètre environ et de 250 kW de puissance unitaire.



Figure 24 : Vue d'artiste du projet expérimental TIGER (SABELLA)

Les hydroliennes seront implantées sur le site dit de « l'Île longue », entre la pointe du Monténo (commune d'Arzon) et l'Île Longue (commune de Larmor-Baden).

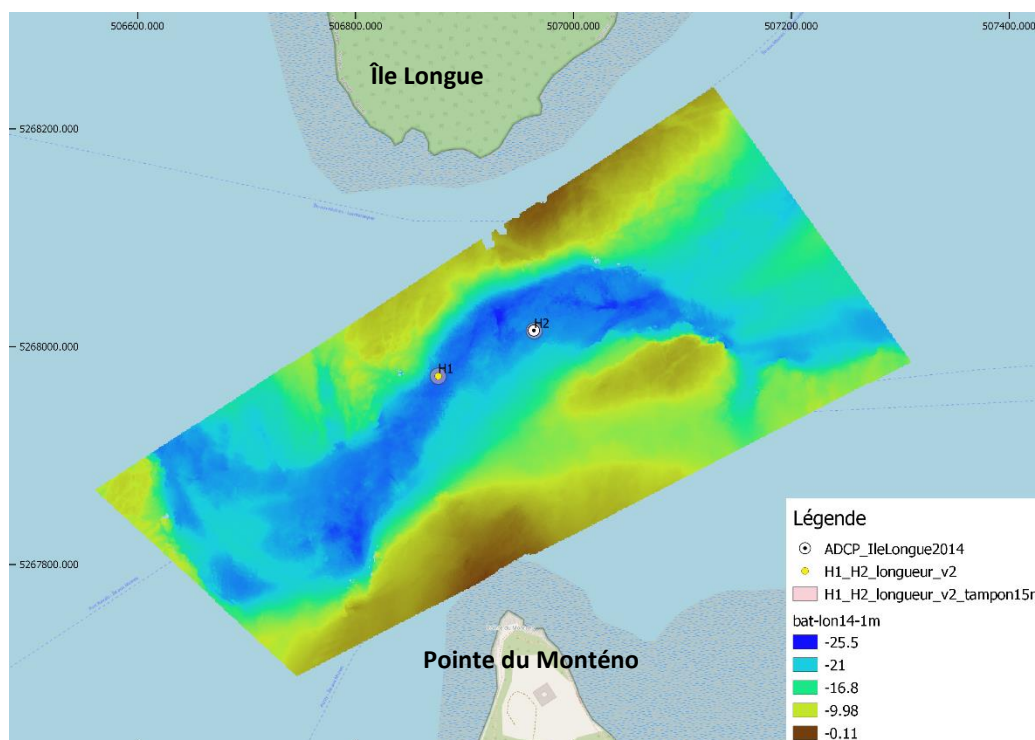


Figure 25 : Implantation des deux hydroliennes D08 sur le site de l'Île longue (SABELLA)

Les hydroliennes seront installées à une profondeur de l'ordre de 22 m CM¹⁰.

Au regard des essais réalisées sur l'impact du sillage¹¹ sur les hydroliennes SABELLA, les turbines sont espacées vis-à-vis de l'axe principal du courant :

- ▶ dans le sens longitudinal de 9 diamètres centre à centre soit de 72 m
- ▶ dans le sens latitudinal de 2 diamètres centre à centre soit de 16 m

Les coordonnées envisagées des pieds arrière des deux hydroliennes en UTM30 sont les suivantes :

	X	Y
Hydrolienne H1	506875	5267973
Hydrolienne H2	506965	5268015

Tableau 8 : coordonnées du pied arrière des deux hydroliennes du projet TIGER

Un câble électrique sous-marin par machine permettra d'exporter l'énergie à terre.

3.2.2 Présentation des aménagements

3.2.2.1 Les turbines et leurs embases

3.2.2.1.1 Caractéristiques des hydroliennes

Les caractéristiques techniques des hydroliennes D08 envisagées dans ce projet sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques des hydroliennes Sabella D08	
Puissance nominale (kW)	250
Vitesse de courant de démarrage (m.s⁻¹)	1
Vitesse de courant nominale (m.s⁻¹)	3,2 (H1) et 3,1 (H2)
Hauteur (m)	14 à 15
Largeur (m)	14 à 18 (empattement embase)
Masse (t)	350 t
Tirant d'eau maximum (m)	7
Diamètre du rotor (m)	8
Diamètre de la nacelle (m)	2,5
Nombre de pales	3
Longueur des pales (m)	3,5
Profil des pales	Symétrique (H1) et asymétrique (H2)
Matériau des pales	Carbone / époxy
Surface balayée par les pales (m²)	50

Tableau 9 : Caractéristiques techniques des hydroliennes D08

¹⁰ CM : Cote Marine – une profondeur en cote marine s'exprime en mètres par rapport au zéro hydrographique. Ce dernier correspond au zéro des cartes pour un coefficient de marée de 120.

¹¹ Sillage : Le sillage est un effet tourbillonnaire qui se développe à l'arrière d'une hydrolienne. Ce dernier engendre une diminution de la vitesse du courant derrière la turbine entraînant une baisse de rendement et une augmentation de la turbulence entraînant une augmentation des charges sur les pales.

3.2.2.1.2 Les turbines

Les turbines D08 sont fixes et sont constituées chacune d'une nacelle et d'un rotor à trois pâles. La masse approximative de chaque turbine est de 50 t.

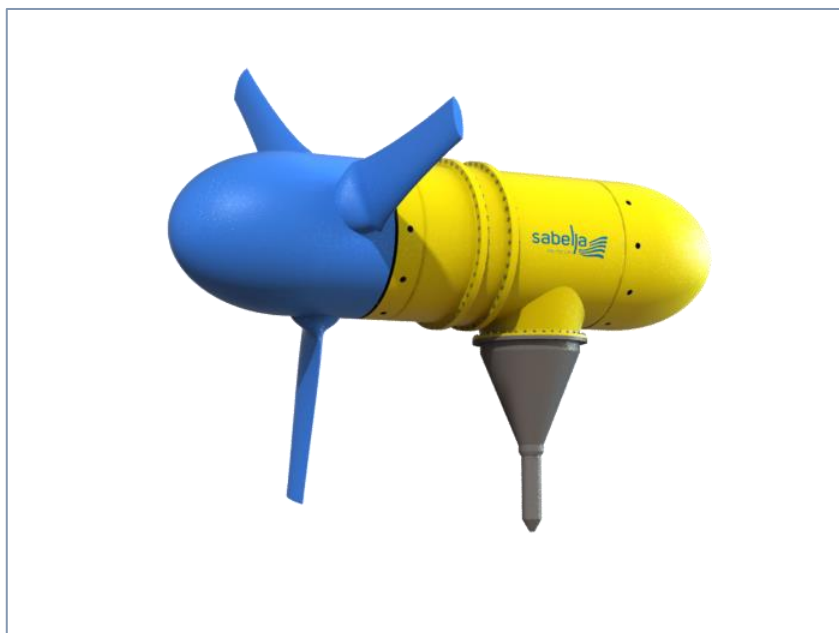


Figure 26 : Vue 3D de la conception préliminaire de la turbine D08 (SABELLA)

La nacelle des hydroliennes accueille la chaîne électrique qui regroupe les fonctions de génération électrique, de conversion et de transformation du signal avant export dans le câble sous-marin.

La protection contre la corrosion des nacelles est assurée par des anodes sacrificielles en aluminium indium, fixées en différents points. Pour chaque nacelle, la masse d'anodes est estimée à environ 200 kg.

Le câble d'export est connecté à la nacelle avec une jonction wet mate permettant une connexion sous l'eau (cf. 3.2.2.2).

3.2.2.1.3 Les embases

L'embase n'accueille pas le cœur de la technologie, centrée sur la production électrique, mais elle répond au besoin de stabilité de l'hydrolienne posée sur le fond marin face aux chargements hydrodynamiques induits par les courants de marée et la houle.

A noter qu'il pourrait être prévu de désolidariser une partie de la conversion électrique sur l'embase, sur au moins une des deux hydroliennes.

L'embase prévue pour les hydroliennes D08 s'inscrit dans la lignée des concepts développés précédemment par SABELLA. Elle est issue de l'expérience acquise au cours des projets D03, D10 et des programmes de recherche spécifique portant notamment sur les embases hybrides acier-béton. Sa conception est également basée sur la connaissance actuelle de MHE de la géotechnique et de la géophysique du site de l'Île longue.

Pour des raisons de facilité de mise en œuvre, de préservation du fond marin et de nature des sols, le choix de l'embase gravitaire a été retenu.

Les principes fondamentaux de cette embase sont les suivants :

- ▶ une embase gravitaire reposant sur trois pieds, afin d'assurer la stabilité et éviter tout problème d'hyperstatisme ;
- ▶ des emplacements dans chaque pied permettant d'accueillir des lests en fonte afin d'obtenir un poids dans l'eau suffisant pour éviter le glissement et le basculement des hydroliennes soumises à des efforts, tout en permettant une installation modulaire et un poids à lever lors de l'installation raisonnable ;
- ▶ une interface turbine/embase robuste inspirée de concepts de l'offshore pétrolier, autorisant la séparation des fonctions de stabilisation de l'hydrolienne (l'embase) et de production d'électricité (la turbine).

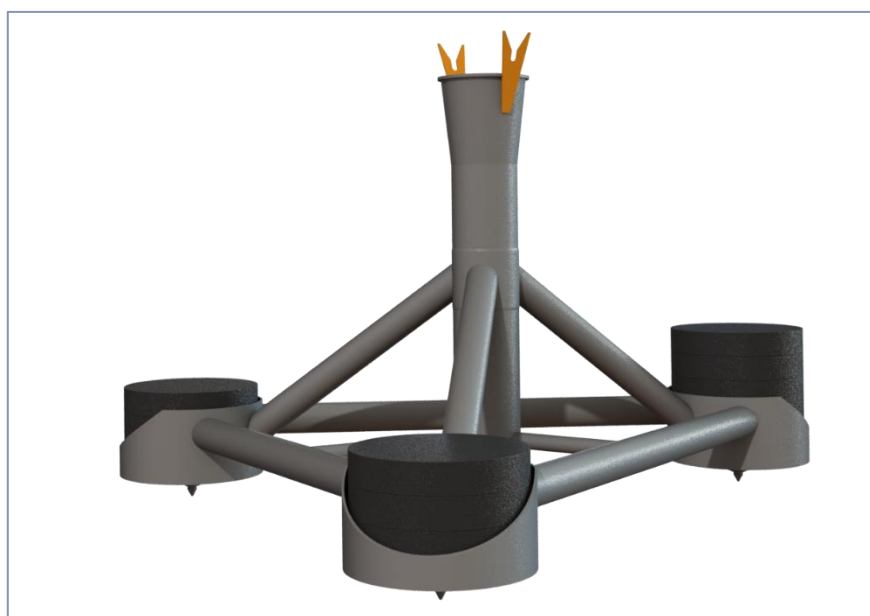


Figure 27 : Vue 3D de la conception préliminaire de l'embase D08 (SABELLA)

La structure de l'embase est constituée d'acier S355. Différents diamètres de tubes et différentes épaisseurs d'acier sont utilisés selon les sous-ensembles de l'embase pour répondre aux contraintes des chargements rencontrés. Des lests en fonte sont installés dans des emplacements dédiés situés au niveau de chaque pied. Il est par ailleurs possible qu'une partie de l'embase, sur l'une des deux hydroliennes au moins, soit réalisée en béton.

La masse totale de l'ensemble de l'embase avec ses lests est d'environ 300 tonnes :

	Masse
Embase	60 t
Lest avant	2x 70 t
Lest arrière	100 t

Tableau 10 : Masse de l'embase des hydroliennes pour TIGER

De la même manière que pour la nacelle, la protection des éléments en acier contre la corrosion des embases est assurée par des anodes sacrificielles en aluminium indium, fixées en différents points de la structure. Pour chaque embase, la masse d'anodes est estimée à environ 600 kg.

L'ensemble de la conception et de la fabrication de l'embase est réalisé selon le cadre de certification hydrolienne du BUREAU VERITAS.

3.2.2.1.4 Les interfaces turbines embases

Le système d'interface entre la turbine et l'embase est constitué d'un cône mâle et d'un cône femelle en acier, fixés respectivement sur la turbine et sur l'embase. Un doigt de centrage est ajouté sous le cône mâle afin de faciliter l'approche de la turbine sur l'embase. Ce système de centrage est déjà mis en œuvre sur le démonstrateur Sabella D10 et a été utilisé plusieurs fois en mer de manière très satisfaisante.

3.2.2.2 Les câbles d'export et le point d'injection

Les câbles d'export sont directement connectés à chaque turbine via une jonction avec des connecteurs wet mate passifs et un système guidage. Ce système de connexion est étanche et ne nécessite aucune action spécifique. La connexion wet mate permet d'éviter la mise en œuvre d'un connecteur dry mate et d'une boucle d'abandon de câble, comme sur le démonstrateur D10.

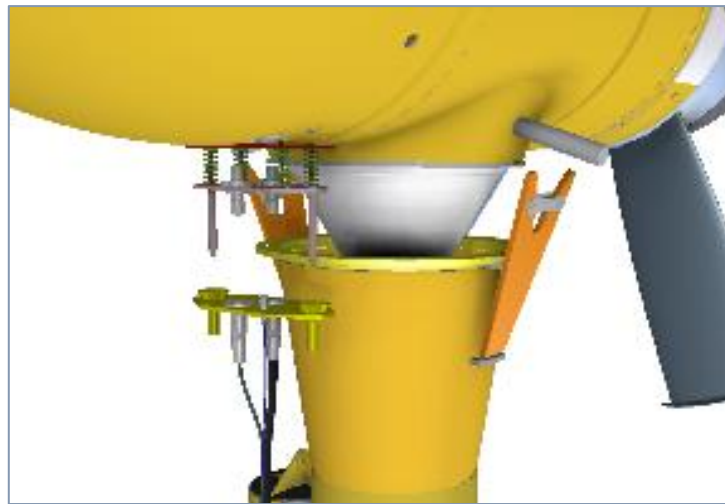


Figure 28 : Vue 3D de principe d'une connexion wet mate passive (SABELLA)

Les deux câbles d'une tension d'environ 7,5 kV qui relient les hydroliennes au point de livraison sur la pointe du Monténo ont une longueur totale d'environ 1,2 km pour H1 et 1,3 km pour H2, un diamètre de 70 mm et une masse linéaire de 12,4 kg/m. Chaque câble est composé de :

- ▶ trois conducteurs cuivre permettant le passage d'une tension de 7,5 kV et de courant nominal 50 A par phase pour la transmission de puissance électrique ;
- ▶ trois conducteurs cuivre permettant le passage d'une tension de 1 kV pour l'alimentation des auxiliaires ;
- ▶ huit fibres optiques monomodes pour la communication et le transfert bidirectionnel d'informations entre la terre et les machines.

Un schéma de ce câble incluant ses propriétés principales est présenté ci-dessous.

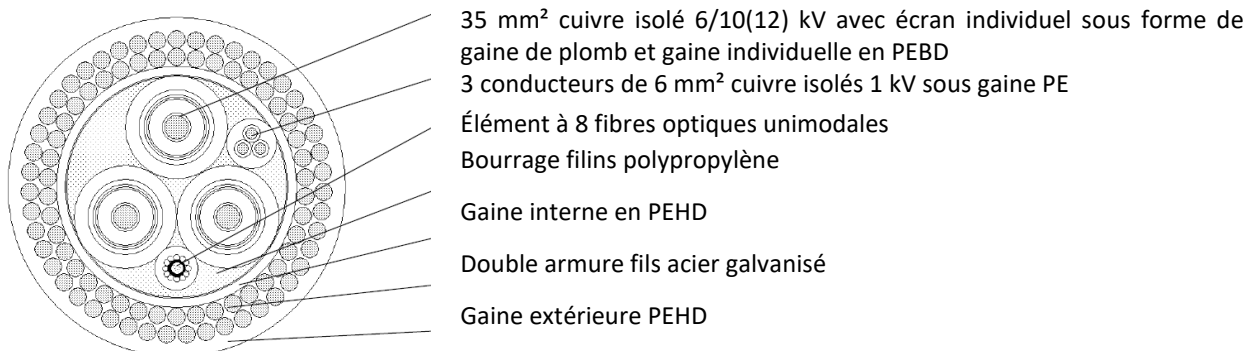


Figure 29 : schéma des câbles d'export sous-marin de l'électricité

Ces câbles seront posés sur le fond marin et seront protégés et stabilisés sur une grande partie de leur longueur, en particulier depuis la côte jusqu'à la limite nord de la pointe du Monténo. Cette stabilisation sera effectuée avec des demi-coquilles en fonte. Ces coquilles en fonte, d'une masse de 100 kg/m, ont été développées en partenariat avec FMGC dans le cadre du démonstrateur D10. Elles ont été mises en œuvre sur le câble d'export toujours immergé dans le passage du Fromveur, sur une longueur de 200 m dans les eaux peu profondes à l'approche de la côte et de part et d'autre de la boucle d'abandon de la bretelle de câble. À ce jour, aucun mouvement conséquent n'a été constaté sur le câble d'export du démonstrateur D10, immergé depuis mai 2015.

Dans la zone intertidale les câbles seront ensouillés sur toute la longueur située en zone sableuse pour assurer l'invisibilité des deux câbles d'export sous-marin.

Les câbles arriveront sur la côte sur la commune d'Arzon, au niveau de la plage du Tréno ou au niveau de la rue du port Douar. Le choix sera arrêté en fonction des résultats de l'inventaire faune et flore menée actuellement sur la zone.

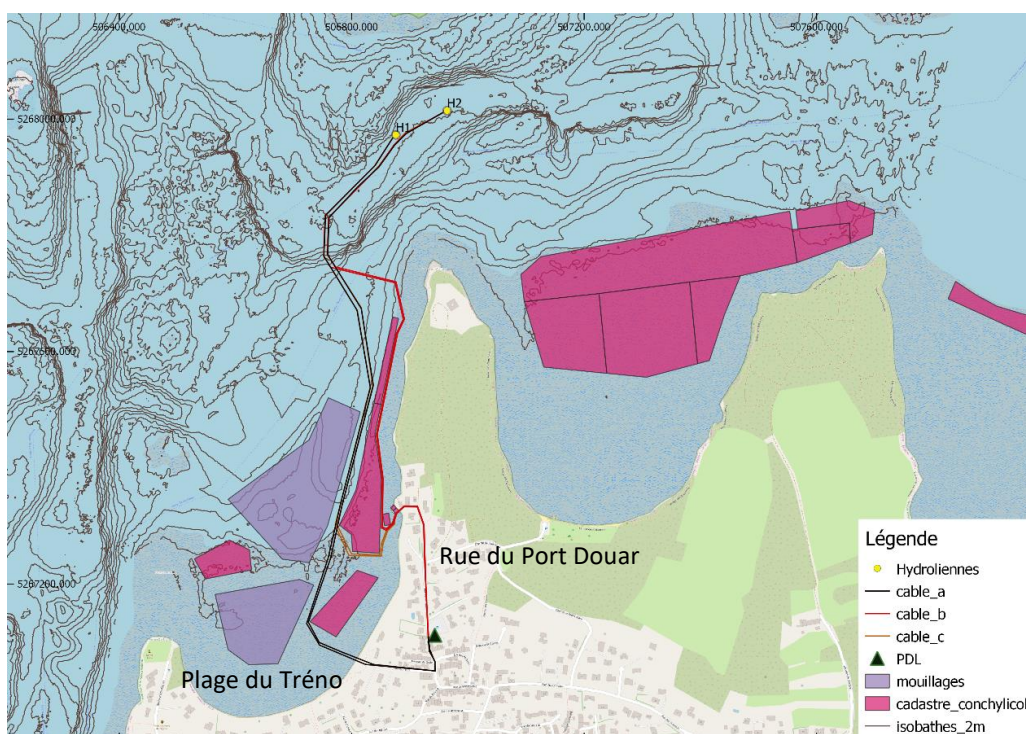


Figure 30 : Routes de câble depuis les hydroliennes jusqu'au point de livraison - WGS84-UTM30N - (SABELLA)

Une chambre de raccordement sera mise en œuvre permettant de relier les câbles sous-marins aux câbles terrestres. Le ou les câbles terrestres de raccordement au réseau rejoindront ensuite le point de livraison situé au 12 rue du Port Douar, où est situé le poste ENEDIS. La capacité de ce dernier devra être augmentée afin de permettre l'injection de la totalité de l'énergie des produites par les hydroliennes. Les câbles terrestres seront enfouis.

Un poste de pilotage sera mis en place et permettra d'accueillir les outils de contrôle et de commande des hydroliennes D08, ainsi que la communication satellitaire pour le pilotage déporté. Il est prévu que le poste de pilotage (H2m x L1m) soit directement intégré au poste d'injection, au 12 rue du Port Douar.

3.2.3 Installation

3.2.3.1 La pose du câble d'export

Comme pour le démonstrateur D10, les câbles offshore seront déroulés depuis un navire à positionnement dynamique. L'extrémité des câbles sera transmise au moyen de lignes messagères à terre. Une barge sera utilisée afin de transmettre ces lignes. Les câbles seront tirés depuis la plage par des engins de chantier jusqu'à la chambre de raccordement.

La longueur de câble restante sera posée sur le fond en déroulant le câble au fur et à mesure de l'avancée du navire le long de la route de câble prévue.

Les extrémités de câbles seront posées sur le fonds, à l'emplacement des deux hydroliennes.

Afin de permettre la récupération de ces derniers, les extrémités de câbles qui accueillent le système de jonction wet mate des câbles seront munies d'un système de récupération avec des balises acoustiques.¹²

Le câble sera ensouillé par l'équipe de plongeurs sur toute sa longueur située en zone sableuse et par les équipes à terre sur l'estran. La pose des coquilles de protection se fera sur le bateau par les équipes dédiées.

Le ou les câbles terrestres seront enfouis sous voirie jusqu'au poste de raccordement.

3.2.3.2 La pose des hydroliennes

Le navire de pose doit être capable de se positionner avec précision sans utiliser d'ancres, pour des raisons environnementales de non-dégradation du fond marin, afin de s'affranchir des risques associés au relevage de chaînes d'ancrages. De plus, le retour d'expérience de D10 a prouvé que l'utilisation d'ancres dans le passage n'était pas chose aisée et présentait des risques potentiels. Par conséquent, l'installation des machines sera réalisée exclusivement avec des navires à positionnement dynamique.

Il est prévu d'installer les deux hydroliennes en plusieurs opérations distinctes de levage.

Chacune des hydroliennes sera installée en cinq « colis » :

- ▶ colis 1 : l'embase sans ses lests ;
- ▶ colis 2, 3 et 4 : chacun des lests de l'embase (un dans chaque pied) ;
- ▶ colis 5 : la turbine.

¹² Ces balises permettent de localiser le connecteur.

Chacun des colis aura un poids maximal de 100 tonnes. Ce poids relativement limité permettra l'utilisation d'un navire à positionnement dynamique avec des capacités de levage moyennes, de l'ordre de 150 tonnes. Ces navires ont typiquement des longueurs d'une centaine de mètre, disposent d'un ROV (robot sous-marin de travail) et peuvent héberger plus d'une centaine de personnes.

Les navires sont assez nombreux sur le marché, et beaucoup opèrent dans des zones relativement proches, en particulier en Mer du Nord. Les coûts de mobilisation sont donc relativement raisonnables, et la disponibilité de ces navires est bonne. Un exemple de navire de ce type est illustré sur la figure ci-dessous.



Figure 31 : Far Superior, navire DP2 utilisé pour la repose de D10 en octobre 2018 (SABELLA)

Ce type de navire présente plusieurs avantages majeurs :

- ▶ installation sûre et moyens navals éprouvés ;
- ▶ méthodes d'installation testées et éprouvées sur D10 à plusieurs reprises, retour d'expérience significatif ;
- ▶ installation précise grâce au positionnement dynamique ;
- ▶ respect de l'environnement et du fond marin grâce à l'absence d'ancrage ;
- ▶ conditions environnementales limitantes acceptables et laissant statistiquement des plages d'installation suffisamment fréquentes et longues ;
- ▶ qualification d'une solution d'avenir qui sera certainement utilisée pour les fermes commerciales futures ;
- ▶ coût relativement limité grâce à la bonne disponibilité ;
- ▶ flexibilité de ces navires, basés à proximité de la zone d'installation.

Deux trajets entre Brest et le site de l'île longue seront nécessaires pour cette opération d'installation.

- ▶ Le navire embarquera tout d'abord les embases des deux hydroliennes et les installera dans leur position finale. Le navire procédera ensuite à la mise en place des jonctions wet mate en relevant les câbles posés sur le fond et en les déposants à leur emplacement dédié sur chaque embase.



Figure 32 : Vue 3D de la conception préliminaire de l'embase D08 avec son système wet mate en attente (SABELLA)

- ▶ Il viendra ensuite charger à Brest les lests des deux embases ainsi que les deux turbines. Les lests et les turbines seront ensuite déposés au fonds de l'eau sur leurs embases respectives. Les turbines seront directement connectées aux câbles, lors de la pose, au moyen de la jonction wet mate.

Pour chacun des colis, le navire de pose se positionnera au droit du point d'installation. La pose de chaque élément au fond de l'eau se fera alors à l'aide de la grue du navire. L'orientation des éléments, en particulier celle des embases, qui doivent impérativement être installées parfaitement face au courant, sera réalisée par des rotations et mouvements de la grue et du navire. Le ROV (robot sous-marin) sera également au fond de l'eau et pourra faire pivoter les éléments à l'aide de ses propulseurs, si nécessaire.

Une centrale inertielle et/ou des balises acoustiques seront disposées sur chacun des éléments, de manière à disposer en surface en permanence de la position et de l'orientation de l'équipement durant la descente. Toutes les opérations sous-marines seront suivies visuellement en direct par le ROV.

Les turbines seront mises en place à l'aide d'un outil spécifique, appelé « LARS » (« Launch And Recovery System »). Il consiste en une structure métallique qui épouse sur le dessous la forme de la nacelle et qui dispose de quatre anneaux de levage activés hydrauliquement, qui viennent se refermer sur les tourillons de levage de la turbine. Cet outil permet d'éviter l'utilisation d'élingues, complexes et longues à mettre en place, et simplifie ainsi grandement les opérations. Ce système a été utilisé et éprouvé lors des relevages de la turbine de D10 en juillet 2016 et avril 2019 et de sa repose en octobre 2018.



Figure 33 : LARS utilisé pour D10 (SABELLA)

Le guidage de la turbine sur son embase est facilité par le doigt de centrage situé sous la turbine. Le déroulement de la pose d'une turbine sur son embase est présenté ci-dessous.

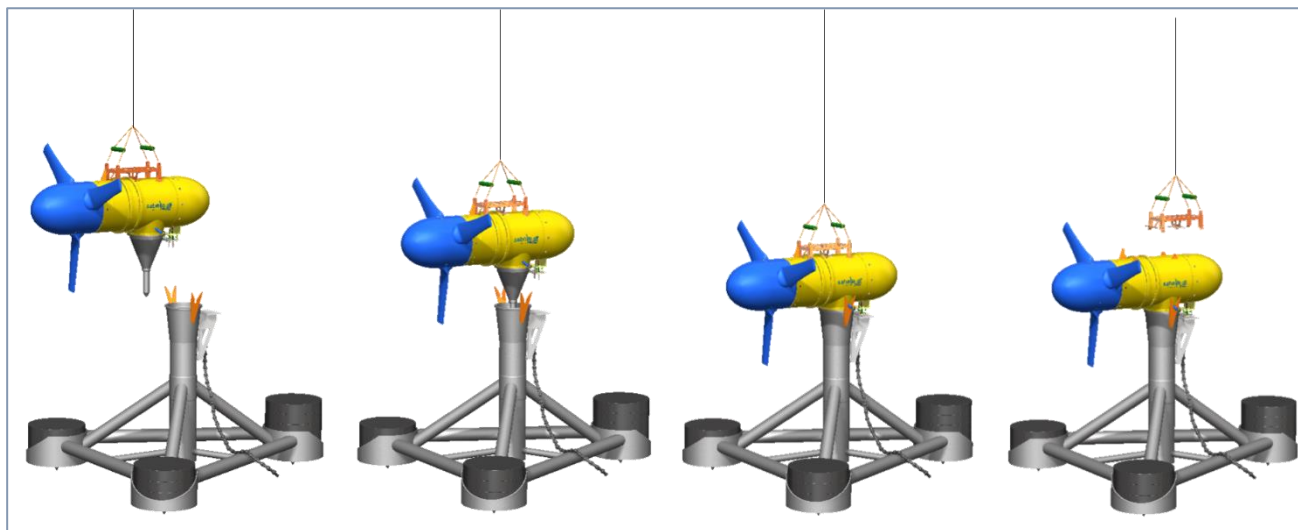


Figure 34 : Déroulement de la pose de la turbine sur l'embase (SABELLA)

3.3 Les principales différences entre le projet Sabella D10 et le projet TIGER

Le projet TIGER présente de nombreuses similitudes avec le projet Sabella D10. Ainsi les similitudes entre les deux projets sont :

- ▶ la méthodologie des travaux ;
- ▶ l'importance des études préalables menées.

Les principales modifications entre D10 et les hydroliennes D08 sont les suivantes :

- ▶ immersion courte pendant 3 ans
- ▶ mise en œuvre de deux hydroliennes à la place d'une
- ▶ diminution de la longueur des pales avec un rotor de 8 mètres de diamètre et non plus de 10 mètres ;
- ▶ changement du nombre de pales de six à trois
- ▶ utilisation d'une connexion wet mate

4 LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT AU NIVEAU DE LA ZONE D'ETUDE

4.1 La définition des enjeux

Les guides de l'étude d'impact, disponibles sur le site du Ministère précisent : « *l'analyse de l'état initial constitue le document de référence pour caractériser l'environnement et apprécier les conséquences du projet. Elle vise à identifier et hiérarchiser les enjeux environnementaux de l'aire d'étude. L'analyse de l'état initial se conclut par une identification de ses enjeux environnementaux* » (MEEDM, 2010).

« *L'enjeu représente pour une portion du territoire, compte tenu de son état actuel ou prévisible, une valeur au regard de préoccupations patrimoniales, esthétiques, culturelles, de cadre de vie ou, économiques. Les enjeux sont appréciés par rapport à des critères tels que la qualité, la rareté, l'originalité, la diversité, la richesse, etc.* ».

Aux termes de l'analyse de chaque composante analysée dans le cadre de l'état de référence, une synthèse sera présentée et un niveau d'enjeu sera attribué pour chaque composante selon le classement suivant :

Enjeu très fort
Enjeu fort
Enjeu moyen
Enjeu faible
Enjeu Nul ou Négligeable (N) ou Non Déterminé (ND)

Tableau 11 : Classification des niveaux d'enjeu

4.2 Le milieu physique

Les éléments présentés ci-après proviennent de nombreuses données biobibliographiques collectées par l'UBS (UBS, 2018), mais également d'études spécifiques d'investigations de terrain mises en œuvre dans le cadre de ce projet :

Études et investigations réalisées dans le cadre du projet TIGER				
Date des missions ou de l'étude	Prestataire	Titre de l'étude	Détails	Référence
Novembre 2014	UBS	Étude de définition du potentiel énergétique d'origine hydrolienne sur deux sites du Golfe du Morbihan	Levé bathymétrique au niveau des chenaux du golfe du Morbihan	Sedrati et al., 2016
Décembre 2014 et Janvier 2015	UBS	Étude de définition du potentiel énergétique d'origine hydrolienne sur deux sites du Golfe du Morbihan	Mesures de courants	Sedrati et al., 2016
2 au 20 juin 2017	Quiet Océans	Hydroliennes du golfe du Morbihan – Étude d'impact acoustique	▶ État initial de l'environnement acoustique : mesures de terrain permettant d'analyser le bruit ambiant ▶ Modélisation de la propagation des niveaux sonores générés par des hydroliennes	Quiet Océans, 2018

Tableau 12 : Investigations de terrain mises en œuvre dans le cadre du projet TIGER

4.2.1 La morphologie des fonds

La morphologie des fonds a fait l'objet d'investigations de terrains (levé bathymétrique) réalisées en novembre 2014 par l'UBS. Afin d'analyser la mobilité et la planéité du fond, les données acquises par l'UBS ont été comparées à des données acquises par le SHOM en 2004.

4.2.1.1 La bathymétrie

La figure suivante présente la carte bathymétrique de la zone potentielle d'implantation.

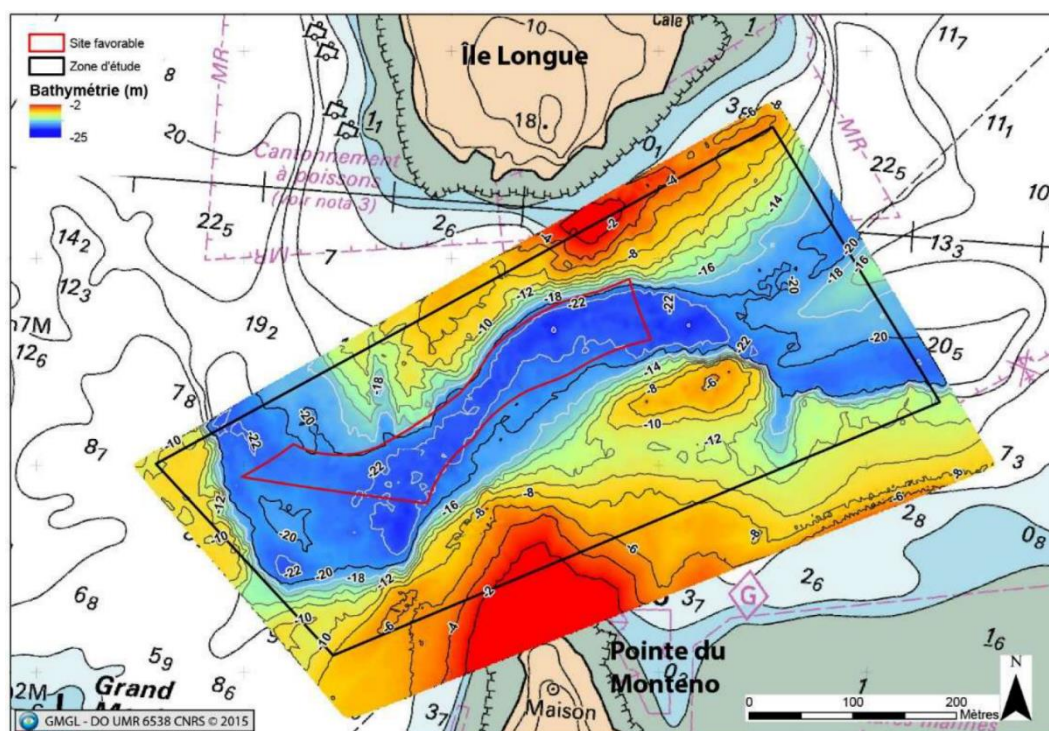


Figure 35 : Modèle Numérique de Terrain interpolé sous ArcGis pour la bathymétrie SMF de novembre 2014 (maillée à 0,5 m) au Sud de l'île Longue avec des isobathes tous les 2 mètres (fond de carte SHOM 7137) (UBS, 2018)

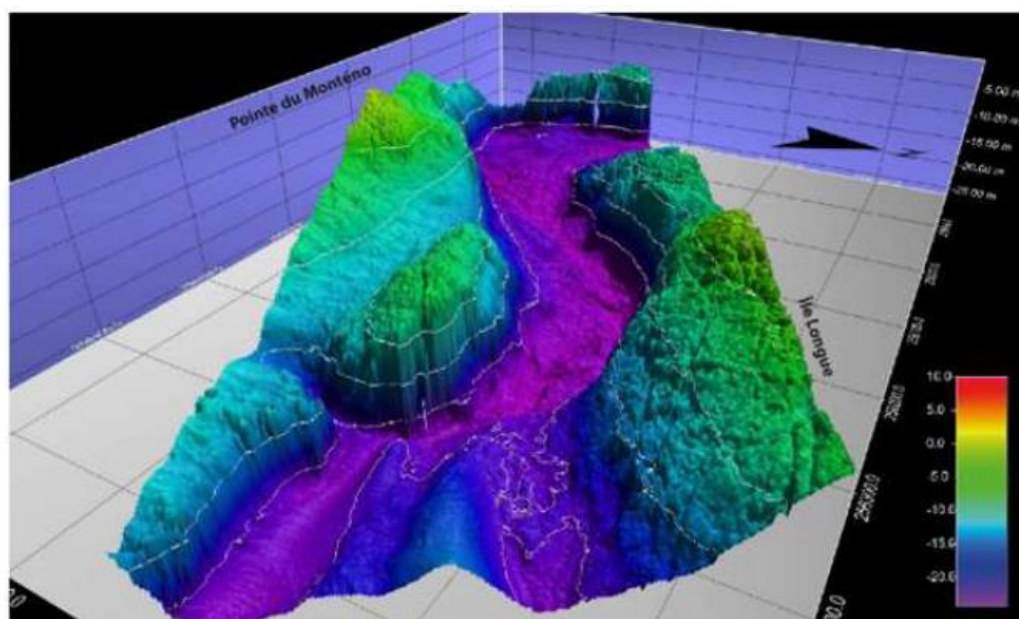


Figure 36 : Représentation 3D sous Fledermaus morpho-bathymétrique du site situé au Sud de l'île Longue à partir des données de novembre 2014 (vue plongeante Ouest, exagération verticale x 5) (UBS, 2018)

Le site au Sud de l'île Longue se situe à l'entrée du Golfe du Morbihan et c'est par cette passe que s'effectue la majeure partie des échanges marins entre le Golfe et la Baie de Quiberon. Cette passe est contrainte au Nord par l'île Longue et au Sud par la Presqu'île de Rhuy. On y observe deux platiers rocheux irréguliers au Nord et Sud qui sont le prolongement sous-marin des structures aériennes et dont la profondeur excède rarement dix mètres. Au centre apparaît un chenal de type méandriforme dont la largeur est comprise entre 80 et 150 mètres. Au niveau de ce chenal, la profondeur passe très rapidement à 20 mètres et peut atteindre 24 mètres.

4.2.1.2 Les pentes

La figure suivante présente les pentes au niveau des fonds.

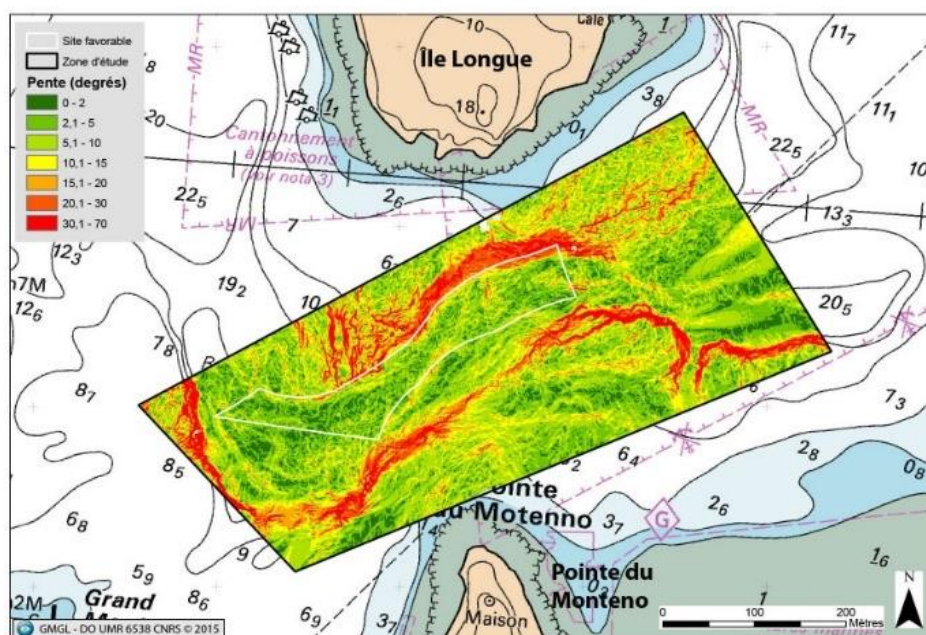


Figure 37 : Carte des pentes (degrés) issues des données bathymétriques novembre 2014 maillée à 1 m (fond de carte SHOM 7137) (UBS, 2018)

L'analyse des cartes des pentes confirme l'existence de surfaces quasi planes (pente < 5°) au niveau des polygones préférentiels pour la mise en place potentielle de turbines. En effet, les pentes les plus importantes se trouvaient respectivement au niveau des flancs des chenaux méandrique.

4.2.1.3 L'évolution des fonds

Des Modèles Numériques de Terrain (MNT) différentiels ont été réalisés avec les données bathymétriques mesurées en 2004 par le SHOM et celles acquises en 2014 par l'UBS, afin de cartographier l'évolution des fonds sur le site d'étude.

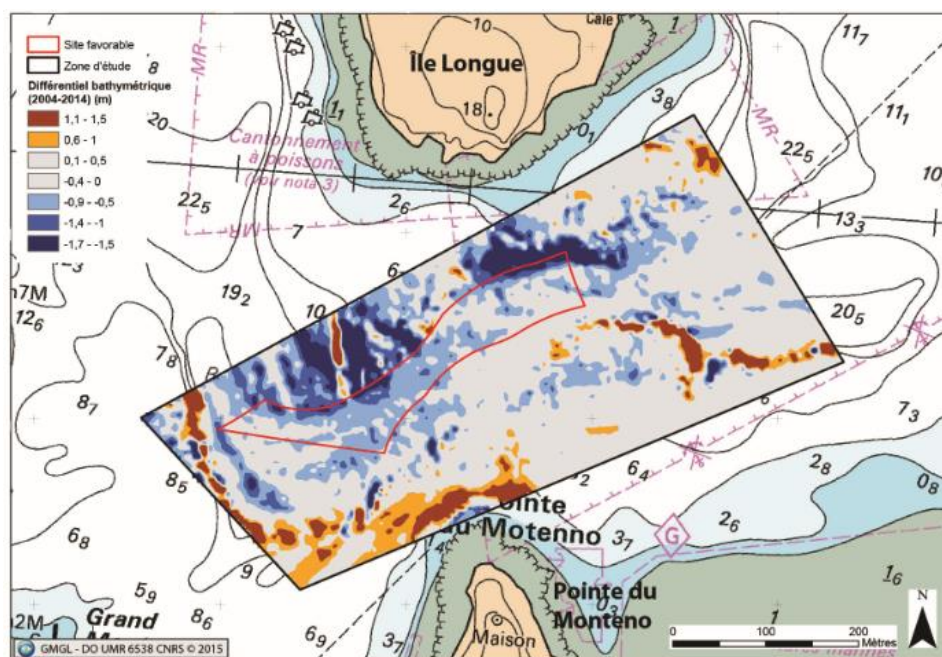


Figure 38 : Différentiel bathymétrique entre 2014 et 2004 (maillage de 5 m) (fond de carte SHOM 7137) (UBS, 2018)

Les MNT différentiels entre les bathymétries Litto3D® (2003-2004S, SHOM) et novembre 2014 (bathymétrie SMF réalisée spécifiquement pour cette étude) ont montré l'absence d'une mobilité significative des fonds marins au niveau du site d'étude. Les différences altimétriques très réduites constatées sur les MNT différentiels sont principalement issues des limites de l'interpolation des données bathymétriques de la bathymétrie Litto3D®, maillée à cinq mètres.

La bathymétrie au niveau du site présente des fonds allant de 20 à 24 m CM. Le levé bathymétrique montre également une absence de pente et d'évolution des fonds.

4.2.2 Les agents hydrodynamiques

Au niveau du golfe du Morbihan, le principal agent hydrodynamique provient des courants de marée. L'influence des agitations (houles, mers de vents) est également abordée.

4.2.2.1 La courantologie

4.2.2.1.1 Au niveau du golfe du Morbihan

À l'entrée du Golfe, au Sud de l'île Longue, la vitesse du courant peut atteindre 9 nœuds en vives eaux. Le courant de la Jument est ainsi le deuxième courant le plus fort d'Europe et fait la réputation du Golfe du Morbihan. À chaque marée, les importants volumes d'eau qui entrent dans le Golfe en courants puissants par le goulet de Port-Navalo sont orientés par l'ouest et le sud de l'île-aux-Moines, puis ralentis lorsqu'ils arrivent sur les hauts fonds de la partie orientale du Golfe (Figure 39). Cette perte de vitesse entraîne le dépôt des particules sédimentaires en suspension et explique la distinction marquée entre les bassins occidental et oriental du Golfe du Morbihan. Les courants de marée constituent ainsi un paramètre majeur dans les processus d'érosion et de dépôt sédimentaire dans le Golfe (DOCOB Natura 2000 ZSC « Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuy » et ZPS « Golfe du Morbihan », 2013 in UBS, 2018).

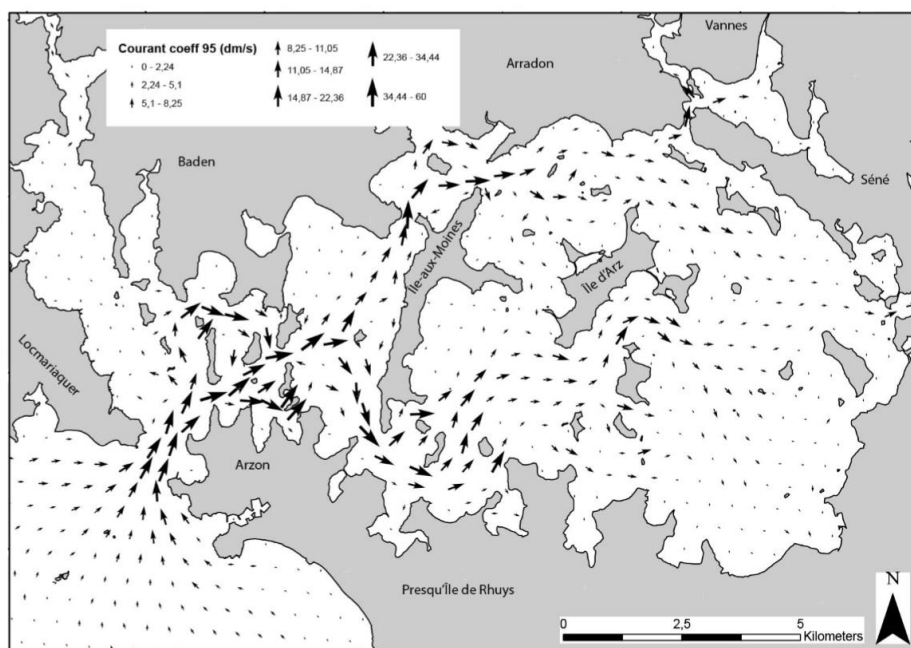


Figure 39 : Carte des courants dans le Golfe du Morbihan au moment de la Pleine Mer pour un coefficient de 95 (SHOM) (UBS, 2018)

4.2.2.1.2 Au niveau du site d'étude

Dans le cadre de ce projet, des mesures de courants ont été effectuées. Deux approches complémentaires d'acquisition de données hydrodynamiques ont été mises en œuvre : des mesures ponctuelles et des profils de courant (Sedрати et al., 2016). Pour les deux approches, des mesures couvrant un large panel de conditions de marée ont été effectuées (deux cycles tidaux pour les mesures ponctuelles et des profils de courant en conditions de mortes-eaux et de vives-eaux).

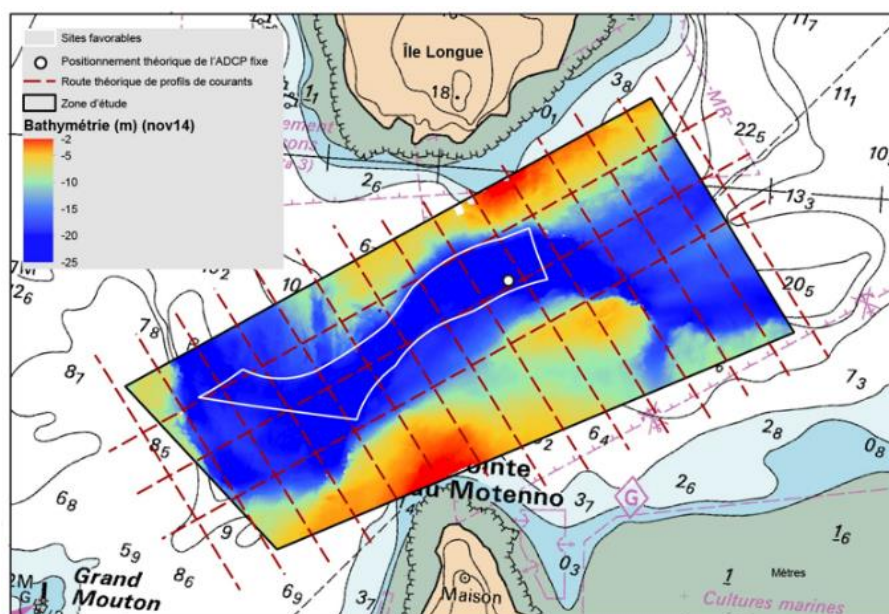


Figure 40 : Profils de courant et déploiement du courantomètre (Sedрати et al., 2016 in UBS, 2018)

Les résultats des mesures de courants ont montré que ces derniers étaient fortement corrélés aux coefficients de marée. Les vitesses des courants peuvent atteindre 3,5 m/s au jusant. Les vitesses au jusant peuvent être 1,5 fois les vitesses au flot.

Coefficient de marée	45	61	72	91	99
Marnage	2 m	2,5 m	3 m	3,75 m	4 m
Vitesse du flot	1,5 m/s	1,8 m/s	2 m/s	2,3 m/s	2,4 m/s
Direction du flot	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE
Vitesse du jusant	2,3 m/s	2,5	2,9 m/s	3,3 m/s	3,5 m/s
Direction du jusant	OSO	OSO	OSO	OSO	OSO
Rapport jusant/flot	1,5	1,4	1,45	1,45	1,45

Figure 41 : Hauteurs d'eau, vitesses moyennes du courant sur la colonne d'eau et les directions moyennes des courants au point de mesure au niveau du site du sud de l'île Longue. (b) Évolution du marnage, du flot et jusant selon le coefficient de marée au sud de l'île Longue (Sedрати et al., 2016 in UBS, 2018)

4.2.2.2 Les agitations

Le Golfe du Morbihan est abrité des houles dominantes de sud-ouest par Belle-île, la presqu'île de Quiberon, les îles de Houat et de Hoëdic, ainsi que la presqu'île de Rhuys. Ces barrières naturelles protègent l'étroit goulet de Port Navalo qui permet l'entrée des masses d'eau dans le Golfe du Morbihan. À l'intérieur du Golfe, des vagues de faible

amplitude peuvent être générées par le vent (mer de vent). L'influence de ce paramètre hydrodynamique est mineure dans le Golfe du Morbihan.

Les courants : au niveau de l'Île Longue, les vitesses des courants de marée peuvent dépasser les 3,5 m/s.

Les agitations : les abords de l'Île Longue sont protégés des vagues.

4.2.3 Le contexte sédimentaire

4.2.3.1 Au niveau du golfe du Morbihan

Dans le Golfe du Morbihan, la répartition des sédiments suit un gradient granulométrique, de l'est du bassin vers la zone plus externe et le goulet de Port Navalo. De façon secondaire, on retrouve ce gradient lorsque l'on s'éloigne de l'axe des chenaux de marée vers les zones abritées (Marcaillou *et al.*, 1996). Cette configuration est directement liée à l'intensité des courants de marée (*cf.* 4.2.2.1.1 page 53). En effet, dans les chenaux où les courants de marée sont importants, le sédiment est plus grossier, y compris dans l'est du Golfe. Par opposition, les milieux de faible énergie, dont certaines anses et côtes présentent un envasement dû à la décantation de particules fines (Perez Belmonte, 2008) (Figure 42).

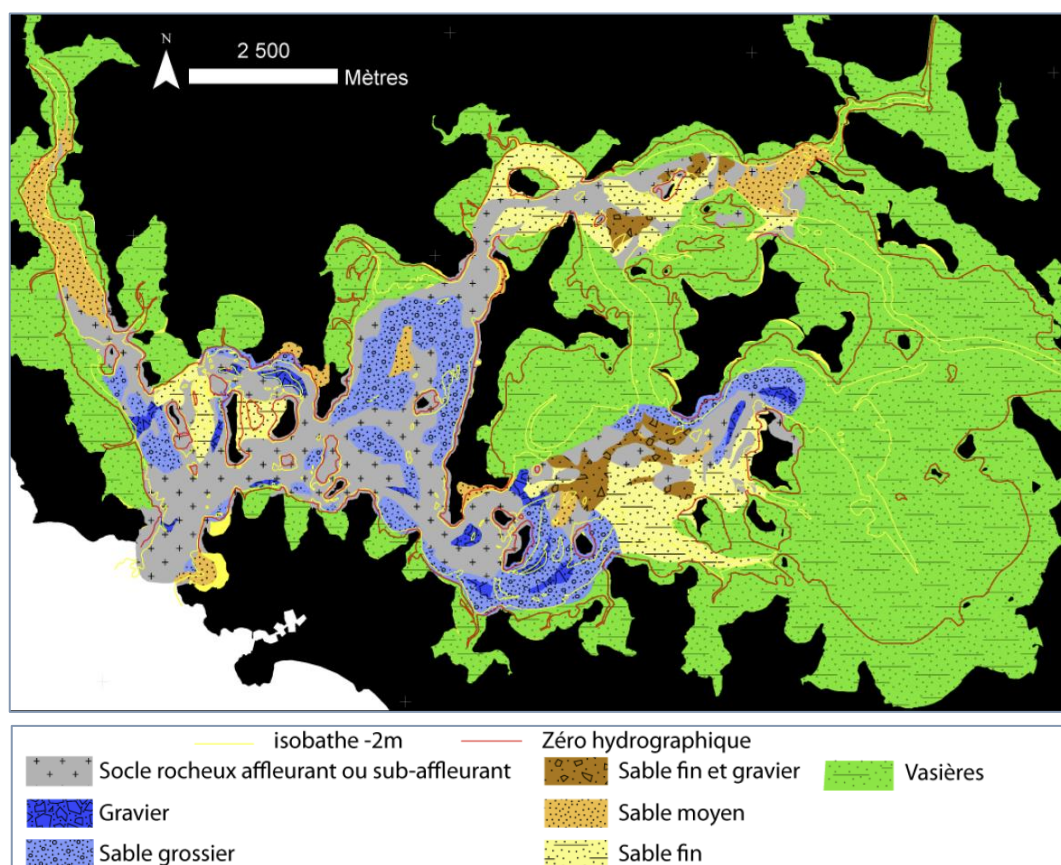


Figure 42 : Carte sédimentaire du Golfe du Morbihan. L'isobathe - 2 mètres fait apparaître les chenaux de marées (D'après Menier et Cancouët, 2010 in UBS, 2018)

Entre le sud-ouest de l'Île-aux-Moines et le goulet de Port-Navalo, le socle cristallin affleure. C'est un granitoïde altéré parsemé de cailloutis (Dubois, 2008). Dans les chenaux secondaires, on retrouve des formations sédimentaires

constituées de bancs de graviers et de sable grossier composé de fragments coquilliers, qui forment notamment les bancs du Creizic et de Kergonan, ainsi que du sable moyen à fin dans les zones les plus abritées. Dans la partie orientale du bassin et vers l'amont des rivières de Vannes, Auray et Noyal qui alimentent le Golfe du Morbihan, là où les profondeurs et les courants sont faibles, les zones de vasières dominent.

4.2.3.2 Au niveau du site d'étude

Le site de l'Île Longue est situé dans les principaux chenaux empruntés par les courants de marée de l'entrée du Golfe. Le socle rocheux y est prédominant car l'hydrodynamisme est trop important pour permettre la sédimentation et le dépôt de vases (Figure 43).

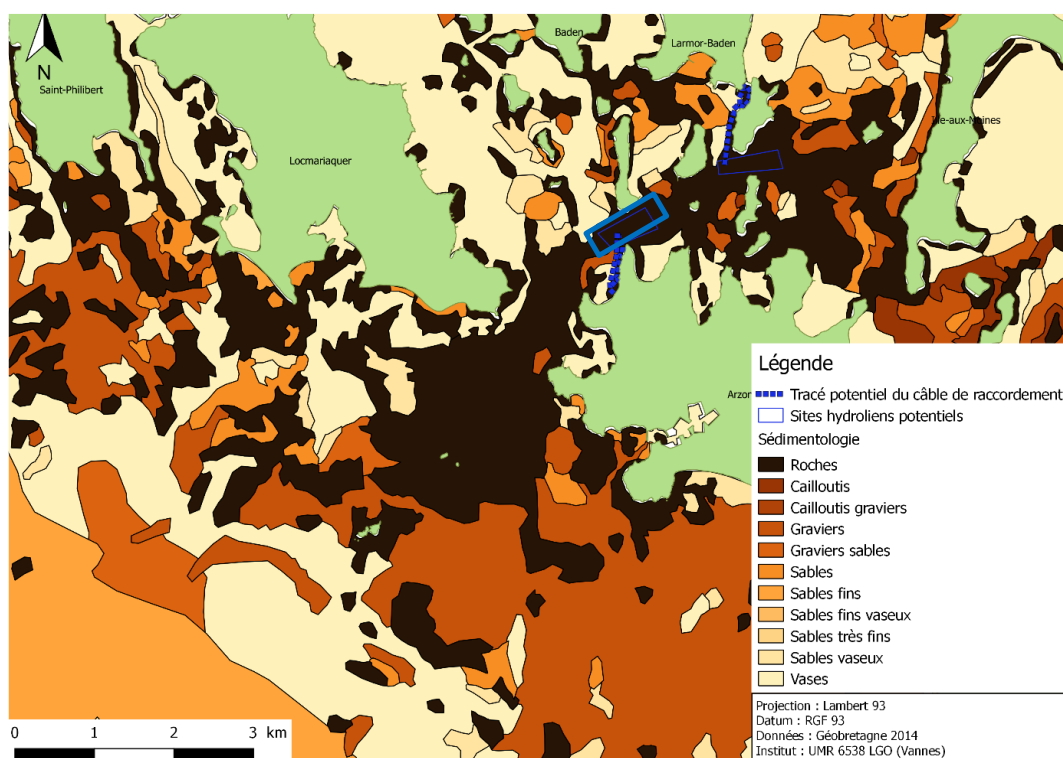


Figure 43 : Nature sédimentaire aux abords du site d'étude de l'Île Longue

Au niveau de la zone potentielle d'implantation de l'Île Longue, la nature des fonds au niveau des chenaux, à fort hydrodynamisme, est principalement constituée de roches.

4.2.4 La qualité de l'eau

Les eaux du Golfe du Morbihan sont sous l'influence des 37 communes du bassin-versant, soit une population d'environ 135 000 habitants permanents, auxquels s'ajoutent approximativement 50 000 habitants saisonniers. Les sources de pollutions urbaines, diffuses et industrielles sont liées à la forte démographie, l'urbanisation croissante et la fréquentation touristique importante qui caractérisent le territoire riverain du Golfe du Morbihan (assainissement, gestion des eaux pluviales, activités agricoles, etc.).

La qualité de l'eau régit le maintien de l'équilibre écologique ainsi que toutes les activités professionnelles et de loisirs qui en découlent. C'est un enjeu majeur dans le Golfe du Morbihan, pour les usages anthropiques (baignade,

conchyliculture, pêche à pied, etc.) et pour les milieux naturels sensibles (herbiers, bancs naturels de coquillages, vasières, etc.) (UBS, 2018). De nombreux suivis sont donc mis en œuvre pour suivre la qualité de ces eaux.

Le golfe du Morbihan est notamment un lieu du tourisme et de la conchyliculture. La qualité de l'eau est très importante pour activités et pour le milieu naturel ; la qualité de l'eau ne doit pas être dégradée.

4.2.5 L'environnement sonore sous-marin

Dans le cadre du projet TIGER, une étude spécifique sur l'acoustique sous-marine a été réalisée par la société QUIET OCEANS (QuietOcéans, 2018). Cette étude doit permettre, à terme, *via* de la modélisation, d'évaluer les niveaux sonores sous-marins générés par les hydroliennes en fonctionnement (cette analyse est présentée en chapitre 5 : analyse des incidences). Dans un premier temps, cette étude a analysé le bruit ambiant au niveau de la zone d'étude.

4.2.5.1 Le bruit sous-marin : généralités

4.2.5.1.1 Introduction

Le monde sous-marin est tout sauf silencieux et est composé d'un chœur sonore regroupant trois familles de bruits : les bruits naturels (vagues, craquements sismiques...), les bruits biologiques (mammifères marins et autre biodiversité marine), et les bruits anthropiques (activités humaines, trafic maritime...). Ces bruits sont de nature bien différente selon les endroits, les saisons, les conditions climatiques, l'heure de la journée, etc. Ainsi, le bruit sous-marin constitue une composante physique à évaluer dans un contexte géographique donné, et dont les modifications peuvent potentiellement avoir des conséquences sur l'écosystème et certains organismes marins sensibles à la pression. Les niveaux de bruit sous-marin ne sont pas à comparer avec les niveaux de bruit aérien. En effet, le niveau de référence est de 1 μPa en acoustique sous-marine, contre 20 μPa dans l'air. De plus, avec une densité environ 1000 fois plus élevée que l'air, le milieu océanique est considéré comme un milieu de propagation incompressible contrairement à l'air. Ainsi, toute comparaison est à proscrire (QuietOcéans, 2020). La figure suivante donne, à titre illustratif, une échelle de niveaux sonores émis typiques, soit par les activités humaines, soit par la faune marine, soit par les conditions environnementales.

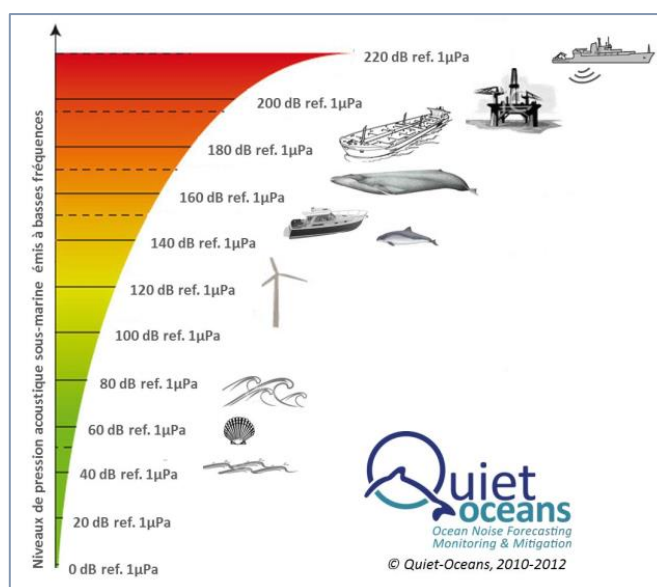


Figure 44 : Échelle qualitative des niveaux de bruits sous-marins émis à un mètre dans une bande basse fréquence de quelques kHz (QuietOcéans, 2018)

4.2.5.1.2 Qu'est-ce que le chorus sous-marin

Le bruit sous-marin est un véritable chorus sonore où des bruits de différentes natures et origines se mélangent :

- ▶ les bruits naturels ou géophonie regroupent les bruits issus des craquements de la Terre, des déplacements des sédiments marins, du déferlement des vagues, des précipitations, etc. ;
- ▶ les bruits biologiques ou biophonie regroupent les bruits d'origine biologique générés par la faune marine ;
- ▶ les bruits anthropiques, ou anthropophonie, sont les bruits d'origine humaine générés par les activités maritimes.

Comme le montre la figure ci-dessous, tous ces bruits interagissent les uns avec les autres, se dominent les uns par rapport aux autres pour former le contexte sonore d'une aire d'étude.

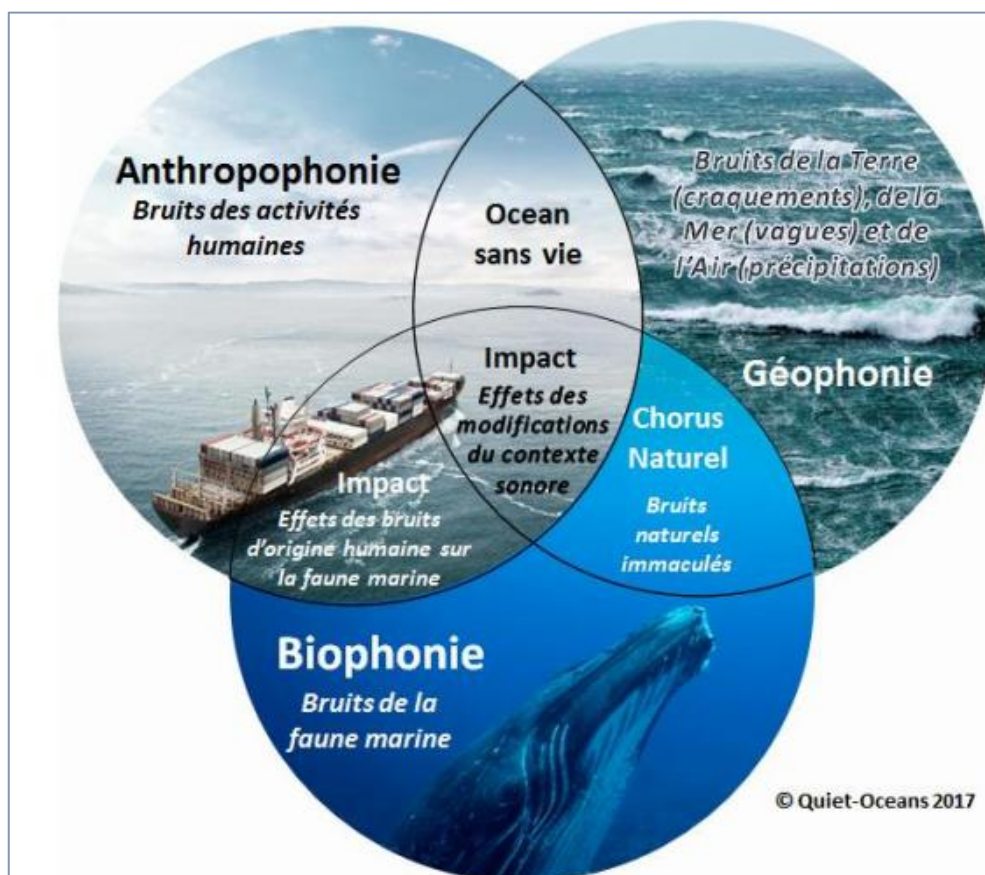


Figure 45 : Composition du chorus sonore sous-marin (QuietOcéans, 2018)

Le bruit sous-marin est produit par des sons de natures et d'origines et qui se mélangent. On distingue ainsi les bruits naturels ou géophonie (déplacements des sédiments marins, déferlement des vagues, courants...), les bruits biologiques ou biophonie (peuplements benthiques, poissons, mammifères marins...) et les bruits anthropiques ou anthropophonie (navires, activités marines...).

La Figure 46 synthétise les niveaux sonores typiques en dB ref $1\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ en fonction de leur origine (anthropique, environnementale ou biologique) et en fonction de la gamme de fréquences. L'ensemble des sources sonores contribue au bruit ambiant avec une prédominance très variable en fonction de la fréquence, des conditions environnementales, des activités humaines et du contexte local.

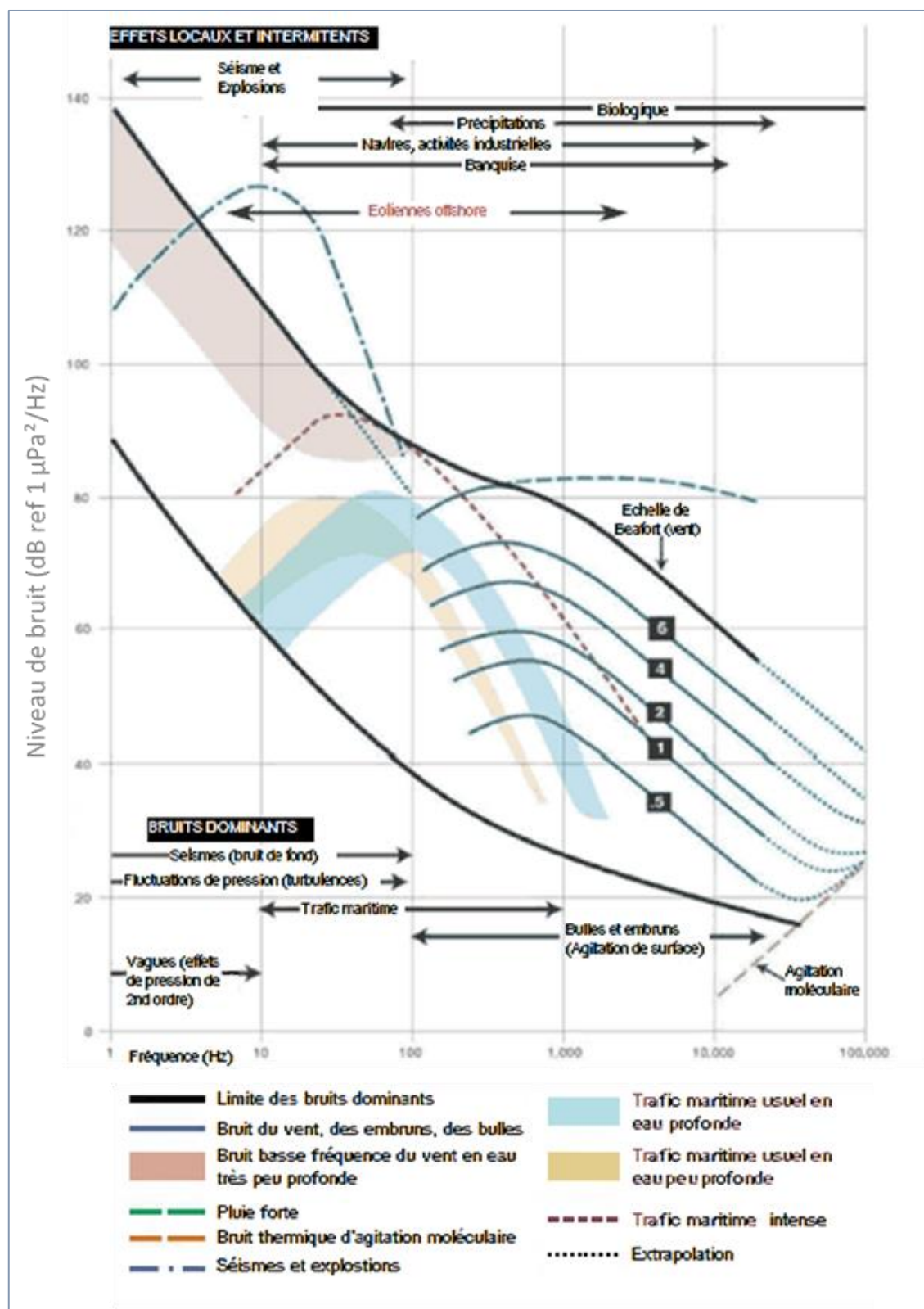


Figure 46 : Synthèse des niveaux de bruit typiques en fonction de la fréquence et de la nature de la source de bruit

4.2.5.1.2.1 La géophonie

Les bruits naturels peuvent être de nature diverse : bruits sismiques dans les très basses fréquences (inférieures à quelques dizaines de Hz), les bruits des précipitations, les bruits du transport sédimentaire, les bruits de mer générés par les vagues et le vent, etc. (QuietOcéans, 2018).

4.2.5.1.2.2 La biophonie

La biophonie correspond aux bruits biologiques engendrés par les organismes vivants sous-marins. Ces bruits sont générés par les mammifères marins, poissons, crustacés, mollusques, etc. Les signaux sonores émis par ces organismes vivants peuvent être impulsionnels (clics, claquements...) ou transitoires (sifflements de cétacés par exemple). Les gammes de fréquences et les niveaux sont très variables et largement dépendants des espèces et du contexte (QuietOcéans, 2018).

4.2.5.1.2.3 L'anthropophonie

Les bruits dits anthropiques sont générés par les activités humaines en mer telles que les bruits des navires constitutifs du trafic maritime, des embarcations de loisir en mer, les travaux maritimes, les activités de prospection, etc. Ces bruits peuvent être masqués par les bruits naturels ou biologiques, ou au contraire, dominer le chœur sonore (QuietOcéans, 2018).

4.2.5.1.3 De quoi dépend la distribution des bruits dans le milieu marin

L'objet de ce paragraphe est de décrire les paramètres qui influencent la distribution du bruit. La propagation du bruit et les niveaux de bruit ambiant sont principalement conditionnés par (Tableau 13) :

- ▶ la bathymétrie ;
- ▶ la nature du fond ;
- ▶ les conditions océanographiques, telles que la température et la salinité, les courants, la marée ;
- ▶ les conditions météorologiques, telles que le vent (et par suite les vagues) ;
- ▶ les activités maritimes ;
- ▶ d'autres paramètres influant sur la propagation et sur le niveau de bruit, mais dans une moindre mesure.

	Bathymétrie	Nature du fond	Température et salinité	Variation du niveau de la mer (marée)	Courant	Vent / Vague	Précipitation
Conditionne la propagation des bruits	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗
Génère des bruits propres	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓

Tableau 13 : Effet des conditions physiques du milieu océanique sur la propagation acoustique et sur la génération de bruits propres contribuant à la résultante du bruit ambiant (QuietOcéans, 2018)

Les pertes de propagation sont d'autant plus importantes que la hauteur d'eau (effet cumulé de la bathymétrie et de la marée) est faible. Cela est lié à l'interaction des ondes sonores avec les interfaces du guide d'onde océanique (surface et fond). Cependant, plus la hauteur d'eau est faible, plus le déferlement des vagues est favorisé et la contribution du bruit des vagues au bruit ambiant est importante.

Les pertes de propagation sont d'autant plus importantes que les fonds sont meubles et de grains fins (la vase absorbe plus les ondes acoustiques que le gravier par exemple). Cependant, plus le sédiment est dense, plus son caractère réverbérant est important. En effet, les ondes sonores ayant des angles d'incidence sur le sédiment important sont mieux réfléchies lorsque le sédiment est dense.

Le vent contribue à générer des vagues. Les vagues diffusent et absorbent les ondes acoustiques d'autant mieux par forte mer (Wenz, 1962). Cependant, les vagues, par déferlement, génèrent un bruit propre qui a pour effet d'élever le niveau de bruit ambiant. Par fort état de mer, le bruit naturel des vagues augmente lorsque les autres sources de bruit se propagent moins bien.

Sous l'effet du courant et/ou des vagues par petits fonds (une dizaine de mètres), le charriage des sédiments et l'entrechoquement des particules sédimentaires génère du bruit, avec des niveaux d'autant plus importants que les sédiments sont grossiers et que leurs déplacements sont rapides.

La distribution verticale de température et de salinité stratifie la colonne d'eau. Les ondes acoustiques sont fortement sensibles à cette stratification verticale et, dans une moindre mesure, à la stratification horizontale (Guiesse & Sabathié, 1964). En effet, un gradient vertical négatif de température/salinité aura comme effet de réfracter les ondes vers le fond, rendant l'influence de la nature des sédiments prépondérante. Au contraire, lorsqu'aucune stratification n'est présente (milieu homogène), certains trajets acoustiques peuvent ne pas interagir avec les interfaces (surface et/ou fond) et présenter des portées plus importantes.

Les précipitations ont une influence marginale sur la propagation acoustique sous-marine, mais génèrent du bruit et contribuent à augmenter le niveau de bruit environnemental (géophonie).

La plupart des paramètres du milieu physique ont des effets croisés sur la propagation des bruits et sur leur niveau de contribution au bruit ambiant naturel. Il est donc difficile de disposer de règles de dépendances universelles, justifiant l'usage des modèles.

Il est important de noter que lorsque la propagation des bruits du projet est favorisée, la propagation des autres bruits anthropiques existants est aussi favorisée (bruit du trafic maritime, des activités de plaisance ou de pêche, par exemple), contribuant aussi à augmenter le niveau de bruit ambiant (QuietOcéans, 2018).

La propagation du bruit et les niveaux de bruit ambiant sont principalement conditionnés par la bathymétrie, la nature du fond, les conditions océanographiques (température – salinité – courants – marée), les conditions météorologiques (vent, pluie) et par les activités maritimes.

4.2.5.2 Analyse du bruit ambiant

La méthodologie proposée dans cette étude repose sur quatre étapes :

- ▶ Etape 1 : La cartographie statistique du bruit préexistant au projet d'implantation du parc hydrolien lié à la fois aux vagues et à l'état de mer et aux activités maritimes existantes. Cela constitue une évaluation de l'état sonore initial. À cette cartographie, est ajoutée une cartographie statistique du bruit préexistant potentiellement maximum lors de l'évènement nautique « la semaine du Golfe » ;

- ▶ Etape 2 : L'établissement d'un modèle de source acoustique d'une hydrolienne en phase d'exploitation à partir des données bibliographiques ;
- ▶ Etape 3 : L'évaluation de l'empreinte sonore de l'ensemble du parc hydrolien en phase d'exploitation ;
- ▶ Etape 4 : L'établissement des champs sonores des bruits du projet dans chaque gamme de sensibilité des espèces susceptibles d'être présentes.

Les éléments de l'étape 1 relatifs, à la cartographies statistiques du bruit préexistant, sont présentés ci-après. Les résultats des autres étapes relatifs aux effets sur l'environnement acoustique de l'exploitation des hydroliennes sont présentés dans le chapitre qui traite des effets potentiels du projet en phase d'exploitation (cf 5.3 page 141).

4.2.5.2.1 Les mesures effectuées

Une campagne de mesures in situ a été menée du 2 au 20 juin 2017, à proximité immédiate des futures zones d'implantation des hydroliennes. Un hydrophone autonome posé sur le fond a permis de capturer en continu la statistique du bruit existant sur une période significative (Figure 47).

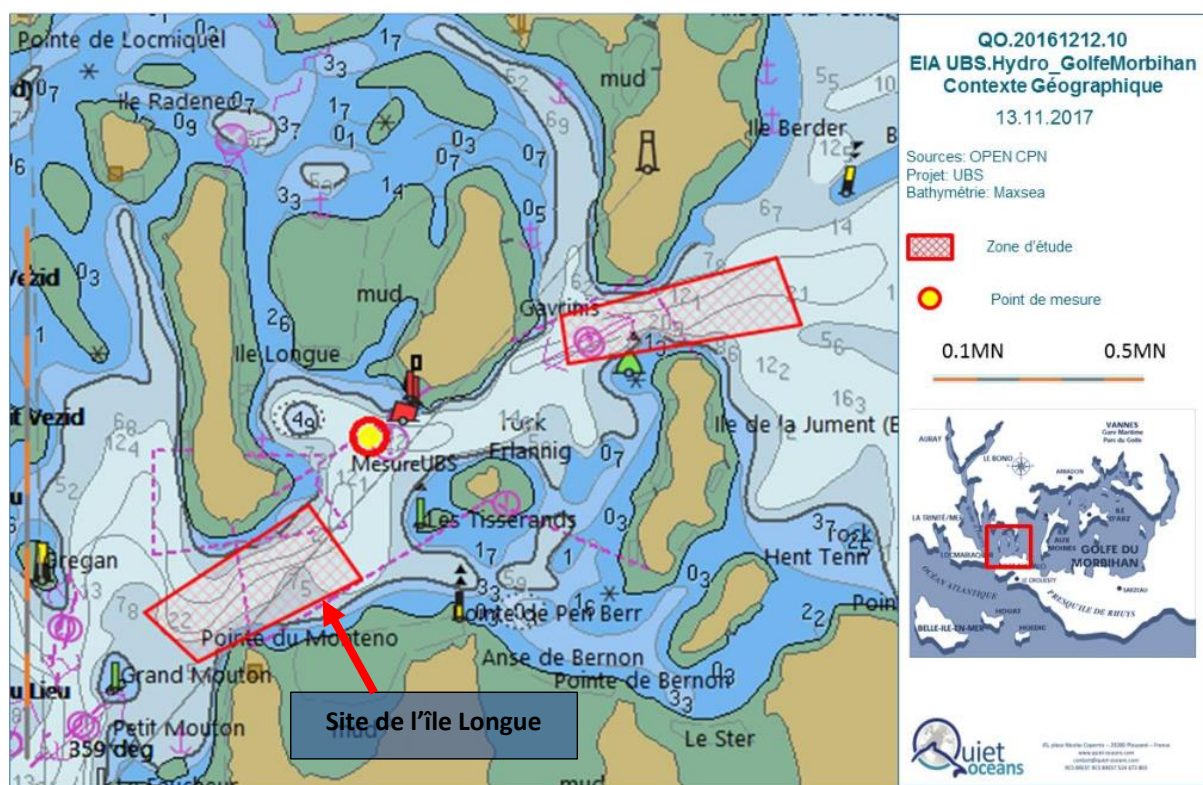


Figure 47 : Emplacement de point de mesure d'acoustique passive déployé en juin 2017 (QuietOcéans, 2018)

Les résultats des mesures montrent qu'en ce point, le bruit ambiant médian (50 % du temps) est de 107 dB ref1 μ Pa², baisse de 3,5 dB pendant la nuit et augmente de 3 dB pendant la journée. Cette différence diurne/nocturne provient majoritairement des passages fréquents de navires de plaisance (de l'ordre de 106 passages par jour). Le pied de bruit (ou bruit permanent) (percentiles de 100 à 90 % ou niveaux très fréquents) est de 94,8 dB ref1 μ Pa² et offre une variabilité ($\pm$ 5 dB) rythmée principalement par les variations significatives de courant dans une journée. Ce pied de bruit est maximal au moment du maximum de la vitesse de courant pour le flux de jusant.

En dB ref 1μPa²	Mini mu m	Très fréquent		Courant			Rare		Maximum
Percentile (%)	100	99	90	75	50	25	10	1	0
Toute la période	94.8	97.7	100.8	103.4	107.0	114.9	122.1	130.9	142.4
Jour	96.0	98.8	102.9	105.4	110.2	118.2	123.6	131.9	142.4
Nuit	94.8	96.8	99.1	101.0	103.5	106.4	110.0	128.5	135.6

Tableau 14 : Probabilité de mesurer un niveau sonore (dB ref. 1 μ Pa²) supérieur ou égale à (QuietOcéans, 2018)

4.2.5.2.2 La cartographie du bruit ambiant par modélisation

Les données mesurées sont ensuite intégrées au modèle (plateforme Quonops©) permettant ainsi de cartographier le bruit ambiant en fonction des caractéristiques du site (nature des fonds, bathymétrie...). Pour cette cartographie, deux situations sont présentées :

- ▶ Une situation courante ;
- ▶ Une situation exceptionnelle correspondant à la semaine de golfe où de nombreux bateaux fréquentent la zone (Grande parade).

4.2.5.2.2.1 Situation courante

Les niveaux de bruit statistiques dans la bande de 45 Hz à 71 kHz liés au trafic maritime et aux conditions environnementales sont présentés dans le Tableau 15 et la Figure 48. La zone d'implantation des hydroliennes se situe dans un secteur déjà marqué par le bruit du trafic de plaisance, selon un couloir de circulation défini par le contexte géographique (entrée du Golfe). De plus, dans cette zone à forts courants, la contribution acoustique de cette composante hydrodynamique est prédominante. Une compétition continue existe quant à la prédominance du bruit anthropique ou du bruit engendré par le courant. En dehors de cette zone singulière, les niveaux de bruit sont significativement plus faibles, d'une part par la moindre présence des navires de plaisance et d'autre part par la décroissance significative des vitesses de courant.

En dB ref 1μPa²	Mini mu m	Très fréquent		Courant			Rare		Maximum
Percentile (%)	100	99	90	75	50	25	10	1	0
Toute la période	99.0	99.1	99.7	101.7	104.8	107.7	118.3	139.9	162.8

Tableau 15 : Synthèse des niveaux sonores (naturel et anthropique) estimés dans la zone projet (QuietOcéans, 2018)

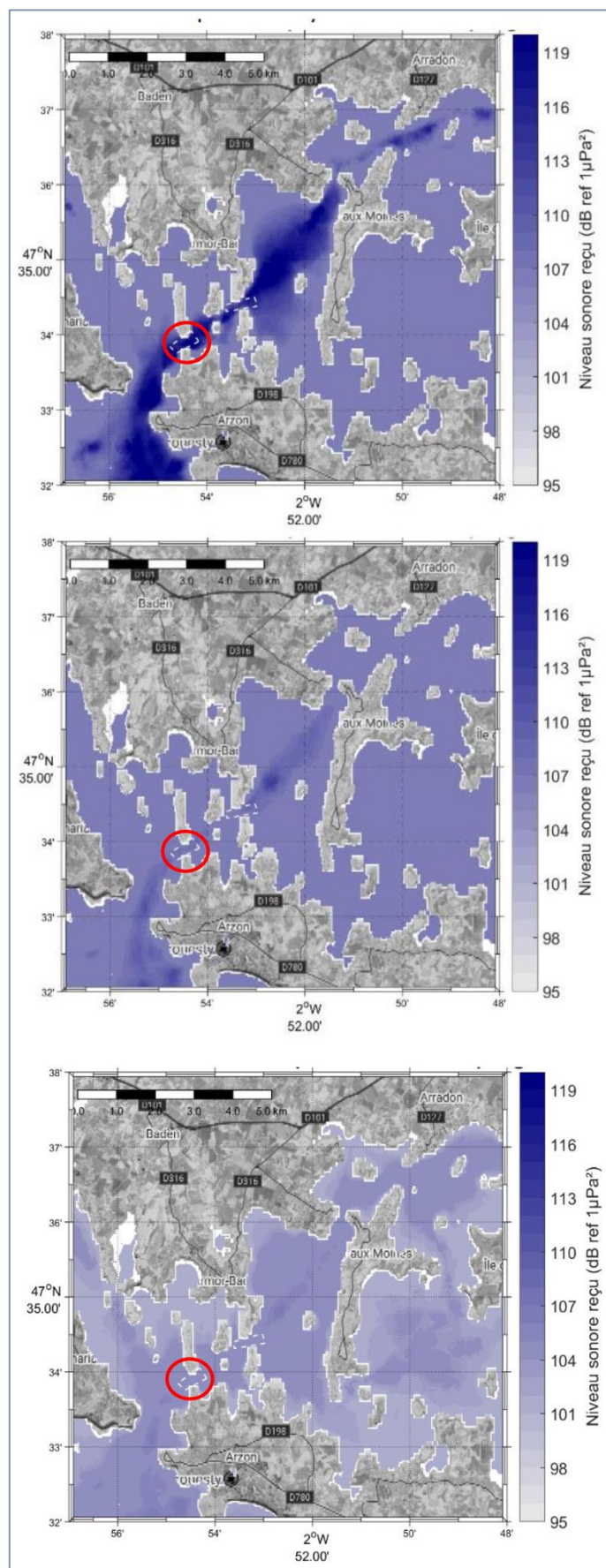


Figure 48 : Niveau sonore du bruit naturel et du trafic maritime préexistant dans la bande 45Hz à 70 kHz- cercle rouge : le site de l'Île Longue (QuietOcéans, 2018)

4.2.5.2.2.2 Situation exceptionnelle

Dans le cas de la situation instantanée lors de la Grande Parade du Golfe du Morbihan, la concentration des navires dans le couloir de circulation entraine une élévation significative du bruit dans cette zone dans une bande d'environ 1,5 km de large. Le niveau sonore atteint très couramment 140,3 dB ref1 μ Pa² (50 % du temps), à minima 133 dB ref1 μ Pa² (100 % du temps) et au maximum 155 dB ref1 μ Pa² lors des passages de navires dans la zone du projet. En comparaison du bruit existant habituellement sur cette zone, l'élévation médiane est de 35 dB ref1 μ Pa² en raison de la fréquentation dense des navires de plaisance (Tableau 16 et Figure 49).

En dB ref 1 μ Pa ²	Mini mum	Très fréquent		Courant			Rare		Maximum
Percentile (%)	100	99	90	75	50	25	10	1	0
Situation	133.9	133.9	134.3	134.9	140.3	150.0	154.8	155.4	155.4

Tableau 16 : Synthèse des niveaux sonores (naturel et anthropique) estimés dans la zone projet (QuietOcéans, 2018)

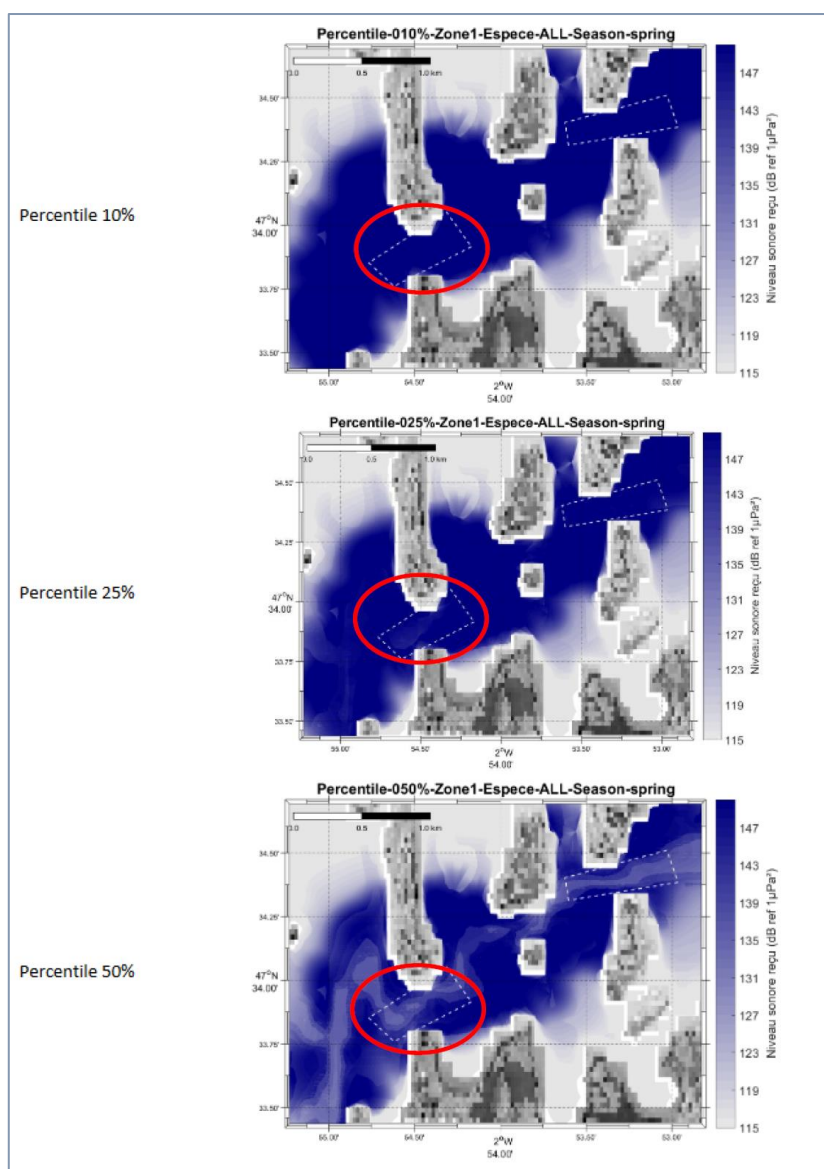


Figure 49 : Cartographie du bruit large bande naturel et du trafic maritime préexistant durant un instant de la grande parade - cercle rouge : le site de l'île Longue (QuietOcéans, 2018)

Les résultats des mesures de bruit ambiant montrent que le bruit médian (50 % du temps) est de 107 dB ref1 μ Pa².

Les résultats de la modélisation démontrent qu'un rail de circulation de navires de plaisance croise l'emplacement des sites hydroliens potentiels. La signature acoustique de cette activité anthropique régulière est observable à partir du percentile 25 % c'est-à-dire que 25 % du temps la trace acoustique émerge du bruit naturel. Cette route est localisée selon un axe sud/ouest-nord/est et occupe une largeur d'environ un kilomètre. Pour les percentiles inférieurs (niveaux plus fréquents), le bruit dans cette zone est dominé par les conditions environnementales et principalement par le bruit induit par le courant.

Dans le cas de la situation particulière de la Grande Parade lors de la Semaine du Golfe, le bruit existant sur zone est dominé majoritairement par le déplacement des navires de plaisance dans et à proximité du couloir de circulation régulier. Pour cette situation, le niveau sonore atteint 140 dB ref1 μ Pa² 50 % du temps et domine ainsi systématiquement le bruit naturel.

4.2.6 Synthèse de l'environnement physique et définition des enjeux

La morphologie des fonds : La bathymétrie au niveau du site présente des fonds allant de 20 à 24 m CM. Le levé bathymétrique montre également une absence de pente et d'évolution des fonds.

Les agents hydrodynamiques :

La courantologie : au niveau de l'Île Longue, les vitesses des courants de marée peuvent dépasser les 3,5 m/s.

Les agitations : les abords de l'Île Longue sont protégés des vagues.

Le contexte sédimentaire : Au niveau de la zone potentielle d'implantation de l'Île Longue, la nature des fonds au niveau des chenaux, à fort hydrodynamisme, est principalement constituée de roches.

La qualité de l'eau : Le golfe du Morbihan est notamment un lieu du tourisme et de la conchyliculture. La qualité de l'eau est très importante pour activités et pour le milieu naturel ; la qualité de l'eau ne doit pas être dégradée.

L'environnement sonore sous-marin : Les résultats des mesures de bruit ambiant montrent que le bruit médian (50 % du temps) est de 107 dB ref1 μ Pa². Les résultats de la modélisation démontrent qu'un rail de circulation de navires de plaisance croise l'emplacement des sites hydroliens potentiels. La signature acoustique de cette activité anthropique régulière est observable à partir du percentile 25 % c'est-à-dire que 25 % du temps la trace acoustique émerge du bruit naturel. Cette route est localisée selon un axe sud/ouest-nord/est et occupe une largeur d'environ un kilomètre. Pour les percentiles inférieurs (niveaux plus fréquents), le bruit dans cette zone est dominé par les conditions environnementales et principalement par le bruit induit par le courant. Dans le cas de la situation particulière de la Grande Parade lors de la Semaine du Golfe, le bruit existant sur zone est dominé majoritairement par le déplacement des navires de plaisance dans et à proximité du couloir de circulation régulier. Pour cette situation, le niveau sonore atteint 140 dB ref1 μ Pa² 50 % du temps et domine ainsi systématiquement le bruit naturel.

Le tableau suivant présente les enjeux de l'environnement physique :

Composantes	Caractéristiques	Niveau d'enjeu
La morphologie des fonds		
Profondeur - pentes	Ces paramètres constituent des éléments de contexte et de définition du projet (emplacement des câbles, des hydroliennes), mais ne présentent pas un enjeu environnemental particulier	Faible
Les agents hydrodynamiques		
Les courants	L'agitation et les courants constituent un enjeu notamment <i>via</i> les influences qu'ils peuvent avoir sur la dynamique sédimentaire (modification du trait de côte – perturbation des habitats...)	Moyen
L'agitation		
Le contexte sédimentaire		
La dynamique sédimentaire	La dynamique sédimentaire peut avoir une influence sur les habitats ou le trait de côte. Les équilibres ne devront pas être perturbés	Moyen
La qualité de l'eau		
La qualité générale des eaux	Nombreuses activités liées à l'eau – équilibre des milieux	Fort
L'environnement sonore		
Environnement sonore	Ce paramètre constitue un enjeu important pour la faune marine en général et pour les mammifères marins et les poissons en particulier	Fort

Tableau 17 : Définition des enjeux de l'environnement physique

4.3 Le milieu biologique

Les éléments présentés ci-après proviennent de nombreuses données biobibliographiques collectées par l'UBS (UBS, 2018), mais également d'études spécifiques d'investigations de terrain mises en œuvre dans le cadre de ce projet :

Études et investigations réalisées dans le cadre du projet TIGER				
Date des missions ou de l'étude	Prestataire	Titre de l'étude	Détails	Référence
Mai à novembre 2017	Observatoire du plancton	Suivi Plancton – Rapport de synthèse	Prélèvement de plancton par filet bongo – Prélèvement d'eau pour le comptage phytoplanctonique – Trois sites de prélèvements	Observatoire du plancton, 2017
24 et 25 juillet 2018	UBS	État initial et évaluation des incidences potentielles environnementales et socio-économiques d'un développement hydrolien dans le golfe du Morbihan	Deux transects par vidéo-tractée réalisée au niveau du site de l'Île Longue sur deux étals de marées basses lors de deux marées consécutives	Sedrati et al., 2018
8 novembre 2017	UBS		Prospection le 8 novembre 2017, de 13h à 14h30, lors de la marée basse (étal à 14h06) - Coefficient de marée de 91	Sedrati et al., 2018
8 novembre 2017	UBS	Analyses granulométriques par tamisage et étude des foraminifères benthiques d'échantillon du golfe du Morbihan dans le cadre du projet « hydroliennes »	Prélèvements de quatre échantillons au niveau de la zone d'atterrage	Goubert, 2018
Juillet 2018	Bretagne Vivante	Développement d'une ferme hydrolienne dans le golfe du Morbihan – pré diagnostic avifaune	Étude de l'avifaune se basant sur une synthèse bibliographique et sur des comptages effectués chaque hiver (mi-janvier) entre 2011 et 2016.	Callard, 2018

Tableau 18 : investigations de terrain mises en œuvre dans le cadre du projet TIGER

4.3.1 Le patrimoine naturel et écologique

Le golfe du Morbihan présente de nombreux intérêts écologiques et naturels (vasières, herbiers...). Afin d'améliorer la connaissance et de préserver ces sites exceptionnels, de nombreuses zones de gestion/protection ont été instaurées au sein du golfe. Ces outils de gestion peuvent être regroupés de la façon suivante :

- ▶ Les outils de connaissances (ZNIEFF, ZICO) ;
- ▶ Les protections réglementaires et conventionnelles (Réserve naturelle nationale ou régionale, sites classés, réserve de biosphère, parc naturel régional, parc marin, etc.) ;
- ▶ Les protections foncières publiques (terrains du Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres, Espaces Naturels Sensibles, etc.).

Les outils de gestion du patrimoine naturel identifiés au sein du golfe sont présentés ci-après.

4.3.1.1 Les outils de connaissances

Il existe trois types d'inventaires patrimoniaux au sein de l'aire d'étude éloignée :

- ▶ les ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique) ;
- ▶ les ZICO (Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux).

4.3.1.1.1 Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Lancé en 1982, l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. On distingue deux types de ZNIEFF :

- ▶ Les ZNIEFF de type I : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ;
- ▶ Les ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

La figure suivante localise les ZNIEFF au sein du golfe du Morbihan.

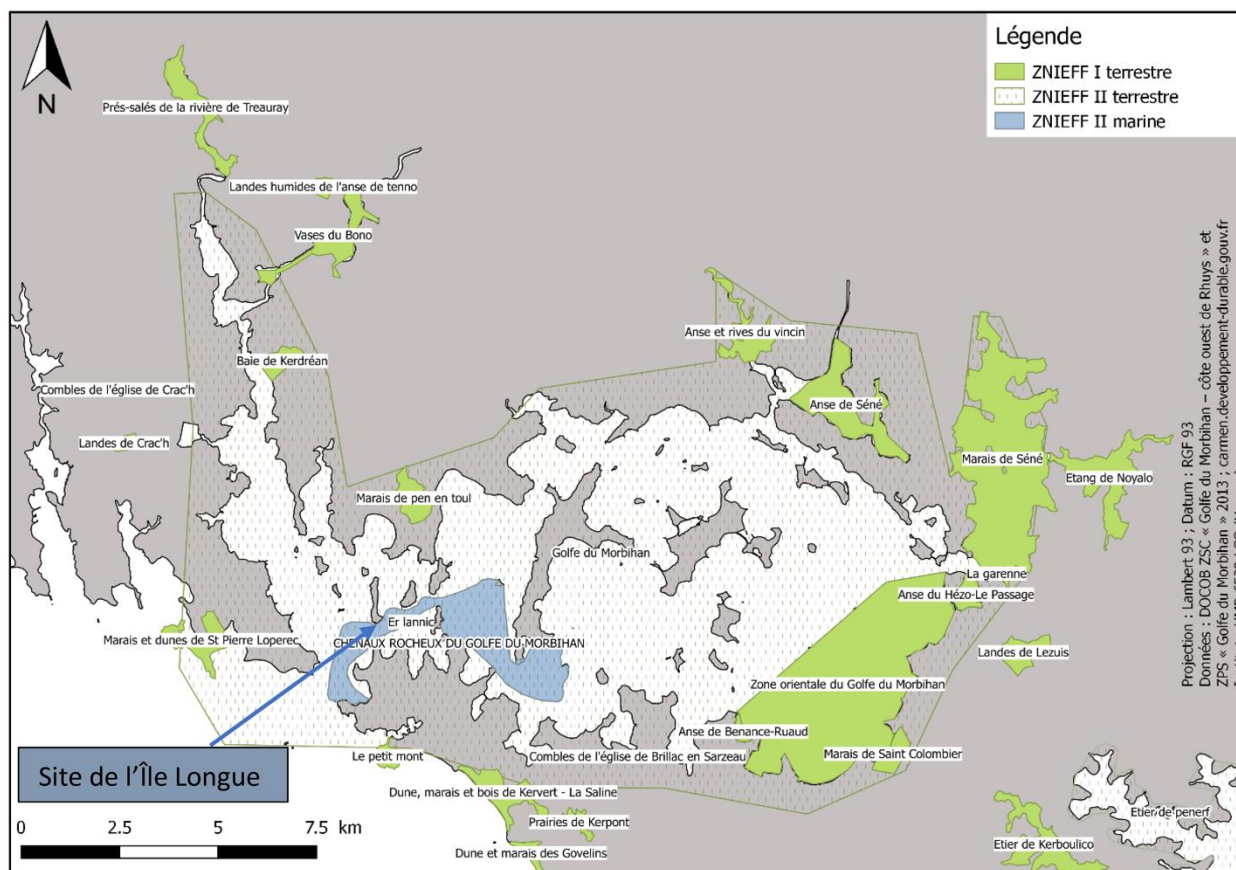


Figure 50 : Les ZNIEFF au sein du golfe du Morbihan (UBS, 2018)

Le site de l'Île Longue est situé au sein de la ZNIEFF marine de type II « Chenaux rocheux du Golfe du Morbihan » et de la ZNIEFF terrestre de type II « Golfe du Morbihan »

4.3.1.1.2 Les Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)

Les ZICO, ou Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux, sont des sites d'intérêt majeur qui hébergent des effectifs d'oiseaux sauvages jugés d'importance communautaire ou Européenne. Leur inventaire a été établi par le ministère de l'Environnement suite à l'adoption de la directive européenne dite « Directive Oiseaux ». Les ZICO sont à la base des propositions de périmètres NATURA 2000 pour la constitution des Zones de Protection Spéciale (ZPS) dans le cadre de cette même directive.

La figure suivante localise les ZICO au sein du golfe du Morbihan.

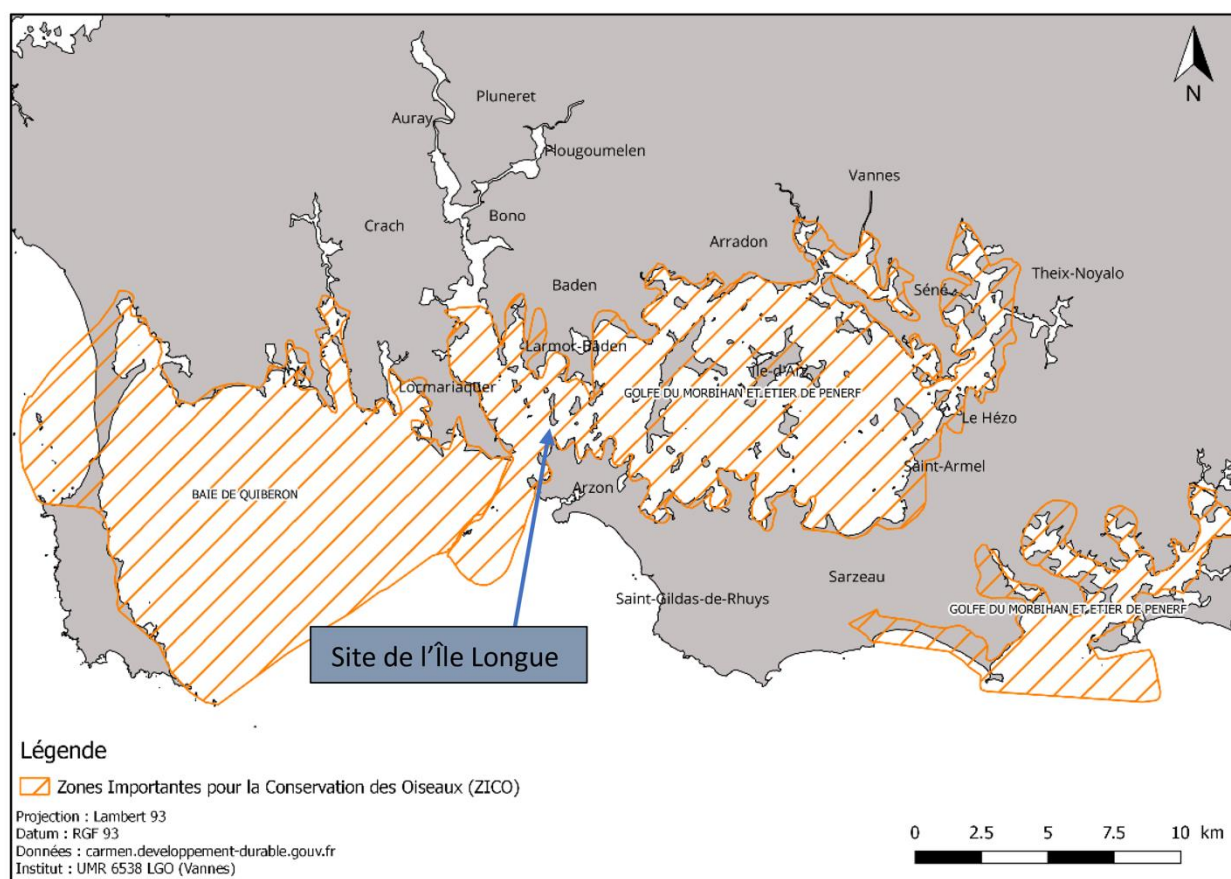


Figure 51 : Les ZICO au sein du golfe du Morbihan (UBS, 2018)

Le site de l'Île Longue est situé au sein la ZICO « Golfe du Morbihan et étier de Pénérf ».

4.3.1.2 Les protections réglementaires et contractuelles

Les protections réglementaires et contractuelles identifiées au sein du golfe du Morbihan sont présentées ci-après.

4.3.1.2.1 Les parcs Naturels Régionaux

Les Parcs naturels régionaux sont créés pour protéger et mettre en valeur de grands espaces ruraux habités. Peut être classé « Parc naturel régional » un territoire à dominante rurale dont les paysages, les milieux naturels et le patrimoine culturel sont de grande qualité, mais dont l'équilibre est fragile. Un Parc naturel régional s'organise

autour d'un projet concerté de développement durable, fondé sur la protection et la valorisation de son patrimoine naturel et culturel (www.parcs-naturels-regionaux.fr).

Le Parc Naturel Régional (PNR) du Golfe du Morbihan est classé par décret du Premier Ministre en date du 2 octobre 2014 pour une durée de douze ans maximum, renouvelable. Il présente une surface totale de plus de 81 000 hectares, dont environ 17 000 hectares d'aire d'intérêt maritime et 460 kilomètres de linéaire côtier.

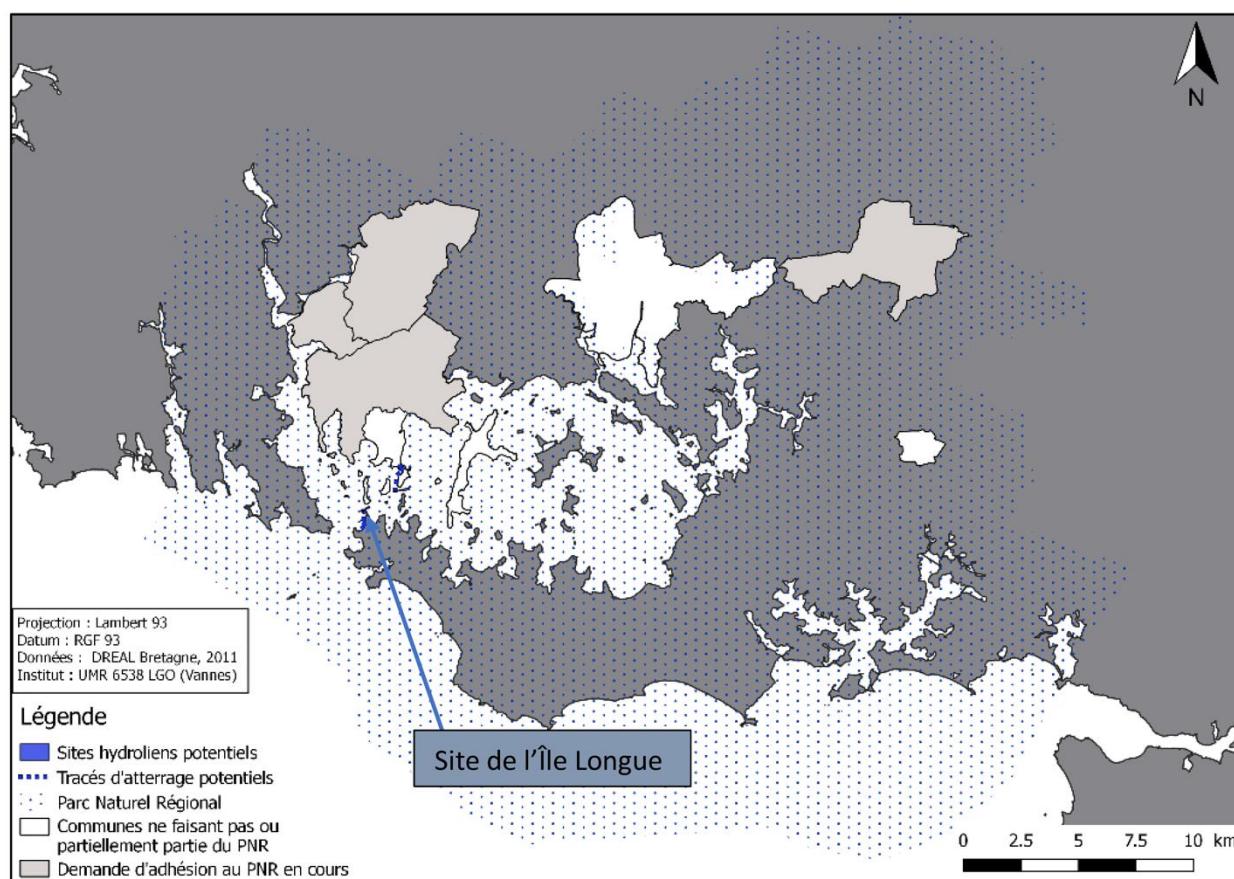


Figure 52 : Localisation du Parc Naturel Régional (PNR) du Golfe du Morbihan

Le projet TIGER est situé au sein du Parc Naturel Régional (PNR) du Golfe du Morbihan.

4.3.1.2.2 Les Réserves Naturelles Nationales (RNN)

Les réserves naturelles nationales sont des territoires d'excellence pour la préservation de la diversité biologique et géologique, terrestre ou marine. Elles visent une protection durable des milieux et des espèces en conjuguant réglementation et gestion active.

Au sein du golfe du Morbihan, une réserve naturelle nationale est identifiée, il s'agit de la réserve des Marais de Séné.

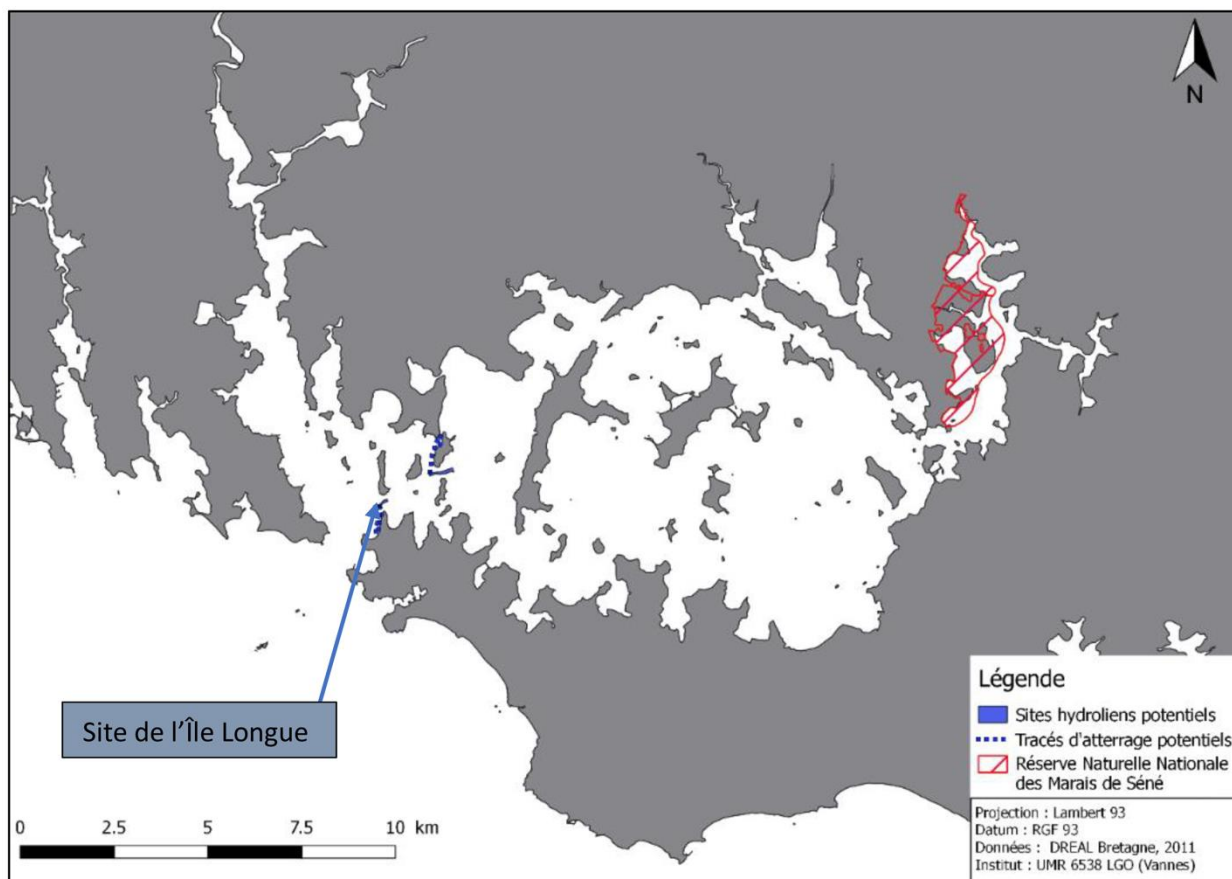


Figure 53 : Localisation de la réserve des Marais de Séné

Le site de l'Île Longue est situé à plus de 10 km de la réserve des Marais de Séné.

4.3.1.2.3 Les Réserves Nationales de Chasse et de la Faune Sauvage (RNCFS)

Les Réserves Nationales de Chasse et de la Faune Sauvage maillent le littoral métropolitain afin de soustraire à la chasse des zones de migration importante pour le gibier d'eau et de nidification pour les oiseaux marins. Les objectifs principaux sont :

- ▶ Protéger les populations d'oiseaux migrateurs conformément aux engagements internationaux ;
- ▶ Assurer la protection des milieux naturels indispensables à la sauvegarde d'espèces menacées ;
- ▶ Favoriser la mise au point d'outils de gestion des espèces de la faune sauvage et de leurs habitats ;
- ▶ Contribuer au développement durable de la chasse au sein des territoires ruraux.

Une réserve nationale de chasse et de faune sauvage est localisée au sein du golfe du Morbihan :

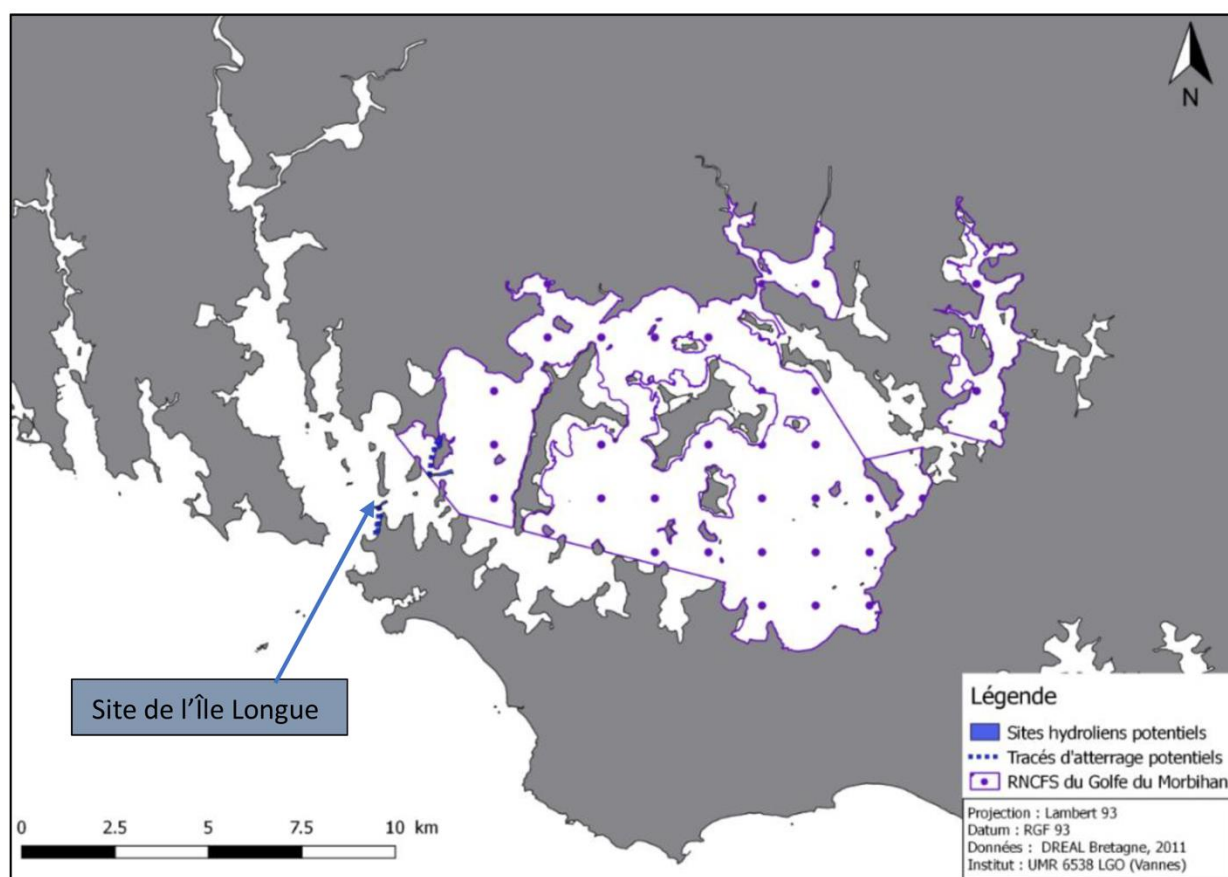


Figure 54 : Localisation de la réserve nationale de chasse et de faune sauvage du golfe du Morbihan

Le site de l'Île Longue est situé à proximité la réserve nationale de chasse et de faune sauvage du golfe du Morbihan.

4.3.1.2.4 Les zones humides d'importance internationale (convention Ramsar)

Adoptée à Ramsar (Iran) en 1971, la Convention Ramsar est le seul traité mondial du domaine de l'environnement qui porte sur un écosystème particulier. Il a pour mission « la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier ». En adoptant la Convention de Ramsar, chaque État Partie doit inscrire une zone humide au moins sur la liste des zones humides d'importance internationale. La France possède 15 zones humides d'importance internationale comptées en aires marines protégées.

Le golfe du Morbihan est classé en site Ramsar :

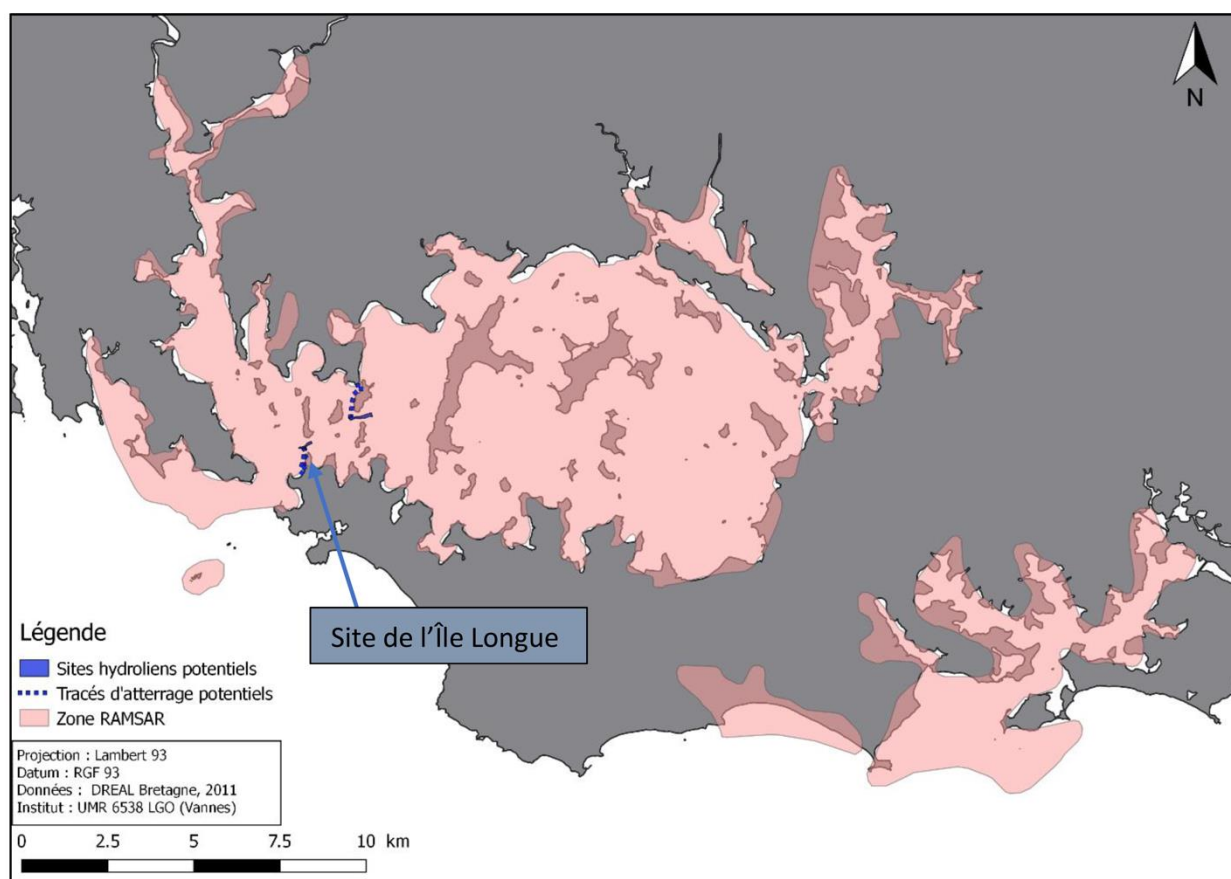


Figure 55 : Localisation du site RAMSAR du golfe du Morbihan

Le site de l'Île Longue est situé au sein d'un site RAMSAR.

4.3.1.2.5 Les arrêtés préfectoraux de Protection de Biotopes (APPB)

La protection d'une espèce commence par la préservation des milieux essentiels à sa survie. Ainsi, la sauvegarde des biotopes est assurée par des arrêtés préfectoraux. Les Arrêtés préfectoraux de Protection de Biotopes (APPB) consistent à réglementer certaines activités humaines pour préserver les habitats naturels nécessaires à la survie de certaines espèces et à l'équilibre biologique de certains milieux.

Dans le Golfe du Morbihan, trois APPB sont en vigueur : « îles et îlots du Golfe du Morbihan », « Marais du Duer » et « Zone de tranquillité pour l'avifaune de l'ouest du Golfe du Morbihan » (Figure 271). Les APPB des « Combles et clocher de l'église de Crac'h » ainsi que des « Combles et parties inférieures de l'église de Brillac à Sarzeau » sont également situés au sein du golfe du Morbihan, mais ne sont pas concernés par un éventuel projet hydrolien.

Les APPB du golfe du Morbihan sont localisés sur la figure ci-dessous :

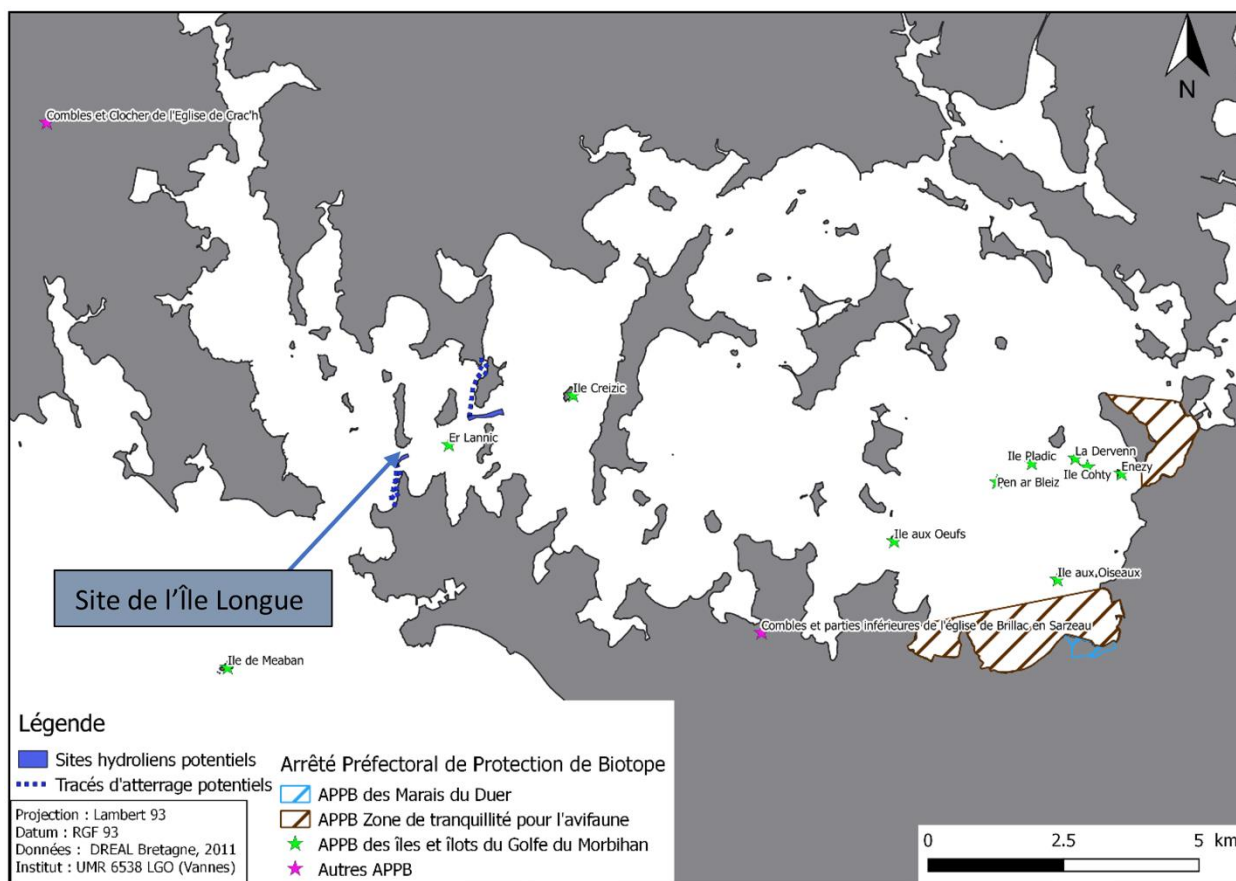


Figure 56 : Localisation des arrêtés préfectoraux de Protection de Biotopes du golfe du Morbihan

Dans le Golfe du Morbihan, trois APPB sont en vigueur : « îles et îlots du Golfe du Morbihan », « Marais du Duer » et « Zone de tranquillité pour l'avifaune de l'ouest du Golfe du Morbihan ». Les APPB des « Combles et clocher de l'église de Crac'h » ainsi que des « Combles et parties inférieures de l'église de Brillac à Sarzeau » sont également situés au sein du golfe du Morbihan, mais ne sont pas concernés par un éventuel projet hydrolien.

4.3.1.3 Le réseau Natura 2000

Sur la base d'inventaires et d'études scientifiques, l'Union européenne a identifié sur son territoire les espèces animales, végétales et les milieux « en danger de disparition », « vulnérables », « rares » ou « endémiques ». Estimés « d'intérêt communautaire », ils bénéficient de mesures de conservation au titre de Natura 2000.

Les textes fondateurs sont les directives européennes « Oiseaux » (1979) et « Habitats faune flore » (1992). Elles établissent la base réglementaire du grand réseau écologique européen. Les sites désignés au titre de ces directives forment le réseau Natura 2000 :

- ▶ les Zones de Protection Spéciale (ZPS) sont définies au titre de la directive « Oiseaux » ;
- ▶ les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) sont définies au titre de la directive « Habitats¹³ ».

¹³ Les ZSC constituent l'aboutissement de la procédure de désignation. Auparavant les zones sont des PSIC (Proposition de Site d'Importance Communautaire) et des SIC (Site d'Importance Communautaire).

Les sites Natura 2000 du golfe du Morbihan sont localisés sur la figure suivante :

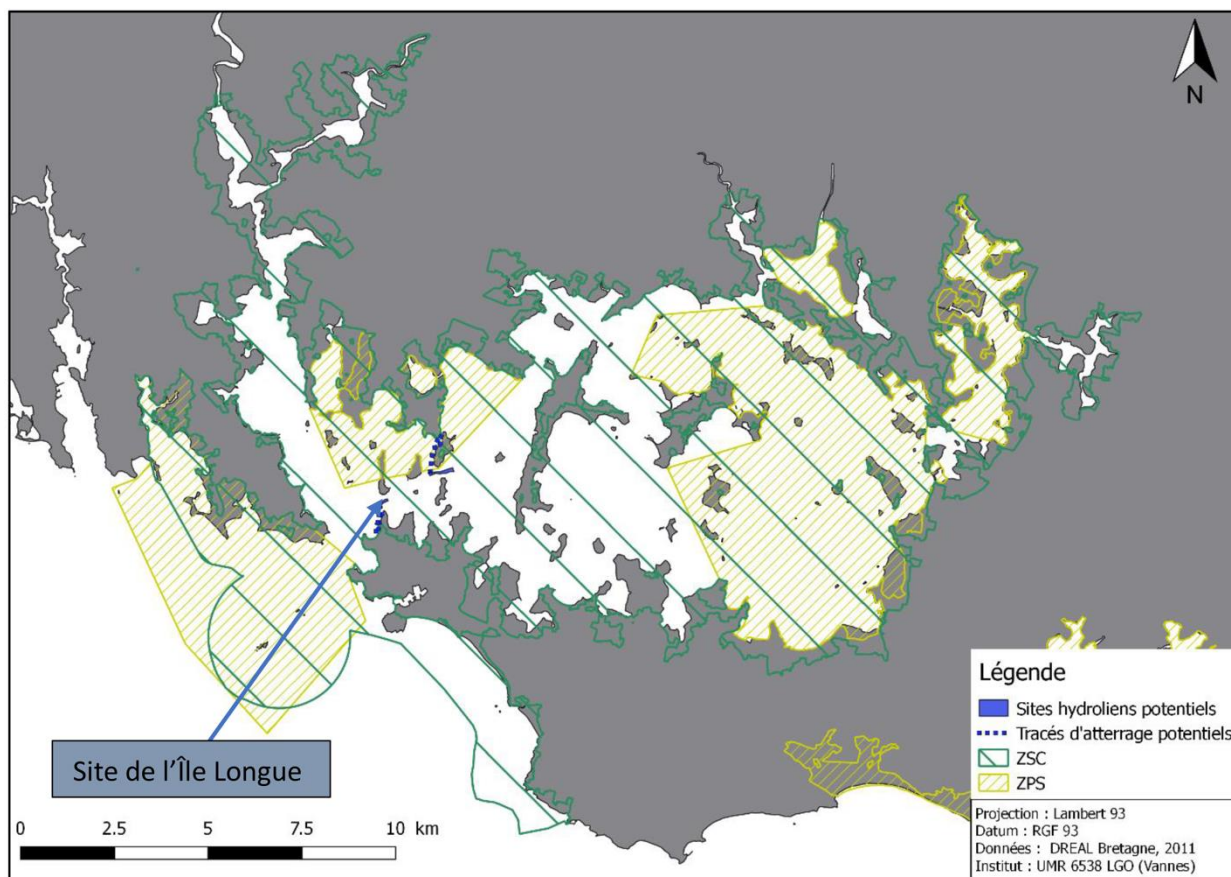


Figure 57 : Localisation des sites Natura 2000 du golfe du Morbihan

Deux sites Natura 2000 sont identifiés au sein du golfe du Morbihan, il s'agit :

- ▶ De la Zone de Protection Spéciale « Golfe du Morbihan » ;
- ▶ De La Zone Spéciale de Conservation « Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys ».

Le site de l'Île Longue est situé au sein de la ZSC et à proximité de la ZPS.

4.3.1.4 Les sites inscrits et les sites classés

La loi du 2 mai 1930 sur la protection des sites institue deux niveaux de protection dont l'utilisation est placée sous la responsabilité de la DAU au Ministère de l'Équipement agissant également en ce qui concerne les sites naturels pour le compte du Ministère de l'Environnement :

- ▶ Le site classé ;
- ▶ Le site inscrit.

Site classé

Le Site Classé est une protection très forte, qui donne lieu à enquête publique, à avis de la Commission Départementale et Supérieure des Sites et à décret en Conseil d'État. Tous les travaux susceptibles de modifier ou de détruire l'état ou l'aspect des lieux sont interdits sauf autorisation expresse du Ministre de l'Équipement ou du Ministre de l'Environnement.

Site inscrit

Le Site Inscrit est une protection instituée par arrêté du Ministre compétent, eu égard à la nature du site, après avis de la Commission Départementale des Sites. En site inscrit, les propriétaires sont tenus de déclarer à l'avance les projets de travaux à l'Architecte des Bâtiments de France qui dispose de quatre mois pour faire connaître son avis.

La figure suivante localise les sites inscrits et les sites classés du golfe du Morbihan.

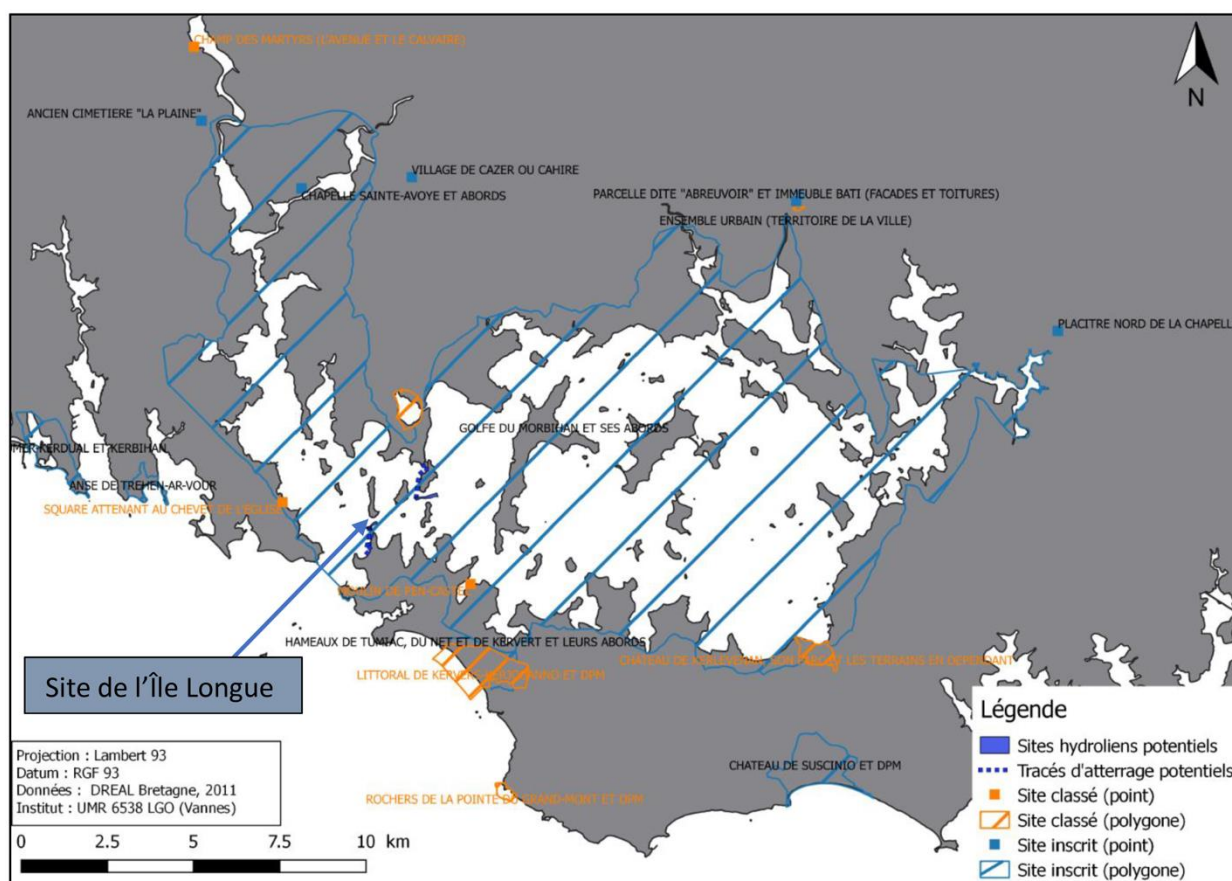


Figure 58 : Localisation des sites inscrits et classés du golfe du Morbihan

Plusieurs sites inscrits et classés sont identifiés au sein du golfe du Morbihan. Le projet hydrolien de l'Île Longue est situé au sein du site inscrit « golfe du Morbihan et ses abords ».

4.3.1.5 Les protections foncières publiques

En France et plus particulièrement sur le littoral, différents dispositifs œuvrent afin de préserver les espaces naturels rares et sensibles, de gérer la consommation de l'espace et d'ouvrir plus largement ces sites naturels au public. Pour cela, le contrôle de l'aménagement et de l'urbanisme engendré par la loi Littoral s'inscrit dans une démarche de développement durable. Par ailleurs, la protection de la nature par maîtrise et acquisition foncière est notamment utilisée dans les zones soumises à de fortes dynamiques de consommation de l'espace comme le littoral. Les terrains affectés ou acquis au rythme des cessions par des propriétaires entrent dans le domaine public et deviennent inaliénables.

Deux réseaux d'espaces naturels mettent en œuvre cette approche de protection dans le Golfe du Morbihan :

- ▶ Le Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres (CELRL) a vocation à acquérir des sites côtiers afin de limiter le développement d'infrastructures sur les littoraux et les rivages ;
- ▶ Les Conseils départementaux français acquièrent, par le biais d'une taxe sur les constructions neuves, des espaces naturels sensibles (ENS) destinés à la fois à préserver des habitats menacés et à accueillir des visiteurs.

4.3.1.5.1 Le Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres (CERL)

Consciente de la valeur écologique, sociale, économique et culturelle de son littoral, la France a fait le choix d'en préserver une part significative. Pour cela, le Conservatoire du littoral a été créé en 1975 par l'État avec comme objectif la préservation des espaces naturels côtiers et lacustres d'intérêt écologique et paysager et l'équilibre des littoraux. Les sites du terrain du CERL au sein du golfe du Morbihan sont localisés sur la figure ci-dessous :

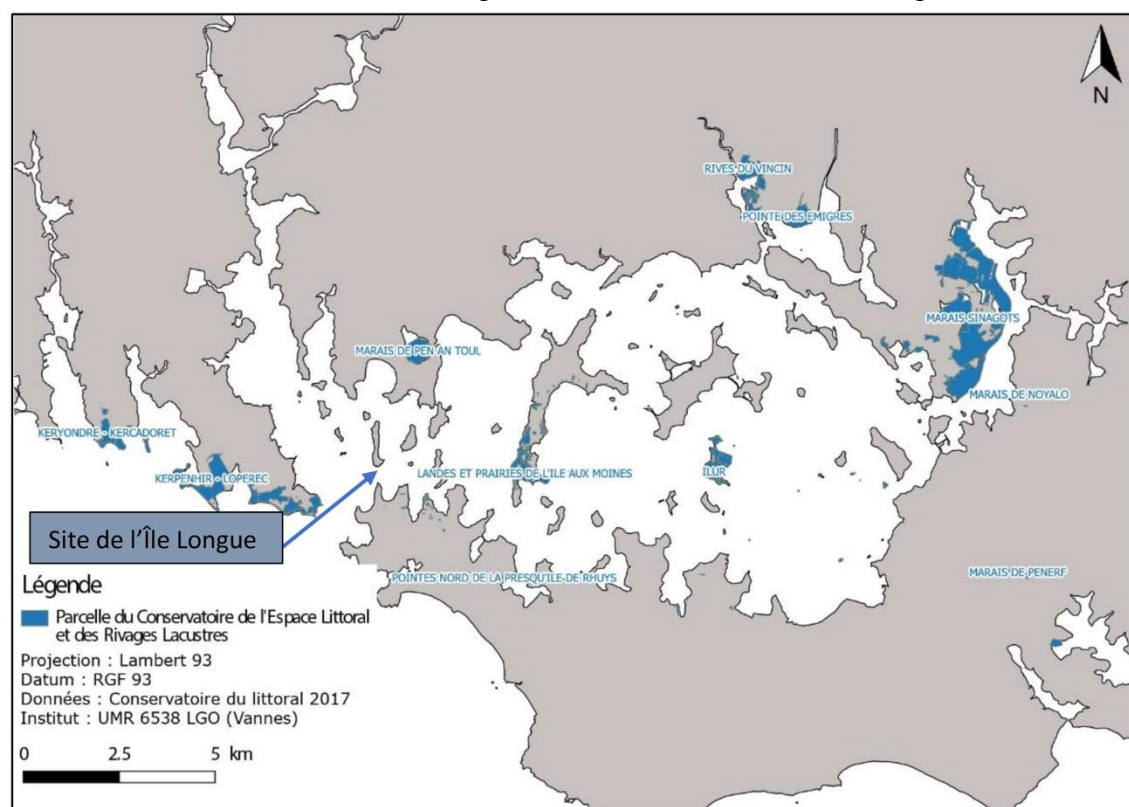


Figure 59 : Localisation des sites du CERL au sein du golfe du Morbihan

Plusieurs terrains du CERL sont identifiés au sein du golfe du Morbihan. Le projet hydrolien de l'Île Longue est situé à l'extérieur de ces terrains.

4.3.1.5.2 Les Espaces Naturels Sensibles

Les Espaces Naturels Sensibles (ENS) sont des dispositifs de protection foncière mis en œuvre par les départements. Ils visent à la fois à préserver des milieux naturels, des paysages et à offrir des espaces récréatifs au public, lorsque les caractéristiques du lieu le permettent. Ils constituent un élément majeur de la politique d'aménagement du territoire et de développement durable des départements.

Les Espaces Naturels Sensibles identifiés au sein du golfe du Morbihan sont localisés sur la figure ci-dessous :

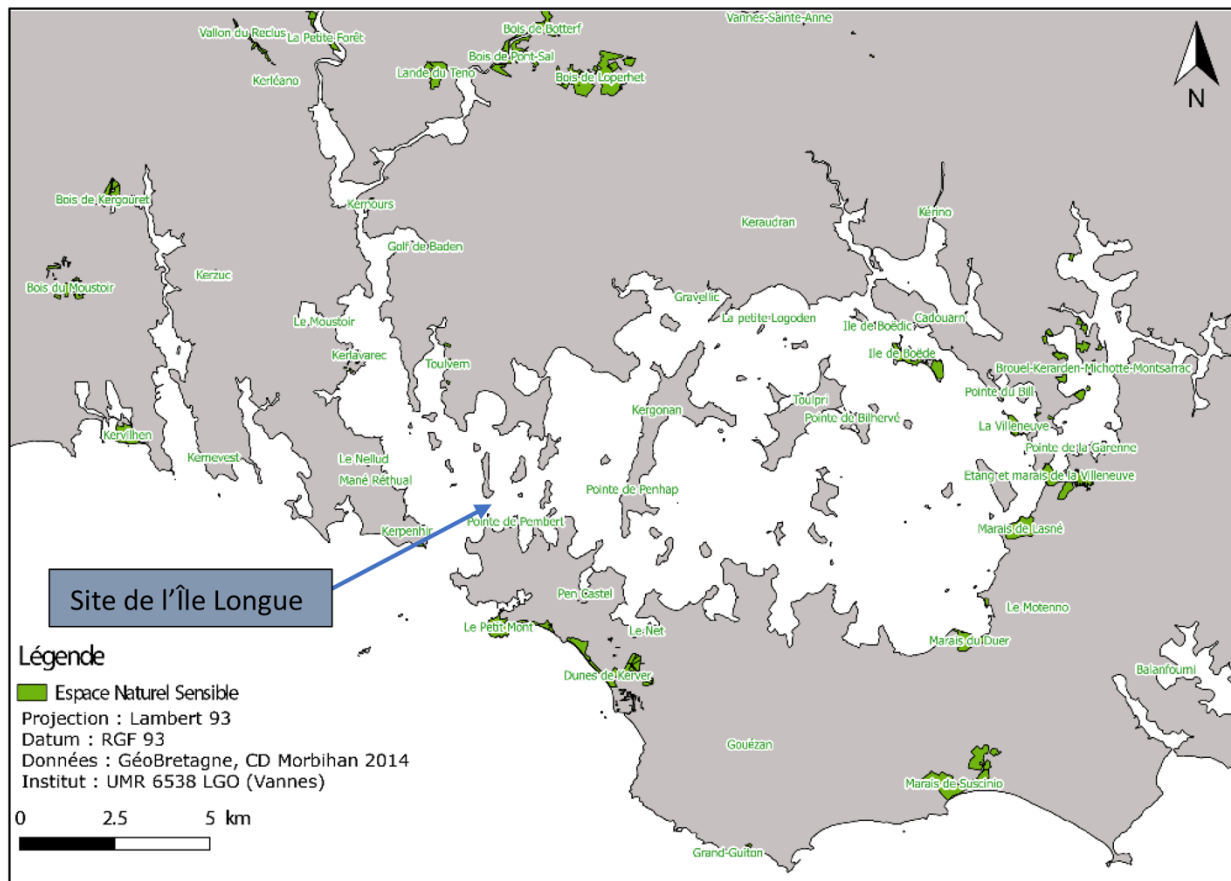


Figure 60 : Localisation des Espaces Naturels Sensibles (ENS) du golfe du Morbihan

Plusieurs Espaces Naturels Sensibles (ENS) sont identifiés au sein du golfe du Morbihan. À proximité de l'Île Longue, notons la proximité de la pointe de Pembert, mais qui ne sera pas directement concerné par le projet.

4.3.2 Les biocénoses planctoniques

Dans le cadre du projet TIGER, une analyse du plancton de la zone d'étude a été réalisée entre mai et novembre 2017. Cette étude a été réalisée par l'UBS et l'Observatoire du Plancton.

Dans le cadre de cette étude, trois sites ont été étudiés

- ▶ le site potentiel d'implantation d'hydroliennes de l'Île Longue, ou site « Mer », le prélèvement ayant lieu en dérive entre le sud de l'île Longue et Gavrinis, dans une zone de fort courant et à une profondeur comprise en moyenne entre 20 et 25 mètres ;
- ▶ le site périphérique, ou site « Terre », présentant des conditions hydrodynamiques plus faibles et une profondeur d'environ 4 mètres ;
- ▶ le troisième site, au niveau de l'herbier à zostères de la plage Ouest de l'île d'Ilur, à environ 4 mètres de profondeur, est échantillonné par le Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan depuis 2015.

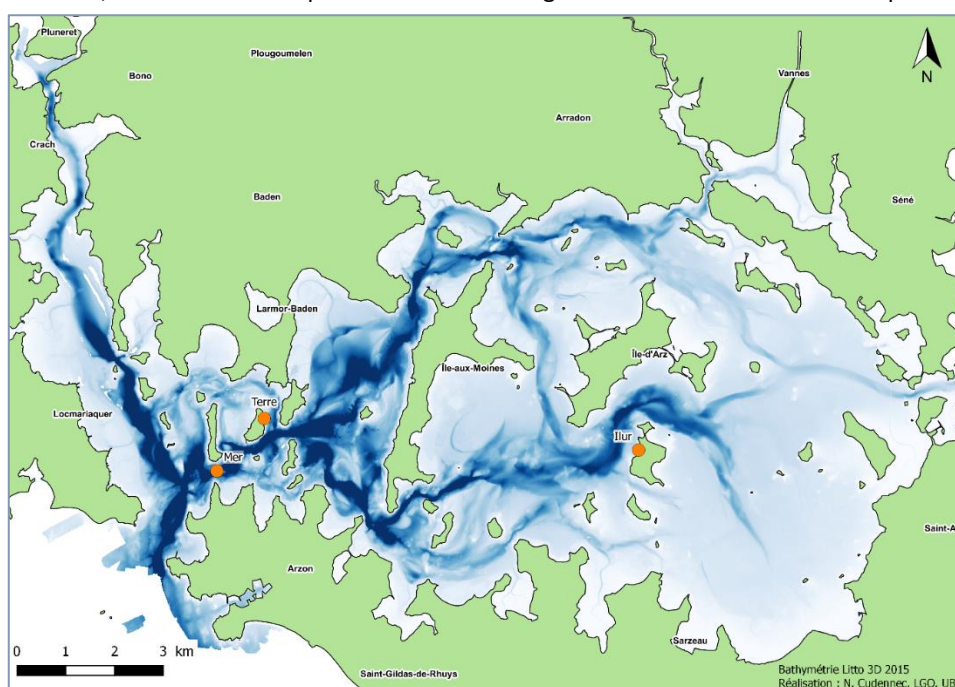


Figure 61 : Les trois points de prélèvement dans le Golfe du Morbihan (UBS, 2018)

Les échantillonnages effectués en 2017 ont permis d'acquérir des données et de réaliser une première caractérisation des biocénoses planctoniques aux alentours des sites d'étude. Cette série d'analyses a permis de comparer deux sites morphologiquement différents et d'y décrire les variations d'abondance et de diversité du zooplancton et du phytoplancton.

Cette étude a permis de mettre en évidence les alternances des communautés planctoniques. Les genres phytoplanctoniques les plus représentatifs ont été identifiés par saison et les variations de la diversité du phytoplancton et du zooplancton décrites selon une alternance synonyme d'une bonne réponse biologique (UBS, 2018).

Dans le cadre du projet TIGER, des analyses phytoplanctoniques ont été réalisées. Ces analyses ont permis d'identifier les espèces représentatives. Les résultats des analyses ont également mis en évidence une l'alternance phytoplancton/zooplancton montrant une bonne réponse biologique.

4.3.3 Les biocénoses benthiques

4.3.3.1 Au niveau de la zone d'implantation potentielle des hydroliennes

4.3.3.1.1 Les données bibliographiques : les habitats

Les deux sites d'étude et les tracés potentiels des câbles d'atterrissage chevauchent plusieurs types d'habitats marins d'intérêt communautaire Natura 2000.

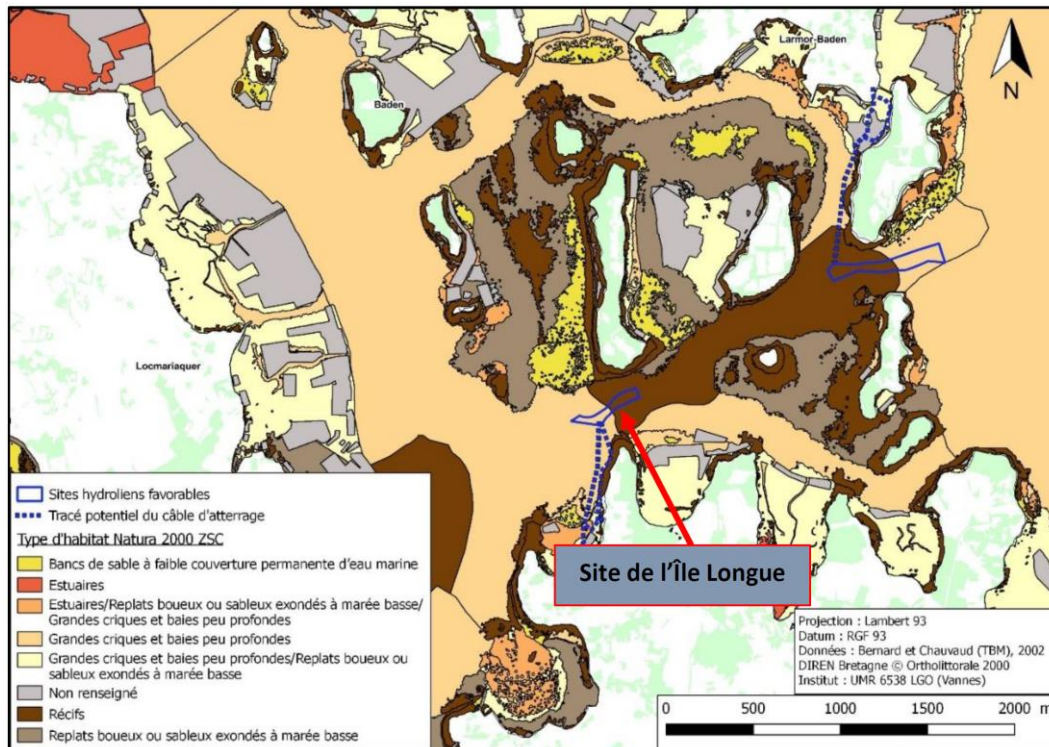


Figure 62 : Habitats marins d'intérêt communautaire Natura 2000 dans les deux sites d'étude (UBS, 2018)

Le site d'étude de l'Île Longue est situé au sein de deux types d'habitats marins d'intérêt communautaire Natura 2000 :

- ▶ Récifs ;
- ▶ Grandes criques et baies peu profondes.

Au vu de l'hydrodynamisme et du substrat, la richesse spécifique et le nombre d'individus sont vraisemblablement très réduits sur les sites étudiés. En effet, les chenaux rocheux sont soumis à un hydrodynamisme fort et continu. Ces conditions environnementales limitent le nombre d'espèces et d'individus pouvant s'installer dans les microhabitats que constituent les fissures et anfractuosités de la roche.

4.3.3.1.2 Les investigations par vidéo-tractée

Dans le cadre du projet TIGER, des vidéo-tractées ont été réalisées selon les transects suivants :

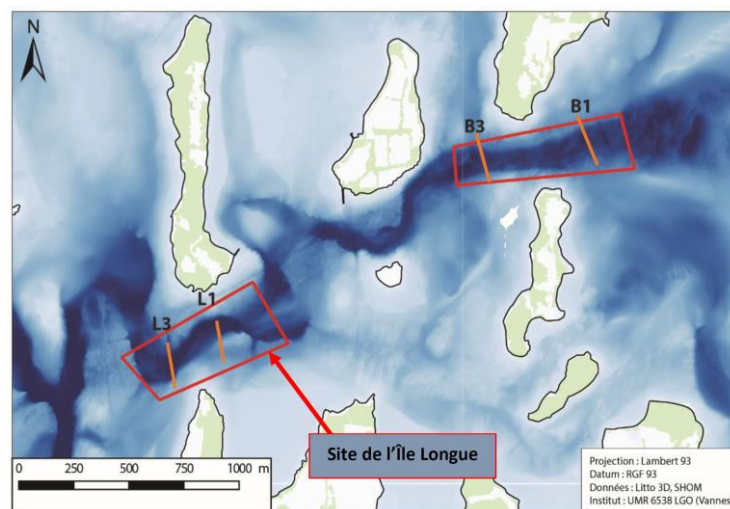


Figure 63 : Plan de positionnement des traits des vidéos tractées (UBS, 2018)

L'utilisation de la vidéo tractée a permis de distinguer quatre faciès, présentés ci-dessous. Au vu de l'hydrodynamisme et du substrat la qualité des vidéos n'a pas permis d'identifier toute la biocénose associée, néanmoins quelques espèces ont pu être identifiées :

- ▶ Faciès rocheux ;
- ▶ Faciès sableux grossiers et graveleux ;
- ▶ Faciès rocheux à dominance de faune fixée ;
- ▶ Faciès sableux moyens dunaires.

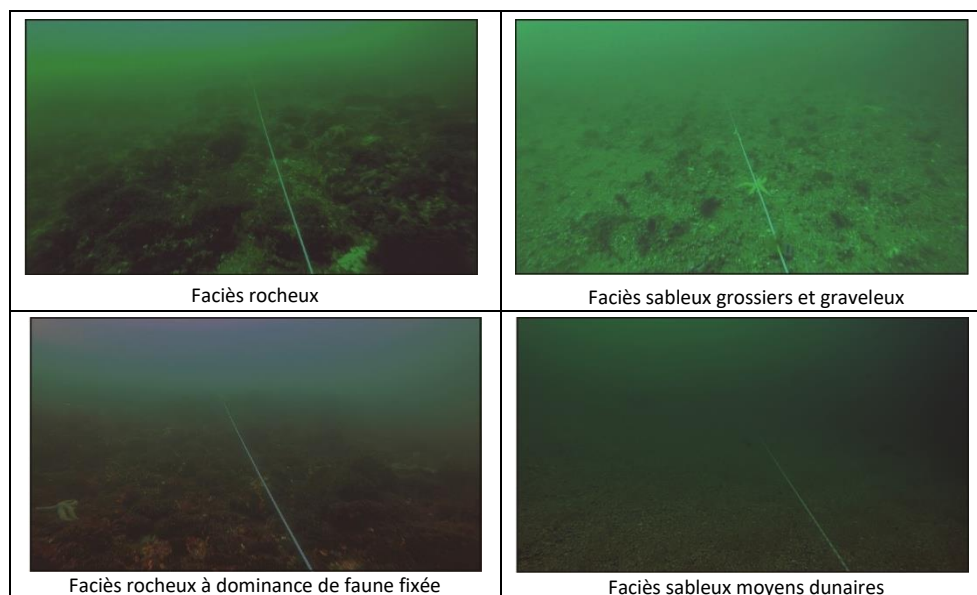


Figure 64 : Photographies des faciès identifiés par vidéo-tractées (UBS, 2018)

Dans le cadre du projet TIGER, des vidéo-tractées ont été réalisées. Ces investigations ont permis d'identifier les habitats benthiques au niveau de la zone potentielle d'implantation de l'Île Longue. Quatre habitats ont été recensés : faciès rocheux, faciès sableux grossiers et graveleux, faciès rocheux à dominance de faune fixée, faciès sableux moyens dunaire.

4.3.3.2 Au niveau de la zone de tracé des câbles

Comme le montre la Figure 62, les tracés potentiels du câble d'atterrage reliant le site d'étude de l'île Longue à Arzon traversent quatre types d'habitats marins d'intérêt communautaire Natura 2000 : « Récifs », « Grandes criques et baies peu profondes », « Estuaires / Replats boueux ou sableux exondés à marée basse / Grandes criques et baies peu profondes », « Grandes criques et baies peu profondes / Replats boueux ou sableux exondés à marée basse ». Les zones non renseignées correspondent à des parcs ostréicoles.

4.3.3.3 Au niveau de la zone d'atterrage

Dans le cadre du projet Tiger, les portions des estrans potentiellement traversés par les tracés des câbles d'atterrage ont été prospectées. Après une description générale de l'estran, les différentes ceintures algales ont été caractérisées et les principales espèces animales associées identifiées. Un échantillonnage de sédiments a été réalisé, puis ces prélèvements ont été traités pour étudier les foraminifères benthiques.

4.3.3.3.1 Description générale de l'estran

La zone (cf. Figure 65) a été prospectée le 8 novembre 2017, de 13h à 14h30, lors de la marée basse (étales à 14h06), le coefficient de marée étant de 91.



Figure 65 : Zone prospectée pour l'atterrage du câble (UBS, 2018)

Notons qu'après l'analyse du terrain, une variante aux tracés de câble a été proposée, évitant les passages dans les parcs conchylicoles (Figure 66). Un poste de relevage situé en haut de la plage (Figure 67) a servi de point de départ pour la variante proposée.



Figure 66 : Tracés du câble d'atterrage et proposition de variante (UBS, 2018)



Figure 67 : Poste de relevage situé en haut de la plage du Tréno, Arzon (UBS, 2018)

La zone prospectée est constituée, dans sa partie haute, d'une petite falaise meuble de deux à trois mètres de haut, par endroit totalement végétalisée et à d'autres récemment érodée. Au bas de cette falaise, produite par son altération, s'étend un cordon de galets d'en moyenne cinq mètres de large, se mêlant dans sa partie inférieure avec une zone de sable de quelques mètres de large. L'estran se termine en vase (Figure 68).



Figure 68 : Estran composé d'un cordon de galet dans sa partie supérieure, de sable puis de vase (UBS, 2018)

Les habitats identifiés au sein de la zone prospectée sont :

- ▶ Ceinture à *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum nodosum* ;
- ▶ Herbiers de Zostère marine (*Zostera marina*) ;



Figure 69 : À gauche : Ceinture à *Fucus* – À droite : Herbiers de zostère (UBS, 2018)

Dans le cadre du projet TIGER, un inventaire de l'estran a été réalisé. Ce dernier est principalement caractérisé par une ceinture à *Fucus* et des herbiers de zostère.

4.3.3.3.2 Analyse des foraminifères benthiques

Trois échantillons de sédiments de surface ont été prélevés au niveau de l'estran afin d'y étudier les foraminifères.

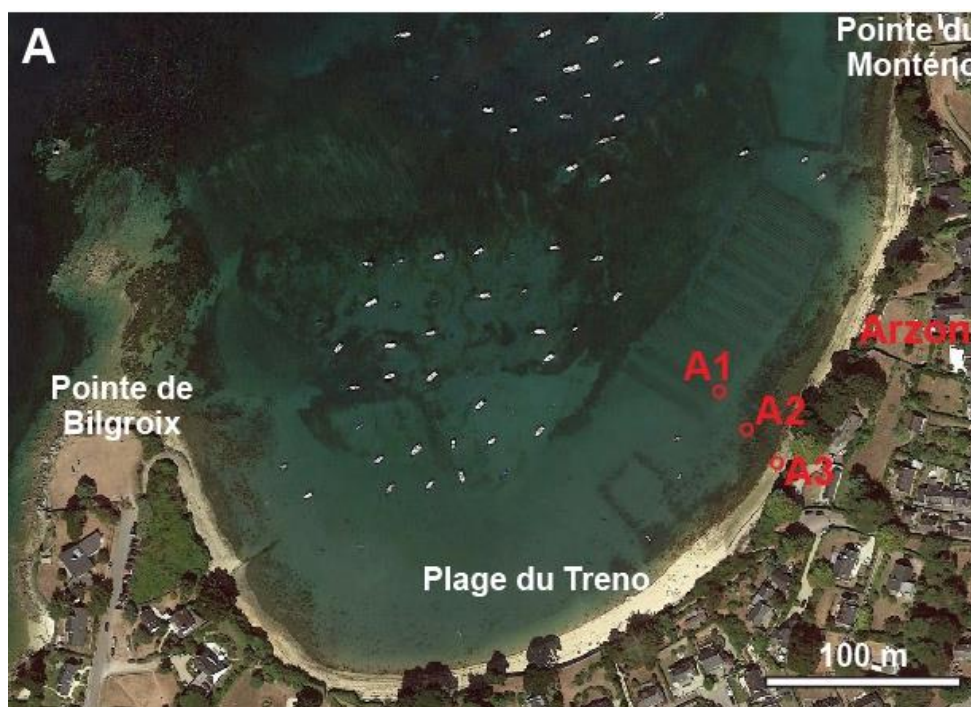


Figure 70 : Plan de position des échantillons (UBS, 2018)

Les résultats ont montré que l'échantillon A3 est dépourvu de foraminifères et les deux autres échantillons (A2 et A1) sont très pauvres en foraminifères. Les foraminifères (tous morts) présents dans ces deux échantillons sont soit des reliques d'anciennes biocénoses, soit viennent d'autres niches écologiques proches. Les assemblages de ces échantillons présentent des individus d'espèces robustes supportant le mieux le tri granulométrique et le transport.

L'estran de la zone d'atterrage ne présente pas d'espèces particulières, toutes les espèces trouvées sont typiques non seulement du Golfe du Morbihan, mais surtout de tous les environnements côtiers tempérés à régime mésotidal bordant tous les océans.

Tous les échantillons indiquent un milieu à sédimentation sableuse, très dynamique et donc instable pour le développement et le maintien à long terme des communautés de foraminifères benthiques. À noter que cette instabilité est valable pour tous les organismes benthiques marins dont la taille est inférieure à environ deux millimètres. La macrofaune que l'on peut envisager dans ce type de sédiment est des gastéropodes (type hydrobies à la surface des zones d'estran), des bivalves (coques...), des vers, des arthropodes (UBS, 2018).

L'analyse des foraminifères, réalisée dans le cadre du projet TIGER, a montré que l'estran de la zone d'atterrage était pauvre en foraminifères et qu'aucune espèce particulière n'a été identifiée. La faune benthique présente est principalement constituée de bivalves, de vers ou d'arthropode.

4.3.4 Les poissons et la ressource halieutique

L'importance des platiers vaseux régulièrement exondés, l'existence d'herbiers et les apports en eau douce et en eau de mer font du Golfe du Morbihan un site susceptible de constituer une nurserie pour de nombreuses espèces exploitées dans le Golfe de Gascogne (Guerault et al., 1996 in UBS, 2018). Dans le but d'étudier les nurseries littorales du Golfe du Morbihan, des chalutages réalisés en 1995 et 1996 ont permis de recenser vingt-sept espèces (vingt-deux espèces de poissons dont onze commerciales, deux espèces de crustacés commerciaux et trois espèces de mollusques commerciaux. Parmi elles, neuf espèces de base (espèces communes et constantes dont le taux d'occurrence est supérieur à 25 %) susceptibles d'utiliser le Golfe du Morbihan comme nurserie ont également été identifiées : la raie bouclée, l'anguille, le taud, le bar commun, le rouget, le griset, la sole, l'étrille, la seiche commune, ainsi que sept espèces accessoires (dont l'occurrence reste toujours inférieure à 25 % sur la zone) : la raie brunette, le lieu jaune, le merlan, le flet, la crevette rose, la coquille Saint-Jacques et l'ormeau (Guerault et al., 1996 in UBS, 2018).

Notons également que le golfe de Morbihan abrite des poissons amphihalins selon les saisons (Lamproie marine, Saumon atlantique, Anguille européenne). Deux espèces d'hippocampe sont également présentes dans le golfe du Morbihan.

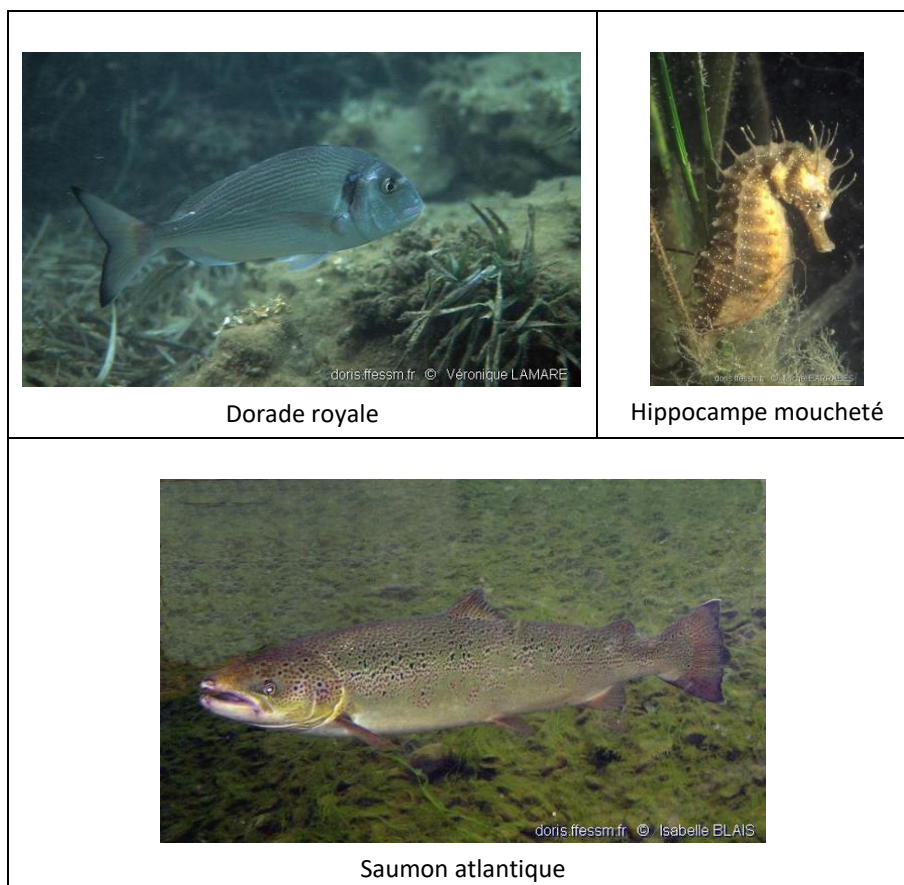


Figure 71 : Illustrations de quelques espèces présentes dans le golfe du Morbihan (UBS, 2018)

De nombreuses espèces de poissons, crustacés, mollusques dont certaines ayant un attrait commercial sont présents dans le golfe du Morbihan. De plus le golfe peut constituer une zone fonctionnelle (nourserie, frayère) pour grand nombre d'entre elles. Notons également la présence d'espèce à forte valeur patrimoniale : saumon atlantique, Hippocampe...

4.3.5 Les mammifères marins et la mégafaune marine

Au large de la côte atlantique française, des Mysticètes, des Odontocètes et des Pinnipèdes sont observés, qu'ils soient résidents ou de passage. Si la connaissance de la fréquentation du Golfe du Morbihan par les mammifères marins reste à approfondir par le biais de suivis réguliers, seuls quelques individus de trois espèces y ont déjà été observés. Leur présence y est considérée comme anecdotique et probablement accidentelle car le site est marginal au vu de leur vaste domaine vital : le Phoque gris (*Halichoerus grypus*) signalé ponctuellement dans le Golfe, le Phoque veau-marin (*Phoca vitulina*) dont la présence reste exceptionnelle et le Grand Dauphin (*Tursiops truncatus*), qui semble fréquenter la façade atlantique du Golfe du Morbihan et y entrer parfois.

Le golfe du Morbihan peut être occasionnellement fréquenté par quelques espèces de mammifères marins (Phoque gris, Phoque veau-marin, Grand Dauphin). Leur présence reste anecdotique.

4.3.6 L'avifaune

Dans le cadre du projet TIGER, une synthèse des connaissances concernant l'avifaune dans le Golfe du Morbihan a été effectuée. La figure suivante présente l'ensemble de la zone d'étude incluant l'ensemble des îles, lieux-dits et communes considérés pour les interactions avec l'avifaune.



Figure 72 : Informations spatiales de la zone d'étude (Callard, 2018 in UBS, 2018)

Un recensement des oiseaux plongeurs hivernant dans le golfe du Morbihan a été réalisé par l'association des Amis de la Réserve de Séné, Bretagne Vivante, les communes de l'Île-aux-Moines et Sarzeau, la Fédération des Chasseurs du Morbihan, le Parc Naturel Régional du golfe du Morbihan et l'ONCFS. Ces oiseaux sont dénombrés au cœur de l'hiver (mi-janvier). Les comptages sont réalisés par secteurs, présentés dans les groupes d'espèces. Les analyses sont réalisées en effectuant une moyenne des effectifs sur les années 2011-2016. Les données présentent également une phénologie issue des comptages concertés pour les espèces hivernantes. Cette information permet d'appréhender les périodes de présences des espèces.

À titre d'exemple, les éléments présentent les résultats pour les alcidés.



Figure 73 : Répartition des observations d'Alcidés d'après Faune Bretagne (UBS, 2018)

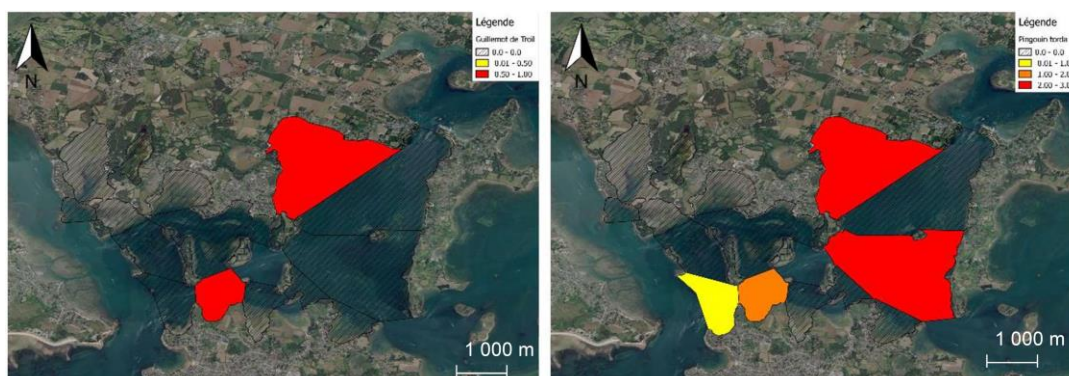


Figure 74 : Effectif annuel moyen des Alcidés à la mi-janvier

Les Alcidés sont des oiseaux plutôt hauturiers et pélagiques qui ne sont qu'occasionnellement présents dans le golfe du Morbihan, généralement en période hivernale et au cours d'événements de tempête qui les incitent à chercher un abri (Figure 73 et Figure 74). Les deux espèces les plus côtières ont été observées : le Guillemot de Troil et le Pingouin torda. Ces deux espèces, nicheuses en Bretagne, ne sont présentes qu'en période hivernale dans le golfe du Morbihan. Excellents plongeurs, ces espèces peuvent descendre à plus de cinquante mètres. On observe un faible risque d'interaction avec le projet compte tenu des très faibles effectifs (UBS, 2018).

Le prédiagnostic avifaune du projet d'implantation dans le Golfe du Morbihan a permis de mettre en avant les connaissances sur l'avifaune locale. L'état de l'art à partir des données mobilisables à cette étape du projet a été présenté et une interprétation des résultats a été réalisée. Les résultats sont sommaires en l'absence de données de terrain protocolées mais permettent d'ores et déjà d'établir une liste d'espèces présentes sur zone, avec une répartition globale d'après les observations et une phénologie de présence hivernale.

4.3.7 Synthèse de l'environnement biologique et définition des enjeux

Le patrimoine naturel et écologique :

Les ZNIEFF : Le site de l'Île Longue est situé au sein de la ZNIEFF marine de type II « Chenaux rocheux du Golfe du Morbihan » et de la ZNIEFF terrestre de type II « Golfe du Morbihan ».

Les ZICO : Le site de l'Île Longue est situé au sein la ZICO « Golfe du Morbihan et étier de Pénerf ».

Les parcs Naturels Régionaux : Le projet TIGER est situé au sein du Parc Naturel Régional (PNR) du Golfe du Morbihan.

Les Réserves Naturelles Nationales (RNN) : Le site de l'Île Longue est situé à plus de 10 km de la réserve des Marais de Séné.

Les Réserves Nationales de Chasse et de Faune Sauvage (RNCFS) : Le site de l'Île Longue est situé à proximité la réserve nationale de chasse et de faune sauvage du golfe du Morbihan.

Les zones humides d'importance internationale (convention Ramsar) : Le site de l'Île Longue est situé au sein d'une site RAMSAR.

Les arrêtés préfectoraux de Protection de Biotopes (APPB) : Les APPB : « îles et îlots du Golfe du Morbihan » sont situés à proximité du projet TIGER.

Le réseau Natura 2000 : Deux sites Natura 2000 sont identifiés au sein du golfe du Morbihan, une ZPS et une ZSC. Le site de l'Île Longue est situé au sein de la ZSC et à proximité de la ZPS.

Les sites inscrits et les sites classés : Plusieurs sites inscrits et classés sont identifiés au sein du golfe du Morbihan. Le projet hydrolien de l'Île Longue est situé au sein du site inscrit « golfe du Morbihan et ses abords ».

Les Espaces Naturels Sensibles : Plusieurs Espaces Naturels Sensibles (ENS) sont identifiés au sein du golfe du Morbihan. À proximité de l'Île Longue, notons la proximité de la pointe de Pembert, mais qui ne sera pas directement concerné par le projet.

Les biocénoses planctoniques : Dans le cadre du projet TIGER, des analyses phytoplanctoniques ont été réalisées. Ces analyses ont permis d'identifier les espèces représentatives. Les résultats des analyses ont également mis en évidence une alternance phytoplancton/zooplancton montrant une bonne réponse biologique.

Les biocénoses benthiques :

Au niveau de la zone potentielle d'implantation : Dans le cadre du projet TIGER, des vidéo-tractées ont été réalisées. Ces investigations ont permis d'identifier les habitats benthiques au niveau de la zone potentielle d'implantation de l'Île Longue. Quatre habitats ont été recensés : faciès rocheux, faciès sableux grossiers et graveleux, faciès rocheux à dominance de faune fixée, faciès sableux moyens dunaire.

Au niveau de la zone de tracé des câbles : La zone de tracé des câbles traverse quatre types d'habitats marins d'intérêt communautaire Natura 2000 : « Récifs », « Grandes criques et baies peu profondes », « Estuaires / Replats boueux ou sableux exondés à marée basse / Grandes criques et baies peu profondes », « Grandes criques et baies peu profondes / Replats boueux ou sableux exondés à marée basse ».

Au niveau de la zone d'atterrissage des câbles : Dans le cadre du projet TIGER, un inventaire de l'estran a été réalisé. Ce dernier est principalement caractérisé par une ceinture à Fucus et des herbiers de zostère. L'analyse des foraminifères, réalisée dans le cadre du projet TIGER, a montré que l'estran de la zone d'atterrissage était pauvre en foraminifères et qu'aucune espèce particulière n'a été identifiée. La faune benthique présente est principalement constituée de bivalves, de vers ou d'arthropode.

Les poissons et la ressource halieutique : De nombreuses espèces de poissons, crustacés, mollusques dont certaines ayant un attrait commercial sont présents dans le golfe du Morbihan. De plus le golfe peut constituer une zone fonctionnelle (nourricerie, frayère) pour grand nombre d'entre-elles. Notons également la présence d'espèce à forte valeur patrimoniale : saumon atlantique, Hippocampe...

Les mammifères marins et la mégafaune marine : Le golfe du Morbihan peut être occasionnellement fréquenté par quelques espèces de mammifères marins (Phoque gris, Phoque veau-marin, Grand Dauphin). Leur présence reste anecdotique.

L'avifaune : Le prédiagnostic avifaune du projet d'implantation dans le Golfe du Morbihan a permis de mettre en avant les connaissances sur l'avifaune locale. L'état de l'art à partir des données mobilisables à cette étape du projet a été présenté et une interprétation des résultats a été réalisée. Les résultats sont sommaires en l'absence de données de terrain protocolées mais permettent d'ores et déjà d'établir une liste d'espèces présentes sur zone, avec une répartition globale d'après les observations et une phénologie de présence hivernale.

Composantes	Caractéristiques	Niveau d'enjeu
Le patrimoine naturel et écologique		
Les ZNIEFF	Projet situé pour en ZNIEFF. Zones d'inventaires sans portée réglementaire, mais témoignant d'une zone d'intérêt	Moyen
Les ZICO	Projet situé en ZICO. Zones d'inventaires sans portée réglementaire, mais témoignant d'une zone d'intérêt	Moyen
Les parcs naturels régionaux	Projet situé au sein du parc naturel régional du golfe du Morbihan	Fort
Les réserves naturelles nationales	Le site de l'Île Longue est situé à plus de 10 km de la réserve des Marais de Séné.	Moyen
Les Réserves Nationales de Chasse et de Faune Sauvage (RNCFS)	Le site de l'Île Longue est situé à proximité la réserve nationale de chasse et de faune sauvage du golfe du Morbihan. Préservation des espèces et habitats	Moyen
Site RAMSAR	Le site de l'Île Longue est situé au sein d'un site RAMSAR. Pas d'engagement réglementaire, mais préservation des milieux	Moyen
Les arrêtés préfectoraux de Protection de Biotopes (APPB)	Les APPB : « îles et îlots du Golfe du Morbihan » sont situés à proximité du projet TIGER. Activités humaines réglementées	Fort
Les sites Natura 2000	Projet situé au sein d'une ZSC et à proximité d'une ZPS	Fort
Les sites inscrits	Le projet hydrolien de l'Île Longue est situé au sein du site inscrit « Golfe du Morbihan et ses abords ».	Fort
Les Espaces Naturels Sensibles (ENS)	À proximité de l'Île Longue, notons la proximité de la pointe de Pembert, mais qui ne sera pas directement concerné par le projet.	Fort
Les biocénoses planctoniques		
Le phytoplancton	Pas de particularité, mais base de la chaîne alimentaire	Fort
Le zooplancton		

Les peuplements benthiques		
Zone d'implantation des hydroliennes	Habitats benthiques au niveau de la zone potentielle d'implantation de l'Île Longue : faciès rocheux, faciès sableux grossiers et graveleux, faciès rocheux à dominance de faune fixée, faciès sableux moyens dunaire. Pas de particularité observée à ce stade	Moyen
Au niveau de la zone de tracé des câbles	La zone de tracé des câbles traverse quatre types d'habitats marins d'intérêt communautaire Natura 2000 : « Récifs », « Grandes criques et baies peu profondes », « Estuaires / Replats boueux ou sableux exondés à marée basse / Grandes criques et baies peu profondes », « Grandes criques et baies peu profondes / Replats boueux ou sableux exondés à marée basse ». Présence potentielle d'herbiers de zostères à forte valeur patrimoniale.	Fort
Au niveau de la zone d'atterrissage	Habitat : ceinture à Fucus et herbiers de zostère. Forte valeur patrimoniale pour les herbiers.	Fort

Tableau 19 : Définition des enjeux de l'environnement biologique (1/2)

Composantes	Caractéristiques	Niveau d'enjeu
Les poissons et la ressource halieutique		
Les poissons et la ressource halieutique	Le golfe du Morbihan constitue notamment une zone de nourricerie pour de nombreuses espèces.	Fort
Composantes	Caractéristiques	Niveau d'enjeu
Les mammifères marins et les tortues marines		
Mammifères marins et mégafaune	Peu de mammifères marins au sein du golfe du Morbihan	Faible
Composantes	Caractéristiques	Niveau d'enjeu
L'avifaune		
Avifaune	Présence de nombreuses espèces justifiant les nombreuses protections naturelles (RNCFS – ZPS – ZICO)	Fort

Tableau 20 : Définition des enjeux de l'environnement biologique (2/2)

4.4 Le cadre de vie

4.4.1 Le paysage

« Le « Paysage » désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations. » *Extrait de la Convention européenne du Paysage.*

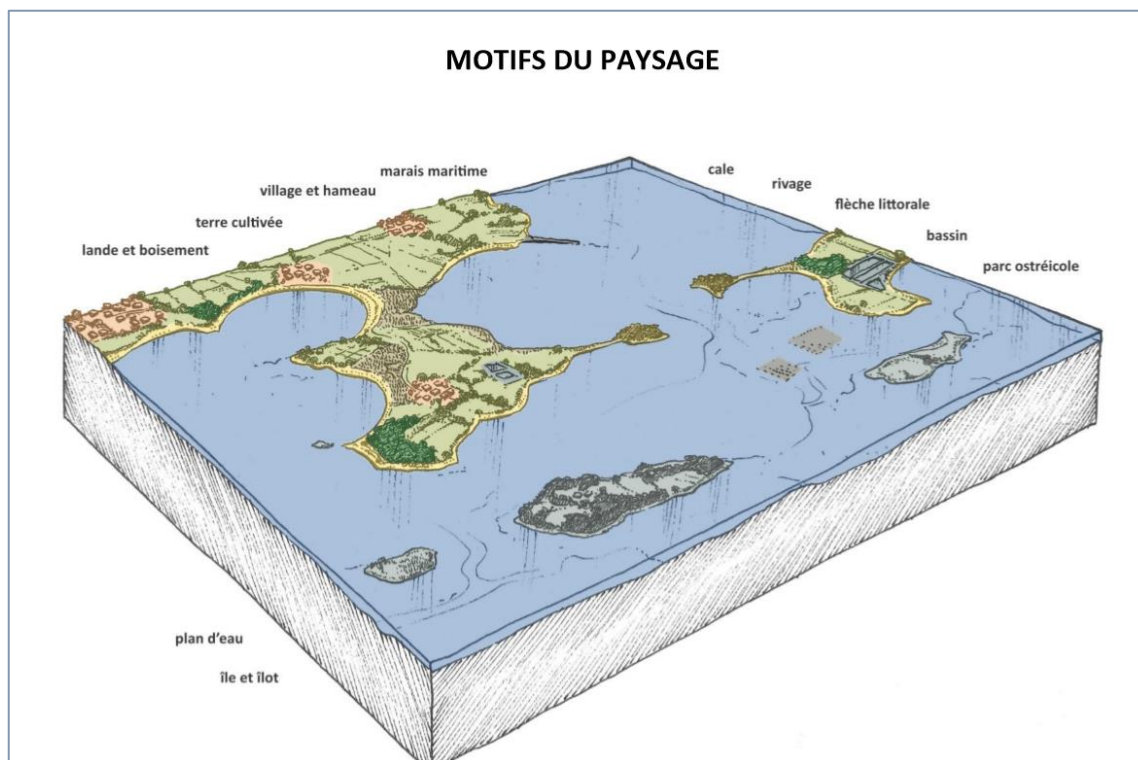


Figure 75 : Bloc paysage "Golfe du Morbihan" (Panorama des paysages du littoral, 2017).

Le paysage du Golfe présente une grande diversité de formes littorales, avec une nette opposition entre le bassin occidental et le bassin oriental : côtes rocheuses à petites falaises à l'ouest, côtes et estran vaseux à l'est, entrecoupées de petits estuaires, marais et prés salés, plages sableuses, landes et boisements.

La plupart de ces sites remarquables sont sauvegardés par différents types de protection (site inscrit, site classé, classement monument historique, réserve naturelle, arrêté de protection de biotope, application de la loi littorale...).

Une entité paysagère (ou unité paysagère) désigne « une partie continue de territoire cohérente d'un point de vue paysager. Ce paysage donné est caractérisé par un ensemble de structures paysagères et d'éléments de paysage qui lui procurent sa singularité. Une unité paysagère est distinguée des unités paysagères voisines par des limites qui peuvent être nettes ou floues » (MEDDE, 2015).

Cet assemblage permet de mettre en place des outils d'analyse et ensuite d'orientation pour répondre à des problématiques, suivre des évolutions communes. Le Golfe du Morbihan est découpé en **cinq entités** principales dans le périmètre du **SMVM** et en **onze entités** dans le périmètre du **PNR**.

1.3.4.1.1. Le paysage dans le périmètre du SMVM

Schématiquement, cinq grandes entités paysagères homogènes ont été identifiées par le SMVM (Étude paysagère, SMVM, 2002), trois entités de Golfe et deux entités de Rivière.

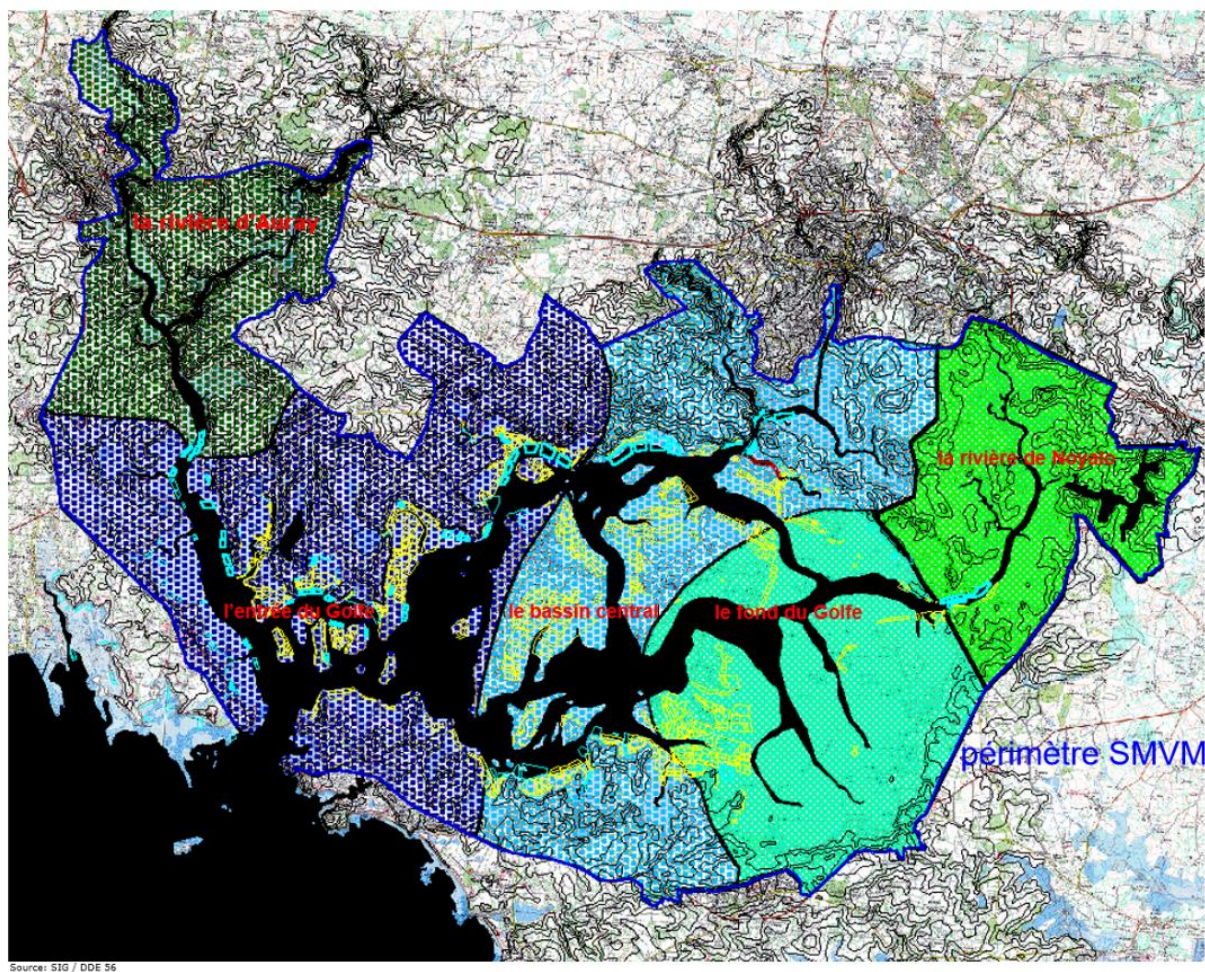
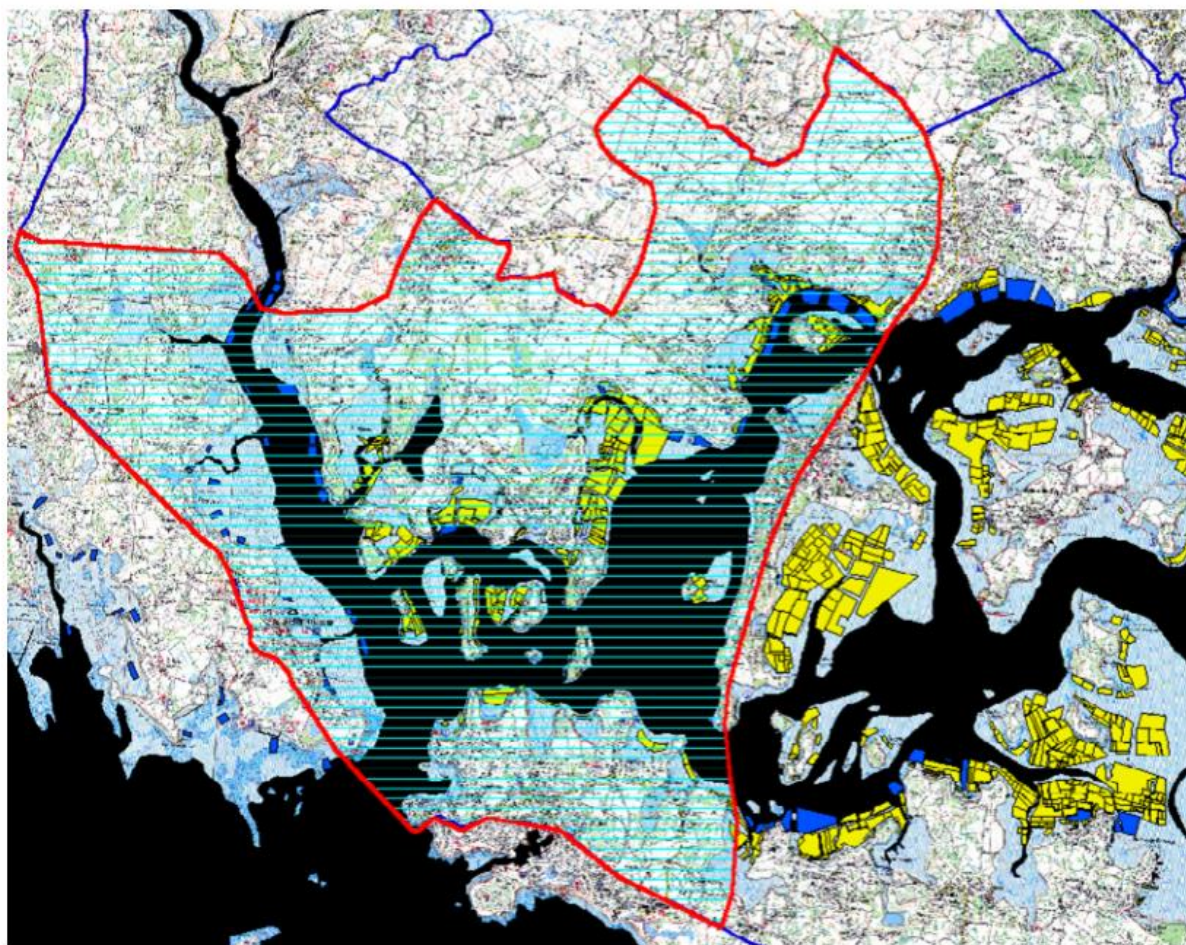


Figure 76 : Les cinq entités paysagères (Étude paysagère, SMVM, 2002).

L'entrée du Golfe du Morbihan marquée par l'océan, les forts courants, un système de pointes et de falaises, une présence humaine forte, une zone de concurrence forte.



Entité 1 : à marée basse

Source: SIG / DDE 56



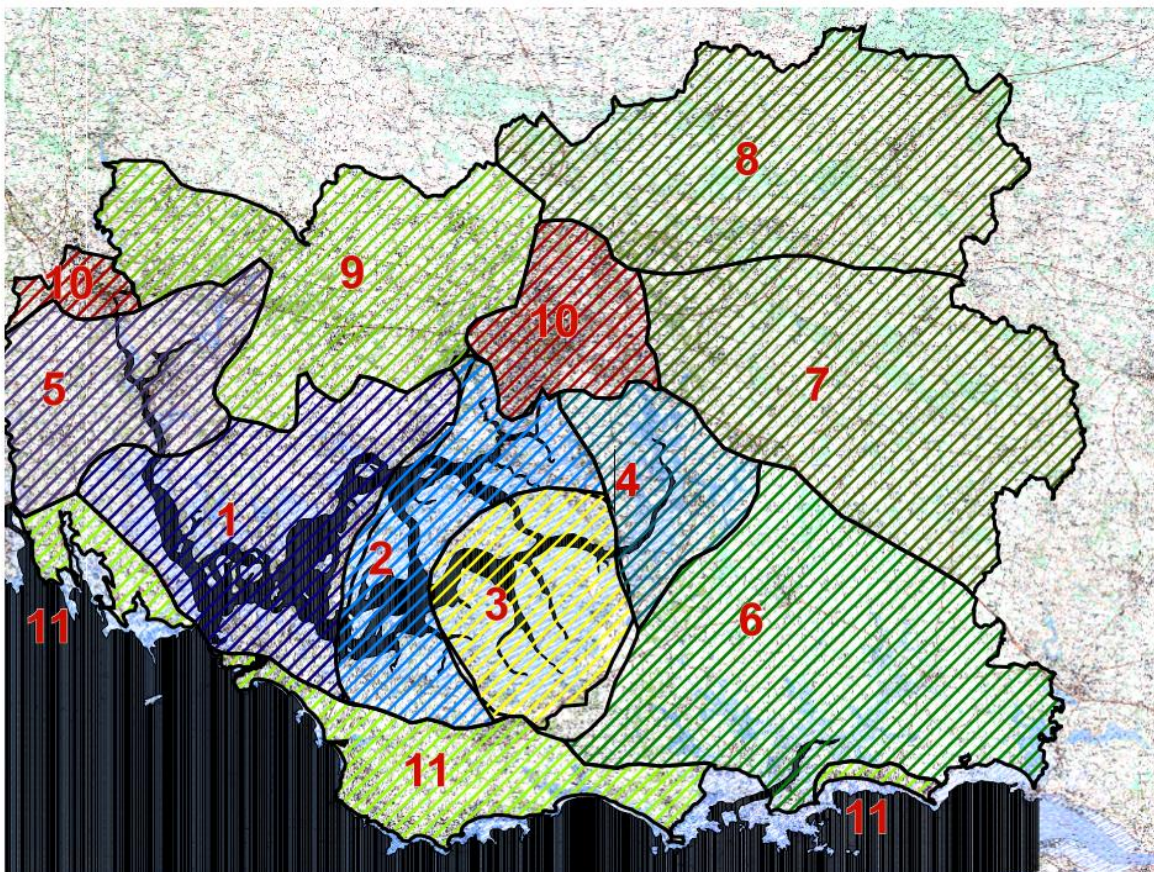
Locmariaquer : une côte architecturée par les ouvrages de soutènement et les pontons



Anse de Locmiquel : un relief doux en contrepoint aux pointes plus abruptes

1.3.4.1.2. Le paysage dans le périmètre du PNR

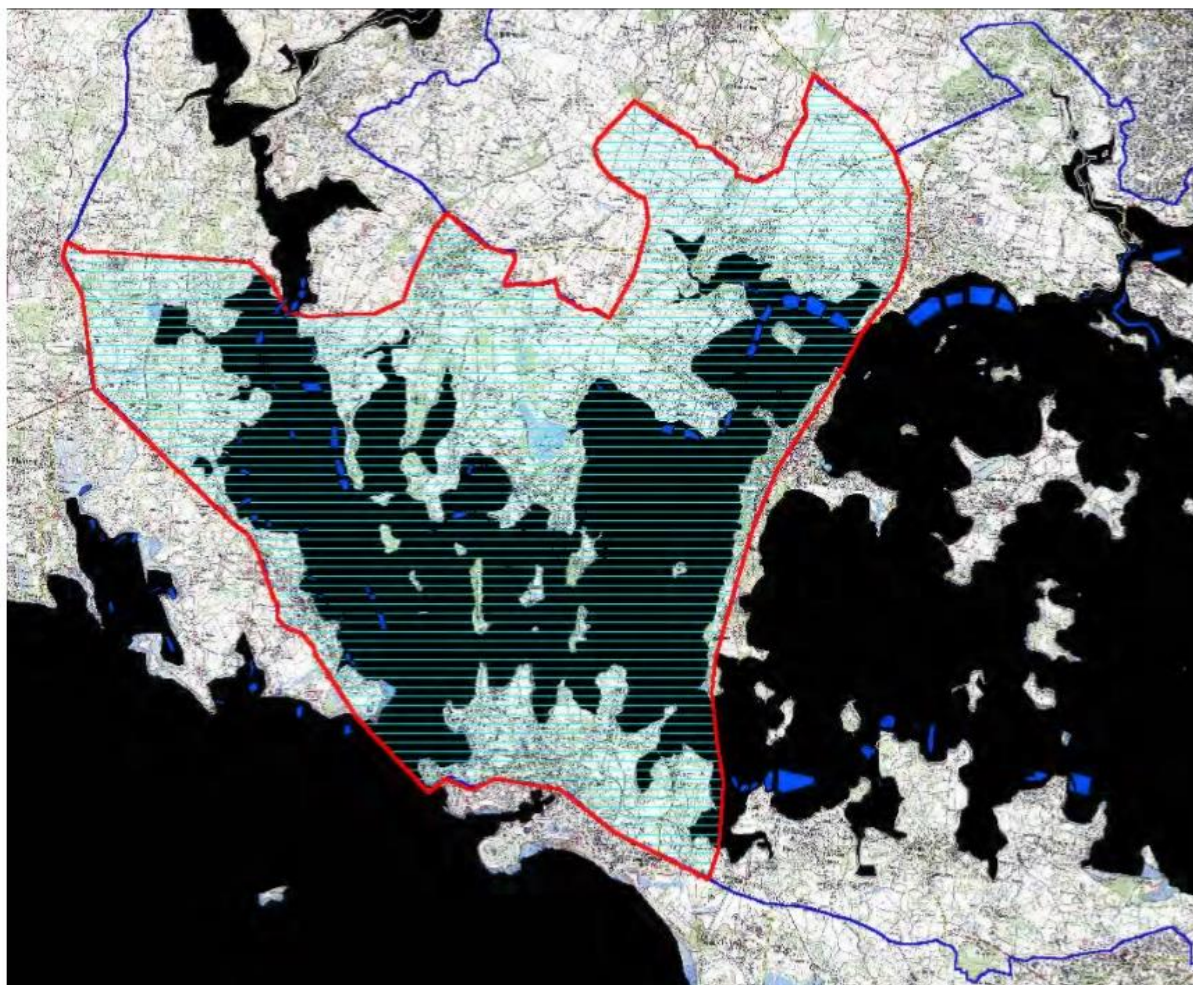
Le périmètre du Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan correspond à un périmètre de perception géographique et d'usage des paysages plus qu'à un périmètre purement administratif. L'empreinte maritime du plan d'eau, sa végétation, ses reliefs, ses lumières, les activités qui s'y développent marquent l'appartenance à un même « pays » (PNR, 2010). Un diagnostic paysager a permis de définir onze entités paysagères qui ont été inscrites au Plan de Parc (Briandet, 2003 ; PNR, 2010).



Marée basse - Echelle: 1/210 000.

Figure 77 : Les onze entités paysagères (PNR, 2010).

L'entrée du Golfe est sous l'influence directe de l'océan, avec un courant très violent et un marnage important, une topographie et des altitudes plus marquées qu'ailleurs au bord du plan d'eau, des côtes et des îlots boisés. La forte présence humaine en fait une zone de concurrence importante.



La jetée de Port-Navalo



Pointe de Kerners : un relief assez accentué, renforcé par les boisements de conifères



Les arbres remarquables de Berder

Figure 78 : Entité 1 – L'entrée du Golfe (Briandet, 2003).

4.4.2 Le patrimoine culturel

4.4.2.1 Les patrimoines du Golfe du Morbihan

L'identification des ressources patrimoniales du Golfe s'effectue à travers un classement en trois typologies : l'archéologie, l'ethnologie et l'architecture, qui marquent profondément son patrimoine culturel (PNR, 2010).

Le patrimoine archéologique est très présent notamment pour la période Néolithique, représentée par le nombre et la diversité des mégalithes qui parsèment encore le paysage (tables des Marchands, tumulus de l'île Longue, cairn

de Gavrinis, cromlech d'Er Lannic, cairn du Petit Mont...). Les sites mégalithiques sud-Morbihan (Carnac, Quiberon et Golfe du Morbihan) font l'objet d'une **demande d'inscription au patrimoine mondial de l'UNESCO**.

Les recherches en matière d'archéologie terrestre et sous-marine se répartissent entre les institutionnels et les services de l'État, via la Direction Régionale des Affaires Culturelles de Bretagne (DRAC) et le Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines (DRASSM), mais également les associations locales (Paysages de Mégalithes, etc.).

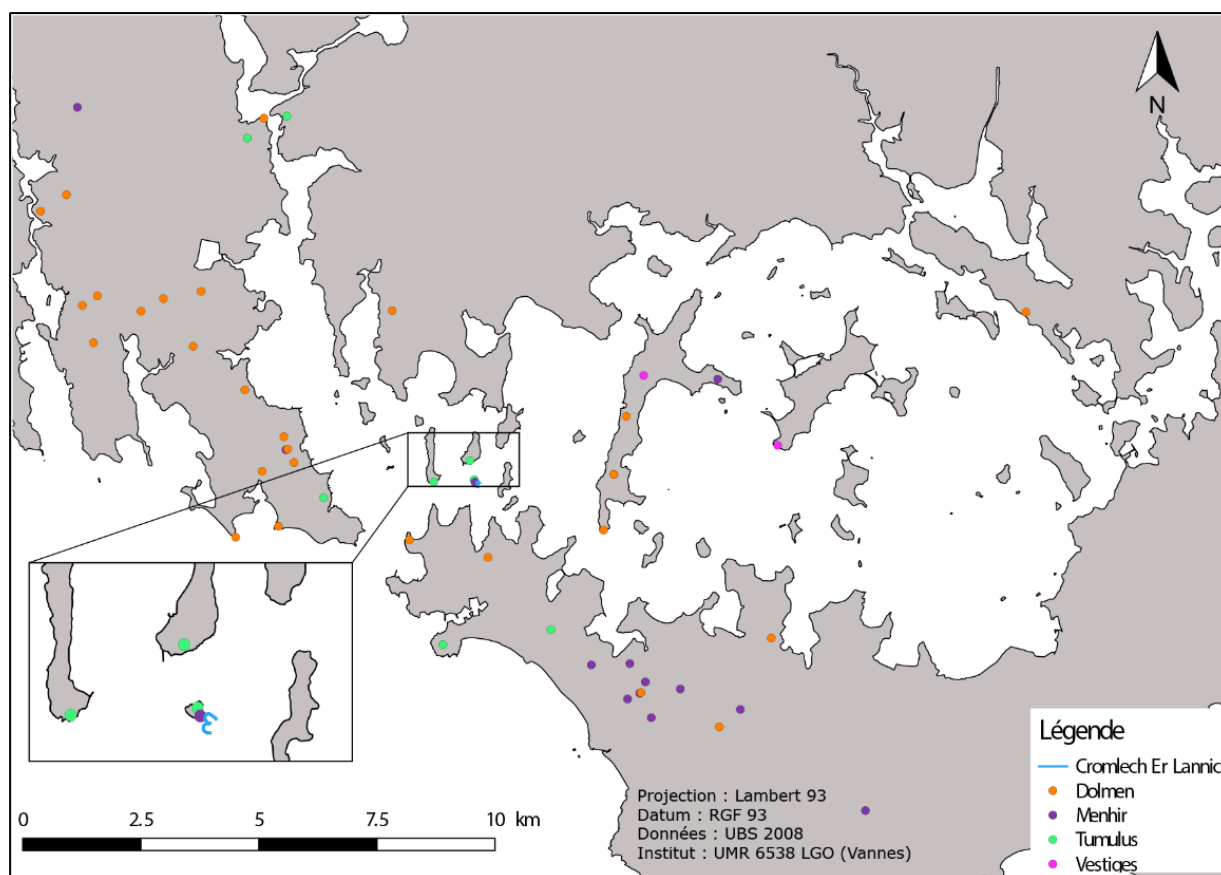


Figure 79 : Inventaire des mégalithes du Golfe du Morbihan (PNR, 2010)

Le patrimoine architectural se distingue par le nombre important de chapelles, églises, châteaux et manoirs ainsi que par les singularités de l'architecture vernaculaire autour de l'habitat traditionnel (PNR, 2010). L'une des principales sources de connaissance du patrimoine bâti est l'inventaire général mené par le Service Régional de l'Inventaire (SRI) rattaché à la DRAC. D'autres inventaires ont été réalisés par des acteurs associatifs parmi lesquels figurent les Sociétés savantes, Glad Senolf, LaLaLa, Ram'Dam, Ambon et son Histoire, Damgan et son Histoire, etc.

Le patrimoine ethnologique, qui définit l'identité culturelle locale, se fonde sur les traces matérielles ou immatérielles existant encore sur le territoire et témoignant des aspects de la vie, dans ses modes de vie, ses activités, son savoir-faire, ses traditions, son organisation sociale et économique, ses coutumes et ses langues (PNR, 2010). Des associations régionales et départementales comme la Cinémathèque de Bretagne, Dastum, l'Institut Culturel de Bretagne, Kendalc'h..., ou bien locales comme Glad Senolf ont entrepris depuis plusieurs décennies des recherches dans ce domaine (collecte de la mémoire, des images, des chants, de la musique), mais l'absence de mesures de protection concernant cette typologie de patrimoine rend sa reconnaissance difficile.

La plupart des sites remarquables du Golfe du Morbihan sont aujourd'hui sauvegardés par différents types de protections : sites inscrits, sites classés au titre des Monuments Historiques, ZNIEFF, ZPS, arrêté de biotope, convention de RAMSAR... Au-delà des protections existantes, il est nécessaire d'intégrer ce patrimoine afin de définir un territoire cohérent et de mettre en exergue les dynamiques humaines et l'héritage historique du Golfe, ainsi que la singularité des milieux naturels.

Le **patrimoine bâti maritime** est composé de cabanes ostréicoles, cales, terre-pleins... Le littoral du Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan présente une multitude d'éléments du patrimoine bâti maritime. Ces ouvrages témoignent de l'activité des Hommes et du lien particulier qui les unit à la « petite mer » (Mor Bihan) ou à l'océan (Mor Braz). Le PNR a lancé en 2017 une opération d'inventaire du patrimoine bâti maritime.

4.4.2.2 Club des Plus belles baies du monde

Le Club des Plus belles baies du monde est une association internationale, créée dans les années 1990 et dont le siège est situé à Vannes. Elle regroupe des structures représentant chacune une collectivité, offrant une façade maritime sur une baie exceptionnelle du littoral mondial. Elle rassemble aujourd'hui 36 baies de 27 pays différents et a pour but de préserver l'environnement de ces sites remarquables. Le Golfe du Morbihan et la baie de Quiberon font partie de ce club, dont les membres doivent respecter quelques engagements :

- ▶ Sauvegarder leur patrimoine naturel,
- ▶ Préserver leur identité,
- ▶ Respecter les modes de vie et les traditions des Hommes qui y vivent tout en s'inscrivant dans l'objectif d'un développement économique compatible avec ces engagements.

Le club se veut un lieu d'échange pour la protection, la préservation et la valorisation des baies. Avoir l'étiquette « **Une des plus belles baies du monde** » peut avoir des retombées touristiques et financières intéressantes.

Le patrimoine archéologique est très présent dans le Golfe du Morbihan, présentant notamment un grand nombre et une diversité importante de mégalithes (tables des Marchands, tumulus de l'île Longue, cairn de Gavrinis, cromlech d'Er Lannic, cairn du Petit Mont...). Les sites mégalithiques sud-Morbihan (Carnac, Quiberon et Golfe du Morbihan) font l'objet d'une demande d'inscription au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Le Golfe du Morbihan figure notamment aux côtés de la baie d'Along dans le « Club des plus belles baies du monde », dont le siège est à Vannes. Cette notoriété repose sur des qualités paysagères indéniables. L'image du Golfe est aussi imprégnée par une temporalité singulière, ancienne sur l'échelle de temps historique qu'évoquent les nombreux mégalithes, mais très récente sur l'échelle de temps géologique.

4.4.2.3 Les bâtiments inscrits ou classés au titre des monuments historiques

« Un monument historique est un édifice, un espace qui a été classé ou inscrit afin de le protéger, du fait de son intérêt historique ou artistique. A ce titre le patrimoine protégé au titre des monuments historiques comprend aujourd'hui de multiples domaines comme le patrimoine domestique, religieux ou encore industriel. Son champ temporel s'étend de la période préhistorique au XX^e siècle. ».



La législation distingue deux types de protection, les sites **classés** et les **sites inscrits** aux titres des monuments historiques :

- ▶ Sont **classés** parmi les monuments historiques « les immeubles dont la conservation présente, au point de vue de l'histoire ou de l'art, un intérêt public ». C'est le plus haut niveau de protection.
- ▶ Sont **inscrits** parmi les monuments historiques « les immeubles qui, sans justifier une demande de classement immédiat au titre des monuments historiques, présentent un intérêt d'histoire ou d'art suffisant pour en rendre désirable la préservation ».

Pour les édifices classés, comme pour les inscrits, cette protection peut être totale ou partielle, ne concernant que certaines parties d'un immeuble. La distinction entre inscrit et classé peut également se comprendre selon le rayonnement de l'intérêt patrimonial de l'édifice : ainsi le classement s'effectue à un niveau national et l'inscription s'opère à un niveau régional. La loi du 25 février 1943 instaure un périmètre de 500 mètres (les « abords ») autour des monuments protégés et un régime de contrôle, par l'Architecte des Bâtiments de France, des travaux effectués dans ce périmètre (Direction Régionale des Affaires Culturelles de Lorraine, février 2013). **Sept bâtiments inscrits ou classés** au titre des monuments historiques sont situés à proximité des sites d'étude :

- ▶ Le Cromlech d'Er Lannic (Arzon, Er Lannic) fut classé en 1889.
- ▶ Le Dolmen du Graniol (Arzon, Graniol Tal er Men Guen) fut classé en 1973.
- ▶ Le Dolmen de la pointe de Bilgroix (Arzon) fut classé en 1978.
- ▶ Le Cromlech de Kergenan (Île-aux-Moines, Kergonan) fut classé en 1862.
- ▶ Le Dolmen de Pen-Hap (Île-aux-Moines, Er Golo Taul) fut classé en 1979.
- ▶ Le Tumulus d'Etal-Berder (Larmor-Baden, Etal-Berder) fut inscrit en 1960.
- ▶ Le Cairn de Gavrinis (Larmor-Baden, Île Gavrinis) fut classé en 1901.

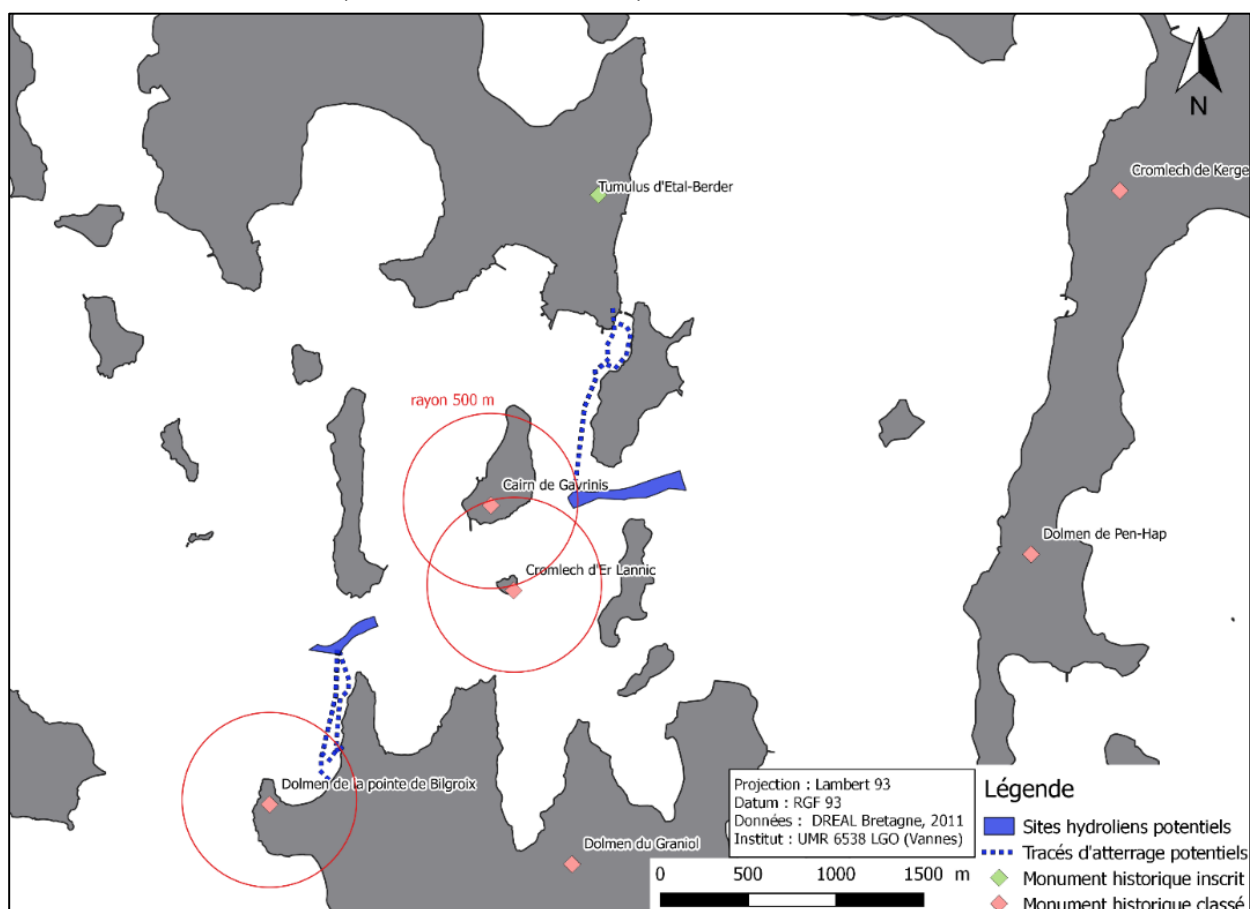


Figure 80 : Monuments historiques inscrit et classés situés à proximité des sites d'étude

Le **Cairn de Gavrinis** et le **Dolmen de la pointe de Bilgroid** sont des bâtiments classés au titre des monuments historiques. Ils sont respectivement situés à moins de 500 mètres de l'extrémité du site d'étude hydrolien de Berder et du tracé potentiel du câble d'atterrissage pour le site de l'île Longue et par conséquent potentiellement soumis au régime de contrôle, par l'Architecte des Bâtiments de France, des travaux effectués dans ce périmètre.

4.4.3 La qualité de l'air

Le réseau régional de la qualité de l'air, Airbreizh (<http://www.airbreizh.asso.fr>) assure la mise en œuvre des stations de mesures et la diffusion des données journalières. Au niveau du Golfe du Morbihan, il n'existe qu'une seule station de mesure UTA dans la ville de Vannes. Elle mesure les polluants suivants ; NOx, Ozone, Particules fines (PM10 et PM2,5).

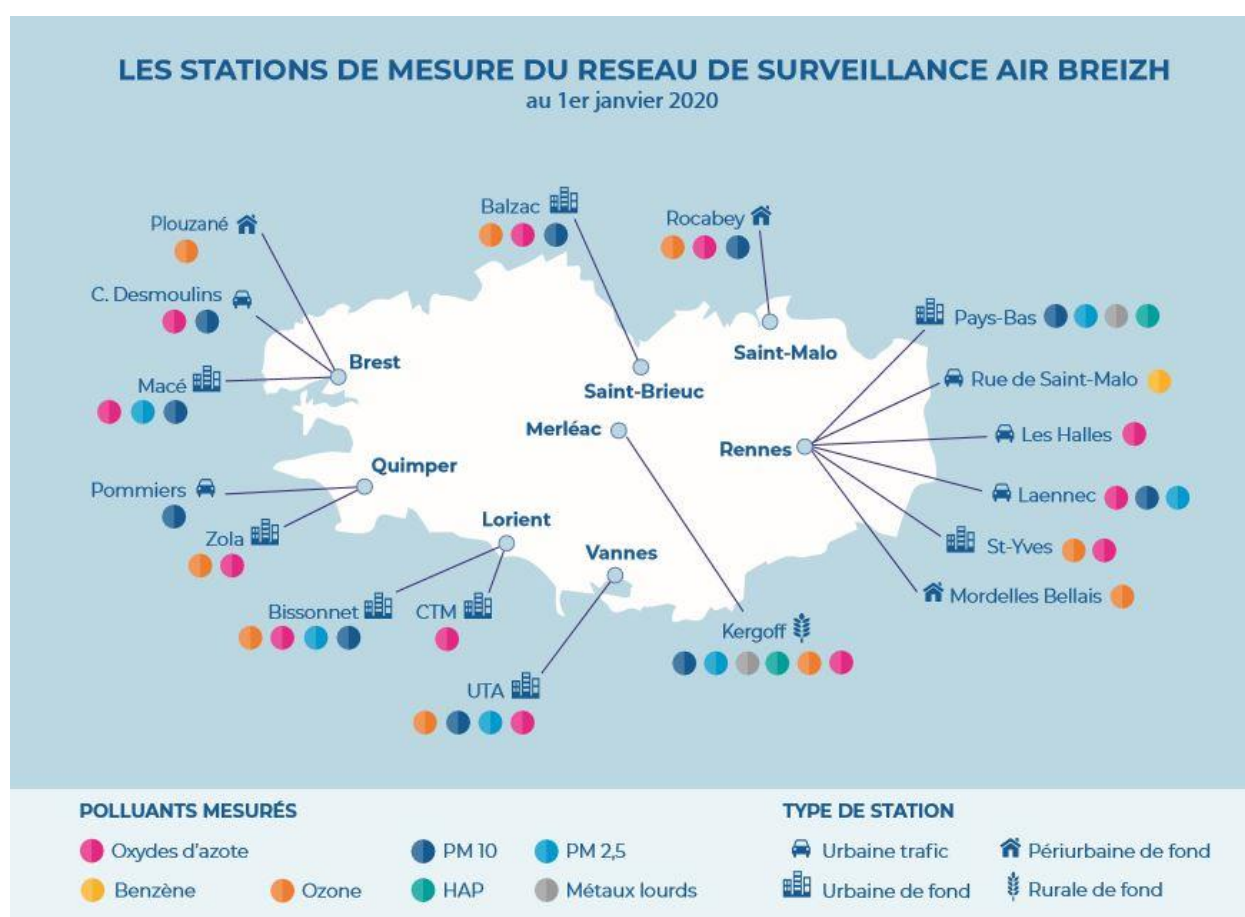
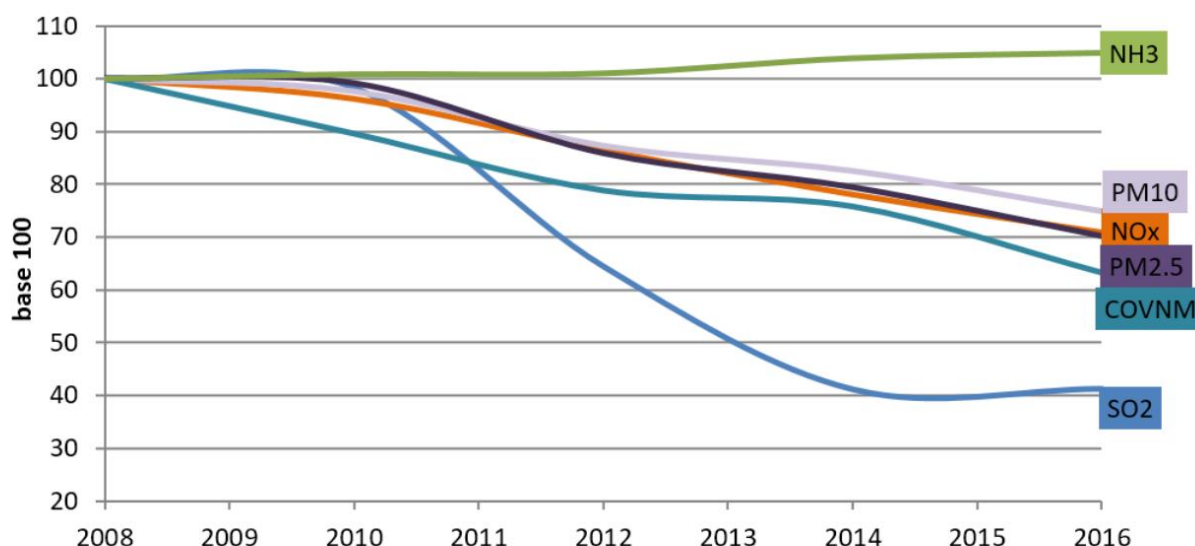
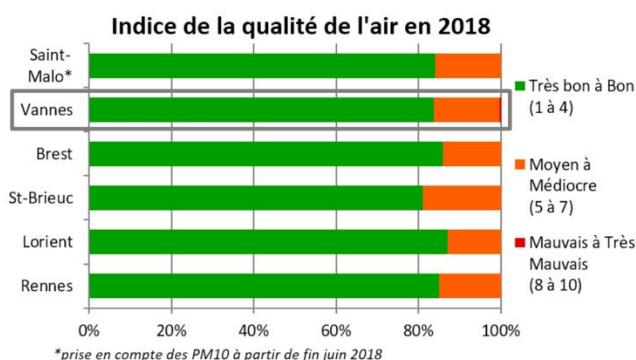


Figure 81 : Réseau des stations de mesures en Bretagne (source Airbreizh)



Source : Inventaire des émissions d'Air Breizh v3

Figure 82 : Évolution des émissions (source Airbreizh)



305 jours « bon à très bon »
(dont 16 jours très bon)

Ce sont les mois de mai et juillet qui ont présentés le plus d'indices moyens à médiocres avec comme polluant déterminant : l'ozone.

Figure 83 : Indice de la qualité de l'air des principales villes bretonnes (source Airbreizh)

Excepté pour l'ammoniac, les émissions sont toutes en baisse depuis une dizaine d'années. La qualité de l'air est bonne au niveau de Vannes, comme sur la Bretagne.

4.4.4 L'environnement sonore aérien

Le bruit est un ensemble de sons produits par un phénomène vibratoire se propageant principalement dans l'air.

Dans sa dimension physique, le bruit peut être caractérisé par un grand nombre de paramètres, en particulier :

- ▶ Son niveau sonore ou intensité acoustique, que l'on mesure sur une échelle logarithmique en décibels (dB) ;
- ▶ Sa hauteur ou fréquence exprimée en Hertz (Hz) ;
- ▶ Sa durée ;
- ▶ Son caractère stable ou impulsif, continu ou intermittent ;

La principale composante du bruit relève de la physiologie et de la perception : il est alors défini comme "toute sensation auditive désagréable ou gênante, tout phénomène acoustique produisant cette sensation, tout son ayant un caractère aléatoire qui n'a pas de composante définie" (définition AFNOR). La prise en compte de cette dimension

perceptive conduit à corriger le système de mesure en décibels par une pondération en fonction de la sensibilité de l'appareil auditif : le décibel pondéré, dB(A), rend compte du fait que l'oreille humaine n'est pas sensible de façon identique à toutes les plages de fréquence.

Selon plusieurs enquêtes d'opinion, la Bretagne est une des régions de France où la population se disant gênée par le bruit (30 à 40%) est la moins importante. Cependant, le bruit reste considéré comme l'une des premières atteintes à la qualité de vie (Enquête de l'Observatoire interrégional de politique de 2001 – Source : IFEN).

4.4.4.1 Le transport routier, première source du bruit

Au niveau du Morbihan, la principale cause du bruit aérien est le transport routier. Il existe des arrêtés préfectoraux du classement sonore imposé par les articles L 571-10 et R 571-32 et suivants du code de l'environnement pour les routes nationales et départementales (Arrêté du 1er décembre 2003) et communales de Vannes (Arrêté du 2 novembre 2004), Caudan, Larmor-Plage, Lorient, Ploërmel, Pontivy, Queven, Saint-Avé et Séné (Arrêté du 19 juin 2009).



Figure 84 : Classement sonore des routes nationales et départementales (source CD56)

Globalement, plus de 4 700 personnes dans le Morbihan seraient susceptibles d'être exposées, en raison des infrastructures routières, à un dépassement de la valeur limite de bruit prescrite par la réglementation européenne en pondération des différentes périodes de la journée (68 dB(A)).

Cet effectif tombe à une estimation de plus de 2 700 personnes exposées au dépassement du seuil (62 dB(A)) durant la nuit.

Aucun établissement d'enseignement ou de santé n'a été identifié dans ces zones exposées au dépassement des valeurs limites de bruit. Aucun classement sonore des infrastructures de transport terrestre ne concerne le domaine ferroviaire du Morbihan à ce jour, le trafic étant inférieur à 50 trains par jour sur l'ensemble du réseau.

4.4.4.2 Le transport aérien

Concernant les transports aériens, le nombre de mouvements d'appareils commerciaux a plus que doublé entre 1993 et 2006 dans le Morbihan. Trois infrastructures font l'objet d'un Plan d'Exposition au Bruit dans le département : l'aéroport de Lorient-Bretagne sud, les aérodromes de Vannes-Meucon et de Quiberon. Le Morbihan figure parmi les quelques départements qui n'ont pas encore mis en place d'Observatoire du bruit des transports terrestres. Défini par un décret et deux circulaires, il vise à recenser les points noirs du bruit des transports routier et ferroviaire nationaux et de préparer un plan de résorption de ces points noirs. Il doit également devenir le comité de suivi des cartes de bruit et des PPBE.

4.4.4.3 Les loisirs : des activités non neutres du point de vue du bruit

Les activités récréatives dans leur ensemble sont également des sources de bruit. L'exemple du **nautisme** est particulièrement adapté au contexte départemental : le Golfe du Morbihan figure parmi les bassins de navigation les plus fréquentés en France (le passage le plus critique étant celui de Port Blanc, avec des flux pouvant atteindre 237 bateaux par heure en pleine saison). Les niveaux sonores générés sont, d'une manière générale, bien inférieurs au maximum autorisé par la directive 2002/49/CE. En revanche, ils seraient, dans la plupart des cas, trop élevés pour des parcs naturels ou des zones protégées (CSNPSN, 2007).

Le bruit est une notion complexe qui recouvre différentes dimensions (physique, psychologique...) et peut avoir des natures et des sources extrêmement variées. Il constitue, en outre, une nuisance mal supportée par la population en raison de ses conséquences sur la santé (fatigue, stress, agressivité...). De nombreux dispositifs réglementaires existent donc, proposant des normes d'émissions sonores en fonction des activités concernées. Mais le bruit a également des impacts sur l'environnement, notamment par le dérangement de la faune. Dans le Morbihan, les sources de bruit sont multiples et les pressions sur l'environnement réelles. Elles sont principalement liées aux **activités de transport**.

4.4.5 Les risques dans le Golfe du Morbihan (source Atlas de l'environnement 56)

Les risques sont le résultat de l'aléa (occurrence, intensité et durée d'un événement) et de la vulnérabilité (niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène). La vulnérabilité peut concerner les humains, les biens ou l'environnement. Les risques que l'on dit majeurs ont une faible fréquence, mais une gravité importante. Ces risques peuvent être :

- ▶ Naturels : mouvements de terrain, inondations, séismes, feu de forêts, tempêtes ...
- ▶ Technologiques : industriel, rupture de barrage, transports de matières dangereuses ...

4.4.5.1 Les risques naturels

Depuis 1983, 1 038 arrêtés de catastrophes naturelles ont été publiés au journal officiel pour le Morbihan, dont environ 80% sont le résultat de seulement 4 événements majeurs. La majorité de ces arrêtés concernent des tempêtes et des inondations. Les risques détaillés ci-dessous sont ceux applicables au Golfe du Morbihan.

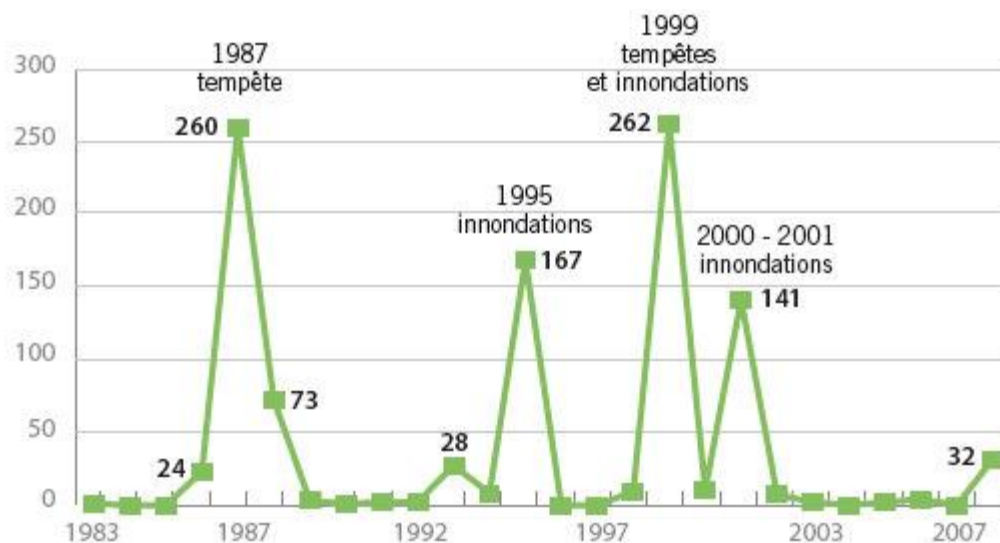


Figure 85 : Évolution du nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles publiées (source BD Gaspar)

4.4.5.1.1 Le risque de tempête

C'est aux tempêtes que le Morbihan est le plus exposé. Le terme de "tempête" est utilisé lorsque les vents moyens dépassent 89 km/h pendant 10 minutes (soit le degré 10 de l'échelle de Beaufort). Bien que ce risque concerne l'ensemble des communes du département, ce sont les secteurs les plus proches du littoral qui sont les plus vulnérables, d'autant plus que la force des vents y est généralement plus importante. Les tempêtes de 1987, 1995, 1999 et 2008 en sont l'illustration, avec des vents de Sud-Ouest qui ont atteint jusqu'à 180 km/h dans les îles, 166 km/h à Lorient et 144 km/h à Ploërmel en 1987. L'essentiel des tempêtes se produit pendant la saison froide, entre les mois d'octobre et de mars. Quelques orages d'été sont également accompagnés de vents forts. Les tempêtes proviennent de manière préférentielle de secteurs compris entre le 220 et 320° soit SW à NW (Lemasson, 1999).

4.4.5.1.2 Le risque de submersion marine

Les submersions marines sont des inondations épisodiques des terres basses situées en dessous du niveau des plus hautes eaux. La frange côtière continentale est alors envahie par les eaux marines. Depuis 1983, 32 arrêtés de catastrophes naturelles ont été inscrits au journal officiel pour submersion marine. 30 d'entre eux, sont le résultat de la tempête d'équinoxe du 9 mars 2008. En effet, la submersion marine est souvent le résultat de la conjonction d'une marée d'équinoxe et d'effets météorologiques. Les tempêtes provoquent alors une surcote de l'amplitude de marée. En 2008, de forts coefficients de marée et des vents mesurés à 137 km/h à Vannes ont entraîné des submersions marines jusqu'à Auray. Les phénomènes de submersion ont plusieurs causes possibles :

- ▶ Des vagues de forte amplitude,
- ▶ Le débordement ou la rupture des digues,
- ▶ La rupture ou la destruction des cordons dunaires.

Les ouvrages de défense ont été recensés et 26 sites sensibles au risque de submersion marine ont été définis. Mais 5 sites semblent prioritaires : l'anse du Stole à Ploemeur, la grande plage de Gâvres, Suscinio à Sarzeau, la Grée Penvins à Sarzeau et Banaster (Tourolle, 2003).

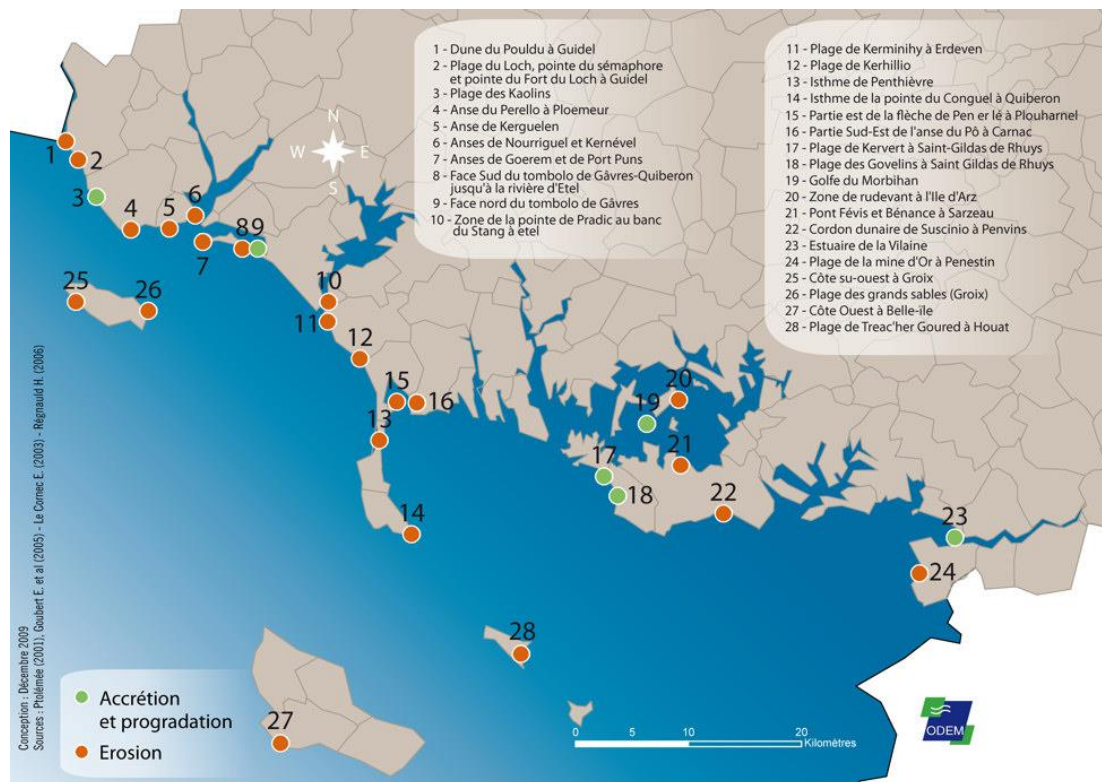


Figure 86 : Sites sensibles à la submersion marine dans le Morbihan (source CD56)

4.4.5.1.3 Le risque d'évolution du trait de côte

L'érosion côtière est classée au sein des risques de mouvements de terrain. Le Morbihan n'est pas sujet à des mouvements de terrain de grande ampleur, il est plutôt exposé à des mouvements de terrain lents, telle que l'érosion littorale. Il s'agit d'un phénomène discontinu qui dépend essentiellement de trois types de facteurs :

- ▶ météorologiques (précipitations, vents),
- ▶ hydrodynamiques (vents, niveau de la mer, courants, houle),
- ▶ les mouvements sédimentaires.

L'évolution du trait de côte peut être influencée par toute perturbation anthropique de ces deux paramètres, notamment (Yoni & al., 2001) :

- ▶ l'extraction de sédiments,
- ▶ la construction/déconstruction d'ouvrages tels que les digues, les murs, les barrages ou les jetées,
- ▶ les rejets de matériaux de carrière,
- ▶ les installations conchylicoles,
- ▶ la fréquentation touristique.

En outre, les risques d'érosion côtière et de submersion marine sont affectés par l'élévation du niveau marin résultant du changement climatique. La carte ci-dessous recense les sites pour lesquels des évolutions significatives du trait de côte ont été mesurées ou constatées. La plupart des secteurs à surveiller concernent des zones d'érosion. Sur 28 sites, 22 reculent et 6 s'engraissent.

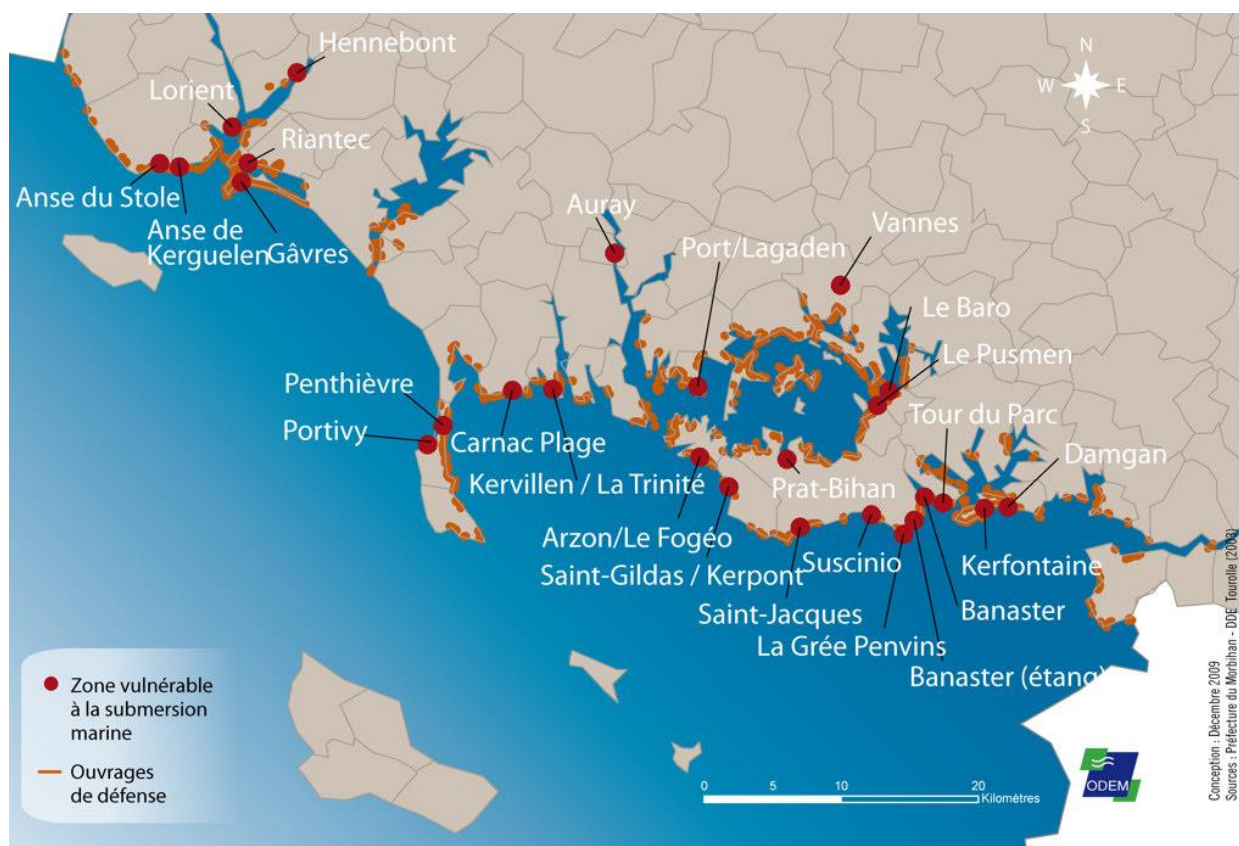


Figure 87 : Zones vulnérables à l'évolution du trait de côte dans le Morbihan (source CD56)

4.4.5.1.4 Le risque de séisme

Les séismes sont l'une des manifestations de la tectonique des plaques. L'activité sismique est concentrée le long de failles, là où s'exercent des frottements. D'un point de vue historique, les séismes dont l'épicentre était situé dans le Morbihan, n'ont jamais dépassé une intensité épicentrale de 7 (le 9 janvier 1930 à Meucon) sur une échelle de 1 à 12. L'intensité mesure les dommages à la différence de la magnitude qui mesure l'énergie libérée. La plupart du temps, l'épicentre se situe le long du Cisaillement Sud-Armoricain. C'est le long de ce cisaillement que les secousses sont le plus ressenties du fait de la direction des ondes sismiques. Par exemple, le séisme du 30 septembre 2002 dont l'épicentre était situé dans les environs d'Hennebont a été ressenti jusqu'à Poitiers. Pourtant, les dégâts ont été mineurs, seulement deux communes ont fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle. Plus rarement, des séismes ont lieu sur des petites failles, mais sont d'intensité moins importante.

Selon le bureau central sismologique français, le socle granitique serait peu favorable aux amplifications locales des secousses ce qui expliquerait que les intensités enregistrées soient faibles en regard de la magnitude des séismes. Le "plan séisme", programme national de prévention du risque sismique, a débuté le 21 novembre 2005. La première étape a permis d'établir une carte des aléas sismiques à l'échelle communale. Cette carte probabiliste a été construite en tenant compte des périodes de retour. Le Morbihan se situe dans une zone d'aléa faible comme l'ensemble de la Bretagne. Ce projet de futur zonage est réalisé par la France en vue de l'application des nouvelles normes de construction européennes Eurocode 8.

4.4.5.2 Les risques technologiques

La base Analyse, Recherche et Information sur les Accidents (ARIA), du Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles (BARPI) recense sur la période 1998-2008 un total de 143 accidents mineurs de différentes typologies dont plus des 2/3 sont des incendies technologiques dans le Morbihan.

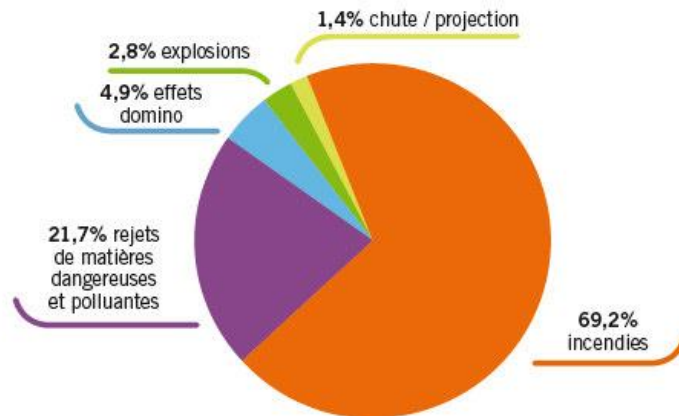


Figure 88 : Répartition du type d'accidents technologiques 1998-2008 (source Base ARIA)

La base ARIA n'enregistre pas d'accidents technologiques majeurs pour le Morbihan. Elle ne prend notamment pas en compte les marées noires, alors que par exemple, le naufrage de l'Erika a fait de nombreux dégâts, au niveau des écosystèmes côtiers notamment. Il a été détaillé ci-après que les risques technologiques applicables au niveau du Golfe du Morbihan, les risques industriels et de rupture de barrage ne concernent pas le Golfe.

4.4.5.2.1 Le risque de transport de matières dangereuses

C'est un risque présent théoriquement partout sur le département puisqu'il concerne souvent le transport de produits utilisés quotidiennement tels que les carburants, les gaz, les engrais... Tout accident a les mêmes effets que le risque industriel : explosions, incendies, dégagements toxiques. On ne dénombre à ce jour aucun accident majeur de ce type dans le Morbihan.



Figure 89 : Principaux axes présentant des risques de transport des matières (source CD56)

4.4.5.3 *Synthèse des risques*

Nature du risque	Nombre de communes exposées à l'aléa	Pourcentage de communes exposées à l'aléa
risque de rupture de barrage (Guerlédan)	24	9,2%
risque de mouvements de terrain (érosion littorale)	23	8,8%
risque industriel	31	11,9%
risque de transport de matières dangereuses	73	28%
risque de feu de forêt	86	33%
risque d'inondations	127	48,7%
risque de séisme	261	100%
risque de tempête	261	100%

Figure 90 : Synthèse des risques encourus (source BF Gaspar)

Comme tout territoire, le Morbihan est exposé à des risques variés. Les plus importants concernent les risques naturels : les inondations, les feux de forêt, les tempêtes, l'érosion côtière et les submersions marines. Les enjeux sont nombreux, ils concernent aussi bien les hommes, les activités, les biens et l'environnement (modifications du paysage, destruction des milieux naturels ou pollutions...).

Sur un territoire donné, la vulnérabilité peut être augmentée si deux risques sont associés. C'est par exemple le cas d'un site industriel dangereux qui serait construit sur un secteur en zone inondable.

Même si le département est relativement peu exposé par rapport à d'autres régions, de nombreuses communes sont concernées par des risques potentiels (Cf. Tableau ci-dessus).

L'enjeu actuel est de diminuer les risques auxquels est exposé le territoire. Pour cela, différentes solutions sont à envisager :

- ▶ Prévoir l'aléa en améliorant la connaissance (zonage, intensité, durée de retour...) ;
- ▶ Diminuer l'aléa avec la maîtrise de l'aménagement du territoire, notamment grâce aux Plans de Prévention des Risques (PPR) et l'entretien des ouvrages de protection ;
- ▶ Diminuer la vulnérabilité à chacune des étapes de la gestion du risque.

4.4.6 Définition des enjeux du Cadre de vie

Le tableau suivant présente les enjeux du Cadre de vie par rapport au site de projet :

Composantes	Caractéristiques	Niveau d'enjeu
Le Paysage		
Paysage	Le paysage de l'entrée du Golfe est caractérisé par un espace naturel « sauvage » et espace urbanisé. L'appartenance du Golfe au Club des plus belles baies du monde renforce l'enjeu	Fort
Le patrimoine culturel		
Patrimoine archéologique	La présence de nombreux mégalithes qui sont sites inscrits au titre des monuments historiques, ainsi qu'un patrimoine bâti maritime riche sur les estrans font que l'enjeu est très fort	Majeur
Patrimoine bâti maritime		
La qualité de l'air		
Qualité de l'air	L'air est de bonne qualité sur le département et sur le Golfe lui-même	Fort
L'environnement sonore		
Bruit aérien	La zone de l'entrée du Golfe du Morbihan est soumise à des nuisances sonores importantes par la navigation maritime	Moyen
Les risques		
Risques naturels	Les risques naturels en entrée de Golfe sont essentiellement liés à l'érosion de la côte et aux tempêtes	Fort
Risques technologiques	Ils sont peu représentés sur la zone d'entrée du Golfe	Faible

Tableau 21 : Définition des enjeux du cadre de vie sur le site d'étude

4.5 Les activités socio-économiques et les usages

4.5.1 La navigation maritime dans le Golfe du Morbihan

Le **Golfe du Morbihan** est très prisé pour le **nautisme** et les activités qui sont pratiquées sur le plan d'eau sont diverses. L'importance du nautisme constitue une pression dont les conséquences sur les autres usages (ostréiculture, protection de l'environnement, etc.) doivent y être contrôlées par une réglementation spécifique. Cette dernière concerne notamment certains types d'engins, la vitesse, les zones géographiques et les mouillages.

Il n'a été présenté que les informations qui s'adressent principalement à notre site d'étude.

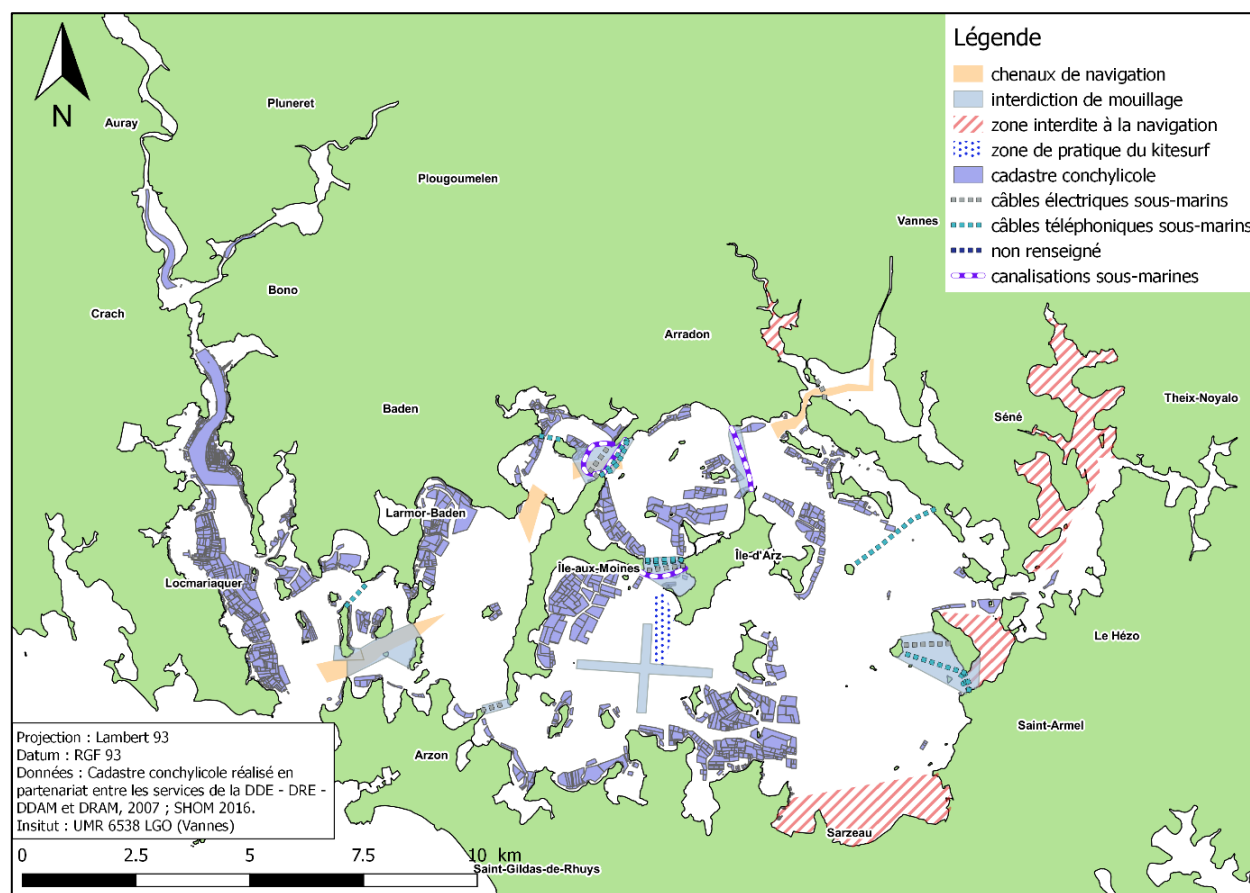


Figure 91 : Zones maritimes réglementées dans le Golfe du Morbihan (UBS 2008)

4.5.1.1 Chenaux de navigation dans le Golfe du Morbihan

La vitesse est limitée à cinq nœuds dans la bande littorale des 300 mètres.

La vitesse est limitée à dix nœuds pour les navires au-delà de cette bande littorale (arrêté n°2006/40 du 29 juin 2006). À marée basse, cela correspond à seulement trois zones (bassin oriental, entre Île-aux-Moines et Île d'Arz, entre Île-aux-Moines et Larmor-Baden).

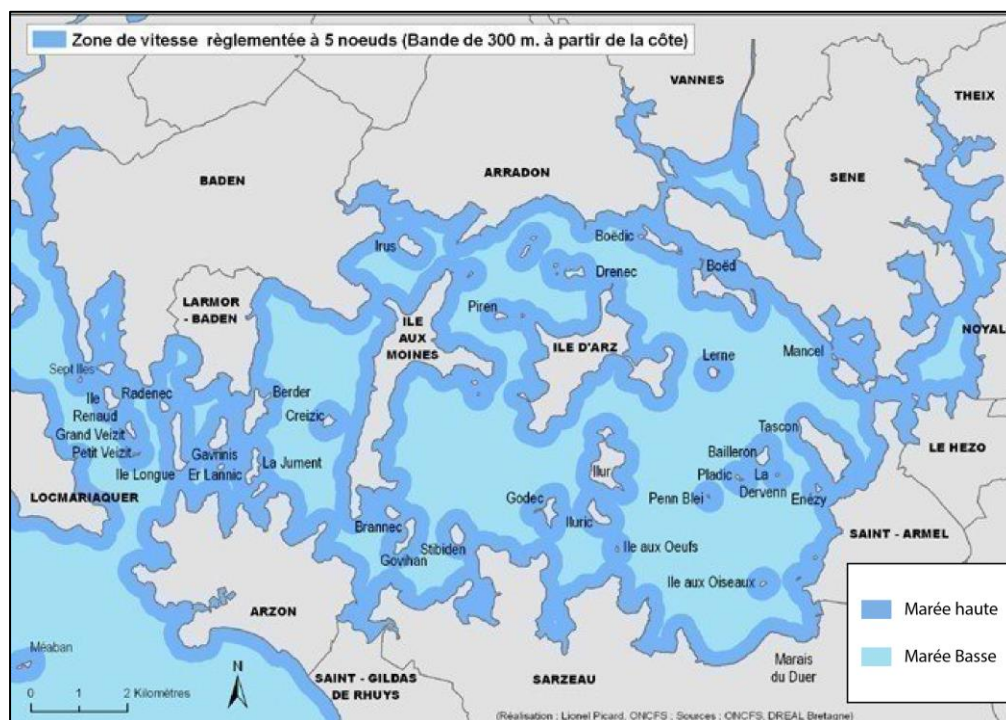


Figure 92 : Zones des 300 mètres à marée haute et à marée basse (ONCFS, DREAL Bretagne).

Quatre zones particulières de navigation dans les espaces maritimes les plus étroits du Golfe du Morbihan ont été définies par l'arrêté n°2017/024 du 11 avril 2017 afin de clarifier les usages et les limites de vitesse dans les passes les plus étroites et les plus fréquentées du Golfe du Morbihan :

- ▶ passe entre les îles Longue, Gavrinis, Er Lannic et la Jument ;
- ▶ passe entre Port-Blanc et l'Île-aux-Moines ;
- ▶ passe entre la pointe d'Arradon et la pointe du Trech ;
- ▶ passe entre la pointe de l'île Boedic et Conleau.

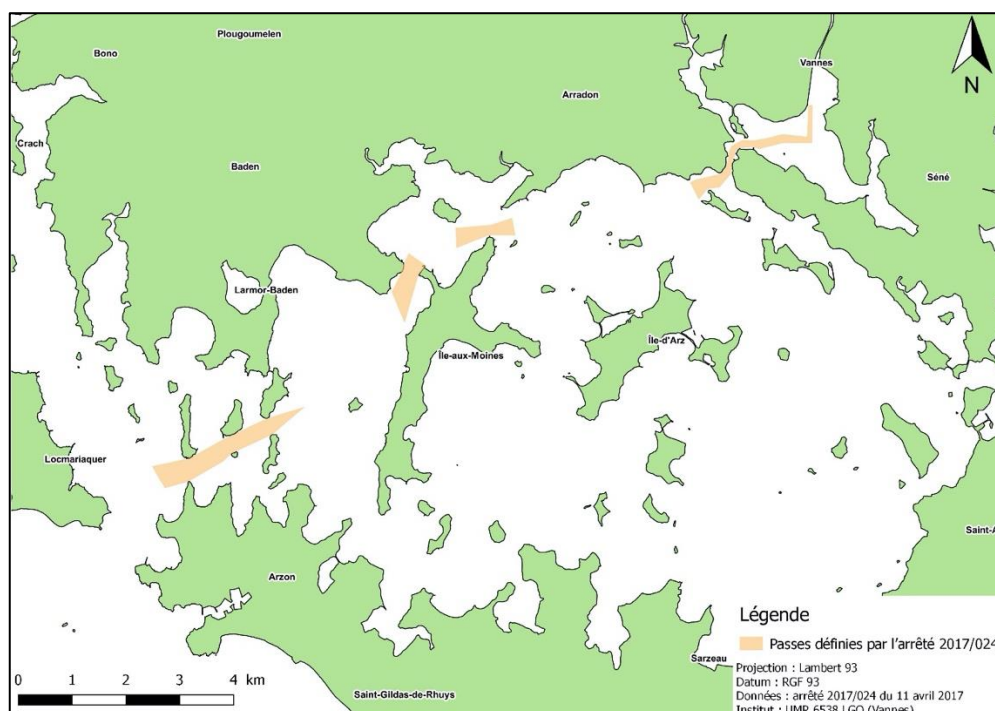


Figure 93 : Zones particulières de navigation dans les espaces maritimes les plus étroits du Golfe du Morbihan

À l'intérieur des passes définies ci-dessus :

- ▶ la navigation à la dérive est interdite entre le 1^{er} juin et le 31 août, entre 10h00 et 19h00 et autorisée le reste du temps, sous réserve que les moteurs des navires restent allumés de façon à garder une capacité de manœuvre en cas d'urgence.
- ▶ Le mouillage des embarcations et des engins de pêche est interdit.
- ▶ Les navires sont autorisés à naviguer à une vitesse allant jusqu'à dix nœuds, à l'exclusion de la passe entre l'île de Boëdic et Conleau, afin de maintenir leurs capacités de manœuvre et par dérogation aux dispositions du préfet maritime de l'Atlantique limitant la vitesse à cinq nœuds dans la bande littorale des 300 mètres.

4.5.1.2 Les mouillages

Dans le Golfe du Morbihan, le nombre de places dans les zones de mouillages et dans les ports doit être stabilisé au seuil de 7 000 (hors zones réservées aux plates et embarcations légères de plaisance de longueur inférieure à cinq mètres et moteur de puissance inférieure à 10 cv, SMVM 2006). Les mouillages s'organisent au sein de zones de mouillage définies et validées administrativement, avec ou sans Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) : il est **interdit d'utiliser des corps-morts** en dehors de ces zones.

Le mouillage est ainsi interdit par l'arrêté du 14/06/1974 (n°12/74, zone de protection de câbles sous-marins et de conduite d'eau de l'île-aux-Moines, Île d'Arz, Bailleron et Arzon) dans les périmètres suivants :

- ▶ Entre la pointe de Penboc'h et l'extrémité de l'île d'Arz,
- ▶ Entre la pointe d'Arradon et la pointe nord de l'île-aux-Moines,
- ▶ Entre la pointe de Brouel (Île-aux-Moines) et la cale de Mounienn (Île d'Arz),
- ▶ Entre l'île de Bailleron, l'île Tascon et le continent.

Le mouillage est également interdit dans la zone d'écopage des canadais, créée afin de prévoir la possibilité pour des avions-citernes d'écoper dans le Golfe du Morbihan en vue de lutter contre d'éventuels feux de forêts. Cette zone correspond à deux couloirs de 200 mètres de large, le premier étant long de 3 000 mètres orienté Est/Ouest entre Ilur et l'îlot de l'Œuf, et le second long de 2 000 mètres orienté Nord/Sud entre la pointe de l'Ours à Sarzeau et la parallèle de la pointe de Léos à l'île d'Arz (arrêté n°27/76 du 30/12/1976).

Le mouillage est également interdit par l'arrêté n°81/01 du 08/01/1981 pour la protection du câble électrique sous-marin entre Arzon et île-aux-Moines, entre la pointe de Saint-Nicolas à Arzon et la pointe de Penhap à l'île-aux-Moines.

Le stationnement et mouillage de navires à l'entrée du Golfe du Morbihan sont interdits par l'arrêté du 30/06/1989 (n°51/89) dans la zone délimitée par les pointes sud des îles Longue, Gavrinis, Berder, la pointe nord de l'île de la Jument, les pointes sud de la Jument, Er Lannig et la pointe du Moteno à Arzon.

Le mouillage dans la zone de cantonnement de pêche créée au sud de l'île Longue est interdit par l'arrêté du 20/12/2006 (n°2006/97), pour préserver les fonds marins très riches dans ce secteur. Le mouillage sur corps mort dans cette zone est interdit sauf sur les quatre corps-morts dont l'AOT a été délivrée au Syndicat d'Aménagement du Golfe du Morbihan.

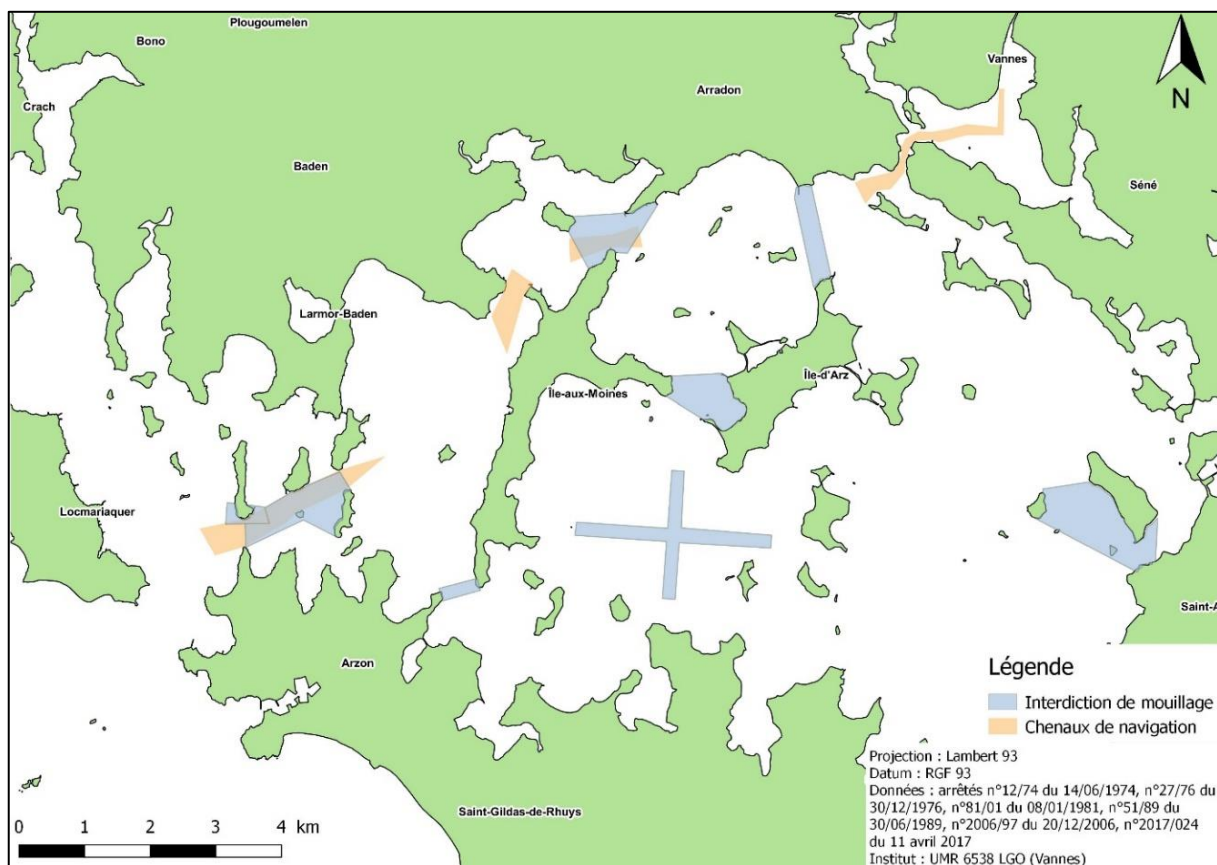


Figure 94 : Zones interdites au mouillage.

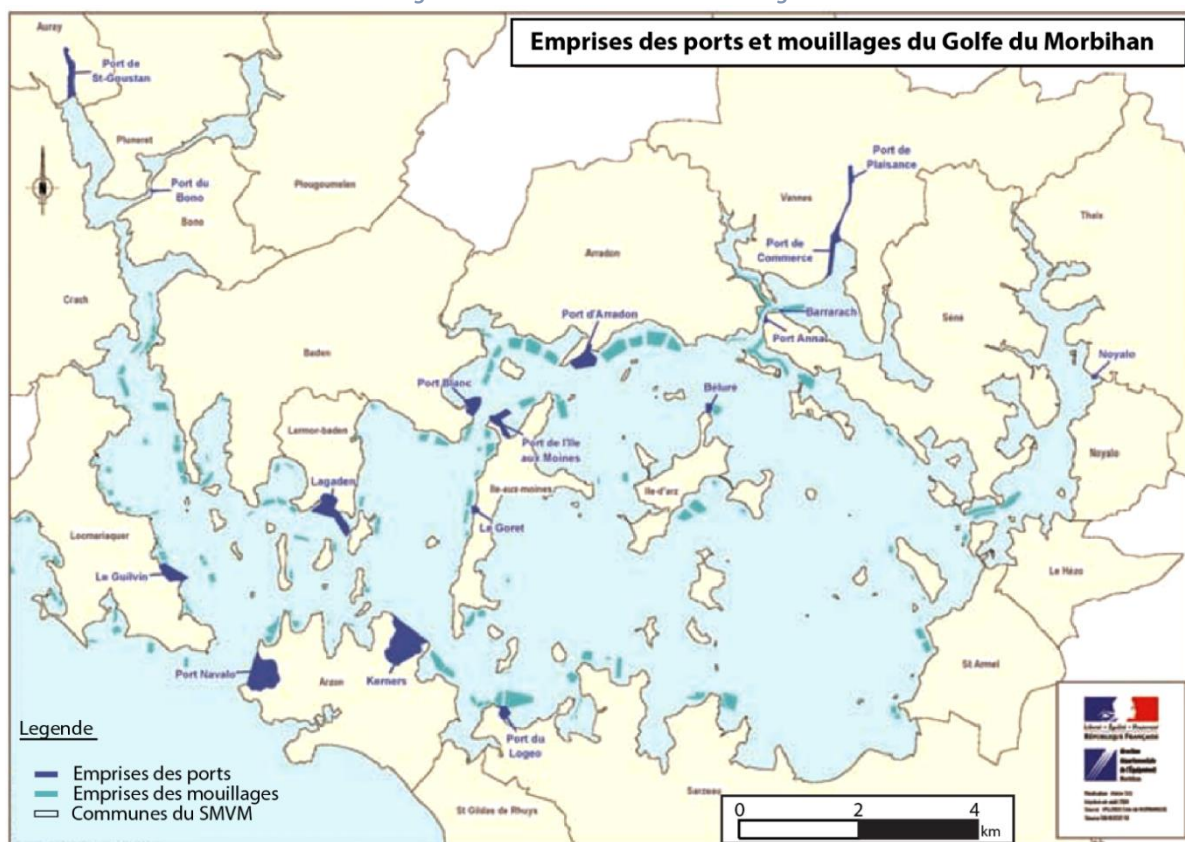


Figure 95 : Ports et mouillages dans le Golfe du Morbihan (d'après SMVM 2006).

4.5.1.3 Trafic maritime

Le Golfe du Morbihan est un bassin de plaisance très prisé. Cet engouement pour la navigation remonte à la fin du 19^{ème} siècle, avec la création de la Société des Régates Vannetaise (SMVM 2006). Depuis, la fréquentation du plan d'eau ne fait qu'augmenter et arrive à saturation. Le trafic de navigation peut y être très dense, notamment en période estivale. Les embarcations sont variées (dériveurs, bateaux de pêche-promenade, kayaks, voiliers, semi rigides, navettes de transport de passagers, cargos, barges ostréicoles et navires de pêche professionnelle) et plus ou moins manœuvrantes selon les conditions, ce qui rend la navigation potentiellement dangereuse dans les principaux chenaux.

4.5.1.3.1 La navigation de plaisance

Les plaisanciers dont les navires sont basés dans le Golfe du Morbihan pratiquent majoritairement une activité de navigation côtière, au sein du Golfe et jusqu'aux îles d'Houat et Hoëdic. Ces sorties de courte durée (à la journée) ont pour but la pêche ou des balades en mer. La zone de navigation qui s'étend jusqu'à Belle Île est plus fréquentée par les plaisanciers vannetais que la partie orientale du Mor Bras (Dumet, La Turballe, Piriac), qui remontent la Vilaine jusqu'à la Roche Bernard. Enfin, la moitié des plaisanciers basés à Vannes naviguent au sein d'un espace allant de l'Odet et l'archipel des Glénan jusqu'aux îles vendéennes.

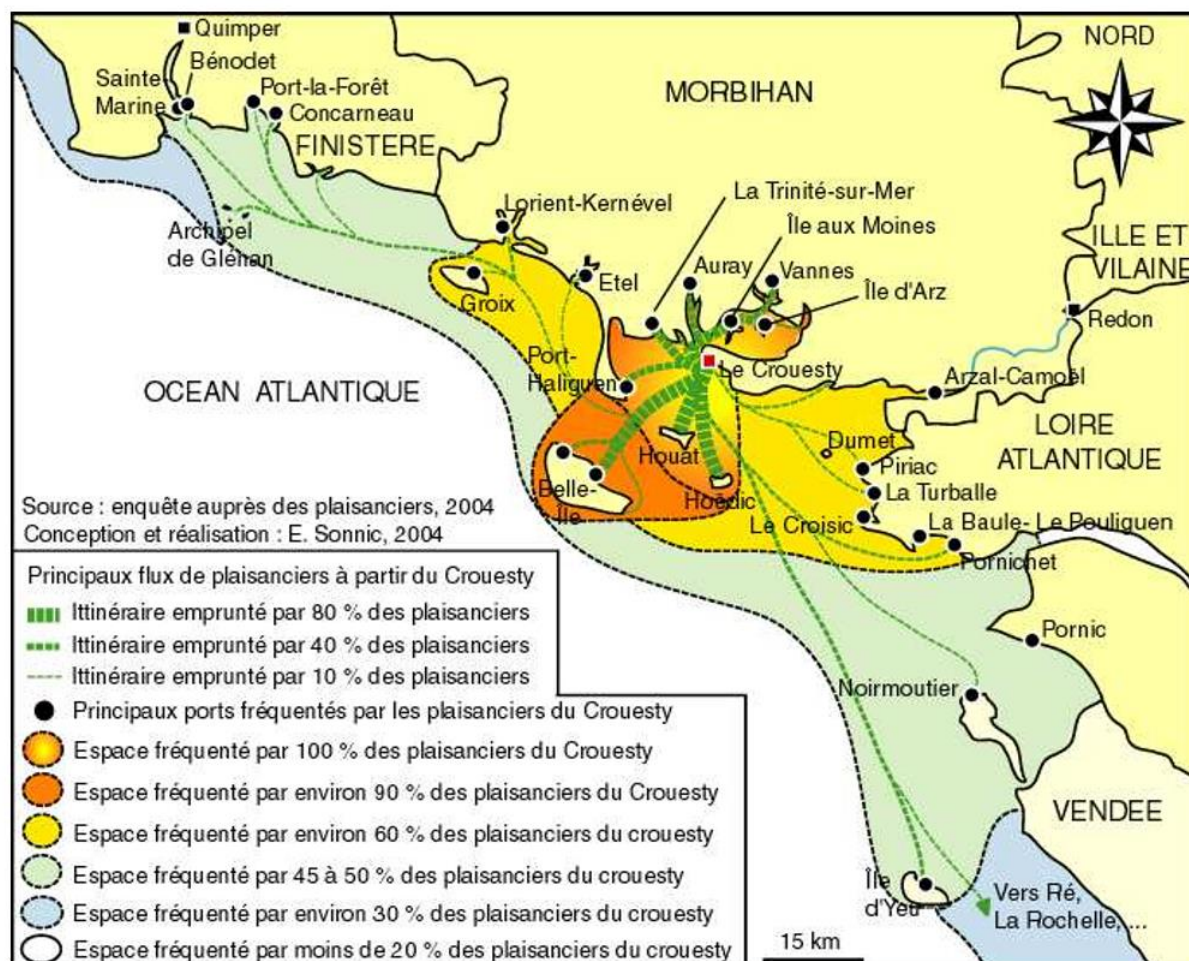


Figure 96 : Les flux plaisanciers au départ du port de Vannes (Sonnich 2006).

4.5.1.3.2 La navigation de commerce

La navigation de commerce dans le Golfe du Morbihan concerne essentiellement le transport des marchandises pour le ravitaillement des îles. Le port de commerce de Vannes relève de la compétence de la Région Bretagne. Il accueille occasionnellement de petits cargos, son quai de 75 mètres de longueur pouvant accueillir simultanément deux caboteurs. Une plateforme de stockage et de manutention, ainsi qu'un bâtiment d'exploitation occupé par la Compagnie de Transport Maritime Côtier (TMC) permettent l'organisation de la desserte en fret des îles du large. À partir du port de commerce de Vannes, des marchandises et des matériaux de construction (environ 60 000 tonnes par an) sont acheminés vers Belle-Île, l'île d'Yeu et les îles de Houat et Hoëdic principalement.

4.5.1.3.3 Le transport de passagers

Le transport de passagers constitue une activité importante dans le Golfe du Morbihan. Ce succès est principalement dû à ses îles, l'île-aux-Moines étant la plus attractive, suivie de l'île d'Arz (SMVM 2006). De nombreuses compagnies maritimes assurent des traversées et proposent des croisières permettant de visiter le Golfe du Morbihan et ses îles. Certaines compagnies desservent des destinations hors du Golfe comme la baie de Quiberon, Houat, Hoëdic, Belle-Île... L'île-aux-Moines est la seconde île la plus fréquentée dans le département après Belle-Ile-en-Mer, avec 423 000 passagers débarqués en 2008 (Observatoire du Tourisme en Morbihan). La fréquentation des navettes de transport de passagers pour l'île-aux-Moines atteint 52 000 passagers mensuels en août et reste supérieure à 10 000 passagers mensuels toute l'année. Le pic de fréquentation journalier est de 5 971 débarquements pour 115 rotations de navettes, observé le 15 août 2008 durant le Festival de la Voile (Étude de la fréquentation touristique des îles du Golfe du Morbihan, SIAGM, 2009). Près de 172 400 passagers ont été débarqués sur l'île d'Arz en 2008 (Geomer, 2010). En août 2008, il y a eu un maximum de 51 rotations de navettes par jour, ainsi que six rotations de fret. Ainsi, le 13 août 2008 il y a eu 2 097 passagers à embarquer (Geomer, 2010). En décembre, la fréquentation n'est plus que d'environ 1 600 passagers mensuels, mais la part de passagers insulaires reste constante tout au long de l'année.

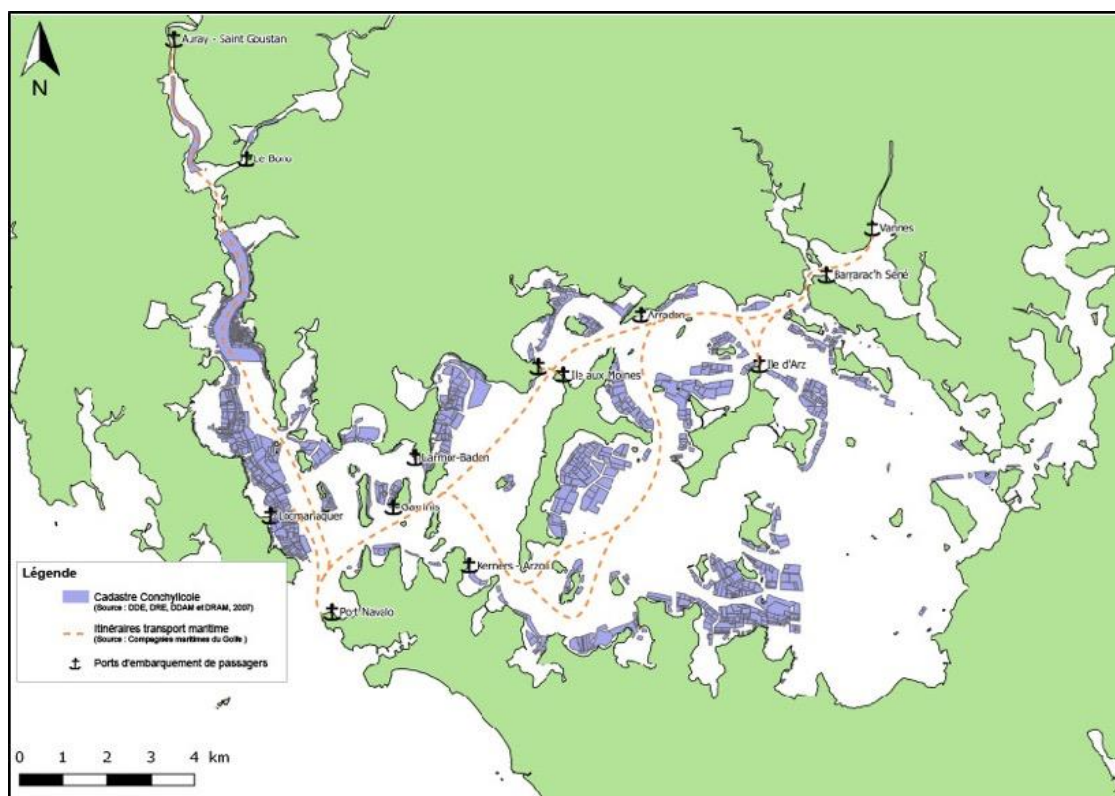


Figure 97 : Principaux itinéraires du transport maritime dans le Golfe du Morbihan.

4.5.1.4 Synthèse sur le transport maritime

La réglementation relative au nautisme dans le Golfe du Morbihan concerne les types d'engins, la vitesse, la zone géographique, les mouillages, les obstacles à la navigation et les zones de concession ou d'occupation temporaire du DPM. Toutes les embarcations en action de naviguer sur l'eau doivent obéir aux règles courantes de la navigation côtière. À titre d'exemple, la vitesse des navires est limitée à cinq nœuds dans la bande littorale des 300 mètres. Afin de préserver la quiétude des oiseaux et certains habitats marins fragiles, la navigation a été interdite (à tous types de navires) sur plusieurs secteurs du Golfe du Morbihan. Les zones de mouillage sont définies et validées administrativement. Les périmètres autour des passages de câbles électriques et de canalisations, il est interdit de mouiller, de draguer, de chaluter ou de faire usage d'engins traînants sur le fond. Sur la quasi-totalité des deux sites hydroliens il est interdit de mouiller navires et engins de pêche. La navigation maritime reste très importante dans le Golfe, avec une navigation de plaisance très développée, du trafic de commerce entre les îles extérieures et le port de Vannes, du transport de passager toute l'année, mais qui explose en été.

4.5.2 Activités de pêches professionnelles

4.5.2.1 Une étude de type VALPENA sur des données de 2013

Un Diagnostic des activités de pêche professionnelle dans le Golfe du Morbihan a été réalisé par le comité Départemental des Pêche Maritimes et des Élevages Marins du Morbihan (CDPMEM 56) dans le cadre d'une étude de faisabilité d'implantation d'une ferme hydrolienne dans le Golfe du Morbihan. L'étude a été établie sur des données d'activités de 2013. Seuls les navires provenant des quartiers maritimes bretons sont pris en compte dans le diagnostic.

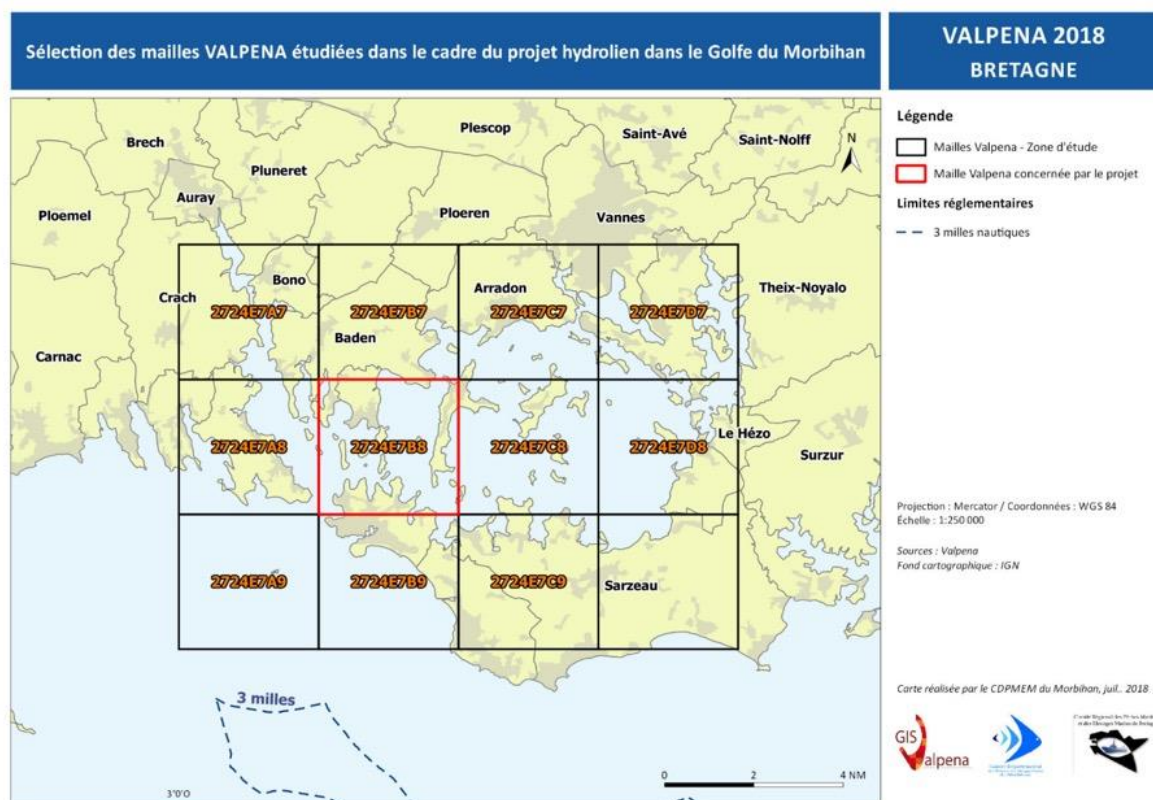


Figure 98 : Les mailles VALPENA étudiées dans le cadre du projet hydrolien (source CRPMEM)

4.5.2.2 Types de navires fréquentant la zone d'étude

Les navires pratiquant une activité dans la zone d'étude proviennent de ports situés dans le Golfe du Morbihan (25 navires) et de Quiberon (20 navires). De nombreux navires qui pêchent dans la zone d'étude viennent de l'extérieur du Golfe du Morbihan. L'intégralité des navires fréquentant la zone d'étude ont une taille inférieure à 12 mètres, la taille moyenne est proche de 9 mètres. Ces navires ont une puissance motrice comprise entre 44 et 221 kW, pour une moyenne de 97 kW (environ 130 cv). L'âge moyen des navires est proche de 28 ans, le plus ancien navire de la flottille a 57 ans. La quasi-totalité des navires de pêche est classée en petite pêche, seulement 3% sont en pêche côtière (marée comprise entre 24 et 96 heures).

4.5.2.3 Fréquentation annuelle

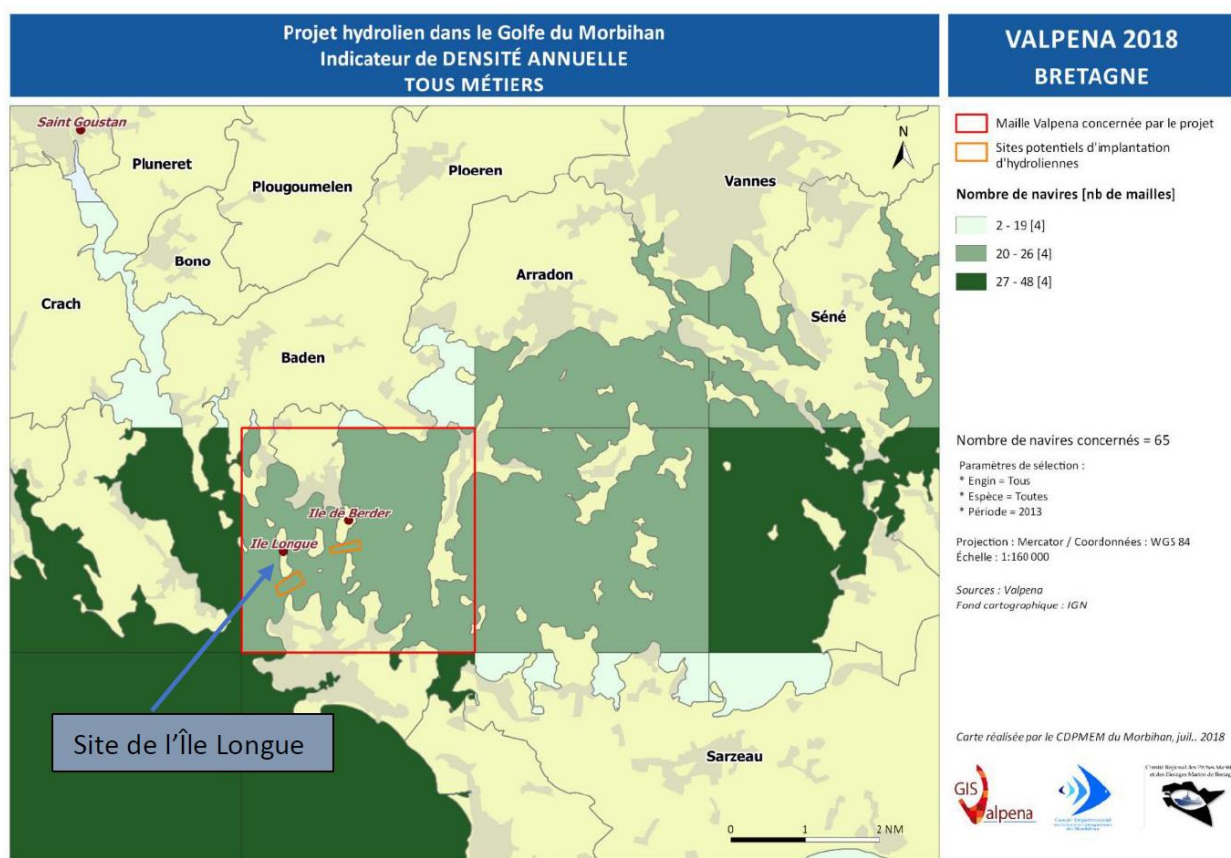


Figure 99 : Indicateur de densité annuelle des navires bretons fréquentant la zone d'étude « projet hydrolien » (source CRPMEM)

L'indicateur de densité, ou fréquentation, indique le **nombre de navires présents** sur une maille considérée sur une période déterminée.

Les mailles concernées par cette étude sont fréquentées par 65 navires de pêche bretons. On retrouve entre 2 et 48 navires selon les mailles. La maille la moins fréquentée est située au Nord de la rivière d'Auray. Les mailles les plus fréquentées sont situées à l'entrée du Golfe et dans le fond du Golfe, sur le secteur de Tascon.

Au minimum **23 navires fréquentent la zone potentielle d'implantation des hydroliennes** (secteur Île Longue).

4.5.2.4 Fréquentation mensuelle

L'indicateur de densité mensuelle indique le **nombre de navires présents sur une maille considérée pour un mois donné**. La saisonnalité est marquée dans le Golfe. La densité mensuelle oscille entre 1 et 36 navires par maille. On remarque une augmentation de l'activité au printemps (mars/avril) jusqu'en septembre. La fréquentation diminue ensuite entre octobre et janvier.

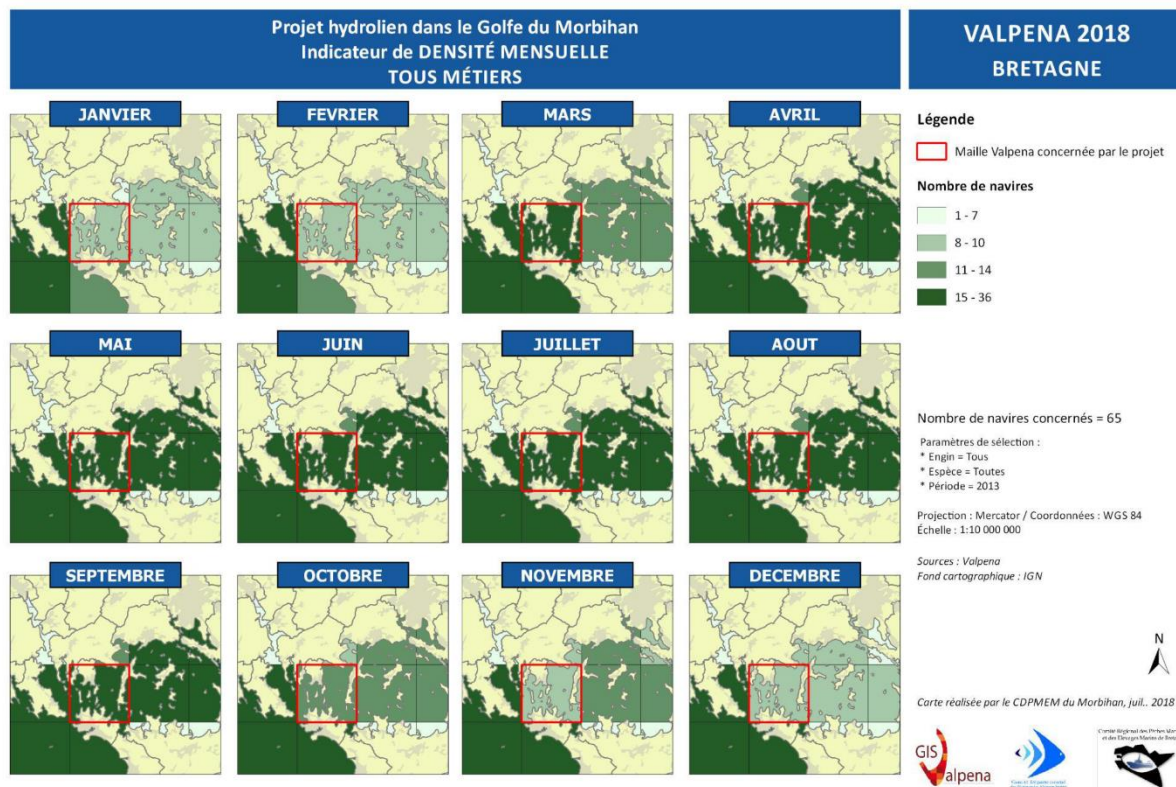


Figure 100 : Indicateur de densité mensuelle des navires bretons fréquentant la zone d'étude « projet hydrolien » (source CRPMEM)

4.5.2.5 Analyse de la dépendance spatiale

L'indice de dépendance spatiale exprime le nombre de mailles travaillées par le navire dans une zone, rapporté au nombre total des mailles travaillées par ce navire. Il traduit l'importance de la zone en termes de surface d'activités. Par exemple si un navire a un indice de dépendance spatiale de 20%, cela signifie que 1/5^{ème} de sa surface d'activité se situe dans la zone d'étude.

Quartier maritime	Taux de dépendance spatiale moyen	Classe de dépendance spatiale (nb de navires)				Nb total de navires
		[0-1[%	[1-10[%	[10-30[%	>30%	
AY	23%	0	21	8	7	36
LO	32%	1	2	0	3	6
VA	47%	0	2	5	16	23
TOTAL	32%	1	25	13	26	65

Tableau 22 : Dépendance spatiale des navires à la zone d'étude « projet hydrolien » par quartier maritime (source CRPMEM)

La maille concernée par l'implantation potentielle d'hydroliennes représente en moyenne 9% de la zone de pêche globale des navires (23 navires fréquentent la maille).

4.5.2.6 Analyse de la dépendance temporelle

L'indice de dépendance temporelle exprime le nombre de mois d'activité déclaré par un navire dans une zone, rapporté au nombre de mois d'activité total déclaré par ce navire. Par exemple, si un navire a un taux de dépendance temporelle de 50%, cela signifie que la moitié de ses mois d'activité ont lieu, en tout ou partie, dans la zone d'étude. L'échelle de connaissance de cet indicateur est le mois, il n'est pas possible de connaître le nombre de jours passés par mois dans la zone. La maille est déclarée par les navires à partir du moment où ils y pratiquent une activité au moins une fois par mois.

Quartier maritime	Taux de dépendance temporelle moyen	Classe de dépendance temporelle (nb de navires)				Nb total de navires
		[0-15[%	[15-30[%	[30-50[%	[50-100]%	
AY	54%	4	12	3	17	36
LO	68%	0	1	1	4	6
VA	71%	1	4	0	18	23
TOTAL	61%	5	17	4	39	65

Tableau 23 : Dépendance temporelle des navires à la zone d'étude par quartier maritime (source CRPMEM)

Parmi les 23 navires enquêtés fréquentant la maille concernée par le projet, la moitié des navires y pratiquent leur activité toute l'année (dépendance = 100%).

4.5.2.7 Nombre de navires par engins utilisés (analyse annuelle)

Engins	Nb de navires déclarant utiliser l'engin sur la zone d'étude	% (sur les 65 navires fréquentant la zone)
Drague	27	42
Casier	20	31
Filet	19	29
Palangre	12	18
Chalut de fond	10	15
Verveux à anguilles	5	8
Ligne	3	5
TOTAL	96	

Tableau 24 : Nombre de déclarations et proposition pour chaque engin de pêche utilisé sur la zone d'étude (source CRPMEM)

L'engin le plus utilisé au sein de la zone d'étude est la drague (42% des déclarations). Les arts dormants, et notamment les métiers du casier, du filet et de la palangre sont particulièrement pratiqués dans la zone d'étude. La somme des déclarations est supérieure au nombre de navires fréquentant la zone. Cela souligne la polyvalence des navires. En effet, certains vont mettre en œuvre plusieurs engins au cours d'une même année. D'un même mois, voire d'une même marée.

Sur la maille concernée par l'implantation potentielle d'hydrolienne, 15 navires pratiquent le métier du casier, 8 le filet, 5 la palangre, 3 le verveux à anguilles et 1 la ligne.

4.5.2.8 *Espèces ciblées*

Espèce	Nombre de déclarations (navires)	Pourcentage (sur les 65 navires)
Coquille St-Jacques	24	37%
Seiche	22	34%
Bar commun	13	20%
Rouget-barbet de roche	9	14%
Sole commune	8	12%
Dorade royale	7	11%
Étrille	7	11%
Merlu	7	11%
Bouquet commun (crevette rose)	6	9%
Dorade grise	6	9%
Mulets divers	6	9%
Anguille	5	8%
Divers	5	8%
Merlan	5	8%
Palourde japonaise	5	8%
Congre	4	6%
Lieu jaune	4	6%
Crabe vert	3	5%
Araignée de mer	1	2%
Bulot	1	2%
Calmars ou encornets	1	2%
Homard	1	2%

Tableau 25 : Espèces ciblées sur la zone d'étude (source CRPMEM)

Espèce / Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seiche	2	3	17	19	15	4	6	6	4	4	3	3
Bar commun	5	5	5	5	5	5	5	6	10	10	10	7
Mulets divers	4	5	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5
Etrille	4	4	5	5	5	5	6	6	6	5	4	4
Divers	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
Sole commune	2	2	3	4	3	4	4	4	6	6	6	6
Rouget-barbet de roche	2	2	2	1	4	7	8	8	7	5	2	2
Dorade royale	1	1	2	3	5	5	6	6	6	3	2	2
Coquille St-Jacques										19	21	2
Bouquet commun (crevette rose)	4	5	1	2	2	2	3	4	5	5	3	3
Dorade grise	2	1	3	2	3	3	3	4	4	5	3	3
Merlu	6	5	2					1	2	3	5	5
Anguille				3	4	5	5	5	5			
Crabe vert	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Merlan	5	4	2					1	1	2	4	4
Congre	3	3	3	3	1	1	1	1	1	2	2	1
Lieu jaune	4	3	1					1	1	2	3	3
Calmars ou encornets	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Homard			1	1	1	1	1	1	1			
Bulot	1	1	1							1	1	1
Araignée de mer					1							

Tableau 26 : Calendrier de ciblage des principales espèces pêchées sur la zone d'étude (en nombre de navires)

4.5.2.9 *Métiers pratiqués sur la zone d'étude*

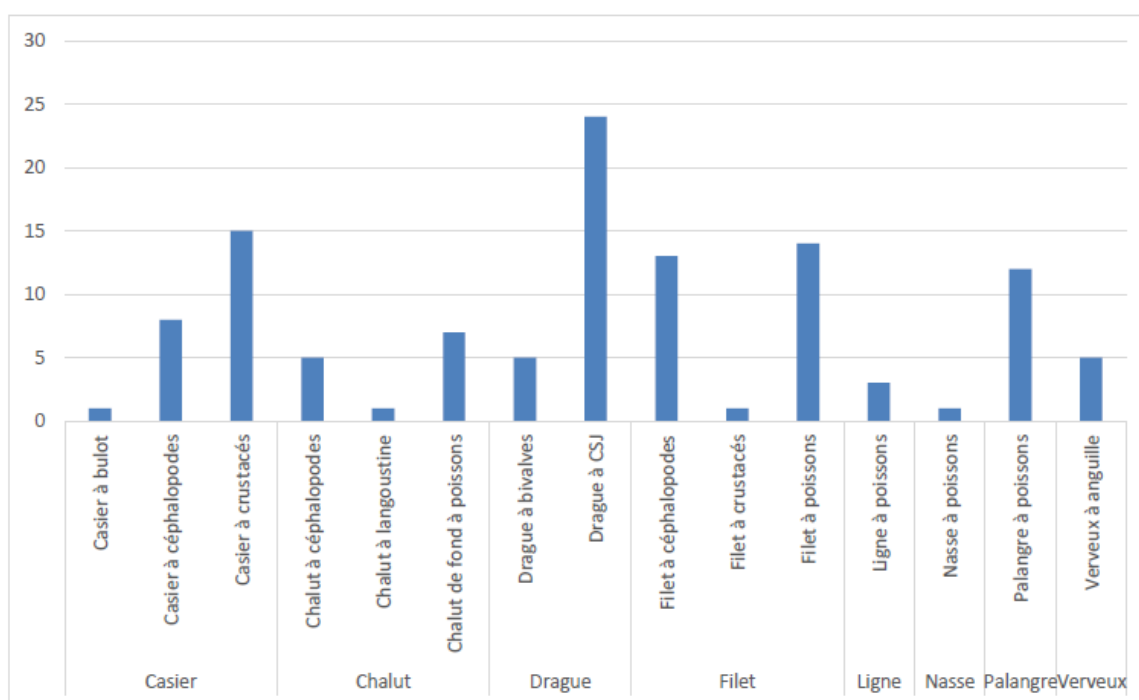


Figure 101 : « Métiers » pratiqués sur la zone d'étude (en nombre de navires) (source CRPMEM)

Les métiers sont identifiés par des couples engin/espèce. Un navire peut pratiquer plusieurs métiers, en fonction de la zone, de la saison et de l'espèce ciblée. Il y a 15 métiers différents sur la zone d'étude, regroupés en 8 familles. Les navires qui pêchent dans le Golfe pratiquent une pêche quotidienne artisanale et polyvalente. Ils combinent au fil des saisons différents métiers de pêche. Ainsi, les navires enquêtés pratiquent entre 1 et 5 métiers au cours d'une même année dans la zone d'étude.

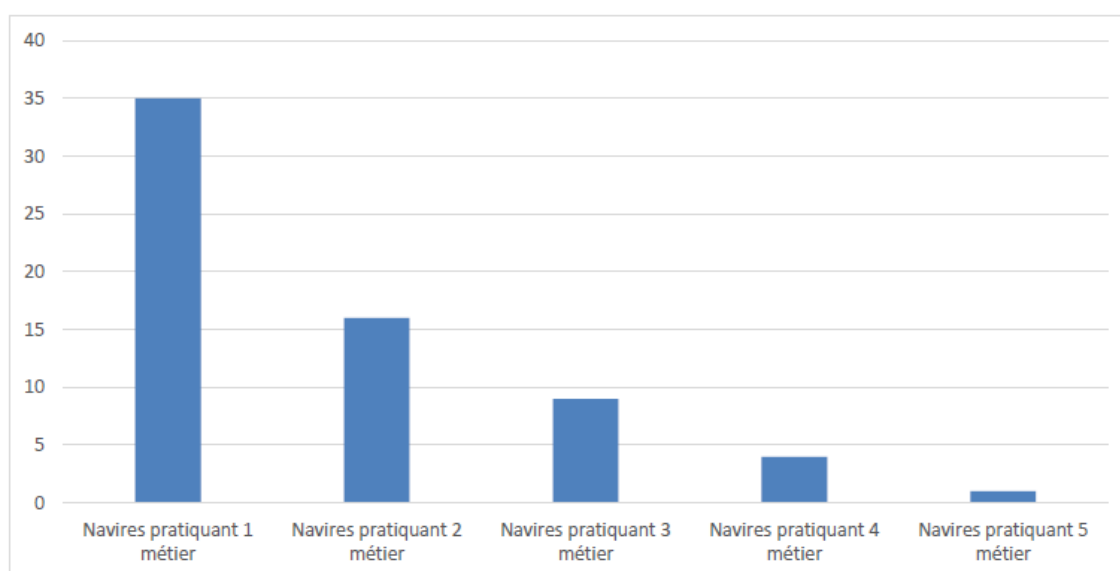


Figure 102 : Nombre de métiers pratiqués par les navires de pêche sur la zone d'étude (source CRPMEM)

4.5.2.10 Pêche à pied et gisement de coquillages

Il y a 3 gisements importants de pêche à pied de palourdes (Golfe, Auray, Noyal) ainsi qu'un gisement de pêche à la main d'oursins. En 2013, 150 pêcheurs à pied professionnels possèdent le timbre pour pêcher les palourdes et 18 pêcheurs la licence oursins à la main. La pêche des palourdes est réellement pratiquée par 114 pêcheurs de janvier à décembre. La pêche des oursins est réellement pratiquée par 3 pêcheurs de novembre à février.

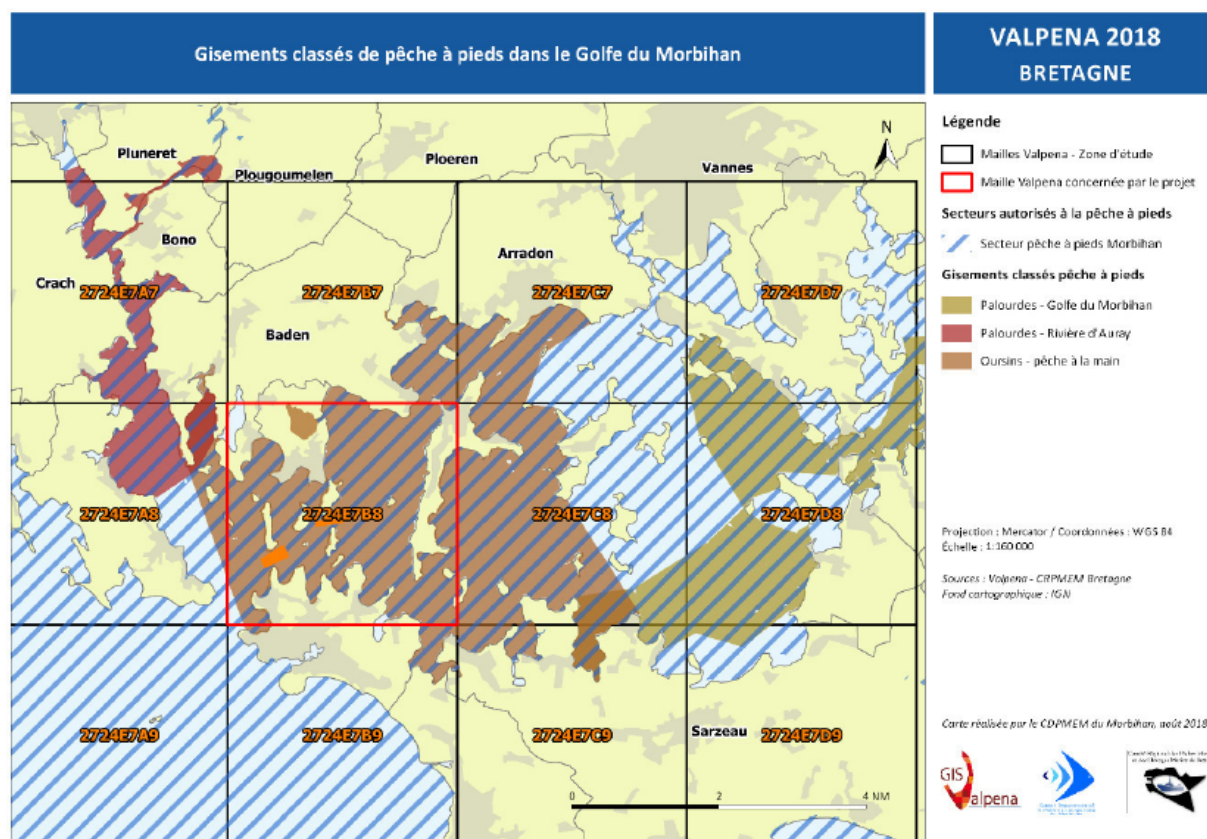


Figure 103 : Gisements classés pour la pêche à pied dans le Golfe du Morbihan.

4.5.2.11 Synthèse

- ▶ 23 navires bretons fréquentent la zone d'étude.
- ▶ L'intégralité des navires est constituée d'unités de moins de 12 mètres.
- ▶ 95% des navires font partie de la catégorie « petite pêche ».
- ▶ La densité maximale sur l'année 2013 est localisée à l'entrée du Golfe et dans le fond du Golfe.
- ▶ Un pic d'activités est visible au printemps et en automne.
- ▶ Les navires ont une dépendance spatiale et temporelle forte.
- ▶ 7 engins différents sont mis en œuvre dans la zone d'étude.
- ▶ Le Golfe du Morbihan est un secteur important pour la pêche à pied professionnelle

4.5.3 Cultures marines

Dans le Golfe du Morbihan, le cadastre conchylicole présente différents types de cultures, mais la majorité concerne les huîtres. Les parcelles cadastrales les plus proches sont situées à moins de 300 mètres de l'emplacement potentiel d'hydroliennes (Ouest de Berder).

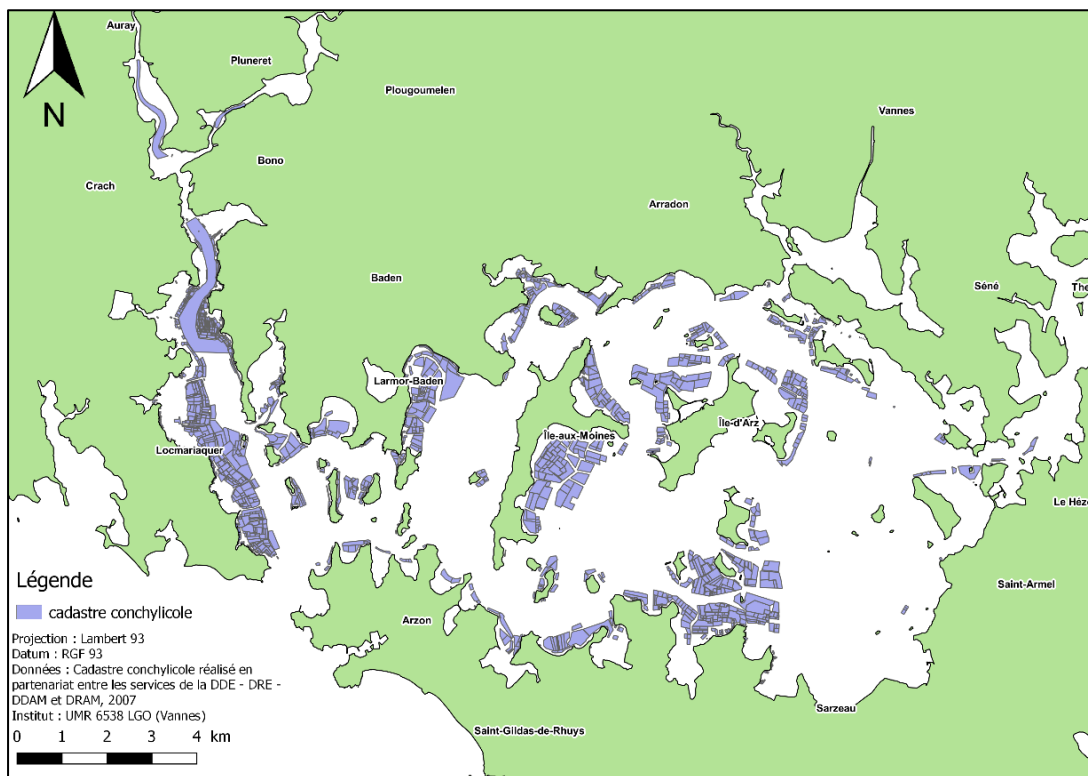


Figure 104 : Concessions d'exploitation de cultures marines dans le Golfe du Morbihan.

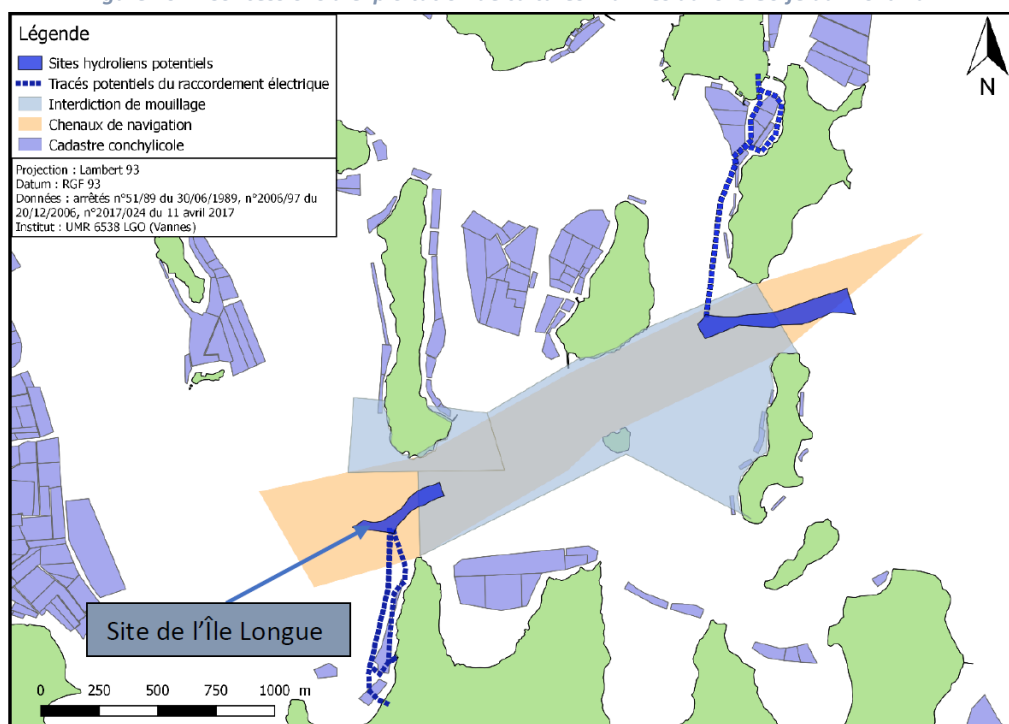


Figure 105 : Réglementations existantes sur et à proximité des sites hydroliens potentiels dans le Golfe du Morbihan

L'ensemble des surfaces concédées pour des parcs conchylicoles sur le DPM dans le Morbihan en 2013 est de 5 250 hectares, dont 1 450 hectares dans le Golfe du Morbihan et la rivière d'Auray (CRCBS, 2013). Dans le Golfe du Morbihan, cette activité économique joue un rôle significatif pour l'attractivité du territoire. L'activité conchylicole la plus répandue y est l'**ostréiculture** (culture des huîtres), elle occupe environ un quart de l'estran.

En 2013, on recensait 112 entreprises conchylicoles dans le Golfe et la rivière d'Auray, exploitant 1 590 hectares de concessions, dont 95 % sont situées en Bretagne Sud, soit 396 emplois (322 équivalents temps-plein). Dans le Golfe et la rivière d'Auray, 1 450 hectares de parcs conchylicoles sont concédés, exploités à 63 % par les 112 entreprises situées sur les communes riveraines (source CRCBS 2013).

Les concessions ostréicoles sont concentrées dans la partie ouest et centrale de l'espace maritime du Golfe du Morbihan et sont quasi-absentes à l'est du territoire où les vasières prédominent. Des gisements classés de palourdes et la réserve ornithologique y limitent également l'accessibilité de l'estran pour cette activité. La production dans le Golfe du Morbihan est principalement constituée d'huîtres creuses et a été évaluée à 3 850 tonnes en 2012.

Les parcs ostréicoles sont disposés dans la partie ouest et centrale sur 1 450 ha dans le Golfe du Morbihan et la rivière d'Auray pour 112 entreprises (en 2012). Ils ont produit en 2012, 3 850 tonnes d'huîtres.

4.5.4 La pêche de loisir

4.5.4.1 La pêche à pied récréative

Les principales zones de pêche à pied dans le Golfe du Morbihan se situent dans le secteur de **Locmariaquer** et le **gisement classé de Sarzeau**. Les autres sites de pêche cités dans le Golfe du Morbihan sont les suivants : Benance, Bernon, Brillac, île d'Arz, îles du Golfe, La Bernerie en Retz, Larmor Baden, Le Duer, Le Logeo, Le Ludré, Locmariaquer, Locmiquel, Moustérian, Rivière d'Auray, Sarzeau, Séné, St Colombier et la Tour Carrée (Péronnet *et al.*, 2003, Pêche de loisir).

La **difficulté d'accès à l'estran** (parcs conchylicoles, stationnement difficile et restreint, déplacement sur les vasières dangereux) limite la pratique de la pêche à pied sur certaines zones et explique qu'elle soit **davantage pratiquée sur la façade atlantique** que dans le Golfe du Morbihan. Les sites les plus fréquentés sont Baie de Quiberon, Damgan, Penvins, Penestin... (Péronnet *et al.*, 2003, Pêche de loisir).

En 2013, lors de la grande marée du 22 août (coefficient de 108) les cinq communes les plus fréquentées du Golfe du Morbihan par les pêcheurs à pied étaient Baden et Larmor Baden (81 pêcheurs comptés), Arradon (152 pêcheurs à l'Anse de Kerbilouët), Séné (148 pêcheurs au site de Moustérian) et Saint Armel (148 pêcheurs).

4.5.4.2 La pêche plaisancière

Les espèces capturées par les pêcheurs embarqués dans le Golfe du Morbihan sont principalement le bar (39 % des captures), le maquereau (25 %) et la dorade (15 %). La population de pêcheurs plaisanciers embarqués varie suivant les périodes et culmine notamment l'été et en période de vacances scolaires, l'hiver étant la saison la moins fréquentée. Le nombre moyen de sorties pour un pêcheur embarqué est de 36 par an. Les captures sont très variables et les espèces pêchées (bar, maquereau, dorade, lieu jaune, vieille, sole, congre, rouget, seiche) sont liées

aux engins utilisés. 54 % des enquêtés déclarent débarquer moins d'un kilogramme par sortie et seulement 4 % plus de dix kilogrammes. Le poids moyen pêché par sortie a pu néanmoins être évalué à 3,3 kg (Péronnet *et al.*, 2003, Pêche de loisir).

Une pratique de pêche courante dans le Golfe du Morbihan est la « **pêche à la dérive** ». Elle est pratiquée dans les chenaux, où le courant est concentré. Les plaisanciers coupent généralement leur moteur pour se laisser entraîner par le flot. Une partie des passes sont interdites cependant à cette pêche à la dérive.

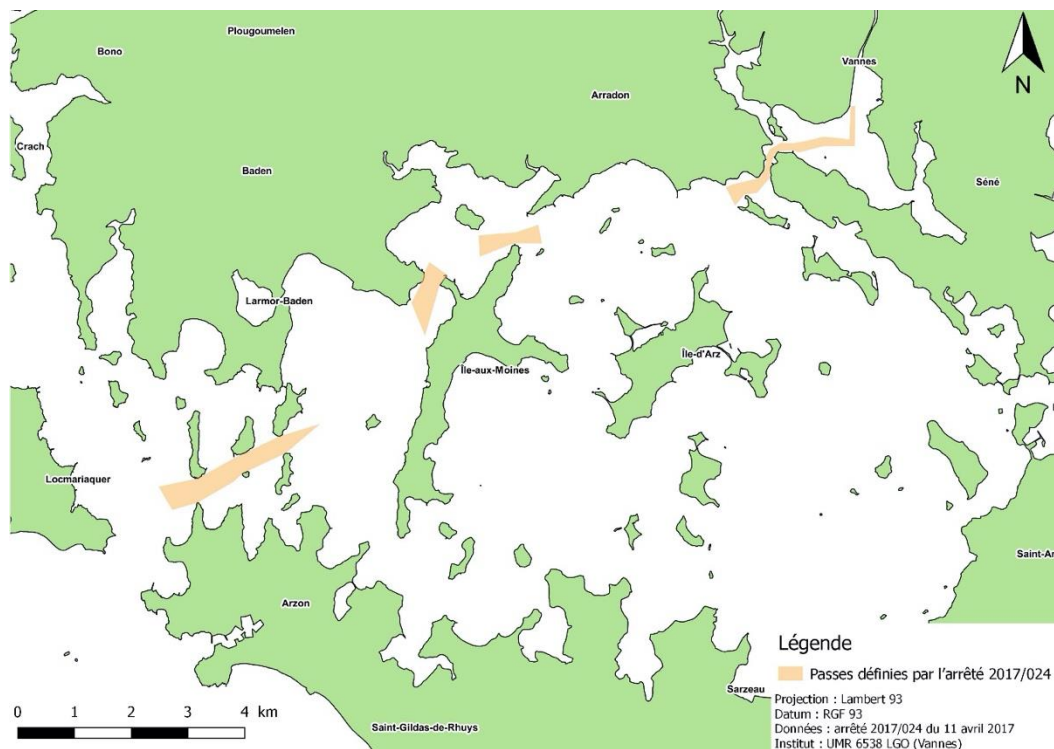


Figure 106 : Passes concernées par l'interdiction de navigation à la dérive entre le 1^{er} juin et le 31 août, de 10 à 19 heures, dans le Golfe du Morbihan.

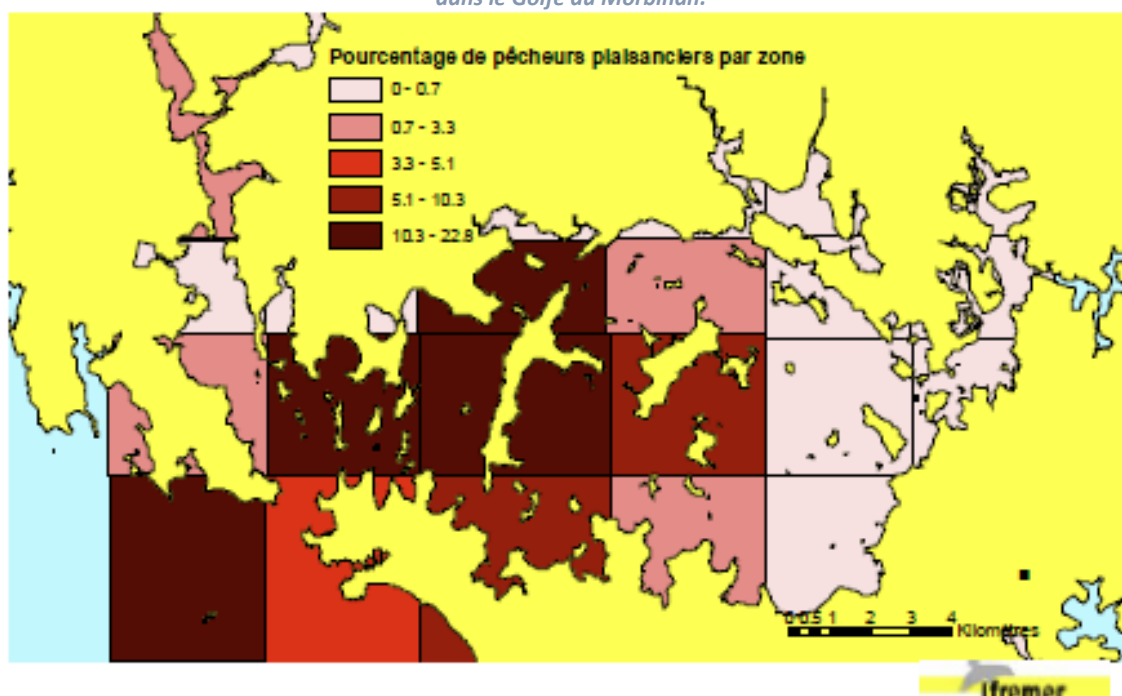


Figure 107 : Zones de pêche des 272 pêcheurs plaisanciers enquêtés (Bossier, 2001 in Péronnet *et al.*, 2003, Pêche de loisir)

4.5.4.3 La chasse sous-marine

La pêche sous-marine est interdite dans la partie salée des estuaires, mais cette règle s'applique bien en amont dans le Golfe du Morbihan. En effet, la pêche de loisir en apnée (ou chasse sous-marine) est interdite « *dans la totalité du Golfe du Morbihan (à l'Est d'une ligne joignant Port Navalo à la pointe de Kerpenhirs). La pêche est toutefois autorisée jusqu'à 150 mètres au large de la laisse de basse mer sur la partie de la côte Ouest de l'Île-aux-Moines comprise entre la pointe de Grigon au Nord et la pointe de Pen-Hap au Sud. À l'intérieur de ce secteur autorisé, la pêche est toutefois interdite à moins de 150 mètres de la cale du Goret* » (Article 11 de l'arrêté n°192/97 modifié par arrêté 88/2004 DRAM du 24/3/2004).

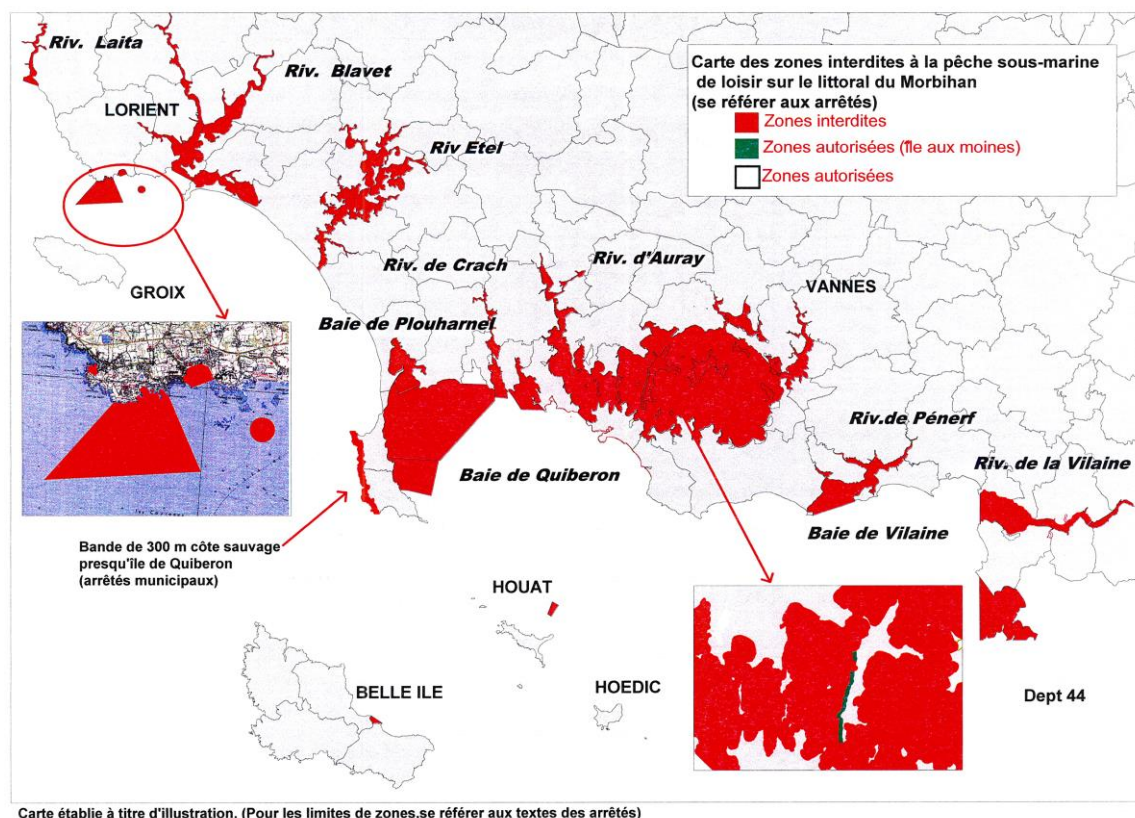


Figure 108 : Zones interdites à la pêche sous-marine de loisir sur le littoral du Morbihan (source Web)

4.5.4.4 Synthèse sur la pêche de loisir

4.5.5 La plongée sous-marine

Dans le Golfe du Morbihan, la plongée sous-marine est principalement pratiquée au sein de **clubs associatifs** ou de **centres de plongée**. Cette activité est également pratiquée au niveau **individuel**, en **apnée** ou **avec bouteilles** (des locations sont possibles dans la plupart des centres de plongée du Golfe du Morbihan). En plus de ces acteurs locaux, des groupes issus de structures provenant parfois d'autres régions françaises se déplacent régulièrement pour plonger dans le Golfe du Morbihan. Il existe 6 principales structures de plongée sous-marine du Golfe du Morbihan : H2JO (Joël GERNIER, Crouesty), Club Subaquatique Alréen (Luc MEDINGER, Saint Goustan), Association Subaquatique de Rhuys (Thomas ANNIC, Sarzeau), Allo plongée (Pierre-Yves CARON, Logeo), Scubaventure (Eloïse RAJ, Vannes), les Vénètes (Jean-Pierre Le Corvec, Vannes). Les trois clubs associatifs cumulent environ 400 licenciés et plus de 2 000 plongées par an (dont plongées hors Golfe). Les trois centres de plongée cumulent, eux, près de 6 000 plongées (dont des plongées hors Golfe) et jusqu'à seize emplois en saison estivale. Si certaines structures sont ouvertes toute l'année, la majorité des plongées se déroulent entre juillet et août.

Les principaux sites de plongée sous-marine du Golfe du Morbihan fréquentés sont les tombants rocheux de l'ouest du Golfe. Le sud de l'île Longue est un site de plongée très fréquenté et très réputé pour ses paysages sous-marins, sa faune et sa flore. Selon le courant, c'est le côté de l'île abrité qui est exploré (« La Cale » à marée montante et « Les Gorets » à marée descendante). Ces deux sites semblent les plus fréquentés dans le Golfe du Morbihan, avec environ 25 000 plongées par an. En haute saison (fin mai à début juin), on peut observer jusqu'à douze bateaux de plongeurs présents simultanément sur ces sites. Les structures de plongée fréquentent également, selon les conditions météo-marines, de nombreux sites situés en dehors du Golfe : autour des îles de Groix, Houat, Belle Ile, de la presqu'île de Quiberon, etc.

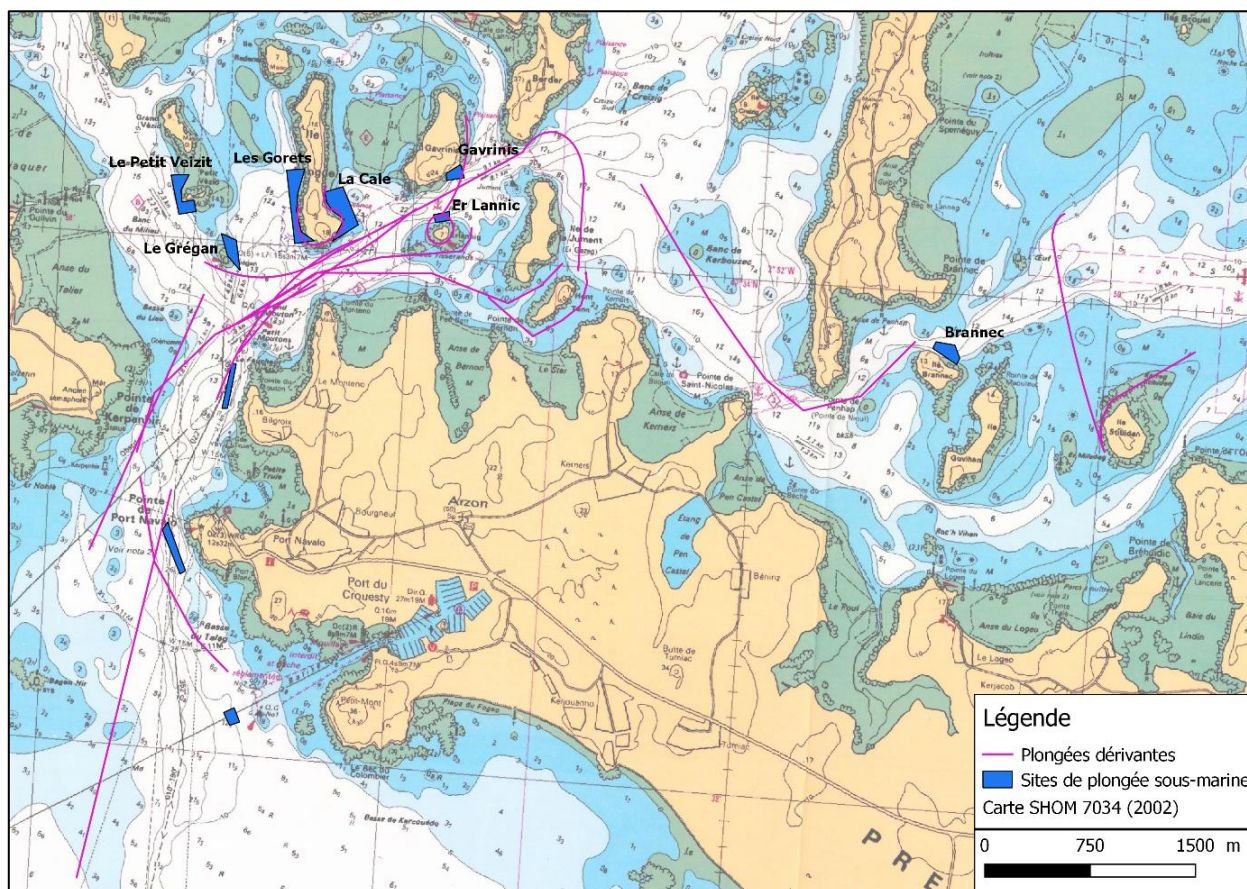


Figure 109 : Principaux sites de plongée et itinéraires empruntés lors des plongées dérivantes dans le Golfe du Morbihan.

Il existe aussi des **plongées dites dérivantes** qui sont pratiquées par quatre des six structures de plongée rencontrées. Les itinéraires de plongées dérivantes de ces quatre structures passent tous par le site potentiel hydrolien sud île Longue et une par le Sud de Berder. Elles sont pratiquées en marée montante ou descendante, principalement lors des faibles coefficients de marée. Ces plongées ne sont réalisées que « hors saison » pour des raisons de densité du trafic maritime (avril ou octobre).

La plongée sous-marine est une activité forte et très présente dans le Golfe du Morbihan. Elle s'organise principalement sur des sites à l'ouest du Golfe sur des tombants au sud des îles, comme celui de l'île Longue, avec plus de 25 000 plongées par an. La majorité de ces plongées s'effectue en juillet et août. Cependant, il existe aussi une particularité liée au courant du Golfe, qui est la plongée dérivante. Cette plongée est considérée comme « la marque de fabrique » du Golfe. Le chenal au sud de l'île Longue est plus fréquenté en plongée dérivante que le sud de Berder. Ces plongées se pratiquent en avril et en octobre.

4.5.6 Définition des enjeux des activités socio-économiques

Le tableau suivant présente les enjeux des activités socio-économiques par rapport au site de projet :

Composantes	Caractéristiques	Niveau d'enjeu
La navigation maritime		
Navigation de plaisance	Importante dans le golfe, une grande partie passe par le chenal de l'île Longue pour entrer ou sortir du Golfe	Fort
Navigation de commerce	De la même manière, des caboteurs transitent par le site pour aller au port de commerce de Vannes en fond de Golfe.	Fort
Transport de passager	Les vedettes à passagers sont très nombreuses dans le Golfe, avec une activité estivale marquée	Fort
La pêche professionnelle		
Pêche embarquée	23 navires de moins de 12 m pratiquent la pêche professionnelle sur la zone de l'aire d'étude rapprochée	Fort
Pêche à pied	Pêche importante, mais sur l'Est du Golfe du Morbihan	Moyen
Ostréiculture	112 entreprises avec plus de 1 450 ha de production, dont de nombreux sites sur les estrans de l'Ouest du Golfe, notamment au niveau de l'atterrage.	Majeur

Composantes	Caractéristiques	Niveau d'enjeu
La pêche récréative		
La pêche embarquée	Présente surtout au printemps été et interdite à la dérive dans les chenaux principaux (dont sur le site des hydroliennes)	Fort
La pêche à pied	Peu présente à l'ouest du Golfe	Faible
La chasse sous-marine	L'essentiel du Golfe est interdit à la chasse	Négligeable
La plongée sous-marine		
La plongée sous-marine	6 organismes principaux font des plongées du printemps à l'automne avec un pic en été. 25 000 plongées sont organisées sur la zone autour de l'île Longue avec également en avril et octobre des plongées dérivantes	Majeur

Tableau 27 : Définition des enjeux des activités socio-économiques sur l'aire d'étude

5 LES EFFETS POTENTIELS DE L'INSTALLATION, DE L'EXPLOITATION ET DU DEMANTELEMENT DU PROJET HYDROLIEN

5.1 Définition des effets potentiels

5.1.1 Source méthodologique et retour d'expérience

La méthodologie pour mener cette évaluation s'inspire notamment des guides suivants :

- ▶ Énergies marines renouvelables – études méthodologiques des impacts environnementaux et socio-économiques (MEDDE, 2012) ;
- ▶ Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer – (MEEM, 2017) ;
- ▶ Guide d'évaluation des impacts environnementaux pour les technologies hydroliennes en mer, GHYDRO (FEM, 2013).

L'évaluation s'appuie également des retours d'expérience de Sabella :

- ▶ Immersion de la Sabella D03 dans l'Odet à Bénodet (2008-2009)
- ▶ Immersion de la Sabella D10 dans le Fromveur à Ouessant (2016-2017, 2019-2020)
- ▶ Dossier cas par cas du projet PHARES, 2019
- ▶ Evaluation environnementale du projet PHARES, 2020



5.1.2 Évaluation des effets potentiels

L'évaluation des effets sur l'environnement consiste à prévoir et déterminer l'importance des différents effets en distinguant : les effets dans le temps, les effets directs ou indirects, les effets temporaires ou permanents, ainsi que les effets cumulés et transfrontaliers.

Les effets du projet sont traités selon les trois phases du projet :

- ▶ les effets liés à l'installation des hydroliennes et des câbles ;
- ▶ les effets liés à l'exploitation des hydroliennes ;
- ▶ les effets liés au démantèlement des hydroliennes et des câbles.

Les effets sont analysés selon les quatre milieux définis dans le scénario de référence :

- ▶ l'environnement physique ;
- ▶ l'environnement biologique ;
- ▶ le cadre de vie ;
- ▶ les activités socio-économiques et les usages.

Les effets sont hiérarchisés de la manière suivante :

- ▶ Les effets positifs ou négatifs ;
- ▶ Les effets directs ou indirects ;
- ▶ La durée des effets (temporaires ou permanents à l'échelle du projet) ;
- ▶ Le degré des effets :
 - Nul ;
 - Négligeable ;
 - Faible ;
 - Moyen ;
 - Fort.

L'évaluation de l'effet se fonde sur trois méthodes :

- ▶ Par analyse des retours d'expériences de projets similaires qui ont déjà été réalisés et dont les effets ont été avérés ;
- ▶ Par simulation en utilisant un modèle qui va simplifier la réalité, mais dont les équations sont reconnues et dont les résultats vont permettre une certaine prédiction ;
- ▶ Par analogie avec les évaluations d'effets de projets dans le même milieu (par exemple, les effets de systèmes exploitant d'autres énergies marines renouvelables, de travaux portuaires...) ;
- ▶ Par dires d'expert.

Cinq niveaux d'effets sont définis :

Nul
Négligeable
Faible
Moyen
Fort

Tableau 28 : Classification des niveaux d'effets

5.2 Les effets potentiels en phase d'installation

5.2.1 Les effets potentiels sur l'environnement physique

En phase d'installation des hydroliennes et des câbles, les principaux effets potentiels sur l'environnement physique reposent sur :

- ▶ Une interaction avec les fonds ;
- ▶ Une augmentation des niveaux sonores générés par les navires présents lors de la pose ;
- ▶ Une perturbation de la qualité de l'eau.

5.2.1.1 Les interactions avec les fonds

5.2.1.1.1 Installation des hydroliennes

Dans le cas du projet TIGER, les hydroliennes sont simplement posées sur les fonds via des fondations gravitaires, aucune préparation des fonds n'est nécessaire. Les surfaces de contacts au sol de ces fondations sont limitées à la « pointe de diamant » des embases et sont de quelques m².

Comme le précise le guide de France Energies Marines, les effets liés aux fondations gravitaires sont faibles et localisés.

Notons également que, de la même manière que pour le projet Sabella D10 à Ouessant, les navires opérant l'installation des hydroliennes seront équipés du système de positionnement dynamique, évitant tout ancrage sur les fonds.

5.2.1.1.2 Installation des câbles

Les effets liés à la pose des câbles sont directement corrélés à la technique mise en œuvre pour la pose de ces derniers :

- ▶ La pose, avec protection du câble ;
- ▶ La mise en œuvre en tranchée ou l'ensouillage, sur le tronçon terrestre, l'estran et les petits fonds ;
- ▶ Le forage dirigé.

Dans le cas présent, et comme présenté au § 3.2.3.1, les câbles seront déposés sur le fond et ensouillés sur la partie sableuse. Une protection des câbles par coquilles en fonte sera également mise en œuvre sur une majeure partie de la longueur des câbles.

5.2.1.2 L'augmentation des niveaux sonores

Lors de l'installation des câbles et des hydroliennes, les sources de bruit proviennent principalement de la présence des navires. Le bruit provoqué par un navire dépend de sa taille, de sa technique d'entraînement, de sa vitesse, etc. La plupart du bruit dégagé provient de la rotation des hélices, mais aussi du fonctionnement des machines et des turbulences générées. Quelques ordres de grandeur de niveaux de bruits peuvent être fournis en fonction de la taille des navires :

- ▶ Navires de petite taille (< 50 m) : 160-175 dB re 1μPa (à la source soit 1 mètre) ; la fréquence est plus haute que les navires de plus grande taille, elle se situe généralement entre 1 kHz et 10 kHz ;
- ▶ Navires de moyenne taille (50 à 100 m) : 165-180 dB re 1μPa à 1 m ; la bande de fréquence est basse (entre 100 Hz et 1 000 Hz) ;
- ▶ Navires de grande taille (plus de 100 m de long) : 180-190 dB re 1μPa à 1 m ; la fréquence est très basse (100 Hz) (MEDDE, 2012).

Au vu de la configuration du golfe du Morbihan, les navires seront de la tranche basse des tailles moyennes (100 mètres environ), les niveaux sonores produits seront de l'ordre de 180 dB re 1μPa à 1 m. Cette augmentation sera de courte durée (1 jour pour la pose des embases et un jour pour la pose des lests et des turbines).

L'analyse de l'état initial a montré que la zone d'implantation de l'Île Longue était fréquentée par de nombreux navires notamment lors de la Grande Parade. Ainsi, les niveaux sonores produits lors des travaux s'inscrivent dans un environnement habituellement soumis à de telles variations de niveaux sonores.

5.2.1.3 La perturbation de la qualité de l'eau

Lors de l'installation des hydroliennes et des câbles, la qualité de l'eau peut être modifiée par :

- ▶ Une remise en suspension des sédiments ;
- ▶ Un apport de matériaux extérieurs (hydroliennes elles-mêmes, câbles et protections).

5.2.1.3.1 La remise en suspension de sédiments

La remise en suspension de sédiments engendre une augmentation de la turbidité (ou baisse de la clarté de l'eau). Ce phénomène dépend d'une part de la nature des travaux et d'autre part du taux de particules fines contenu dans les sédiments.

À l'emplacement des hydroliennes les fonds sont rocheux, il n'y a donc pas de possibilité de remise en suspension de sédiments meubles.

Au niveau de la pose des câbles, une légère remise en suspension sera observée ; celle-ci sera toutefois très limitée dans le temps et dans l'espace.

5.2.1.3.2 L'apport de matériaux extérieurs

Lors de la pose des hydroliennes et des câbles, aucun apport de matériau extérieur n'est nécessaire. En effet, les seuls éléments apportés sont ceux constituant les éléments du projet : embases, turbines, câbles (et leurs coquilles de protections).

5.2.1.4 Synthèse des effets potentiels sur l'environnement physique

Le tableau suivant synthétise les principaux effets potentiels sur le milieu physique en phase d'installation :

Composantes	Effets	
	Nature	Degré
La nature des fonds		
Au niveau des hydroliennes	Très léger contact avec le sol	Négligeable
Au niveau des câbles en mer	Léger remaniement lors de l'ensouillage	Négligeable
Au niveau de la zone d'atterrage	Remaniement des fonds au niveau de la tranchée	Négligeable
L'environnement sonore		
Au niveau de la zone de tracé des câbles et d'implantation des hydroliennes	Augmentation du bruit ambiant causé par la présence des navires	Faible
La qualité des eaux		
Au niveau de la zone d'atterrage	Légère remise en suspension	Négligeable
Au niveau des câbles en mer	Légère remise en suspension	Négligeable
Au niveau de la pose des hydroliennes	Très légère remise en suspension	Négligeable
Apport de matériaux extérieurs	Traité en phase d'exploitation	Nul

Tableau 29 : Principaux effets attendus sur l'environnement physique en phase d'installation

5.2.2 Les effets potentiels sur l'environnement biologique

En phase d'installation des hydroliennes et des câbles, les principaux impacts potentiels sur l'environnement biologique reposent sur :

- ▶ Une interaction (écrasement – perturbation) des éléments du projet (embases, câbles) avec les peuplements benthiques ;
- ▶ Une augmentation des niveaux sonores générés par les navires présents lors de la pose et pouvant perturber les poissons et les mammifères marins ;
- ▶ Une perturbation de l'avifaune par la présence des navires et des engins de travaux.

5.2.2.1 Les effets sur les peuplements benthiques

La destruction directe des habitats benthiques est très localisée dans l'espace et la surface impactée dépend étroitement des différentes options d'installation des objets sur le fond (FEM, 2013). Pour l'hydrolien posé, les surfaces concernées correspondent théoriquement à la surface des embases plus celle des systèmes d'ancrages temporaires (FEM, 2013).

Dans le cas présent, les « pointes de diamant » des embases permettent une surface de contact au sol très limitée (quelques m²). Lors des travaux d'installation, les navires de pose des hydroliennes seront équipés du système de positionnement hydrodynamique, évitant tout contact avec les fonds.

Les travaux d'installation des câbles généreront également des interactions avec les fonds qui correspondront à minima à la surface de contact des câbles et à leur protection.

5.2.2.2 Les effets sur les poissons et la ressource halieutique

L'installation d'hydroliennes peut causer des perturbations significatives sur l'environnement local. En dehors du fait que les structures (machines et câbles) resteront en place (effets traités en phase exploitation), la plupart des effets liés à l'installation sont considérés comme temporaires (de quelques semaines à quelques mois, avec quelques effets résiduels). Les facteurs de stress lors de cette phase comprennent le bruit, l'augmentation du trafic de navires, la perturbation des habitats associée à l'installation des ancres et des câbles (Polagye et al., 2011 in FEM, 2013).

Dans le cas présent, la durée des travaux est estimée à 10 jours pour la pose des embases et des turbines et de 3 à 4 jours pour la pose des câbles offshore.

Comme évoqué au ci-dessus, la perturbation des peuplements benthiques et des habitats sera limitée (faible contact au sol des embases). La principale perturbation des poissons et de la ressource halieutique proviendra donc principalement du dérangement et de l'augmentation des niveaux sonores.

La diversité des systèmes auditifs chez les poissons est plus grande que chez les mammifères marins parce qu'il existe différents groupes d'espèces selon leurs caractéristiques anatomiques (Nedwell et al., 2004 ; Thomsen et al., 2006 in FEM, 2013). Les données bibliographiques montrent que les impacts sur les poissons peuvent être non négligeables lorsque des opérations de type battage sont mises en œuvre : Certains poissons utilisent les sons pour localiser leurs lieux de nourrissage et on suppose que le bruit peut interférer avec cette capacité (Langhamer et al., 2010 in FEM, 2013). Plusieurs espèces utilisent le bruit pour communiquer et pour détecter leurs proies et leurs prédateurs. Bien que les poissons de la famille des gadidés (exemples : cabillaud, merlan, tacaud) répondent par la

fuite aux coups de canons à air des appareils sismiques, leur comportement ultérieur et leur distribution ne sont pas affectés. Chez ces espèces, la communication par les sons est une composante essentielle du comportement en période de reproduction, et il est connu que le battage de pieux ou d'autre pollution sonore peut perturber ce comportement (Moura et al., 2010 in FEM, 2013). Si les installations nécessitent des battages de pieux, l'utilisation d'explosifs ou de campagnes de sismique, il est probable que le niveau de bruit environnant excède les seuils pour la protection des poissons (à l'échelle des individus ou des populations) (FEM, 2013). En général la réaction des poissons est d'éviter les zones de battage de pieux. Quoi qu'il en soit, les juvéniles et les espèces de petite taille auront probablement plus de difficultés à s'échapper que les grandes espèces et les pélagiques (Engas et al., 1996 in FEM, 2013). Selon Gill (2005) des bruits supérieurs à 260 dB peuvent causer des dommages auditifs à certaines espèces dans un rayon de 100m (FEM, 2013).

Dans le cas présent, les niveaux sonores générés seront bien inférieurs à ceux observés lors d'opérations de battage. Comme évoqué plus haut, les perturbations proviennent uniquement de la présence des navires, les niveaux sonores atteints seront de l'ordre de 180 dB re 1µPa à 1 m.

5.2.2.3 Les effets sur les mammifères marins

De la même manière que pour les poissons, en phase d'installation, les effets sur les mammifères marins reposent sur le dérangement et les perturbations sonores associées.

Notons cependant que les mammifères marins sont peu présents au sein du golfe du Morbihan, la réaction de ces derniers en cas de présence potentielle pendant les travaux sera la fuite.

5.2.2.4 Les effets sur l'avifaune

En phase d'installation, les principaux effets sur l'avifaune proviennent :

- ▶ En mer : du dérangement causé par la présence des navires ;
- ▶ À terre : du dérangement généré par les travaux au niveau de la pose des câbles.

La pose des hydroliennes va nécessiter la présence de navires d'une taille supérieure à celle des navires généralement présents dans le secteur. La présence de ces navires peut entraîner des modifications des trajectoires de vol des oiseaux qui transitent sur la zone, ou entraîner le dérangement des oiseaux sur leur zone d'alimentation ou de repos, et leur déplacement vers d'autres zones potentiellement moins favorables, ce qui se traduit par une perte d'habitat pour ces espèces (FEM, 2013). La perturbation de l'avifaune, par dérangement, sera limitée dans le temps et dans l'espace. Notons de plus que si les navires présents sont d'une taille plus à importante qu'à l'accoutumée, la zone fait l'objet d'une fréquentation importante de navires.

Lors des travaux d'installation des câbles à terre, le principal effet sur les oiseaux provient du dérangement, il faudra veiller à l'absence d'espèces en nidification lors des travaux.

5.2.2.5 Synthèse des effets potentiels sur l'environnement biologique

Le tableau suivant synthétise les principaux effets potentiels sur l'environnement biologique en phase d'installation :

Composantes	Effet	
	Nature	Degré
Les biocénoses benthiques		
Les peuplements benthiques au niveau de la zone de tracé des câbles	Destruction restreinte	Faible
Les peuplements benthiques au niveau de la zone d'implantation des hydroliennes	Destruction très restreinte et limitée aux surfaces de contact des pointes-de-diamant	Faible
Les poissons et la ressource halieutique		
Les poissons et la ressource halieutique	Augmentation des niveaux sonores	Faible
Les mammifères marins et la mégafaune marine		
Les mammifères marins et la mégafaune marine	Nuisances sonores	Négligeable
L'avifaune		
Oiseaux au niveau de la zone d'implantation des hydroliennes	Dérangement	Faible
Oiseaux au niveau de la zone d'atterrage	Dérangement	Faible

Tableau 30 : Principaux impacts attendus sur l'environnement biologique en phase d'installation

5.2.3 Les effets potentiels sur le cadre de vie

En phase d'installation des hydroliennes et des câbles, les principaux effets potentiels sur le cadre de vie reposent sur :

- ▶ La présence visuelle de navire de travaux maritimes dans le chenal pour les travaux de pose
- ▶ Le rejet dans l'air des gaz d'échappement des moteurs thermiques des navires de poses
- ▶ Le bruit aérien des navires de pose
- ▶ Les conséquences de pollutions industrielles en cas d'incident à bord des navires ou de bris de machine (hydrolienne ou câble) lors de la pose.

5.2.3.1 La présence visuelle de navires de pose

Le chantier de pose des hydroliennes et du câble se fera à la fin du printemps ou au début l'automne et ne durera qu'une dizaine de jours. Le chantier est donc temporaire et de courte durée et n'altérera pas ainsi ni le paysage ni le patrimoine culturel protégé en proximité. Les travaux d'ensouillage du câble sur l'estran seront temporaires également, ainsi que les travaux d'atterrage. Cependant une fois ceux-ci terminés, il n'y aura plus de rien de visuel, le paysage ayant été remis dans son état initial.

5.2.3.2 Les rejets dans l'air des navires

Les navires et les engins utilisés vont rejeter des gaz à effet de serre via les échappements issus des moteurs employés (moteurs de propulsion, groupes électrogènes...). Cependant, le nombre d'engins de chantier et de navires est limité et la période d'intervention est courte.

5.2.3.3 Le bruit aérien

Le bruit des travaux sera principalement celui des moteurs des navires et de grues employées pour descendre les deux hydroliennes. Il y aura aussi des bruits sur le chantier de l'atterrissage du câble et de son passage en voie terrestre (décaissement...). Cependant, le chantier est temporaire, de courte durée et sera effectué en quelques jours, à l'étape de marée de faible coefficient.

5.2.3.4 Le risque de pollutions en cas d'accident

Les accidents peuvent se produire sur tout chantier avec des risques d'abordage, de casse de matériel, de rupture de câble... Cependant, une analyse de risque sera réalisée avec la société de travaux maritimes qui posera les hydroliennes et installera les câbles. Généralement, l'application des mesures de sécurité dans les travaux maritimes est beaucoup plus stricte qu'à terre, du fait de l'agressivité du milieu marin. De plus, tous les chantiers maritimes sont équipés de kit antipollution avec barrages flottants, écrémeurs et absorbeurs d'hydrocarbure. De plus, un audit de l'entreprise choisi sera réalisé pour vérifier les documents de sécurité du navire. Enfin, la société Sabella possède une bonne expérience (Odet, Fromveur) de pose et dépose de ces hydroliennes.

5.2.3.5 Synthèse des effets potentiels sur le cadre de vie

Le tableau suivant synthétise les principaux effets potentiels sur le cadre de vie en phase d'installation :

Composantes	Effets	
	Nature	Degré
Le paysage et le patrimoine culturel		
Au niveau des hydroliennes et du câble	Travaux de courte durée, temporaires et invisibles une fois terminés	Négligeable
La qualité de l'air		
Au niveau des hydroliennes et du câble	Le nombre d'engins est limité et la période de travaux est courte	Faible
L'environnement sonore		
Au niveau des hydroliennes et du câble	Travaux de courte durée, de jour, à l'étape de marée de faible coefficient	Faible
Les risques technologiques (risque de pollution accidentelle)		
Au niveau des hydroliennes et du câble	Audit des sociétés qui vont travailler, réalisation d'une analyse de risque sur la procédure de pose, présence de kit antipollution, retour d'expérience	Négligeable

Tableau 31 : Principaux effets attendus sur le cadre de vie en phase d'installation

5.2.4 Les effets potentiels sur les activités socio-économiques et les usages

En phase d'installation des hydroliennes et des câbles, les principaux effets potentiels sur le cadre de vie reposent sur :

- ▶ Une restriction du chenal de navigation, voire une interdiction d'accès durant les travaux de pose sur une zone de 200 m.
- ▶ Des travaux d'ensouillage du câble au niveau de la concession ostréicole

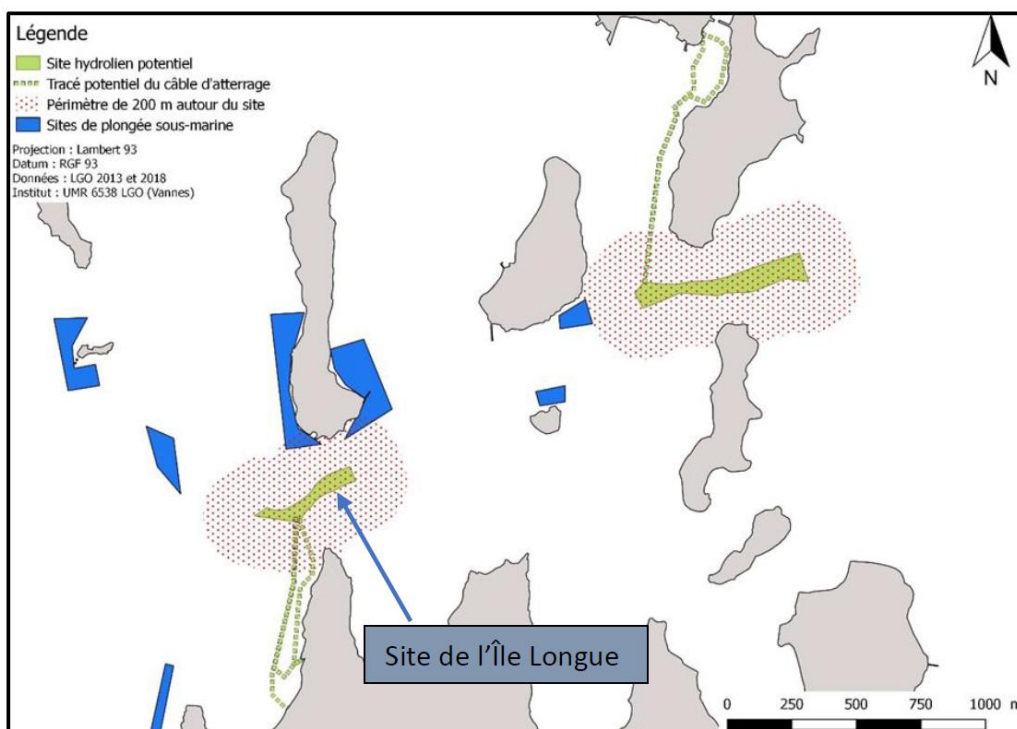


Tableau 32 : Sites de plongées et zones d'interdiction de 200 m autour des sites proposés

5.2.4.1 Une restriction du chenal de navigation et d'une zone de 200 m autour des travaux

Généralement, pour limiter les risques d'interaction avec des usagers maritimes (navires, pêcheurs, plongeurs), la zone de travaux avec un périmètre de 200 m autour est interdite à la navigation et à tout usage maritime. Cette durée est temporaire et sera limitée aux deux semaines des travaux. Cependant, cette interdiction impactera fortement tous les usagers du site.

5.2.4.2 Des travaux d'ensouillage du câble en pleine concession ostréicole

Les travaux d'atterrage qui seront réalisés au printemps ou à l'automne, mais pas en été, vont traverser une zone de concession conchylicole. Le site sera donc directement impacté.

5.2.4.3 Synthèse des effets potentiels sur les activités socio-économiques et les usages

Le tableau suivant synthétise les principaux effets potentiels sur les activités socio-économiques en phase d'installation :

Composantes	Effets	
	Nature	Degré
Navigation maritime		
Sur la navigation de plaisance	Les travaux sont de courte durée, mais vont imposer d'utiliser un autre chenal d'accès aux plaisanciers	Moyen
Sur la navigation commerciale	Les travaux sont de courte durée, mais vont imposer un autre chenal d'accès avec des restrictions de tirants d'eau importantes pour ce type de navire	Fort
Sur le transport de passager	L'accès par ce chenal très fréquenté ne sera plus possible. Il y aura donc une perte d'exploitation de la durée du chantier	Fort

La pêche professionnelle		
Sur la pêche embarquée	La période est de courte durée, mais réduit la zone de pêche sur des mois (printemps/automne) où ces zones sont travaillées	Moyen
Sur la pêche à pied	La zone est peu pratiquée	Faible
Les cultures marines		
Au niveau du passage des câbles	Les travaux traversent une concession ostréicole	Fort
La pêche de loisir		
Au niveau de la zone	Le chenal est déjà interdit à la pêche de loisir en dérive.	Négligeable
La plongée		
Au niveau de la zone	L'interdiction peut empêcher des plongées dérivantes de se faire et peut aussi avoir un impact sur les sites du sud de l'île longue. Cependant, ils sont de courtes durées	Moyen

Tableau 33 : Principaux effets attendus sur les activités socio-économiques en phase d'installation

5.3 Les effets potentiels en phase d'exploitation

5.3.1 Les effets potentiels sur l'environnement physique

L'exploitation des hydroliennes peut avoir des effets sur :

- ▶ Les conditions hydrodynamiques et la dynamique sédimentaire ;
- ▶ L'environnement sonore.

5.3.1.1 Les effets sur l'hydrodynamisme et la dynamique sédimentaire

La présence d'obstacles modifie les conditions hydrodynamiques locales, par :

- ▶ Accroissement de l'énergie turbulente de l'écoulement, due à la génération de tourbillons ;
- ▶ Accélération de l'écoulement à proximité de l'obstacle, par convergence des lignes de courant.

Les impacts sur les conditions locales de houle et de courant peuvent donc être déterminants, car l'effet de « masque » et l'effet de « sillage » pourront avoir des répercussions sur l'hydrodynamisme et sur la dynamique sédimentaire notamment par captation d'une partie du transit sédimentaire (FEM, 2013). Néanmoins, concernant ce dernier point, comme présenté au § 4.2.3.2, l'analyse des caractéristiques sédimentaires du site de l'île longue met en évidence un socle rocheux prédominant car l'hydrodynamisme est trop important pour permettre la sédimentation et le dépôt de vases. Par ailleurs, les retours d'expérience sur le démonstrateur Sabella D10 et les modélisations effectuées dans le cadre du projet PHARES montrent que l'impact d'une hydrolienne sur la captation d'une partie du transit sédimentaire est faible. Dans le contexte du Fromveur, les schémas de transport solide ne sont pas modifiés par les hydroliennes et, compte tenu du transit des sédiments par la zone d'implantation des machines, on peut considérer que l'effet global est assimilable à un décalage dans le temps qui ne s'applique que sur quelques % du transit sédimentaire.

5.3.1.2 Les effets sur l'environnement sonore

5.3.1.2.1 Méthodologie de l'étude acoustique

L'analyse du bruit généré par les hydroliennes a fait l'objet d'une étude via de la modélisation. Ainsi, comme présenté dans l'analyse initiale au 4.2.5.2, un modèle intégrant le bruit ambiant a été défini. À ce modèle est intégré le bruit émis par une hydrolienne. Ainsi, dans cette étude, le niveau sonore émis par une hydrolienne est estimé à partir de la publication récente relative à un modèle de turbine équivalent (modèle Naval Group) dont le niveau sonore large bande est de 154.1dB ref1μPa à 1m. Le scénario envisagé suppose le déploiement de 18 turbines sur le site de l'île Longue, ce qui est largement surestimé puisque, pour rappel, le projet TIGER ne prévoit l'installation que de deux hydroliennes. L'étude a mis en œuvre le modèle de prévision du bruit sous-marin Quonops© développé et opéré par Quiet-Oceans. Quonops© prend en compte les paramètres environnementaux du site, tels que la bathymétrie, la nature des sédiments, les conditions de température et de salinité dans l'océan, ainsi que les états de mer.

À partir de la cartographie du bruit engendré par le parc d'hydroliennes en exploitation et du bruit existant sur zone, la cartographie de l'émergence sonore permet ainsi de quantifier l'étendue de la perception de cette activité sous-marine. Pour le scénario d'exploitation envisagés, une comparaison est faite d'une part au bruit courant existant et d'autre part à la situation exceptionnelle lors de la Grande Parade du Golfe. Pour chaque cartographie, le trait bleu donne la limite géographique de la perception du parc d'hydroliennes en fonctionnement, et les contours à l'intérieur de l'empreinte donnent le niveau sonore absolu par pas de 5 dB.

5.3.1.2.2 Résultats

En situation courante

La figure illustre l'empreinte sonore statistique obtenue après comparaison au bruit statistique existant sur la zone.

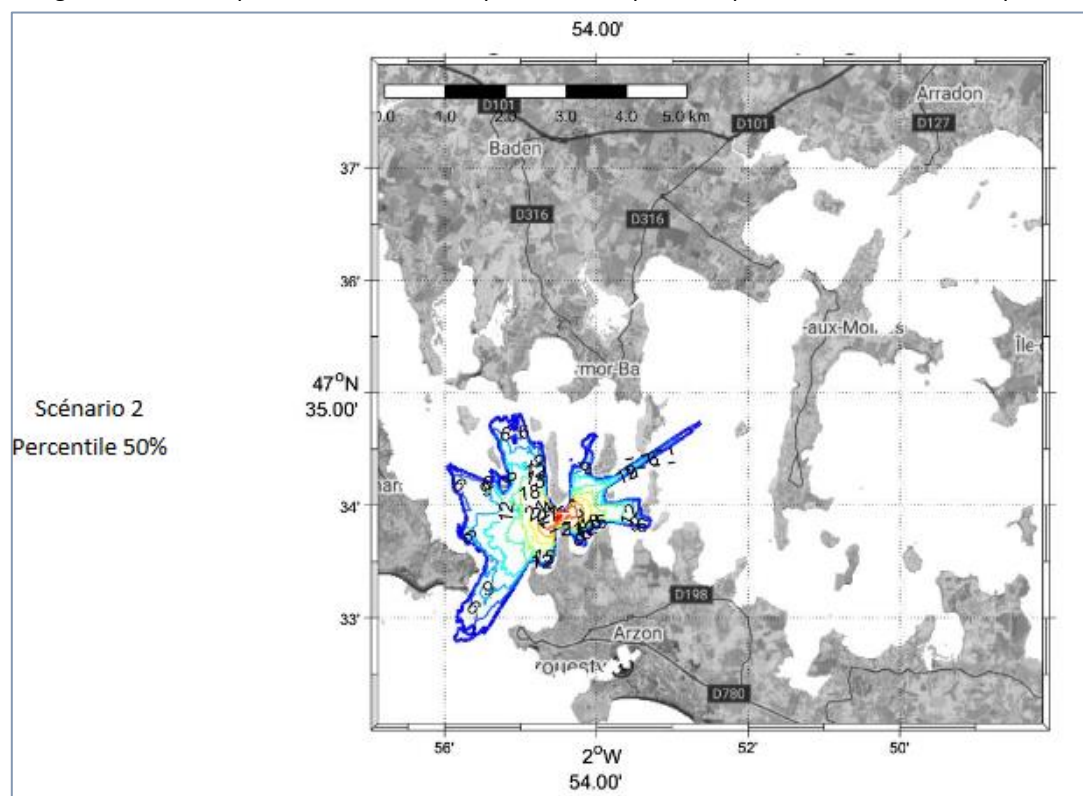


Figure 110 : Cartographie au percentile 50 % de l'émergence sonore du parc d'hydroliennes en comparaison du bruit ambiant lors d'une situation courante (Quiet Océans, 2018)

Les résultats montrent que la surface totale de l’empreinte sonore est de 4,6 km² et s’étend jusqu’à deux kilomètres du parc dans les directions sud-ouest et nord.

L’analyse de l’émergence sonore montre que le bruit généré par les hydroliennes sera perçu à une distance d’environ deux kilomètres des hydroliennes. Notons toutefois que le scénario modélisé compte dix-huit hydroliennes or le projet TIGER n’en comptera que deux.

En situation Grande Parade

La figure suivante illustre l’empreinte sonore statistique obtenue après comparaison au bruit statistique existant sur la zone.

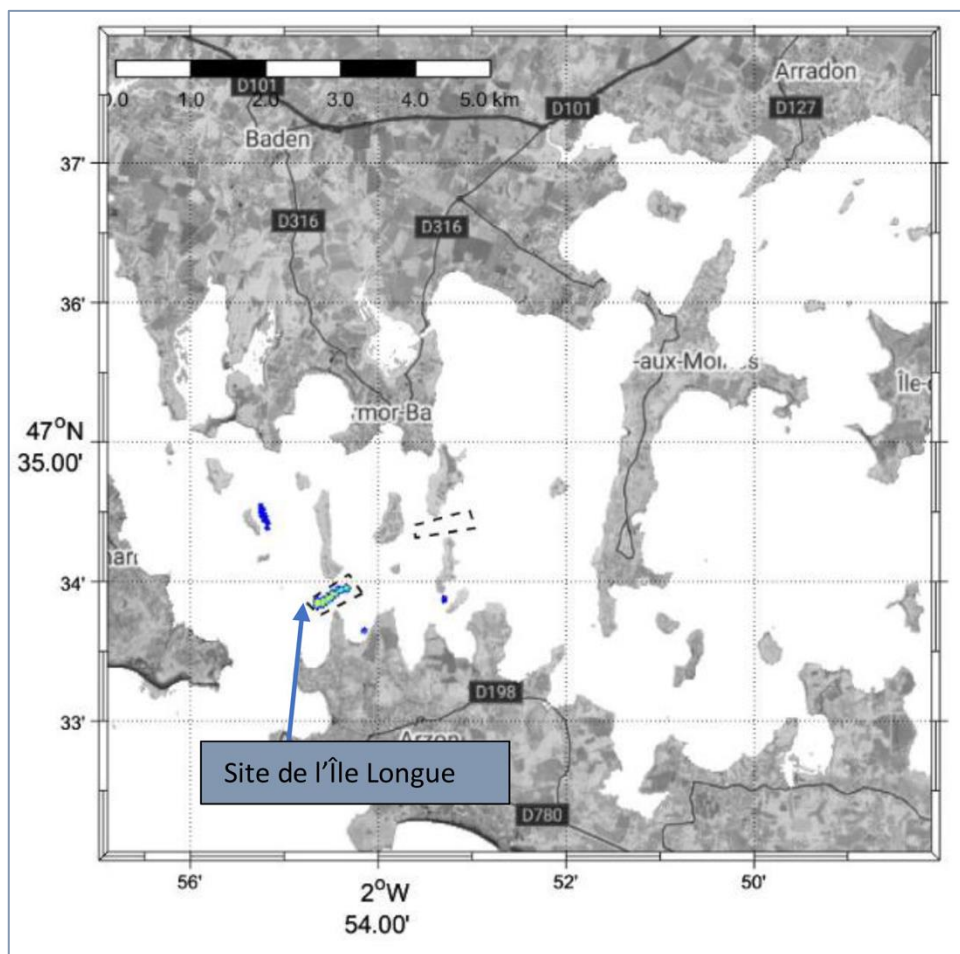


Figure 111 : Cartographie au percentile 10 % de l’émergence sonore du parc d’hydroliennes pendant la Grande Parade du Golfe du Morbihan (Quiet Océans, 2018)

Durant la Grande Parade dans le Golfe du Morbihan, le fonctionnement du parc d’hydroliennes entraîne, en comparaison du trafic intense sur zone, une émergence nulle (percentile 50 %) ou réduite (percentile 10 %) au voisinage immédiat de chaque hydrolienne (ci-dessus). Au maximum, la surface de l’empreinte sonore du parc d’hydroliennes en fonctionnement est de 0,1 km².

En situation exceptionnelle (Grande Parade), le bruit des hydroliennes est peu perçu.

5.3.1.3 Synthèse des effets potentiels sur l'environnement physique

Le tableau suivant synthétise les principaux effets potentiels sur l'environnement physique en phase d'exploitation :

Composantes	Effet	
	Nature	Degré
Les conditions océanographiques		
Les courants	Atténuation des courants	Moyen ¹⁴
Les états de mer	Atténuation des états de mer	Moyen ¹⁵
La dynamique sédimentaire		
La dynamique sédimentaire	Captation d'une partie du transit sédimentaire	Faible ¹⁶
L'environnement sonore		
Le fonctionnement des hydroliennes	Augmentation des niveaux sonores	Faible

Tableau 34 : Principaux impacts attendus sur l'environnement physique en phase d'exploitation

5.3.2 Les effets potentiels sur l'environnement biologique

L'exploitation des hydroliennes peut principalement avoir des effets sur :

- ▶ Les poissons et la ressource halieutique provenant du risque de collision, des nuisances sonores et des perturbations électromagnétiques ;
- ▶ Les mammifères marins provenant du risque de collision, des nuisances sonores et des perturbations électromagnétiques ;
- ▶ L'avifaune provenant du risque de collision.

5.3.2.1 Les effets sur les poissons et la ressource halieutique

5.3.2.1.1 Le risque de collision

Les données bibliographiques indiquent qu'il n'y a pas suffisamment de données pour statuer définitivement sur l'impact des hydroliennes en fonctionnement sur les poissons et leurs habitats (Frid, 2012 in FEM, 2013). Les observations faites dans le cadre du projet hydrolien Roosevelt Island sur la East River à New-York (Anon, 2008 in FEM, 2013) ont montré que le nombre de poissons dans et autour des turbines était généralement faible (une fourchette de 16 à 1400 individus observés par jour) et que les poissons étaient majoritairement de petite taille. Des vidéos sur le site ont montré qu'il n'y avait en général pas de poisson quand la vitesse du courant était supérieure à 0,8 m/s et que les turbines tournaient (Polagye et al., 2011 on FEM, 2013).

Comme présenté au § 3.1.5, dans le cadre du projet Sabella D10, un des suivis consiste à analyser le comportement des espèces à proximité de l'hydrolienne à partir de vidéos.

Les premiers résultats des suivis par caméras montrent que :

- ▶ L'hydrolienne est fréquentée régulièrement autour des étales de marée, quel que soit le coefficient
- ▶ Les poissons sont majoritairement des labres, avec essentiellement des vieilles et des coquettes ; un lieu a été observé sur un enregistrement ; ce sont des poissons benthodémersaux typique des fonds rocheux

¹⁴ Niveau d'effet estimé par rapport aux retours d'expérience et modélisations

¹⁵ Niveau d'effet estimé par rapport aux retours d'expérience et modélisations

¹⁶ Niveau d'effet estimé par rapport aux retours d'expérience et modélisations

- ▶ Les incursions de ces poissons sont furtives (quelques dizaines de secondes) pour s'abriter du courant ou brouter quelques proies autour de la perche de maintien sur l'embase ; les poissons ne s'approchent jamais du rotor quand il est en rotation ;
- ▶ Sur les observations, les poissons sont seuls, quelquefois par deux et très rarement par trois ;
- ▶ Leurs déplacements vont toujours du dessous ou de l'arrière et restent essentiellement circonscrits autour du flanc de la turbine, du système d'anti-basculement et du poteau de maintien sur l'embase ;
- ▶ Quand le rotor tourne mû par le courant de marée, il n'y a pas d'observation de poissons.

Les premiers résultats semblent démontrer que l'hydrolienne Sabella D10 a été intégrée par les poissons benthodémersaux comme pourrait l'être une épave ou un récif artificiel.

Les effets liés aux risques de collision semblent négligeables.

5.3.2.2 Les nuisances sonores

L'analyse des impacts du bruit généré par les hydroliennes sur les poissons a été menée via l'étude de modélisation réalisée par la société Quiet-Oceans. Ainsi, la cartographie des empreintes sonores est réalisée par comparaison entre les champs sonores générés par le projet et les seuils de sensibilité des espèces.

Pour les espèces, significativement plus réceptrices aux fréquences prédominantes (~150 Hz), l'étendue de l'empreinte sonore est très proche de l'empreinte sonore large-bande soit une surface de 8,5 km² au maximum (Figure ci-dessous). Toutefois, l'étude expérimentale menée par Halvorsen (2011) a démontré un effet négligeable du bruit extrême engendré par une hydrolienne sur les tissus des poissons de type saumon, positionnés à proximité immédiate, après une durée d'exposition sonore prolongée (sans prendre en compte la mobilité de l'animal).

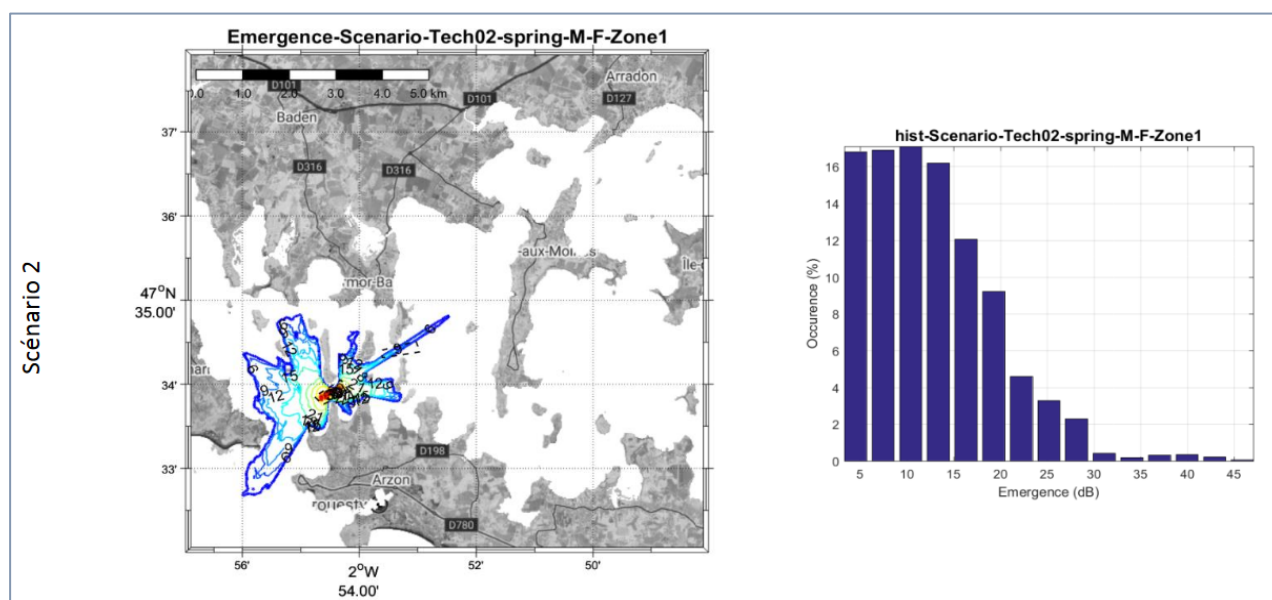


Figure 112 : Émergence sonore perçue par les poissons (à gauche) et distribution des émergences dans l'empreinte sonore (à droite) (Quiet Océans, 2020)

Le bruit des hydroliennes sera perçu par les poissons toutefois aucun risque physiologique n'est attendu (Cf. ci-dessous).

Groupe d'espèces	Référence	Abbr.	Gamme de fréquences de perception (kHz)	Bruits continus		Bruits impulsifs	
				SEL (dB réf. 1µPa²s)		SEL (dB réf. 1µPa²s)	
				TTS	PTS	TTS	PTS
Poissons sans vessie natatoire	(Popper, et al., 2014)	F	< 1.0	186	219	186	219
Poissons ayant une vessie natatoire sans cil sensitif	(Popper, et al., 2014)	FB	< 4.0	186	207	186	207
Poissons ayant une vessie natatoire avec cils sensitifs	(Popper, et al., 2014)	FBL	< 1.0	186	210	186	210
Œufs et larves de poissons	(Popper, et al., 2014)		< 1.0	NC	210	NC	210
NC : non connu							

Tableau 35 : Groupes d'espèces considérées et seuils de sensibilité associés (Quiet Océans, 2018)

5.3.2.3 Les nuisances électromagnétiques

Plusieurs études suggèrent que le système sensoriel de certaines espèces de poissons puisse être influencé par les champs électromagnétiques naturels, qu'ils mettraient à profit de leurs orientation, migration et prédation. De petites quantités de matériel magnétique peuvent ainsi être retrouvées chez l'ensemble des groupes de téléostéens localisés dans diverses parties du corps en fonction de l'espèce considérée : par exemple le crâne, la colonne vertébrale et la ceinture pectorale pour l'anguille (*Anguilla anguilla*) (Hanson et al. 1984 in Öhman et al. 2007). Les élaémobranthes (requins et raies) quant à eux peuvent analyser leur environnement en détectant les champs électromagnétiques créés par les courants océaniques, grâce à l'électrosensibilité que leur confèrent leurs ampoules de Lorenzini (MEDDE, 2012).

On estime aujourd'hui que les espèces les plus électrosensibles sont les élaémobranthes. Si on considère en effet que les téléostéens présentent des perturbations du comportement pour des champs de 0,5 à 7,5 V/m (Poléo et al. 2001 in OSPAR, 2008), la sensibilité des élaémobranthes a été illustrée pour des champs jusqu'à 10 000 fois plus faibles (10 µV/cm).

Les connaissances disponibles confirment que le comportement des poissons électrosensibles peut être perturbé par les champs générés par les câbles électriques. Néanmoins ces connaissances ne permettent pas d'établir les conséquences réelles sur ces espèces en termes d'impact.

Dans le cas présent, au vu des caractéristiques des câbles employés dans le cadre du projet TIGER et de l'analyse de la bibliographie menée, le champ magnétique produit présente, aux abords immédiats du câble, une intensité qui devrait être inférieure à 1 µT. Le champ électrique devrait être de l'ordre des dizaines de µV/m.

5.3.2.4 Les effets sur les mammifères marins

Rappelons que l'analyse de l'état initial a montré que les mammifères marins étaient peu présents au sein du golfe du Morbihan.

5.3.2.4.1 Le risque de collision

Les données bibliographiques indiquent un risque faible de collision. Eu égard à la faible présence de mammifères marins dans le golfe de Morbihan, le risque est d'autant plus faible.

5.3.2.4.2 Les nuisances sonores

Malgré la faible fréquentation par les mammifères marins du golfe du Morbihan, l'analyse des impacts acoustiques sur les espèces a été réalisée via de la modélisation.

En tenant compte de la sensibilité auditive (ou audiogramme, Cf. Figure ci-dessous) des espèces susceptibles d'être présentes sur la zone, une évaluation de l'émergence sonore perçue est réalisée pour les cétacés moyennes fréquences (delphinidés et globicéphales), les cétacés hautes fréquences (marsouin) et les pinnipèdes (phoques). Pour chaque catégorie, chaque figure donne l'étendue de l'empreinte sonore perçue ainsi que la distribution de ces émergences en comparaison du bruit saisonnier courant sur cette zone. Le bruit perçu par l'espèce est inversement proportionnel à la distance le séparant de l'hydrolienne en fonctionnement. Quelle que soit l'espèce, les niveaux perçus ne dépassent pas les seuils de dommages physiologiques (Cf. tableau ci-dessous).

Groupe d'espèces	Référence	Abbr.	Gamme de fréquences de perception (kHz)	Bruits continus		Bruits impulsifs	
				SEL (dB réf. 1µPa²s)	PTS	TTS	PTS
Cétacés basses fréquences	(NOAA, 2016)	LF	0.2-19	179	199	168	183
Cétacés moyennes fréquences	(NOAA, 2016)	MF	8.8-110	178	198	170	185
Cétacés hautes fréquences	(NOAA, 2016)	HF	12-140	153	173	140	155
Pinnipèdes	(NOAA, 2016)	P	1.9-30	186	206	170	185
Tortues marines	(Popper, et al., 2014)	T	< 0.9	175	210	175	210

Tableau 36 : Groupes d'espèces considérées et seuils de sensibilité associés (Quiet Océans, 2018)

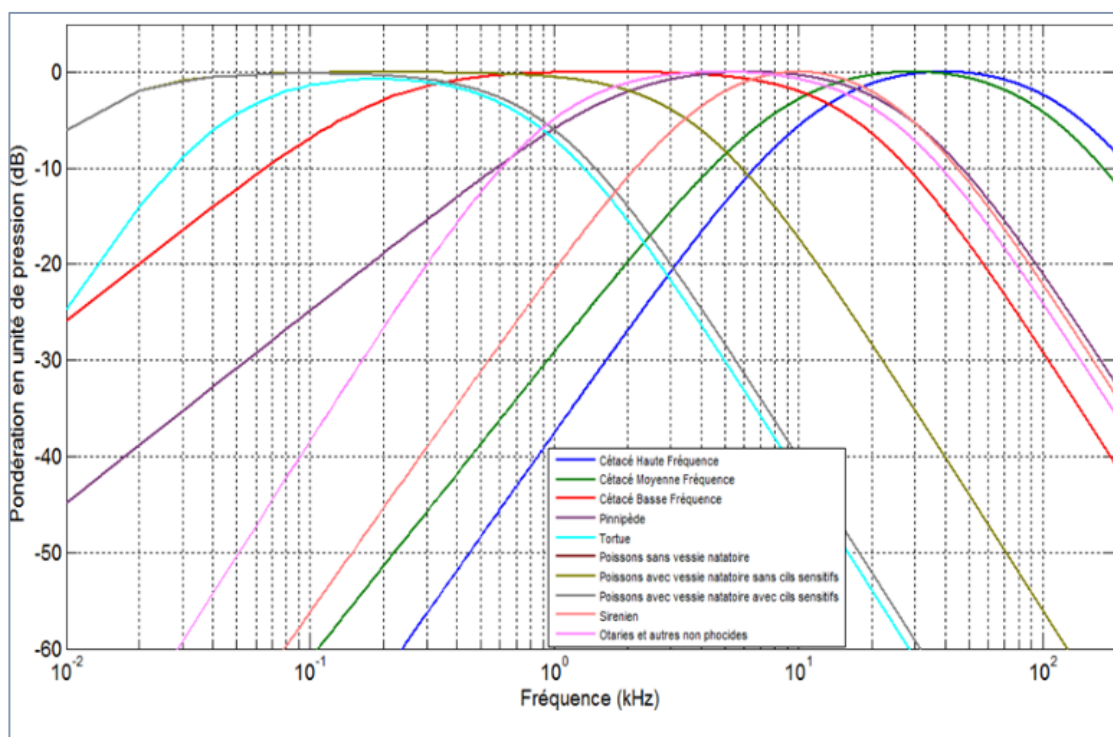


Figure 113 : Fonction de sensibilité auditive des différentes catégories de mammifères marins selon (NOAA, 2016) et de poissons et tortues selon (Popper, et al., 2014 in Quiet Océans, 2018)

Cétacés de la catégorie moyenne fréquence

Pour ces espèces, l'étendue de l'empreinte sonore se limite à la proximité immédiate de l'hydrolienne sur une surface de 0,014 km² (Cf. figure suivante).

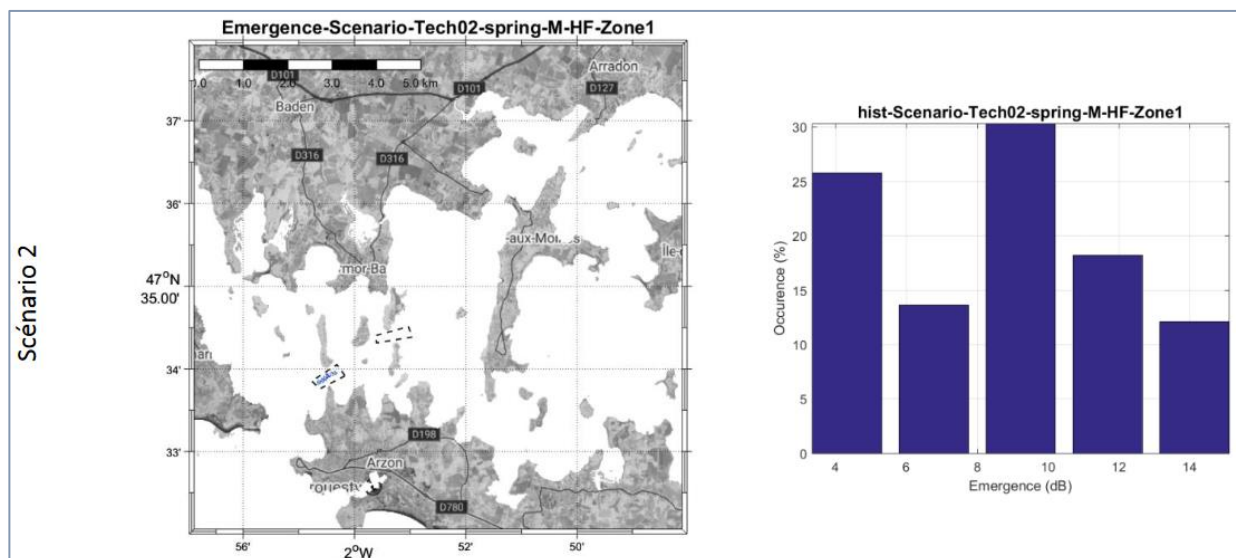


Figure 114 : Émergence sonore perçue par les cétacés haute fréquence (à gauche) et distribution des émergences dans l'empreinte sonore (à droite) (Quiet Océans, 2018)

Pinnipèdes

Pour ces espèces, l'étendue de l'empreinte sonore se limite à une surface de 0,6 km² soit la surface de la zone du projet (cf. figure ci-dessous).

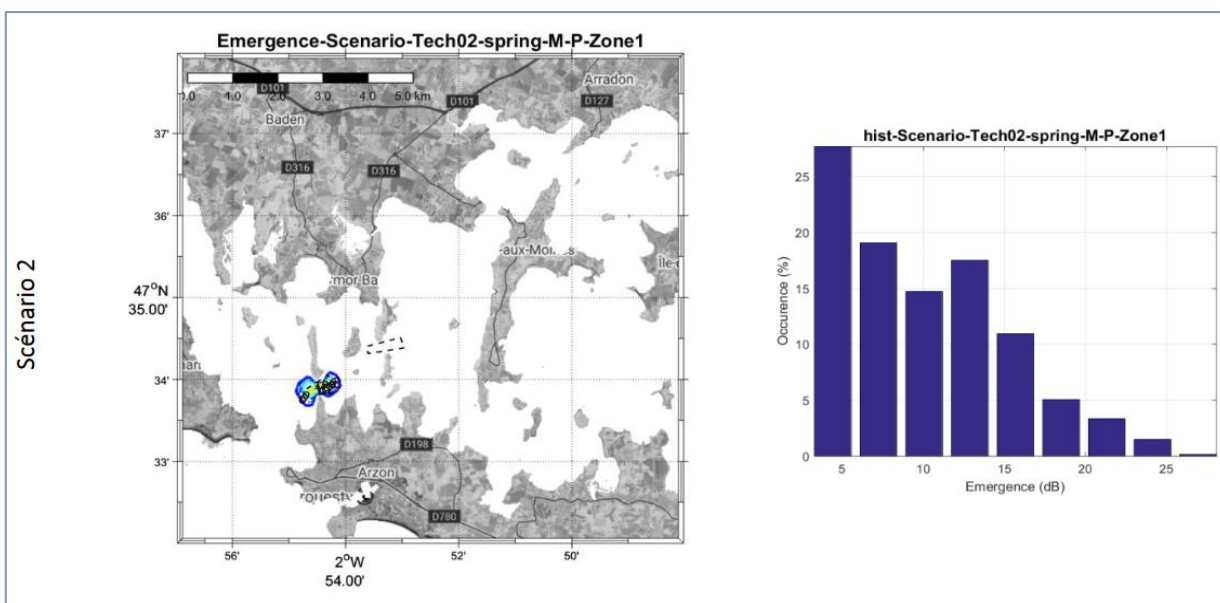


Figure 115 : Émergence sonore perçue par les pinnipèdes (à gauche) et distribution des émergences dans l'empreinte sonore (à droite) (Quiet Océans, 2018)

5.3.2.5 Les nuisances électromagnétiques

Certaines études évoquent les effets possibles des champs électriques produits sur le déplacement des mammifères marins (Dolman et Simmonds, 2010), mais il n'existe pas à l'heure actuelle de preuve de ces impacts. Les effets de ces champs électriques sont difficiles à évaluer, tout comme l'utilisation du champ magnétique terrestre par les cétacés lors de déplacements (Gould, 2008).

La présence de champs magnétiques peut entraîner un seul effet potentiel : des réactions comportementales temporaires. Bien que des réactions comportementales par des espèces électrosensibles (comme les requins-pèlerins) aient été démontrées, la probabilité que les requins-pèlerins soient affectés par la présence de champs magnétiques autour des câbles est faible. En effet, les requins-pèlerins sont une espèce pélagique et restent généralement à distance du fond marin où les câbles sont installés. Dans tous les cas, les réactions d'attraction ou d'évitement temporaires causées par les champs magnétiques n'entraîneront probablement guère plus qu'une perte d'énergie à petite échelle (Wilson et Wilding, 2017).

Aucune preuve de l'électrosensibilité des mammifères marins n'est apportée dans la littérature scientifique (Normandeau et al., 2011). En termes de sensibilité aux champs magnétiques provenant des câbles ensouillés, les résultats théoriques suggèrent que les changements de comportement de nage sont probablement corrigés en quelques mètres et que les champs magnétiques ont donc une influence minimale sur ces espèces (Normandeau et al., 2011).

À ce stade, il est donc difficile d'estimer un effet lié à la présence des câbles sur les mammifères marins. Notons tout de même que dans le cadre du projet TIGER les champs produits semblent être de faible niveau eu égard notamment aux câbles de transport de l'électricité. À ce stade l'effet est considéré de niveau faible.

5.3.2.6 Les effets sur l'avifaune

En phase d'exploitation, le principal effet à étudier est relatif au risque de collision. Ainsi Les principaux risques des projets hydroliens sont liés à la présence d'éléments pouvant piéger les oiseaux en plongée (Cruz et Simas, 2012) ou les blesser au cours de leurs déplacements, notamment des chocs avec les pales. Les oiseaux plongeurs sont les espèces présentant le maximum de risques au cours de la phase d'exploitation. Les principales espèces potentiellement présentes dans la zone d'étude sont (groupes par ordre taxonomique) :

- ▶ Le groupe des Gaviidés (Plongeon catmarin, Plongeon imbrin, Plongeon arctique) ;
- ▶ Le groupe de Podicipédidés (Grèbe huppé, Grèbe à cou noir, Grèbe esclavon, Grèbe castagneux) ;
- ▶ Le groupe des Phalacrocoracidés, (Grand Cormoran et Cormoran huppé) ;
- ▶ Le groupe des Anatidés, spécifiquement les Anatidés marins plongeurs (Macreuse noire, Macreuse brune, Eider à duvet, Garrot à Œil d'or, Harle huppé) ;
- ▶ Le groupe des Alcidés (Guillemot de Troïl, Pingouin torda, Macareux moine, Mergule nain).

Ces groupes sont identifiés dans la littérature spécialisée française et internationale (Comolet-Tirman, Hindermeyer et Siblet, 2007 ; France Energies Marines, 2013 ; Furness et al., 2012 ; McCluskie, Langston et Wilkinson, 2013). Dans ces groupes, certaines familles semblent nettement plus en interaction potentielle que d'autres, notamment les espèces dont le temps passé sur l'eau est majoritaire et les méthodes de chasse nécessitent des plongées profondes, comme les Gaviidés, les Phalacrocoracidés ou les Anatidés plongeurs.

L'approfondissement des études, notamment les inventaires qui seront réalisés au niveau de la zone d'implantation des hydroliennes, devront permettre d'identifier les espèces présentes aux abords des futurs hydroliennes et ainsi d'estimer les effets potentiels du projet sur les oiseaux plongeurs. Notons que dans le cadre du projet PHARES à Ouessant, les observations ornithologiques ont montré la faible présence d'oiseaux marins au niveau des veines de courants intenses (CEMO, non publiée).

5.3.2.7 *Synthèse des effets potentiels sur l'environnement biologique*

Le tableau synthétise les principaux effets potentiels sur l'environnement biologique en phase d'exploitation :

Composantes	Effet	
	Nature	Degré
Les poissons et la ressource halieutique		
Les nuisances sonores – fonctionnement des hydroliennes	Perception de l'empreinte sonore surface de 8,5 km ²	Faible
Le risque de collision	Les données bibliographiques montrent la faible présence de poissons notamment lorsque les pales sont en mouvement	Négligeable
Les champs électromagnétiques	Production de champs électromagnétiques de niveau faible	Faible
Les mammifères marins et la mégafaune marine		
Nuisances sonores	Perception à 0,014 km ² pour les cétacés moyenne fréquente et 0,6 km ² pour les pinnipèdes	Faible
Risque de collision	Peu de mammifères marins présents	Négligeable
Les champs électromagnétiques		Faible
L'avifaune		
Risque de collision	A priori le risque est limité, mais à valider dans le cadre des études complémentaires	Faible

Tableau 37 : Principaux impacts attendus sur l'environnement biologique en phase d'exploitation

5.3.3 Les effets potentiels sur le cadre de vie

En phase d'exploitation, les effets visuels (paysage et patrimoine culturel), sur la qualité de l'air ou le bruit aérien seront négligeables, car les hydroliennes seront immergées, le câble d'export ensouillé sur la partie marine et estran et enterré sur la partie terrestre, et donc rien en sera visible ou ne pourra atteindre ces compartiments évoqués.

Le seul point qui peut être impacté par le projet en exploitation est le compartiment risque technologique et naturel avec :

- ▶ Effet d'une surcote avec conjonction d'une houle forte et d'un courant de marée dans la même orientation que le vent en Vives-Eaux.
- ▶ Effet d'un incident technique sur une des hydroliennes ou au niveau du poste de livraison

5.3.3.1 Effet des risques naturels

Comme nous l'avons vu plus haut, le principal risque naturel lié au projet est essentiellement le risque lié à une forte tempête (décennale, cinquantennale ou centennale) de vents d'Ouest ou Sud-Ouest qui pourrait entrer en conjonction avec une marée de vives-eaux. Cette conjonction pourrait ainsi créer une surcote et un effort accru sur les hydroliennes. Il est donc important de bien dimensionner le projet pour prendre en compte les conditions Météo-océaniques suivant une période de retour à définir (décennale, cinquantennale ou centennale). L'effet du risque naturel sur le projet peut-être donc fort avec des risques de casses de pâles, de basculement de machine, de dés-ensouillement de câble...

5.3.3.2 Effet des risques technologiques

Le risque principal est un risque interne au projet dont un incident technique (casse, court-circuit, incendie...) provoquerait une destruction partielle ou totale d'une hydrolienne ou de son poste de livraison. Il s'ensuivrait une potentielle pollution de l'eau et de l'air. Cependant, même si le risque existe toujours, il dépend de la fiabilité des machines, de l'expérience de Sabella en tant que constructeur, de la probabilité d'occurrence sur la période d'exploitation.

5.3.3.3 Synthèse des effets potentiels sur le cadre de vie

Le tableau synthétise les principaux effets potentiels sur le cadre de vie en phase d'exploitation :

Composantes	Effet	
	Nature	Degré
Le paysage, le patrimoine naturel, la qualité de l'air		
Risque visuel ou d'atteinte du compartiment par l'exploitation	Hydroliennes et câbles non visibles	Négligeable
Le risque naturel		
Effet de surcote avec conjonction de marée de VE	Fatigue supplémentaire sur les pales, avec un risque de casse, de basculement des hydroliennes ou d'affouillement...	Fort
Le risque technologique		
Incident technique sur les hydroliennes ou sur le poste de livraison	Casses, court-circuit, incendie...	Moyen

Tableau 38 : Principaux impacts attendus sur le cadre de vie en phase d'exploitation

5.3.4 Les effets potentiels sur les activités socio-économiques et les usages

En phase d'exploitation, les principaux impacts seront en lien avec une interdiction de pratiques autour des hydroliennes qui sera définie par la Préfecture maritime et la Préfecture. Cette interdiction va directement impacter en réduisant la surface de pêche les pêcheurs professionnels, les plongeurs qui ne pourront plus faire de plongées dérivantes à travers cette passe. Les autres activités (pêche récréative, pêche à pied, cultures marines) ne seront pas véritablement impactées, car soient elles sont peu présentes sur la zone (pêche à pied...), soient-elles ne sont pas perturbées par l'exploitation du projet (ostréicultures). Le transport maritime (plaisance, commerce, passagers) ne sera pas impacté, car la hauteur d'eau est suffisante au niveau des deux sites pour laisser une marge conséquente au-dessus des hydroliennes pour le passage des navires.

5.3.4.1 Effet de l'occupation du site sur la pêche professionnelle

Le site sera interdit à toutes activités de pêches, de mouillage, de plongée avec une zone tampon qui pourrait être de 200 m de rayon autour des deux hydroliennes. Cette interdiction va donc réduire durant toute la durée du projet (3 ans) une partie de la zone de pêche pour les professionnels du Golfe du Morbihan.

5.3.4.2 Effet sur la plongée

De la même manière, il ne pourra plus être fait des plongées dérivantes sur cette passe où se trouveront les 2 hydroliennes. Il y aura donc un impact certain sur les activités de plongées.

5.3.4.3 Synthèse des effets potentiels sur les activités socio-économiques et les usages

Le tableau suivant synthétise les principaux effets potentiels sur les activités socio-économiques en phase d'exploitation :

Composantes	Effets	
	Nature	Degré
Navigation maritime		
Sur l'ensemble des navigations (commerce, plaisance, passagers),	il restera largement suffisamment de hauteur d'eau au-dessus des hydroliennes pour ne pas gêner le trafic	Négligeable
La pêche professionnelle		
Sur la pêche embarquée	Une zone de pêche de 200 m de rayon autour des hydroliennes sera interdite	Fort
Sur la pêche à pied	Les hydroliennes sont tout le temps immergées et le câble est ensouillé	Négligeable
Les cultures marines		
Au niveau du passage des câbles	Le câble est ensouillé	Négligeable
La pêche de loisir		
Au niveau de la zone	Le chenal est déjà interdit à la pêche de loisir en dérive.	Négligeable
La plongée		
Au niveau de la zone	L'interdiction peut empêcher des plongées dérivantes de se faire et peut aussi avoir un impact sur les sites du sud de l'île longue	Fort

Tableau 39 : Principaux effets attendus sur les activités socio-économiques en phase d'exploitation

5.4 Les effets potentiels en phase de démantèlement

Les retours d'expérience spécifiques aux Énergies Marines Renouvelable (EMR) sont encore inexistants. Les impacts du démantèlement seront cependant directement liés aux impacts que les installations auront eus au cours de la phase opérationnelle. Ainsi, de nombreuses interrogations demeurent quant aux dommages que peut occasionner un retour à l'état initial en comparaison aux avantages et inconvénients que confère la possibilité de laisser certaines composantes du projet en place.

Dans le cas du projet TIGER, la colonisation des différents composants (hydrolienne, câble) des deux hydroliennes sera limitée et aucune indication ne laisse supposer que certains éléments devraient, pour des raisons environnementales, être maintenus en place.

Le démantèlement des installations est relativement simple :

- ▶ Reprise des turbines et des embases
- ▶ Reprise des câbles, le désensouillage dans le sédiment se faisant simplement par traction
- ▶ Ouverture de la tranchée sur l'estran et aux abords du trait de côte et récupération du câble
- ▶ Enlèvement du câble sur la partie terrestre jusqu'au poste de livraison

Les effets attendus en phase de démantèlement sont, en grande partie, similaires aux effets identifiés pour les travaux d'installation (bruit, perturbation du substrat, etc.).

6 CONCLUSION

Dans le cas présent, les nombreux retours d'expérience issus de Sabella D10 et D03 montrent que **les effets attendus** pour le projet TIGER **sont relativement limités** (dans le temps et l'espace) et concernent principalement le milieu aquatique et les usages de ce milieu (pêche professionnelle et plongée). Les effets qui peuvent être forts n'ont pas été, à ce stade de l'étude, évalués sous forme d'impact, c'est-à-dire le croisement de la sensibilité (transcription de l'enjeu face aux incidences génériques des hydroliennes et décomposée en deux critères, comme la tolérance ou résistance et la résilience) par rapport aux effets. Ce croisement va permettre de caractériser les impacts potentiels, qui seront ensuite transformés en impact résiduel par l'application de la séquence ERC (éviter, réduire, compenser). Or, à ce stade dans le dossier « cas par cas », nous ne sommes pas encore dans la réalisation d'une étude d'incidence ou d'impact complète.

Néanmoins, il est prévu comme présenté dans le dossier des mesures d'évitement d'impact :

- ✓ liées à la technologie Sabella : Les embases gravitaires permettent de s'exonérer d'interventions sur les fonds, de type forage ou battage de pieux, pour fixer les hydroliennes. Les hydroliennes seront uniquement posées sur le fond et limiteront donc les impacts sur le milieu marin ;
- ✓ liées à la pose des hydroliennes : de la même manière que pour la pose de l'hydrolienne Sabella D10 dans le Fromveur (Ouessant), les hydroliennes seront posées via des navires équipés du système de positionnement dynamique, évitant ainsi tout ancrage qui pourrait détériorer les fonds ;
- ✓ liées aux choix de la zone d'implantation : le choix du site d'implantation des hydroliennes (Île Longue) a fait l'objet d'une analyse multicritères et a été retenu notamment pour des raisons environnementales. De la même manière, le choix final du tracé du câble d'export sera effectué en fonction de l'inventaire faune et flore réalisé actuellement au niveau de la zone potentielle d'atterrissage.

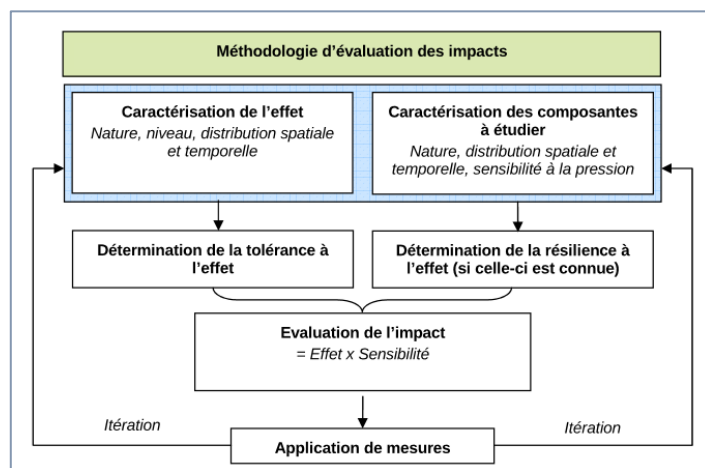


Figure 116 : Méthodologie de l'évaluation des impacts (MEEM, 2017)

Les éléments d'évaluation des enjeux locaux et des effets potentiels doivent permettre à l'administration d'évaluer s'il est nécessaire ou non de réaliser une évaluation environnementale complète. Cependant, le porteur de projet estime que l'installation de deux hydroliennes D08 pourrait nécessiter uniquement la réalisation d'une étude d'incidence environnementale (Article R181-14). Cette étude d'incidence conviendrait à ce type de projet novateur, court et expérimental et qui fera l'objet, pendant **ses trois ans d'exploitation**, de suivis environnementaux.

L'étude d'incidence comporterait ainsi, conformément à l'article R181-14, les éléments suivants :

- ✓ 1° l'état actuel du site sur lequel le projet doit être réalisé et de son environnement ;
- ✓ 2° les incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes du projet sur les intérêts mentionnés à l'article L. 181-3 eu égard à ses caractéristiques et à la sensibilité de son environnement ;
- ✓ 3° les mesures envisagées pour éviter et réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement et la santé, les compenser s'ils ne peuvent être évités ni réduits et, s'il n'est pas possible de les compenser, la justification de cette impossibilité ;
- ✓ 4° les mesures de suivi ;
- ✓ 5° les conditions de remise en état du site après exploitation.

L'étude d'incidence traiterait également des incidences sur les sites Natura 2000.

7 BIBLIOGRAPHIE

- ▶ Ecorivage, 2016. Étude d'impact pour le maintien de l'hydrolienne Sabella D10 dans le Fromveur. 396 p.
- ▶ Ecorivage, 2019. Demande de renouvellement de l'autorisation pour le maintien de l'hydrolienne Sabella D10 dans le Fromveur. 38 p.
- ▶ Ecorivage/Gaïa Terre bleue, 2019. Dossier cas par cas pour le projet PHARES. 89 p.
- ▶ Ecorivage/Gaïa Terre bleue, 2020. Étude d'impact du projet PHARES dans le Fromveur à Ouessant. 949 p + annexes
- ▶ Gaïa Terre bleue, 2017. Étude du biofouling de l'hydrolienne Sabella D10 immergée dans le Fromveur durant une année. 76 p.
- ▶ In Vivo, 2011a. Étude d'impact pour l'implantation du démonstrateur hydrolien Sabella D10. 667p.
- ▶ Setec In Vivo, 2017. Suivi environnemental de l'hydrolienne Sabella D10 dans le passage du Fromveur. 26 p.
- ▶ Université de Bretagne Sud, Géosciences Océan, 2018. État initial et évaluation environnementale et socioéconomique des incidences potentielles d'un développement hydrolien dans le Golfe du Morbihan. 677p

8 AUTEURS DU DOCUMENT

Nom	Fonction	Qualité - qualification	Rôle
ECORIVAGE			
Sébastien Le Gac	Consultant	Environnementaliste marin	Rédaction
GAÏA TERRE BLEUE			
Didier Grosdemange	Consultant	Océanologue Environnementaliste marin	Rédaction
SABELLA			
Thomas Archinard	Chef de projet	Ingénieur	Rédaction
MHE			
Erwann Nicolas	Directeur de projet	Ingénieur	Vérification