Les controverses de Mines Paris

L'éolien en mer

Atout essentiel de la transition énergétique ou nuisance inutile ?

Cynthia Balech
Louis Pont
Shuyu Ding
Maëlle Baronnet
Matthias Avice
Myrtille David
Xinbei Jiang
Matthieu Suire

2023

Cette publication a été réalisée par des étudiants en troisième année du cycle ingénieur de Mines Paris PSL Research University. Il présente le travail réalisé dans le cours intitulé « Descriptions de controverse », qui a pour objectif d'introduire les étudiants à l'univers incertain de la recherche scientifique et technique et de les sensibiliser aux enjeux de la participation citoyenne.

Mines Paris décline toute responsabilité pour les erreurs et les imprécisions que peut contenir cet article. Vos réactions et commentaires sont les bienvenus. Pour signaler une erreur, réagir à un contenu ou demander une modification, merci d'écrire à la responsable de l'enseignement : madeleine.akrich@mines-paristech.fr.

Introduction

Face au changement climatique, la France s'est lancée il y a quelques années dans le développement de la filière éolienne offshore[1]. Il s'agit d'une source d'énergie renouvelable et peu carbonée qui consiste en l'installation d'éoliennes non pas sur le continent comme la filière éolienne classique mais à quelques kilomètres des côtes, sous forme de parcs de grande puissance raccordés au réseau électrique français.

Ce développement de l'énergie éolienne en mer est notamment un objectif européen. Dans sa feuille de stratégie de développement des énergies marines renouvelables de 2020[2], la Commission européenne considère possible d'atteindre une capacité de 300 GW d'éolien en mer en 2050, avec une première étape de 60 GW en 2030. En France, la poursuite du développement de l'éolien en mer doit contribuer à l'atteinte de l'objectif de 40 % d'électricité renouvelable à l'horizon 2030, fixé par la loi de transition énergétique pour la croissance verte, adoptée en 2015. La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) 2019/2028 fixe comme objectif d'atteindre une capacité installée d'éolien en mer, posé et flottant, de 2,4 GW en 2023 et environ 5 GW en 2028[3]. La France s'est même engagée auprès du secteur éolien français à développer 40 GW de puissance éolienne offshore en France d'ici 2050 au cours du "Wind Deal" de 2022[4].

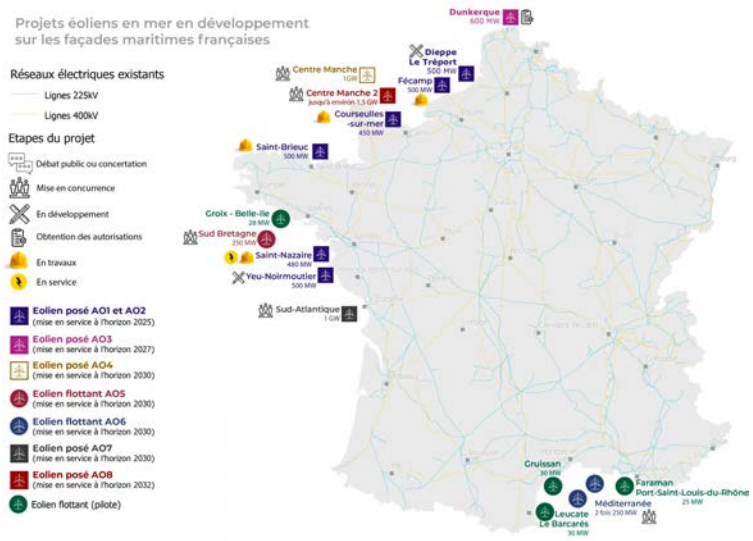
Aujourd'hui, plusieurs projets sont en construction sur la côte Atlantique et un parc est en service depuis 2022 au large de Saint-Nazaire. Sur la côte méditerranéenne, les projets ne sont pas encore attribués (Voir figure ci-dessous).

[1] Lenormand, A. (2011, 11, juil). "Eolien en mer : le premier appel d'offres est lancé". *BANQUE des TERRITOIRES.* Disponible sur https://www.banquedesterritoires.fr/eolien-en-mer-le-premier-appel-doffres-est-lance [Consulté le 2 janvier 2023].

[2] Anon. (2020). **Communication EU:** Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions - Une stratégie de l'UE pour exploiter le potentiel des énergies renouvelables en mer en vue d'un avenir neutre pour le climat. Bruxelle : Directorate-General for Energy, 32 Pages. Disponible sur https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=COM:2020:741:FIN [Consulté le 4 janvier 2023].

[3] Ministère de la transition écologique et solidaire. (2020). **Rapport**: Stratégie française pour l'énergie et le climat - Programmation pluriannuelle de l'énergie. Paris : Ministère de la transition écologique et solidaire, 400 Pages. Disponible sur https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf. [Consulté le 2 janvier 2023].

[4] Windflix, by W. (2022, 31, mar). "France commits to 40 GW offshore wind by 2050". *WindEurope.* Disponible sur https://windeurope.org/newsroom/news/france-commits-to-40-gw-offshore-wind-by-2050/. [Consulté le 2 janvier 2023].



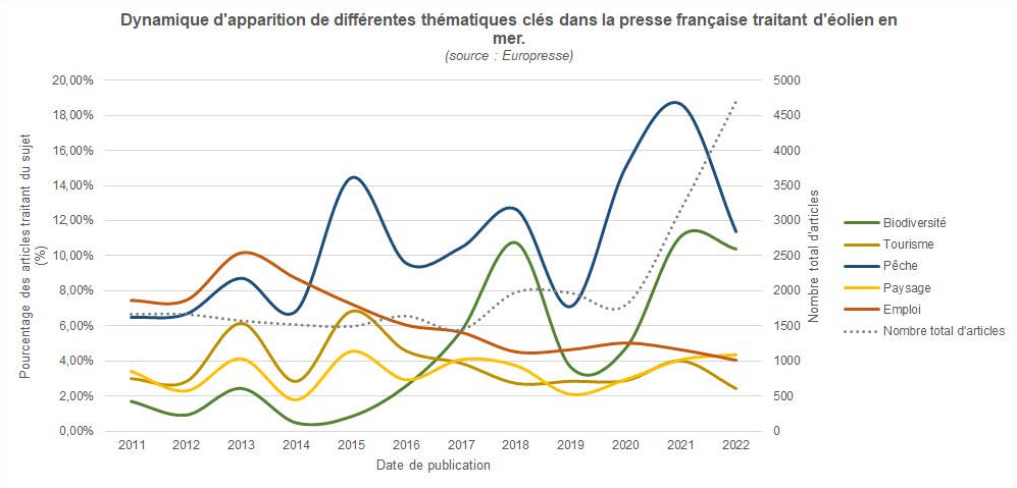
État des projets éoliens en mer en France au 1er janvier 2023. Source : Ministère de la Transition Écologique via leur site https://www.eoliennesenmer.fr/ (2023)

Si l'on s'intéresse à la chronologie du sujet, celui-ci est récent, avec une apparition du thème dans la presse nationale il y a une dizaine d'années seulement (Voir Figure ci-dessous).

Nombre de documents dans la presse Europress utilisant le terme "éolien en mer" dans le paragraphe introductif.

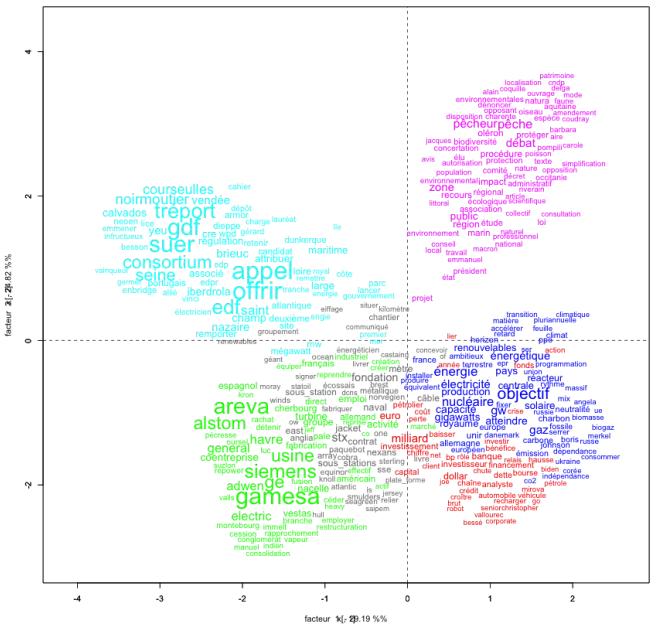
Le sujet éolien en mer fait son apparition vers 2011 avec le lancement du premier appel d'offres concernant cinq parcs sur la façade Atlantique. Depuis, ce sujet revient constamment dans l'actualité avec notamment le lancement et l'attribution de nouveaux appels d'offres. On note une particulière importance du sujet en 2018 avec la sortie de la nouvelle PPE et les annonces du gouvernement soulignant un objectif de poursuite intense du développement de l'éolien offshore. Puis cette hausse s'accentue davantage en 2021 et 2022 avec la sortie de l'eau du premier parc éolien à Saint-Nazaire puis sa mise en service et avec la signature du Wind Deal.

Cependant, l'éolien en mer ne fait pas consensus et se trouve à la base d'une véritable controverse. Cette dernière est **multi-facettes** et regroupe des enjeux autour des trois piliers, environnemental, politique et économique ainsi que de nombreux enjeux à la frontière de ces piliers comme la biodiversité, le tourisme, la pêche, les paysages, l'emploi, l'énergie, le pouvoir public…



Nombre de documents dans la presse Europresse utilisant le terme "éolien en mer" ou "éolien offshore" dans le paragraphe introductif et autre mot-clé recherché dans le paragraphe.

Ces thèmes reviennent régulièrement depuis le début de la controverse et occupent une part importante de la presse nationale (Voir Figure ci-dessus).



Analyse IRaMuTeQ sur le corpus de presse nationale éolien en mer.

Une analyse IRaMuTeQ (Voir Figure ci-dessus) permet également d'identifier les sujets récurrents dans le corpus national de l'éolien en mer. On y retrouve l'environnement (rose), les appels d'offres (cyan), l'industrie (vert), l'économie (rouge) et la transition énergétique (bleu).

L'identification des thèmes de controverse permet d'ores et déjà d'identifier que la controverse est **multi-échelles**. Des arguments locaux liés au tourisme, la pêche, le paysage, la biodiversité ou l'emploi peuvent s'opposer à des arguments liés à l'environnement, au changement climatique global.

Le caractère multi-échelles du sujet implique une **grande diversité d'acteurs** dans le sujet. On y trouve des acteurs locaux impliqués dans un projet en particulier, des acteurs régionaux ou nationaux raisonnant à l'échelle de la France. Parmi ces acteurs, on retrouve des acteurs publics (le gouvernement, les ministères, les directions régionales et départementales, les organismes publics et les élus locaux), des acteurs privés (les développeurs de projet, leurs fournisseurs, les bureaux d'études), des associations (collectifs locaux ou associations nationales) et enfin des chercheurs et experts. Nous avons rencontré 8 acteurs divers (*voir Matériel et Méthodes p26*) dans notre étude.

L'éolien offshore : l'énergie parfaite pour une transition énergétique nationale ?

Sans s'intéresser pour le moment aux problématiques locales, c'est la question même de la place de l'énergie éolienne marine dans la transition énergétique qui est questionnée. Ce débat s'inscrit notamment dans un débat plus large et typiquement français sur la place respective du nucléaire relativement à celle des énergies renouvelables intermittentes..

Une énergie décarbonée

La transition énergétique, impliquant la production d'une énergie décarbonée, semble un élément indispensable dans la lutte contre la crise climatique. Cette transition ne fait débat chez presque aucun acteur, étant donné que le réchauffement climatique est maintenant bien admis chez la grande majorité des citoyens.

L'éolien offshore, en tant qu'exemple d'énergie décarbonée captant le potentiel des vents marins, est alors au cœur de la transition énergétique dans l'optique d'atteindre les objectifs de neutralité carbone 2050.

Ainsi, pour diminuer ses émissions de gaz à effet de serre et rendre son système électrique plus robuste, l'État français s'engage dans le développement d'énergies décarbonées. C'est la raison pour laquelle il accompagne notamment les projets d'éoliennes en mer. D'après le rapport expert de RTE[5] concernant les projets d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur

[5] Ministère de la transition écologique et Réseau de transport d'électricité (2021) **Rapport**: Projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur raccordement, Paris:Ministère de la transition écologique et Réseau de transport d'électricité, 76 Pages. Disponible sur https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-03/Eoliennemed_rapportMOA.pdf [Consulté le 4 decembre 2022].

raccordement, le développement de l'éolien en mer s'inscrit dans le renforcement d'un mix énergétique décarboné et diversifié, l'objectif étant d'attribuer des projets à hauteur de 1000 MW par an à partir de 2024.

L'électricité générée par l'éolien offshore a pour vocation d'être injectée directement sur le réseau électrique ou d'être stockée sur site. Un exemple illustratif est la technologie Farwind [6], qui utilise un navire-énergie pour convertir l'énergie du vent en force propulsive grâce à l'effet Magnus. Comme les navires sont mobiles, l'électricité produite par les hydroliennes est stockée à bord. En fonction des besoins, elle est stockée dans des batteries, ou convertie en énergie.

Néanmoins, certaines associations se mobilisent contre l'éolien offshore, et assurent que cette technologie n'est pas plus décarbonée que le nucléaire en prenant tout le cycle de vie en compte. C'est notamment le cas des associations interrogées Libre Horizon et Défense de la mer.

Concernant l'éolien offshore, l'ADEME estime en effet que le taux d'émission du parc français est de 15,6 g de CO_2 équivalent par kWh, incluant les phases de la fabrication, d'installation, d'usage et de maintenance de l'éolien offshore. Pour une centrale nucléaire, ce chiffre est évalué à environ 6 g de CO_2 équivalent par kWh. Cette donnée ne tient pas compte de la phase de fin de vie de l'ouvrage, comme pour l'éolien.

Cet élément explique l'important retard de la France dans son développement de l'éolien en mer.[7] Ainsi, fin 2020, selon les données compilées par WindEurope, le Royaume-Uni, l'Allemagne, les Pays-Bas, la Belgique et le Danemark représentent 99% de toute la capacité de l'éolien offshore installée au large des côtes. En France, l'électricité est déjà peu carbonée grâce au nucléaire. L'argument avançant la nécessité de développer l'éolien offshore afin de décarboner le mix énergétique français est moins impactant auprès des opposants que dans les pays leaders de ce secteur. La position ambigüe de la France sur l'avenir de son parc nucléaire semble donc contribuer à créer une situation floue sur l'intérêt du développement intense des renouvelables sur le territoire. Par exemple, en juillet 2021, le Conseil économique et social de Nouvelle-Aquitaine a demandé un moratoire sur les projets énergétiques éoliens en mer d'Oléron [8], ce qui renforce le scepticisme des citoyens à l'égard de l'éolien offshore.

Pour conclure, si l'éolien en mer s'impose comme une source d'énergie renouvelable au potentiel important, la situation de la France est particulière. Certains défendent que l'énergie nucléaire est déjà très décarbonée, et la France leader industriel dans cette filière. Il est difficile pour ces opposants, à l'instar de l'association Défense de la mer, d'identifier

---

[6]Farwind. "Technologie de FARWIND", *Farwind.* Disponible sur https://farwind-energy.com/fr/technologie/ [Consulté le 4 janvier 2023].

[7]Raynal, J. (2021, 30, avr). "Pourquoi l'éolien en mer devrait enfin décoller en France". *La Tribune.* Disponible sur https://www.latribune.fr/entreprises-finance/transitions-ecologiques/pourquoi-l-eolien-en-mer-devrait-enfin-decoller-en-france-883610.html [Consulté le 4 janvier 2023].

[8]Anon. (2021, 28, juin). "Expression du CESER sur le projet « Horizeo » : le conseil demande un moratoire". *CNDP.* Disponible sur: https://www.debatpublic.fr/photovoltaique-horizeo/expression-du-ceser-sur-le-projet-horizeo-le-conseil-demande-un-moratoire [Consulté le 5 janvier, 2023].

l'intérêt du développement des énergies renouvelables dans la transition énergétique, et a fortiori des projets d'éolien en mer.

Une énergie intermittente et non pilotable

Par ailleurs, si l'éolien présente l'avantage d'être une énergie décarbonée et renouvelable, il faut noter que cela reste une énergie intermittente, dépendante des conditions météorologiques. La production n'est certes jamais nulle, mais elle atteint parfois une très faible part de la puissance potentielle installée, de l'ordre de quelques pourcents.

De plus, la production d'énergie éolienne reste soumise aux variations des régimes de vent et n'est ainsi pas pilotable comme peut l'être une centrale à gaz. C'est un désavantage qu'à particulièrement souligné notre interlocuteur de l'association Défense de la Mer, qui nous a indiqué que "toutes les productions non pilotables et intermittentes sont à proscrire".

En cas de régimes de vents faibles, pour pallier l'intermittence, les éoliennes sont fréquemment couplées à des centrales à gaz, dont la production est bien plus carbonée. Notre interlocuteur de Libre Horizon nous a indiqué, qu'à titre personnel, il pensait qu'il serait "préférable d'investir des milliards dans le nucléaire si l'on veut une énergie décarbonée, car cela ne nécessite pas de gaz en complément pour la pilotabilité et l'intermittence". Il a néanmoins insisté sur le fait que cette remarque relève de son avis personnel, et non de la position de l'association..

Cependant, une réponse apportée par beaucoup d'acteurs à l'intermittence des énergies renouvelables, et en particulier à l'éolien, repose sur le foisonnement, c'est-à-dire la réduction des fluctuations temporelles, de l'intermittence et de la variabilité de la production d'énergie grâce à la multiplication de sources éloignées, exposées à des régimes de vent différents. Cette mutualisation permet de réduire les effets de l'intermittence et de lisser dans le temps la production. Il est particulièrement intéressant d'avoir un foisonnement faisant intervenir des éoliennes offshore, et non pas uniquement des éoliennes sur terre, car comme l'a expliqué notre interlocuteur d'Ailes marines, dans le cas le plus favorable du point de vue des conditions météorologiques, la capacité d'une éolienne en mer est 4 à 5 fois meilleure que celle d'une éolienne terrestre. Les conditions de vent sont en effet particulièrement intéressantes en mer. Plus on s'éloigne des côtes, plus les régimes de vent sont élevés et stables, ce qui rend l'éolien flottant très intéressant, car il permet davantage de s'éloigner des côtes que l'éolien posé. Régis Boigegrain indique en effet que "l'avenir est sans doute plus dans l'éolien flottant. Avec cet avantage de pouvoir s'éloigner des côtes, puisque ces éoliennes sont montées sur une plateforme et non fixées aux fonds marins. On peut ainsi aller chercher les vents plus stables du large et viser des productions d'électricité accrues."[9] Par ailleurs, le facteur de charge de l'éolien offshore, de l'ordre de 40%, est bien meilleur que celui de l'éolien sur terre qui avoisine les 25%. Le facteur de charge d'une unité de production électrique est défini comme le ratio entre l'énergie que cette unité produit sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait produite durant cette période si elle avait constamment fonctionné à puissance nominale. Le réseau électrique français étant totalement interconnecté, un foisonnement faisant intervenir des éoliennes en mer est donc

[9]Pouliquen, F. (2021, 1, mai). "Le cap est mis sur l'éolien en mer." *20 minutes.* Disponible sur https://pdf.20mn.fr/2021/quotidien/20210512_MAR.pdf [Consulté le 5 janvier 2023].

particulièrement intéressant. Ainsi, au sein des éoliennes en mer, un foisonnement entre éoliennes sur les trois façades maritimes européennes (Mer du Nord, Atlantique, Méditerranée) est présenté comme judicieux. Des épisodes avec peu de vent sur les trois façades, simultanément, ne se produisent que quelques fois dans l'année, majoritairement pendant l'été.

Une controverse nourrie d'arguments globaux multiples

Le contexte particulier de 2022 rend le débat sur les parcs éoliens offshore plus vif. Après le début de la guerre en Ukraine, l'explosion du prix des hydrocarbures pousse l'Europe à s'engager davantage dans la transition énergétique et les énergies renouvelables.[10] Retrouver l'indépendance énergétique devient un objectif urgent et l'éolien en mer semble constituer une réponse rapide à cette situation de crise d'après Ailes Marines, alors qu'il faudrait attendre plus de 10 ans pour rétablir et développer le parc nucléaire français. D'après cette structure, la maturité technologique des éoliennes ancrées et flottantes permettrait alors d'exploiter efficacement le gisement éolien marin très important de la France (le deuxième d'Europe), avec ses 3500 km de côtes balayées par des vents réguliers.

La production de déchets est également un sujet important de la controverse. Les développeurs défendant le projet expliquent que les déchets générés sont très peu problématiques en comparaison avec des déchets nucléaires qui présentent un réel danger Cependant, pour les parcs éoliens offshore, la question du recyclage et du traitement des équipements en fin de vie est particulièrement débattue. Ainsi, Défense de la Mer, s'est prononcé sur les sommes actuellement destinées à la filière de l'éolien, indiquant qu'il semble plus cohérent justement de les investir dans le développement de solutions de type "neutrons rapides" capables de valoriser les déchets nucléaires, que dans l'éolien qui produit d'autres déchets problématiques. Cependant, certaines avancées technologiques ont été réalisées. Siemens Gamesa, une entreprise industrielle allemande, vient d'annoncer la production et la commercialisation de pales d'éoliennes entièrement recyclables.[11] Selon ses estimations, cette innovation permet de recycler 200 000 pales.

La question du stockage joue également un rôle important dans la discussion sur l'éolien offshore. Comme discuté ci-dessus, la production d'énergie éolienne n'est pas pilotable et nécessite donc des solutions de stockage d'énergie[12]. Aux Etats-Unis, la société Deepwater

[10]Monteforte, F. (2022, 14, jui). "Guerre en Ukraine : l'éolien peut-il sauver l'Europe de sa dépendance à Poutine ?" - *L'Express.* Disponible sur https://www.lexpress.fr/environnement/guerre-en-ukraine-l-eolien-peut-il-sauver-l-europe-de-sa-dependance-a-poutine_2175009.html [Consulté le 2 janvier 2023].

[11]Moreira, E. (2021, 7, sep). "Eolien en mer : les premières pales entièrement recyclables arrivent" | *Les Echos,* Disponible sur https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/eolien-en-mer-les-premieres-pales-entierement-recyclables-arrivent-1344066 [Consulté le 3 janvier 2023].

[12]Réquillart, M. (2021, 6, sep). "Le couplage parc éolien & stockage par batteries : décollage d'un nouveau modèle énergétique pour les zones isolées ?". *Le Monde de l'Energie*. Disponible sur https://www.lemondedelenergie.com/eolien-stockage-batteries-zones-isolees/2021/09/06/ [Consulté le 3 janvier 2023].

wind a intégré avec succès un système de batteries dans les projets éoliens offshore.[13] Les batteries à terre ont largement augmenté la flexibilité de la production du site de 90 MW. La start-up néerlandaise Ocean Grazer propose un système de stockage qui fonctionne suivant le principe des STEP (Stations de Transfert d'Énergie par Pompage).[14] Des poches souples posées au fond de l'océan font office de bassin supérieur et des réservoirs situés plus en profondeur constituent le bassin inférieur. Comme une STEP, la batterie océanique vise à éviter tout déséquilibre sur le réseau électrique (la gestion de l'équilibre sur le réseau est rendue plus complexe par l'intermittence de la production éolienne offshore). Lorsque la production d'une éolienne offshore ne répond pas à un besoin simultané sur le réseau, la batterie océanique d'Ocean Grazer permettrait de pomper de l'eau depuis les grands réservoirs vers les poches souples. En cas de besoin sur le réseau, l'eau est réacheminée vers les réservoirs en transitant par des turbines hydrauliques pour produire de l'électricité. Ces innovations apportent une réponse au caractère non pilotable de l'éolien en mer et le rend compétitif vis-à-vis des projets nucléaires ou de gaz renouvelable. Cependant, la commercialisation de ces technologies est coûteuse et longue pour le moment.

Il ressort de cette partie que bien que plusieurs sujets de débats existent concernant le développement global de l'éolien en mer en tant que technologie de production d'énergie renouvelable, l'évolution des technologies de stockage de l'électricité, de production et de recyclage de ces infrastructures contribue à démontrer la cohérence d'un développement raisonné de l'éolien en mer. La vive controverse affectant ces projets ne trouve donc pas majoritairement sa source dans la nature des infrastructures concernées, mais bien dans la forme que prend leur développement concret sur le territoire.

L'éolien offshore : risque ou opportunité au niveau local ?

Ainsi, si l'éolien offshore en tant qu'énergie peu carbonée peut être vu comme une amélioration de l'environnement au niveau global, son impact local en termes d'environnement et d'économie est souvent critiqué par les acteurs locaux.

Un effet sur la biodiversité locale difficile à anticiper

C'est certainement l'un des sujets de la controverse les plus médiatisés. En effet, à ce jour, les recherches bibliographiques ainsi que les entretiens réalisés avec différents acteurs

[13]Anon. (2015, 12, nov). "États-Unis : des batteries pour stocker l'électricité d'un parc éolien offshore". *Le marin.* Disponible sur: https://lemarin.ouest-france.fr/secteurs-activites/energies-marines/23845-etats-unis-des-batteries-pour-stocker-lelectricite-dun [Consulté le 3 janvier, 2023].

[14]Connaissance des énergies (2022, 18, fév). "Une batterie sous-marine pour stocker l'électricité provenant d'éoliennes offshore". *Connaissances des énergies*. Disponible sur https://www.connaissancedesenergies.org/une-batterie-sous-marine-pour-stocker-lelectricite-provenant-deoliennes-offshore-220218 [Consulté le 3 janvier 2023].

révèlent une absence de consensus sur les effets des éoliennes offshore sur la biodiversité locale. Si le chef de projet éolien interrogé du Ministère de la Transition Énergétique (MTE) affirme que les enjeux environnementaux sont parfaitement connus au niveau local, et que les impacts des éoliennes sur ces derniers sont finement anticipables, la responsable Energie Renouvelable de la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) soutient que l'état initial des écosystèmes marins français est très mal connu. Cette opposition de point de vue se base sur des conceptions tout à fait divergentes des outils permettant d'évaluer ces enjeux et ces impacts.

En premier lieu, le MTE avance que les retours d'expérience issus des projets en mer du Nord depuis plus de 30 ans permettent d'anticiper clairement les effets des éoliennes sur l'avifaune. Comme le dit le chef de projet éolien du MTE *"Les côtes françaises ne sont pas bien différentes de celles de ses voisins"*. La LPO et l'institut technique France Energies Marines ne partagent pas cette vision. En effet, ces 2 structures expertes soutiennent que ce genre d'extrapolation n'est pas possible, la mer du Nord étant historiquement très anthropisée, et la biodiversité initiale y étant fondamentalement différente de celle des côtes françaises. Le MTE, qui interagit avec la LPO dans le cadre de la définition des zones ayant pour vocation d'héberger des parcs éoliens offshore, a bien connaissance de ces arguments, mais affirme qu'il est nécessaire de ne pas s'y arrêter, auquel cas aucune transition énergétique ne verrait jamais le jour.

La LPO accorde néanmoins que ces premiers projets permettent de tirer de premières conclusions intéressantes applicables dans l'adaptation des parcs français. Par exemple, un bridage lorsque le flux d'oiseaux dépasse 500 oiseaux/km/h permettrait de diminuer efficacement les collisions. Ce seuil entraînerait l'arrêt des turbines environ 30h par an, soit 3 ou 4 nuits, ce qui est négligeable d'après la LPO. Parallèlement, le développement de l'éolien offshore étant un enjeux mondiale, la communauté scientifique commence à avancer la possibilité de modéliser les effets des éoliennes sur l'avifaune, notamment en fonction de la distance à un port ou aux colonies par exemple[15] [16], mais ces solutions d'évaluation des impacts en amont des projets restent encore balbutiantes et peu connues des acteurs locaux.

Le MTE accorde alors une totale confiance dans le processus d'étude d'impact qui concerne chaque projet industriel. Cette procédure a pour objectif de dresser un état initial précis de la biodiversité d'un site donné, et d'anticiper finement les impacts des éoliennes sur cette dernière afin de proposer des mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets négatifs identifiés. Grâce à cette étude, les porteurs de projet éolien peuvent adapter le plan du parc et le fonctionnement des éoliennes afin de minimiser les impacts négatifs sur la biodiversité marine, soit schématiquement l'avifaune, les chiroptères, les mammifères marins et les poissons.

---

[15]Nogues, Q., Raoux, A., Araignous, E., Chaalali, A., Hattab, T., Leroy, B., Ben Rais Lasram, F., David, V., Le Loc'h, F., Dauvin, J.-C. et Niquil, N. (2021). Cumulative effects of marine renewable energy and climate change on ecosystem properties: Sensitivity of ecological network analysis. *Ecological Indicators*, Vol 121, p.107128. Disponible sur DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.107128. [Consulté le 14 décembre 2022]

[16]Mikami, K., Kazama, K., Kazama, M.T. et Watanuki, Y. (2022). Mapping the collision risk between two gull species and offshore wind turbines: Modelling and validation. *Journal of Environmental Management*, Vol 316, p.115220. Disponible sur DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.115220.[Consulté le 14 décembre 2022]

Si la LPO et le MTE s'accordent sur l'efficacité des mesures actuelles mises en place pour limiter ces effets négatifs (bridage des éoliennes, nuage de bulles en phase travaux, …), c'est la connaissance de l'état initial qui fait débat. En effet, le MTE souligne l'expertise des bureaux d'études mandatés par les porteurs de projets pour la réalisation de ces études, qui consistent concrètement en des relevés sur le terrain sur un ou deux ans pour recenser l'ensemble des espèces présentes et leur répartition. A l'inverse, la LPO affirme le manque actuel de méthodes fiables d'évaluation de cet état initial et la grande méconnaissance de l'état des différentes populations d'animaux marins. En effet, les sorties en mer étant très coûteuses, il est difficile pour les bureaux d'étude de réaliser un nombre suffisant de relevés. Typiquement, d'après la LPO, la connaissance des oiseaux marins, de leurs déplacements par rapport à la colonie ou de leur dynamique migratoire, est assez réduite. Si on sait que la hauteur de vol moyenne de ces espèces se situe entre 150 et 250 m, soit exactement la plage d'altitude couverte par les pales des éoliennes, il est encore complexe de connaître la capacité de chaque espèce à éviter les parcs.

De plus, pour certains groupes, la réalisation de sorties de nuit est essentielle, et pose de réels soucis en termes de fiabilité des relevés. Le cas des chiroptères est assez marquant. D'après la LPO, jusqu'à très récemment (environ 7 ans), on pensait qu'il n'y avait tout simplement pas de chauves-souris en mer. On a appris récemment que certaines espèces sont migratrices. En période migratoire, les enjeux sont alors forts pour ces dernières. On commence à peine à comprendre les conditions météorologiques favorables à leur vol en mer (vent de faible vitesse, pression de l'air élevée, sans précipitations), et ces espèces sont très vulnérables face aux éoliennes. En effet, leurs organes explosent à leur approche : on parle de barotraumatisme. Ainsi, un suivi précis de leurs déplacements et des collisions en phase d'exploitation serait nécessaire à la mise en place de mesures efficaces de protection, mais ce suivi est particulièrement complexe, les cadavres d'oiseaux et de chauve-souris coulant après collision. La LPO déclare à ce sujet qu'il reste un réel fossé technologique à combler pour pouvoir réaliser un suivi fiable des collisions et des méthodes d'évitement des espèces volantes, avec notamment la mise en place de radars dix fois plus précis que ceux utilisés actuellement dans les parcs.

Par ailleurs, comme le soulignent les associations Gardez le Cap et Sea Shepherd en février 2022 [17], les bureaux d'études sont dépendants financièrement des développeurs. Cette dépendance pourrait jouer sur l'impartialité de leurs études, et amener à la sous-évaluation de certains impacts. Afin d'éliminer ce biais potentiel, ces acteurs s'interrogent sur la possibilité pour l'Etat de financer ces études d'impacts, afin de minimiser le lien économique entre le porteur de projet industriel et le bureau d'études scientifiques.

Enfin, les effets des éoliennes sur la biodiversité aquatique semblent encore plus incertains. Une directrice de recherche au CNRS a très bien décrit dans un article d'avril 2020 [18] la difficulté d'anticiper un potentiel effet récif permis par la base des éoliennes engendrant

[17]Berville, H. (2022, 25 sep). "Le Parc éolien de Saint-Brieuc n'est ni fait, ni à refaire". *Gardez les Caps.* Disponible sur http://gardezlescaps.org/le-parc-eolien-de-saint-brieuc-nest-ni-fait-ni-a-refaire/. [Consulté le 14 décembre 2022].

[18]Niquil, N. (2010, 13, nov). "La charte d'éthique et de déontologie du groupe Le Monde." *Le Monde.* Disponible sur https://www.lemonde.fr/actualite-medias/article/2010/11/03/la-charte-d-ethique-et-de-deontologie-du-groupe-le-monde_1434737_3236.html. [Consulté le 14 décembre 2022].

éventuellement une hausse locale de la biodiversité. Ces incertitudes expliquent en partie la mobilisation de collectifs de pêcheurs contre les projets [19] [20]. L'association Libre Horizon alerte par exemple contre le déversement dans l'eau de grandes quantités d'aluminium suite à la mise en place des projets éoliens, qui pourraient avoir des effets délétères, notamment sur les coquillages. Les bivalves pourraient être également affectés par le champ magnétique généré par ces installations de production d'énergie [21]. Cette association, constituée principalement de résidents secondaires, affirme que cet argument est peut-être uniquement anxiogène. Cependant, il démontre bien la diversité des interactions possibles entre les éoliennes et leur environnement direct, et la difficulté d'évaluer l'ensemble de leurs impacts.

En cohérence avec la méthodologie de l'étude d'impacts, la question de la compensation pourrait alors se poser en connaissance d'effets négatifs inévitables des projets. Cette démarche consiste en la mise en place de mesures concrètes ou économiques de la part des développeurs visant à favoriser la biodiversité en dehors du cadre du projet. Néanmoins, comme le souligne Geoffroy Marx, responsable du Programme énergies renouvelables et biodiversité à la LPO, compenser justement est presque impossible. Il faudrait par exemple connaître la valeur de la disparition d'une zone d'alimentation pour élaborer des mesures de compensation cohérentes, [22] ce qui n'est à ce jour pas le cas.

La LPO et le MTE mettent alors conjointement en avant la nécessité de mettre en place un raisonnement systémique afin de réellement saisir les enjeux environnementaux associés à l'installation des parcs éoliens en mer, et non plus uniquement sectoriel. Par exemple, il est possible qu'un effet des parcs sur les populations de poissons ait un effet indirect sur les populations d'oiseaux s'en nourrissant, et sur l'ensemble de la chaîne alimentaire [23] [24]. Néanmoins, ces effets indirects sont très rarement anticipés à cause d'une vision sectorielle

---

[19]Wajsbrot, S. (2021, 10, mai). "Énergies renouvelables : en retard, le gouvernement tente de redresser la barre". *Les Echos.* Disponible sur https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/energies-renouvelables-en-retard-le-gouvernement-tente-de-redresser-la-barre-1314059. [Consulté le 14 décembre 2022].

[20]Anon. (2021, 1, mai). "Eoliennes en mer : "une déclaration de guerre" pour les pêcheurs de Saint-Brieuc." *La Tribune*. Disponible sur https://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/energie-environnement/eoliennes-en-mer-une-declaration-de-guerre-pour-les-pecheurs-de-saint-brieuc-883738.html. [Consulté le 14 décembre 2022].

[21]Jakubowska-Lehrmann, M., Białowąs, M., Otremba, Z., Hallmann, A., Śliwińska-Wilczewska, S. et Urban-Malinga, B. (2022). Do magnetic fields related to submarine power cables affect the functioning of a common bivalve?. *Marine Environmental Research*, Vol 179, p.105700. Disponible sur DOI 10.1016/j.marenvres.2022.105700. [Consulté le 14 décembre 2022]

[22]Tzelepoglou, T. (2021, 3, nov). "L'éolien en mer menace la biodiversité. Reporterre", *le média de l'écologie*. Disponible sur https://reporterre.net/L-eolien-en-mer-menace-la-biodiversite. [Consulté le 14 décembre 2022].

[23]Pezy, J.-P., Raoux, A. et Dauvin, J.-C. (2020). An ecosystem approach for studying the impact of offshore wind farms: a French case study. *ICES Journal of Marine Science*, Vol 77(3), p.1238–1246. Disponible sur DOI: 10.1093/icesjms/fsy125. [Consulté le 14 décembre 2022]

[24]Dannheim, J., Bergström, L., Birchenough, S.N.R., Brzana, R., Boon, A.R., Coolen, J.W.P., Dauvin, J.-C., De Mesel, I., Derweduwen, J., Gill, A.B., Hutchison, Z.L., Jackson, A.C., Janas, U., Martin, G., Raoux, A., Reubens, J., Rostin, L., Vanaverbeke, J., Wilding, T.A., Wilhelmsson, D. et Degraer, S. (2020). Benthic effects of offshore renewables: identification of knowledge gaps and urgently needed research. I*CES Journal of Marine Science, Vol 77(3), p.1092–1108*. Disponible sur DOI: 10.1093/icesjms/fsz018. [Consulté le 14 décembre 2022]

cloisonnée traditionnelle. Ces deux acteurs affirment en ce sens qu' il faut regarder le milieu marin et les activités qui l'affectent en un bloc. Ainsi, il ne faut pas s'attaquer uniquement aux éoliennes en mer, et d'étudier qu'elles, mais aussi le transport maritime, la pêche… Seule une action intégrée permettra une protection efficace de ce milieu méconnu. Le MTE soutient alors que c'est le rôle de l'Etat de faire l'arbitrage entre tous ces secteurs afin d'orchestrer un développement industriel cohérent sur le plan environnemental, vertueux à l'échelle globale et présentant le moins d'enjeux au niveau local.

Ainsi, comme l'avancent le MTE ou le maire de Saint-Nazaire, il est essentiel dans le cadre de la lutte contre le changement climatique de mettre en place des projets pionniers qui permettront de réunir ces précieux premiers retours d'expérience en France au sujet de l'éolien offshore. Ces deux acteurs assument que tout projet industriel aura des impacts environnementaux locaux, mais qu'ils sont à mettre en regard de problématiques globales. Par exemple, le maire de Saint-Nazaire souligne l'intérêt du développement de l'industrie liée à l'éolien en mer dans le port de sa commune pour soutenir économiquement la transition des activités de cette infrastructure portuaire vers des secteurs moins carbonés, amenant ainsi indirectement à une amélioration de l'environnement au niveau local.

Ces effets environnementaux incertains alimentent néanmoins le débat au sujet d'autres problématiques locales. En effet, la biodiversité remarquable de certains sites contribue à leur attractivité touristique[25], et nourrit certains secteurs de l'économie locale, tels que le tourisme et la pêche.

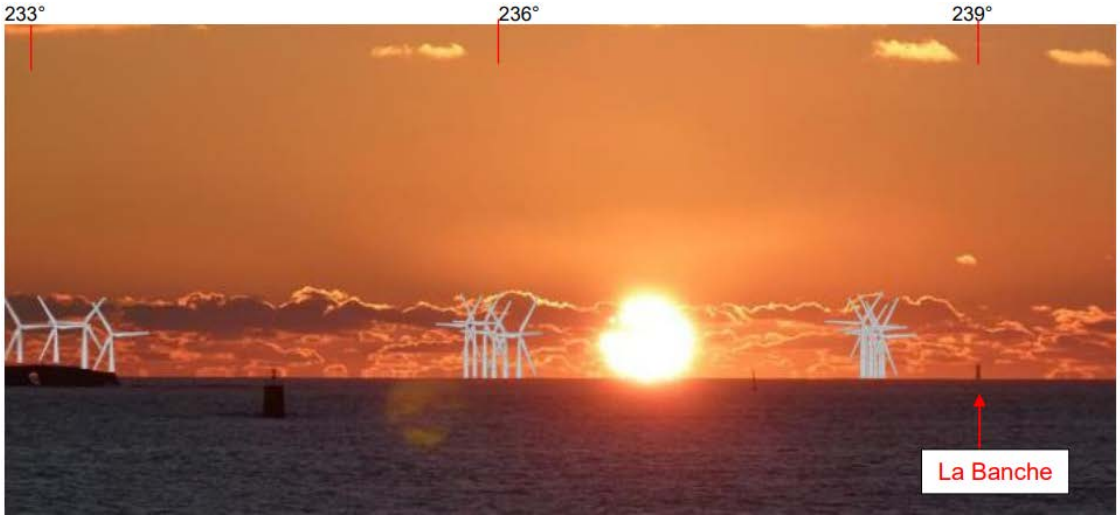
Un effet sur le tourisme discuté

Les débats sur l'éolien offshore cristallisent souvent sur la supposée dégradation esthétique du littoral, et notamment sur l'impact négatif qu'aurait celle-ci sur le tourisme[26]. Pour le collectif Défense de La Mer (DLM), la pollution visuelle que constituent les éoliennes est la première raison de son opposition au déploiement de 80 d'entre elles sur le banc de Guérande. Selon eux, la présence des éoliennes ôte une part de l'esthétique propre aux paysages de bord de mer, réduisant l'attractivité des côtes. DLM insiste notamment sur un manque criant d'honnêteté des promoteurs du banc de Guérande, dans les photomontages qu'ils réalisent en amont de la construction pour représenter le projet abouti. Ces photomontages doivent théoriquement être les plus réalistes possibles afin de pouvoir aider les décideurs dans leur choix. DLM nous a indiqué avoir démontré que les photomontages réalisés par EMF et Géophom sont trompeurs, notamment parce que ces derniers n'auraient pas utilisé une résolution suffisante, ni "respecté les caractéristiques physiologiques de base de la vision". En particulier, DLM est "frappé" par l'absence des phares de la Banche et du Four sur les photomontages d'EMF. Malgré leurs alertes lors de l'enquête publique, les distances d'implantation n'ont pas changé, d'où le sentiment majoritaire dans la population de s'être fait tromper, "Qu'ils nous ont menti". DLM insiste également sur l'hypocrisie des

[25]Collectif NEMO (2021, 21, avr). "Information sur un projet dévastateur", *Ré à la Hune*. Disponible sur https://www.realahune.fr/information-sur-un-projet-devastateur/. [Consulté le 14 décembre 2022].

[26]Cygler, C. (2012, 12, jan). "Eolien offshore : un risque environnemental pour le littoral français ?" *Actu-Environnement.* Disponible sur https://www.actu-environnement.com/ae/news/eolien-offshore-contestation-opposants-degradation-environnement-pollution-emploi-14623.php4. [Consulté le 18 décembre 2022].

maires et des élus qui font semblant de ne pas être étonnés de la proximité finale des éoliennes. Ainsi, pour le collectif, les promoteurs mentent aux parties prenantes sur la dégradation visuelle qu'entraîne la construction de leur parc.



Photomontage où figure le phare de la Banche diffusé par DLM. Source : site de DLM http://www.prosimar.org/pdf/Contribution%201.pdf (2013).

L'association Libre Horizon va dans le même sens que DLM. Ils militent ainsi pour reculer le champ éolien de Courseulles-sur-mer de 10km à 40 km des côtes, afin, entre autres, de réduire la pollution visuelle engendrée par le champ et les impacts sur le tourisme local. Mais dans le cas des éoliennes de Courseulles, il y a également un aspect historique et culturel qui vient alimenter la controverse. En effet, les plages des environs du site ont une histoire marquante pour la France liée à la seconde guerre mondiale. Certaines personnes sont donc attachées aux paysages pour des raisons historiques, de devoir de mémoire, voire familiales. Il ne s'agirait pas de dégrader ces sites de commémoration en y implantant des éoliennes. Ce serait le cas par exemple du port de Mulberry, préfabriqué lors de la deuxième guerre mondiale et permettant l'approvisionnement des Alliés, qui se verrait avoir des éoliennes juste derrière lui. Ainsi, pour Libre Horizon, les champs éoliens ont un impact négatif sur le tourisme historique qui alimente la région.

A contrario, certains acteurs de la controverses considèrent que l'implantation d'une activité d'éolienne offshore aurait un impact nul voire bénéfique sur le tourisme local. C'est le cas du maire de Saint-Nazaire. Ce dernier ne rejoint pas du tout les avis d'autres maires locaux. C'est le cas du maire de la Baule qui rapporte que tout l'été, les touristes n'ont eu de cesse de lui dire que le projet aurait "assassiné le paysage" et que cela aurait des incidences néfastes sur l'activité touristique de la zone. Le maire de Saint-Nazaire pense bien au contraire qu'il s'agit d'une opportunité pour dynamiser le tourisme local. Il considère que Saint-Nazaire possède déjà une offre touristique intéressante, avec ses 20 plages, et que la visite au plus près du champ éolien en bateau constitue une offre touristique importante. Il souligne ainsi que tout l'été cette activité s'est vendue "comme des petits pains" et aurait suscité l'engouement des touristes. Ainsi, les éoliennes pourraient constituer une attraction touristique en elle-même, bien loin de repousser les visiteurs loin des côtes. Dans le cas particulier du projet de Saint-Nazaire, le maire rappelle également les synergies existantes avec une région dont le tourisme est historiquement lié aux activités industrielles. Enfin, cet acteur concède qu'il était lui-même surpris de la proximité et de la taille perçue des

éoliennes lorsqu'elles sont sorties pour la première fois, rejoignant les points soulevés par DLM. Il est cependant persuadé qu'il est de la nature de l'Homme de s'habituer à son environnement. Ainsi, ce qui est perçu aujourd'hui comme une pollution visuelle et donc une menace à l'activité touristique, ne sera même plus remarquée demain ou même utilisé comme un moteur du tourisme local.

Un effet sur l'emploi local débattu

La mise en place de parcs éoliens offshore a un impact économique au niveau local qui ne se résume pas au tourisme. Elle affecterait également l'emploi local. Si on se fie aux créations directes d'emplois à l'échelle nationale, presque tous les acteurs s'accordent pour dire qu'elles sont positives. Se pose néanmoins la question de la temporalité et de la localisation de cette création d'emplois. Seul le collectif Défense de La Mer défend qu'aucun résultat sur l'emploi réel n'existe via cette filière citant un rapport de la Cour des Comptes de 2013 [27]: « À moyen terme, les estimations d'emplois créés par l'éolien en mer ne peuvent être validées ni par l'État ni par la Cour. Les plans de charge industriels apportent plus de précisions mais aucune étude n'a été menée permettant de valider ces chiffres et d'affirmer qu'il s'agira de création ou de redéploiement d'emplois locaux. »

Cependant, maintenant que la filière est lancée, des chiffres existent sur le nombre d'emplois créés par la filière. D'après le rapport 2022 de l'observatoire des énergies de la mer[28], la filière éolienne en mer emploie au 31 décembre 2021, 6591 personnes. Le nombre d'emplois directs déclarés ne cesse d'augmenter. Les créations d'emplois sont en grande partie issues d'une part des chantiers de construction des parcs et d'autre part des usines de production pérennes. Lors du pacte éolien en mer entre l'État et la filière éolien en mer début 2022[29] , les deux parties se sont engagées à viser un quadruplement du nombre d'emplois de la filière pour occuper, d'ici 2035, au moins 20 000 emplois sur le territoire, et à atteindre un contenu local à hauteur de 50 % sur les projets. Sans s'intéresser à la localisation de la création des emplois pour le moment, c'est le principe même de ce chiffre qui est critiqué par certaines associations. Pour l'association Libre Horizon, cette création d'emplois n'a aucune valeur au vu des subventions énormes reçues par cette filière. Selon l'administrateur interrogé de l'association, la filière éolienne en mer pourrait créer 20 000 emplois pour un soutien public de l'ordre d'1,5 milliards d'euros par an via le tarif de rachat de l'électricité, soit 80 000€ de subvention par emploi créé par an. Ainsi, avec de telles subventions, n'importe quel secteur ou n'importe quelle industrie pourrait créer tant d'emplois. La filière éolien en mer crée donc des milliers d'emplois à l'échelle de la France,

---

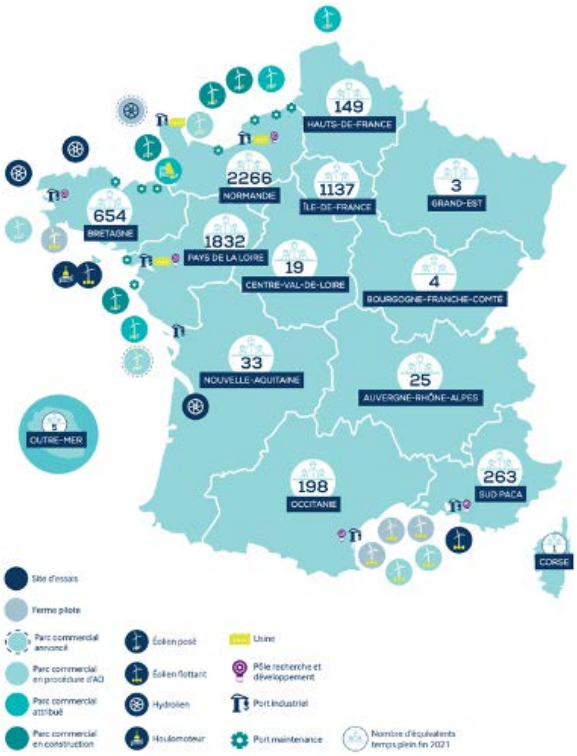
[27]Cour des comptes. (2013). **Rapport:**La politique de développement des énergies renouvelables. Paris: Cour des comptes, 241 Pages. Disponible sur https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/EzPublish/rapport_thematique_politique_developpement_energies_renouvelables.pdf. [Consulté le 2 janvier 2023].

[28]L'Observatoire des énergies de la mer. (2022). **Rapport:** Énergies marines renouvelables : LES INVESTISSEMENTS ET LES EMPLOIS au rendez-vous. France: l'Observatoire des énergies de la mer, 79 Pages. Disponible sur https://merenergies.fr/media/Rapport-OEM-2022.pdf [Consulté le 14 décembre 2022].

[29]Ministère de la transition énergétique (2022). Pacte éolien en mer entre l'Etat et la filière. **Rapport:** Eoliennes en mer. Paris : Ministère de la transition énergétique, 2 Pages. Disponible sur https://www.eoliennesenmer.fr/PacteEtatFiliere. [Consulté le 14 décembre 2022].

dépendants des subventions puisque c'est toute la filière éolienne en mer qui n'aurait pas pu se développer sans celles-ci[30]. Se pose maintenant la question de l'importance de ces créations d'emplois au niveau local.

D'après le maire de Saint-Nazaire, la création d'emplois au niveau local est clairement non négligeable. Pour prendre l'exemple de Saint-Nazaire, il y voit deux types d'emplois créés dans de tels projets : des emplois de travaux et des emplois d'exploitation. En effet, lors de la création des infrastructures pour le champ éolien de Saint-Nazaire, la main d'œuvre locale aurait été utilisée au maximum. Il y a également la création d'un hub service pour l'entretien des éoliennes lors de la phase d'exploitation : une base qui devrait durer au moins 25 ans pour le port de la Turballe. Il y a donc un véritable impact positif sur l'emploi. En nombre de personnes, il chiffre sans être certain l'emploi pour la maintenance d'un parc autour de 50 personnes. Ces milliers d'emplois créés à l'échelle nationale auraient donc un véritable impact local et participent à redynamiser les zones portuaires en les rendant plus attractives.



Nombre d'emplois créés par la filière éolienne offshore fin 2021. Source : L'observatoire des énergies de la mer https://merenergies.fr/media/Rapport-OEM-2022.pdf (2022).

Sur la figure ci-dessus, on peut en effet voir que la majorité des emplois créés par la filière fin 2021 le sont dans les régions qui construisent le plus de parcs éoliens. La Normandie qui emploie 2266 personnes arrive en tête des régions qui emploient le plus dans la filière devant le Pays de la Loire qui emploie 1832 personnes. La Normandie a vu en effet l'usine GE Renewable Energy (LM Wind Power) de Cherbourg tourner à plein régime tandis que l'usine Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) du Havre, inaugurée au printemps

[30]Billing, M. (2020, 6, oct). "L'éolien en France : un vivier d'emplois encore dépendant des politiques publiques". *La Tribune*. Disponible sur https://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/energie-environnement/l-eolien-en-france-un-vivier-d-emplois-encore-dependant-des-politiques-publiques-858953.html. [Consulté le 14 décembre 2022].

2022, commençait à recruter. L'autre source de création d'emplois provient des chantiers de mise en construction des parcs avec notamment les fondations du parc de Fécamp. On observe également une hausse des emplois en Bretagne, Sud-PACA et Occitanie, qui renforcent leurs filières souvent en lien avec les projets éoliens flottants. Le triptyque créateur d'emplois repose donc sur la présence d'un socle industriel pérenne, un écosystème de filières et les chantiers de construction de parcs éoliens au large de ses côtes. Outre les phases de développement pouvant s'effectuer en délocalisé, une majorité des emplois créés le sont donc au sein même des régions accueillant ces parcs, ce qui va dans le sens d'un effet sur l'emploi local positif. Cependant, jusqu'ici, nous nous sommes intéressés aux emplois directs mais le développement de ces parcs pourraient aussi avoir un effet sur d'autres métiers.

En effet, si l'on n'étudie pas l'emploi local via le seul prisme des emplois du secteur éolien en mer mais de manière plus large en intégrant les effets de ces parcs sur l'activité touristique et halieutique, l'effet sur l'activité locale est moins évident. S'agissant du tourisme, comme on a pu le voir dans la partie précédente, l'évolution de l'activité est assez indécise. Concernant la pêche et ses emplois préexistants, le futur de l'activité dans ces zones est également incertain. Le chef de projet éolien en mer du Ministère de la Transition Écologique interrogé se veut rassurant soulignant le fait qu'en France, la pêche sera maintenue à proximité des champs éoliens à la différence des projets en Europe du Nord. Cependant, d'après certaines études scientifiques[31], la cohabitation entre pêcheurs et parc éolien offshore mène par nature à une compétition et donc nécessite un dédommagement des pêcheurs par les développeurs. En effet, même si l'accès à la zone proche du champ restera possible comme le souligne le ministère, une certaine zone trop proche ne pourra pas être exploitée par les pêcheurs. Ceci s'ajoute à l'impact sur la biodiversité marine et donc la source même de revenu des pêcheurs de ces parcs, aujourd'hui difficilement prévisible comme on l'a vu dans une partie précédente. Les pêcheurs s'inquiètent aujourd'hui pour leur métier ce qui donne lieu à la création de collectifs et de manifestations de pêcheurs[32]. Cette inquiétude vient s'ajouter à une pression déjà accrue sur leur activité depuis le Brexit, qui a imposé aux pêcheurs français de se replier sur les zones de pêche françaises. Le maire de Saint-Nazaire conçoit qu'il y ait de possibles effets négatifs sur la pêche et défend la direction de l'amélioration sur ce sujet avec le développement de l'éolien flottant. L'association Libre Horizon qui dénonce un impact négatif insiste sur le fait que déplacer ces parcs plus loin des côtes serait favorable pour la pêche. Cet argument est également ressorti des phases de concertation pour Ailes Marines qui estime que les ajustements pour que le parc de Saint-Brieuc soit acceptable pour la pêche sont de plusieurs dizaines de millions en l'éloignant des côtes.

Pour conclure, la filière éolienne a permis la création de plusieurs milliers d'emplois et continue de se développer avec pour objectif d'employer 20000 personnes en 2035. Cependant, certains critiquent des chiffres sans sens au vu des subventions gigantesques

[31]Hélène, B., Marjolaine, F., Christelle, L.G. et Le Floc'h, P. (2022). Vulnerability and spatial competition: The case of fisheries and offshore wind projects. *Ecological Economics*, Vol 197,p.107454.Disponible sur DOI 10.1016/j.ecolecon.2022.107454. [Consulté le 14 décembre 2022]

[32]Saint Brieuc, AFP. (2021, 7, juil). "Eolien en mer: inquiétude des pêcheurs côtiers malgré des avis scientifiques". *France 24.* Disponible sur https://www.france24.com/fr/info-en-continu/20210707-eolien-en-mer-inqui%C3%A9tude-des-p%C3%AAcheurs-c%C3%B4tiers-malgr%C3%A9-des-avis-scientifiques. [Consulté le 14 décembre 2022].

fournies par l'État. Ces emplois sont en grande partie des emplois locaux permettant une dynamisation des régions développant ces parcs. Cependant, l'impact de l'éolien en mer sur l'emploi local ne s'arrête pas aux emplois directs créés, il faut étudier les effets sur les autres emplois liés. S'agissant de la pêche qui est le secteur le plus menacé avec le tourisme, les collectifs de pêcheurs craignent une activité très réduite par l'impossibilité géographique d'accéder à certaines zones et l'impact de ces éoliennes sur la densité de poissons intéressants. L'évolution de l'emploi local net est ainsi difficile à chiffrer pour le moment.

Ainsi, ces éoliennes sont controversées pour leur potentiel impact sur la biodiversité, sur l'impact sur l'emploi direct et indirect, sur les paysages et la valeur culturelle des côtes françaises. Mais l'évolution des technologies pourrait permettre de résoudre en partie les impacts négatifs sur l'environnement, les paysages donc le tourisme, et la pêche. En effet, le recours à l'éolien flottant, qui peut être positionné plus loin des côtes et sur de nombreux types de fonds, offre plus de souplesse en termes de positionnement des parcs. Le MTE s'accorde à la LPO qui prévoit des impacts réduits avec des parcs flottants loin des côtes.

Les parcs éoliens offshore sont assez symptomatiques d'un paradoxe des projets industriels ayant pour vocation de participer à la lutte contre le changement climatique. Si par essence ils participent à une amélioration environnementale au niveau globale, leur nature industrielle engendre nécessairement des dégradations de l'écosystème local de ces projets. Cette ambiguïté, parce qu'elle génère de nombreux points de controverse, semble néanmoins permettre une mutation des modalités de débat autour de ces sujets.

Une controverse en faveur d'une démocratisation des débats sur l'éolien offshore

Quelle place pour le débat public ?

De nombreuses procédures permettant d'informer le public et surtout de l'associer à la prise de décision, notamment en matière d'environnement, coexistent aujourd'hui.

Le débat public est l'occasion pour tous les citoyens de participer à la réflexion et l'élaboration des grands projets d'intérêt national qui peuvent avoir des répercussions sur l'environnement et qui présentent de forts enjeux socio-économiques, comme dans le cas des projets éoliens en mer. L'organisateur du débat est la commission nationale du débat public (CNDP). Le débat public est organisé en amont de toutes les prises de décisions majeures et il doit permettre à chacun à la fois d'être informé et de prendre la parole sur le projet alors qu'il est encore en phase d'étude.

D'après notre entretien avec le Ministère de la transition écologique (MTE), notre interlocuteur nous a indiqué que le débat public était controversé avant 2018 puisqu'il avait lieu après la définition du lauréat de l'appel d'offres. Selon l'association "Libre Horizon", il s'agit donc purement d'une procédure, une case à valider qui n'a pas forcément d'intérêt.

Le Parlement de la Mer, instance en place depuis 2014 à rayonnement régional, à pour rôle d'organiser le débat public et de favoriser la discussion entre les acteurs impliqués

(développeurs de projet, pêcheurs, plaisanciers, vacanciers). Il traite notamment de l'éolien et de la pollution marine. Notre interlocuteur a indiqué que les échanges étaient très constructifs, en reprenant l'exemple des pêcheurs qui ne sont pas forcément fondamentalement opposés aux projets en mer mais demandent de la transparence, ou encore l'exemple du WWF qui souhaite de la vigilance. Le débat public semble donc primordial pour communiquer auprès de tous à propos des avancées des projets.

Enfin, le maire de Saint-Nazaire souligne la qualité des échanges lors du débat. Il rappelle notamment que lors de l'inauguration du champ par le Président de la République, le patron du comité des pêches soulignait la qualité du processus décisionnel lors de l'attribution de la zone.

L'enquête publique est organisée dans une durée de 5 ans maximum après le débat public[33], et donc dans des phases très avancées du projet. Selon Libre Horizon, les projets sont déjà tellement cadrés qu'il n'est alors possible de modifier les projets qu'à la marge.

Afin de pallier ce problème, certains développeurs mettent en place une concertation publique, non obligatoire et instituée à différents niveaux des projets afin de contribuer à une meilleure acceptation sociale des changements induits[34]. Pour faire en sorte que la prise en compte de l'avis du public ne se fasse pas qu'à la fin du processus, dès l'initialisation du projet, cette concertation permet une communication avec les différentes parties sur les phases amont du projet.

Les échanges avec le développeur Ailes Marines ont permis de mettre en valeur la diversité des sujets évoqués dans ce processus de concertation. Typiquement, pour le projet en baie de Saint-Brieuc, lors des 11 réunions publiques[35], les 2 500 participants ont révélé une adhésion de la population conditionnée au respect des engagements pris oralement au cours de ces débats, notamment au sujet des emplois à créer, de l'accessibilité des entreprises locales aux marchés de sous-traitance, du respect des usagers de la mer, d'enfouissement des câbles ou de limitation des nuisances en phase chantier.

Ainsi, les très importants mouvements de contestations locales contre les projets éoliens ont permis de faire évoluer les modalités de consultation du publique dans le développement d'un projet. En plus des procédures obligatoires de débat public, réalisé très en amont des projets, et d'enquête publique, instruite lors de la phase finale de développement, les développeurs réalisent des concertations publiques durant toute la phase de développement afin d'intégrer au fur-et-à-mesure les recommandations des populations locales. Cette démarche permet alors de diminuer les risques de recours en phase finale des projets, expliquant les importants retards constatés aujourd'hui dans le développement de l'éolien en mer sur les côtes françaises.

---

[33]Commission nationale du débat public "A quoi sert le débat public ?" *CNDP.* Disponible sur https://www.archives.debatpublic.fr/a-quoi-ca-sert [Consulté le 5 janvier 2023].

[34]Chevrel, A. et Stimec, A. (2016) Energies renouvelables éoliennes et concertation: comparaisons de deux projets aux résultats contrastés. RIODD 2016. Disponible sur HAL Id : hal-01350000, https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01350000. [Consulté le 3 janvier 2023]

[35]Commission nationale du débat public (2014) "Projet de parc éolien en mer au large de la baie de Saint-Brieuc". *CNDP.* Disponible sur https://www.archives.debatpublic.fr/projet-parc-eolien-mer-au-large-baie-saint-brieuc [Consulté le 6 janvier 2023].

Quelle place de l'expertise dans le processus décisionnel ?

L'installation et l'exploitation d'éoliennes offshore repose sur la prise en compte d'un nombre important de facteurs. La géographie des terrains, les techniques mises en œuvre ou les éléments économiques en jeu en sont des exemples. Leur implémentation est également à l'origine d'effets économiques, sociaux et environnementaux. Ainsi, l'organisation et les décisions relatives à un projet éolien nécessitent la prise en compte de différents éléments : d'une part pour l'élaboration fonctionnelle du projet et d'autre part dans l'optique d'en minimiser les impacts négatifs. Comment prendre en compte tous ces éléments ? Quel est le processus décisionnel impliqué dans le développement de l'éolien offshore ? Bien qu'il paraisse difficile d'avoir une vision exhaustive de tous les facteurs à prendre en compte, il semble important de tenter d'établir une méthodologie efficace pour aider à la prise de décision.

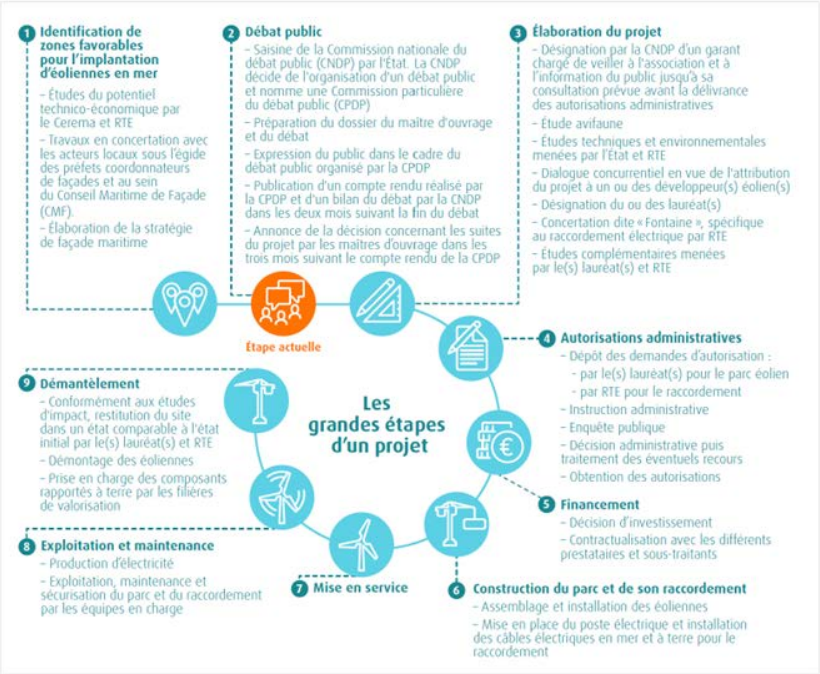
De manière générale, le processus décisionnel d'un projet éolien en mer inclut une étude géographique pour déterminer la localisation du parc considéré, une étude technique pour évaluer les technologies à mettre en œuvre, une étude d'impact pour évaluer les effets engendrés selon les modalités d'installation du parc, un débat public afin de prendre en compte les avis des acteurs concernés et un appel d'offres afin de sélectionner l'entreprise qui mettra effectivement en œuvre le projet.

Si les étapes du processus restent généralement les mêmes, ce n'est pas le cas de leur ordre. En effet, l'organisation de ces étapes a évolué au fil du temps. Le but des changements instaurés est notamment de parvenir à une méthodologie permettant les décisions les plus éclairées possibles.

Initialement, l'Etat définissait les zones concernées par les projets puis réalisait un appel d'offres. Les études techniques et d'impact ainsi que la concertation publique étaient alors organisées par les lauréats des appels d'offres. Cependant, cet enchaînement présentait plusieurs difficultés. Tout d'abord, les développeurs des projets disposaient de peu de marge de manœuvre pour s'adapter aux retours obtenus lors du débat public qui prenait place après le choix de la zone et les résultats de l'appel d'offres. Seules des mesures de micro-évitements de certains risques étaient imaginables (orientation ou disposition des éoliennes).

Une alternative à cette première configuration a été établie récemment par le Ministère de la Transition Écologique (MTE). Lors du nouveau processus, les études d'impacts et le débat public seront réalisés en amont de l'appel d'offres. Concrètement, l'État va définir des macro-zones susceptibles d'accueillir les parcs éoliens futurs. Ces zones seront alors soumises à des études de risques d'ordre technique, économique et environnemental directement par l'Etat. Une fois ces études réalisées, l'appel d'offres est lancé. L'objectif de cette nouvelle méthode est de permettre aux candidats d'avoir une meilleure visibilité préalable des risques associés au projet et d'envisager en amont des mesures d'adaptations pour éviter, réduire ou compenser les enjeux identifiés. Les candidats pourront donc théoriquement fournir des dossiers de candidatures complets d'une qualité plus optimale. Cette solution semble également apporter une amélioration concernant la question de l'intégrité des études d'impacts qui ne sont cette fois plus financées par des entités privées avec des intérêts particuliers mais par l'Etat lui-même dont l'objectif final est l'intérêt général.

L'aspect environnemental, en plus de la dimension technico-économique, est cette-fois mis en avant de manière à essayer de dresser la liste la plus exhaustive possible des risques encourus. Le schéma ci-dessous décrit le processus décisionnel dans son ensemble.



Description synthétique des étapes de développement d'un projet. Source : Dossier de la maîtrise d'ouvrage éolien en Méditerranée, Ministère de la transition écologique *https://eos.debatpublic.fr/wp-content/uploads/EOS-DMO.pdf (2021).*

Néanmoins, si cette nouvelle démarche pose les bases nécessaires à une prise de décision plus éclairée, de nombreuses interrogations subsistent concernant la réelle prise en compte de l'expertise dans l'arbitrage du développement offshore.

Dans un premier temps, les dimensions actuelles de l'expertise restent assez floues. Les effets liés à la technologie éolienne en mer restent globalement mal connus pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les facteurs impliqués sont nombreux et variés, entraînant une macro-modélisation des impacts difficile. Par exemple, il n'y a à ce jour pas de cartographie décrivant les effets de l'éolien offshore sur les oiseaux migrateurs selon France Énergies Marines. De plus, les sujets étudiés peuvent être assez nouveaux, ce qui implique un manque de données détaillées d'un point de vue historique, géographique ou biologique. Ainsi, bien que de nombreuses récoltes d'informations aient été lancées par divers organismes publics ou privés, avec les données actuelles, la production d'analyses approfondies n'est pas toujours possible. Enfin, parfois les instituts d'études n'ont pas les moyens techniques et financiers nécessaires à la réalisation efficace des recherches et sont donc limités dans leurs productions.

Ces éléments montrent le temps et les moyens nécessaires à l'élaboration d'expertises efficaces sur lesquelles les décisions peuvent être appuyées. Cependant, en général, s'ils veulent respecter le calendrier politique en place, les bureaux d'études ne disposent pas de ce temps suffisant pour produire leurs analyses. Effectivement, face à l'urgence climatique et au retard de la France sur l'éolien offshore par rapport à ses voisins, l'Etat engage un processus plutôt rapide qui n'est pas forcément adapté aux besoins de la recherche. Ce

décalage entre le calendrier politique et scientifique pose alors deux principaux problèmes. Premièrement, les études produites aux échéances voulues ne sont pas toujours complètes et présentent parfois un manque de recul sur les réels effets liés aux projets déployés d'après France Energies Marines. Malgré leur apparence absolue, elles peuvent parfois présenter des résultats discutables ce qui altère l'éclairage des décisions et du débat public. De plus, elles peuvent entraîner une décrédibilisation de la sphère scientifique qui se retrouve contrainte de publier des résultats non aboutis qui pourront se révéler erronés plus tard. Selon certains organismes, ceci s'est par exemple illustré à St-Nazaire où le discours du Maire pour l'inauguration du parc éolien contrastait fortement avec les publications d'expertises qui avaient pu être réalisées. D'un côté, les bénéfices économiques et environnementaux de cette technologie dans le contexte de la transition énergétique sont mis en avant. De l'autre, les effets méconnus et potentiellement négatifs sont décrits. Dans ce cas particulier, la DLM met d'ailleurs en avant le manque de connaissances en place lors de l'implémentation du projet et le peu de moyen mis en œuvre pour réduire cette lacune. Finalement, ici, la question de la temporalité prend toute son importance. Elle soulève l'interrogation sur le compromis à effectuer entre urgence climatique et développement réfléchi de projets : à quel prix faut-il développer l'offshore ?

Ainsi, nous le voyons, le choix du processus décisionnel est un élément très important dans l'élaboration des projets éoliens en mer. Il a pour but la prise de décision optimale grâce à l'éclairage des différents experts sur les facteurs et les effets en jeu. Si une réflexion a été menée concernant la démarche à entreprendre et si le processus a été adapté afin d'essayer de prendre en compte le plus d'effets possibles, il semble qu'à l'heure actuelle, le lien entre l'expertise et la gouvernance ne soit pas toujours bien établi. Ceci est notamment dû aux échelles temporelles différentes dans lesquelles évoluent ces deux sphères. S'il semble idéal d'avoir des décisions parfaitement éclairées par les experts car des compromis seront nécessaires, in fine, il semble important de garder une coopération et un dialogue entre ces deux éléments qui sont indissociables.

■ Le processus de sélection des lauréats encore controversé

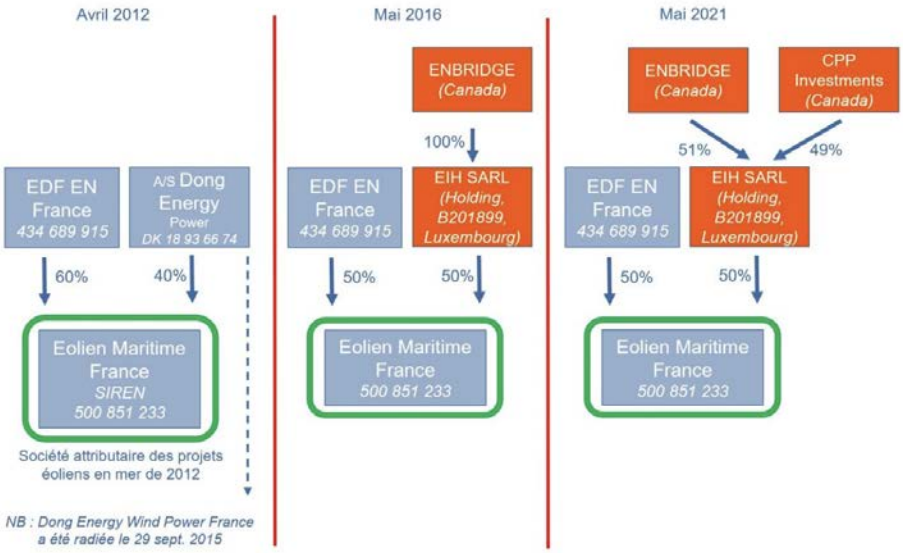
Une bonne prise en compte de l'avis public et des experts devrait amener l'Etat à choisir le porteur de projet le plus cohérent et le plus compétent. Cependant, tout comme les deux objets précédents font l'objet de critiques, le processus de sélection des lauréats des AO est lui aussi controversé [36].

Un premier élément mis en évidence par les associations s'opposant à ces projets, DLM et Libre Horizon, est le tarif de rachat de l'électricité jugé anormalement élevé par rapport aux autres pays européens. Celui-ci, jugé nécessaire par l'Etat pour un développement rentable de l'éolien offshore fait l'objet d'accusations de gaspillage d'argent public. Pour Libre Horizon, le tarif de rachat du projet de Courseulles-sur-mer à 150€/MWh est trois fois plus élevé que la moyenne européenne et n'a plus de raison d'être maintenant que le prix de l'éolien a chuté. Le ministère se défend en soulignant que c'est pourtant sur ce tarif de

[36]Lorcy, T. (2022, 15, dec). "Vendée : le dernier pourvoi des opposants aux éoliennes entre Noirmoutier et Yeu est rejeté". *actu.fr.* Disponible sur https://actu.fr/pays-de-la-loire/l-ile-d-yeu_85113/vendee-le-dernier-pourvoi-des-opposants-aux-eoliennes-entre-noirmoutier-et-yeu-est-rejette_55965794.html [Consulté le 5 janvier 2023].

rachat que sont jugés les concurrents à l'appel d'offres. 70% de la note attribuée à chaque entreprise se base sur le tarif de rachat proposé, l'Etat ayant intérêt à ce que celui-ci soit minimum. Si les premiers tarifs proposés par les développeurs étaient en effet élevés, ce n'est plus le cas aujourd'hui. Les premiers développeurs avançaient à l'aveugle sur des nouvelles technologies et des projets mal dérisqués par l'Etat. Ils prenaient une grande marge. De plus, c'est difficile de comparer les coûts avec nos voisins européens étant donné que la côte n'est pas la même. A 10 km des côtes, la profondeur de mer n'est pas la même sur les côtes françaises qu'en mer du Nord par exemple. Ces tarifs ont d'ailleurs fait l'objet de renégociation passant de 220€/MWh à 150€ par la suite. Ailes Marines a également souligné le fait que le tarif de rachat proposé en 2012 sur son projet lors de l'appel d'offres de 180€/MWh, garanti sur 30 ans, avait été évalué en prenant en compte les risques élevés de ces projets. Ce tarif a été négocié à la baisse par la suite en 2017 à 150€/MWh. Cependant, les associations contre les projets considèrent que cela reste trop élevé, que de tels projets ne justifient plus un tel tarif de rachat et qu'il faudrait renégocier tous ces anciens contrats. La temporalité de l'appel d'offres plus de dix ans avant la mise en service des parcs est critiquée car mène à des tarifs de rachat bien trop élevés pour ces associations.

Mais ce n'est pas seulement le tarif de rachat lors de l'attribution qui est controversé mais l'attribution elle-même. Différentes associations dont Libre Horizon et DLM ont déposé une requête devant le Conseil d'Etat pour défaut d'intérêt à agir (Articles juridiques / Conseil d'Etat).



Changements au sein de la société EMF avec les années. Source : Site web Libre Horizon http://www.libre-horizon.com/spip.php?rubrique47 (2022).

En effet, la société Eolien Maritime France (EMF) a été désignée attributaire en 2012 par le Ministère de la transition écologique des trois premiers parcs éoliens en mer français de Fécamp (76), Courseulles-sur-Mer (14) et Saint-Nazaire (44). Simple société de projet dépourvue d'effectif, de moyen et d'expertise propre, la société Eolien Maritime France était alors elle-même composée de la société française EDF Energies Nouvelles France (renommée depuis EDF Renouvelables France) à hauteur de 60 % d'une part, et de la société danoise Dong Energy à hauteur de 40 % d'autre part. Aujourd'hui, Eolien Maritime France réunit EDF Renouvelables France (50%) et EIH SARL (50%), holding financière

luxembourgeoise, elle-même détenue par l'industriel canadien Enbridge (51%) et le fonds de pension canadien CPPIB (49%), suite à des cessions intervenues en 2016 (Enbridge) et 2021 (CPPIB). Les porteurs du projet interviennent aujourd'hui avec le costume du vainqueur de l'appel d'offres de 2011-2012, parés de toutes les autorisations reçues depuis.

C'est bien le même costume, mais ce n'est pas la même personne à l'intérieur.

Selon Libre Horizon, l'Administration deviendrait triplement perdante :

- elle rendrait inutile toute procédure de mise en concurrence (puisqu'un contrat peut être cédé par un mouvement masqué d'actionnaires),
- elle ne disposerait pas des intervenants qu'elle a choisis pour faire les projets,
- elle paierait 10 milliards de subventions en pure perte (car les mêmes projets attribués aujourd'hui se feraient sans subvention) dont la moitié détournée au profit d'un investisseur et d'un fonds de pension canadiens.

Le Conseil d'Etat jugeant en premier et dernier recours a rejeté la requête jugeant que ce n'est pas à une association environnementale de former une telle requête mais à un concurrent. Mais selon Libre Horizon, cette pratique est classique des grands groupes se partageant les projets comme TotalEnergies, ENGIE… Ils n'ont donc pas d'intérêt à dénoncer une méthode qu'eux-mêmes pratiquent. DLM est plus sévère encore sur l'attribution des lauréats ne comprenant pas le rejet du Conseil d'Etat : "Le Conseil d'Etat a confondu société de projet et société commerciale ! Incroyable. On est en droit de s'interroger sur l'indépendance intellectuelle ou formelle de la justice administrative !".

Ainsi le processus d'attribution des appels d'offres est souvent contesté. D'une part sur le tarif de rachat, certains critiquent un tarif de rachat bien trop élevé et payé par le contribuable là où le ministère contre-argumente en invoquant le risque et la singularité des projets français ainsi que des tarifs renégociés et de plus en plus faibles. D'autre part sur les lauréats des appels d'offres, certains critiquent l'attribution à des sociétés mères avec pour unique but le gain de l'appel d'offres puis la rentabilité économique là où le ministère se défend en soulignant la légalité des cessions même si elles sont à déplorer.

Conclusion

Il ressort de cette étude un relatif consensus sur la nécessité d'une transition énergétique incluant un recours important aux énergies renouvelables. Ainsi, hormis pour un de nos interlocuteurs (le collectif Défense de la Mer), les éoliennes en mer peuvent constituer un levier intéressant dans la lutte contre le changement climatique et l'atteinte des objectifs français de réduction des énergies fossiles formalisés dans la Stratégie Nationale Bas Carbone.

Ce n'est alors pas la nature intrinsèque des projets éoliens en mer qui nourrit la controverse, mais les modalités de réalisation de ces derniers. Les différents entretiens réalisés ont mis en valeur la très grande multiplicité des acteurs s'exprimant sur cette problématique. D'une certaine manière, tout le monde semble avoir un avis, plus ou moins argumenté, sur les

projets éoliens offshore. Des acteurs se positionnant à toutes les échelles, dans le secteur public, privé et associatif, se positionnent pour freiner ou favoriser l'implantation sur les côtes françaises de projets éoliens en mer.

Cette multiplicité des types d'acteurs et des échelles d'intervention semble liée à la diversité des effets de ces projets au niveau sociétal. Les doutes sur les effets de ces infrastructures sur la biodiversité locale, le tourisme, l'emploi ou le paysage amènent ces acteurs à adopter une grande variété de registres d'argumentations. Ainsi, quand certains démontrent la menace que représente un projet éolien sur la valeur patrimoniale d'un site historique, à l'instar du port de Mulberry pour le projet de Courseulles, d'autres opposent les effets dévastateurs des énergies fossiles à l'échelle mondiale et l'absolue nécessité de réaliser des compromis permettant le développement du parc français renouvelable, comme l'avance le Ministère de la Transition Énergétique. De la même manière, lorsque certains se réjouissent de l'aubaine économique pour le territoire induite par la réalisation d'un projet en termes de taxes, de création d'emploi ou de tourisme industriel comme le souligne le maire de Saint-Nazaire, d'autres craignent pour la pérennité de leur activité propre, comme le montrent les multiples mobilisations des pêcheurs concernés par les projets. Chaque acteur interrogé dispose d'un spectre de priorités particulier, d'où la difficulté pour certains de se comprendre et d'interagir, ce qui amène le sujet de l'éolien en mer à se cristalliser autour de la controverse présentée dans cet article.

Il aurait d'ailleurs été très intéressant d'interroger plus d'acteurs s'investissant dans certains secteurs clés de la controverse. Par exemple, malgré de multiples tentatives, il n'a pas été possible d'interagir avec l'Office Français de la Biodiversité, service déconcentré de l'Etat disposant de personnes dédiées à ces problématiques et très investi dans le débat autour de cette filière en formation. Par ailleurs, sur la question des interactions entre les effets environnementaux et économiques des projets, il aurait été particulièrement pertinent d'échanger avec des pêcheurs locaux se mobilisant pour ou contre les parcs éoliens. Les arguments de ces acteurs centraux de la controverse n'ont été recueillis que par le biais de la presse, et notre échange avec la LPO a bien démontré la possible différence entre le discours effectif d'un acteur et sa retranscription dans la presse. Malheureusement, ces acteurs sont très peu accessibles à distance, et les tentatives de prise de contact effectuées se sont soldées par des échecs. Ensuite, pour continuer sur les effets économiques des projets au niveau local, et notamment en termes d'emploi, il aurait été cohérent d'interroger un plus grand nombre de maires de communes côtières concernées par les projets. Seul le maire de Saint-Nazaire a accepté de réaliser un entretien, mais il faut noter que cette commune n'est pas représentative des communes affectées par les parcs éoliens offshore. En effet, son statut de port industriel historique laisse supposer a priori un rapport plus favorable aux projets industriels qu'une commune dont les revenus sont essentiellement basés sur la pêche et le tourisme. Encore une fois, si les maires de Saint-Brieuc, de Palais, de Saint-Pierre-d'Oléron, de Groix ou de Courseulles-sur-Mer ont été sollicités, aucun d'entre eux n'a trouvé le temps d'apporter son opinion à cette étude sur le temps imparti. Enfin, afin de réellement qualifier les effets des éoliennes en mer sur le tourisme local et récolter des arguments complémentaires à ceux, très favorables aux projets, apportés par la maire de Saint-Nazaire, il aurait été intéressant d'échanger avec des professionnels du tourisme s'investissant dans les communes concernées. Les offices du tourisme contactés, qui auraient pu renseigner les stratégies d'adaptation et éventuellement de valorisation des

parcs éoliens dans l'offre touristique locale, n'ont malheureusement pas été disponibles sur la période dédiée à ce travail.

Les huit acteurs ayant participé à la réalisation de cet article ont néanmoins suffi à mettre en valeur la confrontation systématique des enjeux locaux induits par les projets et des avantages globaux de la transition énergétique, et ce au niveau écologique, social, économique ou patrimonial. Cette confrontation ne semble néanmoins pas concerner uniquement la thématique de l'éolien en mer.

En effet, cette controverse semble symptomatique de l'ambiguïté des projets d'énergies renouvelables en règle générale. Eolien terrestre, offshore, photovoltaïque, méthanisation, hydroélectricité, … Toutes ces infrastructures, par leur dimension industrielle, induisent indéniablement des dégradations de l'environnement au niveau local. Le paradoxe de ces installations, contrairement aux autres secteurs de l'industrie, réside justement dans le fait qu'elles ont vocation à éviter une dégradation excessive de l'environnement au niveau global. Cette ambiguïté participe à nouer les controverses autour de ces sujets, et de cette question en particulier : est-il acceptable de dégrader un environnement local, c'est-à-dire un écosystème et un lieu de vie et de travail des populations locales, au profit d'un environnement global ? La réponse à cette question dépend bien sûr de chaque projet et demande la réalisation d'un arbitrage fin entre tous les acteurs concernés et les arguments qu'ils avancent. L'Etat, qui semble tout désigné pour réaliser cet arbitrage, par le biais du Chef de projet Éolien en Mer au MTE, souligne alors d'une voix commune avec la LPO l'importance d'adopter une vision systémique des enjeux écologiques. Il apparaît alors comme nécessaire de s'émanciper d'une vision sectorielle favorable à la cristallisation des controverses pour tendre vers une mise en relation de toutes les activités affectant un milieu, afin de comparer quantitativement et qualitativement leurs effets et de mettre en valeur leurs interactions.

Cette idée, particulièrement développée par la responsable Énergies Renouvelables de la LPO, semble apporter une conclusion intéressante à cet article. Ce raisonnement amènerait à considérer les problématiques environnementales non plus par secteur, mais par milieu, mettant ainsi en relation l'éolien en mer avec la pêche industrielle, le transport maritime, le tourisme balnéaire, … Il serait alors possible d'envisager une évolution conjointe et cohérente de ces secteurs, cohérente tant sur le plan social qu'économique, et en faveur d'une préservation des écosystèmes marins. Ce décloisonnement, s'il est plébiscité comme nous l'avons vu par différents acteurs, n'en est pas moins ambitieux et semble induire une volonté forte des acteurs concernés.

Pour conclure, il est donc bien difficile de répondre à la question initiale : l'éolien en mer, s'il est pour les acteurs interrogés un atout essentiel de la transition énergétique, peut s'imposer comme une nuisance inutile lorsque ses impacts négatifs au niveau local rendent le projet inacceptable pour les populations locales sur le plan économique, environnemental, touristique ou patrimonial. Si la question est à poser au cas par cas en fonction des projets, cette controverse questionne les places relatives de l'expertise et du débat public dans le processus d'acceptation d'un projet industriel, et ce au-delà de la seule sphère de l'éolien en mer.

Matériel et méthodes

Notre travail s'est tout d'abord appuyé sur une analyse bibliographique du sujet en France et à l'international avec un intérêt particulier pour la presse française. Nous avons lu des articles issus de nombreuses sources régionales et nationales notamment d'Europress à l'aide de recherches d'articles utilisant les termes "éolien offshore" ou "éolien en mer" dans leur introduction.

Outre la lecture de ces textes, nous avons pu procéder à différentes analyses quantitatives autour de ces corpus. Nous avons étudié la chronologie des articles et des sujets évoqués via Europress et avons effectué un traitement statistique des données textuelles avec le logiciel IRaMuTeQ. Ces études nous ont permis de mieux appréhender la chronologie du sujet, les sujets de controverses les plus évoqués et leurs liens ainsi que la diversité des acteurs.

Notre étude bibliographique a été complétée par la lecture de différents rapports d'organisations publiques ou d'associations, de décisions de justice par le Conseil d'Etat et d'articles scientifiques nationaux et internationaux. Différentes analyses quantitatives ont également été réalisées sur les corpus scientifiques issus de bases de données comme Web of Science. Celles-ci nous ont cependant été moins instructives que celles réalisées sur les corpus de presse, qui soulignent davantage la diversité des acteurs et la chronologie. Nous avons donc décidé de n'inclure que les analyses réalisées sur les corpus de presse.

Après ces lectures bibliographiques et parallèlement à leur analyse quantitative, nous avons pu identifier les points de controverse, leur chronologie mais surtout les acteurs impliqués sur ces sujets. Pour mieux appréhender les différents points de vue, nous avons réalisé des entretiens avec un panel de huit acteurs que nous jugions représentatifs de la diversité des acteurs impliqués dans la controverse et de leurs points de vue. Nous les avons rencontrés réellement ou parfois en visio-conférence et avons pu leur poser différentes questions préparées lors d'entretiens semi-directifs. Nous avons ensuite retranscrit ces entretiens et les avons exploités dans cet article final. Voici les différents acteurs avec lesquels nous avons pu échanger :

- Parlement de la mer de la région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée (un *chargé de mission Energies Marines Renouvelables*)
- Collectif Défense de la Mer [collectif d'opposants au projet de Saint-Nazaire] (*un coordinateur*)
- France Energies Marines (une *responsable au sein du pôle environnement*)
- Ligue pour la Protection des Oiseaux (*une experte*)
- Libre Horizon [collectif militant pour le recul du projet de Courseulles] (*un administrateur*)
- Ailes Marines (*deux chargés d'affaire de l'équipe développement*)
- Ministère de la Transition Écologique (*un chef de projets éolien en mer*)
- Mairie de Saint-Nazaire (*le maire*)

Références

Articles de presse généraliste / presse professionnelle

Ailes Marines (2021). “Le projet en bref | Ailes Marines - le parc éolien en baie de Saint-Brieuc”. *Ailes Marines*. Disponible sur : https://ailes-marines.bzh/le-projet/le-projet-en-bref/ [Consulté le 6 janvier 2023].

Anon. (2021, 1, mai). “Eoliennes en mer : “une déclaration de guerre” pour les pêcheurs de Saint-Brieuc.” *La Tribune*. Disponible sur https://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/energie-environnement/eoliennes-en-mer-une-declaration-de-guerre-pour-les-pecheurs-de-saint-brieuc-883738.html. [Consulté le 14 décembre 2022].

Anon. (2015, 12, nov). “États-Unis : des batteries pour stocker l’électricité d’un parc éolien offshore”. *Le marin.* Disponible sur: https://lemarin.ouest-france.fr/secteurs-activites/energies-marines/23845-etats-unis-des-batteries-pour-stocker-lelectricite-dun [Consulté le 3 janvier, 2023].

Anon. (2021, 28, juin). “Expression du CESER sur le projet « Horizeo » : le conseil demande un moratoire”. *CNDP.* Disponible sur: https://www.debatpublic.fr/photovoltaique-horizeo/expression-du-ceser-sur-le-projet-horizeo-le-conseil-demande-un-moratoire [Consulté le 5 janvier, 2023].

Armadiyo.(2021) “Débat EOS - Le projet d’éoliennes flottantes en Méditerranée”, *CNDP.* Disponible sur: https://eos.debatpublic.fr/un-projet-d-eoliennes-flottantes/ [Consulté le 5 janvier, 2023].

Baroux, P. (2021, 21, juil). “Oléron et Saucats : le Ceser demande un moratoire sur les projets éolien en mer et photovoltaïque”. *Sud West* Disponible sue: https://www.sudouest.fr/gironde/saucats/oleron-et-saucats-le-ceser-demande-un-moratoire-sur-les-projets-eolien-en-mer-et-photovoltaique-4226556.php [Consulté le 4 janvier, 2023].

Berville, H. (2022, 25 sep). “Le Parc éolien de Saint-Brieuc n’est ni fait, ni à refaire”. *Gardez les Caps.* Disponible sur http://gardezlescaps.org/le-parc-eolien-de-saint-brieuc-nest-ni-fait-ni-a-refaire/. [Consulté le 14 décembre 2022].

Billing, M. (2020, 6, oct). “L’éolien en France : un vivier d’emplois encore dépendant des politiques publiques”. *La Tribune*. Disponible sur https://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/energie-environnement/l-eolien-en-france-un-vivier-d-emplois-encore-dependant-des-politiques-publiques-858953.html. [Consulté le 14 décembre 2022].

Cluster Maritime Français. (2022, 16, jui). “Énergies marines renouvelables : les investissements et les emplois au rendez-vous !” *Cluster Maritime Français.* Disponible surhttps://www.cluster-maritime.fr/2022/06/16/energies-marines-renouvelables-les-investissements-et-les-emplois-au-rendez-vous/. [Consulté le 4 janvier 2023].

Collectif NEMO (2021, 21, avr). “Information sur un projet dévastateur”, *Ré à la Hune*. Disponible sur https://www.realahune.fr/information-sur-un-projet-devastateur/. [Consulté le 14 décembre 2022].

Commission nationale du débat public “A quoi sert le débat public ?” *CNDP.* Disponible sur https://www.archives.debatpublic.fr/a-quoi-ca-sert [Consulté le 5 janvier 2023].

Commission nationale du débat public (2014) “Projet de parc éolien en mer au large de la baie de Saint-Brieuc”. *CNDP.* Disponible sur https://www.archives.debatpublic.fr/projet-parc-eolien-mer-au-large-baie-saint-brieuc [Consulté le 6 janvier 2023].

Connaissance des énergies (2022, 18, fév). “Une batterie sous-marine pour stocker l’électricité provenant d’éoliennes offshore”. *Connaissances des énergies*. Disponible sur https://www.connaissancedesenergies.org/une-batterie-sous-marine-pour-stocker-lelectricite-provenant-deoliennes-offshore-220218 [Consulté le 3 janvier 2023].

Cygler, C. (2012, 12, jan). “Eolien offshore : un risque environnemental pour le littoral français ?” *Actu-Environnement.* Disponible sur https://www.actu-environnement.com/ae/news/eolien-offshore-contestation-opposants-degradation-environnement-pollution-emploi-14623.php4. [Consulté le 18 décembre 2022].

Farwind. “Technologie de FARWIND”, *Farwind.* Disponible sur https://farwind-energy.com/fr/technologie/ [Consulté le 4 janvier 2023].

Lenormand, A. (2011, 11, juil). “Eolien en mer : le premier appel d’offres est lancé”. *BANQUE des TERRITOIRES.* Disponible sur https://www.banquedesterritoires.fr/eolien-en-mer-le-premier-appel-doffres-est-lance [Consulté le 2 janvier 2023].

Lorcy, T. (2022, 15, dec). “Vendée : le dernier pourvoi des opposants aux éoliennes entre Noirmoutier et Yeu est rejeté”. *actu.fr.* Disponible sur https://actu.fr/pays-de-la-loire/l-ile-d-yeu_85113/vendee-le-dernier-pourvoi-des-opposants-aux-eoliennes-entre-noirmoutier-et-yeu-est-rejette_55965794.html [Consulté le 5 janvier 2023].

Monteforte, F. (2022, 14, jui). “Guerre en Ukraine : l’éolien peut-il sauver l’Europe de sa dépendance à Poutine ?” - *L’Express.* Disponible sur https://www.lexpress.fr/environnement/guerre-en-ukraine-l-eolien-peut-il-sauver-l-europe-de-sa-dependance-a-poutine_2175009.html [Consulté le 2 janvier 2023].

Moreira, E. (2021, 7, sep). “Eolien en mer : les premières pales entièrement recyclables arrivent” | *Les Echos,* Disponible sur https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/eolien-en-mer-les-premieres-pales-entierement-recyclables-arrivent-1344066 [Consulté le 3 janvier 2023].

Niquil, N. (2010, 13, nov). “La charte d’éthique et de déontologie du groupe Le Monde.” *Le Monde.* Disponible sur https://www.lemonde.fr/actualite-medias/article/2010/11/03/la-charte-d-ethique-et-de-deontologie-du-groupe-le-monde_1434737_3236.html. [Consulté le 14 décembre 2022].

Pouliquen, F. (2021, 1, mai). “Le cap est mis sur l’éolien en mer.” *20 minutes.* Disponible sur https://pdf.20mn.fr/2021/quotidien/20210512_MAR.pdf [Consulté le 5 janvier 2023].

Raynal, J. (2021, 30, avr). “Pourquoi l’éolien en mer devrait enfin décoller en France”. *La Tribune.* Disponible sur https://www.latribune.fr/entreprises-finance/transitions-ecologiques/pourquoi-l-eolien-en-mer-devrait-enfin-decoller-en-france-883610.html [Consulté le 4 janvier 2023].

Réquillart, M. (2021, 6, sep). “Le couplage parc éolien & stockage par batteries : décollage d’un nouveau modèle énergétique pour les zones isolées ?”. *Le Monde de l’Energie*. Disponible sur https://www.lemondedelenergie.com/eolien-stockage-batteries-zones-isolees/2021/09/06/ [Consulté le 3 janvier 2023].

Saint Brieuc, AFP. (2021, 7, juil). “Eolien en mer: inquiétude des pêcheurs côtiers malgré des avis scientifiques”. *France 24.* Disponible sur

https://www.france24.com/fr/info-en-continu/20210707-eolien-en-mer-inqui%C3%A9tude-des-p%C3%AAcheurs-c%C3%B4tiers-malgr%C3%A9-des-avis-scientifiques. [Consulté le 14 décembre 2022].

Tzelepoglou, T. (2021, 3, nov). "L'éolien en mer menace la biodiversité. Reporterre", *le média de l'écologie*. Disponible sur https://reporterre.net/L-eolien-en-mer-menace-la-biodiversite. [Consulté le 14 décembre 2022].

Wajsbrot, S. (2021, 10, mai). "Énergies renouvelables : en retard, le gouvernement tente de redresser la barre". *Les Echos.* Disponible sur https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/energies-renouvelables-en-retard-le-gouvernement-tente-de-redresser-la-barre-1314059. [Consulté le 14 décembre 2022].

Windflix, by W. (2022, 31, mar). "France commits to 40 GW offshore wind by 2050". *WindEurope.* Disponible sur https://windeurope.org/newsroom/news/france-commits-to-40-gw-offshore-wind-by-2050/. [Consulté le 2 janvier 2023].

Articles de revue scientifique

Chevrel, A. et Stimec, A. (2016) Energies renouvelables éoliennes et concertation: comparaisons de deux projets aux résultats contrastés. RIODD 2016. Disponible sur HAL Id : hal-01350000, https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01350000. [Consulté le 3 janvier 2023]

Dannheim, J., Bergström, L., Birchenough, S.N.R., Brzana, R., Boon, A.R., Coolen, J.W.P., Dauvin, J.-C., De Mesel, I., Derweduwen, J., Gill, A.B., Hutchison, Z.L., Jackson, A.C., Janas, U., Martin, G., Raoux, A., Reubens, J., Rostin, L., Vanaverbeke, J., Wilding, T.A., Wilhelmsson, D. et Degraer, S. (2020). Benthic effects of offshore renewables: identification of knowledge gaps and urgently needed research. I*CES Journal of Marine Science, Vol 77(3), p.1092–1108*. Disponible sur DOI: 10.1093/icesjms/fsz018. [Consulté le 14 décembre 2022]

Hélène, B., Marjolaine, F., Christelle, L.G. et Le Floc'h, P. (2022). Vulnerability and spatial competition: The case of fisheries and offshore wind projects. *Ecological Economics*, Vol 197,p.107454.Disponible sur DOI 10.1016/j.ecolecon.2022.107454. [Consulté le 14 décembre 2022]

Jakubowska-Lehrmann, M., Białowąs, M., Otremba, Z., Hallmann, A., Śliwińska-Wilczewska, S. et Urban-Malinga, B. (2022). Do magnetic fields related to submarine power cables affect the functioning of a common bivalve?. *Marine Environmental Research*, Vol 179, p.105700. Disponible sur DOI 10.1016/j.marenvres.2022.105700. [Consulté le 14 décembre 2022]

Mikami, K., Kazama, K., Kazama, M.T. et Watanuki, Y. (2022). Mapping the collision risk between two gull species and offshore wind turbines: Modelling and validation. *Journal of Environmental Management*, Vol 316, p.115220. Disponible sur DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.115220.[Consulté le 14 décembre 2022]

Nogues, Q., Raoux, A., Araignous, E., Chaalali, A., Hattab, T., Leroy, B., Ben Rais Lasram, F., David, V., Le Loc'h, F., Dauvin, J.-C. et Niquil, N. (2021). Cumulative effects of marine renewable energy and climate change on ecosystem properties: Sensitivity of ecological network analysis. *Ecological Indicators*, Vol 121, p.107128. Disponible sur DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.107128. [Consulté le 14 décembre 2022]

Pezy, J.-P., Raoux, A. et Dauvin, J.-C. (2020). An ecosystem approach for studying the impact of offshore wind farms: a French case study. *ICES Journal of Marine Science*, Vol 77(3), p.1238–1246. Disponible sur DOI: 10.1093/icesjms/fsy125. [Consulté le 14 décembre 2022]

Raoux, A., Tecchio, S., Pezy, J.-P., Lassalle, G., Degraer, S., Wilhelmsson, D., Cachera, M., Ernande, B., Le Guen, C., Haraldsson, M., Grangeré, K., Le Loc'h, F., Dauvin, J.-C. et Niquil, N. (2017) Benthic and fish aggregation inside an offshore wind farm: Which effects on the trophic web functioning?, *Ecological Indicators* Vol 72: p.33–46. Disponible sur DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.07.037. [Consulté le 4 janvier 2023]

Littérature grise

Anon. (2020). **Communication EU:** Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions - Une stratégie de l'UE pour exploiter le potentiel des énergies renouvelables en mer en vue d'un avenir neutre pour le climat. Bruxelle : Directorate-General for Energy, 32 Pages. Disponible sur https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=COM:2020:741:FIN [Consulté le 4 janvier 2023].

Ailes Marines S.A.S. (2013) **Rapport:** Le dossier du maître d'ouvrage Projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, Paris: Ailes Marines S.A.S, 132 Pages. Disponible sur https://cpdp.debatpublic.fr/cpdp-eoliennes22/DOCS/PDF/DMO_AILES_MARINES_COMPLET.PDF.[Consulté le 6 janvier 2023]

Cour des comptes. (2013). **Rapport:**La politique de développement des énergies renouvelables. Paris: Cour des comptes, 241 Pages. Disponible sur https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/EzPublish/rapport_thematique_politique_developpement_energies_renouvelables.pdf. [Consulté le 2 janvier 2023].

L'Observatoire des énergies de la mer. (2022). **Rapport:** Énergies marines renouvelables : LES INVESTISSEMENTS ET LES EMPLOIS au rendez-vous. France: l'Observatoire des énergies de la mer, 79 Pages. Disponible sur https://merenergies.fr/media/Rapport-OEM-2022.pdf [Consulté le 14 décembre 2022].

Ministère de la transition écologique et solidaire. (2020). **Rapport**: Stratégie française pour l'énergie et le climat - Programmation pluriannuelle de l'énergie. Paris : Ministère de la transition écologique et solidaire, 400 Pages. Disponible sur https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf. [Consulté le 2 janvier 2023].

Ministère de la transition écologique et Réseau de transport d'électricité (2021) **Rapport**: Projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée et leur raccordement, Paris:Ministère de la transition écologique et Réseau de transport d'électricité, 76 Pages. Disponible sur https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-03/Eoliennemed_rapportMOA.pdf [Consulté le 4 decembre 2022].

Ministère de la transition énergétique (2022). **Rapport**: Pacte éolien en mer entre l'Etat et la filière. Eoliennes en mer. Paris : Ministère de la transition énergétique, 2 Pages. Disponible sur https://www.eoliennesenmer.fr/PacteEtatFiliere. [Consulté le 14 décembre 2022].