

Type de pollution	Les risques	Etat des connaissances actuelle (non exhaustif)
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> - Le niveau de pression acoustique d'un battage de pieu de 3m de diamètre à 30m de la source est de 205 dB (McKenzie Maxon), or au-delà de 180 dB cela peut provoquer des lésions chez certaines espèces de poissons et d'invertébrés. Le bruit est proportionnel au diamètre du pieu ; (5) - Addition des puissances sonores des éoliennes au sein d'un même parc ; - Rayons d'évitement de plusieurs centaines de kilomètres → conséquences à l'échelle populationnelle (17) ; - Conséquences directes du bruit sur l'ichtyofaune → perturbation des capacités de communication et de détection de l'environnement acoustique, changements de comportements, perte auditive, lésions tissulaires ou des dommages des organes situés autour de la vessie natatoire des poissons (1) (5) ; - Sur les invertébrés également → modification de l'alimentation, la croissance et le développement, des dommages physiques ou physiologiques, notamment des atteintes aux organes de l'audition et une modification de la composition sanguine. (1) (3) 	<ul style="list-style-type: none"> - Manque de connaissances sur les habitats marins, le manque de retours d'expériences à partir d'éoliennes posées sur la ressource halieutique et besoin d'études préliminaires avant tout déploiement ; (1) - Connaissance des effets du bruit des éoliennes en phase d'exploitation est parcellaire (1) ; Les travaux de recherche relatifs aux effets des bruits anthropiques sous-marins sur les invertébrés marins et les autres espèces restent peu nombreux (3) ; - Peu de retour d'expérience sur l'impact du bruit en phase de démantèlement. (11) (12)
Turbidité	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution diversité biologique → entraînant changements dans la composition des espèces et des fonctions écologiques perturbées (1) ; - Chute de la performance de nage (13) ; - Altérations physiologiques, bioénergétique et comportementales, perturbation des stades larvaires pouvant impacter durablement les populations locales, perturbation de la reproduction (14) ; - Obstruction des branchies des poissons (1) ; - Conséquences de la turbidité sur les invertébrés → étouffement, dérive (15). 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de suivi de la turbidité dans les parcs éoliens offshore français (seul, en cours, dans le parc de St Brieuc) (2). La turbidité n'est pas étudiée comme le souligne l'étude d'impacts du parc de St Nazaire (6) : « la hausse de turbidité, présumée modeste et temporaire d'après les travaux de modélisation (18), liée à la remise en suspension lors des travaux de forage/battage ou lors des opérations de dépôts des résidus de forage, n'aura pas d'impact direct sur les mammifères marins sur le site d'implantation car l'impact du bruit bien supérieur aura provoqué en amont leur fuite de la zone d'incidence. »
Pollutions chimiques (anodes sacrificielles)	<ul style="list-style-type: none"> - L'oxydation de ces anodes qui comportent du zinc et de l'aluminium induit la libération et diffusion d'éléments métalliques dans l'environnement.(1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Recommandé de procéder à des analyses de concentration in situ des anodes à proximité des installations (1) ; - Le projet de recherche ANODE (2020) → n'a pas pu conclure sur l'existence (ou non) d'un risque lié au relargage des contaminants métalliques issus des anodes galvaniques, en particulier sur l'aluminium, mais l'évaluation des risques n'a été réalisée qu'au niveau de la colonne d'eau. Projet de recherche est en cours d'évaluation pour acquérir les données manquantes

Champs électromagnétiques (CEM) des câbles	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la température de l'eau → impact très localisé, concerne les invertébrés benthiques, crustacés et poissons inféodés aux fonds marins ; - Comportement d'évitement ou d'attraction selon les espèces concernées, perturber le comportement migratoire (changement d'orientation, désorientation) et le métabolisme. Les élasmobranches sont particulièrement concernés par cette pression. (1) (8) 	<ul style="list-style-type: none"> - Un rapport IFREMER de 2019 conclut que les impacts sont considérés comme faible à moyen (sur la base des résultats de travaux scientifiques et sur du « dire d'expert ») pour les CEM mais met en évidence la méconnaissance des effets cumulés sur l'ichtyofaune. (9) - Une étude anglaise de 2021 conclut que les crabes bruns seraient attirés par les câbles tant et si bien qu'ils seraient obligés de rester là où ils sont. Cela provoquerait des changements biologiques, cellulaires qui pourraient affecter leurs habitudes de migration. (8)
Hydrodynamisme	<ul style="list-style-type: none"> - Impacts sur le contrôle de la turbidité, de la sédimentation, de la salinité, de la température et de l'absorption de nutriments dans les systèmes côtiers, des conditions connues pour influencer le succès de la survie. (7) - Modification de la dynamique marine (4) 	<ul style="list-style-type: none"> - Etudes, en nombre, de modélisation et d'observation pour quantifier les impacts hydrodynamiques et associés des parcs éoliens offshore sur les écosystèmes. Les principaux 2 impacts étudiés : les modifications du champ de vent et le frottement induit par la structure dans la colonne d'eau. (7)
Effet récif	<ul style="list-style-type: none"> - Incertitudes sur l'impact de cet effet récif sur l'habitat naturel dans les zones environnantes et dépend fortement du type de récif créé, des populations indigènes et de l'emplacement. De plus, l'effet est spatialement limité à 400 m autour d'une turbine. (5) - Modifie la structure et le fonctionnement des écosystèmes → Prolifération d'espèces invasives majoritairement, modification de la connectivité dans ces écosystèmes. Une modification de la structure de l'écosystème marin, au bénéfice de certaines espèces, pourra entraîner une meilleure attractivité de l'habitat local pour certains mammifères marins comme le Grand dauphin (abondant en façade Atlantique). Ainsi ce changement de comportement et/ou de la répartition spatiale de ces mammifères est susceptible d'entraîner un déséquilibre de l'écosystème marin. (1) - Les retours d'expériences des pêcheurs britanniques, écossais, belges et néerlandais mettent en avant la non observation de cet effet récif et attestent même d'une baisse de la ressource halieutique au sein des parcs. - Effet-récif inverse produit sur le milieu pélagique et donc les cétacés (et les poissons pélagiques) → effet de la présence d'énormes structures aériennes sur les cétacés qui ont une bonne vue et qui pourraient être repoussés en dehors du parc (1). 	<ul style="list-style-type: none"> - La prédiction des changements et de leur portée écosystémique ne peut être envisagée que grâce à un effort de monitoring intégrant toutes les disciplines écologiques sur un bassin entier, et non au cas par cas et espèce par espèce (1) (16).

<p>Impacts cumulés</p>	<ul style="list-style-type: none"> - L'affaiblissement ou l'élimination d'une espèce en raison des impacts acoustiques peut avoir des répercussions sur les espèces associées ou dépendantes et modifier l'équilibre général de l'écosystème. - panaches turbides → l'impact sera supra-additif aux autres impacts identifiés par les différentes études d'impacts - Bioaccumulation par des organismes marins, résultant de la dispersion des anodes sacrificielles des multiples structures éoliennes dans l'environnement. → Déséquilibre de l'écosystème marin, perte ou modification de l'habitat (1) - Impacts cumulés résultant de la multiplication des parcs éoliens par façade. (1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Non prise en compte des impacts cumulés en mer. Pas de connaissances des impacts cumulés à long terme sur la vie marine et sur la perte d'habitats de plusieurs parcs éoliens. (1) - Groupe de travail ECUME pour le cadrage de l'évaluation des impacts cumulés de projets de parcs éoliens en mer (1) (10)
-------------------------------	--	---

Sources :

- (1) Conseil National de la Protection de la Nature, autosaisine du CNPN sur le développement de l'énergie offshore en France et ses impacts sur la biodiversité, le patrimoine naturel et les paysages, 6/07/2021 (notamment p.16, 23, 26, 27, 28, 31, 34, 69) ;
- (2) « L'impact environnemental du parc éolien de Saint-Brieuc suivi de près », 8/11/2021, article paru dans le Ouest France de Anne KIESEL <https://lemarin.ouest-france.fr/secteurs-activites/environnement/41436-limpact-environnemental-du-parc-eolien-de-saint-brieuc-suivi>;
- (3) §31 du Rapport du Secrétaire général « Les océans et le droit de la mer » présenté à l'Assemblée Générale des Nations-Unies, A/73/68, 20/03/2018 ;
- (4) OSPAR Commission, 2004: Problems and Benefits Associated with the Development of Offshore Wind-Farms. 18pages. Traduction ;
- (5) WWF-France (2019). Safeguarding marine protected areas in the growing Mediterranean blue economy. Recommendations for the offshore wind energy sector. PHAROS4MPAs project. 68 pages. Traduction ;
- (6) Parc éolien en mer de Saint-Nazaire « PROJET DE PARC EOLIEN EN MER DE SAINT-NAZAIRE Evaluation des incidences Natura 2000 », janvier 2015. p.141 ;
- (7) van Berkel, J., H. Burchard, A. Christensen, L.O. Mortensen, O. Svenstrup Petersen, and F. Thomsen. 2020. The effects of offshore wind farms on hydrodynamics and implications for fishes. Oceanography 33(4):108–117, Traduction ;
- (8) Scott, K.; Harsanyi, P.; Easton, B.A.A.; Piper, A.J.R.; Rochas, C.M.V.; Lyndon, A.R. Exposure to Electromagnetic Fields (EMF) from Submarine Power Cables Can Trigger Strength-Dependent Behavioural and Physiological Responses in Edible Crab, Cancer pagurus (L.). J. Mar. Sci. Eng. 2021, 9, 776 ;
- (9) Carlier, A., Vogel, C., Alemany, J. 2019. Synthèse des connaissances sur les impacts des câbles électriques sous-marins : phases de travaux et d'exploitation. Rapport IFREMER. 99 pp. + Annexes ;
- (10) Brignon, J.M., Nexer, M., Lèjart, M., Thiebaut, L., Michel, S., Quentric, S. 2021- Groupe de travail ECUME, note de recommandations pour le cadrage de l'évaluation des impacts cumulés de projets de parcs éoliens en mer. Inéris, 31 p. ;
- (11) synthèse des connaissances de la communauté scientifique sur l'impact acoustique des projets éoliens offshore sur la faune marine ; A.Jolivet , B. Kinda, D. Mathias et sous la direction de C. Gervaise ;

- (12) Zucco et al., 2006 ;
- (13) Berli et al.2014 ;
- (14) Kjelland, M.E., Woodley, C.M., Swannack, T.M. et al. A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environ Syst Decis* 35, 334–350 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2>. Traduction;
- (15) Herbert et Merkens 1961; Berry et al. 2003 ;
- (16) Lindeboom et al. 2015 ;
- (17) Harwwod et al. (2014) ;
- (18) ARTELIA, 2014