



## Le projet éolien en mer de la baie de Saint-Brieuc



Porter à connaissance  
des évolutions du projet

*30 octobre 2017*



Avertissement: ce document a été préparé par Ailes Marines SAS (« Ailes Marines »). Ailes Marines ne saurait consentir une quelconque garantie relative à l'exactitude ou au caractère exhaustif de ce document ni à la méthodologie employée ou la teneur de son contenu, ni au statut du présent document. Ailes Marines n'assumera aucune responsabilité au titre des informations contenues dans ce document et tout destinataire de ce document prenant une décision sur la base de celui-ci sera seul responsable de sa décision sans que ce destinataire, ou toute autre personne à laquelle ce dernier aurait transmis ce document, ne puisse rechercher sur cette base la responsabilité d'Ailes Marines ou de l'une quelconque des sociétés du groupe auquel Ailes Marines appartient. Toute personne destinataire de ce document s'engage à considérer les informations dudit document comme strictement confidentielles.

Disclaimer: This document ("Report") has been prepared by Ailes Marines SAS ("Ailes Marines"). Ailes Marines shall not be deemed to make any representation regarding the accuracy, completeness, methodology, reliability or current status of any material contained in this ("Report"), nor does Ailes Marines assume any liability with respect to any matter or information referred to or contained in the Report. Any person relying on the Report ("Recipient") does so at their own risk, and neither the Recipient nor any party to whom the Recipient provides the Report or any matter or information derived from it shall have any right or claim against Ailes Marines or any of its affiliated companies in respect thereof. Recipient shall treat all information in the Report as confidential.

*Ailes Marines SAS, 40-42 Rue la Boétie 75008 Paris, France 538 781 857 RCS Paris*

**Porter à connaissance des évolutions du projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc**

*Ce document et l'information qu'il contient sont la propriété Ailes Marines SAS (consortium créé par RES et Iberdrola). Il ne sera pas utilisé pour toute autre fin que celle pour laquelle il a été fourni. Droits d'auteur RES & IBERDROLA – Tous droits réservés. Ne pas divulguer sans autorisation.*



## Sommaire

<b>1.</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIPTION DES NOUVELLES CARACTERISTIQUES DU PROJET .....</b>	<b>8</b>
2.1	LES EOLIENNES .....	8
2.2	LES FONDATIONS .....	11
2.3	LA SOUS-STATION ELECTRIQUE.....	13
2.4	TABLEAU RECAPITULATIF ET COMPARATIF.....	14
<b>3.</b>	<b>MISE A JOUR DE L’EVALUATION DES EFFETS ET IMPACTS DU PROJET SUR L’ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>17</b>
3.1	INCIDENCE DES MODIFICATIONS SUR L’ANALYSE DES EFFETS ET IMPACTS EN PHASE DE CONSTRUCTION.....	18
3.2	INCIDENCE DES MODIFICATIONS SUR L’ANALYSE DES EFFETS ET IMPACTS EN PHASE D’EXPLOITATION.....	27
<b>4.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>43</b>
<b>5.</b>	<b>ANNEXES TECHNIQUES .....</b>	<b>45</b>



## Liste des figures

Figure 1 : Illustration de l'éolienne (Siemens Gamesa Renewable Energy)..... 8

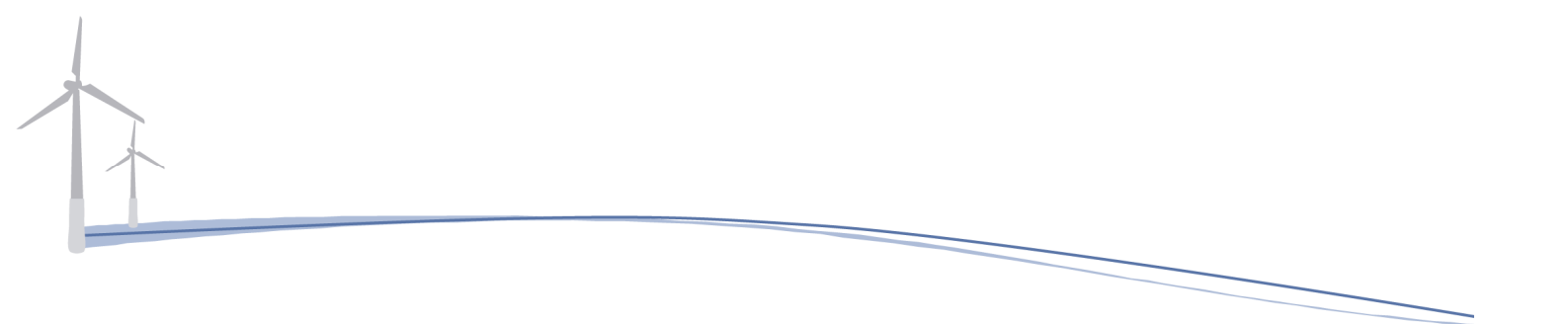
Figure 2 : Illustration d'une fondation jacket de section triangulaire (Ailes Marines) ..... 11

Figure 3 : Niveaux acoustiques large bande pour un scénario d'installation intense (forage + battage) ..... 22

Figure 4 : Contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc en phase d'exploitation (en haut : éolienne AD8, en bas : éolienne D8) (SETEC, 2015 et 2017)..... 32

Figure 5 : Exemple de relation entre le risque de collision (sans évitement) et la vitesse de rotation des pales pour une éolienne de 5 MW et pour le Fou de Bassan (Band, 2012) ..... 37

Figure 6 : Comparaison des dimensions des modèles d'éolienne AD8 (ADWEN) et D8 (SGRE) (Atelier de l'Isthme et Géophom)..... 40



## Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Principales caractéristiques de l'éolienne D8 (Ailes Marines)</i> .....	9
<i>Tableau 2 : Fluides présents dans l'éolienne D8</i> .....	10
<i>Tableau 3 : Dimensions de la fondation jacket de section triangulaire (Ailes Marines)</i> .....	11
<i>Tableau 4 : Caractéristiques des pieux en fonction des conditions de sol rencontrées (Ailes Marines)</i> .....	12
<i>Tableau 5 : Surfaces impactées en fonction du type de pieu (Ailes Marines)</i> .....	12
<i>Tableau 6 : Comparaison des caractéristiques du projet version initiale et version modifiée (Ailes Marines)</i> .....	15
<i>Tableau 7 : Analyse sommaire des implications de l'évolution du projet sur les différents volets de l'étude d'impact en phase de construction (BIOTOPE)</i> .....	19
<i>Tableau 8 : Durée des opérations d'installation des pieux (Ailes Marines, BIOTOPE)</i> .....	21
<i>Tableau 9 : Synthèse de l'analyse détaillée des impacts en phase de construction et comparaison des niveaux d'impacts initiaux et actuels sur les compartiments d'intérêt (Ailes Marines) (la couleur bleue indique qu'aucun changement n'intervient entre les impacts initiaux et actualisés)</i> .....	26
<i>Tableau 10 : Analyse sommaire des implications de l'évolution du projet sur les différents volets de l'étude d'impact en phase d'exploitation (BIOTOPE)</i> .....	28
<i>Tableau 11 : Mortalité annuelle due aux collisions calculée avec l'option 3 du modèle et pour un taux d'évitement variable selon les espèces et suivant les préconisations de Maclean et al. (2009) et MORL (2012)</i> .....	38
<i>Tableau 12 : Synthèse de l'analyse détaillée des impacts en phase d'exploitation et comparaison des niveaux d'impacts initiaux et actuels sur les compartiments d'intérêt (Ailes Marines) (bleu : aucun changement, vert : impact revu à la baisse, orange : impact revu à la baisse, entre les impacts initiaux et actualisés)</i> .....	42



## 1. Introduction

Le 18 avril 2017, le Préfet des Côtes-d'Armor a délivré à Ailes Marines SAS les autorisations administratives nécessaires à la construction et à l'exploitation du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, à savoir :

- L'arrêté n°2017/6 portant approbation de la convention de concession d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports mentionnée à l'article R. 2124-1 du Code général de la propriété des personnes publiques ;
- L'arrêté n°2017/7 portant autorisation unique pour les installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) soumis à autorisation au titre de l'article L. 214-3 du Code de l'environnement et valant dérogation au titre du 4° de l'article L. 411-2 du Code de l'environnement ;
- L'arrêté n°2017/8 portant approbation du projet d'ouvrage électrique privé (APO).

Les principales caractéristiques du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, décrit plus complètement au chapitre 1 « Description du Projet » de l'étude d'impact déposée en préfecture des Côtes-d'Armor le 23 octobre 2015, sont rappelées ci-après :

- 62 éoliennes de 8 MW posées sur des fondations de type jacket ;
- Un réseau de câblages inter-éoliennes ;
- Une sous-station électrique en mer ;
- Un mât de mesure.

Les éoliennes autorisées sont des turbines de type AD8 fournies par la société Adwen, dont l'actionnaire était, en dernier lieu, la société Gamesa.

Suite à la fusion des sociétés Gamesa et Siemens Wind Power, effective depuis avril 2017, la nouvelle entité nommée Siemens Gamesa Renewable Energy, est maintenant l'unique actionnaire d'Adwen.

Suite à la création de cette entité, Adwen a récemment informé Ailes Marines que son nouvel actionnaire a décidé de stopper la commercialisation de l'éolienne AD8. Adwen propose désormais à ses clients une éolienne de même puissance basée sur la technologie Siemens 8 MW Direct Drive D8 « mark IV » (appelée SWT-8.0-167 ou D8, dans la suite du présent document).

Ce choix stratégique de son fournisseur a conduit la société Ailes Marines, désireuse de ne pas compromettre ni retarder la réalisation de son projet, à le faire évoluer en ce sens. Conformément aux stipulations du cahier des charges, elle a porté à la connaissance du Ministre de la Transition écologique et solidaire ce changement des caractéristiques de son projet.

En réponse à cette demande, le Ministère a adressé un courrier à Ailes Marines SAS dans lequel il indique approuver le changement de modèle d'éolienne.



Par ailleurs, les dernières études techniques réalisées dans le cadre du projet permettent à Ailes Marines SAS d'améliorer le dimensionnement et le design des fondations et de la sous-station électrique en mer, afin de correspondre au mieux aux conditions du site, en privilégiant :

- Une fondation à base triangulaire pour les 62 éoliennes et le mât de mesure ;
- Une sous-station électrique en mer à refroidissement à air.

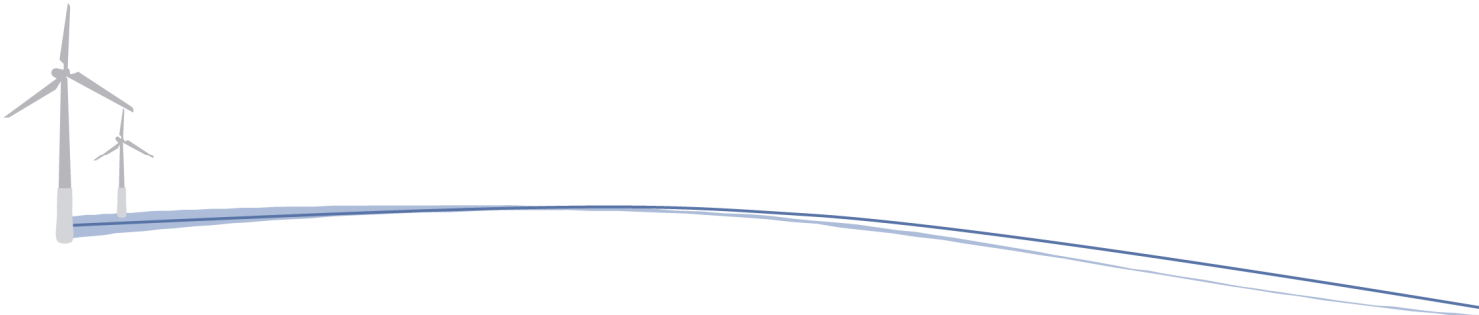
L'objet du présent document est de porter à la connaissance du préfet des Côtes-d'Armor les modifications envisagées ainsi que leurs conséquences sur l'évaluation environnementale du projet, conformément aux dispositions de l'article R. 181-46-II du Code de l'environnement. La comparaison avec les caractéristiques et les incidences du projet initialement autorisé permet à Ailes Marines de conclure à l'absence de modification substantielle de l'autorisation délivrée.

Par ailleurs, Ailes Marines SAS saisit le CGEDD<sup>1</sup> de ces modifications dans le cadre de l'examen au cas par cas, conformément à l'article R. 122-2-II du Code de l'environnement.

Il est important de préciser que l'autorisation d'occupation du domaine public maritime et l'approbation du projet d'ouvrage ne sont pas concernées par cette demande qui ne concerne que l'autorisation unique IOTA.

---

<sup>1</sup> Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable.



## 2. Description des nouvelles caractéristiques du projet

Ce chapitre n'a pas vocation à présenter dans le détail l'ensemble des caractéristiques techniques du projet mais uniquement à **mettre en évidence les modifications apportées par rapport au projet initial** autorisé par arrêté n°2017/7 du 18 avril 2017 et décrit de manière exhaustive dans l'étude d'impact (Cf. Chapitre 1 – « Description du Projet »).

Un tableau comparatif du projet initial et du projet modifié est présenté en 2.4.

### 2.1 Les éoliennes

#### 2.1.1 Les caractéristiques des éoliennes D8

Le nouveau type d'éolienne retenu est le modèle D8 d'une puissance nominale de 8 MW, fourni par Siemens Gamesa Renewable Energy.

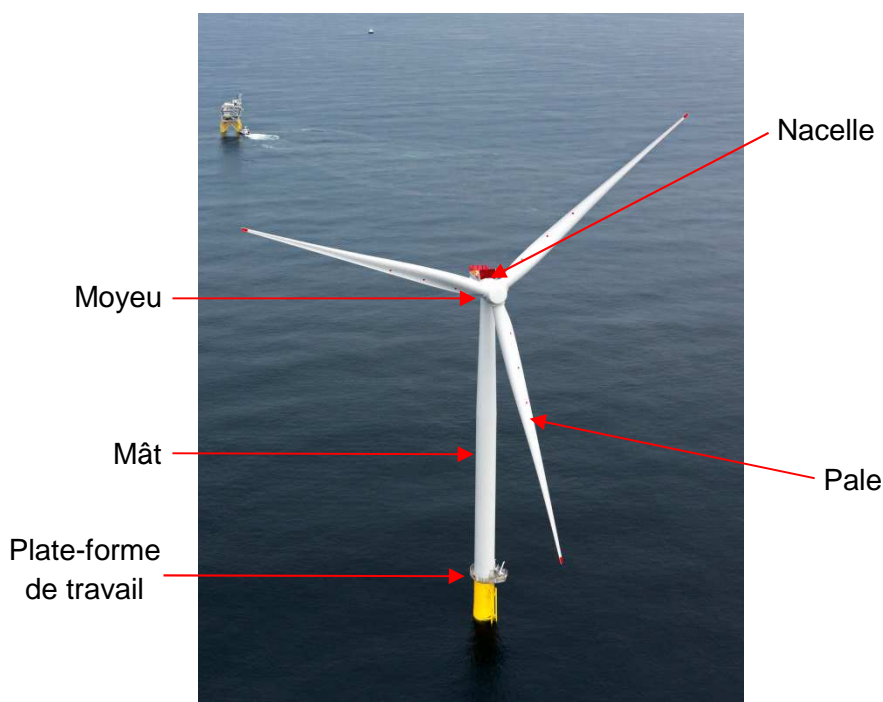


Figure 1 : Illustration de l'éolienne (Siemens Gamesa Renewable Energy)





Les principales caractéristiques de l'éolienne D8 sont les suivantes :

	Dimensions (m)
Hauteur de la tour	90
Diamètre maximal de la tour à la base	6
Diamètre du rotor	167
Longueur de la nacelle + moyeu	22
Hauteur de la nacelle + moyeu	10

	Cote (m) calculée par rapport aux Plus-Basses-Mers Astronomiques (PBMA)	Cote (m) calculée par rapport aux Plus-Hautes-Mers Astronomiques (PHMA)
Hauteur du moyeu	123,7	112,1
Hauteur sous pale	40,2	28,6
Hauteur en bout de pale	207,2	195,6
Hauteur de la plateforme de travail	28	16,4

Tableau 1 : Principales caractéristiques de l'éolienne D8 (Ailes Marines)

Les hauteurs proposées permettent la mise en sécurité de l'éolienne, de la navigation maritime et du personnel évoluant sur la plateforme de travail. La hauteur minimale sous pale est de 28,6 m par rapport aux Plus-Hautes-Mers Astronomiques (PHMA).

Les éoliennes tourneront en moyenne 90 % du temps en sachant que :

- La vitesse minimale du vent pour que l'éolienne entre en production est de 3 m/s (10,8 km/h) ;
- La vitesse maximale du vent pour laquelle l'éolienne se met en sécurité (parallèle à la direction du vent) est de 28 m/s (100,8 km/h) ;
- La puissance nominale est atteinte pour une vitesse de vent de 13 m/s (46,8 km/h). A cette vitesse, les pales tournent à 10,8 tours/min, soit une vitesse de 340 km/h en bout de pale.

La puissance acoustique maximale dans l'air de l'éolienne D8 est de 117,5 dB(A).



Les principaux fluides présents dans l'éolienne et leur quantité sont indiquées dans le tableau suivant.

Fluides	Quantité
Graisse lubrifiante	500 L
Huile pour les systèmes hydrauliques	700 L
Liquide de refroidissement	1 800 L
Huile synthétique contenu dans le transformateur de puissance (ester synthétique MIDEL)	4 000 L
Liquide contenu dans les accumulateurs hydrauliques (azote)	38 000 L
Gaz contenu dans les organes de coupure (SF6 Hexafluorure de soufre)	6 kg

*Tableau 2 : Fluides présents dans l'éolienne D8*

Les dispositifs de prévention des risques pour l'environnement sont standardisés et similaires d'un modèle d'éolienne à l'autre. De plus, les éoliennes seront conformes aux exigences françaises en vigueur, en termes de prévention des risques et pollutions, et elles sont conçues de manière à éviter tout rejet dans l'environnement.

#### **Comparaison générale D8 – AD8**

- Une hauteur d'éolienne en bout de pale réduite ;
- Une hauteur sous pale augmentée (PBMA/PHMA) ;
- Un diamètre de rotor réduit ;
- Une surface balayée par les pales réduite ;
- Un nombre de rotation par minute augmenté ;
- Une vitesse de rotation en bout de pale augmentée ;
- Un arrêt des éoliennes à une vitesse de vent plus faible ;
- Une puissance acoustique plus importante.

## 2.2 Les fondations

### 2.2.1 Les jackets

Comme dans le projet initial, les éoliennes, la sous-station électrique et le mât de mesure reposeront toujours sur des fondations de type jacket. Seul le design des fondations des éoliennes et du mât de mesure est modifié. Ces fondations seront de section triangulaire et pourvues chacune de trois pieux nécessaires à l'ancrage dans le sol marin, au lieu de quatre précédemment.



Figure 2 : Illustration d'une fondation jacket de section triangulaire (Ailes Marines)

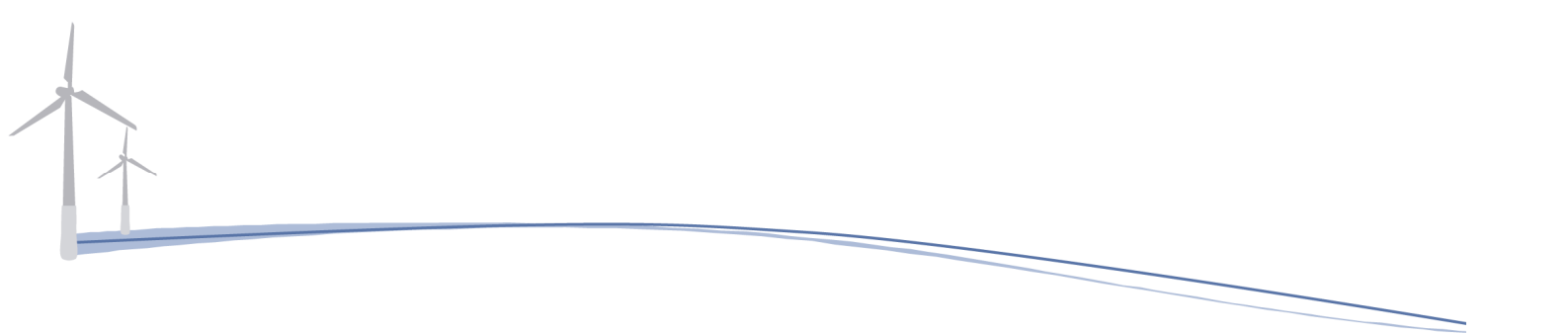
Caractéristiques	Dimensions
Hauteur	70 m au maximum
Section au sol	28,2 m
Surface au sol	400 m <sup>2</sup>

Tableau 3 : Dimensions de la fondation jacket de section triangulaire (Ailes Marines)

Ailes Marines SAS, 40-42 Rue la Boétie 75008 Paris, France 538 781 857 RCS Paris

Porter à connaissance des évolutions du projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

Ce document et l'information qu'il contient sont la propriété Ailes Marines SAS (consortium créée par RES et Iberdrola). Il ne sera pas utilisé pour toute autre fin que celle pour laquelle il a été fourni. Droits d'auteur RES & IBERDROLA – Tous droits réservés. Ne pas divulguer sans autorisation.



Le dimensionnement des fondations tenant compte de la bathymétrie irrégulière du site, la hauteur des fondations sera variable et atteindra, comme dans le projet initial, au maximum 70 m de hauteur.

L'emprise au sol des 64 fondations sera d'environ 2,6 ha.

Il est à noter que la fondation jacket de la sous-station électrique demeure identique à celle décrite dans le projet initial, à savoir une section carrée pourvue de 4 pieux d'ancrage.

### 2.2.2 Les pieux

Les pieux seront au nombre de trois par fondation pour les éoliennes et le mât de mesure, quatre pour la sous-station électrique. 193 pieux seront donc nécessaires au total pour le parc.

La dimension des pieux et le choix de la technique de pose est fonction des conditions de sol rencontrées. Les pieux seront de 2 types, ceux installés par forage uniquement (91 pieux forés) et ceux installés par battage+forage+battage (102 pieux dits 3D<sup>2</sup>).

Leurs nouvelles caractéristiques sont les suivantes :

Type de pieux	Diamètre (m)	Longueur totale (m)	Longueur enfoncée (m)	Nombre de fondations	Nombre de pieux
Pieux forés	2	20 (sous-station : 31)	17 (sous-station : 28)	29 fondations à 3 pieux 1 fondation à 4 pieux	91
Pieux 3D	2,5	61	58	34	102

**Tableau 4 : Caractéristiques des pieux en fonction des conditions de sol rencontrées (Ailes Marines)**

Les surfaces impactées diffèrent donc en fonction des pieux.

Type de pieux	Diamètre (m)	Surface impactée par pieu (m <sup>2</sup> )	Surface impactée par fondation (m <sup>2</sup> )	Nombre de fondations	Surface impactée totale (m <sup>2</sup> )
Pieux forés	2	3,2	9,6 (sous-station : 12,8)	30	Env 290
Pieux 3D	2,5	4,9	14,7	34	Env 500

**Tableau 5 : Surfaces impactées en fonction du type de pieu (Ailes Marines)**

Le volume de sédiments extraits lors des opérations d'installation des pieux est estimé entre 170 m<sup>3</sup> et 860 m<sup>3</sup> par fondation (dépendant du type de pieu considéré). Le volume total de sédiments secs extraits pour l'ensemble du parc sera d'environ 35 000 m<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Pieu 3D : pieu dont l'installation est réalisée selon la séquence suivante : battage+forage+battage (Drive/Drill/Drive).

*Ailes Marines SAS, 40-42 Rue la Boétie 75008 Paris, France 538 781 857 RCS Paris*



Comme pour le projet initial, les 20 mêmes fondations seront munies des mêmes protections anti-affouillement disposées sur chacun des pieux des fondations. Le volume nécessaire de protection anti-affouillement sera de l'ordre de 16 000 m<sup>3</sup> et l'emprise au sol de ces protections sera d'environ 24 000 m<sup>2</sup>, fondations comprises.

#### **Comparaison fondation jacket base triangulaire – fondation jacket base carrée**

- *Un nombre de pieux réduit ;*
- *Une surface totale impactée par les pieux réduite ;*
- *Une longueur de pieu augmentée ;*
- *Une profondeur d'enfoncement par pieu augmentée ;*
- *Un volume total de sédiments secs extraits réduit ;*
- *Une emprise au sol des fondations réduite ;*
- *Un volume total de protection anti-affouillement réduit ;*
- *Une emprise des protections anti-affouillement réduite.*

### **2.3 La sous-station électrique**

La sous-station électrique pourvue d'un refroidissement à eau, dans le projet initial, est désormais équipée d'un refroidissement à air. Ainsi, aucun rejet d'eau chaude n'est à attendre dans la colonne d'eau. Toutes les autres caractéristiques restent inchangées.

#### **Comparaison sous-station électrique initiale – sous-station électrique envisagée**

- *Un type de système de refroidissement différent.*

## 2.4 Tableau récapitulatif et comparatif

Le Tableau 6 compare les caractéristiques principales du projet, dans sa version initiale et sa version modifiée, et présente en surlignage orange les éléments modifiés.

ELEMENT	VERSION INITIALE	VERSION MODIFIEE
Superficie de la zone d'implantation	103 km <sup>2</sup>	103 km <sup>2</sup>
Largeur du parc (sud-ouest/nord-est)	9 km	9 km
Longueur du parc (nord-ouest/sud-est)	15 km	15 km
Bathymétrie de la zone	29-42 m PBMA	29-42 m PBMA
Distance minimale à la côte	16,3 km (cap Fréhel)	16,3 km (cap Fréhel)
Nombre d'éoliennes	62 de 8 MW	62 de 8 MW
Nombre de lignes	7 lignes de 3 à 14 éoliennes	7 lignes de 3 à 14 éoliennes
Espacement des lignes	1 300 m	1 300 m
Espacement inter-éoliennes	1 000 m	1 000 m
Nombre de sous-station électrique	1	1
Type de refroidissement pour la sous-station électrique	Eau de mer	Air
Nombre de mâts de mesure	1	1
Hauteur des éoliennes en bout de pale	216 m PBMA	207,2 m PBMA
Hauteur sous pale	24,4 m (par rapport au PHMA)	28,6 m (par rapport au PHMA)
	36 m (par rapport au PBMA)	40,2m (par rapport au PBMA)
Hauteur du moyeu	126 m PBMA	123,7 m PBMA
Diamètre du rotor	180 m	167 m
Vitesse maximale de rotation (bout de pale)	288 km/h	340 km/h
Nombre de rotations à pleine puissance	8,5 tours/min	10,8 tours/min
Vitesse de vent minimale de production	3 m/s	3 m/s
Vitesse de vent maximale de production	30 m/s	28 m/s
Puissance acoustique maximale de l'éolienne dans l'air	111,7 dB(A)	117,5 dB(A)
Nombre de pieux de fixation des fondations	120 pieux forés (PF)	91 pieux forés (PF)
	136 pieux 3D (P3D)	102 pieux 3D (P3D)
Diamètre des pieux	PF : 2 m	PF : 2 m
	P3D : 2,5 m	P3D : 2,5 m
Emprise des pieux (par pieu)	PF : 3,2 m <sup>2</sup>	PF : 3,2 m <sup>2</sup>
	P3D : 4,9 m <sup>2</sup>	P3D : 4,9 m <sup>2</sup>
Surface totale impactée par les pieux	1 051 m <sup>2</sup> (256 pieux)	800 m <sup>2</sup> (193 pieux)
Longueur totale des pieux	PF : 17 m	PF : 20 m
	PF sous-station : 31 m	PF sous-station : 31 m
	P3D : 48 m	P3D : 61 m

*Ailes Marines SAS, 40-42 Rue la Boétie 75008 Paris, France 538 781 857 RCS Paris*

Porter à connaissance des évolutions du projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

Ce document et l'information qu'il contient sont la propriété Ailes Marines SAS (consortium créée par RES et Iberdrola). Il ne sera pas utilisé pour toute autre fin que celle pour laquelle il a été fourni. Droits d'auteur RES & IBERDROLA – Tous droits réservés. Ne pas divulguer sans autorisation.



<b>Profondeur d'enfoncement des pieux</b>	PF : 14 m	PF : 17 m
	PF sous-station : 28 m	PF sous-station : 28 m
	P3D : 45 m	P3D : 58 m
<b>Volume sec de sédiments extraits pour les pieux</b>	Environ 35 500 m <sup>3</sup>	Environ 35 000 m <sup>3</sup>
<b>Volume total de mortier</b>	5 800 m <sup>3</sup>	5 800 m <sup>3</sup>
<b>Section des fondations des éoliennes et du mât de mesure</b>	Carrée de 25 m de côté	Triangulaire de 28,2 m de côté
<b>Section de la fondation de la sous-station électrique</b>	Carrée de 30 m de côté	Carrée de 30 m de côté
<b>Surface par fondation</b>	625 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
<b>Surface totale impactée par les fondations</b>	4 ha	env 2,6 ha
<b>Emprise des protections anti-affouillement autour des pieux</b>	8 m	8 m
<b>Emprise des protections anti-affouillement à l'extérieur d'une fondation</b>	env 1 100 m <sup>2</sup>	env 800 m <sup>2</sup>
<b>Emprise totale des protections anti-affouillement</b>	34 000 m <sup>2</sup> (fondation comprise)	24 000 m <sup>2</sup> (fondation comprise)
	22 000 m <sup>2</sup> (hors fondation)	16 000 m <sup>2</sup> (hors fondation)
<b>Epaisseur des protections anti-affouillement</b>	1 m	1 m
<b>Volume de protection anti-affouillement</b>	22 000 m <sup>3</sup>	16 000 m <sup>3</sup>
<b>Quantité totale d'aluminium et de zinc dissous (anodes)</b>	64 t/an	64 t/an
<b>Linéaire de câbles</b>	100 km	100 km
<b>Profondeur d'ensouillage</b>	0,5 à 1,5 m selon conditions de sol	0,5 à 1,5 m selon conditions de sol
<b>Largeur de la tranchée</b>	0,6 m	0,6 m
<b>Linéaire de câbles ensouillés</b>	50 km (au minimum)	50 km (au minimum)
<b>Linéaire de câbles non ensouillés mais protégés par enrochement</b>	50 km (au maximum)	50 km (au maximum)
<b>Emprise de la tranchée</b>	30 000 m <sup>2</sup>	30 000 m <sup>2</sup>
<b>Volume sec de sédiments déplacés</b>	54 000 m <sup>3</sup>	54 000 m <sup>3</sup>
<b>Linéaire d'enrochement</b>	50 km	50 km
<b>Largeur d'enrochement au sol</b>	5 m	5 m
<b>Hauteur maximale d'enrochement</b>	0,5 m	0,5 m
<b>Volume d'enrochement</b>	90 000 m <sup>3</sup> (1,8 m <sup>3</sup> /ml maximum)	90 000 m <sup>3</sup> (1,8 m <sup>3</sup> /ml maximum)
<b>Emprise des enrochements</b>	250 000 m <sup>2</sup>	250 000 m <sup>2</sup>
<b>Dimensions de la sous-station électrique</b>	Longueur : 40 m	Longueur : 40 m
	Largeur : 30 m	Largeur : 30 m
	Hauteur : 16 m	Hauteur : 16 m
<b>Hauteur du mât de mesure</b>	126 m par rapport au PBMA	126 m par rapport au PBMA

**Tableau 6 : Comparaison des caractéristiques du projet version initiale et version modifiée (Ailes Marines)**



***En résumé, l'éolienne D8 de Siemens Gamesa Renewable Energy possède un rotor de plus petite taille que celui de l'éolienne AD8 d'Adwen ainsi qu'une vitesse maximale de rotation plus élevée. La surface balayée ainsi que la hauteur en bout de pale de l'éolienne D8 sera moindre comparativement à l'éolienne AD8. Par ailleurs l'éolienne D8 présente une puissance acoustique maximale dans l'air de 6 dB(A) de plus que l'éolienne AD8.***

***Les fondations de type jacket des éoliennes et du mât de mesure passent d'une base carrée et 4 pieux à une base triangulaire à 3 pieux. La fondation de la sous-station électrique reste identique au projet initial (base carrée à 4 pieux).***

***La sous-station électrique pourvue d'un refroidissement à eau, dans le projet initial, est désormais équipée d'un refroidissement à air. Ainsi, aucun rejet d'eau chaude n'est ainsi à attendre dans la colonne d'eau.***





### 3. Mise à jour de l'évaluation des effets et impacts du projet sur l'environnement

La mise à jour de l'évaluation des effets et impacts sur l'environnement du projet modifié a été menée par 4 bureaux d'études et ce, pour les phases de construction et d'exploitation du parc éolien (Cf. Annexes 1, 2, 3, 4 et 5).

La phase de démantèlement n'est volontairement pas traitée dans le présent document puisque à ce stade, aucune modification des opérations de démantèlement n'est à prévoir par rapport à leur présentation dans l'étude d'impact déposée par Ailes Marines SAS le 23 octobre 2015. Ainsi, aucune incidence sur les impacts précédemment identifiés n'est à prévoir. La phase de démantèlement fera l'objet d'une étude spécifique, portant sur l'optimisation des conditions de démantèlement et la remise en état du site, réalisée deux ans avant la fin de la phase d'exploitation du parc.

La présente analyse suit un processus itératif. Dans un premier temps, le bureau d'études BIOTOPE a évalué, pour l'ensemble des compartiments de l'étude d'impact, si les évolutions du projet sont susceptibles de modifier les impacts initiaux ou non (Cf. Tableau 7 et Tableau 10).

Dans un second temps, pour les thèmes susceptibles de subir une modification d'impact, et pour lesquels une analyse plus approfondie est nécessaire, un développement est apporté ci-après. Il reprend les conclusions des études spécifiques présentées en annexes du présent document

A noter qu'en l'absence de renvoi à une annexe précise, l'analyse est issue, par défaut, de l'Annexe 1.

### 3.1 Incidence des modifications sur l'analyse des effets et impacts en phase de construction

Le Tableau 7 présente de manière synthétique l'incidence, en phase de construction, du projet modifié sur les différents volets de l'étude d'impact (Cf. Annexe 1).

VOLET	THEME	Remarques
<b>Milieu physique</b>	Géologie	Géologie modifiée par forage/battage sur une surface très réduite, diminuée dans la nouvelle version du projet Pas d'incidence
	Risque sismique	Risque pas augmenté par le projet, dans les 2 versions du projet Pas d'incidence
	Sédimentologie (nature sédimentaire)	Impact négligeable de toutes les opérations projetées : résidus de forage, pose des protections anti-affouillement, tranchées pour les câbles électriques Pas d'incidence
	Conditions océanographiques et climatiques	Aucune incidence possible
	Bathymétrie	Aucune incidence possible
	Trait de côte	Aucune incidence possible
	Qualité de l'eau	Développé dans le document
	Qualité de l'air	Altérée de façon négligeable par circulation maritime Pas de modification significative des pressions à l'origine des impacts
	Environnement sonore	Développé dans le document
	Champs électromagnétiques	Aucune incidence possible
<b>Milieu biologique</b>	Patrimoine écologique	Sur les zones réglementées, aucune incidence possible Incidence sur les différents groupes biologiques étudiée dans les § dédiés
	Biocénoses planctoniques	Pas de modification significative des pressions (remise en suspension) à l'origine des impacts
	Biocénoses benthiques	Développé dans le document
	Ressource halieutique	Développé dans le document
	Poissons amphihalins	Développé dans le document
	Mammifères marins	Développé dans le document
	Autres espèces marines	Pas de modification significative des pressions (bruit et turbidité) à l'origine des impacts
	Avifaune	Développé dans le document

*Ailes Marines SAS, 40-42 Rue la Boétie 75008 Paris, France 538 781 857 RCS Paris*

Porter à connaissance des évolutions du projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

Ce document et l'information qu'il contient sont la propriété Ailes Marines SAS (consortium créée par RES et Iberdrola). Il ne sera pas utilisé pour toute autre fin que celle pour laquelle il a été fourni. Droits d'auteur RES & IBERDROLA – Tous droits réservés. Ne pas divulguer sans autorisation.



	Chiroptères	Photoattraction lors des travaux de nuit inchangée
	Natura 2000	Pas d'incidence
<b>Patrimoine et paysage</b>	Sites archéologiques sous-marins	Aucune incidence possible
	Epaves	Aucune incidence possible
	Paysage	La nature des opérations à mener ne change pas significativement
<b>Activités socio-économiques et usages</b>	Zones maritimes réglementées	La nature des opérations à mener ne change pas significativement - L'impact reste fort sur les chenaux d'accès aux ports du Légué et de Saint-Malo Pas d'incidence
	Phares	La construction impacte le mode de fonctionnement du phare du grand Léjon, qui sera adapté. Pas de différence dans la version modifiée du projet Pas d'incidence
	Navigation et sécurité maritime	L'organisation des opérations à mener ne change pas significativement Pas d'incidence
	Contraintes hertziennes et aéronautiques	L'organisation des opérations à mener ne change pas significativement Pas d'incidence
	Activité de pêche	L'étude initiale a considéré que le secteur d'implantation est fermé pour 2 ans Pas d'incidence
	Cultures marines	Pas d'augmentation de la remise en suspension Pas d'incidence
	Caractéristiques territoriales	La répartition géographique des différentes opérations reste inchangée
	Tourisme et activité de loisirs	L'attrait pour le tourisme (industriel) reste inchangé Pas d'incidence
	Santé	La plongée sous-marine à proximité du chantier durant les opérations les plus bruyantes reste déconseillée Pas d'incidence
<b>Risques de pollution</b>	Risques de pollution	Pas d'augmentation des risques de pollution Pas d'incidence

**Tableau 7 : Analyse sommaire des implications de l'évolution du projet sur les différents volets de l'étude d'impact en phase de construction (BIOTOPE)**



### 3.1.1 Effets sur le milieu physique

Au regard des évolutions apportées par Ailes Marines, seuls le bruit du chantier de construction et le volume de sédiments rejetés dans le milieu pourraient avoir un effet sur les différents compartiments du milieu physique. Ainsi, les impacts en phase de construction sur la géologie, le risque sismique, la sédimentologie, les conditions océanographiques et climatiques, la bathymétrie, le trait de côte, la qualité de l'air et les champs électromagnétiques restent inchangés car **les évolutions du projet ne sont pas de nature à apporter de modification des pressions à l'origine de ces impacts.**

Les compartiments pouvant être impactés sont la qualité de l'eau (en particulier la turbidité) et l'environnement sonore qu'il soit aérien ou sous-marin.

#### 3.1.1.1 Qualité de l'eau

Le volume sec de sédiments extraits pour la mise en place des pieux reste pratiquement inchangé (environ 35 000 m<sup>3</sup> contre 35 500 auparavant) : la profondeur supérieure de forage est compensée par le nombre réduit de pieux (193 au lieu de 256).

**Les pressions<sup>3</sup> à l'origine du niveau d'impact (négligeable à modéré) n'étant pas significativement différentes, l'analyse portant sur la qualité de l'eau n'est donc pas modifiée.**

#### 3.1.1.2 Environnement sonore

Les durées d'installation ont été revues suite aux évolutions apportées au nombre de pieux, leurs longueurs et profondeurs d'ancrage dans la version modifiée du projet. Le séquençage des opérations d'installation des pieux reste quant à lui identique.

- Pour les **pieux forés** :
  - Les temps d'installation unitaires sont révisés proportionnellement à la profondeur d'enfoncement : (17 m/14 m) x 30 h = environ 36 h pour les pieux forés ;
  - Pour une même fondation, 2 forages sont menés simultanément lorsque cela est possible, comme dans la version initiale.
- Pour les **pieux 3D** :
  - L'augmentation de profondeur (58 m/45 m) influence le temps de forage (42 h) pour un même pieu selon la séquence suivante : 3 h de battage + 52 h de forage + 3 h de battage ;
  - Pour une même fondation, 2 forages sont menés simultanément lorsque cela est possible. Le battage n'est quant à lui possible que pieu par pieu.

<sup>3</sup> Le terme « pression » est équivalent à l'intensité de l'effet (Cf. Etude d'impact, 2015) sur un compartiment donné.  
*Ailes Marines SAS, 40-42 Rue la Boétie 75008 Paris, France 538 781 857 RCS Paris*



Le Tableau 8 compare la durée des opérations bruyantes issues du chantier de construction entre les versions initiale et modifiée du projet.

Opérations	Temps de travaux bruyants (forage, battage)	
	Version initiale	Version modifiée
Pieux forés	1 800 h	2 160 h
Pieux 3D	3 672 h	4 148 h
<b>Total</b>	<b>5 472 h</b>	<b>6 308 h</b>

*Tableau 8 : Durée des opérations d'installation des pieux (Ailes Marines, BIOTOPE)*

Bien que le nombre de pieux à installer soit inférieur, la durée globale d'installation est augmentée car :

- La durée de forage est supérieure ;
- 1 pieu sur 3 est foré seul.

**Néanmoins, la durée consacrée aux opérations de battage (opération la plus bruyante) est réduite de 25 % passant ainsi de 24 à 18 h par fondation.**

Il est à noter que **les émergences sonores estimées à la source (dans l'eau et dans l'air) sont inchangées** car ni le diamètre des pieux, ni la technique de pose ne sont modifiés. De la même manière, les émissions sonores issues des opérations d'installation des câbles et de leurs protections n'interviennent pas car elles ne sont pas amenées à évoluer dans cette nouvelle version de projet.

#### Compartiment aérien

Bien que la durée d'installation soit globalement augmentée, la durée consacrée aux opérations de battage (les opérations les plus bruyantes) est réduite de 24 à 18 h par fondation (soit au total un passage de 816 à 612 h).

**La conclusion de l'étude d'impact acoustique aérienne (SETEC International, 2015 présentée en Annexe 5 de l'étude d'impact déposée par Ailes Marines SAS le 23 octobre 2015) est donc inchangée et aucun impact n'est à relever.**

## Compartiment sous-marin

L'étude d'impact acoustique sous-marine (ALTRAN, 2015 présentée en Annexe 6 de l'étude d'impact déposée par Ailes Marines SAS le 23 octobre 2015) pour les opérations de construction a utilisé des gabarits acoustiques, situations sonores à la source, issus de la bibliographie. Un modèle de propagation a été mis en œuvre de façon à prédire les niveaux acoustiques, à un temps T donné, sur une zone d'étude large.

L'étude a montré que le battage est de loin la plus forte contribution aux émergences sonores sous-marines. Les paramètres d'entrée des simulations sont décorrélés des temps de battage (réduits dans cette nouvelle version). **La conclusion de l'étude d'impact reste donc inchangée : les niveaux acoustiques prédits sont forts à des distances importantes de la source, et l'impact est jugé fort.**

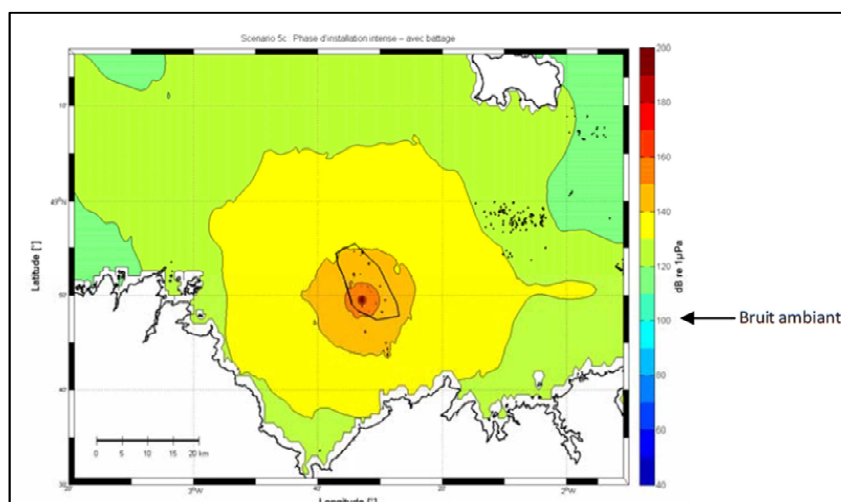


Figure 3 : Niveaux acoustiques large bande pour un scénario d'installation intense (forage + battage)  
(ALTRAN, 2015)

### 3.1.2 Effets sur le milieu biologique

Les impacts de la phase de construction sur le patrimoine écologique (sous l'angle réglementaire), les biocénoses planctoniques et les chiroptères restent inchangés. **Les évolutions du projet n'induisent pas de modification des pressions à l'origine de ces impacts.**

Le niveau d'impact des autres compartiments pourrait être modifié en raison de la modification de la surface d'emprise des fondations et de l'augmentation de la durée du temps d'exposition au bruit. L'analyse sur ces compartiments est présentée ci-après.



### 3.1.2.1 *Biocénoses benthiques*

La superficie totale concernée par une destruction est réduite d'environ 1,8 %, en raison du passage de 4 à 3 pieux induisant la réduction de l'emprise totale des pieux et de celle des protections anti-affouillement. Bien que les surfaces impactées soient (faiblement) réduites, **le niveau d'impact reste inchangé, notamment au regard des surfaces occupées par les roches et blocs au sein de la zone d'implantation du projet.**

Concernant la turbidité induite par la mise en suspension de particules sédimentaires, son impact est réputé faible et temporaire sur les communautés animales et végétales des substrats durs, nul à négligeable pour les substrats meubles. Le volume sec de sédiments extraits pour la mise en place des pieux reste inchangé et la mise en suspension de particules sédimentaires liée à l'ensouillage des câbles électriques (sédiments meubles) reste mineure et continue de peu contribuer à l'augmentation de turbidité. **Le niveau d'impact reste donc inchangé.**

### 3.1.2.2 *Ressource halieutique*

Les opérations de construction susceptibles d'impacter la ressource halieutique sont les mêmes que celles qui affectent potentiellement les biocénoses benthiques :

- **Ecrasement (destruction)** des peuplements benthiques et démersaux. La superficie totale détruite par écrasement est réduite d'environ 1,8 %, en raison du passage à une fondation à trois pieux. Le niveau d'impact reste identique à savoir faible à moyen selon les groupes car la réduction de l'emprise des pieux est faible ;
- **Augmentation de la turbidité et dépôts induits** sur les espèces benthiques et démersales, les espèces pélagiques et les larves. Le volume sec de sédiments extraits pour la mise en place des pieux reste inchangé. Les niveaux d'impact sur ces espèces restent donc identiques ;
- **Nuisances sonores** sur les espèces benthiques et démersales, les espèces pélagiques et les larves. Bien que la durée totale d'exposition des organismes vivants augmente, la durée d'exposition aux nuisances les plus fortes (battage) diminue de 816 à 612 h. Les niveaux d'impact sur ces espèces restent néanmoins inchangés.

**D'une manière générale, le niveau d'impact identifié pour la ressource halieutique dans l'étude d'impact déposée par Ailes Marines SAS le 23 octobre 2015 reste donc inchangé.**

### 3.1.2.3 *Poissons amphihalins*

La turbidité et les émergences sonores, identifiées dans l'étude d'impact comme des menaces potentielles pour les poissons amphihalins, ne sont pas significativement modifiées dans la nouvelle définition de projet. **Pour les mêmes raisons, les niveaux d'impact évalués restent inchangés.**



#### 3.1.2.4 Mammifères marins

Les menaces identifiées du projet sur le groupe des mammifères marins en phase de construction sont le bruit généré par les opérations de travaux (masquage, dérangement, atteintes physiques du système auditif), les risques de collision avec les navires de travaux, et l'augmentation de la turbidité.

Dans la nouvelle version du projet, tous ces paramètres restent inchangés, à l'exception de la durée et de l'enchaînement des opérations d'installation des pieux :

- Les temps de forage sont globalement augmentés ;
- Les temps de battage sont globalement réduits.

Au regard des mesures de réduction prévues par Ailes Marines SAS, les impacts liés aux atteintes physiques sont jugés faibles à négligeables pour ces espèces.

Le dérangement des espèces et la perte d'habitats par le bruit ont été considérés comme forts pour les 2 espèces les plus fréquentes dans le secteur : le marsouin commun et le grand dauphin. **Bien que les temps de battage soient notablement réduits, les niveaux d'impact sur les différentes espèces sont inchangés dans cette nouvelle version du projet.**

Au regard de ces éléments, **les conclusions du dossier de demande de dérogation au titre des espèces protégées déposées en avril 2016 pour les 5 espèces étudiées (marsouin commun, grand dauphin, dauphin de Risso, dauphin commun et phoque gris) sont donc inchangées.**

#### 3.1.2.5 Avifaune

Les impacts identifiés sur les oiseaux en phase de construction sont les suivants :

- **Photoattraction et risque de collision.** Le principal facteur influençant le risque de collision reste la photoattraction, dont les paramètres durant la phase de construction sont réputés identiques à la version initiale du projet : couleur, intensité et fréquence des éclairages, sur les navires et les plateformes de construction. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés ;**
- **Perte, modification, gain d'habitat.** Les paramètres qui influencent la perte, la modification ou le gain d'habitat (perte physique, perte par évitement, modification du réseau trophique) restent inchangés ou à la baisse dans la nouvelle version du projet. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés, voire inférieurs ;**
- **Dérangement et effet « barrière ».** Les paramètres qui influencent le dérangement et l'effet barrière, liés aux caractéristiques du chantier (fréquence et nombre de bateaux, durée et période des travaux) **restent inchangés** dans la nouvelle version du projet. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés ;**





- **Effet dû au bruit sous-marin.** La durée totale d'exposition des organismes vivants aux nuisances les plus fortes (battage) diminue de 816 à 612 h. Les émergences sonores à la source et la localisation des différentes opérations sont inchangées. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux plongeurs sont donc inchangés ;**
- **Dérangement dû aux navires.** Les paramètres qui influencent le dérangement par les navires, liés aux caractéristiques du chantier (fréquence et nombre de bateaux, durée et période des travaux) **restent inchangés** dans la nouvelle version du projet. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés.**

### 3.1.3 Effets sur le patrimoine et le paysage

**Les modifications apportées au projet n'ont aucune incidence sur les niveaux d'impact sur les sites archéologiques (négligeable), les épaves (négligeable) et le paysage (négatif, direct, temporaire et faible).**

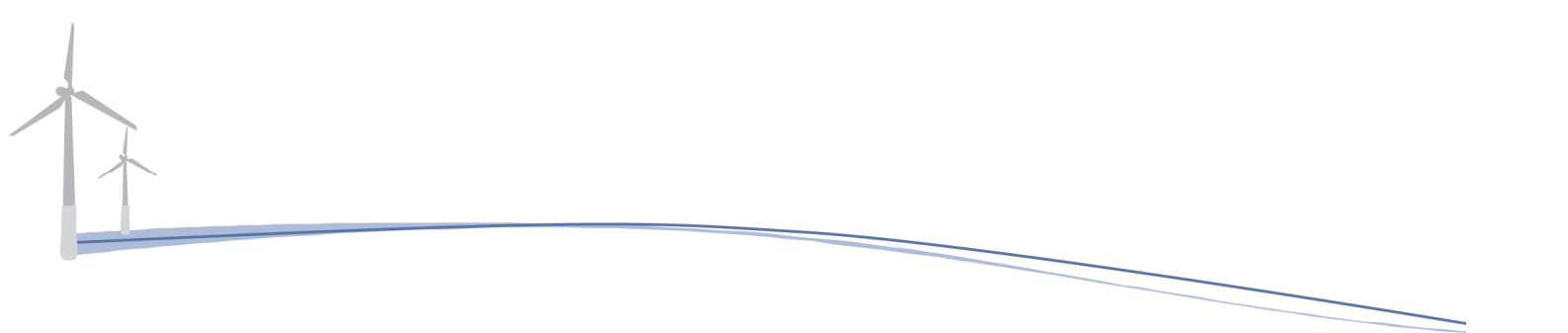
### 3.1.4 Effets sur les activités socio-économiques et les usages

Les modalités de réalisation de la phase de construction n'étant pas modifiées, et en particulier le planning de réalisation incluant la durée des différents ateliers, il n'y a pas de modification des pressions sur les activités socio-économiques et les usages à observer. Ainsi, les impacts de la phase de construction sur les zones maritimes réglementées, le fonctionnement du phare du Grand Léjon, la sécurité en mer, les contraintes hertziennes et aéronautiques, les activités en mer, qu'elles soient professionnelles ou de loisirs, ne seront pas modifiés.

**Concernant la plongée sous-marine à proximité du chantier durant les opérations les plus bruyantes celle-ci reste déconseillée (en rapport avec le bruit sous-marin), mais aucun autre élément n'est de nature à menacer la santé humaine, dans la version initiale comme dans la version modifiée du projet.**

### 3.1.5 Risques de pollution

**Les risques de pollution accidentelle inhérents à tout chantier en mer ne sont pas augmentés dans la nouvelle version du projet.**



### 3.1.6 Synthèse de l'analyse des impacts en phase de construction

VOLET	THEME		Analyse	Changement du niveau d'impact
Milieu physique	Qualité de l'eau		Le volume de sédiments secs extraits pour la mise en place des pieux reste inchangé	Non
	Environnement sonore	Compartiment aérien	La durée globale d'installation des pieux est augmentée mais le temps consacré aux opérations de battage (les plus bruyantes) est réduit de 25 %	Non
		Compartiment sous-marin		Non
Milieu biologique	Biocénoses benthiques		Superficie totale impactée réduite d'1,8 %. Volume de sédiments secs extraits pour la mise en place des pieux reste inchangé.	Non
	Ressource halieutique			Non
	Poissons amphihalins		Nuisances sonores les plus bruyantes (battage) réduites de 25 %	Non
	Mammifères marins		Temps de forage globalement augmenté mais nuisances sonores les plus bruyantes (battage) réduites de 25 %	Non
	Avifaune			Non
Patrimoine et paysage	Sites archéologiques		Les évolutions du projet n'ont aucune incidence sur les niveaux d'impacts initiaux	Non
	Epaves			Non
	Paysage			Non
Activités socio-économiques et usages	Plongée sous-marine		Les nuisances sonores les plus bruyantes (battage) sont réduites de 25 %, toutefois la plongée sous-marine à proximité du chantier durant les opérations de battage reste déconseillée	Non
Risques de pollution	-		Les risques de pollution accidentelle inhérents à tout chantier en mer ne sont pas augmentés	Non

**Tableau 9 : Synthèse de l'analyse détaillée des impacts en phase de construction et comparaison des niveaux d'impacts initiaux et actuels sur les compartiments d'intérêt (Ailes Marines) (la couleur bleue indique qu'aucun changement n'intervient entre les impacts initiaux et actualisés)**



### 3.2 Incidence des modifications sur l'analyse des effets et impacts en phase d'exploitation

Le Tableau 10 propose une analyse de l'incidence, en phase d'exploitation, de la modification du projet sur les différents volets de l'étude d'impact. Chaque thème est, soit traité succinctement ici, soit développé dans le document.

VOLET	THEME	Remarques
<b>Milieu physique</b>	Géologie	Géologie modifiée par forage/battage sur une surface très réduite, diminuée dans la nouvelle version du projet Pas d'incidence
	Risque sismique	Risque pas augmenté par le projet, dans les 2 versions du projet Pas d'incidence
	Sédimentologie (nature sédimentaire)	Développé dans le document
	Conditions océanographiques et climatiques	Développé dans le document
	Bathymétrie	Développé dans le document
	Trait de côte	Pas de modification de l'analyse relative aux courants et à la houle Pas d'incidence
	Qualité de l'eau	Développé dans le document
	Qualité de l'air	Altérée de façon négligeable par circulation maritime Pas de modification significative des pressions à l'origine des impacts
	Environnement sonore	Développé dans le document
	Champs électromagnétiques	Les tensions et intensités ne sont pas modifiées Pas d'incidence
<b>Milieu biologique</b>	Patrimoine écologique	Sous l'angle réglementaire, aucune incidence possible Incidence sur les différents groupes biologiques étudiée dans les § dédiés
	Biocénoses planctoniques	Développé dans le document
	Biocénoses benthiques	Développé dans le document
	Ressource halieutique	Développé dans le document
	Poissons amphihalins	Pas de modification significative des pressions (bruit, champs électromagnétiques, chaleur dégagée par les câbles) à l'origine des impacts Pas d'incidence

*Ailes Marines SAS, 40-42 Rue la Boétie 75008 Paris, France 538 781 857 RCS Paris*

Porter à connaissance des évolutions du projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

Ce document et l'information qu'il contient sont la propriété Ailes Marines SAS (consortium créée par RES et Iberdrola). Il ne sera pas utilisé pour toute autre fin que celle pour laquelle il a été fourni. Droits d'auteur RES & IBERDROLA – Tous droits réservés. Ne pas divulguer sans autorisation.



	Mammifères marins	Développé dans le document
	Autres espèces marines	Pas de modification significative des pressions (bruit et champs électromagnétiques) à l'origine des impacts Pas d'incidence
	Avifaune	Développé dans le document
	Chiroptères	Développé dans le document
	Natura 2000	Pas d'incidence
<b>Patrimoine et paysage</b>	Sites archéologiques sous-marins	Aucune incidence possible
	Epaves	Aucune incidence possible
	Paysage	Développé dans le document
<b>Activités socio-économiques et usages</b>	Zones maritimes réglementées	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Phares	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Navigation et sécurité maritime	Les modalités d'exploitation sont inchangées
	Contraintes hertziennes et aéronautiques	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Activité de pêche	La modification du projet ne modifie pas l'emprise du parc sur les zones de pêche par rapport à celle identifiée dans le projet initial (fondations et protections (anti-affouillement, protections de câbles) Pas d'incidence
	Cultures marines	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Caractéristiques territoriales	Les modalités d'exploitation sont inchangées L'exploitation du parc éolien prévoit toujours la création de 140 emplois directs, localisés en baie de Saint-Brieuc Pas d'incidence
	Tourisme et activité de loisirs	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Santé	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
<b>Risques de pollution</b>	Risques de pollution	Développé dans le document

**Tableau 10 : Analyse sommaire des implications de l'évolution du projet sur les différents volets de l'étude d'impact en phase d'exploitation (BIOTOPE)**



### 3.2.1 Effets sur le milieu physique

Au regard des évolutions apportées au projet par Ailes Marines SAS, les fondations, de par leur présence et le bruit émis par les éoliennes, pourraient avoir un effet sur les différents compartiments du milieu physique. En effet, les compartiments pouvant être impactés sont la sédimentologie, les conditions océanographiques, la bathymétrie, la qualité de l'eau et l'environnement sonore.

Les impacts de la phase d'exploitation sur la géologie, le risque sismique, le trait de côte, la qualité de l'air et les champs électromagnétiques restent inchangés. **Les modifications dans les modalités d'exploitation n'induisent pas de modification des pressions à l'origine de ces impacts.**

#### 3.2.1.1 Sédimentologie

Au terme de l'installation du parc éolien, la nature sédimentaire des fonds est localement modifiée par les pieux, les protections anti-affouillement, et les protections de câbles mises en place sur les substrats durs (et donc non ensouillés). Dans la nouvelle version du projet, les fonds modifiés sont réduits d'environ 6 260 m<sup>2</sup> (soit environ 0,6 ha), ce qui reste négligeable en comparaison avec la surface de la zone d'implantation des éoliennes (103 km<sup>2</sup>). **Les niveaux d'impact sur la nature et sur l'épaisseur sédimentaire restent inchangés (faibles à négligeables) bien que l'emprise sur le fond soit réduite.**

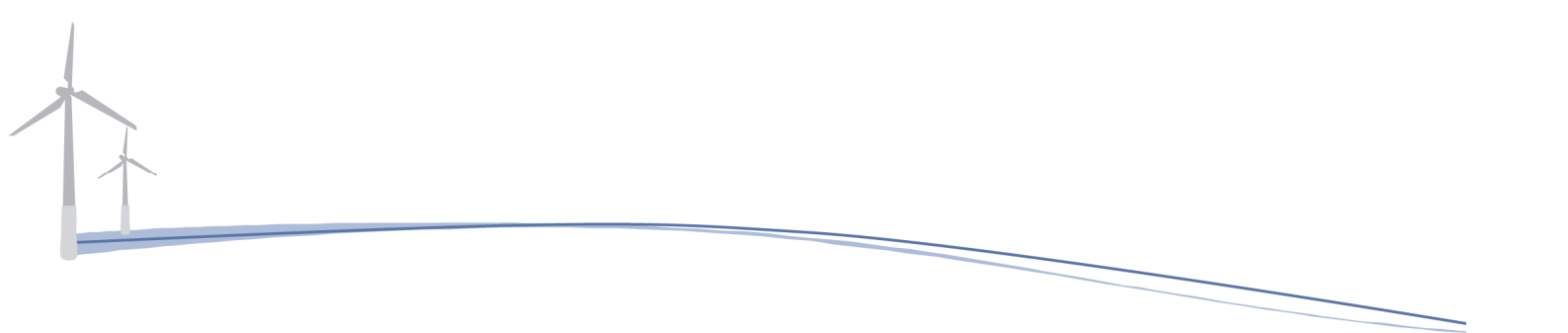
#### 3.2.1.2 Conditions océanographiques et climatiques

La température, les risques de projection de glace (gel) et l'exposition au risque de foudre ne sont pas augmentés par le nouveau modèle d'éolienne.

##### Courants de marée et houle

L'impact de la présence du parc éolien sur les courants de marée et sur l'agitation a été étudié par modélisation par la société ACTIMAR. Le modèle utilisé représentait les fondations par des objets cylindriques ponctuels. La précision apportée à la conception de la fondation n'a donc pas d'incidence, et on peut même considérer que la fondation de type jacket est plus transparente que l'objet pris en compte dans le modèle. **Par conséquent, la modification de la structure (passage d'une fondation à base carrée à une fondation à base triangulaire) n'a pas d'incidence sur l'écoulement des eaux, qui reste impacté de façon négligeable.**

**De la même façon, les calculs réalisés par ACTIMAR concernant l'impact sur la houle sont les mêmes avec la nouvelle fondation.**



## Vents

La modélisation des effets de sillage d'une éolienne reste applicable au cas de l'éolienne D8.

- La vitesse du vent est réduite de plus de 50 % jusqu'à une distance de 8 fois le diamètre du rotor ;
- La machine a une influence sur le vent incident jusqu'à 20 fois le diamètre du rotor.

**L'évolution du rotor (167 m contre 180 dans le projet initial) n'occasionne qu'une diminution modeste de l'influence sur le vent, qui reste négligeable.**

### 3.2.1.3 Bathymétrie

La nouvelle version du projet, tout comme l'ancienne, prévoit la mise en œuvre de protection anti-affouillement autour de 20 fondations. La surface mobilisée par les fondations et ce type de protection est désormais réduite à 34 000 m<sup>2</sup> contre 24 000 m<sup>2</sup> initialement.

L'exhaussement des fonds en raison des protections de câbles (hauteur max de 0,5 m) reste identique au projet initial, tandis que la mise en place des fondations, structures métalliques présentes sur toute la hauteur d'eau, modifie plus significativement la bathymétrie.

Globalement, la nouvelle version de projet n'implique pas de conclusion différente. **L'impact sur la topographie générale des fonds reste négligeable, et les éoliennes seront toujours indiquées sur les cartes marines.**

### 3.2.1.4 Qualité de l'eau

En phase d'exploitation, les effets potentiels sur la qualité de l'eau proviennent de la dilution des anodes sacrificielles.

La quantité d'anodes sacrificielles est dimensionnée en fonction de la masse de la fondation. La masse des fondations n'ayant pas varié, la quantité d'anodes sacrificielles n'est pas modifiée dans la nouvelle version du projet. **L'impact de la présence des anodes sacrificielles sur la qualité de l'eau n'est donc pas modifié.**

Concernant la sous-station électrique, celle-ci sera dorénavant refroidie par air comme expliqué dans le chapitre 1 de ce document : **les impacts potentiels du système de refroidissement par circulation d'eau de mer sont donc voués à disparaître.**



### 3.2.1.5 Environnement sonore

Les principales sources d'émissions sonores en phase d'exploitation proviennent :

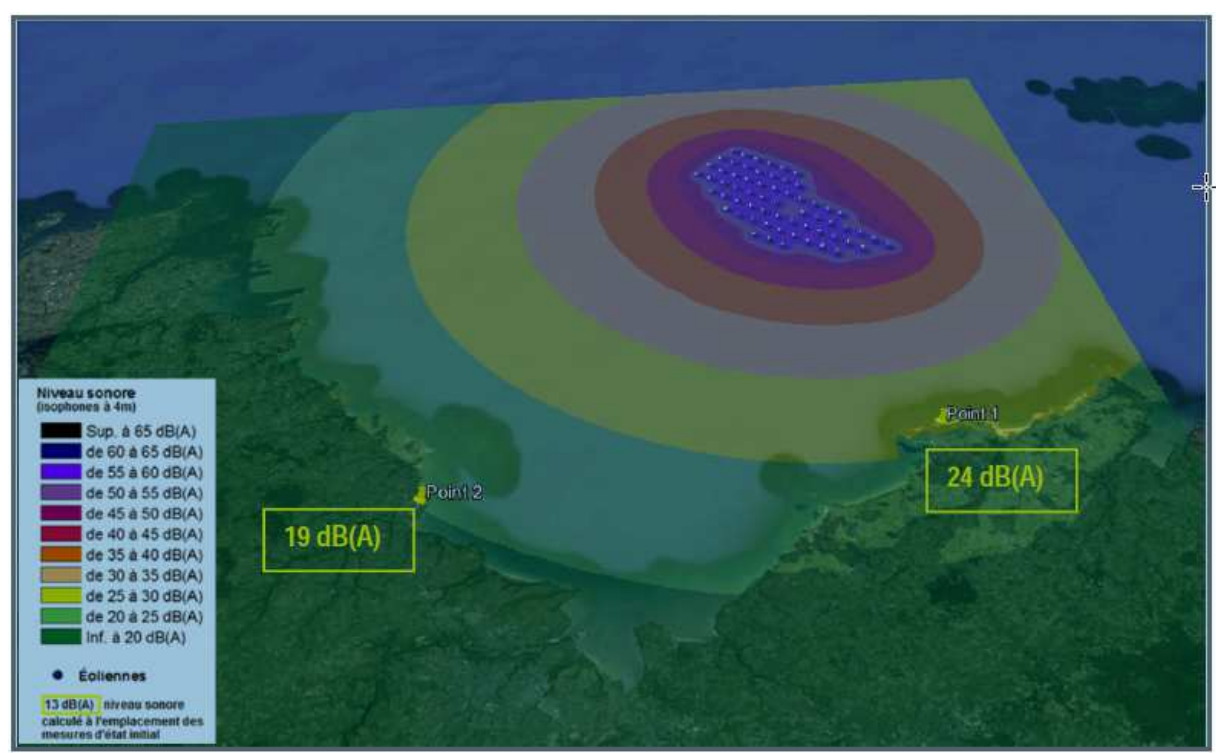
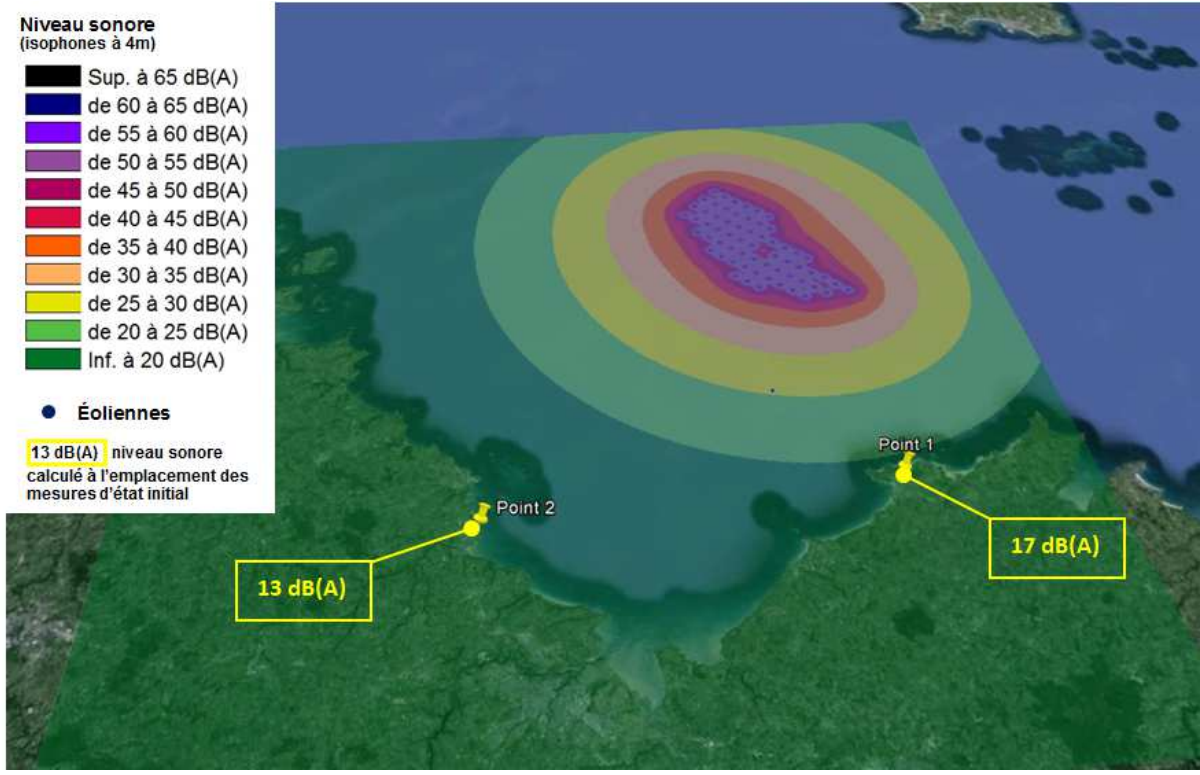
- Du fonctionnement des éoliennes ;
- Du fonctionnement de la sous-station électrique ;
- De la circulation de navires de maintenance.

#### Compartiment aérien

La nouvelle version du projet mettant en œuvre une éolienne différente, une mise à jour de l'étude acoustique aérienne menée par SETEC a été réalisée (Annexe 2).

Pour évaluer l'impact sur l'environnement sonore généré par le parc éolien, SETEC a pris en compte le fonctionnement simultané des 62 éoliennes à pleine puissance, ainsi que celui de la sous-station électrique. La circulation des navires de maintenance étant tenue pour négligeable dans la contribution acoustique.

L'étude de la propagation du bruit dans l'environnement à partir de la source a été réalisée au moyen de la cartographie d'isophones, qui représente les surfaces affectées par le même niveau sonore, à une hauteur de 4 m (correspondant à la hauteur moyenne du premier étage d'une habitation individuelle). Les deux cartes des isophones ci-après présentent les résultats avec les deux modèles d'éoliennes.



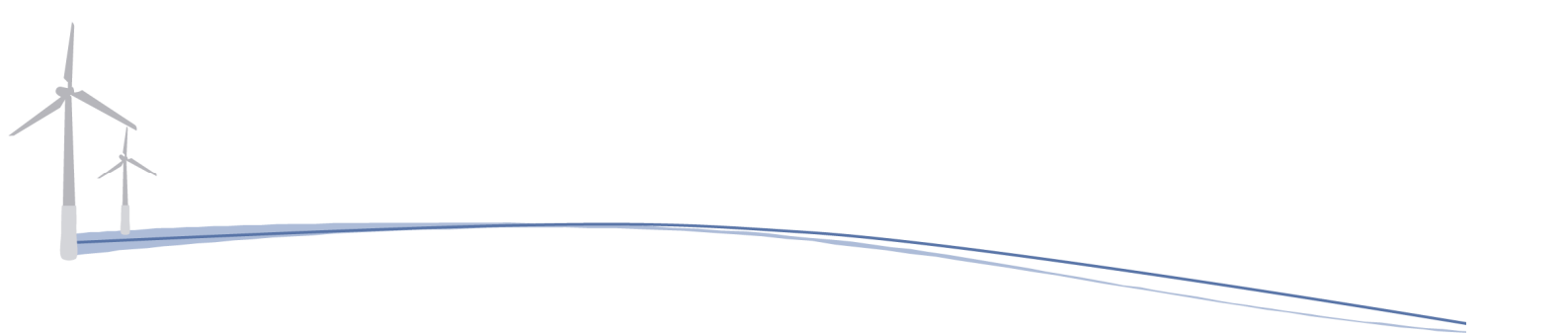
**Figure 4 : Contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc en phase d'exploitation (en haut : éolienne AD8, en bas : éolienne D8) (SETEC, 2015 et 2017)**

Ailes Marines SAS, 40-42 Rue la Boétie 75008 Paris, France 538 781 857 RCS Paris

Porter à connaissance des évolutions du projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

Ce document et l'information qu'il contient sont la propriété Ailes Marines SAS (consortium créée par RES et Iberdrola). Il ne sera pas utilisé pour toute autre fin que celle pour laquelle il a été fourni. Droits d'auteur RES & IBERDROLA – Tous droits réservés. Ne pas divulguer sans autorisation.





Les cartes des isophones précédentes (Figure 4) montrent que la contribution sonore globale du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, en phase d'exploitation, pour l'éolienne AD8 est de 13 dB(A) et 17 dB(A) respectivement à Binic et Erquy alors qu'elle est de 19 dB(A) et 24 dB(A) en ces mêmes points pour l'éolienne D8, et ce de jour comme de nuit.

Il est rappelé que la contribution sonore des éoliennes est considérée dans les évaluations comme maximale (100 % du temps, jour et nuit) : il ne s'agit pas d'une configuration réaliste, mais d'une hypothèse conservatrice.

La puissance acoustique maximale des éoliennes D8 est supérieure à celles des éoliennes AD8 (117,5 contre 111,7 dB(A) initialement). L'écart d'émission sonore maximale à la source, de 6 dB(A) environ, se retrouve à terre au niveau d'Erquy et de Binic. L'émergence globale calculée dans l'étude initiale avec les éoliennes AD8 était nulle pour tous les points à terre et dans toutes les conditions de vent à terre, alors qu'avec les éoliennes D8 elle est susceptible d'être de l'ordre de 1 à 2 dB(A) la nuit, à Erquy uniquement, lorsque le vent à terre est le plus faible et que les éoliennes fonctionnent à leur régime le plus bruyant. **Le niveau d'impact initialement nul est requalifié négligeable avec cette évolution du projet, toutefois ces valeurs d'émergence sonore restent en tout point conforme aux exigences réglementaires applicables, et sont le résultat d'un calcul tenant compte d'hypothèses majorantes. La contribution spécifique du changement de modèle d'éolienne reste donc anecdotique.**

Par ailleurs, la composition spectrale<sup>4</sup> des éoliennes D8 est également différente de celle des éoliennes AD8, mais cela n'affecte pas les résultats de l'émergence spectrale, qui reste nulle à terre pour toutes les conditions de vent à terre et au niveau du parc éolien en mer.

Il est à noter qu'Ailes Marines SAS réalisera, conformément à l'arrêté préfectoral portant autorisation unique au titre de l'article L.214-3 du Code de l'environnement, obtenu le 18 avril 2017, une campagne de mesure des émergences acoustiques du parc éolien à la côte dans un délai d'un an suivant la mise en exploitation du parc éolien.

### Compartiment sous-marin

L'étude d'impact acoustique sous-marine (ALTRAN, 2015) pour la phase d'exploitation a pris en compte le fonctionnement simultané de 62 éoliennes à puissance nominale, ainsi que la circulation de 2 navires de maintenance. Faute d'éléments disponibles, la contribution de la sous-station électrique n'a pu être prise en compte, elle est toutefois réputée négligeable (comme c'est le cas pour les émissions acoustiques aériennes).

<sup>4</sup> Il s'agit du volume sonore émis par l'éolienne tout le long du spectre de la fréquence (en Hertz).



Les travaux de Møller proposent une relation entre puissance des éoliennes et niveaux sonores. Au regard de cette donnée, il est possible de considérer que deux éoliennes de même puissance en fonctionnement auront une signature acoustique sous-marine semblable. Ainsi, **les impacts liés à l'exploitation du parc éolien sur l'environnement sonore sous-marin restent inchangés.**

### 3.2.2 Effets sur le milieu biologique

Les impacts de la phase d'exploitation sur le patrimoine écologique (sous l'angle réglementaire) et les poissons amphihalins restent inchangés. **Les évolutions du projet n'induisent pas de modification des pressions à l'origine de ces impacts.**

Le niveau d'impact des autres compartiments pourrait être modifié en raison de l'évolution du système de refroidissement de la sous-station électrique, de la surface d'emprise des fondations et du modèle d'éolienne. L'analyse sur ces compartiments est présentée ci-après.

#### 3.2.2.1 Biocénoses planctoniques

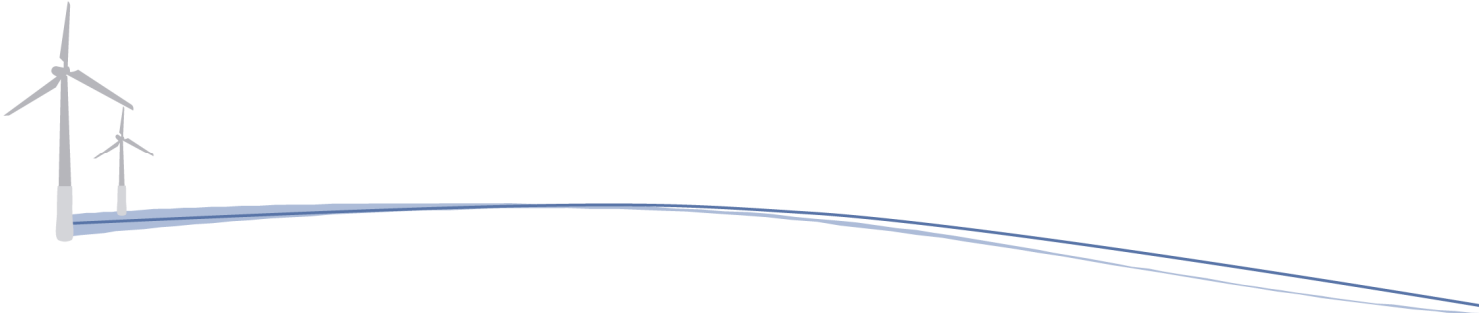
Les menaces identifiées dans le projet initial sur les biocénoses planctoniques sont liées à l'aspiration et au rejet d'eau de mer (refroidissement de la sous-station électrique). **La sous-station électrique étant refroidie par air dans cette nouvelle version, les impacts identifiés disparaissent.**

#### 3.2.2.2 Biocénoses benthiques

Dans la nouvelle version du projet, les éléments susceptibles d'affecter les biocénoses benthiques en phase d'exploitation sont **la perte ou modification d'habitats et l'effet récif**. Les nuisances sonores et les vibrations liées au fonctionnement de l'éolienne, les champs électromagnétiques occasionnés par les câbles et les modifications thermiques occasionnées par l'échauffement des câbles ne sont pas modifiés. **La sous-station électrique étant maintenant refroidie par air, il n'y a plus d'aspiration, ni d'augmentation de température de l'eau à proximité.**

La perte ou la modification d'habitats

La perte d'habitat pour les peuplements des substrats meubles provenant de la présence des pieux et des protections anti-affouillement, celle-ci est donc légèrement réduite, du fait de la réduction du nombre de pieux par fondation et de la réduction de l'emprise des protections anti-affouillement. La modification d'habitats concerne les peuplements de substrats durs. Elle est également légèrement réduite en raison de la modification du design des fondations. **L'évolution du projet n'a pas d'incidence significative sur le niveau d'impact évalué, qui reste faible.**



#### L'effet récif

L'effet récif attendu et décrit dans l'étude d'impact déposée par Ailes Marines SAS en octobre 2015 est lié à l'installation de substrats durs (métal, roche, etc.) sur des faciès meubles, à savoir les fondations et les protections anti-affouillement (pour les 20 éoliennes concernées). **L'évolution du projet n'a pas d'incidence significative sur l'analyse initiale, qui conclut à un effet positif.**

#### 3.2.2.3 Ressource halieutique

Les éléments susceptibles, dans la version modifiée du projet, d'impacter la ressource halieutique en phase d'exploitation sont la **perte ou la modification d'habitats et l'effet récif**. Les nuisances sonores et les vibrations liées au fonctionnement de l'éolienne, les champs électromagnétiques occasionnés par les câbles et les modifications thermiques occasionnées par l'échauffement des câbles ne sont pas modifiés. **La sous-station étant maintenant refroidie par air, il n'y a plus d'aspiration ni d'augmentation de température de l'eau à proximité.**

#### La perte ou modification d'habitats

Elles concernent les espèces benthiques et démersales et les larves. **L'analyse est identique à celle du compartiment benthique : la modification du projet n'a pas d'incidence significative sur le niveau d'impact évalué, qui reste faible.**

#### L'effet récif

Il concerne les espèces benthiques et démersales, les espèces pélagiques et les larves. L'effet récif est considéré comme positif dans l'étude d'impact déposée par Ailes Marines SAS en octobre 2015, bien qu'il soit limité pour les espèces benthiques. Il ne sera pas modifié dans la nouvelle version du projet. **L'effet reste positif.**

#### L'aspiration/rejet de la sous-station électrique

La sous-station électrique étant maintenant refroidie par air, **les risques liés à l'aspiration et au rejet d'eau chaude sur la ressource halieutique sont nuls.**

*In fine*, les conclusions de l'étude initiale demeurent inchangées.



### 3.2.2.4 Mammifères marins

Les menaces identifiées sur le groupe des mammifères marins en phase d'exploitation sont le bruit généré par le fonctionnement des éoliennes, la modification des habitats d'espèces (en lien ou non avec les nuisances sonores), les champs électromagnétiques occasionnés par le courant électrique dans les câbles et le risque de collision avec des navires de maintenance.

**Aucune de ces pressions n'est modifiée dans la nouvelle version du projet : émergence sonore des éoliennes, champs électromagnétiques et modalités de maintenance.**

La modification de l'habitat des espèces reste un effet, qui ne peut être étudié qu'au travers de suivis à plus long terme. **Ces suivis proposés dans l'étude d'impact déposée par Ailes Marines SAS en octobre 2015 restent d'actualité.**

### 3.2.2.5 Avifaune

Les impacts identifiés sur les oiseaux marins en phase d'exploitation sont les suivants :

- Risque de collision ;
- Perte, modification, gain d'habitat : perte physique, perte par évitement, modification du réseau trophique ;
- Dérangeant et effet « barrière » ;
- Effet du bruit sous-marin ;
- Dérangeant dû aux navires de maintenance ;
- Photoattraction (risque de collision accru + épuisement).

La configuration du parc éolien (emprise, positionnement des éoliennes) et ses paramètres de fonctionnement (couleur et intensité de l'éclairage, présence des navires de maintenance) et l'environnement sonore restent identiques par rapport à la version initiale du projet. Par ailleurs, les paramètres qui influencent la perte ou modification d'habitats dans la nouvelle version sont similaires au projet initial. **Les niveaux d'impact sur la photoattraction, la perte ou la modification d'habitats, le dérangeant lié au bruit émis et celui lié à la présence des navires de maintenance et sur le dérangeant par « effet barrière » sont donc inchangés.**

En revanche, au regard du changement d'éolienne, **le risque de collision peut évoluer** car le diamètre du rotor de la nouvelle éolienne D8, le nombre de rotations par minute ainsi que la vitesse en bout de pale sont modifiés.

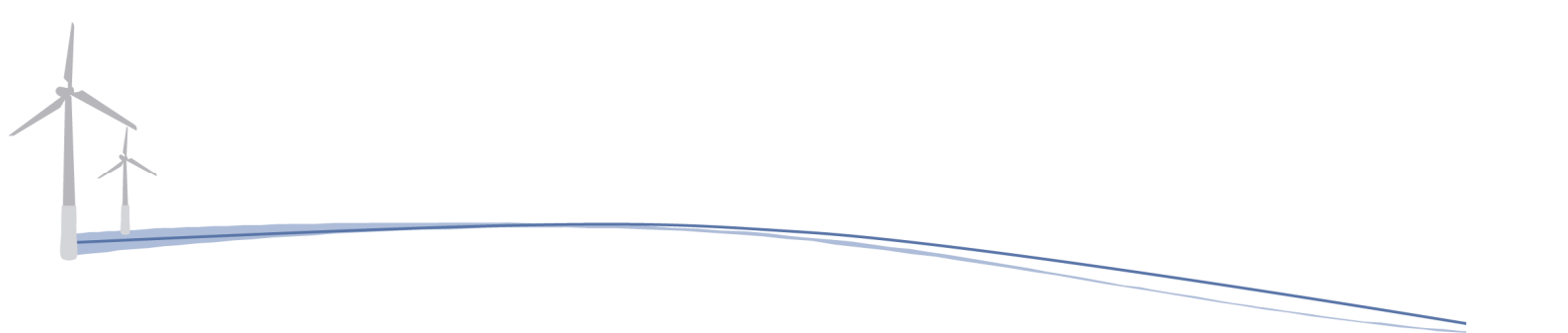
#### Risque de collision

Afin d'évaluer le risque de collision, le **modèle de prévision de Band (2012)** a été utilisé dans le paragraphe 2.8.2 de la partie exploitation du chapitre 3 de l'étude d'impact (In Vivo, 2015). Ce modèle s'appuie sur un certain nombre de **variables/paramètres**, dont certains sont modifiés dans la nouvelle version du projet.

*Ailes Marines SAS, 40-42 Rue la Boétie 75008 Paris, France 538 781 857 RCS Paris*

Porter à connaissance des évolutions du projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

Ce document et l'information qu'il contient sont la propriété Ailes Marines SAS (consortium créé par RES et Iberdrola). Il ne sera pas utilisé pour toute autre fin que celle pour laquelle il a été fourni. Droits d'auteur RES & IBERDROLA – Tous droits réservés. Ne pas divulguer sans autorisation.



Plusieurs paramètres clés utilisés dans le modèle d'évaluation du risque de collision sont donc modifiés dans la nouvelle définition du projet. Certaines évolutions vont dans le sens d'une diminution du risque de collision (à savoir la réduction de la taille du rotor), quand d'autres augmentent potentiellement ce dernier. En particulier, la vitesse de rotation moyenne est significativement supérieure avec la nouvelle éolienne, et est susceptible de modifier le résultat du modèle de Band. En effet, le risque de collision varie de façon quasi linéaire avec la vitesse de rotation du rotor (Band, 2012) (Cf. Figure 5).

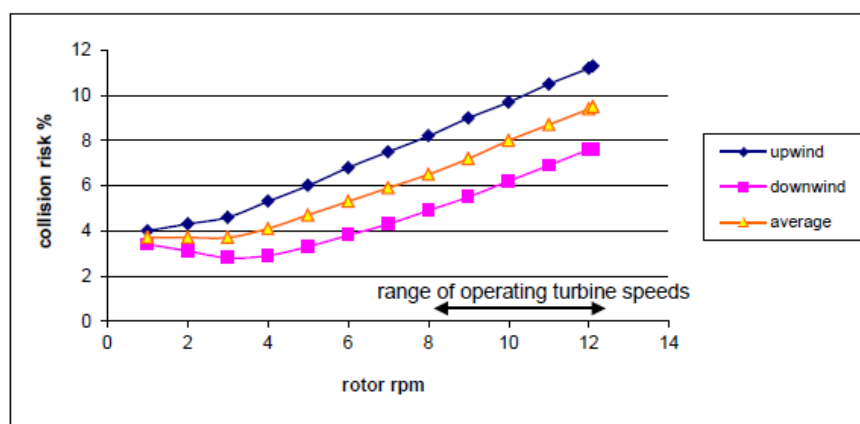


Figure 5 : Exemple de relation entre le risque de collision (sans évitement) et la vitesse de rotation des pales pour une éolienne de 5 MW et pour le Fou de Bassan (Band, 2012)

Ce modèle a été appliqué à une sélection de 5 espèces choisies en raison du nombre important d'observations (et d'individus), et de la hauteur de vol par rapport aux pales.

Les principaux paramètres modifiés entre l'ancien et le nouveau modèle d'éolienne sont la réduction du diamètre du rotor (impliquant une augmentation de la hauteur sous pale et une diminution de la hauteur en bout de pale) et l'augmentation de la vitesse de rotation. Le modèle de collision a été repris en intégrant ces nouveaux paramètres issus du changement d'éolienne (Cf. Annexe 3). Les résultats sont exposés ci-après.

**La réduction de la section balayée par les pales associée à l'augmentation de la hauteur sous pale induit une réduction du risque de collision pour les 5 espèces prises en compte dans l'analyse, et ce malgré l'augmentation de la vitesse de rotation.**

Cette réduction du risque de collision est constatée pour les 3 options du modèle de Band, et pour l'ensemble des taux d'évitement testés pour les 5 espèces dont le risque est modélisé.

Le calcul de la mortalité annuelle pour les deux modèles d'éolienne, modélisée avec un **taux d'évitement de 98 %** pour chacune des espèces selon les recommandations JNCC/SNH (SNH, 2010) est présenté dans les deux tableaux suivants.



### Modélisation 2017 – Modèle SIEMENS D8

Espèces	Taux d'évitement	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	TOTALX		
														Période nuptiale	Période internuptiale	Annuelle
Fou de Bassan	99,5%	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,7	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0	2,8	0,4	3,2
Goéland argenté	99%	0,5	0,9	0,4	0,4	1,5	2,3	0,3	0,0	0,2	0,2	0,4	0,3	4,6	2,8	7,4
Goéland brun	99%	0,0	0,1	0,6	0,4	0,6	1,1	1,2	0,7	0,8	0,2	0,3	0,0	3,9	2,0	5,9
Goéland marin	99%	3,3	3,6	3,1	1,1	3,0	1,8	1,3	0,8	0,7	0,6	1,2	0,5	7,9	12,8	20,7
Mouette tridactyle	99%	0,9	0,5	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4	0,3	2,4	2,7

### Modélisation 2015 – Modèle ADWEN AD8

Espèces	Taux d'évitement	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	TOTALX		
														Période nuptiale	Période internuptiale	Annuelle
Fou de Bassan	99,5%	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	4	0	4
Goéland argenté	99%	1	1	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	6	3	9
Goéland brun	99%	0	0	1	0	1	2	2	1	1	0	0	0	6	2	8
Goéland marin	99%	4	4	4	1	4	2	2	1	1	1	1	1	10	16	26
Mouette tridactyle	99%	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4	4

*Tableau 11 : Mortalité annuelle due aux collisions calculée avec l'option 3 du modèle et pour un taux d'évitement variable selon les espèces et suivant les préconisations de Maclean et al. (2009) et MORL (2012)*

Les résultats montrent que le nombre de collision est ainsi **significativement réduit** avec le passage de l'éolienne AD8 à l'éolienne D8 :

- **Fou de Bassan : 17 à 12,8 individus (-25 %) ;**
- **Goéland marin : 51 à 41,5 individus (-19 %) ;**
- **Goéland brun : 15 à 11,9 individus (-21 %) ;**
- **Goéland argenté : 19 à 14,8 individus (-23 %) ;**
- **Mouette tridactyle : 8 à 5,3 individus (-44 %).**

**Au regard de ces éléments, les conclusions du dossier de demande de dérogation au titre des espèces protégées déposées en avril 2016 pour les 64 espèces étudiées sont donc inchangées.**



### 3.2.2.6 Chiroptères

Les menaces identifiées du projet sur le groupe des chiroptères en phase d'exploitation sont la photoattraction, la perte d'habitats de chasse, le déplacement des couloirs de vol, les risques de collision ou de barotraumatisme et les impacts induits par l'émission d'ultrasons.

Dans la nouvelle version du projet, la disposition spatiale des éoliennes reste inchangée. Seule la hauteur des structures (haut de pale et bas de pale) et les vitesses de rotation changent.

Les impacts liés à la photoattraction, la perte d'habitats de chasse et le déplacement des couloirs de vol (en lien avec la disposition des infrastructures dans l'espace) restent inchangés.

Pour l'étude des risques de collision ou de barotraumatisme, l'analyse menée dans l'étude d'impact ne fait intervenir ni la hauteur totale en bout de pale, ni la hauteur libre en bas de pale, ni la vitesse de rotation maximale. Un niveau d'impact moyen a été estimé sur une seule espèce (pipistrelle de Nathusius) en raison de sa présence possible en mer.

Les ultrasons émis par le fonctionnement des éoliennes induiraient des impacts négligeables à nuls sur le groupe des chauves-souris.

**Le niveau d'impact sur les chiroptères reste donc globalement inchangé.**

### 3.2.3 Effets sur le patrimoine et le paysage

**Les modifications du projet n'ont aucune incidence sur les niveaux d'impact sur les sites archéologiques (faible) et les épaves (faible).**

Dans la version initiale du projet, ses effets en phase d'exploitation sur le paysage ont été étudiés par les bureaux d'études, l'Atelier de l'Isthme et Géophom, grâce à la réalisation de photomontages depuis des points de vue remarquables (Cf. Cahier de photomontages joint aux dossiers de demandes d'autorisations déposés le 23 octobre 2015 par Ailes Marines SAS). Dix des simulations visuelles les plus emblématiques ont été reproduites de manière à intégrer les nouvelles caractéristiques des éoliennes, à savoir le nouveau gabarit de l'éolienne D8 ainsi que la fondation jacket triangulaire (Cf. Annexe 4).

Dans sa nouvelle définition, les éoliennes sont moins hautes et équipées d'un rotor moins important, par conséquent, leur visibilité est diminuée comme le démontrent les simulations ci-après qui comparent la perception visuelle des deux modèles d'éolienne depuis quatre points de vue situés en différents endroits de la baie de Saint-Brieuc. Pour le point de vue le plus proche (point M5 situé à 5 km du parc éolien) et présenté sur la figure suivante, **la différence de hauteur, en tenant compte du marnage entre l'éolienne AD8 et l'éolienne D8 est d'environ 4,3 %.**

**Le changement de modèle d'éolienne ne modifie significativement ni la perception, ni les impacts visuels du projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc.**

*Ailes Marines SAS, 40-42 Rue la Boétie 75008 Paris, France 538 781 857 RCS Paris*

Porter à connaissance des évolutions du projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

Ce document et l'information qu'il contient sont la propriété Ailes Marines SAS (consortium créé par RES et Iberdrola). Il ne sera pas utilisé pour toute autre fin que celle pour laquelle il a été fourni. Droits d'auteur RES & IBERDROLA – Tous droits réservés. Ne pas divulguer sans autorisation.

## Projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

A 5 km au sud-ouest du projet

M5

### Comparaison des dimensions

Ce document présente la différence de hauteur perceptible entre deux modèles d'éoliennes vues depuis le point de vue M5 (à 5 km du projet). Les photomontages mettent en évidence ici l'écart de hauteur visible entre, d'une part le modèle AD8 d'ADWEN de 180 mètres de diamètre pour une hauteur totale de 216 mètres LAT (126 mètres au moyeu), et d'autre part, le modèle D8 de SIEMENS de 167 mètres de diamètre pour une hauteur totale de 207 mètres LAT (123,7 mètres au moyeu). La différence de hauteur en tenant compte du mariage entre l'éolienne AD8 et l'éolienne D8 est d'environ -4,3%. Les agrandissements présentent un champ visuel horizontal de 5,8° (soit 6,8% de l'amplitude horizontale du photomontage présenté dans le cahier). La hauteur masquée par la courbure terrestre est d'environ 7,50m pour l'éolienne la plus éloignée. La hauteur d'eau est de 8m au dessus de la référence LAT.

### Comparaison visuelle

Le changement de modèle d'éoliennes ne modifie significativement ni la perception ni les impacts visuels du projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. En effet, l'écart de hauteur visible entre le modèle AD8 d'ADWEN, et le modèle D8 de SIEMENS n'est que de 4,3%. Si le modèle D8 de SIEMENS est un peu moins haut et s'il présente un rotor un peu plus petit, cette différence se remarque difficilement si l'on compare les photomontages qui simulent les deux modèles d'éoliennes. Pour un regard attentif et exercé, l'impact visuel du projet équipé du modèle D8 de SIEMENS apparaîtra néanmoins très légèrement plus faible.

Par ailleurs, dans cette vue proche du projet éolien en mer, la différence d'aspect des fondations des deux modèles d'éoliennes est sensible, sans que cela modifie les impacts visuels du projet.

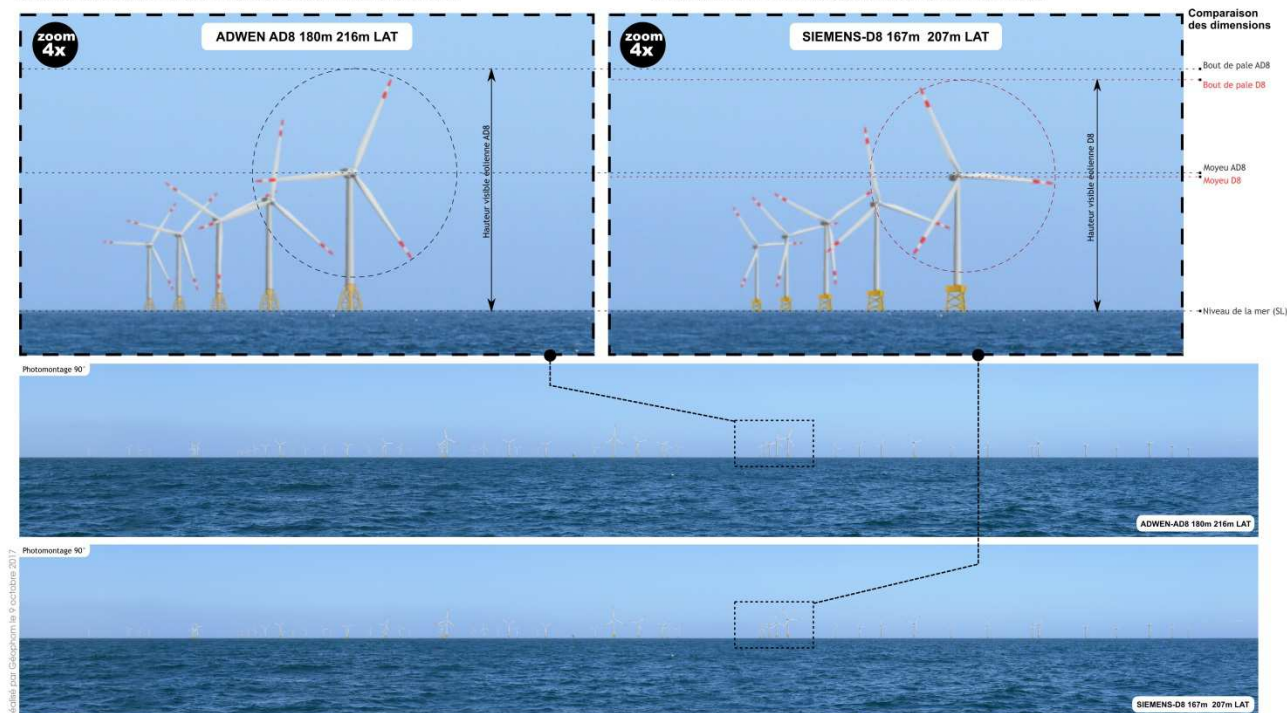


Figure 6 : Comparaison des dimensions des modèles d'éolienne AD8 (ADWEN) et D8 (SGRE) (Atelier de l'Isthme et Géophom)

La comparaison de la perception des deux modèles d'éolienne depuis les 3 autres points de vue sont présentés en Annexe 5.

**Les niveaux d'impact sur le paysage restent inchangés car la diminution de la taille des structures peut être considérée comme non significative à la distance des points de vue les plus importants (cap Fréhel, pointe de Saint-Cast-le-Guildo, etc.).**

### 3.2.4 Effets sur les activités socio-économiques et les usages

Les modalités de réalisation de la maintenance du parc éolien n'étant pas modifiées, il n'y a pas de modification des pressions sur les activités socio-économiques et les usages. Ainsi, **les impacts de la phase d'exploitation sur l'ensemble des compartiments ne seront pas modifiés.**

Par ailleurs, il est à noter que l'organisation définitive des usages à proximité et au sein du parc éolien sera définie en amont de la phase d'exploitation par la préfecture maritime de l'Atlantique.





### 3.2.5 Risques de pollution

La sous-station électrique étant maintenant refroidie par air, les risques de rejets polluants sont réduits dans cette nouvelle version.

Les risques de pollution, liés à la présence de fluides dans les éoliennes ne sont pas modifiés puisque l'éolienne D8, tout comme l'AD8 auparavant, sera conforme aux exigences françaises en vigueur, en termes de prévention des risques et pollutions pour l'environnement, et de ce fait, est conçue de manière à éviter tout rejet dans l'environnement.

### 3.2.6 Synthèse de l'analyse des impacts en phase d'exploitation

VOLET	THEME		Analyse	Changement du niveau d'impact
Milieu physique	Sédimentologie		L'emprise sur les fonds est réduite et les impacts restent inchangés	Non
	Conditions océanographiques et climatiques		L'évolution du projet n'a aucune incidence sur les conditions océanographiques et climatiques	Non
	Bathymétrie		Surface mobilisée par fondation et protections anti-affouillement désormais réduites d'environ 30 %	Non
	Qualité de l'eau		La quantité d'anodes sacrificielles n'est pas modifiée dans la nouvelle version du projet La sous-station électrique est refroidie par air (et non plus par eau de mer) : les impacts potentiels du système de refroidissement par circulation d'eau de mer (aspiration et rejet d'eau chaude) sont voués à disparaître	Oui - impacts négligeables dûs à l'aspiration et au rejet d'eau chaude supprimés
	Environnement sonore	Compariment aérien	Les nouvelles éoliennes D8 sont plus «bruyantes» que les anciennes, l'impact acoustique du fonctionnement du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc restera conforme à la réglementation en vigueur de jour et de nuit, quelques soient les conditions de vent à terre et le régime de fonctionnement des éoliennes	Oui - impact nul requalifié négligeable
		Compariment sous-marin	Les deux modèles d'éoliennes auront une signature acoustique sous-marine semblable. Ainsi, les impacts liés à l'exploitation du parc éolien sur l'environnement sonore sous-marin restent inchangés	Non
Milieu vivant	Biocénoses planctoniques		La sous-station électrique est refroidie par air (et non plus par eau de mer) : les impacts potentiels du système de refroidissement par circulation d'eau de mer (aspiration et rejet d'eau chaude) sont voués à disparaître	Oui - impacts faibles supprimés



	Biocénoses benthiques	La modification d'habitats concerne les peuplements de substrats durs. Elle est également légèrement réduite en raison de la modification du design des fondations. L'effet récif reste positif. La sous-station électrique étant maintenant refroidie par air, il n'y a plus d'aspiration, ni d'augmentation de température de l'eau à proximité	Oui - impacts nuls dus à l'aspiration et au rejet d'eau chaude sont supprimés
	Ressource halieutique	La modification d'habitats concerne les peuplements de substrats durs. Elle est également légèrement réduite en raison de la modification du design des fondations. L'effet récif reste positif. La sous-station étant maintenant refroidie par air, il n'y a plus d'aspiration, ni d'augmentation de température de l'eau à proximité	Oui - impacts négligeables dus à l'aspiration et au rejet d'eau chaude sont supprimés
	Mammifères marins	Aucune de ces pressions n'est modifiée dans la nouvelle version du projet : émergence sonore des éoliennes, champs électromagnétiques et modalités de maintenance	Non
	Avifaune	Les résultats montrent que le nombre de collision est notablement réduit (d'environ 20 % en moyenne pour les 5 espèces d'intérêt) avec le changement d'éolienne, toutefois les niveaux d'impacts sont conservés identiques puisque le modèle de collision ne couvre par l'ensemble des espèces et que d'autres impacts persistent : photoattraction, perte ou modification d'habitats, dérangement lié au bruit émis et par « effet barrière »	Non
	Chiroptères	Aucune des pressions n'est modifiée dans la nouvelle version du projet. Le niveau d'impact reste inchangé	Non
<b>Patrimoine et paysage</b>	Paysage	Les modifications du projet n'ont aucune incidence sur les niveaux d'impact sur les sites archéologiques et les épaves. Les niveaux d'impact sur le paysage restent inchangés car la diminution de la taille des structures peut être considérée comme non significative depuis la côte	Non
<b>Activités socio-économiques et usages</b>	Santé	Les modalités de maintenance du parc éolien n'étant pas modifiées, il n'y a pas de modification des pressions sur les activités socio-économiques et les usages. Les impacts restent inchangés	Non
<b>Risques de pollution</b>	-	La sous-station électrique étant maintenant refroidie par air, les risques de rejets polluants sont réduits dans cette nouvelle version.	Oui - impacts négligeables dus au rejet d'eau chaude sont supprimés

**Tableau 12 : Synthèse de l'analyse détaillée des impacts en phase d'exploitation et comparaison des niveaux d'impacts initiaux et actuels sur les compartiments d'intérêt (Ailes Marines)** (bleu : aucun changement, vert : impact revu à la baisse, orange : impact revu à la hausse, entre les impacts initiaux et actualisés)



## 4. Conclusion

Les évolutions techniques apportées au projet, portant à la fois sur le type d'éolienne, le design de la fondation et de ses pieux d'ancrage, ainsi que le système de refroidissement de la sous-station électrique **ne sont pas de nature à modifier de manière significative les impacts environnementaux du projet**. En effet, pour la grande majorité des compartiments analysés, les pressions à l'origine des impacts ne sont pas modifiées de manière significative ce qui ne modifie pas l'analyse du niveau d'impact.

Plus précisément, le présent dossier souligne, de manière approfondie, les variations d'impacts suivantes :

### *En phase de construction*

La durée totale d'installation des pieux sera augmentée du fait d'une augmentation du temps de forage. Toutefois, **la durée consacrée au battage des pieux (opération la plus bruyante) est réduite de 25 %** ce qui a pour effet de réduire les impacts liés aux émergences sonores les plus fortes.

### *En phase exploitation*

L'analyse comparative montre que :

- Les impacts liés à l'aspiration et au rejet d'eau chaude sur la qualité de l'eau, les biocénoses planctoniques, la ressource halieutique et les risques de pollution sont supprimés eu égard au refroidissement à l'air, et non plus à l'eau de mer, de la sous-station électrique ;
- **Le risque de collision pour l'avifaune est réduit de plus de 20 % en moyenne sur les 5 espèces d'intérêt ;**
- Dans une moindre mesure, le nouveau design de la fondation engendre **la réduction de l'emprise au sol totale des fondations et des protections anti-affouillement d'environ 33 % ;**
- En termes paysagers bien que la hauteur en bout de pale et le diamètre du rotor de l'éolienne D8 soient réduits par rapport à ceux de l'éolienne AD8, l'évolution du projet n'engendrera **pas de modification de la perception du parc éolien** en raison de la distance importante du parc par rapport aux points de vue remarquables situés sur la côte ;



- L'éolienne D8 de Siemens Gamesa Renewable Energy présente une puissance acoustique maximale dans l'air de 6 dB(A) supérieure à l'éolienne AD8 d'Adwen. Ceci induit une émergence globale à la côte (au niveau d'Erquy, côté est de la baie) de l'ordre de 1 à 2 dB(A) **en prenant en compte des hypothèses majorantes**, alors qu'elle était initialement nulle en tout point de la côte. **Toutefois, l'impact acoustique du fonctionnement du parc éolien est qualifié de négligeable et en tout point conforme à la réglementation en vigueur de jour et de nuit, quelles que soient les conditions de vent à terre et le régime de fonctionnement des éoliennes.** De plus, conformément à l'arrêté préfectoral n°2017/7, **une campagne de mesure des émergences acoustiques du parc éolien à la côte, sera réalisée dans un délai d'un an après la mise en exploitation du parc éolien.**

**Par ailleurs, les modifications du projet envisagées ne modifient en rien les conclusions spécifiques sur les effets cumulés du projet et sur celles de l'étude relative aux espèces protégées.**

**Enfin, l'ensemble des mesures et suivis proposés dans l'étude d'impact, et repris sous la forme de prescriptions dans les arrêtés préfectoraux d'autorisations, restent d'actualité, mis à part le suivi du rejet d'eau chaude issue de la sous-station électrique qui n'a plus de raison d'être avec un refroidissement à l'air.**

Il est à noter que l'évolution du projet n'induit aucune modification sur la double liaison de raccordement portée par RTE. Il en est de même concernant le programme de travaux qui analyse les impacts cumulatifs du parc éolien et de son raccordement.



## 5. Annexes techniques

Annexe 1 : STB-DEV-R-BTP-1983 Rev 1 Analyse modification EIE changement turbine-fondation-OSS (BIOTOPE, 2017a)

Annexe 2 : STB-DEV-R-SETEC-2007 Rev 0 Modèle bruit aérien – Siemens D8 (SETEC, 2017)

Annexe 3 : STB-DEV-R-BTP-2005 Rev 0 Modèle de collision – Siemens D8 (BIOTOPE, 2017b)

Annexe 4 : STB-DEV-R-ADI-2008 Rev 0 Cahier de photomontages – Siemens D8 (GEOPHOM, 2017a)

Annexe 5 : STB-DEV-R-ADI-2010 Rev 0 Comparaison paysage AD8-D8 (GEOPHOM, 2017b)



Ailes Marines S.A.S. créée par



IBERDROLA

res



## Projet éolien de la Baie de Saint Briec

Analyse des compartiments  
environnementaux impactés  
par l'évolution du projet éolien

Septembre 2017



biotope

## Résumé

Libellé de la mission	
<b>Projet éolien de la Baie de Saint Briec Analyse des compartiments environnementaux impactés par un changement de turbine et de fondation - Septembre 2017</b>	
Maître d'ouvrage	AILES MARINES
Rédaction	Biotope – Agence Bretagne 28 quai de la douane 29200 BREST
Réalisation	Pierre MISKO ( <a href="mailto:pmisko@biotope.fr">pmisko@biotope.fr</a> ) et Adrien LAMBRECHTS ( <a href="mailto:alambrechts@biotope.fr">alambrechts@biotope.fr</a> )
Révisions	V1.3





## Contexte de l'étude



Ailes Marines a obtenu les trois autorisations administratives nécessaires à la construction et l'exploitation du parc éolien en mer de la Baie de Saint Brieuc :

- La concession d'utilisation du domaine public maritime ;
- L'Autorisation Unique pour les Installations Ouvrages Travaux et Activités (AU IOTA) intégrant la demande d'autorisation au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement (autorisation « loi sur l'eau ») et la demande de dérogation à l'interdiction de porter atteinte aux espèces et habitats protégés ;
- L'Approbation du Projet d'Ouvrage (APO) privé.

Ces autorisations ont été délivrées par le Préfet des Côtes-d'Armor le 18 avril 2017, à l'issue d'une phase d'instruction lancée en octobre 2015. En accordant ces autorisations, le Préfet valide à la fois la qualité des études menées, l'intérêt général du projet et sa compatibilité avec les grands enjeux environnementaux identifiés. Dans le cadre de l'AU IOTA, les éventuels opposants au projet disposent de la possibilité de déposer des recours dans un délai de 4 mois à compter de la date de la dernière formalité d'affichage de l'arrêté préfectoral.

Néanmoins, en raison notamment du rachat d'Adwen par la société Siemens Gamesa Renewable Energy, Ailes Marines souhaite étudier l'incidence, sur les études environnementales déposées et instruites, des **évolutions dans la définition du projet**. Ces évolutions concernent notamment la turbine, le design de la fondation et le système de refroidissement de la sous-station électrique.

BIOTOPE propose donc, au travers de cette note technique, d'étudier spécifiquement l'incidence de ces évolutions sur l'ensemble des volets concernés.

Cette note permettra à Ailes Marines :

- D'**identifier** les volets de l'étude qui sont impactés par ces évolutions ;
- De **mesurer les conséquences** de ces évolutions pour le projet en termes d'impacts ;
- De **définir** les éventuelles analyses complémentaires à mener (risques de collision, risques acoustiques...) afin de sécuriser le dossier.

L'analyse s'appuie sur 3 études :

- L'étude d'impact environnementale (INVIVO, octobre 2015) valant document d'incidence sur l'eau ;
- Le document d'évaluation des incidences sur Natura 2000 (INVIVO, 2015) ;
- La demande de dérogation aux mesures d'interdiction de destruction et/ou de perturbation intentionnelle d'espèces protégées (BIOTOPE, avril 2016).

En l'état, il est attendu que les évolutions (rotor et design de la fondation) **concernent principalement les oiseaux (risques de collisions), les chauves-souris (risques de collisions et de barotraumatisme), les mammifères marins (risques de dommage auditifs et de dérangement)**. Néanmoins, l'incidence des évolutions de projet est abordée sur tous les volets : **MILIEU PHYSIQUE, MILIEU BIOLOGIQUE, PATRIMOINE ARCHEOLOGIQUE SOUS-MARIN ET LE PAYSAGE, ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES ET USAGES**.





## Définition des évolutions techniques



# 1 Définition des évolutions

Les évolutions concernent :

- La turbine, dont le modèle est modifié ;
- La fondation de type Jacket qui sera maintenant supportée par 3 pieux au lieu de 4, à l'exception de la fondation de la sous-station électrique qui conserve une structure à 4 pieux ;
- La sous-station électrique pour laquelle le refroidissement ne sera plus réalisé à partir de l'eau de mer mais par l'air.
- Ces évolutions peuvent avoir des implications en termes de modalités de construction et/ou d'exploitation du parc. **En l'état actuel des connaissances, ces évolutions n'ont pas d'implication sur la phase de démantèlement.**

La description technique exhaustive du projet est donnée dans le document annexe joint à ce dossier.

Le Tableau 1 synthétise les points majeurs induits par ces évolutions techniques.

PARAMETRES	VERSION INITIALE	MODIFICATIONS
Superficie de la zone d'implantation	103 km <sup>2</sup>	103 km <sup>2</sup>
Largeur du parc (sud-ouest/nord-est)	9 km	9 km
Longueur du parc (nord-ouest/sud-est)	15 km	15 km
Bathymétrie de la zone	29-42 m PBMA	29-42 m PBMA
Distance minimale à la côte	16,3 km (cap Fréhel)	16,3 km (cap Fréhel)
Nombre d'éoliennes	62 de 8 MW	62 de 8 MW
Nombre de sous-station électriques (SST)	1	1
Système de refroidissement de la SST	Eau de mer	Air
Nombre de mâts de mesure (MS)	1	1
Nombre de lignes	7 lignes de 3 à 14 éoliennes	7 lignes de 3 à 14 éoliennes
Espacement des lignes	1 300 m	1 300 m
Espacement inter-éoliennes	1 000 m	1 000 m
Hauteur des éoliennes bout de pale	216 m PBMA	207,2 m PBMA
Hauteur sous pales	24,4 m (par rapport au PHMA)	28,6 m (par rapport au PHMA)
	36 m (par rapport au PBMA)	40,2m (par rapport au PBMA)
Hauteur du moyeu	126 m PBMA	123,7 m PBMA
Diamètre du rotor	180 m	167 m
Vitesse maximale de rotation (bout de pale)	288 km/h	340 km/h
Nombre de rotation à pleine puissance (12 m/s)	8,5 tours/min	10,8 tours/min
Vitesse de vent minimale de production	3 m/s	3 m/s
Vitesse de vent maximale de production	30 m/s	28 m/s
Nombre de pieux de fixation des fondations	(29 machines + 1 SST) x 4 PF = 120 pieux forés (PF)	(29 machines x 3 PF) + (1 SST x 4 PF) = 91 pieux forés (PF)
	(33 machines + 1 MS) x 4 P3D = 136 pieux 3D (P3D)	(33 machines + 1 MS) x 3 P3D = 102 pieux 3D (P3D)
Diamètre des pieux	PF : 2 m	PF : 2 m
	P3D : 2,5 m	P3D : 2,5 m
Emprise des pieux (par pieu)	PF : 3,2 m <sup>2</sup>	PF : 3,2 m <sup>2</sup>
	P3D : 4,9 m <sup>2</sup>	P3D : 4,9 m <sup>2</sup>
Surface totale impactée par les pieux	1 051 m <sup>2</sup> (256 pieux)	800 m <sup>2</sup> (193 pieux)
Longueur totale des pieux	PF éoliennes : 17 m	PF éoliennes : 20 m
	PF SST : 31 m	PF SST : 31m
	P3D (éoliennes et MS) : 48 m	P3D (éoliennes et MS) : 61 m
Profondeur d'enfoncement	PF éoliennes : 14 m	PF éoliennes : 17 m
	PF SST : 28 m	PF SST : 28 m
	P3D (éoliennes et MS) : 45 m	P3D (éoliennes et MS) : 58 m
Volume sec de sédiments extraits pour les pieux	Environ 35 500 m <sup>3</sup>	Environ 35 000 m <sup>3</sup>
Volume total de mortier	5 800 m <sup>3</sup>	5 800 m <sup>3</sup>
Section des fondations des éoliennes et du mât de mesure	Carrée de 25 m de côté	Triangulaire de 28,2 m de côté
Section de la fondation de la sous-station électrique	Carrée de 30 m de côté	Carrée de 30 m de côté
Surface par fondation	625 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
Surface totale impactée par les fondations	4 ha	env 2,6 ha
Emprise des protections anti-affouillement autour des pieux	8 m	8 m
Emprise des protections anti-affouillement à l'extérieur d'une fondation	env 1 100 m <sup>2</sup>	env 800 m <sup>2</sup>
Emprise totale des protections anti-affouillement	34 000 m <sup>2</sup> (fondation comprise)	24 000 m <sup>2</sup> (fondation comprise)
	22 000 m <sup>2</sup> (hors fondation)	16 000 m <sup>2</sup> (hors fondation)
Epaisseur des protections anti-affouillement	1 m	1 m
Volume de protection anti-affouillement	22 000 m <sup>3</sup>	16 000 m <sup>3</sup>
Quantité totale d'aluminium et de zinc dissous (anodes)	64 t/an	64t/an
Linéaire de câbles	100 km	100 km
Profondeur d'ensouillage	0,5 à 1,5 m selon conditions de sol	0,5 à 1,5 m selon conditions de sol
Largeur de la tranchée	0,6 m	0,6 m
Linéaire de câbles ensouillés	50 km	50 km
Linéaire de câbles non ensouillés mais protégés par enrochement	50 km	50 km
Emprise de la tranchée	30 000 m <sup>2</sup>	30 000 m <sup>2</sup>
Volume sec de sédiments déplacés	54 000 m <sup>3</sup>	54 000 m <sup>3</sup>
Linéaire d'enrochement	50 km	50 km
Largeur d'enrochement au sol	5 m	5 m
Hauteur maximale d'enrochement	0,5 m	0,5 m
Volume d'enrochement	90 000 m <sup>3</sup> (1,8 m <sup>3</sup> /ml maximum)	90 000 m <sup>3</sup> (1,8 m <sup>3</sup> /ml maximum)
Emprise des enrochements	250 000 m <sup>2</sup>	250 000 m <sup>2</sup>
Dimensions de la sous-station électrique	Longueur : 40 m	Longueur : 40 m
	Largeur : 30 m	Largeur : 30 m
	Hauteur : 16 m	Hauteur : 16 m
Hauteur du mât de mesure	126 m par rapport au PBMA	126 m par rapport au PBMA

Tableau 1 : Résumé des caractéristiques du projet – version initiale et version modifiée (AILES MARINES) en **jaune** ce qui change



The background of the page is a photograph of a field of tall, thin-stemmed flowers with small, light-colored blossoms. The image is overlaid with a semi-transparent teal filter. The text is centered over this background.

## Incidence des évolutions sur l'analyse des impacts en phase de construction



Le tableau qui suit propose une analyse de l'incidence, en phase de construction, de l'évolution de projet sur les différents volets de l'étude d'impact. Chaque volet est soit traité succinctement ici, soit développé dans le document.

VOLET	THEME	Remarques
Milieu physique	Géologie	Géologie modifiée par forage/battage sur une surface très réduite, diminuée dans la nouvelle version du projet Pas d'incidence
	Risque sismique	Risque pas augmenté par le projet, dans les 2 versions du projet Pas d'incidence
	Sédimentologie (nature sédimentaire)	Impact négligeable de toutes les opérations projetées : résidus de forage, pose des protections anti affouillement, tranchées pour les câbles électriques
	Conditions océanographiques et climatiques	Aucune incidence possible
	Bathymétrie	Aucune incidence possible
	Trait de cote	Aucune incidence possible
	Qualité de l'eau	Développé dans le document
	Qualité de l'air	Qualité de l'air altérée de façon négligeable par circulation maritime Pas de modification significative des pressions à l'origine des impacts
	Environnement sonore	Développé dans le document
Milieu biologique	Champs électromagnétiques	Aucune incidence possible
	Patrimoine écologique	Pour les zones réglementées, aucune incidence possible Incidence sur les différents groupes biologiques étudiée dans les § dédiés
	Biocénoses planctoniques	Pas de modification significative des pressions (remise en suspension) à l'origine des impacts
	Biocénoses benthiques	Développé dans le document
	Ressource halieutique	Développé dans le document
	Poissons amphihalins	Développé dans le document
	Mammifères marins	La question se pose pour les nuisances sonores dues au battage - à développer
	Autres espèces marines	Pas de modification significative des pressions (bruit et turbidité) à l'origine des impacts
Patrimoine et paysage	Avifaune	Développé dans le document
	Chiroptères	Photo attraction lors des travaux de nuit inchangée
	Sites archéologiques sous marins	Aucune incidence possible
	Epaves	Aucune incidence possible
Activités socio économiques et usages	Paysage	La nature des opérations à mener ne change pas significativement
	Zones maritimes réglementées	La nature des opérations à mener ne change pas significativement - - l'impact reste fort sur les chenaux d'accès aux ports du Légué et de Saint Malo Pas d'incidence
	Phares	La construction impacte le mode de fonctionnement du phare du grand Léjon, qui sera adapté. Pas de différence dans la nouvelle version du projet Pas d'incidence
	Navigation et sécurité maritime	L'organisation des opérations à mener ne change pas significativement
	Contraintes hertziennes et aéronautiques	L'organisation des opérations à mener ne change pas significativement Pas d'incidence
	Activité de pêche	L'étude initiale a considéré que le secteur d'implantation est fermé pour 2 ans Pas d'incidence
	Cultures marines	Pas d'augmentation de la remise en suspension Pas d'incidence
	Caractéristiques territoriales	La répartition géographique des différentes opérations reste inchangée
	Tourisme et activité de loisirs	L'attrait pour le tourisme (industriel) reste inchangé Pas d'incidence
Risques de pollution	Santé	La plongée sous-marine à proximité du chantier durant les opérations les plus bruyantes reste déconseillée Pas d'incidence
	Risques de pollution	Pas d'augmentation des risques de pollution Pas d'incidence

Tableau 2 : Analyse sommaire des implications de l'évolution de projet sur les impacts en phase de construction (BIOTOPE)

## 2 Effets sur le milieu physique

Les impacts de la phase de construction sur la géologie, les risques sismiques, la sédimentologie, les conditions océanographiques et climatiques, la bathymétrie, le trait de côte, la qualité de l'air et les champs électromagnétiques restent inchangés. **Les évolutions dans les modalités de travaux n'induisent pas d'évolution des pressions à l'origine de ces impacts.**

### 2.1 Qualité de l'eau

La qualité de l'eau peut être altérée en phase de construction par la remise en suspension de sédiments, issus du rejet en surface des résidus issus du forage. La remise en suspension liée à l'ensouillage des câbles électriques (sédiments meubles) reste mineure et contribue peu à l'augmentation de turbidité. Les granulats (enrochements) utilisés pour les protections anti affouillement et les protections de câbles sont préalablement aspergés en sortie de carrière (avant transport) ce qui limite la présence de matières fines.

Le volume de sédiments extraits pour la mise en place des pieux reste inchangé (environ 35 000 m<sup>3</sup>) : la profondeur supérieure de forage (17m/14m en pieux forés, 58m/45m en pieux 3D) est compensée par le nombre réduit de pieux (3 au lieu de 4, sauf pour la sous-station électrique).

L'analyse initiale de l'impact de la phase de construction sur la qualité de l'eau s'appuie sur :

- Les résultats de la modélisation effectuée par la société ACTIMAR qui a montré que les sédiments grossiers se déposent rapidement à proximité du forage, et que les sédiments fins occasionnent de faibles concentrations en MES (< 1 mg/l) au sein d'un panache de l'ordre d'un kilomètre par rapport au rejet.
- Les analyses géochimiques qui ont montré que les sédiments de la zone d'implantation sont exempts de toute contamination.

**Cette analyse n'est donc pas modifiée, les pressions à l'origine du niveau d'impact (négligeable à modérée) n'étant pas significativement différentes.**

### 2.2 Environnement sonore

Les principales sources d'émissions sonores en phase de construction proviennent :

- Du forage du sous-sol marin ;
- Du battage de pieux ;
- Des opérations d'installation des câbles électriques (ensouillage, dépôt de protections rocheuses...) ;
- De la circulation maritime occasionnée...

L'analyse de l'impact des travaux de construction sur le bruit est fondée sur les résultats de :

- L'étude d'impact acoustique aérienne (SETEC International, 2015) ;
- L'étude d'impact acoustique sous-marine (ALTRAN, 2015).

Dans la nouvelle version du projet, les modalités d'installation des pieux (nombre, profondeur) sont modifiées :

- La profondeur d'ancrage est supérieure : 17m au lieu de 14 pour les pieux forés, 58m au lieu de 45 pour les pieux 3D.

- Pour les pieux forés :

- Les temps d'installation unitaires sont révisés proportionnellement à la profondeur d'enfoncement :  $(17/14) \times 30h =$  environ 36h pour les pieux forés ; Pour une même fondation, 2 forages sont menés simultanément lorsque cela est possible.

Dans la version initiale, cela représente  $2 \times 30h = 60h$  pour installer 4 pieux soit un total de 1 800h pour les 120 pieux forés. Dans la nouvelle version, il faut  $29 \times 36 \times 2 = 2 088h$  pour installer les fondations d'éoliennes +  $2 \times 36h$  pour les fondations de la SST, soit un total de 2 160h.

- Pour les pieux 3D :

- L'augmentation de profondeur influence le temps de forage pour un même pieu ; Pour une même fondation, 2 forages sont menés simultanément lorsque cela est possible.

Dans la version initiale, l'installation d'un pieu 3D nécessite 3h de battage puis 42h de forage puis 3h de battage.

Ainsi, la mise en place des 4 pieux se déroule de la manière suivante : 2 séquences consécutives de 3h de battage + 1 séquence de forage de 42 h + 4 séquences consécutives de 3h de battage + 2 séquences consécutives de 3h de battage = 108h, soit un total de 3 672h pour les 34 fondations.

Dans la nouvelle version, l'installation d'un pieu 3D nécessite 3h de battage puis 52h de forage puis 3h de battage.

Ainsi, la mise en place des 3 pieux se déroule de la manière suivante : 2 séquences consécutives de 3h de battage + 1 séquence de forage de 52 h + 3 séquences consécutives de 3h de battage + 1 séquence consécutive de 3h de battage = 122h, soit un total de 4 148h pour les 34 fondations.

Opérations	Temps de travaux bruyants (forage, battage)	
	Ancienne version	Nouvelle version
Pieux forés	$(120/2) \times 30h = 1 800h$	$(29 \times 2 \times 36h) + (2 \times 36h) = 2 160h$
Pieux 3D	$[(4 \times 3h) + (2 \times 42h) + (4 \times 3h)] \times 34 = 3 672h$	$[(3 \times 3h) + (2 \times 52h) + (3 \times 3h)] \times 34 = 4 148h$
<b>Total</b>	<b>5 472h</b>	<b>6 308h</b>

Tableau 3 : Durée des opérations d'installation des pieux (INVIVO, AILES MARINES, BIOTOPE)

Bien que le nombre de pieux à installer soit inférieur, la durée globale d'installation est augmentée car :

- La durée de forage est supérieure ;
- 1 pieu sur 3 est foré seul.

Néanmoins, la durée consacrée aux opérations de battage (les plus bruyantes) est réduite, passant de 24h à 18h par fondation.

Il est à noter que les émergences sonores estimées à la source (dans l'eau et dans l'air) sont inchangées car ni le diamètre des pieux ni la technique de pose ne sont modifiés. L'installation des câbles et de leurs protections n'interviennent pas car il n'y a aucun changement dans cette nouvelle version de projet.

### 2.2.1 Compartiment aérien

L'étude d'impact acoustique aérienne (SETEC International, 2015) pour les opérations de construction a utilisé des valeurs mesurées en Suède<sup>1</sup> de puissance instantanée sur une seconde d'une opération de battage (138 dB(A)).

L'étude de la propagation du bruit dans l'environnement à partir de la source a été réalisée au moyen de la cartographie d'isophones, qui représente les surfaces affectées par le même niveau sonore, à une hauteur de 4 m (correspondant à la hauteur moyenne du premier étage d'une habitation individuelle).

L'analyse ne prend donc pas en compte la durée des opérations d'installation des pieux.

Bien que la durée soit globalement augmentée, la durée consacrée aux opérations de battage (les opérations les plus bruyantes) est réduite de 24h à 18h par fondation (soit au total de 816h à 612h).

**La conclusion de SETEC est donc inchangée : les niveaux sonores perçus à la côte sont faibles et l'impact estimé est nul.**

### 2.2.2 Compartiment aquatique

L'étude d'impact acoustique sous-marine (ALTRAN, 2015) pour les opérations de construction a utilisé des gabarits acoustiques (situations sonores à la source) issus de la bibliographie. Un modèle de propagation a été mis en œuvre de façon à prédire les niveaux acoustiques large bande (31.5 Hz – 20kHz) sur une zone d'étude large. L'étude a montré que le battage est de loin la plus forte contribution aux émergences sonores sous-marines.

Les paramètres d'entrée des simulations sont donc décorrélés des temps de battage (réduits dans cette nouvelle version). **La conclusion d'INVIVO reste donc inchangée : les niveaux acoustiques prédits sont forts à des distances importantes de la source, et l'impact est jugé fort.**

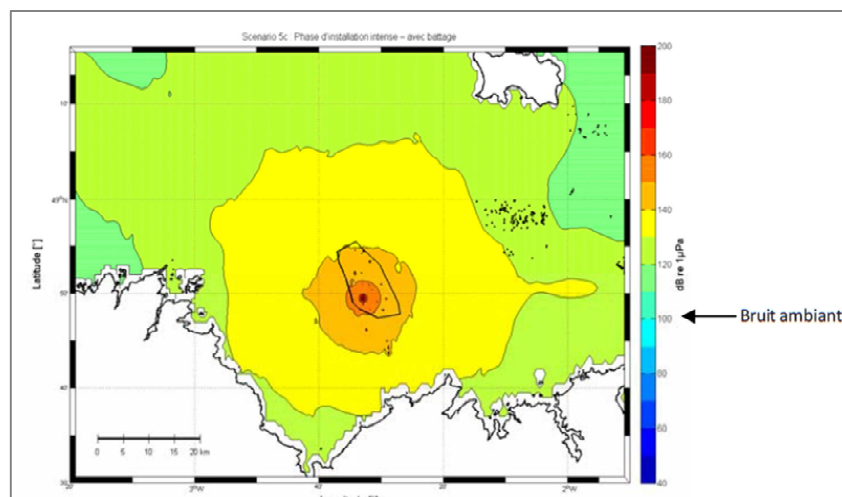


Figure 1 : Niveaux acoustiques large bande pur un scénario d'installation intense (forage + battage) (ALTRAN, 2015)

<sup>1</sup> Offshore Wind-Turbine Construction – Offshore pile-driving underwater and above-water noise measurements and analysis (Ødegaard & Danneskiold – Samsøe A/S, Report n°00.877, établi pour le compte de SEAS Distribution A.m.b.A. et Euron Wind GmbH, octobre 2000).

### 3 Effets sur le milieu biologique

Les impacts de la phase de construction sur le patrimoine écologique (sous l'angle réglementaire), les biocénoses planctoniques et les chiroptères restent inchangés. **Les évolutions dans les modalités de travaux n'induisent pas d'évolution des pressions à l'origine de ces impacts.**

#### 3.1 Biocénoses benthiques

Les opérations de construction susceptibles d'impacter les biocénoses benthiques sont :

- L'ancrage des navires, la mise en place des gabarits de forage/battage, l'installation des pieux, la mise en place des protections anti affouillement et la pose des câbles électriques, **qui engendrent l'écrasement (destruction) des peuplements ;**
- Le forage (résidus) et le creusement de tranchées pour la pose des câbles électriques qui occasionnent une remise en suspension de particules sédimentaires : **augmentation de la turbidité et dépôts induits ;**
- Les nuisances sonores (traitées dans le § suivant).

Postes de travaux	Ecrasement pour l'ensemble du parc (m <sup>2</sup> )	
	Ancienne version	Nouvelle version
Pieux	1 051	791
Navires de construction	9 984	9 984
Gabarits battage/forage	32 000	32 000
Protections anti-affouillement (20 fondations)	22 000	16 000
Ensuillage des câbles (substrats meubles)	30 000	30 000
Protection des câbles (substrats durs)	250 000	250 000
<b>Total</b>	<b>345 035 m<sup>2</sup></b>	<b>338 775 m<sup>2</sup></b>

Tableau 4 : Surfaces impactées par les travaux (INVIVO, AILES MARINES, BIOTOPE)

La superficie totale concernée par une destruction est réduite d'environ 1,8 %, en raison du passage à 3 pieux : emprise réduite des pieux et des protections anti-affouillement. Bien que les surfaces impactées soient (faiblement) réduites, **le niveau d'impact reste inchangé, notamment au regard des surfaces occupées par les roches et blocs au sein de la zone d'implantation.**

Concernant la turbidité induite par la remise en suspension de particules sédimentaires, son impact est réputé faible et temporaire sur les communautés animales et végétales des substrats durs, nul à négligeable pour les substrats meubles. Le volume de sédiments extraits pour la mise en place des pieux reste inchangé (environ 35 000 m<sup>3</sup>). **La remise en suspension liée à l'ensuillage des câbles électriques (sédiments meubles) reste mineure et contribue peu à l'augmentation de turbidité.**



## 3.2 Ressource halieutique

Les opérations de construction susceptibles d'impacter la ressource halieutique sont les mêmes que celles qui affectent potentiellement les biocénoses benthiques :

- **Ecrasement (destruction) des peuplements** : espèces benthiques et démersales ;
- **Augmentation de la turbidité** : espèces benthiques et démersales, espèces pélagiques, larves ;
- **Dépôts induits par la turbidité** ; espèces benthiques et démersales, larves ;
- **Nuisances sonores** : espèces benthiques et démersales, espèces pélagiques, larves.

### 3.2.1 Ecrasement

La superficie totale détruite par écrasement est réduite d'environ 1,8 %, en raison de la diminution du nombre total de pieux. Bien que les surfaces impactées soient (faiblement) réduites, **le niveau d'impact reste faible à moyen selon les groupes, notamment au regard des surfaces occupées par les roches et blocs au sein de la zone d'implantation.**

### 3.2.2 Turbidité

Le volume de sédiments extraits pour la mise en place des pieux reste inchangé (environ 35 000 m<sup>3</sup>) dans la nouvelle définition du projet. La remise en suspension liée à l'ensouillage des câbles électriques (sédiments meubles) reste mineure et contribue peu à l'augmentation de turbidité.

**Les niveaux d'impact sur les espèces benthiques et démersales, les espèces pélagiques et les larves restent inchangés.**

### 3.2.3 Dépôts induits

La modélisation réalisée par ACTIMAR concernant la dispersion des matières en suspension et les dépôts induits, à partir des données d'entrée du projet, reste valide. Le volume de sédiments extraits pour la mise en place des pieux est quasiment inchangé. **Les niveaux d'impact sur les espèces benthiques et démersales et les larves restent inchangés.**

### 3.2.4 Nuisances sonores

La durée totale d'exposition des organismes vivants aux nuisances les plus fortes (battage) diminue de 816 à 612h. Les émergences sonores à la source et la localisation des différentes opérations sont inchangées. **Les niveaux d'impact sur les espèces benthiques et démersales, les espèces pélagiques et les larves restent donc inchangés.**

### 3.3 Poissons amphihalins

La turbidité et les émergences sonores, identifiés dans l'étude d'impact comme des menaces potentielles pour les poissons amphihalins, ne sont pas significativement modifiés dans la nouvelle définition de projet. **Pour les mêmes raisons, les niveaux d'impact évalués restent inchangés.**

### 3.4 Mammifères marins

Les menaces identifiées du projet sur le groupe des mammifères marins en phase de construction sont le bruit généré par les opérations de travaux (masquage, dérangement, atteintes physiques du système auditif), les risques de collisions avec les navires de travaux, et l'augmentation de la turbidité.

Dans les nouvelles modalités de travaux, tous ces paramètres restent inchangés, à l'exception de la durée et de l'enchaînement des opérations d'installation des pieux :

- Les temps de forage sont globalement augmentés ;
- Les temps de battage sont globalement réduits.

L'étude d'impact acoustique (ALTRAN) utilisée dans l'EIE fait référence à 2 méthodes :

- L'utilisation de la méthode de Southall, qui permet de représenter spatialement les niveaux d'exposition cumulés pour une opération de 2000 battages (coups) pour les 4 catégories acoustiques de mammifères marins. Cette valeur de 2 000 coups a été choisie arbitrairement, sur la base de données bibliographiques (entre 500 et 5 000 coups selon les auteurs), soit environ 11 coups/minute. **Les durées de battage unitaires restent inchangées (3h).**
- L'utilisation de la méthode de Nedwell (dBht) ne fait pas intervenir le temps de battage, **mais un gabarit acoustique de référence qui est inchangé.**

Néanmoins, bien que les niveaux d'impact acoustique fassent référence aux résultats de ces 2 modélisations, la sensibilité des différentes espèces a joué un rôle majeur dans les conclusions de l'étude. En effet, au-delà des risques de dépassement de seuils connus lors des opérations de battage (TTS et PTS), gérés au travers de mesures spécifiques (détection visuelle et acoustique par observateurs embarqués, mise en place de *pingers* imposée par l'arrêté préfectoral), **le dérangement des espèces et la perte d'habitats par le bruit ont été considérés comme forts pour les 2 espèces les plus fréquentes dans le secteur : le marsouin commun et le grand dauphin, qui monopolisent la majeure partie des observations sur zone en bateau et en avion.**

**Bien que les temps de battage soient notablement réduits, les niveaux d'impact sur les différentes espèces sont inchangés dans cette nouvelle version du projet.** A noter également que 5 de ces espèces (marsouin commun, grand dauphin, dauphin de Risso, dauphin commun et phoque gris) ont fait l'objet, du fait de leur présence avérée à proximité de la zone de projet, d'une **demande de dérogation aux mesures d'interdiction de destruction et ou de perturbation intentionnelle.**

## 3.5 Avifaune

Les impacts identifiés sur les oiseaux en phase de construction sont les suivants :

- Risque de collision ;
- Perte, modification, gain d'habitat : perte physique, perte par évitement, modification du réseau trophique ;
- Dérangement et effet « barrière » ;
- Effet du bruit sous-marin ;
- Dérangement dû aux navires ;
- Photoattraction (risque de collision accru + épuisement).

### 3.5.1 Risque de collision et photoattraction

En phase de construction, les paramètres qui influencent le risque de collision **restent inchangés** dans la nouvelle définition du projet :

- Importance de la zone de travaux ;
- Comportement des espèces ;
- Hauteur de vol des oiseaux ;
- Conditions durant le vol : luminosité, visibilité, intempéries, vent...;
- Photoattraction.

Le principal facteur influençant le risque de collision reste la photoattraction, dont les paramètres durant la phase de travaux sont réputés identiques à la version initiale du projet : couleur, intensité et fréquence des éclairages, sur les navires et les plateformes de construction. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés.**

### 3.5.2 Perte, modification et gain d'habitat

En phase de construction, les paramètres qui influencent la perte, la modification ou le gain d'habitat (perte physique, perte par évitement, modification du réseau trophique) **restent inchangés ou à la baisse** dans la nouvelle définition du projet :

- Perte physique d'habitat (emprise des fondations) : diminution de l'impact (déjà évalué comme négligeable) car diminution de l'emprise par pieu et de la surface par fondation ;
- Perte d'habitat par évitement : impact identique car nombre d'éoliennes, densité d'implantation, configuration d'implantation, activité lors de la construction (fréquence et nombre de bateaux, durée et période des travaux) et emprise du parc inchangés ;
- Modification du réseau trophique : l'impact sur les biocénoses benthiques et sur la ressource halieutique sont considérés comme inchangés (cf. & 3.1 et 3.2) ou modifiés de façon négligeable dans la nouvelle version du projet ;

**Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés, voire inférieurs.**

### 3.5.3 Dérangement et « effet barrière »

En phase de construction, les paramètres qui influencent le dérangement et l'effet barrière, liés aux caractéristiques du chantier (fréquence et nombre de bateaux, durée et période des travaux) **restent inchangés** dans la nouvelle définition du projet. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés.**

### 3.5.4 Effet du bruit sous-marin

La durée totale d'exposition des organismes vivants aux nuisances les plus fortes (battage) diminue de 816h à 612h. Les émergences sonores à la source et la localisation des différentes opérations sont inchangées. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux plongeurs sont donc inchangés.**

### 3.5.5 Dérangement dû aux navires

En phase de construction, les paramètres qui influencent le dérangement par les navires, liés aux caractéristiques du chantier (fréquence et nombre de bateaux, durée et période des travaux) **restent inchangés** dans la nouvelle définition du projet. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés.**

## 4 Effets sur le patrimoine et le paysage

Les évolutions de projet n'ont aucune incidence sur les niveaux d'impact sur les sites archéologiques (négligeable), les épaves (négligeable) et le paysage (négatif, direct, temporaire et faible).

## 5 Effets sur les activités socio-économiques et les usages

Les modalités de construction n'étant pas modifiées, et en particulier le planning de réalisation incluant la durée des différents ateliers, il n'y a pas de modification des pressions sur les activités socio-économiques et les usages. Ainsi, les impacts de la phase de construction sur les zones maritimes réglementées, le fonctionnement du phare du Grand Léjon, la sécurité en mer, les contraintes hertziennes et aéronautiques, les activités en mer, qu'elles soient professionnelles ou de loisirs et le tourisme, ne seront pas modifiés.

Par ailleurs, il est à noter que l'organisation définitive des usages à proximité et au sein de la zone de chantier sera définie en amont des travaux par la préfecture maritime.

Concernant la santé, la plongée sous-marine à proximité du chantier durant les opérations les plus bruyantes reste déconseillée (bruit sous-marins), mais aucun autre élément n'est de nature à menacer la santé humaine, dans la version initiale comme dans la version modifiée du projet.

## 6 Risques de pollution

**Les risques de pollution accidentelle inhérents à tout chantier industriel en mer ne sont pas augmentés dans cette nouvelle version du projet.**

The background of the page is a photograph of a field of tall, thin-stemmed flowers with small, light-colored blossoms. The image is overlaid with a semi-transparent light blue filter. The text is centered over this background.

## Incidence des évolutions sur l'analyse des impacts en phase d'exploitation



Le tableau qui suit propose une analyse de l'incidence, en phase d'exploitation, de l'évolution de projet sur les différents volets de l'étude d'impact. Chaque volet est soit traité succinctement ici, soit développé dans le document.

VOLET	THEME	Remarques
Milieu physique	Géologie	Géologie modifiée par forage/battage sur une surface très réduite, diminuée dans la nouvelle version du projet Pas d'incidence
	Risque sismique	Risque pas augmenté par le projet, dans les 2 versions du projet Pas d'incidence
	Sédimentologie (nature sédimentaire)	Développé dans le document
	Conditions océanographiques et climatiques	Développé dans le document
	Bathymétrie	Développé dans le document
	Trait de côte	Pas de modifications de l'analyse relative aux courants et à la houle Pas d'incidence
	Qualité de l'eau	Développé dans le document
	Qualité de l'air	Qualité de l'air altérée de façon négligeable par circulation maritime Pas de modification significative des pressions à l'origine des impacts
	Environnement sonore	Développé dans le document
	Champs électromagnétiques	Les tensions et intensités ne sont pas modifiées Pas d'incidence
Milieu biologique	Patrimoine écologique	Pour les zones réglementées, aucune incidence possible Incidence sur les différents groupes biologiques étudiée dans les § dédiés
	Biocénoses planctoniques	Développé dans le document
	Biocénoses benthiques	Développé dans le document
	Ressource halieutique	Développé dans le document
	Poissons amphihalins	Pas de modification significative des pressions (bruit, champs électromagnétiques, chaleur dégagée par les câbles) à l'origine des impacts Pas d'incidence
	Mammifères marins	A développer
	Autres espèces marines	Pas de modification significative des pressions (bruit et champs électromagnétiques) à l'origine des impacts
	Avifaune	A étudier à la lumière de nouvelles modélisations du risque de collision
Patrimoine et paysage	Chiroptères	Développé dans le document
	Sites archéologiques sous marins	Aucune incidence possible
	Epaves	Aucune incidence possible
	Paysage	Développé dans le document
Activités socio économiques et usages	Zones maritimes réglementées	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Phares	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Navigation et sécurité maritime	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Contraintes hertziennes et aéronautiques	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Activité de pêche	La modification du projet ne modifie pas l'emprise du parc sur les zones de pêche par rapport à celle identifiée dans le projet initial (fondations, et protections (anti-affouillement, protection des câbles)) Pas d'incidence
	Cultures marines	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Caractéristiques territoriales	Les modalités d'exploitation sont inchangées L'exploitation du parc éolien prévoit toujours la création de 140 emplois directs, localisés en baie de Saint-Brieuc Pas d'incidence
	Tourisme et activité de loisirs	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
	Santé	Les modalités d'exploitation sont inchangées Pas d'incidence
Risques de pollution	Risques de pollution	Développé dans le document

Tableau 5 : Analyse sommaire des implications de l'évolution de projet sur les impacts en phase d'exploitation (BIOTOPE)



## 7 Effets sur le milieu physique

Les impacts de la phase d'exploitation sur la géologie, les risques sismiques, le trait de côte, la qualité de l'air et les champs électromagnétiques restent inchangés. **Les évolutions dans les modalités d'exploitation n'induisent pas de modification des pressions à l'origine de ces impacts.**

### 7.1 Sédimentologie

Au terme des travaux de construction, la nature sédimentaire des fonds est localement modifiée par les pieux, les protections anti affouillement, et les protections de câbles mises en place sur les substrats durs (et donc non ensouillés). Les surfaces concernées sont les suivantes :

Libellé	Fonds marins occupés pour l'ensemble du parc (m <sup>2</sup> )	
	Ancienne version	Nouvelle version
Pieux	1 051	791
Protections anti-affouillement (20 fondations)	22 000	16 000
Protection des câbles (substrats durs)	250 000	250 000
<b>Total</b>	<b>273 051 m<sup>2</sup></b>	<b>266 791 m<sup>2</sup></b>

Tableau 6 : Fonds marins modifiés de façon permanente par le projet (INVIVO, AILES MARINES, BIOTOPE)

Dans cette version modifiée :

- La surface occupée par les pieux est réduite ;
- La surface occupée par les protections anti affouillement est réduite ;
- La surface occupée par les protections de câbles reste inchangée.

Au total, les fonds modifiés sont réduits d'environ 6 260 m<sup>2</sup> (soit environ 0,6 ha), ce qui reste négligeable en comparaison avec la surface de la zone d'implantation (103 km<sup>2</sup>). **Les niveaux d'impact sur la nature et sur l'épaisseur sédimentaire restent inchangés (faibles à négligeables).**

### 1.1 Conditions océanographiques et climatiques

La température, les risques de projection de glace (gel) et l'exposition au risque de foudre ne sont pas augmentés par la nouvelle machine.

#### 1.1.1 Courants de marée et houle

L'impact de la présence du parc éolien sur les courants de marée et sur l'agitation a été étudié par modélisation par la société ACTIMAR. Le modèle utilisé (TELEMAC 2D) permet de simuler l'influence sur les vitesses de courants de la présence en mer d'obstacles à l'écoulement des fluides (fondations). L'outil numérique de prédiction a été utilisé à l'échelle régionale (ie la zone d'implantation) et locale (cas d'une éolienne), dans différents cas de figure (coefficient de marée, phasage par rapport à la pleine mer, hauteur et incidence de la houle...).

Le modèle est un outil puissant qui calcule, pour chaque maille d'une emprise spatiale donnée et sur la durée de la simulation, les différences entre des valeurs « sans aménagement » et les valeurs « avec aménagement ». Les valeurs maximales d'écart sont données dans l'étude pour chaque maille.

Néanmoins, les fondations sont représentées dans le modèle par des objets cylindriques ponctuels. Le design fin de la fondation n'intervient donc pas, et on peut même considérer que la fonction de type jacket est plus transparente que l'objet pris en compte dans le modèle. **Par conséquent, l'évolution de la structure (passage d'une fondation carré à une fondation triangulaire) n'a pas d'incidence significative sur l'écoulement des eaux, qui reste impacté de façon négligeable.**

Les fondations dissipent également une partie de l'énergie de la houle, ce qui a principalement une influence sur sa hauteur.

**De la même façon, les calculs réalisés par ACTIMAR concernant l'impact sur la houle sont les mêmes avec la nouvelle fondation.**

### 1.1.2 Vents

La modélisation des effets de sillage d'une éolienne (Yu-Ting WU, Fernando PORTE-AGEL, 2010) reste applicable au cas de la nouvelle machine.

- La vitesse du vent est réduite de plus de 50% jusqu'à une distance de 8 x diamètre du rotor.
- La machine a une influence sur le vent incident jusqu'à 20 x le diamètre du rotor.

AVANT Hauteur 216m / PBMA Diamètre rotor : 180m	APRES Hauteur : 207,2m / PBMA Diamètre rotor : 167m
Influence jusqu'à 20 x 180 = 3 600 m	Influence jusqu'à 20 x 167 = 3 340 m
Réduction de 50% des vitesses jusqu'à 8 x 180 = 1 440 m	Réduction de 50% des vitesses jusqu'à 8 x 167 = 1 336 m

Tableau 7 : Influence des infrastructures sur les vents (INVIVO, AILES MARINES, BIOTOPE)

**Les modifications de diamètre de rotor n'occasionnent qu'une diminution modeste de l'influence sur le vent, qui reste négligeable.**

## 1.2 Bathymétrie

La nouvelle définition de projet prévoit la mise en œuvre de protection anti-affouillement autour de 20 fondations. La surface mobilisée par les fondations et leurs protections est réduite de 34 000 à 24 000 m<sup>2</sup>.

L'exhaussement des fonds en raison des protections de câbles (hauteur max 0,5m) reste identique, tandis que la mise en place de structures métalliques sur toute la hauteur d'eau modifie plus significativement la bathymétrie.

Globalement, l'évolution de projet n'implique pas de conclusion différente. **L'impact sur la topographie générale des fonds reste négligeable, et les machines seront repérées sur les cartes marines.**

Libellé	Bathymétrie modifiée (m <sup>2</sup> )	
	Ancienne version	Nouvelle version
Fondations avec protections anti-affouillement (20)	34 000	24 000
Fondations sans protections anti-affouillement (44)	44 x 625 = 27 500	44 x 400 = 17 600
<i>(Emprise projetée des 64 fondations, hors protections)</i>	<i>(64 x 625 = 40 000)</i>	<i>(64 x 400 = 25 600)</i>
Protection des câbles (substrats durs)	250 000	250 000
<b>Total</b>	<b>311 500 m<sup>2</sup></b>	<b>291 600 m<sup>2</sup></b>

Tableau 8 : Modifications de la bathymétrie (INVIVO, AILES MARINES, BIOTOPE)

### 1.3 Qualité de l'eau

En phase d'exploitation, les effets potentiels sur la qualité de l'eau proviennent de la dilution des anodes sacrificielles.

Les anodes sacrificielles ne sont pas modifiées. L'étude d'impact a considéré que chaque fondation génère un flux annuel de 1 000kg d'aluminium et de zinc dissous. Cette analyse n'est pas modifiée car la masse métallique de la fondation n'est pas significativement inférieure.

**La nouvelle sous-station électrique sera dorénavant refroidie par air : les impacts potentiels du système de refroidissement par circulation d'eau de mer disparaissent.**

### 1.4 Environnement sonore

Les principales sources d'émissions sonores en phase d'exploitation proviennent :

- Du fonctionnement des éoliennes ;
- Du fonctionnement de la sous-station électrique ;
- De la circulation de navires de maintenance.

L'analyse de l'impact de la phase d'exploitation sur le bruit est fondée sur les résultats de :

- L'étude d'impact acoustique aérienne (SETEC International, 2015) ;
- L'étude d'impact acoustique sous-marine (ALTRAN, 2015).

Dans la nouvelle version du projet, le modèle d'aérogénérateur est modifié.

### 1.4.1 Compartiment aérien

Pour évaluer l'impact sur l'environnement sonore produit par le parc éolien, SETEC a pris en compte le fonctionnement simultané des 62 machines, ainsi que la sous station électrique. La circulation des navires de maintenance est tenue pour négligeable dans la contribution acoustique.

De la même façon que pour la phase de construction, l'étude de la propagation du bruit dans l'environnement à partir de la source a été réalisée au moyen de la cartographie d'isophones, qui représente les surfaces affectées par le même niveau sonore, à une hauteur de 4 m (correspondant à la hauteur moyenne du premier étage d'une habitation individuelle).

La puissance de la nouvelle turbine reste inchangée et les caractéristiques de la sous-station électrique (puissance acoustique = 100dB(A)) sont conservées.

Une analyse du changement de machines sur la propagation du bruit dans l'environnement est réalisée par le bureau d'études SETEC.

### 1.4.2 Compartiment aquatique

L'étude d'impact acoustique sous-marine (ALTRAN, 2015) pour la phase d'exploitation a pris en compte le fonctionnement simultané de 62 machines à puissance nominale, ainsi que la circulation de 2 navires de maintenance. Faute d'éléments disponibles, la contribution de la sous-station électrique n'a pu être prise en compte, elle est toutefois réputée négligeable (comme c'est le cas pour les émissions acoustiques aériennes).

La signature acoustique de l'éolienne en fonctionnement a été obtenue par extrapolation des valeurs mesurées sur le modèle AREVA M5000 (5 MW) en fonctionnement sur le parc Alpha Ventus en Allemagne, à une puissance supérieure (8 MW), en référence aux travaux de Møller qui propose une relation entre puissance des éoliennes et niveau sonore.

**Les impacts liés à l'exploitation du parc éolien sur l'environnement sonore sous-marin restent inchangés.**

## 2 Effets sur le milieu biologique

Les impacts de la phase d'exploitation sur le patrimoine écologique (sous l'angle réglementaire) et les poissons amphihalins restent inchangés. **Les évolutions dans les modalités de travaux n'induisent pas de modification des pressions à l'origine de ces impacts.**

### 2.1 Biocénoses planctoniques

Les menaces identifiées dans le projet initial sur les biocénoses planctoniques sont liées à l'aspiration et au rejet d'eau de mer (refroidissement de la sous station électrique). **La sous station étant maintenant refroidie par air dans cette nouvelle version, les impacts sont nuls.**

### 2.2 Biocénoses benthiques

Les éléments susceptibles, dans la version modifiée du projet, d'impacter les biocénoses benthiques en phase d'exploitation sont la **perte ou modification d'habitats et l'effet récif**. Les nuisances sonores et les vibrations, les champs électromagnétiques occasionnés par les câbles et les modifications thermiques occasionnées par l'échauffement des câbles ne sont pas modifiés. **La sous-station étant maintenant refroidie par air, il n'y a plus d'aspiration ni d'augmentation de température de l'eau à proximité.**

#### 2.2.1 La perte ou modification d'habitats

La différence dans le total des surfaces modifiées intervient en raison de la réduction du nombre de pieux par fondation et donc de la réduction de l'emprise des protections anti-affouillement.

La perte d'habitat pour les peuplements des substrats meubles provenant de la présence des pieux et des protections anti-affouillement est légèrement réduite, du fait de la réduction du nombre de pieux par fondation et de la réduction de l'emprise des protections anti-affouillement.

La modification d'habitat concerne les peuplements de substrats durs. Elle est également légèrement réduite en raison de l'évolution du design des fondations.

**L'évolution du projet n'a pas d'incidence significative sur le niveau d'impact évalué, qui reste direct, permanent et faible.**

Eléments	Surfaces mobilisées pour l'ensemble du parc (m <sup>2</sup> )	
	Ancienne version	Nouvelle version
Pieux	1 051	791
Protections anti-affouillement (20 fondations)	22 000	16 000
Protection des câbles (substrats durs)	250 000	250 000
<b>Total</b>	<b>273 051 m<sup>2</sup></b>	<b>266 791 m<sup>2</sup></b>

Tableau 9 : Surfaces modifiées à l'issue de la phase de construction (INVIVO, AILES MARINES, BIOTOPE)

### 2.2.2 L'effet récif

L'effet récif attendu et décrit dans l'EIE est lié à l'installation de substrats durs (métal, roche...) sur des faciès meubles, à savoir les fondations et les protections anti affouillement (pour les 20 machines concernées).

Les protections de câbles installées ne constituent pas réellement un effet récif, et sont exclus de l'analyse dans l'étude initiale. Pour autant, l'installation d'embrochements sur les câbles crée de nouvelles surfaces colonisables, et la biomasse engendrée est considérée comme positive. Les surfaces en jeu restent néanmoins négligeables à l'échelle de la surface de la zone d'implantation (103 km<sup>2</sup>).

**L'évolution du projet n'a pas d'incidence significative sur l'analyse initiale, qui conclut à un effet positif.**

**La colonisation éventuelle par la crépidule (*Crepidula fornicata*) reste à surveiller.**

## 2.3 Ressource halieutique

Les éléments susceptibles, dans la version modifiée du projet, d'impacter les biocénoses benthiques en phase d'exploitation sont la **perte ou la modification d'habitats et l'effet récif**. Les nuisances sonores et les vibrations, les champs électromagnétiques occasionnés par les câbles et les modifications thermiques occasionnées par l'échauffement des câbles ne sont pas modifiés. **La sous-station étant maintenant refroidie par air, il n'y a plus d'aspiration ni d'augmentation de température de l'eau à proximité.**

### 2.3.1 La perte ou modification d'habitats

Elle concerne les espèces benthiques et démersales et les larves. **L'analyse est identique à celle du compartiment benthique : l'évolution du projet n'a pas d'incidence significative sur le niveau d'impact évalué, qui reste direct, permanent et faible.**

### 2.3.2 L'effet récif

Elle concerne les espèces benthiques et démersales, les espèces pélagiques et les larves.

L'effet récif est considéré comme positif dans l'étude initiale, bien qu'il soit limité pour les espèces benthiques. Il ne sera pas modifié dans la version modifiée du projet.

**L'effet reste positif.**

### 2.3.3 L'aspiration/rejet de la sous-station électrique

La sous station étant maintenant refroidie par air, **les risques liés à l'aspiration et au rejet de la sous-station électrique sur la ressource halieutique sont nuls.**

## 2.4 Mammifères marins

Les menaces identifiées du projet sur le groupe des mammifères marins en phase d'exploitation sont le bruit généré par le fonctionnement des installations (éoliennes, sous-stations électrique), la modification des habitats d'espèces (en lien ou non avec les nuisances sonores), les champs électromagnétiques occasionnés par le courant électrique dans les câbles, le risque de collision avec des navires de maintenance.

**Aucune de ces pressions n'est modifiée dans le nouveau projet : émergence sonore des machines, champs électromagnétiques, modalités de maintenance.**

La modification de l'habitat des espèces reste un échelon intégrateur, qui ne peut être étudié qu'au travers de suivis à plus long terme. **Ces suivis proposés dans l'étude initiale restent d'actualité.**

## 2.5 Avifaune

Les impacts identifiés sur les oiseaux en phase d'exploitation sont les suivants :

- Risque de collision ;
- Perte, modification, gain d'habitat : perte physique, perte par évitement, modification du réseau trophique ;
- Dérangement et effet « barrière » ;
- Effet du bruit sous-marin ;
- Dérangement dû aux navires ;
- Photoattraction (risque de collision accru + épuisement).

### 2.5.1 Risque de collision

Dans l'étude d'impact, INVIVO a utilisé le **modèle de prévision des risques de collision de Band (2012)**. Ce modèle s'appuie sur un certain nombre de **variables/paramètres**, dont certains sont modifiés dans la nouvelle définition du projet.

#### ***Espèces sélectionnées pour la modélisation : forte proportion d'oiseaux volant à hauteur de pale***

Ce modèle a été appliqué à une sélection de 5 espèces choisies en raison du nombre important d'observations (et d'individus), et de la hauteur de vol par rapport aux pales.

La hauteur minimale sous pale lors des Plus-Hautes-Mers Astronomiques (PHMA) passant de 24,4 à 28,6m, et la hauteur maximale atteinte en bout de pale lors des Plus-Basses-Mers Astronomiques (PBMA) passant de 216 à 207,2m, la liste d'espèces sur laquelle a été menée la modélisation du risque de collision est susceptible d'être modifiée.

**Cependant, la diminution de la section balayée par le rotor n'est susceptible de modifier cette liste d'espèces à prendre en compte que dans le sens d'une réduction du nombre d'espèces.**

#### ***Densité mensuelle moyenne des espèces***

**Ce paramètre est indépendant des caractéristiques des machines et reste donc inchangé dans la nouvelle définition du projet.**

#### ***Caractéristiques biologiques et écologiques des espèces***

**Ces paramètres sont indépendants des caractéristiques des machines et restent donc inchangés dans la nouvelle définition du projet : longueur et envergure moyennes, type de vol, vitesse moyenne de vol, activité nocturne.**

#### ***Données relatives aux installations***

Les données relatives aux installations intégrées au modèle de Band sont les suivantes :

- Latitude du parc : inchangé ;
- Nombre d'éoliennes : inchangé ;
- Largeur maximum du parc : inchangé ;
- Déplacement dû à la marée : inchangé ;
- Nombre de pales par éolienne : inchangé ;
- **Vitesse de rotation moyenne (tr/min) : change significativement (8,5 tr/min à 10,8 tr/min), dans le sens d'une augmentation du risque de collision ;**
- **Rayon du rotor : change significativement, passant de 90m à 83,5m, dans le sens d'une diminution du risque de collision ;**
- **Hauteur du moyeu : passe de 126m à 123,7m au-dessus de PHMA ;**
- Proportion mensuelle du temps de fonctionnement des éoliennes (%) : ce paramètre dont la valeur absolue n'est pas connue, change dans le sens d'une diminution du risque de collision (vitesse de vent minimale de production inchangée et vitesse maximale de production passant de 30m/s à 28 m/s) ;
- Largeur maximale des pales : inchangé
- Pas moyen de la pale : inchangé

**Plusieurs paramètres clés utilisés dans le modèle d'évaluation du risque de collision sont donc modifiés dans la nouvelle définition du projet. Certaines évolutions vont dans le sens d'une diminution du risque de collision, quand d'autres augmentent potentiellement ce dernier.** En particulier, la vitesse de rotation moyenne est significativement supérieure avec la nouvelle machine, et est susceptible de modifier le résultat du modèle de Band. En effet, le risque de collision varie de façon quasi linéaire avec la vitesse de rotation du rotor (Band, 2012).

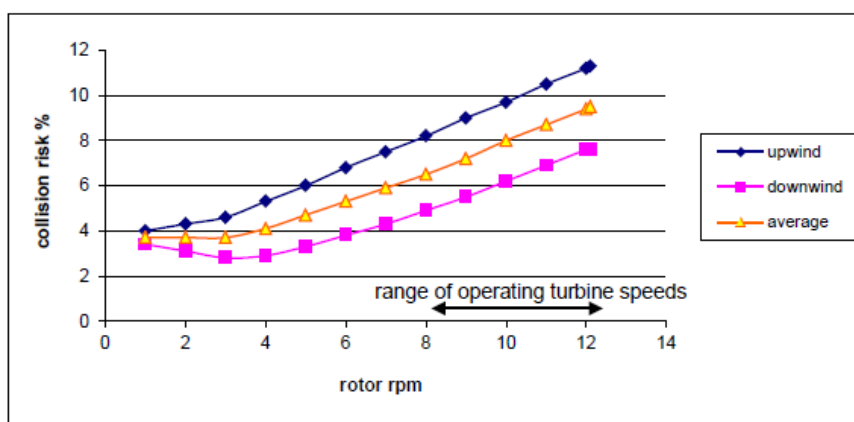


Figure 2 : Exemple de relation entre le risque de collision (sans évitement) et la vitesse de rotation des pales pour une turbine de 5MW et pour le Fou de Bassan (Band, 2012).

**Pour conclure :**

- **Le risque de collision pour les oiseaux est susceptible d'être modifié par la nouvelle définition du projet ;**
- **Il est recommandé de réaliser une nouvelle modélisation (modèle de Band, 2012) avec les paramètres imposés par la nouvelle machine. Celle-ci fait l'objet d'un autre document.**

### 2.5.2 Photoattraction

Les paramètres de fonctionnement en phase d'exploitation sont réputés identiques à la version initiale du projet : couleur, intensité et fréquence des éclairages et balisages lumineux, sur les éoliennes. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés.**



### 2.5.3 Perte, modification, gain d'habitat

En phase d'exploitation, les paramètres qui influencent la perte, la modification ou le gain d'habitat (perte physique, perte par évitement, modification du réseau trophique) **restent inchangés ou à la baisse** dans la nouvelle définition du projet :

- Perte physique d'habitat (emprise des fondations) : diminution de l'impact (déjà évalué comme négligeable) car diminution de l'emprise par pieu et de la surface par fondation ;
- Perte d'habitat par macro-évitement : impact identique car le nombre d'éoliennes, la densité d'implantation, la configuration d'implantation, et l'emprise du parc sont inchangés ;
- Modification du réseau trophique : l'impact sur les biocénoses benthiques et sur la ressource halieutique sont considérés comme inchangés (cf. & 2.1 et 2.2) ou modifiés de façon négligeable dans la nouvelle version du projet.

**Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés, voire inférieurs.**

### 2.5.4 Dérangement et « effet barrière »

En phase d'exploitation, les paramètres qui influencent le dérangement par effet barrière et surcoût énergétique, liés aux caractéristiques de la configuration du parc (superficie de la zone d'implantation, longueur et largeur du parc, nombre d'éoliennes...) **restent inchangés** dans la nouvelle définition du projet. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés.**

### 2.5.5 Effet du bruit sous-marin

L'étude d'impact acoustique sous-marine (ALTRAN, 2015) pour la phase d'exploitation a pris en compte le fonctionnement simultané de 62 machines à puissance nominale, ainsi que la circulation de 2 navires de maintenance. Faute d'éléments, la contribution de la sous-station électrique n'a pu être prise en compte, elle est toutefois réputée négligeable (comme c'est le cas pour les émissions acoustiques aériennes).

La signature acoustique de l'éolienne en fonctionnement a été obtenue par extrapolation des valeurs mesurées sur le modèle AREVA M5000 (5 MW) en fonctionnement sur le parc Alpha Ventus en Allemagne, à une puissance supérieure (8 MW), en référence aux travaux de Møller qui propose une relation entre puissance des éoliennes et niveau sonore.

**Les niveaux d'impact sur les oiseaux plongeurs sont donc inchangés.**

### 2.5.6 Dérangement dû aux navires

En phase d'exploitation, les paramètres qui influencent le dérangement dû aux navires, liés aux caractéristiques de la maintenance (fréquence et nombre de bateaux, nombre et durée des rotations et maintenance) **restent inchangés** dans la nouvelle définition du projet. **Les niveaux d'impact sur les oiseaux sont donc inchangés.**

## 2.6 Chiroptères

Les menaces identifiées du projet sur le groupe des chiroptères en phase d'exploitation sont la photoattraction, la perte d'habitats de chasse, le déplacement des couloirs de vol, les risques de collision ou de barotraumatisme, les impacts induits par l'émission d'ultrasons.

Dans le projet modifié, la disposition spatiale des infrastructures reste inchangée. Seule la hauteur des structures (haut de pales et bas de pales) et les vitesses de rotation changent.

Les impacts liés à la photoattraction, la perte d'habitats de chasse et le déplacement des couloirs de vol (en lien avec la disposition des infrastructures dans l'espace) restent inchangés.

Pour l'étude des risques de collision ou de barotraumatisme, l'analyse menée dans l'étude initiale ne fait intervenir ni la hauteur totale en bout de pale (qui passe de 216m à 207,2m par rapport au PBMA), ni la hauteur libre en dessous de pales (qui passe de 36m à 40,2m), ni la vitesse de rotation maximale (qui passe de 8,5 à 10,8 tours/min). Un niveau d'impact moyen a été estimé sur une seule espèce (*pipistrelle de Nathusius*) en raison de sa présence possible en mer.

Les ultrasons émis par le fonctionnement des éoliennes induiraient des impacts négligeables à nuls sur le groupe des chauves-souris.

**Le niveau d'impact sur les chiroptères reste donc globalement inchangé.**

## 3 Effets sur le patrimoine et le paysage

**Les évolutions de projet n'ont aucune incidence sur les niveaux d'impact sur les sites archéologiques (faible), les épaves (faible).**

Les effets du projet en phase d'exploitation sur le paysage ont été étudiés par 2 structures spécialisées, l'Atelier de l'Isthme et Geophom, grâce à la réalisation de photomontages depuis des points de vue remarquables. Ces simulations visuelles ont été réalisées dans différentes conditions de visibilité (marée, météo...) et ont fait intervenir les caractéristiques dimensionnelles des installations.

Dans sa nouvelle définition, les machines sont moins hautes et sont équipées d'un rotor moins grand (167m de diamètre contre 180 initialement). Par conséquent, leur visibilité devrait être diminuée. Elle ne peut dans tous les cas être supérieure. La vitesse de rotation des turbines, qui est augmentée, n'est pas intervenue dans l'analyse (augmentation de 8,5 à 10,8 tours/minute).

**En première approche, les niveaux d'impact sur le paysage restent inchangés car la diminution de la taille des structures peut être considérée comme non significative à la distance des points de vue les plus importants (cap Fréhel, pointe de Saint-Cast ...). Néanmoins, la réalisation de nouveaux photomontages paysagers dans les mêmes conditions semble nécessaire.**

## 4 Effets sur les activités socio-économiques et les usages

Les modalités d'exploitation n'étant pas modifiées, il n'y a pas de modification des pressions sur les activités socio-économiques et les usages. Ainsi, les impacts de la phase d'exploitation sur l'ensemble des compartiments ne seront pas modifiés.

Par ailleurs, il est à noter que l'organisation définitive des usages au sein et à proximité du parc éolien sera définie en amont de l'exploitation par la préfecture maritime.

## 5 Risques de pollution

**La sous station électrique est maintenant refroidie par air, les risques de rejets polluants sont réduits dans cette nouvelle version.**



## Conclusion et préconisations

## 6 Conclusion et préconisations

Au regard des évolutions apportées au projet initial, l'analyse comparative des incidences du projet initial avec celles du nouveau projet ne montre pas de changements significatifs dans les effets attendus du projet sur l'environnement.

Biotope émet néanmoins deux préconisations :

- Le risque de collision pour les oiseaux étant susceptible d'être modifié dans cette nouvelle définition du projet, il est recommandé de **réaliser une nouvelle modélisation du risque de collision** (modèle de Band, 2012) avec les paramètres imposés par la nouvelle machine. Celle-ci fait l'objet d'un autre document ;
- Par ailleurs, les niveaux d'impact sur le paysage devraient rester inchangés car la diminution de la taille des structures peut être considérée comme non significative à la distance des points de vue les plus importants (cap Fréhel, pointe de Saint-Cast ...). Néanmoins, **la réalisation de nouveaux photomontages paysagers** dans les mêmes conditions semble nécessaire.



# ÉTUDE ACOUSTIQUE AERIENNE POUR L'IMPLANTATION DU PARC EOLIEN EN MER DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC

## ADDITIF



Indice	Date	Nature de l'évolution	Rédaction	Vérification	Validation
A00	16/10/2017	Création	D. MEZZALTARIM	S. LAVEAUD	S. SOUCHON
A01	17/10/2017	Prise en compte des remarques d'Ailes Marines	D. MEZZALTARIM	S. LAVEAUD	S. SOUCHON



## TABLE DES MATIERES

1. PREAMBULE.....	5
2. RAPPELS METHODOLOGIQUES .....	6
2.1. Objectifs acoustiques.....	6
2.2. Aire d'étude.....	9
2.3. Contribution acoustique du parc éolien a terre .....	10
3. EVALUATION DES IMPACTS .....	12
3.1. Phase exploitation.....	12
3.2. Conclusion .....	16
3.3. Comparaison avec les résultats de l'étude initiale .....	16

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Présentation de l'aire d'étude éloignée .....	9
Figure 2 : Contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc en phase exploitation .....	12

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Emergence globale admissible par période .....	6
Tableau 2 : Termes correctifs applicables à l'émergence maximale admissible (périodes diurne et nocturne) .....	6
Tableau 3 : Emergence admissible par fréquence .....	6
Tableau 4 : Objectifs acoustiques – parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc .....	8
Tableau 5 : Puissance acoustique de chaque éolienne 8 MW par bande d'octave, à une vitesse de vent de 8 m/s .....	10
Tableau 6 : Puissance acoustique globale de chaque éolienne 8 MW, selon la vitesse du vent .....	10
Tableau 7 : Calcul des émergences acoustiques maximales en fonction de la vitesse du vent à terre .....	13

## 1. PREAMBULE

Le consortium Ailes Marines, constitué des sociétés Eole-RES et IBERDROLA, a été désigné lauréat en avril 2012 de l'appel d'offres éolien en mer lancé en juillet 2011 pour le lot de Saint-Brieuc. Le projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc verra l'implantation de 62 éoliennes en mer, pour une puissance totale installée de 496 MW.

Les études préliminaires ont été réalisées en 2011, suivies de 2012 à 2015 d'études complémentaires. Une première version du dossier d'étude d'impact a été présentée aux services de l'Etat en avril 2014. Suite aux remarques émises lors de cette « pré instruction », un volet complémentaire relatif à l'acoustique aérienne a été intégré au dossier. Il porte sur l'impact à terre du bruit produit par la construction, l'exploitation et le démantèlement du parc éolien en mer.

En 2017, Ailes Marines envisage un changement du modèle de turbine et souhaite actualiser l'étude acoustique sur la base des nouvelles données d'émissions sonores de ces machines de marque SIEMENS. Le présent document constitue donc un additif à l'étude initiale en date de mars 2015.

## 2. RAPPELS METHODOLOGIQUES

### 2.1. OBJECTIFS ACOUSTIQUES

#### 2.1.1. Réglementation

##### 2.1.1.1. Bruit en exploitation

Contrairement aux éoliennes terrestres, les parcs éoliens en mer ne dépendent pas du régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). En matière d'acoustique, ils sont donc soumis à la réglementation relative aux bruits de voisinage :

- Décret du 31 août 2006 (articles R1334-31 à R1334-37 du code de la santé publique) ;
- Arrêté du 5 décembre 2006.

Les obligations sur le bruit en phase exploitation portent sur le non dépassement d'émergences acoustiques globales et spectrales. Les émergences spectrales ne sont à rechercher qu'à l'intérieur des locaux d'habitation.

	Période diurne 7h-22h	Période nocturne 22h-7h
Emergence maximale admissible	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 1 : Emergence globale admissible par période

Durée cumulée d'apparition du bruit particulier : T	Terme correctif en dB(A)
T ≤ 1 minute	+6
1 minute < T ≤ 5 minutes	+5
5 minutes < T ≤ 20 minutes	+4
20 minutes < T ≤ 2 heures	+3
2 heures < T ≤ 4 heures	+2
4 heures < T ≤ 8 heures	+1
T ≥ 8 heures	+0

Tableau 2 : Termes correctifs applicables à l'émergence maximale admissible (périodes diurne et nocturne)

Fréquence en Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Emergences spectrales autorisées en dB	7	7	5	5	5	5

Tableau 3 : Emergence admissible par fréquence

L'émergence globale admissible dépend de la période de la journée et de la durée d'apparition du bruit : un terme correctif s'applique si le bruit incriminé apparaît moins de 8h par jour.

Par exemple, pour un bruit dont l'apparition est de 3h par nuit, l'émergence maximale admissible est de  $3 + 2 = 5$  dB(A).

La réglementation précise qu'aucune infraction n'est caractérisée si le bruit ambiant reste inférieur à 30 dB(A).

Le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc doit fonctionner 90% du temps (environ 7900h/an), aucun terme correctif ne sera donc appliqué. En effet, aucun terme correctif ne doit être pris en compte lorsque le temps de fonctionnement est supérieur à 8h par jour (voir figure 2).

L'exigence réglementaire est la plus contraignante en période de nuit, de plus, les niveaux de bruit résiduels sont généralement plus faibles de nuit que de jour. Si les objectifs acoustiques sont respectés la nuit, ils le seront également le jour. On dit alors qu'en matière d'impact sonore la période de nuit est dimensionnante.

#### 2.1.1.2. Bruit en phase construction et démantèlement

Le décret du 31 août 2006 traite également des bruits de chantier. Les obligations sont formulées de la façon suivante :

*R. 1334-31*

*Aucun bruit particulier ne doit, par sa durée, sa répétition ou son intensité, porter atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme, dans un lieu public ou privé, qu'une personne en soit elle-même à l'origine ou que ce soit par l'intermédiaire d'une personne, d'une chose dont elle a la garde ou d'un animal placé sous sa responsabilité.*

*R. 1334-36*

*Si le bruit mentionné à l'article R. 1334-31 a pour origine un chantier de travaux publics ou privés, ou des travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :*

*« 1° Le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;*

*« 2° L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;*

*« 3° Un comportement anormalement bruyant.*

Il est à noter que les valeurs d'émergences maximales à respecter pour le bruit en phase exploitation ne s'appliquent pas aux bruits de chantier.

### 2.1.2. Synthèse des objectifs

Thème	Critère et objectif	Méthode
Bruit en phase exploitation	<p><b>Emergence globale de nuit inférieure à 3 dB(A)</b></p> <p>Emergence globale de jour inférieure à 5 dB(A)</p>	<p>- Evaluation du bruit résiduel à terre par la mesure, suivant les normes NF S 31-010 et Pr NF S 31-114,</p> <p>- Calcul de la contribution sonore du parc à terre, suivant la norme ISO 9613-2,</p>
	<p><b>Emergence spectrale</b> dans les logements inférieure à 7 dB(A) à 125 et 250 Hz, inférieure à 5 dB(A) entre 500 et 4000 Hz</p>	<p>- Confrontation des deux résultats pour détermination de l'émergence</p>
Bruit en phase construction ou démantèlement	<p>Evaluation du <b>risque de nuisance sonore</b> à terre</p>	<p>- Calcul de la contribution sonore des travaux à terre,</p> <p>- Comparaison aux niveaux de bruit résiduel moyens de jour</p>

Tableau 4 : Objectifs acoustiques – parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

## 2.2. AIRE D'ETUDE

Le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc sera implanté à une grande distance des côtes, comme le montre la carte ci-après. La zone d'étude retenue comporte l'ensemble des côtes les plus proches, entre l'île de Bréhat à l'ouest et le Cap Fréhel à l'est.

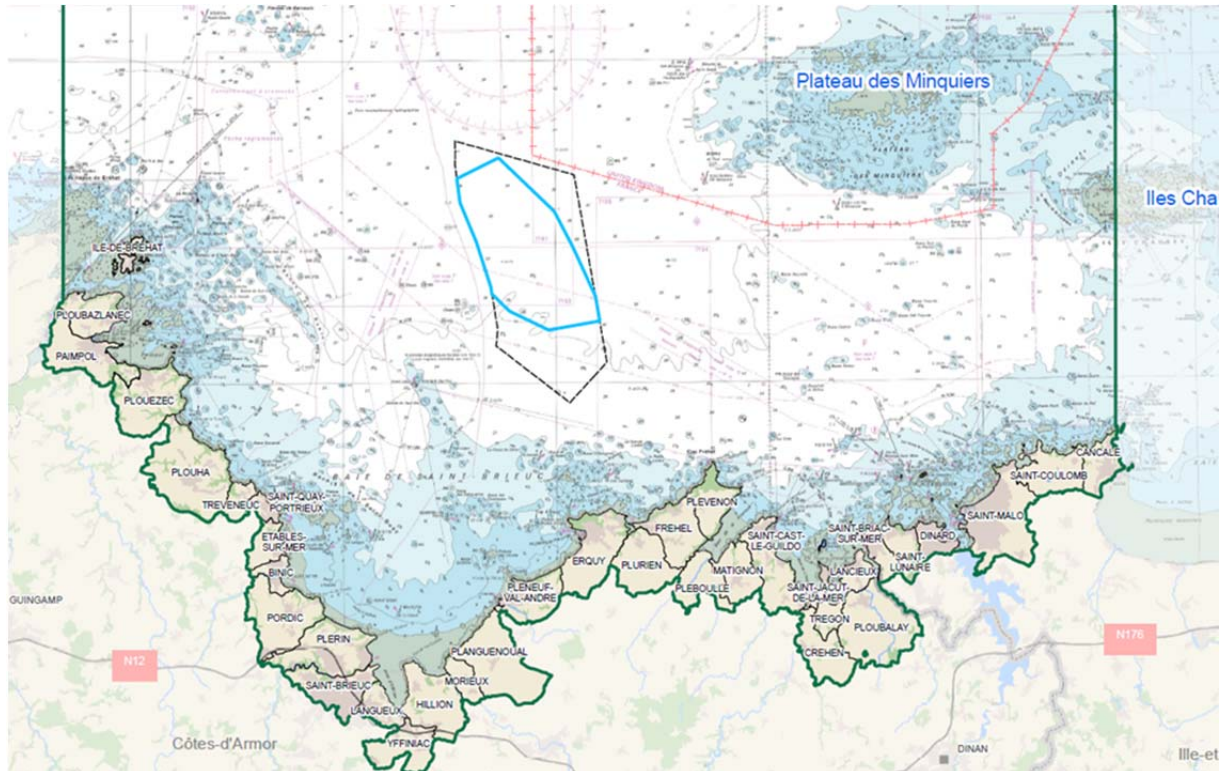


Figure 1 : Présentation de l'aire d'étude éloignée

## 2.3. CONTRIBUTION ACOUSTIQUE DU PARC EOLIEN A TERRE

### 2.3.1. Impacts acoustiques à terre dus à la construction et au démantèlement du parc

La modification du type d'éoliennes ne modifiera pas les impacts acoustiques à terre dus à la construction ou au démantèlement du parc. L'actualisation de l'étude ne porte donc pas sur ces aspects.

### 2.3.2. Impacts acoustiques à terre en phase exploitation du parc

Pour évaluer le bruit produit par le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc à terre, les sources de bruit suivantes sont prises en compte :

- 62 éoliennes 8 MW ;
- 1 sous-station électrique.

L'implantation de chaque éolienne et de la sous-station électrique a été fournie au format SIG par Ailes Marines. Les données acoustiques relatives aux nouvelles éoliennes SIEMENS sont indiquées dans les tableaux ci-après. Les données acoustiques relatives aux éoliennes ADWEN, prises en compte dans l'étude acoustique initiale, sont également rappelées.

	Fréquence en Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	global
Lw en dB(A) ref 10 <sup>-12</sup> W	turbines SIEMENS	97,7	103,3	106,0	106,7	107,9	108,9	104,6	92,8	114,4
	turbines ADWEN	93,5	98,2	104,0	106,3	105,3	100,4	91,7	81,2	110,9

Tableau 5 : Puissance acoustique de chaque éolienne 8 MW par bande d'octave, à une vitesse de vent de 8 m/s

	Vitesse de vent (m/s)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	20	25
Lw en dB(A) ref 10 <sup>-12</sup> W	turbines SIEMENS	110,4	110,5	110,8	111,5	112,8	114,4	116,2	117,5	117,5	117,5	117,5	-	-	117,5
	turbines ADWEN	90,1	95,8	100,7	104,6	108,0	110,9	111,7	111,7	-	-	-	111,7	111,7	111,7

Tableau 6 : Puissance acoustique globale de chaque éolienne 8 MW, selon la vitesse du vent

La puissance acoustique globale de la sous-station électrique est évaluée à 100 dB(A) par Ailes Marines.

Pour les calculs acoustiques, il est considéré que les 62 éoliennes SIEMENS fonctionneront 24h sur 24 à leur puissance acoustique maximale, soit 117,5 dB(A). Il s'agit là de deux hypothèses conservatrices : en réalité, les éoliennes fonctionneront environ 90% du temps (et non pas 100%), et ne seront pas en permanence à leur puissance acoustique maximale (et donc émettront moins de bruit pendant une fraction du temps de fonctionnement, qui dépend de la vitesse du vent).



Par ailleurs, la sous-station électrique a été prise en compte, bien que sa contribution soit négligeable : les éoliennes, beaucoup plus bruyantes en comparaison, masqueront le bruit qu'elle produit.

Etant donné la grande distance entre le parc et les côtes, les éoliennes ont été modélisées dans le logiciel de simulation acoustique sous la forme d'une source de bruit ponctuelle, localisée à hauteur du moyeu de chaque éolienne.

La station électrique à terre n'est pas intégrée à l'étude.

La contribution sonore du parc éolien à terre est calculée pour la période nocturne, celle-ci étant dimensionnante en matière d'impacts acoustiques.

## 3. EVALUATION DES IMPACTS

### 3.1. PHASE EXPLOITATION

Les résultats sont présentés ci-après sous forme d'une carte d'isophones.

Les cartographies d'isophones représentent la propagation du bruit dans l'environnement, autour d'une source de bruit, en définissant des surfaces recevant le même niveau sonore. A l'aide d'une échelle de niveaux sonores graduée et des codes couleur associés, elles permettent de visualiser l'empreinte sonore du parc éolien. Présentées sur une carte en 2 dimensions, il s'agit de la projection des niveaux sonores calculés à 4 m de hauteur, en chaque point de la zone d'étude. Ces cartes ne visent donc pas à donner avec précision le bruit en chaque point de l'espace, mais elles permettent d'identifier de façon très visuelle les zones plus ou moins affectées par le bruit et la propagation du bruit dans l'environnement, depuis sa source d'émission. La hauteur de 4 m est souvent retenue pour les représentations cartographiques d'isophones, elle correspond à la hauteur moyenne du premier étage d'une habitation individuelle.

Afin d'apporter des données complémentaires à celles fournies par les cartes d'isophones, des calculs ont été réalisés aux points exacts correspondant aux emplacements des mesures de bruit de l'état initial. Ainsi, en ces points, les mesures de bruit auront donné le niveau de bruit résiduel et le calcul aura donné la contribution sonore du parc éolien, ce qui permettra de déterminer l'émergence acoustique et de la confronter aux objectifs réglementaires.

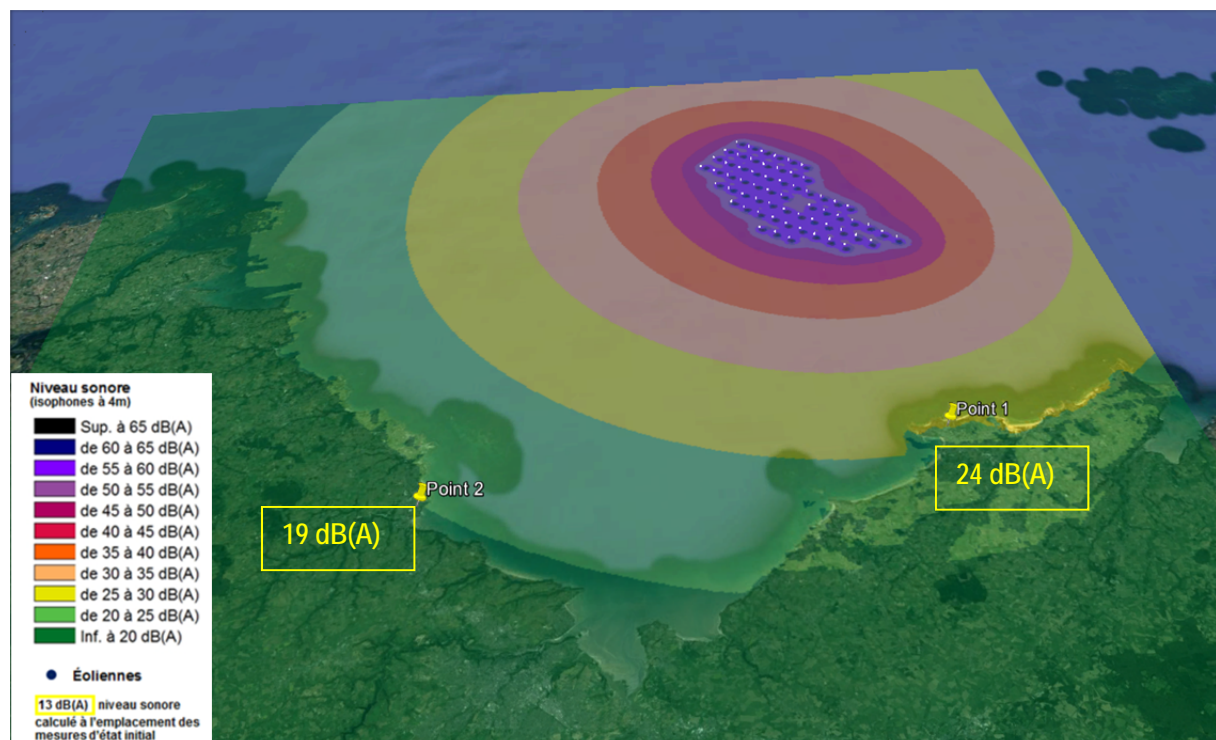


Figure 2 : Contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc en phase exploitation

Les isophones montrent que la contribution sonore globale du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, en phase d'exploitation, sera inférieure à 25 dB(A) à terre, de jour comme de nuit.

Il est rappelé que la contribution sonore des éoliennes est considérée dans les évaluations comme maximale 100% du temps, jour et nuit : il ne s'agit pas d'une configuration réaliste, mais d'une hypothèse conservatrice.

## Emergence globale

Les calculs détaillés donnent des niveaux de bruit globaux de l'ordre de 24 dB(A) à Erquy et de l'ordre de 19 dB(A) à Binic.

Les émergences globales calculées, de jour et de nuit, et par vitesse de vent à terre, sont données dans les tableaux ci-après. Ces valeurs correspondent à celles qui seraient rencontrées dans le cas où les éoliennes fonctionneraient à leur puissance acoustique maximale, de jour comme de nuit. Pour mémoire, le bruit ambiant comporte le bruit résiduel ainsi que la contribution du parc ; l'émergence est la différence arithmétique entre le bruit ambiant et le bruit résiduel.

Emergences acoustiques globales en dB(A) au point n°1 - Erquy										
vitesse du vent à terre	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
bruit résiduel de jour	32,0	34,0	37,5	39,5	41,5	-	-	-	-	-
bruit résiduel de nuit	27,5	31,0	33,0	36,5	39,5	-	-	-	-	-
<b>contribution du parc</b>	<b>24,1</b>	<b>24,1</b>	<b>24,1</b>	<b>24,1</b>	<b>24,1</b>	<b>24,1</b>	<b>24,1</b>	<b>24,1</b>	<b>24,1</b>	<b>24,1</b>
bruit ambiant de jour	32,5	34,5	37,5	39,5	41,5	-	-	-	-	-
bruit ambiant de nuit	29,0	32,0	33,5	36,5	39,5	-	-	-	-	-
<b>émergence de jour</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>					
<b>émergence de nuit</b>	<b>1,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>					

Emergences acoustiques globales en dB(A) au point n°2 - Binic										
vitesse du vent à terre	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
bruit résiduel de jour	36,0	36,0	36,0	36,5	40,0	44,0	47,0	52,0	54,0	55,5
bruit résiduel de nuit	-	-	32,5	33,5	34,5	39,5	42,0	52,5	54,0	55,0
<b>contribution du parc</b>	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>	<b>19,2</b>
bruit ambiant de jour	36,0	36,0	36,0	36,5	40,0	44,0	47,0	52,0	54,0	55,5
bruit ambiant de nuit	-	-	32,5	33,5	34,5	39,5	42,0	52,5	54,0	55,0
<b>émergence de jour</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>émergence de nuit</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

Tableau 7 : Calcul des émergences acoustiques maximales en fonction de la vitesse du vent à terre

L'émergence globale maximale à terre, due au fonctionnement du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, reste toujours inférieure à 3 dB(A), elle est conforme aux objectifs réglementaires. A Erquy, elle est au maximum de 1,5 dB(A) la nuit pour une vitesse de vent à terre de 1m/s (correspondant au bruit résiduel le plus faible). Il est rappelé que ce calcul tient compte de plusieurs hypothèses majorantes simultanées, notamment sur les émissions sonores des éoliennes, et qu'il s'agit donc de la situation la plus pénalisante.

## Emergence spectrale

Les tableaux ci-après donnent les niveaux résiduels mesurés, par bande d'octave, par période et par vitesse de vent à terre. Ces valeurs sont mesurées en extérieur, alors que les émergences spectrales sont à rechercher à l'intérieur des habitations, fenêtres ouvertes ou fenêtres fermées (les émergences réelles seront donc potentiellement inférieures à celles calculées de cette manière).

### Point n°1 – ERQUY

Indicateur de bruit résiduel en dB(A), en fonction de la vitesse du vent à 10m de hauteur										
Période JOUR - 7h/22h entre le 21 et le 27 janvier 2015										
Bande d'octave (Hz)	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
125	38,0	38,5	47,0	47,0	52,5	-	-	-	-	-
250	27,5	29,5	33,0	35,0	37,0	-	-	-	-	-
500	26,5	30,0	35,5	37,5	39,5	-	-	-	-	-
1000	25,0	27,5	31,5	34,0	36,5	-	-	-	-	-
2000	18,0	21,0	23,5	26,5	29,5	-	-	-	-	-
4000	16,0	18,0	18,0	20,0	22,0	-	-	-	-	-
<b>Global</b>	<b>32,0</b>	<b>34,0</b>	<b>37,5</b>	<b>39,5</b>	<b>41,5</b>	-	-	-	-	-

Indicateur de bruit résiduel en dB(A), en fonction de la vitesse du vent à 10m de hauteur										
Période NUIT - 22h/7h entre le 21 et le 27 janvier 2015										
Bande d'octave (Hz)	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
125	35,5	40,0	40,5	40,5	40,5	-	-	-	-	-
250	24,5	27,5	29,5	32,5	33,0	-	-	-	-	-
500	27,0	29,5	32,0	35,5	35,5	-	-	-	-	-
1000	23,5	25,0	27,5	31,5	31,5	-	-	-	-	-
2000	12,5	15,5	16,5	22,0	22,0	-	-	-	-	-
4000	11,0	11,5	12,0	15,0	15,0	-	-	-	-	-
<b>Global</b>	<b>27,5</b>	<b>31,0</b>	<b>33,0</b>	<b>36,5</b>	<b>39,5</b>	-	-	-	-	-

## Point n°2 – BINIC

Indicateur de bruit résiduel en dB(A), en fonction de la vitesse du vent à 10m de hauteur										
Période JOUR - 7h/22h entre le 28 janvier et le 4 février 2015										
Bande d'octave (Hz)	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
125	36,0	36,0	36,0	36,5	40,0	44,0	47,0	52,0	54,0	55,5
250	27,0	34,5	33,5	34,5	37,0	42,0	44,5	48,5	49,5	51,0
500	24,5	27,5	34,5	36,0	37,5	41,0	42,5	45,0	45,5	46,0
1000	18,0	22,5	32,0	35,0	36,5	39,0	41,0	43,5	44,0	44,5
2000	15,0	19,0	26,5	28,0	30,0	34,0	37,0	39,5	41,0	42,5
4000	14,0	14,5	19,0	19,0	24,5	28,5	31,5	33,5	42,0	43,0
<b>Global</b>	<b>29,0</b>	<b>33,5</b>	<b>38,0</b>	<b>39,0</b>	<b>40,5</b>	<b>44,5</b>	<b>47,5</b>	<b>50,0</b>	<b>54,5</b>	<b>55,0</b>

Indicateur de bruit résiduel en dB(A), en fonction de la vitesse du vent à 10m de hauteur										
Période NUIT - 22h/7h entre le 28 janvier et le 4 février 2015										
Bande d'octave (Hz)	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
125	-	-	32,0	33,0	34,5	38,5	44,0	53,0	53,0	53,0
250	-	-	28,0	30,0	33,0	35,5	40,0	51,0	52,0	53,5
500	-	-	32,5	33,0	33,5	36,5	39,5	48,5	50,0	51,0
1000	-	-	29,0	29,0	29,0	33,0	37,5	47,0	49,0	50,0
2000	-	-	21,0	21,0	21,0	29,0	32,5	44,5	46,0	47,5
4000	-	-	15,5	15,5	15,5	25,5	28,0	38,0	39,0	40,5
<b>Global</b>	-	-	<b>32,5</b>	<b>33,5</b>	<b>34,5</b>	<b>39,5</b>	<b>42,0</b>	<b>52,5</b>	<b>54,0</b>	<b>55,0</b>

La contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, par bande de fréquence, est toujours inférieure de plus de 10 dB(A) à la valeur du bruit résiduel dans la même bande de fréquence. L'émergence spectrale à l'extérieur des habitations est donc toujours égale à zéro. Par ailleurs, la façade des bâtiments apportera une isolation supplémentaire, même fenêtre ouverte, par rapport au bruit à l'extérieur.

L'émergence spectrale dans les habitations, due au fonctionnement du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, est donc nulle.

### 3.2. CONCLUSION

*En conclusion, les analyses mettent en évidence le respect des seuils réglementaires admissibles, en matière d'émergence sonore globale et spectrale, de jour et de nuit, quelques soient les conditions de vent à terre et le régime de fonctionnement des éoliennes.*

Il est rappelé que ces résultats sont issus d'hypothèses surestimant la contribution sonore du parc (émissions sonores maximales des turbines, conditions météorologiques toujours favorables à la propagation du bruit, bruit résiduel minimal à terre). L'impact réel du parc éolien de Saint-Brieuc sera vraisemblablement encore plus faible que ne le montrent les calculs.

### 3.3. COMPARAISON AVEC LES RESULTATS DE L'ETUDE INITIALE

Les turbines SIEMENS qui seront mises en œuvre sont plus bruyantes que les turbines ADWEN prévues initialement. L'écart d'émission sonore maximale à la source, de 6 dB(A) environ, se retrouve à terre au niveau d'Erquy et de Binic. L'émergence globale calculée dans l'étude initiale était nulle pour tous les points à terre et dans toutes les conditions de vent à terre, alors qu'avec les éoliennes SIEMENS elle est susceptible d'être de l'ordre de 1 à 2 dB(A) la nuit à Erquy, lorsque le vent à terre est le plus faible et que les éoliennes fonctionnent à leur régime le plus bruyant. Ces valeurs restent toutefois conformes aux exigences réglementaires applicables, et sont le résultat d'un calcul tenant compte d'hypothèses majorantes.

La composition spectrale des machines SIEMENS est également différente de celle des machines ADWEN, mais cela n'affecte pas les résultats de l'émergence spectrale, qui reste nulle à terre pour toutes les conditions de vent à terre et au niveau du parc éolien en mer.

Ainsi, bien que les éoliennes SIEMENS soient plus bruyantes que les éoliennes ADWEN, l'impact acoustique du fonctionnement du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc restera conforme à la réglementation en vigueur.

Ailes Marines S.A.S. créée par



*Projet éolien de la baie  
de Saint Brieuc*

Reprise du modèle de prévision  
des risques de collision (Band,  
2012)

Septembre 2017

## Résumé

Libellé de la mission	Projet éolien de la baie de Saint Briec Reprise du modèle de prévision des risques de collision (Band, 2012)
Maître d'ouvrage	AILES MARINES
Rédaction	Biotope – Agence Bretagne 28 quai de la douane 29200 BREST
Réalisation	Michaël GUILLON ( <a href="mailto:mguillon@biotope.fr">mguillon@biotope.fr</a> ) et Adrien LAMBRECHTS ( <a href="mailto:alambrechts@biotope.fr">alambrechts@biotope.fr</a> )
Révisions	1





## Contexte de l'étude



Ailes Marines a obtenu les trois autorisations administratives nécessaires à la construction et l'exploitation du parc éolien en mer de la baie de Saint Briec :

- La concession d'utilisation du domaine public maritime ;
- L'Autorisation Unique pour les Installations Ouvrages Travaux et Activités (AU IOTA) intégrant la demande d'autorisation au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement (autorisation « loi sur l'eau ») et la demande de dérogation à l'interdiction de porter atteinte aux espèces et habitats protégés ;
- L'Approbation du Projet d'Ouvrage (APO) privé.

Ces autorisations ont été délivrées par le Préfet des Côtes-d'Armor le 18 avril 2017, à l'issue d'une phase d'instruction lancée en octobre 2015. En accordant ces autorisations, le Préfet valide à la fois la qualité des études menées, l'intérêt général du projet et sa compatibilité avec les grands enjeux environnementaux identifiés. Les éventuels opposants au projet disposent de la possibilité de déposer des recours dans un délai de 4 mois à compter de l'arrêté d'autorisation.

Néanmoins, en raison notamment des changements dans le consortium, Ailes Marines souhaite étudier l'incidence, sur les études environnementales déposées et instruites, de **modifications dans la définition du projet**. Ces modifications concernent notamment la turbine et la fondation, et sont détaillées plus bas.

Il s'agit en particulier de reprendre les modélisations des risques de collisions, réalisées en 2015 dans le cadre de l'étude d'impact, avec les nouveaux paramètres modifiés consécutivement au changement de turbine.

En effet dans l'étude d'impact, INVIVO a utilisé le **modèle de prévision des risques de collision de Band (2012)**. Ce modèle s'appuie sur un certain nombre de **variables/paramètres**, dont certains sont modifiés dans la nouvelle définition du projet.

**Plusieurs paramètres clés utilisés dans le modèle d'évaluation du risque de collision sont donc modifiés dans la nouvelle définition du projet. Certaines évolutions vont dans le sens d'une diminution du risque de collision, quand d'autres augmentent potentiellement ce dernier.** En particulier, la vitesse de rotation moyenne est significativement supérieure avec la nouvelle machine, et est susceptible de modifier le résultat du modèle de Band. En effet, le risque de collision varie de façon quasi linéaire avec la vitesse de rotation du rotor (Band, 2012).

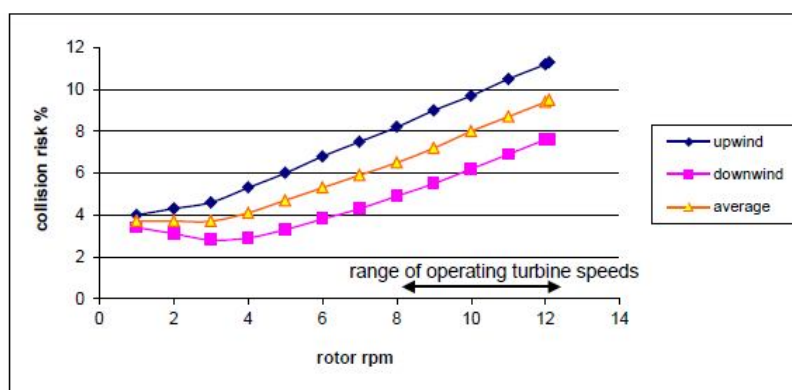


Figure 1 : Exemple de relation entre le risque de collision (sans évitement) et la vitesse de rotation des pales pour une turbine de 5MW et pour le Fou de Bassan (Band, 2012).

- **Le risque de collision pour les oiseaux est susceptible d'être modifié par la nouvelle définition du projet ;**
- **Ailes Marines a souhaité que BIOTOPE réalise une nouvelle modélisation en reprenant exactement la même méthode et les mêmes modes de calculs que ceux employés dans l'étude d'impact de 2015 par INVIVO (modèle de Band, 2012), mais avec les nouveaux paramètres imposés par la nouvelle machine.**





## Les modifications techniques



# 1 Définition des modifications

La description technique exhaustive du projet est donnée dans un document annexe joint à ce dossier.

Le Tableau 1 synthétise les points majeurs induits par ces modifications techniques.

## ***Données relatives aux installations susceptibles de modifier les résultats du modèle de Band (2012)***


Les données relatives aux installations intégrées au modèle de Band sont les suivantes :

- Latitude du parc : inchangé ;
- Nombre d'éoliennes : inchangé ;
- Largeur maximum du parc : inchangé ;
- Déplacement dû à la marée : inchangé ;
- Nombre de pales par éolienne : inchangé ;
- **Vitesse de rotation moyenne (tr/min) : change significativement (8,5 tr/min à 10,8 tr/min), dans le sens d'une augmentation du risque de collision ;**
- **Rayon du rotor : change significativement, passant de 90m à 83,5m, dans le sens d'une diminution du risque de collision ;**
- **Hauteur du moyeu : passe de 126m à 123,7m au-dessus de PHMA ;**
- Proportion mensuelle du temps de fonctionnement des éoliennes (%) : une heure de fonctionnement de différence entre les deux turbines, soit 0,1 % du temps de fonctionnement en moins sur un mois : considéré comme inchangé ;
- **Largeur maximale des pales : passe de 5,8m à 5m**
- **Pas moyen de la pale (angle maximal de rotation) : passe de 30° à 24°**

PARAMETRES	VERSION INITIALE	MODIFICATIONS
Superficie de la zone d'implantation	103 km <sup>2</sup>	103 km <sup>2</sup>
Largeur du parc (sud-ouest/nord-est)	9 km	9 km
Longueur du parc (nord-ouest/sud-est)	15 km	15 km
Bathymétrie de la zone	29-42 m PBMA	29-42 m PBMA
Distance minimale à la côte	16,3 km (cap Fréhel)	16,3 km (cap Fréhel)
Nombre d'éoliennes	62 de 8 MW	62 de 8 MW
Nombre de sous-station électriques (SST)	1	1
Système de refroidissement de la SST	Eau de mer	Air
Nombre de mâts de mesure (MS)	1	1
Nombre de lignes	7 lignes de 3 à 14 éoliennes	7 lignes de 3 à 14 éoliennes
Espacement des lignes	1 300 m	1 300 m
Espacement inter-éoliennes	1 000 m	1 000 m
Hauteur des éoliennes bout de pale	216 m PBMA	207,2 m PBMA
Hauteur sous pales	24,4 m (par rapport au PHMA)	28,6 m (par rapport au PHMA)
	36 m (par rapport au PBMA)	40,2m (par rapport au PBMA)
Hauteur du moyeu	126 m PBMA	123,7 m PBMA
Diamètre du rotor	180 m	167 m
Vitesse maximale de rotation (bout de pale)	288 km/h	340 km/h
Nombre de rotation à pleine puissance (12 m/s)	8,5 tours/min	10,8 tours/min
Vitesse de vent minimale de production	3 m/s	3 m/s
Vitesse de vent maximale de production	30 m/s	28 m/s
Nombre de pieux de fixation des fondations	(29 machines + 1 SST) x 4 PF = 120 pieux forés (PF) (33 machines + 1 MS) x 4 P3D = 136 pieux 3D (P3D)	(29 machines x 3 PF) + (1 SST x 4 PF) = 91 pieux forés (PF) (33 machines + 1 MS) x 3 P3D = 102 pieux 3D (P3D)
Diamètre des pieux	PF : 2 m	PF : 2 m
	P3D : 2,5 m	P3D : 2,5 m
Emprise des pieux (par pieu)	PF : 3,2 m <sup>2</sup>	PF : 3,2 m <sup>2</sup>
	P3D : 4,9 m <sup>2</sup>	P3D : 4,9 m <sup>2</sup>
Surface totale impactée par les pieux	1 051 m <sup>2</sup> (256 pieux)	800 m <sup>2</sup> (193 pieux)
Longueur totale des pieux	PF éoliennes : 17 m	PF éoliennes : 20 m
	PF SST : 31 m	PF SST : 31 m
	P3D (éoliennes et MS) : 48 m	P3D (éoliennes et MS) : 61 m
Profondeur d'enfoncement	PF éoliennes : 14 m	PF éoliennes : 17 m
	PF SST : 28 m	PF SST : 28 m
	P3D (éoliennes et MS) : 45 m	P3D (éoliennes et MS) : 58 m
Volume sec de sédiments extraits pour les pieux	Environ 35 500 m <sup>3</sup>	Environ 35 000 m <sup>3</sup>
Volume total de mortier	5 800 m <sup>3</sup>	5 800 m <sup>3</sup>
Section des fondations des éoliennes et du mât de mesure	Carrée de 25 m de coté	Triangulaire de 28,2 m de coté
Section de la fondation de la sous-station électrique	Carrée de 30 m de coté	Carrée de 30 m de coté
Surface par fondation	625 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
Surface totale impactée par les fondations	4 ha	env 2,6 ha
Emprise des protections anti-affouillement autour des pieux	8 m	8 m
Emprise des protections anti-affouillement à l'extérieur d'une fondation	env 1 100 m <sup>2</sup>	env 800 m <sup>2</sup>
Emprise totale des protections anti-affouillement	34 000 m <sup>2</sup> (fondation comprise)	24 000 m <sup>2</sup> (fondation comprise)
	22 000 m <sup>2</sup> (hors fondation)	16 000 m <sup>2</sup> (hors fondation)
Epaisseur des protections anti-affouillement	1 m	1 m
Volume de protection anti-affouillement	22 000 m <sup>3</sup>	16 000 m <sup>3</sup>
Quantité totale d'aluminium et de zinc dissous (anodes)	64 t/an	64t/an
Linéaire de câbles	100 km	100 km
Profondeur d'ensouillage	0,5 à 1,5 m selon conditions de sol	0,5 à 1,5 m selon conditions de sol
Largeur de la tranchée	0,6 m	0,6 m
Linéaire de câbles ensouillés	50 km	50 km
Linéaire de câbles non ensouillés mais protégés par enrochement	50 km	50 km
Emprise de la tranchée	30 000 m <sup>2</sup>	30 000 m <sup>2</sup>
Volume sec de sédiments déplacés	54 000 m <sup>3</sup>	54 000 m <sup>3</sup>
Linéaire d'enrochement	50 km	50 km
Largeur d'enrochement au sol	5 m	5 m
Hauteur maximale d'enrochement	0,5 m	0,5 m
Volume d'enrochement	90 000 m <sup>3</sup> (1,8 m <sup>3</sup> /ml maximum)	90 000 m <sup>3</sup> (1,8 m <sup>3</sup> /ml maximum)
Emprise des enrochements	250 000 m <sup>2</sup>	250 000 m <sup>2</sup>
Dimensions de la sous-station électrique	Longueur : 40 m	Longueur : 40 m
	Largeur : 30 m	Largeur : 30 m
	Hauteur : 16 m	Hauteur : 16 m
Hauteur du mât de mesure	126 m par rapport au PBMA	126 m par rapport au PBMA

Tableau 1 : Résumé des caractéristiques du projet – version initiale et version modifiée (AILES MARINES)





# Résultats de la nouvelle modélisation et comparaison ancienne/nouvelle machine

Les tableaux suivant présentent la mortalité due à la collision pour les cinq espèces retenues et pour chacune des trois options du modèle. Etant donné l'incertitude existante pour l'altitude de vol des oiseaux, l'analyse avec l'option 1 du modèle a été effectuée pour la proportion d'oiseaux en vol enregistrée dans les fourchettes d'altitude 28.6 à 207m, et 25 à 207m (Tableaux suivants).

### Mortalité annuelle (nombre d'oiseaux) due aux collisions calculées avec l'option 1 du modèle, et pour la proportion d'oiseaux en vol.

Modélisation 2017 – Modèle SIEMENS D8 (fourchette altitudinale 28.6 à 207m et 25 à 207m)

Espèces	OPTION 1 (28,6-207,2 m)				OPTION 1 (25 - 207,2 m)			
	95%	98%	99%	99,5%	95%	98%	99%	99,5%
Fou de Bassan	193	77	39	19	295	118	59	30
Goéland argenté	101	39	19	9	156	62	31	16
Goéland brun	205	82	41	21	246	99	49	25
Goéland marin	520	208	104	52	620	248	124	62
Mouette tridactyle	98	39	20	10	166	66	33	17

Modélisation 2015 – Modèle ADWEN AD8 (fourchette altitudinale 22 à 216 m et 20 à 216 m)

Espèces	OPTION 1 (22-216 m)				OPTION 1 (20 - 216 m)			
	95%	98%	99%	99,5%	95%	98%	99%	99,5%
Fou de Bassan	249	100	50	25	783	313	157	78
Goéland argenté	168	67	34	17	259	104	52	26
Goéland brun	266	107	53	27	358	143	72	36
Goéland marin	664	265	133	66	1054	421	211	105
Mouette tridactyle	184	74	37	18	382	153	76	38

### Mortalité annuelle (nombre d'oiseaux) due aux collisions calculées pour les options 2 et 3 du modèle.

Modélisation 2017 – Modèle SIEMENS D8 (fourchette altitudinale 28.6 à 207m)

Espèces	OPTION 2				OPTION 3			
	95%	98%	99%	99,5%	95%	98%	99%	99,5%
Fou de Bassan	102	41	20	10	32	13	6	3
Goéland argenté	80	32	16	7	37	15	7	4
Goéland brun	69	28	14	7	30	12	6	3
Goéland marin	214	86	43	21	104	41	21	10
Mouette tridactyle	45	18	9	4	13	5	3	1

Modélisation 2015 – Modèle ADWEN AD8 (fourchette altitudinale 22 à 216 m)

Espèces	OPTION 2				OPTION 3			
	95%	98%	99%	99,5%	95%	98%	99%	99,5%
Fou de Bassan	143	57	29	14	42	17	8	4
Goéland argenté	110	44	22	11	47	19	9	5
Goéland brun	98	39	20	10	39	15	8	4
Goéland marin	289	116	58	29	129	51	26	13
Mouette tridactyle	74	30	15	7	20	8	4	2

**Mortalité annuelle (nombre d'oiseaux) due aux collisions calculées avec l'Option 3 du modèle, et pour un taux d'évitement de 98 % pour chacune des espèces selon les recommandations JNCC/SNH (SNH, 2010). (Les cellules grisées correspondent à la période de reproduction)**

Modélisation 2017 – Modèle SIEMENS D8

Espèces	Taux d'évitement	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	TOTAUX		
														Période nuptiale	Période internuptiale	Annuelle
Fou de Bassan	98%	0,3	0,2	0,6	0,9	1,6	2,7	2,1	2,1	1,0	0,8	0,2	0,1	11,1	1,6	12,8
Goéland argenté	98%	1,0	1,8	0,9	0,9	3,0	4,7	0,5	0,1	0,3	0,4	0,7	0,5	9,1	5,7	14,8
Goéland brun	98%	0,0	0,2	1,2	0,7	1,1	2,2	2,3	1,4	1,6	0,4	0,7	0,0	7,8	4,1	11,9
Goéland marin	98%	6,6	7,1	6,2	2,1	5,9	3,6	2,5	1,7	1,4	1,1	2,3	0,9	15,8	25,6	41,5
Mouette tridactyle	98%	1,9	1,0	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,6	0,7	0,6	4,8	5,3

Modélisation 2015 – Modèle ADWEN AD8

Espèces	Taux d'évitement	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	TOTAUX		
														Période nuptiale	Période internuptiale	Annuelle
Fou de Bassan	98%	0	0	1	2	2	4	3	3	1	1	0	0	16	1	17
Goéland argenté	98%	1	2	1	1	4	6	1	0	0	1	1	1	12	7	19
Goéland brun	98%	0	0	2	1	1	3	3	2	2	0	1	0	10	5	15
Goéland marin	98%	8	9	8	3	7	4	3	2	2	1	3	1	19	32	51
Mouette tridactyle	98%	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	8	8

**Mortalité annuelle (nombre d'oiseaux) due aux collisions calculées avec l'Option 3 du modèle, et pour un taux d'évitement variable selon les espèces et suivant les préconisations de Maclean et al. (2009) et MORL (2012). (Les cellules grisées correspondent à la période de reproduction)**

Modélisation 2017 – Modèle SIEMENS D8

Espèces	Taux d'évitement	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	TOTAUX		
														Période nuptiale	Période internuptiale	Annuelle
Fou de Bassan	99,5%	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,7	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0	2,8	0,4	3,2
Goéland argenté	99%	0,5	0,9	0,4	0,4	1,5	2,3	0,3	0,0	0,2	0,2	0,4	0,3	4,6	2,8	7,4
Goéland brun	99%	0,0	0,1	0,6	0,4	0,6	1,1	1,2	0,7	0,8	0,2	0,3	0,0	3,9	2,0	5,9
Goéland marin	99%	3,3	3,6	3,1	1,1	3,0	1,8	1,3	0,8	0,7	0,6	1,2	0,5	7,9	12,8	20,7
Mouette tridactyle	99%	0,9	0,5	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4	0,3	2,4	2,7

Modélisation 2015 – Modèle ADWEN AD8

Espèces	Taux d'évitement	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	TOTAUX		
														Période nuptiale	Période internuptiale	Annuelle
Fou de Bassan	99,5%	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	4	0	4
Goéland argenté	99%	1	1	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	6	3	9
Goéland brun	99%	0	0	1	0	1	2	2	1	1	0	0	0	6	2	8
Goéland marin	99%	4	4	4	1	4	2	2	1	1	1	1	1	10	16	26
Mouette tridactyle	99%	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4	4



## Conclusion

Les principaux paramètres modifiés entre l'ancien et le nouveau modèle de turbine sont la réduction du diamètre du rotor (impliquant une augmentation de la hauteur sous pale et une diminution de la hauteur en bout de pale) et l'augmentation de la vitesse de rotation.

**La réduction de la section balayée par les pales associée à l'augmentation de la hauteur sous pale induit une réduction du risque de collision, et ce pour les 5 espèces prises en compte dans l'analyse, et ce malgré l'augmentation de la vitesse de rotation.**

Cette réduction du risque de collision est constatée pour les 3 options du modèle, et pour l'ensemble des taux d'évitement testés pour les 5 espèces dont le risque est modélisé.

La mortalité annuelle, modélisée avec un taux d'évitement de 98 % pour chacune des espèces selon les recommandations JNCC/SNH (SNH, 2010), est ainsi significativement réduite avec le passage de la turbine ADWEN à la turbine D8 :

- ✔ **Fou de Bassan : 17 -> 12,8 individus (-25%)**
- ✔ **Goéland marin : 51 -> 41,5 individu (-19%)**
- ✔ **Goéland brun : 15->11,9 individus (-21%)**
- ✔ **Goéland argenté : 19-> 14,8 individus (-23%)**
- ✔ **Mouette tridactyle : 8 -> 5,3 individus (-44%)**



#### Comparaison des dimensions

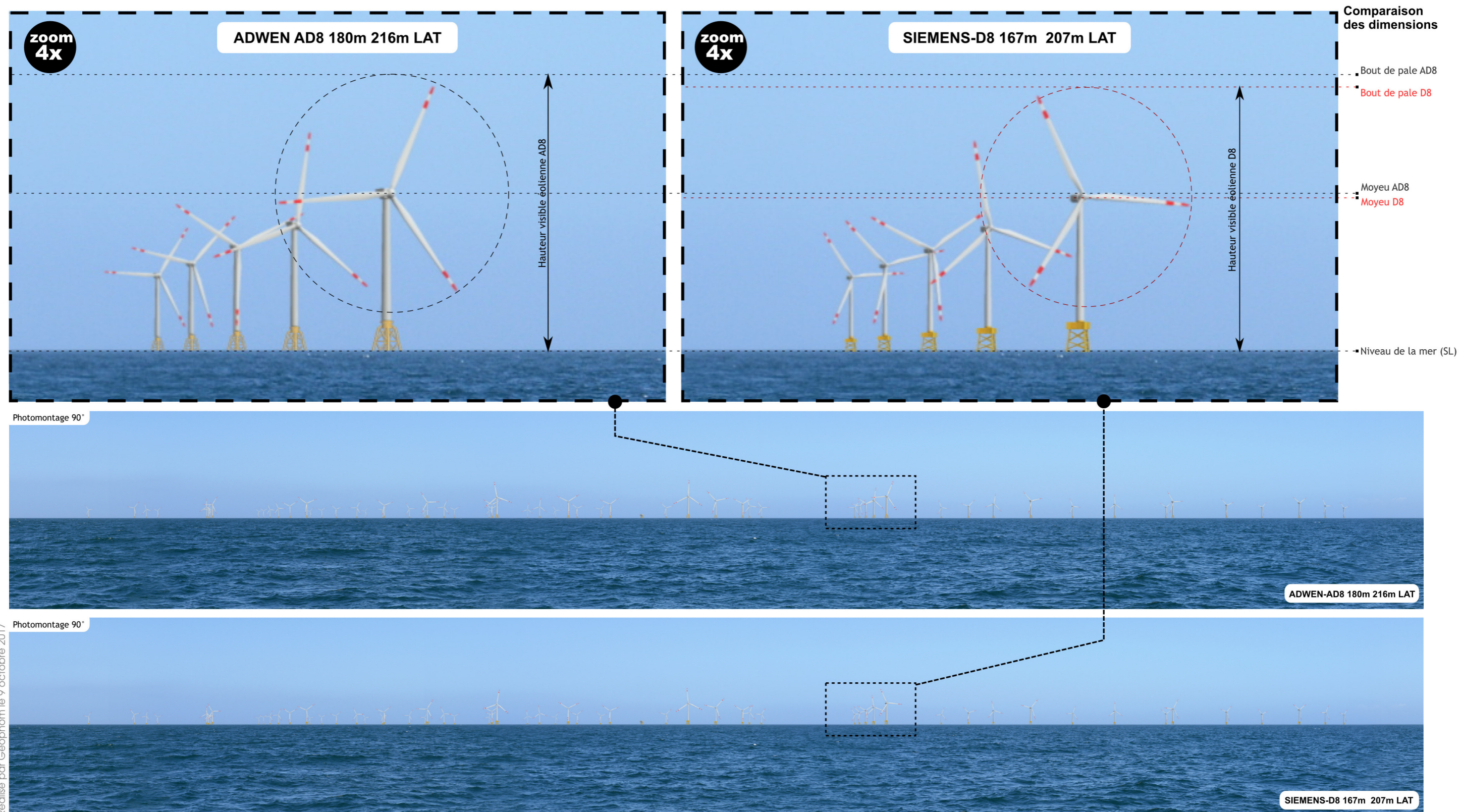
Ce document présente la différence de hauteur perceptible entre deux modèles d'éoliennes vues depuis le point de vue M5 (à 5km du projet). Les photomontages mettent en évidence ici l'écart de hauteur visible entre, d'une part le modèle AD8 d'ADWEN de 180 mètres de diamètre pour une hauteur totale de 216 mètres LAT (126 mètres au moyeu), et d'autre part, le modèle D8 de SIEMENS de 167 mètres de diamètre pour une hauteur totale de 207 mètres LAT (123.7 mètres au moyeu). La différence de hauteur en tenant compte du marnage entre l'éolienne AD8 et l'éolienne D8 est d'environ -4.3%.

Les agrandissements présentent un champ visuel horizontal de 5.8° (soit 6.8% de l'amplitude horizontale du photomontage présenté dans le cahier). La hauteur masquée par la courbure terrestre est d'environ 7.50m pour l'éolienne la plus éloignée. La hauteur d'eau est de 8m au dessus de la référence LAT.

#### Comparaison visuelle

Le changement de modèle d'éoliennes ne modifie significativement ni la perception ni les impacts visuels du projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. En effet, l'écart de hauteur visible entre le modèle AD8 d'ADWEN, et le modèle D8 de SIEMENS n'est que de 4.3%. Si le modèle D8 de SIEMENS est un peu moins haut et s'il présente un rotor un peu plus petit, cette différence se remarque difficilement si l'on compare les photomontages qui simulent les deux modèles d'éoliennes. Pour un regard attentif et exercé, l'impact visuel du projet équipé du modèle D8 de SIEMENS apparaîtra néanmoins très légèrement plus faible.

Par ailleurs, dans cette vue proche du projet éolien en mer, la différence d'aspect des fondations des deux modèles d'éoliennes est sensible, sans que cela modifie les impacts visuels du projet.



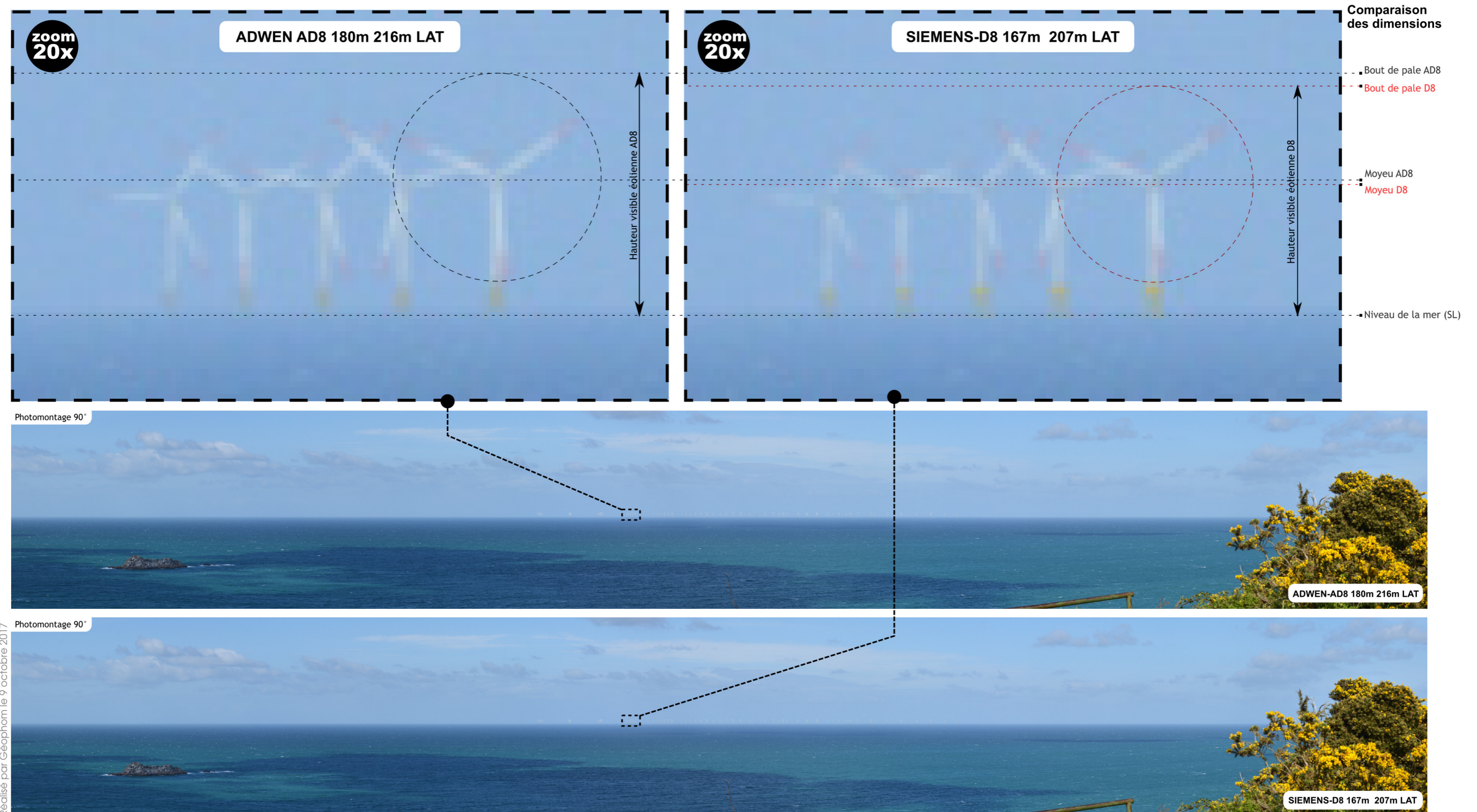
#### Comparaison des dimensions

Ce document présente la différence de hauteur perceptible entre deux modèles d'éoliennes vues depuis le point de vue S6-1a (à 27.4km du projet). Les photomontages mettent en évidence ici l'écart de hauteur visible entre, d'une part le modèle AD8 d'ADWEN de 180 mètres de diamètre pour une hauteur totale de 216 mètres LAT (126 mètres au moyeu), et d'autre part, le modèle D8 de SIEMENS de 167 mètres de diamètre pour une hauteur totale de 207 mètres LAT (123.7 mètres au moyeu). La différence de hauteur en tenant compte du marnage entre l'éolienne AD8 et l'éolienne D8 est d'environ -4.3%.

Les agrandissements présentent un champ visuel horizontal de 1.16° (soit 1.2% de l'amplitude horizontale du photomontage présenté dans le cahier). La hauteur masquée par la courbure terrestre est négligeable pour l'éolienne la plus éloignée. La hauteur d'eau est de 10m au dessus de la référence LAT.

#### Comparaison visuelle

Le changement de modèle d'éoliennes ne modifie significativement ni la perception ni les impacts visuels du projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. En effet, l'écart de hauteur visible entre le modèle AD8 d'ADWEN, et le modèle D8 de SIEMENS n'est que de 4.3%. Si le modèle D8 de SIEMENS est un peu moins haut et s'il présente un rotor un peu plus petit, cette différence se remarque difficilement si l'on compare les photomontages qui simulent les deux modèles d'éoliennes. Pour un regard attentif et exercé, l'impact visuel du projet équipé du modèle D8 de SIEMENS apparaîtra néanmoins très légèrement plus faible.





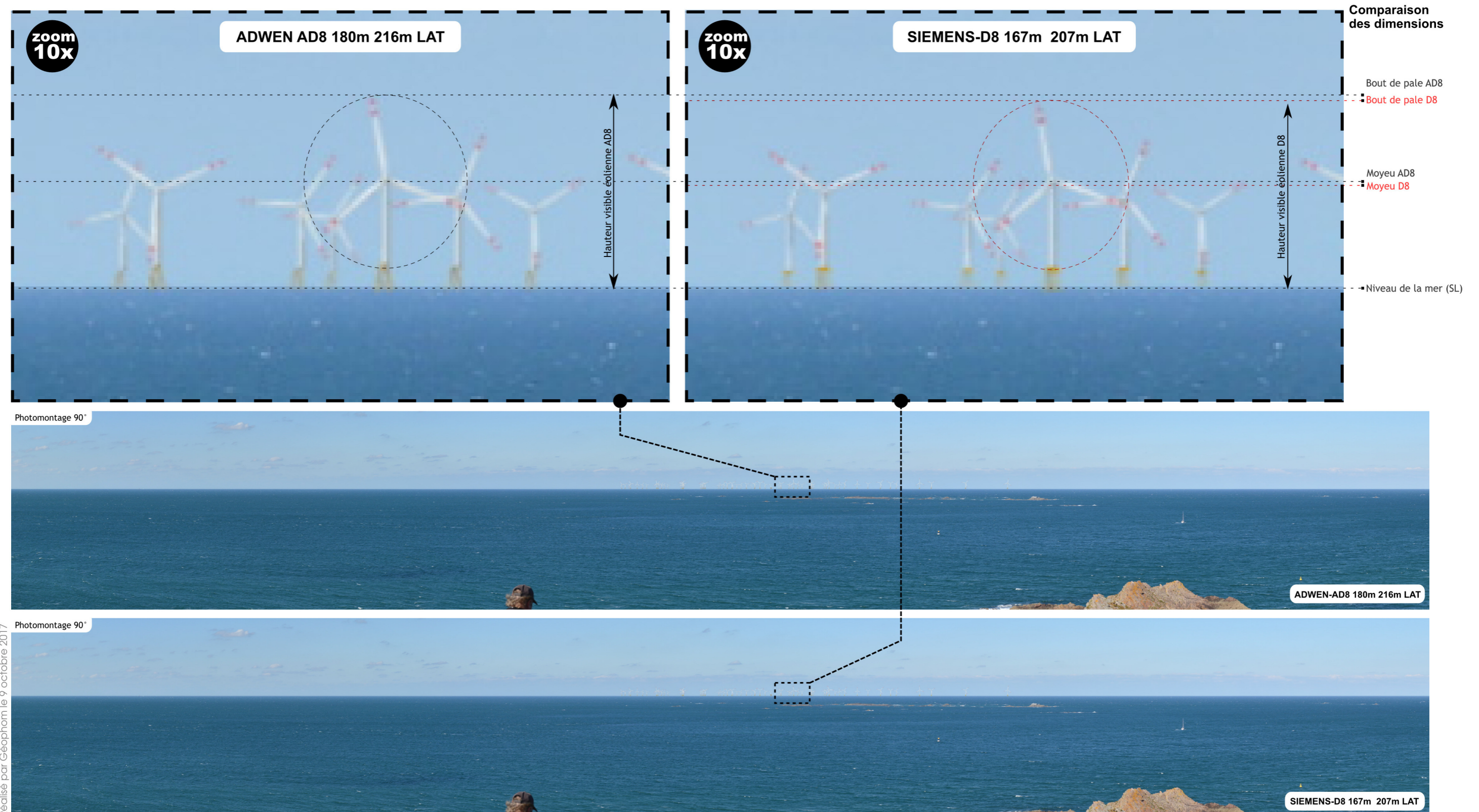
#### Comparaison des dimensions

Ce document présente la différence de hauteur perceptible entre deux modèles d'éoliennes vues depuis le point de vue S3-8d (à 17.1km du projet). Les photomontages mettent en évidence ici l'écart de hauteur visible entre, d'une part le modèle AD8 d'ADWEN de 180 mètres de diamètre pour une hauteur totale de 216 mètres LAT (126 mètres au moyeu), et d'autre part, le modèle D8 de SIEMENS de 167 mètres de diamètre pour une hauteur totale de 207 mètres LAT (123.7 mètres au moyeu). La différence de hauteur en tenant compte du marnage entre l'éolienne AD8 et l'éolienne D8 est d'environ -4.2%.

Les agrandissements présentent un champ visuel horizontal de 2.32° (soit 2.6% de l'amplitude horizontale du photomontage présenté dans le cahier). La hauteur masquée par la courbure terrestre est de 3.70m pour l'éolienne la plus éloignée. La hauteur d'eau est de 4m au dessus de la référence LAT.

#### Comparaison visuelle

Le changement de modèle d'éoliennes ne modifie significativement ni la perception ni les impacts visuels du projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. En effet, l'écart de hauteur visible entre le modèle AD8 d'ADWEN, et le modèle D8 de SIEMENS n'est que de 4.3%. Si le modèle D8 de SIEMENS est un peu moins haut et s'il présente un rotor un peu plus petit, cette différence se remarque difficilement si l'on compare les photomontages qui simulent les deux modèles d'éoliennes. Pour un regard attentif et exercé, l'impact visuel du projet équipé du modèle D8 de SIEMENS apparaîtra néanmoins très légèrement plus faible.



#### Comparaison des dimensions

Ce document présente la différence de hauteur perceptible entre deux modèles d'éoliennes vues depuis le point de vue S3-2d (à 16.6km du projet). Les photomontages mettent en évidence ici l'écart de hauteur visible entre, d'une part le modèle AD8 d'ADWEN de 180 mètres de diamètre pour une hauteur totale de 216 mètres LAT (126 mètres au moyeu), et d'autre part, le modèle D8 de SIEMENS de 167 mètres de diamètre pour une hauteur totale de 207 mètres LAT (123.7 mètres au moyeu). La différence de hauteur en tenant compte du marnage entre l'éolienne AD8 et l'éolienne D8 est d'environ -4.2%.

Les agrandissements présentent un champ visuel horizontal de 2.32° (soit 2.6% de l'amplitude horizontale du photomontage présenté dans le cahier). La hauteur masquée par la courbure terrestre est de 1.20m pour l'éolienne la plus éloignée. La hauteur d'eau est de 3m au dessus de la référence LAT.

#### Comparaison visuelle

Le changement de modèle d'éoliennes ne modifie significativement ni la perception ni les impacts visuels du projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. En effet, l'écart de hauteur visible entre le modèle AD8 d'ADWEN, et le modèle D8 de SIEMENS n'est que de 4.3%. Si le modèle D8 de SIEMENS est un peu moins haut et s'il présente un rotor un peu plus petit, cette différence se remarque difficilement si l'on compare les photomontages qui simulent les deux modèles d'éoliennes. Pour un regard attentif et exercé, l'impact visuel du projet équipé du modèle D8 de SIEMENS apparaîtra néanmoins très légèrement plus faible.

