



EUROPEAN UNION

EUROPEAN  
REGIONAL  
DEVELOPMENT  
FUND



# Cas par Cas Normandie Hydrolienne

Date : 21 novembre 2022



# TABLES DES MATIERES

<b>1</b>	<b>CONTEXTE</b> .....	<b>1</b>
1.1	Rappel historique.....	1
1.2	Consistance du projet .....	1
1.3	Contexte réglementaire du projet Normandie Hydrolienne .....	3
1.3.1	Les autorisations en cours .....	3
1.3.2	Le contexte réglementaire du projet.....	3
<b>2</b>	<b>DESCRIPTION DU PROJET</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Description du projet NEPTHYD</b> .....	<b>4</b>
2.1.1	Description générale et localisation du projet .....	4
2.1.2	Les composantes du projet Nephthyd.....	2
2.1.3	Le réseau électrique.....	4
2.1.4	Installation du projet.....	4
2.1.5	Les opérations de maintenance .....	6
2.1.6	Le démantèlement .....	6
<b>2.2</b>	<b>Description du projet Normandie Hydroliennes</b> .....	<b>7</b>
2.2.1	Description générale et localisation du projet .....	7
2.2.2	Les composantes du projet Normandie Hydrolienne .....	9
2.2.3	Le réseau électrique.....	11
2.2.4	Installation du projet.....	13
2.2.5	Les opérations de maintenance .....	14
2.2.6	Le démantèlement .....	14
<b>2.3</b>	<b>Synthèse des principales caractéristiques des deux projets</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>LES IMPACTS DU PROJET</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Préambule</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>Les impacts en phase d'installation</b> .....	<b>18</b>
3.2.1	Les impacts sur le milieu physique .....	18
3.2.2	Les impacts sur la qualité du milieu .....	23
3.2.3	Les impacts sur le milieu vivant .....	25
3.2.4	Les impacts sur le milieu naturel.....	31



3.2.5	Les impacts sur le milieu humain et les usages .....	33
3.2.6	Synthèse de l'évolution des impacts en phase d'installation .....	35
<b>3.3</b>	<b>Les impacts en phase d'exploitation .....</b>	<b>36</b>
3.3.1	Les impacts sur le milieu physique .....	36
3.3.2	Les impacts sur la qualité du milieu .....	41
3.3.3	Les impacts sur le milieu vivant .....	44
3.3.4	Les impacts sur le milieu naturel .....	50
3.3.5	Les impacts sur le milieu humain et les usages .....	51
3.3.6	Synthèse de l'évolution des impacts en phase d'installation .....	53
<b>3.4</b>	<b>Les impacts en phase de démantèlement .....</b>	<b>54</b>
3.4.1	Les impacts sur le milieu physique .....	55
3.4.2	Les impacts sur la qualité du milieu .....	55
3.4.3	Les impacts sur le milieu vivant .....	56
3.4.4	Les impacts sur le milieu naturel .....	57
3.4.5	Les impacts sur le milieu humain et les usages .....	58
3.4.6	Synthèse de l'évolution des impacts en phase de démantèlement .....	58
<b>4</b>	<b>LES MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION .....</b>	<b>59</b>
<b>5</b>	<b>LES MESURES DE SUIVI .....</b>	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>60</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>ANNEXE .....</b>	<b>61</b>
<b>8.1</b>	<b>Annexe 1 : Étude d'impact acoustique – Quiet Océans (2022) .....</b>	<b>61</b>



# 1 CONTEXTE

## 1.1 Rappel historique

En octobre 2013, l'Ademe<sup>1</sup> a lancé un appel à manifestations d'intérêt (AMI) portant sur l'installation de fermes-pilotes d'hydroliennes dans le raz Blanchard. En décembre 2014, deux projets ont été retenus :

- ✓ Normandie Hydro porté par EDF Énergies nouvelles associé à DCNS<sup>2</sup> ;
- ✓ Nepthydporté<sup>3</sup> par Engie et associés à Alstom.

Après instruction des dossiers réglementaires, les deux projets ont obtenu leurs autorisations (concession du domaine public maritime et autorisation « loi sur l'eau ») en 2017.

Leurs partenaires respectifs, chargés de fabriquer les hydroliennes (DCNS et GE<sup>4</sup>), ayant décidé ne pas poursuivre le développement de cette technologie, Engie et EDF suspendent le développement de leur projet, respectivement en 2017 et 2018.

Le 19 novembre 2019, la Préfecture de la Manche approuve le transfert de la concession du domaine public maritime du projet Nepthyd à Normandie Hydroliennes, entreprise de projet composé de Simec atlantis energy (SAE) et de la Région Normandie.

Notons que de la même manière, en 2021, la concession du domaine public maritime du projet Normandie Hydro est transférée à la société de projet : Flowatt composé des sociétés HydroQuest et Quair.

---

*Suite à l'abandon du projet Nepthyd, la société Normandie Hydroliennes a repris le projet d'installation d'hydroliennes au sein du Raz-Blanchard.*

---

## 1.2 Consistance du projet

L'architecture globale du projet Normandie Hydrolienne est identique à celle du projet Nepthyd(cf. Figure 1) est la suivante :

- ✓ Domaine maritime :
  - Quatre hydroliennes posées sur leurs fondations ;
  - Une boîte de jonction électrique sous-marine, ainsi que les câbles d'interconnexion qui relient chaque hydrolienne à cette boîte de jonction ;
  - Le câble unique d'export sous-marin, allant de la boîte de jonction à la zone d'atterrage, à savoir la baie d'Ecalgrain.
  - Un ouvrage d'atterrage dans lequel transitera le câble d'export sous-marin jusqu'à la chambre de jonction souterraine.
- ✓ Domaine terrestre :
  - La chambre de jonction souterraine, située sur le parking de la baie d'Ecalgrain ;
  - Le câble électrique terrestre, reliant la chambre de jonction au poste électrique de livraison ;
  - Le poste électrique de livraison localisé sur la commune de Jobourg.

---

<sup>1</sup> Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

<sup>2</sup> Devenu Naval Group en 2017

<sup>3</sup> La société de projet porte le nom de : Futures Energies Raz Blanchard

<sup>4</sup> La technologie marémotrice d'Alstom ayant été achetée par GE en 2015.

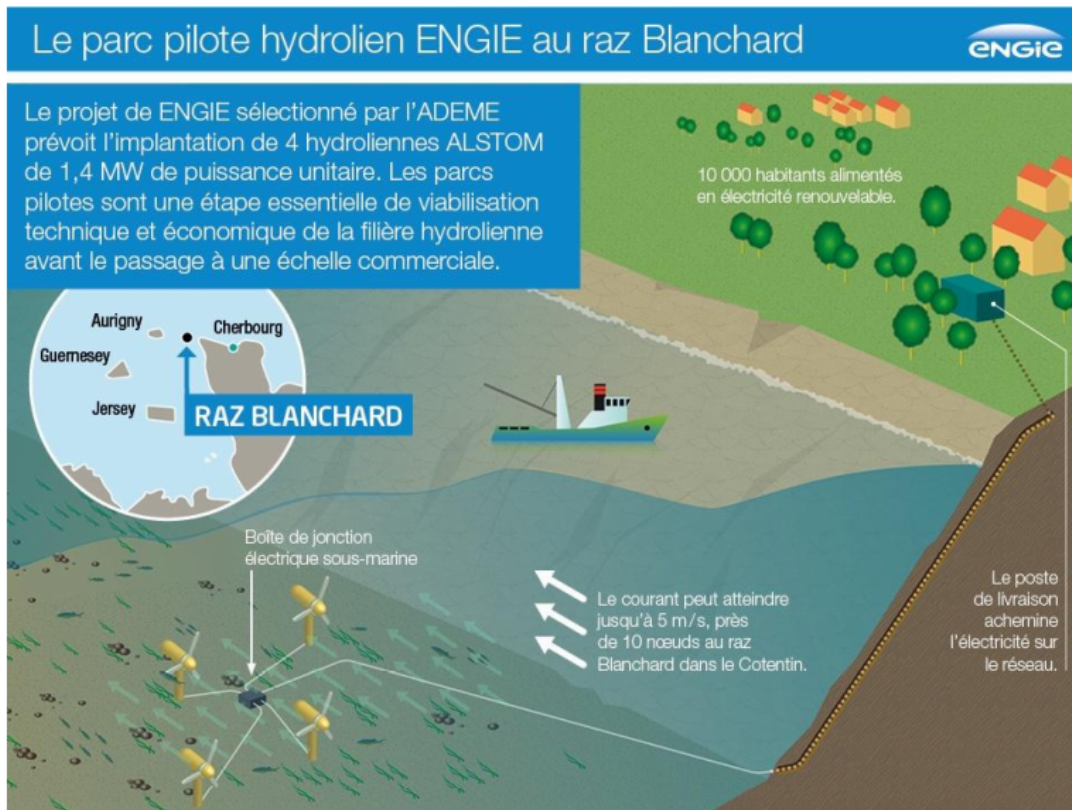


Figure 1 : Représentation schématique des équipements du parc pilote hydrolien (Artélia, 2015)

L'architecture globale du projet Normandie Hydrolienne est donc la même que celle du projet Nephyd. Les principales évolutions entre les deux projets sont les suivantes :

- ✓ **Puissance des hydroliennes** : Les quatre hydroliennes du projet Normandie Hydroliennes sont plus puissantes que les hydroliennes du projet Nephyd (3 MW contre 1,4 MW). De fait, leur diamètre est plus important (24 m contre 18 m) ;
- ✓ **Localisation des hydroliennes** : Les hydroliennes du projet Normandie Hydroliennes sont repositionnées au nord de la concession, où la bathymétrie est plus importante. Ceci permet de conserver 10 m de hauteur d'eau entre le haut des pales et le niveau des plus basses mers ; le maintien de ces 10 m de hauteur d'eau permet le passage des navires au-dessus des hydroliennes (pas de gêne à la navigation) ; du fait du repositionnement des hydroliennes, le câble d'export aura donc une longueur plus importante ;
- ✓ **Fondations des hydroliennes** : De la même manière que pour le projet Nephyd, les fondations des hydroliennes sont installées par des opérations de forage. Par contre, les fondations monopieu de 2,6 m de diamètre sont remplacés par un trépied (tripode) fixé par trois micropieux de 0,8 m de diamètre ;

Les évolutions entre les deux projets concernent donc uniquement la partie maritime : les hydroliennes, les câbles inter-éoliennes, la boîte de jonction sous-marine et le câble d'export. L'ouvrage d'atterrissage et l'ensemble du domaine terrestre sont donc totalement identiques et ne seront, de fait, pas développés dans le présent document.

*Le projet Normandie Hydroliennes présente la même architecture globale que le projet Nephyd. Ainsi, au niveau du domaine terrestre les projets sont identiques. Au niveau du domaine maritime, l'ouvrage d'atterrissage est identique. Par contre la localisation des hydroliennes est différente (ces dernières sont situées au nord de la concession, au même titre que les câbles d'interconnexion et de la boîte de jonction sous-marine (cf. Figure 9). De ce fait la localisation du câble d'export sera également partiellement modifiée (prolongé de 0,5 km jusqu'au nord de la concession).*

## 1.3 Contexte réglementaire du projet Normandie Hydrolienne

### 1.3.1 Les autorisations en cours

Comme évoqué auparavant, suite à la phase d'instruction des dossiers réglementaires, la société Nephyda obtenu les autorisations suivantes :

- ✓ Une concession d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports (CUDPM) du 22/03/2017 ;
- ✓ Une autorisation environnementale (AE) du 23/03/2017.

Ces arrêtés, transférés à la société Normandie Hydroliennes, ont fait l'objet d'une prorogation du délai de mise en service de 3 ans par arrêté du 19/03/2020.

### 1.3.2 Le contexte réglementaire du projet

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

Énergie		
Catégorie de projet	Projets soumis à évaluation environnementale	Projets soumis à examen au cas par cas
31. Installation en mer de production d'énergie	Éolienne en mer	Toute autre installation

Tableau 1 : Rubrique 31 du Code de l'Environnement

Au titre de l'article R122-2 du code de l'Environnement, les projets hydroliens sont donc soumis à un examen au cas par cas.

**L'article L122-1** apporte des précisions pour les projets relevant d'une modification et précise ainsi : *Lorsqu'un projet relève d'un examen au cas par cas, l'autorité en charge de l'examen au cas par cas est saisie par le maître d'ouvrage d'un dossier présentant le projet afin de déterminer si celui-ci doit être soumis à évaluation environnementale.*

*Toutefois, lorsque le projet consiste en une modification ou une extension d'activités, installations, ouvrages ou travaux qui relèvent des autorisations prévues aux articles L. 181-1, L. 512-7, L. 555-1 et L. 593-7, le maître d'ouvrage saisit de ce dossier l'autorité mentionnée à l'article L. 171-8. Cette autorité détermine si cette modification ou cette extension doit être soumise à évaluation environnementale.*

L'analyse du dossier cas par cas reposera sur le fait de changement substantiel ou non du projet comme le précise l'article **L181-14** :

*« Toute modification substantielle des activités, installations, ouvrages ou travaux qui relèvent de l'autorisation environnementale est soumise à la délivrance d'une nouvelle autorisation, qu'elle intervienne avant la réalisation du projet ou lors de sa mise en œuvre ou de son exploitation.*

*En dehors des modifications substantielles, toute modification notable intervenant dans les mêmes circonstances est portée à la connaissance de l'autorité administrative compétente pour délivrer l'autorisation environnementale dans les conditions définies par le décret prévu à l'article L. 181-32. ».*

---

*Les projets hydroliens sont soumis à examen au cas par cas. À l'issue de cet examen si l'autorité compétente considère que les changements apportés par la société Normandie Hydroliennes sont substantiels, une nouvelle autorisation environnementale devra être sollicitée. Dans le cas contraire, un "porté à connaissance" des modifications apportées sera suffisant.*

---

## 2 DESCRIPTION DU PROJET

### 2.1 Description du projet NEPTHYD

#### 2.1.1 Description générale et localisation du projet

Le projet Nepthydest constitué de quatre hydroliennes de puissance nominale de 1,4 MW. Les turbines reposent sur des fondations monopieux de 2,6 m de diamètre.

Les hydroliennes sont reliées entre elles par des câbles inter-éoliennes jusqu'à une boîte de jonction sous-marine (reposant également sur une fondation monopieu). La longueur des câbles inter-éoliennes est de 0,5 km.

De la boîte de jonction sous-marine, le câble d'export, d'une longueur de 6 700 m (dont 400 au niveau de la zone d'atterrage), rejoint, via l'ouvrage d'atterrage, la boîte de jonction souterraine (située sur le parking de la baie d'Ecalgrain).

De la boîte de jonction souterraine, le câble terrestre rejoint le poste de livraison situé sur la commune de Jobourd.



La figure ci-dessous localise les concessions du projet Nephthyd.

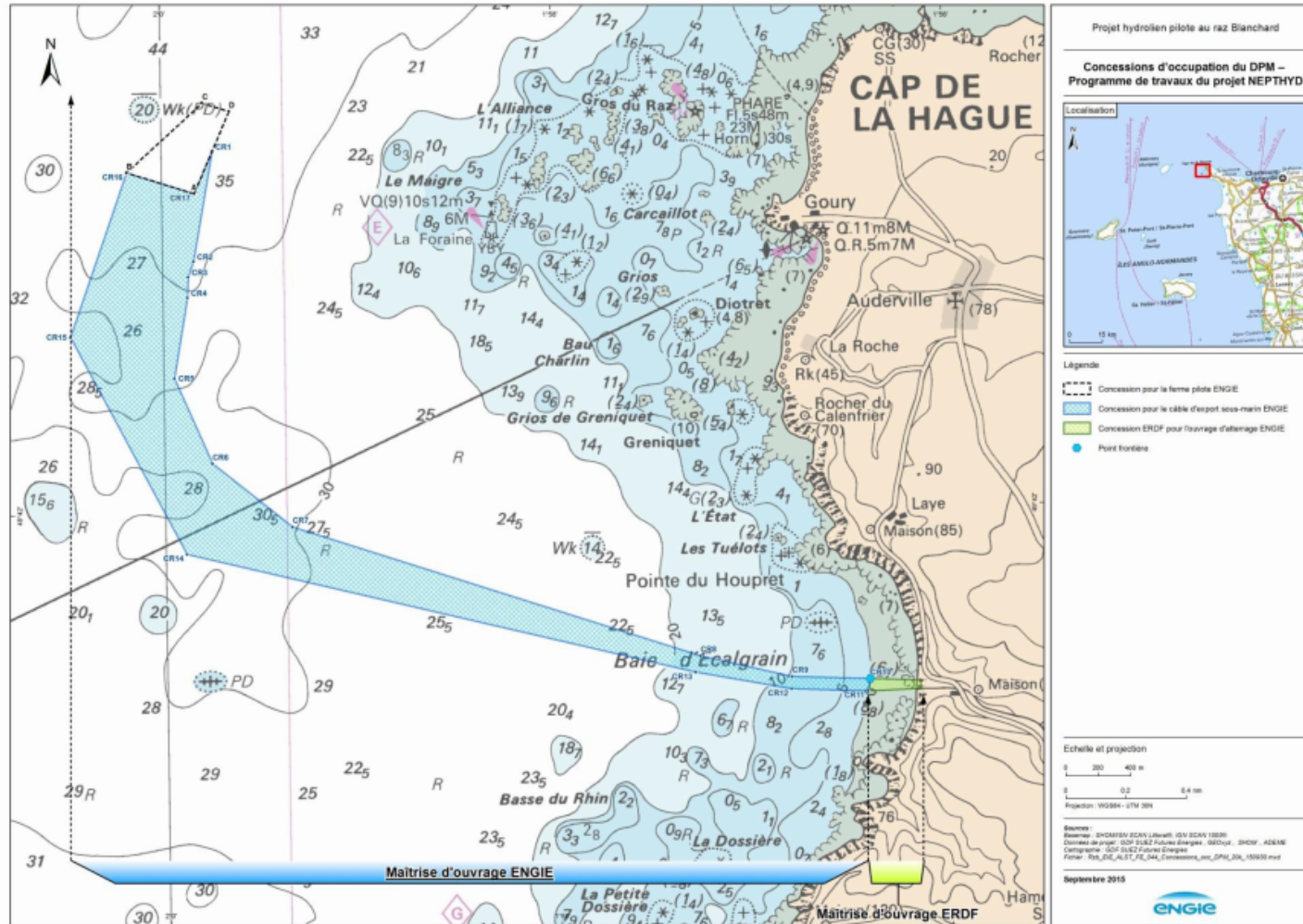


Figure 2 : Localisation des concessions liées au projet Nephthyd(Artélia, 2015)

Le projet Nephthyd était sous maîtrise d'ouvrage Engie de la zone d'implantation des hydroliennes jusqu'au zéro des cartes marines (0 m CM). Du zéro des cartes marines jusqu'au poste de livraison de l'électricité, le projet est sous maîtrise d'ouvrage ERDF. La concession ENGIE a donc été transférée selon les mêmes conditions à Normandie Hydroliennes.



La figure ci-dessous localise les équipements constituant le projet Nephyd:

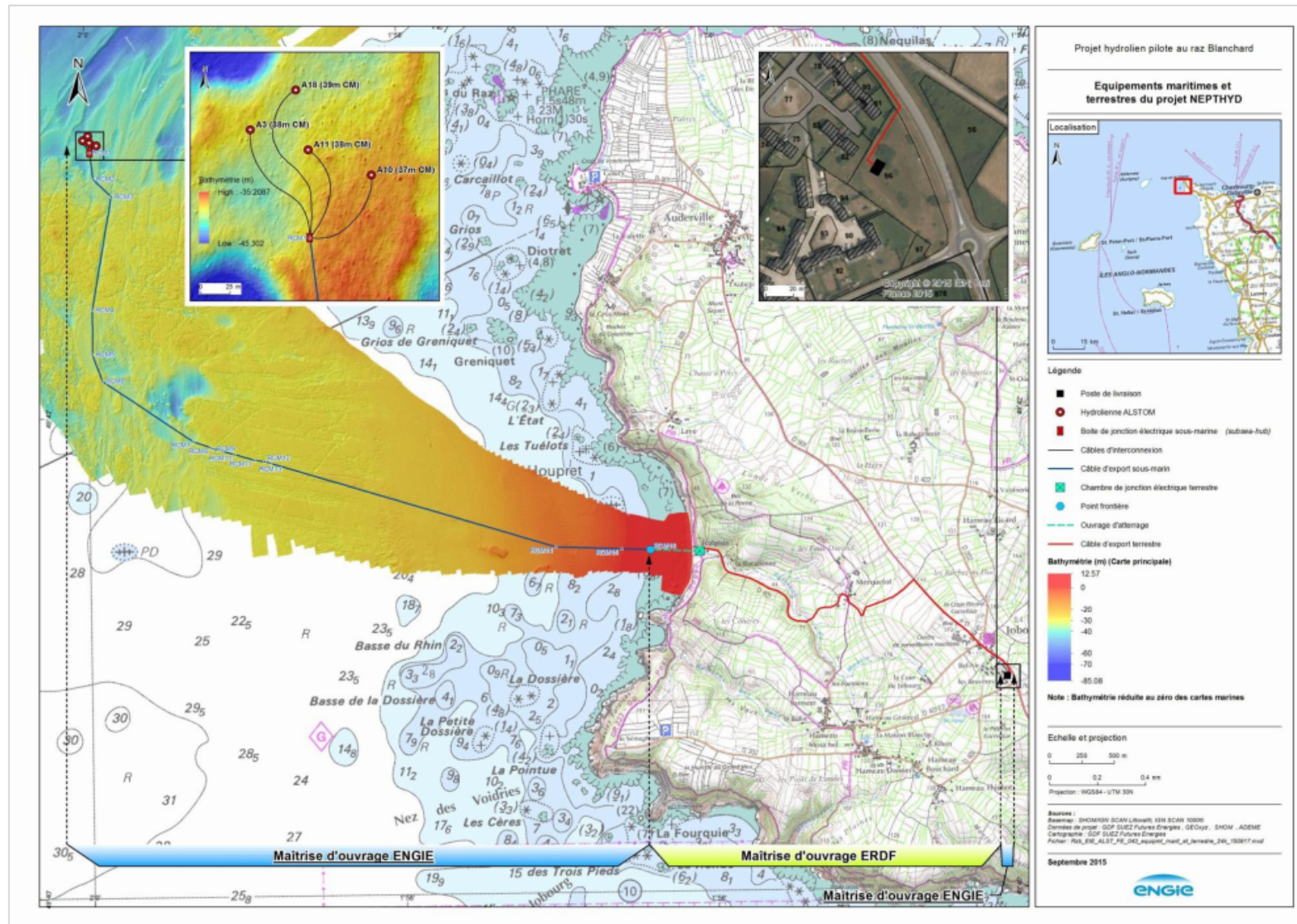


Figure 3 : Équipements constituant le projet Nephyd (Artélia, 2015)



La figure ci-dessous localise les quatre hydroliennes du projet Nepthyd

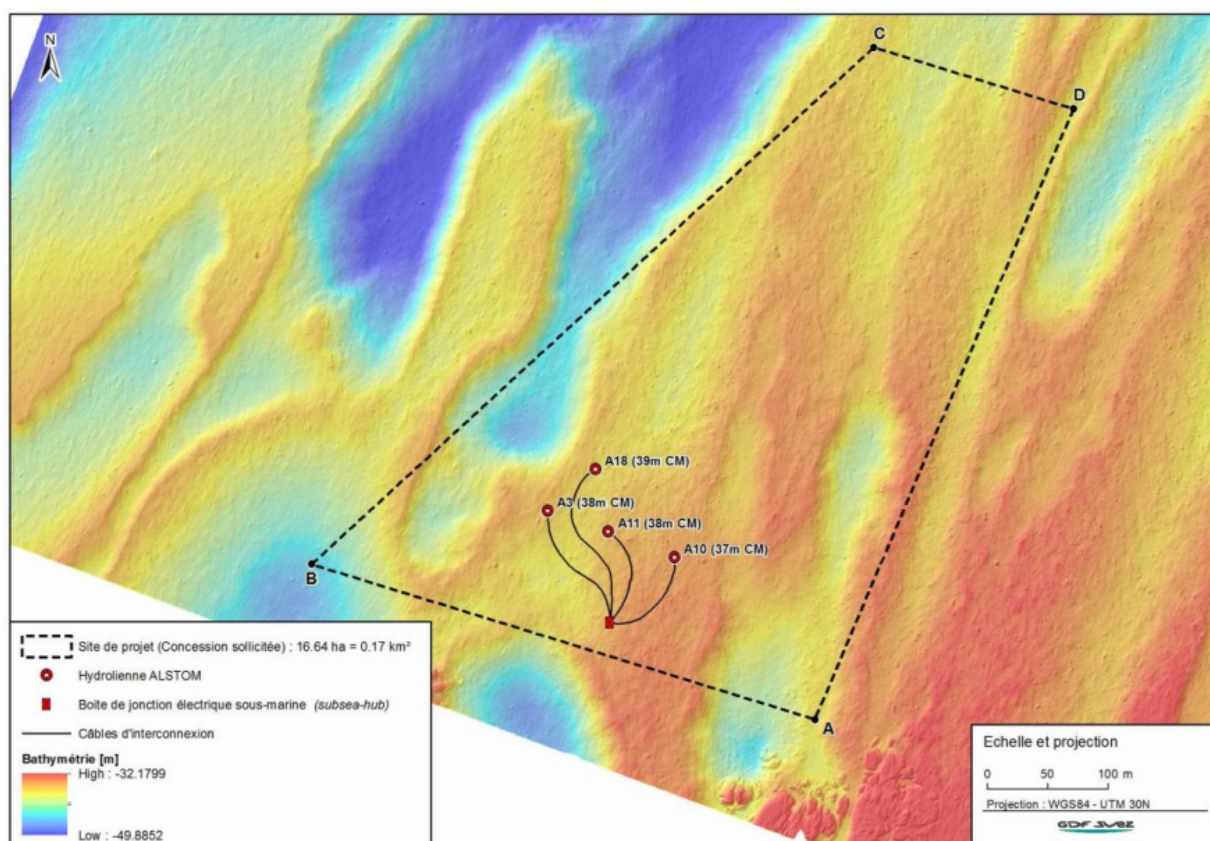


Figure 4 : Localisation des quatre hydroliennes du projet Nepthyd (Artélia, 2015)

Les quatre hydroliennes et la boîte de jonction sous-marine étaient localisées dans la partie sud de la concession.

## 2.1.2 Les composantes du projet Nephyd

### 1.1.1.1 Les hydroliennes

L'hydrolienne ALSTOM Oceade™ 18 est une hydrolienne à axe horizontal de 1,4 MW, de 18 mètres de diamètre. Les principales caractéristiques de l'hydrolienne Oceade™ sont présentées dans le tableau suivant :

Éléments	Spécifications
Puissance nominale	1,4 MW
Nombre de pales	3
Diamètre du rotor environ	18 m
Surface de balayage du rotor environ	255 m <sup>2</sup>
Hauteur minimum entre le bas des pales et le fond marin	8,5 m
Hauteur entre le haut des pales et le niveau des plus basses-mer	10 m
Vitesse de rotation optimale estimée du rotor	(14 rpm rotation par minute)
Vitesse maximale en bout de pale	18m/s
Taille de la nacelle	20 à 23 m 5,5 à 6 m
Fondations	Monopieu

Tableau 2 : Principales caractéristiques de l'hydrolienne Oceade 18™ (Artélia, 2015)

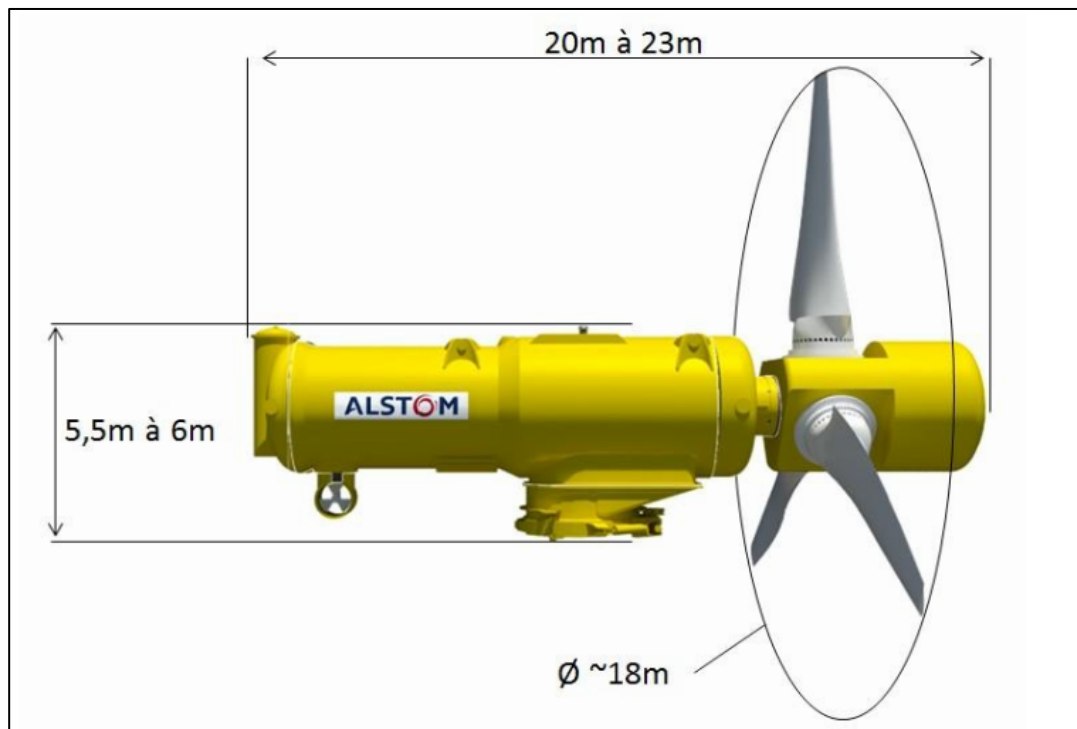


Figure 5 : Vue de côté indicative présentant les dimensions de l'hydrolienne (source : ALSTOM in (Artélia, 2015))

### 2.1.1.1 Les fondations

Les fondations sont des fondations monopieu de 2,6 mètres de diamètre.

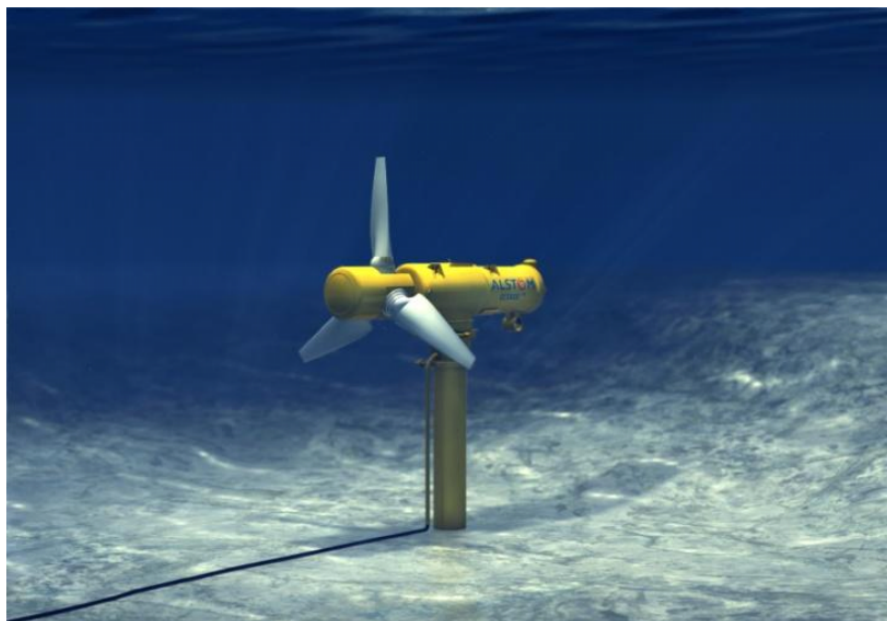


Figure 6 : Vue artiste de l'hydrolienne Oceade™ 18 - 1.4 MW installée sur une fondation monopieu (source : ALSTOM in (Artélia, 2015))

Le pieu présente une longueur de 19,5 m à 24,5 m. Les pieux sont enfoncés sur une profondeur de 7 à 10 m dans le sous-sol et sont scellés par un joint en béton. Le monopieu dépasse de 12,5 à 14,5 m environ au-dessus du fond marin.

### 3.1.1.1 Les systèmes de protection des hydroliennes

#### 2.1.2.1.1 L'antifouling

Les pales sont protégées par un revêtement antifouling habituellement utilisé dans l'industrie marine. La nacelle pourra être recouverte de façon très localisée de revêtement antifouling (Artélia, 2015).

#### 2.1.2.1.2 La protection anticorrosion

La turbine est équipée d'un système extérieur de protection cathodique par anodes sacrificielles en aluminium dont le nombre et les dimensions seront basés sur les standards classiquement utilisés. Les anodes présentes sur la turbine, dont la masse totale est d'environ 60 kg, seront remplacées tous les 4 ans environ pendant les phases de maintenance préventive (Artélia, 2015).

Au niveau de la fondation, des anodes sacrificielles sont installées, et ce pour la durée totale du projet (25 ans). 1,625 tonnes d'anodes sont installées sur chaque fondation.

## 2.1.3 Le réseau électrique

### 4.1.1.1 Les câbles interconnexion

La connexion de chaque turbine Oceade™ 18 - 1.4 MW sur la boîte de jonction sous-marine se fait par l'intermédiaire d'un câble d'interconnexion. Il possède à ses extrémités un connecteur wet mate (pouvant être connecté sous l'eau) permettant le couplage au niveau de la turbine et de la boîte de jonction sous-marine. Ce câble est dimensionné pour une tension de 6,6 kV et une puissance de 1,4 MW. Il est composé de trois conducteurs actifs et de fibres optiques.

La longueur totale des câbles interconnexion est de 500 m.

### 5.1.1.1 La boîte de jonction sous-marine

Le raccordement des hydroliennes est effectué grâce à une sous-station électrique immergée. Le rôle de la boîte de jonction sous-marine est de regrouper les hydroliennes sur un seul câble d'export vers la côte et d'élever la tension pour minimiser les pertes lors du transport de l'électricité dans le câble d'export. La boîte de jonction sous-marine repose sur une fondation monopieu sur une structure support passive.

### 6.1.1.1 Le câble d'export

Le câble d'export est constitué de cuivre et transporte l'électricité sous une tension triphasée alternative synchronisée sur la même fréquence que le réseau ERDF. Il est dimensionné pour exporter une puissance de 5,6 MW correspondant à la puissance maximale de production des 4 turbines en limitant au maximum les pertes par effet Joule. La tension dans ce câble est de 11 kV. Le câble mesurera 6700 m de longueur, dont environ 400 m transitant par la zone d'atterrage.

Le câble est protégé par une double armure intégrée. De plus, des coques en acier sont ajoutées pour alourdir et protéger le câble. Enfin si s'avère cela est nécessaire, des matelas en béton seront mis en œuvre pour renforcer ponctuellement la stabilité.

## 2.1.4 Installation du projet

### 1.1.1.1 Phasage des opérations

Le phasage envisagé pour le projet Nephthyd était le suivant :

1	Installation du poste de livraison
2	Pose des câbles à terre et de la chambre de jonction
3	Réalisation de l'atterrage
4	Installation des fondations turbines et boîte de jonction
5	Pose des câbles d'interconnexion
6	Installation du câble export et de ses protections
7	Raccordement ERDF
8	Installation de la boîte de jonction sous-marine
9	Installation des turbines
10	Mise en service du parc

Tableau 3 : Phasage du projet Nephthyd (Artélia, 2015)

### 7.1.1.1 Moyens nautiques mis en œuvre

Les principaux types de navires mis en œuvre pour installer les éléments du projet sont :

Types de navires	Fonction	Principales caractéristiques
Navire équipé à forte capacité de charge	Installation des fondations	Grue à forte charge Longueur > 150 m
Navire câblé	Installation du câble d'export	Longueur > 100 m
Remorqueur	Remorquage des hydroliennes	Longueur = 20 m
Autres navires	Surveillance – appui plongeurs...	Longueur < 20 m

Tableau 4 : Principaux navires mis en œuvre pour l'installation du projet Nephthys (à partir d'Artélia, 2015)

### 8.1.1.1 Méthodologie d'installation

#### 2.1.4.1.1 Les fondations

Les fondations sont installées par forage. Pour rappel, les pieux ont un diamètre de 2,6 m, nécessitant un diamètre de forage de 2,8 m afin d'y couler du béton.

En considérant un enfoncement dans le sol de 6/7 m (profondeur minimale envisagée), le volume de sédiments excavés est estimé entre 35 et 40 m<sup>3</sup> par fondation, soit un volume total de sédiments excavés de l'ordre de 200 m<sup>3</sup>.

Les travaux d'installation des monopieux sont conduits durant les cycles de marée de morte-eau (coefficient de marée inférieur à 70). Il faut 4 à 6 cycles de morte-eau pour couvrir l'installation des fondations. La durée estimée de ces travaux est d'environ 2-3 mois (forage : environ 10-20 h/pieu soit environ 100 h pour l'ensemble de la ferme-pilote, ces travaux étant à répartir sur les périodes météorologiques favorables).

#### 2.1.4.1.2 Le câble d'export

De la chambre de jonction souterraine jusqu'au parc hydrolien, le câble d'export sous-marin est composé :

- ✓ D'une première section insérée dans un forage dirigé de 230 m environ (jusqu'à la fin du platier rocheux affleurant) ;
- ✓ D'une seconde section en milieu et bas de plage enfouie dans une tranchée, longue de 170 m environ ;
- ✓ D'une dernière section de 6300 m équipée de coques articulées qui repose sur le fond marin jusqu'au parc hydrolien, maintenue ponctuellement par des matelas en béton.

La pose du câble depuis la côte vers les turbines est effectuée par des navires à positionnement dynamique (DP).

La durée estimée pour la pose du câble d'export (avec mise en place des dispositifs de protection) est d'environ 3 mois.

#### 2.1.4.1.3 La boîte de jonction sous-marine et les hydroliennes

Le procédé d'installation de la boîte de jonction sous-marine est similaire à celui de l'installation de la nacelle des turbines Oceade™ 18. (Cf. section suivante).

#### 2.1.4.1.4 Les turbines

L'hydrolienne Oceade™ 18 - 1.4 MW dispose notamment d'un « nez » à flottabilité positive qui permet de compenser la forte densité d'éléments lourds (moyeu, multiplicateur) à l'avant de la turbine. Le concept de nacelle flottante permet d'acheminer l'hydrolienne sur le site à l'aide d'un navire de travail remorqueur de capacité conventionnelle.

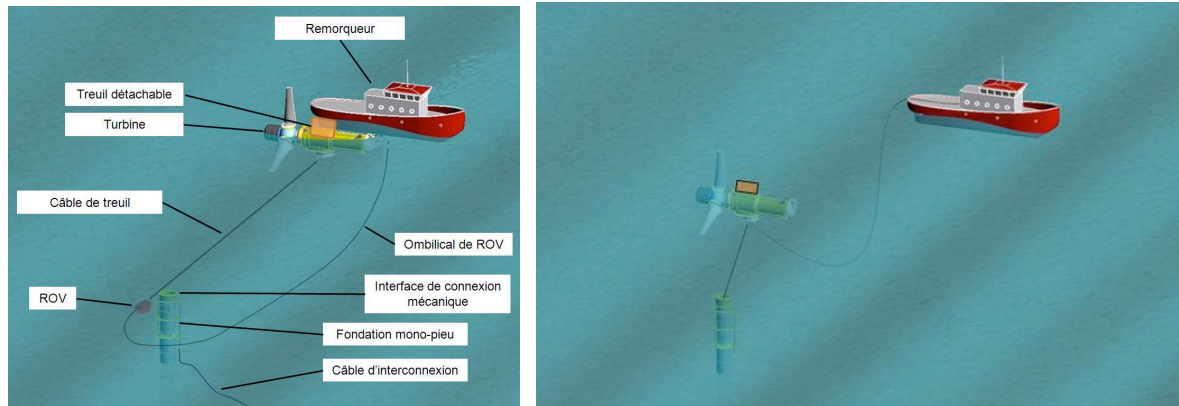


Figure 7 : Installation de la turbine de l'hydrolienne Oceade™ 18

Le dispositif mécanique de verrouillage (« clamp »), intégré dans la pièce d'interface sous la nacelle, vient s'accoupler lors de l'installation à la pièce de transition de la structure support. Le clamp est ensuite actionné par un mécanisme hydraulique et permet la fixation de l'hydrolienne sur sa fondation.

La durée estimée de ces travaux est d'environ un mois pour l'ensemble des hydroliennes.

#### 2.1.5 Les opérations de maintenance

La fréquence nominale de maintenance préventive des turbines est d'une fois tous les deux ans pour un entretien mineur et une fois tous les 10 ans pour les entretiens majeurs.

#### 2.1.6 Le démantèlement

Lors du démantèlement, l'ensemble des éléments du parc hydrolien sont retirés (câbles, boîte de jonction...). À noter que pour les fondations, le démantèlement de ces dernières consiste à sectionner le monopieu à sa base et à récupérer la partie supérieure du pieu. Seule la section ancrée dans le sous-sol subsistera dans la masse rocheuse. Le fond marin retrouvera ainsi son état initial.

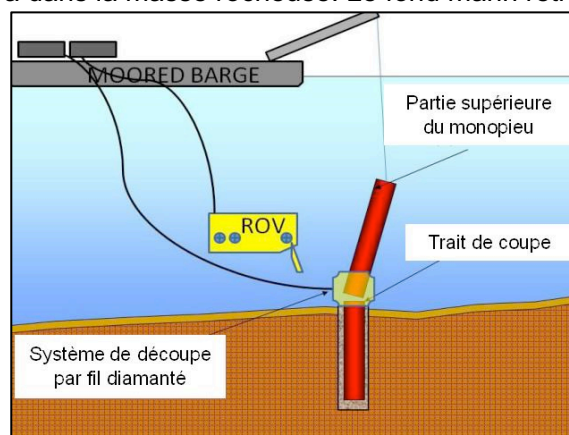


Figure 8 : Découpage et relevage de la partie supérieure du monopieu (ENGIE in Artélia, 2015)



## 2.2 Description du projet Normandie Hydroliennes

### 2.2.1 Description générale et localisation du projet

Le projet Normandie Hydroliennes est constitué de quatre hydroliennes de puissance nominale de 3 MW. Les turbines reposent sur des fondations de type trépieds composées de trois micropieux de 0,8 m de diamètre.

Les hydroliennes sont reliées entre elles par des câbles inter-éoliennes jusqu'à une boîte de jonction sous-marine, reposant par gravité (fondation gravitaire). La longueur des câbles inter-éoliennes est de 0,5 km.

De la boîte de jonction sous-marine, le câble d'export, d'une longueur de 7200 m (dont 400 au niveau de la zone d'atterrage), rejoint, via l'ouvrage d'atterrage, la boîte de jonction souterraine (située sur le parking de la baie d'Ecalgrain).

De la boîte de jonction souterraine, le câble terrestre rejoint le poste de livraison situé sur la commune de Jobourd.





## 2.2.2 Les composantes du projet Normandie Hydrolienne

### 9.1.1.1 Les hydroliennes

L'hydrolienne fournie par Simec Atlantis Energy est une hydrolienne AR 3000 à axe horizontal de 3 MW, de 24 mètres de diamètre. Les principales caractéristiques de l'hydrolienne AR 3000 sont présentées dans le tableau suivant :

Éléments	Spécifications
Puissance nominale	3 MW
Position du rotor vis-à-vis de la fondation	Face au courant
Nombre de pales	3
Diamètre du rotor environ	24 m
Surface de balayage du rotor environ	452 m <sup>2</sup>
Hauteur minimum entre le bas des pales et le fond marin	4 m
Hauteur entre le haut des pales et le niveau des plus basses-mer	10 m
Vitesse de rotation optimale estimée du rotor	(14,3 rpm rotation par minute)
Vitesse maximale en bout de pale	18m/s
Taille de la nacelle	13 m 4 m
Fondations	3 x Micropieux

Tableau 5 : Principales caractéristiques de l'hydrolienne AR 3000

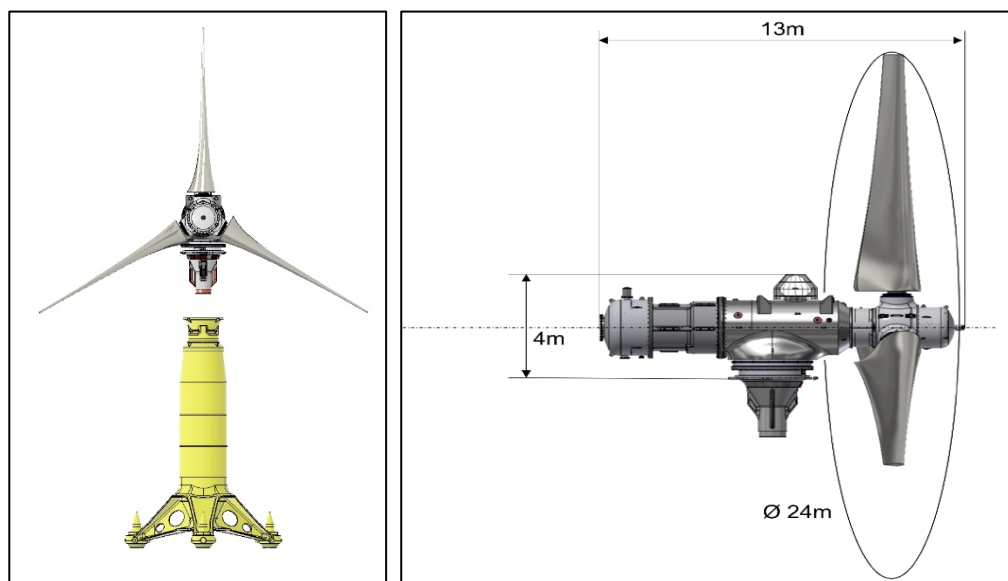


Figure 10 : Vue de l'hydrolienne AR 3000

Outre le changement de localisation des hydroliennes, la principale différence entre les deux projets repose sur la puissance des hydroliennes. Dans le cas du projet Normandie Hydrolienne, les hydroliennes sont d'une puissance de 3 MW ; le diamètre du rotor est augmenté (de 18 à 24 m). Le changement de positionnement des hydroliennes est en partie expliqué par ce changement de diamètre. En effet afin de conserver une hauteur d'eau de 10 m entre le haut des pales et le niveau des plus basses mers, les hydroliennes ont été déplacées dans un secteur où la profondeur est plus importante.

### 10.1.1.1 Les fondations

Les fondations reposent sur trois micropieux de 80 cm de diamètre.

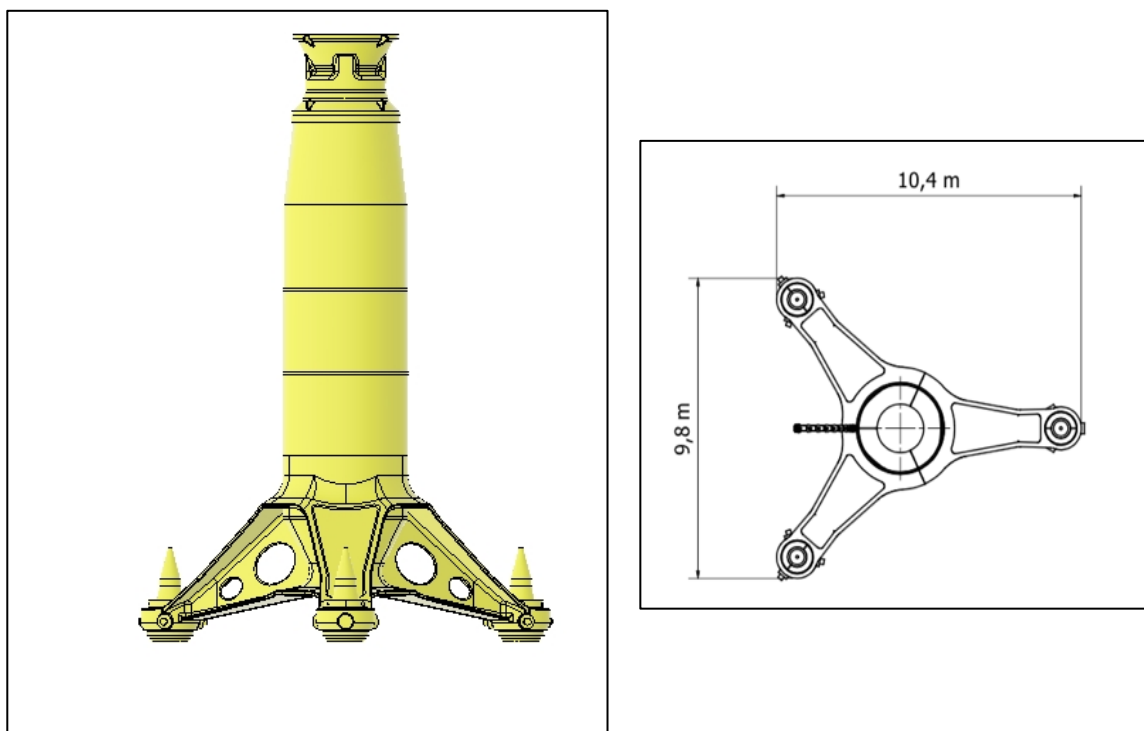


Figure 11 : Vue type d'une fondation de l'hydrolienne AR 3000 et de son emprise au sol

L'hydrolienne AR 3000 repose sur une fondation de type trépied dont l'envergure est d'environ 10 m\* 10 m (9,8 \* 10,4 exactement). Ces trépieds sont maintenus au sol grâce à trois micropieux de 80 cm de diamètre. Les micropieux sont enfoncés dans le sol sur une profondeur de 6 m.

L'emprise au sol des micropieux est de 0,5 m<sup>2</sup> soit 1,5 m<sup>2</sup> pour chaque fondation, contre 5,3 m<sup>2</sup> pour le projet Nephtyd.

---

*Les fondations de l'hydrolienne sont de type trépieds équipées de trois micropieux (0,8 mètre de diamètre), à l'inverse du projet Nephtyd pour lequel la fondation était de type monopieu (2,6 mètres de diamètre).*

---

### 11.1.1.1 Le système de protection des hydroliennes

#### 2.2.2.1.1 L'antifouling

De l'antifouling sera appliqué sur les différents éléments de l'hydrolienne. Les caractéristiques de l'antifouling ont été définies pour répondre aux exigences du site (courant, température de l'eau...) et à celles liées à l'exploitation des hydroliennes. Les peintures seront conformes aux normes en vigueur.

#### 2.2.2.1.2 La protection anticorrosion

Les anodes présentes sur la turbine, dont la masse totale est d'environ 113 kg, seront remplacées tous les 6,25 ans environ pendant les phases de maintenance.

Au niveau de la fondation, des anodes sacrificielles sont installées, et ce pour la durée totale du projet (25 ans). 1,260 tonnes d'anodes sont installées sur chaque fondation.

Les anodes sont du même type que celles mises en œuvre dans le projet Nepthyd.

### 2.2.3 Le réseau électrique

#### 12.1.1.1 Les câbles interconnexion

La connexion de chaque turbine AR 3000 - 3 MW sur la boîte de jonction sous-marine se fait par l'intermédiaire d'un câble d'interconnexion. La connexion à ses extrémités se fait par un connecteur wet mate (pouvant être connecté sous l'eau) permettant le couplage au niveau de la turbine et de la boîte de jonction sous-marine. Ce câble est dimensionné pour une tension de 8 kV et une puissance de 3 MW. Il est composé de trois conducteurs actifs et de fibres optiques.

La longueur totale des câbles interconnexion est de 500 m, soit la même longueur que le projet Nepthyd.

#### 13.1.1.1 La boîte de jonction

Le raccordement des hydroliennes est effectué grâce à une sous-station électrique immergée. Le rôle de la boîte de jonction sous-marine est de regrouper les hydroliennes sur un seul câble d'export vers la côte et d'élever la tension pour minimiser les pertes lors du transport de l'électricité dans le câble d'export.

Outre sa localisation, la boîte de jonction du projet Normandie Hydroliennes présente quelques différences par rapport à celle du projet Nepthyd :

- ✓ La fondation : La boîte de jonction repose sur une fondation gravitaire (contre une fondation monopieu pour le projet Nepthyd) ;
- ✓ Emplacement du convertisseur de fréquence : Celui-ci n'est plus situé au niveau de la boîte de jonction sous-marine, mais est déplacé au niveau de la boîte de jonction terrestre ;
- ✓ Les dimensions et emprise au sol : La boîte de jonction aura une dimension plus réduite que pour le projet Nepthyd (6,6 \* 8,66 \* 2,75 m soit environ 50 m<sup>2</sup>). Du fait que la boîte de jonction repose par gravité, son emprise au sol est par contre plus importante (~50 m<sup>2</sup> contre 5,3 m<sup>2</sup> pour la fondation monopieu).

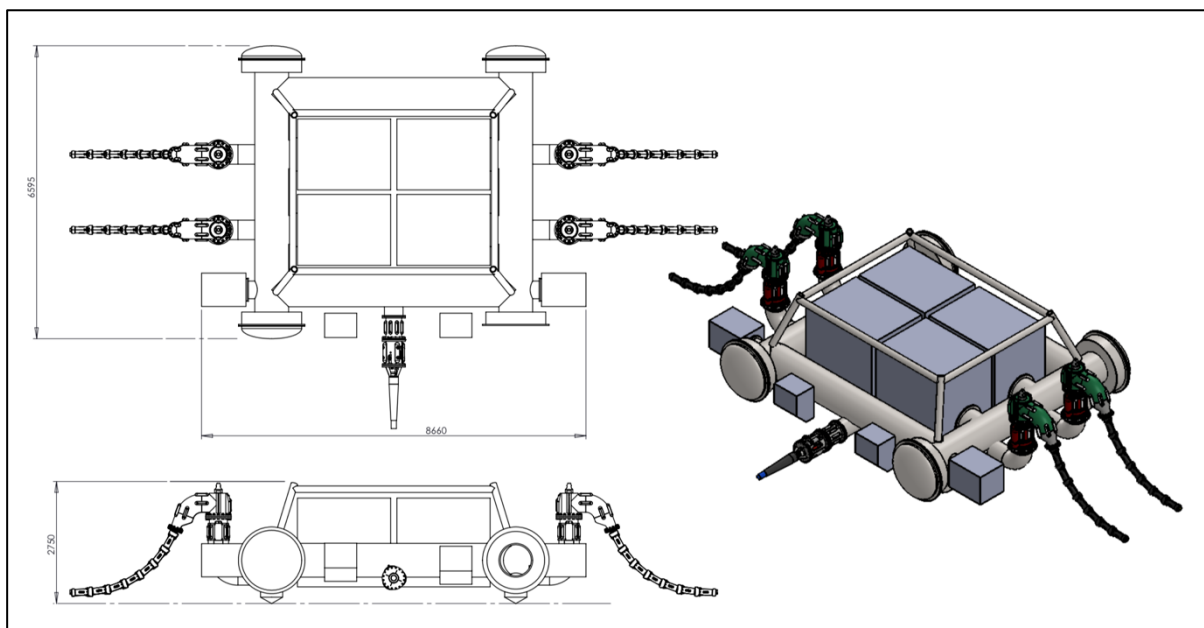


Figure 12 : Vue de la boîte de jonction sous-marine

#### 14.1.1.1 Le câble d'export

Le câble d'export est constitué de cuivre et transporte l'électricité sous une tension triphasée alternative synchronisée sur la même fréquence que le réseau ERDF. Il est dimensionné pour exporter une puissance de 12 MW correspondant à la puissance maximale de production des 4 turbines en limitant au maximum les pertes par effet Joule. La tension dans ce câble est de 33 kV. Le câble mesurera 7200 m de longueur.

Le câble est protégé par une double armure intégrée. De plus, des coques en acier sont ajoutées pour protéger le câble dans les parties qui correspondent aux terminaisons. Enfin si cela s'avère nécessaire, des sacs de pierres seront posés pour renforcer ponctuellement la stabilité.

---

*Le réseau électrique du projet Nepthyd présente la même architecture globale que celui du projet Normandie Hydroliennes. Notons toutefois que la puissance transitant dans les câbles d'interconnexion et dans le câble d'export est plus importante. Du fait du changement de position des hydroliennes, la longueur du câble d'export est plus importante (7,2 km contre 6,7 km). La dimension de la boîte de jonction sous-marine est plus réduite ; cette dernière repose gravité (fondation gravitaire, contre fondation monopieu pour le projet Nepthyd).*

---

## 2.2.4 Installation du projet

### 15.1.1.1 Phasage du projet

Le phasage du projet Normandie Hydroliennes est identique à celui du projet Nephthyd.

### 16.1.1.1 Moyens nautiques mis en œuvre

Les principaux types de navires mis en œuvre pour installer les éléments du projet sont :

Types de navires	Fonction	Principales caractéristiques
Navire à positionnement dynamique, équipé à forte capacité de charge	Installation des fondations et des turbines	Grue à forte charge Longueur > 150 m
Navire câblé	Installation du câble d'export	Longueur > 100 m
Autres navires	Surveillance – appui plongeurs...	Longueur < 20 m

Tableau 6 : Principaux navires mis en œuvre pour l'installation du projet Nephthyd (à partir d'Artélia, 2015)

Si la génératrice Oceade™ 18 est transportée par flottaison, depuis le port de Cherbourg jusqu'à la zone d'implantation, ce n'est pas le cas de l'hydrolienne AR 3000 qui est transportée sur un navire équipé d'une grue à forte charge.

### 17.1.1.1 Méthode d'installation

#### 2.2.4.1.1 Les fondations

Les fondations sont installées par forage. Pour rappel, les pieux ont un diamètre de 0,8 m, nécessitant un diamètre de forage de 0,88 m afin d'y couler du béton. Une solution de curage par béton (*grouting*) sera utilisée dans un inter-diamètre de 33,5 mm.

En considérant un enfoncement dans le sol de 6 m, le volume de sédiments excavés est estimé à 9 m<sup>3</sup> par fondation, soit un volume total de sédiments excavés de l'ordre de 36 m<sup>3</sup>.

Les travaux d'installation des monopieux sont conduits durant les cycles de marée de morte-eau (coefficient de marée inférieur à 70). La durée du forage est estimée à 96 heures pour les quatre fondations pour l'option forage simultané et 288 heures pour les quatre fondations si l'option forage consécutif.

#### 2.2.4.1.2 Le câble d'export

De la chambre de jonction jusqu'au parc hydrolien, le câble d'export sous-marin sera composé :

- ✓ D'une première section insérée dans un forage dirigé de 230 m environ (jusqu'à la fin du platier rocheux affleurant) ;
- ✓ D'une seconde section en milieu et bas de plage enfouie dans une tranchée, longue de 170 m environ ;
- ✓ D'une dernière section de 7 200 m équipée de coques articulées qui reposera sur le fond marin jusqu'au parc hydrolien, maintenue ponctuellement par des sacs de pierres si cela s'avère nécessaire.

La pose du câble depuis la côte vers les turbines sera effectuée par des navires à positionnement dynamique (DP).

#### 2.2.4.1.3 La boîte de jonction sous-marine

La boîte de jonction sous-marine est transportée sur le navire à charge lourde (grue à forte charge) puis est « posé » par gravité sur le fond marin.

#### 2.2.4.1.4 Les turbines

Les turbines sont transportées sur le navire à positionnement dynamique et à forte capacité de charge (grue à forte charge) puis viennent se fixer, par un système d'auto-alignement, sur les fondations.

---

*Les principales différences sur la méthodologie d'installation entre le projet Nepthyd et le projet Normandie Hydroliennes reposent sur la mise en place des turbines et de la boîte de jonction sous-marine. Dans le cas du projet Normandie Hydroliennes, les turbines sont transportées sur un navire à forte capacité (équipé d'une grue à forte charge) puis viennent se fixer sur la fondation. En ce qui concerne la boîte de jonction, celle-ci est uniquement posée sur le fond (fondation gravitaire).*

---

### 2.2.5 Les opérations de maintenance

La fréquence nominale de maintenance des turbines est d'une fois tous les 6,5 ans.

### 2.2.6 Le démantèlement

Lors du démantèlement, l'ensemble des éléments du parc hydrolien sont retirés (câbles, boîte de jonction...). À noter que pour les fondations, le démantèlement de ces dernières consiste à sectionner chaque micropieu à sa base et à récupérer la partie supérieure du pieu. Seule la section ancrée dans le sous-sol subsistera dans la masse rocheuse. Le fond marin retrouvera ainsi son état initial.



## 2.3 Synthèse des principales caractéristiques des deux projets

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques des projets Nepthyd et Normandie Hydroliennes :

	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Architecture globale		
Localisation des hydroliennes	Au <b>sud</b> de la concession	Au <b>nord</b> de la concession
Nombres d'hydroliennes	4	4
Longueur du câble d'export (m)	6 700	7 200
Ouvrage d'atterrage et domaine terrestre	Identique	Identique

	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Hydroliennes		
Puissance nominale	1,4 MW	3 MW
Diamètre du rotor	18 m	24 m
Surface de balayage du rotor	255 m <sup>2</sup>	452 m <sup>2</sup>
Taille de la nacelle	20 à 23 m 5,5 à 6 m	13 m 4 m
Hauteur entre le haut des pales et le niveau des plus basses-mer	10 m	10 m
Vitesse maximale en bout de pale	18 m/s	18m/s
Vitesse de rotation optimale	14 m/s	14,3 m/s
Fondations	Monopieu (diamètre 2,6)	Micropieux (diamètre 0,8 m)
Enfoncement des pieux (m)	6/7	6/7
Surface concernée par fondation	5,3	1,5

	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Câbles interconnexion – Jonction sous-marine – Câble d'export		
Puissance nominale des câbles d'interconnexion (MW)	1,4	3
Tension des câbles d'export (KV)	11	33
Intensité des câbles d'export (A)	420	300
Linéaire des câbles d'interconnexion (m)	500	500
Protection du câble	Double armure intégrée – coques acier – matelas béton	Double armure intégrée – coques acier – sac de pierres
Jonction sous-marine - Fondation	Fondation monopieu	Fondation gravitaire
Jonction sous-marine – Emprise au sol	6,15 m <sup>2</sup>	50 m <sup>2</sup>
Puissance nominale du câble d'export (MW)	5,6 MW	12 MW
Tension du câble d'interconnexion (KV)	6,6	8
Intensité du câble d'interconnexion (A)	175	309
Linéaire du câble d'export (m)	6 700 m dont 400 m pour la zone d'atterrage	7 200 m dont 400 m pour la zone d'atterrage
Protection du câble	Double armure intégrée – coques acier – matelas béton	Double armure intégrée – coques acier – sac de roche

	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Protection des hydroliennes		
La protection anticorrosion	Anodes sacrificielles	Anodes sacrificielles
Anodes sacrificielles au niveau de la turbine	60 kg remplacées tous les 4 ans	113,2 kg remplacées tous les 6,25 ans
Anodes sacrificielles au niveau des fondations	1,625 tonnes pour les 25 ans	1,260 tonnes pour les 25 ans
Peinture antifouling	Revêtement antifouling habituellement utilisé dans l'industrie marine	Revêtement antifouling habituellement utilisé dans l'industrie marine

	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Méthode d'installation		
Transport des fondations	Navire forte charge à DSP	Navire forte charge à DSP
Installation des fondations	Foreuse	Foreuse
Surface concernée par fondation + forage (m <sup>2</sup> )	6,5	1,5
Volume excavé lors du forage par fondation (m <sup>3</sup> )	37	9
Volume excavé lors du forage par fondation	200 m <sup>3</sup>	36
Installation des génératrices	ROV Auto-enclenchement	Auto-enclenchement dans la fondation

	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Maintenance		
Mineure	Tous les 2 ans	Tous les 6,25
Majeure	Tous les 10 ans	-

Tableau 7 : principales caractéristiques des projets Nepthyd et Normandie Hydroliennes

### 3 LES IMPACTS DU PROJET

#### 3.1 Préambule

Cette section présente l'analyse de l'évolution des impacts entre le projet Nepthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Pour mener cette analyse, les niveaux d'impacts identifiés dans l'étude du projet Nepthyd (Artélia, 2015) sont réévalués au regard des évolutions du projet.

Pour mener cette analyse, les porteurs du projet se sont attaché les services de bureaux d'études spécialisés dans les études d'impacts des projets d'énergie marine renouvelable.



Thématiques	Titre de l'étude	Détail	Prestataire	Références dans le présent rapport
Impacts globaux	Présent document d'examen au cas par cas	Reprises des niveaux d'impacts du projet Nepthyd et réévaluation de ceux-ci en fonction des évolutions du projet		Ensemble de ce document
Impacts acoustiques	Projet Hydrolien au Raz Blanchard Mise à jour de l'étude d'impact en acoustique sous-marine Résultats des modélisations	Comparaison des nuisances sonores relatives au projet Normandie Hydroliennes et Nepthyd.		Quiet-Océans, 2022

Tableau 8 : Études spécifiques effectuées dans la présente demande de cas par cas

L'étude d'impact acoustique figure en annexe.

Pour information la classification des niveaux d'impacts proposée par Artélia est présentée dans le Tableau 9 :

Niveau d'impact
Impact positif*
Aucun impact / Impact nul
Impact très faible
Impact faible
Impact modéré
Impact fort
Impact très fort

Tableau 9 : Hiérarchisation des niveaux d'impact (Artélia, 2015)

## 3.2 Les impacts en phase d'installation

### 3.2.1 Les impacts sur le milieu physique

#### 18.1.1.1 Préambule

Les principales évolutions entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nepthyd, pouvant engendrer des variations du niveau d'impacts sur le milieu physique, reposent sur :

- ✓ La typologie des fondations des hydroliennes<sup>5</sup> ;
- ✓ Le linéaire des câbles.

Thématique	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Type de fondations	Monopieux	Trépied composé de 3 micropieux
Nombre	4 + 1 (jonction sous-marine)	3
Diamètre des fondations + forage (m)	2,8	0,8
Surface (m <sup>2</sup> )	6,15/fondation ou 30,5 pour le projet	1,5/fondation ou 6 pour le projet
Profondeur d'enfoncement (m)	6/7	6
Volume excavé (m <sup>3</sup> )	200	36
Durée de l'opération de forage	- Estimé entre 10 et 20 heures par pieu soit entre 50 et 100 heures pour les 5 fondations. - La modélisation s'est basée sur 40 heures par fondation soit 200 heures pour les 5 fondations. - La modélisation s'est basée sur un diamètre de pieux de 3,5 mètres à titre conservatif	Deux options modélisées : - Forages des 3 micropieux simultanés - Forage des micropieux consécutivement  Temps de forage total : 96 h pour 4 fondations si micropieux simultanés Temps de forage : 288 h pour les 4 fondations si forage des micropieux consécutivement
Linéaire du câble d'export (m)	6 700 dont 400 au niveau de l'atterrage	7 200 dont 400 au niveau de l'atterrage

**Tableau 10 : Évolutions entre les projets pouvant faire évoluer le niveau d'impact sur le milieu physique en phase d'installation**

Sur l'ensemble des composantes environnementales étudiées au sein du milieu physique, le niveau d'impact peut évoluer pour celles-ci :

- ✓ La géologie ;
- ✓ La couverture sédimentaire ;
- ✓ L'acoustique sous-marine.

#### 19.1.1.1 Les impacts sur la géologie

Les impacts sur la géologie reposent sur la modification progressive locale au niveau des pieux des fondations.

Dans le cas du projet Nepthyd, cinq fondations sont installées. Ces dernières affectent la géologie sur une surface totale de 30,5 m<sup>2</sup> et sur une profondeur minimale de 6/7 m.

Dans le cas du projet Normandie Hydroliennes, quatre fondations sont installées (la boîte de jonction sous-marine reposant par gravité). Ces dernières affectent la géologie sur une surface totale de 6,15 m<sup>2</sup> et sur une profondeur de 6 m. L'impact sur la géologie du projet Normandie Hydroliennes est donc plus limité que celui relatif au projet Nepthyd (30,5 m<sup>2</sup> contre 6,15 m<sup>2</sup> à profondeur équivalente (cf. Tableau 13).

L'étude d'impact du projet Nepthyd (Artélia, 2015) qualifiait le niveau d'impact de « très faible » ; ce niveau est conservé<sup>6</sup> pour le projet Normandie Hydroliennes.

<sup>5</sup> La boîte de jonction sous-marine repose également sur une fondation monopieu.

<sup>6</sup> Le niveau d'impact inférieur au niveau « très faible » étant le niveau nul (ou aucun impact).



### 20.1.1.1 Les impacts sur la couverture sédimentaire

#### 3.2.1.1.1 Les impacts liés au forage des fondations

Lors des opérations de forage, les résidus de forage sont rejetés aux pieds des fondations. Dans le cas du projet Nepthyd, environ 200 m<sup>3</sup> de sédiments sont remobilisés, contre 36 m<sup>3</sup> pour le projet Normandie Hydrolienne. L'impact sur la couverture sédimentaire du projet Normandie Hydrolienne est plus limité que celui relatif au projet Nepthyd (cf. Tableau 13). L'étude d'impact du projet Nepthyd (Artélia, 2015) qualifiait le niveau d'impact de « très faible » ; ce niveau est conservé<sup>7</sup> pour le projet Normandie Hydroliennes.

#### 3.2.1.1.2 Les impacts liés à la pose des câbles

Au droit des câbles (câbles d'interconnexion, câble d'export) et de leurs protections, le sol sera progressivement recouvert. Le linéaire final de câbles est de 6,8 km pour le câble d'export et 0,5 km pour les câbles d'interconnexion.

Les câbles seront protégés en intégralité par une double armure intégrée et renforcée au niveau des extrémités par des coquilles en acier. Des protections type sacs de pierres pourront être disposées ponctuellement (contre matelas en béton pour le projet Nepthyd).

Type	Largeur		Linéaires		Emprise au sol des câbles sans protection (m <sup>2</sup> )		Emprise au sol des câbles avec protection* (m <sup>2</sup> )	
	Neptyd	Normandie Hydroliennes	Neptyd	Normandie Hydroliennes	Neptyd	Normandie Hydroliennes	Neptyd	Normandie Hydroliennes
Câbles d'interconnexion	0,4	0,1	500	500	200	50	460	340
Câbles d'export	0,5	0,15	6 300	6 800	3 200	1 020	6 300	4 900
Emprise totale au sol					3 400	1 070	6 760	5 240

Tableau 11 : Emprise au sol des câbles et protections

L'impact sur la couverture sédimentaire est donc moins important pour le projet Normandie Hydroliennes. Le niveau d'impact était évalué de niveau très faible pour le projet Nepthyd, ce niveau est conservé pour le projet Normandie Hydroliennes.

### 1.1.1.1 Les impacts sur l'acoustique sous-marine

Dans le cadre du projet Nepthyd, une étude d'impact acoustique a été réalisée par le bureau d'étude QuietOcéans. Cette étude analysait, en phase d'installation, les impacts liés :

- ✓ Au forage des pieux (zone d'implantation des hydroliennes) ;
- ✓ Au forage dirigé (baie d'Ecalgrain) ;
- ✓ À la réalisation de la tranchée dans la partie basse de l'estran.

Du fait du changement de type de fondations, cette étude a été reconduite dans le cadre du projet Normandie Hydroliennes.

Notons que les opérations de forage dirigé et de creusement de la tranchée étant totalement identiques, la réalisation d'une nouvelle modélisation n'a pas été nécessaire pour ces points particuliers.

<sup>7</sup> Le niveau d'impact inférieur au niveau « très faible » étant le niveau nul (ou aucun impact).

### 3.2.1.1.3 Le bruit lié aux opérations de forage

#### *Étude relative au projet Nephtyd*

Pour effectuer la modélisation, QuietOcéans s'est basé sur des données bibliographiques et des mesures de terrain. Les caractéristiques de bruit de forage vertical sont issues de la littérature (Beharie & Side, 2011). Ces données de bruit ont été extrapolées, de manière conservatrice, à un forage de 3,5 m de diamètre : ceci maximalise donc les effets par rapport aux caractéristiques du projet (rappel : diamètre du forage : 2,8 m). Le temps de forage retenu pour cette modélisation est de 44 h par pieu au total, avec une interruption de 4 h pour maintenance (20 h de forage, 4 h d'interruption, 20 h de forage). Cette hypothèse de 40 h de forage effectif par pieu correspond aux conditions de sol les plus défavorables que l'on pourrait rencontrer sur le site de projet (granite). Le scénario le plus réaliste en l'absence de campagne géotechnique (grès-schiste) induit un temps de forage deux fois moins long (10-20 h/pieu).

Outre le forage à proprement parlé, l'opération de forage comprend la présence d'un navire à positionnement dynamique.

Les sources de bruit sont donc :

- ✓ Une source située à proximité de la surface représentant 20 % de l'énergie totale (navire DP) ;
- ✓ Une source au niveau de la tête de la foreuse qui représente 20 % de l'énergie (tiers inférieur de la colonne d'eau) ;
- ✓ Une source au niveau du fond qui représente 50 % de l'énergie totale (forage propre).

#### *Résultats de l'étude relative au projet Normandie Hydroliennes*

Dans le cadre du projet Normandie hydroliennes, deux options ont été modélisées pour les opérations de forage :

- ✓ Forages réalisés de manière simultanée (les trois micropieux à la fois) ;
- ✓ Forages sont réalisés de manière consécutive.

Le temps de forage est estimé à 24 heures par fondation soit 96 pour les quatre fondations.

Les résultats de la modélisation sont présentés dans le tableau suivant :

Phase installation	EIA - Projet	Source de bruit	Niveau large bande (dB ref 1µPa @1m)	Direction (distances d'émergence du bruit en milles nautiques)							
				N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
2015 – Projet Nephtyd		Forage vertical diam. 3.5m (1 source)	200	52	30±20	2	4	27	23±3	5	40±25
2022 – Projet Normandie Hydrolienne		Forage vertical diam. 0.8m (1 source)	174.22	0.4	0.6	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
		Forage vertical diam. 0.8m (3 sources)	174.22	0.9	1.1	1.8	2.8	1.1	1.0	1.1	1.0

Tableau 12 : Comparaison entre les bruits générés par les opérations de forage du projet Nephtyd et les bruits générés par les opérations de forage du projet Normandie Hydrolienne (Quiet Océans, 2022)

Les résultats montrent tout d'abord que, pour le projet Normandie Hydroliennes, la réalisation des forages de manière consécutive (1 seul pieu à la fois) génère moins de bruit que si les forages sont réalisés de manières simultanées (3 pieux en même temps).

En tout état de cause, la réduction du diamètre des pieux réduit considérablement les niveaux sonores émis. À titre d'exemple, le bruit généré par le forage du monopieu de 3,5 m de diamètre (projet Nepthyd) atteint 52 milles nautiques dans la direction Nord contre 0,9 mille nautique pour le forage simultané de trois micropieux du projet Normandie Hydroliennes.

Les principales nuisances sonores reposant sur les opérations de forage (en comparaison aux bruits générés par le trafic des navires et la pose des câbles (cf. section ci-après), l'impact acoustique relatif à l'installation du projet Normandie Hydroliennes est bien moins important que celui généré pour l'installation du projet Nepthyd. L'étude d'impact du projet Nepthyd (Artélia, 2015) qualifiait l'impact sur l'acoustique sous-marine de niveau modéré ; dans le cas présent, le niveau d'impact peut être estimé de niveau faible.

#### 3.2.1.1.4 Le bruit lié au trafic des navires

L'étude d'impact du projet Nepthyd indiquait que le nombre de navires mobilisés pendant le chantier est par ailleurs très faible au regard du trafic intense et permanent s'opérant dans le Dispositif de séparation du trafic des Casquets (plusieurs centaines de navires/jour), dont la voie montante se situe à seulement 25 km de la ferme-pilote. Par conséquent, l'effet du trafic maritime pendant la phase de construction sur l'acoustique sous-marine peut être considéré comme très faible.

Étant donné que le nombre de navires présents pour l'installation du projet Normandie Hydroliennes est relativement identique à celui du projet Nepthyd, le niveau d'impact peut être estimé de même niveau. Rappelons tout de même que l'installation de la turbine du projet Normandie Hydroliennes est effectuée par un navire de plus de 150 m contre un remorqueur d'une vingtaine de mètres pour le projet Nepthyd. Les navires de tailles conséquentes peuvent émettre des niveaux sonores plus importants, notamment dans les basses fréquences, que les navires de taille plus réduite. L'utilisation de ce type de navire pour l'installation des turbines ne remet pas en cause le niveau d'impact.

#### 3.2.1.1.5 Le bruit lié à la pose des câbles

Le linéaire du câble d'export du projet Normandie Hydrolienne est légèrement plus important que celui du câble d'export du projet Nepthyd (6800 m contre 6300 m). Le temps de travaux sera donc potentiellement un peu plus long. Toutefois, ceci ne remet pas en cause le niveau d'impact.

### 2.1.1.1 Synthèse des impacts sur le milieu physique en phase d'installation

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu physique, en phase d'installation, des projets Nephthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes		Nephthyd		Normandie Hydroliennes	
		Description	Niveau	Description	Niveau
Météorologie		Pas de perturbation	Aucun	Idem	Aucun
Topographie	Zone d'atterrage (baie d'Ecalgrain)	Pas de modification de la topographie (forage dirigé)	Aucun	Idem	Aucun
Bathymétrie	Zone d'implantation des hydroliennes	Pas de modification de la bathymétrie	Aucun	Idem	Aucun
	Corridor du câble		Aucun	Idem	Aucun
Géologie	Zone d'implantation des hydroliennes	Modification progressive locale au niveau des pieux des fondations (profondeur du forage : 6/7 m, superficie totale : 30,5 m <sup>2</sup> : remplacement du substratum rocheux par pieux et béton)	Très faible	Profondeur relativement identique, mais surface d'impact plus limitée (6 m <sup>2</sup> )	Très faible
	Corridor du câble	Pas de modification (absence d'ensouillage)	Aucun	Idem	Aucun
	Zone d'atterrage (baie d'Ecalgrain)	Modification au niveau du forage dirigé et de la tranchée (linéaire : environ 400 m)	Très faible	Idem	Très faible
Couverture sédimentaire	Zone d'implantation des hydroliennes	Rejet des sédiments issus du forage (200 m <sup>3</sup> )	Très faible	Rejet des sédiments issus du forage (36 m <sup>3</sup> )	Très faible
	Corridor du câble	Recouvrement progressif du sol par le câble d'export et les protections associés (superficie maximum : ~ 6 800 m <sup>2</sup> )	Très faible	Recouvrement progressif du sol par le câble d'export et les protections associés (superficie maximum : ~ 5 300 m <sup>2</sup> )	Très faible
	Zone d'atterrage (baie d'Ecalgrain)	Rejet d'une partie de la boue bentonite et des sédiments issus du forage dirigé : dispersion par les courants	Très faible	Idem	Très faible
Houle		Pas de modification liée aux engins de chantier (navires...)	Aucun	Idem	Aucun
Courant		Pas de modification liée aux engins de chantier (navires...)	Aucun	Idem	Aucun
Dynamique hydrosédimentaire		Pas de modification liée aux engins de chantier (navires...)	Aucun	Idem	Aucun
Acoustique sous-marine	Zone d'implantation des Hydroliennes	Modification de l'acoustique sous-marine par le forage des 5 pieux maximum (durée 100 h pour l'ensemble de la ferme, répartie sur environ 3 mois)	Modéré	Empreinte sonore bien moins importante	Faible
	Corridor du câble	Modification de l'acoustique sous-marine par l'opération de pose du câble d'export	Très faible	Temps de pose légèrement plus important du fait de l'augmentation de linéaire de câble	Très faible
	Zone d'atterrage (baie d'Ecalgrain)	Modification de l'acoustique sous-marine par le forage dirigé	Faible	Idem	Faible
		Modification de l'acoustique sous-marine par le tranchage	Modéré	Idem	Modéré
Acoustique terrestre		Réalisation des tranchées à l'aide d'engins de type trancheuse, pelleuse, compacteur...	Très faible	Idem	Très faible

Tableau 13 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu physique, en phase d'installation, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephthyd



Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu physique, en phase d'installation sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthyd. Les impacts sur la géologie et la couverture sédimentaire, liés aux forages sont légèrement moins importants pour le projet Normandie Hydroliennes, mais reste de même niveau. Les impacts sur la couverture sédimentaire, liée à la pose des câbles sont légèrement moins importants pour le projet Normandie Hydroliennes. Le changement de la typologie des fondations (trépieds contre fondation monopieu) et particulièrement l'installation de micropieux réduit considérablement l'empreinte sonore des opérations de forages ; le niveau d'impact est réduit de modéré à faible.

### 3.2.2 Les impacts sur la qualité du milieu

#### 3.1.1.1 Préambule

Les principales évolutions entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nephthyd, pouvant engendrer des variations du niveau d'impacts sur la qualité du milieu, reposent sur :

- ✓ La typologie des fondations des hydroliennes. Le volume de sédiments excavés pouvant avoir un impact sur la qualité de l'eau.

Thématique	Nephthyd	Normandie Hydroliennes
Volume excavé (m <sup>3</sup> ) lors du forage	200	36

Tableau 14 : Évolutions entre les projets pouvant faire évoluer le niveau d'impact sur la qualité du milieu en phase d'installation

Sur l'ensemble des composantes environnementales étudiées au sein de « qualité du milieu », le niveau d'impact peut évoluer pour celle-ci :

- ✓ La qualité de l'eau.

#### 4.1.1.1 Les impacts sur la qualité de l'eau

En propos liminaire il faut noter que la nature des fonds est identique pour le projet Normandie Hydroliennes que pour le projet Nephthyd. Le faciès observé au sonar et par caméra est le suivant :

- ✓ Le plateau à blocs et galets : il constitue le second faciès observé sur la zone de mesures « large », couvrant une superficie d'environ 6,53 km<sup>2</sup>. Il correspond à une unité rocheuse de morphologie variable qui affleure sous forme de plateau avec des amas de blocs (diamètre > 256 mm) et de galets (diamètre compris entre 64 et 256 mm) qui engendrent une morphologie plane. Celui-ci s'étend de - 40 m CM jusqu'à - 60 m CM. Le faciès à blocs et galets est lessivé, marqué par l'absence de dépôt de sédiments fins ; ceci résulte des conditions hydrodynamiques intenses dans le raz Blanchard (Artélia, 2015).

Comme l'indique l'étude d'impact du projet Nephthyd, l'accroissement de matières en suspension est engendré par :

- ✓ Les matériaux issus du forage des pieux qui seront rejetés dans la colonne d'eau ;
- ✓ Les matériaux (sédiments et boue bentonite, matériau non toxique, matériaux fracturés) issus du forage dirigé et de la tranchée au niveau de la baie d'Ecalgrain.

Pour le projet Nephthyd, le volume excavé est d'environ 200 m<sup>3</sup> ; pour le projet Normandie Hydroliennes, le volume se limite à 36 m<sup>3</sup>. Les impacts liés au projet Normandie Hydrolienne seront donc légèrement moins importants que ceux relatifs au projet Nephthyd.

Au niveau de la zone d'atterrissage, les sources de remise en suspension sont identiques entre les deux projets.



### 1.1.1.1 Synthèse des impacts sur la qualité du milieu en phase d'installation

Le tableau suivant présente les impacts sur la qualité du milieu, en phase d'installation, des projets Nephthd et Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes		Nephthd		Normandie Hydroliennes	
		Description	Niveau	Description	Niveau
Qualité des eaux	Caractéristiques physiques	Remise en suspension de matériaux issus du forage des 5 pieux (200 m <sup>3</sup> max). Remise en suspension des matériaux boue bentonite et sédiments) issus du forage dirigé et de la tranchée	Très faible	Remise en suspension de matériaux issus du forage des 4 fondations (36 m <sup>3</sup> )	Très faible
	Caractéristiques chimiques	Risque de pollution accidentelle due aux éventuels déversements de carburant et d'huile contenus dans les systèmes hydrauliques	Très faible	Idem	Très faible
	Caractéristiques bactériologiques	Pas de risque de pollution bactérienne	Aucun	Idem	Aucun
Qualité des sédiments		Absence de fines sur le site ce qui limite toute contamination des sédiments par les polluants déversés	Aucun	Idem	Aucun
Qualité de la matière vivante		Absence de contamination	Aucun	Idem	Aucun
Qualité de l'air		Émissions gazeuses et de particules polluantes dans l'air sur des sites ouverts et aérés	Aucun	Idem	Aucun

Tableau 15 : Synthèse de l'évolution des impacts sur la qualité du milieu, en phase d'installation, entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nephthd

*Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur la qualité du milieu, en phase d'installation sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthd. Notons toutefois une remise en suspension de sédiments moins importante du fait des travaux de forage de moindre ampleur ; l'impact reste du même niveau (très faible).*

### 3.2.3 Les impacts sur le milieu vivant

#### 21.1.1.1 Préambule

Les principales évolutions entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nepthyd, pouvant engendrer des variations du niveau d'impacts sur le milieu vivant, reposent principalement sur :

- ✓ L'installation des fondations des hydroliennes<sup>8</sup> :

Thématique	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Surface (m <sup>2</sup> )	6,15/fondation ou 30,5 pour le projet	1,5/fondation ou 6 pour le projet
Volume excavé (m <sup>3</sup> )	200	36
Durée de l'opération de forage	Estimé entre 10 et 20 heures par pieu soit entre 50 et 100 heures pour les 5 fondations. La modélisation s'est basée sur 40 heures par fondation soit 200 heures pour les 5 fondations. La modélisation s'est basée sur un diamètre de pieux de 3,5 mètres à titre conservatif	Deux options modélisées : -Forages des 3 micropieux simultanés -Forage des micropieux consécutivement  Temps de forage total : 96 h pour 4 fondations si micropieux simultanés Temps de forage : 288 h pour les 4 fondations si forage des micropieux consécutivement
Linéaire du câble d'export	6,8 km dont 400m au niveau de l'atterrage	7,2 km dont 400m au niveau de l'atterrage

Tableau 16 : Évolutions entre les projets pouvant faire évoluer le niveau d'impact sur le milieu vivant en phase d'installation

Sur l'ensemble des composantes environnementales étudiées au sein du milieu vivant, le niveau d'impact peut évoluer pour celles-ci :

- ✓ Les espèces benthiques ;
- ✓ Le plancton ;
- ✓ La ressource halieutique ;
- ✓ Les mammifères marins ;
- ✓ L'avifaune.

Les évolutions d'impacts sont détaillées pour chaque composante environnementale ci-après.

#### 22.1.1.1 Les impacts sur les espèces benthiques

En propos liminaire il faut noter que les habitats benthiques sont identiques au nord et au sud de la concession ; les peuplements sont donc identiques au niveau des deux projets.

Les impacts sur les espèces benthiques reposent sur :

- ✓ La remise en suspension des sédiments ;
- ✓ La destruction et modification des habitats ;
- ✓ Les nuisances sonores liées aux différentes opérations.

<sup>8</sup> La boîte de jonction sous-marine repose également sur une fondation monopieu.

#### 3.2.3.1.1 La remise en suspension des sédiments

La remise en suspension des sédiments est principalement générée par les opérations de forage.

Dans le cas du projet Normandie Hydroliennes, le volume excavé plus faible que celui relatif au projet Nepthyd (pour rappel : 200 m<sup>3</sup> contre 36 m<sup>3</sup>).

L'étude d'impact du projet Nepthyd a estimé l'impact de niveau très faible ; ce niveau est conservé pour le projet Normandie Hydrolienne, mais l'impact sera tout de même légèrement plus limité.

#### 3.2.3.1.2 La destruction et modification d'habitats

La destruction et modification des habitats provient de la pose des gabarits de forage, des fondations, de la pose des câbles (et de leur protection), des résidus de forage.

Dans le cas du projet Normandie Hydroliennes, les gabarits de forage sont de moindre ampleur que ceux mis en œuvre pour le projet Nepthyd, l'impact sera donc légèrement plus limité.

En ce qui concerne les pieux des fondations, la surface impactée par le projet Nepthyd est d'environ 30,5 m<sup>2</sup> contre 6 m<sup>2</sup> pour le projet Normandie Hydrolienne ; l'impact lié aux fondations sera donc plus limité.

En ce qui concerne les câbles, du fait du changement de zone, le linéaire de câbles sera plus important pour le projet Normandie Hydrolienne : 7,2 km contre 6,7 km pour le projet Nepthyd. L'impact sera donc légèrement plus important.

L'impact du projet Normandie Hydrolienne, sur les peuplements benthiques, lié à la destruction ou perturbation des habitats seront donc de même ampleur que celui relatif au projet Nepthyd. L'impact reste de niveau faible.

#### 3.2.3.1.3 Les impacts liés aux nuisances sonores

L'analyse des impacts sur l'acoustique sous-marine a montré (cf. 1.1.1.1 page 19) que l'empreinte sonore des opérations de forages sera plus limitée pour le projet Normandie Hydroliennes que pour le projet Nepthyd. Le niveau d'impact est réduit de niveau modéré à faible.

### 23.1.1.1 Les impacts sur le plancton

Les impacts sur le plancton reposent principalement sur :

- ✓ La remise en suspension des sédiments ;
- ✓ Les nuisances sonores.

#### 3.2.3.1.4 La remise en suspension des sédiments

Comme évoqué auparavant, la remise en suspension des sédiments sera moins importante pour le projet Normandie Hydrolienne que pour le projet Nepthyd (respectivement 36 m<sup>3</sup> excavé contre 200 m<sup>3</sup>). Le niveau d'impact reste identique à celui identifié dans le projet Nepthyd, à savoir très faible.

#### 3.2.3.1.5 Les nuisances sonores

L'analyse des impacts sur l'acoustique sous-marine a montré (cf. 1.1.1.1 page 19) que l'empreinte sonore des opérations de forages sera plus limitée pour le projet Normandie Hydroliennes que pour le projet Nepthyd. Le niveau d'impact est réduit de niveau modéré à faible.

### 24.1.1.1 Les impacts sur la ressource halieutique

Les impacts sur la ressource halieutique reposent principalement sur :

- ✓ La remise en suspension des sédiments ;
- ✓ La destruction et modification des habitats ;
- ✓ Les nuisances sonores liées aux différentes opérations.

#### 3.2.3.1.1 La remise en suspension des sédiments

Comme évoqué auparavant, la remise en suspension générée par les opérations de forage relatif au projet Normandie Hydroliennes sera moins importante que celle générée par les opérations de forage relatif au projet Nepthyd.

L'étude d'impact du projet Nepthyd qualifie l'impact de niveau « très faible ». L'impact sera moindre pour le projet Normandie Hydrolienne, mais reste de niveau « très faible ».

#### 3.2.3.1.1 La destruction et modification d'habitats

La destruction et modification des habitats provient de la pose des gabarits de forage, des pieux, de la pose des câbles (et de leur protection), des résidus de forage. Dans le cas du projet Normandie Hydroliennes, les gabarits de forage sont de moindre ampleur que ceux mis en œuvre pour le projet Nepthyd, l'impact sera donc légèrement plus limité.

En ce qui concerne les pieux des fondations, la surface impactée par le projet Nepthyd est d'environ 30,5 m<sup>2</sup> contre 6 m<sup>2</sup> pour le projet Normandie Hydrolienne ; l'impact lié aux fondations sera donc plus limité.

En ce qui concerne les câbles, du fait du changement de zone, le linéaire de câbles sera plus important pour le projet Normandie Hydrolienne : 7 200 m contre 6700 m pour le projet Nepthyd. L'impact sera donc légèrement plus important.

L'impact du projet Normandie Hydrolienne, sur la ressource halieutique, lié à la destruction ou perturbation des habitats seront donc de la même ampleur que celui relatif au projet Nepthyd. L'impact reste de niveau faible.

#### 3.2.3.1.1 Les impacts liés aux nuisances sonores

L'analyse des impacts sur l'acoustique sous-marine a montré (cf. 1.1.1.1 page 19) que l'empreinte sonore des opérations de forages sera plus limitée pour le projet Normandie Hydroliennes que pour le projet Nepthyd. Le niveau d'impact est réduit de niveau modéré à faible.

### 25.1.1.1 Les impacts sur les mammifères marins

Les impacts sur les mammifères reposent sur :

- ✓ Effet direct : nuisances sonores ;
- ✓ Effet indirect : perturbation d'un maillon de la chaîne alimentaire

#### 3.2.3.1.2 Les nuisances sonores

Pour rappel, dans le cadre du projet Nephyd, une étude d'impact acoustique a été réalisée par le bureau d'étude QuietOcéans. Cette étude analysait, en phase d'installation, les impacts liés :

- ✓ Au forage des pieux (zone d'implantation des hydroliennes) ;
- ✓ Au forage dirigé (baie d'Ecalgrain) ;
- ✓ À la réalisation de la tranchée dans la partie basse de l'estran.

Du fait du changement de type de fondations, cette étude a été reconduite dans le cadre du projet Normandie Hydroliennes. Notons que les opérations de forage dirigé et de creusement de la tranchée étant totalement identiques, la réalisation d'une nouvelle modélisation n'a pas été nécessaire pour ces points particuliers.

Les résultats de l'étude relative au projet Nephyd (Quiet Océans in Artélia, 2015) indiquaient les impacts suivants sur les mammifères marins :

Nature des bruits	Classe de mammifères marins	Durée du d'exposition sonore cumulée	Zone de modification du comportement (mille nautique)			Zone de dépassement des seuils de dommage physiologique temporaire (mille nautique)			Zone de dépassement des seuils de dommage physiologique permanent (mille nautique)		
			Min	Moy.	Max	Min	Moy.	Max	Min	Moy.	Max
Forage Ø 3,5 m**	Hautes fréquences	1 s	0,9	3,06	4,85	0,1	0,16	0,24	<0,01	<0,01	<0,01
	Moyennes fréquences		N/A*			0	0	0	<0,01	<0,01	<0,01
	Basses fréquences		N/A*			0	0	0	<0,01	<0,01	<0,01
	Pinnipèdes		N/A*			0,1	0,14	0,22	<0,01	<0,01	<0,01

\* À ce jour, les seuils de modification de comportement ne sont connus pour les espèces moyennes et basses fréquences et les pinnipèdes. Les distances d'impact comportemental sont donc inférieures aux dimensions de l'empreinte sonore et supérieures aux distances de dommages physiologiques temporaires.

\*\* Le diamètre pris en compte dans le cadre de cette modélisation est de 3,5 m. Cependant, le diamètre des pieux du présent projet est plus petit (2,8 m).

**Tableau 17 : Synthèse des étendues des zones d'impacts physiologiques et comportementaux potentiels sur les espèces potentiellement en présence (Quiet Océans in Artélia 2015)**

Les résultats de l'étude relative au projet Normandie Hydroliennes indiquent les impacts suivants sur les mammifères marins :

	Phase d'installation du projet Saison été - Animal dynamique Bruit continu Hydrolienne T2 Diamètre : 0.8m - Durée : 24h / j	Empreinte sonore (Niveau instantané et pondération par espèce)			Domage physiologique temporaire (Prolongation sur 24 heures et modèle de fuite)			Domage physiologique permanent (Prolongation sur 24 heures et modèle de fuite)		
		Moy (km)	Max (km)	Aire (km <sup>2</sup> )	Moy (km)	Max (km)	Aire (km <sup>2</sup> )	Moy (km)	Max (km)	Aire (km <sup>2</sup> )
		<b>Forages simultanés 3 sources sonores</b>								
	Cétacés Très Hautes Fréquences (VHF)	0.0	0.0	0.0	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
	Cétacés Hautes Fréquences (HF)	0.0	0.0	0.0	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
	Cétacés Basses Fréquences (LF)	1.2	4.7	3.9	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
	Pinnipèdes dans l'eau (P)	0.1	0.1	0.0	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
<b>Forages consécutifs 1 source sonore</b>										
	Cétacés Très Hautes Fréquences (VHF)	0.0	0.0	0.0	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
	Cétacés Hautes Fréquences (HF)	0.0	0.0	0.0	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
	Cétacés Basses Fréquences (LF)	0.5	0.6	0.7	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
	Pinnipèdes dans l'eau (P)	0.0	0.1	0.0	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence

Tableau 18 : Synthèse des étendues des zones d'impacts physiologiques et comportementaux potentiels sur les espèces potentiellement en présence (Quiet Océans, 2022)

Les niveaux sonores générés par les opérations de forage des micropieux du projet Normandie Hydroliennes étant bien moins importants que ceux générés par le forage des fondations monopieux du projet Nepthyd, les impacts sur les mammifères sont de facto moins importants également.

L'étude d'impact du projet Nepthyd (Artélia, 2015) qualifiait l'impact de niveau modéré, dans le cas présent, celui-ci peut être estimé de niveau faible.

### 3.2.3.1.3 La perturbation de la source de nourriture

La perturbation des sources de nourriture et plus particulièrement des poissons repose sur :

- ✓ L'augmentation de la remise en suspension ;
- ✓ Les nuisances sonores.

#### *L'augmentation de la remise en suspension*

Du fait du plus faible volume excavé, les impacts liés à l'augmentation de la remise en suspension seront légèrement moins importants pour le projet Normandie Hydrolienne. Les poissons seront donc légèrement moins perturbés.

#### *Les nuisances sonores*

La ressource halieutique sera moins perturbée par les opérations de forages des 12 micropieux du projet Normandie Hydroliennes que par les opérations de forages des 5 monopieux du projet Nepthyd.

### 26.1.1.1 L'avifaune

L'étude d'impact du projet Nephthyd indique que le principal impact sur l'avifaune marine, en phase d'installation, repose sur la perturbation des ressources alimentaires.

La perturbation de la ressource halieutique provient de l'augmentation de la turbidité et des nuisances sonores.

Du fait notamment de la moindre remise en suspension des sédiments, l'impact sera d'ampleur légèrement moins importante pour le projet Normandie Hydrolienne, mais reste de même niveau que celui identifié dans l'étude d'impact Nephthyd : niveau très faible.

De la même manière, les nuisances sonores seront moins importantes lors des travaux d'installation du projet Normandie Hydroliennes qu'elles ne l'auraient été pour le projet Nephthyd.

#### 5.1.1.1 Synthèse des impacts sur le milieu vivant en phase d'installation

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu vivant, en phase d'installation, des projets Nephthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes	Nephthyd		Normandie Hydroliennes	
	Description	Niveau	Description	Niveau
Espèces benthiques	Remise en suspension des matériaux au niveau de la zone d'implantation des hydroliennes (matériaux issus des forages), de la zone d'atterrage (boue bentonite, matériaux issus du forage dirigé et tranchage).	Très faible	Légèrement moindre du fait du plus faible volume excavé	Très faible
	Destruction des habitats par l'installation des gabarits de forage, au niveau du monticule formé par les résidus de forage et par le recouvrement progressif de fonds par le projet (câbles, fondations)	Faible	Légèrement moindre du fait de la moindre ampleur des ateliers de forage. Légèrement plus important du fait de l'augmentation du linéaire du câble d'export	Faible
	Nuisances sonores au droit des travaux (nuisances sonores pouvant provoquer la perte de l'audition, des blessures...) (forage pieux et dirigé, tranchage)	Modéré	Nuisances sonores bien moins importantes	Faible
	Nuisances sonores dans la zone d'étude « périmètre éloigné » (forage pieux et dirigé, tranchage)	Très faible	Niveau moindre pour les opérations de forages mais identiques pour les autres opérations	Très faible
Plancton	Remise en suspension de matériaux (zone d'implantation des hydroliennes et zone d'atterrage)	Très faible	Légèrement moins important	Très faible
	Nuisances sonores au droit des travaux (nuisances sonores pouvant provoquer la perte de l'audition, des blessures...) (forage pieux et dirigé, tranchage)	Modéré	Nuisances sonores bien moins importantes	Faible
	Nuisances sonores liées au forage des pieux, dans la zone d'étude « périmètre éloigné » (forage pieux et dirigé, tranchage)	Très faible	Niveau moindre pour les opérations de forages mais identiques pour les autres opérations	Très faible
Ressources halieutiques	Remise en suspension de matériaux (zone d'implantation des hydroliennes et zone d'atterrage)	Très faible	Légèrement moins important	Très faible
	Perte d'une partie de l'habitat	Très faible	Légèrement moindre du fait de la moindre ampleur des ateliers de forage. Légèrement plus important du fait de l'augmentation du linéaire du câble d'export	Très faible
	Nuisances sonores au droit des travaux, liées au forage des pieux et tranchage : effet direct (blessure de l'audition) et indirect (destruction possible de maillon de la chaîne alimentaire –	Modéré	Nuisances sonores bien moins importantes	Faible



	benthos, plancton-...) ; possibilité de fuir temporairement la zone impactée			
	Nuisances sonores dans la zone d'étude « périmètre éloigné », liées au forage des pieux	Très faible	Niveau moindre pour les opérations de forages mais identiques pour les autres opérations	Très faible
Mammifères marins	Perte indirecte de la ressource alimentaire (turbidité, nuisances sonores...)	Très faible	Légèrement moins important	Très faible
	Nuisances sonores au droit des travaux (forage des pieux...) : - Effet direct : blessure de l'audition, collisions - - Effet indirect : perturbation d'un maillon de la chaîne alimentaire Possibilité de fuir temporairement la zone impactée	Modérée	Nuisances sonores bien moins importantes	Faible
	Nuisances sonores liées au forage des pieux et tranchage, dans la zone d'étude « périmètre éloigné »	Très faible	Nuisances sonores bien moins importantes	Très faible
Avifaune	Modification potentielle de la localisation géographique de la ressource alimentaire	Très faible	Légèrement moins important	Très faible
Ensemble du domaine terrestre		Aucun à très faible	Idem	Aucun à très faible

Tableau 19 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu vivant, en phase d'installation, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephthyd

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu vivant, en phase de construction sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthyd. La principale différence provient des nuisances sonores produites lors des opérations de forage. Celles-ci seront bien moins importantes lors des travaux d'installation du projet Normandie Hydroliennes qu'elles ne l'auraient été pour le projet Nephthyd ; de ce fait les impacts acoustiques sur le milieu vivant sont réduits de modéré à faible. Notons également une moindre perturbation du fait d'une remise en suspension de sédiments moins importante.

### 3.2.4 Les impacts sur le milieu naturel

#### 27.1.1.1 Préambule

Les principales évolutions entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nephthyd, pouvant engendrer des variations du niveau d'impacts sur le milieu naturel, reposent principalement sur :

- ✓ La présence des engins de chantier :

Thématique	Nephthyd	Normandie Hydroliennes
Typologie et nombre de navires présents	Navires à charges lourdes équipés du système DSP – remorqueur – câblé – navire de soutien	Pas de remorqueur, mais navire à positionnement dynamique à charge lourde plus présent sur zone
Engin de travaux au niveau de la zone d'atterrage	Pelle sur ponton – foreuse pour forage dirigé	Idem

Tableau 20 : Évolutions entre les projets pouvant faire évoluer le niveau d'impact sur le milieu naturel en phase d'installation

Sur l'ensemble des composantes environnementales étudiées au sein du milieu naturel, le niveau d'impact peut évoluer pour celle-ci :

- ✓ Les entités paysagères.

### 28.1.1.1 Les impacts sur les entités paysagères

Les principaux impacts sur les entités paysagères reposent sur la présence des navires en mer et des engins de chantier à terre.

La principale différence entre les deux projets repose sur l'installation de la turbine. Ainsi, la turbine du projet Nephthyd était installée sur zone via un remorqueur (navire d'une vingtaine de mètres). Dans le cas du projet Normandie Hydrolienne, la génératrice est installée via un navire à charge lourde de taille plus importante (> 150 mètres). L'impact paysager peut donc être légèrement plus important pour le projet Normandie Hydroliennes ; l'impact reste de niveau très faible.

#### 6.1.1.1 Synthèse des impacts sur le milieu naturel en phase d'installation

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu naturel, en phase d'installation, des projets Nephthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes		Nephthyd		Normandie Hydroliennes	
		Description	Niveau	Description	Niveau
Paysage – Domaine maritime	Entités paysagères	Présence de navires, engins terrestres de chantier sur le site de projet	Très faible	Typologie et nombre de navires/engins relativement similaire	Très faible
	Patrimoine archéologique	Travail en collaboration avec la DRASSM. Les travaux de pose des câbles seront effectués à distance de la seule épave observée	Aucun	Idem	Aucun
Paysage – Domaine terrestre	Paysage	Modification temporaire du paysage ambiant	Très faible	Idem	Très faible
	Monument historique	Modification des points de vue vers et depuis l'Église de Jobourg pour les travaux à proximité de celle-ci et du poste de livraison	Très faible	Idem	Très faible

**Tableau 21 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu naturel, en phase d'installation, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephthyd**

*Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu naturel, en phase de construction sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthyd.*

### 3.2.5 Les impacts sur le milieu humain et les usages

#### 29.1.1.1 Préambule

Les principales évolutions entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nepthyd, pouvant engendrer des variations du niveau d'impacts sur le milieu humain et les usages, reposent principalement sur :

- ✓ La présence des engins de chantier :

Thématique	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Typologie et nombre de navires présents	Navires à charges lourdes équipés du système DSP – remorqueur – câblé – navire de soutien	Pas de remorqueur, mais navire à positionnement dynamique à charge lourde plus présent sur zone
Engin de travaux au niveau de la zone d'atterrage	Pelle sur ponton – foreuse pour forage dirigé	Idem

Tableau 22 : Évolutions entre les projets pouvant faire évoluer le niveau d'impact sur le milieu humain et les usages en phase d'installation

Sur l'ensemble des composantes environnementales étudiées au sein du milieu humain et des usages, le niveau d'impact peut évoluer pour celle-ci :

- ✓ La navigation et la sécurité maritime.

#### 30.1.1.1 Les impacts sur la navigation

De la même manière que pour le projet Nepthyd, lors de l'installation du projet Normandie Hydroliennes, une perturbation de la navigation sera observée. Rappelons que la principale différence entre les deux projets repose sur l'utilisation d'un navire de taille plus importante pour le projet Normandie Hydrolienne (turbine chargée sur le navire) que pour le projet Nepthyd (turbine transportée par flottaison).

En termes d'impact sur la navigation, la gêne est relativement similaire.

#### 31.1.1.1 Les impacts sur la sécurité maritime

En ce qui concerne la sécurité maritime, du fait que la turbine soit transportée sur le pont du navire. Le risque de collision entre la turbine et un engin flottant est supprimé pour le projet Normandie Hydrolienne,

Hormis ce point, les impacts les risques liés à la sécurité maritime sont équivalents.

Globalement, les impacts sur la sécurité maritime restent tout de même de niveau équivalent entre les deux projets.

### 32.1.1.1 Synthèse des impacts sur le milieu humain et les usages en phase d'installation

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu humain et les usages, en phase d'installation, des projets Nephthd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes	Nephthd		Normandie Hydroliennes	
	Description	Niveau	Description	Niveau
Démographie Population Économie	Projet générateur d'activité économique locale et créateur d'emplois	Positif	Idem	Positif
	Pas d'effet des travaux sur la santé publique	Aucun	Idem	Aucun
	Perturbation par le bruit, les poussières, gêne pour l'accès aux habitations.	Faible	Idem	Faible
Navigation	Déroutage du trafic maritime suite à la mise en place d'un périmètre de sécurité autour de la zone de chantier	Faible	Idem	Faible
	Densification du trafic maritime au centre du raz Blanchard, en raison de la mise en place d'un périmètre de sécurité autour de la zone de chantier	Aucun	Idem	Aucun
Sécurité maritime	Abordage entre un navire de chantier et un navire en transit	Faible	Idem	Faible
	Mise en difficulté d'un navire de chantier	Faible	Idem	Faible
	Chute à la mer d'un personnel de chantier	Faible	Idem	Faible
	Pertes de débris	Faible	Idem	Faible
	Collision entre un navire en transit et une fondation	Faible	Idem	Faible
	Mise en difficulté d'un navire suite à la croche d'un matériel de pêche dans une fondation	Faible	Idem	Faible
Pêche professionnelle	Diminution de la zone de pêche : soustraction de la zone de travaux à la pratique de la pêche (zone d'exclusion) avec des enjeux économiques	Faible	Idem	Faible
	Perturbation de la pratique de la pêche par le trafic maritime	Faible	Idem	Faible
	Perturbation de la ressource halieutique au droit des opérations de forage : bruit, blessure, fuite des poissons... se traduisant par une baisse possible des captures	Faible	Idem	Faible
Cultures marines conchylicoles	Zone très éloignée du projet	Faible	Idem	Faible
Plaisance	Perturbation de la navigation liée aux servitudes des travaux	Très faible	Idem	Très faible
	Perturbation de la ressource halieutique (pêche plaisance)	Très faible	Idem	Très faible
Tourisme et activités littorales	Pas de perturbation des activités littorales Attrait touristique potentiel du projet	Très faible	Idem	Très faible
Réseaux - Servitudes	Perturbation du trafic sur les la D901 et la D401	Très faible	Idem	Très faible
	Perturbation du trafic sur les autres voies de circulation	Très faible	Idem	Très faible
Agriculture	Travaux hors période culturale Perturbation de l'accès aux parcelles	Très faible	Idem	Très faible

Tableau 23 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu humain et les usages, en phase d'installation, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephthd

*Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu humain et les usages, en phase de construction sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthd.*

### 3.2.6 Synthèse de l'évolution des impacts en phase d'installation

#### **Les impacts sur le milieu physique**

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu physique, en phase d'installation sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthyd. Les impacts sur la géologie et la couverture sédimentaire, liée aux forages sont légèrement moins importants pour le projet Normandie Hydroliennes, mais reste de même niveau. Les impacts sur la couverture sédimentaire, liée à la pose des câbles sont légèrement plus importants pour le projet Normandie Hydroliennes et ce du fait de l'augmentation du linéaire de câbles. Le changement de la typologie des fondations (trépieds contre fondation monopieu) et particulièrement l'installation des micropieux réduit considérablement l'empreinte sonore des opérations de forages ; le niveau d'impact est réduit de modéré à faible.

#### **Les impacts sur la qualité du milieu**

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur la qualité du milieu, en phase de construction sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthyd. Notons toutefois une remise en suspension de sédiments moins importante du fait des travaux de forage de moindre ampleur ; l'impact reste du même niveau (très faible).

#### **Les impacts sur le milieu vivant**

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu vivant, en phase de construction sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthyd. La principale différence provient des nuisances sonores produites lors des opérations de forage. Celles-ci seront bien moins importantes lors des travaux d'installation du projet Normandie Hydroliennes qu'elles ne l'auraient été pour le projet Nephthyd ; de ce fait les impacts acoustiques sur le milieu vivant sont réduits de modéré à faible. Notons également une moindre perturbation du fait d'une remise en suspension de sédiments moins importante.

#### **Les impacts sur le milieu naturel**

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu naturel, en phase de construction sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthyd.

#### **Les impacts sur le milieu humain et les usages**

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu humain et les usages, en phase de construction sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthyd.

En définitive, en phase d'installation la principale évolution des impacts repose sur le changement de la typologie des fondations (trépieds contre fondation monopieu) et particulièrement l'installation des micropieux réduit considérablement l'empreinte sonore des opérations de forages ; le niveau d'impact est réduit de modéré à faible. Les autres évolutions reposent sur le volume moins conséquent de remise en suspension de sédiment (36 m<sup>3</sup> excavé contre 200 m<sup>3</sup>). Cette différence entre les deux projets n'engendre toutefois aucune modification des niveaux d'impacts. Il en est de même pour l'ensemble des composantes environnementales.

### 3.3 Les impacts en phase d'exploitation

#### 3.3.1 Les impacts sur le milieu physique

##### 33.1.1.1 Préambule

Les principales évolutions entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nepthyd, pouvant engendrer des variations du niveau d'impacts sur le milieu physique, reposent sur :

- ✓ La dimension des hydroliennes ;
- ✓ La hauteur entre le bas des pales et le fond marin ;
- ✓ Le linéaire des câbles ;
- ✓ La surface de contact au sol et la profondeur d'enfoncement des pieux ;
- ✓ La surface de balayage du rotor ;

Thématique	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Dimension de la turbine (m)	20 à 23 5,5 à 6	13 4
Hauteur entre le bas des pales et le fond	8,5	4
Linéaire du câble d'export (m)	6 300	6 800
Surface (m <sup>2</sup> )	6,15/fondation ou 30,5 pour le projet	1,5/fondation ou 6 pour le projet
Profondeur d'enfoncement (m)	6/7	6
Surface de balayage du rotor (m <sup>2</sup> )	255	452

**Tableau 24 : Évolutions entre les projets pouvant faire évoluer le niveau d'impact sur le milieu physique en phase d'exploitation**

Sur l'ensemble des composantes environnementales étudiées au sein du milieu physique, le niveau d'impact peut évoluer pour celles-ci :

- ✓ La bathymétrie ;
- ✓ La géologie ;
- ✓ La houle ;
- ✓ Les courants ;
- ✓ La dynamique sédimentaire ;
- ✓ La couverture sédimentaire ;
- ✓ L'acoustique sous-marine.

#### 34.1.1.1 Les impacts sur la bathymétrie

La bathymétrie sera modifiée au niveau :

- ✓ De chaque hydrolienne.
- ✓ Du tracé de chaque câble

La mise en place de la ferme hydrolienne se traduit ponctuellement par un exhaussement des fonds d'une hauteur comprenant la fondation et la turbine. Pour le projet Nepthyd, cette hauteur maximale était de 26,5 m (8,5 m entre le bas des pales et le sol + 18 m de rotor). En ce qui concerne le projet Normandie Hydroliennes, la hauteur maximale est de 28 m (4 m entre le bas des pales et le sol + 24 m de rotor).

Notons que les nacelles du projet Normandie Hydroliennes sont de dimensions plus réduites (13 m\* 4 m contre 20 à 23 m \* 5,5 à 6 m). Rappelons également que la boîte de jonction sous-marine du projet Normandie Hydrolienne repose sur le fond par gravité et non sur une fondation monopieu.

L'impact sur la bathymétrie, lié à la présence des hydroliennes, est donc légèrement moins important du fait de la taille plus réduite de la nacelle et du fait que la boîte de jonction repose sur le fond. L'impact reste de niveau très faible.

En ce qui concerne, les câbles sous-marins, l'exhaussement des fonds est très limité et repose uniquement sur la présence des câbles et de leurs protections. Le linéaire de câbles est plus important pour le projet Normandie Hydroliennes mais le diamètre des câbles (+protection) est plus limité (les coquilles en fonte étant installées uniquement au niveau des terminaisons), l'impact est donc légèrement plus faible, mais celui-ci reste de niveau très faible.

#### 35.1.1.1 Les impacts sur la géologie

Les impacts sur la géologie reposent sur la présence des pieux dans le sous-sol.

Dans le cas du projet Nepthyd, cinq fondations sont installées. Ces dernières affectent la géologie sur une surface totale de 30,5 m<sup>2</sup> et sur une profondeur minimale de 6/7 m.

Dans le cas du projet Normandie Hydroliennes, quatre fondations installées (la boîte de jonction sous-marine reposant par gravité). Ces dernières affectent la géologie sur une surface totale de 6,15 m<sup>2</sup> et sur une profondeur de 6 m. L'impact sur la géologie du projet Normandie Hydroliennes est donc plus limité que celui relatif au projet Nepthyd (32,5 m<sup>2</sup> contre 6,15 m<sup>2</sup> à profondeur équivalente (cf. Tableau 26).

L'étude d'impact du projet Nepthyd (Artélia, 2015) qualifiait le niveau d'impact de « très faible » ; ce niveau est conservé<sup>9</sup> pour le projet Normandie Hydroliennes.

<sup>9</sup> Le niveau d'impact inférieur au niveau « très faible » étant le niveau nul (ou aucun impact).

### 36.1.1.1 Les impacts sur la houle

Les effets du projet sur l'agitation concernent essentiellement les hydroliennes. Celles-ci pouvant créer un obstacle à la propagation de la houle lors des forts épisodes de houles. Dans le cas du projet Nepthyd, la hauteur totale des hydroliennes est de 26,5 m, elle est de 28 m dans le cas du projet Normandie Hydroliennes.

Notons également que la surface de balayage est plus importante pour le projet Normandie Hydroliennes.

L'effet des hydroliennes sur la houle peut être légèrement plus important pour le projet Normandie Hydrolienne que pour le projet Nepthyd, l'impact reste de niveau très faible.

### 37.1.1.1 Les impacts sur les courants

Les hydroliennes constituent un obstacle à l'écoulement. Ceci se traduit par l'apparition de turbulences dans le sillage des hydroliennes qui peuvent se manifester par :

- ✓ Des accélérations de part et d'autre de l'obstacle, du fait de la convergence des lignes de courant ;
- ✓ Une diminution des vitesses dans le sillage de l'obstacle, à l'amont et l'aval. En régime d'écoulement permanent ou lentement variable (marée), l'obstacle à l'écoulement engendre des gradients de pression sur les faces de l'ouvrage ; les gradients de pression produisent des écoulements verticaux (dirigés vers le bas ou vers le haut), qui génèrent des tourbillons et de la turbulence (Artélia, 2015).

Dans le cadre du projet Nepthyd, Artélia a réalisé une modélisation des effets à partir du logiciel TELEMAC 3D. L'objectif de ce modèle est de déterminer les effets de l'implantation des hydroliennes sur les courants à l'échelle de la zone d'étude « périmètre rapproché ».

Les résultats de la modélisation hydraulique montrent que la présence des hydroliennes ne modifie pas la courantologie générale au niveau de la zone d'étude « périmètre rapproché » (Artélia, 2015). Au droit immédiat des hydroliennes, les champs de courant peuvent être modifiés de manière plus substantielle.

Les dimensions des hydroliennes du projet Nepthyd et du projet Normandie Hydroliennes présentes des dimensions qui sont relativement du même ordre de grandeur, de ce point de vue les effets sur les courants seront relativement similaires. Il faut par contre noter que la surface de balayage est plus importante pour le projet Normandie Hydroliennes que pour le projet Nepthyd (452 m<sup>2</sup> contre 255 m<sup>2</sup>).

Les impacts sur les courants aux abords immédiats des hydroliennes seront donc légèrement plus importants pour le projet Normandie Hydroliennes, mais l'impact reste de niveau faible, au même titre que pour le projet Nepthyd.

À une échelle plus large les effets seront également très limités et restent de niveau très faible, au même titre que pour le projet Nepthyd.



### 38.1.1.1 Les impacts sur la dynamique hydro-sédimentaire

De la même manière que pour le projet Nepthyd, les hydroliennes modifient faiblement les courants de la zone de concession. Les modifications ne sont pas de nature à modifier la dynamique sédimentaire, en raison de :

- ✓ L'intensité des courants dans l'état actuel et des faibles modifications induites par les hydroliennes sur la courantologie ;
- ✓ La nature des fonds sur la zone (plateau à blocs et galets).

Les impacts restent de même niveau entre les deux projets, à savoir nul.

### 39.1.1.1 Les impacts sur la couverture sédimentaire

La modification de la couverture sédimentaire repose sur la présence des composantes du projet (pieux – câbles).

La surface de contact au sol des pieux est légèrement moins importante pour le projet Normandie Hydroliennes que pour le projet Nepthyd (6 m<sup>2</sup> contre 30,5 m<sup>2</sup>).

Le linéaire des câbles est par contre plus important pour le projet Normandie Hydroliennes que pour le projet Nepthyd (6 800 m contre 6 300 m).

Les impacts entre les deux restent de même niveau. À savoir nul<sup>10</sup> pour la présence des pieux et très faible pour la présence des câbles.

### 40.1.1.1 Les impacts sur l'acoustique sous-marine

Afin d'évaluer l'impact du fonctionnement des hydroliennes sur l'acoustique sous-marine, une étude basée sur de la modélisation avait été réalisée par Quiet-Océans en 2015. Dans le cadre du projet Normandie Hydrolienne, une nouvelle modélisation a été réalisée, également par le bureau d'études Quiet-Océans.

L'étude d'impact acoustique de Quiet Océans (2022) compare les niveaux produits par les deux typologies d'hydroliennes :

Phase exploitation	EIA - Projet	Source de bruit	Niveau large bande (dB ref 1µPa @1m)	Direction (distances d'émergence du bruit en milles nautiques)							
				N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
	2015 – Projet Nepthyd	Rotation hydroliennes (4 sources)	192.16	2.5	2.7	2.7	4	2.7	2.4	2.4	2.7
	2022 – Projet Normandie Hydrolienne	Rotation hydroliennes (4 sources)	171.35	0.7	0.8	1.8	3.0	0.7	0.6	0.7	0.6

Tableau 25 : Comparaison des distances d'émergence du bruit selon les deux projets (Quiet Océans, 2022)

Comme le montre le tableau ci-dessus, les distances d'émergence du bruit sont moins importantes pour le projet Normandie Hydroliennes que pour le projet Nepthyd. Ainsi, malgré la puissance supérieure des hydroliennes AR 3000, les niveaux de bruits seraient moins importants. Ceci s'explique du fait de l'évolution des gabarits acoustiques de la source de bruit considéré. En effet, pour l'étude d'impact acoustique de 2022 (Quiet Océans, 2022) le gabarit acoustique provient d'une référence bibliographique récente (Risch, 2020) s'appuyant sur des mesures acoustiques d'une hydrolienne de conception similaire à l'hydrolienne AR 3000. Les gabarits de la source de bruit sont donc moins importants que ceux pris en compte dans l'étude d'impact acoustique de 2015 qui s'appuyait sur la littérature de 2015 (Butler, 2015)). Le niveau d'impact reste de même niveau : niveau faible.

<sup>10</sup> Le niveau « nul » a été appliqué dans l'étude d'impact Artélia, en réalité le niveau « très faible » aurait dû appliquer. La surface impactée est certes très faible, mais n'est pas nulle.



### 7.1.1.1 Synthèse des impacts sur le milieu physique en phase d'installation

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu physique, en phase d'exploitation, des projets Nephyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes		Nephyd		Normandie Hydroliennes	
		Description	Niveau	Description	Niveau
Météorologie		Le développement de l'hydrolien contribue à lutter contre le réchauffement climatique de la planète.	Positif	Idem voire légèrement plus important du fait de la plus importante production d'électricité	Positif
Topographie	Zone d'atterrage (baie d'Ecalgrain)	Pas de modification de la topographie	Aucun	Idem	Aucun
Bathymétrie	Zone d'implantation des hydroliennes	Exhaussement très ponctuel des fonds au niveau des 4 hydroliennes + boîte de jonction	Très faible	Impact légèrement moins important du fait de la taille plus réduite de la nacelle et du fait que la boîte de jonction repose sur le fond	Très faible
	Corridor du câble	Hauteur très limitée	Très faible	Très légèrement plus important	Très faible
Géologie	Zone d'implantation des hydroliennes	Modification locale au niveau des pieux des fondations (profondeur 6/7 sur une surface de 30,5 m <sup>2</sup> ) : remplacement du substratum rocheux par pieux et ciment	Très faible	Modification locale au niveau des pieux des fondations (profondeur 6 sur une surface de 6 m <sup>2</sup> ) : remplacement du substratum rocheux par pieux et ciment	Très faible
	Corridor du câble	Pas de modification	Aucun	Idem	Aucun
	Zone d'atterrage (baie d'Ecalgrain)	Modification au niveau du forage dirigé et de la tranchée (linéaire environ 400 m)	Très faible	Idem	Très faible
Houle		Modification faible et locale de l'agitation au droit de chaque hydrolienne	Très faible	Légèrement plus important du fait de plus grande surface de balayage	Très faible
Courant	À l'échelle de la zone périmètre rapproché »	Pas de modification de la structure générale des courants sur la zone d'étude « périmètre rapproché »	Très faible	Très légèrement plus important	Très faible
	Local : au niveau des hydroliennes	Effet local de turbulence au niveau de chaque hydrolienne	Faible	Légèrement plus important	Faible
Dynamique hydrosédimentaire	Zone d'implantation des hydroliennes	En raison de l'intensité des courants et de la nature des fonds, pas de modification de la dynamique	Aucun	Idem	Aucun
	Corridor du câble et zone d'atterrage	Pas de modification	Aucun	Idem	Aucun
Couverture sédimentaire	Zone d'implantation des hydroliennes	Modification de la couverture sédimentaire au niveau des pieux des fondations	Aucun	Légèrement moins important du fait de la surface de contact au sol plus réduite	Aucun
	Corridor du câble	Recouvrement du sol par les câbles et protections associées	Très faible	Légèrement plus important du fait du linéaire de câbles	Très faible
	Zone d'atterrage baie d'Ecalgrain	Pas de modification	Aucun	Idem	Aucun

Acoustique sous-marine	Zone d'implantation des hydroliennes	Au droit des hydroliennes : augmentation du niveau sonore par le fonctionnement des hydroliennes et le trafic maritime généré par la maintenance, dans un milieu très bruyé	Faible	Émergence du bruit légèrement moins importante	Faible
	Corridor du câble	Pas de perturbation	Très faible		Très faible
	Zone d'atterrage baie d'Ecalgrain)	Modification de l'acoustique sous-marine par le trafic (navires, robot...)	Aucun	Idem	Aucun
Acoustique terrestre	Poste de livraison	Respect des seuils d'émergence acoustique réglementaires	Très faible	Idem	Très faible

Tableau 26 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu physique, en phase d'exploitation, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephthyd

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu physique, en phase d'exploitation sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephthyd. Les impacts sur la géologie et la couverture sédimentaire sont légèrement moins importants du fait des diamètres pieux plus réduits ; à l'inverse ils sont sensiblement plus marqués du fait du linéaire du câble d'export. Les impacts sur les courants sont légèrement plus importants. De la même manière, l'émergence du bruit sera moins importante.

### 3.3.2 Les impacts sur la qualité du milieu

#### 41.1.1.1 Préambule

Les principales évolutions entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nephthyd, pouvant engendrer des variations du niveau d'impacts sur la qualité du milieu, reposent sur :

- ✓ La puissance transitant par les câbles ;
- ✓ La typologie des peintures antisalissure ;
- ✓ La typologie des protections anticorrosion.

Thématique	Nephthyd	Normandie Hydroliennes
Puissance nominale des câbles d'interconnexion (MW)	1,4	3
Puissance nominale du câble d'export (MW)	5,6 MW	12 MW
Peinture antifouling	Revêtement antifouling habituellement utilisé dans l'industrie marine	Revêtement antifouling habituellement utilisé dans l'industrie marine et hydrolienne en particulier
Anodes sacrificielles au niveau de la turbine	60 kg remplacées tous les 4 ans	113,2 kg remplacées tous les 6,25 ans
Anodes sacrificielles au niveau des fondations	1,625 tonnes pour les 25 ans	1,260 tonnes pour les 25 ans

Tableau 27 : Évolutions entre les projets pouvant faire évoluer le niveau d'impact sur la qualité du milieu en phase d'installation

Sur l'ensemble des composantes environnementales étudiées au sein de « qualité du milieu », le niveau d'impact peut évoluer pour celle-ci :

- ✓ La qualité de l'eau.

### 42.1.1.1 Les impacts sur la qualité de l'eau

#### 3.3.2.1.1 Augmentation de la température de l'eau

La puissance ces câbles du projet Normandie Hydroliennes est plus importante que celle des câbles du projet Nepthyd (3 MW contre 1,4 MW pour les câbles d'interconnexion et 12 MW contre 5,6 MW pour le câble d'export. L'échauffement autour du câble peut donc être plus important pour le projet Normandie Hydroliennes. Toutefois cette augmentation est toute relative et doit également être remise dans un contexte à fort hydrodynamique. Le niveau d'impact reste du même niveau que celui attribué dans l'étude d'impact Artélia (2015), à savoir de niveau nul à très faible.

En ce qui concerne la turbine, le fonctionnement provoque une augmentation de la température de la structure, localisée essentiellement au niveau des pièces mécaniques en rotation. Le refroidissement est réalisé par la circulation de l'eau de mer (système d'échangeur externe eau de mer / eau douce installé sur la paroi de la nacelle). Cette eau sortante est brassée par les courants et les turbulences autour de la machine. Elle est rapidement dispersée dans le milieu, sans que l'élévation de la température soit perceptible. Le système de refroidissement des hydroliennes AR 3000 est identique à celui des hydroliennes Oceade™ 18. Les impacts sont de même niveau) à savoir nul à très faible.

#### 3.3.2.1.2 Les effets liés aux peintures antifouling

L'étude d'impact Artélia (2015) précisait que les produits utilisés sont habituellement mis en œuvre dans l'industrie marine et répondent aux réglementations en vigueur. L'étude Artélia (2015) précise également que la peinture dans le milieu marin reste très faible et ces polluants seront dispersés par les forts courants du raz Blanchard.

Dans le cas du projet Normandie Hydroliennes les peintures antifouling utilisées sont du même type que celles envisagées pour le projet Nepthyd.

#### 3.3.2.1.3 Les effets liés aux anodes sacrificielles

Pour rappel, le projet Nepthyd prévoyait les quantités d'anodes suivantes :

- ✓ Au niveau de la turbine : 60 kg remplacées tous les 4 ans ;
- ✓ Au niveau des fondations : 1,625 tonnes pour les 25 ans.

L'étude d'impact Artélia (2015) analysait l'impact du projet en faisant référence à l'étude réalisée par ACCOAST, l'Université de Caen Basse-Normandie, l'IFREMER et BAC Corrosion en 2011. Les conclusions de l'étude étaient ainsi reprises :

*Les conclusions sont les suivantes : « la protection cathodique des ouvrages métalliques maritimes par anodes sacrificielles en aluminium/indium ne semble pas engendrer une surconcentration d'éléments métalliques dans le milieu environnant et dans les organismes vivants. La majeure partie de ces éléments demeure à la surface de l'anode, sous forme d'oxydes. Néanmoins, d'une part il est difficile de différencier l'origine des éléments mesurés in situ et, d'autre part, les éléments présentant le plus de risques écotoxicologiques sont diffusés à de faibles concentrations vers l'environnement. »*

L'impact était ainsi estimé de niveau très faible.

Dans le cas du projet Normandie Hydroliennes, les quantités des anodes sont les suivantes :

- ✓ Au niveau de la turbine : 113,2 kg remplacées tous les 6,25 ans ;
- ✓ Au niveau des fondations : 1,260 tonnes pour les 25 ans.

Sur la durée du projet, les quantités d'anodes seront donc légèrement moins importantes pour le projet Normandie Hydroliennes :

Thématique	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Anodes sacrificielles au niveau de la turbine	60 kg remplacées tous les 4 ans soit 375 kg sur 25 ans	113,2 kg remplacées tous les 6,25 ans soit 452,8 kg sur 25 ans
Anodes sacrificielles au niveau des fondations	1,625 tonnes pour les 25 ans	1,260 tonnes pour les 25 ans
Total sur 25 ans	2 tonnes	1,72 tonnes

Tableau 28 : Quantité d'anodes consommées sur 25 ans pour chaque projet

L'impact sur la qualité de l'eau, relatif à la dissolution des anodes sacrificielles, sera donc légèrement plus faible pour le projet Normandie hydroliennes que pour le projet Nepthyd ; l'impact reste de niveau très faible.

### 2.1.1.1 Synthèse des impacts sur la qualité du milieu en phase d'installation

Le tableau suivant présente les impacts sur la qualité du milieu, en phase d'exploitation, des projets Nepthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes		Nepthyd		Normandie Hydroliennes	
		Description	Niveau	Description	Niveau
Qualité des eaux	Caractéristiques physiques	Augmentation de la température de l'eau liée au câble et à la turbine	Très faible / Aucun	Légèrement plus important	Très faible / Aucun
		Risques de fuite potentielle (huile...) accidentelle (fluide propre à la machine ou aux navires de maintenance)	Très faible	Idem	Très faible
	Caractéristiques chimiques	Risques de fuite potentielle (huile...) accidentelle (fluide propre à la machine ou aux navires de maintenance)	Très faible	Idem	Très faible
		Contamination des eaux par la structure de la machine, en particulier par les protections anticorrosion : peinture, anode...	Très faible	Légèrement plus faible	Très faible
	Caractéristiques bactériologiques	Pas de perturbation	Aucun	Idem	Aucun
Qualité des sédiments		Absence de fines sur le site ce qui limite toute contamination des sédiments par les polluants déversés	Aucun	Idem	Aucun
Qualité de la matière vivante		Absence de contamination	Aucun	Idem	Aucun
Qualité de l'air		Émissions gazeuses et de particules polluantes dans l'air sur des sites ouverts et aérés	Aucun	Idem	Aucun

Tableau 29 : Synthèse de l'évolution des impacts sur la qualité du milieu, en phase d'exploitation, entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nepthyd

*Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur la qualité du milieu, en phase d'installation sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nepthyd. La plus forte puissance des câbles peut générer une augmentation de la température légèrement plus importante, cette augmentation ne sera pas perceptible, l'impact reste de niveau nul à très faible. L'hydrolienne AR3000 nécessite une quantité légèrement importante d'anodes sacrificielles que l'hydrolienne du projet Nepthyd.*

### 3.3.3 Les impacts sur le milieu vivant

#### 43.1.1.1 Préambule

Les principales évolutions entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nepthyd, pouvant engendrer des variations du niveau d'impacts sur le milieu vivant, reposent principalement sur :

- ✓ La typologie de la fondation ;
- ✓ La puissance – tension et intensité transitant dès les câbles ;
- ✓ Le linéaire de câbles ;
- ✓ Le diamètre du rotor ;
- ✓ Les vitesses de rotation ;
- ✓ La surface balayée.

Thématique	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Fondation	Monopieu	Fondation avec trépied
Puissance nominale des câbles d'interconnexion (MW)	1,4	3
Tension des câbles d'export (KV)	11	33
Intensité des câbles d'export (A)	420	300
Linéaire des câbles d'interconnexion (m)	500	500
Puissance nominale du câble d'export (MW)	5,6 MW	12 MW
Tension du câble d'interconnexion (KV)	6,6	8
Intensité du câble d'interconnexion (A)	175	309
Linéaire du câble d'export (m)	6 700 m dont 400 m pour la zone d'atterrage	7 200 dont 400 m pour la zone d'atterrage
Diamètre du rotor	18 m	24 m
Vitesse maximale en bout de pale	18 m/s	18 m/s

Tableau 30 : Évolutions entre les projets pouvant faire évoluer le niveau d'impact sur le milieu vivant en phase d'installation

Sur l'ensemble des composantes environnementales étudiées au sein du milieu vivant, le niveau d'impact peut évoluer pour celles-ci :

- ✓ Les espèces benthiques ;
- ✓ Le plancton ;
- ✓ La ressource halieutique ;
- ✓ Les mammifères marins ;
- ✓ L'avifaune.

Les évolutions d'impacts sont détaillées pour chaque composante environnementale ci-après.

#### 44.1.1.1 Les impacts sur les espèces benthiques

Les impacts sur les espèces benthiques reposent sur :

- ✓ L'effet récif ;
- ✓ Les effets liés aux nuisances sonores ;
- ✓ Les effets liés aux champs électromagnétiques.

##### 3.3.3.1.1 L'effet récif

Les fondations et les câbles du projet vont être colonisés par des organismes marins. Un nouveau biotope va alors se créer. La dynamique de la colonisation dépend de nombreux paramètres : dimension, forme, rugosité...dans le cas des projets Nephthyd et Normandie Hydroliennes, les biocénoses des substrats durs vont se développer sur les fondations et sur les câbles.

Les structures des fondations et des câbles sont relativement identiques entre les deux projets. Rappelons toutefois que le projet Normandie Hydrolienne ne compte que quatre fondations contre cinq pour le projet Nephthyd. Le linéaire de câbles est par contre plus important pour le projet Normandie Hydroliennes que pour le projet Nephthyd.

Il n'en demeure pas moins que l'ampleur de la colonisation des organismes marins sera du même ordre de grandeur entre les deux projets. L'impact est positif (et du même degré) pour les deux projets.

##### 3.3.3.1.2 Les effets liés aux nuisances sonores

L'étude d'impact Artélia (2015) précisait : En raison de la faible intensité supposée du bruit généré, il est probable que les effets soient peu conséquents, mais l'absence de retour d'expérience sur cette thématique ne permet pas d'être affirmatif. Ainsi, les impacts pourraient être qualifiés de très faibles.

En ce qui concerne les hydroliennes AR 3000, l'étude acoustique a montré que les niveaux sonores générés seraient plus faibles que pour le projet Nephthyd ; le niveau d'impact reste très faible.

##### 3.3.3.1.3 Les effets liés aux champs électromagnétiques

Un câble électrique émet un champ électromagnétique dont :

- ✓ Le champ électrique est contenu à l'intérieur du câble (unité : V/m) ;
- ✓ Le champ magnétique s'étend à l'extérieur du câble, mais son intensité théorique décroît en fonction de la distance (inversement proportionnelle à la distance au câble) (unité : Tesla (T)).

Le mouvement de l'eau et des organismes au travers du champ magnétique crée un champ électrique induit. Le champ électrique dépend de la tension et non de l'intensité circulant dans le câble ; cependant, le champ magnétique augmente avec l'intensité du courant et la tension.

Pour rappel, dans le cas présent les données sur les câbles sont les suivantes :

Thématique	Nephthyd	Normandie Hydroliennes
Tension des câbles d'interconnexion (KV)	11	33
Intensité des câbles d'interconnexion (A)	420	300
Tension du câble d'export (KV)	6,6	8
Intensité du câble d'export (A)	175	309

Tableau 31 : Caractéristiques des câbles des deux projets

Pour le projet Normandie Hydroliennes, les câbles ont une puissance et une tension nominale plus élevées, mais le courant est presque 30 % inférieur à ceux du câble d'exportation du projet existant. Cela signifie que le champ électromagnétique produit ne sera pas plus élevé que celui généré dans le cadre du projet Nephthys.

#### **45.1.1.1 Les impacts sur le plancton**

Comme pour les peuplements benthiques, les effets de l'exploitation et de la maintenance des hydroliennes sont liés :

- ✓ À la création d'un nouvel habitat qui se développera au niveau des fondations des hydroliennes et des câbles ;
- ✓ Au niveau sonore (hydrolienne, vibrations, trafic des navires...) émis en phase d'exploitation ;
- ✓ Aux champs électromagnétiques.

Au même titre que pour les espèces benthiques, les impacts sur le plancton sont de même niveau entre les deux projets.

#### **46.1.1.1 Les impacts sur la ressource halieutique**

Les impacts potentiels sur la ressource halieutique relèvent :

- ✓ De l'effet récif ;
- ✓ Des effets liés aux nuisances sonores ;
- ✓ Des effets liés aux champs électromagnétiques ;
- ✓ Du risque de collision avec le rotor.

Les analyses précédentes ont montré que :

- ✓ La colonisation des fondations et des câbles serait du même ordre de grandeur entre les deux projets ;
- ✓ Les nuisances sonores produites sont également du même ordre de grandeur ;
- ✓ Les niveaux des champs électromagnétiques sont également semblables entre les deux projets.

Les impacts liés à l'effet récifs, aux nuisances sonores et aux champs électromagnétiques sont donc relativement identiques entre les deux projets.

#### **3.3.3.1.4 Le risque de collision**

L'étude d'impact Artélia (2015) précise que le risque est d'autant plus élevé que la vitesse de rotation est importante. La vitesse maximale en bout de pale est identique pour les deux projets, à savoir 18 m/s. De ce point de vue, le niveau d'impact entre les deux projets peut être estimé de niveau équivalamment.

Il faut cependant noter que l'augmentation du diamètre du rotor (et donc la surface balayée) modifie indubitablement le risque de collision. Néanmoins, il est raisonnable de suggérer que l'augmentation de 6 mètres de diamètre du rotor n'augmente pas considérablement le risque de collision. Artélia (2015) estimait le niveau d'impact de niveau faible ; ce niveau sera équivalent avec tout même un risque de collision légèrement plus important.



### 47.1.1.1 Les impacts sur les mammifères marins

Les impacts sur les mammifères reposent sur :

- ✓ Les perturbations liées aux champs électromagnétiques créés par les câbles ;
- ✓ Les nuisances sonores générées par les hydroliennes en fonctionnement et les travaux de maintenance ;
- ✓ Le risque collision avec les pales.

#### 3.3.3.1.5 Les perturbations liées aux champs électromagnétiques créés par les câbles

Les valeurs des champs électromagnétiques sont équivalentes entre les deux projets, les impacts sont de même niveau (très faible).

#### 3.3.3.1.6 Les nuisances sonores

L'étude d'impact acoustique du projet Nephthys (Quiet Océans in Artélia, 2015) indiquait les impacts suivants sur les mammifères marins :

Nature des bruits	Classe de mammifères	Durée d'exposition sonore cumulée	Zone de modification du comportement (Mille Nautique)			Zone de dépassement des seuils de dommage physiologique temporaire (Mille Nautique)			Zone de dépassement des seuils de dommage physiologique permanent (Mille Nautique)		
			Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max
Exploitation nominale	Hautes Fréquences	1sec	0.2	0.2	0.2	0	0.01	0.01	0	0	0
	Moyennes Fréquences		N/A <sup>20</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
	Basses Fréquences		N/A <sup>20</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pinnipèdes		N/A <sup>20</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 32 : Impact acoustique sur les mammifères marins liés à l'exploitation du projet Nephthys (Quiet Océans in Artélia, 2015)

L'étude d'impact du projet Nephthys précisait : l'exploitation de la ferme pilote de quatre hydroliennes dépasse le seuil de dommage physiologique temporaire du marsouin (cétacés hautes fréquences) commun jusqu'à une distance de 0,01 mille nautique par rapport au centre du parc. Pour cette espèce, le seuil de modification comportementale est susceptible d'être atteint jusqu'à une distance de 0,2 mille nautique. Les autres espèces susceptibles d'être présentes sur le site ne devraient pas subir de dommages physiologiques.

L'actualisation de la modélisation (Quiet Océans, 2022) indique les impacts suivants :

	Phase d'exploitation du projet Saison été - Animal dynamique Bruit continu Hydroliennes T1-T2-T3-T4 Durée : 3h-6h-9h-12h / j	Empreinte sonore (Niveau instantané et pondération par espèce)			Dommage physiologique temporaire (Prolongation sur 3-6-9-12 heures et modèle de fuite)			Dommage physiologique permanent (Prolongation sur 3-6-9-12 heures et modèle de fuite)		
		Moy (km)	Max (km)	Aire (km <sup>2</sup> )	Moy (km)	Max (km)	Aire (km <sup>2</sup> )	Moy (km)	Max (km)	Aire (km <sup>2</sup> )
4 sources sonores Durée : 12 h / j	Cétacés Très Hautes Fréquences (VHF)	0.0	0.1	0.0	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
	Cétacés Hautes Fréquences (HF)	0.0	0.1	0.0	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
	Cétacés Basses Fréquences (LF)	1.5	5.3	4.5	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
	Pinnipèdes dans l'eau (P)	0.2	0.3	0.1	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence

Tableau 33 : Impact acoustique sur les mammifères marins liés à l'exploitation du projet Normandie Hydroliennes (Quiet Océans in Artélia, 2022)

Comme le montre le tableau ci-dessus, l'exploitation du projet Normandie Hydroliennes ne génère aucun impact physiologique sur les mammifères marins. L'impact acoustique lié à l'exploitation du projet Normandie Hydroliennes est donc légèrement moins important que celui qui aurait été généré par l'exploitation du projet Nephthys ; l'impact reste de même niveau : faible.

### 3.3.3.1.7 Le risque de collision

La vitesse maximale en bout de pale est identique pour les deux projets, à savoir 18 m/s. De ce point de vue, le niveau d'impact entre les deux projets peut être estimé de niveau équivalentement.

Il faut cependant noter que l'augmentation du diamètre du rotor (et donc la surface balayée) modifie indubitablement le risque de collision. Néanmoins, il est raisonnable de suggérer que l'augmentation de 6 mètres de diamètre du rotor n'augmente pas considérablement le risque de collision. Artélia (2015) estimait le niveau d'impact de niveau faible ; ce niveau sera équivalent avec tout même un risque de collision légèrement plus important.

#### 48.1.1.1 Les impacts sur l'avifaune

Les effets potentiels du projet sur l'avifaune concernent essentiellement :

- ✓ La modification du comportement de la ressource alimentaire (effet indirect) ;
- ✓ La collision avec les pales (effet direct).

### 3.3.3.1.8 La modification du comportement de la ressource alimentaire (effet indirect)

Les impacts sur la ressource halieutique sont de même niveau entre les deux projets.

### 3.3.3.1.9 Le risque de collision avec les pales

Rappelons que la hauteur entre le haut des pales et le niveau des plus basses mers est identique entre les deux projets (10 m) ; de ce point de vue le risque est de même niveau.

Par contre la surface de balayage, le risque de collision avec les oiseaux plongeurs, atteignant ces profondeurs de plongée, est inévitablement plus important.

Le niveau de risque entre les deux projets reste toutefois de même niveau : faible.

#### 8.1.1.1 Synthèse des impacts sur le milieu vivant en phase d'exploitation

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu vivant, en phase d'exploitation, des projets Nephthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes	Nephthyd		Normandie Hydroliennes	
	Description	Niveau	Description	Niveau
Espèces benthiques	Recolonisation de ces structures avec un effet potentiel de récif	Positif	Surface de colonisation relativement identique entre les deux projets	Positif
	Perturbations du niveau sonore (bruit continu avec vibrations) : effet probable d'accoutumance Augmentation du niveau sonore lors des phases de maintenance (trafic maritime, robots...)	Très faible	Niveaux sonores du même ordre de grandeur	Très faible
	Perturbations liées aux champs électromagnétiques créés par les câbles	Très faible	CEM du même ordre de grandeur	Très faible
Plancton	Création d'un nouvel habitat autour des structures (fondations, câbles)	Positif	Surface de colonisation relativement identique entre les deux projets	Positif
	Perturbations du niveau sonore (bruit continu avec vibrations) : effet probable d'accoutumance Augmentation du niveau sonore lors des phases de maintenance (trafic maritime, robots...)	Très faible	Niveaux sonores du même ordre de grandeur	Très faible
	Perturbations liées aux champs électromagnétiques créés par les câbles	Très faible	CEM du même ordre de grandeur	Très faible

Ressources halieutiques	Création d'une nouvelle ressource autour des structures (fondations, câbles) – effet récif	Positif	Surface de colonisation relativement identique entre les deux projets	Positif
	Perturbations du niveau sonore (bruit continu avec vibrations) : effet probable d'accoutumance Augmentation du niveau sonore lors des phases de maintenance (trafic maritime, robots...)	Très faible	Niveaux sonores du même ordre de grandeur	Très faible
	Perturbations liées aux champs électromagnétiques créés par les câbles	Très faible	CEM du même ordre de grandeur	Très faible
	Perte d'individus par collision avec les pales	Faible	Risque légèrement plus important du fait de l'augmentation du diamètre du rotor, mais vitesse maximale équivalente	Faible
Mammifères marins	Nuisances sonores, au droit des hydroliennes et des travaux de maintenance : - Perturbations du niveau sonore (bruit continu avec vibrations) : effet probable d'accoutumance - Augmentation du niveau sonore lors des phases de maintenance (trafic maritime, robots...)	Faible	Niveaux de bruits en phase d'exploitation légèrement moins importants	Faible
	Nuisances sonores dans la zone d'étude « périmètre éloigné »	Très faible	Niveau de bruits en phase d'exploitation légèrement moins important	Très faible
	Perturbations liées aux champs électromagnétiques créés par les câbles	Très faible	CEM du même ordre de grandeur	Très faible
	Perte d'individus par collision avec les pales	Faible	Risque légèrement plus important du fait de l'augmentation du diamètre du rotor, mais vitesse maximale équivalente	Faible
Avifaune	Perte d'individus par collision avec les pales	Faible	Risque légèrement plus important du fait de l'augmentation du diamètre du rotor, mais vitesse maximale équivalente	Faible
	Nuisances sonores : perturbations lors des plongeurs par le bruit de la turbine	Très faible	Niveaux de bruits en phase d'exploitation légèrement moins importants	Très faible

Tableau 34 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu vivant, en phase d'exploitation, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephyd

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu vivant, en phase d'exploitation sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nephyd. Notons toutefois que les champs électromagnétiques produits seront légèrement plus importants, cette augmentation ne sera pas perçue par les organismes. Le risque de collision pour les poissons, les mammifères et les oiseaux plongeurs est légèrement plus important du fait de l'augmentation du diamètre du rotor, l'augmentation du risque reste très minime. L'impact acoustique lié à l'exploitation du projet Normandie Hydroliennes est donc légèrement moins important que celui qui aurait généré par l'exploitation du projet Nephyd.

### 3.3.4 Les impacts sur le milieu naturel

Les principales évolutions entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nepthyd, pouvant engendrer des variations du niveau d'impacts sur le milieu naturel, reposent principalement sur :

- ✓ La fréquence des opérations de maintenance et donc la présence des navires :

Thématique	Nepthyd	Normandie Hydroliennes
Mineure	Tous les 2 ans	Tous les 6,25
Majeure	Tous les 10 ans	-

Tableau 35 : Évolutions entre les projets pouvant faire évoluer le niveau d'impact sur le milieu naturel en phase d'installation

Sur l'ensemble des composantes environnementales étudiées au sein du milieu naturel, le niveau d'impact peut évoluer pour celle-ci :

- ✓ Les entités paysagères.

#### 49.1.1.1 Les impacts sur le paysage

Les opérations de maintenance envisagées pour le projet Normandie Hydrolienne sont moins courantes que pour le projet Nepthyd. Les impacts seront donc moindres, ils restent de niveau très faible.

#### 9.1.1.1 Synthèse des impacts sur le milieu naturel en phase d'installation

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu naturel, en phase d'exploitation, des projets Nepthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes	Nepthyd		Normandie Hydroliennes	
	Description	Niveau	Description	Niveau
Paysage	Présence de navires lors des opérations de maintenance	Très faible	Moindre présence des navires	Très faible
	Modification de la lecture architecturale et paysagère de l'entrée de ville	Faible	Idem	Faible
Monument historique	Aucun effet	Aucun	Idem	Aucun

Tableau 36 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu naturel, en phase d'exploitation, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nepthyd

*Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu naturel, en phase d'exploitation sont du même ordre de grandeur que ceux observés pour projet Nepthyd. Les opérations de maintenance étant moins fréquentes que pour le projet Nepthyd, les impacts seront plus limités ; la différence entre les deux projets ne sera pas perceptible au vu de la navigation maritime.*

### 3.3.5 Les impacts sur le milieu humain et les usages

#### 50.1.1.1 Préambule

Les principales évolutions entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nephthyd, pouvant engendrer des variations du niveau d'impacts sur le milieu humain et les usages, reposent principalement sur :

- ✓ Les champs électromagnétiques produits ;
- ✓ La fréquence des opérations de maintenance :

Thématique	Nephthyd	Normandie Hydroliennes
Mineure	Tous les 2 ans	Tous les 6,25
Majeure	Tous les 10 ans	-
CEM	Même niveau	Même niveau

Tableau 37 : Évolutions entre les projets pouvant faire évoluer le niveau d'impact sur le milieu humain et les usages en phase d'exploitation

Sur l'ensemble des composantes environnementales étudiées au sein du milieu humain et des usages, le niveau d'impact peut évoluer pour celle-ci :

- ✓ La population ;
- ✓ La navigation et la sécurité maritime.

#### 51.1.1.1 Les impacts liés aux champs électromagnétiques au niveau de la plage d'Ecalgrain

Pour le projet Normandie Hydroliennes, les câbles ont une puissance et une tension nominale plus élevées, mais le courant est presque 30 % inférieur à ceux du câble d'exportation du projet existant. Cela signifie que le champ électromagnétique produit ne sera pas plus élevé que celui généré dans le cadre du projet Nephthyd. L'effet sur la population au niveau de la plage reste de niveau nul.

#### 52.1.1.1 Les impacts sur la navigation et la sécurité maritime

Les impacts sur la navigation et la sécurité maritime sont identiques entre les deux projets. En effet, il est conservé une hauteur de 10 m entre le haut des pales et le niveau des plus basses mers.

Les opérations de maintenance sont moins courantes pour le projet Normandie Hydroliennes ; les impacts restent du même ordre de grandeur.

### 53.1.1.1 Synthèse des impacts sur le milieu humain et les usages en phase d'exploitation

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu humain et les usages, en phase d'exploitation, des projets Nephyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes	Nephyd		Normandie Hydroliennes	
	Description	Niveau	Description	Niveau
Démographie Population Économie	Projet générateur d'activité économique et d'emplois	Positif	Idem	Positif
	Perturbation liée aux champs électromagnétiques au niveau de la plage d'Ecalgrain	Aucun	CEM de même niveau	Aucun
Navigation	Déroutage du trafic maritime suite à la mise en place d'un périmètre de sécurité pour les opérations de maintenance lourde	Très faible	Idem	Très faible
	Densification du trafic maritime au centre du raz Blanchard, en raison de la mise en place d'un périmètre de sécurité pour les opérations de maintenance lourde	Très faible	Maintenance légèrement moindre	Très faible
Sécurité maritime	Pertes de débris (OFNI)	Faible à modéré	Idem	Faible à modéré
	Mise en difficulté d'un navire suite à la croche d'un matériel de pêche dans une turbine ou dans un câble d'export		Idem	
	Collision entre un navire et une hydrolienne		Idem	
Pêche professionnelle	Diminution de la zone de pêche : soustraction de la zone de projet à la pratique de la pêche (zone d'exclusion)	Faible	Idem	Faible
	Perturbation de la ressource halieutique (bruit des hydroliennes et du trafic maritime...)	Faible	Idem	Faible
Cultures marines conchylicoles	Zone très éloignée du projet	Aucun	Idem	Aucun
Plaisance	Perturbation de la navigation liée aux servitudes du projet	Très faible	Idem	Très faible
	Perturbation de la ressource halieutique (bruit des hydroliennes et du trafic maritime, perte...)	Très faible	Idem	Très faible
Tourisme et activités littorales	Pas de perturbation des activités littorales Attrait touristique potentiel du projet	Aucun	Idem	Aucun
Réseaux - Servitudes	Pas de perturbation	Aucun	Idem	Aucun

Tableau 38 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu humain et les usages, en phase d'exploitation, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephyd

*Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu humain et les usages, en phase d'exploitation sont du même ordre de grandeur que ceux observés pour projet Nephyd. Les opérations de maintenance étant moins fréquentes que pour le projet Nephyd, les impacts seront plus limités ; la différence entre les deux projets ne sera pas perceptible au vu de la navigation maritime.*

### 3.3.6 Synthèse de l'évolution des impacts en phase d'installation

#### **Les impacts sur le milieu physique**

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu physique, en phase d'exploitation sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nepthyd. Les impacts sur la géologie et la couverture sédimentaire sont légèrement moins importants du fait des diamètres pieux plus réduits ; à l'inverse ils sont sensiblement plus marqués du fait du linéaire du câble d'export. Les impacts sur les courants sont légèrement plus importants. De la même manière, l'émergence du bruit sera moins importante.

#### **Les impacts sur la qualité du milieu**

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur la qualité du milieu, en phase d'installation sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nepthyd. La plus forte puissance des câbles peut générer une augmentation de la température légèrement plus importante, cette augmentation ne sera pas perceptible, l'impact reste de niveau nul à très faible. L'hydrolienne AR3000 nécessite une quantité légèrement importante d'anodes sacrificielles que l'hydrolienne du projet Nepthyd.

#### **Les impacts sur le milieu vivant**

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu vivant, en phase d'exploitation sont globalement du même ordre de grandeur que ceux relatifs au projet Nepthyd. Notons toutefois que les champs électromagnétiques produits seront légèrement plus importants, cette augmentation ne sera pas perçue par les organismes. Le risque de collision pour les poissons, les mammifères et les oiseaux plongeurs est légèrement plus important du fait de l'augmentation du diamètre du rotor, l'augmentation du risque reste très minime. L'impact acoustique lié à l'exploitation du projet Normandie Hydroliennes est donc légèrement moins important que celui qui aurait généré par l'exploitation du projet Nepthyd.

#### **Les impacts sur le milieu naturel**

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu naturel, en phase d'exploitation sont du même ordre de grandeur que ceux observés pour projet Nepthyd. Les opérations de maintenance étant moins fréquentes que pour le projet Nepthyd, les impacts seront plus limités ; la différence entre les deux projets ne sera pas perceptible au vu de la navigation maritime.

#### **Les impacts sur le milieu humain et les usages**

Les impacts du projet Normandie Hydroliennes, sur le milieu humain et les usages, en phase d'exploitation sont du même ordre de grandeur que ceux observés pour projet Nepthyd. Les opérations de maintenance étant moins fréquentes que pour le projet Nepthyd, les impacts seront plus limités ; la différence entre les deux projets ne sera pas perceptible au vu de la navigation maritime.

En définitive, en phase d'exploitation les principales évolutions des impacts reposent sur l'augmentation de la puissance des hydroliennes et de la dimension du rotor. Ces différences entre les deux projets n'engendrent toutefois aucune modification des niveaux d'impacts. Il faut même noter que les hydroliennes AR 3000 du projet Normandie Hydroliennes présentent une moindre émergence des niveaux de bruit. En phase exploitation aucun niveau d'impact n'évolue par rapport au projet Nepthyd.

### 3.4 Les impacts en phase de démantèlement

Les grandes étapes du démantèlement du projet Normandie Hydroliennes sont identiques à celles détaillées dans le projet Nephthyd, à savoir :

- ✓ Travaux maritimes
  - Enlèvement des turbines : les travaux sont similaires aux opérations de pose
  - Découpe et extraction des fondations - trois micropieux - :
  - Le relevage des câbles par un navire câblé.
- ✓ Travaux terrestres :
  - Enlèvement du poste de livraison vers une valorisation éventuelle ou une revente ;
  - Enroulement du câble terrestre sur des bobines en vue d'être valorisé ; la tranchée est ensuite rebouchée.
  - Les composants de la ferme-pilote seront évacués vers des filières de valorisation.

Les impacts de ces différents travaux sur l'environnement sont pour la plupart semblables à ceux décrits pour la phase construction.



### 3.4.1 Les impacts sur le milieu physique

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu physique, en phase de démantèlement, des projets Nephthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes		Nephthyd		Normandie Hydroliennes	
		Description	Niveau	Description	Niveau
Météorologie		Pas de modification	Aucun	Idem	Aucun
Topographie	Zone d'atterrage (baie d'Ecalgrain)	Pas de modification de la topographie (zone d'atterrage et partie terrestre : tracé du câble, poste de livraison)	Aucun	Idem	Aucun
Bathymétrie	Zone d'implantation des hydroliennes	Pas de modification de la bathymétrie	Aucun	Idem	Aucun
	Corridor du câble		Aucun	Idem	Aucun
Couverture sédimentaire	Zone d'implantation des hydroliennes	Pas de modification	Aucun	Idem	Aucun
	Corridor du câble	Modification progressive de la couverture sédimentaire au niveau de l'implantation du câble lors de l'enlèvement du câble	Très faible	Linéaire du câble légèrement plus important	Très faible
	Zone d'atterrage (baie d'Ecalgrain)	Pas de modification	Aucun	Idem	Aucun
Houle / Courant / Dynamique hydrosédimentaire		Pas de modification	Aucun	Idem	Aucun
Acoustique sous-marine		Modification de l'acoustique sous-marine par le découpage des fondations	Modéré	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Modéré
		Modification de l'acoustique sous-marine par le trafic (navires, robot...)	Très faible	Idem	Très faible
Acoustique terrestre		Réalisation des tranchées à l'aide d'engins de type trancheuse, pelleuse, compacteur pour enlever le câble terrestre	Très faible	Idem	Très faible

Tableau 39 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu physique, en phase de démantèlement, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephthyd

### 3.4.2 Les impacts sur la qualité du milieu

Le tableau suivant présente les impacts sur la qualité du milieu, en phase de démantèlement, des projets Nephthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes		Nephthyd		Normandie Hydroliennes	
		Description	Niveau	Description	Niveau
Qualité des eaux		Risque de pollutions accidentelles dues aux éventuels déversements	Très faible	Idem	Très faible
		Remise en suspension de copeaux métalliques	Très faible	Idem	Très faible
		Accroissement de MES lors du creusement de la tranchée pour enlever le câble (partie terrestre)	Très faible	Idem	Très faible
Qualité des sédiments		Absence de fines sur le site ce qui limite toute contamination des sédiments par les polluants déversés	Aucun	Idem	Aucun
Qualité de la matière vivante		Absence de contamination	Aucun	Idem	Aucun
Qualité de l'air		Émissions gazeuses et de particules polluantes dans l'air sur des sites ouverts et aérés	Aucun	Idem	Aucun

Tableau 40 : Synthèse de l'évolution des impacts sur la qualité du milieu, en phase de démantèlement, entre le projet Normandie Hydroliennes et le projet Nephthyd

### 3.4.3 Les impacts sur le milieu vivant

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu vivant, en phase de démantèlement, des projets Nephthd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes	Nephthd		Normandie Hydroliennes	
	Description	Niveau	Description	Niveau
Espèces benthiques	Destruction des habitats qui ont recolonisé les fonds au niveau du câble lors de l'enlèvement des câbles	Très faible	Linéaire de câble légèrement plus important	Très faible
	Nuisances sonores au droit des travaux de découpage des pieux	Modéré	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Modéré
	Nuisances sonores dans la zone d'étude « périmètre éloigné » (liées au découpage des pieux)	Très faible	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Très faible
Plancton	Nuisances sonores au droit des travaux de découpage des pieux	Modéré	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Modéré
	Nuisances sonores dans la zone d'étude « périmètre éloigné » (liées au découpage des pieux)	Très faible	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Très faible
Ressources halieutiques	Perte d'une partie de l'habitat	Faible	Idem	Faible
	Nuisances sonores au droit des travaux de découpage des pieux Possibilités de fuir temporairement la zone impactée	Modéré	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Modéré
	Nuisances sonores dans la zone d'étude « périmètre éloigné » (liées au découpage des pieux)	Très faible	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Très faible
Mammifères marins	Perte indirecte de la ressource alimentaire (nuisances sonores...)	Très faible	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Très faible
	Nuisances sonores au droit des travaux de découpage des pieux Possibilités de fuir temporairement la zone impactée	Modéré	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Modéré
	Nuisances sonores dans la zone d'étude « périmètre éloigné » (liées au découpage des pieux)	Très faible	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Très faible
Avifaune	Modification potentielle de la localisation géographique de la ressource alimentaire	Très faible	Diamètres et nbre de pieux différents – niveau d'impact identique	Très faible

Tableau 41: Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu vivant, en phase de démantèlement, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephthd

### 3.4.4 Les impacts sur le milieu naturel

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu naturel, en phase de démantèlement, des projets Nephthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes		Nephthyd		Normandie Hydroliennes	
		Description	Niveau	Description	Niveau
Paysage – Domaine maritime	Entités paysagères	Présence de navires, d'engins terrestres de chantier sur le site de projet (baie d'Ecalgrain)	Très faible	Idem	Très faible
	Patrimoine archéologique	Travail en collaboration avec la DRASSM. Les travaux de dépose des câbles seront effectués à distance de la seule épave observée	Aucun	Idem	Aucun
Paysage – Domaine terrestre	Paysage	Modification temporaire du paysage ambiant	Très faible	Idem	Très faible
	Monument historique	Modification des points de vue vers et depuis l'Église de Jobourg pour les travaux à proximité de celle-ci et du poste de livraison	Très faible	Idem	Très faible

Tableau 42 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu naturel, en phase de démantèlement, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephthyd

### 3.4.5 Les impacts sur le milieu humain et les usages

Le tableau suivant présente les impacts sur le milieu humain et les usages, en phase de démantèlement, des projets Nephthyd et le projet Normandie Hydroliennes. Les cases surlignées en gris indiquent les composantes environnementales dont le niveau d'impact est susceptible d'évoluer.

Composantes	Nephthyd		Normandie Hydroliennes	
	Description	Niveau	Description	Niveau
Démographie Population Économie	Activité économique générée	Positif	Idem	Positif
	Pas d'effet des travaux sur la santé publique	Aucun	Idem	Aucun
	Gêne pour l'accès aux habitations	Faible	Idem	Faible
Navigation	Déroutage du trafic maritime suite à la mise en place d'un périmètre de sécurité autour de la zone de chan	Faible	Idem	Faible
	Densification du trafic maritime au centre du raz Blanchard, en raison de la mise en place d'un périmètre de sécurité autour de la zone de chantier	Très faible	Idem	Très faible
Sécurité maritime	Abordage entre un navire de chantier et un navire en transit	Faible	Transport de la turbine sur un navire de taille plus importante, mais moins de risque de collision lié à la turbine en flottaison	Faible
	Mise en difficulté d'un navire de chantier	Faible		Faible
	Chute à la mer d'un personnel de chantier	Faible		Faible
	Pertes de débris	Faible		Faible
	Collision entre un navire en transit et une fondation	Faible		Faible
	Mise en difficulté d'un navire suite à la croche d'un matériel de pêche dans une fondation	Faible		Faible
Pêche professionnelle	Diminution de la zone de pêche	Faible	Idem	Faible
	Perturbation de la pratique de la pêche par le trafic maritime	Faible	Idem	Faible
	Perturbation de la ressource halieutique	Faible	Idem	Faible
Cultures marines conchylicoles	Zone très éloignée du projet	Aucun	Idem	Aucun
Plaisance	Perturbation de la navigation liée aux servitudes des travaux	Très faible	Idem	Très faible
	Perturbation de la ressource halieutique (pêche plaisance)	Très faible	Idem	Très faible
Tourisme et activités littorale (zone d'atterrage)	Pas de perturbation des activités littorales	Faible	Idem	Faible
Réseaux - Servitudes	Perturbation du trafic sur les D901 et D401	Très faible	Idem	Très faible
	Perturbation du trafic sur les autres voies de circulation	Très faible	Idem	Très faible
Agriculture	Travaux hors période culturale Perturbation de l'accès aux parcelles	Très faible	Idem	Très faible

Tableau 43 : Synthèse de l'évolution des impacts sur le milieu humain et les usages, en phase de démantèlement, entre le projet Normandie Hydrolienne et le projet Nephthyd

### 3.4.6 Synthèse de l'évolution des impacts en phase de démantèlement

En phase de démantèlement, les niveaux d'impact sont similaires entre les deux projets. Rappelons que les seules différences entre les deux projets proviennent du découpage non pas de quatre monopieux, mais de 3\*4 micropieux. Les turbines pour le projet Normandie Hydroliennes sont transportées sur un navire à charge lourde contre un transport par flottaison pour le projet Nephthyd.

## 4 LES MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

L'analyse des évolutions des impacts entre les deux projets a montré que le projet Normandie Hydroliennes ne générerait pas d'impact plus important que ceux identifiés dans le cadre du projet Nephthyd.

De fait Normandie Hydroliennes ne propose pas de mesures supplémentaires à celles définies dans les arrêtés préfectoraux délivrant la concession (arrêté du 22/03/2017) et l'autorisation environnementale (arrêté du 22/03/2017).

## 5 LES MESURES DE SUIVI

De la même manière que pour les mesures d'évitement et de réduction, le présent dossier d'examen au cas par cas n'a pas mis en évidence la nécessité de réaliser des mesures supplémentaires à celles définies dans les arrêtés préfectoraux délivrant la concession (arrêté du 22/03/2017) et l'autorisation environnementale (arrêté du 22/03/2017).

Les mêmes mesures de suivi que celles préconisées par l'autorisation environnementales sont donc toujours prévues.



## 6 CONCLUSION

Suite à l'abandon du projet Nepthyd, la société Normandie Hydroliennes a repris le projet d'installation d'hydroliennes au sein du Raz-Blanchard.

Le projet Normandie Hydroliennes présente la même architecture globale que le projet Nepthyd. Ainsi, au niveau du domaine terrestre les projets sont identiques. Au niveau du domaine maritime, l'ouvrage d'atterrissage est identique. Par contre la localisation des hydroliennes est différente (ces dernières sont situées au nord de la concession, au même titre que les câbles d'interconnexion et de la boîte de jonction sous-marine).

Outre cette différence de localisation du projet, les principales évolutions entre les deux projets reposent sur :

- ✓ Des hydroliennes de plus grande puissance (3 MW contre 1,4 MW pour le projet Nepthyd) ;
- ✓ Des fondations de types trépieds constituées de 3 micropieux de 0,8 m de diamètre contre des fondations monopieux de 2,8 mètres de diamètre pour le projet Nepthyd.

D'autres évolutions mineures peuvent également être notées :

- ✓ Quantité d'anodes sacrificielles légèrement moins importante ;
- ✓ Transport et installation des turbines sur des navires à charge lourde contre un transport en flottage pour les turbines du projet Nepthyd.

Le présent document a analysé si les évolutions du projet étaient substantielles et donc si ces changements engendraient des impacts plus conséquents que ceux identifiés dans l'étude d'impact du projet Nepthyd (Artélia, 2015).

Il ressort de cette analyse qu'en phase d'installation, la principale évolution des impacts repose sur le changement de la typologie des fondations (trépieds contre fondation monopieu) et particulièrement l'installation des micropieux réduit considérablement l'empreinte sonore des opérations de forages ; le niveau d'impact est réduit de modéré à faible. Les autres évolutions reposent sur le volume moins conséquent de remise en suspension de sédiment (36 m<sup>3</sup> excavé contre 200 m<sup>3</sup>). Cette différence entre les deux projets n'engendre toutefois aucune modification des niveaux d'impacts. Il en est de même pour l'ensemble des autres composantes environnementales.

En phase d'exploitation, les principales évolutions des impacts reposent sur l'augmentation de la puissance des hydroliennes et de la dimension du rotor. Ces différences entre les deux projets n'engendrent toutefois aucune modification des niveaux d'impacts. Il faut même noter que les hydroliennes AR 3000 du projet Normandie Hydroliennes présente une moindre émergence des niveaux de bruit. En phase exploitation aucun niveau d'impact n'évolue par rapport au projet Nepthyd.

En phase de démantèlement, les niveaux d'impact sont similaires entre les deux projets.

En définitive, les modifications apportées par le projet Normandie Hydroliennes ne sont pas substantielles en termes d'impacts environnementaux. Il peut même être noté une réduction du niveau d'impact du fait de la moindre ampleur des opérations de forage.

## 7 BIBLIOGRAPHIE

- ✓ Artélia, 2015. Projet Nephthyd– Parc pilote hydrolien du Raz Blanchard – Etude d’impact sur l’environnement. 465 p.
- ✓ Quiet Océans, 2015. Projet Hydrolien au Raz Blanchard, France - Étude d’Impact Acoustique Prédictive. 91 p.
- ✓ Quiet Océans, 2022. Projet Hydrolien au Raz Blanchard Mise à jour de l’étude d’impact en acoustique sous-marine Résultats des modélisations. 22p.

## 8 ANNEXE

### 8.1 Annexe 1 : Étude d’impact acoustique – Quiet Océans (2022)