



Autorité environnementale

<http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/l-autorite-environnementale-r145.html>

**Avis délibéré de l'Autorité environnementale
sur l'immersion de deux hydroliennes
expérimentales dans le golfe du Morbihan sur le
territoire de la commune d'Arzon (56)**

n°Ae : 2021-80

Avis délibéré n° 2021-80 adopté lors de la séance du 25 août 2021

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

L'Ae¹ s'est réunie le 25 août 2021, en visioconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur l'immersion de deux hydroliennes expérimentales dans le golfe du Morbihan sur le territoire de la commune d'Arzon (56).

Ont délibéré collégalement : Sylvie Banoun, Nathalie Bertrand, Marc Clément, Pascal Douard, Virginie Dumoulin, Sophie Fonquernie, Louis Hubert, Philippe Ledenvic, François Letourneux, Serge Muller, Alby Schmitt, Annie Viu, Véronique Wormser

En application de l'article 4 du règlement intérieur du CGEDD, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans le présent avis.

Était absent : Barbara Bour-Desprez, Christine Jean, Michel Pascal

* *

La ministre de la transition écologique a décidé le 26 avril 2021, en application du I de l'article R. 122-6 du code de l'environnement, de déléguer à l'Ae la compétence d'émettre l'avis d'autorité environnementale sur ce dossier. Conformément à l'article 3 de la décision ministérielle, l'ensemble des pièces constitutives du dossier ont été transmises à l'Ae par la mission régionale d'autorité environnementale de la région Bretagne le 31 mai 2021

Cette saisine étant conforme aux dispositions de l'article R. 122-6 du code de l'environnement relatif à l'autorité environnementale prévue à l'article L. 122-1 du même code, il en a été accusé réception. Conformément à l'article R. 122-7 du même code, l'avis doit être fourni dans un délai de deux mois. Le délai a été interrompu suite à une demande d'éléments complémentaires par l'autorité en charge de l'autorisation au titre des installations, ouvrages, travaux et activités.

Conformément aux dispositions de ce même article, l'Ae a consulté par courriers en date du 31 mai 2021 :

- le préfet de département du Morbihan,
- le directeur général de l'Agence régionale de santé (ARS) de Bretagne,
- le préfet maritime de l'Atlantique, qui a transmis une contribution en date du 4 juin 2021.

Sur le rapport de Gilles Croquette et Pascal Douard, après en avoir délibéré, l'Ae rend l'avis qui suit.

Pour chaque projet soumis à évaluation environnementale, une autorité environnementale désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition du maître d'ouvrage, de l'autorité décisionnaire et du public.

Cet avis porte sur la qualité de l'étude d'impact présentée par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il vise à permettre d'améliorer sa conception, ainsi que l'information du public et sa participation à l'élaboration des décisions qui s'y rapportent. L'avis ne lui est ni favorable, ni défavorable et ne porte pas sur son opportunité.

La décision de l'autorité compétente qui autorise le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage à réaliser le projet prend en considération cet avis. Une synthèse des consultations opérées est rendue publique avec la décision d'octroi ou de refus d'autorisation du projet (article L. 122-1-1 du code de l'environnement). En cas d'octroi, l'autorité décisionnaire communique à l'autorité environnementale le ou les bilans des suivis, lui permettant de vérifier le degré d'efficacité et la pérennité des prescriptions, mesures et caractéristiques (article R. 122-13 du code de l'environnement).

Conformément à l'article L. 122-1 V du code de l'environnement, le présent avis de l'autorité environnementale devra faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage qui la mettra à disposition du public par voie électronique au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'article L. 123-2 ou de la participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19.

Le présent avis est publié sur le site de l'Ae. Il est intégré dans le dossier soumis à la consultation du public.

¹ Formation d'autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD).

Synthèse de l'avis

L'immersion de deux hydroliennes expérimentales d'une puissance unitaire de 250 kW pendant une durée de trois ans dans le golfe du Morbihan, sur le territoire de la commune d'Arzon (56), est un projet porté par Morbihan Hydro Énergies (MHE), société créée à l'initiative de la société Sabella spécialisée dans la conception et le développement des hydroliennes, et de « 56 Énergies », société d'économie mixte dédiée au développement de projets énergétiques dans le département du Morbihan. Ce projet s'inscrit dans le cadre d'un programme de coopération entre la France et l'Angleterre approuvé en octobre 2019, qui porte sur huit sites et vise au développement d'une production d'électricité par hydroliennes.

Pour l'Ae, les principaux enjeux de ce projet expérimental portent sur :

- la préservation de la biodiversité terrestre et maritime, en particulier les espèces et habitats naturels ayant justifié la désignation des deux sites Natura 2000 du golfe du Morbihan,
- la préservation de la qualité des eaux marines,
- la préservation de la qualité des paysages et du patrimoine,
- la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre, le projet visant leur réduction.

L'étude d'impact est très complète et d'une présentation agréable. Les incidences de ce projet expérimental ne sont pour la plupart pas significatives. Cette conclusion semble difficile à extrapoler à des parcs plus conséquents ce qui en limite les enseignements. Le caractère expérimental du projet confère une importance majeure au suivi dans la mesure où les résultats apportés par les différentes mesures de suivi et d'accompagnement devront permettre d'améliorer l'évaluation des impacts de futurs projets d'échelle industrielle.

L'Ae recommande principalement :

- de mieux décrire le type et le linéaire d'herbiers à zostères affectés dans les variantes d'implantation et de poursuivre leur suivi au-delà de 2025 afin d'évaluer la restauration naturelle possible des herbiers,
- de compléter les bilans relatifs à l'énergie et aux émissions de gaz à effet de serre.

L'ensemble des observations et recommandations de l'Ae est présenté dans l'avis détaillé.

Avis détaillé

1. Contexte, présentation du projet et enjeux environnementaux

1.1 Contexte et contenu du projet

Une hydrolienne est un dispositif qui utilise l'énergie cinétique des courants marins pour la convertir en énergie électrique. Le projet d'immersion de deux hydroliennes expérimentales à Arzon, dans le Morbihan, s'inscrit dans le cadre du programme de coopération entre la France et l'Angleterre « Tiger » (*Tidal Stream Industry Energiser*), approuvé en octobre 2019², qui prévoit le développement d'une capacité hydrolienne allant jusqu'à 8 MW, répartie sur cinq sites dans la « région de la Manche »³. L'objectif est de contribuer au développement de technologies permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Le programme Tiger associe le centre de recherche britannique Orec (*Offshore Renewable Energy Catapult*), qui assure la fonction de chef de file, et 18 autres partenaires (développeurs de turbines, organismes de recherche, collectivités locales et régionales, etc.).

Le projet d'expérimentation d'hydroliennes à Arzon est porté par Morbihan Hydro Energies (MHE), société créée en février 2019 à l'initiative de la société Sabella, entreprise basée à Quimper, spécialisée dans la conception et le développement des hydroliennes, et de « 56 Energies », société d'économie mixte dédiée au développement de projets énergétiques. L'Université de Bretagne Sud (UBS) fait également partie des partenaires du programme européen Tiger et accompagne MHE dans le développement du site morbihannais.

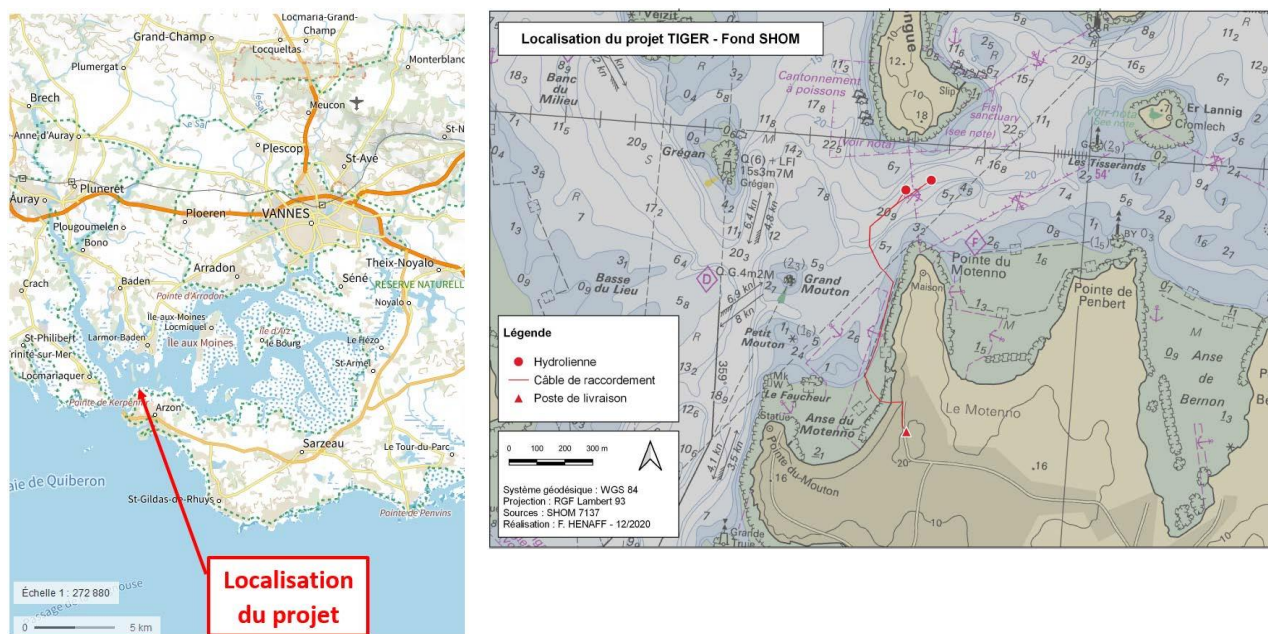


Figure 1 : Localisation du projet (Sources : Geoportail et dossier)

² Ce programme fait l'objet d'un financement par le Fonds européen de développement régional (Feder), via le programme Interreg VA France (Manche) Angleterre.

³ Parmi les cinq sites d'essais retenus, trois sont situés en France (golfe du Morbihan, Paimpol-Bréhat et Raz-Blanchard) et deux au Royaume-Uni (Île de Wight et Ramsey Sound).

Le projet bénéficie de l'expérience acquise par l'entreprise Sabella lors d'expérimentations précédentes avec notamment la réalisation en 2008 d'un projet pilote dans l'estuaire de l'Odet (Finistère) et l'installation en 2015 d'une hydrolienne dans le passage du Fromveur⁴ (entre l'archipel de Molène et l'île d'Ouessant).

1.2 Présentation du projet et des aménagements projetés

Le projet est uniquement expérimental ; les hydroliennes seront démantelées à l'issue du projet.

Les deux hydroliennes, de type « Sabella D08 », seront immergées pour une durée de trois ans. Leur puissance nominale unitaire est de 250 kW. Leur hauteur totale est de 14 m, leur largeur au niveau de la base est de 16 m et les pales ont un diamètre de 8 m. La production électrique attendue de ce projet est de 1 150 MWh/an soit la consommation d'environ 250 ménages⁵.

Les hydroliennes seront positionnées dans le chenal se trouvant entre la pointe du Monténo et l'Île Longue qui est caractérisé par la présence de très forts courants. Elles seront immergées, posées sur les fonds marins à une profondeur de 22,3 m CM et 23,2 m CM⁶, et éloignées d'environ cent mètres. L'emplacement et l'orientation des hydroliennes ont été sélectionnés afin de maximiser la production d'électricité. Des câbles électriques sous-marins permettront d'exporter l'énergie à terre.

Le projet intègre l'objectif de tester les quatre « *briques technologiques innovantes* » suivantes, en optimisant les opérations de maintenance pour diminuer les coûts associés :

- l'utilisation de connecteurs dits « humides » qui permettent une connexion sous l'eau réduisant significativement la durée des opérations d'installation ;
- l'utilisation d'un module de conversion électrique déporté au niveau de la base de l'hydrolienne (au lieu d'un module situé à proximité de la turbine) afin de faciliter les opérations d'installation et les interventions ultérieures ;
- la mise en place de pales motorisées permettant de modifier leur orientation afin d'augmenter la quantité d'électricité produite ;
- le refroidissement des convertisseurs grâce à la température de l'eau de mer sans avoir recours à un circuit de refroidissement spécifique.

Les trois dernières innovations seront testées uniquement sur l'une des deux hydroliennes afin de pouvoir mesurer leurs effets respectifs en termes d'amélioration de la fiabilité et de la rentabilité.

Par ailleurs, les deux hydroliennes se différencient par les matériaux utilisés pour leur embase qui sera soit en acier, soit constituée d'un assemblage mixte d'acier et de béton. Dans les deux cas, des lests en fonte sont ajoutés. Le poids total des hydroliennes est respectivement de 320 t (dont 280 t pour l'embase) et 360 t (dont 320 t pour l'embase).

La protection contre la corrosion est assurée par un système de peinture et par des anodes sacrificielles composées d'un alliage d'aluminium, de zinc et d'indium.

⁴ Le dossier précise qu'il s'agit de la première hydrolienne à avoir produit et injecté de l'électricité sur le réseau électrique national.

⁵ Les compléments apportés à l'étude d'impact précisent que la Commission de régulation de l'énergie (CRE) fait état d'une consommation annuelle moyenne de 4 753 kWh par ménage en 2019.

⁶ CM : Cote Marine – une profondeur en cote marine s'exprime en mètres par rapport au zéro hydrographique. Ce dernier correspond au niveau de la mer à marée basse pour un coefficient de marée de 120.

Les câbles électriques relient les hydroliennes au point de livraison sur la pointe du Monténo. Ils ont un diamètre de 70 mm et des longueurs respectives de 1,1 km et 1,2 km. Ils permettent le passage d'une tension de 6,6 kV et d'un courant moyen de 23 A.

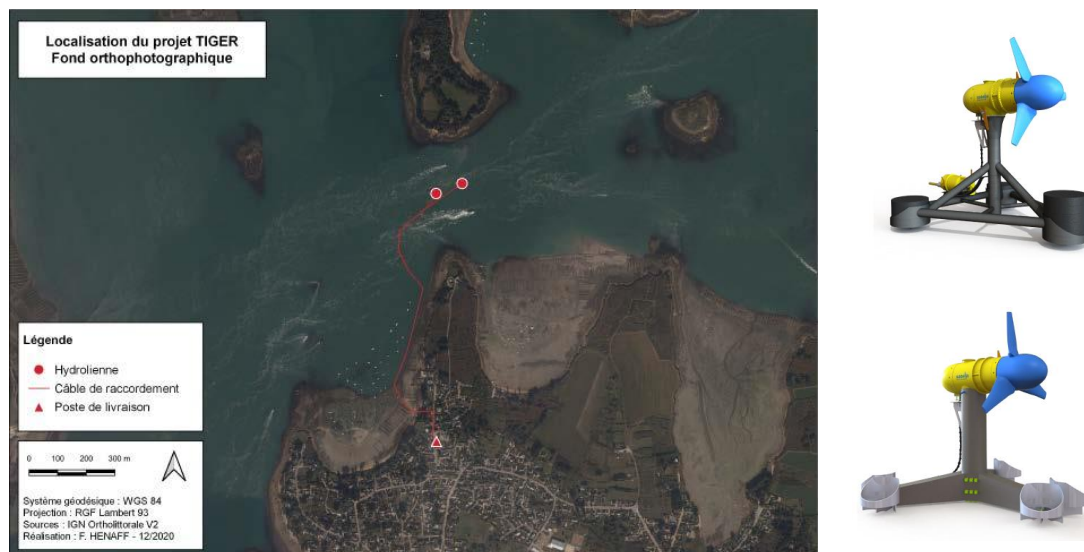


Figure 2 : Localisation du projet (position des hydroliennes et tracé du câble de raccordement) et vues d'artistes des deux hydroliennes (Source : dossier)

Les deux câbles seront posés sur le fond marin et stabilisés avec des lest. Ils seront protégés par des fourreaux PEHD (Polyéthylène haute densité) de 100 à 120 mm de diamètre sur une longueur d'environ 500 m, depuis la plage jusqu'au tombant rocheux (la partie rocheuse présentant une forte pente avant l'arrivée sur la plage du Tréno).

Dans la zone intertidale⁷, les fourreaux de câble seront ensouillés⁸, à une profondeur d'environ 1 m, sur toute la longueur située en zone sableuse.

Sur la partie terrestre, une chambre de tirage sera créée afin de faciliter la mise en place des câbles dans les fourreaux. Les câbles terrestres de raccordement au réseau, enterrés sous la voirie, rejoindront ensuite un poste de livraison spécifique et temporaire qui sera mis en œuvre dans le cadre de ce projet.



Figure 3 : Tracé de câbles au niveau de la plage du Tréno (photo de gauche, en jaune), tracé de la ligne pour la partie terrestre (à droite)

⁷ La zone intertidale, également appelée "estran", est la partie côtière du littoral située entre les niveaux connus des marées maximale et minimale (source : [Aquaportail](http://aquaportail.com)).

⁸ Ensouillage : enfouissement d'une canalisation dans un fonds fluvial ou marin afin de la protéger des dégradations.

Un poste de pilotage sera mis en place au sein du poste de livraison et permettra d'accueillir les outils nécessaires au contrôle et à la commande des hydroliennes.



Figure 4 : Photomontage du poste de livraison (bâtiment situé sur la gauche au niveau du talus) (Source : dossier)

Le budget du projet hors démantèlement⁹ est de 8,2 millions d'euros hors taxes dont 0,6 million d'euro pour l'ingénierie, 4,3 millions d'euros pour la fourniture et l'assemblage des hydroliennes et 1,9 million d'euros pour l'installation, la pose des câbles et les travaux à terre. Ce budget est cofinancé à hauteur de 60 % par le Fonds européen de développement régional (Feder). Le dossier devrait préciser le coût de démantèlement et la prise en charge de ces différents coûts à l'échéance du projet Tiger.

Il est indiqué dans le dossier que la pose des hydroliennes et le début de l'expérimentation sont prévus en novembre 2022. Selon les informations fournies oralement aux rapporteurs, ce calendrier pourrait être modifié et la pose des hydroliennes reportée à début 2023.

1.3 Procédures relatives au projet

Le projet fait partie des catégories soumises à examen au cas par cas au titre de l'article R. 122-2 du code de l'environnement. La demande d'examen a été soumise à la mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) de Bretagne et a fait l'objet de l'arrêté du 8 septembre 2020 de la préfecture de région indiquant que le projet doit faire l'objet d'une évaluation environnementale.

En application du I de l'article R. 122-6 du code de l'environnement, la compétence pour émettre l'avis d'autorité environnementale a été déléguée par la ministre de la transition écologique à l'Ae¹⁰.

Le projet est soumis à enquête publique. Il est également soumis à autorisation au titre des installations, ouvrages, travaux et activités (Iota) (au titre de la « loi sur l'eau ») et à une demande de concession d'utilisation du domaine public maritime (DPM) au titre du code général de la propriété des personnes publiques et circulation sur le DPM.

⁹ Les coûts de démantèlement ne sont pas inclus, a-t-il été expliqué aux rapporteurs, car non finançables par le Feder. Ils seront pris en charge par MHE.

¹⁰ Décision NOR TRED21120945.

En application des dispositions de l'article R. 414-22 du code de l'environnement, l'étude d'impact tient lieu de dossier d'évaluation des incidences Natura 2000¹¹.

1.4 Principaux enjeux environnementaux du projet relevés par l'Ae

Pour l'Ae, les principaux enjeux environnementaux du projet sont :

- la préservation de la biodiversité terrestre et maritime, en particulier les espèces et les habitats naturels ayant justifié la désignation des deux sites Natura 2000 du golfe du Morbihan ;
- la préservation de la qualité des eaux marines ;
- la préservation de la qualité des paysages et du patrimoine ;
- la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre, le projet visant leur réduction.

Outre le test de briques technologiques, cette expérimentation présente également un enjeu de suivi environnemental pour ce type de technologie dans un secteur à enjeu fort pour le milieu marin.

2. Analyse de l'étude d'impact

L'étude d'impact est très complète et d'une présentation agréable. Elle comporte des analyses poussées de l'ensemble des thématiques, ce qui est tout à fait pertinent compte tenu du cadre expérimental du projet qui doit servir pour le développement de futurs projets de taille industrielle.

2.1 État initial

2.1.1 Conditions océanographiques et morphologie des fonds

À l'entrée du golfe du Morbihan, au sud de l'île Longue, la vitesse du courant peut atteindre près de 9 nœuds (4,6 m/s) en période de vives eaux. C'est par cette passe que s'effectue la majeure partie des échanges marins entre le golfe et la baie de Quiberon. Il s'agit selon le dossier du deuxième courant le plus fort d'Europe.

L'étude courantométrique réalisée au niveau de la zone d'implantation des hydroliennes a mis en évidence des vitesses de courants pouvant atteindre 2,4 m/s lors du flot (marée montante) et 3,5 m/s au jusant (marée descendante). Les fonds sont caractérisés par l'absence de pente et d'évolution notable des fonds.

Les fonds dans la zone de tracé des câbles sont composés de roches à proximité des hydroliennes et deviennent meubles près de la côte. La zone d'atterrissage est principalement constituée de sable vaseux avec des débris coquilliers au bas de l'estran, par du sable graveleux avec la présence de galets au niveau de l'estran moyen et enfin par un cordon de galets en haut de l'estran.

¹¹ Les sites Natura 2000 constituent un réseau européen en application de la directive 79/409/CEE « Oiseaux » (codifiée en 2009) et de la directive 92/43/CEE « Habitats faune flore », garantissant l'état de conservation favorable des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Les sites inventoriés au titre de la directive « habitats » sont des zones spéciales de conservation (ZSC), ceux qui le sont au titre de la directive « oiseaux » sont des zones de protection spéciale (ZPS).

2.1.2 Qualité des eaux

La zone d'implantation se trouve dans la masse d'eau côtière « Golfe du Morbihan » (FRGC39). Compte tenu de son bon état chimique et de son état écologique moyen, l'état global de qualité de cette masse d'eau est moyen.

La qualité des eaux de baignade dans le golfe du Morbihan est jugée excellente pour l'année 2019. La zone conchylicole englobant la zone d'étude est classée en A¹² ou B¹³ selon les catégories¹⁴.

2.1.3 L'environnement sonore

Un étude acoustique sous-marine a été réalisée afin de caractériser la zone. La valeur médiane du niveau de bruit large bande (de 50 Hz à 40 kHz) est de respectivement 110 dB ref. 1µPa²¹⁵ et de 103 dB ref. 1µPa² pour les périodes diurne et nocturne. Le bruit minimum mesuré est d'environ 95 dB ref. 1µPa².

Le site d'implantation envisagé est caractérisé par la contribution acoustique correspondant à la composante hydrodynamique due à la présence de forts courants. Il se trouve également à proximité d'un rail de circulation de navires, notamment de plaisance, avec en moyenne 8 à 10 « évènements » par heure. La signature acoustique de cette activité anthropique régulière est observable¹⁶ pendant environ 25 % du temps.

Le niveau de bruit maximum mesuré est de 142 dB ref. 1µPa² pendant la période diurne et 136 dB ref. 1µPa² pendant la période nocturne. Le niveau de bruit a également été modélisé ce qui a permis de mettre en évidence les niveaux très élevés lors d'évènements exceptionnels comme la Grande parade de la « semaine du golfe » où de nombreux bateaux fréquentent la zone. Le niveau sonore atteindrait dans ce cas 140 dB ref. 1µPa² pendant la moitié du temps avec un minimum de 133 dB ref. 1µPa² et un maximum de 155 dB ref. 1µPa² au moment du passage des navires, ce qui est relativement élevé.

2.1.4 Habitats naturels, faune et flore

Zonages réglementaires et d'inventaire

La zone d'étude est située :

- au sein de la zone spéciale de conservation (ZSC) du « Golfe du Morbihan, côte Ouest de Rhuys » (identifiant n° FR5300029) au titre de la directive 92/43/CEE « Habitats faune flore » et à proximité de la zone de protection spéciale (ZPS) « Golfe du Morbihan » (identifiant n° FR5310086¹⁷) au titre de la directive 79/409/CEE « Oiseaux » ;

¹² Zones dans lesquelles les coquillages peuvent être récoltés et mis directement sur le marché pour la consommation humaine directe.

¹³ Zones dans lesquelles les coquillages peuvent être récoltés, mais ne peuvent être mis sur le marché pour la consommation humaine qu'après avoir été traités dans un centre de purification agréé ou après reparcage

¹⁴ Classement en B pour les bivalves fouisseurs (palourdes, coques, etc.)

¹⁵ Le décibel (dB) est une mesure du niveau de pression acoustique. En acoustique sous-marine, le niveau de référence du décibel est 1 µPa (micro Pascal), référence différente de l'acoustique aérienne.

¹⁶ C'est-à-dire qu'elle émerge du bruit naturel

¹⁷ Cette ZPS est parfois confondue avec la ZSC dans l'étude d'impact et est mal identifiée.

- au sein de la zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique¹⁸ (Znieff) marine de type II « Chenaux rocheux du golfe du Morbihan » et de la Znieff terrestre de type II « Golfe du Morbihan » ;
- au sein d'un site Ramsar « Golfe du Morbihan »¹⁹ ;
- au sein du parc naturel régional du golfe du Morbihan et du site inscrit « Golfe du Morbihan et ses abords » ;
- à proximité de l'espace naturel sensible de la « Pointe de Penbert ».

Les biocénoses planctoniques

Les études ont montré une efflorescence phytoplanctonique au printemps, puis une consommation de ce phytoplancton par le zooplancton qui se diversifie entre juin et août. À partir d'octobre, les phénomènes s'inversent, le zooplancton diminue et le phytoplancton croît.

Les peuplements benthiques²⁰

Les habitats identifiés au niveau des hydroliennes jusqu'au tombant comprennent successivement des blocs et roches à Éponges proliférantes en zone de fort courant de marée et une moulière circa-littorale (zone des 24 m sous la cote marine) décrite en détail dans les compléments apportés à l'évaluation environnementale, des tombants et blocs avec Éponges proliférantes et hydraires²¹ en zone de fort courant de marée (zone des 15 m sous la cote marine), et des graviers et sables grossiers à débris coquilliers avec sous-strate algale (zone des 5 m sous la cote marine).

La zone d'atterrissage est caractérisée par la présence d'herbiers de zostères au niveau des substrats meubles (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) dont la densité augmente à l'approche de l'anse du Monténo. Il s'agit d'un habitat naturel d'intérêt communautaire (n°1110-1 « *Sables fins propres et légèrement envasés, herbiers à Zostera marina (façade atlantique)* » de la directive 92/43/CEE « Habitats faune flore », présentant un intérêt patrimonial. Le site Natura 2000 « Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuy » constitue le second plus grand ensemble d'herbiers de zostères de France (après le bassin d'Arcachon) et « *l'importance internationale du golfe du Morbihan et des secteurs complémentaires périphériques (étier de Pénerf, presque île de Rhuy) pour l'hivernage et la migration des oiseaux d'eau (site Ramsar accueillant entre 60.000 et 130.000 oiseaux en hiver) est, pour certaines espèces, directement liée à la présence de ces herbiers* »²².

¹⁸ Lancé en 1982 à l'initiative du ministère chargé de l'environnement, 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.

¹⁹ La Convention sur les zones humides d'importance internationale, appelée Convention de Ramsar, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. Le traité a été adopté dans la ville iranienne de Ramsar, le 2 février 1971, et est entré en vigueur le 21 décembre 1975. La France l'a ratifié et en est devenue partie contractante le 1er décembre 1986.

²⁰ Le benthos est l'ensemble des organismes aquatiques (marins ou dulcicoles) vivant à proximité du fond.

²¹ Les Hydraires font partie du groupe des cnidaires, animaux de petite taille et se regroupent pour former des colonies telles que les coraux.

²² Source : formulaire standard de données de la ZSC « Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuy »

Le dossier fait état des investigations menées pour déterminer l'étendue et la densité des herbiers et fournit une cartographie précise pour la zone intertidale²³ mais il est ambigu sur la nature des herbiers situés en zone subtidale et sa classification au sens de la nomenclature Natura 2000 (cf. figure 5).

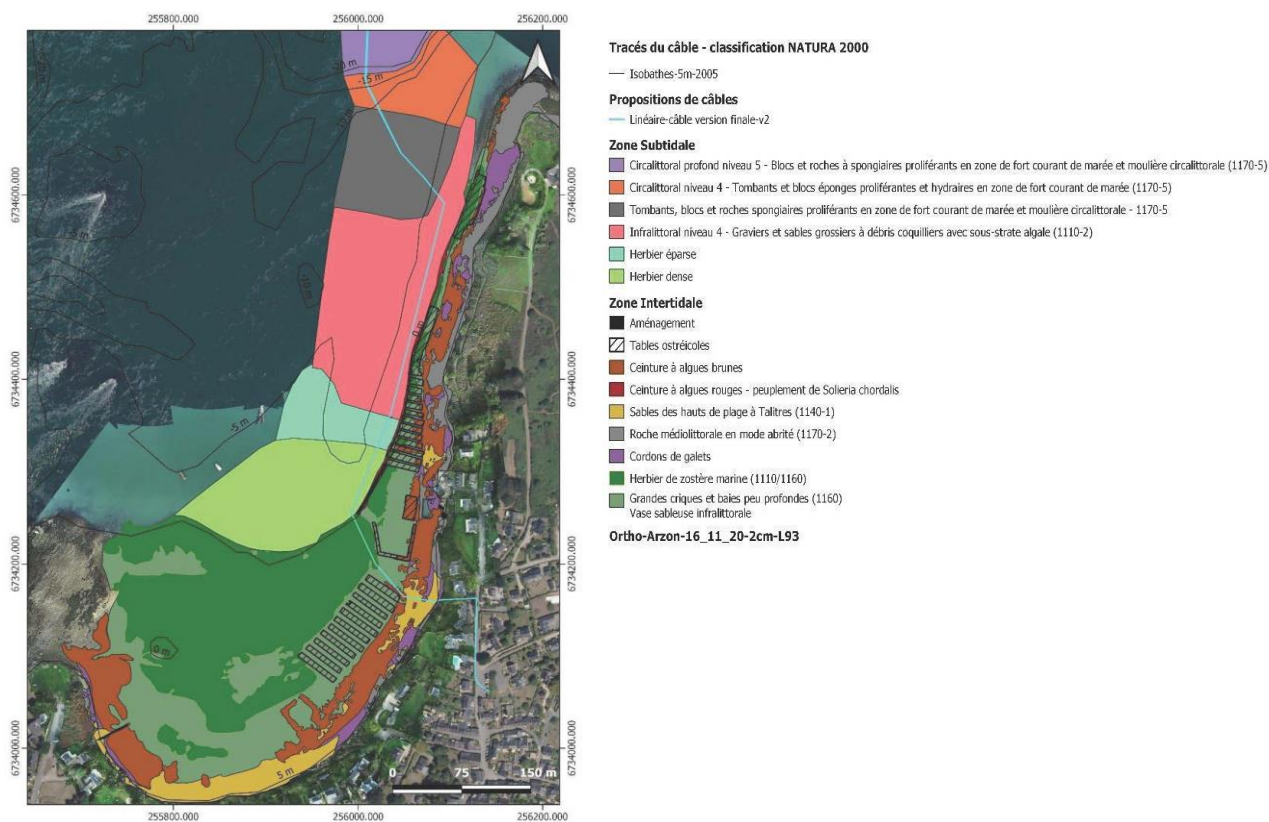


Figure 5 : Carte des habitats au niveau de l'anse de Monténo (Source : dossier)

L'Ae recommande de compléter le dossier en précisant la nature des herbiers en zone subtidale.

Les poissons et la ressource halieutique

De nombreuses espèces de poissons, de mollusques, de crustacés ou encore d'échinodermes sont présentes dans le golfe du Morbihan.

Le golfe du Morbihan abrite des espèces d'intérêt communautaire comme le Saumon atlantique ou la Lamproie marine et constitue un site important pour plusieurs espèces d'intérêt patrimonial dont deux espèces d'Hippocampe (moucheté et à museau court) ou encore l'Anguille européenne et un gastéropode (l'Ormeau).

Il s'agit également d'une zone de nourricerie pour le Bar, la Seiche, le Griset et plusieurs autres espèces. C'est enfin une zone de frayère pour quelques espèces, dont la Seiche. Les compléments apportés à l'étude d'impact initiale confirment ce diagnostic sur l'intérêt faunistique de la zone.

Certains poissons et coquillages font l'objet d'une pêche professionnelle et récréative (Bar, Lieu jaune, mullet, vieille, congre, rouget, sole, palourdes, coques, huîtres). Certaines font également l'objet d'élevages (huîtres, coques, palourdes).

²³ Zone intertidale : zone littorale située entre les niveaux de marées haute et basse ; zone subtidale : zone située sous les niveaux de basse mer, toujours immergée.

Les mammifères marins

Le dossier mentionne la présence potentielle de plusieurs espèces dans le golfe du Morbihan (Phoque gris, Phoque veau marin, Grand dauphin, Dauphin commun, Marsouin commun). La zone leur serait néanmoins peu favorable et la présence d'individus « *anecdotique* » compte tenu des profondeurs relativement faibles et de l'entrée étroite du golfe.

Les oiseaux

Les espèces identifiées comme susceptibles d'être présentes sur le site comprennent en particulier le Grand cormoran, le Harle huppé, le Garrot à œil d'or ainsi que trois espèces de grèbes (le Grèbe esclavon, le Grèbe à cou noir et le Grèbe huppé).

De nombreuses autres espèces sont présentes à l'échelle du golfe du Morbihan²⁴ mais elles sont considérées comme peu susceptibles d'être présentes dans la zone d'implantation du projet.

La faune et la flore terrestres

L'inventaire de la faune et la flore au niveau de la zone d'atterrissage a montré la présence de deux habitats naturels d'intérêt communautaire²⁵ mais aucune espèce protégée ou d'intérêt patrimonial n'a été observée. Les enjeux au niveau de la zone étudiée sont qualifiés de faibles à moyens.

2.1.5 L'environnement paysager, culturel et le cadre de vie

Le site du projet fait partie de l'entité paysagère « *L'entrée du golfe* » marquée par l'océan, les forts courants, un système de pointes et de falaises, une présence humaine forte.

Le patrimoine archéologique est important avec la présence de nombreux monuments mégalithiques au sein de l'aire d'étude éloignée dont certains inscrits ou classés au titre des monuments historiques. Le Dolmen de la pointe de Bilgroix (classé) est situé à moins de 500 mètres de la zone d'atterrissage des câbles et du poste de livraison.

2.1.6 Milieu humain et activités socio-économiques

La navigation maritime est importante dans le golfe, avec une navigation de plaisance très développée, du trafic de commerce entre les îles extérieures et le port de Vannes, ainsi que du transport de passagers toute l'année. L'activité est particulièrement élevée en été.

Le stationnement et le mouillage des navires font l'objet de restrictions compte tenu de la nécessité de préserver les usages autres que le nautisme (ostréiculture, transmissions par câbles sous-marins) et l'environnement (fonds marins). Il est interdit de mouiller navires et engins de pêche sur la quasi-totalité des deux sites hydroliens.

Le secteur du golfe concerné par l'implantation des hydroliennes est fréquenté par 23 navires de pêche. Il s'agit de navires de moins de 12 mètres dont la moitié pratique son activité toute l'année.

²⁴ Le dossier cite notamment le Pingouin torda, le Guillemot de Troïl, le Cormoran huppé, le Plongeon imbrin, le Plongeon arctique, le Plongeon catmarin et le Grèbe castagneux.

²⁵ Végétation annuelle des laisses de mer et Végétations chasmophytiques des fissures de rochers eu-atlantiques à nord-atlantiques.

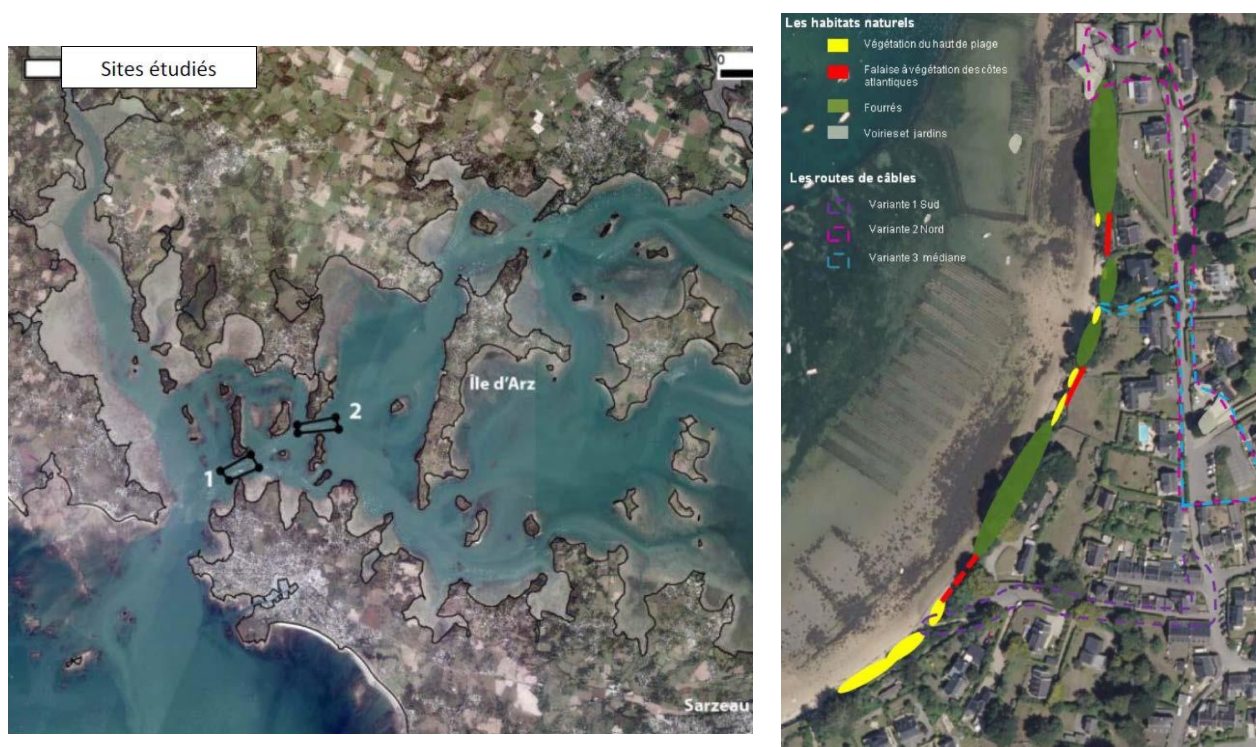
Le golfe du Morbihan est un secteur important pour la pêche à pied professionnelle et comprend, dans sa partie ouest et centrale, 1 450 hectares de parcs ostréicoles. La pêche à pied et la pêche embarquée de loisir sont également pratiquées.

La plongée sous-marine est développée en particulier à l'ouest du golfe, avec par exemple le site de l'Île Longue qui accueille plus de 25 000 plongées par an. La plongée dite dérivante, utilisant le courant des marées, constitue une particularité du golfe²⁶. Le site d'implantation fait partie des itinéraires empruntés par les trois structures qui organisent cette activité.

L'anse du Monténo est concernée par des activités ostréicoles et constitue un site pour le mouillage des navires de plaisance, mais les informations fournies dans le dossier pour ces activités sont présentées au fil de l'eau et peu précises.

2.2 Analyse de la recherche de variantes et du choix du parti retenu

L'analyse des variantes porte d'une part sur le choix du site d'implantation des hydroliennes et d'autre part sur le choix du tracé des câbles dans la zone d'atterrage.



Le dossier ne rappelle pas les raisons ayant conduit à choisir le golfe du Morbihan pour la mise en œuvre du projet. Si le site envisagé présente des avantages en termes de potentiel hydrolien compte tenu de très forts courants, il est également caractérisé par des enjeux environnementaux forts, avec notamment la présence de sites Natura 2000, et des pressions liées aux activités anthropiques existantes.

²⁶ La plongée dérivante consiste à lâcher une palanquée (une équipe de plongeurs) sur le fond avec une bouée de surface suivie par un navire, au plus fort du flot (mais lors de marées de faible coefficient).

S'agissant d'une expérimentation, le dossier n'envisage que quelques alternatives techniques pour les hydroliennes (matériau de l'embase, caisson de conversion électrique déporté sur l'embase, refroidissement passif de la chaîne de conversion, pales à angle d'attaque orientable), qui sont toutefois dérivées d'un même modèle d'hydrolienne de Sabella.

L'Ae recommande de présenter les variantes d'implantation étudiées à une échelle plus large que le golfe du Morbihan ainsi que les critères et l'analyse ayant conduit à retenir celle du golfe.

2.2.1 Choix du site d'implantation des hydroliennes

L'analyse des variantes porte sur le site retenu et sur un deuxième site également situé à l'entrée du golfe, au sud de l'île de Berder (cf. figure 6).

Les deux sites ont été retenus en raison de la présence de très forts courants et sont caractérisés par des surfaces quasi planes favorables à l'implantation du projet. Le site de l'île de Berder est légèrement plus favorable en termes de courant compte tenu de la morphologie rectiligne des fonds tandis que le site de l'île Longue présente une morphologie méandriforme. Si les vitesses maximales des courants les plus importants (jusant) sont quasi similaires (environ 3,5 m/s dans le cas d'une marée de coefficient 99), la vitesse du courant de flot est supérieure, d'environ 0,5 m/s, sur le site de l'île de Berder.

S'agissant du tracé des câbles, trois hypothèses ont été envisagées dans le cas de l'île Longue et six dans le cas de l'île de Berder. Le linéaire minimal de câble est respectivement de 900 m pour l'île Longue et de 1 365 m pour l'île de Berder.

Les deux sites sont considérés comme similaires et favorables ou moyennement favorables pour l'ensemble des critères examinés à l'exception des habitats benthiques au niveau de la zone de tracé des câbles et d'atterrissage²⁷. Pour ce critère, le linéaire important de câble fait que le site de l'île de Berder est considéré comme moyennement favorable compte tenu du risque d'incidence sur les herbiers, tandis que le site de l'île Longue est considéré comme favorable. Le dossier présente le résultat des observations réalisées lors de plongées et au niveau de l'estran, mais il ne fournit pas d'estimation pour le linéaire d'herbiers concerné par chacun des tracés. Cette information permettrait de confirmer l'argumentation présentée.

L'Ae recommande de compléter l'analyse des variantes par des informations sur le type et le linéaire d'herbiers de zostères avec lesquels le tracé des câbles interfère.

2.2.2 Choix définitif du tracé des câbles d'export

Une fois le site de l'île Longue retenu, une analyse approfondie de trois variantes a été menée afin de définir le tracé au niveau de l'anse du Monténo. Les critères pris en compte sont les incidences environnementales, principalement la présence des herbiers de zostères et la nature des sols ainsi que la maîtrise foncière.

La variante sud est celle qui a le plus d'incidences sur les herbiers, elle est considérée comme non favorable de ce point de vue. La variante nord permettrait de limiter fortement la zone d'herbiers

²⁷ Les autres critères pris en considération sont les habitats benthiques au niveau de la zone d'implantation des hydroliennes, l'existence d'outils de gestion et de protection des espaces naturels, la fréquentation du chenal de navigation, les incidences sur le transport maritime de plaisance, de commerce et de passagers, les activités de pêche, professionnelle et de loisirs, et la plongée sous-marine.

concernée par le projet, mais elle n'est pas retenue en raison de la présence d'une activité ostréicole dont l'activité pourrait selon le dossier être fortement perturbée. Il a été indiqué aux rapporteurs que l'on ne pouvait pas autoriser deux concessions sur le même espace maritime. Selon une analyse juridique transmise aux rapporteurs, le passage du câble dans la concession obligerait l'ostréiculteur à renoncer à sa concession initiale puis à demander une nouvelle concession et entraînerait un délai de six mois incompatible avec le financement du projet par les crédits Interreg. L'option retenue est la variante centrale, dont les incidences sur les herbiers sont qualifiées de « moyennes ».

2.3 Analyse des incidences du projet

Les incidences du projet sont analysées en distinguant les phases d'installation, d'exploitation et de démantèlement. Le tableau 2 ci-après récapitule l'ensemble des composantes environnementales pour lesquelles des incidences brutes notables (moyennes ou fortes) ont été identifiées ainsi que les incidences nettes, après définition des mesures d'évitement et de réduction.

Composante	Niveau de sensibilité	Effet		Incidences	
		Nature	Degré	brutes	nettes
Incidences en phase d'installation					
Bruit ambiant, habitats benthiques, poissons, mammifères marins, oiseaux	Modérée à haute	Augmentation du bruit ambiant de l'ordre de 70 à 100 dB ref. 1 µPa² à la source	Moyen	Moyen	Faible
Herbiers et vasières	Haute	Destruction au niveau de la tranchée en zone intertidale et début de zone subtidale	Moyen	Fort	Moyen
ZNIEFF	Modéré	Destruction d'herbier au niveau de la tranchée en zone intertidale et début de zone subtidale	Moyen	Moyen	Moyen
Parc naturel régional du golfe du Morbihan	Haute	Herbier (destruction) et Oiseaux (dérangement)	Moyen	Fort	Moyen
Navigation de commerce	Haute	Interruption du trafic sur la passe de l'île Longue pendant une semaine en ME en automne	Moyen	Fort	Faible
Ostréiculture	Haute	Dérangement et turbidité	Faible	Moyen	Faible
Incidences en phase d'exploitation					
Bruit ambiant	Modérée	Introduction de sons dans l'eau par les hydroliennes en fonctionnement	Faible	Moyen	Faible
Plongée en dérive de l'entrée du golfe en marée montante de ME en avril et octobre	Modérée	Arrêt total de ces pratiques	Moyen	Moyen	Moyen
Incidences en phase de démantèlement					
Bruit ambiant, habitats benthiques, poissons, mammifères marins, oiseaux	Modérée à haute	Augmentation du bruit ambiant de l'ordre de 70 à 100 dB ref. 1 µPa² à la source	Moyen	Moyen	Faible
Parc naturel régional du golfe du Morbihan	Haute	Herbier (destruction) et Oiseaux (dérangement)	Faible	Moyen	Faible
Navigation de commerce	Haute	Interruption du trafic sur la passe de l'île Longue pendant une semaine en ME en automne	Faible	Fort	Faible
Ostréiculture	Haute	Dérangement et turbidité	Faible	Moyen	Faible

Tableau 1 : Incidences brutes notables et incidences nettes (Source : dossier)

Les incidences ont été évaluées dans le dossier sur la base d'une hypothèse de démarrage de l'expérimentation en novembre 2022. Une mise à jour pourrait s'avérer nécessaire si le calendrier du projet devait évoluer (cf. 1.2 du présent avis).

Les incidences de ce projet expérimental ne sont pour la plupart pas significatives. Cette conclusion semble difficile à extrapoler à des parcs plus conséquents ce qui en limite les enseignements.

2.3.1 Incidences en phase d'installation

Qualité des eaux

Les câbles insérés dans des fourreaux seront mis en place par des plongeurs par ensouillage dans les zones où les fonds sont meubles (entre 0 et 1 m CM). Cette opération entraînera une remise en suspension des sédiments dont l'effet est qualifié de faible notamment sur les biocénoses planctoniques.

Environnement sonore sous-marin

Les navires utilisés pour la pose des hydroliennes et des câbles seront à l'origine de bruit dont les niveaux seront supérieurs à la situation « normale » du secteur. Les émergences potentielles sont estimées à plus de 100 dB ref. $1\mu\text{Pa}^2$ à la source, avec un niveau d'effet qualifié de « moyen ».

Biocénoses benthiques

Les effets liés à la destruction directe par l'écrasement lors de la pose des hydroliennes sont très limités compte tenu de la forme des embases, en « pointes-de-diamant », qui limite la surface de contact avec les fonds marins à quelques dizaines de cm^2 .

La pose des câbles conduira à un écrasement des peuplements benthiques sur une surface de 750 m^2 environ dans les zones situées en dessous du niveau des plus basses mers (0 m CM) avec des effets considérés comme limités. Les principales incidences sont attendues au niveau de l'estran et des zones subtidales avec une surface concernée de 265 m^2 au niveau de la zone d'atterrissage des câbles et comme conséquence la destruction de 227 m^2 d'herbiers et de vasières infralittorales, habitats identifiés comme présentant une haute sensibilité.

La localisation des herbiers de zostères détruits n'est pas clairement établie.

L'Ae recommande de compléter le dossier en localisant sur une carte les herbiers de zostères qui seront détruits lors de la phase d'installation.

Poissons, mammifères marins et oiseaux et patrimoine naturel

Les bruits générés par les navires pourront déranger les poissons, les invertébrés et les éventuels mammifères marins présents dans la zone. L'effet est considéré de niveau faible compte tenu des perturbations déjà existantes liées au trafic maritime. Des justifications complémentaires sur le faible niveau d'incidence ont été apportées pour ce qui concerne les mammifères marins et les poissons amphihalins.

Les effets sur les oiseaux liés à la destruction d'habitats (herbiers de zostères) sont considérés de niveau faible compte tenu des surfaces en jeu et des espèces présentes. L'Ae relève néanmoins que

la disparition et la dégradation des habitats alimentaires et notamment des herbiers à zostères sont identifiées comme une menace dans le formulaire standard de données de la ZPS « Golfe du Morbihan ».

Les incidences pour le patrimoine naturel sont qualifiées de fortes dans le cas du Parc naturel régional du golfe du Morbihan en raison de l'impact prévisionnel pour les herbiers et les oiseaux.

Paysage et cadre de vie

Les incidences liées au bruit des moteurs ainsi qu'aux opérations de mise en place des hydroliennes sont qualifiées de moyennes notamment pour les premières maisons du front de falaise de la plage.

Activités socio-économiques

L'installation des hydroliennes nécessitera l'interruption du trafic maritime au niveau de la passe entre l'Île Longue et la pointe du Monténo pendant une durée de moins de sept jours. Il est envisagé de dévier la navigation par une passe secondaire, au nord de l'Île-Longue pour les navires dont le tirant d'eau est inférieur à 3 mètres. Compte tenu de cette possibilité et de la période envisagée pour l'installation, les incidences sont qualifiées de faibles pour la navigation de plaisance et la pêche professionnelle et de négligeables pour le transport de passagers par voie maritime. Les incidences pour la navigation de commerce sont qualifiées de fortes, compte tenu notamment de la difficulté pour les navires d'emprunter le passage « critique » au nord de l'île de Radenec.

Les incidences des travaux sur l'ostréiculture, liées au passage d'engins sur l'estran et à l'augmentation limitée de la turbidité, sont qualifiées de faibles.

2.3.2 Incidences de la phase d'exploitation

Conditions océanographiques, contexte sédimentaire

Les incidences sur les courants, l'état de la mer ont fait l'objet d'études approfondies. Les incidences sont qualifiées de faibles dans les deux cas.

Le projet conduirait à modifier la vitesse des courants jusqu'à 20 % aux abords immédiats des hydroliennes. Au-delà de 500 m, l'atténuation des courants serait inférieure à 5 %. Les hauteurs des vagues pourraient être augmentées ou atténuées localement mais les effets sont d'une importance et d'une emprise très limitées. Par ailleurs, la modification des courants n'affecterait pas significativement le transport sédimentaire en suspension au niveau du site d'étude ni l'évolution du littoral.

Qualité de l'eau

La protection contre la corrosion des hydroliennes est assurée par une peinture, ayant également pour fonction d'empêcher le développement des algues et des coquillages (peinture dite « antifouling »), et par des anodes galvaniques. L'érosion progressive des anodes va permettre la formation d'un courant électrique constituant ainsi une protection cathodique des parties métalliques. Les masses des anodes sont respectivement de 0,75 t dans le cas de l'hydrolienne avec embase mixte acier / béton et de 5,3 t dans le cas de l'hydrolienne avec embase acier.

La présence de peinture²⁸ et d'anodes sacrificielles est à l'origine du relargage d'éléments chimiques susceptibles de provoquer une altération de la qualité des eaux.

Le dossier présente une évaluation de l'écotoxicité en utilisant les valeurs définissant le seuil sans effet dites « PNEC » (pour « *Predicted No Effect Concentration* »). Une demi-sphère d'influence théorique autour de l'hydrolienne est déterminée en prenant en compte les flux journaliers de chaque substance, la valeur PNEC et en supposant qu'il n'y ait aucun mouvement de masse d'eau. Il s'agit du volume d'eau théorique où la concentration du PNEC serait atteinte au bout d'une journée, en prenant comme hypothèse que la molécule étudiée est entièrement solubilisée et que la masse d'eau ne se déplace pas.

Dans le cas de la peinture, les trois produits majeurs susceptibles d'affecter le milieu marin sont le pyrithione, le tralopyril et l'oxyde de zinc²⁹. Le rayon de la demi-sphère d'influence théorique, centrée sur l'hydrolienne, est respectivement au maximum de 21 m, 78 m et 5 m³⁰.

Dans le cas des anodes sacrificielles, les métaux susceptibles d'être relargués sont majoritairement de l'aluminium, sous forme de précipité d'hydroxyde d'aluminium, dans une moindre mesure du zinc, également sous forme d'hydroxyde qui aura tendance à se lier avec la matière organique, et à l'état de traces, de l'indium.

Les rayons des demi-sphères d'influences théoriques sont de 15 m pour le zinc et de 1,37 m pour l'indium dans le cas de l'hydrolienne avec embase acier. Les valeurs sont dix fois inférieures dans le cas de l'hydrolienne avec embase mixte.

Sur la base des volumes d'influence ainsi calculés, il est considéré que les incidences du relargage de métaux ou de substances chimiques seront faibles compte tenu de l'importance des courants qui contribueront à une dilution très rapide des molécules biocides.

Dans le cas de l'aluminium, il est considéré que le précipité d'hydroxyde d'aluminium va se disperser à cause du courant et se diffuser sous forme particulaire dans le milieu et qu'il n'aura pas d'effet sur les organismes vivants.

Ces conclusions sont probablement crédibles pour l'expérimentation mais difficilement transposables à un projet plus conséquent.

Des éléments complémentaires ont été apportés pour comparer les incidences des protections par anodes sacrificielles et des peintures antifouling des hydroliennes avec celles des navires fréquentant le golfe. Les quantités d'anodes et de peinture étant respectivement mille fois et cinq cents fois plus importantes pour les navires, le complément d'étude d'impact conclut au caractère inopérant d'un suivi pour mesurer l'impact des hydroliennes sur la qualité de l'eau ou des sédiments.

L'étude d'impact initiale n'indique pas si la possibilité d'utiliser une protection cathodique par courant imposé, qui est devenue l'option privilégiée pour les éoliennes en mer, a été envisagée.

²⁸ La peinture A89 TPL qui est utilisée a été conçue spécifiquement pour les hydroliennes du projet expérimental par l'entreprise Nautix. Il s'agit d'une peinture dite SPC (pour l'anglais « *Self-Polishing Copolymer* ») qui a la particularité de s'éroder en surface par hydrolyse des chaînes polymères en contact avec l'eau.

²⁹ Ces trois molécules représentent respectivement 4 %, 4 % et 3 % de la masse humide du produit.

³⁰ Ces valeurs correspondent au cas de l'hydrolienne avec embase acier ; elles sont légèrement inférieures dans le cas de l'hydrolienne avec embase mixte acier / béton.

Cette solution permettrait pourtant d'éviter la dissolution de métaux liée à la consommation des anodes sacrificielles et de réduire les incidences sur la qualité des eaux.

Les compléments apportés à l'étude d'impact initiale comparent une protection par anodes sacrificielles et une protection par courant imposé. Une protection par courant imposé requiert un suivi beaucoup plus important, s'avère plus fragile, requiert une alimentation extérieure, est plutôt adaptée aux matériels à longue durée de vie et n'est pas exempte d'effets toxiques de proximité par électro-chloration de l'eau de mer.

L'environnement sonore sous-marin

Les bruits générés par les navires lors des éventuelles interventions de maintenance correctives et de suivi sont du même ordre de grandeur que ceux observés lors de la phase d'installation avec des émergences pouvant être de l'ordre de 70 dB ref. $1\mu\text{Pa}^2$.

Les bruits générés par le fonctionnement des hydroliennes ont été modélisés. Le niveau acoustique large bande au niveau des hydroliennes est de 154,1 dB ref. $1\mu\text{Pa}^2$ dans la bande 10Hz–70kHz. L'empreinte sonore s'étend sur une surface totale de 3,25 km² et peut être perçue jusqu'à une distance maximale de 3 km. Les incidences prévisionnelles sont qualifiées de faibles, mais il s'agit, du point de vue de l'Ae, d'une question importante à laquelle le suivi de l'expérimentation doit répondre (cf. 2.6).

Milieu biologique

Pour les poissons, le dossier indique sur la base de données bibliographiques, que des dérangements comportementaux³¹ pourraient débiter à partir d'un seuil de 130 dB ref. $1\mu\text{Pa}^2$, soit une distance de l'ordre de 50 mètres des hydroliennes. Il conclut que le dérangement comportemental n'induit pas d'effets barrière empêchant le transit des animaux entre le golfe et la baie de Quiberon. Il conclut également, sur la base du suivi réalisé pour les hydroliennes dans le Fromveur, que l'effet lié au risque de collision serait négligeable.

Pour les mammifères marins, les distances de dérangement comportemental maximales autour de l'hydrolienne sont estimées à 8 m compte tenu des bandes de fréquence à prendre en considération pour les espèces concernées. Les risques de collision seraient de niveau négligeable selon les données bibliographiques mais ce point n'a pas pu être confirmé dans le cadre de l'expérimentation menée au Fromveur.

Les incidences sur des oiseaux plongeant (Grand cormoran) sont considérées comme improbables et négligeables.

Activités socio-économiques

L'exploitation des hydroliennes n'a aucun effet sur le trafic maritime.

³¹ Les dérangements rapportés dans la littérature sont de nature très diverse allant de risques de collision avec les hydroliennes, à des comportements d'évitement voire à une augmentation de la densité de poissons à proximité de l'hydrolienne.

La zone d'implantation n'est pas une zone travaillée aux engins dormants : elle se trouve en effet en plein chenal de navigation. Le projet aura donc une incidence négligeable sur la pêche embarquée professionnelle.

La zone même des deux hydroliennes sera interdite à la plongée de loisir sur un secteur à déterminer par le préfet maritime. Il est indiqué que la zone d'exclusion pourrait être de 20 à 50 m de rayon autour de chaque turbine. Le dossier ne précise pas comment cette distance a été déterminée ni comment l'interdiction sera mise en œuvre.

Les activités de plongées dérivantes seront interdites. Les incidences sont considérées comme moyennes compte tenu du nombre de plongées concernées en cet endroit.

Énergie et émission de gaz à effet de serre (GES)

L'étude d'impact initiale présente, dans le cadre d'une analyse de cycle de vie, des estimations pour la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre³². Cette analyse prend en compte les deux turbines de 8 mètres de diamètre ainsi que leurs embases et les câbles d'export. Elle intègre l'extraction des matières premières, la fabrication et le transport des différents éléments, les opérations d'installation en mer, l'exploitation des hydroliennes, leur démantèlement, le recyclage et le traitement des déchets résiduels en fin de vie.

Des compléments ont été apportés à cette première évaluation, tenant compte du remplacement des gaines de plomb par des gaines en aluminium, et évaluant de façon précise l'impact d'une embase hybride acier-béton, moindre que ceux d'une embase acier sur les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.

Les flux comptabilisés sont rapportés à la production d'un kilowattheure d'électricité injectée sur le réseau électrique français. Compte tenu du caractère expérimental de l'installation, les résultats obtenus sont élevés avec 3,55 kWh/kWh injecté (l'énergie consommée est supérieure à celle produite) et 772 gCO_{2e}/kWh injecté (à comparer à 60 gCO_{2e}/kWh en 2020 pour l'électricité consommée en France continentale³³). Ceci est lié en premier lieu à la durée limitée à trois ans et d'autre part à la taille limitée des hydroliennes.

Le dossier précise que le « *retour énergétique* » (le temps nécessaire pour amortir la consommation d'énergie liée à l'ensemble du cycle de vie de l'installation) est de 10 ans et 8 mois alors que la durée de vie prévue est comprise entre 25 et 30 ans. Ce temps de retour pourrait être réduit à 5 ans pour des hydroliennes de 1 MW. Pour les GES, il faut attendre 26 ans pour que les gains liés à une moindre émission de GES dans la production d'électricité compensent les émissions de GES liées à la fabrication des hydroliennes. Cette durée est ramenée à 10 ans dans le cas d'une hydrolienne de 1 MW.

Les estimations fournies correspondent au cas de l'hydrolienne avec embase acier. Une embase mixte ne modifie toutefois pas fondamentalement ces données (différence de consommation énergétique de 895 MWh à rapporter à une consommation totale de 8 839 MWh, différence

³² Cette analyse fournit également des évaluations pour les paramètres suivants : potentiel d'acidification, écotoxicité (eau douce), potentiel d'eutrophisation des milieux aquatiques, toxicité pour l'homme (substances cancérigènes), toxicité pour l'homme (substances non cancérigènes), émission de composés ionisants, potentiel d'eutrophisation du milieu marin, potentiel de diminution de la couche d'ozone, émissions de particules en suspension, formation d'oxydants photochimiques, potentiel d'eutrophisation terrestre.

³³ France métropolitaine hors Corse.

d'émissions de GES de 67 tCO_{2e} à rapporter à des émissions de 1 338 tCO_{2e}). Les résultats sont détaillés pour les différentes phases du cycle de vie s'agissant d'une embase acier dans le tableau ci-après.

	Consommation d'énergie (MWh)	Émissions de gaz à effet de serre (tCO _{2e})
Extraction	3 720	221
Fabrication	1 270	67
Transport	265	65
Installation et démantèlement	3 580	961
Fin de vie	4	24
Total	8 839	1 338

Tableau 2 : Consommation d'énergie et émissions de GES par phase du cycle de vie pour l'hydrolienne avec embase acier (Source : dossier)

La fabrication ne représenterait que 14 % de la consommation totale d'énergie et 5 % des émissions de gaz à effet de serre. Ce résultat intègre des hypothèses sur le recyclage des matériaux de 100 % pour la fonte, le cuivre et le fer, de 95 % pour l'aluminium et de 80 % pour l'acier. Le pourcentage de béton recyclé n'est pas indiqué. Les résultats effectivement obtenus en matière de recyclage peuvent avoir de fortes incidences.

Par ailleurs, selon les données publiées par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie dans la Base carbone, les émissions de GES nécessaires à la fabrication de 81 t d'acier sont de 180 tCO_{2e} sans prise en compte du recyclage et de 97 tCO_{2e} avec prise en compte du recyclage. Ces niveaux sont nettement supérieurs à ceux indiqués dans le dossier, qui cite dans les compléments à l'étude d'impact l'origine des données prises en compte, pour la fabrication de la totalité de l'hydrolienne dont l'acier ne représente pourtant que 25 % de la masse totale.

L'Ae recommande de présenter les résultats en identifiant les émissions évitées, en particulier celles liées au recyclage des matériaux.

2.3.3 Incidences de la phase de démantèlement

Les matériels nécessaires pour le démantèlement sont similaires à ceux utilisés pour l'installation (navire de taille moyenne pour l'enlèvement des hydroliennes par grutage, treuil ou tractopelle pour le désensouillage des fourreaux entourant les câbles au niveau de l'estran, etc.).

Les effets attendus sur l'environnement sonore sous-marin, les habitats benthiques, les poissons, les mammifères marins, les oiseaux, le patrimoine naturel, la navigation de commerce et l'ostréiculture sont similaires à ceux identifiés pour la phase d'installation ou d'un niveau plus faible dans la mesure où le démantèlement ne conduira pas à la destruction de surfaces d'herbiers supplémentaires. Les recommandations faites précédemment pour l'installation sont ainsi valables pour le démantèlement.

2.3.4 Les effets cumulés

L'analyse des effets cumulés prend en compte les projets ayant fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale et d'une enquête publique. Le seul projet identifié comme pouvant avoir des effets

cumulés est celui du dragage et de la modernisation de l'aire de carénage du port du Crouesty mais les travaux ayant d'ores et déjà été réalisés, les effets cumulés sont considérés comme nuls.

Les projets ayant fait l'objet d'un avis de la mission régionale de l'autorité environnementale (MRAe) Bretagne ou de l'Ae au cours des années 2020 et 2021 sont également pris en considération. La période retenue mériterait d'être élargie.

L'Ae recommande d'étendre la période prise en compte pour l'analyse des effets cumulés des projets ayant fait l'objet d'un avis par la mission régionale de l'autorité environnementale (MRAe) Bretagne ou par l'Ae.

S'agissant des interactions avec des activités existantes, le dossier mentionne que les nuisances sonores générées par les hydroliennes en phase d'exploitation, bien que relativement limitées, se cumuleront aux nuisances sonores produites par le trafic maritime. Il n'est en revanche pas fait mention du cumul des incidences sur les herbiers des activités existantes et du projet, malgré la présence dans l'anse du Monténo de mouillages pour les navires de plaisance et d'activités ostréicoles. L'Ae revient sur ce point au § 2.4 du présent avis.

Le dossier présente par ailleurs une analyse de la compatibilité du projet avec certains plans et programmes ³⁴. Cette analyse devrait être étendue au schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires adopté le 18 décembre 2020 ainsi qu'au plan climat air énergie territorial.

2.4 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces incidences

Les mesures définies pour éviter et réduire les incidences significatives identifiées sont :

- la réduction du bruit sous-marin et de ses incidences grâce notamment au choix des navires de pose, à l'utilisation des navires « chiens de garde » pour permettre un effarouchement des espèces les plus sensibles et à l'intervention d'un observateur lors de la pose pour repérer la présence éventuelle de mammifères marins ;
- la réduction des incidences du roulement d'engins sur les végétations et les habitats au niveau de la plage et de l'estran en définissant et en matérialisant le parcours devant être emprunté ;
- la réduction de la durée des travaux pour limiter les incidences sur les activités ostréicoles.

Le dossier prévoit par ailleurs d'adapter les horaires de travaux afin de limiter les impacts sur le trafic de commerce et notamment le passage du navire assurant la liaison Vannes-Belle-Île.

Dans le cas des herbiers de zostères, les incidences nettes résiduelles sont significatives. Une mesure de compensation est donc proposée.

La surface d'herbiers détruit est estimée en prenant en compte la surface d'herbiers et de vasière (en tant qu'habitat d'herbiers) située au droit du câble, soit 227 m². La surface de compensation est calculée avec un facteur multiplicateur de trois afin de prendre en compte les difficultés réelles de

³⁴ Les documents pris en compte à ce titre sont la charte du parc naturel régional du golfe du Morbihan, le plan d'action pour le milieu marin (PAMM), le document stratégique de façade (DSF), le schéma de mise en valeur de la mer (SMVM) du golfe du Morbihan, le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage), le schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) et la trame verte et bleue du golfe du Morbihan.

la restauration d'habitats en mer. Ce coefficient est indiqué comme étant issu de la littérature sans que la source ne soit néanmoins précisée.

La mesure de compensation proposée s'appuie sur les travaux engagés dans le cadre du schéma de mise en valeur de la mer (SMVM) du golfe du Morbihan qui prévoit la mise en place progressive de systèmes de mouillage à faible impact sur les herbiers, dans les zones de mouillage abritant une superficie significative d'herbiers de zostère marine.

L'anse du Monténo fait partie des zones identifiées comme soumises à des décapages par les mouillages (cf. figure 7). Le renouvellement de 50 % environ des 108 mouillages avec des équipements « innovants » a été inscrit dans la demande de renouvellement de l'autorisation d'occupation temporaire relative aux zones de mouillages et équipements légers de la commune d'Arzon déposée en décembre 2020.

La mesure de compensation dans le cadre du projet expérimental consiste à équiper 21 mouillages supplémentaires avec ces mêmes équipements « innovants ».



Figure 7 : Impact visible du décapage par les mouillages fixes dans l'anse du Monténo (Source : dossier)

Les mouillages innovants reposent sur le principe d'un système de flottabilité immergé permettant de maintenir la chaîne en hauteur même à marée basse, et/ou de réduire sa longueur, ce qui limite le ragage³⁵ sur les fonds (cf. figure 8).

³⁵ Détérioration des fonds par frottement

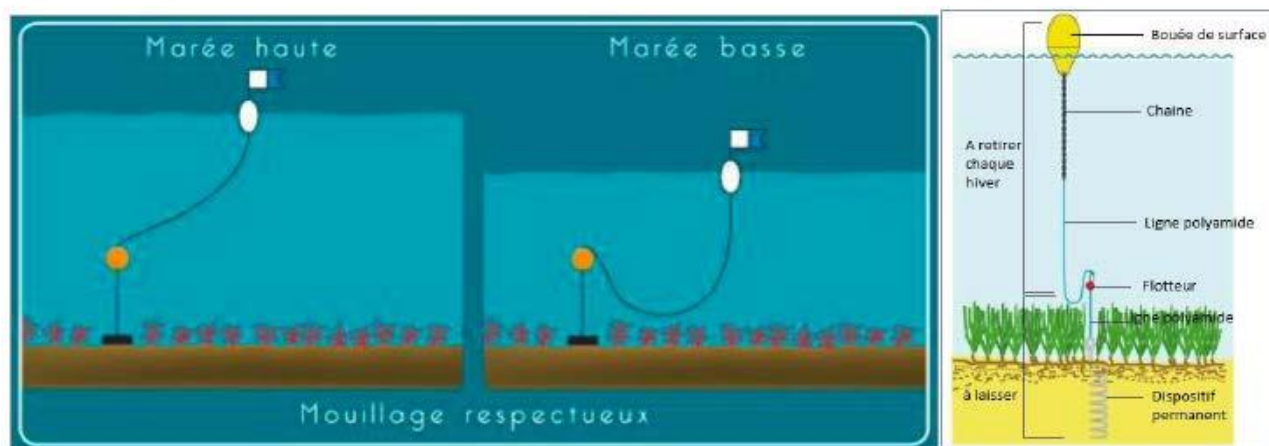


Figure 8 : principe du mouillage de moindre impact

La mesure telle qu'elle est proposée doit être améliorée :

- les éléments présentés dans le dossier ne sont pas suffisamment précis pour pouvoir s'assurer du bien-fondé de l'estimation des surfaces d'herbiers détruites, un relevé détaillé est prévu dans le cadre de la mise en œuvre de la mesure mais celui-ci devrait être réalisé préalablement de façon à confirmer la faisabilité et la pertinence de la proposition ;
- le dossier initial ne fournit pas d'information suffisamment détaillée sur la position des mouillages par rapport aux zones d'herbiers et il n'identifie pas les 21 mouillages concernés par la mesure de compensation³⁶. Des compléments ont été apportés sur cette question ;
- l'estimation de la surface d'herbiers reconstitués grâce à la mise en place d'un mouillage innovant (32 m² par mouillage) est présentée comme conservatrice mais elle ne prend pas en compte les effets résiduels (le phénomène de ragage n'est pas totalement supprimé et des interventions dans la zone sont nécessaires chaque hiver) ;
- le document stratégique de façade Nord-Atlantique Manche Ouest (NAMO) prévoit au titre de l'objectif opérationnel D01-HB-OE05 qu'aucune demande de renouvellement de mouillage générant une abrasion des herbiers de zostères ne soit accordée à partir de 2026. Le remplacement des mouillages actuels par des mouillages innovants est donc d'ores et déjà prévu à terme.

Des éléments complémentaires sont nécessaires afin de démontrer que la mesure de compensation répond aux objectifs fixés.

L'Ae recommande de préciser, et le cas échéant de compléter, la mesure de compensation relative aux herbiers de zostères afin de garantir que celle-ci répond effectivement à l'objectif de compensation d'une surface au moins trois fois égale aux surfaces détruites.

L'Ae relève que la destruction d'une partie de l'herbier de zostères intervient dans un secteur soumis à de nombreuses pressions anthropiques dont notamment la navigation de plaisance et les activités ostréicoles (cf. 2.3.4 du présent avis). Il pourrait être nécessaire d'envisager une réduction des activités, par exemple la réduction du nombre de postes de mouillage, afin de maintenir la pression cumulée dans des limites acceptables.

L'Ae relève enfin que le calendrier proposé n'est pas compatible avec la reconstitution d'une surface d'herbier équivalente à celle qui sera détruite avant la réalisation du projet.

³⁶ Il n'est pas possible en l'état de savoir combien de mouillages de l'anse du Monténo se situent au droit des herbiers.

Au-delà des mesures d'évitement, de réduction et de compensation, quatre mesures d'accompagnement sont prévues : la création et mise en place d'un comité local d'information et de suivi, une étude sur le bruit sous-marin des travaux d'installation et de l'exploitation, un programme de suivi environnemental sur le comportement des poissons aux abords d'une hydrolienne et une aide financière aux clubs de plongées pratiquant la plongée dérivante pour leur « transition écologique ».

2.5 Évaluation des incidences Natura 2000

Le dossier présente une évaluation approfondie des incidences pour la zone spéciale de conservation « Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys » dans laquelle le projet s'inscrit et la zone de protection spéciale « Golfe du Morbihan » située à proximité.

La seule incidence significative identifiée est la destruction des 227 m² d'herbiers de zostères pour laquelle le dossier rappelle les mesures de réduction et de compensation prévues. Le dossier conclut que les mesures de réduction et de compensation mises en œuvre dans le cadre de ce projet permettent de ne pas porter atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces des deux sites Natura 2000. L'Ae rappelle que les mesures de compensation ne sont pas à prendre en compte pour apprécier l'atteinte à l'état de conservation du site Natura 2000, ce qui devrait conduire à renforcer les mesures d'évitement et de réduction.

Comme indiqué précédemment, les éléments fournis concernant les variantes ne permettent pas de démontrer la pertinence de la solution choisie. L'absence de solutions envisageables autres que celle retenue permettant de supprimer ou de réduire les effets dommageables identifiés n'est pas démontrée alors qu'il s'agit d'une obligation dans le cas des sites Natura 2000 (cf. l'article R. 414-23 du code de l'environnement).

L'Ae recommande de démontrer l'absence d'atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces du site Natura 2000 ZSC « Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuys ».

Il convient par ailleurs, comme recommandé au 2.4 du présent avis de préciser, et le cas échéant de compléter, la mesure de compensation relative aux herbiers de zostères.

2.6 Suivi du projet, de ses incidences, des mesures et de leurs effets

Le caractère expérimental du projet confère une importance majeure au suivi dans la mesure où les résultats apportés par les différentes mesures de suivi et d'accompagnement devront permettre d'améliorer l'évaluation des impacts de futurs projets d'échelle industrielle.

Plusieurs suivis sont prévus à ce stade :

- pendant le chantier, suivi du bruit sous-marin, suivi des herbiers (cartographie aérienne par drone), suivi de la production des parcs ostréicoles ;
- pendant la phase d'exploitation, suivi du bruit sous-marin, suivi de la faune au voisinage d'une hydrolienne (caméra sous-marine), mesure du champ électromagnétique. Le suivi des herbiers sera poursuivi.
- pendant et après la dépose, mesure du bruit sous-marin et suivi des herbiers. Ce suivi des herbiers devrait être poursuivi au-delà de 2025.

Le suivi de la faune au voisinage d'une hydrolienne constitue un point important de l'expérimentation dans la mesure où les données bibliographiques sur les incidences sont considérées comme incertaines. Il est envisagé la réalisation de quatre campagnes d'une durée d'un mois chacune, il n'est pas prévu de suivi en continu. Il serait utile de préciser les contraintes conduisant à ce choix ainsi que les options envisagées pour le traitement des données.

L'Ae recommande de préciser les raisons ayant conduit au choix de quatre campagnes mensuelles pour le suivi de la faune marine ainsi que le mode de traitement des données envisagé et de poursuivre le suivi des herbiers à zostères au-delà de 2025 afin d'évaluer la restauration naturelle possible des herbiers.

Dans les compléments apportés, le maître d'ouvrage s'engage à mettre en place une nouvelle mesure de suivi pour les oiseaux marins qui sera fondée sur le protocole présenté dans l'étude de Bretagne Vivante, comprenant la caractérisation au cours du temps de la présence d'oiseaux plongeurs, de la diversité spécifique, des effectifs et du comportement sur site.

Le dossier précise que les protocoles de chaque suivi avec les efforts d'échantillonnage, les matériels et méthodes employés seront précisés en début du chantier, sur la base de ceux qui ont été déjà mis en œuvre dans le cadre de l'état initial et après consultation du comité local d'information et de suivi (CLIS) qui sera mise en place dans le cadre du projet. L'Ae rappelle l'enjeu que ce suivi ne se limite pas à constater les incidences du projet, mais qu'il permette d'extrapoler ses résultats notamment par modélisation pour un nombre d'hydroliennes et des puissances plus importantes.

2.7 Résumé non technique

Le résumé non technique de quatre-vingts pages est clair et abondamment illustré. Il permet toutefois difficilement de comprendre les choix effectués pour le tracé du câble au point d'atterrissage.

L'Ae recommande de prendre en compte dans le résumé non technique les conséquences des recommandations du présent avis et de mieux expliquer le choix du tracé du câble d'atterrissage.