

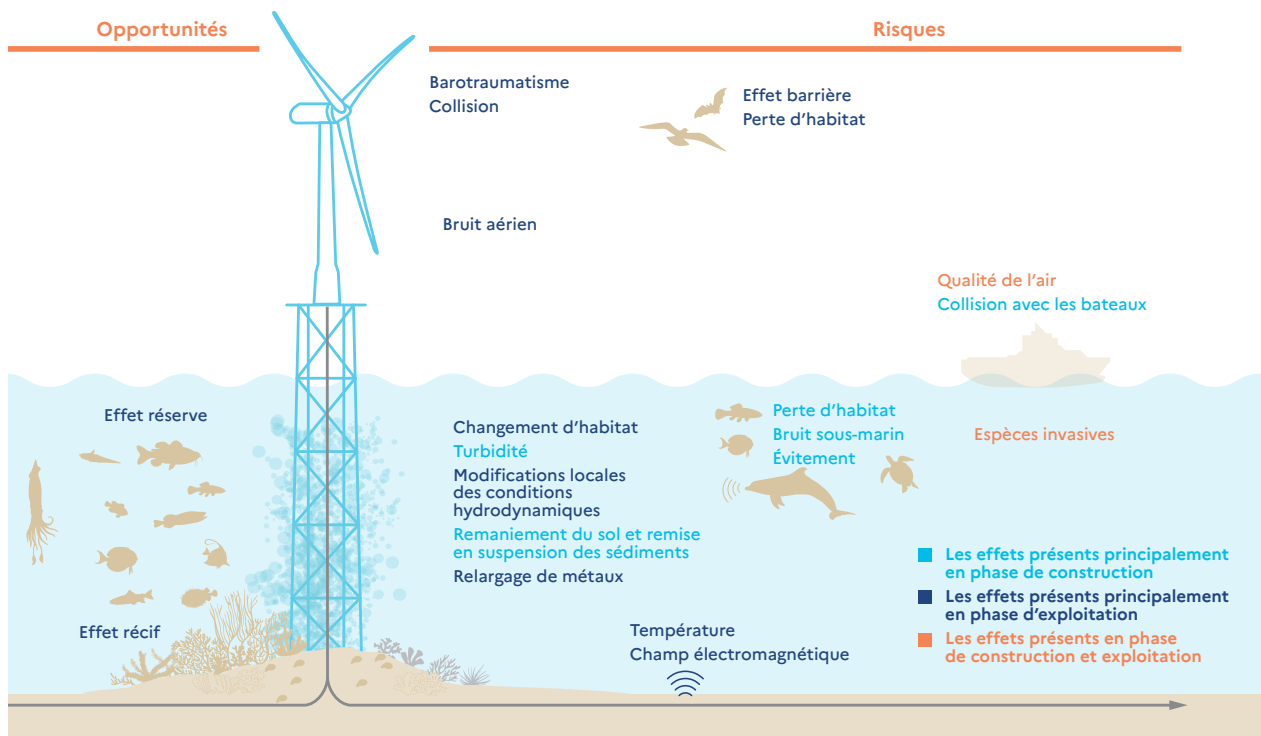
# Les impacts environnementaux génériques d'un parc éolien en mer et de son raccordement

## Principaux points abordés :

Cette fiche a pour but de présenter les impacts temporaires et permanents des différents ouvrages construits pour les parcs éoliens en mer et leur raccordement au réseau public d'électricité, à savoir :

- Les fondations des éoliennes ;
- Les éoliennes ;
- Les postes électriques en mer et les liaisons sous-marines entre ces postes et les points d'atterrage au niveau du littoral ;
- Les liaisons souterraines terrestres entre le point d'atterrage et le poste électrique de raccordement ;
- Le(s) poste(s) électrique(s) terrestre(s) de raccordement et le(s) éventuel(s) postes intermédiaires de compensation.

## Les opportunités et les risques de l'implantation d'un parc éolien en mer et de son raccordement pour l'environnement marin



À ce stade du projet, les caractéristiques précises du parc éolien en mer et de son raccordement (localisation, taille...) ne sont pas encore connues et il n'est donc pas possible d'évaluer son impact. Cette évaluation des impacts sera réalisée par les porteurs de projet (le développeur éolien et RTE) dans une étude d'impact, après le débat public. À ce stade du projet, l'État et RTE s'attachent toutefois à présenter les impacts potentiels d'un parc éolien en mer et de ses ouvrages de raccordement sur l'environnement à partir des retours d'expérience d'autres projets.

On distinguera pour chaque ouvrage :

- les impacts liés aux travaux d'installation ou aux travaux de maintenance,
- les impacts liés à l'exploitation des ouvrages.

La fiche 15 présente un certain nombre de mesures permettant d'éviter, réduire ou compenser les impacts sur l'environnement présentés ici.

La fiche 16.2 présente plus précisément les risques d'effets identifiées par l'État et RTE dans leurs études sur l'environnement.

La fiche 11 présente le bilan carbone de l'éolien en mer.

## 1. Les fondations

### 1.1 Les impacts potentiels liés aux travaux d'installation ou aux travaux de maintenance

#### Installation d'une éolienne en mer par un navire jack-up pour le parc éolien de Dudgeon (Royaume-Uni)



Source : Siemens Gamesa Renewable Energy

Les fondations permettent de maintenir en position les éoliennes et de résister à la force du vent, de la houle et des courants marins. La mise en place des fondations génère des impacts de différentes natures et plus ou moins durables en fonction du type de structure retenue pour le projet. La fondation monopieu (pieu en acier de grand diamètre), ainsi que la fondation jacket (structure en treillis métallique reposant sur quatre pieux de faible diamètre), nécessitent toutes les deux d'avoir recours aux techniques de battage ou de forage afin d'être enfoncées à plusieurs dizaines de mètres dans le sous-sol marin. La fondation gravitaire correspond quant à elle à une structure de béton de plusieurs dizaines de mètres de diamètre, acheminée en flottant jusqu'au site puis remplie de ballast, ce qui permet de la couler pour la déposer sur le fond marin [voir fiche 9 – Quelles sont les grandes caractéristiques d'un parc éolien en mer posé ?]. La fondation peut éventuellement être recouverte de roches afin de limiter les phénomènes d'érosion du sol provoqués par le courant (phénomène d'affouillement).

Ces travaux ont des effets permanents et temporaires sur les écosystèmes :

- La préparation du sol et la mise en place des fondations détruit par écrasement les habitats et les espèces de mollusques, de crustacés et de poissons des fonds marins peu mobiles situés à l'endroit des travaux. Cet effet est permanent là où les structures viennent s'insérer définitivement dans le sol, et temporaire aux endroits où reposaient les jambes des navires d'installation auto-élévateurs ;
- Les monopieux et les pieux de jacket ont une emprise au sol de quelques dizaines de mètres carrés. Cette emprise est bien moins importante que celle des fondations gravitaires, de l'ordre de quelques milliers de mètres carrés chacune, ce qui limite la perte d'habitat ;
- L'installation des fondations provoque aussi un remaniement des fonds marins avec une remise en suspension des matières fines. La redéposition des sédiments et le changement de turbidité (c'est-à-dire l'augmentation de la teneur en particules qui troublent l'eau) dépendent de la composition des sols et des conditions hydrodynamiques (courants, houle...) de la zone. S'ils vont concerner l'ensemble de la faune marine de manière temporaire, ils n'impactent réellement que les espèces du fond marin fixées au sol ou peu mobiles, qui ne sont pas capables d'éviter la zone. En cas de présence de polluants dans la couche de sédiments, la remise en suspension provoquée par les travaux va contaminer le milieu et ainsi entraîner une baisse de la qualité de l'eau ;
- Selon la dureté du sol, les pieux sont enfoncés dans le fond marin par battage (le pieu est battu par un marteau hydraulique) ou forage (le pieu est installé après avoir préalablement creusé le sol). Les travaux de battage génèrent un bruit sous-marin impulsif (ponctuel) important. Le bruit généré par un forage est quant à lui plus continu. En fonction de la distance à laquelle se trouvent les mammifères marins, le bruit peut entraîner chez les individus proches des travaux des blessures temporaires, voire une perte d'audition permanente. Le bruit du chantier peut également provoquer des perturbations du comportement en brouillant l'ouïe hautement développée dont disposent les mammifères marins pour communiquer, naviguer, s'orienter, éviter les prédateurs et se nourrir. Le bruit généré par le battage et le forage affecte aussi les poissons dotés d'une vessie natatoire (organe de flottabilité) à proximité de l'oreille interne et qui sont donc sensibles au bruit, ainsi que les larves, les mollusques et les crustacés situés aux abords de la source de bruit. Les dommages peuvent être temporaires (blessure mineure) ou permanents (blessure importante, mortalité). Ils sont toutefois limités à la zone proche de la source d'émission. Pour les mammifères marins, des scientifiques ont ainsi évalué que la distance létale du battage de pieu était comprise entre 4 et 65 mètres<sup>1</sup>. L'installation des fondations gravitaires est quant à elle relativement silencieuse, leur mise en place ne nécessitant pas de battage ni de forage ;
- Le trafic des navires tout au long des travaux et lors des activités de maintenance induit un bruit relativement faible et continu. La faune aura donc tendance à fuir la zone de chantier, ce qui provoquera une perte temporaire d'habitat (son « lieu de vie ») jusqu'à la fin des travaux. La faune revient en effet sur les lieux dans les jours qui suivent l'arrêt du battage<sup>2</sup>.

## 1.2 Les impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation

Les structures des fondations introduisent un nouveau substrat (support), qui va être progressivement colonisé par les espèces benthiques (du fond marin). Certains crustacés peuvent par exemple s'installer et se cacher entre les enrochements autour des fondations utilisées comme protection contre l'érosion du sol. La colonisation des structures contribue également à concentrer les poissons et les prédateurs.

Ainsi, les structures mises en place introduisent un nouveau substrat qui peut être progressivement colonisé par les espèces benthiques ayant besoin d'un support sur lequel se fixer. Ce développement de biomasse sur des structures artificielles immergées est appelé « effet récif ». Cette colonisation contribue à l'enrichissement de la biomasse, c'est-à-dire la quantité d'organismes vivants. S'il n'est pas exploité, cet enrichissement de la faune marine dû au parc est appelé « effet réserve ». Les fondations colonisées constituent des dispositifs concentrateurs de poissons (DCP). De nouveaux prédateurs (poissons, oiseaux, mammifères marins) peuvent ainsi être attirés et le parc devient alors pour eux une nouvelle zone d'alimentation privilégiée, ce qui constitue un impact positif. Cependant, pour l'avifaune, les impacts dus à la collision peuvent augmenter en fonction du comportement des espèces attirées. Les structures immergées peuvent également être colonisées par certaines espèces invasives, c'est-à-dire une espèce indigène qui perturberait les espèces déjà sur place.

1 Parvin, S.J., *et al.*, 2007 cité par Chauvaud, S., *et al.* 2018. Impacts des sons anthropiques sur la faune marine. Versailles : Éditions Quæ. 109 p. Ces estimations peuvent varier selon divers facteurs liés à l'intensité du battage et au milieu physique (par exemple la taille du pieu ou la profondeur).

2 Brandt, M.J., *et al.*, 2016 et Rumes, B., *et al.*, 2017 cités par Rumes, B. et Deboschere, J., in *Memoirs on the marine environment*. 2018, p. 123 : [https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon\\_report\\_2018\\_final.pdf](https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon_report_2018_final.pdf)

---

### Retour d'expérience sur l'effet réserve des parcs éoliens en mer<sup>3</sup>

Certains retours d'expérience de parcs éoliens en mer exploités à l'étranger témoignent de l'observation d'un effet réserve pour les poissons avec une diversité accrue de poissons au sein de la zone du parc. Cet effet a notamment été observé dans le parc Horns Rev 1 qui a été mis en service en 2002 à 15 km des côtes ouest du Danemark, où de nouvelles espèces de poissons ont été enregistrées dans le récif artificiel ainsi créé. Les chercheurs n'ont en revanche pas observé de disparitions de certaines populations de poissons. La diversité des espèces de poissons a donc augmenté avec l'implantation du parc. D'autres études menées en Belgique et aux Pays-Bas prouvent également l'existence d'un effet réserve.

Cependant, d'autres retours d'expériences sont plus prudents sur l'effet réserve permis par le parc éolien en mer. Un programme de contrôle et d'évaluation des impacts sur l'environnement (dont les communautés halieutiques) de la construction de la première ferme éolienne néerlandaise, construite entre 10 et 18 km des côtes en 2006, a été mené par l'IMARES (l'équivalent néerlandais de l'Ifremer). L'étude a réalisé des analyses avant la construction, puis après la construction. Il en ressort qu'à l'échelle de la zone côtière néerlandaise, il ne peut pas être observé d'effet significatif en termes d'abondance. Il a été observé une légère augmentation de l'anchois supposée être un résultat de la diminution de la pression de prédation liée à la protection apportée par la ferme éolienne ; à l'échelle du parc, de nettes différences ont pu être observées entre le nouveau substrat dur (artificiel) et le fond sableux : de grands groupes de poissons ont été observés près des monopieux et des protections anti-affouillement (cabillaud, tacaud, chabousseau commun, chabot de mer et dragonnet lyre), mais une moindre abondance en poissons plats (sole, limande, plie, et merlan).

---

Par ailleurs, les anodes galvaniques, dites anodes sacrificielles sur les éoliennes permettent de limiter la corrosion des structures en diffusant une très faible quantité de métaux (aluminium et zinc notamment) dans l'eau. On retrouve ce type de protection contre la corrosion sur toutes les structures en métal immergées ; notamment sur les bateaux et les éoliennes en mer. Pour des fondations monopieux, chaque structure est équipée d'environ 9 tonnes d'anodes<sup>4</sup>. Les concentrations de métaux diffusés par les anodes des éoliennes sont toutefois négligeables par rapport aux concentrations mesurées naturellement dans le milieu. Le projet ANODE de l'institut France Énergies Marines (FEM) s'est attaché à modéliser la diffusion de métaux dans le milieu et sera approfondi par des travaux sur l'écotoxicité de l'aluminium.

3 [https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/7615058/246\\_2011\\_effect\\_of\\_the\\_horns\\_rev\\_1\\_offshore\\_wind\\_farm\\_on\\_fish\\_communities.pdf](https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/7615058/246_2011_effect_of_the_horns_rev_1_offshore_wind_farm_on_fish_communities.pdf)  
[https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon\\_report\\_2018\\_final.pdf](https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon_report_2018_final.pdf)  
[https://www.informatiehuismarien.nl/publish/pages/109383/owez\\_r\\_264\\_t1\\_20121215\\_final\\_report\\_fish\\_4222.pdf](https://www.informatiehuismarien.nl/publish/pages/109383/owez_r_264_t1_20121215_final_report_fish_4222.pdf)

4 Ces estimations sont maximisées car la masse d'anodes nécessaires varie selon le type de fondation et le milieu physique.

## 2. Les éoliennes des parcs

### 2.1 Les impacts potentiels au cours de la phase d'installation et des travaux de maintenance

En phase de construction et lors d'opérations de maintenance, le recours à des engins et des navires pour les travaux et la maintenance peut avoir différents impacts sur l'environnement :

- Risque de pollution et donc baisse de la qualité de l'eau ;
- Bruits sous-marins, aériens et activités anthropiques qui peuvent déranger les espèces, qui auront tendance à éviter la zone lors des périodes de travaux et de maintenance ;
- Risque de collision avec les bateaux, notamment pour les mammifères marins ;
- Photo-attraction des oiseaux et des chauves-souris par les lumières des bateaux ;
- Risque d'introduction d'espèces invasives.

### 2.2 Les impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation

Les impacts permanents sont divers :

- En phase d'exploitation, un parc éolien en mer représente principalement un risque pour l'avifaune (les oiseaux). En effet, une importante proportion des oiseaux vole à moins de 200 mètres d'altitude, zone aussi occupée en partie par les pales, le rotor et le mat d'une éolienne, et conduit à un risque de collision. La collision peut ainsi engendrer une surmortalité dans une population. Le risque de collision dépend des conditions météorologiques et varie d'une espèce à une autre car il est étroitement lié au comportement de l'oiseau en matière d'évitement, de sa hauteur de vol et de l'usage qu'il fait de la zone du parc. Des stratégies d'évitement à différentes échelles ont été observées : on parle de macro-évitement lorsque les oiseaux évitent la zone du parc, de méso-évitement lorsqu'ils adoptent un comportement de vol au sein du parc adapté à la présence d'éoliennes (vol dans les espaces les plus larges entre les éoliennes, à une certaine distance avec les pales) et de micro-évitement pour les actions en vol de dernière minute pour éviter de percuter l'éolienne. Cependant, plusieurs facteurs des parcs éoliens en mer ont été identifiés comme attractifs pour l'avifaune, comme l'augmentation du stock de proies, la présence de potentiels perchoirs ou encore la photo-attraction (attraction par la lumière). Ces facteurs sont susceptibles d'augmenter le risque de collision ;
- Le parc peut également agir comme un obstacle, poussant les oiseaux à l'éviter en rallongeant leurs vols : on parle d'effet barrière. Cet évitement entraîne une consommation énergétique additionnelle pour les oiseaux, influençant par conséquent la survie et la croissance des populations. Des modèles ont été conçus pour estimer l'impact lié à cet effet. Le parc peut également prendre la place d'une zone fonctionnelle (alimentation notamment) pour une population et engendre ainsi une perte d'habitat. Comme le risque de collision, l'effet barrière et la perte d'habitat varient selon les espèces d'oiseaux. Ces impacts dépendent aussi beaucoup de la disposition des parcs, de leur taille et de leur proximité avec les populations d'oiseaux. L'impact est particulièrement important pour les colonies installées à proximité d'un parc en période de reproduction. En effet, les adultes passent du temps à aller chercher de la nourriture pour leurs petits, et si les parcs se trouvent entre la colonie et la zone d'alimentation, l'évitement devient plus fréquent et consommateur d'énergie ;

### Exemple de retour d'expérience : analyse du comportement de plusieurs espèces d'oiseaux au large de l'Angleterre et de la Belgique<sup>5</sup>

En 2019, des chercheurs ont publié leurs travaux portant sur près de dix ans de suivi des oiseaux marins autour du parc éolien en mer Thorton Bank en Belgique. La distribution des oiseaux marins a été observée pendant 3 ans avant la construction du parc puis comparée à la distribution observée pendant 6 ans après la mise en service du parc. Cette étude a permis d'obtenir des données cohérentes indiquant un comportement d'évitement du parc pour les fous de Bassans et les oiseaux appartenant à la famille des alcidés (petit pingouin, guillemot de troïl, etc.). Les chercheurs ont en revanche observé un effet d'attraction du parc pour les grands cormorans et les goélands marins. Ces effets correspondent à ceux observés pour le parc de Belwind, situé à proximité de Thorton Bank, ainsi que dans d'autres études européennes. Toutefois, l'impact des déplacements induits par la présence du parc sur la survie ou la reproduction des oiseaux reste à ce jour peu connu.

Cette étude complète les conclusions de 2018 du programme ORJIP (Offshore Renewables Joint Industry Programme) qui a permis d'analyser les comportements d'évitement et le risque de collision des oiseaux aux alentours du parc éolien en mer de Thanet, situé à 11 km au large des côtes du Kent (Angleterre), mis en service en 2010. Les chercheurs ont procédé à des observations de 5 espèces d'oiseaux (3 espèces de goéland, mouette tridactyle et fou de Bassan) pendant 20 mois. À ce jour, il s'agit de l'étude qui recense le plus de données d'observations sur le comportement des oiseaux près d'un parc éolien en mer opérationnel. L'étude a révélé que les oiseaux mettent en œuvre différentes stratégies : évitement du parc dans son ensemble, évitement à l'échelle d'une éolienne ou bien évitement à la dernière minute, à l'approche directe des pales ou du moteur. Au regard de leurs observations, les chercheurs ont pu conclure qu'en majorité les oiseaux des cinq espèces observées parviennent à éviter la collision.

Ces études sont dépendantes du site et ont été réalisées en Manche et mer du Nord. Ainsi, les conclusions peuvent ne pas être transposables à la zone Sud-Atlantique ; seul le suivi de l'avifaune permet de caractériser le comportement et la sensibilité des oiseaux pour un parc.

- Des chauves-souris ayant déjà été observées en mer, on suppose qu'elles peuvent être concernées par le risque de collision, l'effet barrière et le risque de barotraumatisme<sup>6</sup>. Toutefois, le manque de connaissances sur la présence des chauves-souris au large ne permet pas de conclure quant à cet impact ;

### Exemple de retour d'expérience : analyse du comportement de la pipistrelle de nathusius vis-à-vis des parcs éoliens en mer au large de la Belgique<sup>7</sup>

Les connaissances sur les chiroptères en présence de parcs éoliens en mer sont encore faibles. Les chercheurs belges ont étudié les hauteurs de vol des chiroptères dans un parc éolien en mer et leur risque de collision. Pour cela, ils ont installé huit détecteurs acoustiques à des hauteurs différentes sur des turbines dans le parc de Thornton Bank (4 détecteurs à 94 mètres, 4 à 17 mètres) et ont relevé les passages de chauves-souris sur une période de 19 nuits, de fin août 2017 à fin novembre 2017. Étant donné que les enregistrements sont plus nombreux à faible altitude qu'à haute altitude, ils en concluent que les chiroptères ont une faible hauteur de vol. Néanmoins, ce résultat reste à confirmer au travers d'études supplémentaires, notamment pour connaître le lien entre cette hauteur de vol et le risque de collision (notamment la capacité d'évitement). Ces résultats ont par ailleurs confirmé que la majorité de l'activité migratoire des pipistrelles a lieu entre mi-août et fin septembre.

- 5 Degraer, S., Brabant, R., Rumes, B. & Vigin, L. (eds). 2019. Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea : Marking a Decade of Monitoring, Research and Innovation. Brussels : Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management, 134 p. Skov, H., S. Heinänen, T. Norman, R. Wad, S. Méndez-Roldán & I. Ellis 2018: ORJIP Bird Collision and Avoidance Study. Final Report – April 2018. The Carbon Trust, UK.
- 6 Le changement brutal de la pression de l'air induit par le mouvement des pales provoquant des lésions internes, cet effet a été observé sur les parcs éoliens terrestres.
- 7 [https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon\\_report\\_2018\\_final.pdf](https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon_report_2018_final.pdf)

- Le bruit sous-marin d'un parc éolien en fonctionnement est considéré comme similaire aux bruits d'origine anthropique habituels (trafic maritime notamment). En phase d'exploitation, il est considéré comme bien moins impactant sur les espèces qu'en phase travaux même s'il demeure mal connu.

### Exemple de retour d'expérience : 10 ans de suivi environnemental des parcs éoliens en mer au large de la Belgique<sup>8</sup>

Le parc éolien en mer de Thornton Bank, à 28 km des côtes belges, a été mis en service en 2009. Depuis, un suivi environnemental est réalisé dans la durée, pour ce parc et pour les autres parcs éoliens en mer mis en service dans les années qui ont suivi. Le rapport publié en 2018 par l'Institut royal belge des sciences naturelles (Royal Belgian Institute of Natural Sciences, équivalent en France du Muséum national d'histoire naturelle) présente un aperçu des découvertes scientifiques issues de ce suivi réalisé pendant dix ans.

Ce rapport indique notamment qu'un effet récif a pu être observé, que les hauteurs de vol enregistrées pour les chiroptères sont inférieures au niveau des pales, et que globalement les oiseaux modifient leur trajectoire de vol pour éviter les pales. Le rapport indique également que le bruit lié à la construction des fondations a un impact sur les populations de tortues marines, mais que ces impacts peuvent être limités si suffisamment de mesures appropriées de réduction du bruit sont prises (comme des mesures d'effarouchement qui éloignent les espèces, des rideaux de bulles qui atténuent le bruit sous-marin, ou la prise en compte de la saisonnalité de la fréquentation de la zone par les tortues dans le calendrier de construction des installations).

## 3. Le poste en mer et les liaisons sous-marines

Le développement de liaisons électriques sous-marines (LSM) et de postes électriques en mer est susceptible de générer plusieurs types d'impacts sur les organismes et le milieu marin.

L'évaluation de ces impacts s'appuie notamment sur les conclusions d'une synthèse de connaissances publiée par l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) et financée par RTE<sup>9</sup>. RTE a également missionné le bureau d'études spécialiste du milieu marin Créocéan pour réaliser une synthèse des connaissances sur les impacts des postes électriques en mer. Cette synthèse sera disponible à l'automne 2021 et mise à disposition du public.

### 3.1 Les impacts potentiels au cours de la phase d'installation

Comme l'installation des éoliennes, l'installation des câbles et du poste en mer génèrent des impacts tels que : l'émission de bruit sous-marin, la modification du substrat (fond marin), l'augmentation de la turbidité (teneur de l'eau en matière en suspension) et le relargage éventuel de contaminants. Ces impacts ont fait l'objet de nombreuses études et sont maintenant assez bien connus. Ils sont globalement négligeables à faibles pour les câbles.

Les impacts potentiels sont limités dans le temps et dans l'espace et font l'objet de mesures d'évitement et de réduction.

RTE porte une attention particulière aux impacts potentiels sur les espèces et habitats benthiques vulnérables (herbiers marins, bancs de maërl, récifs d'hermelles...) liés à la modification du substrat (fond marin). Ils sont évités dans la majorité des cas grâce à la prise en compte des aires marines protégées dans le tracé du câble, au travail bibliographique, et aux campagnes benthiques alliant prélèvement et imagerie. Un balisage des zones sensibles sera mis en place en phase travaux.

<sup>8</sup> [https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon\\_report\\_2018\\_final.pdf](https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon_report_2018_final.pdf)

<sup>9</sup> Carlier, A., Vogel, C., Alemany, J. 2019. Synthèse des connaissances sur les impacts des câbles électriques sous-marins : phases de travaux et d'exploitation. 101 p : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00508/61975/>

Concernant l'atterrage des câbles, un forage dirigé peut être réalisé dans la mesure du possible en alternative au creusement d'une tranchée afin d'éviter des habitats sensibles. Lorsqu'un habitat vulnérable est identifié sur le tracé des câbles sans possibilité de contournement, des mesures de réduction d'impact peuvent être mises en œuvre : certains types de charrues ou techniques d'ensouillage ou de pose permettent de réduire la perturbation du fond et de favoriser la recolonisation. La période de travaux peut également être adaptée, dans la mesure du possible, afin de prendre en compte le cycle de vie des espèces vivant sur le fond.

Le bruit généré par les travaux d'installation de câbles ou de plateformes est limité dans le temps et son impact est variable en fonction du bruit ambiant, de la nature des travaux et du substrat. L'impact est jugé faible pour les poissons. En effet, pour les espèces mobiles, il est probable qu'un simple comportement de fuite soit adopté et que les conséquences soient donc minimales.

Afin d'éviter et de réduire les impacts potentiels sur les mammifères marins, une surveillance peut être mise en place pour le chantier, ainsi que des mesures d'effarouchement ou des techniques de soft start (augmentation graduelle du bruit) permettant aux animaux de fuir la zone des travaux. La période de travaux peut également être adaptée, dans la mesure du possible, afin de prendre en compte le cycle de vie des espèces sensibles.

L'impact potentiel de la turbidité est ponctuel et localisé. Si la turbidité naturelle du site est déjà importante (estuaires, zones soumises à de forts courants, aux tempêtes...), les espèces présentes y sont adaptées. Si cela s'avère pertinent, un suivi de la turbidité et un protocole travaux adapté peuvent être mis en place en phase de travaux.

Les impacts potentiels liés au relargage de déchets ou de contaminants sont maîtrisables. Pendant la phase de travaux, ils peuvent être liés à des pollutions accidentelles par les navires ou à la remobilisation de polluants présents dans les sédiments. Des analyses physico-chimiques de la qualité de l'eau et des sédiments sont réalisées en phase de conception du projet et préalablement aux travaux, afin d'éviter le remaniement de sédiments pollués. Lorsqu'une protection des câbles par recouvrement externe est nécessaire, des matériaux inertes sont utilisés (enrochement ou matelas en béton). La gestion des déchets et des pollutions fait l'objet de prescriptions particulières auprès des entreprises prestataires de RTE.

### 3.2 Les impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation

Les impacts permanents potentiels sont liés au changement d'habitats et à l'effet récif, à la remise en suspension de sédiments et à la turbidité, au relargage de métaux, aux champs électriques et magnétiques (50 Hz), et à la température :

- Les câbles non enfouis (posés sur le fond et protégés par des enrochements ou des matelas en béton) et la structure de la plate-forme du poste en mer peuvent engendrer un changement local des communautés benthiques, dans le sens d'une augmentation de la diversité biologique : il s'agit de l'effet récif. Les suivis réalisés sur des câbles existants, dans le cadre du projet de recherche SPECIES<sup>10</sup> coordonné par l'institut France Énergies Marines et piloté scientifiquement par l'Ifremer, ont montré qu'une augmentation locale de la biodiversité benthique était attendue pour les organismes fixés sur les protections externes des câbles. Les matelas en béton se sont révélés être un habitat propice pour les crustacés (homard, tourteau) et les poissons (congre, vieille, tacaud) ;
- L'effet d'affouillement généré par les fondations du poste en mer peut générer une augmentation de la turbidité et la remise en suspension de sédiments. Ces effets sont très localisés et faibles à l'échelle du poste, ils peuvent néanmoins s'étendre dans le temps, jusqu'à ce que l'affouillement autour de la structure se stabilise. Si des structures anti-affouillement sont installées, elles sont constituées de matériaux inertes sans incidence sur la qualité de l'eau ;
- Comme les fondations des éoliennes, les fondations du poste en mer nécessitent l'installation de protections anticorrosion générant la diffusion de métaux dans le milieu marin (notamment aluminium et zinc). Ces métaux sont cependant naturellement présents en concentration importante dans le milieu marin ;
- Les impacts potentiels liés aux émissions de champs électromagnétiques de faibles amplitudes 50 Hz (CEM 50) au voisinage des liaisons sous-marines font encore l'objet d'incertitudes mais les connaissances scientifiques progressent. L'étude bibliographique réalisée par l'Ifremer en 2019 sur l'impact des câbles électriques sous-marins<sup>11</sup> conclut que, à ce jour, les études sur site n'ont pas mis en évidence d'impact significatif sur la faune benthique et halieutique (c'est-à-dire les espèces pêchées). Les câbles ne constituent pas une barrière au mouvement pour les espèces étudiées. Une grande partie des espèces sensibles au champ magnétique sont des espèces pélagiques, c'est-à-dire qui vivent dans le haut de la colonne d'eau. Parmi ces espèces,

<sup>10</sup> <https://www.france-energies-marines.org/projets/species/>

<sup>11</sup> Carlier, A., Vogel, C., Alemany, J. 2019, *Ibid.*



on trouve les mammifères marins, qui utiliseraient le champ magnétique terrestre pour s'orienter durant leurs migrations. Or, le champ magnétique généré par les câbles décroît rapidement avec la distance. Ces espèces ne seront donc pas exposées à des niveaux de champ magnétique significatifs. Les espèces les plus sensibles semblent être les élasmobranches (requins, raies) qui disposent d'organes permettant de détecter les champs électromagnétiques, utilisés notamment pour la prédation. Comme pour les mammifères marins, à moins de se trouver proches des câbles (quelques mètres<sup>12</sup>), ils ne sont pas exposés à des niveaux significatifs. Du fait de leurs dispositions constructives, les liaisons sous-marines de transport d'électricité n'émettent pas de champ électrique. Néanmoins, elles émettent un champ magnétique 50 Hz qui, par effet d'induction, est susceptible de produire un champ électrique de très faible amplitude au voisinage de ces liaisons. Une capacité d'apprentissage et d'adaptation des espèces semble possible ;

- La conception des câbles et la profondeur d'ensouillage peuvent atténuer l'exposition de la faune marine aux CEM générés par les câbles. Cependant, ces mesures peuvent induire des modifications de température des câbles plus importantes. Il s'agit donc de trouver le compromis adapté à chaque projet. Le niveau d'incertitude scientifique étant évalué comme moyen, des études complémentaires sont donc nécessaires. RTE participe et mène plusieurs projets de recherche visant à mieux caractériser les effets et impacts potentiels des champs électromagnétiques sur les compartiments benthique et halieutique. À ce titre, on peut citer le projet de recherche et développement SPECIES<sup>13</sup> mené par Ifremer et France Énergies Marines dans lequel RTE est partenaire. Dans ce cadre, une expérimentation réalisée en laboratoire portant sur l'effet potentiel des champs électromagnétiques sur le juvénile de homard a démontré que le comportement de cette espèce n'était pas modifié à proximité de câbles électriques sous-marins ;
- Pour les câbles électriques ensouillés, c'est-à-dire enfouis dans le sol, le passage du courant électrique dans le câble induit localement une élévation de la température du sédiment au voisinage des câbles. L'impact potentiel du changement de température est très localisé et jugé globalement négligeable, mais des incertitudes scientifiques demeurent, c'est pourquoi des mesures de températures sont prévues par RTE au niveau des câbles en fonctionnement. Comme il s'agit de pertes d'énergie, la conception cherche à les minimiser par un dimensionnement optimal des câbles, notamment en fonction de la conductivité thermique du substrat.

## 4. Les liaisons souterraines terrestres

L'insertion environnementale et paysagère de ses infrastructures est, pour RTE, une préoccupation majeure intégrée au cœur de son activité. La construction et l'exploitation de ses ouvrages s'effectuent dans le respect des habitats, des espèces animales et végétales, des activités humaines, touristiques et agricoles, et du cadre de vie des riverains. RTE recherche le maintien de la diversité biologique et l'amélioration de l'insertion du réseau dans le paysage, en relation avec les acteurs concernés.

### 4.1 Les impacts potentiels au cours des travaux

Les impacts temporaires : la phase de construction peut être à l'origine de diverses perturbations pour la faune et la flore. Il s'agit notamment :

- Du bruit et des activités du chantier pouvant effrayer la faune ;
- De dégradation, voire destruction de certains milieux par piétinements ou tassements.

RTE recherche toujours dans la mesure du possible à éviter les zones les plus sensibles du point de vue du milieu naturel. Ainsi, avant les travaux, la sensibilité des milieux est évaluée pour pouvoir mettre en œuvre au besoin les mesures de préservation ou les modes opératoires adaptés.

RTE, en relation avec les interlocuteurs concernés, prend soin de programmer ses travaux au moment le plus adapté de l'année, afin de respecter au maximum les périodes d'activité et de repos de la végétation et de la faune. Ces effets seront recensés, analysés et traités dans le cadre de l'évaluation environnementale.

<sup>12</sup> À titre d'exemple, pour un tricâble en courant alternatif 225 kV dans lequel circule un courant d'une intensité de 500 A, un champ magnétique de 12,3  $\mu$ T peut être mesuré à 1 m du câble, 0,5  $\mu$ T à 5 m, 0,12  $\mu$ T à 10 m. À titre de comparaison, le champ magnétique statique terrestre est de 50  $\mu$ T. Les valeurs de champ électrique induites (quelques  $\mu$ V/m) sont extrêmement faibles. Ces données sont issues de modélisations réalisées par RTE et sont précisées au cas par cas dans les études d'impact, lorsque les caractéristiques des câbles sont connues. Les niveaux de champs mesurés *in situ* lors du projet R&D SPECIES sont cohérents avec les modélisations réalisées par RTE. Au niveau des interconnexions Jersey-Cotentin et IFA 2000, les niveaux de CM mesurés sont de l'ordre de quelques nanotesla à 0,1  $\mu$ T à 5 à 10 mètres des câbles.

<sup>13</sup> <https://www.france-energies-marines.org/projets/species/>

RTE prend également en compte les activités agricoles qui pourraient être impactées, en travaillant en coopération avec les chambres d'agriculture et le syndicat agricole majoritaire FNSEA.

Enfin, lorsque les travaux nécessitent l'occupation temporaire de la voirie, RTE participe à la mise en place de mesures de régulation du trafic routier à proximité du chantier.

Les impacts sont limités et la pose des liaisons souterraines est sans effet notable vis-à-vis des monuments historiques ou sites. En revanche, le risque de découverte archéologique est possible. Le Service régional de l'archéologie est rencontré en amont du projet et peut prescrire une fouille archéologique préventive avant le lancement du chantier.

## 4.2 Les impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation

Concernant les impacts permanents lors de la phase d'exploitation, ils sont liés à la présence de l'ouvrage qui implique une incompatibilité avec toute plantation à racines profondes (arbres) sur une largeur de 5 m au droit de la canalisation. Les autres activités agricoles sont compatibles avec la présence de l'ouvrage.

Les liaisons souterraines ne génèrent généralement pas d'impact paysager une fois les travaux terminés. Néanmoins en zone boisée, leur réalisation et leur fonctionnement impliquent que soit créée une tranchée de déboisement régulièrement entretenue d'environ 5 m de large.

S'agissant des éventuels effets sur la santé de l'exposition aux champs électriques et magnétiques 50 Hz, toutes les autorités sanitaires (nationales, européennes et mondiales) s'accordent aujourd'hui sur un point : aucun effet sur la santé n'a été démontré. En effet, en 40 ans de recherche scientifique sur le sujet, aucun lien de cause à effet n'a pu être établi entre l'exposition aux champs électriques et magnétiques et d'éventuels problèmes de santé.

RTE respecte les limites définies dans la législation française, au travers de l'article 12 bis de l'arrêté technique du 17 mai 2001, qui fixe un seuil maximal de 100  $\mu$ T (champ magnétique) et de 5 kV/m (champ électrique) pour tous les nouveaux ouvrages dans des conditions de fonctionnement en régime permanent.

Il faut noter que du fait de leur disposition constructive (écrans métalliques), les liaisons souterraines n'émettent pas de champ électrique à l'extérieur des câbles de puissance.

Néanmoins, soucieux de garantir une transparence de l'information, RTE agit pour mettre à disposition des autorités et du public toutes les informations relatives aux champs électriques et magnétiques ; via le site [www.clefdeschamps.info](http://www.clefdeschamps.info) ou encore au travers d'une convention signée en 2008 avec l'Association des maires de France (AMF), par laquelle RTE s'engage à répondre à toute demande d'information sur les champs électromagnétiques émis par ses ouvrages.

## 5. Le poste électrique terrestre de raccordement et l'éventuel poste intermédiaire de compensation

RTE recherche toujours, pour l'implantation de ses postes électriques, un emplacement répondant autant que possible aux critères suivants :

- Avoir des pentes de préférence faibles, de manière à éviter des terrassements importants ;
- Présenter un intérêt écologique limité ;
- Prendre en compte la vocation du site ;
- Être situé dans un lieu favorable à son insertion paysagère, à l'écart des sites paysagers ou patrimoniaux emblématiques.

Selon le type d'ouvrage, l'emprise au sol est de 3 à 10 ha.

### 5.1 Les impacts potentiels au cours des travaux

Comme pour les liaisons souterraines, ces impacts sont principalement liés :

- Au bruit et à l'activité du chantier pouvant effrayer la faune ;
- À la destruction de certains milieux, du fait de la construction du poste électrique.

L'évitement de ces impacts est avant tout recherché. RTE fait réaliser des expertises écologiques préalables de façon à s'implanter sur un terrain à faible enjeu écologique. Des mesures complémentaires peuvent également être mises si cela s'avère nécessaire : par exemple adaptation du planning des travaux hors période de nidification et de reproduction des oiseaux.

## 5.2 Les impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation

L'implantation d'un poste électrique modifie de fait la nature de l'occupation du sol. RTE préfère construire ses postes hors espace agricole car un poste électrique s'il est implanté sur un terrain agricole fait diminuer la surface agricole utilisée (SAU) de l'exploitant concerné.

Néanmoins, lorsqu'il n'est pas possible de faire autrement, préalablement à l'achat du terrain, RTE vérifie que la suppression des parcelles agricoles ne met pas en péril l'exploitation agricole.

L'insertion des postes dans l'environnement (prenant en compte le relief du terrain, le milieu naturel, les zones d'habitation et d'activités...) est systématiquement étudiée. Des aménagements paysagers peuvent être proposés pour une meilleure insertion du projet dans le site. En règle générale, ils comprennent une plantation périphérique d'arbres et d'arbrisseaux.

En période d'exploitation, un poste électrique ne produit aucun rejet, n'induit aucune pollution lumineuse, et ne génère aucun trafic routier car il n'accueille du personnel que lors de certains travaux de maintenance.

L'huile contenue dans les appareils de poste constitue le principal risque de pollution. Si, par construction, son confinement est garanti, certains fonctionnements en mode dégradé peuvent néanmoins conduire à une pollution accidentelle. C'est pourquoi RTE met en place des fosses de rétention étanches sous les transformateurs permettant de récupérer de grandes quantités d'huile en cas de fuite accidentelle afin d'éviter tout risque de pollution des eaux. En cas d'incident, l'huile est évacuée par une entreprise spécialisée vers un centre de traitement agréé.

Par ailleurs, un poste électrique peut être générateur de bruit provenant du ou des transformateurs et de leurs organes de réfrigération. RTE fait systématiquement réaliser une étude acoustique permettant de s'assurer que le poste aura une faible émergence sonore et inférieure aux seuils réglementaires soit 5 dB(A) de jour et 3 dB(A) la nuit. Si cela s'avère nécessaire, des solutions techniques adaptées peuvent être mises en œuvre : création d'enceintes insonorisées, création de murs pare-son, installation de silencieux d'aspiration et de refoulement de l'air, utilisation de matériaux antivibratoires...

De l'hexafluorure de soufre (SF6) est utilisé au sein du poste électrique. Il s'agit d'un excellent isolant électrique utilisé dans les matériels de coupure électrique (disjoncteurs) pour en réduire l'encombrement. Confiné dans des compartiments étanches et indépendants, le SF6 se présente sous la forme d'un gaz incolore, inodore et cinq fois plus lourd que l'air. Ininflammable, non corrosif, inexplorable et insoluble dans l'eau, c'est un gaz particulièrement inerte. Il ne présente aucun effet toxique, mutagène ou cancérigène sur la santé. En revanche, le SF6 est un gaz à effet de serre. Sa présence dans certains appareils du réseau de transport d'électricité ne constitue pas un apport significatif au regard de l'effet de serre compte tenu de la faible quantité utilisée, de son emploi en système clos et de sa réutilisation.

Pour un poste électrique, les champs électriques et magnétiques générés par les équipements électriques sont négligeables par rapport à ceux générés par la ou les liaisons souterraines qui sont raccordées au poste.

