

# SYNTHÈSE D'ÉTUDES



Avril 2015

# SOMMAIRE

## **1. ACOUSTIQUE SOUS-MARINE**

- 1.1. PRÉSENTATION DE LA THÉMATIQUE
- 1.2. GLOSSAIRE
- 1.3. L'ÉTAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ACTUELLES
- 1.4. LES ÉTUDES À VENIR
- 1.5. LES IMPACTS ATTENDUS À CE STADE ET LEUR ÉVALUATION
- 1.6. LES MESURES ENVISAGÉES
- 1.7. LES SOURCES UTILISÉES

## **2. ACOUSTIQUE AÉRIENNE**

- 2.1. PRÉSENTATION DE LA THÉMATIQUE
- 2.2. GLOSSAIRE
- 2.3. L'ÉTAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ACTUELLES
- 2.4. LES ÉTUDES À VENIR
- 2.5. LES IMPACTS ATTENDUS À CE STADE ET LEUR ÉVALUATION
- 2.6. LES MESURES ENVISAGÉES
- 2.7. LES SOURCES UTILISÉES

# 1. ACOUSTIQUE SOUS-MARINE

## 1.1 PRÉSENTATION DE LA THÉMATIQUE

Le monde sous-marin est tout sauf silencieux. Le bruit sous-marin est un chœur sonore qui est composé de trois familles de bruits : tout d'abord les bruits naturels, ceux provoqués par le déferlement des vagues, les épisodes de pluie, les craquements sismiques de la terre, etc. Ensuite, les bruits biologiques, générés par toute la biodiversité marine, des plus petits comme les crevettes, aux plus grands comme les dauphins ou les baleines. Enfin, les bruits dits anthropiques, générés par les activités humaines en mer, telles que le trafic maritime, les travaux maritimes, les explorations offshore, les projets d'énergies renouvelables, etc.

Le milieu marin a la propriété d'assurer une propagation importante des ondes sonores. Les principales sources de bruits provoqués par des activités humaines en milieu marin sont le trafic maritime, les émissions sonar et les travaux et ouvrages en mer. Cette dernière source comprend les travaux d'installation d'éoliennes en mer et notamment les opérations de mise en place des fondations d'éoliennes nécessitant le battage et/ou le forage de pieux. La figure ci-contre donne une idée des niveaux de pression acoustique sous-marine, en fonction de la source d'émission.

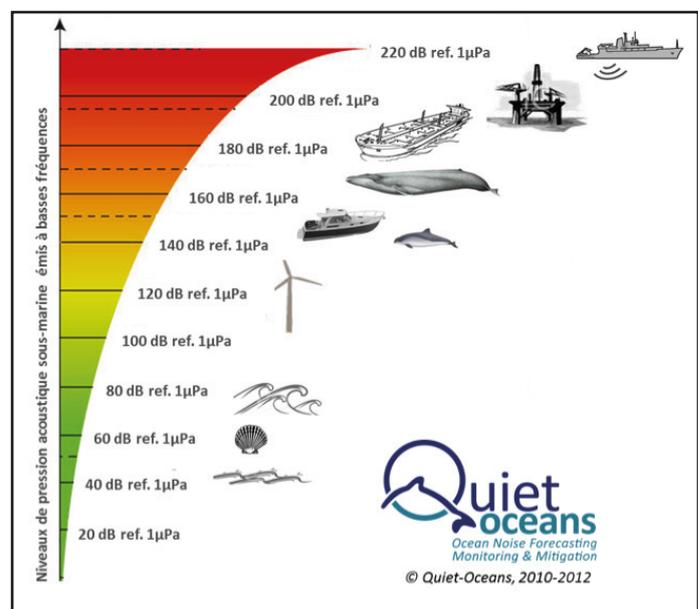


Figure 1 : Echelle qualitative des niveaux de bruits sous-marins émis à un mètre dans une bande basse fréquence de quelques kHz. (Source Quiet-Oceans)

Ces opérations peuvent avoir un impact sur la faune marine et plus particulièrement les mammifères marins qui utilisent l'acoustique pour s'orienter, pour chasser et pour communiquer. Les réactions des mammifères marins exposés au bruit peuvent être de différentes sortes, de l'indifférence au changement de comportement (fuite, évitement) selon l'espèce concernée, l'intensité du bruit et la durée d'exposition.

Les mammifères marins regroupent principalement les pinnipèdes (phoques) et les cétacés (dauphins, marsouins, rorquals,...). Notons que les poissons et les invertébrés peuvent aussi être impactés par une exposition sonore sous-marine.

L'un des enjeux principaux est donc de limiter la perturbation de ces espèces qui pourrait être induite par l'introduction de sources sonores sous-marines, lors des phases de construction, d'exploitation et maintenance, et de démantèlement.

## 1.2. GLOSSAIRE

### **Bruit ambiant (sous-marin)**

Est défini comme l'ensemble des bruits sans distinction de leur nature, et qui inclut donc les sources de bruit identifiables ou non (Dekeling et al., 2013). Ce bruit de fond peut donc avoir des origines à la fois naturelles (vent, vagues, courants, précipitations, banquise ...), biologiques (cétacés, organismes benthiques, ...) et anthropiques (trafic maritime, sonars, prospections sismiques, répulsifs acoustiques, forages offshore, recherches acoustiques scientifiques...)

### **CRMM**

Centre de Recherche sur les Mammifères Marins appelé maintenant Pélégis

### **DCSMM**

Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin

### **dB réf. 1µPa**

Unité de pression acoustique, avec dB signifiant décibels et µPa, micro Pascal ; La référence en acoustique sous-marine est de 1µPa, contrairement aux dB dans l'air qui utilisent une autre référence. Les échelles de bruit dans l'eau et dans l'air ne peuvent donc pas être comparées

### **Hydrophone**

Microphone sous-marin permettant de mesurer la pression acoustique

### **Mégafaune marine**

Mammifères marins, tortues marines et grands pélagiques (thons,...)

### **Modélisation**

Simulation numérique issue d'un modèle physique

## 1.3. L'ÉTAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ACTUELLES

Le bureau d'étude QUIET-OCEANS, expert en acoustique sous-marine, a réalisé une pré-analyse de l'état sonore initial de la zone allant du Finistère Sud à la Côte Basque et plus particulièrement de la zone de projet. L'estimation globale de l'état sonore initial sommaire a été obtenue par modélisation ; elle consiste en une cartographie saisonnière des niveaux de pression acoustique issus des activités humaines considérées (trafic commercial, ferry, pêche et plaisance).

Les niveaux sonores obtenus par simulation numérique montrent tout d'abord que l'ambiance acoustique n'est pas homogène sur l'aire d'étude (Figure 2), qui est bruitée par les activités humaines maritimes existantes :

- Trafic maritime commercial côtier et au large ;
- Trafic de ferries (marchandise et passagers) entre l'Ile d'Yeu et le continent (Belle-Ile/Ile d'Yeu) ;
- Trafic de navires de pêche au large et côtière ;
- Trafic de plaisance (à moteur) avec une variabilité saisonnière importante.

Selon les prévisions préliminaires de QUIET OCEANS, le bruit large bande moyen issu des activités humaines existantes devrait pouvoir varier de 10 à 15 dB réf. 1µPa en fonction des endroits. Au-delà des zones d'approche des principaux ports, 3 zones présentent des bruits anthropiques (d'origine humaine) plus importants, la tendance étant plus marquée en été (cf. figure 2) :

- Une bande côtière délimitée par une ligne Belle-Ile/Ile d'Yeu ;
- Une zone au sud-ouest de la zone propice, centrée autour de 46°30'N-3°W ;
- Une zone le long de la rupture bathymétrique entre le plateau et le talus continental (correspondant à une augmentation de la profondeur).

En été, les activités saisonnières (plaisance et trafic de ferries vers les îles), plus importantes, induisent globalement plus de bruit dans la zone côtière. En hiver, le bruit médian est relativement équivalent sur ces trois zones. Les conditions océaniques (notamment des petits fonds) ne sont pas favorables à la propagation de ces bruits sur de très grandes distances vers le large.

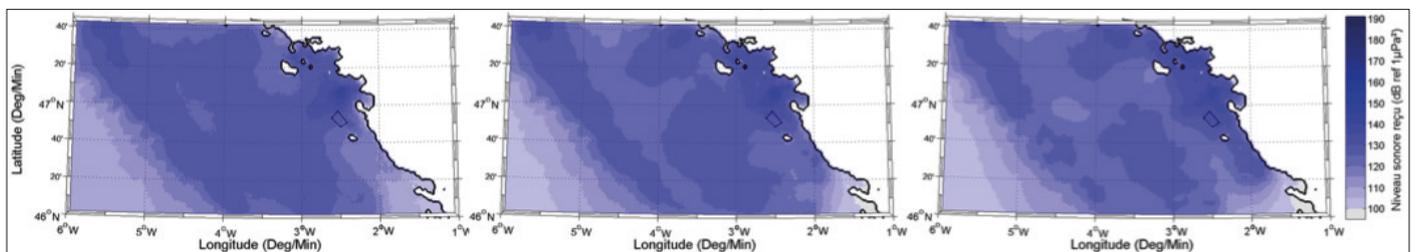


Figure 2 : Cartes saisonnières (hivers/printemps/été) non-calibrées de bruit anthropique médian obtenues par modélisation (Source : QUIET-OCEANS)

Ainsi, ces premières estimations indiquent que le bruit existant présente :

- Une variabilité saisonnière très significative principalement liée aux propriétés océanographiques dynamiques du Golfe de Gascogne ;
- Une géométrie des zones d'émergence dépendante des conditions bathymétriques et de la présence des îles aux abords du parc.

S'agissant des enjeux de la zone, une étude préliminaire a été effectuée par Pélégis sur la mégafaune marine présente sur la zone (cf. synthèse d'études mégafaune marine) et souligne la présence de certaines espèces comme le Dauphin commun ou le Marsouin commun, les Tortues luth et caouanne. Notons également que les mammifères marins utilisent l'acoustique différemment selon quatre catégories (Southall et al., 2007):

- Les pinnipèdes;
- Les cétacés basse fréquence (les grandes baleines) ;
- Les cétacés moyenne fréquence, (les grands plongeurs et les grands delphinidés) ;
- Les cétacés haute fréquence, (les petits delphinidés et les marsouins) ;

Ces espèces requièrent donc une attention particulière.

La modélisation spatio-temporelle préliminaire des opérations de construction, maintenance, exploitation et démantèlement du parc a permis d'estimer l'émergence sonore du projet, selon différentes saisons et hypothèses de types de fondations. L'étude acoustique préliminaire indique des impacts potentiels moins importants pour les fondations jacket (option privilégiée à confirmer) que pour les fondations monopieux et que les opérations de forage ou dragage présentent également des niveaux de risques inférieurs aux opérations de battage.

## 1.4. LES ÉTUDES À VENIR

Afin de réduire les incertitudes de la pré-analyse (effets cumulatifs, évaluation des impacts biologiques,...) et de calibrer les états sonores initiaux et les émergences sonores du projet, le maître d'ouvrage réalise actuellement une étude acoustique complémentaire, mettant en œuvre en particulier des mesures acoustiques sous-marines *in situ* et de nouvelles modélisations prenant en compte les derniers arbitrages techniques.

La méthodologie mise en œuvre est similaire à celle de la pré-étude réalisée. Elle vise à une caractérisation de l'état acoustique de référence et à l'approfondissement de l'étude d'impact acoustique sous-marine du projet, par une combinaison de modélisations et de mesures acoustiques. Elle permettra plus précisément de :

- Calibrer l'ensemble des cartes produites lors de la pré-étude à l'échelle du bassin (cartes sonore, caractérisations spectrales et cartes de risques par espèces) ;
- Caractériser la diversité sonore sous-marine, du point de vue anthropique, naturel et biologique ;
- Fournir les éléments d'étude et les analyses des effets sonores potentiels du projet pour l'étude d'impact sur l'environnement.

La réalisation de campagnes de mesures *in situ* s'effectuent selon deux thématiques :

- Acoustique passive : la mise en place d'hydrophones posés sur le fond, sur le site permettent d'une part de calibrer les cartes du bruit existant, et d'autre part d'évaluer la présence de cétacés dans la zone d'étude en complément des observations visuelles menées par ailleurs ;
- Acoustique active : des émissions sonores calibrées permettent de calibrer la propagation des sons dans la zone du futur parc et ainsi de calibrer les empreintes sonores des opérations liées au projet ;

Ces campagnes acoustiques, réalisées par le bureau d'étude QUIET-OCEANS permettront de répondre aux attentes de caractérisation de l'état acoustique de référence, d'information sur la fréquentation de l'aire d'étude par les cétacés et d'évaluation des impacts acoustiques du projet éolien en mer.

Les résultats obtenus viendront compléter les études plus spécifiquement relatives à la mégafaune marine qui seront également mises en place (cf. fiche thématique mégafaune marine) du fait de la sensibilité particulière de ses espèces.

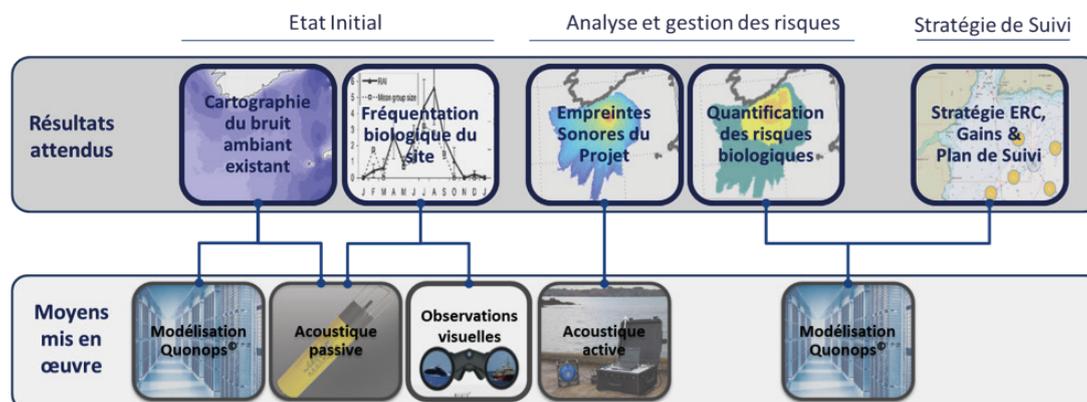


Figure 3 : Méthodologie d'évaluation des impacts acoustiques et de définition d'une stratégie de gestion et de réduction adaptée. (Source : QUIET OCEANS)

## 1.5. LES IMPACTS ATTENDUS À CE STADE ET LEUR ÉVALUATION

A noter que le Maître d'Ouvrage privilégie, lorsque c'est possible, les techniques les moins impactantes pour l'environnement.

La thématique de l'acoustique sous-marine est intimement liée à celle de la mégafaune marine et plus particulièrement des mammifères marins en raison de leur sensibilité auditive (Southall et al. 2007). Les effets potentiels sur les autres espèces (poissons, invertébrés) (Popper et al. 2014) seront abordés dans les études complémentaires.

Les niveaux de risques seront classés en cinq catégories (Figure 3) :

- Un premier niveau de risque correspondant à la zone en dehors du périmètre de l'empreinte sonore, c'est-à-dire à des niveaux inférieurs aux niveaux de bruit existant actuellement ;
- Un deuxième niveau de risque correspondant aux niveaux perceptibles par les espèces mais qui ne sont pas susceptibles d'entraîner des modifications comportementales ;
- Un troisième niveau de risque correspondant à des niveaux sonores perceptibles susceptibles d'entraîner des modifications du comportement sans dommages physiologiques directs ;
- Un quatrième niveau de risque correspondant aux niveaux susceptibles d'entraîner des dommages temporaires des capacités auditives des espèces ;
- Un cinquième niveau de risque correspondant à des niveaux susceptibles d'entraîner des dommages physiologiques permanents et irréversibles des capacités auditives des espèces.

Les impacts potentiels attendus sont différenciés selon les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement.

## 1.5.1 IMPACTS ATTENDUS EN PHASE DE CONSTRUCTION

Les perturbations sonores liées à la construction dépendent du type de fondation, du nombre d'éoliennes, de la durée du chantier, des espèces présentes, de leur sensibilité propre ainsi que des techniques mises en œuvre.

La construction implique aussi la présence de nombreux navires et barges qui accroissent localement l'introduction de bruit. Le forage (forer les pieux par l'utilisation d'une fraise), utilisé pour l'implantation des éoliennes, génère un bruit continu de moindre amplitude que le battage (enfoncer un pieu en frappant son sommet à l'aide d'un marteau hydraulique), mais de nature différente. Ces opérations sont limitées dans le temps et dans l'espace, ainsi l'impact sonore direct est circonscrit à la durée du chantier.

Ainsi en fonction des techniques qui seront mises en œuvre, les éventuels dommages physiologiques représentent des niveaux de risques sur les mammifères

marins très variables en intensité et en dimension.

L'étude acoustique permettra de cartographier avec précision les étendues des zones de risques pour chaque espèce, en fonction des choix techniques et du planning général des travaux.

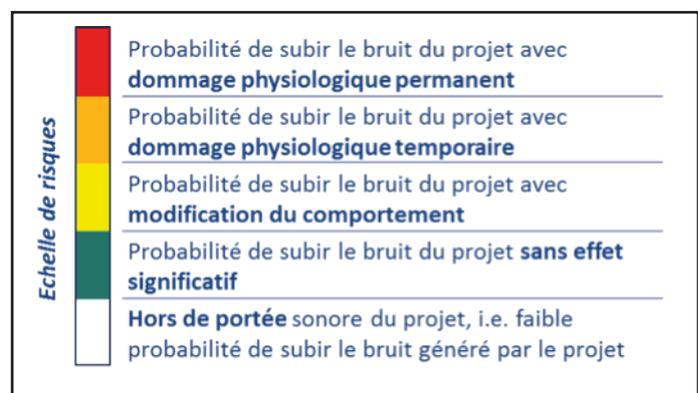


Figure 3 : Echelle des risques sonores utilisés pour l'étude (Source : QUIET-OCEANS)

## 1.5.2 IMPACTS ATTENDUS EN PHASE D'EXPLOITATION

Le bruit des éoliennes en rotation se transmet par le mât de l'éolienne jusqu'à la mer. Ainsi le fonctionnement des éoliennes engendre une augmentation locale du bruit sous-marin. Toutefois, les impacts potentiels en phase d'exploitation sur les mammifères marins seront bien moins notables que ceux en phase de chantier. De nombreux auteurs scientifiques considèrent que les niveaux sonores des parcs en fonctionnement ne sont pas susceptibles d'engendrer des perturbations pour les mammifères marins. Les modélisations réalisées dans l'étude de QUIET OCEANS ont montré que les niveaux de pression acoustique engendrés par les vibrations des éoliennes en exploitation, quelles que soient les fréquences, n'augmentent pas le niveau sonore ambiant de façon significative.

## 1.5.3 IMPACTS ATTENDUS EN PHASE DE DÉMANTÈLEMENT

En phase de pré-étude, en l'absence de données techniques sur les opérations de démantèlement, les impacts potentiels de la phase de démantèlement sont considérés comme similaires à ceux de la phase de construction.

## 1.6. LES MESURES ENVISAGÉES

Pour rappel, conformément au Grenelle de l'environnement, une meilleure intégration de l'environnement dans l'élaboration des projets et la prise de décision est appliquée grâce à la doctrine 'ERC' : Eviter, Réduire, Compenser.

Différentes mesures d'évitements ou de réduction sont susceptibles d'être mises en œuvre dans l'éventualité où les niveaux de risques le nécessiteraient. Parmi elles :

- Planter des aérogénérateurs de très grande puissance pour réduire l'ensemble des impacts. Le maître d'ouvrage a choisi des éoliennes de grande puissance (8 MW) permettant ainsi de réduire leur nombre et la durée du chantier avec comme conséquence directe une réduction de l'impact acoustique.
- Réduire l'impact acoustique des travaux sur les espèces mobiles sous-marines grâce à un éloignement préalable

Afin de réduire l'impact acoustique des travaux en mer sur les espèces mobiles, le maître d'ouvrage envisage le protocole suivant :

- Mettre en place des avertisseurs sonores, avec toutes les précautions d'emploi nécessaires, pour éloigner les mammifères marins et les poissons de la zone. Ces « pingers » (figure 4) sont des émetteurs étanches qui produisent des impulsions sonores capables de repousser les animaux marins sensibles aux nuisances sonores sans les blesser ;
- Avant d'entamer toute émission, le Maître d'Ouvrage dédiera au moins 30 minutes d'observation pour s'assurer qu'il n'y a aucun mammifère marin au sein de la zone de travaux ;
- Procéder à un démarrage progressif des opérations présentant des risques de dommage physiologiques ;
- Si la pertinence des rideaux de bulles ou d'autres systèmes de réduction du bruit généré (pour entraver la propagation du son) est avérée et nécessaire, leur déploiement pourra s'effectuer.
- Concevoir et dimensionner les aérogénérateurs (nacelle et rotor) afin de réduire les vibrations et le bruit émergent et ainsi réduire l'impact potentiel sur les espèces sensibles. La conception même de l'éolienne vise toujours à réduire le bruit émis

durant son fonctionnement. Cela passe par une isolation sonore des éléments bruyants ainsi que par une recherche et une amélioration perpétuelle des techniques de conception des machines.

- Concevoir les éoliennes afin de réduire les vibrations et leur transmission et ainsi réduire l'impact potentiel sur les espèces sensibles. Dans le but de réduire l'impact sonore des éoliennes en fonctionnement, plusieurs mesures sont prises dans la conception des éléments de l'aérogénérateur comme par exemple la réduction du bruit mécanique par conception de la boîte de vitesse.



Figure 4 : Exemple de modèle de pinger  
(Source : Rapport IFREMER)

Enfin le Maître d'Ouvrage souhaite approfondir les connaissances des impacts biologiques liés aux empreintes sonores des projets Eoliennes en Mer Dieppe Le Tréport et Iles d'Yeu et de Noirmoutier pendant la phase de construction et a mis en place un projet de recherche et développement « RESPECT ». Ce projet consiste à analyser et comprendre les impacts des émissions sonores sur la faune marine afin de développer des solutions de réduction du transfert de bruit vers le milieu marin. Cette étude sera réalisée en collaboration avec différents partenaires: Quiet-Oceans, Pélagis, l'Université du Havre, l'institut Langevin et Cathie Associates.

## 1.7. LES SOURCES UTILISÉES

- Doctrine ERC, <http://www.developpement.durable.gouv.fr/doctrine-eviter-reduire-et,28438.html>
- Etude préliminaire des incidences sonores du projet du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, Quiet Océans, novembre 2013.
- Pelagis, Etude préliminaire des effets potentiels de l'implantation d'un parc éolien en mer sur le secteur des îles d'Yeu et de Noirmoutier, volet mammifères marines, tortues marines et grands pélagiques, Observatoire Pelagis/ Université de La Rochelle, 2013
- Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Ainslie, M.A., Andersson, M., André, M., Castellote, M., Borsani, J.F., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Liebschner, A., Pajala, J., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Van der Graaf, A.J., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V., Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas - 2nd Report of the Technical Subgroup on Underwater noise (TSG Noise), 2013.
- Southall, B. L., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene, C.R., Jr., Kastak, D., Ketten, D. R., Miller J. H., Nachtigall P. E., Richardson W. J., Thomas J.A. and Tyack L. T., 2007, Marine mammal noise-exposure criteria: Initial Scientific recommendations, *Aquatic Mammals*, 33(4) : 1-121
- Popper A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson T. J., Coombs S., Ellison, W. T., Gentry R. L., Halvorsen M. B., Løkkeborg S., Rogers P. H., Southall, B. L., Zeddis, D. G., Tavolga, W. N., 2014, Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles, *Acoustical Society of America*.

## 2. ACOUSTIQUE AÉRIENNE

### 2.1. PRÉSENTATION DE LA THÉMATIQUE

La réglementation sonore applicable aux éoliennes en mer est celle concernant les bruits de voisinage (articles R. 1334-30 et suivants du code de la santé publique). Elle repose sur le principe du respect des seuils réglementaires d'émergence sonore, établi à partir d'une comparaison entre le bruit résiduel (sans éoliennes) et le bruit ambiant (éoliennes en fonctionnement), auprès des habitations les plus proches. Les seuils réglementaires sont de 5 dB(A) le jour et 3 dB(A) la nuit.

Le bruit résiduel dans un environnement côtier est important : bruit du vent, des vagues frappant la côte, des oiseaux marins, etc. La littérature suggère un bruit moyen

compris entre 50 et 65 dB(A) à 25 m en retrait de la ligne côtière. De nuit, ce bruit moyen est compris entre 30 et 40 dB(A). Plus à l'intérieur des terres, le niveau sonore varie localement, du fait de la circulation routière, des écrans formés par le bâti et la végétation, etc. Les niveaux acoustiques habituellement rencontrés en zone rurale sont compris entre 30 et 60 dB(A) de jour, et entre 20 et 45 dB(A) de nuit.

Les enjeux porteront sur la préservation de l'ambiance sonore en particulier sur l'aire d'étude intermédiaire : sur Noirmoutier-en-Ile et l'Ile d'Yeu, ainsi que pour les plaisanciers et pêcheurs.

### 2.2. GLOSSAIRE ET DÉFINITIONS

#### **Bruit ambiant**

Bruit total existant pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées (y compris le bruit particulier de l'activité considérée).

#### **Bruit résiduel**

Bruit ambiant, en l'absence du bruit particulier de l'activité considérée.

#### **Emergence**

Différence entre le niveau de bruit ambiant comportant le bruit particulier de l'activité considérée, et celui du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, dans un lieu donné correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement normal des équipements.

## 2.3. L'ÉTAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ACTUELLES

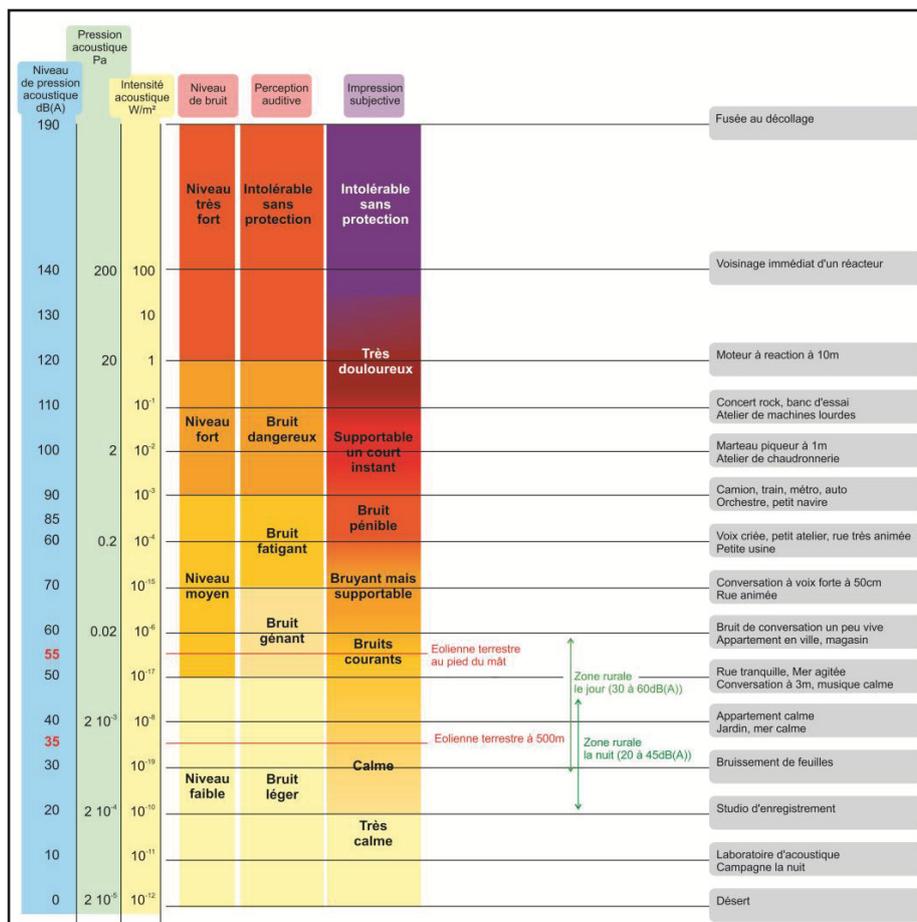


Figure 1 : Échelle de bruits (Source : Egis 2013)

L'étude bibliographique réalisée par EGIS en 2013 apporte les premiers résultats suivants pour la qualification de l'ambiance sonore initiale sur l'aire d'étude :

- En mer et en bordure du littoral, le bruit ambiant est estimé autour de 30 - 40 dB(A) pour une mer calme ; en cas de vent et/ou de houle à des niveaux sonores de 50 dB(A).
- Plus à l'intérieur des terres, dans l'aire d'étude intermédiaire (incluant Noirmoutier-en-Ile et l'île d'Yeu), le niveau sonore varie localement du fait de la circulation routière,... L'ambiance sonore est altérée ponctuellement par les nuisances sonores liées au trafic routier, maritime et aérien (aérodrome de l'île d'Yeu).
- Sur l'aire d'étude éloignée (englobant la bande « rétro-littorale »), l'ambiance sonore est également qualifiée de calme. De même, des nuisances sonores ponctuelles modifient localement le niveau sonore : trafic routier et maritime, activité industrielle, agglomération.

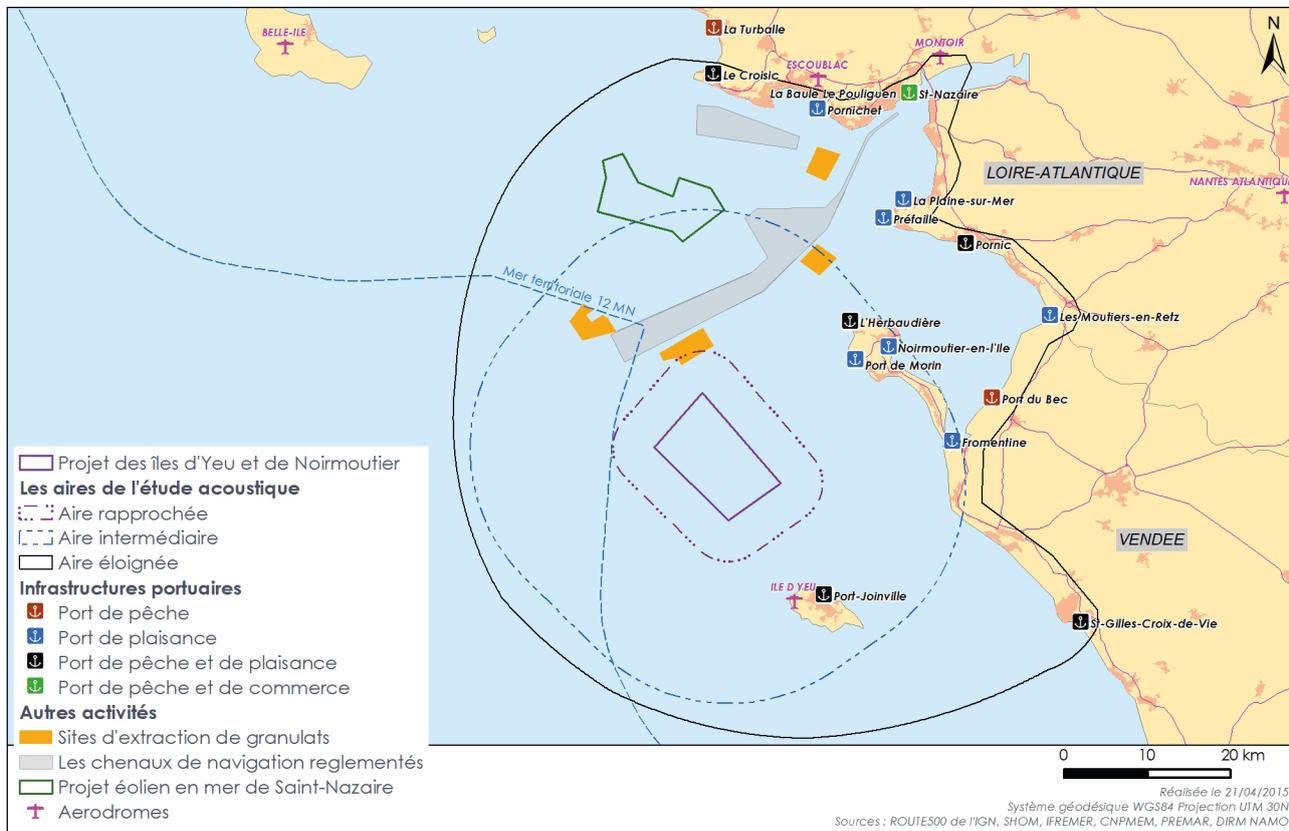


Figure 2 : Aires d'étude du volet acoustique aérien (Source : Egis 2013)

## 2.4. LES ÉTUDES À VENIR

L'étude préliminaire menée par EGIS (2013) a permis d'évaluer les niveaux de bruit aérien généré par le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier en fonctionnement et de conclure à l'absence d'impact acoustique au niveau de la côte. Le parc éolien, situé au plus proche à 12 km de l'île d'Yeu, ne sera en effet pas à l'origine d'une émergence de 3 ou 5 dB(A) sur la côte (seuils réglementaires).

Les simulations (modèle de propagation du bruit WindPRO) ont été réalisées par le bureau d'étude ABIES sur la base d'hypothèses liées notamment aux caractéristiques techniques des machines telles que définies en octobre 2013 (puissances acoustiques des machines source d'émissions...). Les résultats ont été interprétés au regard des normes en vigueur.

Aucune campagne de mesures de l'ambiance sonore sur la côte n'a toutefois été réalisée à ce jour et les caractéristiques techniques du parc ont évolué dans le cadre de la poursuite de la définition du projet.

Par conséquent, afin de confirmer et d'affiner les résultats de cette précédente étude acoustique, il convient de réaliser :

- D'une part, des mesures *in situ* du bruit ambiant (depuis plusieurs points du littoral) afin de caractériser l'ambiance sonore sur le littoral face au projet et de permettre un meilleur ajustement du modèle informatique ;
- D'autre part, de nouvelles simulations de propagation du bruit du parc sur la base de nouvelles hypothèses intégrant les éventuelles évolutions techniques du projet (position des éoliennes, puissances acoustiques des éoliennes, hauteur...) et les résultats des mesures *in situ*.

Ces études permettront d'affiner tant les connaissances sur l'état sonore initial que l'impact acoustique potentiel du parc.

## 2.5. LES IMPACTS ATTENDUS À CE STADE ET LEUR ÉVALUATION

L'étude acoustique aérienne d'un parc éolien en mer s'intéresse aux impacts des émissions sonores durant les différentes étapes du projet sur les populations riveraines. Elle consiste en un calcul de l'émergence sonore liée aux opérations de chantier ainsi qu'au fonctionnement du parc au droit des habitations ou sites sensibles du littoral ainsi qu'à l'étude de sa propagation depuis la source.

## 2.5.1 IMPACTS ATTENDUS EN PHASE DE CONSTRUCTION

La construction du parc éolien en mer génèrera une augmentation des sources et des niveaux sonores de par la présence de bateaux et les activités de construction. Ces effets seront temporaires.

Les mesures de bruit aérien effectuées lors des travaux d'implantation du mât de mesure météorologique du parc éolien de Rampion, situé à 13,5 kilomètres au large de la côte du Sussex (Angleterre), ont montré que les opérations de battage du monopieu étaient inaudibles depuis le rivage. Notons que le diamètre de ce monopieu est supérieur à ceux des pieux envisagés pour assurer l'ancrage des fondations jacket du présent projet, ce qui laisse présager des impacts acoustiques moindres pour le projet éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier d'autant que le forage moins bruyant sera privilégié par rapport au battage.

Etant donnée la distance entre les éoliennes les plus proches du projet et l'île d'Yeu (12 km), les niveaux sonores susceptibles d'être perçus dans les zones habitées ne sont pas significatifs.

En revanche, les usagers de la mer passant à proximité de la zone pourront entendre le bruit des travaux.

A ce titre, les modélisations passées montrent que les niveaux sonores aériens attendus en mer à 200 mètres de la source, sont de 43 dB(A) pour les bruits des navires et de 63 dB(A) pour le battage de pieux. Selon l'échelle de bruit présentée ci-après, cela correspond respectivement à l'environnement sonore d'une chambre calme voire d'une conversation à voix normale et pour le battage à un environnement de travail voire un grand magasin.

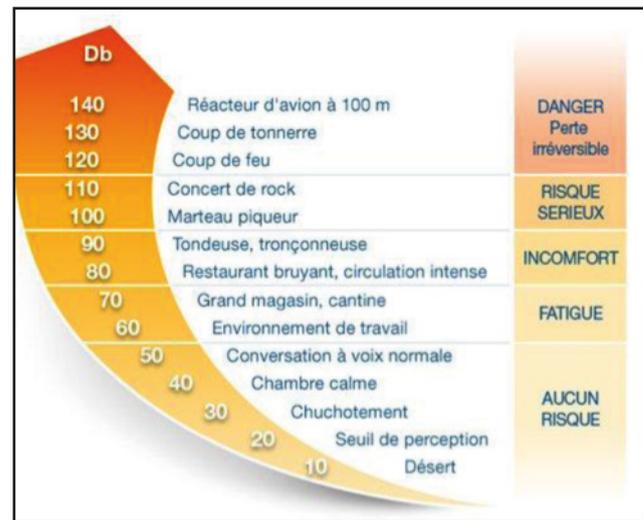


Figure 3: Echelle de bruit. La fréquence des sons audibles par l'homme est comprise entre 15 Hz (son grave) et 15 kHz (son aigu)  
(Source : [www.audiopros.fr](http://www.audiopros.fr))

Un périmètre de sécurité, de l'ordre du kilomètre, sera instauré autour des opérations d'installation afin de protéger les usagers de la mer des potentielles nuisances sonores.

Les émissions sonores des activités de chantier sur le site ne seront a priori pas perceptibles depuis la côte ou les îles en raison de l'éloignement du parc. De même, il est fort probable que les niveaux perceptibles en mer n'engendreront aucune gêne notable au-delà du périmètre de sécurité.

Les études complémentaires en cours permettront de confirmer ces premières conclusions.

## 2.5.2 IMPACTS ATTENDUS EN PHASE D'EXPLOITATION

Le bruit d'une éolienne est la somme de plusieurs facteurs caractérisant la puissance acoustique théorique de l'éolienne :

- Le bruit mécanique, essentiellement perceptible au démarrage de l'éolienne ; il est dû aux différents mécanismes présents dans la nacelle ;
- Le bruit aérodynamique, dû à la rotation des pales dans l'air et au passage de la pale devant le mât.
- De façon globale, la perception sonore d'une éolienne est fonction de l'éloignement de l'individu ;
- Plus l'éloignement est important, plus la perception sonore est faible ;
- La décroissance sonore est importante entre 0 et 150 m d'éloignement ;
- Si le niveau sonore au pied de l'éolienne est d'environ 60 dB(A), il n'est plus que d'environ 42 dB(A) à 250 m et 36 dB(A) à 500 m.

Ces niveaux sont largement en deçà des niveaux pouvant engendrer un inconfort ou une fatigue chez l'homme, même au sein du parc (figure précédente).

Les bruits particuliers estimés par la modélisation acoustique aérienne sont représentés sous la forme d'une carte d'iso-contours (carte ci-après). Ils appellent les commentaires suivants :

- Les niveaux maximaux estimés à 1 km de la zone propice sont de l'ordre de 45 dB(A) ;
- Au-delà du parc, les niveaux décroissent en fonction de l'éloignement ; ils sont inférieurs à 40 dB(A) à partir d'environ 3 km du parc et sont inférieurs à 35 dB(A) à partir d'environ 4 km du parc ;
- Au niveau de la côte, l'impact sonore du parc sera voisin de 5 dB(A), ce qui est largement inférieur au bruit résiduel sur la côte, en période nocturne, estimé entre 30 et 40 dB(A).

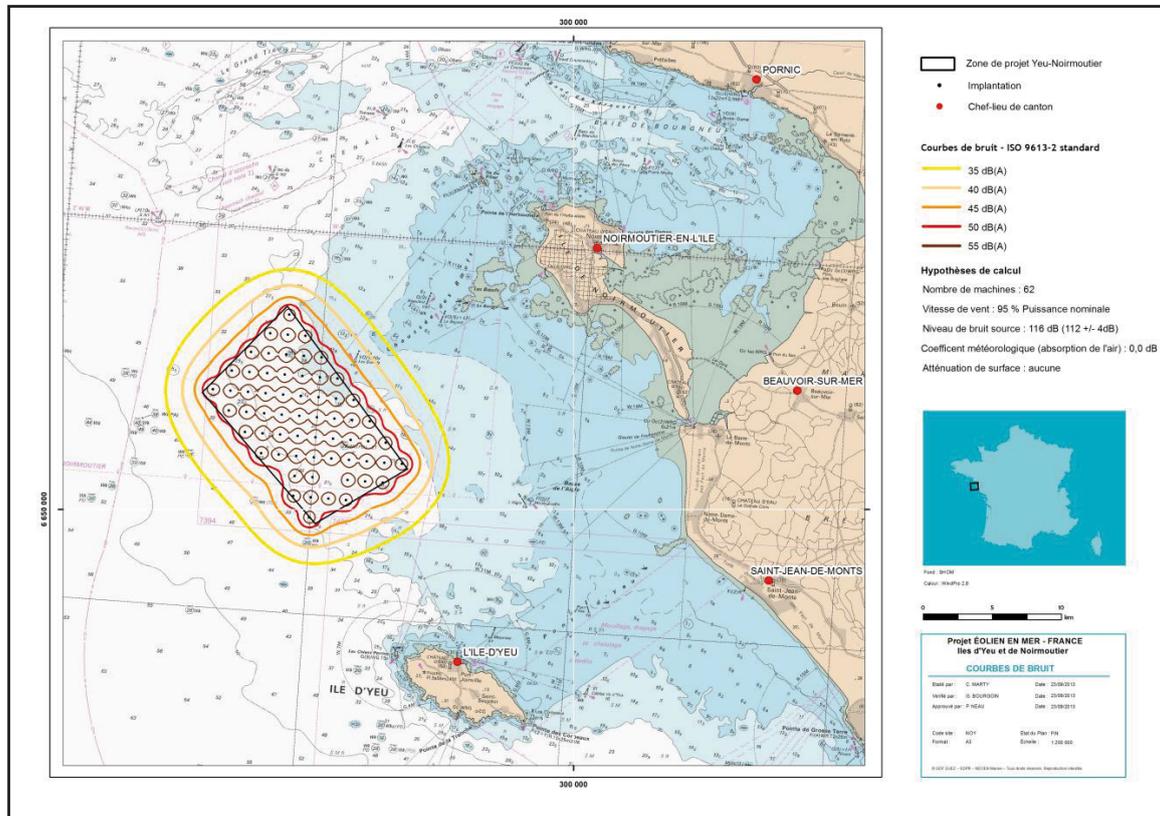


Figure 4 : Modélisation iso-contours des émissions acoustique du parc en phase fonctionnement (Source : ABIES)

Les retours d'expérience des parcs éoliens en mer existants montrent qu'en raison de l'éloignement des éoliennes de la côte et des bruits déjà présents dans l'environnement (vagues, vent, etc.), le bruit des éoliennes n'est généralement pas perceptible depuis la côte. En effet, pour des distances d'éloignement du même ordre que le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier (12 km), les éoliennes en fonctionnement ne sont pas entendues depuis le littoral.

## 2.5.3 IMPACTS ATTENDUS EN PHASE DE DÉMANTÈLEMENT

En phase de démantèlement, l'impact acoustique aérien potentiel est considéré comme similaire à la phase de construction.

## 2.6. LES MESURES ENVISAGÉES

Les compléments d'études réalisées durant la phase de levée des risques devraient permettre de confirmer ces premières conclusions relatives aux impacts du projet sur l'acoustique aérienne. Si tel est le cas, cet impact étant négligeable, aucune mesure préventive ou réductrice d'impact ne sera envisagée à ce titre.

## 2.7. LES SOURCES UTILISÉES

- Évaluation des impacts acoustiques aériens du projet éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier, Évaluation des impacts acoustiques aériens, Egis eau, Novembre 2013
- Iles d'Yeu et de Noirmoutier, D12, Novembre 2013



